MUZEUM GÓRNOŚLĄSKIE
W BYTOMIU
10525 1
III

Geologie der Steinkohlenlager

von

A. Dannenberg

ZBIORNICA
KOMUNALNYCH ZABEZPIECZONYCH
W KATOWICACH

Polskie Kopalnie Skarbowe
Biblioteka
Chorzów

Erster Band

Mit 6 Tafeln und 189 Textfiguren

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1915

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Copyright, 1915, by Gebrüder Borntraeger in Berlin



10525.1
III

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin

78 M 463/4.30,-



Vorbemerkung

zum ersten Bande

Mit dem nunmehr vorliegenden dritten Teile erreicht der erste Band der „Geologie der Steinkohlenlager“ seinen Abschluß. Er umfaßt, dem Plane des ganzen Werkes entsprechend, die paläozoischen (karbonischen und permischen) Steinkohlenbecken Europas mit Ausnahme der russischen. Diese sollen, als einem anderen Typus angehörige und in ihrer ganzen Entwickelung von den westeuropäischen abweichende Bildungen eine gesonderte Behandlung erfahren und werden ihren Platz im zweiten Bande finden.

Verschiedene Umstände haben den Abschluß des vorliegenden Bandes in unerwarteter, dem Verfasser wie dem Verleger und jedenfalls auch den Benutzern des Werkes gleich unerwünschter Weise verzögert. Liegen doch zwischen dem Erscheinen des ersten Teiles (1908) und heute volle 7 Jahre. Teils waren es äußere Umstände — zuletzt noch der Kriegsausbruch mit seinen mannigfachen Störungen der gewohnten Friedensarbeit —, hauptsächlich aber die inneren Schwierigkeiten des Gegenstandes, welche diese so außerordentlich groß erscheinende Verzögerung verschuldet haben. In dieser Hinsicht möchte der Verf. zu seiner Rechtfertigung nur auf die ungeheuer ausgedehnte, oft schwer oder gar nicht zu beschaffende Literatur hinweisen — eine Schwierigkeit, die jedem, der sich mit dem Gegenstande beschäftigt hat, hinlänglich bekannt ist. Es ist daher auch für den einzelnen völlig ausgeschlossen, jemals eine auch nur annähernde Vollständigkeit in der Benutzung der einschlägigen Literatur zu erreichen. Vielmehr mußte zu der durch die äußeren Umstände gebotenen vielfach noch eine selbstgewählte Beschränkung nach dieser Richtung treten, um den Umfang des ganzen Werkes nicht ungebührlich anschwellen zu lassen. Trotzdem wurde der anfangs gesetzte Rahmen bei weitem überschritten. Während das ganze Werk ursprünglich auf einige zwanzig Druckbogen berechnet war, ist mit dem vorliegenden ersten Bande bereits der vierundvierzigste Bogen

erreicht. Wenn danach der Gesamtumfang etwa auf das Vierfache des anfangs vorgesehenen anwachsen dürfte, so hoffe ich doch, daß dieser Umstand dem Werke schließlich zum Vorteil gereicht, da eine zu knappe Darstellung den Leser und Benutzer des Werkes bei der großen Bedeutung des Gegenstandes kaum befriedigen würde.

Mit aufrichtigem Dank muß ich hierbei meines Verlegers, Hrn. Dr. Thost, derzeitigen Inhabers des Verlages Gebrüder Borntraeger, gedenken. Sein stets bereites, nie versagendes Entgegenkommen gegenüber allen meinen Wünschen, sowie seine unerschöpfliche Geduld bei den schier endlosen Verzögerungen im Fortschritt meiner Arbeit, haben wesentlich dazu beigetragen, mir die Arbeitsfreudigkeit auch in schwierigen Stadien und bei langsamem Fortschreiten zu erhalten.

Aachen, im November 1915

A. Dannenberg

Polskie Towarzystwo Śląskie
Biblioteka
Chorzów

Bemerkung betr. Literatur

In den seit dem Erscheinen des ersten Teiles dieses Bandes verflossenen Jahren sind eine Reihe von Veröffentlichungen über die hier behandelten Gegenstände und Gebiete erschienen, die teils nur in den letzten Abschnitten des Bandes, teils gar nicht berücksichtigt werden konnten. Es erscheint daher zweckmäßig und notwendig, wenigstens auf die wichtigsten dieser Arbeiten hinzuweisen. Kleinere, in Zeitschriften usw. veröffentlichte Arbeiten müssen dabei unberücksichtigt bleiben. Für die in dem vorliegenden Buche notwendigerweise nur knapp behandelten allgemeinen Verhältnisse der Kohlenablagerungen kommen besonders zwei neuere Veröffentlichungen in Betracht:

1. John J. Stevenson, Formation of coal beds. Proceedings of the American philosophical society 1911—1913,

2. O. Stutzer, Die wichtigsten Lagerstätten der „Nicht-Erze". Zweiter Teil: Kohle. Berlin 1914, Gebrüder Borntraeger.

Die Kohlenablagerungen einzelner, im vorliegenden Bande besprochener Gebiete behandeln die nachfolgenden, neuerdings erschienenen größeren Werke:

1. Fritz Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.

2. C. Gaebler, Das oberschlesische Steinkohlenbecken. Kattowitz 1909, Gebr. Böhm.

3. In dem als „Festschrift zum XI. allgemeinen deutschen Bergmanntage in Aachen" herausgegebenen Sammelwerke: „Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins" (Berlin 1910, Verlag der Kgl. geol. Landesanstalt) beschäftigen sich die folgenden Abschnitte, z. T. eingehend, mit den Steinkohlenablagerungen des bezeichneten Gebietes:

a) E. Holzapfel, Die Geologie des Nordabfalles der Eifel mit besonderer Berücksichtigung der Gegend von Aachen,

b) W. Wunstorf und G. Fliegel, Die Geologie des niederrheinischen Tieflandes,

c) A. Dannenberg und W. C. Klein, Die Geologie der Aachener Steinkohlenbecken und des angrenzenden holländisch-belgischen Gebietes.

4. In gleicher Weise behandeln in der „Festschrift zum XII. allgemeinen deutschen Bergmannstage in Breslau 1913“ eine Anzahl Fachleute die Steinkohlenvorkommen und den Steinkohlenbergbau Schlesiens. In Betracht kommen:

a) G. Berg, Der geologische Bau des niederschlesisch-böhmischen Beckens und seiner Umgebung,
b) F. Ebeling, Das produktive Karbon Niederschlesiens,
c) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes.

Endlich ist noch des großen, im Auftrage des letzten, zwölften, internationalen Geologenkongresses (in Toronto, Canada, 1913) bearbeiteten und herausgegebenen großen Sammelwerkes: The coal resources of the world — in drei Quartbänden mit einem Atlas — zu gedenken (Verlag: Morgan u. Co., lim., Toronto 1913). Leider erfüllt dieses auf breitester Grundlage angelegte, durch die Mitarbeit der berufensten Sachkenner aller Länder zusammengekommene Sammelwerk den Zweck, eine vollständige Übersicht der Kohlenvorkommen und Kohlenvorräte der Welt zu geben, nur in sehr unvollkommener Weise. Abgesehen davon, daß eine eingehende Darstellung der geologischen Verhältnisse nicht im Plane des Werkes lag, das in erster Linie den statistischen Nachweis der vorhandenen und gewinnbaren Vorräte zum Ziele hatte, ist die Behandlung der einzelnen Länder außerordentlich ungleichmäßig. Mit Ausnahme der durch Gründlichkeit und Zuverlässigkeit ausgezeichneten Bearbeitung der deutschen Vorkommen, steht die Darstellung und der den einzelnen Ländern gewidmete Raum oft im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Bedeutung. Trotz der hiermit angedeuteten Mängel enthält das Werk natürlich eine Fülle wertvollen Materiales und es wird auch weiterhin, wie auch bereits in den letzten Abschnitten des vorliegenden Bandes, oft auf die „coal resources“ Bezug zu nehmen sein.

Inhalt

Seite

Allgemeiner Teil 1

I. Definition der Steinkohle. Unterscheidung von Braunkohle. Einteilung der Steinkohlen 1

II. Entstehung der Steinkohlen. Umwandlung der Pflanzensubstanz. Herkunft des Kohlenstoffs. Bindung des atmosphärischen Kohlenstoffes durch die Pflanzen. Vermoderung und Verkohlung. Bakterien. Geologische Bedingungen der Kohlebildung (18). Autochthone und allochthone Bildungsweise. Deltatheorie von Fayol. Limnische und paralische Kohlenbecken (122). Bodenbewegungen und Eruptivgesteine (24). Klimatische Vorbedingungen. Pflanzenwelt und Atmosphäre des Karbons (28) Rote Schichten und ihre Bedeutung (30). Atmosphäre (32). 10

III. Geographische und geologische Verbreitung. Einzelne Formationen. „Gondwanasystem". Vergleich. 35

Spezieller Teil (Einzelbeschreibungen) 40

I. Die Steinkohlen des Karbons. Allgemeines. Westeuropäischer und russischer Typus. Kohlenbecken des westeuropäischen Typus (43). Kohlenkalk. Kulm. Produktives Oberkarbon. 46

A. Deutschland 49

1. Das niederrheinisch-westfälische (Ruhr-) Kohlenbecken . 79
2. Die Steinkohlenablagerungen von Ibbenbüren u. Osnabrück 83
3. Die Aachener Steinkohlenbecken: Inde-Becken (93). Wurmrevier (97). Limburger Becken (101). 105
4. Das Pfalz-Saarbrücken-Lothringer Steinkohlenbecken . 147
5. Das niederschlesisch-böhmische Becken 164
6. Das oberschlesisch-mährisch-polnische Becken 199
7. Die sächsischen Kohlenbecken: Das erzgebirgische Becken (201). Zwickauer Revier (205). Lugau-Ölsnitzer Revier (213). Das Döhlener (Plauenscher Grund-) Becken (218). 224
8. Kleinere deutsche Becken: Preußen (225). Wettin-Löbejün. Thüringer Wald (228). Bayern (230). Baden (230). Elsaß-Lothringen (231). 232

B. Österreich-Ungarn 233

1. Böhmen-Mähren-Schlesien: Mittelböhmische Ablagerungen (236). Becken von Kladno-Schlan-Rakonitz (240). Pilsener Becken (245). Radnitzer Becken (251). Kleinere Becken (253). Mähren [Rossitz-Oslawan] (255] 258
2. Ungarn 259

C. Niederlande und Belgien 259

1. Holland: Südlimburger Becken (259). Nordlimburg (265). . . . 266
2. Belgien: Südbecken (268). Lütticher Becken (275). Hennegau (289). Nordbecken [Campine-Becken] (305). . . . .

Seite

D. Frankreich 312
1. Das Nordbecken [Nord et Pas de Calais] (314): Valenciennes (332). Pas de Calais (340). Boulonnais [Hardinghen] (344). 314
2. Mittel- und Südfrankreich [Plateau Central]: Loire-Becken [St. Étienne-Rive de Gier] (361). Becken von Blanzy-Le Creusot und Bert (375). Becken von Autun und Épinac (391). Allier-Becken [Commentry, Montvicq, Decize, St. Eloy usw.] (398). Becken von Brassac-Brioude (413). Becken von Alais und Gd.'Combe [Gard] (419). Becken von Graissesac [Hérault] (435). Becken von Carmaux-Albi [Tarn et Aveyron] (437). Becken von Aubin [Decazeville] (441). Becken der Creuse et Corrèze [Ahun, Meymac, Argentat, Brives] (449). 349
3. Nordwestdistrikt [Bretagne und Vendée]: Übersicht u. Allgemeines. Becken der Vendée (454). Becken der unteren Loire [„Basse Loire", Ancenis] (455). Becken von Laval [Sarthe et Mayenne] (457). . . 452
4. Westalpen: La Mure. Bourg d'Oisans. Grésivaudan. Maurienn-Tarentaise. Briançonnais 459
5. Vogesen [„Vosges méridionales", Ronchamp] 463
6. Franz.-Lothringen 466
E. Großbritannien 471
1. Südgruppe: Südwales (486). Forest-of-Dean (502). Bristol (505). Kent (514). 483
2. Mittelengland: Yorkshire (525). Lancashire (540). Nord-Staffordshire (550). Süd-Staffordshire (558). Warwickshire (567). Leicester und Südderbyshire (572). Nord-Wales [Flintshire u. Denbighshire] (578). Shropshire-Coalbrookdale-Forest of Wyre (582). 519
3. Nordgruppe: Das große Nordbecken [Northumberland-Durham] (595). Cumberland (614). Ingleton und Canonbie (622). 595
4. Schottland: Becken von Midlothian [Edinburgh] (634). Clyde-Becken [Lanark] (640). Ayrshire (652). Douglas [Lesmahago] (658). Clackmannan, Fife und Kinross (660). 627
5. Irland 668
F. Das übrige Europa 670
1. Spanien und Portugal 671
2. Schweiz 676
3. Italien 677
4. Balkanländer 677

BIBLIOTEKA SKARBOFERME TECHNICZNA

Die Kohlenbecken in Mittel- und Südfrankreich (Plateau Central).

Im Gegensatz zu den großen einheitlichen Becken des Nord und Pas de Calais erscheint der Kohlenreichtum des übrigen Frankreich außerordentlich zersplittert und verteilt sich, wie früher ausgeführt (s. S. 313), auf eine große Anzahl kleiner Becken, von denen nur wenige eine einigermaßen namhafte wirtschaftliche Bedeutung beanspruchen können. Unter den verschiedenen Gruppen, zu denen sich diese Einzelbecken zusammenfassen lassen, ist diejenige, deren Auftreten topographisch und geologisch mit dem sog. Zentralplateau in Zusammenhang steht, weitaus die bedeutendste. Können sich diese Vorkommen ihrer Förderung nach auch nicht entfernt mit dem großen Nordbecken messen — ein Verhältnis, das sich aus den erörterten Gründen im Laufe der weiteren Entwickelung immer mehr zu ihren Ungunsten verschieben muß —, so spielen doch die bedeutenderen unter ihnen noch heute eine wichtige Rolle im industriellen Leben Frankreichs und werden diese auch noch für einige Zeit beibehalten. Das Loire-Becken (St. Etienne), das Becken von Blanzy und Le Creusot, ferner die Becken bezw. Distrikte von Autun und Épinac, Aubin und Decazeville, Carmaux und Albi, Alais, schließlich noch Commentry sind hier in erster Linie zu nennen.

Das Auftreten der zahlreichen größeren, kleineren und kleinsten Becken dieser Art teils an den Rändern des Zentralplateaus, teils in seinem Inneren scheint auf den ersten Blick jeder Gesetzmäßigkeit in der Anordnung und Verteilung zu entbehren.

Es ist das Verdienst der vergleichenden Untersuchungen von Marcel Bertrand[1]) und besonders von E. Sueß, die versteckte Regelmäßigkeit, die den Bau dieser Gegenden beherrscht, aufgedeckt und damit die scheinbare Willkür in dem Auftreten der Kohlenbecken auf eine gesetzmäßige und übersichtliche Anordnung nach festen Leitlinien zurückgeführt zu haben (s. Fig. 66).

In überzeugender Weise hat Sueß in seinem klassischen „Antlitz der Erde“ (Bd. II, S. 131) gezeigt, daß die stark zusammengepreßten Falten des Zentralplateaus, in denen sich diese kleinen Becken bergen, nichts anderes sind als die letzten Reste der bis auf die Wurzel zerstörten

[1]) M. Bertrand, La chaîne des Alpes et la formation du continent européen. Bull. de la soc. géol. de France, 3. Ser. XV, S. 423.

und abgetragenen einstigen Hochgebirge der Karbonzeit. Für das Verständnis ihrer Anordnung war es von besonderer Bedeutung, daß Sueß nachwies, daß sich im Gebiete des heutigen Zentralplateaus die beiden wichtigsten karbonischen Gebirgssysteme des mittleren und westlichen Europas begegnen: Das variscische (oder varistische) zog sich von hier aus nach Nordosten in der Richtung auf die deutschen Mittelgebirge zu, während nach Nordwesten das „armorikanische Gebirge“ sich über

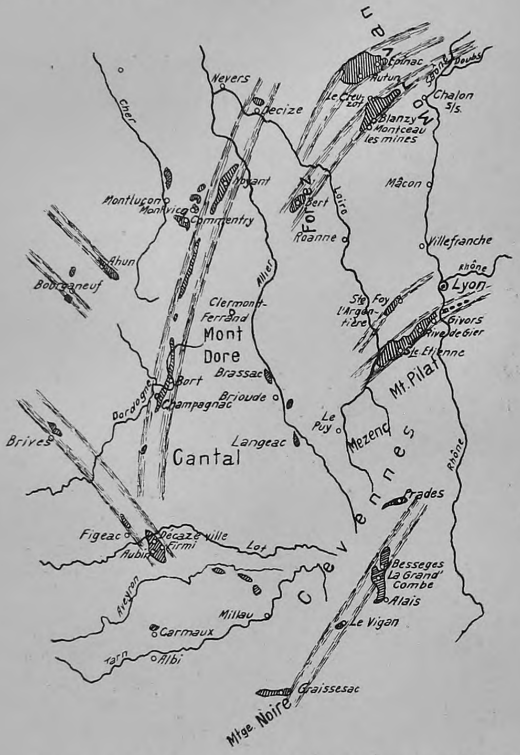


Fig. 66. Anordnung der Kohlenbecken im Zentralplateau.

die Normandie und Bretagne, und weiterhin durch das südliche England nebst Wales und Südirland fortsetzt. Aus der Begegnung — der „Scharung“ — dieser beiden Faltensysteme erklärt sich der Bau des Zentralplateaus und damit auch die Anordnung seiner Kohlengebirgsmulden. Die östlich gelegenen Becken ordnen sich zu einer Reihe Südwest—Nordost streichender Züge und fügen sich damit dem Bauplan des variscischen Gebirges ein: Die Becken von Graissesac (Hérault), le Vigan, Alais (Grand' Combe-Bessèges) bilden einen zusammengehörigen Zug am Südostrande, dem wohl auch das kleine Becken von Prades als

Nebenmulde hinzugerechnet werden kann. Ein zweiter Zug wird hauptsächlich durch das Loire-Becken (St. Étienne-Rive de Gier) mit seiner östlichen Verlängerung (Ternay-Communay usw.) gebildet. Im Norden wird es von der gleichgerichteten Nebenmulde von Ste. Foy-l'Argentière begleitet. Eine weitere Reihe stellen die gleichfalls nach variscischem Streichen angeordneten und wahrscheinlich zusammengehörigen Becken von Bert und Blanzy-le Creusot dar. In geringem Abstand nördlich folgt, gewissermaßen wieder als Parallelzug hierzu, das Becken von Autun und Épinac.

Während in diesen östlichen Teilen des Zentralplateaus das Südwest—Nordoststreichen der variscischen Falten herrschend ist, geht dies in den zentralen Teilen mehr in eine Südsüdwest—Nordnordostrichtung über. Hier reihen sich in langem, fast zusammenhängenden Zuge eine Anzahl meist schmaler und sehr lang gestreckter Kohlenbecken aneinander, von Decize an der Loire bis zum Becken von Bort und Champagnac, westlich des Cantal, an der Dordogne, und in kleinen Resten noch darüber hinaus nach Süden zu verfolgen. Dieser schmale aber über 200 km lange Kohlengebirgsstreifen inmitten der archäischen Bildungen ist vielleicht der auffallendste Zug in der Tektonik des Zentralplateaus. Auch er gehört noch dem variscischen Faltensystem an, das hier an seinem Westende durch die Begegnung mit dem armorikanischen aus seiner normalen Südwest—Nordostrichtung abgelenkt und in ein mehr nordsüdliches Streichen gedrängt wird. Als westliche Nebenreihe begleiten das Nordende dieses Zuges die Becken von Commentry, Montvicq usw.

Wir sind damit an dem zweiten großen Faltensystem angelangt, das den Bau des Zentralplateaus an dessen Westseite in ähnlicher Weise beherrscht wie das variscische den Osten und die Mitte. Allerdings treten seine Spuren nicht so auffällig hervor. Die Becken des Tarn und Aveyron (Albi, Carmaux, Aubin) und die in ihrer Fortsetzung gelegenen von Figeac und Brives scheinen einer zusammengehörigen Zone mit vorherrschendem Südost—Nordweststreichen — also senkrecht auf die Hauptrichtung der variscischen Falten — anzugehören. Weiter nördlich wiederholt sich diese Richtung in dem kleinen Becken von Bourganeuf und Ahun.

Ohne deutliche Beziehung zu einem der beiden großen Systeme bleiben einige kleine Becken im Inneren des Zentralplateaus: Brassac-Brioude, Langeac.

Als ein Vorzug der hier skizzierten Auffassung muß es gelten, daß dadurch nicht nur die große Zahl der kleinen zentral- und südfranzösischen Becken in übersichtliche Gruppen zusammengefaßt wird, sondern auch Beziehungen zu entfernteren Vorkommen hervortreten. So weist die Verlängerung des Zuges Bert, le Creusot-Blanzy auf das Südende der Vogesen, die ja ebenfalls ein Bruchstück des alten variscischen Gebirges darstellen und gerade hier das Kohlenbecken von Ronchamps umschließen. Im Fortstreichen der armorikanischen Falten

des Westrandes liegen die Kohlenbecken der Normandie und Vendée, dieses größten Restes der armorikanischen Gebirgsmasse: Vouvant-Chantonnay, Basse Loire, Sarthe et Mayenne (Laval und St. Pierre la cour)[1]).

Charakter und Gliederung der Kohlenablagerungen des Zentralplateaus. Die kleinen Kohlenbecken von Zentral- und Südfrankreich haben von jeher und mit Recht als die reinsten Vertreter des limnischen Typus gegolten. Die Ablagerung in isolierten Becken fern vom Meere, auf dem Rücken des variscisch-armorikanischen Festlandes, die diskordante Auflagerung auf weitaus älteren, meist altkristallinischen Bildungen, die Unregelmäßigkeit der die Ablagerung aufbauenden Schichten, die Kohlenflötze selbst nicht ausgenommen, die starke Beteiligung gröbsten Trümmermateriales — meist aus der unmittelbaren Umrandung des Beckens, selbstverständlich auch das Fehlen jedes marinen Elementes — sind einige der wichtigsten Charakterzüge, die wir hier in besonderer Klarheit und Schärfe ausgeprägt finden.

Es tut dem limnischen Charakter dieser Bildungen keinen Abbruch, daß in den Randgebieten des Zentralplateaus auch marine Schichten des Unterkarbons entwickelt sind. Solche finden sich einerseits in seinem nordöstlichen Vorsprung, dem „Morvan", sowie in dem von den Senken der Täler des Allier (Limagne) und der Loire umschlossenen horstartigen Vorsprung des „Forez", im Roannais usw. Andererseits begegnen wir ihnen am äußersten Südrande des Zentralmassivs in der Montagne noire. Aber abgesehen von dieser beschränkten Verbreitung, die vielleicht nur eine Folge der weitgehenden Denudation des Zentralplateaus ist (vergl. Frech, Lethaea palaeozoica, Teil I Bd. 2 S. 539 Anm. 1), sind diese Vorkommen vor allen Dingen deswegen ohne Bedeutung für den Charakter der Kohlenablagerungen des Gebietes, weil zwischen beiden jeder Zusammenhang fehlt. Es ist nicht wie in den paralischen Gebieten des Nordens eine ununterbrochene Ablagerungsfolge in konkordanter Lagerung und mit allmählichem Übergang aus dem marinen Unterkarbon in das limnische Oberkarbon vorhanden, vielmehr trennt eine weite Schichtenlücke, dem unteren und mittleren Oberkarbon entsprechend, beide Gruppen. Auch in ihrer Verbreitung sind sie völlig unabhängig voneinander, derart, daß das produktive Oberkarbon nirgends von marinem unteren unterlagert wird, sondern diskordant unmittelbar dem weit älteren, meist kristallinen Grundgebirge auflagert. Also wenn auch das marine Unterkarbon ursprünglich eine weitere Verbreitung besessen haben sollte — bis in das Gebiet der späteren Kohlenablagerung —, so ist es hier vor Bildung der produktiven Schichtenreihe wieder abgetragen worden. Beide Systeme gehören somit verschiedenen Bildungszyklen an und stehen wie gesagt in keiner Beziehung zueinander. Das Unterkarbon schließt sich in seiner Ablagerung unmittelbar an das Devon an, während mit dem pro-

[1]) Vgl. auch Bergeron, De l'extension possible des differents bassins houillers de la France, 1896, und Sueß, Antlitz der Erde, Bd. III, 2. Teil, S. 47.

duktiven Oberkarbon nach einer längeren Unterbrechung der Sedimentation, eine neue Schichtengruppe beginnt, die ihrerseits kontinuierlich in das Rotliegende fortsetzt. Eine interkarbone, jener Schichtenlücke entsprechende Faltung und Denudation trennt beide Reihen.

Ihrer stratigraphischen Stellung nach gehören sämtliche Kohlenbecken des Zentralplateaus dem obersten Teile des Oberkarbons, also der Ottweiler Stufe oder dem „Stéfanien", an, wie dieser Abschnitt nach dem typischen Vorkommen von St. Étienne auch genannt wird, soweit sie nicht — wie vielfach der Fall — noch höher hinauf reichen und bereits dem Rotliegenden zuzurechnen sind. Nur ganz vereinzelt treten etwas tiefere Ablagerungen auf, die vielleicht noch als Vertreter des obersten Teiles der Saarbrücker Stufe anzusehen sind (Rive de Gier). Auch in dieser Hinsicht ist also eine Übereinstimmung mit den übrigen Becken des limnischen Typus (Halle, Sachsen, Böhmen, Harz, Thüringen usw.) zu konstatieren, deren Flöze ebenfalls ganz überwiegend dem obersten Karbon und dem Rotliegenden angehören. Wie dort ist auch im Gebiet des Zentralplateaus der Übergang vom obersten Karbon (Ottweiler Schichten) zum Rotliegenden ein ganz unmerklicher und daher die Grenze beider Formationen ziemlich unbestimmt. Die französischen Geologen neigen im allgemeinen dazu, diese Grenze sehr hoch zu legen, so daß ein großer Teil der von ihnen noch zum obersten Karbon gerechneten Ablagerungen nach deutscher Auffassung bereits zum Rotliegenden, z. T. sogar schon zum Mittelrotliegenden gehören würde. Auch hierin spricht sich der Gegensatz zu den Verhältnissen der paralischen Ablagerungen, insbesondere auch zum nordfranzösischen Becken, aus, die ausschließlich dem unteren und mittleren Oberkarbon angehören. Man kann sagen, daß die Flözbildung im Zentralplateau dort anfängt, wo sie im Nordbecken aufhört.

Für die stratigraphisch-paläontologische Gliederung dieser Schichtenfolge waren die Arbeiten von Grand Eury grundlegend. Seine Einteilung ist in der Tabelle auf S. 354 wiedergegeben, die zugleich die Stellung der einzelnen Becken in diesem Schema erkennen läßt.

Wie man daraus ersieht, ist in den meisten Becken nur ein kleiner Teil der ganzen Reihe entwickelt. Lediglich das Loirebecken (St. Étienne-Rive de Gier) enthält die vollständige Schichtenfolge und gilt daher mit Recht als Prototyp dieser ganzen Gruppe. Es soll daher auch die nähere Kennzeichnung der einzelnen Stufen bei Gelegenheit der Beschreibung dieses Beckens gegeben werden. Ihm kommt in dieser Beziehung am nächsten das „Bassin du Gard" (Alais), dessen mächtige Ablagerungen wenigstens einen sehr beträchtlichen Teil der Schichtenreihe des Stéfanien repräsentieren.

Die Entwickelung der einzelnen Stufen ist in den verschiedenen Becken bedingt durch ihre Lage derart, daß beides — nach Bertrand — in genauer Abhängigkeit voneinander steht. Die tiefste Stufe oder Zone (Rive de Gier) ist lediglich in den am Außenrande des Zentralplateaus gelegenen Becken entwickelt: St. Étienne, Alais (Gard), Graisse-

sac, Carmaux-Albi, Decazeville. In der nächsten Zone, die durch die Becken von Blanzy-le Creusot, Autun-Épinac, Brioude vertreten ist,

Stufenbezeichnung	Vertreter in den einzelnen Becken					
Permien: (Rotliegendes)	Loire (St. Étienne usw.)	Autun-Épinac usw.	Blanzy-Le Creusot usw.	Gard. Hérault	Tarn und Aveyron	Auvergne, Bourbonnais usw.
„Autunien“	—	Obere Schiefer: Millery	Bert.	—	—	—
Étage permocarbonifére	Obere flötzleere Schichten (Ét. sterile de Couronnement)	Untere bituminose Schiefer: Chambois	—	—	—	—
Étage des Calamodendrées	Obere Flötzgruppe (Bois d'Aveize) Ste. Foy-l'Argentière	Flötze von Sully und Grand Moloy	Obere Schichten von Blanzy (Montmaillot). Le Monceau. Montchanin. Le Creusot	Portes und Champclauson	(Bourran)	Commentry. Brives
Étage de transition	—	Decize	? Mittlere Zone von Blanzy	—	Aubin und Decazeville	Bourganeuf. Ahun. Champagnac
Étage des Filicacées	Mittlere Flötzgruppe von St. Étienne	—	—	Obere Zone von Gd.' Combe. Champclauson. Portes	(Campagnac)	Argentat. Tiefste Schichten von Commentry (Marais)
Étage des Cordaitées	Untere Flötzgruppe von St. Étienne	—	—	Untere Zone von Gd.' Combe	—	St. Éloy. Brassac. Langeac
Étage des Cevennes	Flötzleeres Mittel von St. Chamond	Épinac	—	Hérault (Graissesac).	Carmaux Tiefste Schichten von Aubin (Syst. d'Auzits) St. Perdoux	—
Étage de Rive de Gier	Flötzführende Zone von Rive de Gier. Breccie an der Basis	—	—	Bessèges	—	—

beginnen die Ablagerungen mit der mittleren Abteilung des Stéfanien. Die ganz im Inneren des Zentralplateaus gelegenen Becken von Commentry-Montvicq, St. Éloy, Ahun endlich enthalten nur die oberste (Calamodendron-)Stufe. Bertrand schließt aus diesem Verhalten, wohl mit Recht, auf ein allmähliches Vordringen der karbonischen Gewässer vom Rande gegen das Innere des Zentralplateaus.

An dieser Stelle müssen wir uns noch etwas eingehender mit der soeben bereits angedeuteten Frage nach der Abgrenzung des Karbons und Perms in der Schichtenfolge des Zentralplateaus beschäftigen.

Da ein natürlicher Einschnitt an dieser Stelle nicht vorhanden ist, und bei dem zwischen beiden Formationen in der limnischen Facies bestehenden lückenlosen Übergang naturgemäß auch eine weitgehende Mischung der beiderseitigen Floren stattfindet, wird die Festlegung ihrer Grenze stets mehr oder weniger willkürlich sein und von der subjektiven Wertung an sich wenig entscheidender paläontologischer Merkmale abhängen.

Für die Kohlenbecken des Zentralplateaus spitzt sich die Frage dahin zu, ob die Flora der beiden obersten Abteilungen des „Stéfanien" — der Farn- und der Calamodendronzone — überwiegend karbonischen oder permischen Charakter trägt. Von deutschen Pflanzenpaläontologen, insbesondere Sterzel und Potonié, wird hierbei das Hauptgewicht auf das Erscheinen permischer Typen speziell der Gattungen Walchia und Callipteris sowie von Taeniopteris jejunata, gelegt und damit die Zuteilung dieser Schichten zum Perm begründet[1]). Dementgegen macht Zeiller übereinstimmend mit Grand'Eury eine Reihe von Argumenten im entgegengesetzten Sinne geltend: zunächst die Persistenz echt karbonischer Formen in den fraglichen Schichten, wie Pecopteris Bioti; Zygopteris pinnata; Odontopteris genuina; Neuropteris crenulata; Sphenophyllum longifolium, alles Arten „qui n'ont jamais été rencontrées dans des couches vraiment reconnues comme permiennes"[2]). Des weiteren wird hervorgehoben, daß eine Anzahl der bezeichnendsten Typen der „Farnzone" an der Basis des Perm („Autunien") entweder erlöschen (Diplotmema Busqueti; Pecopteris alethopteroides; Odontopteris Reichiana; Sigillaria lepidodendrifolia) oder doch selten werden (Odontopteris Brardi; Neuropteris cordata; Dicranophyllum gallicum). Umgekehrt fehlen viele Typen des untersten Perm sowohl in der Farnzone als auch noch in der Calamodendronzone (außer Callipteris conferta auch Walchia filiciformis; Taeniopteris multinervis; Pecopteris pinnatifida)[3]). Diese Tatsachen bilden jedenfalls schwerwiegende Argumente zugunsten der französischen Art der Abgrenzung. Demgegenüber dürfte es weniger ins Gewicht fallen, daß auch Pflanzen, die sonst für das Rotliegende charakteristisch sind (Callipteridium gigas; Neuropteris Planchardi; Calamites

[1]) Auch Frech stellt in der Lethaea palaeozoica, S. 547 u. a. O., den größten Teil der Kohlengebirgsschichten des französischen Zentralplateaus ins Perm.

[2]) Zeiller, Bassin houiller de Blanzy et du Creusot, II — Flore fossile, S. 237.

[3]) Zeiller, Sur l'age des dépots houillers de Commentry.

gigas u. a.) bereits in den Ablagerungen des „Stéfanien“ vorkommen. Hieran zeigt sich eben, wie in dem vorerwähnten teilweisen Übergang von Karbonformen ins „Autunien“, die unter den gegebenen Verhältnissen selbstverständliche und sozusagen unvermeidliche Mischnatur dieser Flora.

Wir werden uns im folgenden dieser französischen Auffassung von der Grenze zwischen Karbon und Rotliegendem anschließen, und zwar, abgesehen von den ausgeführten paläontologischen Gründen schon aus praktischen Rücksichten, um nicht die einheitliche Schichtenfolge des Kohlengebirges durch eine Formationsgrenze teilen zu müssen. Auch ein geologischer Grund läßt sich für diese Art der Grenzfestsetzung geltend machen — wenigstens für das uns hier beschäftigende Gebiet des Zentralplateaus — nämlich die zwischen den Ablagerungen des „Stefanien“ und des „Autunien“ häufig zu beobachtende Diskordanz, bezw. die übergreifende Lagerung der letzteren Formation.

Die Tektonik weist in den meisten Fällen ziemlich einfache Verhältnisse auf. Vielfach ist muldenförmige Lagerung mit mehr oder weniger steiler Aufrichtung der Beckenränder vorherrschend (St. Étienne, Decazeville, Commentry, Blanzy-le Creusot, Autun-Épinac u. a.). Dabei deutet nicht selten die stärkere Aufpressung des einen Randes, die auch bis zur Überkippung sich steigern kann, auf einseitige Schubwirkung. Die so gebildeten steilen Beckenränder werden dann gern auch von Verwerfungen begleitet (St. Étienne, le Creusot).

Aus der Beckenform geht durch gesteigerten Faltendruck die Bildung steilster Falten hervor mit nahezu oder völlig senkrechter Stellung der Schichten, wie sie für die schmalen aufs engste zusammengepreßten Karbonstreifen im Innern des Zentralplateaus (und ähnlich gebaute Becken anderer Gegenden) bezeichnend sind (Becken von St. Éloy, Brassac-Brioude, ferner die in analoger Lage befindlichen Becken der Vendée und an der unteren Loire im armorikanischen Massiv). Es ist das typische Bild der Wurzelregion der Zonen stärkster Faltung (vgl. auch die ähnlichen Verhältnisse im Schwarzwald: Berghaupten, Fig. 38, S. 231).

Dagegen finden wir in den meisten Fällen keine Spur von den großen horizontalen Bewegungen — Überfaltungen und Überschiebungen — die den Bau des großen Nordbeckens beherrschen. Immerhin fehlen auch derartige Erscheinungen dem Zentralplateau nicht völlig. Ein ausgezeichnetes Beispiel für Überfaltung (Deckfalte) liefert in kleinem Maßstabe das Becken von Brassac-Brioude, an dessen Südende — bei Lugeac — die liegenden Schichten in verkehrter Reihenfolge über den höchsten wiederkehren (Fig. 97). Auch die kleine Gneisinsel, die im Becken von Langeac auf dem produktiven Karbon gewissermaßen schwimmt (Fig. 98), ist wohl als Rest einer Deckfalte aufzufassen, Deckenbau im großen Maßstabe, der an alpine oder nordfanzösisch-belgische Verhältnisse erinnert, weist — nach den Forschungen von Marcel Bertrand — das Becken von Alais (Dép. du Gard) auf.

Wir sehen also, daß auch dem Gebiete des Zentralplateaus diese Merkmale stärksten Zusammenschubes keineswegs ganz fremd sind. Daß wir ihnen nicht öfter und in größerer Ausdehnung begegnen, ist wohl dadurch zu erklären, daß diese Gebiete meist bis auf die Faltenwurzeln denudiert und damit die Deckfalten und alle sonstigen höheren Teile des Faltenbaues bis auf wenige unbedeutende Ausnahmen verschwunden sind.

In genetischer Beziehung knüpft sich ein ganz besonderes Interesse an die zentralfranzösischen Kohlenbecken, insofern man in ihnen vielfach die ausgesprochenen Vertreter allochthoner Bildungsweise sehen zu müssen glaubt. Als Hauptargument hierfür wurde die im Vergleich zu den großen paralischen Becken allerdings auffallende Unregelmäßigkeit und Ungleichförmigkeit aller Schichtenglieder, Form und Lage der Becken, die vielfach grobklastische Natur der Sedimente und manche andere Einzelheiten angeführt, die zweifellos auf eine Einschwemmung des Materiales von den Beckenrändern her hinweisen. Was in dieser Beziehung für die Gesteinsmittel zutrifft, wurde dann auch auf die in ihrem Auftreten übereinstimmenden Kohlenlager, mit ihrem vielfachen Wechsel in der Ausbildung und Mächtigkeit, übertragen: wie die Gesteinsmittel sollten auch die Flötze selbst ein Produkt der Anschwemmung der in die Becken mündenden Gewässer darstellen.

In eingehendster Weise wurde diese Vorstellung von Fayol für das Becken von Commentry durchgeführt, indem er auf Grund genauester Untersuchungen in scharfsinniger Weise sowohl für die Gesteinsschichten wie für die Flötze die zugehörigen Flußläufe, ihre Deltabildung usw. rekonstruierte. Das Becken von Commentry ist hierdurch das klassische Beispiel für die angeblich allochthone Flötzbildung durch Zusammenschwemmung — einer Auffassung, die in dieser Formulierung wohl als „Deltatheorie“ bezeichnet werden kann — geworden. Namentlich in Frankreich hat diese Deutung zahlreiche Anhänger gefunden und wurde auch auf die übrigen Becken dieser Gruppe übertragen z. B. von Bergeron auf das Becken von Aubin-Decazeville. Einzelne besonders begeisterte Jünger Fayols (z. B. der fantasiereiche Breton, auch Lemière) gingen sogar soweit, auch den großen regelmäßig abgelagerten Flötzen des Nordbeckens eine analoge Bildungsweise zuzuschreiben.

Wird man eine solche Ausdehnung der allochthonen Auffassungsweise auf die großen paralischen Kohlenablagerungen auch als Übertreibung ablehnen müssen, wie dies auch seitens der Mehrzahl der französischen Forscher geschieht, so ist doch nicht zu verkennen, daß die in so auffallender Weise abweichenden Verhältnisse der limnischen Becken des Zentralplateaus eine besondere Erklärung verlangen. Gleichwohl erscheint auch hier bei näherer Betrachtung die Berechtigung der Auffassung aller dieser Ablagerungen als allochthoner Bildungen recht zweifelhaft. Mögen die Sand-, Geröll- und Schlammmassen, die als Sandsteine und Arkosen, Konglomerate und Schiefertone usw. den größ-

ten Teil der Ausfüllung dieser Becken bilden, tatsächlich Deltabildungen der einmündenden Flüsse und Bäche darstellen, so brauchen dennoch die zwischengeschalteten organogenen Ablagerungen noch keineswegs derselben Herkunft zu sein. Es ist nicht nur möglich, sondern in hohem Grade wahrscheinlich, daß in einem derartigen durch massenhafte Sedimentzufuhr verlandenden Binnensee an geeigneten Stellen eine üppige Sumpfvegetation zur Entwicklung gelangte, mit dem Erfolge, daß die durch mechanische Sedimentation von außen her eingeleitete Ausfüllung und Verlandung des Beckens im letzten Stadium durch die Anhäufung autochthonen Pflanzenmateriales vollendet wird. Die in verschiedenen, namentlich den größeren Becken vorhandenen Anzeichen fortdauernder Bodenbewegungen[1]) namentlich Senkungen lassen eine periodische Wiederholung dieses Vorganges durchaus natürlich erscheinen.

Manche Einzelheiten sprechen in der Tat mehr für autochthone Bildung auch dieser Flötze als für die entgegengesetzte Auffassung. Hierher gehört vor allen Dingen die ausgezeichnete Erhaltung der Pflanzenreste in den kohleführenden Ablagerungen, die den Gedanken eines Transportes aus größerer Entfernung ausschließt; die in ihrem ursprünglichen Mutterboden erhaltenen Wurzeln der wichtigsten Kohlepflanzen: Stigmarien, Calamiten-, Cordaiten- und Farnwurzeln; ferner die besonders im Becken von St. Étienne massenhaft und oft in wunderbarer Schönheit erhaltenen aufrechten Stämme, die ebenso wie die Wurzelböden, mit denen sie oft verbunden sind, die an der Stelle ihres Wachstums fossilisierten Wälder darstellen.

Anschaulich beschreibt Grand 'Eury diese Verhältnisse aus dem Becken von St. Étienne. Man muß ihm rückhaltlos beistimmen, wenn er zu dem Schlusse kommt: „tout s'accorde donc à prouver que les forêts fossiles se sont développées sur place". Um so überraschender ist es, wenn derselbe Autor trotzdem die Flötze selbst für ein allochthones vegetabilisches Sediment erklärt, allerdings „sans exclure solument absolument une formation partielle sur place." Für diese Auffassung scheint hauptsächlich die Schichtung der Kohle, sowie das Fehlen der Wurzeln, wenigstens erkennbarer, in der Kohle selbst bestimmend gewesen zu sein. Indessen gibt Grand 'Eury selbst zu, daß zwischen den, nach seiner Ansicht, allochthonen und den autochthonen Flötzen kaum ein Unterschied ist, und das sedimentierte Pflanzenmaterial in unmittelbarer Nachbarschaft der Ablagerungsstelle gewachsen sein müsse — damit wird der grundsätzliche Gegensatz von allochthoner und autochthoner Bildung nahezu aufgehoben.

Es ist schwer verständlich, wie angesichts der tatsächlichen Verhältnisse die französischen Forscher gleichwohl die Ansicht von der allochthonen Bildung der Flötze in Zentralfrankreich — wenn auch nur in bedingter und gewundener Weise wie Grand'Eury vertreten können.

[1]) Vgl. Grand 'Eury, Du bassin houiller de la Loire, VIII Congr. géol. internat., Compt. rend. I S. 534. — Auch Gruner zieht schon die wiederholten Senkungen zur Erklärung heran.

Es scheint, daß die glänzenden Darlegungen Fayols eine faszinierende Wirkung ausgeübt haben. Dem unbefangenen Urteil muß der entgegengesetzte Schluß viel näher liegen. So kommt auch Gruner[1]), nachdem er die eingewurzelten aufrechten Stämme von Calamiten, Cordaiten, Sigillarien usw. geschildert („une véritable forêt de la période carbonifère") zu dem Ergebnis einer „formation sur place".

Es darf auch nicht übersehen werden, daß gerade in dem Becken von Commentry, das immer den Ausgangspunkt dieser Diskussionen gebildet hat, höchst eigenartige Verhältnisse vorliegen, die zur Vorsicht bei einer Übertragung der von diesem Vorkommen abgeleiteten Schlüsse auf andere Becken mahnen müssen. Daß übrigens auch hier die Verhältnisse keineswegs eindeutig sind, beweist die von den Ansichten Fayols abweichende Interpretation anderer Beobachter (Renevier, Stevenson). Die später folgende Besprechung dieses Beckens wird Gelegenheit bieten, gewisse Einzelheiten zu erörtern.

Um einen Überblick über die große Zahl von Einzelbecken, die im Gebiet des Zentralplateaus verstreut liegen, zu erleichtern, faßt man sie zweckmäßig ihrer Lage nach zu wenigen größeren Gruppen zusammen. Es lassen sich ziemlich ungezwungen etwa die folgenden mehr oder weniger natürlichen Hauptgruppen bilden:

I. Die Ostgruppe. Sie umfaßt die am Ostrande des Zentralplateaus gelegenen, durch übereinstimmendes „variscisches" Streichen gekennzeichneten Becken. Hierher gehören die bedeutendsten Vorkommen, zu denen sich, gewissermaßen als Anhängsel, auch einige ganz kleine Becken gesellen. Ihr Gebiet umfaßt hauptsächlich die Departements der Loire und Saône-et-Loire, bezw. die alten Landschaften Bourgogne und Nivernais, greift aber stellenweise auch etwas über die Grenzen dieser politischen und historischen Bezirke hinaus. Es sind im einzelnen folgende Vorkommen:

1. Das Becken von St. Étienne und Rive de Gier (Loire-Becken) mit der östlichen Fortsetzung von Ternay, Communay usw.

2. Die kleinen nördlich von vorigem gelegenen Becken von Ste. Foy-l'Argentière, des Roannais und Chapelle-sous-Dun.

3. Das Becken von Blanzy und le Creusot (Saône-et-Loire), als dessen westliche Fortsetzung noch das mehr im Inneren des Zentralplateaus, im Departement Allier, gelegene Becken von Bert zu dieser Gruppe gezogen werden muß. Als südliches Nebenbecken reiht sich hier noch das unbedeutende Becken von Forges an.

4. Das Becken von Autun und Épinac mit dem kleinen Nebenbecken von Aubigny-la-Ronce im Departement Côte-d'Or.

II. Die Zentral-Gruppe. Hierher rechnen wir vor allem die im Inneren des Zentralplateaus, in der Auvergne und dem Bourbonnais, dem alten Herzogtum Bourbon, gelegenen Vorkommen. Nach der heutigen Einteilung sind es besonders die Departements Allier, Puy-de-

[1]) A. a. O., S. 160: Considération sur le mode de formation de la houille.

Dôme, Cantal, Haute-Loire, die hier in Betracht kommen. Hier ist die Zahl der Kohlenbecken am größten, die Bedeutung der einzelnen meist um so geringer. Sie bilden in der Hauptsache zwei parallele, ungefähr Nord-Süd verlaufende Reihen. Verfolgen wir zunächst den östlichen Zug, so treffen wir — im Norden beginnend — auf die Becken von

5. Decize,
6. Noyant-Fins-la Queune,
7. St. Éloy, la Bouble, St. Gervais,
8. Bourg Lastic, Bort, Champagnac.

Es ist dies der früher erwähnte, aufs äußerste zusammengepreßte schmale Karbonstreifen an der westlichen Grenze des variscischen Systems. Die westliche, wesentlich kürzere Parallelreihe wird gebildet von den Becken

9. L'Aumance (Buxière-la-Grue), St. Hilaire,
10. Montvicq (Doyet-Bézenet),
11. Commentry.

Als isolierte Glieder dieser zentralen Gruppe sind dann schließlich noch die beiden kleinen, im Südosten, im oberen Alliertale gelegenen Becken

12. Brassac-Brioude,
13. Langeac

zu erwähnen.

III. Die Südgruppe umfaßt die Departements Tarn-et-Aveyron, Gard, Hérault mit folgenden, z. T. ziemlich bedeutenden Einzelbecken:

14. Aubin-Decazeville,
15. Carmaux-Albi,
16. Aubenas,
17. Alais (Bessèges, Gd.' Combe),
18. Le Vigan,
19. Graissesac.

IV. Die Westgruppe endlich, die kleinste und unbedeutendste, enthält nur wenige am Westrande des Plateau central gelegene Becken, die tektonisch als Vertreter des „armorikanischen" Systems zusammengehören und hauptsächlich in den beiden Departements Creuse und Corrèze gelegen sind, nämlich

20. Ahun
21. Bourganeuf
22. Brives.

Es würde zu weit führen und hätte auch wenig Zweck, alle diese, z. T. recht unbedeutenden Becken im einzelnen zu besprechen, nur die praktisch wichtigsten oder geologisch besonders interessanten Vorkommen aus jeder Gruppe sollen im folgenden näher betrachtet werden.

A. Das Loire-Becken (Becken von St.-Étienne-Rive de Gier)[1]).

Unter den zahlreichen kleinen Becken von Mittel- und Südfrankreich nimmt dieses weitaus die erste Stelle ein, und zwar nicht nur dem Betrage seiner Produktion nach, sondern auch bezüglich der geologischen Entwickelung, die hier die mächtigste und vollständigste Ausbildung des oberkarbonischen Schichtensystems aufweist: das Becken von St. Étienne ist das einzige, das diese Schichtenreihe in vollständiger Entwickelung enthält, von der Basis — die vielleicht noch der Saarbrücker Stufe zuzurechnen ist, bis hinein in das Rotliegende. Alle anderen Becken enthalten nur einzelne Teile — größere oder kleinere Ausschnitte — niemals die vollständige Reihe.

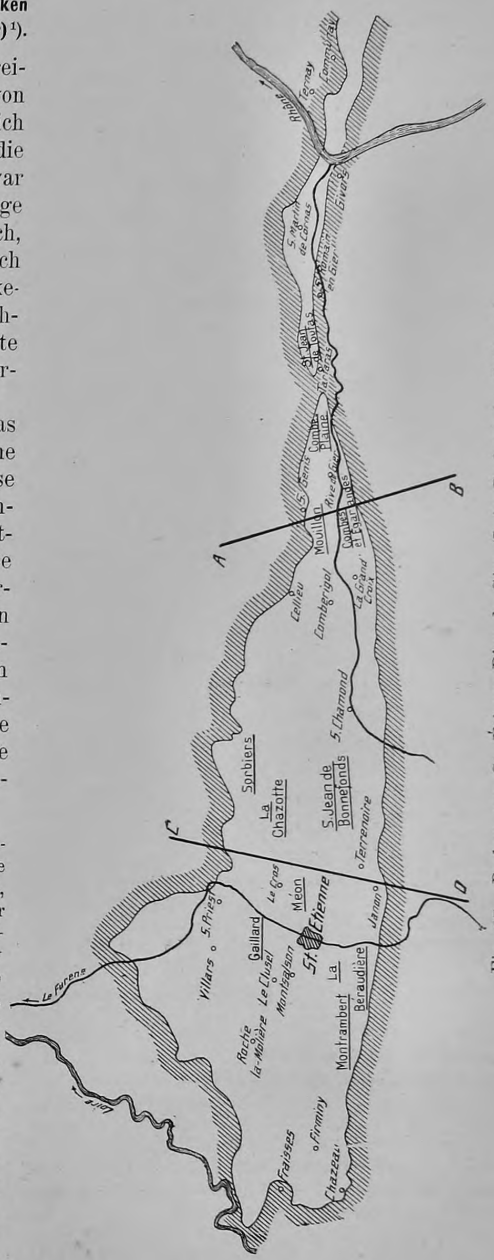


Fig. 67. Becken von St. Étienne-Rive de Gier (Loire-Becken) (n. Grüner).

[1]) L. Grüner, Description géologique et minéralogique du département de la Loire, Paris 1858. — Bassin houiller de la Loire, Paris 1882. — Termier, Étude sur le massiv cristallin du Mt. Pilat. Bull. de la carte géol. de France, Nr. 1, 1889. — Grand'Eury, Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, Paris 1877. — Du bassin de la Loire. Comptes rend. VIII Congrès géol. internat. 1900, Bd. I, S. 521. — Sangoy, De la recherche des couches de Rive de Gier sous le bassin de St. Étienne. Bull. de la soc. de l'ind. min. 1910, 209.

Das Becken von St. Étienne ist daher als das eigentliche Vorbild der ganzen Gruppe anzusehen. Da es außerdem zu den am eingehendsten untersuchten und am besten bekannten Becken gehört, kann es auch in geologischer wie in praktischer Beziehung ein hervorragendes Interesse beanspruchen.

Das eigentliche Loire-Becken (s. Fig. 67) erstreckt sich von der oberen Loire in nordöstlicher Richtung bis an die Rhone unterhalb Lyon. Seine Länge beträgt in dieser Richtung 46 km. Jenseits der Rhone setzt es sich noch in dem schmalen Becken von Communay fort, wodurch die Gesamtlänge auf 50 km steigt. Darüber hinaus reihen sich in der gleichen Richtung noch eine Anzahl kleiner, aber praktisch völlig bedeutungsloser Kohlengebirgsmulden an, in denen sich diese Karbonzone, wenn auch nur spurenweise, bis an den Südwestrand des Juragebirges verfolgen läßt.

Die Gestalt des Hauptbeckens ist eine langeiförmige, deren schmales Ende nach Nordosten gerichtet ist. In einer Breite von nur 500—600 m taucht es an seinem Ostende, bei Givors unter die Alluvien des Rhonetales, verbreitert sich dann gegen Südwesten auf $1^1/_2$ km, um sich aufs neue zu verengen, auf kaum 100 m bei S. Romain. Bei Madelaine schneidet ein Rücken alten Gebirges — ein Ausläufer des Mt. Pilat — das Kohlengebirge sogar ganz ab. Jenseits, d. h. westlich dieser Unterbrechung legt sich das Kohlengebirge im Distrikt von Rive de Gier aufs neue an mit einer auf längere Erstreckung ziemlich gleichbleibenden Breite von 2—2,5 km, weiterhin, bei S. Chamond steigt diese auf 6 km, bei St. Étienne auf 8 km und erreicht jenseits St. Étienne, bei la Fouillouse, ihr Maximum mit 12 km, worauf die Breite nach dem Westende rasch abnimmt.

Durch den erwähnten Gebirgsrücken wird somit die Kohlenablagerung an der Loire in zwei völlig getrennte Abschnitte zerlegt: das Hauptbecken von St. Étienne-Rive de Gier im Westen und die wiederum in sich vielfach gestörten und unterbrochenen östlichen Beckenteile (Tartaras, Givors, Communay usw.) im Osten zu beiden Seiten der Rhone. Beide Gruppen sind nicht nur äußerlich getrennt, sondern auch in ihrem Aufbau verschieden. Dem östlichen Abschnitt fehlt nicht nur die für das Hauptbecken so charakteristische Breccie, sondern auch die Flöze sind ihrer Zahl und Entwickelung nach völlig abweichend, auch die Flora zeigt einen andern Charakter als im Hauptbecken. Die praktische Bedeutung dieser östlichen Teile ist gering. Das Becken von Tartaras stellt eine kleine Mulde von nur 200 m Breite dar, wenig über 100 m tief, bei etwa 2 km Länge und ist überdies noch durch Querverwerfungen zerstückelt. Das einzige Flötz erreichte allerdings eine ziemlich beträchtliche Mächtigkeit, die von 2—3 m im Westen auf 5—7 m im Osten stieg. Es wurde in der Zeit von 1832—1877 völlig abgebaut. Noch unbedeutender und gleichfalls völlig erschöpft ist S. Jean de Toutas. Es folgt östlich der kleine Distrikt S. Romain en Gier mit nur einem unbedeutenden, ca. 1 m starken, aber doch zeitweilig (1835—1859) gebauten Flötz. Das anschließende Revier Fontanas-Givors ist zwar räumlich ausgedehnter, 5 zu 2 km, aber kaum bedeutender. Es enthält mehrere schwache Flötze, die ebenfalls nur vorübergehend in Bau waren. Nur oberflächlich durch den Einschnitt und die Aufschüttungen des Rhonetales getrennt folgt links, also östlich der Rhone das Becken, richtiger der Abschnitt von Ternay und Communay. Während ältere Versuche in Ternay (1800—1807) kein befriedigendes Resultat ergaben, wurden in Communay zwei Flötze erschlossen, von denen das obere eine Mächtigkeit von 1,1—1,3 m aufwies, das untere eine solche

von 1,0—1,1 m. Abgebaut wurde namentlich das obere. Die Kohle ist anthrazitisch, mit ca. 10 % flüchtiger Bestandteile. Ein drittes höheres und etwas gasreicheres Flötz (Ste. Lucie) von 1,3 m Stärke wurde im Jahre 1879 nahe dem Ostende (Espérance) nachgewiesen, so daß die Aussichten für eine Fortsetzung nach Osten nicht ungünstig erscheinen.

Die Flora dieses Beckens weist Beziehungen auf sowohl zu der von Rive de Gier als auch zu der des Beckens von La Mure, in den Westalpen.

Der breite westliche Abschnitt ist zugleich der tiefste Teil des ganzen Beckens und daher auch der kohlereichste und in jeder Beziehung wichtigste. Es ist das Becken, oder besser gesagt das Revier von St. Étienne im engeren Sinne. Der schmale Ostzipfel des Hauptbeckens umfaßt das weit weniger bedeutende Revier („Becken") von Rive de Gier. Zwischen beide schiebt sich das unproduktive Gebiet von S. Chamond ein, einem mächtigen flötzleeren Mittel innerhalb der Schichtenreihe entsprechend.

Zum Distrikt „Loire" werden außer diesem Hauptbecken und den besprochenen Anhängseln in seiner nordöstlichen Fortsetzung noch die beiden kleinen nördlich davon gelegenen Becken von St. Foy-l'Argentière und das Anthrazitbecken des Roannais gerechnet, deren Jahresförderung sich nach wenig Tausend Tonnen bemißt.

Die Produktion des Loirebeckens und ihre Entwickelung in den letzten Jahrzehnten zeigt die nachstehende Tabelle.

Jahr	Förderung in Millionen Tonnen	Anteil der einzelnen Becken bezw. Reviere an der Gesamtförderung		
		St. Étienne	Rive de Gier	Communay
1880	3,59			
1885	2,95			
1890	3,59			
1895	3,48			
1900	4,02			
1901				
1902				
1903	3.69			
1904	3,60			
1905	3,74			
1906				
1907	3,77			
1908	3,76			
1909	3,73	3,29	0,37	
1910	3,75	3,69		0,036
1911	3,73	3,68		0,030
1912	3,82	3,78		0,037

Diese Zahlenreihen lassen vor allen Dingen zweierlei hervortreten: erstens die seit über 30 Jahren fast völlige Konstanz der Förderung, die günstigsten Falles auch weiterhin in dieser Höhe wird erhalten

werden können, keinesfalls aber eine Steigerung erwarten läßt, und zweitens die ganz überwiegende Bedeutung des Revieres von St. Étienne

Bis zur Entdeckung und Aufschließung des großen Nordbeckens war der Loiredistrikt weitaus der bedeutendste für die Kohlenproduktion Frankreichs. Auch später übertraf seine Förderung noch bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts diejenige des neuen Nordbeckens, wie die nachfolgenden Zahlen dartun mögen:

	1830	1853	1859
Loire	683 000	1 900 000	2 036 000
Nord u. Pas de Calais	430 000	1 340 000	2 025 000

Erst mit den sechziger Jahren gewinnt der Norden einen zunächst noch unbedeutenden Vorsprung vor der Loire. Da die Förderung des letzteren Distriktes kaum steigerungsfähig ist, wird das Übergewicht des noch in der Entwickelung begriffenen Nordbeckens stetig wachsen. Dieser Vergleich zeigt vielleicht besser wie irgend etwas anderes die gewaltige Bedeutung des Nordbeckens für das Wirtschaftsleben Frankreichs.

Tektonik. Das Hauptbecken stellt sich im wesentlichen als eine unsymmetrische, im übrigen ziemlich einfach gebaute Mulde dar (siehe Fig. 68—70). Während der Nordflügel meist flaches Einfallen von nicht mehr als 10—20 °, höchstens 25 ° besitzt, richten sich die Schichten in dem an das kristalline Massiv des Mt. Pilat angelagerten Südflügel steil auf, zu Neigungen von wenigstens 40—50 °, oft aber auch 70—80 ° und senkrechter oder sogar überkippter Stellung. Infolgedessen liegt die Achse des Beckens und sein Muldentiefstes dem Südrande genähert. Neben diesem herrschenden südlichen (auf dem Nordflügel) bez. nördlichen (auf dem Südflügel) Einfallen (von Grüner als „allure normale“ bezeichnet) macht sich im eigentlichen Zentrum des Beckens, d. h. in der Gegend von St. Étienne auch eine dazu senkrechte Faltungsrichtung geltend, derart, daß die Schichten im Westen von St. Étienne östliches, östlich davon westliches Einfallen zeigen („allure transversale“ Grüner). Es ist also hier eine ringsum geschlossene Mulde vorhanden, deren Schichten allerseits von den Rändern nach der Mitte bezw. dem Tiefsten zu einfallen.

Die Mulde ist, wie bei den limnischen Becken gewöhnlich der Fall, dem alten Grundgebirge eingesenkt, so daß die Kohlengebirgsschichten diskordant auf verschiedenartiger Unterlage: Granit, Gneis, Glimmerschiefer aufruhen.

Störungen. Eine Reihe von z. T. bedeutenden Verwerfungen scheint den Südrand des Beckens zu begleiten, wodurch dessen Abfall noch steiler wird, als durch die Faltung allein. Durch den von Süden her ausgeübten Druck sind diese Verwerfungen und mit ihnen die Schichten stellenweise überkippt, so daß beide dann steil nach Süden fallen.

Mehr oder weniger parallel hierzu durchziehen auch das Innere des Beckens, besonders in seinem breiten Teile in der Gegend von St. Étienne, mehrere streichende Verwerfungen, meist mit südlichem Einfallen und Absenkung der südlichen Scholle. Die bedeutendsten

Störungen dieser Art sind faille de Méons, f. de la République, f. de Ste. Cathérine (= f. du Furens). Für die Gesamtgestaltung des Beckens spielen diese Störungen keine wesentliche Rolle.

Querverwerfungen von Bedeutung sind kaum vorhanden.

Stratigraphie. Die Ausfüllung des Beckens stellt sich als eine etwa 3000 m mächtige Schichtenfolge dar, die fast ausschließlich von klastischem Material, vielfach gröbster Art — geliefert wurde. Breccien und Konglomerate, zu deren Bildung die kristallinen Gesteine der Ränder und des Bodens der Mulde das Material gaben, machen einen großen Teil der ganzen Schichtenfolge aus. Daneben spielen die feineren Sedimente, speziell Tonschiefer eine untergeordnete Rolle und sind ganz auf die eigentlich flötzführenden Horizonte beschränkt. Hierzu treten dann noch die Kohlenflötze, deren Zahl etwa 30 beträgt, sowie Eruptivgesteine (Porphyr).

Ein gemeinsames Merkmal aller Schichten, der Flötze sowohl wie der klastischen Sedimente, ist die große Unregelmäßigkeit der Ausbildung. Von einem Maximum der Mächtigkeit verjüngen sie sich im Fortstreichen oft bis zum völligen Verschwinden. Man kann daher nie erwarten, in einem bestimmten Querschnitt die vollständige Schichtenreihe anzutreffen. Eine Art Normalprofil, das aber nirgends verwirklicht ist, läßt sich nur durch Kombination der Aufschlüsse an verschiedenen Punkten des Beckens konstruieren.

Am vollständigsten ist das Profil naturgemäß im Zentrum des Beckens, wo dieses seine größte Tiefe erreicht, d. h. in der Gegend von St. Étienne (Fig. 68).

Das vollständige Profil umfaßt folgende Abteilungen, von oben nach unten:

7. Obere flötzleere Gruppe.
6. Obere
5. Mittlere } produktive Schichten von St. Étienne.
4. Untere
3. Flötzleeres Mittel von St. Chamond.
2. Flötzgruppe von Rive de Gier.
1. Grundbreccie (Brèche de la base).

BIBLIOTEKA SKARBOFERMY TECHNICZNEJ

1. Unmittelbar auf dem Grundgebirge liegt die Breccie. Sie stellt ein eigenartiges Gebilde dar, das nicht mit den Konglomeraten der höheren Zonen verwechselt werden darf. Eckige Bruchstücke von Faustgröße bis zu mehreren Kubikmetern liegen in feineren, aber gleichfalls aus eckigen Elementen gebildeten Schutt wie in einer Grundmasse eingebettet. Durch Zwischenlagerung schiefriger Schichten wird für die Gesamtmasse der Breccie eine Schichtung hervorgebracht. Das Material ist vorwiegend Gneis und Glimmerschiefer, in den oberen Teilen auch Granit. Vereinzelt findet sich dazwischen ein heller Quarzporphyr. Für die Herkunft der Gemengteile werden wir auf die unmittelbare Umgebung des Beckens hingewiesen. Der Granit stammt von jüngeren Gängen, die das nördliche Randgebirge — Chaine de la Riverie — durch-

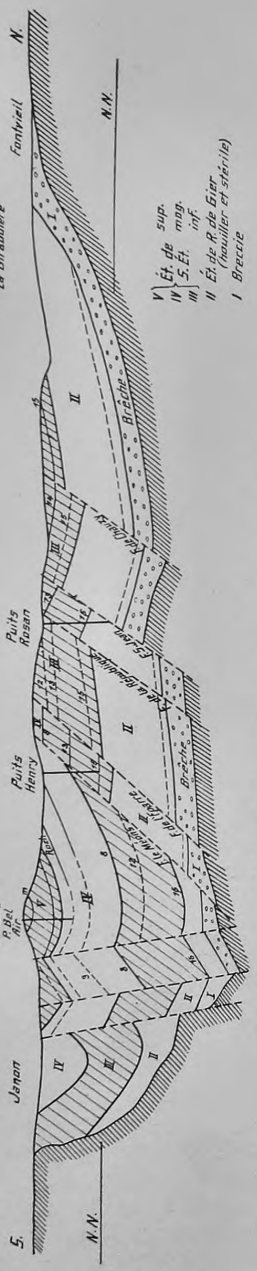


Fig. 68. Stufen des Beckens von St. Étienne (n. Grüner).

ziehen, nicht von dem südlichen Granitmassiv des Mt. Pilat. Weißer Quarz, der in den Geröllen der Konglomerate eine Hauptrolle spielt, fehlt hier noch.

Ihre stärkste Entwickelung erreicht diese Ablagerung am Nordrand. Sie wird hier 200—500 m mächtig und nimmt dann an der Oberfläche einen Saum von 1—2,5 km Breite ein. Nach Süden verschwächt sie sich bis herab zu 20 m. Dementsprechend und wegen des steileren Einfallens beträgt ihre oberflächliche Breite am südlichen Beckenrande meist nur zwischen 400 und 500 m oder weniger. Sie fehlt hier auch stellenweise ganz, vielleicht infolge von Störungen.

2. Über der Breccie folgt die tiefste flötzführende Gruppe: Étage houiller de Rive de Gier. Sie besteht aus einer, nach Grüner 100 bis 120 m nach Grand'Eury ca. 300 m mächtigen Gesteinsreihe. Im unteren Teile herrschen Konglomerate und grobe Sandsteine, darüber folgen feinkörnige Sandsteine und Schiefer, die den Flötzzug einschließen.

3. Das große flötzleere Mittel zwischen Rive de Gier und St. Étienne: Étage sterile de St. Chamond, hat eine Mächtigkeit von 700—800 m. Nach Grand'Eury gliedert sich diese Stufe weiter in eine Unterabteilung, die vorwiegend aus granitischen Material besteht: „sousétage quartzofeldspatique", und eine höhere, fast ganz aus Glimmerschieferfragmenten gebildete: „sousétage quartzomicacé".

In der unteren Abteilung findet sich etwa 100—200 m über der Flötzgruppe von Rive de Gier eine Quarzporphyrdecke, die bis zu 30 m Mächtigkeit erreicht. Im Gefolge dieser Porphyreruption müssen heiße, mit Kieselsäure beladene Quellen hervorgebrochen sein, besonders am Nordrande des Beckens

deren Absätze in Form von Chalcedon, von nun an einen charakteristischen Bestandteil des Kohlengebirges bilden. Anstehend treten diese Kieselabsätze besonders in der Gegend von St. Priest, nördlich von St. Étienne auf, wo sie ganze Lagen zwischen den normalen Gesteinen des Kohlengebirges bilden. Als Gerölle oft von bedeutenden Dimensionen, machen sie einen wesentlichen Bestandteil der höheren Konglomerate aus.

Ein besonderes geologisches, speziell paläontologisches Interesse haben diese Kieselabsätze durch die wundervolle Erhaltung der darin eingeschlossenen Pflanzenreste. Besonders ausgezeichnet sind in dieser Hinsicht die Vorkommen von Grand' Croix bei St. Chamond, die das Studium der feinsten mikroskopischen Strukturen ebenso gut, und fast besser wie bei lebenden Pflanzen gestatten.

Im Gesamtbau spielt die Etage von St. Chamond eine wichtige Rolle. Indem sie an der Oberfläche die tiefere Flötzgruppe von der höheren scheidet, teilt sie das ganze Becken wie vorerwähnt in zwei Teilbecken, besser Reviere: das von Rive de Gier im Osten und das eigentliche Becken von St. Étienne im Westen dieser sterilen Zone. Beide wurden früher für selbständige Becken gehalten und so bezeichnet, bis man erkannte, daß es sich um verschiedene Stufen derselben Ablagerung handelte und daß die Schichten von Rive de Gier unter denen von St. Étienne fortsetzen.

4—6. Die drei folgenden Stufen stellen das flötzreiche Gebirge von St. Étienne dar, das durch ein flötzleeres Mittel in die angeführten drei Abschnitte zerfällt, aber sonst wesentlich gleichartige Verhältnisse aufweist.

Diese Abteilung als ganzes betrachtet, erreicht die Mächtigkeit von 1300—1500 m und enthält wenigstens 16 mit besonderen Nummern bezeichnete Hauptflötze, wozu noch eine Anzahl von schwächeren kommt, so daß die Gesamtzahl der mehr oder weniger bauwürdigen Flötze dieser Gruppe 24—28 erreicht.

Nach dem Gesteinscharakter lassen sich auch hier Schichten aus vorwiegend granitischem (Quarz-Feldspat-) Material einerseits und solche aus überwiegenden Glimmerschieferfragmenten andererseits unterscheiden. Diese petrographische Trennung ist auch für die Flötzführung von Bedeutung. Es zeigt sich nämlich, daß die Flötze in den granitischen Trümmergesteinen gut entwickelt und bauwürdig sind. In den Glimmergesteinen fehlen sie entweder ganz oder sie verschwächen sich und werden unbauwürdig, wenn sie aus Schichten granitischen Ursprunges in die glimmerführenden Gesteine übergehen.

Die Verbreitung dieser wichtigsten Gruppe ist ganz auf den tiefen und breiten Westteil des Beckens, das Revier von St. Étienne, beschränkt, und zwar ist ihre horizontale Ausbreitung um so geringer, je höher sie in der Schichtenreihe liegen, entsprechend ihrer Lagerungsform als ineinandergeschachtelte Schalen von abnehmendem Durchmesser. Die oberste Abteilung, 6, nimmt nur noch einen etwa 11 km langen, 1000—1500 m breiten Streifen ein, der sich vom Bois d'Avaize im Osten


10525

bei St. Étienne bis in die Gegend von Firminy im Westen nahe dem südlichen Beckenrande hinzieht.

7. Die „Étage stérile supérieure“ hat aus dem gleichen Grunde die geringste Verbreitung. Ihr Vorkommen beschränkt sich ganz auf das Gebiet unmittelbar östlich und südöstlich bei St. Étienne. Die Mächtigkeit dieser Stufe erreicht 400—500 m, vielleicht auch mehr (bei Villebœuf südl. St. Étienne). Das Gestein ist glimmerhaltig (quartzomicacé), es zeigt sich also auch hier die vorher betonte Abhängigkeit der Kohleführung von der petrographischen Beschaffenheit der einzelnen Abteilungen.

Eine Zusammenstellung der Hauptstufen ergibt das nachstehende Gesamtprofil nach Mächtigkeit und Flötzführung.

Stufe	Gesamtmächtigkeit m	Flötzzahl	Kohlemächtigkeit m
7. Ét. stérile supérieur	450— 500	—	—
6. Étage houiller de St. Étienne supérieur	200— 250	6— 7	5—15
5. Étage houiller de St. Étienne moyen	300— 350	8— 9	15—25
4. Étage houiller de St. Étienne inférieur	800— 900	10—12	20—25
3. Ét. stérile de S. Chamond	500— 700	—	—
2. Ét. de Rive de Gier	100— 120	3— 4	10—15
1. Brèche de base (Breccie)	20— 500	—	—
Summe	2370—3320	27—32	50—80

Das stratigraphische Niveau der Ablagerung an der Loire wird durch ihre Pflanzenreste gekennzeichnet. In der Hauptsache gehört sie dem oberen Oberkarbon an, also den Ottweiler Schichten, für welche das Becken von St. Étienne einen Typus darstellt, dem auch die französische Bezeichnung der Stufe: „Stéfanien“ entlehnt ist. Allerdings fällt die Begrenzung der Schichtenreihe nicht genau mit der stratigraphischen Stufe zusammen. Die Schichten von Rive de Gier einschl. der Breccie zeigen Anklänge an das mittlere Oberkarbon (westfälische oder Saarbrücker Stufe) und die höheren Abteilungen werden richtiger wohl schon dem Rotliegenden zugerechnet.

Die Hauptabschnitte lassen sich in folgender Weise kennzeichnen:

a) Die Breccie und die Schichten des Flötzzuges von Rive de Gier bilden in stratigraphisch-paläontologischer Beziehung einen einheitlichen Komplex, der durch eine Mischflora von Typen der westfälischen und der Ottweiler Stufe als eine Übergangszone bezeichnet wird.

b) Das flötzleere Mittel zwischen Rive de Gier und St. Étienne (Étage stérile de S. Chamond) trägt in seiner Flora gleichfalls noch diesen Übergangscharakter, doch ist die Hinneigung zu der höheren Stufe schon bestimmter ausgesprochen. In dieser Beziehung ist namentlich die starke Beteiligung von Cordaiten von Bedeutung (Cordaites

lingulatus, foliatus, quadratus). Von Farnen sind als besonders bezeichnend zu nennen: Pecopteris Pluckeneti; Dictyopteris Brongniarti und Schützei; Alethopteris Grandini; Odontopteris Reichiana u. a.

c) Die flötzführenden Schichten von St. Étienne zeigen die Ottweiler Stufe in ihrer typischen Entwickelung. Neben den Gefäßkryptogamen spielen Gymnospermen, besonders vertreten durch die Cordaiten eine Hauptrolle, doch lassen letztere in den höheren Schichten bereits eine merkliche Abnahme erkennen.

Unter den Farnen wären als Hauptarten etwa hervorzuheben: Pecopteris Schlotheimi und Pluckeneti, Alethopteris Grandini, Odontopteris Reichiana, Dictyopteris Brongniarti und Schützei, also wesentlich dieselben Arten wie in der vorhergehenden Abteilung, daneben Calamiten in reicher Entwickelung sowie Sphenophyllum oblongifolium.

Für die höheren Schichten der Abteilung ist die starke Entwickelung der Pecopteriden sowie von Calamodendron bezeichnend, wodurch die Cordaiten in den Hintergrund gedrängt werden.

In der höchsten Flötzgruppe (Bois d'Avaize, über Flötz Rochette) erreichen die Calamariaceen, Arthropitus und Calamodendron ihren Höhepunkt. Von Farnen sind die bezeichnendsten: Odontopteris minor und Schlotheimi, außerdem Annularia brevifolia und longifolia, Psaronius. Dieser Flora mischen sich bereits permische Formen bei, bes. Neuropteriden.

d) Die obersten flötzleeren Schichten sind wegen ihrer Fossilarmut weniger zum Vergleich geeignet. Cordaiten und Pecopteris sind noch immer zahlreich, die Calamariaceen sichtlich in Abnahme begriffen.

Die einzelnen Flötzgruppen.

1. Rive de Gier (s. d. Profil Fig. 69). Diese liegendste Gruppe ist bisher nur im schmalen östlichen Zipfel des Beckens aufgeschlossen, wo sie infolge ihrer geringen Tiefenlage leicht zugänglich war. Es ist anzunehmen, daß sich diese Gruppe auch nach Westen fortsetzt, wo sie unter der Gruppe von St. Étienne, von dieser durch das mächtige flötzleere Mittel von S. Chamond getrennt, zu suchen wäre. Nach den bekannten Mächtigkeiten der einzelnen Schichtenglieder hätte man die Flötze von Rive de Gier im Bezirk von St. Étienne erst in einer Tiefe von wenigstens 2000 m zu erwarten, falls sie dort überhaupt entwickelt bezw. bauwürdig sind. Trotzdem wurden in jüngster Zeit Versuche unternommen, um womöglich die Fortsetzung dieser Flötze auch im westlichen Teile des Beckens aufzusuchen. Allerdings wählte man hierfür nicht die Gegend von St. Étienne selbst, wo das Becken seine größte Tiefe hat, sondern zwei Punkte im Norden bezw. Nordosten von St. Étienne, wo man mit einer geringeren Überdeckung zu rechnen hat, nämlich erstens die Concession „La Chazotte“, etwa in der Mitte zwischen St. Étienne und S. Chamond, und zweitens im Felde von „Le

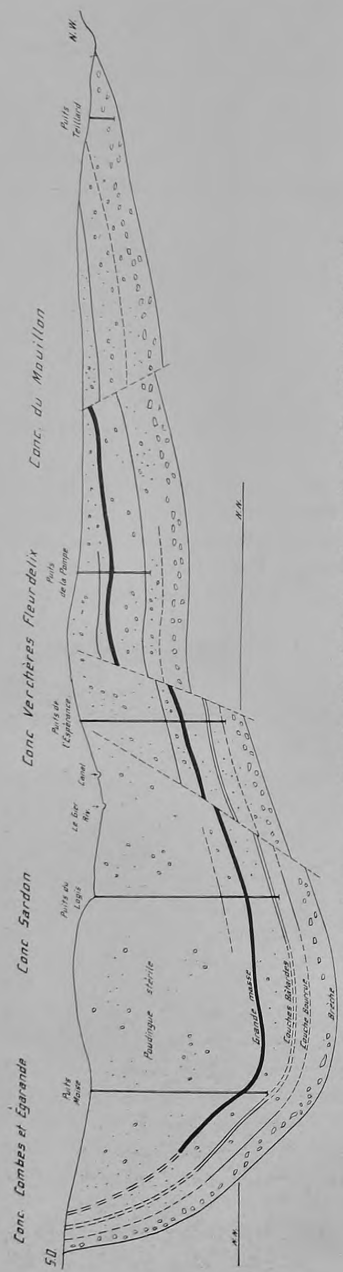


Fig. 69. Profil des Beckens von Rive de Gier (Schnitt nach A—B der Fig. 67), (n. Grüner).

Cros“ nördlich von St. Étienne[1]). Über das Resultat ist endgültiges bisher noch nicht bekannt geworden.

Wenn sich somit der Abbau dieser Flötzgruppe z. Zt. noch gänzlich auf das schmale und flache Ostende des Beckens beschränkt, so erscheint seine Ausdehnung nach Westen — ein günstiges Ergebnis jener Untersuchungen vorausgesetzt — für spätere Zeiten nicht ausgeschlossen. Jedenfalls geht aus den geschilderten Verhältnissen hervor, daß man nicht, wie früher vielfachüblich, von einem besonderen „Becken von Rive de Gier“ sprechen kann. Es handelt sich vielmehr lediglich um den flachen östlichen Teil eines einheitlichen Beckens, dessen Schichten und Flötze, soweit sie nicht etwa inzwischen auskeilen, auch in den westlichen Revieren zu erwarten sind und hier nur wegen ihrer tiefen Lage bisher nicht aufgeschlossen wurden.

Im Bezirk von Rive de Gier werden vier Flötze unterschieden, von denen indessen nur das höchste: „grande masse“ eine größere, allgemeine Bedeutung hat. Die Anordnung der Flötze und ihrer Zwischenmittel, von oben nach unten, ist folgende:

Flötze	Mittel m
4. Grande Masse	
	35
3. Les Bâtardes	
	30
2. La Bourrue	
	30—35
1. La Gentille	

„La grande masse“ ist, wie der Name sagt, ein außerordentlich

[1]) Sangoy, De la recherche des couches de Rive de Gier sous le bassin de St. Étienne. — a. a. O.

mächtiges Flötz, dessen mittlere Mächtigkeit zu 7—8 m zu veranschlagen ist. Jedoch schwankt diese in sehr weiten Grenzen, von vollständiger Verdrückung bis zu einem Maximum von 15 m. Die größte Mächtigkeit, durchschnittlich 10—11 m, besitzt das Flötz im Muldentiefsten, westlich von Rive de Gier. Von hier aus verschwächt es sich sowohl nach Osten wie nach Norden und keilt in beiden Richtungen nach den Rändern des Beckens zu völlig aus. Am Südrande fehlt es überhaupt — wohl infolge der Randverwerfungen.

Durch ein feinkörniges Sandsteinmittel („nerf blanc") von 25—30 cm zerfällt die Kohlenmasse in eine Unterbank („Rafford") und eine Oberbank („Maréchal"), letztere liefert die bessere Schmiede- und Kokekohle. Doch bleibt die Beschaffenheit auch im Streichen nicht gleich. Während im Osten Gaskohle mit 33—34 % flüchtiger Bestandteile herrscht, geht dieser Prozentsatz weiter westlich auf 25—30, und schließlich am Westende (Plat de Gier) auf 19—24 herab.

Das zweite Flötz, les bâtardes, ist gleichfalls in zwei Bänke geteilt, doch wechselt hier das trennende Mittel sehr stark, von 0,5 bis 8 m. Es ist am stärksten östlich Rive de Gier (Conc. Grandes Flaches), so daß hier zwei selbständige Flötze entstehen (1re und 2me bâtarde). Im Westen (Conc. Grande Croix) verschwindet es fast ganz. Umgekehrt wächst die Kohlemächtigkeit in der Richtung von Osten nach Westen, sowie — ähnlich wie bei gr. masse — von den Rändern nach der Mitte des Beckens, wie nachstehendes Schema veranschaulicht:

Ost Concession: Combe plaine	Gourdmarin und Sardon.	West Gde. Croix
Oberbank . . . . . 0,4—0,5	1,1—1,5	bis 5 m
Unterbank . . . . . 0,4—0,5	1,3—2	

Auch verbessert sich die Beschaffenheit der Kohle in derselben Richtung, also nach Westen.

„La Bourrue" beginnt am Ostende (Combe plaine) mit knapp 0,5 m, wächst dann auf 1—1,5 in der Gegend von Rive de Gier und hält so bis Gde. Croix aus. Weiter westlich und ebenso nach Norden verschwindet es. Da außerdem die Kohle von untergeordneter Qualität ist, hat es keine größere Bedeutung.

Das tiefste Flötz „La Gentille" liegt wenige Meter über der Breccie. Es erreicht im Osten (Combe plaine) nahe dem Ausgehenden 3 m, keilt aber im Einfallen, nach Westen aus. Die Kohle ist noch unreiner als die des vorhergehenden, trotzdem wurde es früher gebaut.

2. Die Flötzgruppe von S. Étienne (Fig. 70. Profil). Auch hier ist die Ausbildung der Flötze sehr ungleichmäßig, vielleicht noch mehr als in der tieferen Gruppe. Daher wechselt die Zahl der Flötze in den einzelnen Profilen.

Die gesamte flötzführende Serie zerfällt, wie früher ausgeführt, in drei Gruppen, von denen die obere (Bois d'Avaize) eine gewisse Selb-

ständigkeit behauptet, was äußerlich seinen Ausdruck darin findet, daß die Flötze hier besondere Nummern führen, während die der beiden unteren Gruppen durchlaufend numeriert sind. Neben den fortlaufenden Nummern führen die Hauptflötze noch besondere Namen. Zur Erleichterung der Übersicht diene nachstehende Tabelle (vgl. auch das Hauptprofil Fig. 68):

Etagen	Flötze
Étage supérieur.	1. Flötz Mourinier
	2. „ Roullière
	3. „ bonne menu
	4. „
	5. „ Grande masse.
Étage moyen.	Couche des Rochettes
	Flötze Nr. 1—7.
Étage inférieur.	Flötz 8
	„ 9 (couche du petit moulin)
	„ 10 („ „ Sagnat)
	„ 11 („ „ Peyron)
	„ 12 („ de la Grille)
	„ 13
	„ 14
	„ 15 (couches de la negrette)
	„ 16

Hervorgehoben wurde schon die im Bau des Beckens begründete, verhältnismäßig geringe Ausdehnung dieser Gruppe, die sich besonders in den höheren Abteilungen mehr und mehr einengt. Schon die untere Etage erstreckt sich nur etwas über die Hälfte des ganzen Beckens, bei der mittleren reduziert sich dies bereits auf ein Viertel, und bei der obersten gar nur auf ein Fünfzehntel.

Die Flötze führen im allgemeinen eine gute Kohle. Vorherrschend ist Schmiede- und Kokekohle, wozu im Distrikt von S. Étienne die Mehrzahl der Flötze gehören (3—15). Gaskohlen sind besonders im Westen und Süden von S. Étienne vertreten (Firminy, Montrambert, La Béraudière), wogegen die Verbreitung der Magerkohlen sich auf den Nordflügel (Sorbier, Chazotte, Méon) beschränkt und hier besonders die tiefsten Flötze charakterisiert.

Es erscheint zweckmäßig, die drei Hauptgruppen getrennt zu besprechen.

a) Étage inférieur. Diese umfaßt nach der vorher gegebenen Übersicht die Flötze Nr. 8—16 und zerfällt ihrerseits wieder in drei natürliche Untergruppen, nämlich von oben nach unten:

III. Flötz 8 mit den begleitenden kleineren Flötzen.
II. Die Flötze Nr. 9—12.
I. „ „ „ 13—16.

Wir beginnen mit I als der tiefsten Gruppe. Diese ist vollständig nur in der Gegend von S. Chamond entwickelt resp. bekannt. Hier folgt über dem großen flötzleeren Mittel eine 300—350 m mächtige Zone, die 7—8 meist geringmächtige Flötze enthält. Das höchste wird

mit Flötz 13 von S. Étienne parallelisiert. Die Mächtigkeit bewegt sich zwischen 0,8 und 2,7 m. Die Flötze sind jedoch nur stellenweise bauwürdig, und zwar bezeichnenderweise dort, wo im Nebengestein der Glimmer zurücktritt.

Die Kohle der tiefsten Flötze ist mager (14—16 % Gas), teilweise sogar anthrazitisch, in den höheren steigt der Gasgehalt auf 25—26 % und die Kohle wird damit backend.

II. Die mittlere Gruppe umfaßt nur eine Gesteinszone von 80—100 m, in der die vier Flötze Nr. 9—12 in ziemlich gleichmäßiger Entwicklung enthalten sind. Ihre Mächtigkeit beträgt im Osten 0,8 bis 1,5 m, westlich von S. Étienne werden sie etwas mächtiger und erlangen dadurch größere Bedeutung. Die Kohlen sind gasreicher als in der tieferen Abteilung, werden aber immer noch als „kurzflammig" bezeichnet.

Im Hangenden von Flötz 9 folgt wieder eine durch Konglomerate und Glimmergehalt bezeichnete sterile Zone von 120—200 m Mächtigkeit und hierüber

III. die obere Gruppe. Diese enthält nur ein Hauptflötz, Nr. 8, wozu noch je ein schwaches Flötz im Liegenden, nahe unter 8, und im Hangenden, etwa 10—12 m darüber treten, sowie stellenweise zwei weitere Flötze in dem sonst flötzleeren Mittel nach Flötz 7 hin. Die Mächtigkeit dieser Untergruppe, einschließlich jenes Mittels, beträgt etwa 200.

Das Hauptflötz dieser Gruppe — Nr. 8 — ist eines der wichtigsten im ganzen Revier. Seine Mächtigkeit, wenngleich stark wechselnd, ist doch fast immer recht erheblich. Im engeren Gebiete von S. Étienne bewegt sie sich zwischen 4 und 8 m, nur im Osten (S. Jean de Bonnefonds) sinkt sie auf 2,6 und 1 m oder noch weniger.

Während bei Montheil das Flötz durch ein mächtiges Mittel in zwei verschiedene Bänke zerfällt, wie nachstehendes Schema zeigt:

Oberbank, versteint	1—2 m	
Mittel		2—10 m
Unterbank, gute Kohle	3,5 m	

erscheint es nördlich davon (Schacht Soleil) als geschlossene Kohlenmasse von 6 m. Die Kohle ist Fettkohle mit erheblicher Schlagwetterbildung.

Ein flötzleeres, wiederum durch Glimmergehalt ausgezeichnetes Mittel trennt in Stärke von 180—200 m diese Gruppe von der

b) Etage moyen. Diese enthält für gewöhnlich 8—9 Flötze und zerfällt ihrerseits durch ein 100—140 m mächtiges Mittel in eine obere und eine untere Gruppe.

I. Die untere Gruppe ist meist 80—100 m mächtig und enthält als Hauptflötz das Flötz Nr. 3 mit einer mittleren Mächtigkeit von 4—5 m, aber stellenweise auf 10—12 m anwachsend. Auch für diese große Kohlenanhäufung ist die Bezeichnung „grande masse" gebräuchlich. Die darüber liegenden Flötze Nr. 1 und 2 von 1—1,5 m Stärke sind gewöhnlich nicht bauwürdig, doch kann Nr. 2 örtlich bis zu 3 m

und mehr anschwellen (Gaillard) und dann sogar das Hauptflötz Nr. 3 an Mächtigkeit übertreffen, auch verschmilzt es stellenweise mit diesem.

Von den tieferen Flötzen der Gruppe ist Nr. 4, durchschnittlich etwa 20 m unter 3 gelegen, 1,2—1,6 m mächtig. Auch hier kann aber das trennende Mittel sich auf wenige Dezimeter verschwächen, so daß sich Flötz 4 an das höhere Flötz 3 anlegt. Stellenweise vereinigen sich alle drei Flötze — Nr. 2, 3 und 4 — zu einer einzigen mächtigen Kohlenmasse.

Flötz 5 liegt wiederum einige 20 m tiefer als 4. Es ist 1,4—1,7 m stark und genießt besonderes Ansehen wegen der vorzüglichen Qualität seiner Kohle.

Von den beiden tiefsten Flötzen der Gruppe, 6 und 7, ist ersteres kaum 1 m mächtig und durch Schiefer verunreinigt und entwertet. Flötz 7 ist etwas besser, aber doch auch minderwertig.

II. Die obere Gruppe wird gebildet von der couche des rochettes und ihren Begleitern. Sie enthält zwei Flötze im Bezirk von Bois d'Avaize im Osten und 3—5 Flötze auf Montsalvon und la Béraudière im Westen und Südwesten von S. Étienne.

Das Hauptflötz, couche des rochettes, ist im Mittel 3—4, stellenweise auch 5—6 m stark. Es führt eine harte, langflammige Kohle. Am Nordabhang des Hügels von Avaize geht es zu Tage aus. Auf la Béraudière entspricht ihm die „couche des littes“ und noch weiter westlich, in Firminy die „couche Chaponost“.

Die Kohlen dieser mittleren Etage haben im allgemeinen im Osten den Charakter von Fettkohlen, im Westen (la Béraudière, Montrambert, Firminy) gehen sie in Gaskohlen über.

c) Etage supérieur. Die Ablagerungen dieser Stufe sind, wie erwähnt, ganz auf den zentralen Teil des Beckens beschränkt, wo sie einen etwa 11 km langen, nur 1—1½ km breiten Streifen vom Bois d'Avaize bis in die Gegend von Firminy bilden. Ihre vollständigste Entwicklung liegt in den Höhen des Bois d'Avaize. Hier umschließt sie in 200—250 m Gebirgsmächtigkeit 10—12 Flötze mit 15—20 m Kohle. Gegen Westen nimmt dieser Reichtum schnell ab auf 5—6 m (Chauvetière) und weniger als 3 m (Montrambert). Von der tieferen Gruppe (rochettes) trennen die Stufe ca. 50 m Sandsteine und Konglomerate.

Die Kohlen dieser Gruppe sind fett und langflammig mit einem Gasgehalt von 36—38%.

Die Gruppe enthält vier stärkere Flötze, die von oben nach unten die Namen führen

Mourinier
Rouillère
couche du bon menu
grande masse.

Letzteres, wie der Name anzeigt, das stärkste und wichtigste Flötz, führt 6—7 m Kohle von guter Qualität. Auch „bon menu“ mit 2,5 bis

4 m liefert noch gute Kohle, während Rouillère (auch Rouillat) bei 2—3 m Stärke nur eine mittelmäßige Sorte führt. Ein eigentümliches Verhalten zeigt das höchste Flötz, la mourinière, dessen weiche, zerreibliche Kohle außerordentlich in der Mächtigkeit wechselt. Grüner charakterisiert es als „une sorte d'amas, dont la puissance varie de 3 ou 4 m jusque à 10 m et plus".

Über dieser höchsten Flötzgruppe stellen sich wieder glimmerhaltige Gesteine und bilden die „étage stérile supérieure" oder „de couronnement", die im Bois d'Avaize (Schacht Belair) etwa 100 mißt, weiter südlich (Villeboeuf), aber mit 500 m noch nicht durchsunken wurde.

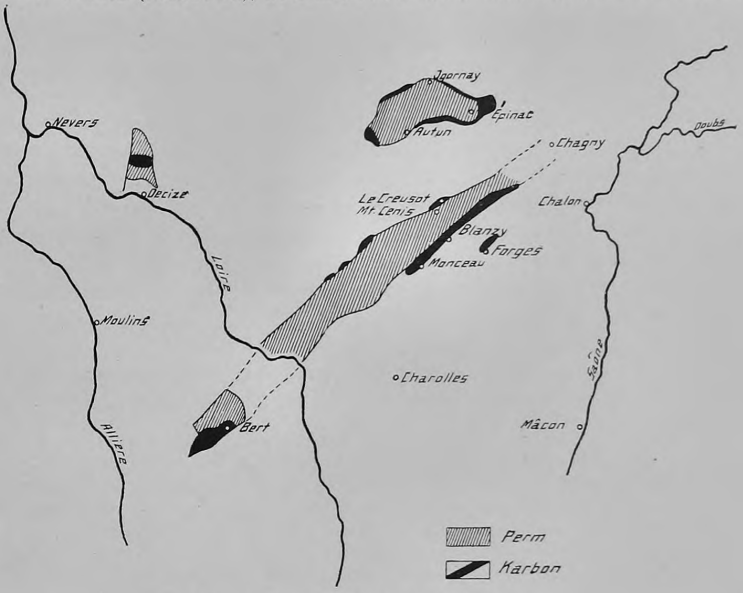


Fig. 71. Kohlenbecken der Saône u. Loire.

B. Becken von Le Creusot-Blanzy-Bert (Saône-et-Loire)[1].

Etwa 100 km nördlich von dem großen Loire-Becken stoßen wir wiederum am Ostrande des Zentralplateaus auf einen jenem ungefähr parallel verlaufenden — also gleichfalls SW—NO gerichteten — Zug von flötzführendem Karbon und Perm, Ablagerungen, die nach den beiden Hauptorten als das Becken von Blanzy und Le Creusot bezeichnet werden, obwohl bei der Unregelmäßigkeit des Aufbaues von einem einheitlichen Becken kaum die Rede sein kann (Fig. 71).

[1]) Burat, Mémoire sur le gisement de la houille dans le bassin de Saône-et-Lôire, 1842. — Manès, Mémoire sur le bassin houiller de Saône-et-Loire, 1844. — Manigler, Études géologiques et stratigraphiques du terrain houiller et des assises supérieures du bassin de Blanzy et du Creusot. Bull. de la soc. de l'ind. min. 1e Ser. V, 1860. S. 693 —

Das Hauptbecken — wenn wir diese Bezeichnung gleichwohl der Kürze halber für die Gesamtheit der karbonischen und permischen Ablagerungen dieses Striches beibehalten wollen — erstreckt sich vom Ostrande des Zentralplateaus, wo dieses unter die Juraschichten versinkt, in südwestlicher Richtung bis an die Loire. Seine Länge beträgt in dieser Richtung nahezu 70 km. In der geradlinigen Fortsetzung dieses Zuges taucht jenseits der breiten Niederung der Loire das kleine Becken von Bert auf, das demnach wohl als ein Zubehör des Hauptbeckens angesehen werden muß. Damit würde die Gesamtlänge der Karbon-Perm-Mulde auf rund 100 km steigen. Die Breite beträgt durchschnittlich etwa 10 km.

Nach dieser äußeren Begrenzung und Ausdehnung müßte man auf eine außerordentlich umfangreiche und wichtige Ablagerung schließen. Bei näherer Untersuchung schrumpft jedoch seine tatsächliche Bedeutung infolge der Unregelmäßigkeit des Aufbaues stark zusammen. Es zeigt sich dann, daß die wirklich kohleführenden Schichten nur in vereinzelten Partien, oft als ganz unregelmäßige Lappen, an den Rändern des Beckens auftreten, die sich nicht ins Innere fortsetzen, so daß das Gesamtbecken im größten Teile seiner Ausdehnung als unproduktiv bezeichnet werden muß.

Auch nach Nordosten hat man die Fortsetzung des Beckens von Blanzy und Le Creusot gesucht, wenigstens theoretisch, denn praktische Untersuchungs- und Aufschlußarbeiten sind in dieser Richtung noch nicht ausgeführt worden. Daß eine Fortsetzung auch nach dieser Seite vorhanden sein muß, erscheint ziemlich sicher, da das Becken am Ostrande des Zentralplateaus nicht geschlossen ist, sondern unvermittelt in voller Breite abbricht bzw. unter die Juraschichten untertaucht. Über die spezielle Lage dieser vermutlichen Fortsetzung herrscht jedoch unter den französischen Geologen keine Übereinstimmung. Das nächstliegende ist es diese Fortsetzung in der geradlinigen Verlängerung der Achse des Hauptbeckens zu suchen. In der Tat trifft man hier jenseits der breiten, von der Saône durchflossenen Niederung in ca. 80 km Abstand vom Ostrande des Plateau central bei Auxonne wieder auf permische Schichten, die dem Nordabhang des kleinen kristallinen Massivs von Dôle angelagert sind. Abermals 100 km weiter gegen Nordosten weist dieselbe Leitlinie nach einem hauptsächlich von Juraschichten bedeckten Zwischenraum auf das altbekannte Kohlenbecken von Ronchamp in den Südvogesen.

Betrachtet man alle diese Vorkommen als zusammengehörig und unterirdisch zusammenhängend — was allerdings erst zu erweisen wäre —, so erhält man einen Karbon-Permstreifen, der von Ronchamp bis Bert nahezu 300 km Länge besitzt.

In einer anderen Richtung suchte Marcel Bertrand[1]) die Fortsetzung des Beckens von Blanzy und le Creusot. Nach dem „Gesetz der posthumen Faltungen" sollen die Faltenzüge der verschiedenen geologischen Perioden sich stets an der gleichen Stelle mit derselben Richtung wiederholen. Danach sollte einer im Deckgebirge erkennbaren Falte — Sattel oder Mulde — auch eine solche im Untergrunde entsprechen.

Delafond, Observations sur les bassins houillers d'Autun, de Blanzy et du Creusot. Bull. soc. géol. de France 3e Ser. 16. 1888. S. 1029. — Delafond, Bassin de Blanzy et du Creusot. Bull. du service de la carte géol. de la France, t. II, 1890. — Delafond, Bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot., Fasc. 1 Stratigraphie. Paris 1902. — Zeiller, Dass. Fasc. II: Flore fossile. — Létard, Le bassin houiller Blanzy-Auxonne-Ronchamp. Rev. univ. des mines, 4e Ser., XXXI, 1910.

[1]) M. Bertrand, Les lignes directrices de la géologie de la France. Rev. gén. des sciences Nr. 18. 1894.

Nun zeigen die Juraschichten, die die gesuchte Verlängerung unseres Beckens gegen Osten bedecken und verhüllen, eine deutliche muldenförmige Einsenkung, in der Richtung nach NNO, auf Dijon zu. Nimmt man mit Bertrand an, daß dies auch die Richtung der Karbon-Permmulde im Untergrunde sei, so müßte deren Verlängerung entsprechend weiter nördlich als bei der ersten Hypothese verlaufen. Statt auf das Südende der Vogesen (Ronchamp) wird man an ihrem Westabhang vorbei auf die Gegend von Saarbrücken geführt.

Welche von beiden Auffassungen die richtige ist, nnd ob überhaupt das Saône-et-Loire-Becken eine erhebliche, weitere Ausdehnung gegen Nordosten, über die Saône hinaus besitzt, wird nur eine systematische Untersuchung durch Tiefbohrungen entscheiden können[1]).

In praktischer Beziehung wird man keinesfalles sehr große Hoffnungen auf diese etwaige Verlängerung setzen dürfen.

Trotz dieser Beschränkungen, die sich eine ältere optimistische Auffassung bz. der Ausdehnung und des Reichtums der Kohlenablagerung zwischen Saône und Loire in neuerer Zeit hat gefallen lassen müssen, wie weiterhin noch eingehender dargelegt werden soll, gehört dieses Becken immerhin noch zu den wichtigeren Zentralfrankreichs. Eine besondere Bedeutung besitzt es dadurch, daß seine Kohlenschätze die Grundlage für die großen Eisen- und Stahlwerke der Firma Schneider u. Cie. in Le Creusot, des „französischen Krupp", bilden.

Die Förderung des Beckens betrug:

i. J. 1909	1910	1911
1565000	1760000	1830000 t.

Die sich hierin ausdrückende Steigerung ist jedoch nur scheinbar. Faßt man einen längeren Zeitraum ins Auge, so findet man, daß auch hier bereits Stagnation eingetreten ist und die Leistungsfähigkeit des Beckens offenbar ihren Höhepunkt schon erreicht, wenn nicht bereits überschritten hat. Die Förderziffern in Millionen Tonnen waren im Jahre 1896: 1,8 — 1897: 1,8 — 1898: 1,96 — 1899: 1,7 — 1900: 1,6.

Die Verteilung auf die einzelnen Distrikte zeigt die folgende Übersicht für das Jahr 1909.

Blanzy	1565000
Montchanin und Longpendu . .	51000
Perrecy	50000
Südrand des Beckens im ganzen	1666000
Nordrand: Le Creusot	58000
Summe	1724000 t.

[1]) Die größere Wahrscheinlichkeit dürfte wohl die seit alter Zeit vertretene Auffassung eines Zusammenhanges auf der Linie Blanzy-Auxonne-Ronchamp für sich haben. Diese Verbindung erscheint als die nächstliegende und natürlichste; die Abstände der drei Aufschlußpunkte sind wenigstens nicht allzugroß und der stratigraphische Aufbau zeigt beiderseits — in Creusot-Blanzy und Ronchamp — manche Analogien. Demgegenüber macht die Konstruktion von Bertrand einen gekünstelten Eindruck. Zwischen Blanzy und Saarbrücken klafft eine Lücke von über 300 km ohne vermittelnde Aufschlüsse. Der Aufbau beider Becken ist ein wesentlich verschiedener. Zu alledem ist seit der Zeit, wo Bertrand seine Hypothese aufstellte, die tatsächliche Verlängerung des Saarbeckens nach Südwesten bei Pont-à-Mousson nachgewiesen, in einer Richtung, die jedenfalls nicht auf unser Becken hinweist.

Für die Fortsetzung des Hauptbeckens bei Bert ergibt sich weiter eine Produktion von 47000 t.

Hierzu kommen noch die kleinen Nebenbecken von Chapelle-sous-Dun mit einer Förderung von ebenfalls 47000 t und von Forges, südlich des Hauptbeckens etwa 7—8 km östlich von Blanzy gelegen. Letzteres zeigt bei einer Länge von ca. 8 km nur 300—400 m Breite besitzt jedoch bei sehr steiler, z. T. überkippter Schichtenstellung eine große Tiefe. Seine Förderung beträgt ca. 1300 t, ist somit völlig bedeutungslos.

Form und Bau des Beckens. Das Hauptbecken von Blanzy und Le Creusot, ohne die früher erwähnten Fortsetzungen nach NO und SW besitzt eine streichende Länge, von der Loire bis an den Ostrand des Zentralplateaus, von über 60 km. Die Breite beträgt im mittleren Teile 13—14 km, an den beiden Enden verschmälert es sich auf 4—5 km. Es liegt eingebettet, ebenso wie das ihm nördlich benachbarte Becken von Autun und Épinac, zwischen den kristallinen Massiven des Morvan im Norden und des Charollais im Süden.

Der angegebene Flächenraum wird erfüllt von Ablagerungen des Karbons und Perms, über denen stellen weise noch Trias und Jura — abgesehen von noch jüngeren Bildungen — entwickelt sind.

Das Karbon tritt ausschließlich an den beiden Rändern des Beckens zu Tage und zwar am Südrande in einem zusammenhängenden Streifen von ca. 55 km Länge (von Charrecey über St. Berain s. Dheune, Montchanin, Blanzy, Montceau bis Perrecy). Die Breite dieses Streifens beträgt bei St. Bérain etwa 1100 m. Er verschmälert sich nach Südwesten bis auf 300 m, nimmt dann wieder zu auf 1300—1400 m bei Montchanin und Blanzy und erreicht den größten Wert mit 1800 m bis über 2 km in der Gegend von Montceau, Montmaillot und Perrecy. Am Nordrande ist das Kohlengebirge, wie erwähnt, nur in vereinzelten engbegrenzten Partien entwickelt bezw. erhalten, so bei Le Creusot, Toulons s. Arroux, Pully u. a., die gewissermaßen perlschnurartig an der Grenze von Perm und kristallinem Grundgebirge aufgereiht sind. Das ganze Innere des Beckens wird von den permischen Ablagerungen ausgefüllt. Diese einfache Gesamtordnung schien, trotz vieler Unregelmäßigkeiten im einzelnen, auf ein großes einheitliches Becken mit muldenförmiger Lagerung zu weisen, so daß man sich berechtigt halten konnte, die kohleführende Schichtenreihe auch im Inneren unter der permischen und sonstigen jüngeren Überdeckung zu erwarten. In dieser Weise wurden in der Tat die Lagerungsverhältnisse von den älteren Autoren (Burat, Manigler u. a.) aufgefaßt und dargestellt. Man nahm an, daß sich die an den beiden Rändern, bei Blanzy und Le Creusot bekannten produktiven Schichten gleichförmig unter dem ganzen Becken hinziehen, allerdings im mittleren Teile durch große streichende Verwerfungen in erhebliche Tiefen versenkt (s. das schematische Profil nach Burat, Fig. 72). Diese günstige Auffassung, derzufolge das ganze über 600 qkm

große Areal[1]) von einer zusammenhängenden Flötzbildung unterlagert sein sollte, ist jedoch durch die Ergebnisse neuerer Untersuchungen unhaltbar geworden. Die angenommenen Verwerfungen, an denen das Karbon grabenförmig eingesunken sein sollte, sind nicht nachzuweisen. Das Verhältnis des Karbons zum Perm ist nicht das konkordanter Überlagerung, vielmehr überdecken die Schichten des Perm das Karbon

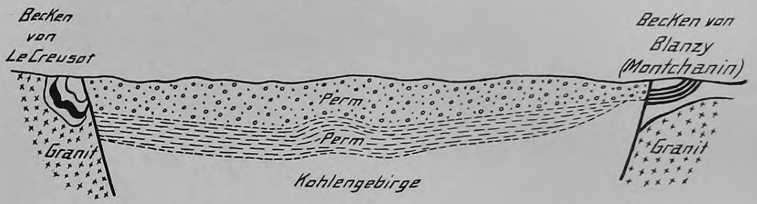


Fig. 72. Schematisches Profil durch das Becken von Blanzy und Le Creuzot (n. Burat).

transgredierend mit diskordanter Auflagerung Es kann daher aus der Verbreitung des ersteren kein Schluß auf diejenige des Kohlengebirges gezogen werden. Die Grenzfläche schneidet die Schichten des Karbons in ganz unregelmäßiger Weise ab und ist wahrscheinlich als eine Erosionsfläche zu deuten. Das Kohlengebirge unterlag vor Ablagerung des Rotliegenden einer weitgehenden Abtragung. Ist diese Auffassung

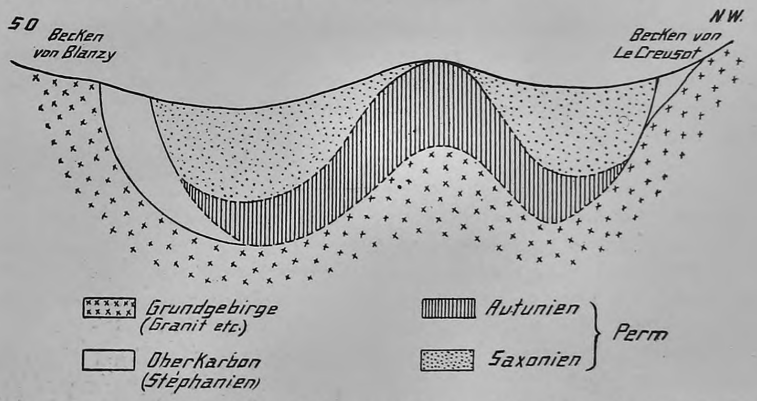


Fig. 73. Schematisches Profil des Beckens von Blanzy und Le Creusot (n. Delafond).

richtig, so erscheinen nunmehr die an den beiden Beckenrändern bekannten Karbonvorkommen nicht mehr als einander entsprechende und in der Tiefe zusammenhängende Flügel einer großen Mulde, sondern als

[1]) Nach Delafond würde sich die Gesamtoberfläche des Kohlenbeckens bei dieser früheren Auffassung zu rund 1000 qkm berechnen, der vorhandene Kohlenvorrat auf die gewaltige Summe von 10 Milliarden Tonnen.

Erosionsreste der ursprünglichen Ablagerung, deren Ausdehnung nach dem Inneren des Beckens zwar zunächst unbekannt, aber vermutlich nicht sehr bedeutend ist, wie der steile Verlauf der permischen Erosionsfläche in den bisher bekannten Teilen zeigt[2]). Die Darstellung von Delafond (Fig. 73) bringt den Gegensatz dieser Auffassung zu der älteren Deutung zum Ausdruck.

Eine in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts (1890—96) im Inneren des Beckens, bei Charmoi, ausgeführte Bohrung hat diese Auffassung bestätigt. Die Bohrung erreichte eine Tiefe von 1179 m und drang unter dem Perm (Autunien) sofort in die granitische Unterlage des Beckens.

Damit sind natürlich alle auf eine allgemeine Verbreitung des Karbons im Untergrunde gesetzten Hoffnungen zerstört. Wohl mögen sich an einzelnen Punkten noch mehr oder weniger umfangreiche Reste erhalten haben, doch dürfte solchen kaum eine größere Bedeutung zukommen und ihre Auffindung würde großenteils eine Sache des Zufalls sein.

Stratigraphie. Karbon und Perm bilden, wie gesagt, die Ausfüllung des großen Beckens, dessen Untergrund zumeist aus Granit, z. T. auch aus altpaläozoischen Schichten („Grauwacke", wahrscheinlich Devon) besteht. Letzteres ist namentlich am Nordrande, bei le Creusot, der Fall.

Das Karbon gehört, wie überall im Gebiete des Zentralplateaus, der obersten Abteilung, dem Stéfanien, an. Sein Aufbau ist ein sehr eintöniger. Sandsteine, Tonschiefer und Konglomerate wechseln miteinander und umschließen in verschiedenen Horizonten die Kohlenflötze. Ein einheitliches Gesamtprofil ist nirgends erschlossen, daher sich auch die Mächtigkeit nicht genauer bestimmen läßt. Sie dürfte aber — nach Kombination der Einzelprofile, wenigstens 1500 m betragen und vielleicht 2000 m erreichen.

Die ganze karbonische Schichtenfolge läßt sich in drei Abschnitte gliedern, von denen der untere durch das Vorherrschen mächtiger, oft sehr grobstückiger Konglomerate ausgezeichnet ist. Sie ist auf über 400 m bekannt, aber nirgends vollständig bis zum Grundgebirge aufgeschlossen. Die mittlere Abteilung enthält den eigentlichen Kohlenreichtum des Beckens, ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 220 und 350 m. Die oberste Abteilung ist wieder bedeutend ärmer und enthält nur wenige in beschränkter Ausdehnung bauwürdige Flötze. Sie dürfte eine Mächtigkeit von 600—800 m erreichen. Auf die Flötzführung der einzelnen Abteilungen soll weiterhin des Näheren eingegangen werden.

Über die Einreihung dieser Schichtenfolge in das allgemeine stratigraphische Schema geben uns die Untersuchungen von Zeiller über

[2]) Es erscheint sogar fraglich, ob alle die aufgezählten Einzelvorkommen von Karbon an den Beckenrändern überhaupt jemals eine einheitliche und zusammenhängende Ablagerung gebildet haben. Speziell zeigt das Revier von Creusot so abweichende Verhältnisse, daß es nahe liegt, darin ein selbständig kleines Becken zu sehen.

die fossile Flora Aufschluß. Danach bilden die mittlere und obere Abteilung — aus der unteren lag kein Versteinerungsmaterial vor — wesentlich ein stratigraphisch einheitliches Niveau und müssen dem obersten Stéfanien, der Calamodendronstufe, eingereiht werden. Als bezeichnende Formen seien hervorgehoben: Sphenopteris cristata; Diplotmema Busqueti; Pecopteris densifolia, feminaeformis, Bioti, Sterzeli, u. a. Callipteridium gigas; Odontopteris minor; Neuropteris crenulata u. a. Taeniopteris jejunata; Sphenophyllum angustifolium, longifolium; Calamites gigas; Sigillaria Brardi; Artisia costata.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der oberen und mittleren Abteilung, wie ihn noch Grand'Eury auf Grund unzureichenden Materiales annehmen zu müssen glaubte, besteht nicht. Das Auftreten von Odondopteris Reichiana als einziges auf ein tieferes Niveau der mittleren Abteilung hinweisendes Element, ist jedenfalls nicht ausreichend, eine Trennung der im übrigen so eng zusammengehörenden Schichtengruppen zu rechtfertigen.

Sämtliche Reviere am Südrande des Beckens (Perrecy, Blanzy, Montchanin, Longpendu usw.) zeigen in stratigraphisch-paläontologischer Beziehung wesentlich übereinstimmende Verhältnisse. Eine gewisse Sonderstellung nimmt dagegen der Nordrand, d. h. le Creusot, ein, was sich besonders im Fehlen von Odontopteris und Callipteridium ausspricht. Nach der Auffassung von Zeiller ist dieser Unterschied eher als ein regionaler wie als stratigraphischer anzusehen. Die vorhandenen Formen sprechen auch in le Creusot für Calamodendronstufe.

Über dem Karbon folgt, den größten Teil des Beckens erfüllend, das Perm, mit scharfer Diskordanz das Kohlengebirge abschneidend und daher den verschiedensten Abschnitten des letzteren auf- bezw. anlagernd. Das Perm (Rotliegende) zerfällt in zwei Abschnitte, die nicht nur stratigraphisch verschieden, sondern auch tektonisch scharf getrennt sind durch eine ausgesprochene Erosionsdiskordanz ähnlich der zwischen Karbon und Perm.

Das untere Rotliegende („Autunien") erreicht eine Mächtigkeit von wenigstens 1000 m. Die Schichtenfolge besteht aus Sandsteinen und Schiefern, von denen die letzteren im oberen Teile herrschend sind. Als untergeordnete Einlagerungen erscheinen dolomitische Kalke und schwache Kohlenflötze, die indessen im allgemeinen keine praktische Bedeutung haben. Hierin liegt ein Unterschied gegen die typische Ausbildung der Stufe im Becken von Autun, wo daraus Kohle und bituminöse Schiefer gewonnen werden.

Nach stratigraphischen und paläontologischen Erwägungen kann man annehmen, daß das Autunien im Becken von Blanzy-le Creusot nur durch den oberen Teil der Stufe vertreten ist. Die tieferen im Becken von Autun entwickelten Schichten scheinen hier zu fehlen. Ihrer Ablagerung dürfte die zwischen Karbon und Perm eingetretene Erosionsperiode entsprechen.

Paläontologisch ist das häufige Auftreten von Walchia und Callipteris erwähnenswert als Beweis für das permische Alter der Ablage-

rungen. Bei dieser unteren Abteilung ist die Verbreitung noch eine ähnlich beschränkte wie die des Karbons.

Die obere Abteilung des Rotliegenden, auch als „sächsische Stufe" („Saxonien") bezeichnet, erreicht ebenfalls nahezu 1000 m Mächtigkeit. Sie gliedert sich weiter in zwei Unterabteilungen. Das untere Saxonien, etwa 450 m stark, ist petrographisch durch die häufigen Einlagerungen bunter Schiefer, von schwarzer, grüner, brauner und roter Farbe gekennzeichnet, wozu im oberen Teile auch Konglomerate treten. Die Flora (Callipteris conferta, obliqua; Odontopteris obtusa; Pecopteris Schlotheimi; Calamites major; Asterophyllites equisetiformis u. a. m.) ist ausgesprochen permisch.

Vereinzelt sind Kohlenflötze und bituminöse Schiefer eingeschaltet, die jedoch meist keine nennenswerte Bedeutung erlangen. Wahrscheinlich dieser Stufe gehören die auf Perrecy (Schacht Romagne) über dem Karbon erschlossenen Flötze an.

Das obere Saxonien endlich besteht fast ausschließlich aus bunten, weiß und rot gestreiften Sandsteinen mit untergeordneten Konglomeraten in einer Gesamtmächtigkeit von wenigstens 500 m. Flötze oder sonstige nutzbare Mineralien sind darin nicht enthalten. Die Ablagerungen dieser Abteilung füllen den weitaus größten Teil des Beckens aus. Wegen ihres Gesteinscharakters wurden diese Schichten früher als Buntsandstein (Grès bigarré) angesehen.

Eine besondere, stratigraphisch nicht ganz sichere Stellung nehmen die flötzführenden Schichten des Beckens oder Revieres von Bert ein. Sie wurden bald dem Karbon, bald — wenigstens in ihren oberen Teilen — dem Perm (Autunien) zugerechnet. Nach Funden von Callipteris auch in den tieferen Niveaus der Schichtenfolge will neuerdings Delafond diese ganz ins Perm stellen. Die Flora bietet nach Zeiller eine Mischung von Oberkarbon- (Stéfanien-) und Permformen, jedoch entscheidet das Vorkommen von Callipteris conferta und Taeniopteris multinervis für die Einreihung ins Perm, und zwar würden sie hier dem mittleren Autunien gleichzustellen sein (Grand'Eury hatte diese Schichten als oberes Autunien angesehen). Die Gesamtmächtigkeit beträgt 1000—1200 m, die sich in den tieferen Teilen, etwa 800—1000 m, wesentlich aus Sandsteinen und Konglomeraten zusammensetzen. Die oberen 300—400 m bestehen vorwiegend aus Schiefer und schließen 3 Flötzgruppen ein.

Flötzführung des Kohlengebirges. Die tiefste Abteilung ist nahezu steril und spielt jedenfalls für die Produktion des Beckens z. Zt. keine Rolle. Immerhin haben Aufschlüsse in diesem Niveau in der Gegend von Blanzy, le Magny usw., also im südwestlichen Teile des südlichen Karbonstreifens, darin an verschiedenen Stellen Flötze, z. T. von bauwürdiger Mächtigkeit nachgewiesen. Eine Bohrung (St. François) traf in den oberen 200 m nacheinander drei Flötze von 1,7 m — 3,2 m und 2,2 m. Schacht I von le Magny erschloß ebenfalls drei Flötze von erheblicher Stärke mit 3,8 m — 3,7 m und 13 m. Die letztere mächtige

Kohlenmasse erwies sich jedoch als ganz unregelmäßig und allerseits durch Störungen und Verdrückungen begrenzt. Der benachbarte Schacht II derselben Grube ergab das Vorhandensein von vier Flötzen mit folgenden Mächtigkeiten: 1,4—1,8—2,3—4,0 m. Von diesen hat sich nur das letzte als bauwürdig und von einigermaßen gleichförmiger Ausbildung erwiesen. Andere Aufschlüsse in demselben Niveau blieben m. o. w. ergebnislos. Eine Identifizierung der verschiedenen Vorkommen erscheint bei ihrer Unregelmäßigkeit und Unbeständigkeit ausgeschlossen.

Die mittlere Abteilung enthält, wie schon erwähnt, den Hauptflötzreichtum. Es werden vier Flötze, von oben nach unten mit den Nummern 1—4 bezeichnet, unterschieden. Dazu kommen teilweise mächtige Nebenflötze („souscouches"), wodurch der Kohlereichtum dieser Partie bei günstiger Entwickelung ein sehr beträchtlicher werden kann, wie z. B. auf Schacht St. François in 200 m Gebirge nicht weniger als 60 m Kohle angehäuft sind.

Auch hier handelt es sich aber nur strichweise um einigermaßen regelmäßige Flötze. An ihre Stelle treten in anderen Revieren regellose Kohlenmassen von oft geradezu bizarrer Gestalt und es wechseln abnorme Mächtigkeiten mit völligen Verdrückungen.

Die obere Abteilung, die Schichten über Flötz 1 der vorhergehenden Gruppe umfassend, erreicht eine Mächtigkeit von 600—800 m. Sie enthält nur wenige, meist unbedeutende Flötze. In einzelnen Revieren jedoch können auch diese zu bauwürdiger, stellenweise sogar recht erheblicher Mächtigkeit anschwellen.

Die vorstehende Abgrenzung der drei Abschnitte des Kohlengebirges ist die von Delafond in seiner Monographie des Beckens angenommene. In etwas anderer Weise hatte früher Burat die Einteilung zwar ebenfalls in drei Gruppen, aber von etwas anderm Umfange durchgeführt. Burat zieht die oberen Flötze der mittleren Gruppe (Monceau usw.) mit 8—20 m Kohle noch zu seiner oberen Gruppe. Dadurch erhält diese natürlich einen erheblich größeren Kohlenreichtum, als ihn die obere Abteilung bei Delafond aufzuweisen hat. Die mittlere Gruppe dehnt Burat weiter nach unten aus, so daß sie trotz des Ausscheidens der obersten Flötze, eine Mächtigkeit von über 500 m erreicht (gegen 350 m bei Delafond). Damit gelangen die Flötze im Liegenden von Flötz 4 — also aus Delafonds unterer Abteilung — noch in die mittlere Gruppe, während die untere Abteilung, nach Burat, nun völlig flötzleer bleibt.

In allen drei Abteilungen ist die Entwickelung im einzelnen eine so unbeständige, daß eine sichere Parallelisierung dieser so verschiedenartig ausgebildeten Vorkommen und die Aufstellung eines einheitlichen Profiles unter diesen Verhältnissen so gut wie ausgeschlossen erscheint. An Stelle einer zusammenfassenden Darstellung muß daher die Beschreibung der einzelnen Vorkommen in den Hauptdistrikten treten.

Zunächst betrachten wir den Karbonstreifen am Südostrande des Beckens, also die Reviere von Blanzy, Montchanin, Longpendu, St. Bérain usw. Am Südwestende beginnend treffen wir in der Gegend von Monmaillot, le Magny, Montceau, Blancy ziemlich regelmäßige Verhältnisse. Hier sind vor allen Dingen die Flötze der Hauptgruppe in einer als typisch anzusehenden Weise entwickelt (Fig. 74). Sie bilden einen, wenn auch durch untergeordnete Faltungen und einige Störungen —

streichende wie querschlägige — mehrfach unterbrochenen, so doch im wesentlichen einheitlichen Zug. Das Streichen geht, von kleineren Biegungen abgesehen, im großen und ganzen parallel dem Rande des Beckens. Unter den Störungen sind namentlich zwei von größerer Bedeutung, die diesen Teil des Beckens ungefähr im Streichen — in der Richtung von SW nach NO — durchziehen und so das Kohlengebirge in drei parallele Streifen zerlegen, von denen jedesmal der nordwestlich gelegene abgesunken ist. Die beiden Verwerfungen werden als die faille du pied droit (oder f. du Magny) im Osten, die westliche unzweckmäßigerweise als „faille de l'est" bezeichnet.

Die Hauptflötzgruppe erreicht ihre stärkste Entwickelung im mittleren Teile (Montceau, le Magny, Montmaillot) mit z. T. mächtigen Anschwellungen. Nach beiden Enden, sowohl gegen Nordost wie Südwest, verschwächen sich die Flötze — oft bis zum völligen Verschwin-

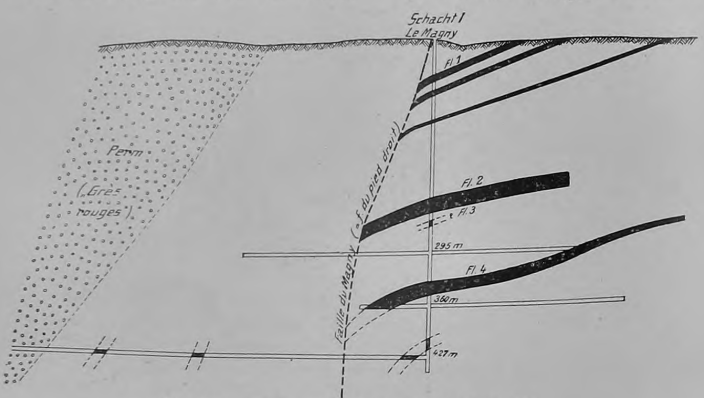


Fig. 74. Profil von Le Magny (n. Delafond).

den. Eine Vorstellung von dem allgemeinen Verhalten mag die nachstehende Übersicht geben.

NO							SW
	Blanzy		Montceau			Montmaillot	Perrecy
			Elisabeth	Eugénie	St. François		
Obere Abteilung						3 Flötze von 1,5—2 m	4 Flötze von 0,8—2,2 m
Mittlere Abteilung (Hauptflötzgruppe)	Fl. 1	2—3 m	1,5 m	2 m	bis 16 m	10 m	kleine Anthrazitflötze, bis 1,5 m
	Fl. 2	ca. 2 m	6,8 m	2,0 m	verschmolzen bis zu 50 m	10 m	30 m
	Fl. 3	—	5,0 m	2,5 m		—	—
	Fl. 4	—	—	—	bis 20 m	—	—

Eine gewisse regelmäßige Änderung ist auch in der Richtung des Einfallens der Flötze zu beobachten, in der Weise, daß die Mächtigkeit am Ausgehenden, also nach dem Rande des Beckens, zum Granit hin am geringsten ist. Hier verschwinden die Flötze oft völlig. Es bildet sich auf diese Weise eine sterile Randzone von 1500—1800 m Breite aus. Im Einfallen, also nach der Tiefe und nach dem Inneren des Beckens zu, gewinnen die Flötze an Mächtigkeit. Hierauf beruht z. B. der auffallende Unterschied zwischen den Schächten Ste. Élisabeth und Ste. Eugénie in vorstehender Tabelle, indem der erstere, weiter nach dem Inneren des Beckens angesetzt, die Flötze weiter nach dem Einfallen zu, also in größerer Tiefe erschlossen hat. Bemerkenswert ist die Verschmelzung von Flötz 2 und 3 auf Schacht St. François. Beide Flötze bilden hier zusammen mit den „souscouches“ — eigentlich ein einziges, durch Mittel („barres“) in mehrere Bänke geteiltes, riesiges Flötz von ca. 50 m Mächtigkeit.

Ganz andere Verhältnisse finden wir in der streichenden Fortsetzung in Nordosten des Revieres, wo namentlich die beiden Kon-

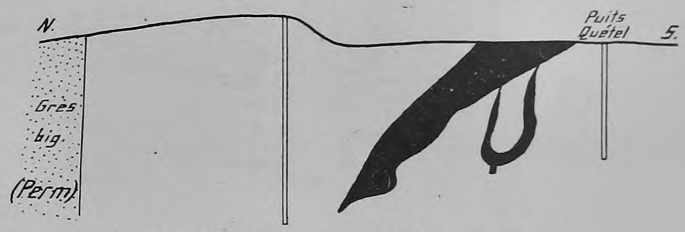


Fig. 75. Kohlenmassen von Montchanin (n. Burat).

zessionen Montchanin und Longpendu wichtige Aufschlüsse geliefert haben. Eine Zone mit sehr unregelmäßigen, gestörten Verhältnissen trennt dieses Revier von dem von Blanzy. Diese Störungen erreichen gewissermaßen einen Höhepunkt im Felde von Montchanin. Sie bewirken, daß hier statt eigentlicher Flötze regellose Kohlenmassen auftreten, die örtlich zu ganz abnormen Mächtigkeiten anschwellen, um nach kurzem Verlaufe nach allen Richtungen — im Streichen wie im Einfallen — sich rasch zu verschwächen und bald völlig auszukeilen. Das typischste Beispiel hierfür ist die berühmte Kohlenmasse im Schachte Quétel auf Montchanin, die nicht weniger als 60 m Mächtigkeit erreicht, aber schon in etwa 100 m Tiefe völlig auskeilt (s. Fig. 75). Sie wird begleitet von mehreren kleineren, aber ähnlich unregelmäßig gestalteten Massen.

Im scharfen Gegensatz hierzu trifft man in dem nordöstlich angrenzenden Felde von Longpendu wieder ziemlich regelmäßig ausgebildete Flötze (s. Fig. 76), deren ganzes Verhalten an den Bau der Flötzgruppe von Blanzy, Montceau usw. erinnert. Im ganzen zählt man hier 7 Flötze, nämlich eine Hauptgruppe von 5 nahe beisammen liegenden (in etwa

80 m Gebirge) Flötzen, die im Hangenden wie im Liegenden in 100 bezw. 130 m Abstand von je einem einzelnen Flötze begleitet werden.

Eine Längsverwerfung („faille médiane") trennt die beiden so verschieden gebauten Distrikte von Montchanin und Longpendu.

Es erscheint zunächst ziemlich aussichtslos, die stratigraphischen Beziehungen der drei völlig abweichend gebauten und durch Störungszonen getrennten Gebiete von Monteeau-Blanzy, Montchanin und Longpendu festzustellen, namentlich scheinen die regellosen Kohlenmassen von Montchanin jeder Parallelisierung mit den besser individualisierten Flötzen im Südwesten und Nordosten zu spotten. Was zunächst die

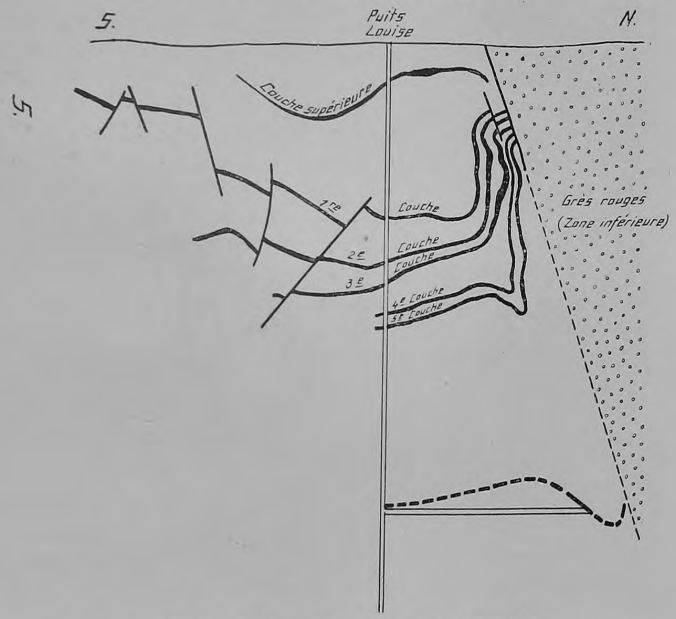


Fig. 76. Profil von Longpendu (n. Delafond).

beiden letzten Gebiete betrifft, so kommt Delafond, allerdings auf Grund eben nicht sehr beweiskräftiger Indizien, zu dem Schlusse, daß das oberste Flötz von Longpendu mit 3—4 m mittlerer Mächtigkeit dem Flötz 1 von Montceau entspricht. Die mittlere Gruppe von Longpendu (Flötz 1—5) soll in ihrer Gesamtheit das mächtige Flötz 2 (? und 3) von Montceau repräsentieren. Flötz 4 von Montceau wäre dann durch das einzelne Flötz im Liegenden dieser Gruppe vertreten. Vielleicht noch problematischer als dieser immerhin auf gewisse Analogien in der Ausbildung gestützte Vergleich erscheint die Parallelisierung der mittleren Gruppe (Montchanin) mit den Nachbarrevieren. Lange Zeit hielt man die große Masse von Montchanin und ihre Begleiter für Vertreter

einer höheren, über den Flötzen von Longpendu liegenden Gruppe. Der aus dieser Anschauung heraus unternommene Versuch, die Fortsetzung der Flötzgruppe von Longpendu im Liegenden der Masse von Schacht Quétel durch einen besonderen Schacht (St. Vincent) aufzuschließen blieb indessen ergebnislos. Hieraus schließt Delafond, daß die Voraussetzung, die Masse von Montchanin stelle einen höheren Horizont dar, falsch sein müsse, daß vielmehr diese Masse selbst der Vertreter der Gruppe von Longpendu sei. Durch Anschwellen der Zwischenmittel in der Richtung nach Nordosten würde diese große Masse in einzelne Flötze — eben die Gruppe von Longpendu — aufgelöst. Ist diese Annahme richtig, so würde daraus weiter nach dem vorher ausgeführten folgen, daß auch die Hauptflötzgruppe von Montceau und Blancy in demselben Verhältnis zu der Masse von Quétel-Montchanin steht, daß also alle drei Vorkommen denselben Flötzhorizont darstellen würden. Ein gewisses Analogon zu der großen Masse von Montchanin würde im Südwesten in der erwähnten Vereinigung von Flötz 2 und 3 zu einer mehr oder weniger einheitlichen, bis 50 mächtigen Bildung gefunden werden können. Wie weit diese Deutung zutrifft, muß hier unentschieden bleiben. Bei den hervorgehobenen großen Schwierigkeiten der Parallelisierung kann jeder derartige Versuch nur zu sehr unsichern Ergebnissen führen. Speziell wird man das Fehlen einer tieferen Flötzgruppe unter der großen Masse von Montchanin wohl nicht als entscheidend gelten lassen können, da wir ja gesehen haben, wie leicht und rasch an einer Stelle wohl entwickelte Flötze im Fortstreichen völlig verschwinden.

Zur Vervollständigung des Gesamtbildes bleibt noch zu erwähnen, daß die Flötze von Longpendu nach Nordosten ihre Fortsetzung in den anstoßenden Konzessionen „les Fauches“ und „St. Bérain“ noch auf weitere 15 km streichender Länge finden, allerdings in sehr verschwächter Ausbildung, so daß von 4 oder 5 Flötzen von meist 1—3 m Mächtigkeit für gewöhnlich nur eins oder zwei bauwürdig sind.

Beschaffenheit der Kohle[1]). Überwiegend sind am ganzen Südrande des Beckens die sehr gasreichen Kohlensorten mit über 30 bis nahezu 50 % flüchtiger Bestandteile. Diese herrschen namentlich im Nordosten (Montchanin usw.). Nach Südwesten nimmt der Gasgehalt ab, so daß im Felde von Perrecy nur noch Magerkohlen (unter 18 %) gefördert werden. Der Übergang von den Gaskohlen zu Magerkohlen erfolgt in der Gegend von Blanzy und le Magny. Bemerkenswert ist dabei, daß sich diese Veränderung außerordentlich schnell vollzieht. So fällt im Felde von le Magny auf eine streichende Länge von wenig über 500 m der Gasgehalt um 20 %, von 38—39 % auf 18 %. Die Folge davon ist, daß die mittleren Sorten so gut wie ganz fehlen. Außer dieser Änderung im Streichen findet eine solche auch nach dem Ein-

[1]) Estaunié, Des diverses variétés de houille du département Saône-et-Loire. Ann. des Mines, 5. Ser., I. 1860.

fallen statt und zwar im Sinne einer Abnahme des Gasgehaltes nach der Tiefe zu. Beispielsweise zeigen auf Montceau dieselben Flötze, die in den oberen Sohlen 40—49 % flüchtige Bestandteile haben, in größerer Tiefe nur noch 33—45 %.

Der Anteil der beiden Hauptsorten stellt sich für das ganze Becken (einschließlich le Creusot) wie folgt:

Gaskohlen (über 30 % flücht. Bestandteile) 75 % der Förderung
Magerkohlen (unter 18 % „ „ 25 % „ „

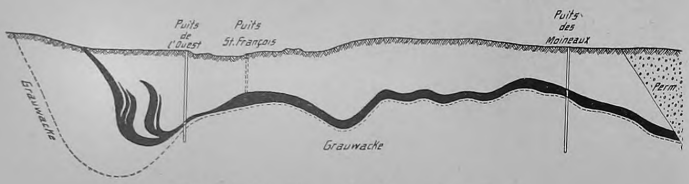


Fig. 77. Profil von Le Creusot (n. Burat).

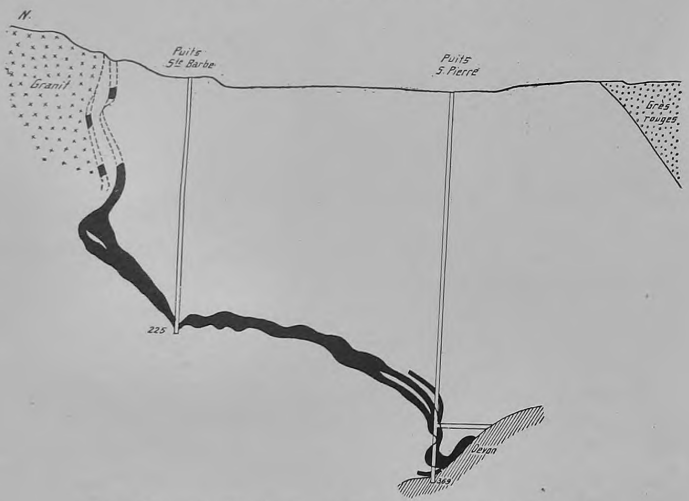


Fig. 78. „Grande Couche“ von Le Creusot (n. Delafond).

Nordwestrand des Beckens. Hier finden wir, wie früher ausgeführt, statt einer zusammenhängenden größeren Ablagerung eine Reihe kleinerer bis kleinster Vorkommen von Kohlengebirge längs der Grenze von Perm und Grundgebirge aufgereiht. Es sind die Vorkommen von le Creusot, Petits Chateaux, Pully und Grandchamp. Ihre Lage und Ausbildung ist im wesentlichen bei allen eine ziemlich übereinstimmende. Eine etwas reichere Entwickelung stellt sich nur in den Einbuchtungen der Granitgrenze ein (Grandchamp, le Creusot), sei es daß die Ablagerungen hier in geschützter Lage vor späterer Zerstörung

bewahrt blieben, oder daß sie vielleicht in diesen ursprünglich schon vorhandenen Buchten des Grundgebirges von Anfang an zu reichlicherer Ausbildung Raum fanden. Vielleicht haben beide Umstände zu dem heutigen Zustande beigetragen.

Die Schichten pflegen sich mit ziemlich steilem Einfallen dem granitischen Rande des Beckens vorzulagern, um nach dem Innern zu in flachere Lagerung überzugehen, oft unter wellenförmiger Faltung mit einer wechselnden Zahl meist flacher Sättel und Mulden. Gewöhnlich ist ein Hauptflötz vorhanden, das von einer Anzahl schwächerer begleitet wird. Die Verhältnisse der kleinen Spezialbecken von Grandchamp und Petits châteaux (siehe Fig. 79 u. 80) geben eine gute Vorstellung von der typischen Ausbildung dieser Vorkommen. Ursprüngliche Verschiedenheit dieser Ablagerung und nachträgliche Zusammenpressung durch tektonische Vorgänge bringen auch hier stellenweise Kohlenaufhäufungen von beträchtlicher Mächtigkeit zuwege.

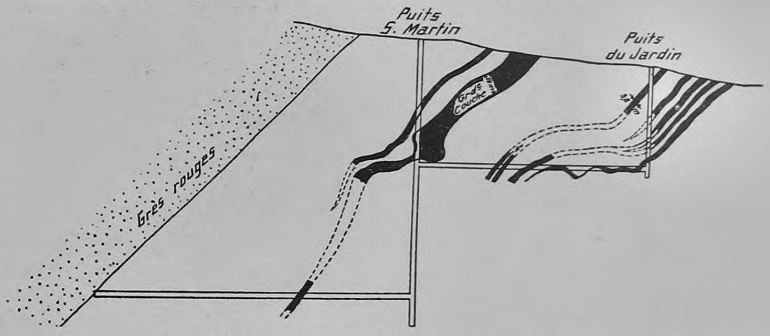


Fig. 79. Profil von Grandchamp (n. Delafond).

Eine nennenswerte praktische Bedeutung hat allein das Becken von le Creusot. Die Kohlengebirgsschichten füllen hier eine besonders tiefe Bucht des Grundgebirges aus, die an ihrer Mündung, wo das Karbon durch die diskordante Überlagerung des Rotliegenden abgeschnitten wird, eine Breite von etwa 3 km besitzt. Wie schon erwähnt ruht hier das Karbon nicht direkt dem granitischen Untergrunde auf, sondern es schiebt sich dazwischen auf dem größeren Teile des äußeren Umfanges der erwähnten Bucht die wahrscheinlich devonische „Grauwacke“ ein.

Das Hauptflötz begleitet in ziemlich gleichförmigem Abstand den Nordrand des Karbonbusens. Das Profil Fig. 77 zeigt das eigentümliche Verhalten dieses Flötzes, das in dem zusammengestauchten Teile bis zu 30 m Mächtigkeit erreicht.

Im Hangenden wird es stellenweise von einigen weiteren Flötzen begleitet die jedoch keine Bedeutung haben.

Bezüglich der Beschaffenheit der Kohle zeigt sich hier ein ähnliches Verhalten wie am Südrande, nämlich eine Abnahme des Gas-

gehaltes vom Ausgehenden nach der Tiefe zu. Es lassen sich danach innerhalb des Flötzes unterscheiden; 1. Eine obere Zone mit einem Gasgehalt von 20—26 % (Fettkohlen — „gras") etwa bis zur Tiefe von 100—120 m. 2. von hier abwärts, etwa bis 220 m eine Zone der halbfetten Kohlen mit 16—20 %, und darunter 3. die Magerkohlenzone mit 12—16 % Gasgehalt.

Das stratigraphische Niveau der Flötzgruppe von le Creusot soll als oberstes Stéfanien den oberen Flötzen von Montceau entsprechen. Funde von Walchia deuten jedenfalls auf enge Beziehungen zum Perm, wenn man die Schichten nicht schon ganz diesem zurechnen will.

Becken von Bert. Es handelt sich hier, dem früher Ausgeführten zufolge, nicht um ein selbständiges Becken, sondern nur um einen

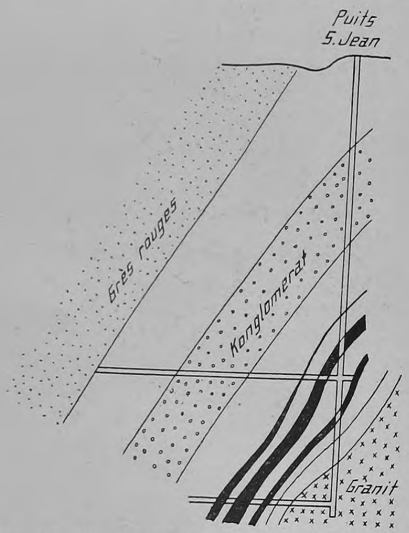


Fig. 80. Profil von Petits-Châteaux (n. Delafond).

Anhängsel oder Ausläufer des Beckens von Blanzy und le Creusot. Die flötzführende Serie gehört, wie ebenfalls schon erörtert, wahrscheinlich dem Perm an[1]). Sie hat eine Mächtigkeit von etwa 1000 bis über 1500 m und besteht aus einer oberen und einer unteren vorwiegend schiefrigen Abteilung die durch eine mächtige, die Mitte der Formation einnehmende Sandstein- und Konglomeratzone getrennt werden. Kohlenflötze sind allein in den beiden Schieferzonen entwickelt.

Die untere Abteilung ist etwa 200 m mächtig und besteht an der Basis aus Konglomeraten, darüber folgen die Schiefer, die nur ein kleines, unbauwürdiges Flötz umschließen. Die mittlere Abteilung der

[1]) Auf der Übersichtskarte, Fig. 71, ist dieser Bezirk der älteren Anschauung entsprechend als Karbon dargestellt.

Sandsteine und Konglomerate ist weitaus die mächtigste, sie erreicht 600—800 m, ist jedoch völlig steril. Bauwürdige Flötze enthält nur die obere Abteilung. Ihre Mächtigkeit beträgt 300—400 m, darin lassen sich drei Flötzhorizonte unterscheiden. Die Flötzgruppe im oberen Teile wird als die der „couche du Plateau" (nach dem Schacht Puits du plateau) bezeichnet. Sie besteht aus drei nahe bei einander liegenden Flötzen. Die beiden oberen: Veine du toit mit 1,0—1,2 m, und veine intermédiaire mit ca. 3 m sind bereits abgebaut, es kommt somit nur noch das tiefste Flötz der Gruppe, die veine du mur von nur 0,8 m in Betracht.

Die tieferen Flötze sind auf dem Puits des Mandins erschlossen und werden nach ihm benannt. Ein einzelnes Flötz, Nr. 2, ist ohne Bedeutung. In seinem Liegenden folgt mit 60 m Abstand die tiefste Gruppe, bestehend aus den beiden Flötzen Nr. 3 von 1 m und Nr. 4 von 0,7—0,8 m. Auf ihnen beruht gegenwärtig die Produktion dieses Distriktes. Sie betrug im Jahre 1900 — 55000 t, 1910 — 34000 t. 1911 — 47500 t. Die Kohle ist außerordentlich gasreich — mit 45 % flüchtiger Bestandteile — und hat einen hohen Aschengehalt.

C. Das Becken von Autun und Épinac[1]).

Mit dem soeben betrachteten Becken von Blanzy und le Creusot weist dieses große Ähnlichkeit auf, so daß es fast wie eine wenig veränderte Wiederholung derselben geologischen Verhältnisse erscheint. Gleich jenem liegt es eingebettet in Granit und alte Schiefergesteine, Porphyre und dergl., deren Höhen das tiefer liegende Kohlenbecken rings einschließen. Ausgefüllt ist diese Einsenkung hier wie dort vorwiegend von permischen Ablagerungen, unter denen am Rande die Kohlengebirgsschichten auftauchen, meist nur einen schmalen Saum bildend (siehe die Karte Fig. 81). Eine etwas größere Flächenentwickelung erreicht das Karbon nur am Ostrande des Beckens bei Épinac. Hier füllt es eine Ausbuchtung des Grundgebirges — einen Golf — der sich mit dem von le Creusot vergleichen läßt. Hier liegt auch der Schwerpunkt der Kohlengewinnung des ganzen Beckens. An seinem Südrande bildet das Kohlengebirge zwar — wie in dem südlichen Parallelbecken — einen zusammenhängenden Saum, in dessen Mitte etwa Autun gelegen ist, doch ist dieser Streifen im Gegensatz zu dem Kohlenreichtum der entsprechenden Zone in Blanzy usw., so gut wie unproduktiv. Dieser schmale Karbonsaum umzieht noch das Westende des Beckens und setzt sich auch noch einige Kilometer auf dem Nordrande fort, dann wird er durch überlagerndes Perm abgeschnitten und es treten an dem größten Teile des Nordrandes nur noch vereinzelte, ganz kleine Partien vom Kohlengebirge zu Tage. Die ungleiche Ver-

[1]) Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac I. Delafond: Stratigraphie II. Zeiller: Flore fossile. Nougarède: Formation houillère d'Epinac. Bull. soc. géol. de France. Ser. 3. **16**. 1888. S. 1011.

breitung von Karbon und Perm zeigt, daß das letztere in übergreifender Lagerung das Karbon bedeckt, wenn auch im Inneren eine eigentliche Diskordanz in der Aufeinanderfolge der Schichten meist nicht erkennbar ist.

Durch den umlaufenden, nur am Nordrande unterbrochenen Schichtenbau erscheint das Becken — im Gegensatz zu dem von Creuzot-Blanzy — ringsum geschlossen. Seine Länge beträgt von Westen nach Osten etwas über 30 km, die Breite erreicht in der Mitte 12 km, die Form ist ziemlich regelmäßig elliptisch.

Der tektonische Bau ist überaus einfach. In dieser Beziehung stellt sich das Becken im wesentlichen als einfache, unsymmetrische Mulde dar mit stark aufgerichtetem Südrande und mäßig geneigtem

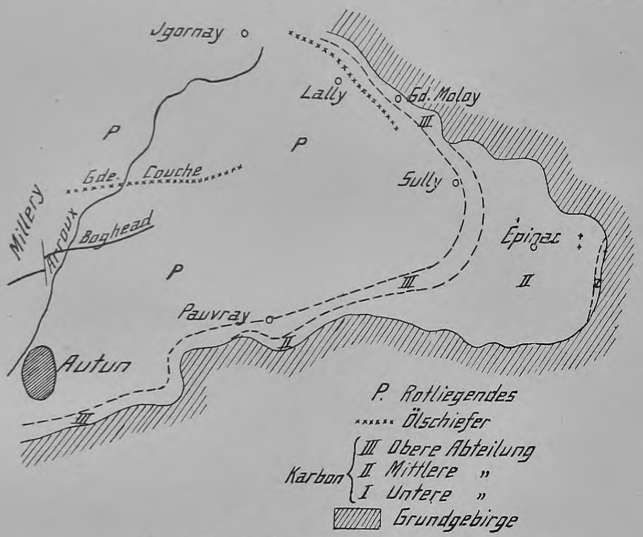


Fig. 81. Das Becken von Autun und Épinac.

Nordflügel. Die vorhandenen und bekannten Störungen haben auf die Gesamtform des Beckens keinen wesentlichen Einfluß.

Trotz des großen Areals, das die karbonisch-permischen Ablagerungen bedecken, kommt für die Ausbeutung nur ein räumlich sehr eng begrenzter Bezirk, das eigentliche Revier von Épinac am Ostende des Beckens in Betracht und es erscheint sehr fraglich, ob und wie weit etwa in späteren Zeiten eine Ausdehnung des Bergbaus nach den inneren Teilen, westlich von Epinac möglich sein wird. Es kommt hier nicht nur die große Mächtigkeit des vorwiegend permischen Deckgebirges — Jura ist nur im Zentrum des Beckens in geringer Ausdehnung vorhanden — als erschwerend in Betracht, sondern mehr noch die voraussichtliche Verschwächung und Verschlechterung der Flötze nach dem

Inneren zu. Die Zukunftsaussichten des Beckens von Autun und Épinac müssen daher als sehr unsicher bezeichnet werden.

Stratigraphie. Das Karbon zerfällt im Becken von Autun-Épinac in drei deutlich geschiedene Abteilungen: 1. eine untere, wesentlich schieferige mit bauwürdigen Kohlenflötzen. Dieser Abteilung gehören die Flötze von Épinac an. Sie ist somit die wichtigste des ganzen Beckens. Darüber folgt 2. eine mächtige flötzleere Zone, wesentlich aus Sandsteinen und Konglomeraten bestehend. Diese wird ihrerseits überlagert von 3. einer wiederum mehr schieferigen Zone mit schwachen Kohlenflötzen, die namentlich in den Konzessionen Grand Moloy am Nordrande und Sully am Südrande entwickelt sind.

Von diesen drei Stufen transgrediert jedesmal die höhere über die vorhergehende; daher kommt es auch, daß ihre Verbreitung nicht ganz gleichförmig ist. Nur am Ostrande des Beckens, bei Épinac finden wir alle drei in regelmäßiger Aufeinanderfolge. Die unterste Etage tritt hier nur in einer Längserstreckung von $1^1/_2$ km als schmaler Saum unmittelbar am Ostrande zutage. Nach Westen hin wird sie sowohl am Nordrande wie am Südrande bald von der sich weit ausbreitenden mittleren Abteilung überdeckt, die ihrerseits noch weiter westlich von der obersten Stufe übergreifend bedeckt wird. So kommt es, daß der Reihe nach von Osten nach Westen erst die untere, dann die mittlere und zuletzt die obere Abteilung unmittelbar dem Granit auflagert (s. die Karte Fig. 81).

Die Mächtigkeit der unteren Abteilung ist gering. Sie bewegt sich zwischen 50 und 120 m. In der Zusammensetzung herrschen feinkörnige Sandsteine mit Schieferzonen, die die Kohlenflötze einschließen. Die flötzführende Zone beschränkt sich auf ein Gebirgsmittel von 10 bis 50 m Stärke. Nach der Flora nimmt diese Abteilung, zufolge Grand' Eury, ein ziemlich tiefes Niveau ein, entsprechend dem Mittel zwischen den Flötzen von Rive de Gier und St. Étienne, oder der „Étage des Cevennes". Hierin liegt also ein wesentlicher Unterschied gegen das Becken von Blanzy und le Creuzot, wo so tiefe Schichten nicht bekannt sind.

Die mittlere Abteilung beginnt unmittelbar über der flötzführenden Gruppe mit einem ziemlich konstanten Konglomerat, von 5—6 m Mächtigkeit. In der Zusammensetzung herrschen Sandsteine und Konglomerate. Letztere sind namentlich am Südrande stark entwickelt, wo sie sich aus mächtigen Granitblöcken des Untergrundes zusammensetzen, die eine Größe von mehreren Kubikmetern erreichen. Am Nordrande ändert sich mit der Natur des Untergrundes auch die der klastischen Sedimente dieser Stufe; an die Stelle des Granites treten in der Umrandung des Beckens kristalline Schiefer und Eruptivgesteine (Porphyre) und deren Tuffe. Daher fehlen in den Konglomeraten die groben Blöcke, sie werden kleinstückiger und gehen in Sandstein und selbst schieferige Sedimente über. Diese Abteilung ist bei weitem die mächtigste. Sie erreicht nicht weniger als 1000—1200 m, wenn auch die Mächtigkeit

der wechselnden Zusammensetzung entsprechend keineswegs konstant sein dürfte. Bauwürdige Flötze sind darin nicht vorhanden. Pflanzenreste sind nur aus den obersten Schichten bekannt und schließen sich eng dem Florencharakter der folgenden Abteilung an.

3. Die obere Abteilung besteht gleich der unteren wieder vorwiegend aus feinkörnigen Sandsteinen und Schiefern mit Kohlenflötzen. Die letzteren haben zwar zu drei Konzessionen (Grand Moloy, Sully, Pauvray) und einer ganzen Reihe von Bergbauversuchen Anlaß gegeben, die aber nirgends zu einer nachhaltigen und lohnenden Gewinnung geführt haben. Es ist diese Stufe, die, abgesehen von der Unterbrechung im Norden, fast das ganze Becken als schmaler Saum in nahezu gleichbleibender Entwickelung umzieht. Ihre Mächtigkeit ist wie die der unteren Stufe gering und kann auf 100—150 m veranschlagt werden.

Grand' Eury weist der Flötzzone von Gd. Moloy auf Grund ihrer Flora eine stratigraphische Stellung an der oberen Grenze des Karbons, in der Calamodendronstufe an.

Die Flötze dieser Stufe, meist 2—3, zuweilen auch 4, sind zeitweilig auch Gegenstand des Bergbaus gewesen, haben jedoch heute jede Bedeutung verloren. Es genüge daher, mit wenigen Worten die relativ wichtigsten dieser Vorkommen, deren Interesse somit nur noch ein geologisches und historisches sein kann, kurz anzuführen.

a) In Gd. Moloy hatte man zwei Flötze, von denen das obere mit 1,3—1,5 m in seiner günstigsten Entwickelung längere Zeit (1829 bis 1876) gebaut wurde. Das wenig tiefer liegende zweite Flötz erreichte nur 0,7 m bei geringer Qualität und erwies sich als nicht bauwürdig. Stellenweise (Schacht Petit Moloy) stieg die Zahl der Flötze auf vier.

b) Im Felde von Sully wurden im Maximum drei Flötze erschlossen, von denen das obere 1,2 m, das mittlere 1,0 m, das untere 0,6 m maß. Bauwürdig war nur das mittlere Flötz und wurde trotz mannigfacher Störungen und Verdrückungen auf größere Erstreckung untersucht und teilweise, aber mit wenig befriedigendem Erfolge, abgebaut.

c) Weiter wurde diese Flötzgruppe am ganzen Südrande entlang — in Pauvray, Autun usw. — und über den westlichen Teil des Beckens verfolgt. In Autun (St. Blaize) wurde das obere Flötz sogar in der ziemlich ansehnlichen Mächtigkeit von 1,5—2,2 m einschließlich der Mittel in größerer Ausdehnung untersucht, doch hat ein dauernder Bergbau auf diese Vorkommen nicht begründet werden können.

Die Kohlen dieser Stufe waren fast durchweg sehr gasreich, mit 40—50% flüchtiger Bestandteile (nur auf St. Blaize soll Kokekohle mit ca. 28% gefunden sein) und zeigten vielfach starke Schlagwetterentwickelung.

Das Perm (Rotliegende), das, wie gesagt, den größten Teil des ganzen Beckens einnimmt, gliedert sich ähnlich wie im Becken von le Creusot in zwei Hauptabschnitte: eine untere wesentlich schieferige Abteilung (Autunien) und eine obere, vorwiegend sandige („grès rouges“,

Saxonien). Das Stärkeverhältnis beider ist jedoch das umgekehrte wie in dem südlichen Nachbarbecken, während dort die obere Abteilung der roten und bunten Sandsteine herrschend war, spielen diese in unserem Becken nur eine untergeordnete Rolle. Um so mächtiger und vollständiger ist hier die untere, schieferige Abteilung entwickelt, für deren Ausbildung dieses Becken, wie schon der Name besagt, den Typus darstellt. Die Abteilung erlangt hier zugleich eine gewisse praktische Bedeutung durch die reichliche Entwickelung der bituminösen Schiefer, die hier vielfach Gegenstand des Bergbaus sind und zu besonderen Verleihungen — namentlich im Inneren des Beckens bei Autun und an seinem Nordrande bei Igornay — westlich von Gd. Moloy — Anlaß gegeben haben. Diese Schiefer liefern bei der Destillation einen Ertrag von 4—7 % Rohöl.

Außer Ölschiefern enthält diese Stufe auch Kohlenflötze, deren Bedeutung jedoch sehr zurücktritt.

Geologisch-paläontologisch bieten diese Schichten ein besonderes Interesse durch ihren Reichtum an wohlerhaltenen Versteinerungen, wozu neben den Pflanzenresten namentlich Wirbeltiere — Fische und Amphibien — gehören.

Die untere Abteilung, das Autunien, zerfällt wieder in drei Stufen, die sich zueinander ähnlich verhalten wie die drei Abteilungen des Karbons, nämlich je eine schieferige, vielfach bituminöse Gruppe im Liegenden und Hangenden, die durch eine mittlere Sandsteinzone getrennt werden, wie das nachstehende Schema zeigt:

3. Stufe von Millery, vorwiegend Schiefer, darunter mehrere schwache Ölschieferlagen, und ein dünnes Flötz von Bogheadkohle ca. 400 m

2. Stufe von Comaille-Chambois, vorwiegend Sandsteine, an der Basis das Hauptölschieferflötz („Grande couche"), außerdem mehrere kleine Schieferflötze und ein unbedeutendes Kohlenflötz ? 300—350 m

1. Stufe von Igornay-Lally, im unteren Teile Schiefer, z. T. bituminös, darüber Sandsteine und Konglomerate, z. T. mit Ölschiefern; untergeordnet treten auch dolomitische Kalke auf ca. 400—500 m

Dem paläontologischen Inhalte nach ist dieser Schichtenkomplex als unterstes Perm zu betrachten. Die Stufe von Igornay-Lally führt zwar noch zahlreiche karbonische Pflanzentypen, doch ist sie so eng mit den höheren Abteilungen, in denen die charakteristischen Formen des Rotliegenden (Callipteris conferta, Taeniopteris multinervis) auftreten, verknüpft, daß man sie nicht wohl durch eine Formationsgrenze davon trennen kann.

In Kürze sei hier noch über die Verteilung der Ölschiefer und Kohlenflötze berichtet. Die Ölschiefer der unteren Stufe (Igornay Lally) sind hauptsächlich am Nordrande des Beckens entwickelt. Auf Igornay hat man drei Schieferlagen ausgebeutet, deren Mächtigkeit von oben nach unten 3—3,5, 1,5—1,8 und 2 m beträgt. Die Ölausbeute in diesem Komplex war ziemlich gering, sie bewegte sich zwischen 3,75 % beim tiefsten und 4,5 % beim obersten Flötz. Auf Lally wurde zeitweilig auch ein höheres Flötz dieser Etage von etwa 3 m Stärke mit 4,5 % Ölausbringen gewonnen.

Das wichtigste Ölflötz — die „grande couche" — liegt an der Basis der mittleren Etage (Comaille-Chambois). Seine Mächtigkeit ist etwa $2^1/_2$—3 m. Das Ölausbringen steigt in den reichsten Lagen auf 8—9 % und beträgt im Durchschnitt des ganzen Flötzes etwa 6 %. Der obere Teil dieser Stufe enthält auch einige unbedeutende Kohlenflötze, die in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, und auch später noch zu Abbauversuchen Anlaß gegeben haben, die jedoch verlustreich für die Unternehmer waren.

Die obere Abteilung (Millery) enthält ein interessantes Vorkommen von Boghead, das trotz der geringen Mächtigkeit des Flötzes von nur etwa 25 cm abgebaut wird und ein geschätztes Material für Leuchtgasdarstellung liefert[1]) (1 Kubikmeter Boghead gibt etwa 500 Kubikmeter Gas von hoher Leuchtkraft).

Das obere Rotliegende, die roten Sandsteine (Grès rouges, Saxonien) spielt, wie erwähnt, nur eine untergeordnete Rolle. Es ist nur in einem beschränkten Raume im südlichen Teile des Beckens zwischen Autun und Épinac vorhanden. Seine Mächtigkeit dürfte kaum 200 m übersteigen.

Das Flötzvorkommen von Épinac. Dieses ist, wie gesagt, das einzige, das gegenwärtig noch eine etwas größere Bedeutung hat. Die Förderung hält sich seit längerer Zeit auf gleicher Höhe und zeigt sogar in den letzten Jahren eine Steigerung, wie die folgenden Zahlen erkennen lassen.

1906	1907	1908	1909	1910	1911
Tonnen					
157 000	158 000	159 000	161 000	174 000	191 000

Die Produktion früherer Jahrzehnte zugleich mit den anderen Mineralprodukten des Beckens möge die folgende Übersicht veranschaulichen:

	Kohle	Ölschiefer	Boghead
1860	156 000	45 000	—
1869	156 000	113 000	1 100
1875	135 000	93 000	2 500
1880	131 000	98 000	2 900
1875	111 000	115 500	4 200
1890	126 000	—	—
1895	119 000	—	ca. 12 000
1900	116 000	—	—

Das Vorkommen gehört der unteren Abteilung des Karbons an und liegt nahe über dem Grundgebirge. Es besteht im wesentlichen aus einem Hauptflötz, das sich durch Einschaltung von Zwischenmitteln nach dem Inneren des Beckens zu in mehrere Trümmer zerschlägt, die als besondere Flötze (Nr. 1, 2, 3, 4) gezählt werden. Das Hauptflötz geht am Ostrande der Bucht von Épinac zu Tage und senkt sich von

[1]) Die chemische Zusammensetzung zeigt: C 80 %, H 10 %, O—N 10 %, dabei ein sehr hoher Aschengehalt von 35—48 %.

hier nach dem Inneren unter schwach wellenförmigen Biegungen mit einer durchschnittlichen Neigung von etwa 30°.

Am Ostrande, in der Nähe des Ausgehenden, hat das hier noch einheitliche Flötz eine Mächtigkeit von 8—10 m. Schon in geringer Entfernung vom Rande zweigt sich davon ein hangendes Trum ab, das

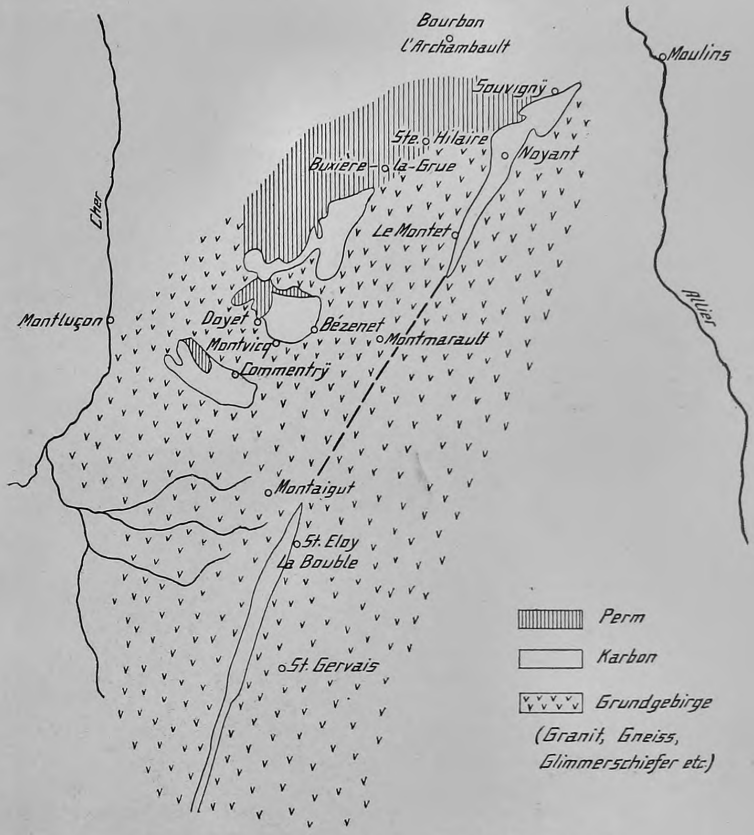


Fig. 82. Becken des Allier-Bezirkes (n. de Launay).

als Flötz 1 bezeichnet wird. Der verbleibende Hauptstamm repräsentiert die Vereinigung der Flötze 2, 3, 4. Bald entsendet dieser ein zweites hangendes Trum: Flötz 2 usf., bis im Inneren der Bucht von Épinac vier, stellenweise sogar fünf getrennte Flötze entwickelt sind. Die Ausbildung und den Kohlenreichtum der vier Hauptflötze veranschaulicht die nachstehende Tabelle.

	Kohle m	Mittel m	Summe m
Flötz 1	0,20 2,25	0,10	2,55
Flötz 2	1,50	—	1,50
Flötz 3	0,90 1,00	0,40	2,30
Flötz 4	0,70 1,20	0,10	2,00
Im ganzen	7,75		

Doch ist die Ausbildung im einzelnen wenig beständig: „l'irrégularité est le caractère dominant des couches d'Épinac" sagt Delafond in dieser Beziehung.

Das Gebiet der Bauwürdigkeit der ganzen Ablagerung ist räumlich eng begrenzt. Im Norden, Westen und Süden wird es noch innerhalb des Golfes von Épinac durch Verdrückungen begrenzt. Ob jenseits dieser Verdrückungszonen nach dem Hauptbecken zu wieder günstigere Verhältnisse eintreten, scheint noch nicht untersucht und ist jedenfalls recht zweifelhaft. Sollte dies nicht der Fall sein, so würde die ganze bauwürdige Fläche noch bei weitem nicht das Areal der Concession Épinac (3435 Hektar) ausfüllen.

Die Beschaffenheit der Kohle ist auch hier durch Abnahme des Gasgehaltes nach der Tiefe gekennzeichnet, so daß in den höheren Zonen Flammkohlen, in mittleren Tiefen backende Kohlen (Kokekohlen), noch tiefer Magerkohlen gewonnen werden. Diese Abhängigkeit des Gasgehaltes von der Tiefe bringt die folgende Tabelle zum Ausdruck:

Tiefe in m	mittlerer Gasgehalt in %
bis 200	29,5
200—300	27,4
300—400	23,5
400—500	21,4
500—600	19
600—650	18

D. Das Becken von Commentry, Montvicq, usw. (Allier)

Das Becken von Commentry[1]) (s. Fig. 82 u. 83) erscheint als eine muldenförmige Einsenkung im kristallinen Grundgebirge des Zentralplateaus von annähernd elliptischer Form, erfüllt mit den Sedimenten der obersten Kohlenformation. Die große Achse des Beckens mißt in der Richtung

[1]) Fayol, Études sur le terrain houiller de Commentry. Bull. de la soc. de l'ind. min., 2e Ser. XV, 1887. — Réunion extraordinaire dans l'Allier. Bull. de la soc. géol. de France, 3e Ser., XVI, 1889. — Stevenson: The coalbasin of Commentry in central France. Annals of the New York Acad. of sciences, XX, 1910.

Südost—Nordwest etwa 9 km, die mittlere Breite beträgt 3 km. Fayol schätzt seine Tiefe auf 700 m, doch hat man im Inneren des Beckens noch nirgends den Boden erreicht. Granit und kristalline Schiefer (Gneis und Glimmerschiefer) bilden die Ränder und jedenfalls auch den Boden des Beckens, und zwar herrscht der Granit auf dem nordwestlichen Teile des Umfanges, während Gneis und Glimmerschiefer das Becken im Norden und Osten umgeben. Beide Hauptgesteine werden von granitischen und dioritischen Gängen verschiedener Ausbildung durchschwärmt. Die hierdurch gegebene Mannigfaltigkeit in dem petrographischen Charakter der Beckenränder war für das Verständnis seiner Ablagerungen von Bedeutung.

Innerhalb des Beckens gehen die Kohlengebirgsschichten fast durchweg frei zu Tage aus oder sind höchstens durch eine dünne Alluvialdecke

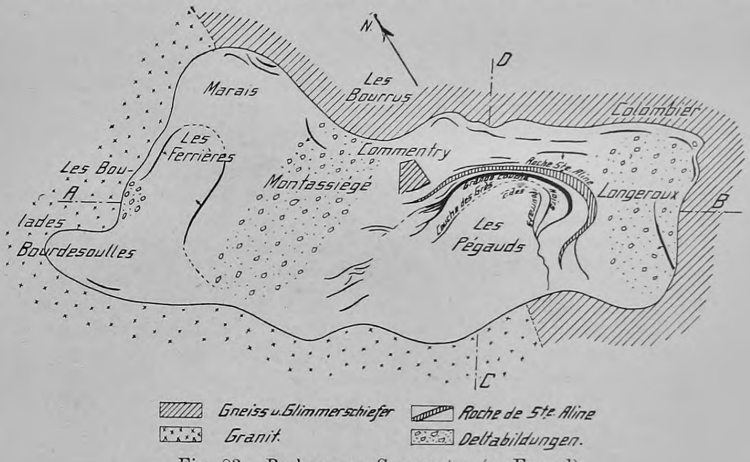


Fig. 83. Becken von Commentry (n. Fayol).

verhüllt. Nur der Nordwestzipfel wird von permischen Ablagerungen bedeckt, deren Mächtigkeit jedoch stets gering bleibt und 40 m nicht übersteigt.

Das Kohlengebirge. In der karbonischen Ausfüllung der vorstehend umschriebenen Mulde machen sich die auch bei anderen Becken des Zentralplateaus (z. B. St. Étienne, Decazeville u. a.) zu beobachtenden Eigentümlichkeiten der limnischen Bildungsweise in besonders ausgesprochener Weise geltend, wodurch gerade diesem Becken ein besonderes Interesse als typischstem Vertreter der ganzen Kategorie zukommt.

In bezug auf die Anordnung der Ablagerungen zeigt sich dies darin, daß statt der gewöhnlichen Übereinanderschichtung im vertikalen Sinne hier die verschiedenen Abteilungen seitlich nebeneinander liegen, so daß man in horizontaler Richtung, in der Längsachse des Beckens, die verschiedenen Stufen an der Oberfläche durchschneidet. In diesem Sinne

unterscheidet Fayol fünf Gesteinszonen, drei aus groben Sedimenten: Blöcken, Konglomeraten u. dgl., gebildete, und damit abwechselnd zwei Zonen feinerer Sedimente: Sandsteine, Schiefer und Kohle. Die drei Geröllzonen oder Streifen sind: die „Zone von Longeroux“ am Südostende des Beckens, die „Zone von Montassiégé“ in der Mitte und die „Zone von Bourdesoulles“ am Nordwestende. Zwischen der Zone von Longeroux und der von Montassiégé liegt der Distrikt „les Pégauds“ mit feinkörnigen Sedimenten und Kohlenflötzen und in entsprechender Weise schiebt sich zwischen Montassiégé und Bourdesoulles der flötzführende Bezirk von „les Ferrières“ ein. Der flötzführende Horizont stellt somit in diesem Becken nicht eine gleichförmig über den älteren Block- und Geröllablagerungen sich ausbreitende Schichtenfolge dar, sondern ist auf zwei getrennte Buchten des ganzen Beckens beschränkt. Sein Verhältnis zu den älteren, meist gröberen Sedimenten ist mehr das der seitlichen Anlagerung als der regelrechten Überlagerung[1]).

Die eigenartigen Verhältnisse im Aufbau des Kohlengebirges bei Commentry führten Fayol zur Aufstellung und Begründung seiner „Delta-Theorie“ zur Erklärung der Bildung dieser Ablagerungen. In ein tiefes, geschlossenes, von hohen Bergen umgebenes Wasserbecken führten Ströme mit kurzem, reißendem Lauf gewaltige Geröll- und Schuttmassen, die sich als Delta im Becken ablagerten und dieses allmählich ausfüllten. Beim Becken von Commentry kamen die Zuflüsse, die — wenigstens im ersten Entwicklungsstadium — wohl mehr den Charakter von Wildbächen als von eigentlichen Flüssen hatten, hauptsächlich von drei Seiten: von Colombier im Osten, von les Bourrus im Norden, von les Boulades im Westen. Die Ausfüllung des Seebeckens mit Sediment erfolgte daher in diesem Falle von beiden Enden, sowie von einem Punkte am Nordufer aus. Von letzterem Punkte schob der hier einmündende Bach von les Bourrus sein Delta quer über die Breite des Sees bis nahe an das Südufer vor (Zone von Montassiégé). Hierdurch wurde der ursprüngliche See in zwei kleinere Wasserbecken von stark eingeschränkter Ausdehnung zerlegt, die den Bezirken von les Pégauds und les Ferrières entsprachen. In entsprechender Weise vollzog sich auch die Zuschüttung des Sees von beiden Enden her durch die Bäche von Colombier und les Boulades. Damit begann das zweite Stadium. Die verschiedenen Zuflüsse erreichten die beiden so stark eingeengten Teilbecken jetzt erst in langsamem Laufe über die fast horizontale Alluvialfläche ihrer Deltaanschüttungen. Sie mußten dabei die Transportkraft für Gerölle und sonstiges gröberes Material einbüßen und vermochten nur noch Sand, Schlamm und dgl. feineres Sediment zu verfrachten und abzulagern. Gleichzeitig hatten diese Ströme auch in ihrem Gebirgslaufe ihre Betten so weit ausgearbeitet, daß ihre Erosionswirkung viel von ihrer anfänglichen Energie verloren hatte und sie nur noch ausnahmsweise — etwa bei ungewöhnlich starkem Hochwasser oder infolge katastrophenartiger Ereignisse, wie sie durch Bergstürze im Flußgebiet verursacht werden können — größere Geröllmassen in Bewegung zu setzen und ev. in das Seebecken zu transportieren vermochten. Hierdurch erklärt sich, daß wir im Gebiet der beiden Restseen von les Pégauds und les Ferrières fast nur noch Sandsteine und Schiefertone neben den Kohlenflötzen finden.

Spezielle Argumente für die Deltanatur der groben Gerölle — in den drei genannten Zonen bilden die petrographische Übereinstimmung der Geröllmateriales mit den in der

---

[1]) Natürlich gilt dies nicht im strengsten Sinne. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sich auch die Geröllschichten der drei genannten Zonen am Boden des Beckens noch eine Strecke weit in dessen Inneres hinein ziehen und so die flötzführenden Stufen oder Zonen wenigstens teilweise unterlagern. Vermutlich aber keilen sie hier bald aus, so daß im großen und ganzen doch die oben angedeutete Auffassung von der Nebenlagerung der beiden Hauptabschnitte zutreffen dürfte.

Umgebung des Beckens anstehenden Gesteinen, die es gestattet, Herkunft und Richtung der einzelnen Wasserläufe zu rekonstruiren, ferner die Unregelmäßigkeit der Ablagerungen, wie sie sich namentlich im schnellen Wechsel der Mächtigkeit und Zusammensetzung ausspricht. Sodann wird auch die Anordnung und Neigung der Schichten, die den Aufschüttungen in einem Flußdelta entsprechen sollen, in diesem Sinne verwertet. Fayol hat seiner Auffassung in dieser Richtung noch eine besondere Stütze verliehen durch systematisch angestellte Experimente über die Bildung solcher Ablagerungen.

Da nun die Kohlenflötze in jeder Beziehung dasselbe Verhalten zeigen, wie die einschließenden Gesteinsschichten, schreibt Fayol auch ihnen die gleiche Bildungsweise zu wie jenen, d. h. er sieht in den Flötzen das Produkt einer durch die Flüsse bewirkten Zusammenschwemmung und Ablagerung von Pflanzenmaterial, das außerhalb des Beckens gebildet, nicht an Ort und Stelle gewachsen wäre. Damit ist Fayol der Hauptbegründer und Verteidiger der allochthonen Bildungsweise der Kohlenflötze geworden, und das Becken von Commentry erscheint als der Typus einer ganzen Klasse von Ablagerungen.

Namentlich unter den französischen Geologen und Bergingenieuren haben seine glänzenden, überaus gründlichen Untersuchungen und Darlegungen zahlreiche Anhänger und Nachfolger gefunden (vgl. z. B. Bergerons Arbeiten über das Becken von Decazeville). Aber auch außerhalb Frankreichs sind manche Geologen, die im übrigen durchaus auf dem Boden der Autochthonie der Kohlenflötze stehen, geneigt, den Becken Zentralfrankreichs und ähnlichen Vorkommen in anderen Ländern, wie z. B. den Böhmischen Becken (vgl. besonders Radnitz) in genetischer Beziehung eine Sonderstellung einzuräumen.

Bei der grundsätzlichen Bedeutung dieser Frage lohnt es sich, die Argumente beider Richtungen an diesem klassischen Beispiel näher zu prüfen.

Daß die Bildung der eigentlich klastischen Sedimente — Konglomerate, Sandsteine, Tonschiefer — im allgemeinen in der von Fayol dargestellten Weise vor sich gegangen ist, wird wohl nicht bestritten werden, die Frage ist nur, ob und wie weit diese Vorstellung auf die Bildung der Kohlenflötze übertragen werden darf. Zu gunsten der allochthonen Bildung spricht zunächst ihr inniger Verband — Wechsellagerung und Übergänge — mit den normalen Sedimenten. In dem stetigen Fortschreiten von groben zu immer feineren Sedimenten[1]) würde das Pflanzenmaterial als das leichteste und daher zuletzt abgesetzte das natürliche Endglied bilden. Auch das Auftreten von Kohlenfragmenten in allen Größen — von kleinen im Sandstein verstreuten Körpern bis zu großen Schollen von mehreren Metern Länge und entsprechender Dicke ist zweifellos auf dem Wege mechanischer Ablagerung zu erklären. Als besonders schwerwiegende Tatsache gegen autochthone Bildung wird schließlich das Fehlen des sogenannten „underclays", des ursprünglichen Wurzelbodens mit Stigmarien, angeführt.

Der Wert und die Beweiskraft dieser Argumente, zu denen noch eine ganze Reihe von Einzelbeobachtungen über die feinere Struktur der Ablagerung, die Beziehungen zwischen Kohle und Nebengestein usw. kommen, ist ein sehr ungleicher. Bez. des zuletzt angeführten Punktes, des Fehlens der Stigmarien, bemerkt Stevenson (a. a. O. 195), daß sich dies sehr einfach daraus erklärt, daß Sigillarien und Lepidodendren im Aufbau der Flötze fast gar keine Rolle gespielt haben. Wo Lepidodendron vereinzelt auftritt, finden sich auch die zugehörigen Wurzeln in Form von Stigmarien. Sigillarien fehlen so gut wie ganz.

Das Auftreten von Kohlebruchstücken in den normalen Sedimenten kann unmöglich als Beweis für die allochthone Bildung von Kohlenflötzen im allgemeinen gelten, auch nicht, wenn sich diese Bruchstücke — wie dies in Commentry stellenweise der Fall ist — derart häufen, daß daraus eine bauwürdige Ablagerung entsteht. Derartige Vorkommen zeigen doch nur, daß im Laufe der ganzen Entwickelung des Beckens

[1]) Einzelne auffällige Abweichungen von diesem Verhalten, wie das Auftreten der merkwürdigen als „Roche de Ste. Aline" bekannten Konglomeratbank inmitten der Schieferzone der produktiven Abteilung werden von Fayol in der oben angedeuteten Weise durch katastrophenartige Ereignisse erklärt, die zeitweilig den sonstigen regelmäßigen und ruhigen Entwickelungsgang unterbrachen.

bereits fertige und wohl auch bis zu gewissem Grade erhärtete Kohlebildungen zerstört, aufgearbeitet und in ihren Trümmern wieder abgelagert wurden. Für die Bildungsweise der ursprünglichen Lagerstätte, der diese Bruchstücke entstammen, und der normalen Kohlenflötze überhaupt beweisen solche Vorkommen nicht das geringste, weder in dem einen noch in dem anderen Sinne.

Von allen für die Allochthonie angeführten Beweisgründen sind wohl die überzeugendsten diejenigen, die sich auf die allgemeine Struktur des Beckens stützen und besonders die völlige Übereinstimmung im Verhalten der Kohlenflötze mit den klastischen Ablagerungen, sowie auch die Übergänge zwischen Kohle und normalen Sedimenten.

Daß für die Entstehung der klastischen Sedimente, namentlich der groben Geröllmassen die von Fayol mit so großem Fleiß und unleugbarem Geschick ausgebaute „Deltatheorie" im wesentlichen ein zutreffendes Bild gibt, wird kaum bestritten werden können. Trotzdem bleibt für die vegetabilischen Sedimente die Möglichkeit einer abweichenden Bildung bestehen. Gerade das nach der Fayolschen Vorstellung durch die Ablagerungen der Flüsse nahezu angefüllte (und natürlich auch entsprechend verflachte) Wasserbecken müßte die günstigsten Vorbedingungen für die Entwickelung einer üppigen Sumpfvegetation bieten, durch welche die von der mechanischen Sedimentation begonnene „Verlandung" mit Hilfe vegetabilischer Ablagerungen vom Charakter eines Torfmoores vollendet würde. Einschwemmung klastischen Sedimentes (es können auch chemische Ausscheidungen wie Eisenkarbonat und dergl. hinzutreten) und deren Mischung mit den Pflanzenresten, von den einzelnen Schuttkegeln (Deltas) ausgehend, würde die Erscheinung der Wechsellagerungen und die seitlichen Übergänge erklären können.

Eine Schwäche der Beweisführung Fayols scheint mir darin zu liegen, daß er in den heutigen Lagerungsverhältnissen des Beckens den ursprünglichen Zustand nahezu unverändert wiederzusehen glaubt. Nun scheint die Ablagerung zwar von größeren tektonischen Störungen, namentlich von erheblichen Faltungen, verschont geblieben zu sein. Daß solche aber nicht ganz fehlen, beweisen die oft sehr starken Pressungen, Überschiebungen und ähnliche Erscheinungen in der Kohle, wie im Nebengestein. Es ist daher keineswegs zulässig, den heutigen Einfallswinkel der Schichten, einschließlich der Flötze, mit der ursprünglichen Neigung der Aufschüttungen des Deltas gleichzusetzen. Insbesondere kann die Kohle sehr wohl ursprünglich in flacher, annähernd horizontaler Lagerung, wie bei einem Torfmoor abgesetzt und durch spätere tektonische Vorgänge (Faltung und Senkung) in die heutige geneigte Lage geraten sein. Die Theorie von Fayol setzt ein ursprüngliches Seebecken von der vollen Tiefe der heutigen Karbonmulde voraus, d. i. im Falle von Commentry 700—800 m, bei anderen Becken z. T. noch mehr, für St. Etienne erhielte man sogar mehrere Tausend Meter, eine nahezu unmögliche Annahme[1]). Viel natürlicher erscheint hier die Voraussetzung einer ursprünglichen mäßigen Tiefe, die sich erst nach und nach durch fortgesetzte Senkung — solche ist im Becken von St. Etienne direkt nachgewiesen — vergrößerte, wie wir das in analoger Weise auch für die paralischen Becken wegen der ungeheuren Mächtigkeit ihrer Sedimentmassen annehmen müssen. Die gesteigerte Erosions- und Sedimentationsenergie, die sich in den mächtigen Geröllablagerungen ausspricht, würde dann den Senkungsperioden entsprechen, während die Ausfüllung des Beckens durch feineres Sediment und schließliche Vermoorung bei relativer Bodenruhe erfolgen konnte. Erneute Senkung führte dann zur Wiederholung des gleichen Zyklus.

Man kann nach diesen Überlegungen wohl aussprechen, daß zwingende Gründe für die Auffassung der Flötze von Commentry — und dasselbe gilt natürlich für alle Vorkommen des gleichen Typus — als allochthone Bildungen nicht vorliegen. Die unbestreitbare Eigenart des Baues dieser Gruppe von Kohlenbecken dürfte auch bei Annahme autochthoner Entstehung durch die besonderen Bildungsbedingungen — in verhältnismäßig engen Bergseen unter Mitwirkung reißender Gebirgswässer, hinlänglich er-

[1]) Vergleichshalber seien hier die Tiefen einiger Alpenseen angeführt: Bodensee 140 m, Vierwaldstätter See 214 m, Genfer See 340 m, Langensee 375 m, Comer See 412 m, Gardasee 584 m. Das tiefste Becken dürfte wohl der Baikalsee mit 1248 m darstellen.

klärt sein. Als direkten Beweis für autochthone Bildung kann man die nach der Beschreibung von Fayol auch hier vorhandenen aufrechten Baumstämme ansehen. Mit größter Entschiedenheit und im schärfsten Gegensatz zu Fayol tritt Stevenson für die Autochthonie der Kohle auch bei diesem Typus ein. Er sucht sowohl für Commentry, wie für das in vieler Beziehung ähnliche Becken von Decazeville (s. dieses) zahlenmäßig die Unmöglichkeit nachzuweisen, die gewaltigen Massen pflanzlichen Detritus, die zur Bildung so mächtiger Flötze erforderlich wären, aus dem beschränkten Zuflußgebiet dieser Becken herzuleiten.

Stratigraphische und tektonische Verhältnisse. In der Sedimentausfüllung des Beckens von Commentry lassen sich, wie aus dem bereits Gesagten hervorgeht, zwei Abteilungen unterscheiden (siehe Profil, Fig. 84). Unregelmäßige Block- und Geröllanhäufungen, Konglomerate und dergl. bilden wie in anderen Becken dieser Art die ältesten Ablagerungen, unmittelbar an den Rändern und auf dem Grundgebirge. Sie treten in der beschriebenen Art in zonenweiser Anordnung auf und dürften wenigstens teilweise auch im Inneren des Beckens die jüngeren Bildungen unterlagern. Ihre Mächtigkeit wird auf 500—800 m veranschlagt, ist aber bei der Unregelmäßigkeit der Ablagerung kaum genau zu bestimmen. In dieser Abteilung treten Kohlebildungen nur untergeordnet auf, als linsenförmige Massen von geringer Ausdehnung. So erscheinen sie sowohl in dem größeren der beiden Teilbecken (les Pégauds) im Liegenden des Hauptflötzes, z. T. bereits nahe über dem Grundgebirge, als auch in dem kleineren Becken von les Ferrières, wo die entsprechenden Bildungen (Flötz Marais u. a.) in ähnlicher Lage etwa 400 m unter dem Hauptflötz auftreten.

Die jüngere Abteilung, die eine Mächtigkeit von 200—300 m erreicht, zeichnet sich dem gegenüber durch die vorwiegend sandige und schiefrige Ausbildung — Konglomerate treten darin nur noch vereinzelt auf — und die mächtige Entwickelung der Kohlenflötze aus. Von diesen letzteren dürfte das Hauptflötz, die grand couche, in den beiden getrennten Bezirken von les Pégauds und les Ferrières gleichaltrig sein. Im größeren der beiden

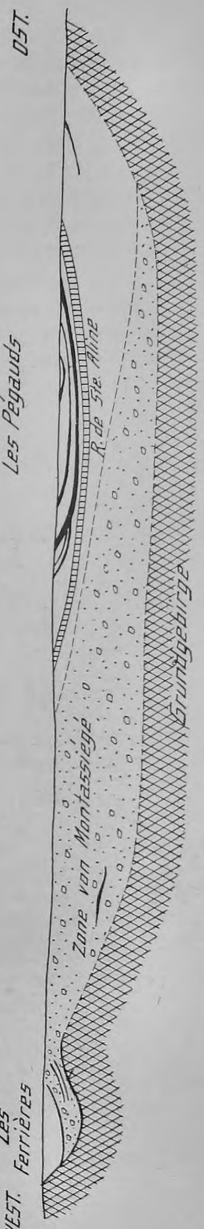


Fig. 84. Becken von Commentry (Schnitt nach A—B der Fig. 83) (n. Fayol).

Teilbecken folgen darüber noch zwei weitere Flötze in je 100 m Abstand, die als „couche des grès noirs“ und „couche des Pourrats“ bezeichnet werden. Streng genommen bilden sie allerdings keine selbständigen Flötze, sondern nur Abzweigungen des Hauptflötzes.

Eine eigentümliche Bildung dieser Abteilung ist die schon erwähnte, als „Roche de Ste. Aline“ bezeichnete Gesteinsbank. Sie tritt im Hauptbecken. nahe unter der grande couche auf, der sie in ihrem Verlauf völlig parallel geht. Es ist ein Granitkonglomerat, das sich durch besondere Festigkeit auszeichnet und früher vielfach als anstehender Granit betrachtet wurde.

Über die Stellung der ganzen Schichtenreihe im stratigraphischen Schema herrschen verschiedene Auffassungen. Während die maßgebenden Forscher auf französischer Seite (Grand'Eury, Zeiller) das ganze System dem Karbon zurechnen, werden die Ablagerungen von deutschen Forschern (Frech, Potonié) vielfach bereits als Rotliegendes betrachtet.

In der Schichtenfolge des Stéfanien, nach französischer Auffassung, finden die flötzführenden Schichten von Commentry ihre Stellung an der oberen Grenze des Systems, als in der Calamodendronzone[1]). Dieser Abschnitt kann mit den höheren Flötzen von St. Étienne und mit der Hauptflötzgruppe von Decazeville parallelisiert werden. Die Abteilung der großen Konglomerate im Liegenden des Hauptflötzhorizontes wird auf Grund der das Flötz Marais begleitenden Flora (u. a. Sphenophyllum oblongifolium; Annularia brevifolia und longifolia; Alethopteris ovata und gigas; Pecopteris polymorpha; Odontopteris Reichiana, Dictyopteris Schützei; Calamites Cistii) in ein etwas tieferes Niveau gestellt und dürfte der Farnzone entsprechen.

Die Flötzführung. Wie bereits erwähnt, treten Kohlebildungen in beiden Hauptabteilungen des Karbons von Commentry auf. Während sie in der unteren Stufe als unregelmäßige linsenförmige Massen erscheinen, die für den Bergbau ohne eigentliche Bedeutung sind, entwickeln sie sich in der jüngeren Abteilung zu sehr bedeutsamen Ablagerungen. Hier ist in den beiden Teilbecken, von les Pégauds und les Ferrières, je ein mächtiges Hauptflötz entwickelt, das hier wie dort etwa 20 m Mächtigkeit erreicht und in beiden Revieren wahrscheinlich als gleichzeitige Bildung anzusehen ist. Weitere selbständige Flötze sind nicht zur Ausbildung gelangt, wenngleich die beiden hangenden Trümmer des Hauptflötzes im Bezirk von les Pégauds infolge der großen Mächtigkeit der Zwischenmittel die Rolle hangender Flötze spielen.

Die Bedeutung des ganzen Beckens beruht im wesentlichen auf der „Grande couche“. Ihre Ausbildung ist eine sehr wechselnde und bietet ein instruktives Beispiel für die Form und Entwickelung limnischer

---

[1]) Grand'Eury, Flore carbonifère. — Zeiller, Sur l'age des dépots houillers de Commentry.

Flötze überhaupt. Beginnend am Südostende, bei Longeroux, erscheint es zuerst als wenige Zentimeter starker Kohlestreifen. Im Fortstreichen nach Westen schwillt es bald stark an und erreicht eine durchschnittliche Mächtigkeit von 10—12 m, die es dann auf eine Länge von $2^1/_2$ km ziemlich gleichförmig beibehält. Nach dem Westende verjüngt es sich dann wieder, um schließlich ganz auszukeilen, wobei sich die Kohle durch Einschieben von Gesteinsmitteln in sechs divergierende Äste spaltet. Bereits nahe dem Ostende lösen sich von dem Hauptflötz die beiden mehrerwähnten hangenden Trümmer ab, die sich bald stark, sowohl voneinander wie vom Hauptflötz entfernen und so die couche des grès noirs und couche des Pourrats bilden (Fig. 85).

Wie im Streichen verändert sich das Hauptflötz auch im Einfallen, nach der Tiefe zu, und zwar besitzt es die größte Mächtigkeit am Ausgehenden, bis zu 20 m, und verschwächt sich im Einfallen ziemlich gleichförmig derart, daß die Kohle auch nach dieser Richtung in ca. 350 m Tiefe völlig auskeilt (s. Fig. 86).



Fig. 85. Becken von Commentry: Les Pégauds, Längsprofil (n. Fayol).

Die Zusammensetzung des Flötzes ist sehr ungleichförmig. Stellenweise erscheint es als nahezu reine Kohlenmasse von 10—15 und selbst 20 m Mächtigkeit, während es anderwärts durch Gesteinsmittel, die selbst erhebliche Mächtigkeiten — bis zu 8 m — erreichen können, in mehrere Bänke geteilt wird.

Als Beispiel hierfür mögen folgende zwei Profile aus dem mittleren Teile des Flötzes dienen (nach Stevenson):

	Tranchée de forêt		Tranchée de l'espérance	
	Kohle m	Mittel m	Kohle m	Mittel m
4. Banc supérieure (B. du toit)	1,5—2	—	2	—
b) Banc des Chavais (B. noir)	—	3	—	2
3. Banc intermédiaire . . .	3	—	3,5	—
a) Banc des roseaux	—	0,2—0,5	—	0,5—1
2. Banc inférieure	3,6	—	1,7	—
1. Banc du mur (B. des brouillages)	1,6	—	1,5	—
Zusammen	9,7—10,2	3,2—3,5	8,7	2,5—3
Ganze Flötzmächtigkeit . . .	12,9—13,7		11,2—11,7	

Sowohl die oberste Bank (B. supérieure) wie auch die tiefste Lage (B. du mur) sind unrein und für gewöhnlich nicht bauwürdig.

Die als Banc des Chavais bezeichnete Gesteinseinlagerung stellt eine eigentümliche aus Sandstein und Konglomerat bestehende linsenförmige Masse dar, die etwa 3 m Mächtigkeit erreicht. Sie ist auf den östlichen Abschnitt des Flötzes beschränkt und in einer streichenden Ausdehnung von etwa 800 m entwickelt. Seitlich geht sie allmählich in die Kohle selbst über. Dieser gleichförmige Übergang von Kohle in Gesteinsmasse bildet eins der Argumente von Fayol für die mechanische Sedimentation des Flötzes selbst. Im übrigen sind die Beziehungen zwischen der Kohle und den Gesteinseinschaltungen sehr mannigfaltige und oft höchst eigentümlich. Beide erscheinen nicht nur in Wechsellagerung, sondern greifen auch in der verschiedenartigsten Weise ineinander. Nicht selten sind sie ringsum miteinander verzahnt, wodurch im Querschnitt fast sternförmige Kohlenmassen und andere bizarre Gebilde entstehen. Andererseits tritt sowohl die Kohle in Geröllform im Nebengestein auf, wie auch umgekehrt echte Gesteinsgerölle in der Kohle erscheinen. Ein Eingehen auf diese Einzelheiten würde hier zu weit führen. Fayol hat in seiner Monographie des Beckens eine große



Fig. 86. Becken von Commentry: Schnitt nach C—D der Fig. 83 (n. Fayol).

Anzahl von Beispielen für diese merkwürdigen Strukturverhältnisse abgebildet. Sie beweisen jedenfalls, daß die Vorgänge bei der Bildung und Ablagerung z. T. recht eigenartige gewesen sein müssen, wenn auch die Erklärung aller Einzelheiten große Schwierigkeiten bietet.

Die Beschaffenheit der Kohle folgt auch hier der allgemeinen Regel des von unten nach oben zunehmenden Gasgehaltes. Dementsprechend enthalten die in dem unteren Teile der Schichtenreihe auftretenden, meist linsenförmigen Kohlenmassen magere, anthrazitische Kohle, während das Hauptflötz, die Grande couche, und seine Begleiter aus Fettkohle bestehen. Dasselbe wiederholt sich auch in dem Teilbecken von Ferrières. Auch hier scheidet sich die liegende Gruppe, vertreten durch die Kohlenflötze und -linsen von Marais mit anthrazitischer Kohle von der Fettkohle des Hauptflötzes. Hierbei ist zu bemerken, daß namentlich die Grande couche in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit starken Schwankungen unterliegt. Es finden Übergänge statt von der Fettkohle in Cannelkohle und Boghead sowie andererseits durch Aufnahmen von Sedimentmaterial zunächst in Brandschiefer, weiterhin sogar in Sandstein und Konglomerat (vgl. Banc de Chavais).

An das Becken von Commentry schließt sich im Norden das ähnlich gebaute Becken von Montvicq[1]) an mit den Betriebspunkten: Montvicq, Doyet, Bézenet (Fig. 82). Die früher nicht unerhebliche Produktion ist stark im Rückgange begriffen, wie die nachstehenden Zahlen (nach Gruner) erkennen lassen.

	1900	1909
	Tonnen	
Montvicq	163 000	112 000
Bézenet	147 000	43 000
Doyet	49 000	45 000
Ganzes Becken . . .	359 000	200 000

Die allgemeine Gestalt des Beckens zeigt die Kartenskizze Fig. 87.

In Aufbau und Zusammensetzung stellen die kohleführenden Ablagerungen eine bis ins einzelne gehende Wiederholung der Verhältnisse von Commentry dar. Wie dort ist das mächtige Hauptflötz im Hangenden und im Liegenden von kleineren Flötzen begleitet. In beiden Becken führen die liegenden Flötze anthrazitische Kohle (bei Commentry im Distrikt von Raynaud und Marais, im Becken von Montvicq bei Deneuil). Vor allen Dingen ist die Struktur des Hauptflötzes beiderseits die gleiche. Es wiederholen sich die Einlagerungen von Sandstein und Schiefer, die Übergänge zwischen diesen Gesteinen und der Kohle, die Verdrückungen und Anschwellungen des Flötzes, die Rutschungen und sonsti-



Fig. 87. Becken von Montvicq (n. Delafond).

[1]) Harmet, Des terrains houillers de l'Allier. Bull. de la soc. de l'ind. — Boulanger, Géologie de l'Allier.

gen Bildungsstörungen, sowie alle Einzelheiten, die dort von Fayol als charakteristisches Kennzeichen der „Deltastruktur“ und als Beweise für die allochthone Bildung angesprochen wurden.

Das Hauptflötz erreicht die außerordentliche Mächtigkeit von 40—50 m, stellenweise sogar bis zu 60 m, ist aber in seiner Zusammensetzung sehr ungleichmäßig. Es baut sich auf aus Kohlenbänken, Schiefern und Sandsteinen, die in unregelmäßiger Weise miteinander abwechseln und ineinander übergehen. Stellenweise verschwinden die Gesteinsmittel und das ganze Flötz stellt sich als eine einheitliche Kohlenmasse dar, während an anderen Punkten, oft schon in geringer Entfernung, die Schiefer nahezu die Kohle verdrängen. Die beigefügten Skizzen geben eine Vorstellung von dem Verhalten dieser Kohlenmasse (Fig. 88).

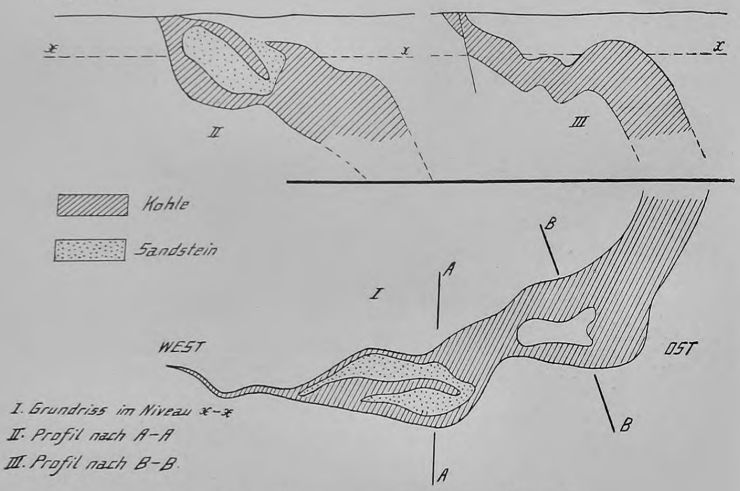


Fig. 88. Kohlenmasse von Bézenet (nach Harmet).

Der mittlere Teil erreicht am Ausgehenden eine Mächtigkeit bis zu 60 m und wurde hier früher in ausgedehnten Tagebauen gewonnen. Diese günstige Entwickelung hält indessen nur 100—150 m im Streichen an. Nach beiden Enden verschwächt sich das Flötz sehr rasch, so daß die Mächtigkeit im Westen bald auf 5—6 m sinkt. Gegen das Ostende löst es sich durch das Anwachsen der Gesteinsmittel unter Verdrängung der Kohle in eine Anzahl verhältnismäßig regelmäßiger, aber wenig mächtiger Flötze auf, derart, daß schon 500—600 m östlich der großen Anschwellung nur noch ein etwa 3 m mächtiges Hauptflötz vorhanden ist, das im Hangenden und im Liegenden von einigen schwächeren Flötzen begleitet wird.

Eine merkwürdige Erscheinung in der zentralen Anschwellung ist die Einlagerung einer mächtigen Sandsteinmasse von 200 m Länge,

100 m Dicke und 150 m Höhe in der Richtung des Einfallens. An ihrer Basis geht sie in Eisenkarbonat über, während andererseits ein starker Keil von Kohle in sie eindringt.

Am Westrande des Beckens, bei Doyet, erscheint die Kohlenablagerung als ein verhältnismäßig regelmäßiges Flötz von etwa 20 m Mächtigkeit in flacher Lagerung, aber stark durch Verwerfungen gestört.

Als nördliche Fortsetzung des Beckens von Montvicq erscheint das sog. Becken von l'Aumance (St. Hilaire, Buxière-la-Grue, vgl. Karte Fig. 87). Seine Produktion betrug i. J. 1909 65000 t (27000 t aus St. Hilaire) gegen 61000 i. J. 1900 (nach Gruner), es weist also eine kleine Zunahme auf.

In Buxière wird ein Flötz von 2,4 m Stärke (einschl. Mittel), in St. Hilaire ein solches von nur 1,5 m gebaut. Die Kohle ist sehr gasreich (45 %, auf aschenfreie Substanz berechnet) und enthält 16—40 % Asche, ist aber trotzdem brauchbar. Auch die permischen Schichten, die das Kohlengebirge z. T. in übergreifender Lagerung bedecken, enthalten noch einige schwache Kohlenflötze, die stellenweise gewonnen

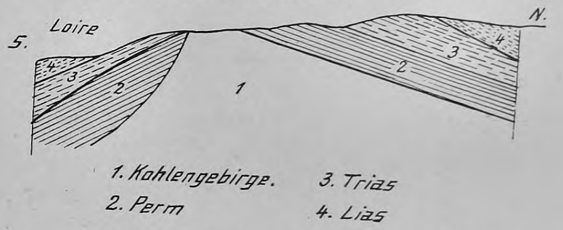


Fig. 89. Profil des Beckens von Decize (n. de Launay).

werden. Größere Bedeutung haben die denselben Schichten eingelagerten bituminösen Schiefer, die hier, wie im Becken von Autun, zum Zwecke der Öldestillation gewonnen werden[1]).

An dieser Stelle mag auch das Becken von Decize[2]), nördlich der Loire, Erwähnung finden, obwohl es geologisch vielleicht mehr Beziehungen zu dem großen Becken von Autun und Épinac aufweist als zu der zentralen Gruppe. Von einem Becken kann man bei diesem Vorkommen eigentlich nicht sprechen. Est stellt sich vielmehr, soweit bekannt, als eine Aufwölbung des Kohlengebirges unter jüngeren Deckschichten (Perm, Trias, Jura) dar (Fig. 89). Im Süden, Osten und Westen von Verwerfungen begrenzt, erscheint es als fast rechteckiger Horst von 4 km Länge und 3 km Breite. Die Lagerung ist ziemlich flach mit etwa 20° Einfallen. Die Kohle tritt in regelmäßigen, nur durch Verwerfungen gestörten Flötzen auf. Man zählt deren 8 in 800 m Gebirge.

[1]) De Launay, Terrain permien de l'Allier. — Bull. de la soc. géol. de France. 3 Ser. **16**, 1888, S. 289.

[2]) Busquet, Note sur les phénomènes de sédimentation observés dans le delta houiller de Decize. Bull. soc. géol. de France. 3 Ser. **16**, 1888, S. 1005.

Ihre Mächtigkeit beträgt zwischen 1 m und 2,50 m. Sie führen Fettkohle. Die Produktion beläuft sich auf 140000—150000 t.

Die östliche Reihe der zentralen Becken unterscheidet sich schon äußerlich durch ihre schmale, langgestreckte Form von den breiten westlichen Becken. Es ist dies der Ausdruck ihrer außerordentlich starken Zusammenpressung, die wiederum die Zusammendrängung eines bedeutenden Kohlereichtums auf engem Raume zur Folge hat. Ferner hat diese Eigentümlichkeit des Baus zu einer bedeutenden Entwickelung nach Tiefe geführt, so daß im Gegensatz zu den flachen, schnell erschöpften Becken der Westreihe noch große Reserven für die Zukunft angehäuft sind. Wir begegnen hier, von Norden beginnend, zuerst den kleinen Becken von La Queune (Fins und Noyant) mit einer Förderung, i. J. 1909, von 44000 t (gegen 1000 t i. J. 1900, Gruner).

Es folgt im Süden das langgestreckte und verhältnismäßig bedeutende Becken von St. Éloy (la Bouble, St. Gervais)[1]).

Die Produktion zeigte im letzten Jahrzehnt eine steigende Tendenz, sie betrug:

1900	1909	1910	1911
Tonnen			
289 000	384 000	371 000	417 000

Die Verteilung auf die einzelnen Abschnitte (Konzessionen) stellt sich, nach Gruner, wie folgt:

	1900	1909
	Tonnen	
St. Éloy (Conc. la Roche u. la Vernade)	252 000	213 300
La Bouble	34 000	164 000
St. Gervais	3 000	7 000
Ganzes Becken	289 000	384 000

Der Abbau ist in diesem Becken noch verhältnismäßig jungen Datums, kaum 50 Jahre alt. Von einem Anfangswert von nur 30000 t i. J. 1866 hob sich die Förderung rasch auf etwa 200000 t in den 70er Jahren.

Die schon äußerlich so auffallende Gestalt dieses langen schmalen Karbonstreifens inmitten des kristallinen Grundgebirges, der bei einer durchschnittlichen Breite von kaum 1 km nicht weniger als 22 km in der Längserstreckung besitzt, erscheint nach den in neuerer Zeit gewonnenen Bohraufschlüssen noch wunderbarer. Diese haben nämlich

[1]) Anglès-Dauriac, Note sur le bassin houiller de la Bouble. — Ann. des mines. 9 Ser. **19**, 1901. — De Morgues, Cpt. rend. de la soc. de l'ind.min., Sitz. v. 20. Juni 1890.

eine unerwartete Mächtigkeit des Kohlengebirges in diesem schmalen Striche ergeben. Bohrungen in der Mitte des Beckens (bes. bei Chambon) lassen auf eine Tiefe von über 1 km schließen, während die Breite hier kaum 900 m beträgt und sich stellenweise auf 600—700 m verringert. Man kann demnach eher von einer mit Karbon erfüllten Spalte als von einem eigentlichen Becken sprechen. Hierzu berechtigen auch die tektonischen Verhältnisse. Der ganze 200 km lange, wenn auch mehrfach unterbrochene Karbonzug, von dem unser Becken einen Teil bildet, scheint einer Bruchlinie des Zentralplateaus zu entsprechen. Dazu kommt der Umstand, daß die Streichrichtung des Kohlengebirges, der Verlauf seiner Falten, völlig unabhängig von der Richtung der Beckenränder ist und mit diesen einen Winkel von etwa 20° bildet. Es erscheint daher nicht ausgeschlossen, daß das Becken in der Tiefe eine größere Breite besitzt, indem es sich unter dem kristallinen Grundgebirge fortsetzt. Die Grubenaufschlüsse sind bisher auf den nördlichen und den südlichen Teil des ganzen Streifens — bei St. Éloy bezw. St. Gervais — beschränkt geblieben, wo die produktive Abteilung in erreichbarer Tiefe liegt. Die in der mittleren Zone niedergebrachten Bohrungen (Chambon, Vialle u. a.) sind zumeist in den außerordentlich mächtigen Hangendschichten stecken geblieben oder haben wenigstens nur unsichere Andeutungen über die Lage der flötzführenden Schichten erbracht.

Der nördliche Teil des Beckens wird der Länge nach von dem Flüßchen la Bouble durchzogen, nach dem sowohl das ganze Becken genannt wird, wie auch ein engerer Abschnitt, die unmittelbar südlich an St. Éloy grenzende Konzession, ihren Namen von diesem Flüßchen entlehnt hat.

Über den Aufbau des Kohlengebirges läßt sich im allgemeinen nur sagen, daß über der unteren flötzführenden Abteilung — „étage de St. Éloy“ —, deren Basis und Mächtigkeit nicht genauer bekannt ist, eine mächtige Schichtenreihe von Schiefern und Sandsteinen (étage gréseux“ und „gréso-schisteux“) folgt, deren vereinte Mächtigkeit wenigstens 800 m betragen dürfte. In diesen Schichten, die sich bei steiler Stellung natürlich in weit größere Tiefen erstrecken, scheinen die meisten Bohrungen im Inneren des Beckens stehen geblieben zu sein.

Grobe Konglomerate und Blockanhäufungen, wie solche in der Mehrzahl der andern Becken des Zentralplateaus — namentlich an der Basis der Formation — eine wichtige Rolle zu spielen pflegen, scheinen hier zu fehlen oder sind wenigstens noch nicht bekannt geworden.

Das Alter der Schichten wird von Grand'Eury mit Vorbehalt auf die Cordaitenzone bezogen.

Der Schwerpunkt des Kohlenbergbaus liegt, wenigstens vorläufig noch, wie die oben mitgeteilten Produktionszahlen zeigen, am Nordende des Beckens in den beiden Grubenfeldern St. Éloy und la Bouble. Hier tritt die kohleführende Abteilung nahe an die Oberfläche, z. T. zu Tage ausgehend und zeigt zugleich einen außerordentlichen Kohlenreichtum.

Zwei mächtige Hauptflötze sind hier dicht beieinander entwickelt: „die „couche du toit“ im Hangenden und die „couche du centre“ im Liegenden. Ihre Gestalt ist, wie die Abbildungen erkennen lassen, äußerst unregelmäßig; starke Anschwellungen wechseln mit Verschwächungen und völligen Verdrückungen. Ebenso unregelmäßig ist die Lagerung, wie sich in der Ausbildung scharfer Sättel und Mulden mit vielfachen untergeordneten Falten zeigt. Deutlich gibt sich hierin die Wirkung einer starken Zusammenpressung zu erkennen. Es ist wohl anzunehmen, daß die ursprünglich schon vorhandene Unregelmäßigkeit der Ablagerung durch die Wirkung dieses Seitendruckes noch verstärkt würde, die hier Verdrückung des Flötzes, dort seine Zusammenstauchung zu stockartigen Massen verursachte.

Trotz dieser Unregelmäßigkeiten läßt sich als herrschender Zug der Tektonik dieses Teiles deutlich ein durchgehender Hauptsattelrücken ungefähr in Nordostrichtung verfolgen, der wie gesagt die etwa NNO verlaufende Beckenachse in spitzem Winkel schneidet.

Zwei große Verwerfungen durchsetzen die Falten des Kohlengebirges in nordsüdlicher Richtung, also ebenfalls im spitzen Winkel zum Streichen der Sättel und Mulden: die „faille de Morny“ und die „faille de Dehaynin“. Die letztere bildete lange Zeit die südliche Grenze des Bergbaus. Erst im Jahre 1896 gelang es hier im Felde von la Bouble mit dem Schacht Tollin bei 280 m die abgesunkene Fortsetzung der Flötze von St. Éloy aufzufinden.

Die in den beiden Hauptflötzen angehäufte Kohlenmasse erreicht, namentlich in St. Éloy, im ganzen etwa 100 m Mächtigkeit, während sie südlich davon, im Felde von la Bouble schon erheblich vermindert ist. Reihenfolge und Mächtigkeit der Flötze in beiden Feldern zeigt die nachstehende Übersicht:

	St. Éloy	La Bouble
Couche du toit	bis 40 m	bis 10 m
Zwischenmittel (Entre-deux)	„ 50 „	„ 20 „
darin Flötze	Couche des franc-maçons bis 1,5 m	Couche des franc-maçons bis 1,5 m ferner Flötz 0–2 m
Couche du centre	„ 60 „	bis 25 „
Mittel	„ 10 „	0—10 „
Couche du mur (nicht bauwürdig)	„ 2,5 „	bis 2 „

Die Kohle dieser Flötze ist eine ausgesprochene Gaskohle von 37 bis 40% Gasgehalt (aschenfrei berechnet). Nach der Tiefe nimmt der Gasgehalt ab, er ist bereits auf la Bouble merklich geringer (37—38%) als auf St. Éloy (40%) und es ist nach diesem, auch aus anderen Becken bekannten Verhalten zu erwarten, daß man in noch größerer Tiefe backende, zur Verkokung geeignete Kohle antreffen wird.

Das letzte Glied in dem langen Karbonstrich des inneren Zentralplateaus bildet das Becken von Bourg-Lastic, Bort und Champagnac, das sich in der südlichen Fortsetzung des vorigen auf eine Länge von etwa 60 km hinzieht bei einer Breite, die zwischen Maximalwerten von 1—3 km und Einschnürungen bis herab zu 100 m wechselt.

Die Förderung des Gesamtbeckens belief sich in den Jahren 1910 und 1911 auf 206000 bezw. 229000 t. Hiervon lieferte der nördliche Abschnitt zwischen Bourg-Lastic und Bort mit den Gruben Messeix und Singles im Jahre 1909 67000 t, also fast ein Drittel. Die übrigen zwei Drittel entfallen auf den südlichen Teil, das Becken von Champagnac.

E. Das Becken von Brassac und Brioude[1])

bildet mit dem südlich anschließenden kleinen Becken von Langeac gewissermaßen eine selbständige kleine Gruppe, die keine direkten Beziehungen zu den vorhergehenden aufweist. Sie wird von jenen getrennt durch die gewaltigen jungvulkanischen Eruptivmassen der beiden erloschenen Riesenvulkane des Cantal und Mont Dore mit der an den letz-

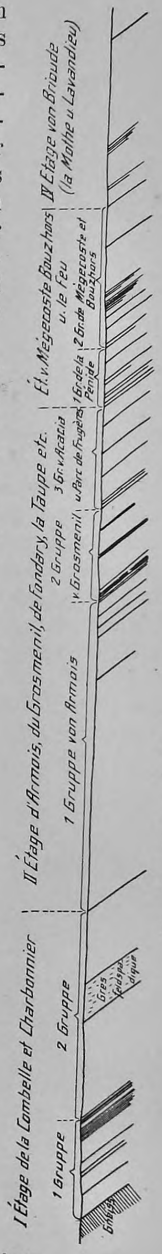


Fig. 90. Stufen des Beckens von Brassac und Brioude (n. Dorlhac).

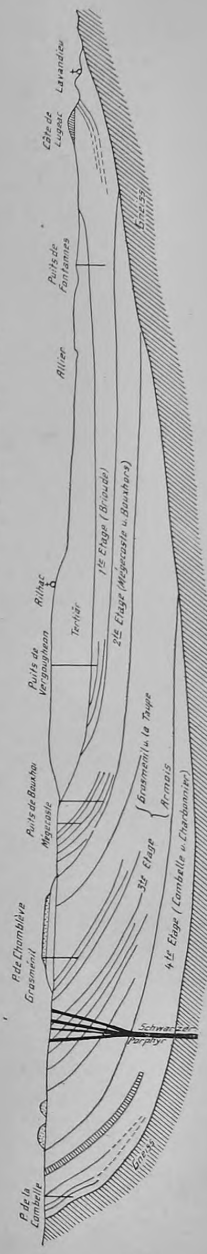


Fig. 91. Längsschnitt durch das Becken von Brassac und Brioude (n. Dorlhac).

[1]) Dorlhac, Bassin houiller de Brioude et de Brassac. Paris 1881.

teren nördlich anschließenden Reihe der Puys. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß unter den ausgedehnten Lavadecken und Tuffmassen dieses Vulkangebietes, ebenso auch unter dem Tertiär der Limagne, noch weitere kleine Becken begraben liegen, die den Übergang zu den westlichen Vorkommen vermitteln würden.

Die Längserstreckung des Beckens folgt dem Tale des Allier in einer Ausdehnung von etwa 25 km. Es füllt eine Vertiefung im Gneis

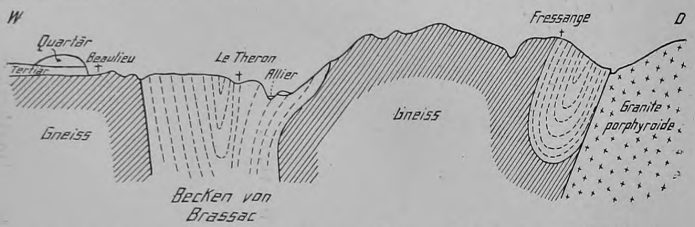


Fig. 92. Schnitt durch die Becken von Brassac und Fressange (n. Dorlhac).

aus. An der Oberfläche ist es größtenteils von Tertiär und den Alluvien des Allier bedeckt. Nur an den beiden Enden: bei Brassac im Norden und bei Brioude im Süden, tritt das Karbon zutage. Der Flächeninhalt beträgt ungefähr 9 qkm. Auch hier ist wie in den westlichen Becken (St. Eloy usw.) durch die starke Zusammenpressung ein großer Kohlenreichtum auf kleinem Raume konzentriert, daher auch dieses Becken für

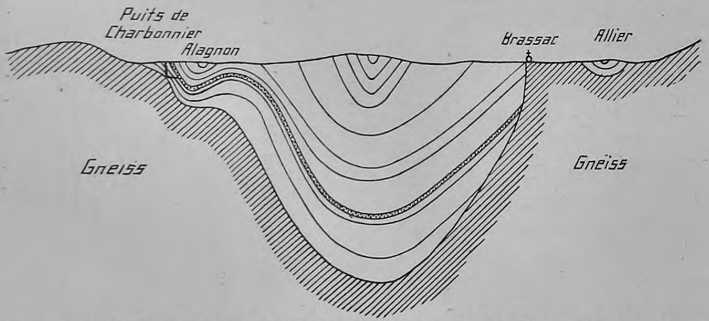


Fig. 93. Schnitt durch den nördlichen Teil des Beckens von Brassac (n. Dorlhac).

die Zukunft noch günstige Aussichten bietet. Dorlhac schätzte den gewinnbaren Kohlenvorrat (im Jahre 1881) unter Berücksichtigung aller erforderlichen Abzüge noch auf 2,8 Milliarden Kubikmeter.

Die Förderung betrug im Jahr 1910 311000 T., 1911 303000 T., zeigt also einen kleinen Rückgang, der aber wohl nur zufällig und vorübergehend ist. Der nördliche Teil, das Becken von Brassac im engeren Sinne (Gruben la Combelle und Charbonnier) förderte im Jahre 1909 138000 T. gegen 112000 im Jahre 1900.

In Bau und Gestalt ähnelt das Becken den westlich von Mt. Dore und Cantal gelegenen, zuvor besprochenen Vorkommen. Es bildet wie diese eine enge, aufs äußerste zusammengepreßte Mulde. Die Schichten sind infolgedessen meist steil, oft senkrecht aufgerichtet. Vorwiegend herrscht einfache Muldenform, nur im mittleren Teile bilden sich wiederholte Spezialfalten aus. Die Flötze setzen hier in große, z. T. noch unbekannte Tiefen nieder. Das Südende zeigt, wie erwähnt, bei Lugeac

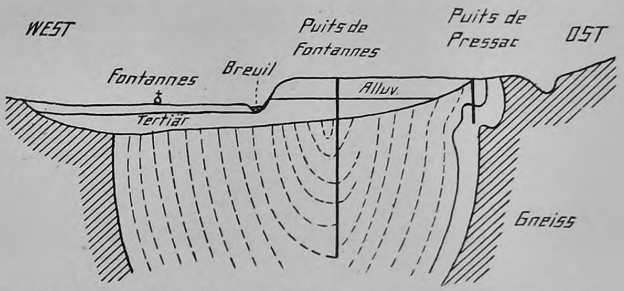


Fig. 94. Schnitt durch den mittleren Teil des Beckens von Brassac (n. Dorlhac).

die im Zentralplateau sonst seltene Erscheinung einer liegenden oder übergelegten Falte (s. Fig. 97).

Die von Norden nach Süden aufeinander folgenden Profile, Fig. 93 bis 96 machen jede weitere Beschreibung überflüssig. Das nördlichste Profil zeigt außerdem das kleine, ähnlich gebaute Nebenbecken von Fressange.

Im Aufbau des Kohlengebirges werden vier Hauptetagen und in jeder wieder mehrere Unterabteilungen unterschieden. Die Gesamt-

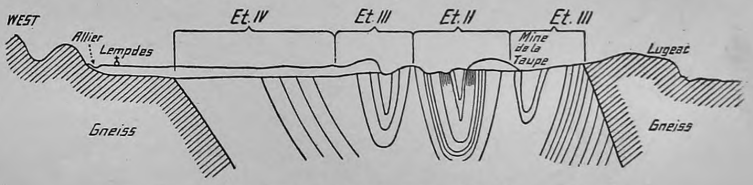


Fig. 95. Schnitt durch das Becken von Brioude (n. Dorlhac).

mächtigkeit des Karbons, wie sie sich durch Addition der einzelnen Etagen bei vollständiger Entwickelung ergibt, würde etwa 2500 m betragen. Infolge der besonderen Entwickelung der einzelnen Abteilungen erreicht jedoch die wirkliche Mächtigkeit der übereinander gelagerten Schichten nirgends diesen Betrag. Die tatsächliche Mächtigkeit des Kohlengebirges dürfte vielmehr an keinem Punkte 1800 m übersteigen. Die einzelnen Etagen sind nämlich nicht im ganzen Becken gleichförmig entwickelt, sondern es greifen die höheren Stufen nach Süden über die tieferen hinweg, während letztere in der Tiefe auskeilen und daher am

Südrande nicht wieder erscheinen. Umgekehrt keilen die höheren Stufen nach Norden aus. Das Längsprofil, Fig. 91 bringt diese Verhältnisse zu klarer Anschauung.

Die Folge dieses eigentümlichen Baues ist, daß man in der Längsrichtung, von Norden nach Süden, fortschreitend in immer höhere Schichten und Stufen gelangt.

Den Umfang und die Flötzführung der einzelnen Abteilungen gibt die nachstehende Tabelle an (s. a. das schematische Profil Fig. 90).

		Mächtigkeit m	bauwürdige Flötze: Anzahl	bauwürdige Flötze: Mächtigkeit (Kohle) m (Maximum)
4 Etage (von Brioude, Lamothe, Lavandieu)		600	2	1,2
3 Etage (Megecoste, Bouxhours usw.)	b) Obere Gruppe	200	6	8,8
	a) Untere „		3	4,0
2 Etage (Grosmenil, la Taupe, Armois)	c) Obere „	1100—1400	4	7,0
	b) Mittlere „		4	23,0
	c) Untere „		4	4,0
1 Etage (Charbonnier, la Combelle)	b) Obere „	500	1	0,5
	a) Untere „		4	10,0
Summe		2400—2700	28	58,5

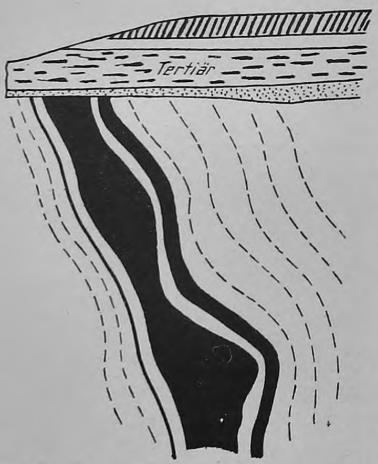


Fig. 96. Hauptflötz von Grosmenil (n. Dorlhac).

Der Flötzreichtum der ersten Etage ist fast ganz in der unteren Abteilung vereinigt. Diese Gruppe beginnt bereits nahe über dem Grundgebirge; zwischen dem Gneis und den tiefsten Flötzen liegen nur 25—60 m Sandstein. Die obere Gruppe ist nahezu steril. Sie besitzt dafür ein mächtiges Sandsteinmittel, das auch an der Tagesoberfläche sehr auffällig hervortritt und ein wichtiges Orientierungsmittel bildet.

Die Abteilung tritt der geschilderten Anordnung entsprechend am Nordende des Beckens zu Tage und wird hier hauptsächlich auf der Grube La Combelle gebaut. Am wichtigsten ist hier das dritte Flötz (von unten) die „grande couche“ mit 5—10 m Kohle, geschlossen oder durch zwei Mittel von je 0,5 m geteilt.

In der zweiten Etage setzt sich die Flötzarmut in der unteren Abteilung (Gruppe von Armois) zunächst noch fort, so daß auf über 900 m Gebirge nur 4 schwache Flötze, von je 1 m, entfallen — das Mittel über Etage 1 in Stärke von 700 m ist sogar völlig flötzleer. Diese Abteilung stößt im Ausgehenden unmittelbar südlich an die vorhergehende. Darauf folgt die mittlere und wichtigste Gruppe, die ihren Namen von den beiden nunmehr südlich folgenden Konzessionen Grosmenil und La Taupe führt. Ihr Aufbau stellt sich hier wie folgt:

	Kohle m	Mittel m
	—	60
4. Couche des lacs	4	—
Mittel	—	60
3. Couche	12	—
Mittel	—	60
2. Petite couche	2	—
Mittel	—	1
1. Grande couche	12	—

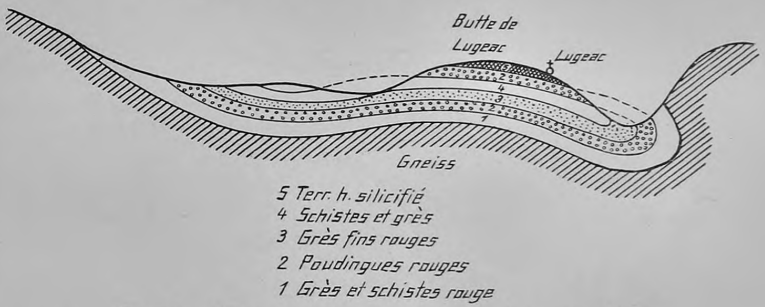


Fig. 97. Schnitt durch das Südende des Beckens von Brioude.

Die „grande couche“ besteht auf Grosmenil aus einem etwa 13 m mächtigen Hauptflötz, das im Hangenden und Liegenden von zwei schwächeren, meist 1,6—3 m starken Bänken begleitet wird. Seine stärkste Entwickelung und damit die größte im Becken überhaupt bekannte Kohlemächtigkeit erreicht das Flötz auf La Taupe mit 32 m. Charakteristisch für seine Ausbildung ist der häufige Wechsel von Anschwellungen und Verdrückungen („allure en chapelet“, d. h. rosenkranzartig), wie Fig. 96 zeigt.

Die Entwickelung der Gruppe ist übrigens sehr wechselnd, so daß die einzelnen Flötze auf den benachbarten Konzessionen nicht immer mit Sicherheit identifiziert werden können. So ergibt sich, um noch ein Beispiel anzuführen, auf La Taupe, am Ostrand des Beckens, folgendes Profil dieser Gruppe:

	Kohle m	Mittel m
5me Couche	wechselnd	
Mittel		16
4me Couche	1	
Mittel		16
3me Couche	1,6	
Mittel		6
2me Couche (petite veine) . .	7,6	
Mittel		12
1re Couche (grande veine) . .	16,2	

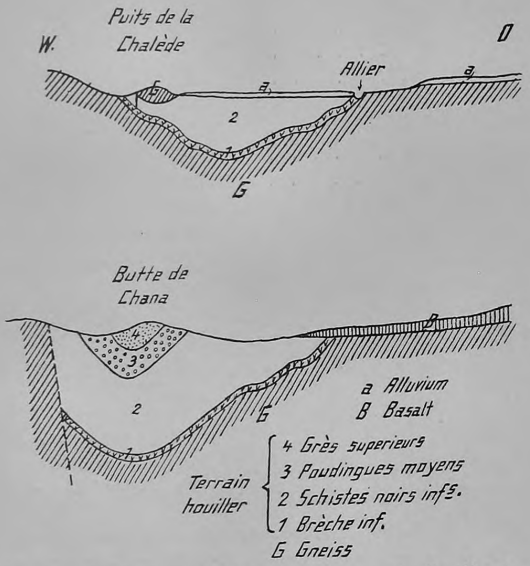


Fig. 98. Profile durch das Becken von Langeac (n. Dorlhac).

Schließlich sei noch kurz des in der südlichen Fortsetzung des vorigen gelegenen kleinen Beckens von Langeac[1]) gedacht. Es gehört, wie alle vorhergehenden, zu dem Typus der schmalen aber tiefen Becken, der für das innere Zentralplateau charakteristisch ist. Seine Länge, in der Nord-Südrichtung, beträgt 8,5 km, die Breite 1—2,5 km. Die Tiefe ist beträchtlich, entsprechend der wenigstens 800 m betragenden Mächtigkeit des Karbons. Das Becken ist ganz in Gneis und Glimmerschiefer eingesenkt. Im Aufbau des Kohlengebirges lassen sich folgende Abschnitte unterscheiden:

[1]) Amiot, Bassin houiller de Langeac (als Anhang zu Dorlhacs Beschreibung des Beckens von Brassac-Brioude s. o.). — Siehe auch Tournaire, Memoire, in Bull. de la soc. géol. de France 1869.

4. Sandsteine mit untergeordneten Schiefern und Kohlenflötzen.
3. Konglomerate, meist 200—300 m mächtig.
2. Schwarze Schiefer mit untergeordneten Sandsteinen und Kohlenflötzen.
1. Grobe Breccie. (Eckige Bruchstücke von Gneis und Glimmerschiefer; erreicht am Südende 50—100 m Mächtigkeit und darüber, am Nordende schwach entwickelt.)

In den Schiefern von 2 findet sich ein Flötz, das bei günstiger Ausbildung 4—5 m erreicht und auf la Chalède gebaut wird. Die Kohle enthält 28 % flüchtige Bestandteile. Die Produktion ist unbedeutend.

Ein zweiter Flötzhorizont erscheint in der obersten Abteilung, die jedoch infolge der Denudation nur noch in drei getrennten Lappen von geringer Ausdehnung erhalten ist. Die Mächtigkeit dieser Gruppe ist 150—200 m. Hierin sind zwei Flötze enthalten. Das obere erreicht 3—4 m, das untere 1—1,3 m. Der Gasgehalt beträgt in beiden 24—25 %. Es findet nur auf Marsanges eine geringe Förderung aus dieser Abteilung statt.

Das interessanteste an diesem praktisch völlig bedeutungslosen Becken ist die Überdeckung des Kohlengebirges durch Gneis (s. Fig. 98). Die Länge dieser Scholle beträgt 1 km, ihre Breite 500—600 m. Die Schächte von la Chalède haben sie in einer Mächtigkeit von 36 bezw. 80 m durchsunken, ehe sie das darunter liegende Karbon erreichten. Dieses eigentümliche Vorkommen ist wohl, mit Bertrand[1]), als Rest einer Deckfalte, ähnlich der von Lugeac (s. o.) aufzufassen.

F. Becken von Alais (Gard)[2]).

Dieses große Becken (s. Karte Fig. 99), das bedeutendste der südlichen Gruppe, zeigt einen sehr interessanten, aber auch äußerst verwickelten geologischen Bau. Nur allmählich hat sich das Verständnis seiner stratigraphischen und tektonischen Probleme entwickelt und es

[1]) M. Bertrand, Bassins houillers du plateau central. — Bull. de la soc. géol. de France, Ser. 3. Bd. **16**, 1888, S. 525. — Eine andere Erklärung dieses eigentümlichen Vorkommens versuchte Amiot (und ebenso Tournain). Da keine sonstige Störung der Schichten insbesondere keine Überkippung wahrzunehmen ist („aucun renversement" — „aucun dérangement"), glaubt er das isolierte Auftreten dieser Gneisscholle über dem Kohlengebirge durch einen in neuerer Zeit erfolgten Absturz von den umgebenden Höhen erklären zu sollen.

[2]) Callon, Mémoire sur la géologie et l'exploitation des mines de houille de la Grand'-Combe (Gard). — Ann. des mines, 4. Ser. **14**, 1848. — Sarran, Bull. de la soc. de l'ind min. XIV. 1868. S. 113. — Zeiller, La géologie et la paléontologie du bassin houiller du Gard. Bull. de la soc. géol. de France. 3. Ser. **19**. 1891. — Bertrand, Bassin houiller du Gard. Ann. des mines, 9. Ser. **17**, 1900. S. 505. — Ein großes Werk von Grand'Eury über dieses Becken: Géologie et paléontologie du Gard, St. Etienne 1890, ist leider nur in einer ganz kleinen Auflage — 125 Exemplare — gedruckt und überhaupt nicht im Buchhandel erschienen. Dieses grundlegende Werk ist daher so gut wie unzugänglich und konnte hier nicht mit benutzt werden. Die angeführte Arbeit von Zeiller stellt einen kurzen Auszug daraus dar, auch ist in der Studie von Bertrand vielfach darauf Bezug genommen.

scheint, als ob auch heute noch nicht alle Einzelheiten endgültig geklärt wären.

Der wahre Umfang der Ablagerung ist gegenwärtig noch nicht bekannt, da seine Grenzen, außer am Westrande, überall von mächtigen jüngeren Ablagerungen verhüllt sind. Man kann daher zurzeit nicht von einem eigentlichen geschlossenen Becken sprechen; alle Angaben

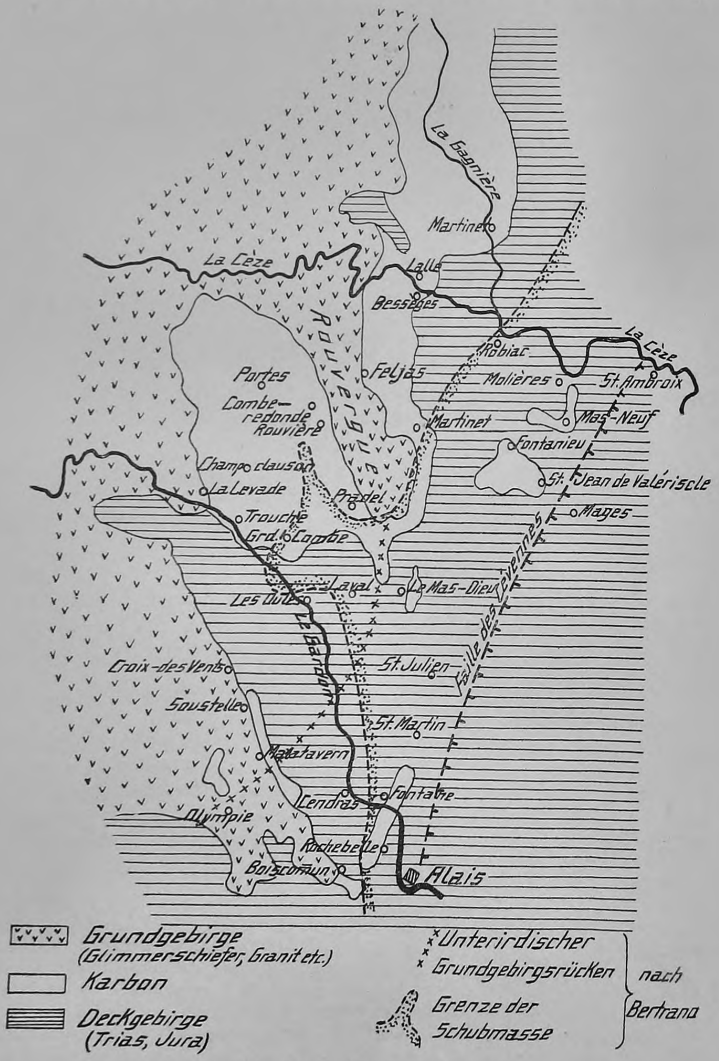


Fig. 99. Das Becken von Alais (Gard).

beziehen sich vielmehr ausschließlich auf den bisher allein bekannten und aufgeschlossenen Westrand sowie einzelne, mehr nach dem Inneren gelegene, aber völlig isolierte Vorkommen.

An seinem Westrande lehnt sich das Kohlengebirge in einem etwa 30 km langen Streifen, im Süden bei Alais schmal beginnend und mehrfach unterbrochen, nach Norden zu 4—5 km Breite anwachsend, an den Ostrand des Zentralplateaus, dessen kristalline Gesteine die Unterlage des Beckens bilden. Nach Osten werden die karbonischen Ablagerungen sehr bald von jüngeren Formationen — Trias, Jura, Kreide, weiterhin auch Tertiär — bedeckt, die rasch zu großer Mächtigkeit anschwellen. Im Süden tritt dieses Deckgebirge fast unmittelbar an das kristalline Massiv heran, stellenweise sogar auf dieses übergreifend, so daß dazwischen, wie erwähnt, nur einzelne schmale Karbonstreifen frei bleiben. Nach Norden treten diese mesozoischen Deckschichten mehr gegen Osten zurück und lassen so der Entwickelung des Karbons an der Oberfläche einen breiteren Spielraum.

Eine Reihe größerer und kleinerer Karbonpartien taucht inselartig in nordost-südwestlicher Anordnung aus diesem Deckgebirgsmantel auf: bei Mas-Neuf, St. Jean de Valeriscle, Mas-Dieu, Rochebelle und schließlich bei Bois-commun, mit welch letzterem Vorkommen sich die Reihe der isolierten Karboninseln wieder an das kristalline Grundgebirge des Mt. Cabane, westlich Alais anschließt.

Zwei große Verwerfungen begrenzen im Norden und Osten das Kohlenrevier oder wenigstens seinen bis jetzt bergbaulich aufgeschlossenen und ausgebeuteten Teil. Es sind dies im Norden die etwa ostwestlich streichende Querverwerfung „faille de Banne", bei Berrias, die hier das Kohlengebirge endgültig abschneidet. Im Osten zieht sich die „faille des Cévennes" als streichende Störung von Alais in Nordostrichtung über St. Ambroix hinaus. Sie bringt an der Oberfläche in ihrem südlichen Teile Kreide, im Osten, in Kontakt mit Jura im Westen, nördlich St. Ambroix stößt Tertiär, im Osten, an Kreide im Westen der Störung. Im Gegensatz zu der nördlichen Verwerfung schneidet die faille des Cévennes das Kohlengebirge im Untergrunde nicht völlig ab, sondern verwirft es nur in sehr beträchtliche Tiefe, die immerhin die Möglichkeit einer späteren Ausrichtung nicht ausschließt.

Die Lagerungsverhältnisse in diesem östlichen Grenzgebiet läßt die Figur 100 erkennen. Die normale Mächtigkeit der mesozoischen Bedeckung ist sehr bedeutend. Eine Bohrung bei Campredon[1]), südwestlich des Mont Cabane, 1899, durchsank 380 m Trias, die unmittelbar dem Granit auflagerte. Eine weitere bei St. Brès, nord-östlich des Rouvergue, 1902, zeigte folgendes Profil:

Oberer Lias (Toarcien) . .	55 m	480 m Deckgebirge
Mittlerer Lias (Charmouthien)	414 „	
Störungszoue	11 „	
Karbon, mit 16 Flötzen . .	237 „	
	717 m	

Eine ältere Bohrung bei Mages, 1866[1]), zeigte:

[1]) G. Fabre, Extension du terrain houiller sous les morts — terrains dans le bassin d'Alais (Gard). Comptes rend. de l'Ac. **148**, 1909. S. 737.

Jura	296 m	467 m Deckgebirge
Lias	78 „	
Trias	93 „	
Karbon, mit 7 Flötzen	160 „	
	627 m	

Übereinstimmend ergibt sich aus diesen Daten eine sehr bedeutende Mächtigkeit des Deckgebirges, etwa 400—500 m, schon in geringer Entfernung vom kristallinen Grundgebirge, bezw. vom Ostrande der freien Karbonoberfläche. Die auffallenden Verschiedenheiten in der Mächtigkeit der einzelnen Abteilungen (Trias 380—296 m, Lias 469—78 m, Jura 0—296 m) sind jedenfalls auf die Wirkung von Störungen zurückzuführen, durch die einzelne Stufen des Deckgebirges in der Nähe seines Westrandes ganz oder teilweise unterdrückt werden. Es läßt sich voraussetzen, daß weiter östlich, bei ungestörter Entwickelung, die volle Mächtigkeit des Deckgebirges wenigstens 800 m betragen wird.

Durch ein von der Hauptmasse des Zentralplateaus in südlicher Richtung halbinselförmig vorspringendes Vorgebirge: Rouvergue, wird die Oberfläche des Karbons in zwei Abschnitte zerlegt, die allerdings

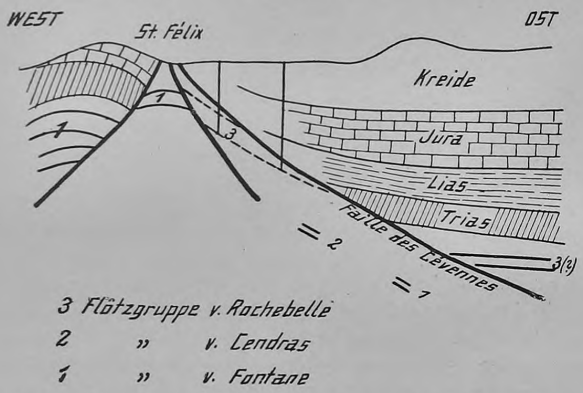


Fig. 100. Schnitt durch den südlichen Teil des Beckens von Alais (n. Bertrand).

um die Spitze des Vorgebirges herum durch einen schmalen Streifen zusammenhängen. Der östlich und nördlich dieses Urgebirgsvorsprunges gelegene Hauptteil des Beckens mit dem Centrum Bessèges wird nach diesem oder auch nach dem es durchströmenden Flusse als bassin de la Cèze bezeichnet. Der westlich des Rouvergue gelegene Teil stellt eine weite, auf drei Seiten vom Grundgebirge umschlossene, nur nach Süden geöffnete Bucht dar, die als das Becken von Portes oder von Grand'Combe bezeichnet wird. Ihre Ausdehnung beträgt etwa 9 km in der Nordsüdrichtung, die Breite durchschnittlich 4—5 km. Dieser Abschnitt wie auch der anschließende südliche Teil des Hauptbeckens wird vom Gardon durchflossen. Schließlich ist noch ein kleiner, westlich vom Hauptbecken, mitten im kristallinen Gebirge gelegener „Auslieger" der Kohlenformation zu erwähnen bei Olympie, der, heute völlig isoliert, ursprünglich wohl mit dem Hauptbecken in Verbindung gestanden hat.

Der Flächenraum des Gesamtbeckens beträgt etwa 120 qkm, wovon etwa 80 qkm auf den zu Tage ausgehenden Teil des Kohlengebirges entfallen. Der Kohlenreichtum ist recht beträchtlich, da eine große Anzahl, z. T. mächtiger Flötze vorhanden sind. Die gesamte Kohlemächtigkeit schwankt zwischen 15 und 40 m. Grand'Eury schätzt den Vorrat, ohne Berücksichtigung des unbekannten Teiles im Osten der faille des Cévennes, auf 1 Milliarde Tonnen. Dementsprechend ist die Förderung ebenfalls recht bedeutend. Sie steht mit über 2 Millionen Tonnen an zweiter Stelle unter allen Kohlenbecken von Zentral- und Südfrankreich und wird nur von St. Étienne mit 3,7 Mill. t übertroffen. Die Entwickelung seit der Mitte des vor. Jahrhunderts zeigen die folgenden Zahlen:

1856	1862	1869	1875	1880	1890
Tonnen					
757 000	1 000 000	1 300 000	1 500 000	1 900 000	2 000 000

1900	1905	1910	1911
Tonnen			
2 000 000	1 900 000	2 050 000	2 060 000

In diesen Zahlen ist auch die unbedeutende Förderung der beiden anderen im Departement du Gard gelegenen Becken, von Vigan und Aubenas enthalten. Der Anteil der Einzelbecken an der Gesamtproduktion stellte sich in den letzten Jahren wie folgt:

	1900	1910	1911
	Tonnen		
Alais	1 976 000	2 030 000	2 030 000
Aubenas	48 000	27 000	32 000
Le Vigan		1 000	—
	2 024 000	2 058 000	2 062 000

Die Förderung ist also seit wenigstens 20 Jahren nahezu konstant und der Anteil der beiden kleineren Becken völlig verschwindend.

Über den Aufbau des Beckens im ganzen läßt sich nur soviel sagen, daß die Schichten des Kohlengebirges das Grundgebirge umsäumen und gleichförmig von ihm abfallen, also im Becken von Bessèges im allgemeinen östliches Einfallen zeigen, in der Bucht von Portes und Grand'Combe flach muldenförmige Lagerung, mit Einfallen nach der Mitte zu besitzen. Im übrigen ist der Bau und die Schichtenfolge hier

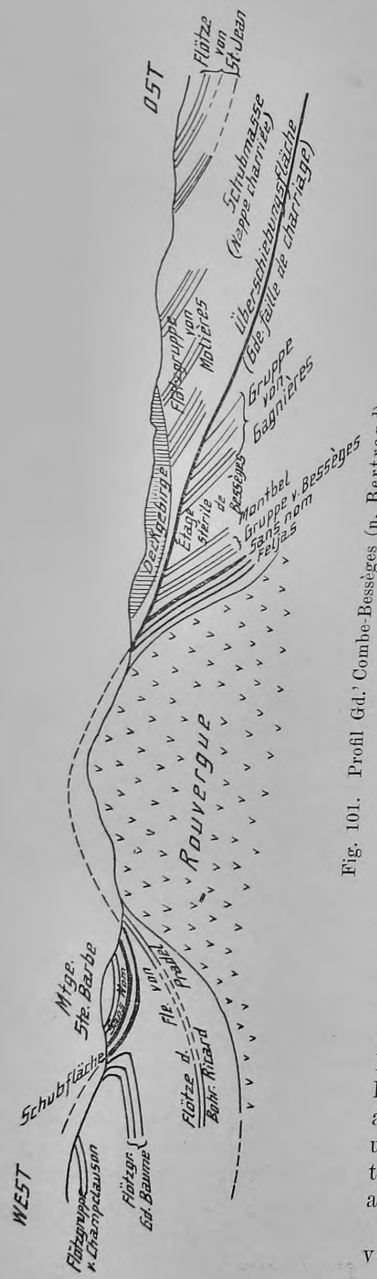


Fig. 101. Profil Gd.'Combe-Bessèges (n. Bertrand).

wesentlich verschieden von der des offenen Beckens. Beide Teile müssen daher getrennt betrachtet werden.

Zeiller und Grand'Eury teilen die karbonische Schichtenreihe des ganzen Beckens in drei Hauptabschnitte, die von oben nach unten als

3. Etage von Champclauson,
2. „ „ Grand'Combe,
1. „ „ Bessèges

bezeichnet werden.

Im „Becken von Bessèges“ (s. Fig. 101) liegt auf dem Grundgebirge, als Basis der ganzen Schichtenreihe eine Breccie, aus großen eckigen Glimmerschieferbruchstücken, die im Norden bis 100 m mächtig wird. Diese Bildung nimmt, nach Zeiller und Grand'Eury, eine Sonderstellung, noch unter der eigentlichen Stufe von Bessèges ein und wird durch eine eigenartige Flora charakterisiert (Pecopteris arborescens, gracillima, abbreviata; Dictyopteris neuropteroides; Cordaites borrassifolius; Lesleya angusta). Hierauf folgt 1. das System von Bessèges, das aus einer Reihe von Flötzgruppen besteht. Zuunterst a) die Gruppe von Feljas, bei Bessèges 150 m mächtig, mit 1 Flötz von 1,3 m. Nach Norden nimmt die Mächtigkeit und der Kohlegehalt der Gruppe zu bis auf 7 m Kohle und darüber. b) die Gruppe der „couche sans nom“. Dieses Flötz ist eines der am besten charakterisierten und daher überall leicht wieder zu erkennen. Seine Mächtigkeit unterliegt bedeutenden Schwankungen und schwillt oft sehr erheblich an. Außerdem verzweigt es sich oft unter Abspaltung von Trümmern („satellites“), die aber meist nicht weit aushalten.

Es folgt c) die Flötzgruppe von Bessèges. In einer 500 m

mächtigen Schichtenfolge von vorwiegenden weißen Feldspatsandsteinen mit Schiefern liegen bei Bessèges 14 bauwürdige Flötze mit 14 m Kohle von sehr regelmäßiger Ausbildung, Den obersten Teil der Stufe bildet d) die Flötzgruppe von Montbel. Sie enthält im eigentlichen Becken von Bessèges nur vier unbedeutende, schiefrige Flötzchen, ist jedoch in den isolierten Vorkommen von St. Jean und Rochebelle in günstigerer Entwickelung vertreten. Die größte praktische Bedeutung in dieser Abteilung besitzt die Flötzgruppe von Bessèges, deren Zusammensetzung die folgende Übersicht zeigt[1]):

Flötzname	Mächtigkeit m	Mittel m
14me Couche, nicht gebaut . . .	—	4— 5
13me „ , desgl.	—	30
12me „ , Mächt. unbekannt .	—	8—10
11me „ —	0,7—0,8	15—18
10me „ : St. François . . .	0,7—1,0	30—35
9me „ : Ste. Yllide . . .	1,8—2,2	7— 8
8me „ : St. André	1,0—1,2	12—15
7me „ : Ste. Mathéa . . .	0,7—0,9	50—55, mit 2 klein. Flötzchen
6me „ : Ste. Émile . . .	1,4—2,2	20—22
5me „ : St. Auguste . . .	1,8—2,2	10
4me „ : Ste. Barbe . . .	1,0—2,0	14—15
3me „ : St. Félix	0,8—1,2	25
2me „ —	—	30—40
1re „ —	—	

2. Über der Stufe von Bessèges folgt eine mächtige flötzleere Zone: Étage stérile, die „phyllades houillers“ von Grand'Eury.

3. Den Abschluß nach oben bilden die Schichten von Gagnières mit 5—6 Flötzen von sehr regelmäßiger Ausbildung.

Soweit läßt sich die ungestörte Aufeinanderfolge der Schichten vom Liegenden zum Hangenden mit Sicherheit verfolgen und wird auch durch den paläontologischen Charakter der einzelnen Gruppen bestätigt. Weniger sicher ist die stratigraphische Stellung der östlich und südlich in den isolierten Karboninseln, bei Molière, St. Jean, Rochebelle usw. vertretenen Schichten. Hierauf wird später zurückzukommen sein. Wir betrachten jetzt die Entwickelung im Westen des Rouvergue.

[1]) Marsaut, Notice sur l'exploitation et le roulage de la houille aux mines de Robiac et de Bessèges. Bull. de la soc. de l'ind. min. 1. Ser. 5, 1859—60, S. 225.

ZBIORNICA KSIĘGOZBIORÓW ZABEZPIECZONYCH W KATOWICACH

Becken von Portes und Grand'Combe. Auch hier bilden grobe Trümmergesteine die Basis der Ablagerung. Sie bestehen in den tiefsten Teilen aus eckigen Blöcken des Grundgebirges, analog den entsprechenden Ablagerungen im Inneren des Zentralplateaus und sind bei dichter Packung und zurücktretendem Bindemittel oft schwer vom anstehenden kristallinen Grundgebirge zu unterscheiden. Nach oben gehen diese Bildungen durch stärkere Abrollung der Bestandteile in echte Konglomerate über. Diese tiefste Stufe ist besonders am Westrande stark entwickelt, wo sie über 200 m Mächtigkeit erreicht. Sie fehlt am Ostrande — also am Westabhange des Rouvergue — oder ist hier höchstens schwach vertreten, sei es, daß diese Schichten hier überhaupt nicht abgelagert wurden oder durch spätere Störungen verdeckt sind.

Hierauf folgt der tiefste Flötzhorizont, dessen Schichten naturgemäß an den Rändern der Bucht zu Tage ausgehen. Sie sind besonders am Westabhang des Rouvergue, bei Pradel, bekannt. Diese Zone hat nur geringe praktische Bedeutung. Der Hauptflötzreichtum liegt im Inneren der Bucht bei Grand'Combe, Champclauson und Portes. Hier sind zwei Hauptflötzgruppen entwickelt: zuunterst die Flötzgruppe von Grand Baume, deren Aufbau das nachstehende Profil zeigt (nach Callon), wie er sich an drei verschiedenen Punkten darstellt.

Flötz Nr.	Montagne de la forêt d'Abilon	m	Flötz Nr.	La Levade	m	La Rouvière	m
6	Flötz	0,3	6	Minette	0,5		
	Mittel . . .	3,5		Mittel . . .	3,5		
5	Minette supérieure	1,6	5	Pams	1,25	Flötz 3	0,5
	Mittel . . .	6,5		Mittel . . .	1,25		
4	Flötz	0,5	4	3-Mâchoires . .	1,50		
	Mittel . . .	28,0		Mittel . . .	16,0	Mittel	40,0
3	Gde. Couche d'Abilon	4,35	3	La Trouche . .	1,5	Flötz 2	0,8
	Mittel . . .	4,5		Mittel . . .	2,25	Bituminöse Schiefer mit	
2	Minette inférieure	1,1	2	Lard	0,50	Sphärosiderit-	15,0
	Mittel . . .	31,5		Mittel . . .	25,5	lagen (Palmesalade)	
1	Grand Baume . .	10,97	1	Levade o. gde. veine	4,85	Flötz 1 (sehr unrein)	10,97
	Davon Mittel	2,8					
		92,84			56,60		65,80

Hierzu ist zu bemerken, daß die Flötzgruppe ihre beste Ausbildung bei Grand'Combe zeigt (forêt d'Abilon), nach Westen (Levade) und Norden (Rouvière) nimmt sowohl die Gesamtmächtigkeit als auch besonders der Kohlereichtum erheblich ab. Einen gewissen Ersatz bieten die am Ostrande auftretenden z. T. wertvollen Eisensteinflötze, die bei Palmesalade abgebaut werden.

Hierüber folgt zunächst ein flötzleeres Mittel, wesentlich bestehend aus feinkörnigen Sandsteinen und Schiefern, sodann die etwa 400 m

mächtige Schichtenreihe mit der Flötzgruppe von Champclauson. Das gleichnamige Hauptflötz der Gruppe bedeckt, abgesehen von den Randgebieten, den mittleren und nördlichen Teil der Bucht in dem durch die Orte Champclauson, Portes, Comberedonde, Rouvière bezeichneten Gebiete. Den Aufbau der Stufe zeigt die folgende Tabelle (nach Callon).

Flötz Nr.	Kohle m	Mittel m
18	0,25	
		25,0
17	0,40	
		25,0
16	2,00	
		25,0
15	4,15	
		11,4
14	—	
13	0,80	
		41,60
12	6,35	
		40,0
11	0,4	
		6,0
10	0,6	
		8,0
9	0,6	
		20,0
8, gde. couche de Champclauson	4,0	
		25,0
7 Sterile Zone	1,1	
		200—260
	20,65	427—487

Unsicher waren lange Zeit die Beziehungen zwischen diesen Flötzen im Inneren des Beckens und der Randgruppe (Pradel usw.), Gewißheit hierüber brachte erst eine bei Grand'Combe, im Liegenden von Flötz Grand'Baume niedergebrachte Bohrung (Ricard) in den 80er Jahren des vor. Jahrhunderts. Diese durchsank zunächst ein flötzleeres Mittel von nahezu 800 m Mächtigkeit und traf darunter eine Gruppe von anthrazitischen Flötzen, von denen zwei eine Mächtigkeit von 6 bezw. 10 m erreichen. Ihrer Stellung nach entsprechen diese Flötze jedenfalls den allerdings viel schwächer entwickelten am Rande des Beckens bei Pradel. Man kennt also auch hier nunmehr eine fortlaufende Schichtenreihe, beginnend mit der Randgruppe bezw. den dieser stratigraphisch gleichstehenden Flötzen der Bohrung Ricard, darüber folgt ähnlich wie in Bessèges ein mächtiges flötzleeres Mittel, über welchem wieder die Flötzgruppe von Grand'Combe (Flötz Grand'Baume usw.) und schließlich die von Champclauson folgt. Auch hier ist die stratigraphische Reihenfolge in Übereinstimmung mit dem Florencharakter der einzelnen Abteilungen. Wie sich die beiden durch das Vorgebirge des Rouvergue

getrennten großen Schichtensysteme von Bessèges und von Grand'Combe-Champclauson zueinander verhalten, wird weiterhin erörtert werden. Zuvor müssen wir noch einige weitere Vorkommen betrachten.

Im Tale von Grand'Combe begegnen sich zwei Systeme, deren gegenseitige Beziehungen lange Zeit rätselhaft waren (Fig. 102). An seinem rechten, westlichen Abhang streichen an der Montagne de la forêt d'Abilon die Flötze der Gruppe von Grand'Baume aus, während auf der gegenüberliegenden östlichen Talseite, an der Montagne Ste. Barbe und Pluzor eine völlig davon verschiedene Serie, als Flötzgruppe von Ste. Barbe bezeichnet, auftritt, deren Basis das wichtige, uns schon von Bessèges bekannte Flötz „sans nom" bildet, auch hier in gleicher Weise entwickelt mit den charakteristischen Anschwellungen und Verzweigungen. Eine Verwerfung, die in der Richtung des Tales von

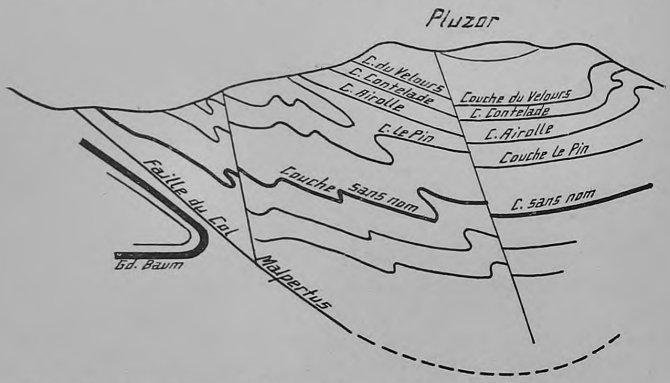


Fig. 102. Auflagerung der Flötzgruppe von Ste. Barbe auf der Gruppe von Gd'. Combe (n. Gd.' Eury).

Grand'Combe — von Südwest nach Nordost — verläuft, die „faille du col Malpertus" trennt die beiderseitigen Gebirgsteile. Dem Augenschein nach liegt in den Flötzen von Ste. Barbe eine höhere Gruppe vor, welche die Flötze von Grand'Combe überlagert. Entsprechend finden wir bei Callon, der die Flötze vom Liegenden aufwärts zählt, die Gruppe von Grand'Baume mit den Nummern 1—6 bezeichnet (die tieferen Flötze in der Bohrung Ricard waren damals noch nicht bekannt), während die Flötze von Ste. Barbe, als hangende Gruppe, von 8—18 weitergezählt werden. Dieser Auffassung, die stratigraphisch durchaus begründet erschien, widersprach das Ergebnis der paläontologischen Untersuchungen von Grand'Eury. Dieser wies nach, daß die Flora der Flötze von Ste. Barbe älter sei als die von Grand'Combe und dem System von Bessèges entspricht. War diese Deutung richtig, so lag hier eine ältere über einer jüngeren Flötzgruppe!

In der Tabelle S. 429 ist der Aufbau der Gruppe von Ste. Barbe, nach den Angaben von Callon, wiedergegeben.

Nr.	Flötzname	Kohle m	Mittel m
18	Ste. Barbe	1,30	
			20,0
17	Le bosquet	3,0	
			22,0
16	Le plomb	1,4	
			15,0
15	Les portails (mit 1 m Mtl.)	3,5	
			6,0
14	La minette	0,50	
			12,0
13	La baraque	1,00	
			20,0
12	Le velours (mit 0,4 m Mtl.)	2,00	
			14,0
11	La cantelade	0,90	
			30,0
10	L'airolle	1,30	
			20,0
9	Le pin	1,00	
			25,00
8	Sans nom (0,05 m Mtl.) . .	3,05	
	Summe	18,95	184,00

Gesamtmächtigkeit: 202,95 m.

Die Flötze 9—18 würden der Lage nach der Gruppe von Bessèges im engeren Sinne — Gruppe 1 C auf S. 424 — entsprechen. Eine Parallelisierung im einzelnen hat sich bisher nicht durchführen lassen. Bertrand nimmt an, daß das Flötz Nr. 12, velours, dem Flötz St. Émile von Bessèges gleichsteht.

Auch im Becken von Bessèges stellte sich eine ähnliche Anomalie heraus. Hier kennt man über der Flötzgruppe von Gagnières, die wir als die hangendste der normalen Schichtenfolge, vom Grundgebirge aufwärts gehend, kennen gelernt hatten, in den östlich vorgelagerten Karboninseln von Molières und St. Jean de Valeriscle eine außerordentlich zahlreiche Reihe von Flötzen von verhältnismäßig geringer Mächtigkeit, aber auffallend regelmäßiger Entwickelung. Auf Molières beträgt ihre Zahl nicht weniger als 45 mit nur 13 m Kohle. Bauwürdig sind davon nur 3 oder 4 im oberen Abschnitt der Reihe: Ste. Mathilde mit 0,5 m, St. Louis ebenfalls 0,5 m stark, Ste. Clémentine 1 m und Gravoulet 1,05 m. Auf St. Jean sind 26 Flötze aufgeschlossen, die die Flötzreihe von Molières nach oben hin fortsetzen. Daraus ergab sich für diese ganze Schichtenfolge eine Mächtigkeit von 1400 m. Was ihre stratigraphische Stellung anlangt, so ließ schon die Lage dieser Vorkommen östlich von Bessèges und Gagnières vermuten, daß man es hier mit höheren Schichten zu tun hätte. Diese naheliegende Auffassung schien durch direkte Grubenaufschlüsse ihre Bestätigung zu finden. Ein langer Querschlag, „galerie de Robiac“ (s. Fig. 101), durchörterte der Reihe nach zunächst die normale liegende Schichtenfolge, beginnend

mit der Gruppe von Feljas, darüber die von Bessèges, ferner das große flötzleere Mittel und die Gruppe von Gagnières, trat sodann in die Reihe der Flötze von Molières ein, über der schließlich die Flötze von St. Jean folgten. Die Lagerung war eine anscheinend ungestörte, das Einfallen gleichmäßig östlich. Die stratigraphische Stellung der Flötze von Molières und St. Jean im Hangenden von Bessèges, spez. von Gagnières, erschien hiermit gesichert („il est certain que tout se présente, comme si Molières et St. Jean constituaient le faisceau le plus élevé" Bertrand, a. a. O., S. 516). Im schärfsten Gegensatze zu diesem stratigraphischen Befunde kamen Zeiller und nach ihm Grand'Eury auf Grund der Flora zu der Ansicht, daß die Flötze von Molière und St. Jean einem tieferen Niveau angehören müßten und etwa der Gruppe von Bessèges, im Liegenden der étage stérile, gleichstehen. Speziell würden die Flötze von Molières dem Horizont der „couche sans nom" entsprechen, während die von St. Jean — in Übereinstimmung mit der beobachteten Lagerung — ein etwas höheres Niveau repräsentieren. Also auch hier wieder derselbe Widerspruch in den Ergebnissen der stratigraphischen und der paläontologischen Methode wie in dem Verhältnis zwischen Grand'Combe und Ste. Barbe. Eine Lösung dieses Problems sucht Bertrand in der angeführten Arbeit zu geben. Den Ausgangspunkt hierbei bildet die paläontologisch festgestellte Tatsache der Überlagerung jüngerer durch ältere Schichten in beiden Teilen des Beckens — bei Molières und St. Jean einerseits, in der Montagne Ste. Barbe andererseits —, für welche eine befriedigende tektonische Deutung zu finden war.

Bertrand erklärt diese abnorme Lagerung durch die Annahme einer im wesentlichen horizontalen Schubfläche, einer sog. faille de charriage, wie solche aus den Alpen bekannt sind und auch zur Erklärung der anomalen Überdeckungen im belgischen und im nordfranzösischen Becken benutzt wurden. Es soll danach ein Teil des Kohlengebirges in horizontaler Richtung, als „lambeau de poussée" über den anstehenden Teil des Beckens hinweg geschoben sein. Die ursprünglich ebene Schubfläche wurde durch spätere Bewegungen gefaltet und schließlich durch Erosion ein großer Teil dieser Deckscholle wieder entfernt und die Unterlage freigelegt. Die Überschiebung wäre in diesem Falle in der Richtung von Osten nach Westen erfolgt. Die Übersichtskarte, Fig. 99, läßt die Lage und den Umfang der Schubmasse nach den Untersuchungen von Bertrand erkennen.

Die Schubfläche selbst ist im östlichen Gebiete nirgends sichtbar. Sie muß, wenn die Deutung von Bertrand richtig ist, in dem Querschlage von Robiac durchfahren sein, ohne daß man ihre Natur erkannt oder überhaupt nur das Vorhandensein einer so bedeutenden Störung bemerkt hätte. Anders und günstiger liegen die Verhältnisse in der Bucht von Portes-Grand'Combe. Hier ist in der erwähnten „faille du col Malpertus" die Grenzfläche zwischen dem anstehenden Teile des Beckens im Westen (Schichten von grand Baume usw.) und der wurzellosen Schubmasse im Osten (Ste. Barbe-Pluzor, couche sans nom etc.)

unmittelbar zu beobachten und seit langem bekannt. Man braucht nur anzunehmen, daß diese Störung nicht, wie man früher glaubte (Callon u. a.), steil in die Tiefe setzt, sondern daß sie sich bald verflacht, um nach Osten und Norden wieder anzusteigen. Ihr Ausgehendes bildet dann die Begrenzung der Überschiebungsdecke gegen die anstehenden Schichten der Unterlage. Bei dieser Annahme erklärt sich auch eine andere auffallende Erscheinung, die Umbiegung und Überkippung des Flötzes grand Baume an seinem östlichen Ende, s. Fig. 102 u. 103, durch den Druck der gegen Westen bewegten Schubmasse.

Es entsteht nun die Frage nach dem gegenseitigen Verhältnis der einzelnen getrennten Teile der Ablagerung, um zur Aufstellung eines Normalprofiles für das ganze Becken zu gelangen. Auch in dieser Beziehung ergibt sich eine große Divergenz der Ansichten verschiedener

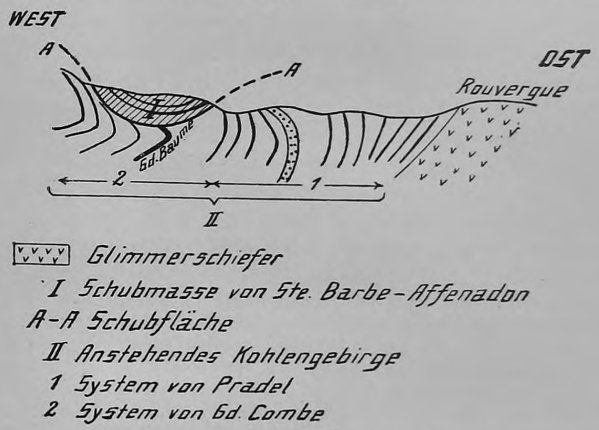


Fig. 103. Profil durch das Becken von Gd.' Combe (n. Bertrand).

Forscher. Grand'Eury ging bei der Parallelisierung zwischen Grand'Combe und Bessèges von dem mächtigen flötzleeren Mittel — der étage stérile — im Hangenden der Gruppe von Bessèges aus. Dieses glaubte er bei Grand'Combe in der mächtigen flötzleeren Schichtenreihe im Liegenden von grand Baume wiederzuerkennen. Dann müßten die darunter, in der Bohrung Ricard angetroffenen Anthrazitflötze der Gruppe von Bessèges, und zwar ihrem oberen Teile, entsprechen, während die Flötzreihe von grand Baume selbst mit der Gruppe von Gagnières zu parallelisieren wäre. Bertrand bestreitet die von Grand' Eury zum Ausgangspunkt genommene Gleichwertigkeit der beiderseitigen flötzleeren Mittel ebenso wie die darauf begründeten Parallelisierungen. Er sucht durch paläontologische Argumente nachzuweisen, daß die ganze Schichtenreihe von den tiefsten Flötzen der Bohrung Ricard bis zur Gruppe von Grand'Combe eine einheitliche Etage bildet („un même

ensemble inséparable — — — sans rapport avec le faisceau de Bessèges" a. a. O., S. 556f.) und als solches mit der Flötzgruppe von Gagnières zu parallelisieren, d. h. also ganz in das Hangende der „étage stérile" von Bessèges zu versetzen sei. Falls dies zutrifft, würde in der Bucht von Grand'Combe die ganze untere Abteilung des Profiles von Bessèges, nämlich außer der Breccie an der Basis (die vorhandenen Breccien und Konglomerate müßten einem höheren Horizont angehören), die Flötzgruppe von Feljas, die Gruppe der „couche sans nom", die von Bessèges und auch die étage stérile vollkommen fehlen. Die Ablagerung in der Bucht würde erst mit dem Niveau der Flötzgruppe von Gagnières beginnen, die demnach hier in außerordentlicher Mächtigkeit entwickelt wäre, da sie außer der basalen Flötzgruppe (Bohrung Ricard, Pradel usw.) auch noch das mächtige flötzleere Mittel und die ganze Gruppe von Grand'Combe umfassen würde (s. die Tabelle S. 433 u. Fig. 101). Tiefere Schichten des Profiles von Bessèges, der Gruppe „sans nom" usw. entsprechend, wären dann nur als ortsfremde Masse in der wurzellosen Scholle von Ste. Barbe vertreten, wo sie infolge der Überschiebung als scheinbar höchste Gruppe im Hangenden der anstehenden jüngeren Serie erscheinen.

Es ist klar, daß durch eine solche mehr oder weniger unabhängige Entwickelung in den beiden Teilbecken, in Verbindung mit den tektonischen Komplikationen die Schwierigkeit der Parallelisierung der beiderseitigen Schichtenreihen außerordentlich gesteigert werden muß.

Zur Erklärung dieser abweichenden Entwickelung in beiden Teilen des Beckens, östlich und westlich vom Rouvergue, nimmt Bertrand eine die Bucht von Grand'Combe ursprünglich von dem Becken von Bessèges abschließende Barre an, d. h. eine Schwelle des Grundgebirges, die sich in der Fortsetzung des Vorgebirges von Rouvergue nach Südwesten erstreckte. Erst nach Ablagerung des großen flötzleeren Mittels, der „étage stérile", im Osten hätten die karbonischen Gewässer diesen Felsriegel überschritten, um in die Bucht einzudringen. Die Übersichtskarte, Fig. 99, zeigt den Verlauf dieses hypothetischen Rückens nach Bertrand. Südlich und südöstlich dieser Linie ist noch das System von Bessèges entwickelt (bei Boiscommun und Malataverne), während nördlich davon (bei Soustelle und Croix des vents) die Ablagerung erst mit dem System von Grand'Combe beginnt. Dieselbe Abteilung ist auch weiter nördlich, in dem Schacht von Oules am linken Ufer des Gardon, erschlossen, und zwar mit ihren tiefsten Flötzen, entsprechend der Bohrung Ricard und ohne Überdeckung durch die Gruppe von Ste. Barbe, so daß dieser Punkt bereits außerhalb der Schubdecke, an ihrer Südgrenze liegen würde.

Von den im Süden aus dem Deckgebirge auftauchenden inselartigen Vorkommen ist das bedeutendste das von Fontane, Cendras und Rochebelle. Das Kohlengebirge ist hier durch einen großen Flötzreichtum ausgezeichnet. Die Entwickelung der Flötze stimmt mit keinem der anderen Reviere überein. Nach Bertrand würden die Ablagerungen der Stufe von Bessèges entsprechen — allerdings in sehr abweichender Ausbildung — und noch der Deckscholle angehören. In geringer Entfernung westlich davon ist das anstehende Becken mit der Flötzgruppe von Feljas und sans nom erschlossen. Die Grenze der Überschiebungsdecke muß also zwischen diesen beiden Punkten durchstreichen.

Die Gesamtreihe der Flötze in diesem Revier wird in drei Gruppen geteilt: eine untere, als „faisceau de Fontanes“ bezeichnet, in der Mitte das „faisceau de Cendras“ und eine obere oder „faisceau de Rochebelle“, s. Fig. 100.

Das tiefste Flötz, Nr. 1 von Fontanes, ist eines der wertvollsten im ganzen Becken. Es hat 10 m Mächtigkeit, bei sehr regelmäßiger Entwickelung und ausgezeichneter Qualität.

Bei Boiscommun, westlich von Alais, ist eine reiche Gruppe von mächtigen Flötzen bekannt, eingeschlossen in einen feldspathaltigen Sandsteinkomplex, der den kristallinen Gesteinen des Mt. Cabane unmittelbar aufgelagert und daher als anstehend zu betrachten ist. Die Zahl der Flötze beträgt 8. Sie sind durch den häufigen Wechsel von Anschwellungen und Verdrückungen gekennzeichnet („allure en chapelet“). Das oberste dieser Flötze wird mit „sans nom“ parallelisiert.

Wahrscheinlich demselben Horizont, d. h. der Stufe von Bessèges, gehören die weiter nördlich, am Rande des kristallinen Massivs, bei Rouquet und Malataverne aufgeschlossenen Flötze an. Nördlich Malataverne findet diese Abteilung ihr Ende an der erwähnten Grundgebirgsschwelle, die die Bucht von Grand'Combe im Süden abschließt.

Die besprochenen Beziehungen der einzelnen Flötzgruppen und Vorkommen, wie sie sich nach der Deutung der Lagerungsverhältnisse durch Bertrand nunmehr darstellen, sind nachstehend noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Stufen	Becken von Bessèges (anstehend)	Becken von Grand'Combe (anstehend)	Deckscholle
Etage von Champclauson		Flötzleere Konglomerate Flötzgruppe von Champclauson Flötzleeres Mittel	
Etage von Grand'Combe	Gruppe von Gagnières	Flötzgruppe von Grand Baume Großes flötzleeres Mittel (ca. 800 m) Flötze der Randgruppe (Pradel), der Bohrung Ricard u. von Oules Basale Breccie u. Konglomerate	
Etage von Bessèges	„Etage stérile“, 600 m Flötzgruppe von Montbel Flötzgruppe v. Bessèges Flötzgr. v. sans nom } Bois- Flötzgr. v. Feljas } commun		Molières-S. Jean, Ste. Barbe, Rochebelle
	Basale Breccie		

Ob diese Auffassung das Richtige trifft, muß zurzeit noch als dahingestellt gelten. Die Grundlagen für die Parallelisierungen der

einzelnen Flötzgruppen erscheinen vielfach recht unsicher. Jedenfalls aber erscheint die Deutung Bertrands bisher als die einzige Lösung der zwischen den Ergebnissen der stratigraphischen und der paläontologischen Forschung hervortretenden Widersprüche.

Auf das Normalprofil des Beckens von St. Étienne bezogen stellt sich die „Etage von Bessèges" als Äquivalent der Stufe von Rive de Gier dar, die „Etage von Grand'Combe" entspricht der unteren und die „Etage von Champclauson" der oberen Flötzgruppe von St. Étienne.

Über Zahl und Mächtigkeit der Flötze und ihre Verteilung innerhalb der Schichtenreihe ist bereits im Vorhergehenden, bei Besprechung der stratigraphischen Verhältnisse das wesentliche mitgeteilt. Es bleiben hier nur noch einige Bemerkungen über die Beschaffenheit der Kohlen, speziell ihren Gasgehalt nachzutragen.

In dieser Beziehung weist das Becken eine außerordentliche Mannigfaltigkeit auf, was bei der großen Mächtigkeit der ganzen Ablagerung nicht überraschen kann.

Die Verteilung der verschiedenen Sorten erscheint auf den ersten Blick als eine höchst unregelmäßige, da ihre Beschaffenheit durch sehr verschiedene Einflüsse bedingt wird. Neben dem allgemein gültigen Gesetz der Abnahme des Gasgehaltes vom Hangenden zum Liegenden machen sich wesentliche Änderungen bemerkbar sowohl im Streichen als auch in der Richtung des Einfallens. Dazu kommt ferner, daß häufig innerhalb eines und desselben Systems an einer Verwerfung ein plötzlicher Sprung im Gasgehalt eintritt.

Dem Grundgesetz zufolge haben die tiefsten Flötze in beiden Teilbecken (Feljas bezw. Pradel-Ricard-Oules) im allgemeinen den niedrigsten Gasgehalt, es sind vorwiegend Magerkohlen, z. T. sogar anthrazitisch. Durch die sekundären Einflüsse erhebt sich allerdings bereits hier der Gasgehalt bis zu backenden Kohlen (Feljas). In der Gruppe von Bessèges bewegt sich der Gasgehalt im allgemeinen zwischen 20 und 30 %, für Grand'Baume beträgt dieser Wert durchschnittlich 20 %.

Einige typische Beispiele mögen die sonstigen, mehr oder weniger gesetzmäßigen Variationen im Gasgehalt der Flötze veranschaulichen. Im Becken von Bessèges zeigt sich eine starke Zunahme der flüchtigen Bestandteile beim Fortschreiten in der Richtung von Süden nach Norden. So steigt der Gasgehalt der Gruppe von Feljas in dieser Richtung von 18—20 % auf 29—30 %. Für die tieferen Flötze von Bessèges beträgt der Gasgehalt im Süden, bei Martinet, 26—28 %, weiter nördlich steigt er auf 29—30 %. Die höheren Flötze derselben Gruppe beginnen im Süden (Galerie de Robiac) mit nur 16 % flüchtiger Bestandteile, bei Gagnières steigt dieser Gehalt auf 22 %, bei Montbel auf 34 %.

Für die Abnahme des Gasgehaltes nach dem Einfallen ist das Verhalten der Gruppe von Montbel bezeichnend, die in der Nähe des Ausgehenden 26—34 % besitzt, dagegen in den Aufschlüssen im Schacht Gagnières nur noch 14 % Gas aufweist.

G. Das Becken von Graissesac (Hérault)[1].

Das Becken von Graissesac nimmt nach seiner Lage, im Süden des eigentlichen Zentralplateaus, geographisch eine Mittelstellung zwischen dem Becken von Alais (Gard) im Osten und dem von Carmaux-Albi und weiterhin dem Becken von Aubin und Decazeville im Westen ein.

Die karbonischen Ablagerungen dieses Beckens erfüllen eine schmale, fast genau Ost-West gerichtete Bucht und sind den altpaläozoischen — kambrischen bis devonischen — Schichten des Untergrundes diskordant aufgelagert. Nahe dem Südrande erhebt sich das kristalline Massiv der Montagne noir. Nach Osten öffnet sich die Bucht; hier wird das Kohlengebirge von Schichten des Rotliegenden (Autunien) bedeckt. Wie weit sich das Karbon unter dieser Bedeckung nach Osten und Norden fortsetzt, ob etwa ein Zusammenhang mit dem Becken von Alais besteht, ist bisher nicht bekannt, letzteres auch wohl wenig wahrscheinlich. Versuche, die Fortsetzung des Karbons unter dem Rotliegenden aufzufinden, waren bisher erfolglos. Die Länge des Beckens oder der Bucht von Graissesac beträgt in ostwestlicher Richtung etwa 18 km, seine mittlere Breite 2 km. Das Kohlengebirge geht fast überall frei zu Tage aus. Es wird nahezu rechtwinklig zu seiner Längsrichtung von einer Anzahl Nord-Süd bis Nordwest-Südost gerichteter Gewässer durchflossen, die ihre Täler tief in das Kohlengebirge eingeschnitten und dadurch für den Bergbau sehr günstige Aufschlüsse geschaffen haben, welche es ermöglichten, noch bis in neuere Zeiten einen Teil der Flötze im Stollenbetrieb zu gewinnen. Die zwischen diesen Tälern sich erhebenden Anhöhen oder Berge haben sich infolgedessen zu ebenso vielen mehr oder weniger selbständigen Zentren des Bergbaus entwickelt. Es sind dies in dem wichtigeren östlichen Abschnitt des Beckens die folgenden, in der Reihenfolge von Westen nach Osten: Montagne Garella, Mtgne. de la Padène und Mtge. du Bousquet. Die trennenden Täler scheinen Querverwerfungen zu folgen; damit würde es sich erklären, daß in der Entwickelung des Kohlengebirges, speziell in der Flötzführung zwischen den einzelnen Bergen so wenig Übereinstimmung herrscht.

Der Bergbau kann in diesem Becken schon auf ein beträchtliches Alter zurückblicken, da seine Anfänge bereits im 18. Jahrhundert liegen, doch hat er wegen der beschränkten Ausdehnung seiner an sich ziemlich reichen Kohlenlager nie mehr als örtliche Bedeutung gehabt. Auch heute gehört das Becken von Graissesac mit einer durchschnittlichen Jahresförderung von etwa ein Viertel Million Tonnen zu den kleinen Becken. Auch hier ist sich die Produktion seit Jahrzehnten nahezu gleich geblieben, wie die nachstehende Zahlenreihe im einzelnen erkennen läßt.

---

[1]) Garella, Étude du bassin houiller de Graissesac (Hérault). Paris 1843. — Bergeron, Note sur les bassins houillers de Graissesac et de Decazeville. Bull. de la soc. géol. de France. 3e Ser. **16**, 1888.

Jahr							
1872	1880	1890	1900	1905	1909	1910	1911
Förderung Tonnen							
216 000	244 000	262 000	235 000	237 000	232 000	236 000	263 000

Die karbonische Schichtenfolge beginnt, wie so oft, mit einem groben Konglomerat. Darüber folgen feinere Sedimente — Sandsteine und Schiefer —, denen die Kohlenflötze eingeschaltet sind. Etwa im westlichen Drittel des Beckens, bei St. Gervais, schwellen die Konglomerate mächtig an und bilden einen Querrücken, durch den das westliche Ende vom Hauptbecken abgesperrt wird. Es erinnert dies an die Verhältnisse im Becken von Commentry, das gleichfalls durch die mächtige Entwickelung der Konglomerate in der Zone von Montassiégé in zwei Teilbecken zerlegt wird. Im vorliegenden Falle sind, wie übrigens auch in Commentry, die beiden so gebildeten Hälften sehr ungleich an Inhalt und Bedeutung. Der westlich des Konglomeratrückens gelegene schmale Zipfel, auch als „Becken von St. Gervais" bezeichnet (Bergeron) enthält nur 1 bauwürdiges Flötz anthrazitischer Kohle in einer mittleren Mächtigkeit von 3 m, die jedoch örtlich bis zu 15 m anschwellen kann. Auf dieses Vorkommen sind zwei Konzessionen gegründet: Castanet-le-Haut und St. Geniès de Varausal. Die unbedeutende Förderung wird ganz an Ort und Stelle, hauptsächlich im Kalkbrennereibetriebe, verbraucht.

Den östlichen Hauptteil des Beckens deckt das Feld der „Compagnie des 4 mines réunies de Graissesac". Hier erheben sich die oben genannten „Kohlenberge" mit einer beträchtlichen, aber wechselnden Zahl von Flötzen. Im Westen — „Montagne Garella" — kennt man 9 Flötze, von denen 5 mit einer Gesamtmächtigkeit von 10 m als bauwürdig gelten. Die einzelnen Flötze sind zwischen 1 und 4 m stark. Die reichste Entwickelung zeigt der mittlere Teil, in der „montagne de la Padène". Hier zählt man 25 Flötze, darunter 7 bauwürdige, deren Mächtigkeiten sich zwischen 1,5 und 5 m bewegen. Ihre gesamte bauwürdige Mächtigkeit beläuft sich auf 16—17 m. Das Ostende des ganzen Beckens nimmt die „montagne du Bousquet" ein, die immer noch 11 Flötze einschließt, darunter 6 bauwürdige, deren Mächtigkeiten von 1,5—5 m variieren.

Die Beziehungen dieser drei Gruppen sind, wie gesagt, unklar. Vermutlich enthält der Berg von Padène die höchsten Flötze — auch der Gasgehalt ist hier am größten —, doch ist ein direkter Nachweis hierfür, sowie für die gegenseitige Stellung der einzelnen Flötze noch nicht erbracht.

Das stratigraphische Niveau der Gesamtablagerung weist auf den tieferen Teil des Stéfanien, speziell die Cevennenstufe. Ihre höchsten Schichten werden, nach Bergeron, konkordant vom Perm überlagert.

Hieraus könnte man für diese Schichten auf ein sehr viel jüngeres Alter, an der oberen Grenze des Karbons schließen, doch bedürfen alle diese Fragen noch sehr der Klärung durch eingehende Untersuchungen.

Die Kohlen dieses Gebietes sind vorwiegend mager bis „viertelfett“ (quartgras nach Gruner; nach Burat „demigras“ mit 18—26 % flüchtiger Bestandteile).

H. Becken von Carmaux und Albi (Tarn et Aveyron)[1].

Dieses Becken lehnt sich an den Südrand des Zentralplateaus an, da, wo die kristallinen Gesteine unter das tertiäre Hügelland untertauchen. Auch das Karbon wird fast völlig von diesen jungen Ablagerungen, teilweise auch von Perm bedeckt. Nur am Nordende tritt das Karbon in der unmittelbaren Umgebung von Carmaux in ganz beschränkter Ausdehnung zutage. Es wird hier von kristallinen Gesteinen (Gneis und Glimmerschiefer) umschlossen und in Ost-West-Richtung vom Cerou, einem Nebenflusse des Aveyron, durchschnitten. Wie die Untersuchungen durch Bohrungen und in den Grubenaufschlüssen ergeben haben, ist das Becken auch in seiner unterirdischen Fortsetzung nach Süden ganz dem kristallinen Gebirge eingesenkt und zwar setzen sich an der Ostseite die Glimmerschiefer nach Süden fort, während der westliche Rand von einem sehr charakteristischen Amphibolit gebildet wird. Den Abschluß im Süden endlich bewirken Gneise, die im Einschnitt des Tarn zu Tage gehen und auch in Bohrungen aufgeschlossen sind. Durch diese Untersuchungen ist es möglich geworden, Umriß und Begrenzung der Ablagerung unter der Tertiärbedeckung wenigstens annähernd zu bestimmen. Es ergibt sich die Form einer langgestreckten Mulde, deren lange, ziemlich von Norden nach Süden verlaufende Achse 10

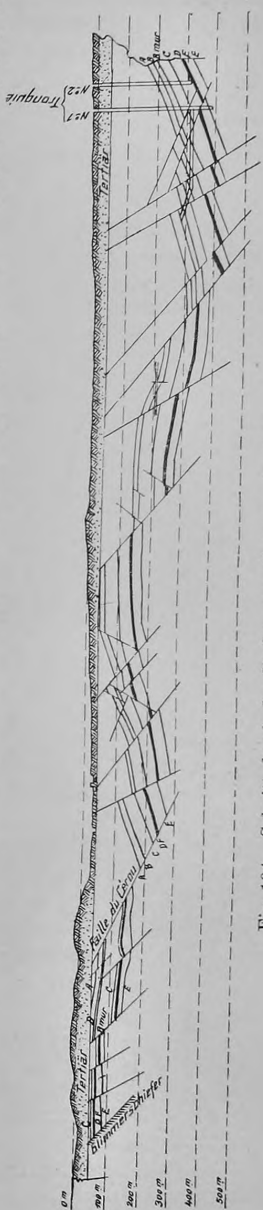


Fig. 104. Schnitt durch das Becken von Carmaux (n. Laromiguière).

[1] J. Laromiguière, Bassin houiller de Carmaux-Albi. Bull. soc. de l'ind. min. 3 Ser. **5**, 1891, S. 647. — E. Grand, Le Bassin houiller de Carmaux et d'Albi. Ebenda 4 Ser. **3**, 1904, S. 1099.

bis 12 km mißt. Die Breite, die am Nordende nur etwa 600 m beträgt, nimmt nach Süden zu und erreicht im Felde von Carmaux 2 km, ein Wert, der auch weiter südlich, in dem noch ungenügend aufgeschlossenen Felde von Albi kaum wesentlich überschritten werden dürfte.

Eine weitere Einschränkung erfährt das Kohlengebirge noch durch eine das Becken in der Mitte quer durchsetzende Anschwellung des Grundgebirges, wodurch es in zwei voneinander ziemlich unabhängige Teilbecken: das nördliche von Carmaux und ein südliches bei Albi zerlegt wird.

Die Klärung dieser Verhältnisse ist erst in den letzten Jahrzehnten erfolgt durch eine Reihe von Bohrungen, die fast ebensoviele Enttäuschungen für die Unternehmer bedeuteten. Alle Bohrungen, die sich mehr als 1—2 km von der Achse des Beckens entfernten, trafen unter dem Deckgebirge unmittelbar das kristalline Grundgebirge an. Es zeigte sich, daß im Westen zwar die Schichten des Perm mächtig entwickelt sind (etwa 600 m in der Bohrung Guitard), diese liegen aber unmittelbar auf dem Grundgebirge (Amphibolit); produktives Karbon ist dazwischen nicht vorhanden. Schließlich wurde durch eine Reihe von Bohrungen, die in den 90er Jahren des vor. Jahrh. im Innern des Beckens niedergebracht wurden, unzweifelhaft das Vorhandensein der erwähnten Grundgebirgsschwelle, im südlichen Teile der Conc. Carmaux, erwiesen. Es blieb also nicht einmal ein einheitliches Becken übrig, sondern dies zerfiel in zwei kleine Teilbecken, die beiderseits der Schwelle eine selbständige Entwickelung zeigen.

Abgesehen von dem kleinen Nordzipfel von kaum 1 qkm Oberfläche ist das ganze Becken, wie erwähnt, von jüngeren Ablagerungen bedeckt.

Dieses Deckgebirge besteht in dem eigentlich produktiven Teil des Beckens fast ausschließlich aus Tertiär (Eozän), das sich in eine untere tonig-sandige und eine obere, wesentlich kalkige Abteilung gliedert. Die Mächtigkeit des Tertiärs wächst von Norden nach Süden von etwa 50 m (St. Barbe, Carm.) auf über 150 m im Felde von Albi (Campgrand).

Das Perm stellt sich erst am Westrande des Beckens ein, wo die Karbonmulde bereits aushebt. Es kommt somit für den Bergbau kaum in Betracht, doch wurde es in mehreren Bohrungen, die zur Untersuchung der westlichen Fortsetzung des Beckens gestoßen wurden, über der Randzone des Karbons angetroffen.

Als Beispiele mögen die Bohrungen St. Jean le Froid, ungefähr an der Grenze der Felder von Carmaux und Albi, sowie die südöstlich hiervon mit im Felde von Albi, aber am westlichen Rande der Karbonmulde gelegene Bohrung St. Quentin dienen:

	St. Jean	St. Quentin
Tertiär	55	75
Perm	120	70
Karbon.	50	90
Lieg. Amphibolit		Amph.

Auch die petrographische Beschaffenheit des Liegenden (Amph.) zeigt, daß wir uns in der Nähe des Westrandes befinden. Noch weiter westlich hebt das Kohlengebirge schnell aus, während sich die Oberfläche des Grundgebirges abermals einsenkt, aber wie bereits ausgeführt, nur noch von Perm bedeckt ist.

Trotz der geringen Ausdehnung ist der Kohlenreichtum des Beckens ziemlich beträchtlich. Die Förderung hat sich in wenigen Jahrzehnten von kleinen Anfängen außerordentlich rasch entwickelt, wie nachstehende Übersicht erkennen läßt:

1871	127000 t	1900	670000 t
1875	240000 t		
1880	306000 t	1910	865000 t
1885	333000 t		
1890	519000 t	1911	905000 t

An der Gesamtproduktion ist das Nordbecken (Carmaux) mit etwa $^3/_4$ beteiligt.

Der Bau des Beckens ist, soweit bisher bekannt geworden, ein ziemlich einfacher. In beiden Teilen fehlen stärkere Faltungen; die Schichtenlage ist vorwiegend flach mit sanfter Neigung von den seitlichen Rändern sowie vom Nord- und Südende nach dem Inneren. Das Einfallen übersteigt kaum 30°, meist ist es erheblich geringer. Verwerfungen sind namentlich im Becken von Carmaux stark ausgebildet.

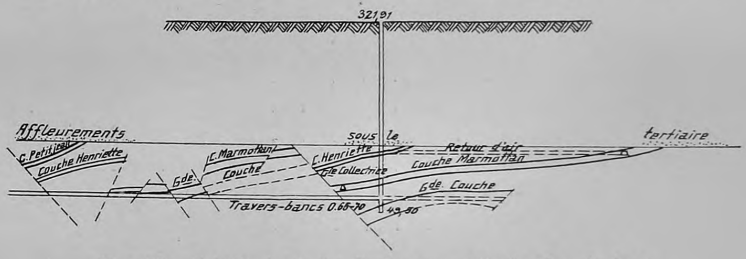


Fig. 105. Schnitt durch das Becken von Albi (n. Combalot).

Sie verlaufen meist quer zur Längsachse des Beckens und haben vorwiegend südliches Einfallen, so daß das Einsinken der Schichten vom Nordende nach Süden noch mehr durch das treppenförmige Absinken an diesen Störungen als durch das schwache Einfallen der Schichten bewirkt wird (siehe Fig. 104 und 105). Eine Verwerfung dieses Systems ist es auch, die das Nordende des ganzen Beckens bedingt, da hier die Flötze nicht dem Grundgebirge aufgelagert erscheinen, sondern daran in einer Störung abschneiden (Fig. 104).

Die Schichtenfolge und Flötzführung müssen wegen ihrer selbständigen Entwickelung in beiden Teilen des Zwillingsbeckens gesondert betrachtet werden.

a) Becken von Carmaux: Die Basis der Formation bildet hier eine ziemlich mächtige Schichtenfolge von Sandsteinen, Schiefern und Konglomeraten. Darüber folgt die flötzführende Abteilung. Ihre Entwickelung ist eine ziemlich regelmäßige. Die einzelnen Flötze besitzen bei mittlerer Mächtigkeit eine gleichförmige Ausbildung. Die großen Unregelmäßigkeiten, namentlich die mächtigen Anschwellungen und Ver-

drückungen, wie sie die Kohlenmassen im Innern des Zentralplateaus charakterisieren, sind hier unbekannt. Der Aufbau dieser Gruppe, in der man fünf Hauptflötze unterscheidet, die von oben nach unten mit dem Buchstaben A—E bezeichnet werden, ist folgender:

		m	m
Veine A	Oberbank (Ve. A du toit), etwas schieferig	1,2—1,4	5,7—6,9
	Schiefer	2,0—2,5	
	Unterbank (gute Kohle)	2,5—3,0	
	Schiefer, Sandsteine u. Konglom.	10—12	
„ B	Oberbank (gute Kohle)	1,00	2,30
	Schiefer	0,30	
	Unterbank (gute Kohle)	1,00	
	Schiefer und Sandstein	30—35	
„ C	Oberbank (gute Kohle)	0,80—1,00	3,60—4,40
	Schiefer	0,40	
	Unterbank (gute Kohle)	2,40—3,00	
	Schiefer und Sandstein	30	
„ double D	Oberbank (zweite Qualität)	1,25—1,50	7,75—10,00
	Schiefer	0,20	
	Gute Kohle	1,70—2,50	
	Schiefer-Kohle	2—3	
F	Gute Kohle	2,20—2,80	
	Schiefer, Sandsteine u. Konglom.	25	
Veine E	Gute Kohle	1,80—2,80	

Dies ergibt eine Kohlenmächtigkeit von 18—22 m, wovon 15 bis 17 m als erste Qualität bezeichnet werden können, doch ist auch die schieferige Kohle durchaus brauchbar.

Im Liegenden von Flötz E treten noch einige dünne Kohlenstreifen auf, die nach Süden anschwellen und auf dem südlichsten Schacht (Ste. Marie) von Carmaux drei weitere bauwürdige Flötze: G, H und J bilden. Die Kohle der Hauptflötz-Gruppe ist eine gute Back- und Kokekohle mit einem mittleren Gasgehalt von 24%. In der unteren Flötzgruppe (G—J) sinkt der Gasgehalt um 2—3%.

b) Im Becken von Albi kennt man die folgenden vier Flötze:

4.	Petitjean	1,40—1,50
3.	Henriette	1,80
2.	Marmottan	5—5,50
1.	Gde. couche 4—16, Mtl. 9—14	
		17,20—22,80

Die Flötze führen Fettkohle mit 29—31% flüchtige Bestandteile.

Die beiden oberen Flötze waren größtenteils bereits durch Erosion vor Ablagerung des Tertiärs zerstört. Die geringen erhaltenen Reste

sind seit mehreren Jahren bereits abgebaut. Es kommen also heute nur noch die beiden tiefsten Flötze in Betracht.

Von diesen ist das obere Fl. Marmottan sehr regelmäßig zusammengesetzt. Es wird durch ein Schiefermittel von 10—15 m in zwei etwa gleich starke Bänke geteilt. Im Gegensatz hierzu ist die „Grande couche" in ihrer Ausbildung sehr wechselnd; im Durchschnitt zeigt sie etwa folgenden Aufbau[1]):

	m
Oberbank, ziemlich gute Kohle	3—4
Mittel, Sandstein	0,50—0,80
Mittelbank, unreine Kohle mit Sandstein-Einlagerung bis zu 2 m	4—5
Unterbank, unrein	3—4

Sehr merkwürdig ist die Oberfläche der Kohle besonders dort, wo das Hangende aus Sandstein besteht. In diesem Falle zeigt die Grenzfläche unregelmäßige Erhebungen und Vertiefungen, wodurch die Oberbank plötzlich auf 5—6 m anschwillt, oder umgekehrt fast ganz abgeschnitten wird.

J. Becken von Aubin (Decazeville)[2]).

Von den beiden im Departement Aveyron gelegenen Kohlenbecken, dem von Rodez und von Aubin, hat nur das letztere durch seinen Kohlenreichtum und eine entsprechende Produktion größere Bedeutung, die eine nähere Betrachtung rechtfertigt.

Lage, Umfang und Bau des Beckens. Im südlichen Teile des Zentralplateaus zeigt die weite Ausdehnung mächtiger Juraablagerungen, wie sie namentlich im Quellgebiete des Tarn und Lot, im Karstgebirge der „Causses" (bei Mende, Millau, St. Affrique usw.) in mächtiger Entwickelung und typischer Ausbildung erscheinen, den Einfluß tektonischer Brüche, denen diese jungen Schichten ihre Erhaltung inmitten des altkristallinischen Grundgebirges verdanken. In Verbindung damit treten in diesem Bruchgebiete vielfach auch jungpaläozoische Ablagerungen — Karbon und Perm, z. T. in produktiver Ausbildung auf. Besonders aus-

[1]) Combalot, Note sur les méthodes d'exploitation employées aux mines d'Albi. Bull. soc. de l'ind. min. 5. Ser. 2, 1912, Compt. rend. S. 445.

[2]) Die Literatur über dieses Becken ist sehr spärlich. Die wichtigste Arbeit aus älterer Zeit ist die von Blavier, Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aveyron. Journ. des mines 1806. Dann folgt 1870 die Beschreibung von Boisie, Esquisse géologique du département de l'Aveyron. Von neueren Arbeiten sind zu erwähnen Bergeron, note sur les bassins houillers de Graissesac et de Decazeville. Bull. de la soc. géol. de France, 3 Ser. XVI, 1888. — Bergeron, Jardet et Picandet, Étude géologique du bassin houiller de Decazeville, ebenda XXVIII, 1900. — J. J. Stevenson, The coalbasin of Decazeville, France. Annals of the New York Acad. of sciences XX, 1910. Die drei letztgenannten Arbeiten geben keine systematische Beschreibung des Beckens, sondern behandeln nur die theoretischen Fragen seiner Bildungsweise. Die knappe Skizze von Corlat, Mine de houille et fabrication de la fonte dans le bassin d'Aubin, Bull. de la soc. de l'ind. min. 2 Ser., 1882, IV S. 1043 bietet in geologischer Beziehung nichts Selbständiges.

gezeichnet ist in dieser Beziehung ein weit nach Westen in das Zentralmassiv einschneidender Grabenbruch in der Gegend von Espalion und Rodez, der hier das kristalline Gebirge fast ganz abschneidet. An seinem Westende treten, jedenfalls bedingt durch die Verwerfungen, bei den Orten Decazeville, Aubin, Firmy die uns hier beschäftigenden Kohlenablagerungen auf.

Die Form des Beckens ist die eines ziemlich regelmäßigen spitzen Dreiecks, dessen Länge bezw. Höhe in nordsüdlicher Richtung etwa 20 km beträgt. Die Breite ist im Süden, an der Basis des Dreiecks mit 9—10 km in der Ost-Westrichtung am größten und nimmt gegen Norden, nach der Spitze zu allmählich ab. In diesem Raume bedeckt das Kohlengebirge eine Oberfläche von 80—90 Quadratkilometer. Die Flächenausdehnung der bauwürdigen Flötze schätzt Corlat auf nicht mehr als 22 qkm.

Das Karbon ist fast allseitig von älteren, kristallinen Gesteinen — Gneis, Glimmerschiefer, Granit usw. — umgeben (vergl. die Karte Fig. 106) und stellt sich somit, gleich den übrigen zentralfranzösischen Becken als die Ausfüllung einer ursprünglichen Vertiefung des Grundgebirges dar. Nur an zwei Punkten wird dieser ursprüngliche Rand durch Auflagerung jüngerer Formationen verdeckt. Namentlich ist dies der Fall am Südrande, der größtenteils unter Juraschichten verborgen liegt. Ebenso wird der Ostrand auf einer kurzen Strecke, zwischen Firmy und Auzits, durch Permablagerungen verhüllt. An beiden Punkten ist also eine unterirdische Fortsetzung des Beckens von nicht näher bekannter Ausdehnung anzunehmen. Eine erhebliche Vergrößerung dürfte jedoch weder in der einen noch in der anderen Richtung zu erwarten sein, so daß sich also die wirklichen Grenzen des Beckens mit den oberflächlich bekannten so ziemlich decken.

Im Inneren geht das Karbon, abgesehen von einigen Juraschollen und einigen wenig ausgedehnten Partien von Perm größtenteils ohne jüngere Bedeckung zu Tage aus.

Die Oberfläche stellt ein stark bewegtes Hügelland dar, in das verschiedene Wasserläufe tiefe Täler eingeschnitten haben. In erster Linie ist hier der Hauptfluß des Gebietes, der Lot, zu nennen, der den schmalen nördlichen Teil des Beckens in stark gewundenem Laufe von Ost nach West durchquert. Den mittleren und südlichen Teil durchschneidet der Riou mort, ein Nebenflüßchen des Lot, mit seinen Zuflüssen: Banel, Enne, Riou vieux, die alle das Becken in fast paralleler Richtung von Osten nach Westen durchziehen und dadurch gute Einblicke in seinen Bau gestatten.

Über die Ausfüllung des Beckens und über den Aufbau der karbonischen Schichtenreihe ist besonderes kaum zu bemerken. Wie in so vielen anderen Becken dieses Typus spielen auch hier grobe Konglomerate, nach den Dimensionen ihrer Bestandteile oft als Blockanhäufungen zu bezeichnen, eine bedeutende Rolle. Sie bilden namentlich an der Basis eine mächtige sterile Abteilung, über der sich die flötzführende

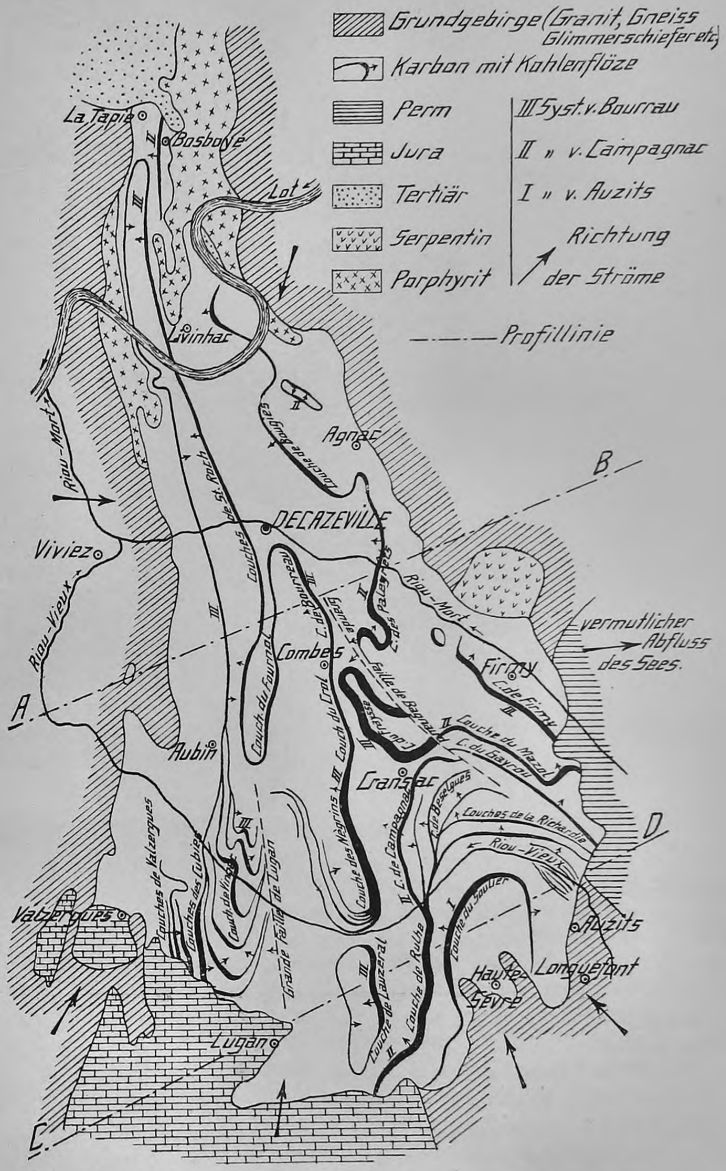


Fig. 106. Das Becken von Aubin (Decazeville) (n. Bergeron).

Schichtenreihe aus durchschnittlich feinerem klastischen Material — Sandsteinen und Schiefertonen — aufbaut. Auch hier wechselt die Mächtigkeit, namentlich der gröberen Sedimente, aber auch der flötzführenden Schichten und der Flötze selbst, außerordentlich rasch und in weiten Grenzen. Viele dieser Ablagerungen sind als örtliche Bildungen nur in einzelnen, oft eng begrenzten Teilen des Beckens entwickelt, namentlich gilt dies von den Block- und Geröllanhäufungen. Es ist daher nicht möglich, alle an einzelnen Punkten beobachteten Ablagerungen zu einem fortlaufenden Schichtenprofil zu kombinieren, ebensowenig, wie eine Projektierung solcher Schichten von einzelnen Aufschlußpunkten durch das ganze Becken zulässig erscheint.

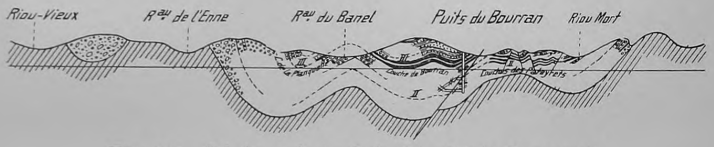


Fig. 107. Schnitt nach A—B der Fig. 106 (n. Bergeron).

Nach Bergeron läßt sich die Gesamtheit der karbonischen Ablagerungen in drei zeitlich aufeinander folgende Gruppen teilen, die von ihm in der Reihenfolge des Alters bezeichnet werden als: 1. système (oder faisceau) d'Auzits, 2. système de Campagnac, 3. système de Bourran. Zu jedem dieser Schichtsysteme gehört eine Flötzgruppe, die mit dem entsprechenden Namen bezeichnet wird. Von diesen drei Abteilungen besitzt die älteste, „système d'Auzits" nur eine ganz beschränkte Verbreitung, da sie lediglich in der Südostecke des Beckens bekannt ist und nach dem Inneren jedenfalls bald auskeilt. Es wird somit der größte Teil des Beckens von den beiden anderen Systemen eingenommen. Allerdings ist die zweite Gruppe, die von Campagnac,



Fig. 108. Schnitt nach C—D der Fig. 106 (n. Bergeron).

an der Oberfläche noch auf den Osten und Südosten beschränkt, doch ist anzunehmen, daß sie sich auch noch im Inneren des Beckens wenigstens teilweise unter den Ablagerungen der dritten Gruppe ausbreitet (s. das Profil Fig. 107), so daß wir im größten Teile des Beckens zwei übereinander lagernde Flötzgruppen zu erwarten haben. Die dritte Gruppe endlich, das System von Bourran, reicht bis an den Westrand und hat somit die größte Verbreitung.

Von diesen drei Abteilungen des Kohlengebirges erreicht die älteste, das System von Auzits, wahrscheinlich die größte Mächtigkeit, bis zu 500 m, doch ist dies lediglich im Gebiet ihrer stärksten Entwickelung, in der

Südostecke des Beckens der Fall, nach dem Inneren nimmt sie schnell ab. Etwas gleichförmiger ist die Entwickelung der beiden höheren Stufen, wenngleich auch bei ihnen große Schwankungen im einzelnen auftreten. Die mittlere Mächtigkeit der Stufe von Campagnac dürfte etwa 170 m betragen und auf 250 m anwachsen können. Für die oberste Abteilung kann man eine mittlere Mächtigkeit von 150 m annehmen, die im Maximum auf 200—250 m ansteigt. Danach würde die Gesamtmächtigkeit aller karbonischen Ablagerungen des Beckens auf etwa 600 bis nahezu 1000 m zu beziffern sein, ein Wert, der aber jedenfalls bei weitem nicht erreicht wird, da in keinem einzigen Vertikalschnitt alle drei Stufen übereinander entwickelt sind.

Die stratigraphische Stellung dieser Schichten läßt sich nicht genau feststellen, da ihre Flora nur unvollkommen bekannt ist. Sicher scheint nur, daß sie durchweg dem obersten Oberkarbon (Stéfanien) angehören, und zwar scheinen die Schichten von Auzits eine sehr tiefe Stellung einzunehmen nahe der Basis dieser Stufe (?Cevennenzone), von den beiden höheren Gruppen könnte die von Campagnac etwa der Farrnzone, die von Bourran der Calamodendronzone parallelisiert werden.

Wo das Rotliegende entwickelt bezw. erhalten ist, folgt es in konkordanter Lagerung, aber übergreifend über dem Karbon. Eine Schichtenlücke ist an der Grenze beider Formationen nicht erkennbar, vielmehr ist der Übergang ein völlig unmerklicher.

Nach der Ansicht französischer Forscher erklären sich die Eigentümlichkeiten der Kohlenablagerung von Decazeville, ebenso wie bei Commentry und in ähnlichen Fällen durch die allochthone Bildungsweise, aus der Zusammenschwemmung des Pflanzenmateriales von den umgebenden Höhen in ein geschlossenes Seebecken. Da die Argumente für und gegen diese Ansicht bereits bei Besprechung des Beckens von Commentry, als des durch die Untersuchungen von Fayol klassisch gewordenen Beispieles dieses Typus erörtert sind, brauchen wir hier nicht darauf zurück zu kommen. Für den vorliegenden Fall hat es Bergeron unternommen, in den beiden angeführten Arbeiten diese Auffassung im einzelnen unter Anwendung der Fayolschen Deltatheorie zu begründen. Begünstigt durch die Mannigfaltigkeit in der petrographischen Ausbildung der Gesteine in der Umrandung des Beckens (wovon die hier wiedergegebene vereinfachte Übersichtskarte nur eine sehr unvollkommene Vorstellung geben kann), gelangte er dazu, die Richtung der einzelnen Zuflüsse des Beckens nach der Natur der von ihnen mitgeführten Gerölle zu bestimmen, wie sie auf der Übersichtskarte angedeutet sind. Mächtige Geröllanhäufungen gröbster Art bezeichnen die Einmündung jedes einzelnen Flusses oder Baches: sein Delta. Von diesem Punkt aus nimmt Mächtigkeit und Korngröße der Sedimente nach allen Seiten ab. Während die Anfänge der Deltabildung und ihre gröbsten Absätze auf die peripheren Teile des Beckens in unmittelbarer Nähe der Mündung beschränkt bleiben, dringen die späteren Ablagerungen und namentlich die feineren Materialien mit dem Fortschreiten der Auffüllung immer weiter ins Innere vor, wo sich schließlich die Ablagerungen der verschiedenen Systeme begegnen und ihr Material vermischen. Auf diesem Wege wurden die früher besprochenen Schichtengruppen als die aufeinander folgenden Ablagerungen verschiedener Stromsysteme festgestellt. Man wird auch hier, wie bei Commentry, für die mechanischen Sedimente, über deren Ursprnng außerhalb des Beckens ja keine Meinungsverschiedenheit bestehen kann, der von Bergeron vorgetragenen Auffassung als Deltabildungen im wesentlichen[1])

[1]) Im einzelnen sind seine Ausführungen allerdings nicht immer überzeugend. Wenn z. B. Bergeron in seinem „Delta von Valzergues“ Anhäufungen von Granit-

beistimmen können, gleichviel, wie man sich zu der Grundfrage von der Autochthonie oder Allochthonie der Kohlenablagerungen stellt.

Tektonik. Die heutigen Lagerungsverhältnisse der Karbonschichten sind ebensosehr durch die ursprüngliche Unregelmäßigkeit der Ablagerung als durch spätere Störungen bestimmt. Die erstere erklärt die weitgehende Unabhängigkeit der einzelnen Gruppen in dieser Beziehung. Für die beiden oberen Systeme, die ja in dem weitaus größeren Teile des Beckens allein in Betracht kommen, kann man eine in der Hauptsache flach muldenförmige Lagerung, entsprechend der allgemeinen Gestalt des Beckens, annehmen. Allerdings ist diese nur im System von Bourran wirklich zu konstatieren, dem darunter liegenden System von Campagnac fehlt der westliche Gegenflügel der Mulde, so daß seine Flötze nur längs des Ostrandes des Beckens zu Tage ausgehen. Wie weit sie sich unter der höheren Gruppe nach Westen fortsetzen, bleibt zunächst ungewiß. Das Einfallen ist auf beiden Flügeln dieser Hauptmulde ein ziemlich flaches und in normaler Weise nach dem Inneren gerichtet. Diese einfache Grundgestalt wird aber durch zahlreiche, z. T. sehr intensive Spezialfaltungen örtlich sehr erheblich beeinträchtigt. Im Grundriß gibt sich dies durch die wurmförmigen Krümmungen der Flötze zu erkennen (s. d. Karte), im Profil erscheinen sie oft als scharfe Spezialfalten mit steiler bis senkrechter Schichtenstellung. Von solchen, immerhin mehr örtlichen Störungen abgesehen, läßt sich die Lagerung im ganzen als flach wellenförmig bezeichnen. Ein erheblicher Zusammenschub scheint das Becken nicht betroffen zu haben, daher fehlen auch Überschiebungen.

Für den Bergbau sind natürlich jene scharfen Spezialfalten sehr wichtig. Auf den so gebildeten Sätteln erheben sich die Flötze vielfach bis nahe an die Oberfläche. Daher waren hier die geeigneten Ansatzpunkte für die ausgedehnten Tagebaue gegeben, die dieses Revier besonders auszeichnen, sowohl in der oberen Gruppe (Bourran) wie in der mittleren (Paleyrets), um so mehr als die dadurch bewirkte Stauchung der Flötze oft zu enormen Mächtigkeiten der Kohle führt. Hierdurch erklären sich auch solche übertrieben erscheinenden Angaben wie die von Blavier, der dem Flötz von Decazeville eine Mächtigkeit von 70 bis 100 m zuschreibt.

Von den Verwerfungen, die das Becken betroffen haben, ist die wichtigste die sogenannte Faille de bagnaud. Sie beginnt wenig westlich von Decazeville und durchzieht den mittleren Teil des Beckens in schiefer Richtung von Nordwest nach Südost. Von ihr zweigt eine andere Verwerfung nördlich von Firmy in annähernd ost-westlicher

---

blöcken beschreibt, deren einzelne 4—5 m Durchmesser erreichen, oder bei dem am Westrande liegenden „Delta von moulin du Faux“ dergleichen bis zu 10 cbm Inhalt, so wird man vielleicht die Deltanatur solcher Bildungen bezweifeln dürfen und dabei eher an Gehängerutschungen, kleinere Bergstürze und dergl. denken. In dem Falle von Valzergues könnte man auch der Beschreibung nach eine Blockbildung in situ, durch Verwitterung nach Art der „Felsenmeere“ vermuten.

Richtung ab. Hierdurch wurde die Scholle von Firmy versenkt und so ein vereinzeltes Stück der höchsten Flötzgruppe nahe dem Ostrande erhalten, wo diese Schichten sonst durch Abtragung zerstört sind.

Flötzführung der einzelnen Systeme. 1. Das System von Auzits enthält die ältesten Flötze des Beckens. Sie treten in zwei Abteilungen auf. Die tiefste Gruppe ist unmittelbar dem „Delta von Haute-Serre" aufgelagert, sie ist daher ganz auf die Südostecke des Beckens beschränkt. Ihre Flötze wurden früher in den Betrieben von Soulier und Abiracs gewonnen. Überlagert werden sie von feldspatführenden Sandsteinen und Konglomeraten, über denen eine zweite Gruppe, bestehend aus den Flötzen von Lestang folgte. Diese ist noch weniger ausgedehnt als die tiefere Gruppe, man kennt sie nur nordwestlich bei Auzits. Eine praktische Bedeutung haben sie heute ebenso wenig wie die Flötze von Soulier.

Nach oben wird das ganze System wieder durch ein Konglomerat abgeschlossen, das 100—120 m Mächtigkeit erreicht. Darüber folgt:

2. Das System von Campagnac. Dieses besitzt, wie schon erwähnt und wie auch die Karte erkennen läßt, eine erheblich größere Verbreitung. Kohlebildungen dieser Stufe treten in zwei räumlich getrennten Gebieten auf, gehören aber jedenfalls demselben Horizont an. Erstens trifft man sie im Südosten des Beckens, bei Rulhe, Campagnac usw., wo sie das unmittelbare Hangende der vorhergehenden Gruppe bilden. Nördlich der großen Verwerfung von Bagnaud erscheint dann in einer Reihe von Aufschlüssen — bei Paleyrets, Bouquiès, Lhermie, Bosboie, la Tapie usw. — ein Flötzvorkommen, das — wie Bergeron annimmt — einem einheitlichen Zuge angehört und mit dem „Faisceau de Campagnac" übereinstimmt. Die Kohle liegt hier an der Basis der Schichtenreihe. Sie erscheint bald in Form eines einzigen geschlossenen Flötzes, das dann sehr erhebliche Mächtigkeit erreichen kann, bald entstehen durch Einschieben und Anwachsen von Gesteinsmitteln mehrere Flötze von geringerer Stärke.

Der südliche Abschnitt beginnt zunächst schwach am Südrande des Beckens nahe der Jurabedeckung. Er schwillt dann rasch zu einer mächtigen, linsenförmigen Kohlenmasse an, die früher auf den Gruben von Rulhe und les Issards gebaut wurde. Von hier an nach Norden beginnt die Zertrümmerung in mehrere, bald weit auseinander tretende Äste. Von diesen ist der westlichste, der ungefähr die Hauptrichtung beibehält, weitaus der bedeutendste. Er besteht bei Campagnac und Banel noch aus einem geschlossenen, etwa 25 m mächtigen Flötze. Eine durch die Faille de Bagnaud verworfene Fortsetzung dieses Zweiges scheint das zwischen Cransac und Firmy zu Tage ausgehende Flötz „Couche de Mazol" zu sein.

Im nördlichen Abschnitt liegt die Hauptentwickelung nahe dem Südende des Zuges. Hier sind bei Paleyrets drei ziemlich regelmäßige, nahe beisammenliegende Flötze entwickelt, nämlich:

Couche du toit . . . . 2 m
„ intermédiaire . . 5—6 „
„ du mur . . . 3 „

Im übrigen ist die Ausbildung ziemlich ungleichmäßig, indem die Hauptflötze oft durch Bergemittel verunreinigt und in eine wechselnde Anzahl einzelner Bänke zerlegt werden. Auf Bouquiès hat das Flötz noch eine Mächtigkeit von ca. 15 m.

Über dem Flötz von Paleyrets liegt ein etwa 50 m starkes Konglomerat, das für dieses Niveau bezeichnend ist.

3. Das System von Bourran folgt in einem vertikalen Abstand von 200—250 m über der Flötzgruppe von Campagnac-Paleyrets. Die Flötzgruppe, bei weitem die bedeutendste des ganzen Beckens, setzt sich zusammen aus dem mächtigen Hauptflötz von Bourran, das im allgemeinen zwischen 20 und 50 m schwankt, und einigen schwächeren, meist 2 bis 4 m starken Flötzen in dessen Liegendem (s. Fig. 107). Ihre Hauptentwickelung erreicht diese Gruppe im Zentrum des Beckens zwischen Combes und Decazeville. Hier bildet das Hauptflötz eine durch einen Sattel geteilte Doppelmulde (s. Fig. 107 u. 109). Diese Lagerung ermög-

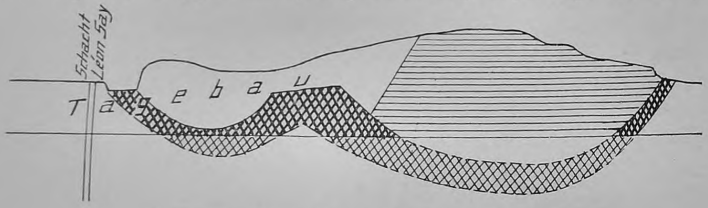


Fig. 109. Hauptflötz von Decazeville (Bourran).

licht es, den größten Teil der Kohle im Tagebau zu gewinnen, ein Verfahren, das durch die außerordentliche Mächtigkeit wesentlich begünstigt wird. Durch die Zusammenpressung in der mittleren Sattelachse steigt die Mächtigkeit der Kohlenmasse auf 60—70 m. Von diesem Maximum verschwächt sich das Flötz nach beiden Seiten, so daß es am Ausgehenden im Osten noch ca. 40 m, im Westen gar nur 2—3 m mißt. In der Mulde wird die Kohle z. T. durch eisenkarbonathaltigen Schiefer verdrängt, der stellenweise in reines Eisenerz übergeht.

Überhaupt ist Eisenkarbonat in dieser Abteilung sehr verbreitet, bald begleitet es die Flötze im Hangenden, bald verdrängt es die Kohle in der eben angegebenen Weise.

Beschaffenheit der Kohle. Sehr eigentümlich ist die Zusammensetzung der Kohlen im Becken von Decazeville. Alle drei Flötzgruppen weisen einen sehr hohen Prozentgehalt an flüchtigen Bestandteilen auf, der im großen und ganzen in normaler Weise nach unten hin abnimmt. Er beträgt bei der tiefsten Gruppe (Soulier) 28,3%, steigt in der mittleren Abteilung (Campagnac-Bouquiès) auf 32—35%. In einem Falle, bei Rulhe, erreicht der Gasgehalt hier bereits den

Maximalwert von 37%. In der obersten Flötzgruppe (Bourran, Firmy, Fraisse) sind die entsprechenden Werte meist 34—35%, im Maximum 37%.

In der Elementarzusammensetzung fällt der abnorm hohe Sauerstoffgehalt auf, wie folgende Beispiele (nach Stevenson) zeigen:

	C	H	O—N
Bourran . . .	63	4	33
Firmy	70	5	25
Rulhe	70	6	24

Sie nähert sich in dieser Beziehung der Braunkohle, was auch darin zum Ausdruck kommt, daß die Kohle kochende Ätzkalilösung gelb bis dunkelbraun oder selbst schwarz färbt.

Trotzdem liefert die Kohle von Decazeville einen brauchbaren, wenn auch nicht sehr festen Koks.

Eine weitere, sehr unangenehme Eigentümlichkeit, die vielleicht mit der Zusammensetzung in Verbindung steht, ist die starke Neigung zur Selbstentzündung. Diese ist namentlich im Bourranflötz sehr ausgeprägt, wie zahlreiche, teils erloschene, teils noch brennende Herde in diesem Reviere beweisen. Große Verluste an anstehender Kohle sind auf diese Weise verursacht. Auch beim Lagern der Kohle hat man stets mit dieser Gefahr zu rechnen.

K. Creuse und Corrèze.

Im westlichen Teile des Zentralplateaus liegen noch eine Anzahl kleiner Becken, teils im Inneren des kristallinen Massivs, teils an seinem Rande. Sie können zu einer Gruppe zusammengefaßt werden, die zweckmäßig nach den beiden Departements der Creuse und Corrèze benannt wird, in deren Grenzen diese Vorkommen enthalten sind. Es handelt sich hierbei um die folgenden Einzelbecken: Ahun, Bourganeuf, Meymac, Argentat und Brives (Cublac). Geologisch sind sie durch das gemeinsame Merkmal der südost-nordwestlichen, also armorikanischen, Streichrichtung verbunden. Ihre Bedeutung ist gering: die vereinigte Förderung aller Becken dieser Gruppe beträgt gegenwärtig nicht mehr als etwa 150000 t. Den größten Teil hiervon bringt das Becken von Ahun auf mit rund 112000 t. Ihren Höhepunkt erreichte die Produktion der Gruppe in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts mit über 300000 t.

Das Becken von Ahun besitzt eine ziemlich regelmäßige elliptische Form; seine Länge beträgt etwa 13 km bei einer durchschnittlichen Breite von 2—3 km. Auch der tektonische Bau ist verhältnismäßig einfach und regelmäßig. Es stellt sich als eine geschlossene Mulde dar, deren Schichten allseitig vom Rande nach dem Inneren zu einfallen. Die Mulde ist etwas unsymmetrisch entwickelt, da der Nordostflügel eine erheblich steilere Schichtenstellung zeigt als der gegenüberliegende Südwestflügel. Während hier das Einfallen gegen Nordosten kaum 30—40° übersteigt, richten sich die Schichten am Nordost-

rand steil auf selbst bis zur senkrechten Stellung (s. Fig. 110). Die Muldenachse ist infolgedessen erheblich diesem Nordostrande genähert. Von tektonischen Störungen ist eine den nördlichen Teil durchsetzende große Querverwerfung mit nördlichem Einfallen zu erwähnen, durch die das Grundkonglomerat an die Oberfläche gebracht wird. Es ergibt sich hieraus eine Verwurfshöhe von rund 500 m.

Das Becken ist ganz in Granit eingesenkt. Das Kohlengebirge beginnt wie gewöhnlich mit einem mächtigen Grundkonglomerat, über dem sich die flötzführende Schichtenfolge aufbaut. Den oberen Abschluß bildet wiederum ein Konglomerat, das jedoch nur in sehr beschränkter Ausdehnung im innersten Teile des Beckens erhalten ist. Die Gesamtmächtigkeit des Karbons ist etwa 600 m; darin sind im mittleren Teile, zwischen beiden Konglomeraten 7 Flötze enthalten, deren Mächtigkeiten zwischen 0,5 und 4 m liegen. Die Flötze liefern anthrazitische, magere bis halbfette Kohle.

Das Becken von Brives[1]) am Rande des Zentralplateaus gelegen ist zwar praktisch völlig bedeutungslos — seine Förderung übersteigt

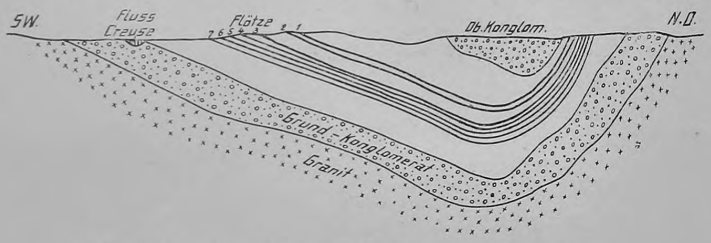


Fig. 110. Schnitt durch das Becken von Ahun (n. Burat).

nicht einige Tausend Tonnen —, in geologischer Beziehung ist es dagegen interessant als ein Seitenstück zu den Becken von Autun und Epinac oder Blanzy—le Creusot am Ostrande des Zentralplateaus. Der allgemeine Bau ist in allen Fällen ein durchaus analoger. Hier wie dort sehen wir ein weites Becken in der Hauptsache von permischen Ablagerungen erfüllt, unter denen am Rande das Kohlengebirge hervortritt, allerdings nicht als geschlossener Saum, sondern nur in vereinzelten Partien von meist geringer Ausdehnung — ebenfalls genau wie in den zum Vergleich herangezogenen östlichen Vorkommen. Der Ausdehnung nach würde man hier eine sehr bedeutende Ablagerung erwarten; die Länge des Beckens beträgt etwa 80 km, bei einer mittleren Breite von 15—20 km; dabei ist der südliche Teil unter Deckgebirge — Trias und Jura — verborgen und nur unvollständig bekannt. Die nähere Untersuchung führte auch hier zu einer ähnlichen Enttäuschung wie im

[1]) Études des gîtes minéraux de la France: Bassin houiller et permien de Brives, Teil I Stratigraphie, von Mouret, Paris 1891; Teil II Flore fossile, von Zeiller, Paris 1892.

Becken von Blanzy und le Creusot. Wie dort erwies sich auch hier die Voraussetzung, daß das Kohlengebirge sich als zusammenhängende Ablagerung im ganzen Inneren des Beckens unter dem Rotliegenden ausbreiten würde, als unzutreffend. Es zeigte sich vielmehr, daß seine Ausdehnung nicht wesentlich über die bereits bekannten zu Tage ausgehenden Vorkommen hinausgeht, daß diese auch unter sich nicht zusammenhängen, sondern ebensoviele selbständige Ablagerungen darstellen, die in getrennten Buchten des Hauptbeckens gebildet wurden. In den Zwischenräumen wird das Grundgebirge unmittelbar von Rotliegendem bedeckt. Am Nordrande lassen sich vier oder fünf derartiger mit Kohlengebirge erfüllter Buchten unterscheiden, die jedoch sämtlich ohne Bedeutung sind. Ein etwas größeres Vorkommen findet sich am Südrande bei Cublac, nahe Terrasson. Den stratigraphischen Aufbau des ganzen Beckens zeigt das folgende Schema (nach Mouret).

Rotliegende	Oberes	Grès rouges supérieures.
	Unteres	Couches à Walchia et à poissons (Sandsteine mit Kalkschicht an der Basis).
Ober-Karbon (Stéfanien)		Grès rouges inférieures et grès houillers.

Nur die unterste Abteilung kommt als produktiv in Betracht. Sie enthält eine überwiegend karbonische Flora, der sich jedoch bereits permische Formen beigesellen. Nach Grand' Eury entsprechen diese Ablagerungen der Calamodendron-Stufe. Bei Cublac beginnt die Schichtenreihe mit einem mächtigen polygenen Konglomerat, dessen Gerölle den kristallinen Gesteinen des Grundgebirges entstammen (Granit, Porphyr, Diorit, Amphibolit usw.), im Gegensatz zu den höheren, fast nur Quarzgerölle führenden Konglomeraten. Die horizontale Ausdehnung dieses Grundkonglomerates ist gering, es stellt somit nur eine örtliche Bildung dar. Darüber folgt eine aus Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefern bestehende Schichtenreihe mit Flötzen und Lagen von Sphaerosideritnieren. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 200 m; das einzige bauwürdige Flötz liegt 120 m über der Basis und ist nur 40—50 cm stark. Die Kohle, eine nicht backende Gaskohle, ist zudem sehr unrein, mit durchschnittlich 25% Asche.

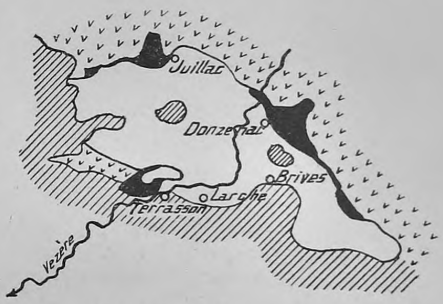


Fig. 111. Becken von Brives.

Die Vorkommen am Nordrande des Beckens: Juillac, Ste. Féréole, Douzenac sind völlig bedeutungslos.

Der Nordwest-Distrikt (Bretagne und Vendée)

Den Nordwesten Frankreichs nimmt ein mächtiges Massiv kristallinischer und altpaläozoischer Formationen ein, das die Normandie (Halbinsel Cotentin), und Bretagne erfüllt und sich noch weit südlich der Loire über die Vendée ausbreitet. An Flächenraum kommt es fast dem Zentralplateau gleich, dem es jedoch in der vertikalen Erhebung bedeutend nachsteht. Die größten Erhebungen übersteigen selten 400 m, während die mittlere Höhe kaum 200 m erreichen dürfte. Im Norden und Westen bildet das Meer die Grenze. Im Osten versinkt es unter die jüngeren Ablagerungen des Pariser Beckens, insbesondere Jura und Kreide, die auch seinen Südfuß bedecken und in der Enge von Poitiers dieses Massiv an der Oberfläche von dem Zentralplateau trennen. Im Aufbau spielen neben den präkambrischen kristallinen Schiefern und

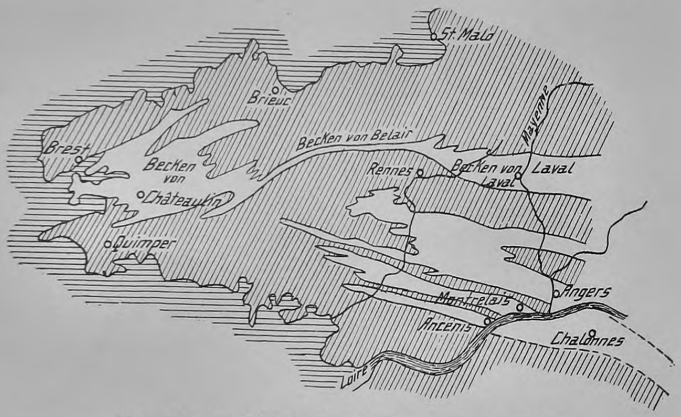


Fig. 112. Die Kohlenbecken der Bretagne (n. Barrois).

jüngeren Graniten die altpaläozoischen Formationen, insbesondere Silur und Devon, eine Hauptrolle. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Zentralplateau, wo diese Schichten — abgesehen von dem südlichsten Ausläufer, der Montagne noir — so gut wie ganz fehlen. Dagegen tritt das Karbon nur in beschränkter Ausdehnung im Inneren einiger, meist schmaler Mulden auf.

Außerordentlich scharf ausgeprägt ist der tektonische Bau des Massivs (s. Fig. 112). Die armorikanische Faltung, deren Einfluß wir bereits im westlichen Teile des Zentralplateaus erkannten, erreicht hier ihren Höhepunkt, wie auch die von Sueß gewählte Bezeichnung dem Gebiet der Bretagne — der alten Armorica — entnommen ist. Langgestreckte Faltenzüge durchziehen das Gebiet, gegen NW, nach der Spitze der Bretagne eng zusammengedrängt, nach Osten und Süden fächerförmig divergierend. Das Streichen ist im Norden und Nordwesten fast rein westöstlich, im Osten und Südosten biegt es in eine mehr südost-nord-

westliche Richtung um. Zahlreiche langgestreckte Mulden der paläozoischen Formationen, durch Sättel des kristallinen Grundgebirges getrennt, bringen diesen Bau zum Ausdruck. Die Hauptmulden lassen sich durch die ganze Länge des Massivs, von der Nordwestspitze der Bretagne bis zu ihrem Untertauchen unter die mesozoischen Schichten des Pariser Beckens verfolgen. Bei einer streichenden Länge von mehreren hundert Kilometern haben diese Mulden meist nur wenige Kilometer Breite, oft selbst nur etwa 1 km, ein Beweis der enormen Zusammenpressung der Erdrinde in diesem Gebiete, die nicht nur in diesen Falten zum Ausdruck kommt, sondern noch von zahlreichen, oft erheblichen streichenden Störungen begleitet ist. Infolgedessen erscheint die normale Schichtenfolge oft stark verändert, da durch Überschiebungen und streichende Verwerfungen nicht selten mächtige Komplexe unterdrückt werden (vgl. Barrois: Le bassin du Ménez-Bélair. Ann. soc. geol. du Nord. XXII. 1894, S. 182 u. a. O.).

Nur die größten dieser Mulden nehmen in ihren innersten und tiefsten Teilen noch Schichten des Karbons auf und auch diese nur in beschränkter Ausdehnung. In drei Fällen zeigt das Karbon eine produktive Entwickelung, so daß man von Kohlenbecken sprechen kann: 1. das Becken der Vendée oder Becken von St. Laur-Vouvant-Chantonnay im Süden, 2. das Becken der unteren Loire, Basse-Loire, oder Becken von Ancenis, zu beiden Seiten der Loire, in den Departements Maine et Loire und Loire inférieure, 3. das Becken von Laval oder Becken von Le Maine (mit dem kleinen Nebenbecken von Pierre-la-cour) in den Departements Sarthe und Mayenne[1]).

Die Bedeutung aller dieser Vorkommen ist gering. Ihre gesamte Förderung übersteigt kaum 100000 t und hat gegen früher noch abgenommen, wie nachstehende Übersicht zeigt.

	1872	1880	1885	1890	1900	1905
Westdistrikt	103 000	80 000	83 000	159 000	125 000	131 000

Die Förderung der letzten Jahre und zugleich den Anteil der einzelnen Becken an der Gesamtproduktion läßt folgende kleine Tabelle erkennen:

	1910	1911	1912
Vouvant-Chantonnay	45 000	48 800	38 400
Basse-Loire (Ancenis)	23 000	24 000	6 100
Le Maine (Laval)	30 700	36 000	33 150
St. Pierre-la-Cour	—	—	—
Plessis (Cotentin)	—	—	—
West-Bezirk	98 700	108 800	

[1]) Der Normandie gehören zwei weitere kleine Vorkommen an, das von Plessis (Dep. la Manche) und Littry (Calvados), in denen früher Abbau stattfand.

Die Ausbildung des Karbons in diesem Gebiete ist eine höchst eigentümliche, von der aller anderen französischen Kohlenbecken vollkommen verschiedene. Die Ablagerungen gehören zwei völlig getrennten und von einander unabhängigen Bildungsperioden an: während der größere Teil unterkarbonisch ist, tritt daneben, in geringer Ausdehnung, auch Oberkarbon auf, das seinerseits wieder mit seinen verschiedenen Stufen — entsprechend den Waldenburger, den Saarbrücker und den Ottweiler Schichten — vertreten ist. Das Unterkarbon, das hauptsächlich die beiden nördlichen Becken, Ancenis und Laval, erfüllt, ist in einer eigentümlich gemischten Entwickelung, teils marin, teils limnisch vorhanden, die in dieser Weise auf dem europäischen Kontinent einzig dasteht, die sich aber in weit größerem Maßstabe im nördlichen England und in Schottland wieder findet. Es treten hier die Fazies des marinen Kohlenkalks, des Kulms und die produktive limnische innerhalb desselben Beckens miteinander in Wechsellagerung. Die Ursache dieses eigentümlichen Verhaltens ist in tektonischen Vorgängen während der Ablagerung zu suchen. Wo die verschiedenen Abteilungen des Karbons miteinander und mit dem älteren Paläozoikum in Berührung treten — was namentlich in dem großen nördlichen Becken der Bretagne der Fall ist — kommt dies in einer zweifachen Diskordanz zum Ausdruck. Zunächst liegt das Unterkarbon transgredierend über den älteren Schichten, derart, daß es z. B. im Becken von Laval bald dem mittleren, bald dem Unterdevon, zuweilen auch dem Silur oder gar dem Algonkium aufruht. Andererseits werden die gefalteten unterkarbonischen Schichten wieder in scharfer Diskordanz von jüngerem Oberkarbon (Stéfanien) überlagert, z. B. im Becken von St. Pierre-la-Cour. Es ergibt sich daraus, daß die armorikanische Faltung bereits vor Beginn des Unterkarbons die älteren Schichten zu Mulden und Sätteln gestaut hatte. Über dieses Faltensystem drang das unterkarbonische Meer transgredierend vor, dabei wohl in erster Linie die tektonischen Mulden ausfüllend, und ließ unter mehrfachen Oszillationen seine verschiedenartigen Sedimente — bald mehr marinen, bald limnischen Charakters — zurück. Eine neue interkarbonische Faltungsperiode faltete dann auch diese Absätze, wesentlich in Übereinstimmung mit den bereits vorhandenen jetzt nur noch stärker ausgeprägten Sätteln und Mulden des Altpaläozoikums. Über den eingeebneten Faltenzügen dieses Systems wurden dann schließlich in einer Festlandsperiode die Ablagerungen des jüngeren Oberkarbons abgesetzt. Im Süden des Gebietes (Vendée) liegen die Verhältnisse allerdings einfacher, da wir es hier nur mit rein limnischen, oberkarbonischen Schichten zu tun haben, wodurch die Verhältnisse dieses Beckens mehr denen des benachbarten Zentralplateaus ähnlich werden.

Das Becken der Vendée bildet eine schmale, nur etwa 1 km breite, aber fast 60 km lange Mulde im kristallinen Grundgebirge, die sich nahe dem Südrande des armorikanischen Massivs in der Richtung Südost-Nordwest erstreckt. Seinen Verlauf bezeichnen die Orte St. Laur, am südöstlichen Ende, Vouvant, Faymoreau und Chantonnay. Der süd-

östliche Teil, von St. Laur bis Vouvant, geht in einer Länge von etwa 20 km frei zu Tage aus. Die nordwestliche Fortsetzung wird größtenteils von Jura bedeckt, der hier nahe dem Südrande noch in einzelnen Resten auf das armorikanische Massiv übergreift. Darunter tritt bei Chantonnay das Karbon als schmaler Streifen am Südrande der Juradecke wieder hervor.

Wie schon die Form des Beckens zeigt, liegt eine aufs engste zusammengepreßte Mulde vor, deren Schichten ein mittleres Einfallen von 70° zeigen. Eine untere, flötzleere Abteilung besteht aus groben Sandsteinen und Konglomeraten, darüber folgt die produktive Schichtenreihe, bestehend aus feineren Sandsteinen und Tonschiefern mit Kohlenflötzen. Von den zahlreichen Flötzen sind nur 3—4 bauwürdig. Sie sind sehr unregelmäßig entwickelt und zeigen den bekannten Wechsel von Anschwellungen und Verdrückungen. Die Mächtigkeit der bauwürdigen Flötze bewegt sich im allgemeinen zwischen 0,6 und 3 m. Die Verhältnisse ähneln also in jeder Beziehung denen vieler Becken im Innern des Zentralplateaus (z. B. St. Éloy, Bort-Champagnac). Abweichend ist jedoch das Alter der Ablagerung. Während sie früher dem Unterkarbon (Kulm) zugerechnet werden, stellt man heute diese Schichten in den unteren Teil der westfälischen Stufe, also ins mittlere Oberkarbon. Jedenfalls sind sie also erheblich älter als sämtliche Flötze des Zentralplateaus.

Der Schwerpunkt des Bergbaus liegt im südöstlichen Teil des Beckens bei St. Laur und Faymoreau. Die Kohle wird als „halbfett", mit 22 % flüchtiger Bestandteile bezeichnet, sie ist sehr zerreiblich und wird fast ganz für den lokalen Bedarf, besonders der Kalköfen, verbraucht.

Das Becken der unteren Loire (basse Loire) oder von Ancenis stellt einen weiteren schmalen Karbonstreifen von annähernd 100 km Länge dar, der sich vom äußersten Ostrande der armorikanischen Masse in der Richtung von Ostsüdost nach Westnordwest zur Loire hinzieht, wobei er zuletzt von Chalonnes bis Ingrande das linke Ufer des Flusses begleitet. Sodann überschreitet er den Fluß bei dem letztgenannten Orte, oberhalb Ancenis, um weiterhin, fast in die Ostwestrichtung umbiegend, dem rechten Loireufer zu folgen. Die Breite beträgt in dem etwa 60 km langen Teile südlich der Loire etwa 1 km, nördlich der Loire verbreitert sich das Becken auf 4—5 km. Auch hier haben wir somit eine eng zusammengepreßte Mulde vor uns, deren Schichten nahezu senkrecht in die Tiefe setzen. Der Druck hat die Schichten vielfach gefältelt und gestaucht (s. Fig. 113). Die Flötze zeigen, wohl mit infolge dieser mechanischen Einwirkung ein sehr unregelmäßiges Verhalten und erscheinen oft mehr als eine Aneinanderreihung linsenförmiger Massen, die örtlich bis zu 20 m mächtig werden können (Grube Beaulien). Eine große Anzahl von Konzessionen bedeckt dieses langgestreckte Becken; es sind, am Südostende beginnend, die folgenden: 1. Doué-Lafontaine mit ca. 4 km streichender Länge ist ohne Bedeutung

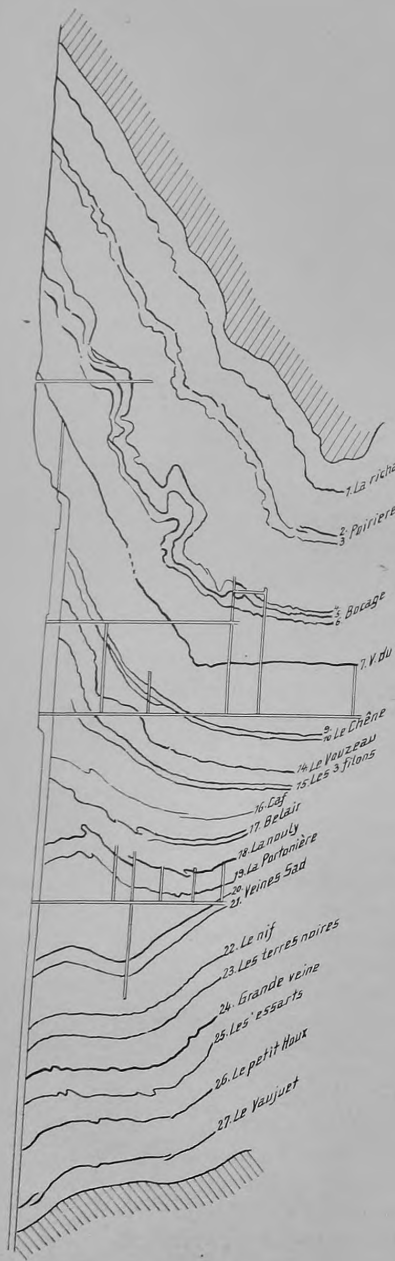


Fig. 113. Schnitt durch das Becken von Chalonnes (n. Burat).

wegen der Schmalheit und Kohlenarmut an diesem Ende des Beckens. 2. St. Georges-Châtelaison nimmt die folgenden 26 km ein; das Becken verbreitert sich, ist aber noch sehr unregelmäßig. 3. St. Lambert; das Becken zerfällt durch einen mittleren Sattel in zwei Spezialmulden, in deren südlicher die erwähnten linsenförmigen Anthrazitmassen auftreten. 4. Die folgenden Gruben von Chaudefond und Layon enthalten ebenfalls ziemlich beträchtliche Kohlenvorräte. 5. Das Feld von Chalonnes stellt den mittleren und am vollständigsten entwickelten Teil des Beckens dar, mit etwa 14 mehr oder weniger regelmäßigen und bauwürdigen Flötzen (s. Fig. 113). Mit der folgenden Konzession 6. Montjean wird die Loire erreicht. Es folgen jenseits des Flusses 7. Montrelais und Mouzeil mit einer Längserstreckung von 30 km. Das hier breiter werdende Becken verdoppelt sich und bildet zwei parallele Spezialmulden. Das Westende des ganzen Zuges in 19 km Länge nehmen die Konzessionen 8. Touches und 9. Languin ein. Auch hier war die Entwickelung stellenweise noch eine verhältnismäßig günstige; die

Mächtigkeit der Flötze erreicht in den Anschwellungen immer noch mehrere Meter, doch wurde ihre Gewinnung durch das unregelmäßige Verhalten beeinträchtigt.

Die Förderung des ganzen Beckens gibt Burat noch für 1866 auf 110000 t an (nach Gruner wäre sie erheblich geringer), woran die einzelnen genannten Konzessionen in folgendem Verhältnis beteiligt waren:

Doué-Lafontaine	—
St. Georges-Châtelaison . . .	—
St. Lambert	—
Layon-Chaudefond	20000
Chalonnes	50000
Montjean	10000
Montrelais-Monzeil	30000
Touches und Languin . . .	—

Die Kohle ist vorwiegend anthrazitisch oder Magerkohle, z. T. auch halbfette Kohle. Für das Feld von Chalonnes gibt Burat die folgenden Werte: Veine du Bocage 13 %, V. du chêne 16,26 %, V. de Vouzeau 17,3 % flüchtige Bestandteile.

Das Becken von Laval (Sarthe et Mayenne). Den mittleren Teil der Bretagne durchzieht in nahezu ostwestlicher Richtung eine zusammenhängende Mulde, deren Länge von der Westküste bei Brest bis zum Ostrande des armorikanischen Massivs über 300 km beträgt. Diese Mulde, die in der Mitte schmal und fast ausschließlich von Devon und Silur erfüllt ist, verbreitert sich an beiden Enden zu zwei geräumigen Becken, dem Becken von Châteaulin im Westen und dem von Laval im Osten, in welchen auch das Karbon zu mächtiger Entwickelung gelangt ist (Fig. 112)[1]). Zunächst breitet sich das Unterkarbon, wie erwähnt, transgredierend über dem Devon aus. Es besteht im Becken von Chateaulin aus einer bis 1500 m mächtigen Masse von Schiefern mit untergeordneten Konglomeraten, Eruptivtuffen, sowie Kalklinsen. Während die Schiefer selbst nur Pflanzenreste enthalten, finden sich in den Kalken sowie in einzelnen Sandsteinbänken marine Versteinerungen, Crinoiden, Trilobiten (Phillipsia) und Brachiopoden (Spirifer striatus u. a.). Zur Bildung von Kohlenflötzen scheint es in diesem Abschnitt nicht gekommen zu sein. Diese unterkarbonischen Schichten werden ihrerseits diskordant von „Stéfanien" überlagert, das in der Nachbarschaft noch drei weitere kleine Becken bildet, die unmittelbar dem Grundgebirge aufliegen: Plogoff, Quimper, Kerkogne. Auch hier finden sich neben Sandsteinen und Konglomeraten nur kohlige Schiefer, keine Flötze.

---

[1]) Ch. Barrois, Le bassin du Ménez-Bélair. Ann. de la soc. géol. du Nord. XXII, 1894, S. 181. — Oehlert, Mayenne. Excurs. du VIII Congrés géol. internat. Civret. Guide VI. Paris 1900.

Reicher und zum Teil produktiv ist die Entwickelung am Ostende, im Becken von Laval. Dieses erstreckt sich in einer Länge von etwa 60 km und besitzt am Ostrande, wo dessen Faltenzüge unter die mesozoischen Schichten des Pariser Beckens tauchen, 12—15 km Breite. Der Bau des Beckens ist durch zahlreiche Spezialfalten kompliziert; da die Hauptfaltung nach Ablagerung des Unterkarbons stattfand, liegen dessen Schichten in scheinbarer Konkordanz auf der devonischen Unterlage. Die unterkarbonische Schichtenreihe zeigt nach Oehlert folgenden Aufbau.

1. Die Basis des ganzen Systems bilden Schiefer und Sandsteine mit Konglomeraten; zuunterst liegt ein eigentümliches Gestein, der sog. Blavierit, das bald als Tuff, bald als Eruptivgestein, bald als Sediment betrachtet wurde und die Grenze gegen das Devon bezeichnet. Dieser untersten Abteilung gehören auch die Anthrazitflötze des Beckens an.

Die Lage sowie die Flora (Rhodea gigantea, Cardiopteris polymorpha, Sphenopteris elegans) weisen diese Flötze in das Unterkarbon (Kulm).

2. Darüber folgt eine allerdings nur am Nordrande des Beckens entwickelte Kalkzone mit einer echten Kohlenkalkfauna: Phillipsia derbyensis; Griffithides globiceps; Euomphalus pentangulatus; Conocardium hibernicum; Productus giganteus, semireticulatus, pustulosus; Athyris lamellosa; Martinia glabra; Spirifer striatus, bisulcatus u. a. m. Hiernach gehört diese Zone dem oberen Kohlenkalk oder der Viséstufe an.

3. Das nächste Schichtenglied wird als Schiefer und Grauwacken mit Echiniden bezeichnet; über diesen folgt 4. abermals eine Kalkzone der speziell so genannte Kalk von Laval. Trotz des Mangels an deutlichen Fossilien wird dieser Kalk seiner Stellung nach bereits als Vertreter des marinen Oberkarbons angesehen und der Moskau-Stufe (Moskowien) zugerechnet, ebenso das folgende und letzte Glied dieser Schichtenreihe 5. die „Schiefer von Laval", die das Innere der Mulde erfüllen und außer Crinoidenstielen keine deutlichen Versteinerungen enthalten.

Im westlichen Teile des Beckens wird diese Schichtenfolge diskordant von Oberkarbon (Stéfanien) überlagert, das hier das kleine Becken von St. Pierre-la-cour bildet (westlich von Laval).

Das beifolgende Profil (Fig. 114) nach Oehlert veranschaulicht den Bau und die Schichtenfolge auf den beiden Flügeln der Mulde. Die ganze Entwickelung des Karbons ist eine für westeuropäische Verhältnisse so ungewöhnliche, einzig dastehende, daß es nicht verwunderlich erscheint, wenn über die stratigraphische Stellung der Flötze von Laval lange Zeit Unklarheit herrschte und daß man sie, ihrer Lage unter typischen Kohlenkalk zufolge früher als devonisch ansehen zu müssen glaubte.

So hervorragend das geologische Interesse bei diesem eigentümlichen Becken ist, so gering ist seine praktische Bedeutung. Nur die

unterste Abteilung enthält bauwürdige Flötze von Anthrazit und auch in dieser ist die produktive Entwickelung auf den Südflügel der Mulde beschränkt, während auf dem Nordflügel, wie bereits erwähnt, die marine Ausbildung in der Fazies des Kohlenkalks (Visé-Kalk) vorherrscht. Der Bergbau beschränkt sich daher auf den Südrand des Beckens, der mit einer Reihe von Konzessionen (Sablé-sur-Sarthe, Fercé, Maupertuis, Montigué-l'Huisserie etc.) besetzt ist. Die Flötze zeigen auch hier vielfach ein unregelmäßiges Verhalten und erreichen in den Anschwellungen 8—10 m Mächtigkeit.

Unsicher erscheint die Stellung der Flötze von Baconnière, die vielleicht einen zweiten Flötzhorizont über dem Kohlenkalk darstellen.

Das kleine Oberkarbon-Becken von St. Pierre-la-Cour endlich zeigt den gewöhnlichen Aufbau von Konglomeraten an der Basis, die nach oben in Sandsteine und Schiefer übergehen. Hierin zählt man

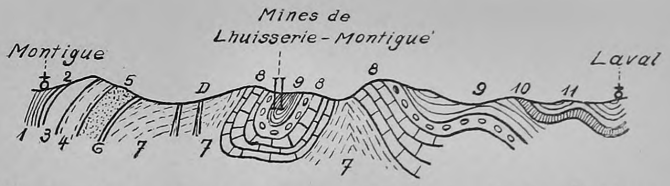


Fig. 114. Schnitt durch den Südrand des Beckens von Laval (n. Oehlert).

17 Flötze von 15—70 cm Stärke. Der Flora nach gehören diese Schichten zum mittleren Stéfanien. Bei ihrer geringen Ausdehnung hat diese Ablagerung keinerlei praktische Bedeutung.

Westalpen.

Die Kohlenformation erreicht im Gebiet der französischen Alpen (Savoyen, Dauphiné) eine ziemlich bedeutende Entwickelung, doch entspricht der Kohlenreichtum und somit die praktische Bedeutung der alpinen Vorkommen keineswegs ihrer räumlichen Ausdehnung. Das Karbon der Alpen läßt eine deutliche Anordnung in zwei parallelen Zügen erkennen. Eine äußere westliche Reihe zieht sich aus der Gegend von Chamounix in südsüdwestlicher Richtung parallel dem Lauf der Isère etwas östlich dieses Flusses bis La Mure, südlich von Grenoble. Die Becken dieser Reihe haben nur geringe Ausdehnung, bieten aber wegen der verhältnismäßig noch wenig gestörten Lagerung für den Bergbau die günstigsten Bedingungen. Unter ihnen ist das Becken von La Mure, das südlichste der ganzen Reihe, das bedeutendste. Nördlich davon liegt nahe der Isère, oberhalb Grenoble, das kleine Becken von Grésivaudan, und östlich das einem Parallelzuge angehörige, gleichfalls unbedeutende Becken von Bourg-d'Oisan. Von

dieser ersten Reihe wird der zweite, östliche Karbonzug durch die gewaltige kristalline Hochgebirgskette getrennt, die im Nordosten mit dem Massiv des Mont Blanc beginnt und sich in südsüdwestlicher Richtung durch die Belledonne (Chaîne de la Belledonne) und die Grandes Rousses fortsetzt und im Süden im Pelvoux-Massiv endet. Der Ostseite dieser Kette schmiegt sich ein Streifen mesozoischer und paläozoischer Sedimente an, unter denen besonders das Karbon — nebst Perm — mächtig entwickelt ist. Das Karbon beginnt im Norden im Rhonetal in der Gegend von Sitten (Sion) und folgt dem Alpenbogen zunächst in südwestlicher, dann in südlicher Richtung — über den großen und kleinen St. Bernhard bis südlich von Briançon. Von hier an biegt dieser Faltenwurf nach Südost und schließlich fast gegen Osten zur Vereinigung der Seealpen mit dem ligurischen Appenin. Seine größte Ausdehnung erreicht das Karbon im mittleren Teile des Zuges zwischen dem großen St. Bernhard und Briançon, nach Norden und Süden verschmälert es sich stark und ist im Südosten nur noch in isolierten

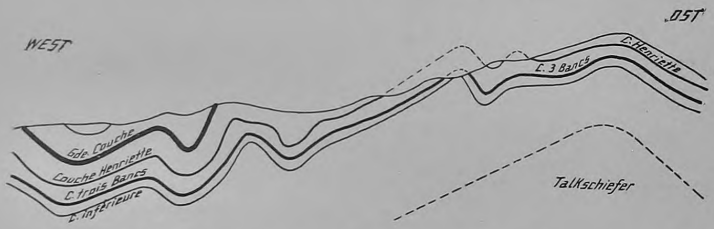


Fig. 115. Schnitt durch das Becken von La Mure (n. Ferrand).

kleinen Vorkommen zu erkennen. Alle Schichten dieses Zuges, somit auch das Karbon sind im stärksten Maße von der alpinen Gebirgsfaltung betroffen. Dadurch sind nicht nur die Lagerungsverhältnisse aufs höchste gestört und kompliziert, sondern auch die Kohlenflötze vielfach verdrückt und die Kohle selbst locker und zerreiblich geworden. Ebenfalls eine Wirkung dieses intensiven Gebirgsdruckes ist die durchweg anthrazitische Natur der Kohle sowie die abnorme petrographische Ausbildung der begleitenden Sedimente, die mehr oder weniger kristallinisch geworden geworden sind (Glanzschiefer, Talkschiefer u. dergl.). Erscheinungen die nur als Ausdruck der als Dynamometamorphose bekannten Einwirkungen betrachtet werden können. Den erwähnten Veränderungen und Störungen ist es zuzuschreiben, daß die Kohlenvorkommen dieses Gebietes trotz seiner erheblichen Ausdehnung und trotz stellenweise beträchtlicher Mächtigkeit der Flötze keine nennenswerte Bedeutung erlangen konnten. Die zahlreichen kleinen Einzelvorkommen bilden zwei Hauptbecken oder Reviere: das von Maurienne-Tarentaise im Norden (Savoyen) und das Revier von Briançon (Briançonnais) im Süden (Dép. hautes Alpes).

Die Produktion sämtlicher Becken und Reviere des französischen Alpengebietes erreicht etwa 400000 t; die Hauptreviere sind daran in nachstehendem Verhältnis beteiligt:

	1910	1911	1912
La Mure	295 100	329 000	*288 700*
		279 000[1])	
Oisans-Grésivaudan . . .	9 300	9 900	
		7 300	*8 100*
Maurienne-Tarentaise . .	40 200	42 300	
Briançonnais		*107 000*	*107 000*
	344 500		

Die beiden vorstehend unterschiedenen Karbonzüge weisen auch in ihrem Aufbau und ihrer Struktur grundsätzliche Verschiedenheiten auf. Während in der zentralen Zone des Briançonnais das Karbon als ältestes Schichtenglied in konkordantem Verbande mit dem darüber

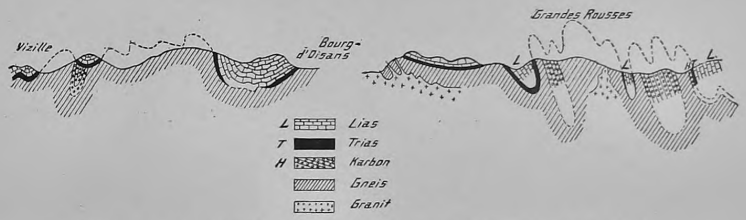


Fig. 116. Profile des Beckens von Bourg d'Oisans (n. Termier).

folgenden Perm und weiterhin mit der Trias steht, ruht es in der äußeren, westlichen Zone diskordant auf älterem Grundgebirge und wird seinerseits diskordant vom Trias und Jura überlagert; die letztere Diskordanz entspricht einer Schichtenlücke, die durch das Fehlen des Perms zum Ausdruck gebracht wird. In der inneren Zone (Briançonnais) befindet sich das Karbon in Sattelstellung, in der Außenzone (La Mure, Bourg d'Oisans usw.) bildet es eine Reihe schmaler durch die Grundgebirgssättel der Belledonne und Grandes Rousses getrennter Mulden. Die nachstehenden Abbildungen, Fig. 116 und 117, lassen diese tektonischen Unterschiede beider Gebiete deutlich hervortreten. Fig. 117 zeigt auch die eigentümliche Ausbildung des Karbonsattels als sogenannte Fächerfalte, wobei die Sattelflügel infolge starker Zusammenpressung gegeneinander einfallen, also scheinbare Muldenform (Synklinalstellung) einnehmen.

Auch in stratigraphischer Beziehung zeigen beide Zonen eine selbständige Entwicklung. In der Außenzone finden wir nur die oberste Karbonstufe (Stéfanien), oft mit einem Grundkonglomerat beginnend, so

[1]) Die Kursivzahlen stammen aus Bull. soc. de l'ind. min. 1913.

daß die Verhältnisse, bei der diskordanten Auflagerung auf dem Grundgebirge, denen des nahen Zentralplateaus ähnlich werden. In der zentralen Zone ist zwar auch das Stéfanien vorherrschend, daneben sind aber auch ältere Schichten, der westfälischen Stufe entsprechend vertreten; man kennt solche Vorkommen sowohl aus den französischen Alpen (Briançonnais, Chablais) als auch aus der Schweiz (am Titlis und Tödi). Marine Schichten sind in beiden Gebieten unbekannt.

Die Flötze gehören sowohl in der inneren wie in der äußeren Zone dem Stéfanien an und entsprechen der unteren Gruppe von St. Étienne.

Als Vertreter der alpinen Kohlenbecken genüge es, das verhältnismäß bedeutendste unter ihnen kurz zu betrachten. Es ist dies, wie die oben mitgeteilten Produktionszahlen zeigen, das Becken von La Mure[1]). Dieses Becken, das wie erwähnt, das Südende der Außenzone bildet, liegt südlich von Grenoble; im Süden und Westen wird es bogenförmig

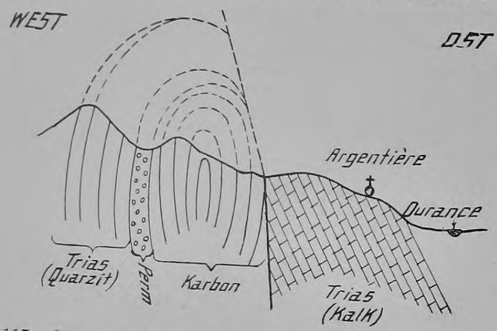


Fig. 117. Schnitt durch das Becken des Briançonnais (n. Kilian).

vom Drac umflossen — daher auch „bassin du Drac“ genannt — im Norden vom Tal der Romanche begrenzt. Der Umriß bildet ungefähr ein Rechteck von 16 km Seitenlänge in Nordsüdrichtung und 8 km Breite. Die Oberfläche beträgt somit etwa 120 qkm. Nur auf einem kleinen Teil dieses Gebietes, 21 qkm, geht das Karbon zu Tage aus, im übrigen wird es von Jura bedeckt. Inmitten des Beckens erhebt sich inselartig eine Kuppe des kristallinen Grundgebirges, die etwa 12 qkm des Gesamtareals fortnimmt.

Den Bau des Beckens zeigt das beigefügte Profil (Fig. 115).

Die Schichtenreihe zerfällt in einen flötzleeren unteren Abschnitt, aus 150 m mächtigen sehr harten Sandsteinen bestehend, und in die flötzführende obere Gruppe, deren Aufbau das nachstehende Schema zeigt:

[1]) E. Roger, Mémoire sur les mines d'anthracite du bassin de Drac (Isère). Ann. des mines 5. Ser. VII. 1855. Ferrand, Notice sur les mines d'anthracite de la Mure Ebenda 7. Ser. XVIII, 1880.

	Kohle m	Gestein m	Bemerkungen
1. Flötz	0,4—0,8		Nach Roger 8—10 m und weniger, so daß Flötz 1 und 2 stellenweise verschmelzen
Mittel (Sandstein)		50,00	
2. Flötz (grande couche, auch gd. raye, Rivoire, la Croix usw.)	6—7		Größte Mächtigkeit 12—15 m, sehr reiner Anthrazit
Mittel		50,00	
3. Flötz (Henriette)	0,9—1,00		
Mittel		25—40	
3. Flötz (trois bancs)	2,00		Durch 2 Mittel in 3 Bänke geteilt; 1,5 m Kohle
Mittel		15—25	
5. Flötz (c. inférieure)	0,60		Nur bei steiler Stellung bauwürdig
	10—19,2	90—165	

Die Kohle ist wie erwähnt durchweg anthrazitisch; die Zusammensetzung (in %) wird für zwei verschiedene Proben angegeben. wie folgt:

	Kohlenstoff	Flüchtige Bestandteile	Asche
Probe A	95,29	2,26	2,45
Probe B	96,27	1,77	1,95

Dem entspricht der hohe Heizwert von 8200—8300 Kalorien.

Becken von Ronchamp[1]).

Die Verbreitung des Karbons in den Vogesen ist bereits bei einer früheren Gelegenheit im Zusammenhang besprochen (S. 231). Es wurde darauf hingewiesen, daß das bedeutendste Flötzvorkommen auf französischem Gebiet bei Ronchamp (Vosges méridionales) gelegen ist. Ferner wurden auch die möglichen Beziehungen dieses Beckens zu dem von Blanzy und le Creusot bereits erörtert (S. 376).

Am Südfuß der Vogesen erstreckt sich nördlich von Belfort ein ausgedehntes Gebiet permischer Ablagerungen, an deren Zusammensetzung auch Eruptivgesteine (Porphyrite) in hervorragendem Maße beteiligt sind. Nach Westen senken sich die paläozoischen Schichten unter die Trias (Buntsandstein), die in zahlreichen Ausliegern auch im Innern des Beckens verbreitet ist. Inselförmig treten aus diesen jüngeren Schichten mehrfach Sättel aus Karbon hervor. Meist handelt es

[1]) Trautmann, Bassin houillier de Ronchamp. 1885. — Fournier, Sur l'existance de la houille en Franche-Comté, à St. Germain près de Lure (hte. Saône). Compte rendu de l'acad. CLIII. 1911. S. 908.

sich dabei um nicht produktives Unterkarbon (Kulm). Oberkarbon ist nur in der Mitte des Gebietes, bei Ronchamp, entwickelt, bezw. entblößt. Beide Abteilungen, das Unter- und das Oberkarbon sind durch eine intrakarbone Faltungsdiskordanz getrennt und daher in ihrer Verbreitung unabhängig voneinander.

Das Vorkommen von Ronchamp erscheint an der Oberfläche als schmaler, in ostwestlicher Richtung verlaufender Streifen von etwa 3 km Länge. Die Mächtigkeit des Kohlengebirges beträgt am Ausgehenden nur ungefähr 50 m. Es senkt sich mit einer durchschnittlichen Neigung von 30° nach Süden und wird konkordant von Perm (Rotliegendem) bedeckt, während der Buntsandstein beide Formationen transgredierend überlagert. Die Unterlage wird von den gefalteten Schichten des Devons, vielleicht auch des Unterkarbons gebildet.

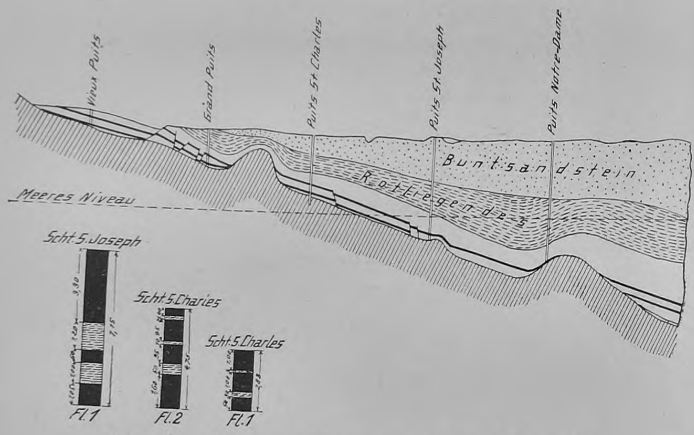


Fig. 118. Becken von Ronchamp. Schnitt und Flötzprofile.

Der Aufbau des Kohlengebirges ist äußerst einfach; es besteht lediglich aus Sandsteinen und Schiefern, denen nahe der Basis zwei Kohlenflötze eingelagert sind. Das untere Flötz liegt stellenweise dem Grundgebirge unmittelbar auf und schmiegt sich dessen Unebenheiten an. Die ganze Ausbildung sowie die Lagerung (s. Fig. 118) erinnern außerordentlich an die entsprechenden Verhältnisse in den sächsischen und böhmischen Becken. Faltung und größere Verwerfungen fehlen. Die allgemeine Regelmäßigkeit wird einzig durch die gelegentlichen Aufwölbungen des Grundgebirges unterbrochen, die eine starke Verschwächung der liegenden Schichten des Kohlengebirges bewirken und zu völliger Verdrückung der Flötze führen können.

Es ist bezeichnend, daß man beim Anfahren der ersten dieser Schwellen — um das Jahr 1840 — die Hoffnung auf eine Fortsetzung der Flötze in der Richtung des Einfallens aufgeben zu müssen glaubte; der Betrieb wurde eingestellt und die Grube verkauft, der leitende Ingenieur verübte Selbstmord (Burat, Géologie de la France

S. 377). Erst nachdem eine neue Gesellschaft die Gruben übernommen hatte, gelang es, unterhalb der Verdrückung die Fortsetzung der Flötze auszurichten.

Die Flötze erreichen eine Mächtigkeit von 7 m (mit 5 m Kohle) bezw. 4,45 m (mit 4 m Kohle), stellen also einen recht erheblichen Vorrat dar. Ihre Zusammensetzung und Mächtigkeit unterliegt allerdings ziemlich erheblichen Schwankungen, wie die beifolgenden Profile (Fig. 118) zeigen. Sie enthalten eine ziemlich gasreiche, backende Kohle mit 24—31 % flüchtiger Bestandteile. In der Richtung des Einfallens vermindert sich der Gasgehalt (31,3 % auf St. Charles, 25,4 % auf St. Joseph).

Die Produktion erreichte ihren Höhepunkt zu Anfang des Jahrhunderts mit einer Fördermenge von durchschnittlich 240 000 t in den Jahren 1900—1905. Seitdem ist eine starke Abnahme eingetreten, wie die Förderung der letzten drei Jahre zeigt:

1910	1911	1912
155 000 t	188 000 t	203 000 t

Das stratigraphische Niveau der Flötze von Ronchamp ist unteres Stéfanien; als häufigste und bezeichnendste Pflanzenversteinerung findet sich Annularia sphenophylloides; von Farnen sind besonders die Gattungen Pecopteris und Neuropteris vertreten, von Calamiten ist Cal. gigas zu erwähnen.

Neuere Untersuchungsarbeiten im Norden des Beckens sind teilweise erfolgreich gewesen. Die Nordgrenze bildet ein im Mont de Vanne zu Tage tretender Sattel von Devon und Kulm. Unter der Voraussetzung, daß sich nördlich dieses Sattels eine neue Kohlengebirgsmulde einsenken könnte, wurden hier in der Gegend von Lure mehrere Bohrungen niedergebracht, von denen zwei das Karbon in flötzführender Entwicklung aufschlossen, wie die folgenden Profile (nach Fournier) zeigen:

	Bohrung St. Germain m	Bohrung la Brosse m
Alluvium bis	9,2	17,9
Trias „	107	199
Perm „	204	292
prod. Karbon bis	348	380
Kulm bis	442,5	—

Die Bohrung St. Germain erreichte bei 240 m ein kleines Flötz von etwa 60 cm Stärke, außerdem nur unbedeutende Kohlenstreifen. Etwas günstiger war der Aufschluß von la Brosse (westlich Lure) es fanden sich:

bei 324,5 m ein Flötz von 94 cm
„ 334 „ „ „ „ 54 „
„ 337 „ „ „ „ 105 „ (in mehreren Bänken)
„ 347 „ „ „ „ 30 „
„ 380 „ rotes Konglomerat.

Fournier ist geneigt das Flötz von 94 cm in der letzten Bohrung mit dem der Bohrung von St. Germain zu parallelisieren. Beide könnten als Äquivalente des oberen Flötzes von Ronchamp angesehen werden, dann würden die verschiedenen bei 334 und 337 m angetroffenen Flötze dem unteren Flötz von Ronchamp entsprechen. Wie man sieht, bleibt der Kohlenreichtum zwar erheblich hinter dem des alten Beckens zurück, doch muß der Nachweis dieser nördlichen Mulde an und für sich schon als ein befriedigendes Ergebnis angesehen werden, zumal ja die Möglichkeit vorliegt, daß weitere Untersuchungen in dieser Richtung auch noch eine günstigere Entwicklung der Flötze ergeben können.

Das Becken von Französisch-Lothringen.

Der Gedanke, die Fortsetzung des Saarbrücker Beckens in Frankreich aufzusuchen, hatte französische Geologen und Bergleute schon seit längerer Zeit beschäftigt, als man im Anfang des Jahrhunderts, nach eingehender wissenschaftlicher Diskussion des Problems, mit anerkennenswerter Tatkraft die praktischen Aufschließungsarbeiten in die Hand nahm. Eine bereits ziemlich umfangreiche Literatur[1]) berichtet sowohl über die vorausgegangenen theoretisch-geologischen Erwägungen als über die einzelnen Etappen der Aufschlußarbeiten. Als Leitlinie diente allen diesen Untersuchungen die Richtung des großen Saarbrücker Hauptsattels: Neunkirchen-Saarbrücken, dessen Verlängerung nach Südwesten auf die Gegend von Pont-à-Mousson, etwa in der Mitte zwischen Nancy und Metz hinweist. Eine schwache Wölbung der Deckgebirgsschichten nach der gleichen Sattelachse („posthume Faltung" von E. Sueß) wurde als weitere Bestätigung für den vermuteten Verlauf des unterirdischen Kohlengebirgsrückens gedeutet.

---

[1]) Von den zahlreichen über die Frage der westlichen Fortsetzung des Saarkohlenbeckens veröffentlichten Arbeiten seien hier nur einige der wichtigsten und leicht zugänglichen aufgeführt. Nicklès, De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle et des points, où il faut la chercher. Nancy 1902. — Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle. Comptes rend. de l'Acad. CXL, 1905, S. 896. — Sur la découverte de la houille à Abancourt. Ebenda CXLI, 1905, S. 66. — Cavallier, Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle. Comptes rend. CXL, 1905, S. 893. — Kersten, La prolongation du bassin houiller de Sarrebrück dans la Lorraine française. Ann. des mines de Belgique X, 1905, S. 469. — Vilain, Note sur les recherches effectuées en Meurthe-et-Moselle pour retrouver le prolongement du bassin houiller de Sarrebrück en territoire français. Congrès internat. des mines etc. Lüttich 1905, S. 325. — Laur, Le nouveau bassin houiller de la Lorraine française. Ebenda S. 391.

Die auf Grund dieser Erwägungen angesetzten Bohrungen (s. Fig. 119) brachten eine volle Bestätigung der theoretischen Voraussetzungen. Die Mächtigkeit des Deckgebirges, wenngleich sehr beträchtlich, erwies sich geringer, als man zu hoffen gewagt hatte, und am 23. Juli 1904 wurde gleich mit der ersten Bohrung bei Eply, westlich von Pont-à-Mousson und dicht an der Grenze in einer Tiefe von 659 m (480 m unter dem Meere) das Kohlengebirge angeschlagen: etwa 30 m tiefer, bei 691 m, traf man das erste Flötz von ca. 80 cm Stärke. Die Bohrung wurde bis zur Tiefe von 1505 m fortgesetzt. Es folgte die Bohrung bei Lesmenils, nordwestlich von Eply, die das Karbon bei 754 m (558 unter dem Meere) erreichte, aber mit steiler Schichtenstellung, bis 70° Einfallen, was den Nordabfall des Sattels anzeigte und somit ein weiteres Vorgehen in dieser Richtung nicht rätlich erscheinen ließ. In Pont-à-Mousson selbst erreichte man das Karbon bei 789 m (608 m unter N.-N.) und erschloß bis 1550 m mehrere, allerdings nur schwache Flötze. Eine weitere Bohrung zwischen Eply und Pont-à-Mousson, bei Atton ergab ein ähnliches Resultat. Das Karbon wurde bei 749 m erreicht und darin bis 1501 m drei schwache Flötze erbohrt. Das günstigste Resultat in bezug auf Kohlenreichtum ergab die Bohrung Abancourt südöstlich von Eply, östlich Nomeny. Hier wurde das Kohlengebirge zwar erst in größerer Tiefe erreicht, bei 830 m (641 m unter N-N.), dafür wurden aber vier verhältnismäßig mächtige Flötze, von 2,50 m —0,90 m—1,20 m und 0,86 m erschlossen. Die Bohrung erreichte die Tiefe von 1350 m. Nachdem bereits die Bohrung Pont-à-Mousson auf dem linken Moselufer angesetzt war, ging man in dieser Richtung noch weiter. Den äußersten Aufschluß gegen Westen bezeichnet das Bohrloch Martincourt südwestlich von Pont-à-Mousson, 5 km westlich der Mosel und 25 km von der deutschen Grenze entfernt. Das Karbon wurde hier in 946 m Tiefe (727 m unter N-N.) erreicht. Im ganzen sind 22 Bohrungen mit einer Gesamtlänge von 25000 m (nach Gruner) in das Kohlengebirge niedergebracht, dessen Verbreitung und Lagerungsverhältnisse dadurch in ziemlich befriedigender Weise aufgeklärt sind. In dieser Beziehung und als Bestätigung der theoretischen Voraussetzungen haben die Aufschlußarbeiten einen vollen, man kann sagen glänzenden Erfolg gehabt; anders, wenn man das vorliegende Ergebnis vom praktischen Gesichtspunkt, mit Rücksicht auf die Aussichten eines etwaigen Bergbaus betrachtet. In Anbetracht der großen Tiefe des Karbons — durchschnittlich etwa 800 m unter der Oberfläche — ist der bisher nachgewiesene Kohlengehalt durchaus unzureichend, zumal die Bohrungen in Tiefen von 1000 m bis über 1500 m vorgedrungen sind. Dem Enthusiasmus, den die ersten Erfolge erweckten, ist daher eine starke Enttäuschung gefolgt, und es sind bisher keinerlei Schritte zur Ausbeutung des neuen Kohlenbeckens unternommen worden. Es ist auch für die Zukunft kaum zu erwarten, daß die enormen Kosten einer modernen Anlage — Gruner schätzt diese unter den gegebenen Verhältnissen auf 25 Millionen Franks — an ein so wenig aussichts-

reiches Unternehmen gewagt werden sollten. Die nachstehende Tabelle enthält die Hauptresultate der wichtigsten Bohrungen, von denen Eply, Abancourt und Dombasle die günstigsten Aufschlüsse geliefert haben.

	Eply	Atton	Abancourt	Dombasle	Pt.-à-Mousson
Höhe über NN . .	179	?	189	?	181
Deckgebirge . . .	659	749	830	890 ?	789
1 Flötz bei . . .	691	793	896	893	819
	(0,80)	(0,56)	(2,50)	(2,00)	(0,70)
2 „ „ . . .	717	930	1156	919	1140
	(0,25)	(0,30)	(0,90)	(0,41)	(0,51)
3 „ „ . . .	1273	1001	1204	1083	1144
	(1,23)	(0,55)	(1,20)	(0,65)	(0,32)
4 „ „ . . .	1285	1279	1217	1136	1282
	(1,30)	(0,75)	(0,86)	(2,06)	(1,02)
5 „ „ . . .	1296	1286	—	—	1287
	(1,36)	(0,65)	—	—	(0,51)
6 „ „ . . .	1318	1338			
	(0,50)	(0,30)			
7 „ „ . . .	1457	1353			
	(0,37)	(0,65)			
8 „ „ . . .	1468				
	(1,07)				
9 „ „ . . .	1480				
	(0,70)				
10 „ „ . . .	1486				
	(0,50)				
Ende der Bohrung .	1505	1502	1351	1204	1556
Kohlengebirge[1]) durchbohrt . .	846	753	521	311	767
darin Kohle { im ganzen	8,08	3,75	5,46	5,12	3,06
darin Kohle { bauwürdig	6,66	3,15	5,46	4,71	2,74

Außer dem Nachweis der tatsächlichen Fortsetzung des großen Saarbrücker Hauptsattels, dessen Länge dadurch — von Neunkirchen bis Pont-à-Mousson — auf über 100 km anwächst, haben die Bohrungen eine Reihe interessanter geologischer Tatsachen festgestellt. Das Deckgebirge besteht in der Hauptsache aus Trias, wozu nach Westen sich bald noch unterer Jura (Lias) gesellt. Zwischen der unteren Grenze der Trias und dem Kohlengebirge schalten sich in wechselnder, meist geringer, Mächtigkeit rote Permschichten ein. Ihre Abgrenzung gegen das Kohlengebirge ist schwierig und vielfach unsicher, da auch das Karbon in seinen oberen Schichten oft durch sekundäre Einwirkungen rot gefärbt ist (in der Bohrung Laborde bis auf 116 m) und sich dann petrographisch kaum vom Rotliegenden unterscheidet. Als Beispiel folgen nachstehend zwei Deckgebirgsprofile.

[1]) Ohne Berücksichtigung des Einfallens.

		Eply m	Pont-à-Mousson m
	Lias	—	113,00
Trias	Keuper	200	234,50
	Muschelkalk . . .	160	145,50
	Buntsandstein . .	295	296,00
	Perm	4	?16,00
		659,00	805,00

Für den Verlauf des Karbonsattels selbst sind namentlich die beiden Bohrungen Lesmenils und Laborde von Wichtigkeit, die seine nördliche und südliche Begrenzung anzuzeigen scheinen. Im Norden, bei Lesmenils, kommt dies in der schon erwähnten steilen Schichtenstellung zum Ausdruck, entsprechend dem Abfall des nördlichen Sattelflügels. Im Süden, bei Laborde und wahrscheinlich auch in der nahe gelegenen Bohrung Abancourt wurden unerwartet hohe Schichten, vermutlich der Ottweiler Stufe (Stéfanien). Dies legt die Annahme einer zwischen diesen und den nördlichen Bohrungen durchstreichenden Verwerfung mit gesunkenem Südflügel nahe. Da auch der eigentliche Saarbrücker Hauptsattel im Süden durch eine große streichende Verwerfung, den „südlichen Hauptsprung", abgeschnitten wird (s. S. 113), dürfen wir in der Verwerfung von Laborde und Abancourt wohl dessen Fortsetzung sehen. Die Verwurfshöhe berechnet sich hier auf ca. 800 m. Die Bedeutung des Sprunges hat also im Fortstreichen nach Südwesten erheblich abgenommen.

Auch bezüglich der stratigraphischen Stellung ergaben die Bohrungen wichtige Aufschlüsse.

Nach den aufgefundenen Pflanzenresten konnte Zeiller[1]) das allgemeine Niveau als Saarbrücker Schichten bestimmen. Jedoch zeigte sich ein Unterschied im Charakter der Flora der nördlichen Bohrungen (Eply, Atton, Lesmenils usw.) und der von Laborde und Abancourt, indem letztere durch das Auftreten von jüngeren Formen, besonders Pecopteris (P. oreopteridia, Pluckeneti. unita) ausgezeichnet ist, die ihre Hauptverbreitung in den Ottweiler Schichten haben. In der Bohrung Laborde wurde ferner über den Flötzen ein 30 m mächtiger Konglomerathorizont angetroffen, der mit großer Wahrscheinlichkeit dem Holzer Konglomerat des Saarreviers entspricht. Auf ein hohes stratigraphisches Niveau der erbohrten Flötze weist auch der stets sehr bedeutende Gasgehalt von etwa 40 % (1. Flötz von Eply 39,4 %, Flötz von Abancourt 2,5 m, 41 %).

Es läßt sich als wahrscheinlichstes Resultat aller Beobachtungen aussprechen, daß die Hauptgruppe der Bohrungen (Eply, Atton, Lesmenils,

[1]) Zeiller, Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesmenils et Pont-à-Mousson. Compt. rend. de l'Acad. CXL. 1905 und CXLI, S. 68—69.

Pont-à-Mousson usw.) das große flötzarme Mittel zwischen der Fettkohlen- und der Flammkohlengruppe des Saarreviers angetroffen hat, wogegen die beiden südlichsten Aufschlüsse (Laborde und Abancourt) infolge der erwähnten Verwerfung zunächst in obere Saarbrücker bezw. Ottweiler Schichten (über dem „Holzer Konglomerat") eindrangen und sodann die obere Flammkohlengruppe erreichten.

Schließlich sind noch zwei südlich von Nancy gelegene Bohraufschlüsse zu erwähnen, denen zwar noch weniger praktische Be-



Fig. 119. Lage der Bohrungen in Lothringen (Dep. Meurthe et Moselle).

deutung zukommt als den soeben besprochenen, die jedoch in interessanter Weise das Bild von der Verbreitung des Kohlengebirges im östlichen Frankreich vervollständigen. Schon früher war westlich von Lunéville, bei Mont-sur-Meurthe das Karbon in 1200 m Tiefe unter der Trias erbohrt worden. Eine in neuester Zeit südwestlich hiervon, bei Gironcourt-sur-Vraine (westlich Mirecourt) ausgeführte Bohrung erreichte das Karbon bereits bei 682 m unter einer Decke von Lias, Trias und Perm. Bei 700 m traf man ein Flötz von 70 m Stärke, ein zweites bei 823 m. Die Kohle wird als gut backende Fettkohle bezeichnet.

Diese Vorkommen stellen den südlichen Gegenflügel einer weiten Mulde dar, deren Nordrand in den Bohrungen von Laborde und Abancourt noch eben erreicht wurde. Diese Mulde erfüllt den Raum zwischen den Vogesen und dem Saarrevier. Sie zeichnet sich auch an der Oberfläche durch eine entsprechende, aber sehr flache Mulde in den Deckgebirgsschichten (Trias-Jura) ab, deren Achse die Orte Kaiserslautern, Zweibrücken, Saargemünd und Nancy bezeichnen.

E. Großbritannien[1]).

Als das kohlereichste Land der Erde steht auch heute noch unzweifelhaft Großbritannien da, trotz der in neuerer Zeit auch in anderen Ländern (Deutschland, Belgien u. a.) gemachten z. T. sehr bedeutenden Aufschlüsse. Bei einem Flächenraum des Landes von rund 315000 qkm nehmen seine Kohlenfelder etwa 100000 qkm, also fast ein Drittel des ganzen Landes ein. Dabei kommt für die Kohlenproduktion fast nur das eigentliche Großbritannien: England, Wales und Schottland in Betracht, während in Irland Vorräte und Förderung nahezu bedeutungslos sind. Der ganze gewaltige Kohlenreichtum des Landes konzentriert sich also so gut wie ausschließlich auf die Hauptinsel, wobei wiederum das eigentliche England weitaus den Vorrang vor den beiden Nachbarländern behauptet, wie die nachstehende Übersicht der Fördermengen und des Anteils der einzelnen Länder erkennen läßt:

	1903	1906	1910	1911
England	160,6	178,3	186,8	193,3
Wales	34,7	34,7	39,7	40,5
Schottland	35,0	38.0	42,0	42,3
	230,3	251,0	268,6	276,2

Demgegenüber ist die Förderung Irlands mit knapp 100000 t wie gesagt völlig verschwindend.

Entsprechend diesem Kohlenreichtum und seiner alten hochentwickelten Industrie, nahm Großbritannien bis zur Jahrhundertwende auch die erste Stelle in der Weltproduktion ein. Dieser Rang wurde dem vereinigten Königreich dann mit Erfolg von den Vereinigten Staaten Nordamerikas streitig gemacht, deren Förderung seitdem in rapidem Aufstieg fast das Doppelte der britischen beträgt. Andererseits hat auch in Deutschland die Produktionssteigerung ein so viel schnelleres Tempo eingeschlagen, daß der Gesamtbetrag der Förderung schon

[1]) E. Hull, The coalfields of Great-Britain. 5. Aufl. London 1905. — W. Gibson, The geology of coal and coal mining. London 1908. — Memoirs of the geol. survey. — Woodward, Geology of Great-Britain.

heute nicht allzuweit hinter der des Inselreiches zurücksteht, so daß bei gleichförmiger Fortentwicklung dieses in absehbarer Zeit auf den dritten Platz herabsinken dürfte. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß ein sehr erheblicher Teil der deutschen Kohlenproduktion — fast ein Drittel der Gesamtmenge — auf die Braunkohle entfällt. Die nachstehende Zusammenstellung läßt die Entwicklung der Produktion in den drei führenden Kohlenländern der Welt erkennen (in Mill. t).

	1890	1900	1906	1911	1912	1913
Großbritannien . .	184,5	225,2	251,0	276,3	264,5	287,4
Vereinigte Staaten .	143,1	228,7	375,7	459,1	499,0	519,5
Deutschland . . .	89,3	149,8	193,5	234,5	259,4	279,0
(hiervon Braunkohle)	(19,0)	(40,5)	(56,4)	(73,8)	(82,3)	(87,5)

Vorräte und voraussichtliche Erschöpfung. Die selbst für den großen Kohlenreichtum des Landes außerordentlich schnell fortschreitende Ausbeutung ließ hier, früher als wohl anderwärts, Besorgnisse wegen einer möglichen Erschöpfung rege werden. Diese Befürchtung mußte um so begründeter erscheinen, als der englische Kohlenbergbau schon seit langem, und auch heute noch mehr als je zuvor, nicht nur dem inneren Verbrauche dient, sondern seine Produkte auch in einem Umfange wie kein anderes Land nach allen Teilen des Erdballs ausführt[1]). Bereits im Jahre 1866 wurde daher eine königliche Kommission" mit der Aufgabe betraut, die noch vorhandenen und gewinnbaren Kohlenmengen des vereinigten Königreiches zu ermitteln. Diese Kommission, der die hervorragendsten englischen Geologen und Industriellen angehörten, u. a. Sir Roderick Murchison, Prestwich, Andrew C. Ramsay, Sir William Armstrong, H. H. Vivian, lieferte ihren Bericht i. J. 1870. Schon 30 Jahre später, i. J. 1901, fühlte man, angesichts der seit 1870 auf das Doppelte gestiegenen Ausbeute, erneut die Notwendigkeit einer Inventarisation der Kohlenschätze. Diese zweite Kommission schloß ihre Arbeit i. J. 1903 ab. Als größte Tiefe, aus der die Kohle noch mit Vorteil zu gewinnen ist, wurde von beiden Berichten übereinstimmend 4000′, als untere Grenze der Bauwürdigkeit eine Flötzmächtigkeit von 1′ angesetzt. Wenn dieser letztere Wert unter normalen Verhältniseen und für größere Tiefe wohl als zu klein angesehen werden muß, so kann dafür die Tiefengrenze der Gewinnbarkeit erheblich nach unten verschoben werden, da der angenommene Wert von 4000′ = 1200 m schon heute auf dem Kontinent (s. Belgien) erreicht und überschritten ist. Unter diesen Voraussetzungen ergab sich für das Jahr 1870 ein noch gewinnbarer Vorrat von 90 Milliarden Tonnen, wogegen der Bericht von 1903 — trotz der inzwischen erfolgten Förderung von 5695 Millionen Tonnen — zu einer

[1]) Der Export betrug i. J. 1900: 44 Mill. t, 1904: 46 Mill. t; außerdem 17 Mill. t Bunkerkohlen.

noch verfügbaren Kohlenmenge von 140 Milliarden Tonnen gelangte. Dieses so viel günstigere Ergebnis beruht hauptsächlich auf der in der Zwischenzeit durch Bohrungen festgestellten größeren Ausdehnung einzelner Kohlenbecken. Nicht eingeschlossen sind in diese Berechnung einige erst in jüngster Zeit erschlossene, ihrem Umfange nach noch nicht ausreichend bekannte Becken im Süden des Landes, besonders das anscheinend aussichtsreiche Kohlenbecken von Kent, in dem jetzt bei Dover die ersten Schächte niedergebracht sind.

Die einzelnen Kohlenbecken und ihre geographische Verteilung (s. das Übersichtskärtchen Fig. 120). Man kann sagen, daß der Kohlenreichtum Großbritanniens, abgesehen von Irland, nahezu gleichförmig über das Land verteilt ist. Es ist dies einer der vielen natürlichen Vorzüge, deren sich der englische Kohlenbergbau — und damit die gesamte Industrie des Landes — erfreut: nirgends wird der Verbrauch durch weiten Landtransport erschwert und verteuert, wie dies so vielfach auf dem Kontinent, und speziell auch in Deutschland der Fall ist. Als besonders günstiger Umstand für den Export und die Versorgung der Dampferflotte kommt noch die günstige Lage einiger der größten Becken am Meere (Südwales, Lancashire Northumberland-Durham, schottische Becken, sowie auch das neu erschlossene Kent-Becken) in unmittelbarer Nähe der Verschiffungshäfen (Swansea, Cardiff, Liverpool, Sutherland, Newcastle, Glasgow, Dover und viele andere) in Betracht. Auf der Hauptinsel stellt der an sich dünn bevölkerte Norden Schottlands — die schottischen Hochlande — das einzige größere, ganz kohlefreie Gebiet dar[1]). Im übrigen verteilen sich die Kohlenfelder auf den Süden, die Mitte und den Norden des Landes; England, Wales und Süd-Schottland haben ihren Anteil daran. Rein geographisch unterscheidet man zweckmäßig eine südliche, eine mittlere und eine Nordgruppe, auf welche sich die einzelnen Becken in folgender Weise verteilen:

I. Die Südgruppe umfaßt vor allen Dingen
   1. das große Becken von Südwales (in den Grafschaften Monmouth-, Glamorgan- und Pembrokeshire), eines der wichtigsten überhaupt,
   2. die östlich davon gelegenen kleinen Becken von Forest of Dean, Bristol (in Gloucester) und Somerset,
   3. gehört in diese Gruppe das neu erschlossene Becken von Kent, bei Dover und Canterbury, im äußersten Südosten der Insel.

II. Die Mittelgruppe. Hierzu gehören die größte Zahl der Kohlenbecken, sowohl im mittleren England wie in Nordwales,
   4. das große Becken von Yorkshire, Derbyshire und Nottinghamshire, das größte aller englischen Kohlenbecken.

[1]) Ein kleines Vorkommen von Jura-Kohle, in Sutherland, ist praktisch bedeutungslos.



Fig. 120. Übersichtskarte der Kohlenbecken Großbritanniens.

5. das ebenfalls sehr bedeutende Becken von Lancashire und Cheshire. Hieran schließen sich südlich die kleineren, aber immerhin noch wichtigen Becken,
6. Nordstaffordshire,
7. Südstaffordshire,
8. Leicestershire,
9. Warwickshire.

Relativ unbedeutend sind die folgenden, im Westen dieser Gruppe, in der Reihenfolge von Norden nach Süden:

10. Nordwales (Flintshire und Denbighshire),
11. Shrewsbury (Shropshire),
12. Coalbrookdale,
13. Forest of Wyre.

Einige ganz kleine Becken dieser Gruppe (Cheadle, Clee Hills) sowie das kleine Becken der Insel Anglesea können wegen ihrer Geringfügigkeit außer Betracht bleiben.

III. Die Nordgruppe. In diese stellen wir außer den nordenglischen auch die Kohlenbecken Südschottlands; die Gruppe umfaßt dann

14. das große englische Nordbecken (Durham-Northumberland) an der Ostseite und ihm gegenüber an der Westseite
15. das kleinere Cumberland-Becken,
16. die schottischen Becken, nämlich
    a) das große Clyde-Becken im mittleren Teile des Landes (Lanarkshire, Renfrew, Dumbarton, Stirling),
    b) das kleine Becken von Midlothian im Osten, bei Edinburg am Südufer des Forthbusens,
    c) das Becken von Fife und Kinross, dem vorigen gegenüber auf der Nordseite des Forth gelegen und wahrscheinlich die Fortsetzung jenes darstellend,
    d) das Becken von Ayrshire an der Westküste, am Firth of Clyde.

Hierzu kommen schließlich noch einige kleinere, ziemlich bedeutungslose Becken: Lesmahago, Dumfries, Argyleshire, Argyll und Arran.

Die Anordnung und Begrenzung der einzelnen Kohlenbecken in ihrem heutigen Umfange ist bedingt durch die geologische Struktur des Landes und wird nur durch diese verständlich. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß viele der heute getrennten Becken ursprünglich als zusammenhängende Ablagerungen gebildet wurden und erst nachträglich durch tektonische Vorgänge und die Denudation der verbindenden Teile isoliert und auf ihren heutigen Umfang beschränkt sind.

Der Süden von England und Wales — ebenso auch das südliche Irland — wird beherrscht von der „hercynischen“ (variscisch-armorikanischen) Faltung, die hier wesentlich ostwestlichen Verlauf besitzt. Wir sehen daher diese Richtung im Streichen und in der ganzen Anordnung der Kohlenbecken vorherrschen. Am deutlichsten ist dies bei

dem großen Becken von Südwales ausgesprochen, während bei den kleineren Becken (Forest of Dean, Bristol-Somerset) die Achse oft senkrecht auf der Hauptfaltungsrichtung steht und erst der Verlauf der Randgebirge (Mendip Hills) und die Einordnung der Becken in die Faltenzüge die wahre Struktur erkennen läßt. Übrigens beherrscht in diesem Gebiete die Ost-Westrichtung auch noch die jüngere „posthume" Faltung der Kreide- und Tertiärschichten, wie sie sich im Bau des Londoner Tertiärbeckens — dessen Achse ungefähr durch den Verlauf der Themse bezeichnet wird — sowie in dem Kreidesattel des Weald und der Insel Wight ausspricht.

Im Gegensatz hierzu besitzt die postkarbonische Faltung in Mittel- und Nordengland ebenso entschiedene Nord-Südrichtung. Diese Faltung führte zur Aufwölbung eines zentralen, das Land in der Längsrichtung durchziehenden Sattels: der penninischen Gebirgsachse. Diese ist das beherrschende orographische Element im Bau des Landes sowohl wie in seiner geologischen Struktur. In langem Zuge tritt hier Kohlenkalk heraus, die höchsten Erhebungen und die romantischsten Gebirgsszenerien der Penninkette bildend (High Peak, Dove Dale usw.), wodurch die alte englische Bezeichnung dieses Formationsgliedes als „Bergkalk" (mountain limestone) voll gerechtfertigt wird. Begleitet wird der Kohlenkalkrücken von flötzleerem Sandstein. Zu beiden Seiten dieser Sattelachse ordnen sich nun die Kohlenbecken an, eine östliche und eine westliche Reihe bildend. Im Osten der Pennin-Achse liegen, von Norden nach Süden: das große Nordbecken (Nr. 14 der vorstehenden Aufzählung), das große Becken von Yorkshire-Derbyshire-Nottinghamshire (Nr. 4), die kleineren Becken von Leicester (8) und von Warwick (9). Diesen liegen die Becken auf der Westseite der zentralen Gebirgsachse symmetrisch gegenüber: Dem großen Nordbecken entspricht im Westen das allerdings viel unbedeutendere Becken von Cumberland (15); als westliches Gegenstück des Yorkshirebeckens erscheint das Becken von Lancashire (5) und in seiner südlichen Fortsetzung das von Nordstaffordshire (6); das Südstaffordshire-Becken (7) entspricht ebenso den östlichen Becken von Leicester und Warwick. Zu diesen Hauptbecken, die sich unmittelbar an den Westabhang der zentralen Sattelachse anlehnen, gesellt sich hier im Westen noch eine äußere Nebenreihe, die gebildet wird durch die Becken von Nordwales (10), Shrewsbury (11), Coalbrookdale (12), Forest of Wyre (13); hierzu kann man, wenn man will, noch als äußerstes, allerdings sehr entlegenes Glied, noch das Vorkommen auf Anglesea rechnen[1]). Auch die Abtrennung der Nordgruppe von der mittleren ist tektonisch begründet durch das Auftreten einer Querfaltung im Norden von Yorkshire und Lancashire. Ein ähnlicher, wenn auch schwächer ausgeprägter Quer-

[1]) Die Lage der Becken von Nordwales und Anglesea ist allerdings wohl mehr durch die ältere „kaledonische" Faltung bestimmt, worauf an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden soll.

sattel scheidet die Becken von Leicester und Warwick von dem Yorkshirebecken und das Süd-Staffordshirebecken von dem in Nord-Staffordshire. So ergibt sich eine sehr übersichtliche und tektonisch wohl begründete Gruppierung der zahlreichen Einzelheiten in Mittel- und Nordengland.

In anderer Weise ist die Lage der schottischen Becken tektonisch bedingt. Hier ist die Verbreitung der Kohlenformation auf das Gebiet der „Lowlands", der Niederung zwischen dem südschottischen Bergland (mit Grampians) und dem eigentlichen schottischen Hochland, den „Highlands" im Norden beschränkt. Dieses Gebiet mit den Hauptstädten Edinburg und Glasgow, überhaupt der kulturfähigste und bevölkertste Teil Schottlands, bildet einen tektonischen „Graben", in dem die flötzführenden Formationen vor der Zerstörung durch Denudation bewahrt blieben.

Für die Beurteilung der möglichen Ausdehnung und des ursprünglichen Zusammenhangs der einzelnen Becken bezw. Gruppen im südlichen Teile von England sind eine Reihe von Bohrungen von Wichtigkeit, die sich von der Ostgrenze von Wales ostwärts bis an die Küsten der Nordsee in Suffolk und Essex, und von Avon und Stour südlich bis über die Themse erstrecken. Hier traf man unter dem mesozoischen und tertiären Deckgebirge überall sofort auf altpaläozoische Schichten: Cambrium, Silur und Devon. Es ergibt sich hieraus das Vorhandensein einer alten ostwestlich gerichteten Landschwelle, die wahrscheinlich von Anbeginn die Becken der Südgruppe von denen der mittleren Gruppe schied, also wohl niemals von karbonischen Ablagerungen bedeckt war. Der mannigfach ausgebuchtete Nordrand dieses vermutlich präkarbonischen Festlandes tritt in den wiederholten Aufbrüchen silurischer und kambrischer Schichten am Süd- und Ostrande der Becken von Südstaffordshire und von Warwickshire zu Tage.

Bohrungen bei Northampton trafen unter Lias meist noch Trias in geringer Mächtigkeit und dann alte Schiefer und Sandsteine. In einem Falle wurde hier auch Kohlenkalk nachgewiesen, ein Beweis, daß das hypothetische Festland wenigstens teilweise während des Unterkarbons überflutet war. Oberkarbon fehlt auch hier, ist also entweder überhaupt nicht abgelagert worden oder vor Ablagerung der Trias wieder denudiert. In Suffolk wurde bei Stutton am Stour unter Tertiär und Kreide in etwa 300 m Tiefe altes Paläozoikum erbohrt. Ein ähnliches Resultat ergaben Bohrungen bei Harwich und bei Weeley in Essex. Bei Ware, Hertfordshire, nördlich von London, traf man unter Kreideschichten Schiefer mit Versteinerungen der Wenlock-Stufe des Silurs. Eine Reihe von Bohrungen in und um London erreichten unter dem Tertiär Kreide (Gault) und dann Devon. Dieselben, vermutlich devonischen Schichten fanden sich im Untergrunde von Richmond in etwa 350 m Tiefe, und bei Streatham, südlich von London. Die letzteren Schichten mögen der Übergangszone vom Devon zum Karbon angehören und sind vielleicht als der Nordrand eines südlichen Kohlenbeckens anzusehen.

Unerwartet war nach solchen Erfahrungen das Ergebnis einer Bohrung in Burford, westlich von Oxford, i. J. 1877. Hier fand man unter der Trias in etwa 340 m Tiefe (1184′) flötzführendes Karbon. Wenn auch über den Umfang und die mögliche Bauwürdigkeit dieses Vorkommens nichts Näheres bekannt ist, so beweist es doch — wie das erwähnte Vorkommen von Kohlenkalk bei Northampton, daß das hypothetische präkarbonische Festland zeitlich und örtlich wohl tiefe Einbuchtungen besaß und vielleicht auch teilweise noch während des Karbons vom Wasser bedeckt wurde.

Die Bedeutung der einzelnen Becken oder Bezirke, ihren Anteil an der Gesamtförderung sowie die Entwickelung der letzteren, läßt die nachstehende Übersicht erkennen.

Becken	1891	1895	1899	1909	1910	1911
Schottland	25,4	28,8	31,0	39,7	42,0	42,4
Northumberland-Durham	39,0	41,7	46,0	55,2	53,4	57,3
Yorkshire-Derbyshire-Nottinghamshire	41,2	41,3	49,7	63,8	67,8	69,0
Lancashire-Cheshire	23,6	23,1	25,0	24,0	24,1	24,4
Midlands (Staffordshire, Leicestershire, Warwick usw.)	19,2	17,9	20,2	22,1	23,3	23,6
Nord-Wales	3,1	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5
Süd-Wales[1])	30,6	33,6	39,8	50,3	49,7	51,0
Klein. Becken (Cumberland, Bristol)	3,9	4,1	4,6	4,9	4,9	5,6
Irland	0,1	0,1	0,12	0,08	0,08	0,08
Gesamtförderung Millionen Tonnen	196,1	192,6	219,6	261,6	263,6	276,2

Im Jahre 1913 erreichte die Förderung 287,4 Millionen Tonnen.

Als bedeutendste Einzelbecken treten somit hervor das Becken von Yorkshire-Derbyshire-Nottinghamshire, das große englische Nordbecken (Northumberland-Durham) und das von Süd-Wales. Kein einzelnes dieser Becken erreicht die Produktion des großen niederrheinisch-westfälischen Beckens (i. J. 1912 über 100 Mill. t). Sie lassen sich in dieser Beziehung etwa mit dem oberschlesisch-polnischen Becken vergleichen, das eine Förderung von 50—60 Mill. t (für den preußischen Anteil i. J. 1912: 41,5 Mill. t) aufweist.

Die stratigraphische Entwickelung der Kohlenformation nimmt naturgemäß in dem weiten Gebiet vom südlichen England und Südwales bis in das mittlere Schottland hinein sehr verschiedene Formen an. Die größten Abweichungen vom „normalen Typus“ — als dessen Urbild ja seit alter Zeit die mittelenglischen Becken gelten — finden sich in Nordengland und Schottland. Sehen wir von diesen Gegenden vorläufig ab, so finden wir im übrigen, also in der Mitte und im Süden des Landes zunächst die Zweiteilung in marines Unterkarbon und limnisch-terrestrisches, flötzführendes, Oberkarbon scharf ausgeprägt.

Im Unterkarbon herrscht die kalkige Ausbildung, der sogen. Kohlenkalk oder Bergkalk („mountain limestone“) als auffallendstes und charakteristischstes Schichtenglied.

Dieser mächtige, namentlich in Mittelengland typisch entwickelte Kalkhorizont, dessen gebirgbildende Eigenschaft bereits erwähnt wurde, stellt jedoch nicht das ganze Unterkarbon dar, sondern repräsentiert nur dessen oberen Teil und entspricht etwa den Schichten mit Productus giganteus, also der Visé-Stufe.

[1]) Einschl. des englischen Anteils (Monmouth).

Im Gegensatz hierzu ist das tiefere Unterkarbon, das allerdings an der Oberfläche orographisch viel weniger hervortritt, vorwiegend aus fossilarmen klastischen Sedimenten gebildet. Hier herrschen Konglomerate, Sandsteine und Schiefer; Kalke spielen in diesem Abschnitt meist eine untergeordnete Rolle. Nach unten ist diese Abteilung vielfach durch unmerkliche Übergänge mit der sandigen Fazies des Devon, dem sogen. alten roten Sandstein (Old red sandstone) verknüpft. Dieser Abschnitt entspricht somit als unteres Unterkarbon den Schiefern mit Spirifer tornacensis oder der Tournay-Stufe. Hauptleitfossil dieser Zone in England ist ein Zweischaler: Modiola Macadami. Die Analogie mit der kontinentalen Entwickelung des Unterkarbons (Belgien) ist, wenigstens im Süden des Landes, eine sehr weitgehende und gestattet eine Parallelisierung[1]) der einzelnen Zonen.

Diese sozusagen normale und typische Entwickelung des Unterkarbons als eine — von den liegenden Schiefern abgesehen — wesentlich einheitliche, geschlossene Kalkbildung reicht bis Mittelengland und umfaßt noch Derbyshire, Lancashire und den südlichen Teil von Yorkshire. Im nördlichen Yorkshire macht sich, zunächst im obersten Teile des Kohlenkalks, eine abweichende Ausbildung geltend, die nach Norden immer mehr herrschend wird und in Northumberland, und noch mehr in Schottland, zu einer völlig verschiedenen Faziesentwickelung des Unterkarbons führt[2]). Im Süden des bezeichneten Gebietes (Ingleborough, Wensleydale) erscheint der Kohlenkalk in seinem unteren Teile noch als geschlossene Kalkmasse („Great scar limestone" „mountain limestone") von über 200 m (600—700′) Mächtigkeit. Darüber jedoch, und unter dem „Millstone Grit" erscheint eine Schichtenfolge von Schiefertonen und Sandsteinen mit einzelnen Kalkbänken (Fig. 121); es ist der Kohlenkalk hier gewissermaßen durch Zwischenschaltung klastischer Sedimente in einzelne Bänke zerlegt. Diese Ausbildungsweise, die für das nördliche England und Schottland charakteristisch ist, wird als Yoredale-Schichten bezeichnet. Es zeigt sich nun, daß diese gemischt kalkige und klastische Ausbildung des Unterkarbons im Fortschreiten nach Norden immer tiefer herabgreift und auf Kosten des unterliegenden massiven Kalkes immer mehr an vertikaler Ausdehnung gewinnt. Im Teesdale und Weardale ist letzterer, der „great scar

[1]) Vergl. Max Lohest, Sur le parallélisme entre le calcaire carbonifère des environs de Bristol et celui de la Belgique. Annales de la soc. géol. de Belgique XXII, 1894—95, S. 7.

[2]) Wheelton Hind, On the subdivisions of the carboniferous series in Great Britain and the true position of the beds mapped as Yoredale series. Geol. Magazine 1897, S. 159. — Note on the life zones of the carboniferous districts of Europe. Ebenda 1898, S. 61. — W. Gunn, Notes on the correlation of the lower carboniferous rocks of England and Scotland. Geol. Mag. 1898, S. 342. — Hind and Howe, The Pendleside group at Pendle Hill. Quart. Journ. of geol. soc. LVII, 1901. — The geological succession and palaeontology of the beds between the Millstone Grit and the limestone massif at Pendle Hill and their aequivalents in certain other parts of Britain. Quart. Journ. of geol. soc. LVII, 1901, S. 347.

limestone" bereits auf 60 m zusammengeschmolzen, wobei gleichzeitig auch die Kalkbänke der Yoredale-Schichten mit Ausnahme der obersten („main limestone") an Mächtigkeit abgenommen haben. Im nördlichen Northumberland endlich ist ein eigentlicher Kohlenkalk überhaupt nicht mehr entwickelt; das ganze Unterkarbon hat den gemischten Charakter der Yoredale-Schichten angenommen. Dazu kommt nun als neues bemerkenswertes Element dieser Entwickelung das Auftreten von Kohlenflötzen in verschiedenen Horizonten dieser Schichtenreihe (Fig. 121). Ihren Höhepunkt, sozusagen das Extrem, erreicht diese Ausbildung in

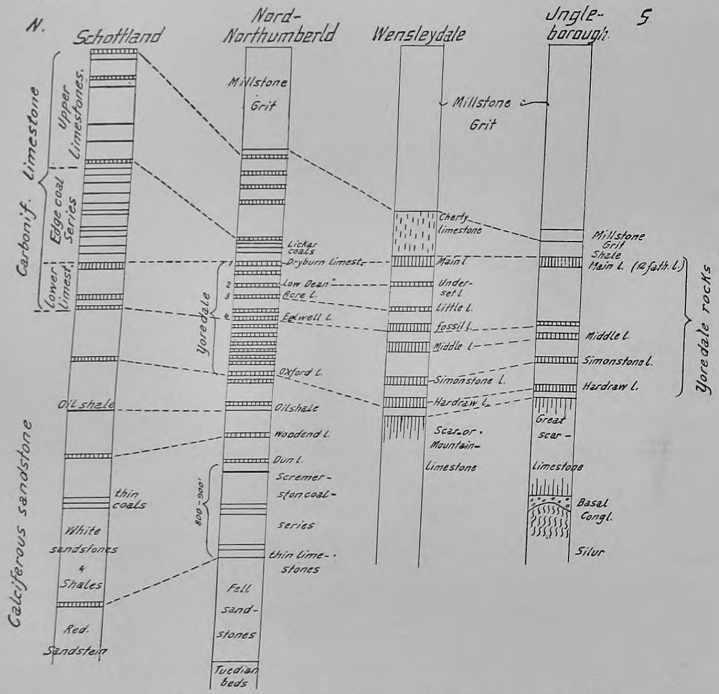


Fig. 121. Verschiedene Ausbildung des Unterkarbons (n. Gunn).

Schottland, wo das tiefere Unterkarbon aus einer fast kalkfreien Folge von Sandsteinen, Schiefertonen und Konglomeraten mit untergeordneten Kohlenflötzen besteht („calciferous sandstone" s. Fig. 121). Im Gegensatz dazu bewahrt das obere Unterkarbon („carboniferous limestone") auch in Schottland den allgemeinen Charakter der Yoredale-Schichten durch den Wechsel von mechanischen Sedimenten, Kalken und Kohlenflötzen. Es zeigen somit die Kalkbänke der eigentlichen Yoredale-Serie im Fortstreichen nach Norden eine größere Beständigkeit als die Hauptmasse des Kohlenkalkes (scar limestone).

Die Erklärung dieser eigentümlichen Faziesbildungen ist in den geographischen Verhältnissen der betr. Perioden zu suchen. Als Süd- und Mittelengland noch vom Meere bedeckt waren, aus dem sich der Kohlenkalk als organogenes Sediment absetzte, muß in Nordengland und Schottland bereits Festland vorhanden gewesen sein, auf dem sich die flötzbildende Vegetation entwickeln konnte. Dieses Land, jedenfalls ein Überbleibsel des devonischen „Old Red"-Kontinentes, war jedoch wenig stabil, wie der Wechsel von marinen mit limnischen, flötzführenden Ablagerungen beweist. Auf die Nachbarschaft dieses Landes sind auch die klastischen Sedimente der Yoredale-Schichten zurückzuführen. In dem Maße, wie wir uns nach Süden von dem Einflußbereich dieses unterkarbonischen Festlandes entfernen, treten auch diese Einlagerungen zurück und machen mehr und mehr dem reinen Kohlenkalk Platz.

Als eine besondere Ausbildung (Fazies) des Unterkarbons wurden vielfach auch die im südwestlichsten England (Cornwall und Devonshire) verbreiteten „Culm-measures" (so genannt nach den darin vorkommenden örtlich als „Culm" bezeichneten unreinen Kohlenflötzen) angesehen. Wie bekannt, ist diese Entwickelung für eine bestimmte Fazies des kontinentalen Unterkarbons, besonders in Deutschland, namengebend geworden (S. 43). Doch scheint aus neueren Untersuchungen[1]) hervorzugehen, daß diese auf einer älteren Auffassung des englischen „Kulms" beruhende Parallelisierung nicht zu Recht besteht, daß die „Culm-measures" vielmehr, wenigstens zum größten Teil als oberkarbonisch angesehen werden müssen.

Auch im untersten Oberkarbon herrschen oft noch Schiefer, nicht selten mit eingelagerten Kalkbänken ein (s. Fig. 134), eine Schichtenfolge, die in ihrem Aufbau den Yoredale Schichten ähnelt, und deren Auftreten vielfach zu Verwechslung mit diesen und dadurch zur Unklarheit über die Grenze von Unter- und Oberkarbon geführt. Wie W. Hind, Howe, Gunn u. a. gezeigt haben, müssen sie jedoch scharf von den Yoredale-Schichten unterschieden werden, da sie nicht nur petrographisch verschieden sind, sondern auch eine abweichende, wesentlich oberkarbonische Fauna enthalten. Ihre Hauptverbreitung ist südlich von derjenigen der Yoredale-Schichten, im südlichen Yorkshire, in Derbyshire und Lancashire. Die typische Entwickelung zeigt sie am Nordrande des Beckens von Lancashire, wo diese Schichten am Pendle-Hill bei Clitheroe besonders reich entwickelt und gut studiert sind. Die ganze Schichtenreihe wird nach diesem Vorkommen als die „Pendleside-series" bezeichnet. Über dem hier noch geschlossenen massigen Kohlenkalk, mit Productus giganteus (Kalk von Clitheroe), folgen Schiefer mit untergeordneten dünnen Lagen eines unreinen, bituminösen Kalkes, der sich schon im Aussehen von den reinen Kalken des Unterkarbons, auch in der Yoredale-Fazies, unter-

[1]) Arber, Newell-, On the upper carboniferous rocks of West Devon and North Cornwall. Quart. Journ. geol. soc. LXIII, 1907, S. 1. — Ders., The fossil flora of the culm measures of Northwest Devon. Philos. Trans. Roy. soc. CXCVII B, 1904, S. 291. — Collins, Notes on the Culm of South Devon. Quart. Journ. geol. soc. LXVII, 1911, S. 393. — Ussher, The culm measure types of Great Britain. Trans. fed. inst. min. eng. XX, 1900—1, S. 360.

scheidet. Noch bedeutsamer ist aber der Gegensatz der Fauna dieser „Pendleside-Gruppe“ gegenüber dem Kohlenkalk. Es ist im wesentlichen die Fauna der marinen Schichten des Millstone Grit und der Coal-measures, also eine typisch oberkarbonische mit Aviculopecten (Pterinopecten) papyraceus, Gastrioceras Listeri, G. carbonarium, Glyphioceras bilingue, G. reticulatum, Dimorphoceras Gilbertsoni, Nomismoceras ornatum, Posidoniella laevis u. a. Demgegenüber fällt es wenig ins Gewicht, daß auch einzelne Formen des Kohlenkalks, namentlich Productiden (Productus semireticulatus, Pr. cora, Pr. longispinus, Pr. punctatus, Pr. scabriculus; ferner Orthis resupinata, Discina nitida u. a. m.) in vereinzelten, meist verkümmerten Exemplaren bis in diese Schichten hinaufgehen. Man wird daher der von Hind, Gunn (a. a. O.) u. a. vertretenen Ansicht beipflichten, daß die Pendleside-Gruppe und die sie vertretenden Schiefer im Norden scharf zu unterscheiden sind von den Yoredale-Schichten, und daß die Grenze von Unter- und Oberkarbon in Süd- und Mittelengland (Derbyshire usw.) mit der Oberkante des massigen Kohlenkalkes zusammenfällt, in Nordengland und Schottland an die obere Grenze der Yoredale-Schichten zu legen ist.

Der „Millstone Grit“ stellt eine mächtige Folge fossilleerer Sandsteine dar und zeichnet sich durch weite Verbreitung und große Beständigkeit aus. Dieser flötzleere Sandstein bildet daher in den meisten Becken ein leicht kenntliches, festes Niveau, unabhängig von der schwankenden Entwickelung des Kohlenkalkes und der Yoredale-Schichten[1]). Zwischen letzteren und dem Millstone Grit schiebt sich vielfach noch eine Zone von Kieselschiefern (cherts) oder Kalk mit Kieselschiefer (cherty limestone) ein, die noch marine Versteinerungen enthalten (Aviculopecten papyraceus, Glyphioceras subcrenatum) und wohl als Vertreter der Pendleside-Gruppe aufzufassen sind.

Die flötzführende Schichtenreihe, also das eigentliche produktive Karbon wird im allgemeinen in drei Abteilungen zerlegt, in die unteren (lower), die mittleren (middle) und die oberen (upper) „coal measures“. Zwischen der mittleren und oberen Abteilung wird neuerdings noch eine Übergangszone unter der Bezeichnung „transition series“, auch wohl „transition measures“ ausgeschieden, so daß sich also eine Vierteilung des englischen Oberkarbons ergibt. Kidston hat für die vier Abteilungen besondere, von Gebieten typischer, flötzführender Entwickelung hergeleitete Stufenbezeichnungen eingeführt, deren stratigraphischen Wert die nachstehende Übersicht erkennen läßt:

---

[1]) Die bisher angenommene allgemeine Verbreitung und Entwickelung als „flötzleerer Sandstein“ an der Basis des Oberkarbons ist allerdings durch neuere Untersuchungen zweifelhaft geworden. Es scheint, daß die bisher mit diesem Namen bezeichneten sandigen Schichten im Süden stratigraphisch nicht dem typischen Millstone Grit Mittelenglands gleichwertig sind. Näheres hierüber wird bei Besprechung der einzelnen Becken ausgeführt werden. Vergl. auch. Hind u. Howe, The Pendleside group, a. a. O. S. 391.

Alte Bezeichnung der Abteilungen	Neue Stufenbezeichnung nach Kidston
4. Upper coal measures	Radstockian series
3. Transition series	Staffordian series
2. Middle c. m.	Westfalian series
1. Lower c. m. einschl. Millstone Grit.	Lanarkian series

Mit der auf dem Kontinent üblichen Gliederung verglichen entsprechen die lower coal measures ungefähr der Waldenburger Stufe (Namurien), während die drei oberen Abteilungen die Saarbrücker oder westfälische Stufe (Westfalien) repräsentieren[2]). Höhere Schichten, also Ottweiler Stufe (Stéfanien) sind in den englischen Becken nicht vertreten.

Marine Schichten, mit Goniatiten, Orthoceren, Zweischalern (Aviculopecten papyraceus, Posidonomya Gibsoni, laevigata), Schnecken (Bellerophon, Murchisonia), Lingula mytiloides u. a. finden sich wie auf dem Kontinent auch im Oberkarbon der großen englischen Becken, die sich hierdurch ebenfalls als paralische Bildungen zu erkennen geben. Wie dort sind diese Einlagerungen hauptsächlich in den unteren coal measures (sog. Gannister Serie) gehäuft, vereinzelt gehen sie aber noch bis hoch in die mittleren coal measures. Für die höheren Schichten sehr charakteristisch ist das Vorkommen eines mit Serpula verwandten Röhrenwurmes: Spirorbis, dessen in einer flachen Spirale eingerollte Kalkschälchen von nur 1—2 mm Durchmesser teils an Pflanzen angeheftet erscheinen oder auch in kleinen Kalkbänken (Spirorbis-limestone) auftreten.

I. Die Südgruppe.

Die Kohlenbecken des südlichen England (einschl. Wales) bilden eine natürliche, durch gemeinsame Eigenschaften als zusammengehörig gekennzeichnete Gruppe. Räumlich sind sie von den nördlicheren Vorkommen nicht nur an der Oberfläche, sondern mehr durch die bereits erwähnten unterirdischen Aufragungen älterer Formationen geschieden. Daraus ergibt sich ihre, gegenüber den mittel- und nordenglischen Becken, selbständige Bildung, die in einer eigenartigen von jenen völlig abweichenden stratigraphischen Entwickelung ihren Ausdruck findet.

Tektonisch gehört das Gebiet dieser südenglischen Kohlenbecken, wie schon bemerkt, dem „hercynischen“ Faltungssystem an. Die paläozoischen Falten treten allerdings nur im Westen des Gebietes — Cornwall, Devonshire, Südwales und Teilen von Somerset- und Gloucestershire zutage; nach Osten versinken sie unter das immer mächtiger werdende Deckgebirge sekundärer und tertiärer Formationen.

[2]) Die Einführung des Ausdrucks „Westfalian“ lediglich für den untersten Teil der Schichtenreihe erscheint daher recht unzweckmäßig und geeignet, Mißverständnisse zu veranlassen. Man muß sich stets gegenwärtig halten, daß Kidstons „Westfalian“ nur dem tiefsten Teile des „Westfalien“ gleichwertig ist.

Die Richtung der hercynischen Faltenzüge ist fast genau ostwestlich. In dem nicht von jüngeren Ablagerungen verhüllten westlichen Teile des Gebietes erkennt man drei parallele Mulden, die durch zwei Sattelrücken getrennt sind.

1. Die südliche Mulde beginnt in beträchtlicher Breite an der Westküste von Devonshire und Cornwall etwa zwischen Barnstaple im Norden und Dartmoor-Forest im Süden. Sie endet schmal im Südosten in der Gegend von Brighton und Eastbourne. Ihre südliche Begrenzung bildet ein Sattel, der aber größtenteils unter dem Meere, im Kanal, liegt. In größerer Ausdehnung tritt er nur im südlichen Cornwall hervor; im Vorgebirge von Portland und St. Albans Head, sowie in der Südhälfte der Insel Wight dürfte unter der jüngeren Decke seine Fortsetzung nach Osten zu suchen sein. Das Westende dieser Mulde enthält karbonische Ablagerungen in der vielbesprochenen Form des „Kulm“ (s. o.). Hier wurde — namentlich in der Gegend von Bideford — die speziell mit diesem Namen bezeichnete unreine Kohle gewonnen. Unter dem Deckgebirge sind diese Ablagerungen nicht nach Osten verfolgt worden. Die Ausbildung des Karbons in dem bekannten westlichen Teile der Mulde kann auch in keiner Weise zu Nachforschungen ermutigen.

2. Der Sattel von Nord-Devonshire begrenzt die vorige Mulde im Norden. Er stößt im Westen bei Ilfracombe und Barnstaple an das Meer, zieht südlich vom Bristol-Kanal ostwärts nach Somerset, wo er gleichfalls unter das Deckgebirge untertaucht. Sein weiterer Verlauf ist über Salisbury und Winchester zu vermuten. Er erreicht im Osten das Meer in Sussex, zwischen Dungeness und Eastbourne.

3. Die mittlere Mulde ist zwischen der vorhergehenden und der folgenden Antiklinale im mittleren Somerset in einer Breite von etwa 20 km zu vermuten. Sie ist durchweg von jüngeren Ablagerungen bedeckt. Es ist möglich, daß Karbon, vielleicht in flötzführender Entwickelung, darin enthalten ist, doch ist darüber bisher noch nichts bekannt, da alle bisher zum Zweck der Erschließung ausgeführten Untersuchungen (s. u., Becken von Bristol) das Ziel nicht erreichten.

4. Die Mendip-Antiklinale ist die wichtigste und markanteste Linie im hercynischen Faltenbau Südenglands. Sie begrenzt das große Kohlenbecken von Südwales an seiner Südseite (Pembroke, Gower, Cardiff-Distrikt), bildet jenseits des Severn, etwas nach Südosten abgelenkt, ebenso den Südrand des Somerset- (Bristol-) Beckens. Im Osten verrät sich ihre Wirkung in dem Auftreten des Devons am Südwestrande des Beckens von Kent (Bohrung Brabourne, s. u.). Danach würde dieser Sattel bei Folkestone den Kanal erreichen. Intensive Faltung und nach Norden gerichtete Bewegung, die zur steilen Aufrichtung und zur Überkippung der Südränder in den Becken der nördlich vorliegenden Mulde, auch zu Überschiebungen führen, kennzeichnen diese wichtige tektonische Linie. Sie ist nur ein Teil der großen Antiklinale, die auch auf dem Kontinent die Südgrenze der wichtigsten Kohlenbecken bildet (Nord-

Frankreich, Belgien, Niederrhein-Westfalen) und findet ihre westliche Fortsetzung im südlichen Irland.

5. Die nördliche Mulde ist diejenige, die allein größere, z. T. sehr bedeutende Kohlenbecken in sich aufnimmt. Ihr Verlauf und ihre Begrenzung sind gegeben einerseits durch die vorhergehende Antiklinale, andererseits durch das früher besprochene unterirdische paläozoische Massiv im Norden. Sie erstreckt sich von St. Brides Bay im Westen durch Südwales, Monmouth, North-Somerset und Gloucester, Oxford, Berkshire, auf London und das Gebiet südlich der Themsemündung. Auch diese Mulde geht wie die südliche nur im Westen frei zu Tage. Hier enthält sie das große Becken von Wales, sodann noch jenseits des Severn, das kleine von Forest of Dean. Es folgt links des Severn das Bristolbecken (Süd-Gloucester und Nord-Somerset), bereits zum größten Teil von Deckgebirge verhüllt, das von hier ab nach Osten die Mulde völlig verbirgt. An drei Punkten sind bisher unter dieser Bedeckung Kohlengebirgsschichten durch Bohrungen nachgewiesen. Erstens bei Batsford in Gloucester, sodann bei Burford, westlich von Oxford, und im äußersten Südosten in Kent. Über den Umfang und die Bedeutung der beiden ersteren Vorkommen ist nichts weiter bekannt[1]), dagegen ist das Kentbecken durch zahlreiche Bohrungen ziemlich gut untersucht (s. u.) und dürfte demnächst auch in Förderung treten.

Auffallend ist, daß bei einigen dieser Becken die Längsachse in der Nordsüdrichtung liegt, also auf der Muldenachse senkrecht steht. Am stärksten ausgesprochen ist dies bei dem Bristolbecken, aber auch im Forest of Dean ist ein ähnliches Verhalten zu bemerken. Es macht sich hierin der Einfluß einer nordsüdstreichenden Faltung, in der Richtung des alten „kaledonischen" Gebirgssystems geltend, die in der nördlichsten Fortsetzung des Bristolbeckens Devon und Silur an die Oberfläche bringt und in den Malvernhills auch orographisch in Erscheinung tritt.

Auch stratigraphisch erweisen sich die Becken dieser Gruppe als zusammengehörig. Über dem als „Old red" entwickelten Devon[2]) folgen konkordant Unterkarbon (Kohlenkalk), eine flötzleere Sandsteinzone und produktives Oberkarbon. In dem letzteren ist in der Regel eine untere und eine obere flötzreiche Schichtengruppe vorhanden, die durch ein mächtiges (bis über 1000 m) flötzleeres oder flötzarmes Mittel, den „Pennant Grit", getrennt werden. Das produktive Kohlengebirge aller dieser Becken gehört den mittleren und oberen Stufen der Abteilung an. Es fehlen nicht nur die „lower coal measures" (Kidstons „Lanarkian"), sondern z. T. wohl auch die mittleren („Westfalian").

[1]) In Burford erreichte man das Kohlengebirge in der Tiefe von etwa 350 m (1184′) unter Jura und Trias und bohrte noch 70 m (226′) im Karbon. Die Bohrung Batsford durchsank ca. 300 m (1021′) Deckgebirge. Die coal measures liegen hier auf Silur. Das Vorkommen dürfte wohl ohne praktische Bedeutung sein.

[2]) Abgesehen von den nicht näher bekannten Vorkommen von Batsford und Burford. Bei letzterem ist das Liegende noch unbekannt, bei ersterem angeblich Silur (s. o.).

Hierin liegt ein durchgreifender Unterschied gegenüber den nördlichen Becken. Auffallend erscheint es allerdings, daß diese große Lücke sich anscheinend durch keine Diskordanz verrät. Aber auch innerhalb der vorhandenen Schichtenreihe war die Sedimentation nicht ununterbrochen. In den Konglomeraten der Pennant-Serie findet man Gerölle von Gesteinen der unterliegenden flötzführenden Schichten, einschließlich der Kohle[1]), letztere zuweilen in solcher Menge, daß wahre Kohle-Konglomerate entstehen. Das beweist eine starke Erosion der unteren Flötzgruppe vor und während der Ablagerung der Pennant-Serie.

Durch Einlagerung mariner Schichten im unteren Teile der produktiven Schichtenreihe sind wenigstens die größeren Becken (Süd-Wales und Bristol) als typisch paralische Ablagerungen gekennzeichnet.

I. Süd-Wales[2]).

Das Kohlenbecken erstreckt sich in westöstlicher Richtung an der Nordseite des Bristol-Kanals durch die Grafschaften Monmouth-, Glamorgan-, Caermarthen- und Pembrokeshire. Der westliche, in Pembrokeshire gelegene Teil wird durch die tiefe nach Norden in das Land einschneidende Bai von Caermarthen völlig von dem östlichen Hauptteil getrennt. Die Länge des ganzen Beckens beträgt etwa 140 km; davon entfallen 90 km auf den östlichen Hauptteil, 27 auf den Abschnitt in Pembrokeshire, der Rest — einige 20 km — wird von den Gewässern der Caermarthenbai bedeckt. Die größte Breite liegt nahe dem Ostende, in der Gegend von Cardiff, mit etwa 30 km. Die Angaben über den Flächenraum des Beckens bewegen sich zwischen 900 und 950 Qu.-miles, also etwa 2400—2500 qkm. Es ist somit eines der größten englischen Becken; an Ausdehnung wird es nur von dem Clydebecken in Schottland übertroffen. Der Förderung nach steht Süd-Wales, wie früher gezeigt, an dritter Stelle, hinter Northumberland-Durham und Yorkshire-Derbyshire. Die noch vorhandenen Vorräte wurden von der Kommission im Jahre 1903 auf 35,5 Milliarden Tonnen geschätzt, davon 33,4 Milliarden Tonnen bis zu 4000′ Tiefe.

Den Gang der Förderung in den letzten Jahrzehnten zeigen die nachfolgenden Zahlen, in Millionen Tonnen:

---

[1]) W. E. Logan, The character of the beds of clay lying immediatly below the coalseams of South-Wales and on the occurrence of coal boulders in the Pennant Grit of that District. Trans. geol. soc. of London VI, 1842, S. 491. — Ferner: De la Beche, The formation of the rocks of South Wales and southwestern England. Mem. geol. Survey I, 1846. — S. a. Boyd Dawkins (a. a. O. S. 360) über ähnliche Vorkommen im Kent-Becken.

[2]) Geology of the South Wales coal-field; Memoirs of the geol. Survey. — Kidston, On the fossil flora of the S.-W. coalfield; Transact. Roy. soc. Edinburgh Bd. XYYVII, III (1894) S. 565. — De la Beche: On the formation of the rocks of South Wales and southwestern England. Mem. geol. surv. I, 1, 1846. — Goode, R. H., On the fossil flora of the Pembrokeshire portion of the South Wales coalfield. Quart. Journ. **69**, 1913, S. 252.

1880	1890	1900	1905	1910	1911
20,438	28,393	37,552	46,84	49,47	51,01

Diese Kohlenmengen werden so gut wie ausschließlich von dem Hauptbecken östlich der Caermarthenbai geliefert; der westlich gelegene Zipfel von Pembrokeshire hat nur einen verschwindenden Teil daran — z. B. im Jahre 1911 knapp 50000 t — kommt also praktisch gar nicht in Betracht. Zu bemerken ist noch, daß das Becken zwar mit seinem größten und bedeutendsten Teil, wie der Name ausdrückt, in Wales liegt (Glamorgan), daß es jedoch im Osten mit einem immerhin nicht unbeträchtlichen Teile entsprechend etwa einem Drittel der Förderung nach England hineinreicht (Monmouth). Die Förderung des Jahres 1900 verteilte sich auf diese beiden Hauptabschnitte wie folgt:

Monmouth . . 9818829
Glamorgan . . 27686758

In den Südrand des Hauptbeckens schneidet tief die Swansea-Bucht ein, so daß auch hier, wie unter der Caermarthenbai, ein erheblicher Teil des Beckens unter dem Meere begraben liegt.

Gestalt und Bau des Beckens. Der östliche Hauptteil des Beckens stellt sich, wie das Übersichtskärtchen (Fig. 122) zeigt, als eine recht regelmäßige, nahezu elliptische — genauer eiförmig nach Westen verschmälerte — Mulde dar. Ihre Hauptabmessungen wurden schon eingangs mitgeteilt. Auch der tektonische Bau ist in der Hauptsache dieser Muldenform entsprechend mit allseitigem Einfallen vom Rande nach dem Inneren, außer vielleicht an dem vom Meere abgeschnittenen Westende.

Das Hauptstreichen ist, entsprechend der Längserstreckung des Beckens, fast genau ostwestlich und verrät damit die Zugehörigkeit dieses Gebietes zu dem großen, „hercynischen“ (variscisch-armorikanischen) Faltensystem. Unser Gebiet bildet die nördlichste Außenzone dieses karbonischen Gebirgssystems, das sich hier mit den abweichenden (kaledonischen) Faltenzügen des Nordens begegnet. Der Charakter dieser wesentlich aus Süden wirkenden Gebirgsfaltung kommt auch hier in dem unsymmetrischen Bau des äußerlich so regelmäßig erscheinenden Beckens zum Ausdruck: der Südrand ist erheblich steiler aufgerichtet als der Nordrand; dort stehen die Schichten oft senkrecht, während sie im Norden kaum mehr als 20—30° Einfallen erreichen. Hierin zeigt sich gewissermaßen ein letztes schwaches Ausklingen des starken einseitigen Zusammenschubes, wie wir ihn in den südlicheren Becken (Nordfrankreich, Belgien, Aachen, Westfalen) in Form der allgemeinen Überkippung des Südrandes, verbunden mit den gewaltigen Überschiebungen, kennen gelernt haben. Allerdings steigern sich auch hier die Wirkungen der Gebirgsfaltung im Fortschreiten nach Westen. Es ist in dieser Hinsicht beachtenswert, daß schon im Hauptbecken westlich der Swanseabai zuerst der Millstone Grit, dann der Kohlenkalk am Süd-

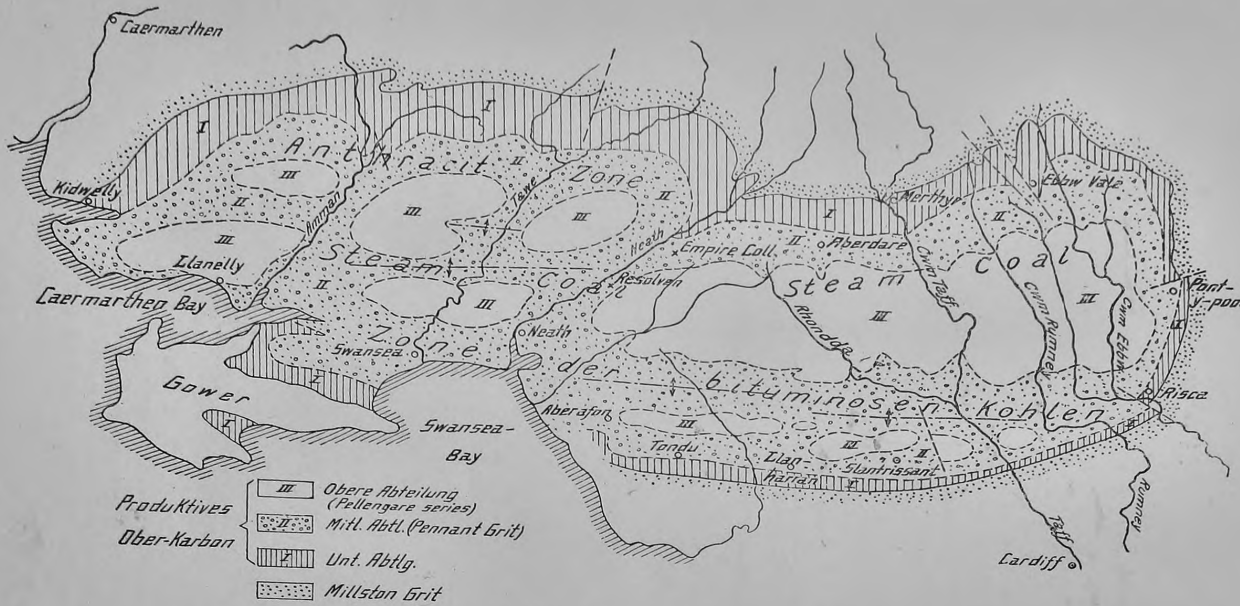


Fig. 122. Kohlenbecken von Süd-Wales (n. Hull.

rande verschwinden, jedenfalls infolge von streichenden Störungen, und das Oberkarbon schließlich auf Silur auflagert. In Pembroke endlich wird der Südrand durch eine große Überschiebung gebildet, in der der Kohlenkalk auf das Oberkarbon geschoben ist (Fig. 123). Überhaupt herrschen hier, im Gegensatz zu dem Hauptbecken, recht gestörte Lagerungsverhältnisse. Dazu kommen noch Intrusionen von Eruptivgesteinen, durch die vielfach die Flötze in ungünstiger Weise verändert sind. Diese störenden Einflüsse sind hauptsächlich daran schuld, daß der Bergbau in diesem Abschnitt keine größere Bedeutung gewinnen konnte.

Innerhalb der Hauptmulde treten die Faltungserscheinungen im allgemeinen sehr zurück. Nur zwei größere Sattellinien haben eine erheblichere Bedeutung für den Bau des Beckens. Am wichtigsten ist die südliche Achse, die vom Ostrande bei Risca in westlicher Richtung nach dem Ostufer der Swanseabai in der Gegend von Aberafon verläuft



Fig. 123. Schnitt durch das Becken von Pembrokeshire (n. Hull).

(s. die Übersichtskarte Fig. 122 und das Profil Fig. 124). Das ganze Becken wird hierdurch in eine südliche Nebenmulde und die größere nördliche Hauptmulde geteilt. Ein ähnlicher aber weniger bedeutender Sattel ist weiter nördlich im westlichen Teile des Beckens nördlich der Swanseabai entwickelt; er endet im nördlichen Ende der Caermarthenbai, in der Gegend von Kidwelly[1]).

Querverwerfungen sind, namentlich im östlichen Teile des Beckens ziemlich häufig. Sie verlaufen meist NW—SO bis NNW—SSO, also etwas schiefwinklig zur Hauptachse. Ihr Einfiuß auf die Gesamtgestaltung ist gering. Wichtiger ist eine große, das Becken nahezu in seiner Mitte und annähernd rechtwinklig zu dem ersten System, also SW—NO durchsetzende Verwerfung. Sie beginnt im Südwesten ungefähr an der Nordostecke der Swanseabai in der Gegend von Neath;

[1]) Vielleicht ist dieser zweite Sattel nur als die durch die Neath-Störung nach Norden verschobene Fortsetzung des ersten aufzufassen; die Betrachtung des Kartenbildes legt diese Vermutung nahe.

ihr Verlauf wird durch das gleichnamige Flüßchen (Crom Neath) bezeichnet. Sie teilt das Becken in fast gleiche Hälften, von denen die nordwestliche gesunken ist und nach Norden verschoben erscheint. Diese Wirkung der großen Neath-Störung läßt schon die Übersichtskarte erkennen[1]). Westlich dieser großen Verwerfung mehren sich die Störungen in auffallender Weise und es nimmt die Kohle, wohl im Zusammenhang hiermit, einen anthrazitischen Charakter an, wogegen östlich der Neath-Linie bituminöse Kohlen vorherrschen.

Zu erwähnen ist schließlich noch eine größere streichende Verwerfung, die unter dem Namen „Moelgilan fault" die erwähnte südliche Sattelachse auf einem Teil ihres Verlaufes begleitet. Ihr Nordflügel soll etwa 900 m (1000 yards) abgesunken sein.

Oberflächengestaltung und Deckgebirge. Das Innere des Beckens, soweit es von den Schichten des produktiven Oberkarbons eingenommen wird, stellt im wesentlichen eine von tiefen Tälern durchschnittene Hochfläche dar, die von den höchsten Schichten in nahezu horizontaler Lagerung gebildet wird. An den Rändern wird dieses

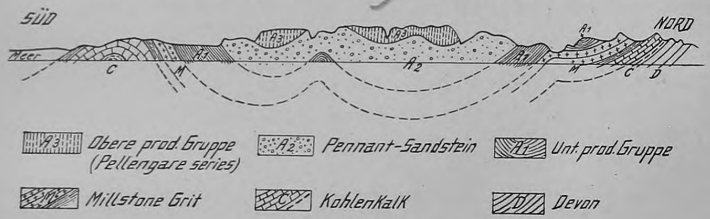


Fig. 124. Schnitt durch das Becken von Süd-Wales (n. Hull).

Tafelland von den ringsum aufsteigenden Schichten des flötzleeren Sandsteins und des Kohlenkalks überragt. Namentlich am Nordrande bildet der letztere zerrissene Gebirgslandschaften von 600 m Erhebung. So erscheint die Beckenform auch orographisch deutlich ausgeprägt infolge der ungleichen Widerstandsfähigkeit seiner Gesteine gegenüber den abtragenden Kräften.

Für die bergbauliche Entwickelung des Gebietes waren besonders die tief eingeschnittenen Quertäler von Bedeutung, die den mittleren Teil ungefähr senkrecht zur Längsachse in einem oft durch Verwerfung vorgezeichneten Lauf durchschneiden und so das Tafelland der produktiven Schichtenreihe in einzelne Plateauberge zerlegen (s. Profil Fig. 124). Durch diese tiefen Einschnitte, von denen die Täler des Nedd, Afon, Ogwr, Taff mit Rhondda, Rhymney und Ebbw die bedeutendsten sind (s. Übersichtskarte, Fig. 122), wurden im Herzen des Beckens die denkbar günstigsten natürlichen Aufschlüsse geschaffen. Bedeutende Kohlenmengen konnten von hier aus durch einfachen Stollenbetrieb gewonnen

[1]) Ein ähnlicher Vorgang scheint sich weiter westlich an der Linie des Amman-Tales zu wiederholen.

werden. Bis in die jüngste Zeit war daher diese Abbaumethode noch stark vorherrschend und die vorhandenen Schächte von geringer Tiefe. Erst im letzten Jahrzehnt sind größere Schachtanlagen von einigen 100 m Tiefe hergestellt worden.

Überdeckung durch jüngere Schichten (Perm, Trias) findet nur in ganz beschränkter Ausdehnung an einem Teile des Südrandes, westlich von Cardiff, statt. Im Inneren des Beckens kann von einem eigentlichen Deckgebirge keine Rede sein.

Schichtenfolge. Die Kohlenformation des großen Beckens von Südwales ruht konkordant auf dem Devon, das hier in der für den größten Teil Englands und Schottlands bezeichnenden kontinentalen Fazies des „alten roten Sandsteins“ („old red sandstone“) entwickelt ist.

Das Unterkarbon beginnt mit einer sandig-schieferigen Ablagerung: „lower limestone shales“, denen einzelne Kalkbänke eingelagert sind, und geht nach oben in den eigentlichen massigen oder dickbankigen Kohlenkalk — oft von oolithischer Ausbildung — über. Den Übergang zum Oberkarbon bilden dann wieder Schiefer, die ungefähr der „Pendleside-Gruppe“ des mittleren England entsprechen dürften. Diese Stufe ist am Südrande durch die „Penwylt-shales“ vertreten; ihnen entsprechen am Nordrande die „Rottenstone-shales“. In bezug auf seine Mächtigkeit zeigt der Kohlenkalk eine sehr ungleichmäßige Entwickelung: von etwa 150 m (500′) im Westen sinkt er auf wenig über 30 m (100′) am Ostrande.

Das Oberkarbon zerfällt naturgemäß in den flötzleeren Sandstein (Millstone grit) und die eigentlich produktive Schichtenreihe (coal-measures). Letztere bilden das eigentliche Kohlenbecken, das ringsum von einem Saum flötzleerer Schichten, bestehend aus „millstone grit“ und Kohlenkalk umgeben wird. Allerdings ist dieser Saum im Süden, wie wir bereits gesehen, vielfach unvollständig und lückenhaft. Auch der millstone grit besitzt durch seine harten Sandstein- und Konglomeratbänke hervorragend gebirgbildende Eigenschaft. Bemerkenswert ist eine marine Sandsteinschicht an der oberen Grenze des Millstone grit, also an der Basis der „coal measures“, die unter dem Namen „farewell rock“ bekannt ist.

Das produktive Oberkarbon, also die eigentlichen „coal measures“, läßt zunächst vom rein praktischen, bergmännischen Standpunkt aus eine sehr auffallende Dreiteilung erkennen, die sich in ähnlicher Weise auch in den benachbarten Revieren, Bristol und Somerset, wiederholt. In allen diesen Becken unterscheidet man eine untere und eine obere flötzreiche Schichtengruppe, die durch ein mächtiges flötzarmes bis flötzleeres Sandsteinmittel, den „Pennant rock“ getrennt werden. Dabei muß allerdings zunächst dahingestellt bleiben, ob diese wesentlich auf Grund der Flötzführung und der Gesteinsbeschaffenheit unterschiedenen Gruppen auch wirklich stratigraphisch gleichwertig sind.

Diese Dreiteilung ist am schärfsten ausgeprägt im Osten (Monmouth), wo die Pennant-Gruppe durch einen massiven Sandsteinhorizont gebildet wird, während die tiefere Abteilung eine überwiegend schie-

ferige, die höhere eine gemischte schieferige und sandige Ausbildung zeigt. Nach Westen verwischen sich diese scharfen petrographischen Gegensätze der drei Abteilungen mehr und mehr; der obere Teil der unteren Gruppe nimmt sandige Ausbildung an, während im oberen Teile der Pennant-Gruppe Schiefer und bauwürdige Kohlenflötze auftreten. Dadurch wird die Abgrenzung westlich des Neath unsicher und es ist begreiflich, daß die Ansichten über den Umfang der einzelnen Gruppen auseinander gehen. Eine weitere Quelle von Meinungsverschiedenheiten liegt in der Unterteilung der Pennant-rock-Gruppe. Diese wird allgemein in eine untere (lower) und obere (upper) Abteilung zerlegt, doch ist man sich auch hier über die Grenze und den Umfang beider keineswegs einig. Je nach dem größeren oder geringeren Umfang, den man der Pennant-Gruppe im ganzen oder einer oder beiden Unterabteilungen gibt, erscheint auch diese Gruppe mehr oder weniger flötzführend. Am weitesten geht wohl Kidston in der Ausdehnung der Bezeichnung „Pennant rock", da er nicht nur den oberen Teil der unteren produktiven Schichtenreihe in diese Gruppe einbezieht, sondern auch noch die ganze obere flötzführende Abteilung. Danach würde das Oberkarbon, abgesehen vom „Millstone grit", in Südwales überhaupt nur aus der (auf ihren unteren Abschnitt beschränkten) unteren flötzreichen Abteilung und der bis an die obere Grenze des Karbons ausgedehnten Pennant-Gruppe bestehen. Bei dieser Auffassung wird natürlich die letztere auch zu einem flötzführenden Gliede (s. die Tabelle am Schlusse dieses Abschnittes).

Die untere flötzreiche Abteilung, in der gewöhnlichen Abgrenzung, zerfällt wiederum in zwei Abschnitte. Der untere, die sog. „white ash series", stellt den kohlereichsten Horizont des ganzen Beckens dar, ausgezeichnet durch Zahl und regelmäßige Entwickelung der bauwürdigen Flötze, zu denen sich auch Eisensteinlager gesellen. Die obere Abteilung, die „red ash series" (von Kidston bereits zum „lower Pennant" gerechnet), ist an beiden, Kohle und Eisen, weniger reich. Stratigraphisch wichtig sind die hier auftretenden und auf dieses Niveau beschränkten marinen Einlagerungen. Auch ein hartes, kieseliges Konglomerat, bekannt als „cockshoot rock" ist häufig für dieses Niveau bezeichnend.

Die obere flötzführende Gruppe („Pellengare series", über dem Pennant rock nach der üblichen Auffassung, umfaßt alle Schichten und Flötze von einem namentlich im Osten (Monmouth) durch seine schöne Entwickelung bekannten Flötze: „Mynyddisslwyn" (= Wernffraith oder Swansea — 4 feet in Glamorgan) aufwärts. Andere (Hull S. 55) dehnen diese Gruppe erheblich weiter nach unten aus — auf Kosten der Pennant series — bis zum Flötze Hughes vein.

Die gesamte Mächtigkeit der flötzführenden Schichtenreihe erreicht 3000 bis nahezu 4000 m (10—12000′ nach Hull, 7000—10000′ nach Rudler). Für die einzelnen Abteilungen gibt Hull folgende Werte: upper coal measures 3400′ (ca. 1000 m), Pennant series 3246′ (etwa

900—1000 m), lower coal measures 450—850′ (ca. 120—250 m). Alle drei Abteilungen schwellen in der Richtung von Osten nach Westen sehr erheblich an. So wächst die obere Gruppe (upper sandstone series) von einem Minimum von kaum 100 m im Osten (Monmouth) auf etwa 1000 m im westlichen Beckenteile an.

Der Pennant grit, der am Ostrande nur etwa 300 m stark auftritt, schwillt nach Westen immer mehr an, und erreicht jenseits des Neath nahezu 1500 m (4500′), zwischen der unteren Flötzgruppe und dem Flötz Wernffraith (= Mynyddisslwyn) an der Basis der oberen Gruppe gemessen (Gibson a. a. O., S. 152). Bei der unteren Gruppe („lower shale series") liegen die entsprechenden Werte je nach der Abgrenzung zwischen 120 bezw. 280 m im Osten und 250 bezw. 760 m im Westen[1]). Es zeigt sich also auch hier dasselbe Verhalten wie im Unterkarbon.

Die Gliederung in die angeführten drei Abschnitte beruht, wie gesagt, auf rein petrographischen und praktisch-bergmännischen Gesichtspunkten und könnte daher höchstens einen sehr bedingten stratigraphischen Wert haben. Wenn man diese Abteilungen früher vielfach ohne weiteres den unteren, mittleren und oberen coal measures von Mittelengland gleichsetzte, so scheint sich diese Auffassung nach neueren Untersuchungen nicht zu bestätigen. Kidston kommt zu dem Ergebnis, daß die „lower coal measures" (Lanarkian) in Südwales überhaupt fehlen, so daß hier lediglich „middle" und „upper coal measures" samt der „transition series" vertreten wäre. Ebenso scheint die lediglich nach ihrem Gesteinscharakter als „Millstone grit" bezeichnete Schichtengruppe im Liegenden des flötzführenden Oberkarbons stratigraphisch nicht als gleichwertig mit dem eigentlichen Millstone grit, an der Basis des Oberkarbons, zu sein. Neuere Autoren vertreten übereinstimmend die Ansicht, daß der sogenannte Millstone Grit von Südwales, und ebenso in den übrigen Becken der Südgruppe, höchstens mit seinen obersten Schichten dem Oberkarbon angehört, in seinem größeren unteren Teile jedoch eine sandige Ausbildung des Unterkarbons darstellt. Die stratigraphische Gliederung würde sich also darstellen wie die Tabelle S. 494 zeigt.

Die Verbreitung der einzelnen Stufen ist durch die tektonischen Verhältnisse des Beckens bedingt. Daraus ergibt sich, daß die untere flötzreichste Abteilung den Außenrand unmittelbar über dem Millstone grit einnimmt und daß die obere Flötzgruppe (Pellengare series) auf das Innere des Beckens beschränkt ist. Ihre Ausdehnung ist naturgemäß eine viel geringere als die der tieferen Stufen und es ist diese höchste Abteilung durch Abtragung stark eingeengt. Durch

[1]) Nach Kidston stellt sich der Aufbau des Oberkarbons am Ostrande (Monmouth) in folgender Weise:

3. Obere Gruppe („Upper Pennant" nach Kidston) mit 3 Flötzen . . 200—300′
2. Mittlere Gruppe (Pennant grit) mit 9 Flötzen . . . . . 800—1000′
1. Untere Gruppe (White ash series; „Infra-Pennant" nach Kidston) mit 17 Flötzen . . . . . 850—1600′

Schichtenfolge im Becken von Süd-Wales	Gliederung und Parallelisierung nach Kidston	
3. Upper (sandstone-) series (= Pellengare ser.): an der Basis Flötz Mynyddisslwyn.	Upper Pennant rock (mit bauwürd. Flötzen)	Upper coal meas. (Radstockian)
2. Pennant-Grit series: flötzarm, an der Basis Flötz Tillery (= Rhondda 2)	Lower Pennant rock (mit bauwürd. Flötzen)	Transition series (Staffordian)
1. Lower (shale-) series: b) Red ash ser.: flötzarm, an der Basis Flötz Gorlwllyn (in Monmouth) bezw. Elled coal (in Glamorgan)		
a) White ash series: die flötzreichste Abteilung mit zahlreichen Kohle- und Eisensteinflötzen. Hierin eine marine Schicht (über Fl. Bydyllag)	Infra Pennant rock (White ash series; mit bauwürd. Flötzen)	Middle coal meas. (Westfalian)
Lücke		Lower coal meas. (Lanarkian)
„Millstone Grit“: an der oberen Grenze „Farewell rock“, tiefer Flötz Sunvein (crows foot)	Unterer Teil des „Millstone Grit“ Kohlenkalk usw.	
Rottenstone bezw. Penwyllt-Schiefer Hauptkohlenkalk Kalkschiefer (lower limestone shales)		Unter-Karbon
Devon: Old red sandstone		

die besprochenen Faltungen wird rechts und links des Neath je eine nördliche Hauptmulde und eine südliche Nebenmulde geschaffen, innerhalb deren diese Schichten entwickelt bezw. erhalten sind. Zwischen ihr und der unteren flötzführenden Zone dehnen sich in breiten Flächen die mächtigen flötzleeren Ablagerungen der Pennant-Gruppe. Außerdem tritt diese letztere im Inneren des Beckens in den mehrerwähnten Hauptsattelachsen zutage, die die Nord- und Südmulde von oberen produktiven Schichten trennen (s. Karte Fig. 122). Wenn im Bereich dieser Sattelbildungen und als ihre unmittelbare Folge die obere produktive Gruppe von den abtragenden Kräften zerstört und weggeführt ist, so hat diese Aufsattelung dafür den Vorteil gehabt, daß durch sie die reicheren Schichten der unteren Flötzgruppe in eine für den Bergbau zugängliche Tiefenlage gebracht wurden. Im Inneren der Spezialmulden nördlich und südlich der Sattelachse muß ihre Ausbeutung wegen der gewaltigen Mächtigkeit der Pennant-Gruppe wohl als ausgeschlossen gelten. Zurzeit ist daher der Bergbau am Ausgehenden der Flötze, besonders am Nord- und Südrand (north bezw. south crop), sowie im Bereich des Sattels von Pontypridd entwickelt.

Über die Flötzführung und den Kohlenreichtum lassen sich allgemein gültige Angaben für das ganze Becken kaum machen. Einerseits schwanken naturgemäß die Werte hierfür in den einzelnen Revieren nach der Entwickelung der Flötze und der größeren oder geringeren Vollständigkeit der Schichtenreihe, sodann ist die Bezeichnung eine außerordentlich wechselnde. Dieselben Flötze werden in verschiedenen Teilen des Beckens mit verschiedenen Namen belegt, während anderer-

Schicht-Gruppen	Flötznamen		Bemerkungen
Upper Series (Pellengare)	Bryncock, Drews. Mynyddisslwyn, Wernffraith, Swansea four feet, Llantwit Nr. 1, Church.		Nach Kidston: Upper Pennant-group.
Upper Pennant-Group	Mittel 100—150 m Court Herbert, Greenway, five feet, Penfilia. Mittel 100—120 m Graigola, Greenway, six feet, great. Mittel bis 300 m Hughes (auch Hyghes), Wenallt, Esgryn, Bettws four feet, Pen-y-gros.		
Lower	Mittel bis 400 m Rhondda Nr. 2, Rock fawr, Tillery, Ynysarwed, Garnswilt, Brithdir, red ash.		
Lower (shale-) series — red ash series	Double vein. Bridge.	Haford. Abergorki. Gorlwllyn, Elled coal.	Nach Kidston zur Lower Pennant-group gehörig. Hier der „Cockshoot rock“.
Lower (shale-) series — white ash series	Lantern Bwddr fach Bwdddr fawr South fawr Fiery Cribbwr fawr Cribbwr fach	Upper four feet Six feet Nine feet Yard Lower four feet	
Millstone grit	Farewell-rock Crows foot vein, Sun vein.		

seits die gleichen, oft nichtssagenden Namen (4-, 5-, 6- usw. Fuß-Flötz) auf sehr verschiedene Flötze angewandt werden. Zu einer zuverlässigen Flötzparallelisierung durch das ganze Becken oder wenigstens über ein größeres Gebiet scheint kaum ein ernstlicher Versuch gemacht zu sein. Es ist unter diesen Umständen unmöglich, etwas wie ein Normalprofil der ganzen Flötzreihe aufzustellen.

Folgendes Spezialprofil aus dem östlichen Teile des Beckens (nach Kidston) läßt sich wenigstens in den Hauptzügen mit vorstehendem Schema gut in Einklang bringen:

Tiefe in Yards (0,914 m)	Flötzname	Mächtigkeit	
77	Nr. 1 Llantwit	8′	Upper Pennant series
170	„ 2 „	6′	
208	Llantwit four feet, Mynyddislwyn	4′ 6″	
263	Pencoedcae, stinking vein	4′	Lower Pennant series
492	Nr. 1 Rhondda	3′	
543	Fforest Vach	2′ 10″	
552	Nr. 2 Rhondda	4′	
613	„ 3 „	4′	
654	Havod	2′ 10″	
714	Abergorchy	3′	
752	Pentre vein	2′ 9″	
757	Gorllwyn Vach	2′	
784	Gorllwyn [Cockshoot rock]	2′	White ash series
846	Three coals	3′ 6″	
859	Two feet nine inch-coal	2′ 9″	
869	Rider coal	1′ 8″	
881	Four feet seam	4′ 9″	
890	Nr. 1 Yard seam	8′ 6″	
908	Red coal, engine vein [Soap vein Eisensteinflötz]	2′ 9″	
929	Nine feet seam	8′	
941	Dirty vein, Bute	4′ 5″	
948	Trigloin	2′	
956	Two yard coal	4′ 6″	
961	Seven feet seam	5′ 5″	
963	Nr. 3 Yard seam	3′	
979	Lower four feet, old coal [Schiefer mit Eisensteinflötzen]	4′	
1013	Garw seam, bottom vein	1′ 8″	
	Farewell rock		

Pennant grit

Den zuverlässigsten Anhalt, auch für die Flötzparallelisierung, bietet das große flötzleere Mittel des unteren Pennant grit in einer Mächtigkeit von 400—800 m. Das an seiner Basis, und somit an der Basis der Pennant-Gruppe überhaupt liegende Flötz ist, infolge dieser Lage, anscheinend im ganzen Becken mit hinreichender Sicherheit zu identifizieren. Es stellt somit eins der wichtigsten, vielleicht das wichtigste Leitflötz der ganzen Ablagerung dar. In den verschiedenen Teilen des Beckens führt es die Namen: Tillery, Rhondda Nr. 2, Garnswilt, Ynysarwed, Brithdir, Rock fawr und wohl noch andere. Wohl ziemlich ebenso beständig und durch seine Lage gekennzeichnet ist das die Basis der oberen Gruppe bildende Flötz, das in Monmouth als Mynyddisslwyn bekannt und gewissermaßen berühmt ist — heute allerdings nahezu abgebaut —, in Glamorgan führt es die Namen Wernffraith, Swansea four feet u. a. (s. Tabelle). Schließlich ist auch das etwa in der Mitte der Pennant-Gruppe gelegene Flötz Hughes (auch Hyghes, Pen-y-gros, Bettws, Wenallt usw.) als Leitflötz hinreichend gekennzeichnet. Mit der Häufung der Flötze in der unteren, flötzreichen Abteilung wächst die Schwierigkeit der Unterscheidung und Parallelisierung. Unter dem „Farewell rock", also bereits im „Millstone grit", tritt noch ein tiefstes, allerdings unbedeutendes und nur stellenweise bauwürdiges Flötz auf „Crows foot vein". In der Tabelle auf S. 495 ist der Versuch einer übersichtlichen Darstellung, unter Angabe der wichtigsten Synonyme, gemacht.

Schließlich sei hier noch ein kombiniertes Gesamtprofil durch den inneren, mächtigsten Teil des Beckens wiedergegeben nach einer Zusammenstellung von Kidston (in Transact. Roy. soc. Edinburgh, Bd. XXXVII, S. 567) die wiederum fast durchweg andere Namen sowie auch andere Abweichungen in der Gruppierung aufweist:

III. Upper coal measures (Upper Pennant).
Mächtigkeit etwa 800 m (ca. 2500′).

	Schichten	Kohle (bezw. Flötz)
Hangende Schichten	126′	
Upper coal brook seam		3′ —
Mittel	24′	
Middle coal brook seam		3′ —
Mittel	42′	
Lower coal brook seam		2′ 10″ —
Mittel	286′	
Penscallon vein		2′ —
Mittel	59′	
Little Longhor vein		1′ 5″ —
Mittel	123′	
Longhor (broad oak) vein . . .		5′ —
Mittel ca.	100′	

	Schichten	Kohle (bezw. Flötz)
Rosy vein		2′
Mittel	56′	
Fiery vein		2′ 9″
Mittel	112′	
Golden vein		1′ 10″
Mittel	112′	
Bushy vein		1′ 10″
Mittel	216′	
Vaith seam		4′
Mittel	258′	
Flötz (coal)		2′ 6″
Mittel	174′	
Great vein		9′
Mittel	360′	
Six feet (Graigola)		4′ 6″
Mittel	54′	
Llansamlet 3′-Flötz		2′ 6″
Mittel	132′	
Llansamlet 2′-Flötz		2′

II. Transition series (Lower Pennant).

Mächtigkeit etwa 1500—1600 m (ca. 5000′).

	Schichten	Kohle (bezw. Flötz)
Hangende Schichten	588′	
Slatog vein		2′
Mittel ca.	200′	
Rotten vein		2′
Mittel	208′	
Hughes seam		4′
Mittel	978′	
Hendy seam		2′ 6″
Mittel	250′	
Penlan (Levis fach)		4′
Mittel	360′	
Penclawdd		6′
Mittel	198′	
Wernpistill		3′ 6″
Mittel	98′	
Wernddu		2′ 9″
Mittel	64′	
Rock vein		5′
Mittel	54′	

	Schichten	Kohle (bezw. Flötz)
Clements vein		3′
Mittel	90′	
Clylid (white vein)		4′ 6″
Mittel mit zwei kleinen Flötzen	552′	
Brass vein		2′
Mittel	282′	
Slate vein		2′
Mittel	780′	
Flötz (coal)		4′

I. Middle coal measures (White ash series).
Mächtigkeit etwa 900 m (ca. 3000′).

	Schichten	Kohle (bezw. Flötz)
Hangende Schichten	216′	
Fiery vein		4′
Mittel	78′	
Flötz (coal)		2′
Mittel	26′	
Frog lane		3′
Mittel	61′	
New six feet seam		6′
Mittel mit zwei kleinen Flötzen	282′	
Big vein		6′
Mittel	96′	
Blackstone vein		4′
Mittel	84′	
Hard coal		4′
Mittel	30′	
Good coal		2′
Mittel	105′	
Brich kiln vein		3′
Mittel	150′	
Small coal		3′
Mittel	180′	
Wyth vein		8′ 9″
Mittel	30′	
Curving cam vein		2′
Mittel	144′	
Farm		3′ 6″
Schichten mit Eisenstein	1500′	
„Millstone grit“	400′	

Zur Veranschaulichung der gegenseitigen Lage der Hauptflötze mögen die nachstehenden Profile dienen; sie sind einer Arbeit von Leboutte[1]) entnommen und des bequemeren Vergleichs halber auf das

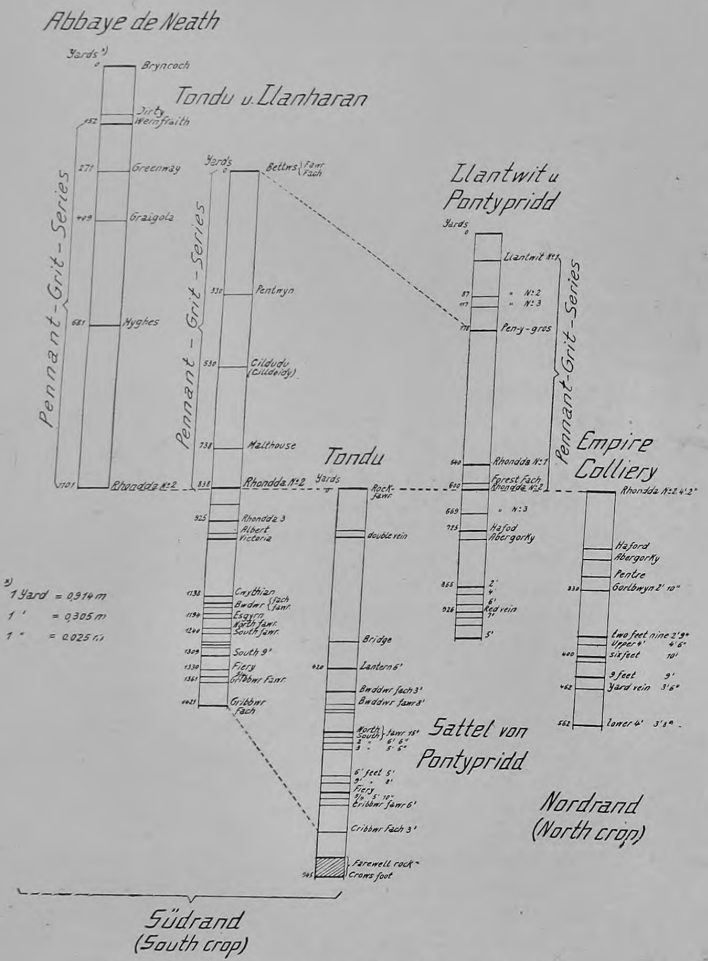


Fig. 125. Grubenprofile von Süd-Wales (n. Leboutte).

Hauptleitflötz an der Basis des Pennant-Sandsteins als gemeinsamen Horizont gebracht (s. Fig. 125).

---

[1]) Camille Leboutte, Note sur le bassin houiller du Sud du pays de Galles. Revue universelle des mines etc. 4 Ser. Bd. 9 (1905), S. 1.

Den gesamten Flötzreichtum des Beckens beziffert Hull auf 80 Flötze mit 120′ Kohle, wovon 25 als bauwürdig anzusprechende, über 2′ starke Flötze 84′ Kohle enthalten. Gibson gibt für die vollständigste Entwickelung im mittleren Teile des Beckens (Glamorganshire) 26—28 Flötze mit 70—124′ Kohle an. Am Ostrande, in Monmouth, vermindern sich diese Werte auf 11—21 Flötze mit 38—47′ Kohle, während er im Zipfel von Pembrokeshire[2]) noch 10 Flötze mit einer Gesamtmächtigkeit von 28′ Kohle zählt, doch ist hier wohl nur ein Flötz regelmäßig bauwürdig. Die neuesten Angaben enthält das große Sammelwerk „Coal resources". Hier findet man für Glamorgan 40 Flötze mit 120′ Kohle angegeben, für den Osten 12 Flötze mit 42′, und für Pembroke — wohl sehr hoch gerechnet — noch etwa 18 Flötze mit 21—33′ Kohle. Nach einer älteren, von Hull übernommenen Aufstellung von de la Bèche sind hieran die einzelnen Gruppen in folgender Weise beteiligt: Untere Flötzgruppe mit 34 Flötzen, wovon 8 über 2′, Pennant grit Serie 15 Flötze, davon 5 über 2′ starke; obere Flötzgruppe von Hughes vein aufwärts bis Mynyddisslwyn 26 Flötze, von denen 9 über 2′ Mächtigkeit besitzen, zuletzt noch Flötz Mynyddisslwyn und einige höhere meist nicht bauwürdige Flötze.

Die Beschaffenheit der Kohle bietet alle Abstufungen von backender Fettkohle (bituminous coal), halbfetter, nicht backender Kohle (semibituminous, steam coal) bis zur Magerkohle und Anthrazit. Die wichtigste Sorte, die den eigentlichen Ruhm des Beckens begründet hat, ist die „steam coal" mit ihren für Dampfkesselfeuerung unübertroffenen Eigenschaften, die daher von den wallisischen Häfen — besonders Cardiff — über alle Teile der Erde verbreitet wird.

Bezüglich der räumlichen Verteilung der einzelnen Kohlensorten ist die wichtigste und bemerkenswerteste Eigentümlichkeit die gesetzmäßige regionale Änderung in der Richtung von Osten nach Westen und von Süden nach Norden. In beiden Richtungen ist, innerhalb der gleichen Flötze bezw. Flötzgruppen, eine stetige Zunahme des Kohlenstoffgehaltes und Abnahme der flüchtigen Bestandteile zu erkennen. An der Störungslinie des Neathtales nimmt diese Änderung einen sprungartigen Charakter an.

---

[2]) Kidston gibt für dieses Gebiet folgende Schichtenreihe (von oben nach unten):

Bright vein . . .	3′	
Mittel		80′
Rock vein	4′	
Mittel		50′
Low level (small) vein	1′ 8″	
Mittel		130′
Timber vein . . .	7′	
Mittel		24′
Little vein	1′ 6″	
Mittel		36′
Lower vein	1′ 10″	

Infolge dieses Verhaltens lassen sich in dem ganzen Becken drei Hauptzonen unterscheiden: 1. Die Zone der (vorherrschend) bituminösen, backenden Kohlen umfaßt nahezu die ganze südliche Hälfte des Beckens östlich des Neath, etwa bis zur Breite von Pontypool, sowie den Südrand der westlichen Beckenhälfte, in der Gegend von Swansea. Hieran schließt sich nördlich 2. die Zone der „steam coal", die im Osten so ziemlich die ganze nördliche Hälfte des Beckens einnimmt, westlich des Neath aber auf einen schmalen Streifen zwischen der vorhergehenden und der Anthrazitzone beschränkt ist, 3. die Zone des Anthrazits endlich umfaßt den nordwestlichen Teil des ganzen Beckens und wird im Norden und Westen von dessen Rande, im Osten von der Neathlinie, im Süden von der vorhergehenden Gruppe begrenzt. Die Ursache dieser wesentlich von Ost nach West fortschreitenden Anreicherung an Kohlenstoff sieht man wohl mit Recht in der in dieser Richtung stark anwachsenden Mächtigkeit der Sedimente (siehe oben), wodurch namentlich die Hauptflötzgruppe unter den Einfluß immer stärkeren Druckes und steigender Temperatur gebracht wurde.

Neben dieser regionalen besteht wie in anderen Revieren auch eine vertikale Änderung der Flötzbeschaffenheit, derart, daß die höheren Flötze wie gewöhnlich gasreicher und kohlenstoffärmer sind als die tieferen derselben Zone. Hieraus ergibt sich im westlichen Teile des Beckens folgende Verteilung: Im Norden das Anthrazitrevier in einer Ausdehnung von 133 englischen Quadratmeilen (ca. 300 qkm), hieran südlich anschließend ein Gebiet von 77 Quadratmeilen (ca. 200 qkm), in dem die oberen Flötze „steam coal", die tieferen aber noch Anthrazit führen, dann folgt die 61 Quadratmeilen (ca. 150 qkm) umfassende Zone der „steam coals" und schließlich am Südrande, z. T. unter den Gewässern der Swansea-Bucht, die „bituminöse" Zone in einer Ausdehnung von 94 Quadratmeilen (ca. 250 qkm).

2. Forest of Dean[1]).

Dieses kleine Becken erscheint seiner Lage nach gewissermaßen ein ausliegender Teil des großen Beckens von Südwales in dessen östlicher Fortsetzung. Praktisch ist dieses Becken, dessen Jahresförderung kaum 1 Million Tonnen beträgt, von geringer Bedeutung.

Nach Bau und Gestalt stellt es sich als eine rings von Kohlenkalk umschlossene, etwas unregelmäßige Mulde dar. Dies kommt auch in der Oberflächengestaltung zum Ausdruck, da die härteren, steiler aufgerichteten Schichten im Liegenden der produktiven Reihe, „Mill-

[1]) Maclaughlan, Notes to accompany the geol. map of the F. of D. coalfield. Transact. geol. soc. 1840. — Wethered, On the lower carboniferous rock of the F. of D. Quart. Journ. geol. soc. 1883. — Arber, Newell: On the fossil flora of the F. of D. coalfield (Gloucestershire), and the relationships of the coalfields of the west of England and South Wales. Philos. Trans. Roy. soc. London 1912.

stone grit" und Kohlenkalk, das flache Innere des Beckens in schroffen Höhenzügen umrahmen. Der Flächenraum beträgt etwa 85 qkm.

Die karbonische Schichtenfolge zeigt große Ähnlichkeit mit der von Südwales, in Somerset usw., ist aber anscheinend noch weniger vollständig entwickelt. Über dem Devon („Old red") folgt konkordant der Kohlenkalk, auf diesen „flötzleerer Sandstein" (Millstone grit) und dann die flötzführende Schichtenreihe. Die Lagerung ist in der Hauptsache regelmäßig mit allseitig nach dem Inneren gerichteten Einfallen; dabei ist der Ostrand wesentlich steiler aufgerichtet als die anderen Seiten. Im Inneren des Beckens legen sich die Schichten nahezu söhlig.

In der flötzführenden Schichtenreihe läßt sich eine obere und eine untere produktive Gruppe unterscheiden, zwischen denen eine mächtige flötzarme Sandsteinzone auftritt — eine Anordnung, die offenbar an die Verhältnisse in Südwales, sowie auch im Becken von Bristol und Somerset (siehe unten) erinnert. Die Mächtigkeit des ganzen flötzführenden Oberkarbons beträgt nach Hull etwa 800 m[1].

Über die stratigraphische Deutung dieser Schichten gehen die Ansichten auseinander. Gibson betrachtet die erwähnte flötzarme Sandsteinzone auch als das stratigraphische Äquivalent des Pennant grit von Südwales, so daß hier wie dort die gleichen Abteilungen: Upper coal measures, Transition measures und Middle coal measures vertreten wären. Dagegen will Kidston die ganze Schichtenreihe auf Grund der Flora in die Upper coal measures („Radstockian") einordnen. Zu demselben Ergebnis gelangt auch Newell Arber. Es wäre nach dieser Auffassung zwischen dem „Millstone grit" und dem produktiven Oberkarbon eine noch größere Schichtenlücke vorhanden wie in Südwales, denn es fallen nicht nur wie dort die unteren, sondern auch noch die mittleren coal measures, sowie die „Übergangs-Gruppe" (Transition series) vollkommen aus. Selbstverständlich könnte dann auch nicht die flötzarme Sandsteinzone, wie vielfach angenommen, dem Pennant grit entsprechen.

In der Tat hat am Südostrande des Beckens eine sehr erhebliche Diskordanz festgestellt werden können, indem hier das produktive Oberkarbon sowohl über den „Millstone grit" wie über den Kohlenkalk, stellenweise sogar über das Devon, transgrediert. Hierdurch erhält die oben (siehe Südwales) erörterte Auffassung, wonach der „Millstone grit" der südlichen Becken dem Unterkarbon angehört, eine sehr wesentliche Stütze.

Den Aufbau der produktiven Schichtenreihe und die stratigraphische Deutung nach den beiden entgegenstehenden Ansichten läßt die nachstehende Übersicht erkennen.

---

[1]) Newell Arber gibt die Mächtigkeit der flötzführenden Schichtenreihe auf 1509′, also auf 450 m, an — dazu den „Millstone grit" mit 600′. Der Grund dieser Abweichung ist aus den unten wiedergegebenen Schichtentabellen zu ersehen.

Schichtenfolge und Flötze im Forest of Dean-Becken

nach Hull		nach Newell Arber	
Sandsteine und Schiefer mit dünnen Flötzen	830′		
		1. Gruppe: Mittel	51′
		16. Upper Woorgreens coal	1′ 2″
		Mittel	24′
		15. Lower Woorgreens c.	1′ 8″
		Flötzleeres Mittel	348′
Obere flötzreiche Gruppe: 15. Cow Delf	8″	2. Gruppe: 14. Crowdelf coal	1′ 3″
Mittel	91′ 10″	Mittel	24′
14. Dog Delf	1′ 2″	13. 20″ od. Smith coal	1′ 9″
Mittel	46′ 9″	Mittel	3′ 7″
13. Smith coal	2′ 6″	12. Foot coal	1′ 3″
Mittel	34′ 6″	Mittel	33′
12. Little Delf	1′ 8″	11. Lowery coal	2′ 1″
Mittel	48′ 8″	Mittel	48′
11. Park End high Delf	3′ 7″	10. Starkey coal	1′ 7″
Mittel	56′	Mittel	16′
10. Starkey Delf	2′	9. Rockey coal	1′ 8″
Mittel	50′	Mittel	42′
9. Rockey Delf	1′ 9″	8. Breadless coal	1′
Mittel	77′ 6″	Mittel	33′
8. Upper churchway D.	1′ 11″	7. Churchway high Delf	1′ 11″
Mittel	34′	Mittel	42′
Flötzarmer Sandstein-Horizont (? Pennant grit): 7. Lower churchway D.	1′ 6″	3. Gruppe: 6. No coal	1′ 6″
Mittel	150′	Mittel	52′
6. Braizley Delf	1′ 9″	5. Brazilly coal	1′ 9″
Mittel	430′	Mittel	357′
5. Nags head od. Yorkley D.	2′ 9″	4. Yorkley coal	2′ 1″
Mittel	153′	Mittel	153′
4. Whittington Delf	2′ 6″	3. Wittington coal	1′ 9″
Mittel	137′	Mittel	132′
Untere Gruppe: 3. Coleford high Delf	2—5′	2. Coleford high Delf	4′ 3″
Mittel	124′	Mittel	126′
2. Upper Trenchard D.	2′	1. Trenchard coal	3′
Mittel	72′	—	
1. Lower Trenchard od. Bottom coal	1′ 4″	—	

Coleford high Delf, vielleicht das wertvollste Flötz des ganzen Beckens, zeigt sehr eigentümliche Erosionserscheinungen. Auf eine Länge von über 3 km (2 miles) und in einer wechselnden Breite von 150—300 m (170—340 yards) ist die Kohle ausgewaschen und durch Sandstein ersetzt. Ähnliche Erscheinungen finden sich auch in anderen Becken. Derartige dem Flötz eingelagerte Sandsteinmassen werden als „horse“ bezeichnet. Mit ihnen verbinden sich ähnliche aber kleinere mit Sand (bezw. Sandstein) erfüllte Rinnen, hier „lows“ genannt. Das Ganze ist nach Gestalt und Anordnung einem Flußsystem vergleichbar

und stellt jedenfalls „fossile Flußbetten", d. h. die mit Sand usw. erfüllte Erosionsrinne eines Flusses der Karbonzeit dar[1]).

Die Kohle ist, entsprechend der hohen stratigraphischen Stellung, gasreich und findet als Gaskohle und Hausbrand Verwendung. In der Tiefe soll auch „steam coal", also eine unserer Fett- und Eßkohle ähnliche Sorte vorhanden sein.

3. Das Becken von Bristol (Gloucestershire und Somersetshire)[2]).

Lage, Größe und Gestalt (s. Karte Fig. 126). Von den vorhergehenden, dem großen Becken von Südwales und dem kleinen Forest of Dean-Becken, durch das Ästuar des Flusses Severn getrennt, liegt das nächste Kohlenbecken der Südgruppe, das nach dem annähernd in der Mitte gelegenen Hauptort gewöhnlich als das Becken von Bristol bezeichnet wird. In ungefähr südost-nordwestlicher Richtung wird es zwischen Bath und Bristol vom Avon durchflossen. Der südliche Hauptteil des Beckens gehört zur Grafschaft Somerset, die kleinere nördliche Hälfte zu Gloucestershire. Die Umrandung wird im Süden durch den NW-SO streichenden Rücken der Mendips, im Osten durch die SSW-NNO verlaufenden Cotswold Hills gebildet. Der Umriß des Beckens ist birnförmig: am Nordende, bei Wickwar spitz zulaufend, besitzt es seine größte Querausdehnung nahe dem Südrande. In der Breite von Bristol verbindet sich das schmale Nordbecken (Gloucester) mit dem stark verbreiterten südlichen Teile (Somerset). Die größte Länge, von der Nordspitze bis zum Fuß der Mendips, beträgt etwa 40 km (26 miles), die mittlere Breite — im Horizont von Bristol — 19—20 km (12 miles). Die größte Breite erreicht im Süden unter Einfluß des Nebenbeckens von Nailsea etwa 38 km (24 miles). Der Flächenraum wird auf 400 bis 500 qkm (150 englische Quadratmeilen) veranschlagt[3]). Die jährliche Förderung beträgt etwa $2^1/_2$ Mill. Tonnen.

Deckgebirge. Im Gegensatz zu dem großen Becken von Südwales wird im Bristol-Becken das Kohlengebirge größtenteils von jüngeren Ablagerungen — Trias und Jura — bedeckt. Nur auf etwa

---

[1]) Buddle, On the great fault called the horse in the Forest of Dean coalfield. Trans. geol. soc. 1841, 2. Ser. Bd. 6, S. 215.

[2]) Mc Murtrie, J., The geological features of the Somerset and Bristol coalfield, with special reference to the physical geology of the Somerset basin. Trans. fed. inst. min. eng. XX, 1900—01, S. 306. — Onions, The northern portion of the Bristol coalfield. Transact. of the inst. of min. eng., XXVIII, 1904—05, S. 26. — Bolton, On a marine fauna in the basement beds of the Bristol coalfield. Quart. Journ. of geol. soc. LXIII, 1907, S. 445. — Bolton, Faunal horizons in the Bristol coalfield. Ebenda LXVI, 1911, S. 316. — Kidston, On the fossil flora of the Somerset and Bristol coalfield. Transact. roy. soc. Edinburgh XXXIII, 2, S. 335. — Lillie, Notes on the foss. flora of the Bristol coalfield. Geol. Mag. 1910, S. 58. — Woodward, The geol. of East Somerset at the Bristol coalfields. Mem. geol. survey 1876.

[3]) In den „Coal resources" wird die Oberfläche sogar zu $238^1/_2$ Quadratmeilen (engl.), also etwa 600 qkm angegeben, vermutlich unter Einbeziehung der Nebenbecken (siehe unten), was aus der mehr als knappen Darstellung nicht zu ersehen ist.

ein Fünftel der Oberfläche liegt das Karbon zu Tage. Die Übersichtskarte läßt die Verbreitung des Deckgebirges erkennen. Doch ist seine



Fig. 126. Karte des Beckens von Bristol (n. Hull).

Mächtigkeit meist nicht sehr bedeutend. Sie erreicht kaum 100 m, meist bleibt sie erheblich unter diesem Wert. Schichten der Trias

(Buntsandstein und Rhaet) und der Juraformation (Lias und brauner Jura: Oolith) überdecken das Kohlengebirge in horizontaler Lagerung. Auch diesen Deckgebirgsschichten kommt z. T. eine nicht unerhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu. Der Bath- oder „Great Oolith" sowie der Lias liefern ausgezeichneten Baustein („Bath free-

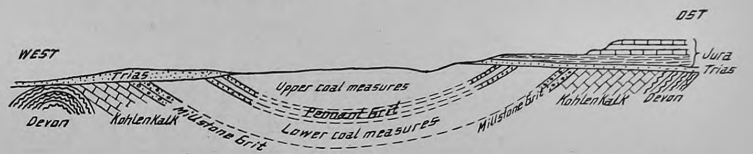


Fig. 127. Schnitt durch den südlichen Teil des Beckens von Bristol (n. Hull).

stone"); im Unter-Oolith liegen die als Walkererde namentlich früher geschätzten Lager von „Fullers earth".

Stratigraphie und tektonische Verhältnisse. Im Schichtenbau schließt sich das Bristolbecken eng an das Becken von Südwales

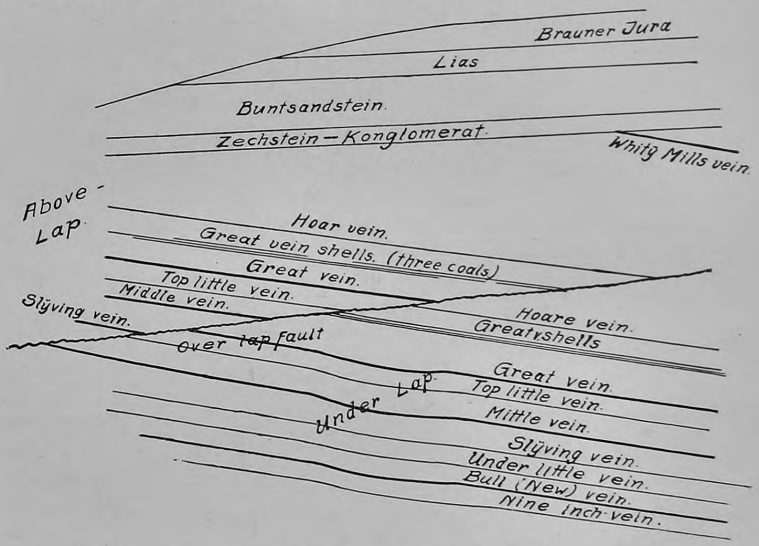


Fig. 128. Überschiebung im Bezirk von Radstock (n. Greenwell).

an. Eine obere und eine untere flötzführende Schichtenreihe werden durch einen mächtigen, nahezu flötzleeren Sandsteinkomplex, den Pennant grit, getrennt. Die Basis des Oberkarbons bildet der „Millstone grit", der seinerseits dem Kohlenkalk aufruht. Die Mächtigkeit des Kohlengebirges über dem „Millstone grit" erreicht 2000—3000 m. Obere und untere flötzführende Schichten werden weiter in Unter-

abteilungen zerlegt, die in den einzelnen Revieren verschiedene Namen tragen (vergl. die Profile Fig. 127, 129 und 130). Das nachstehende Schema soll diese Gliederung veranschaulichen.

Upper series („upper coal measures") 600—700 m	6. Radstock series, mit bauwürdigen Flötzen, 5. Red ground, rote Schiefer, etwa 50 m mächtig, ohne Flötze, 4. Farrington series, mit bauwürdigen Flötzen.
	3. Pennant grit, mit wenigen dünnen, meist nicht bauwürdigen Flötzen; ca 900 m.
Lower (shale-) series („lower coal measures") 800 m	2. New rock (oder Kingswood-) series, wenige bauwürdige Flötze, 1. Ashton- u. Bedminster series (in Radstock: Vobster ser.), die flötzreichste Abteilung; im unteren Teile marine Schichten.
Flötzleerer Sandstein („Millstone grit"), ca. 300 m.	
Kohlenkalk.	

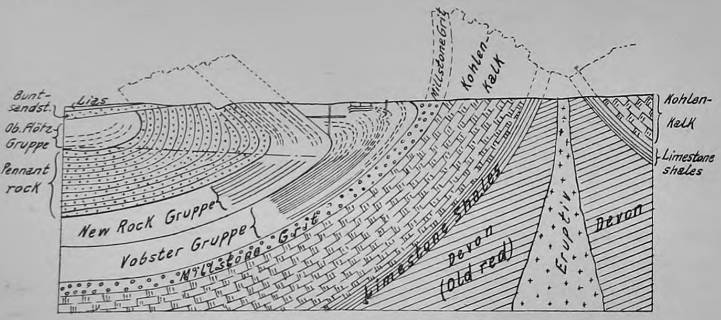


Fig. 129. Schnitt durch den Südrand des Beckens von Bristol (n. Mc. Murtrie).

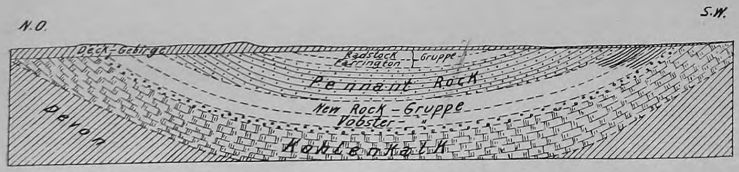


Fig. 130. Schnitt durch das Becken von Bristol (n. Mc. Murtrie).

Die Übereinstimmung mit der Schichtenfolge in Südwales ist augenfällig. In beiden Becken entsprechen sich die obere flötzführende Gruppe und der Pennant grit. Erstere wird hier wie dort von Kidston zu den „upper coal measures" gestellt („Radstockian"), die ja hier im Revier

von Radstock ihre typische Vertretung haben. Die tieferen Schichten, also Pennant grit, New rock- und Vobster series rechnet Kidston zu seiner Übergangsgruppe (Transition series, Staffordian), so daß also hier nicht nur die unteren, sondern auch die mittleren „coal measures" fehlen würden oder wenigstens nicht nachgewiesen wären. Abweichend hiervon faßt Gibson (und ebenso Mc. Murtrie) nur die „New rock"-Gruppe als Vertreter des „lower Pennant" von Südwales auf und parallelisiert die Vobster (oder Bedminster-) Serie mit der White ash-Gruppe von Südwales, wodurch wenigstens eine Vertretung der „middle coal measures" gegeben wäre und nur — wie auch in Südwales nach Kidston — die Lower coal measures ausfallen würden.

Von großer stratigraphischer Wichtigkeit sind jedenfalls die von Bolton beschriebenen marinen Faunen[1]) aus den tiefsten Horizonten der Vobster-Gruppe (unter Flötz „great vein" von Bedminster), die ganz mit solchen aus den unteren Coal measures der nördlichen Reviere übereinstimmen. Für den „Millstone grit" dieses Beckens gilt dasselbe, was bei Südwales und Forest of Dean gesagt ist. Es ist seiner Altersstellung nach mindestens unsicher und jedenfalls nicht das stratigraphische Äquivalent der gleichnamigen Schichtengruppe in Mittelengland.

Im tektonischen Bau kommt die typische „Becken"-Form besonders durch die allseitige Umrandung durch liegende Schichten, flötzleerer Sandstein und Kohlenkalk, zum Ausdruck, soweit das verhüllende Deckgebirge deren Verlauf festzustellen gestattet. Der Beckenform entspricht ferner das im allgemeinen normalerweise von den Rändern nach dem Inneren gerichtete, meist ziemlich flache Einfallen (höchstens 20—30°). Eine erhebliche Abweichung von diesem regelmäßigen Bau zeigt nur der Südrand. Hier sind unter dem Einfluß der nahen Hebungsachse der Mendipkette auch die flötzführenden Schichten nicht nur steil aufgerichtet, sondern vielfach auch überkippt und überschoben (s. Fig. 129), so daß älteres auf jüngerem liegt[2]). Ja, am Südostende des Beckens, bei Vobster liegen sogar mehrere allerdings nicht umfangreiche Schollen von Kohlenkalk als „wurzellose Massen" auf Oberkarbon, ein Vorkommen, das für englische Verhältnisse einzig dasteht. Wir werden hier wieder an die Verhältnisse am Südrande des belgischen und nordfranzösischen Beckens erinnert, wie wir auch ähnliches in Pembrokeshire (Südwales) beobachteten und darin das Fortwirken der „hercynischen" (variscisch-armorikanischen) Faltung erkennen konnten.

[1]) Es fanden sich: Lingula mytiloides, Pterinopecten papyraceus, Orthotetes, Productus, Pleurotomaria, Bellerophon, Loxonema, Gastrioceras Listeri, Glyphioceras diadema u. a. m.

[2]) Auf der Newbury-Grube, südlich von Radstock, wurde das Kohlengebirge in verkehrter — überkippter — Lagerung mit einem südlichen Einfallen von 35—45° angetroffen; nahe dem Ostrande, bei Mells, herrscht sogar ein widersinniges, südliches Einfallen von 20°. Am stärksten haben diese Störungen auf die weichen Schiefer der „Vobster Serie" gewirkt, die oft horizontal überfaltet sind oder wirr durcheinander geknetet erscheinen.

Von Wichtigkeit für den Bau des ganzen Beckens ist eine große Sattelbiegung, die wenig nördlich von Bristol in Ostwest-Richtung das Becken durchsetzt und den Pennant grit zutage bringt. Hierdurch wird das kleine nördliche Teilbecken im Distrikt von Coalpit heath, auch tektonisch gegen das Hauptbecken begrenzt. Eine bedeutende Störung, die wahrscheinlich als Überschiebung des südlichen auf das Nordbecken aufzufassen ist, begleitet und verstärkt diese trennende Erhebung. Andere Störungen haben nur untergeordnete Bedeutung, abgesehen von einer großen Verwerfung, die das nördliche Becken ungefähr in nord-südlicher Richtung durchsetzt (s. Karte Fig. 126 und Profil Fig. 131) und den Ostflügel um etwa 120—130 m versenkt.

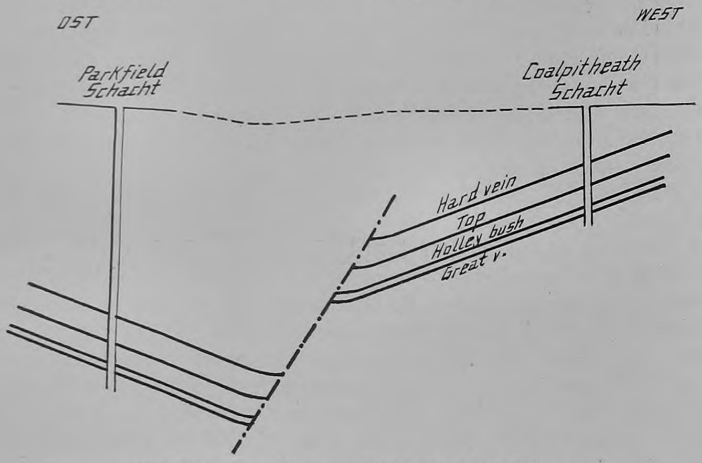


Fig. 131. Verwerfung von Coalpit Heath (n. Onious).

Flötzführung. Über den Kohlereichtum des Beckens als Ganzes liegen folgende Schätzungen vor:

	Kommission von 1903	Gibson 1908	„Coal resources" 1913
Zahl der Flötze .	20	35	40
Kohle in Fuß . .	71′	65′	82′

Die Kommission berechnet aus ihren Ermittelungen einen noch gewinnbaren Vorrat bis zur Tiefe von 1200 m (4000′) von über vier Milliarden Tonnen. Die späteren Schätzungen, namentlich die der „Coal resources" dürften bezüglich Zahl und Mächtigkeit der bauwürdigen Flötze reichlich hoch gegriffen sein.

Betrachten wir die Verteilung der Flötze auf die einzelnen Abteilungen. Die tiefste Gruppe (Vobster-, Bedminster- oder Ashton series) ist auch hier, wie in Südwales, die reichste und wichtigste. Die dar-

über folgende New rock-Serie enthält nur wenige bauwürdige Flötze. Der mächtige Pennant grit ist praktisch flötzleer[1]). Dagegen sind in der oberen Abteilung wieder zwei Gruppen bauwürdiger Flötze entwickelt, eine untere: Farrington series, und eine obere: Radstock series.

Natürlich ist die Verbreitung der einzelnen Gruppen eine sehr ungleichförmige. Den größten Flächenraum nimmt naturgemäß die tiefste Gruppe ein. Doch ist auch bei ihr die bauwürdige Entwickelung fast ganz auf das Südbecken, südlich des erwähnten Quersattels, beschränkt. Nördlich davon ist die Gruppe zwar auch entwickelt, aber mit sehr vermindertem Kohlengehalt, derart, daß von 29 Flötzen der Gegend von Bristol bei Yate nur noch vier vorhanden sind und ihre Zahl sich am Nordende, bei Cromhall, auf zwei verringert. Von den höheren Gruppen ist wiederum die „Radstock series" ganz auf den südöstlichsten Teil des Beckens, in der Umgebung von Radstock, beschränkt. Nur die tiefere oder Farrington-Gruppe ist in beiden Teilen des Beckens bauwürdig entwickelt. Doch ist ihre Verbreitung im Nordbecken, im Revier von Coalpitheath, eine recht beschränkte, so daß hier der Bergbau schon in wenigen Jahrzehnten zum Erliegen kommen dürfte.

Die meisten Flötze übersteigen nicht eine bescheidene Mächtigkeit von wenigen Fuß; eine Ausnahme macht nur das bis 10′, also fast 3 m mächtige Easton- und Pennywell-Flötz der Vobster Gruppe.

Große Schwierigkeiten bereitet auch hier, wie in Südwales und in vielen anderen Becken Englands, die Parallelisierung der Flötze aus verschiedenen Revieren. So sind die Beziehungen zwischen dem Südrande des Beckens und dem Bezirke von Bristol noch völlig ungeklärt. Auch die Zahl der Flötze steht keineswegs endgültig fest, da infolge der mangelnden Identifizierung manche Flötze doppelt gezählt sein mögen. Die nachstehende Tabelle kann daher, namentlich für die tieferen Gruppen, lediglich eine Nebeneinanderstellung der auf einzelnen Gruben oder Revieren ermittelten Flötzfolge geben.

Die Kohlen der einzelnen Gruppen und Flötze sind im allgemeinen durch nach oben zunehmenden Gasgehalt gekennzeichnet. Die Flötze der unteren Gruppe, namentlich „Great seam" von Bedminster und Kingswood, geben guten Koke und liefern Hausbrand- und Kesselkohle („steam coal"), die Farrington-Gruppe enthält vorwiegend „bituminöse" Kohle, und in der Radstock-Gruppe stellen sich Gaskohlen ein. — Das Auftreten von Schlagwettern ist fast ganz auf die tiefsten Flötze, speziell die Vobster-Gruppe, beschränkt, während die höheren Abteilungen so gut wie frei davon sind.

Nebenbecken. Außerhalb des vorstehend umschriebenen Gebiets des Bristolbeckens mulden die liegenden Schichten aufs neue, besonders

[1]) Stellenweise sind einzelne Flötze dieser Abteilung gebaut worden, so das „Millgrit"-Flötz im Distrikt von Bristol, das „Globe"-Flötz am Südrande des Beckens im Nettlebridge-Distrikt, ferner im Nebenbecken von Nailsea das Flötz „Graces coal" und vielleicht noch einige andere. Ob es sich bei diesen Vorkommen immer um dasselbe Flötz handelt, muß dahingestellt bleiben.

	Südbecken	Nordbecken	Bemerkungen
Radstock-Gruppe	Withy mills seam . . . . . 1′ 4″ Great seam . . . . . 2′ 2″ Top little seam . . . . . 1′ 4″ Middle seam . . . . . 2′ 2″ Slyving (Silven) seam . . . . 2′ 4″ Little slyving (under little) seam . 1′ 2″ Bull seam . . . . . 2′ 2″ Nine inches seam . . . . . 9″—1′ 0″	fehlt	
	Flötzleeres Mittel 180—230 m, darin 50—70 m rote Schiefer („red shale“ od. „red ground“)		
Farrington-Gruppe	Cathead vein (3 Bänke) . . . . 2′ 4″ Top seam (2 Bänke) . . . . . 1′ 9″ Peacock (Peau) seam (3 Bänke) . . 1′ 2″ Middle seam (2 Bänke) . . . . . 2′ 4″ Church close seam (new vein) . . 1′ 8″ Seventeen inches seam . . . . . 1′ 5″ Flötz (2 Bänke) . . . . . 1′ 0″ „ . . . . . 0′ 6″ „ . . . . . 1′ 0″ „ (2 Bänke) . . . . . 1′ 6″ „ . . . . . 1′ 3″ „ . . . . . 1′ 9″ „ . . . . . 2′ 1″	auf Parkfield: Rag seam (nicht bauwürdig) . . 1′ 6″ Hard seam . . . . . 1′ 10″—3′ Stinking seam (nicht bauwürdig) Top seam . . . . . 2′ 4″ Hollybush seam . . . . . 3′ 0″ Great seam . . . . . 2′ 10″—5′ Flötz . . . . . 1′ 6″	
	Pennant rock 700—800 m, flötzleer		

New-Rock-Gruppe

A		B	
Globe vein	3′ 0″	Stibbs first seam	1′ 3″
Small coal vein	3′ 0″	„ second seam	3′
Two coal vein	2′	„ third seam	2′
Warkey course	5′	„ fourth seam	2′
Garden course	3′ 6″	„ fifth seam	1′
Strap vein	2′ 6″	Hard vein	1′ 2″
Great course	4′	Queen Bower seam	1′ 7″
Firestone vein	3′	Doxall seam	1′ 10″
Little course	1′ 6″	Upper five coals (rock) seam	2′
Dunny drift vein	3′ 6″	Primrose seam	2′
Hard coal	3′	Old toad seam	2′ 3″
Perkins course	2′	Trough (Trow) seam	1′
Foot coal	2′	Red ash seam	1′ 4″
Branch vein	4′		
Golden candlestick vein	2′ 6″		
North shoots vein	4′		
South shoots vein	3′		
Standing course	4′		

A Flötzfolge am Südrand (Distrikt von Vobster u. Nettlebridge)

B Flötzfolge im mittleren Teile, bei Bristol (Grube Kingswood u. Bitton)

[Im Nordbecken sind die beiden tieferen Gruppen nur unvollständig entwickelt]

Vobster- (Bedminster-) Gruppe

A		B		C	
Fern rag	2′	Little toad vein (red ash vein)	2′ 9″	Little fiery vein	
Stone rag	$2^1/_2$—6′	Top vein	4′	Great fiery vein	
Main coal	8′	Great vein	4′ 6″	Easton red ash vein	1′ 4″
Strap vein	3′	Little vein	2′	Easton Gays vein	1′ 8″
Perrink (Penrick) vein	3′ 6″	Gays seam	2′ 6″	Ten feet seam	10′
White axen vein	3′	Smiths coal	1′	Fife coals seam [Mittel 150′—200′]	
Red axen vein	3′	Bastard coal	—	Kingswood great mine	4′
Wilmotts vein	1′ 6″				

A Flötzfolge am Südrande (Vobster-Nettlebridge)

B Auf Ashton Vale, südwestlich Bristol

C Auf Easton u. Pennywell nordöstlich Bristol

Millstone Grit

im Westen und im Süden, vielleicht auch im Osten, so daß hier die Möglichkeit der Einlagerung von flötzführendem Oberkarbon gegeben ist. Bekannt sind bisher zwei solcher Nebenmulden im Westen des Hauptbeckens. Am bedeutendsten ist das kleine Becken von Nailsea (s. Karte), wo die untere Abteilung mit 12 Flötzen entwickelt ist[1]). Ein anderes Becken nördlich des Avon und zum Teil jedenfalls unter dem Severn gelegen, ist nur durch Bohrungen und oberflächliche Aufschlüsse bekannt. Viel erörtert ist die Möglichkeit bezw. Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Kohlenflötzen auf der Südseite der Mendip-Antiklinale. An sich ist das Vorhandensein von Oberkarbon in diesem Gebiet durchaus wahrscheinlich. Fraglich dagegen ist es, ob hier die produktive Ausbildung von Somerset noch vorherrscht oder ob die technisch wertlose Entwicklung der „culm measures" wie sie für die Mulde von Devonshire charakteristisch ist, sich bis in diese Gegend erstreckt, eine Frage, die nur durch Tiefbohrungen entschieden werden könnte. Ältere Versuche in dieser Richtung haben das hier bedeutend mächtigere mesozoische Deckgebirge nicht durchsunken[2]).

Östlich der Grenzen des Bristolbeckens ist in der Verlängerung der großen südwallisischen Mulde nur der bisher schon erwähnte Kohlengebirgsaufschluß von Burford bekannt geworden, der zu dem im äußersten Südosten gelegenen Becken von Kent hinüberleitet. Das Vorhandensein weiterer isolierter Kohlenbecken in Einsenkungen des Grundgebirges und unter der mächtigen mesozoischen, und z. T. auch tertiären Decke ist nicht ausgeschlossen, wäre aber ebenfalls nur durch direkte Untersuchungen zu erweisen.

Das Hauptbecken von Bristol (Somerset) enthält jedenfalls noch bedeutende Reserven für die Zukunft, namentlich in den reicheren unteren Flötzgruppen, die im Innern überhaupt noch nicht aufgeschlossen sind und auch in den Randbezirken erst in einzelnen Revieren (Vobster, Nettlebridge, Kingswood usw.) gebaut werden. Für ihre Erschließung im Innern des Beckens wird allerdings die Mächtigkeit der überlagernden jüngeren Gruppen stets eine ernste Schwierigkeit bilden — besonders die mächtige Entwicklung des „Pennant rock", die hier auf 800—900 m veranschlagt wird, zumal dieses Gestein auch durch seine Wasserführung eine Gefahr für den Bergbau darstellt.

4. Das Kohlenbecken von Kent[3]).

Dieser bedeutendste neuere Kohlenfund in England kann als das praktische Ergebnis rein wissenschaftlicher Erwägungen angesehen werden.

[1]) Der Bergbau in diesem Gebiet ist vor einigen Jahren völlig zum Erliegen gekommen.

[2]) Auch der jüngste Versuch (i. d. J. 1909/10), die Bohrung von Puriton, nahe Bridgetown in Somerset, konnte nur aufs neue die große Mächtigkeit des Deckgebirges in dieser Gegend konstatieren. Die Bohrung blieb bei 600 m (2072′) stehen und endete in roten Sandsteinen und Mergeln, die entweder der unteren Trias oder dem Perm angehören.

[3]) Boyd Dawkins, The southeastern coalfield, the associated rocks and the buried plateau. Transact. of the instit. of mininig eng. XLIV, 1912/13, S. 350. —

Schon frühzeitig war der Gedanke aufgetaucht, daß unter den Tertiär- und Sekundärbildungen Südenglands das Bindeglied zwischen dem großen kontinentalen Kohlengebirgszuge: Westfalen-Niederrhein, Belgien, Nordfrankreich auf der einen und den Becken von Südwales, Bristol usw. auf der anderen Seite zu finden sein müsse.

Diesen Vermutungen gab Godwin-Austen[1]) eine präzisere Fassung, indem er auf die Beziehungen zwischen der Tektonik des Deckgebirges und des tieferen Untergrundes hinwies (sog. posthume Faltungen). Ein erster daraufhin in den 70er Jahren (1872—75) unternommer Versuch, die Bohrung Netherfield bei Battle nordwestlich von Hastings, war allerdings erfolglos, da man bei ca. 570 m Tiefe (1905′) im Jura (Oxford-Ton) des Deckgebirges stecken blieb. Durch die Vorarbeiten für das Projekt eines Kanaltunnels zwischen Calais und Dover in den 80er

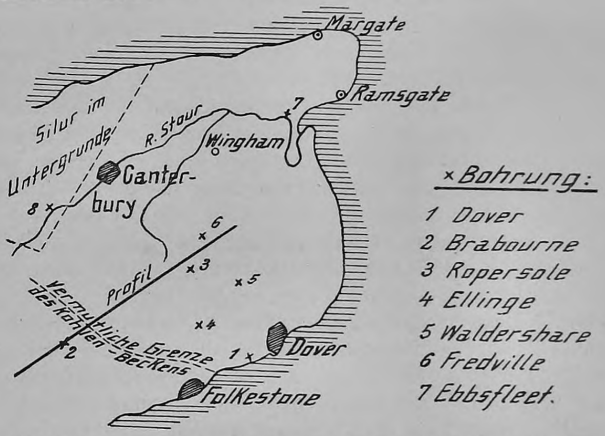


Fig. 132. Bohrungen im Becken von Kent (n. Boyd Dawkins).

Jahren (durch Prestwich, Boyd Dawkins und Topley) wurde auch die Frage nach dem vermuteten Kohlengebirge aufs neue in Fluß gebracht. Gleich die erste in dieser Periode unternommene Bohrung, auf dem Shakespear-Cliff bei Dover (s. Karte Fig. 132 Nr. 1), hatte den gehofften Erfolg: im Jahre 1890 wurde hier das Kohlengebirge bereits in etwa 330 m Tiefe (1100′) erreicht. Man bohrte noch ca. 350 m weiter (bis 2274′) und erschloß 13 Flötze von $^1/_2$—4′ Mächtigkeit bei ganz flacher Lagerung.

P. Krusch, Das Kent-Kohlenfeld, seine stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse im Vergleich mit denen des westfälischen Steinkohlengebietes. „Glückauf" 1912, II, S. 1. — Newell Arber, On fossil plants from the Kent coalfield. Quart. Journ. of geol. soc. Bd. **65**, 1909, S. 21.

[1]) On the possible extension of the coal measures beneath the southeastern part of England. Quart. Journ. of the geol. soc. Bd. **12**, 1856, S. 38.

Eine neue Bohrkampagne wurde gegen Ende des Jahrhunderts eröffnet (1897—99), doch durchsanken nur zwei von diesen Bohrungen das Deckgebirge. Von diesen hat die Bohrung Brabourne (Nr. 2 der Karte) ein besonderes Interesse dadurch, daß sie in der Tiefe von etwa 575 m (1921′) unmittelbar unter dem Deckgebirge in das Devon (Old red) eindrang, wodurch die Westgrenze des Beckens, wenigstens annähernd, bestimmt war. Die zweite Bohrung, bei Ropersole (Nr. 3 der Karte) erreichte das Karbon bei 475 m (1580′) und wurde darin bis 635 m (2129′) fortgesetzt. Sie erschloß 12 Flötze, unter denen sich aber nur zwei etwas über 1′ starke (Nr. 5 und Nr. 12 von oben) befanden. Es folgten die Bohrungen: Ellinge (Nr. 54) i. d. J. 1901—2, Waldershare (Nr. 5) und Fredville (Nr. 6) i. d. J. 1904—7, sowie eine Reihe anderer, durch die der Bau des Kohlenbeckens in einer vorläufig befriedigenden Weise klar gestellt wurde. Besondere Erwähnung verdient noch das Resultat der Bohrung von Ebbsfleet (Nr. 7), westlich bei Ramsgate, die in den Kohlenkalk geriet und somit die nordöstliche Grenze des Beckens festlegt. Im Norden kannte man schon aus älteren Bohrungen das Devon im Untergrunde von London und seiner Vororte. Neuere Untersuchungen, die südlich der Themse von Chatham bis in die Gegend von Canterbury (Nr. 8 der Karte) reichen, zeigten, daß sich das altpaläozoische unterirdische Plateau bis in diese Gegend erstreckt: Man traf hier überall Silur, gegen welches das Kohlengebirge wahrscheinlich in Verwerfungen absetzt.

Als Ergebnis aller bisherigen Aufschlüsse stellt sich das Kent-Kohlenbecken jetzt als eine zwischen angegebenen Grenzmarken eingeschlossene Ablagerung dar, die sich nach Südosten jedenfalls unter dem Kanal in der Richtung auf die französische Küste fortsetzt. In tektonischer Beziehung erscheint sie als eine SO—NW streichende Mulde, deren Achse etwa durch die Lage der Bohrpunkte Shakespear-Cliff und Ropersole bezeichnet wird. Dieser Muldenlinie fallen die Schichten von beiden Seiten zu, und im SW (Brabourne) und NO (Ebbsfleet) heben sich als Liegendes Devon bezw. Kohlenkalk heraus. Es reiht sich damit dieses Becken tatsächlich dem großen, oben gekennzeichneten Zuge ein, dessen Endglieder Westfalen und Südwales darstellen. Die devonische Antiklinale im SW (Brabourne) erscheint als die Verlängerung der Antiklinale von Pembroke und den Mendip-hills und setzt sich auf dem Festlande in der „Achse von Artois“ fort, die das Becken des Pas de Calais im Süden begrenzt. Die Karbonmulde selbst weist mit ihrer Achse ziemlich genau auf das kleine Becken von Hardinghen und das bei Calais erbohrte Karbon (s. S. 347); allerdings ist ein unmittelbarer Zusammenhang nicht anzunehmen. Das im Westen und Norden vorgelagerte Devon und Silur kann vielleicht mit dem „Massiv von Brabant“ in Parallele gestellt werden. Dieselben Formationen wurden, wie früher erwähnt (S. 348), auch bei Calais angetroffen.

Der Umfang des ganzen Beckens wird in den „coal resources“ auf 150 englische Quadratmeilen (ca. 380 qkm) berechnet, der gewinnbare

Kohlenvorrat, unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 10′ auf 2 Milliarden Tonnen. Eine Förderung hat bisher noch nicht stattgefunden, doch sind verschiedene Schächte im Abteufen begriffen.

Der Aufbau des Kohlengebirges und die stratigraphische Stellung seiner Schichten sind durch die Bohrungen und die darin gefundenen Pflanzenreste wenigstens in den Hauptzügen klar gestellt. Die einzelnen Bohrungen ergänzen sich in erwünschter Weise, indem sie — aneinander gereiht — ein ziemlich vollständiges Profil des ganzen Kohlengebirges liefern. Die höchsten Schichten hat die ungefähr in der Mitte der Mulde angesetzte Bohrung von Waldershare erschlossen. Einem tieferen Horizont gehören die Schichten und Flötze von Dover und Ropersole an, während die ganz im Norden gelegene Bohrung Walmestone, bei Wingham, bisher wohl die tiefsten bekannten Schichten erschlossen hat. Den Aufbau des Gebirges und die Flötzführung lassen die nachstehenden Profile der drei Bohrungen: Waldershare, Dover und Walmestone erkennen.

Waldershare Oberfläche des Karbons: 1394′	Dover 1100′	Walmestone 1188′
Sandstein mit Kohlengeröllen;	Mittel 25′	Mittel 217′
untergeordnet Schiefer . . 349′	Flötz 1 . 1′ 3″	Flötz 1 . . 1′ 3″
Tonschiefer 74′	Mittel 1′	Mittel 149′
Flötz 1: Welcome . . . . 1′ 8″	„ 2 . 1′ 3″	„ 2 . . 1′
Mittel 59′ 5″	Mittel 59′ 6″	Mittel 283′
„ 2: Queen Alexandra 3′ 4″	„ 3 . 6″	„ 3 . . 1′
Mittel 23′	Mittel 29′	Mittel 432′
„ 3: King Edward . . 4′ 6″	„ 4 . 2′	„ 4 . . 4′ 2″
Mittel 46′ 6″	Mittel 46′	Mittel 84′
„ 4: Watkin . . . . 1′ 4″	„ 5 . 2′	„ 5 . 2′ + 2′ 6″
Mittel 421′	Mittel 32′ 9″	Mittel 73′
„ 5: Rockefeller . . 5′ 2″	„ 6 . 1′ 3″	„ 6 . . 3′ 9″
Mittel 272′	Mittel 120′	Mittel 87′
Schluß bei . . . . . 2654′	„ 7 . 1′	„ 7 . . 1′
	Mittel 22′ 6″	Mittel 129′
	„ 8 . 2′ 6″	„ 8 . . 3′ 6″
	Mittel 111′	Mittel 41′
	„ 9 . 2′ 3″	„ 9 . . 3′ 2″
	Mittel 191′ 6″	Mittel 44′
	„ 10 . 2′ 9″	„ 10 . . 3′ 6″
	Mittel 64′	Mittel 75′
	„ 11 . 1′ 8″	„ 11 5′ 1″ + 1′ 6″
	Mittel 206′	Mittel 25′
	„ 12 . 1′	„ 12 . . 4′ 6″
	Mittel 138′ 6″	Mittel 23′
	„ 13 . 4′	„ 13 . . 3′ 3″
	Mittel 105′	Mittel 31′
	Schluß bei 2274′	„ 14 . . 3′
		Schluß bei 2881′

Über die stratigraphische Stellung der Schichten des Kent-Kohlenbeckens geben zunächst die in verschiedenen Bohrungen ziemlich reichlich gefundenen Pflanzenversteinerungen einen ungefähren Aufschluß.

Nach Newell Arber[1]), der hauptsächlich das Material von Dover, Waldershare und Fredville untersuchte, gehören alle diese Vorkommen der „transition series“ an und zeigen die für diese Stufe charakteristische Mischung von Formen der „upper coal measures“ (Radstockian) und der „lower coal measures“ („Westfalian“ von Kidston). Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Zeiller[2]), der speziell die Schichten von Dover mit der „Zone C“, der höchsten Flötzgruppe im Pas de Calais parallelisierte („charbons gras et flénus“).

Weniger klar und sicher gestellt scheint bisher das Verhältnis zu den in den anderen Kohlenbecken Südenglands unterschiedenen Abteilungen des Kohlengebirges zu sein. Boyd Dawkins kommt zu dem Schluß, daß im Kentbecken bisher die beiden unteren Gruppen, nämlich „lower (shale) series“ und der „Pennant Grit“ nachgewiesen seien.

Zu letzterem rechnet er die Schichten der Bohrungen von Ropersole und Dover. Der unteren Flötzgruppe würden die in Fredville und Waldershare erschlossenen Flötze zufallen. Das mächtige Sandsteinmittel im oberen Teile der letzteren Bohrung wird von ihm auf Grund petrographischer Merkmale als Vertreter der Pennant-Serie angesehen.

Dem widerspricht jedoch die Beschaffenheit der Kohle, deren Gasgehalt noch im tiefsten Flötze dieser Bohrung, dem Rockefeller seam, 40,23% beträgt (nach Krusch, ebenso wie auch die weiter folgenden Angaben über den Gasgehalt der Flötze). Die Kohle ist somit eine echte Gaskohle und es wäre den Flötzen von Waldershare danach ihre Stellung wohl eher über als unter dem Pennant Grit anzuweisen, was auch — wie erwähnt — mit der Lage dieser Bohrung im Innern der Mulde in Einklang steht. Andererseits weisen die Flötze von Wingham (Bohrung Walmestone) die niedrigsten bisher im Becken bekannt gewordenen Gasgehalte auf, nämlich (mit Ausschluß der drei unbedeutenden oberen Flötze) zwischen 15 und 20%, wiederum im Einklang mit der Lage des Aufschlusses am Rande des Beckens. Diese Gruppe würde also der „lower series“ von Südwales und Bristol entsprechen. Dazu paßt sehr gut die mächtige, fast flötzleere Schichtenfolge (ca. 325 m, von 1188′ bis 2269′) im Hangenden dieser Flötzgruppe. Über die Flora dieser Schichten ist meines Wissens leider noch nichts bekannt geworden. Die übrigen Bohrungen, also Dover, Fredville, Ropersole u. a., dürften zumeist wohl Schichten zwischen denen von Waldershare und Walmestone erschlossen haben und zum Teil wenigstens, wie auch die Flötzarmut und die starke Entwicklung der Sandsteine in manchen

---

[1]) Newell Arber, On fossil plants from the Kent-coalfield. Quart. Journ. geol. soc. Bd. **65**. 1909, 21.

[2]) Zeiller, Sur les empreintes du sondage de Douvres. Cpt. rend. CXV, 1892, S. 626, und: Note sur les rapports de la flore du bassin houiller de Douvres avec la flore du bassin du Pas de Calais. Cpt. rend. de la soc. de l'ind. min. 1894, S. 122.

dieser Profile (z. B. Dover) vermuten läßt, dem Horizont des Pennant Grit entsprechen. Bei dieser Deutung wäre ein Ansteigen der Schichten auch nach Süden und Norden anzunehmen — abgesehen von dem ganz unbekannten Einfluß etwaiger Verwerfungen —, so daß sich der Bau des Beckens vielleicht dem einer ringsum geschlossenen Mulde nähert.

II. Mittelengland (einschl. Nordwales).

Über die Lage und die gegenseitigen Beziehungen der zu der mittleren Gruppe gehörigen Kohlenbecken ist das wesentliche bereits in der allgemeinen Übersicht gesagt worden. Das nachstehende Schema soll die Anordnung der wichtigsten Becken dieser Gruppe in bezug auf die großen Züge im Gebirgsbau des ganzen Gebietes noch einmal anschaulich vor Augen stellen:

Becken v. Shrewsbury, Clee Hills usw.		Pennische Längsachse	
	Cumberland		Northumberland-Durham
	Nördlicher		Quersattel
	Großes Becken von Lancashire und Cheshire. Nord-Staffordshire-Becken (Potteries coalfield). Nord-Wales.		Großes Becken von Yorkshire, Derbyshire und Nottinghamshire.
	Südlicher		Quersattel
	Becken von Süd-Staffordshire, Coalbrookdale, Forest of Wyre.		Kleine Becken von Leicestershire und Warwick.

Die Becken dieser Gruppe gehören nicht nur ihrer geographischen Lage nach zusammen, sondern bilden eine geologische Einheit, die durch die gleichen Entstehungsbedingungen, übereinstimmende stratigraphische Entwickelung usw. gekennzeichnet ist. In dieser Beziehung fällt besonders der starke Gegensatz zu den Verhältnissen der Südgruppe auf, der in dem Vorhandensein der früher besprochenen vorkarbonischen Gebirgsschranke seine Erklärung findet. Weniger scharf ist die Scheidung von den Becken der Nordgruppe, da nach dieser Richtung zur Zeit der Ablagerung anscheinend keine feste, durchgehende Abgrenzung bestand, so daß ein ursprünglicher Zusammenhang mit dem Nordbecken (Northumberland-Durham) nicht ausgeschlossen erscheint. Für die einzelnen Becken der Mittelgruppe selbst kann man einen solchen Zusammenhang als sicher annehmen, da die trennenden Antiklinalen sich erst später herausgebildet haben[1]). Man kann deshalb eine mehr oder

[1]) Von dieser post-oberkarbonischen Faltung, die zur Herausbildung der die einzelnen Becken trennenden Sattelrücken führte, sind die später zu erwähnenden intrakarbonischen Faltungen zu unterscheiden, die ihren auffallendsten Ausdruck in der in verschiedenen Becken festgestellten Diskordanz zwischen mittleren und oberen coal measures finden (s. Coalbrookdale u. a.).

weniger kontinuierliche Kohlengebirgsbedeckung von Nordwales quer durch das mittlere England bis nahe an die Ostküste — vielleicht noch darüber hinaus — voraussetzen, aus der erst später durch Faltung und Denudation die gegenwärtigen getrennten Becken entstanden. Demgemäß finden wir zu beiden Seiten der penninischen Achse einen vollkommen gleichen Schichtenaufbau. Ganz besonders gilt dies für die beiden Hauptbecken, das von Yorkshire im Osten und das von Lancashire im Westen, bei denen sogar die Hauptflötze beiderseits identifiziert werden können. Weniger vollkommen ist die Übereinstimmung in den kleineren südlichen Becken (besonders Leicestershire und Warwick), wo die Schichtenfolge z. T. unvollständig ist. Hier macht sich offenbar der störende Einfluß der südlichen Gebirgsgrenze bemerkbar und es scheint, daß diese sowie die kleineren westlichen Nebenbecken nur in beschränkter, zeitweise vielleicht ganz unterbrochener Verbindung mit dem Hauptablagerungsgebiet gestanden und infolgedessen eine teilweise vollständige Entwickelung genommen haben[1]). Abgesehen hiervon läßt sich also ein für das ganze Gebiet wesentlich gleichbleibender Schichtenbau feststellen, der hauptsächlich durch die vollständige Entwickelung des Oberkarbons gekennzeichnet ist, was namentlich gegenüber der lückenhaften Entwickelung in den verschiedenen Becken der Südgruppe betont werden muß. Allerdings ist auch hier die karbonische Schichtenfolge nur insofern vollständig zu nennen, als innerhalb der vorhandenen Reihe keine Schichtenlücken erkennbar sind; nach oben schließt sie mit der oberen Grenze des mittleren Oberkarbons (westfälische Stufe). Das obere Oberkarbon (Ottweiler Stufe, Stéfanien) fehlt auch hier so gut, wie in fast allen paralischen Becken.

Das Oberkarbon gliedert sich somit in folgender Weise:

III. **Upper coal measures** 600—900 m	3. Keele-Gruppe („Wrexham-red sandstones and marles“ in Nordwales)	„Radstockian“
	2. Newcastle-under-Lyme-Gruppe (Coedyralt-Sandstein in Nordwales; Hales Owen-Gruppe von Süd-Staffordshire)	„Staffordian“ (Transition series)
	1. Etruria-marl-Gruppe (Ruabon-Mergel von Nordwales) [Blackband-Gruppe von Nord-Staffordshire]	
II. **Middle coal measures**	Die flötzreichsten, wirklich produktiven Schichten 250—1200 m	„Westfalian“

[1]) Auf diese Verhältnisse wird bei Besprechung der einzelnen Becken und Reviere näher einzugehen Gelegenheit sein. Vergl. besonders den Abschnitt über das Lancashire-Becken.

I. **Lower coal measures**	(Gannister series; mountain mines) mit wenigen bauwürd. Flötzen 300—400 m	„Lanarkian“
	Millstone Grit Pendleside-Gruppe	

Während in den meisten Revieren und namentlich in den großen Becken die einzelnen Abteilungen ohne erkennbare Lücke in völliger Konkordanz aufeinander folgen, macht sich in den südlichen Becken die Wirkung einer oberkarbonischen Faltung geltend, der zufolge die „upper coal measures“ entweder diskordant auf den mittleren liegen oder übergreifend unmittelbar älterem Grundgebirge auflagern (Shropshire, Coalbrookdale, Forest of Wyre, Warwick, Süd-Staffordshire).

Die weitaus wichtigste Gruppe sind in allen Becken Mittelenglands die „middle coal measures“ durch die Anhäufung bauwürdiger, zum Teil sehr wertvoller Kohlenflötze. Demgegenüber spielen die anderen Abteilungen nur eine ganz untergeordnete Rolle. Bauwürdige, wenn auch schwache Kohlenflötze treten bereits in den unteren coal measures (stellenweise sogar schon im Millstone Grit) auf. Sie sind in allen Revieren als die Gannister-Flötze bekannt und werden vielfach auch als „mountain-mines“ (Bergflötze) bezeichnet, da sie ihrer Lage nach stets in den Randgebieten der Becken zu Tage ausgehen, wo das Gelände wegen der größeren Härte und Widerstandsfähigkeit dieser und der tieferen Schichten (Millstone Grit und Kohlenkalk) Gebirgscharakter annimmt.

Eine in vieler Beziehung eigenartige Gruppe stellen die oberen coal measures dar. Schon durch ihre vorherrschend rote Farbe stehen sie in einem auffallenden Kontrast zu den vorwiegend grau bis schwarz gefärbten Schichten der unterliegenden, eigentlich produktiven Reihe. Hand in Hand mit dieser Farbenänderung geht hier wie anderwärts eine auffallende Verarmung in der Kohleführung. Doch finden sich auch in dieser Gruppe graue Schichten, in denen dann auch Flötze auftreten, die stellenweise in bescheidenem Umfange bauwürdige Mächtigkeit erreichen können. Neben der roten Farbe und der Flötzarmut ist für diese Gruppe das Vorkommen von dünnen Kalkbänken bezeichnend, in denen sich als häufigstes Fossil die in einer flachen Spirale eingerollten Kalkschalen eines kleinen Röhrenwurmes (Spirorbis) findet. Diese charakteristischen Kalke sind daher als Spirorbis-Kalk (Spir.-limestone) bekannt. Ihr Vorkommen ist allerdings nicht streng auf diese obere Gruppe beschränkt; sie finden sich vereinzelt noch bis ziemlich tief in die „middle coal measures“ hinab.

Der obere Teil dieser z. T. mächtig entwickelten aus verschiedenfarbigen, vorherrschend roten Sandsteinen, Schiefertonen, Mergeln, Konglomeraten usw. zusammengesetzten Schichtenfolge, die „Keele-Gruppe“, wurde früher allgemein zum Perm gerechnet (Rotliegendes; „Salopian Permian“ nach Hull).

Gegenwärtig rechnet man auch diese Schichten allgemein zum Karbon und faßt sie mit den beiden tieferen Stufen meist als „upper coal measures“ zusammen. Ihre Gliederung und die Mächtigkeiten der einzelnen Abteilungen in den Hauptkohlenbecken Mittelenglands zeigen die beifolgenden Diagramme (Fig. 133, nach Gibson)[1]).

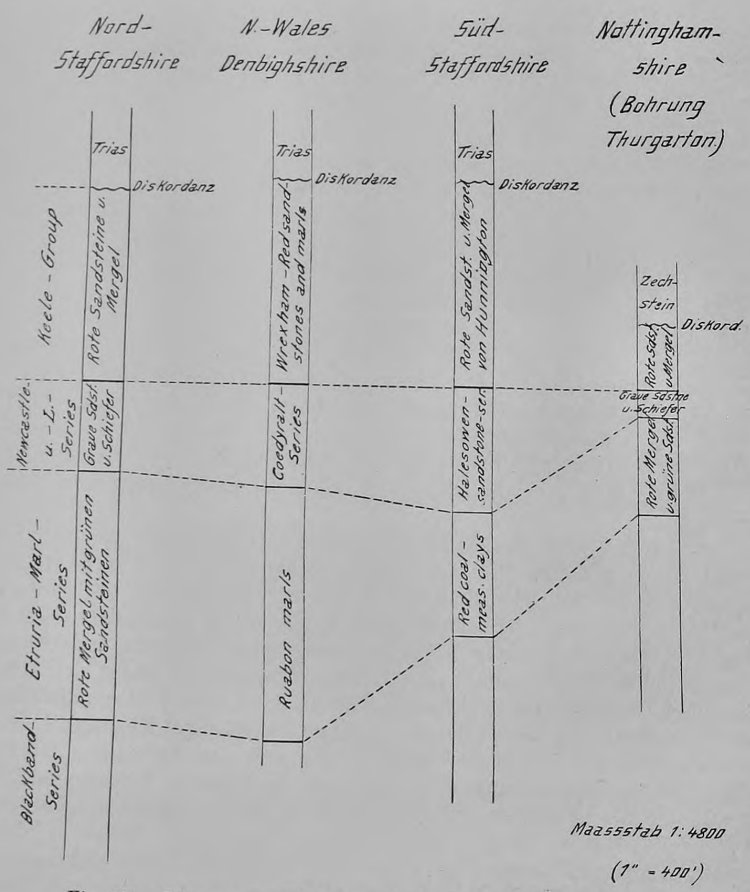


Fig. 133. Die „upper coal measures“ in Mittelengland (n. Gibson).

Abweichend von der sonst üblichen Bezeichnung will Kidston aus paläontologischen Gründen die Benennung „upper coal measures“ auf

[1]) On the character of the upper coal measures of North-Staffordshire, Denbighshire, South-Staffordshire and Nottinghamshire und their relations to the productive measures. Quart. Journ. geol. soc. London, LVII, 1901, S. 251.

die oberste Abteilung, die „Keele-Gruppe“ beschränken und faßt die „Newcastle-under-Lyme“- mit der „Etruria-marl“-Gruppe als Übergangsschichten zwischen mittleren und oberen coal measures („Transition series“ oder „Staffordian“) zusammen, wozu als tiefstes Glied noch die besonders in Nord-Staffordshire entwickelte „Blackband“-Gruppe kommt[2]).

Besondere Erwähnung verdienen noch eigentümliche, grobe Trümmergesteine — Breccien — der obersten, früher als Perm angesprochenen Schichten. Sie sind aus verschiedenartigen und sehr verschieden großen, meist eckigen und kantigen, oder nur wenig gerundeten Bruchstücken, vermischt mit feineren Geröllen, Sand usw. zusammengesetzt und meist nur undeutlich und roh geschichtet. Manche Blöcke oder Geschiebe zeigen eine charakteristische Streifung und Politur, wie solche durch Gletscherschliff hervorgebracht wird. Diese Merkmale führten Ramsay schon im Jahre 1855 dazu die betr. Ablagerungen als glazial anzusprechen (Andrew C. Ramsay: On the occurrence of angular, subangular, polished and striated fragments and boulders in the Permian breccia of Shropshire, Worcestershire etc. and on the probable existence of glaciers and icebergs in the Permian epoch. Quart. Journ. XI, S. 185). Blanford brachte dann im Jahre 1875 diese Bildungen mit den inzwischen bekannt gewordenen Glazialablagerungen im indischen Oberkarbon in Parallele (Quart. Journ. XXXI, S. 519). Sie wurden lange als Moränen und somit als Zeugen für eine permische bezw. oberkarbonische Eiszeit in Europa angesehen. In neuerer Zeit konnte ein genauer Kenner des indischen Karbons, R. D. Oldham, feststellen, daß die Breccien des englischen Oberkarbons nicht die geringste wirkliche Ähnlichkeit mit den glazialen Blockablagerungen der Talchirschichten in Indien besitzen (Oldham, A comparison of the Permian breccias of the Midlands with the upper carboniferous glacial deposits of India and Australia. Quart. Journ. L, 1894, S. 463). Ihre Deutung als Moränen muß daher wohl aufgegeben und die Bildung der ganzen Ablagerung auf fließendes Wasser zurückgeführt werden. Immerhin bleibt die Möglichkeit — vielleicht Wahrscheinlichkeit — bestehen, daß die unstreitig vorhandenen geglätteten und gekritzten Geschiebe aus zerstörten Moränen ausgewaschen wären.

Für das tiefere Oberkarbon Mittelenglands ist besonders die mächtige Entwickelung des Millstone Grit bezeichnend. Für dieses vielgenannte Schichtenglied stellt der Pennin-Bezirk und die Ränder der großen Becken von Yorkshire, Lancashire, Staffordshire das Gebiet der eigentlich typischen Entwickelung dar. Name und Begriff des „Millstone Grit“ sind von hier aus — wie wir gesehen oft mit zweifelhaftem Recht — auf andere englische Becken und auch auf kontinentale Vorkommen übertragen worden. Der echte Millstone Grit Mittelenglands hat eine ziemlich beschränkte Verbreitung. Von dem Gebiet seiner mächtigsten Entwickelung, im südlichen Pennin, an den Grenzen von Lancashire und Yorkshire, nimmt er nach allen Seiten an Mächtigkeit rasch ab. Schon in Leicestershire, Süd-Staffordshire, Shropshire und Nordwales keilen seine Schichten nahezu oder vollständig aus.

Mit der Ausdehnung des Millstone Grit deckt sich so ziemlich diejenige der marinen, tonig-kalkigen Fazies des tiefsten Oberkarbons,

[2]) R. Kidston, On the divisions and the correlation of the upper portion of the coal measures with special reference to their development in the Midland counties of England. Quart. Journ. LXI, 1905, S. 308. — K. weist hier nach, daß in der Keele-Gruppe die Flora von Radstock herrscht, wogegen in den tieferen Gruppen eine Mischflora von „middle“ und „upper coal measure“-Formen auftritt und zwar in der Weise, daß die Vertreter der letzteren, d. h. also der „upper coal measures“ nach unten naturgemäß immer mehr zurücktreten.

der früher erwähnten Pendleside-Series, die ebenfalls ihre Bezeichnung aus diesem Gebiete typischer Entwickelung, nämlich vom Pende-Hill, im nordöstlichen Lancashire herleitet. Ihre räumliche Verbreitung ist noch etwas enger begrenzt als die des Millstone Grit, der allseitig über die Schichten der Pendleside-Gruppe hinausgreift. Die nachstehenden Profile (nach Hind u. Howe, a. a. O.) zeigen den Aufbau der Gruppe an dem Beispiel dreier Lokalitäten typischer Entwickelung (Fig. 134). Die Mächtigkeit der Gruppe steigt von einem Minimum bis auf ca. 700 m (2300′) bei Pendle.

Marine Schichten[1]) sind in der produktiven Schichtenreihe Mittelenglands ziemlich verbreitet und bilden auch hier wie anderwärts zum Teil wichtige und weithin verfolgbare Leithorizonte. Stobbs zählt deren für Nord-Staffordshire nicht weniger als 11 sicher festgestellte auf, außerdem noch einige mehr oder weniger zweifelhafte. Drei dieser marinen Horizonte sind durch ihre weite Verbreitung stratigraphisch von besonderer Bedeutung und lassen sich durch alle oder wenigstens die wichtigsten Becken Mittelenglands verfolgen. 1. Der tiefste marine Horizont erscheint in Nord-Staffordshire im Niveau des Flötzes „Crab tree“ (auch „stinking coal“ oder „four feet coal“ genannt). Hier treten drei getrennte Schichten auf, von denen die tiefste — im Liegenden des Flötzes — Goniatiten und einen Zweischaler (Posidoniella) enthält. Die mittlere Schicht, wohl die wichtigste, führt Goniatiten (Gastrioceras Listeri), Orthoceras, Zweischaler (Pterinopecten papyraceus, Posidoniella laevis), Lingula mytiloides u. a. Formen. Die oberste Schicht endlich, etwa 50 Fuß im Hangenden des Flötzes ist hauptsächlich durch Pterinopecten papyraceus gekennzeichnet. Dem Horizont von „Crabtree“ entspricht in Lancashire die marine Schicht im Dach von „Bullion coal“

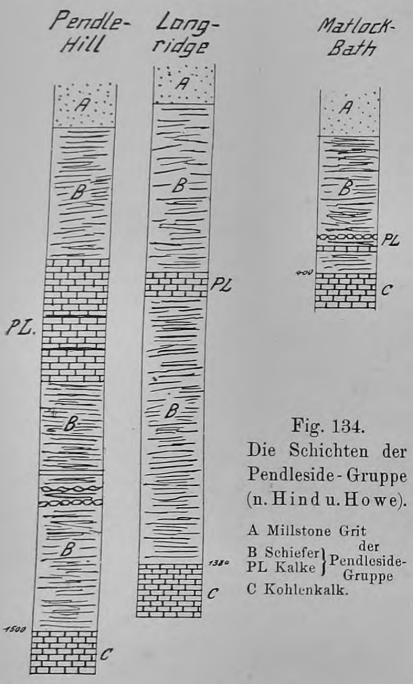


Fig. 134.
Die Schichten der Pendleside-Gruppe (n. Hind u. Howe).

A Millstone Grit
B Schiefer } der
PL Kalke } Pendleside-Gruppe
C Kohlenkalk.

[1]) Stobbs, On the value of fossil mollusca in the coal-measure-stratigraphy. Trans. inst. min. eng. XXX, 1905—6, S. 443. — Ders., The marine beds in the coal-measures of North-Staffordshire, with notes on their palaeontology by Wheelton Hind. Quart. Journ. geol. soc. Bd. **61**, 1905, S. 495.

(„upper mountain mine"), im Becken von Yorkshire eine solche im Dach von Flötz „Hard bed" (oder „Pecten-seam"). 2. Der nächste durchgehende marine Horizont findet sich in Nord-Staffordshire im Hangenden von „Seven feet-Banbury coal-seam", in Lancashire im Niveau des wichtigen Flötzes Arley-mine, in Yorkshire nahe über Flötz Silkstone. 3. Besonders wichtig durch weite Verbreitung und großen Fossilreichtum ist die letzte und höchste hier zu erwähnende Schicht. Sie liegt in Nord-Staffordshire unter Flötz „Twist coal" oder „Gin mine", in Lancashire 450′ über „Great mine", in Süd-Staffordshire bei einem als „Penny-ironstone" bezeichneten Eisensteinflötz, im Becken von Coalbrookdale bei Flötz Pennystone (im Becken von Yorkshire ist diese Schicht anscheinend noch nicht angetroffen). Ihre Fauna ist durch besondere Mannigfaltigkeit ausgezeichnet; neben zahlreichen Zweischalern (Pterinopecten papyraceus, Posidoniella laevis, Ctenodonta laevirostris u. undulata, Nucula gibbosa u. oblonga, u. a.) finden sich Brachiopoden (Lingula mytiloides, Orbiculoidea (= Discina) nitida, Chonetes Laguessiana), von Schnecken Euphemus (Bellerophon) Urei, zahlreiche Cephalopoden (Glyphioceras diadema, Gastrioceras carbonarium, Dimorphoceras Gilbertsoni, Pleuronautilus armatus und costatus, Orthoceras sp. u. a.), ferner Fische (Akanthodes, Megalichthys, Platysomus etc.) u. a. m.

Die Entwickelung des Unterkarbons ist in den Hauptzügen bereits gekennzeichnet worden (S. 478). Typisch für den größeren Teil Mittelenglands ist die rein marine, kalkige Ausbildung als echter dickbankiger Kohlenkalk (mountain limestone), während an der Basis der ganzen Formation schieferige und mergelige Ablagerungen liegen, die mehrerwähnten „lower limestoneshales". Erst im nördlichen Teile von Yorkshire und Lancashire (Ingleborough, Wensleydale, Weardale, Teesdale) stellen sich auch im oberen Teile des Kohlenkalkes die Schiefereinlagerungen ein, die in wachsendem Maße nach Norden herrschend werden und die als „Yoredale-Schichten" bekannte Ausbildung des oberen Kohlenkalkes herbeiführen. Immerhin bewahrt das ganze Unterkarbon noch seinen marinen Charakter im Gegensatz zu der noch weiter nördlich platzgreifenden limnischen, z. T. produktiven Entwickelung.

I. Das Yorkshire-Becken[1]).

Das Hauptbecken auf der Ostseite der Pennin-Kette erstreckt sich durch Teile von Yorkshire, Derbyshire und Nottinghamshire, vielleicht auch noch darüber hinaus nach Lincolnshire und unter den Boden der Nordsee. Da sein Hauptteil jedoch in Yorkshire gelegen ist, wird es zweckmäßig nach dieser Grafschaft bezeichnet. Es ist sowohl nach

[1]) Lupton, A., Geology of the West-Yorkshire coalfield. Trans. inst. min. eng. VII, 1893—94, S. 137. — Gibson, W., The concealed coalfield of Yorkshire and Nottinghamshire. Mem. geol. surv. England a. Wales 1913. — Russel, Geol. of the southern portion of the Y.-coalfield. Trans. inst. min. eng. I, 1889—90, S. 101. — Nevin, On the difference between the seams in the northern and the southern parts of the Yorkshire coalfield. Trans. fed. inst. min. eng. I, 1889, 90, S. 215.

Umfang wie nach Produktion das bedeutendste aller englischen Kohlenbecken, einschließlich der schottischen Becken und des großen Beckens von Süd-Wales. Nur sein westlicher Teil, dessen Westrand sich an den penninischen Gebirgsrücken anlehnt, geht frei zu Tage aus, der vielleicht größere östliche Teil ist von jüngeren Ablagerungen: Zechstein, Trias, Jura, bedeckt in einer nach Osten im allgemeinen zunehmenden Mächtigkeit. Der offen liegende Teil, das alte, eigentliche Yorkshire-Becken, genauer auch als Becken von West-Yorkshire bezeichnet, er-



Fig. 135. Becken von Yorkshire (n. Lupton).

streckt sich südlich durch das östliche Derbyshire und in das südwestliche Nottinghamshire. Seinen ungefähren Umfang bezeichnen die in seinem Bereich gelegenen Städte: Leeds, Bradford, Wakefield (im Zentrum des eigentlichen Yorkshire-Beckens), Barnsley, Sheffield, Chesterfield; nahe dem Südostende aber bereits auf der Buntsandsteindecke liegt Nottingham. Die Gestalt dieses freiliegenden Teiles ist nahezu die eines rechtwinkligen Dreiecks. Der Nordrand ungefähr in der Breite von Leeds und Bradford fast genau ostwestlich verlaufend, stellt die kurze Kathete dar mit einer Länge von etwa 33 km. Hierauf nahezu

senkrecht steht als die längere Kathete der nordsüdlich gerichtete Ostrand, entsprechend dem Westrande des Deckgebirges, dessen Länge von Leeds bis in die Gegend von Nottingham rund 100 km beträgt. Die Hypotenuse wird durch den SSO—NNW streichenden Westrand gebildet. Die Oberfläche des so umschriebenen Gebietes beträgt nahezu 2000 qkm. Hierzu kommt der durch die erwähnten jüngeren Formationen verdeckte östliche Teil des Beckens, dessen Grenzen zwar noch nicht genau festgestellt sind, der sich aber wenigstens durch ganz Nottinghamshire bis an den Trent, vielleicht auch darüber hinaus durch Lincolnshire erstreckt. Auf diese Frage der Ausdehnung des verdeckten Teiles des Beckens wird an anderer Stelle näher einzugehen sein. Jedenfalls ist sein Flächenraum eher größer als kleiner als der des offen liegenden Westteiles. Vom Rande des Deckgebirges bis an den Trent beträgt er rund 3000 qkm. Die Grenze zwischen dem verdeckten und dem entblößten Teile des Beckens wird scharf bezeichnet durch das einen Steilrand bildende Ausgehende des Zechsteins, der westlich von Nottingham beginnend nicht nur das ganze Yorkshirebecken durchzieht,

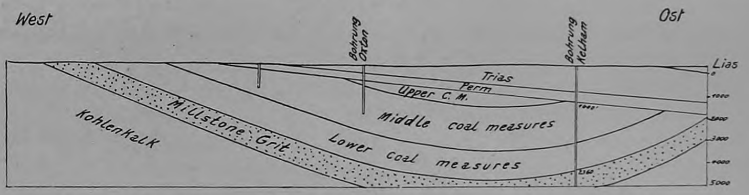


Fig. 136. Schematisches Profil durch das Becken von Yorkshire (n. Gibson).

sondern über dessen Nordrand hinaus fortsetzt, bis in den südlichen Teil des großen nordenglischen Beckens (Northumberland-Durham).

Der Bau des Beckens ist, soweit die bisherigen Aufschlüsse reichen, ein verhältnismäßig einfacher und regelmäßiger und entspricht — von untergeordneten Störungen abgesehen — der normalen Muldenform. Demgemäß herrscht am ganzen Westrande östliches, meist mäßig starkes Einfallen. Indem das Schichtenstreichen im Norden, zwischen Wakefield und Leeds, sowie im Süden, zwischen Derby und Nottingham, dem Beckenrande entsprechend nach Osten umbiegt, geht das östliche Einfallen am Nordrande in ein südliches, am Südrande in ein nördliches über. Kleinere Undulationen unterbrechen örtlich diese regelmäßige Lagerung. Ein größerer Längssattel durchzieht das Becken in N—S-Richtung nicht weit von dem Zechsteinrande. Im allgemeinen verflacht sich naturgemäß das Einfallen nach dem Innern, um schließlich in söhlige Lagerung überzugehen. Die östlichsten Bohrungen scheinen bereits ein erneutes Ansteigen der Schichten gegen Osten zu verraten. Wenn dies zutrifft, würde die Achse des Beckens, das Muldentiefste, noch westlich des Trent liegen. Sein Bau würde dann der in Fig. 136 (nach Gibson) wiedergegebenen schematischen Darstellung entsprechen.

Deckgebirge und Oberfläche des Karbons. In dem westlichen, nicht von jüngeren Formationen überlagerten Teile ist die Oberflächengestaltung, durch die Faktoren der Gebirgsbildung bedingt, eine ziemlich unregelmäßige. Mehr oder weniger tief eingeschnittene Flußtäler durchfurchen die Oberfläche der Kohlengebirgslandschaft. Im allgemeinen erhebt sich diese zu keinen bedeutenden Höhen. Nur an den frei liegenden Rändern des Beckens, also besonders im Westen, wo die härteren Gesteine der unteren „coal measures“ und des Millstone Grit zu Tage gehen und sich dem Bergrücken der Pennin-Kette und des High Peak in Derbyshire anlehnen, steigen auch die Kohlengebirgsschichten zu größerer Höhe an und zeigen eine entsprechend kräftigere orographische Modellierung.

Anders in dem östlichen, verdeckten Teile des Beckens. Hier überlagern die Deckgebirgsschichten diskordant in nahezu horizontaler Lagerung das Kohlengebirge. Die Oberfläche des letzteren stellt sich unter dieser Bedeckung als eine fast ebene Fläche dar, die mit gleichförmiger schwacher Neigung von etwa 1^0 nach Osten einsinkt. Offenbar handelt es sich — wie bei der Kreideauflagerung im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken — um eine Transgressions- und Abrasionsfläche, die in diesem Falle, nach der spätkarbonischen Faltung durch das Zechstein-Meer geschaffen wurde. Die Oberfläche des Kohlengebirges senkt sich auf diese Weise vom Rande des Deckgebirges, etwa im Meridian von Nottingham, bis zum Trent, auf eine durchschnittliche Entfernung von etwa 24—25 km um ca. 600 m.

Das Deckgebirge selbst wird in der Hauptsache von den beiden Formationen des Perms und der Trias gebildet (s. Fig. 137), die in wesentlich konkordanter, nahezu horizontaler Lagerung den ganzen östlichen Teil des Beckens verdecken. Im Süden des Gebiets greift die Trias über das Perm hinaus und ruht hier stellenweise (Bohrung Owthorpe) dem Karbon unmittelbar auf. Außer diesen beiden Formationen spielt nur noch der unterste Jura (Lias) im äußersten Süden und Osten (Bohrungen South Scarle und Owthorpe) eine bescheidene Rolle im Aufbau des Deckgebirges. Diluviale, besonders glaziale Ablagerungen („Drift“) füllen in unregelmäßiger Verteilung Vertiefungen und Rillen der älteren Schichten aus, doch ist ihre Bedeutung eine ganz lokale; auf weiten Strecken fehlen sie vollständig.

Das Perm ist hauptsächlich vertreten durch mächtige Dolomite und dolomitische Kalke („magnesian limestone“), die als Äquivalente des deutschen Zechsteins gelten können. Die Basis bildet ein Transgressionskonglomerat — bezw. eine Breccie aus eckigen oder auch mehr oder weniger gerundeten Bruchstücken von Kohlengebirge und älteren Formationen in einer Mächtigkeit von wenigen Zoll bis zu 8 Fuß. Auf dieses Basalkonglomerat legen sich zunächst Mergelschiefer in ebenfalls sehr wechselnder Mächtigkeit (3′—80′). Erst hierüber folgt das Hauptglied des Perms, der mächtige Zechsteinkalk bezw. Dolomit. Dieser bildet den auffallenden westlichen Steilrand des Deckgebirges, der

zwischen Nottingham und Leeds zugleich die Ostgrenze des nicht verdeckten Beckens bezeichnet. Eine Einlagerung von Schiefertonen, Mergeln und Sandsteinen — die „middle marls“ — von 10 bis über 150 Fuß Mächtigkeit zerlegt den Zechsteinkalk in eine untere und eine obere Abteilung („lower limestone“ und „upper limestone“). Die Entwickelung des Zechsteins zeigt deutlich eine von Süden nach Norden zunehmende Mächtigkeit, während er im äußersten Süden, wie erwähnt, völlig auskeilt, so daß hier die Trias über ihn hinweggreift. Dasselbe Verhalten lassen auch die einzelnen Glieder des Perms erkennen, besonders das wichtigste und verbreitetste, der untere Kalkhorizont („lower limestone“), der im Süden, bei Nottingham, schwach beginnt und im Norden (Selby) nahezu 100 m Mächtigkeit (312′) erreicht. Der obere Kalkhorizont setzt erst weiter nördlich bei Scarle und Bevercotes mit 8—12 m Stärke ein und erreicht im Norden (Selby) einige 30 m (109′). Den oberen Abschluß der Formation bilden wieder Mergel und Schiefertone („upper marls“) von hellroter Farbe, zuweilen Gips führend, deren Gesteinshabitus z. T. schon an Trias (Buntsandstein) erinnert und die somit zu der folgenden Formation überleiten. Ihre Mächtigkeit steigt von knapp 3 m (10′) im Süden auf etwa 30 m (105′) im Norden.

Die Trias überlagert die vorhergehenden Schichten in einer gegen Osten wachsenden Mächtigkeit, die am Trent 300 bis über 400 m erreicht. Die ganze Formation läßt sich in zwei Hauptabteilungen gliedern: den „New red sandstone“, der etwa unserem Buntsandstein entspricht (daher im Englischen auch vielfach als „Bunter“ bezeichnet), und darüber den Keuper. Eine unserem Muschelkalk entsprechende kalkige Abteilung ist nicht zur Ausbildung gekommen. Den oberen Abschluß der Formation bildet die wenig mächtige (kaum 10 m) aber sehr beständige Schichtengruppe des Rhaet, mit der äußerst charakteristischen weitverbreiteten Zone der Avicula contorta.

Der eigentliche Keuper wird petrographisch in einen unteren vorwiegend sandigen Abschnitt, die sog. „waterstones“, und einen oberen, mehr schieferig-mergeligen, die „Keuper marls“, zerlegt. Die Profile in nachstehender Tabelle, sowie die Abbildungen Fig. 137 geben näheren Aufschluß über die Verhältnisse des Deckgebirges.

	Maltby	Bentley	Amthorpe	Owthorpe	Sth. Scarle	Haxey	Thorne
Jüng. Bildungen	2	100	21	—	10	32	60
Lias	—	—	—	12½	65	—	—
Trias	—	—	518	1056½	1425	1148	856
Perm	174	421	432	—	400	557	622
Gesamt-Mächt.	176′	521′	971′	1069′	1900′	1737′	1538′

Stratigraphie. Das Oberkarbon ist in der für Mittelengland typischen Entwickelung im Yorkshire-Becken vollständig, in lückenloser Schichtenfolge vertreten. Es beginnt über dem Kohlenkalk, bezw. den

Yoredale rocks mit echtem Millstone Grit und setzt sich fort durch die verschiedenen Stufen der coal measures bis zu den höchsten, roten Schichten der Keele-Gruppe. Die Gliederung und Schichtenfolge zeigt folgendes Schema:

Allgem. Gliederung		Stufen n. Kidston
Upper coal measures ca. 500′	6. Keele-Gruppe, rote Sandsteine u. Mergel, flötzleer	Radstockian (upper coal meas.)
	5. Newcastle-under-Lyme-Gruppe, graue Sandsteine mit schwachen Flötzen 4. Etruria-marl-Gruppe, rote u. grüne Mergel u. Sandsteine	Staffordian (Transition meas.)
Middle coal measures 2300—3300′	3. Graue Schiefer und Sandsteine mit der Hauptmenge der Kohlenflötze; Basis: Flötz Silkstone	Westfalian (middle coal meas.)
Lower coal measures 1200—1600′	2. Graue Sandsteine u. Schiefer mit einzelnen bauwürd. Flötzen	Lanarkian (lower coal meas.)
	1. Millstone Grit, Sandsteine und Schiefer; an der oberen Grenze der „rough rock“ (= Farewell rock, first Millstone Grit)	

Die höchsten Schichten sind allerdings nur in dem verdeckten Teile des Beckens durch Bohrungen (Thurgarton, Maltby, Oxton) bekannt geworden und besitzen offenbar nur eine ziemlich beschränkte Verbreitung.

Die Mächtigkeit des Millstone Grit beträgt am Westrande etwa 300—400 m (1000—1200′), sie scheint nach Süden noch zuzunehmen. Die Gruppe besteht aus mehreren durch Schiefermittel getrennten Sandsteinhorizonten. Von diesen ist am wichtigsten der oberste, der als „first Millstone Grit“ bezeichnet wird, auch „rough rock“ oder „Farewell rock“ genannt, da er den Abschluß der produktiven Schichtenreihe nach unten bildet. Auch der dritte Sandsteinhorizont („third Millstone Grit“ oder „Kinderscout Grit“) zeichnet sich durch Mächtigkeit und Beständigkeit aus.

Die Lower coal measures schließen sich in der petrographischen Ausbildung noch eng an den Millstone Grit an. Sandsteine haben hier noch eine beträchtliche vertikale und horizontale Verbreitung, so daß gewisse Schichten als Leithorizonte durch den größten Teil des Beckens

verfolgt werden können. Im ganzen sind die Sandsteine dieser Abteilung feinkörniger und auch feldspatreicher als die des Millstone Grit, zuweilen aber können sie diesem auch zum Verwechseln ähnlich werden. Besonders charakteristisch ist ein hartes, kieseliges Gestein, das als „Gannister" bezeichnet wird. Jedenfalls bildet diese starke Beteiligung fester Sandsteine an der Schichtenfolge einen wesentlichen Unter-

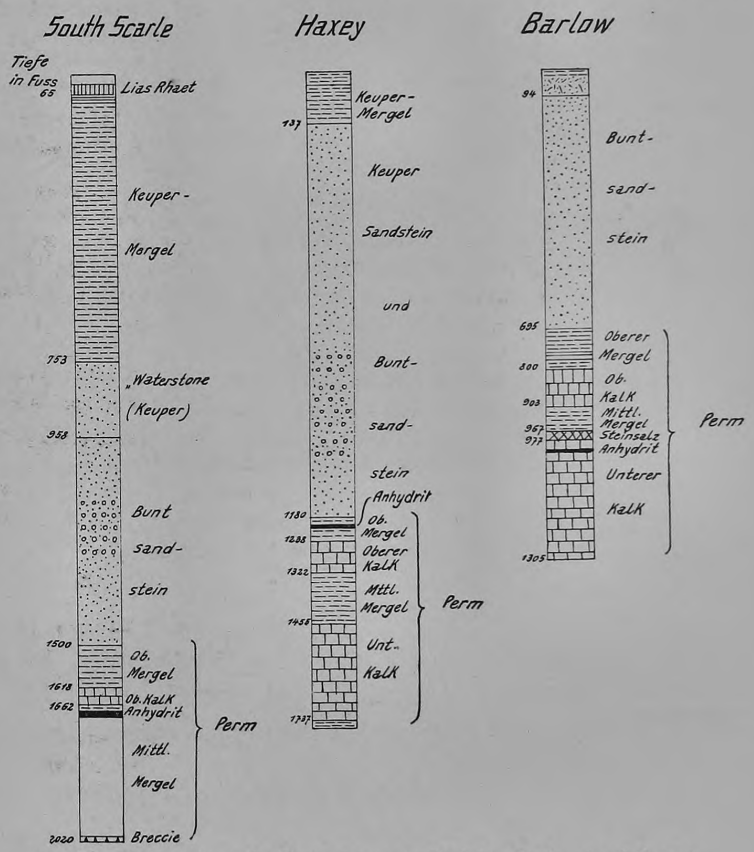


Fig. 137. Entwickelung des Deckgebirges im Yorkshire-Becken (n. Gibson).

schied gegenüber der folgenden Abteilung, den Middle coal measures, wo Sandsteine nur untergeordnet vorkommen und auch im Streichen nicht weit auszuhalten pflegen, sowie infolge ihres mehr tonigen Bindemittels geringere Festigkeit besitzen. Einzelne bauwürdige Flötze treten bereits in den „lower coal measures" auf und erreichen in manchen Revieren sogar eine erhebliche Bedeutung. Auch marine

Schichten sind aus diesem Abschnitt zu erwähnen; sie werden zweckmäßig im Zusammenhang mit der Flötzführung der einzelnen Abteilungen besprochen.

Die Flötzführung des Beckens (s. Fig. 138 u. 140) beschränkt sich, wie erwähnt, ganz auf die unteren und mittleren coal measures, während die oberen nur in den grauen Schichten der Newcastle-under-Lyme-Gruppe einige schwache, nicht bauwürdige Flötze enthalten und daher hier außer Betracht bleiben können. Eine ungefähre Vorstellung von der Entwickelung der „lower coal measures“ gibt das nachstehende Schema; eine sichere Parallelisierung ist hier, wie in so vielen Fällen, nicht möglich.

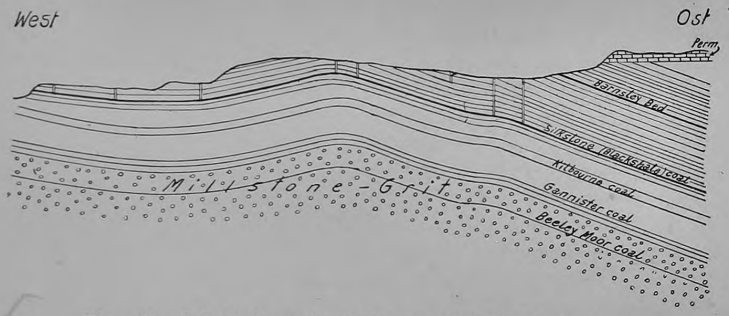


Fig. 138. Schnitt durch das Becken von Yorkshire (n. Lupton).

Mittel 110—210′

Gruppe der Beeston coals (Mickley c., Whinmoor c., Low moor c. usw.),
Mittel 170—290′

„ „ Kilburn coals (Crow c.),
Mittel 150′ } zwischen Kilburn u. Alton ein mächtiger Sandstein-Horizont, die sog. Wingfield Flagstones bezw. Elland rock,

„ „ Better bed coals
Mittel 360—540′

„ „ Alton coals (Gannister c., Halifax c.)
Mittel 60—270′

Millstone Grit: „rough rock“.

Die tiefste Gruppe, meist als die Gannister-Flötze nach dem hier auftretenden quarzitischen Sandstein bezeichnet, stellt einen wichtigen, stratigraphisch und petrographisch gut kenntlichen Leithorizont dar, der in gleicher Weise auch im Lancashire-Becken entwickelt ist. Seine beiden Hauptflötze sind, trotz geringer Mächtigkeit, durch weite und gleichförmige Verbreitung ausgezeichnet. Das tiefere, soft coal, eines der regelmäßigsten des ganzen Beckens, liefert auffallenderweise eine vorzügliche Kokekohle und wird daher, obwohl nur 1—2′ stark, sehr geschätzt und in großer Ausdehnung gebaut. Das höhere, Halifax

hard bed, Gannister c., ist ebenfalls sehr regelmäßig und wird nördlich von Leeds in ziemlicher Ausdehnung gebaut. Bei einer Mächtigkeit von 1′ 10″ bis 2′ 8″ liefert es eine gute Kessel- und Hausbrandkohle. Eine besondere stratigraphische Wichtigkeit erhält dieses Flötz durch die in seinem Hangenden auftretende marine Schicht. Neben Lingula mytiloides, Aviculopecten papyraceus[1]), Posidoniella minor enthält sie eine reiche Goniatitenfauna (Gastrioceras carbonarium, G. Listeri, Glyphioceras bilingue) und ist somit der fossilreichste Horizont der unteren coal measures. Flötz „Better bed" ist ebenfalls nur im nördlichen Teile des Beckens, in Yorkshire, bauwürdig und hier besonders am Nordwestrande bei Huddersfield wegen seiner Reinheit geschätzt. In Derbyshire kennt man kein genau entsprechendes Flötz, dagegen hat hier das etwas höher gelegene Flötz Kilburn seine günstigste Entwickelung mit 4 bis 5′ Kohle. Von der höchsten Gruppe erreicht das Hauptflötz Beeston coal seine größte Mächtigkeit mit 8′ und mehr im Norden. In der Gegend von Leeds ist es eins der wichtigsten Flötze. Nach Westen spaltet es sich in die beiden nicht bauwürdigen Shirtcliffe-Flötze (s. Profil Fig. 140). Im Süden liegt in diesem Niveau Flötz Whinmoore, das nur in geringem Umfang gebaut wird.

Die ganze Gruppe ist naturgemäß an den Rändern des Beckens am besten aufgeschlossen, besonders im Westen und Norden, wo die Flötze nach dem Vorstehenden im allgemeinen die günstigste Entwickelung zeigen.

Die „Middle coal measures" sind hier wie in allen Becken Mittelenglands der Hauptträger des Kohlenreichtums. Die ganze etwa 700—1000 m mächtige Schichtenreihe umschließt vielleicht 20 in größerer Ausdehnung bauwürdige Flötze, deren durchschnittliche Mächtigkeit wohl auf höchstens drei Fuß veranschlagt werden kann. Die wirklich bauwürdige Kohlemächtigkeit der ganzen Abteilung würde also höchstens 60′, etwa 15—17 m, betragen. Unter Hinzurechnung der weniger bedeutenden nur örtlich bauwürdigen und gebauten Flötze würde sich die Gesamtzahl auf einige dreißig Flötze und ihre vereinte Mächtigkeit auf nahezu 30 m (rund 100′ nach Lupton) erhöhen.

Die größte Menge dieses Kohlenvorrates ist in dem unteren Abschnitt der ganzen Abteilung angehäuft, wogegen nahezu die obere Hälfte, etwa 300—500 m, außerordentlich flötzarm ist.

Zwei Flötze müssen vor allen anderen als die weitaus wichtigsten der ganzen Ablagerung hervorgehoben werden, da sie allein in der ganzen Ausdehnung des Beckens gewonnen werden und das eigentliche Rückgrat des Kohlenbergbaus bilden. Auch bei den Bohrungen in den noch unerschlossenen Gebieten richten sich die Nachforschungen in erster Linie stets auf diese beiden Flötze. Es sind dies das Flötz Silkstone (auch Black shale und Blocking coal genannt) an der Basis

[1]) Nach dem massenhaften Auftreten dieses Fossils wird das darunter liegende Flötz auch als „Pecten-seam" bezeichnet.

der ganzen Abteilung und das etwa 250—300 m höher liegende Flötz Barnsley oder Top Hard coal. Beide sind auch mit ziemlicher Sicherheit durch das ganze Becken hindurch verfolgt, während bei den übrigen Flötzen die Identifizierung in den verschiedenen Revieren oft fraglich ist. Flötz Silkstone glaubt man sogar in den westlichen Becken, jenseits der Pennin-Kette, wieder zu erkennen und hat es mit Flötz Arley-mine von Lancashire parallelisiert.

Der obere flötzleere Abschnitt der „middle coal measures" von Yorkshire ist durch starke Entwickelung von Sandsteinen gekennzeichnet,

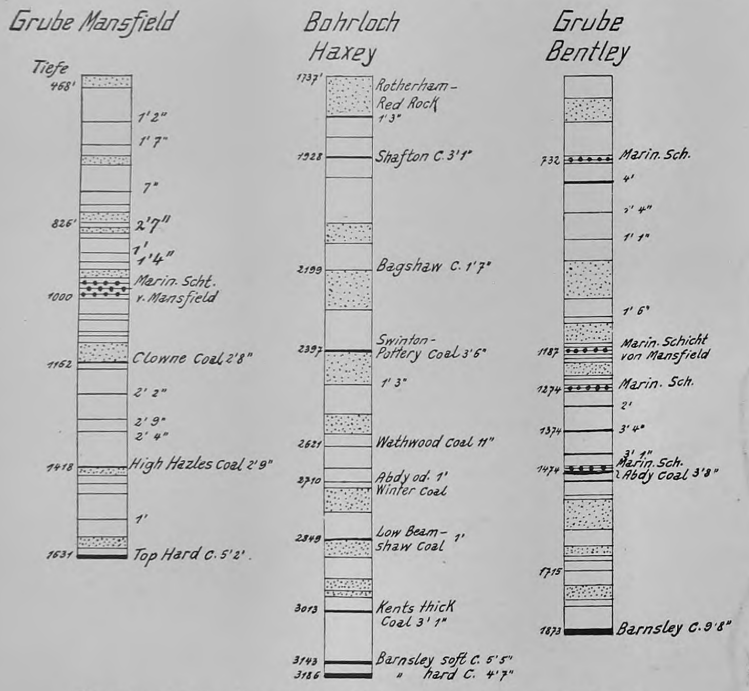


Fig. 139. Marine Schichten im Becken von Yorkshire (n. Gibson).

unter denen namentlich die als „Ackworth rock" und „Pontefract rock" bekannten Bildungen hervorzuheben sind. Diese höchsten Schichten sind in ihrer Verbreitung naturgemäß auf die inneren Teile des Beckens beschränkt; in den randlichen Gebieten sind sie, zusammen mit den „upper coal measures", vor Ablagerung des Zechsteins denudiert worden.

Marine Schichten treten in verschiedenen Niveaus der flötzreichen Schichtenreihe auf. Stobbs[1]) erwähnt eine solche 82′ über

[1]) Stobbs, On the value of fossil mollusca in coal-measure stratigraphy. Trans. inst. min. eng. XXX, 1905—06, S. 443.

Silkstone. Nach Gibson (siehe das Profil von Bentley Fig. 139) finden sich vier weitere marine Einlagerungen zwischen Flötz Barnsley und dem hangenden Sandsteinkomplex (Ackworth rock). Von diesen ist jedoch nur eine beständig genug, um als zuverlässige Leitschicht dienen zu können. Diese liegt in Nottingham und Derbyshire etwa 450′, in Yorkshire 530—730′ über Flötz Barnsley (ca. 150 bis 200′ über Flotz Wathwood oder Clown). Nach der typischen und reichen Entwickelung auf der Grube Mansfield wird diese aus Schiefern und harten, kieseligen Kalken bestehende Schichtengruppe als „the Mansfield marine bed“ bezeichnet. Die reiche Fauna besteht aus Zweischalern (besonders Pterinopecten papyraceus und carbonarius, Posidoniella laevis und sulcata, Nucula verschiedene Arten usw.), Schnecken (Bellerophon sp., Euphemus urei, Loxonema acutum und ashtonense), Brachiopoden (Chonetes Laguessiana, Productus sp., Orbiculoidea nitida, Lingula mytiloides u. a. m.) sowie besonders zahlreichen Cephalopoden (Dimorphoceras Gilbertsoni, Gastrioceras carbonarium, Glyphioceras mehrere Arten, Orthoceras-Arten usw.).

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die allgemeine Schichtenfolge und über die Reihenfolge der wichtigsten Flötze.

Profil der „Middle coal measures“ in Yorkshire		Bemerkungen
Obere, flötzarme Schichten ca. 300 m	Pontefract rock Ackworth rock Rotherham red rock	
Flötz Shafton (Nostel, Billingley, Denaby) . .	3′—4′	
Sharleston top coal	3′	
„ low c. (= Crofton top c.) . . .	3′	
„ yard c. (= Crofton low c.) . .	4′	
Swinton pottery coal (Newhill c., steam c.) .	2′	
Mariner Horizont: „Mansfield marine bed“)		
Fl. Woodmoor (Aston common, Wathwood, Meltonfield, Wakefield muck coal)	2′ 6″	? Clowne coal in Nottingham.
Riding 2 feet c. (Foxearth, halfyard, cat c.) .	2′	
Fl. Winter (Abdy, yard, Stanley-scale, sough)	2′9″—4′	
Fl. Beamshaw (Furnace, Stanley main c.) . .	5′ 6″	
Fl. High Hazles (Kents thick c., Mapplewell)	3′	
Fl. **Barnsley** od. **Top hard c.** (Warrenhouse, Gawthorpe)	3′—9′	In Nottingham 2—6′.
Fl. Haigh Moor (Swallow wood, Netherthon c.)	5′ 6″	In Derbyshire hier: Dunsil coal und Waterloo coal.
Fl. Mitchell (Joan, Parson c)	2′	
Flocton thick c. (Heward, Adwalton stone c.)	2′—9′	In Derbyshire: Ell coal und Dep soft coal.
Flocton thin c. (Adwalton black bed, Middleton high main, Forty yards c.)	3′	
Park Gate c. (Old Hards, two yards, brown metal, Firthfield c.)	3′—5′	In Derbyshire: Deep hard c.

(Fortsetzung siehe folgende Seite.)

Profil der „Middle coal measures“ in Yorkshire (Fortsetzung von vor. Seite)	Bemerkungen
Middleton main c. . . . . 4′	In Derbyshire: Piper coal. Hospital coal, Furnace (Tupton) c.
Fl. **Silkstone** (Barcelona c., Blocking c.) . . $2^1/_2$—5′	In Derbyshire auch „Black shale coal“ genannt, auch „Clod c.“).

Ob die Identität der kleineren hier zusammengestellten Flötze in allen Fällen sicher ist, muß dahingestellt bleiben.

Im einzelnen ist zu der vorstehenden Übersicht der wichtigsten Flötze noch folgendes zu bemerken.

Silkstone, im größten Teile des Beckens eines der besten und wertvollsten Flötze. Gewöhnlich besteht es aus einer Oberbank (1′ bis 3′) und einer Unterbank (1′ 9″—3′ 7″), die durch ein etwa 1′ starkes Mittel getrennt sind. Es liefert ausgezeichnete Hausbrand- und Kokekohle. Im Norden wird es durch Schiefer bis zur Unbauwürdigkeit verunreinigt (Blocking oder Barcelona coal). Auch nach Süden, in Derbyshire, wird es unrein, worauf schon der Name „Black shale coal“ hindeutet. Dagegen zeigt das nächste Flötz, Middleton Main coal, seine günstigste Entwickelung im Norden und stellt so gewissermaßen einen Ersatz dar für die Verschlechterung von Silkstone, mit dem es hier zuweilen identifiziert, bezw. verwechselt worden ist. Flötz Parkgate (Deep Hard) ist durch das ganze Becken als gutes, bauwürdiges Flötz zu verfolgen. Es ist, besonders im Süden, mit $4^1/_2$—5′ guter Kohle das wertvollste Flötz nach Barnsley und Silkstone. Auch Flötz Thorncliff in diesem Horizont wird als Kesselkohle viel gewonnen. Die nächsten Flötze: Flocton (thin und thick), Joan, Swallow wood sind nur örtlich, besonders am Ausgehenden bauwürdig entwickelt. Das letztgenannte gewinnt im Norden als „Haigh moor“ größere Bedeutung. Bei Sharlston enthält es in 9′ 11″ Gesamtstärke 6′ 10″ beste Hausbrandkohle[1]). Flötz Barnsley ist das bedeutendste und wichtigste der mittleren coal measures und somit auch des ganzen Beckens. Seine Zusammensetzung ist äußerst merkwürdig. Eine Bank, als „Hards“ bezeichnet, liefert eine Magerkohle, die als Kesselkohle ersten Ranges Verwendung findet, andere Packen geben Hausbrand- und zum Teil Gaskohle. In den nördlichen Revieren nimmt die Güte der Kohle und damit der Wert des Flötzes (Warrenhouse, Gawthorpe) ab. High Hazles, 200—350′ über Barnsley, ist nur stellenweise bauwürdig, im übrigen oft unrein. Die folgenden Flötze sind gleichfalls nur von beschränkter Bauwürdigkeit

[1]) Das früher nicht besonders geschätzte Flötz wird neuerdings, nach Russel, mehr gewürdigt und gesucht. Nach Norden zerfällt es in zwei Bänke (s. das Profil von Roundwood, Fig. 140) durch ein Mittel, das nördlich Barnsley auf über 10 m anschwillt, so daß zwei Flötze entstehen: Netherton thick und N. thin coal.

und in den verschiedenen Revieren nicht sicher zu identifizieren. Im Norden hat „Stanley main coal“ größere Bedeutung (Kesselkohle). Die Flötze Scale (= Winter) und Woodmoor werden in der Gegend von Wakefield viel gebaut. Zu erwähnen ist eine marine Schicht im Dach von Abdy (Winter) mit Lingula mytiloides, Pterinopecten papyraceus, Glyphioceras sp. u. a., die bisher allerdings nur in Yorkshire gefunden zu sein scheint. Auch die höchste Gruppe enthält in den Flötzen Crofton-, Sharlston- und Shafton coal noch Vorräte wertvoller Kohle, die bisher erst in beschränktem Umfange nutzbar gemacht sind.

Über Einzelheiten im Aufbau der Schichtenreihe geben die nachstehenden Profile (Fig. 140) Aufschluß.

Ausdehnung und Grenzen des Beckens. Lange Zeit waren der Bergbau und alle Aufschlüsse auf den offen zutage liegenden westlichen Teil des Beckens beschränkt geblieben. Der Westrand des Deckgebirges, dargestellt durch den oben beschriebenen Steilrand des Zechsteins, bildete zugleich den Ostrand des Beckens im praktischen Sinne. 1854 teufte der Herzog von Newcastle bei Shireoaks, etwa in der Mitte zwischen Doncaster und Mansfield, zwei Schächte durch das Deckgebirge ab und tat damit den ersten Schritt zur Erschließung des verborgenen östlichen Teiles des Beckens. Im Jahre 1859 wurde hier in einer Tiefe von etwa 450 m (1530′) das vor allem gesuchte und begehrte Flötz Top Hard erreicht. Seitdem haben zahlreiche Schachtanlagen und Bohrungen aus neuerer und neuester Zeit den Bau und Umfang des Beckens in diesem Teile in ziemlich befriedigender Weise festgestellt. Seine endgültige Ostgrenze ist allerdings auch heute noch nicht sicher nachgewiesen, so daß in dieser Richtung noch immer einiger Spielraum für Vermutungen und Spekulationen, zum Teil ziemlich ausschweifender Art gelassen ist. Die wichtigsten Aufschlüsse, die für die Beurteilung dieser Frage in Betracht kommen, sind folgende.

Im Süden traf die Bohrung Ruddington, etwa 7 km südlich von Nottingham unter dem Deckgebirge sofort die unteren coal measures an, um weiterhin in den Millstone Grit einzudringen. Hier ist die Annäherung an den Südrand des Beckens durch das beginnende Ausheben der Schichten erwiesen. Dies wird bestätigt durch das Ergebnis zweier noch etwa 10 km weiter nach Südwesten bei Hathern im Soar-Tale angesetzten Bohrungen. Diese drangen unter der Trias sofort in das alte präkambrische Grundgebirge, dessen Gesteine weiter südlich im Charnwood-Forest zu Tage ausgehen. Diese bilden somit eine feste Grenze zwischen dem Becken von Yorkshire-Derbyshire im Norden und dem kleinen Leicestershire-Becken im Süden. Von größter Wichtigkeit ist die Lage und Verbreitung der höchsten Karbonschichten des Beckens, der upper coal measures, da diese naturgemäß — von etwaigen Störungen abgesehen — den innersten Teil der Mulde einnehmen und somit die Lage ihrer Achse bezeichnen müssen. Die Verbreitung dieser Abteilung ist bisher lediglich im südlichen Teile des Beckens, zwischen Notting-

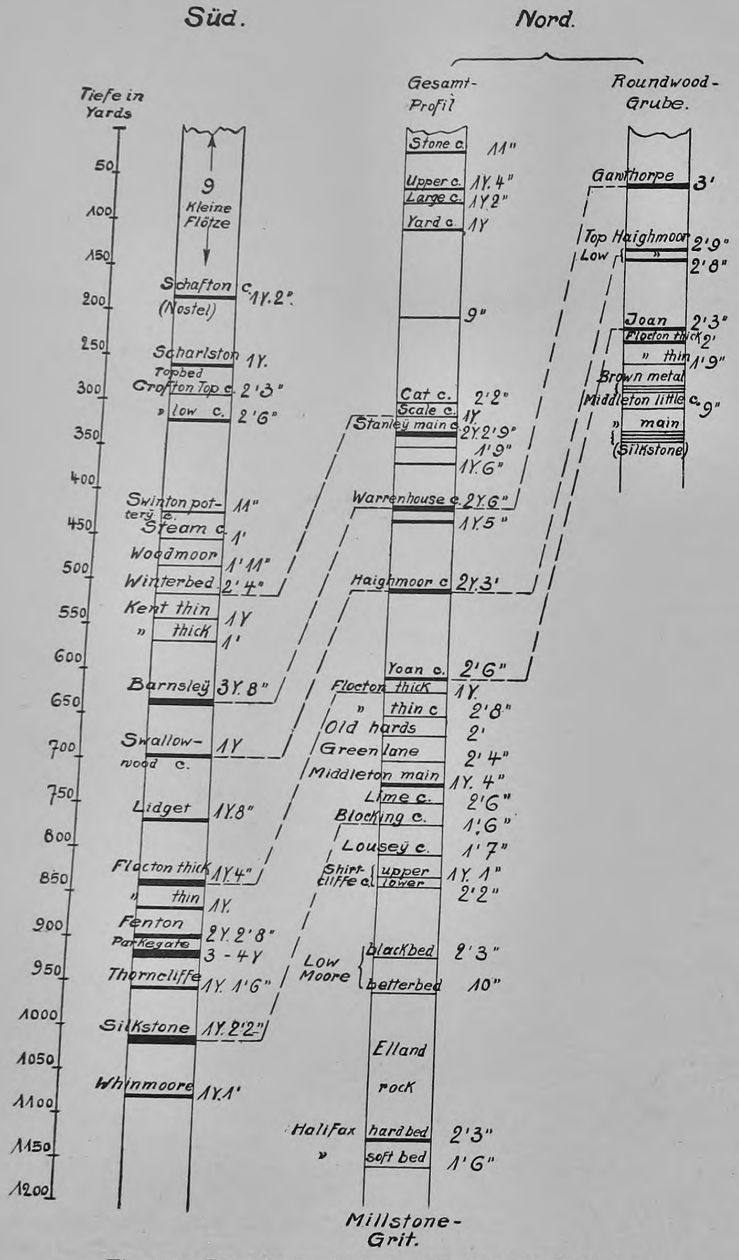


Fig. 140. Flötzfolge im Becken von Yorkshire (n. Nevin).

ham und Mansfield, in den Bohrungen Oxton, Gedling und Thurgarton[1]) nachgewiesen und nur in der letztgenannten, etwa 16 km nordöstlich von Nottingham wurde ein vollständiges Profil der Abteilung durchsunken, während die übrigen unter dem Deckgebirge nur noch die tiefste Stufe der oberen coal measures, die Etruria-Marl-Gruppe enthielten. Die Muldenachse wäre also etwa von Thurgarton aus in Nordsüdrichtung verlaufend zu denken. Dem entspricht auch die in vielen Gruben und Bohrungen dieses Gebietes gemachte Beobachtung über ein Verflachen der Schichten.

Der Ostrand des Beckens ist, wie gesagt, noch nicht sicher festgestellt. Es ist möglich, wohl wahrscheinlich, daß die Achse dem Westrande wegen dessen Aufrichtung an der Penninkette genähert ist, daß also der Ostrand in größerer Entfernung von dieser Achse zu suchen wäre. Damit käme man allerdings tief nach Lincolnshire hinein. Andererseits mahnt das Ergebnis der Bohrung von Kelham (am Trent, in der Nähe von Newark) zur Vorsicht. Hier sind die noch in Thurgarton, kaum 10 km südwestlich, so mächtig entwickelten oberen coal measures bereits verschwunden und die mittleren coal measures stoßen direkt am Deckgebirge ab. Es ergibt sich daraus, wenigstens für dieses Gebiet, ein unerwartet schnelles Ansteigen der Schichten gegen Osten. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis und der Aufschlüsse muß angenommen werden, daß der Ostrand des Beckens, wenigstens was seinen eigentlich produktiven Teil, die mittleren coal measures angeht, nicht weit über das Tal des Trent hinausreicht. Unbekannte Störungen oder erneute Muldenbildung könnten natürlich diese Grenze in unberechenbarer Weise verschieben.

Für die Entwickelung des Bergbaus kann man jedenfalls wohl mit Gibson bis auf weiteres den Trent als Ostgrenze annehmen und zwar auf Grund der Entwickelung und Verbreitung des Hauptflötzes „Top Hard". Dieses ist nämlich hier in noch weit höherem Grade als in dem alten westlich des Deckgebirges liegenden Becken fast ausschließlicher Gegenstand des Bergbaus[2]). Dieses Flötz aber muß nach den geschilderten Lagerungsverhältnissen in der Gegend des Trent ausheben. Außerdem verschwächt sich dieses sonst so mächtige Flötz gegen Osten und erreicht selten mehr als 3—4′ Mächtigkeit.

Gegenüber diesen auf die tatsächlich festgestellten Lagerungsverhältnisse begründeten Schlüssen fehlt es allerdings auch nicht an sehr optimistischen Auffassungen, wonach das Yorkshire-Becken sich unter ganz Lincolnshire hinziehen und seine Flötze erst am Boden der Nordsee ausheben sollten. In Ermangelung wirklicher Aufschlüsse berufen sich die Vertreter dieser Ansicht mit Vorliebe auf das häufiger beobachtete Vorkommen von Kohlegeröllen an der Küste von Lincolnshire — jedenfalls ein Argument von sehr zweifelhaftem Werte[3]).

---

[1]) Die in anderen Bohrungen angetroffenen roten Schichten sind wahrscheinlich durch Infiltration gefärbte mittlere coal measures.

[2]) Vgl. Gibson a. a. O., S. 54: „The coal workings are practically confined to the Top Hard coal — —" und weiter „At present there are no workings in the seams below the Top Hard, and those in the seams above this coal are confined to a few collieris". — Als rationell wird man ein solches, an Raubbau grenzendes Verfahren kaum bezeichnen können.

[3]) Vgl. Dunston, The eastern extension of the Midland coalfield and the exploration at Southcar. Transact. inst. min. eng. XII, 1896/97, S. 515. — Hier wird mit

Die kritische Zusammenstellung aller bisherigen Aufschlüsse durch Gibson läßt einen unmittelbaren Zusammenhang solcher Vorkommen — falls es sich dabei überhaupt um anstehendes Kohlengebirge handelt — wenig glaubhaft erscheinen. Nicht ausgeschlossen wäre natürlich das Vorhandensein selbständiger Becken an der Ostküste und unter der Nordsee.

2. Das Lancashire-Becken[1]).

Dem großen Becken von Yorkshire (mit Derbyshire und Nottinghamshire) auf der Ostseite der Penninachse entspricht auf der Westseite eine nicht minder ausgedehnte Ablagerung von produktivem Oberkarbon, die jedoch wegen der Lagerungsverhältnisse, und namentlich infolge der großen Ausdehnung und mächtigen Entwickelung des Deckgebirges äußerlich nicht als einheitliches und geschlossenes Becken in Erscheinung tritt. Es kann jedoch kaum zweifelhaft sein, daß die sämtlichen sog. Midland-Becken aufs engste zusammengehören und auch in der Tiefe tatsächlich zusammenhängen. Der ungefähre Umriß dieses einheitlich gedachten Hauptbeckens wird bezeichnet durch die Kohlenfelder von Süd-Lancashire, Cheshire, Nordwales (Flintshire und Denbighshire) und Nord-Staffordshire, an die sich im Süden die kleinen, mehr isolierten Vorkommen von Shropshire (Shrewsbury), Coalbrookdale, Forest of Wyre und Süd-Staffordshire anschließen. Mit letzterem dürften wieder die inselartig aus der Triasbedeckung Mittelenglands aufragenden Vorkommen von Warwickshire und Leicestershire unterirdisch zusammenhängen. Die äußerlich hervortretenden Grenzen dieses weiten Kohlenfeldes sind teils ursprüngliche, Grundpfeiler alten Gebirges, das den Ablagerungsraum der Kohlengebirgsschichten umschloß, teils nachträglich durch postkarbonische Faltung gebildet. Als ursprüngliche Schranken des Ablagerungsgebietes erscheint im Westen vor allen Dingen der ausgedehnte kambrische und silurische Gebirgsstock von Wales, an den sich die Karbonschichten des nordöstlichen Wales und von Shropshire (nebst Coalbrookdale) westlich anlehnen. Im Südwesten (Forest of Wyre, Worcestershire) übernimmt das Devon (Old red sandstone) entweder allein oder mit Aufbrüchen silurischer Schichten (Abberley Hills, Malvern Hills) die Abgrenzung in einer sehr unregelmäßigen, bald vor- bald einspringenden Linie. Im Süden ragen vereinzelte Gipfel des silurischen Grundgebirges im Bereich des Kohlenfeldes von Süd-Staffordshire und ebenso in der Umrahmung des Beckens von

besonderem Nachdruck die Vermutung einer Ausdehnung des Yorkshire-Beckens bis weit unter die Nordsee verfochten. Es wird besonders Bezug genommen auf das durch Lotungen wiederholt festgestellte Vorkommen von Kohlestückchen am Meeresboden etwa 80 km von der Küste von Lincolnshire, an einer aus diesem Grunde als „Coal pit" bezeichneten Stelle. Dunston vermutet an dieser Stelle den Ostrand des Beckens. Weitere Angaben finden sich in der Diskussion über die eingangs angeführte Arbeit von Lupton.

[1]) Dickinson, The leading features of the Lancashire coalfield. Trans. fed. inst. min. eng. XXX, 1905—6, S. 357 (daselbst auch Nachweis der älteren Literatur).

Warwickshire, des südöstlichsten Vorpostens der „Midland"-Becken empor; sonst ist hier alles von der gleichförmigen Triasdecke verhüllt, unter der — wie wir wissen — ein durchgehender Grundgebirgsrücken den karbonischen Ablagerungsraum Mittelenglands von dem südlichen (Südwales-Bristol-Kent) scheidet. Im Osten endlich ragt als äußerster Eckpfeiler der paläozoischen Umrahmung das alte Massiv von Charnwood Forest (bei Leicester) am Ostrande des Leicestershire-Beckens auf[2]).

Nachträglicher Bildung sind die spät- oder postkarbonisch aufgefalteten Gebirgssattelrücken im Norden und Osten des Lancashire-Beckens: dort die Querfalte des Longridge Fell und Pendle Hill, an der Ostseite der große penninische Längsrücken. Da diese Schranken erst nach Ablagerung des flötzführenden Oberkarbons aufgerichtet wurden, finden wir dessen nur durch Denudation abgetrennte Fortsetzung darüber hinaus sowohl im Norden (Cumberland und Durham-Northumberland) wie im Osten wieder (Yorkshire-Derbyshire). Nach Süden verflacht sich der Pennin-Sattel und taucht etwa in der Breite von Derby unter die Triasdecke, daher besteht, wie oben ausgeführt, weiter südlich keine Trennung zwischen den Becken der westlichen Gruppe (Staffordshire) und den östlichen Vorkommen (Warwickshire und Leicestershire).

Während so im Süden die Grenzen des großen westenglischen Hauptbeckens teils verdeckt sind, teils mit denen der Ostgruppe verfließen, zeigt der besser umgrenzte Nordabschnitt ausgesprochene Beckenform. Hier vereinigen sich die Teilbecken von Süd-Lancashire-Cheshire, Nordwales, Shropshire und Nord-Staffordshire zu einer elliptischen — nach Süden teilweise offenen — Mulde, deren Achse in NNO—SSW oder annähernd in der Richtung von Manchester auf Shrewsbury verläuft.

Auch in stratigraphischer Beziehung zeigen alle hierher gehörigen Reviere einen wesentlich übereinstimmenden Aufbau. Die vorkommenden Abweichungen einzelner sind nicht bedeutender, als man auch sonst bei verschiedenen Teilen ausgedehnter Becken beobachtet. Eine erhebliche Abweichung besteht bei den südlichen Vorkommen (Coalbrookdale, Forest of Wyre, Süd-Staffordshire, Leicester, Warwickshire) in dem Fehlen des ganzen Unterkarbons und des tieferen Oberkarbons. Die Ablagerung hat hier erst mit den „middle coal measures" begonnen. Man findet daher das produktive Oberkarbon in diskordanter Lagerung die verschiedensten älteren Formationen (Silur, Kambrium, Präkambrium) bedeckend. Es hat also im späteren Karbon eine „limnische Transgression" über Teile des alten Festlandes stattgefunden. Für sich allein betrachtet würden diese Ablagerungen als Vertreter des limnischen Typus erscheinen. Immerhin müssen auch sie wegen der dargelegten Beziehungen zu den zweifellos echt paralischen Becken von Lancashire, Nord-Staffordshire usw. ebenfalls dieser Gruppe beigezählt

[2]) Wie Bohrungen am Südrande des Yorkshire-Beckens gezeigt haben (s. S. 537), scheint auch zwischen diesem und dem Becken von Leicestershire eine mehr oder weniger vollständige alte Gebirgsscheide zu bestehen.

werden, um so mehr, als auch bei ihnen innerhalb der produktiven Reihe noch vereinzelt marine Schichten auftreten. Hiermit in Einklang steht auch das durchgängige Fehlen der höchsten Karbonstufe, der Ottweiler Stufe (Stéfanien), deren Entwickelung für die limnischen Becken des Kontinents so bezeichnend ist[1]).

Das eigentliche Lancashire-Becken umfaßt nahezu die ganze nördliche Hälfte der großen, im vorstehenden umschriebenen Kohlengebirgsmulde des westlichen Mittelenglands. Die produktiven Oberkarbonschichten erscheinen demgemäß — von örtlichen Abweichungen und Störungen abgesehen — in der Form einer breiten, annähernd halbkreisförmigen Zone, die nach Süden, zum Innern des Beckens, offen ist. Die Kohlengebirgsschichten ziehen sich aus der Gegend von Liverpool im Westen zunächst in nordöstlicher Richtung auf Wigan, biegen hier in die Ost-West-Richtung um und streichen so über Bolton und Bury bis in die Gegend von Middleton. Von Middleton bis Oldham herrscht südöstliches Streichen, mit dem die Schichten hier den Ostrand des Beckens erreichen, um nun ziemlich plötzlich nach Süden umzubiegen — von Oldham bis Ashton — und schließlich, in der Richtung auf Stockport sogar zeitweilig südsüdwestliches Streichen anzunehmen. Über Stockport setzt sich der Ostflügel der Mulde noch eine Strecke nach Süden fort und nähert sich damit dem Abschnitt von Nord-Staffordshire. Das Einfallen ist der Hauptmulde entsprechend auf allen Teilen dieses weiten Bogens stets nach dem Innern gerichtet, also der Reihe nach südöstlich, südlich, südwestlich und schließlich rein westlich. Mit diesem Einfallen tauchen die Kohlengebirgsschichten unter das Deckgebirge der Ebene von Cheshire, wo die Beckenmitte zu suchen ist. Wie mächtig hier das Deckgebirge anschwillt, zeigt u. a. eine Bohrung in Northwich (Süd-Lancashire), die mit fast 800 m (2600′) Tiefe im Buntsandstein stecken blieb. Das Kohlengebirge wäre hier erst in 1100—1200 m Tiefe zu erwarten[2]).

Dieser innere Teil des großen Lancashire-Cheshire-Beckens ist noch so gut wie unbekannt; insbesondere kann man über die Lagerungsverhältnisse des Kohlengebirges unter der mächtigen Triasdecke der Ebene von Cheshire nur Vermutungen haben. Während im allgemeinen wohl eine regelmäßige flach muldenförmige Lagerung und somit eine gleichförmige Verbreitung des produktiven Kohlengebirges im Untergrunde dieses Gebietes angenommen wird, vermutet Hull[3]) hier einen unterirdischen, in O—W-Richtung verlaufenden Sattel von älterem Karbon, der die ganze Ablagerung in ein nördliches und ein südliches Teilbecken zerlegen würde, während in der Sattelachse die flötzleeren Schichten des Millstone Grit — und vielleicht noch tiefere — unmittelbar gegen das Deckgebirge abstoßen würden). Dieser hypothetische Sattel sollte aus der Gegend

---

[1]) Die „upper coal measures“ sind, wie früher ausgeführt, noch der westfälischen Stufe einzureihen, obwohl sie in ihrem petrographischen Habitus und bei dem scheinbar lückenlosen Übergang ins Perm sehr an die Ottweiler Schichten des Kontinents erinnern.

[2]) Vgl. Rance, The depth to productive coal measures between the Warwickshire and the Lancashire coalfields. Trans. fed. inst. min. eng. X, 1895—96, S. 244.

[3]) Hull, On the evidence of a ridge of lower carboniferous crossing the plain of Cheshire beneath the Trias usw. Journ. geol. soc. London XXV, 1869, S. 171.

von Congleton im Osten in der Richtung des oberen Danetales, südlich an Chester vorbei auf die Lücke zwischen dem Flintshire- und dem Denbigshire-Becken verlaufen. Hulls Annahme stützt sich in erster Linie auf die verschiedenartige Ausbildung des Perms im Norden und im Süden dieser Linie („Lancashire-Typus" bezw. „Salopian Type"). Der Aufbruch von Millstone Grit zwischen den beiden genannten Teilbecken von Nord-Wales (Denbighshire und Flintshire) scheint eine gewisse Bestätigung für diese Auffassung zu erbringen.

Die Schichtenneigung ist im allgemeinen mäßig und verflacht sich nach dem Innern des Beckens noch weiter. Nur am Ostrande herrscht, in Anlehnung an den penninischen Gebirgsrücken, stellenweise steilere Schichtenstellung und ebenso am äußersten Nordrande am Pendle Hill und bei Clitheroe unter dem Einfluß des früher erwähnten Quersattels, der unser Gebiet von den nordenglischen Becken — speziell Cumberland — scheidet. Gewissermaßen ein Vorläufer dieses großen Sattels am Nordrande des ganzen Beckens ist die kleinere Welle, die nördlich von Wigan, Bolton und Bury den Millstone Grit an die Oberfläche bringt und damit den Abschnitt von Burnley vom Hauptbecken scheidet. Falls sich die oben besprochene Vermutung von Hull betreffs des unterirdischen Rückens unter der Ebene von Cheshire bestätigt, hätten wir darin eine dritte, noch tiefer liegende Falte desselben Systems zu sehen.

Eine Reihe ziemlich bedeutender Verwerfungen durchsetzen besonders den Nordflügel des Beckens. Große Verwerfungen scheinen zunächst das westliche und südwestliche Ende der Ablagerung, bei Ormskirk und in der Gegend von Liverpool abzuschneiden. Es folgt der bedeutende Sprung von Up Holland mit ca. 600 m Verschiebung. Der Bezirk von Wigan wird durch eine Anzahl paralleler Verwerfungen von 100—500 m Sprunghöhe in schmale Streifen („belts") zerlegt. Wohl die bedeutendste Störung ist die Verwerfung des oberen Irwell-Tales, oberhalb Manchester, die sich äußerlich durch den einspringenden Winkel am Südrande des Beckens zu erkennen gibt; ihre Verwurfshöhe mag etwa 1000 m betragen. Schließlich gehört noch hierher die große westliche Grenzverwerfung des Horstes von Manchester (s. u.). Alle diese Störungen verlaufen annähernd parallel in NNW—SSO-Richtung. Weniger bedeutend ist ein anderes System von ungefähr streichenden, d. h. südwest-nordöstlich bis west-östlich verlaufenden Sprüngen.

Der nördlichste Teil des ganzen Beckens wird durch einen Sattel von Millstone Grit nahezu völlig vom Hauptbecken getrennt. Dieser Abschnitt wird auch wohl als das Becken von Burnley bezeichnet. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem Hauptbecken besteht nur am Ostrande, wo die unteren coal measures in der Gegend von Rochdale aus dem Hauptbecken in die Mulde von Burnley fortsetzen.

Im Innern des Beckens ragt, im nordöstlichen Winkel eine annähernd dreieckige Kohlengebirgsscholle, etwa 7 km lang und an der Basis 2,5 km breit, als Horst aus dem Deckgebirge hervor. Ihr westliches Ende trägt den nordöstlichen Teil der Stadt Manchester, nach der dieses kleine Kohlenfeld zweckmäßig benannt wird.

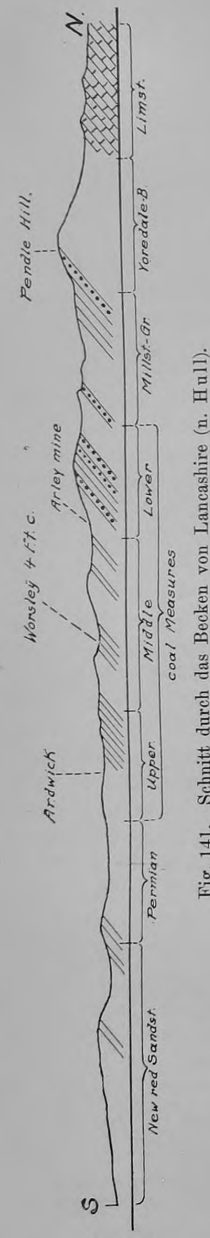


Fig. 141. Schnitt durch das Becken von Lancashire (n. Hull).

Für die Ausdehnung des Hauptbeckens (ohne Burnley) gibt Hull folgende Werte: Länge in der Ost-West-Richtung, etwa auf der Linie Wigan-Oldham, ungefähr 50 km (32 engl. Meilen), Breite im Mittel 9—10 km (6 Meilen). Den Flächenraum berechnet Hull einschl. des Burnley-Beckens und des Reviers von Manchester auf etwa 550 qkm (217 Quadratmeilen). Diese Angaben beziehen sich lediglich auf den nicht vom Deckgebirge verhüllten Teil der ganzen Ablagerung.

Die Schichtenfolge des Lancashire-Beckens umfaßt über dem Millstone Grit die drei Hauptabteilungen des englischen produktiven Oberkarbons. Ihre Mächtigkeit beträgt nach Dickinson rund 2000 m (2150 Yards), nach Hull ziemlich übereinstimmend damit 6000—7000′.

Die untere Abteilung, die lower coal measures („Gannister series“) umfaßt die Schichten vom obersten Millstone Grit („rough rock“) aufwärts bis an das Leitflötz Arley mine an der Basis der mittleren Gruppe, in einer Mächtigkeit von 400—600 m (1400—2000′ nach Hull). Der bescheidene Kohlengehalt dieser Gruppe wird durch die „mountain mines“ oder Gannister-Flötze geliefert. Zwei Flötze, lower and upper mountain mine genannt, haben in diesem Horizont eine gewisse praktische Bedeutung. Das tiefere ist $1^1/_2$—$2^1/_2$ Fuß, das obere nur 1 bis $1^1/_2$ Fuß mächtig. Das letztere, auch „Bullion coal“ oder „upper foot coal“ genannt, bildet einen wichtigen Leithorizont durch die in seinem Dach auftretenden marinen Versteinerungen (Goniatiten usw.). Es gibt sich hierdurch als Vertreter des Halifax hard bed oder „Pecten seam“ von Yorkshire zu erkennen. Das im eigentlichen Lancashire meist 50—60 m messende Mittel zwischen beiden Flötzen verschwächt sich nach Norden, so daß beide im Nebenbecken von Burnley zu einem einzigen, dem „Gannister four feet“-Flötz verschmolzen erscheinen, das in seinem Dach die marine Leitschicht bewahrt. Überhaupt nimmt der Flötzreichtum der Abteilung nach Norden erheblich zu und bildet so den Übergang zu der günstigen Entwickelung in Nordengland. Als Beispiel für die Ausbildung dieser Gruppe an der Ost- und Nordostseite des Beckens kann das

nachstehend wiedergegebene Profil der Grube Mossley bei Ashton dienen:

Schichtenfolge	Mächtigkeit in m		Bemerkungen
Fourty yards mine . . .	1,35		Hierüber bei Oldham noch rund 250 m „lower coal measures“ mit einigen dünnen Flötzen.
Mittel		31	
Upper foot mine	0,30		Mit mariner Schicht (Aviculopecten u. Goniatiten).
Mittel		14	
Three quarter od. Gannister coal	0,55		
Mittel		9	
Lower foot mine	0,15		
Mittel		82	
Sandrock coal	0,15		
Mittel (mit einem kleinen Flötz)		195	
Victoria mine	0,55		Das wichtigste Flötz der Abteilung in dieser Gegend.
Mittel		12	
Kohle	0,15		

Diese Entwickelung hält nördlich bis in die Gegend von Bacup an. Nach Westen, bei Bury, verschwächt sich Gannister coal, während „Sandrock“ bauwürdig wird. Noch weiter westlich wird „Gannister“ wieder bauwürdig und gegen das Westende sind nur die drei höchsten Flötze (Gannister, upper foot und fourty yards) entwickelt.

Die „middle coal measures“ sind auch hier die weitaus wichtigste Schichtengruppe, da sie in ihren Flötzen den größten Teil des gesamten Kohlenvorrates enthalten. Die Grenzen der Abteilung sind gegeben durch die Leitflötze „Arley mine“ an der Basis und „Worsley“ an der oberen Grenze. Die Mächtigkeit beträgt etwa 900 m (3000′ nach Hull). Den Aufbau der Gruppe zeigt die nachstehende Übersicht:

1. St. Helens	2. Wigan	3. Zwischen Bolton u. Manchester
„Upper coal measures“ (ohne bauwürd. Flötze) ca. 600 m	„Upper coal measures“	„Upper coal measures“ (mit 17 nicht bauwürd. Flötzen) ca. 400 m.
Lyons Delf (unbauwd.)	16. Riding coal . 2′ 6″	16. Worsley four feet coal . . . . . 4′ 3″
Mittel 15 m	Mittel ca. 180 m	Mittel ca. 265 m mit 25 schwachen Flötzen (unter 2′)

(Fortsetzung siehe nächste Seite.)

Schichtenfolge	2. Wigan	3. Zwisch. Bolton u. Manchester
„Upper coal measures“ (ohne bauwürd. Flötze) ca. 600 m	„Upper coal measures“	„Upper coal measures“ (mit 17 nicht bauwürd. Flötzen) ca. 400 m
London Delf (unbauwd.) 25 m	15. Ince yard c. . 3′ 45 m	15. Binn coal . . . 3′ 6″ 23 m Albert mine . . 3′ 3″ 13 m
Potato Delf (unbauwd.) 12 m	14. Ince four feet coal. . . . . 4′ 25 m	14. Crumbourke coal 4′ 43 m
Earthy Delf (unbauwd.)	13. Ince seven feet c. . . . 3′ 9″ 20 m	13. Rams mine. . . 5′ 6″
85 m	12. Furnace mine 3′ 9″ 75 m	Mittel 75 m mit zwei dünnen Flötzen (Nr. 11 u. 12)
St. Helens main coal . . . . . 9′ 9 m	11. Pemberton five feet . . 4′ 6″ 22 m	
Four feet coal . 3′ 6″ 16 m	10. Pemberton four feet coal. 4′ 134 m	10. White coal . . 3′ ca. 6 m Black coal. . . 3′ 14 m
Cannel . . . . 1′ 6″ 83 m		
Ravenhead main coal . . . . . 7′ 30 m	9. Wigan five feet coal. . . 4′ 6″ 19 m	9. Old doe c. (in drei Bänken) . . . . 8′ 9 m
Bastions mine . 5′ 3,5 m	8. Wigan four feet c. . . . 4′ Mittel 113 m darin:	8. Five quarters c. 3′ 6″ Mittel 80 m mit drei dünnen Flötzen
Roger nine feet c. (Higher Roger c.) 4′ 55 m	7. Nine feet mine 5′ 6″	7. Trencher bone c. 3′ 6″—6′ 30 m
	6. Cannel . . 1—3′ 1 m	6. Cannel mine . . 4′ 6″ 17 m
Flaggy Delf . . 4′	5. Kings coal . 4′ Mittel 70 m mit Flötz „Ravin mine“	5. Saplin coal. . . . 4′ 30 m Plodder coal 34 m
	4. Yard coal . . 3′ 45 m	4. Yard mine . . . 3′
Mittel 135 m darin Lower Roger coal	3. Bone coal . . 2′ 9 m	Mittel 50 m mit vier schwachen Flötzen
2. Rushy Park c. 4′ 6″ 49 m	2. Smith c. (Rushy park c.) . . . 3′ 54 m	2. Three quarter c. 2′ 60 m
1. Little Delf . . 3′	1. Arley mine 3′—4′ 6″	1. Arley mine (Riley mine, Dogshaw mine) . . . 3′ 6″—4′ 6″

„Lower coal measures“ mit den „mountain mines“ („Gannister“-Flötze).
Marine Schicht über „Bullion coal“ (upper mountain mine“).

Basis: Millstone Grit, mit „rough rock“ an der oberen Grenze.

Arley mine ist nicht nur eines der wirtschaftlich wertvollsten Flötze, sondern ebenso durch seine ausgedehnte Verbreitung und gleichförmige Entwickelung im ganzen Becken ausgezeichnet. Dasselbe Flötz findet sich im Yorkshire-Becken als „Silkstone“ und in Nord-Staffordshire als „Cockshead coal“, es ist somit eins der ausgedehntesten und stratigraphisch wichtigsten Flötze in ganz Mittelengland. In verschiedenen Bezirken von Lancashire führt es noch die Namen Dogshaw[1]) (bei Bury), Little Delf (bei St. Helens), Riley mine (bei Bolton), Orrell (?), Four feet, Royley, Fulledge main coal (in Burnley). Es liefert eine ausgezeichnete Gas- und Kokekohle. Nach Westen (St. Helens) und Norden nimmt es an Mächtigkeit und Güte ab.

Sehr beständig ist auch das folgende Flötz „Rushy Park“ oder Smith coal, das am günstigsten bei Wigan und St. Helens entwickelt ist, so daß es hier gewissermaßen einen Ersatz für die Verschlechterung von Arley mine in dieser Richtung bietet.

Bone coal von Wigan scheint dem „lower Roger coal“ von St. Helens zu entsprechen; beide sind kaum bauwürdig. Etwas besser und in größerer Ausdehnung bauwürdig ist Yard mine, das eine backende Kohle liefert. King's coal und das berühmte Cannel-Flötz von Wigan sind eng verbunden. Letzteres erreicht seine günstigste und wertvollste Ausbildung mit 90 cm reiner Cannel-Kohle nur in der unmittelbaren Umgebung dieses Ortes und verschwächt sich von hier aus nach allen Richtungen. Auch Kings coal ist ziemlich unbeständig; es liefert, wo es gebaut wird, eine leidliche Hausbrandkohle. Das „Neun-Fuß-Flötz“ von Wigan und St. Helens ist stark mit Schiefer verunreinigt und daher trotz seiner Mächtigkeit nicht bauwürdig. Südlich von Wigan soll es als „six feet“-Flötz gebaut werden. Ihm entspricht im Manchester-Distrikt Flötz Trencherbone, eins der wertvollsten dieser Gegend. Auf Outwood colliery, zwischen Manchester und Bolton, erreicht es 3 m Stärke und gibt eine gute Gaskohle, die auch für häusliche Zwecke Verwendung findet. Auf Clifton Hall, etwas südlich von Outwood, verschwächt sich das Flötz auf 1,80 m in zwei Bänken.

„Wigan four feet“ (five quarters) ist ziemlich unwichtig; es enthält bei Wigan eine Bank Cannel-Kohle. Sehr wertvoll ist wieder das nächstfolgende Flötz „five feet“ von Wigan bez. „Doe mine“ (oder old Doe) von Manchester, das eine vortreffliche Kesselkohle liefert.

Der Zwischenraum bis zur Pemberton-Gruppe enthält im Wigan-Bezirk keine bauwürdigen Flötze, dagegen werden bei St. Helens in dieser Zone die Flötze „Cannel“ und „four feet“ stark gebaut.

Es folgt die Gruppe der Pemberton-Flötze in wechselnder Ausbildung („Florida“-Flötze von Haydock). Flötz „four feet“ ist bei Wigan bauwürdig und führt Hausbrandkohle; es verschwächt sich nach Osten (auf 30 cm in Pendleton bei Manchester). Stellenweise verschmilzt es mit dem schwachen „two feet“ zum „great seven feet seam“ (Bicker-

[1]) Nach anderer Auffassung würde „Dogshaw“ dem Flötz Plodder entsprechen.

shaw, Radcliff), dieses spaltet sich wiederum nach Osten (Clifton) in das „Black"- und „White"-Flötz. Bei Bolton vereinigen sich diese beiden zum „lower three yard" oder „ten feet seam", dessen liegende Bank sich wieder als „Gingham"-Plötz abspaltet.

Ähnliche Verhältnisse herrschen in der Ince-Gruppe. Hier ist das tiefste Flötz („seven feet" oder „Rams mine") besonders in den östlichen Bezirken gut entwickelt und bauwürdig.

Von dieser Gruppe wird das obere Grenzflötz der „middle coal measures" durch ein im Osten sehr mächtiges, nach Westen stark abnehmendes Mittel getrennt. Dieses Grenzflötz „Worsley four feet" („Riding coal") ist zugleich das höchste, wenigstens in größerer Ausdehnung bauwürdige Flötz der ganzen Ablagerung.

Marine Schichten sind von mehreren Punkten bekannt, doch ist ihre Stellung im Profil oft nicht sicher festgestellt. Als Leitschicht kommt in erster Linie eine solche im Hangenden von Arley mine in Betracht, die wohl der beim Yorkshire-Becken erwähnten im Hangenden von Silkstone entspricht. Ein zweiter, wohl ebenfalls durchgehender Meereshorizont findet sich nahe der oberen Grenze der ganzen Abteilung, im Liegenden von Worsley four feet.

Die oberste Gruppe endlich, die „upper coal measures" sind für den Bergbau ohne Bedeutung. Sie bilden einen schmalen Saum an der Innenseite des Beckens und müssen sich unter dem Deckgebirge fortsetzen. Ihre vollständigste Entwickelung zeigt diese Gruppe in der Scholle von Manchester (s. u.).

Mit einigen Worten möge hier schließlich noch auf die etwas abweichenden Verhältnisse in den nördlichen Nebenbecken von Burnley und in dem Horst von Manchester eingegangen werden.

Die Mulde von Burnley ist ausgezeichnet durch die mächtige und vorteilhafte Entwickelung der unteren Gruppe (lower coal measures). „Upper foot" und „Gannister coal" (vgl. die Tabelle S. 545) verschmelzen hier zum „Gannister four feet"-Flötz mit 1,20 m Kohle. Auch das höhere Flötz „upper mountain mine" (? = fourty yards coal) ist mit 0,60 m und darüber durchweg bauwürdig. Diese Gruppe stellt auch allein die Verbindung mit dem Hauptbecken her, indem sich ihre Schichten um das Ostende des trennenden Rückens von Millstone Grit herumziehen. Darüber lagert sich im Inneren der Mulde noch ein erheblicher Teil der „middle coal measures" ein, beginnend mit dem Vertreter von Arley mine, dem „Fulledge main"-Flötz. Nach Hull zeigt die Gruppe hier folgende Entwickelung:

Mittel	30′
Doghole coal	6′
Mittel	21′
Kershaw coal	3′
Mittel	81′
Shell coal	$2^1/_2$′
Mittel	18′

Main coal	5′	
Mittel	33′	
Maiden coal	3′	
Mittel (mit 8 schwachen Flötzen)	162′	
Lower yard (five feet) c.	5′	
Mittel	21′	
Lower bottom (four feet) c.	$3^1/_2$′	
Mittel	78′	
Unreine Cannelkohle	$2^1/_4$′	
Mittel	21′	
Thin coal	$2^3/_4$′	
Mittel	66′	
Great mine	5′	(davon 4′ Kohle: $2^1/_2$′ Oberbank, $1^1/_2$′ Unterbank)
Mittel	201′	
China bed	2′	
Mittel	99′	
Dandy bed	2′	
Mittel	141′	
Fulledge main coal	4′	

Die wertvollsten Flötze dieser Reihe sind Fulledge main, Great mine und Thin coal.

Der Horst von Manchester stellt eine annähernd dreieckige, von Verwerfungen begrenzte Kohlengebirgsscholle inmitten des Deckgebirges dar. Ihre Länge in der NW—SO-Richtung beträgt etwa 7 km ($4^1/_2$ engl. Meilen), die Breite 2,5 km ($1^1/_2$ Meilen). An der Oberfläche treten nur die höchsten, unproduktiven Schichten des Kohlengebirges, den upper coal measures angehörig, zu Tage. Diese hangendsten Schichten werden von einer eigenartigen, sehr kalkreichen Gruppe — etwa 150 m mächtig — gebildet, die als „Ardwick limestone“ früher zum Zechstein gerechnet wurde. Darunter folgen weitere 600′ graue Schichten mit dünnen Kalkbänken (? Spirorbiskalk), aber ohne bauwürdige Flötze (unteres „Staffordian“ nach Kidston), und erst dann die flötzführende Schichtenreihe. Letztere enthält, nach Dickinson, die folgenden Flötze:

Openshaw
Charlotte
Three quarter
Bradford four feet
Yard coal
New coal
Doctor
Two feet coal
Parker coal.

Die Stellung dieser Flötze in bezug auf das allgemeine Profil von Lancashire ist noch wenig geklärt. Jedenfalls nehmen sie, wie aus der Überlagerung durch „upper coal measures“ hervorgeht, ein sehr hohes Niveau ein. Meistens wird „Bradford four feet“ für den Vertreter von „Worsley four feet“ im Hauptbecken gehalten, so daß hier die Grenze von „upper“ und „middle coal measures“ liegen würde[1]). Nach anderer Auffassung wäre Parker mine mit „Worsley four feet“ gleich zu setzen.

Jedenfalls muß die Hauptflötzgruppe, bis hinab zu Arley mine, in sehr großer Tiefe liegen.

3. Nord-Staffordshire („Potteries-coalfield“)[2]).

Fast unmittelbar an das Südende des Lancashire-Beckens schließt sich, nur wenig gegen Westen verschoben, das Nordende einer neuen Oberkarbonmulde, zunächst schmal beginnend und im Fortstreichen nach Süden sich bald stark verbreiternd. Es ist das nicht sehr große, aber durch seinen Kohlen- und Eisenerzreichtum bedeutende Kohlenfeld von Nord-Staffordshire.

Förderung und Vorräte. Mit einer Jahresförderung von etwa 7 Mill. Tonnen liefert Nord-Staffordshire nur einen bescheidenen Anteil zu der Gesamtproduktion Englands. Dagegen ist der noch vorhandene Kohlenvorrat sehr bedeutend; er wird auf 4,4 Milliarden Tonnen veranschlagt.

Neben der Kohle besitzen auch die Eisensteinflötze dieses Bezirks einen bedeutenden Wert. Solche sind namentlich in der unteren Abteilung der „upper coal measures“ — der sog. Blackband-Serie — entwickelt (vgl. Tabelle S. 554). Auch in den „lower coal measures“ findet sich ein bauwürdiges Eisensteinflötz.

Außer Kohle und Eisen sind auch noch die ebenfalls im oberen Teile der Schichtenreihe (Etruria-marl-Gruppe) vorkommenden feuerfesten Tone von wirtschaftlicher Bedeutung. Sie wurden die Grundlage der bedeutendsten keramischen Industrie Englands, die besonders durch Wedgwood zu höchster Blüte und Weltruf gebracht wurde. Hauptsitze des Töpfergewerbes sind die Orte Burslem, Newcastle-under-Lyne,

---

[1]) Vgl. Kidston, Quart. Journ. geol. soc. **61**, 1905, S. 320.

[2]) Hedley, J., Mines and mining in the N.-St.-coalfield. Trans. North of Engl. inst. min. eng. II, 1853/54, S. 242. — Ward, J., The geological features of the N.-St.-coalfields. Trans. N.-St. inst. min. and mech. eng. X, 1890, S. 26 u. 57. — Wheelton Hind, The sequence of the carboniferous rocks in N.-St. Trans. fed. inst. min. eng. XXII, 1901/2, S. 219. — Stobbs, J. T., Recent work in the correlation of the measures of the Pottery coalfield of N.-St. with suggestions for further development. Trans. fed. inst. min. eng. XXII, 1901/2, S. 229. — Gibson, W, The upper coal measures surrounding the margins of the N.-St.-coalfield and their bearing on the extension of the coalfield to the west. Trans. fed. inst. min. eng. XX, 1900/01, S. 73. — Stobbs, J. T., Notes on the map and sheet memoir of the N.-St.-coalfield recently published by the geol. survey of Great Britain. Trans. fed. inst. min. eng. XXV, 1902/3, S. 52.

Stoke-upon-Trent, Hanley, Etruria u. a. Die oft angewandte Bezeichnung des Beckens als „potteries-coalfield“ bezieht sich auf diese Industrie.

Form, Ausdehnungs- und Lagerungsverhältnisse. Das Kohlengebirge nimmt im Bezirk von Nord-Staffordshire an der Oberfläche einen Raum von etwa 200—250 qkm (75—100 engl. Quadratmeilen) ein und bedeckt eine annähernd dreieckige Fläche, deren Spitze im Norden bei Congleton liegt, während die Basis ungefähr durch die Linie Longton-Hanford-Madeley bezeichnet wird (s. Karte Fig. 142). Die Länge beträgt in der N—S-Richtung rund 20 km (12 engl. Meilen), die größte Breite 13 km (8 Meilen). Im Osten wird das Kohlengebirge

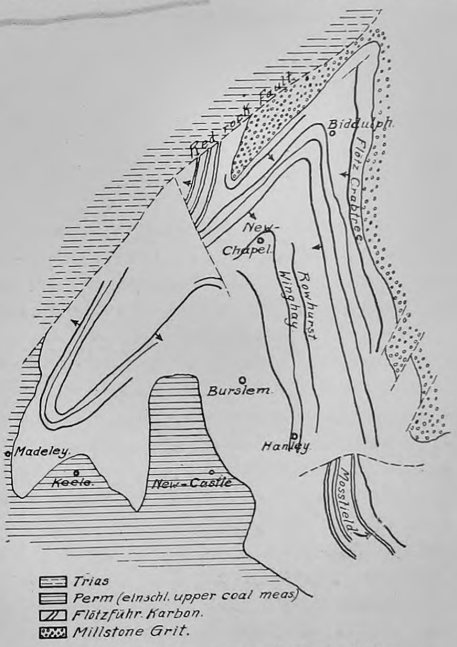


Fig. 142. Becken von Nord-Staffordshire.

begrenzt durch die sich hier zur penninischen Gebirgsachse heraushebenden Schichten des Millstone Grit, wogegen es nach Süden und Westen unter die jüngeren Deckgebirgsschichten des Perm und der Trias einsinkt und unter dieser Bedeckung fortstreichend zu denken ist. Es entspricht dies der früher gekennzeichneten Stellung des Nord-Staffordshire-Beckens im Rahmen der großen zusammenhängenden Kohlengebirgsablagerung des westlichen Mittelengland. Es bildet einen Teil des Ostrandes der großen Mulde von Lancashire, Cheshire usw. und zwar den mittleren Abschnitt zwischen dem Südzipfel des Lancashire-Beckens im Norden und den Vorkommen von Coalbrookdale und Shrewsbury (bezw.

auch Süd-Staffordshire) im Süden. Die Schichten, die hier nach Westen unter die Ebene von Cheshire tauchen, erscheinen jenseits dieser wieder in den Kohlenfeldern von Nord-Wales (Flintshire, Denbigshire). Diese sind also als der westliche Gegenflügel von Nord-Staffordshire zu betrachten. Für diese Auffassung spricht nicht nur die allgemeine Anordnung dieser Teilbecken und ihre Lage in der großen Hauptmulde, sondern sie wird noch weiter bestätigt durch die weitgehende Übereinstimmung in der Ausbildung und im stratigraphischen Aufbau des Kohlengebirges in den beiden gegenüberliegenden Beckenrändern: Nord-Staffordshire im Osten und Nord-Wales im Westen.

Die Schichten des Millstone Grit, die das Nord-Staffordshire-Becken im Osten begrenzen, erleiden noch einmal eine muldenförmige Einsenkung, die mit flötzführendem Oberkarbon erfüllt ist und so das kleine Becken von Cheadle bildet, das sich in jeder Beziehung als ein nur tektonisch abgetrennter Teil jener größeren Ablagerung erweist.

Tektonik. In tektonischer Beziehung weist der als „Becken von Nord-Staffordshire“ bezeichnete Abschnitt ziemlich verwickelte Verhältnisse auf. Faltungen und Verwerfungen spielen darin eine sehr bedeutende Rolle, so daß statt des gleichförmigen westlichen Einfallens, welches man hier am Ostrande der Hauptmulde erwarten würde, ein vielfacher Wechsel im Streichen und Fallen eintritt. Zwei Spezialfalten beherrschen insbesondere den Bau dieses Gebietes: eine östliche Mulde, deren Achse in NNO—SSW-Richtung verläuft, wird westlich von einer scharfen Sattelfalte begrenzt. Die Mulde ist am Nordende geschlossen und hier wie auf der Ostseite von Millstone Grit umgeben; sie öffnet sich weit gegen Süden, bis sie bei Keele und Newcastle-under-Lyne von Perm und weiterhin von Trias bedeckt wird. Die Sattelachse verläuft mehr südwest-nordöstlich, so daß beide gegen Norden konvergieren; hierdurch sowie durch die Verbreiterung der Mulde nach Süden kommt die dreieckige Form des Ganzen zustande.

Bedeutende Verwerfungen durchsetzen das Kohlengebirge. Die wichtigste ist diejenige, welche das Karbon im Westen abschneidet und es in einer SSW—NNO gerichteten Linie mit dem Buntsandstein in Berührung bringt. Die Sprunghöhe dieser als „red rock fault“ von Cheshire bekannten Verwerfung beträgt 600—700 m. Ein ähnlicher und nahezu gleichbedeutender Sprung mit entgegengesetztem, also östlichem Einfallen begrenzt den westlichen Sattel im Osten, so daß sich also dieses Gebiet tektonisch als Horst darstellt. Auch die Ostgrenze wird, wenigstens im Süden, bei Longton, durch eine Verwerfung gebildet. Auf die zahlreichen kleineren Sprünge, die das Kohlenfeld im Innern teils parallel zu jenen großen Verwerfungen, teils annähernd senkrecht dazu — also ungefähr ost-westlich — durchsetzen, braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Stratigraphie. Die karbonische Schichtenfolge zeigt in Nord-Staffordshire noch die vollständige, für Mittelengland typische Entwickelung, im Gegensatz zu den südlichen „Midlands“ (Süd-Staffordshire,

Coalbrookdale, Wyre forest usw.), wo große Lücken, verbunden mit Diskordanzen, die Formationsreihe unterbrechen. Über normalem, d. h. rein kalkigem, dickbankigem Kohlenkalk folgt die Übergangszone der als „Pendleside-Gruppe“ bezeichneten, größtenteils noch marinen, z. T. sehr fossilreichen, unreinen Kalke und Schiefer und mit diesen eng verknüpft, z. T. wechsellagernd, die charakteristische Sandsteinbildung des echten Millstone Grit. Die letztere nähert sich hier der Südgrenze ihrer Verbreitung; es ist daher der Millstone Grit im Norden des Gebiets noch mächtig entwickelt, nimmt aber gegen Süden an Mächtigkeit ab, um schließlich ganz zu verschwinden.

Das produktive Oberkarbon ist mit seinen drei Hauptabteilungen, den lower, middle and upper coal measures, vollständig und in mächtiger Entwickelung vertreten. Die Ausbildung des Oberkarbons in Nord-Staffordshire kann geradezu als typisch für den Midland-Bezirk — in dem unser Gebiet eine ziemlich zentrale Lage einnimmt — bezeichnet werden. Namentlich sind die „upper coal measures“ durch mächtige und vollständige Entwickelung ausgezeichnet, ähnlich wie in Nord-Wales, das, wie oben gezeigt, als westliches Gegenstück zu dem Vorkommen von Nord-Staffordshire zu betrachten ist.

Die Verteilung der Flötze entspricht der in ganz Mittelengland herrschenden Regel, wonach der größte Kohlenreichtum in den „middle coal measures“ vereinigt ist, während die „lower coal measures“ nur einige wenige, z. T. auch noch wertvolle Flötze enthalten; in den „upper coal measures“ enthält nur die mittlere Gruppe (Newcastle-under-Lyme-series) einige dünne, höchstens örtlich bauwürdige Flätze. Diese im ganzen also als unproduktiv zu bezeichnende Gruppe ist auch hier durch ihre vorwiegend rote Farbe sowie durch das Vorkommen dünner Kalkbänke mit Spirorbis gekennzeichnet.

Als stratigraphisch wichtige Leitschichten sind besonders die in verschiedener Höhe der Schichtenreihe auftretenden marinen Einlagerungen hervorzuheben. Stobbs[1]) führt im ganzen 11 marine Schichten aus den lower und middle coal measures von Nord-Staffordshire auf, die jedoch nicht alle gleiche Bedeutung und Verbreitung haben. Die wichtigsten sind folgende. Die tiefste Schicht (A) erscheint in den unteren coal measures, etwa 300′ über der Basis (Millstone Grit) im Dach von Flötz „four feet“ (oder crab tree). Sie enthält Gastrioceras Listeri, Pterinopecten papyraceus, Posidoniella laevis, Schizodus antiquus. Diese Schicht stellt einen der beständigsten Fossilhorizonte des Kohlengebirges in ganz Mittelengland dar und ist daher von größter Bedeutung. Wir finden ihn überall, wo die „lower coal measures“ überhaupt entwickelt sind: im Yorkshire-Nottingham-Becken als marine Schicht im Dach von Hard bed (Pecten seam), im Lancashire-Becken über Bullion (upper foot-) coal. Demnächst sind von größerer Wichtigkeit

[1]) The marine beds in the coal measures of North Staffordshire, with notes on their palaeontology by Wheelton Hind. Quart. Journ. geol. soc. **61**, 1905, S. 495.

die in den „middle coal measures“ auftretenden marinen Schichten B, über Flötz „Seven feet Banbury“, die wahrscheinlich mit der Schicht über Flötz Silkstone von Yorkshire bezw. Arley mine von Lancashire zu parallelisieren ist, ferner das Vorkommen unter Flötz Moss (oder Mossfield), C, mit Lingula mytiloides und endlich die marine Schicht D im Dach von Flötz Bay coal oder Ladys coal mit reicherer Fauna (Lingula mytiloides, Pterinopecten papyraceus, Gastrioceras Listeri, Productus sp., Spirifer sp., Orthoceras sp. u. a. m.). Außer diesen durchgehenden Schichten zählt Stobbs noch eine Reihe weiterer Vorkommen mariner Reste auf, die nur von einzelnen oder wenigen Punkten bekannt sind.

Die upper coal measures erreichen hier ihre mächtigste und vollständigste Entwickelung, wodurch sich ein kurzes Eingehen auf die Verhältnisse dieser Gruppe rechtfertigt[1]). In ihrer Gesamtheit unterscheidet sich diese Schichtenreihe durch vorwiegend rote (und grüne, auch violette) Farbe, die hier, wie so häufig, Hand in Hand geht mit Flötzarmut oder völliger Flötzfreiheit, auffallend von den ebenso vorherrschend grau oder dunkel gefärbten Gesteinen der produktiven Gruppen. Bezeichnend ist ferner das Auftreten dünner Kalkbänke mit Spirorbis. Beide Merkmale sind jedoch der oberen Gruppe nicht ausschließlich eigen. Spirorbiskalke finden sich bereits in den „middle coal measures“ (von Flötz Bowling alley an), ebenso treten hier auch rote Gesteine auf (über yard coal und über Flötz Knowles oder Winghay) und es findet ein allmählicher Übergang statt von der produktiven grauen zu der flötzarmen roten Gruppe. Wo die „upper coal measures“, wenn auch in bescheidenem Maße, flötzführend werden (Newcastle series), stellt sich bezeichnenderweise auch die graue Farbe ein.

Die Gliederung der Gruppe (nach Gibson) und ihre Einreihung in das allgemeine stratigraphische Schema (nach Kidston) zeigt die nachstehende Übersicht:

4. Keele-Gruppe über. . 700′ 3. Newcastle-under-Lyne- oder Halesowen-Gruppe . . . . . 350′ 2. Etruria-marl (brick-clay-)Gruppe . . bis 1100′	„Radstockian“ (Upper coal measures im engeren Sinne)	Upper coal measures
1. Blackband-Gruppe an der Basis das Bassey-mine-Eisensteinflötz . . 400′	„Staffordian“ (Transition series)	

[1]) Vgl. die Arbeiten von W. Gibson a. a. O. sowie: On the character of the upper coal measures of North Staffordshire, Denbighshire, South Staffordshire and Nottinghamshire and their relations to the productive series. Quart. Journ. **57**, 1901, S. 251. — Ferner Kidston, On the divisions and correlation of the upper portion of the coal measures with special reference to their development in the midland counties of England. Quart. Journ. **61**, 1905, S. 308.

Die Keele-Gruppe, früher zum Perm (Rotliegenden) gerechnet, besteht aus dunkelroten Sandsteinen und Mergeln, denen Kalkbänke mit Spirorbis eingelagert sind. Vereinzelt noch Kohlenflötze und graue Sandsteine und Schiefer; an der Basis Schieferbank mit Krustaceen-Resten („entomostracan shale").

Die Newcastle-under-Lyne-Gruppe enthält in der Mitte vier dünne Kohlenflötze. Die graue Farbe der Sandsteine, Schiefer und Mergel unterscheidet sie weiter von der vorhergehenden und folgenden, bedingt aber eine gewisse Ähnlichkeit mit der Blackbandgruppe. An der Basis ein Krustaceenkalk („entomostracan limestone") und Spirorbiskalke.

In der Etruria-marl-Gruppe herrschen rote und fleckige Mergel und Tone. Als besonders charakteristische Einlagerungen sind grüne Sandsteine zu erwähnen („Espley rock"). Spirorbiskalke treten sowohl nahe der Basis wie im höchsten Teile der Gruppe auf.

Die Blackband-Gruppe bildet petrographisch wie paläontologisch den Übergang von den mittleren zu den eigentlichen oberen coal measures. Die vorherrschende graue Farbe und die verhältnismäßig zahlreichen, wenn auch dünnen Kohlenflötze nähern die Gruppe dem Charakter der produktiven Schichtenreihe. Charakteristisch sind ferner die Eisensteinflötze, denen die Gruppe den Namen verdankt, oft in unmittelbarer Verbindung mit Kohle. Spirorbiskalke treten namentlich im unteren Teile auf; ein solcher, etwa 10—15 m über der Basis ist durch besondere Beständigkeit ausgezeichnet, ebenso wie diese Basis selbst, das Kohle- und Eisensteinflötz Bassey mine, eine wichtige Leitschicht darstellt.

Die „upper coal measures" liegen in Nord-Staffordshire konkordant auf den tieferen Schichten, im Gegensatz zu den Verhältnissen in den südlichen „Midlands" (Coalbrookdale, Wyreforest, Süd-Staffordshire), wo eine mehr oder weniger ausgesprochene Dis-

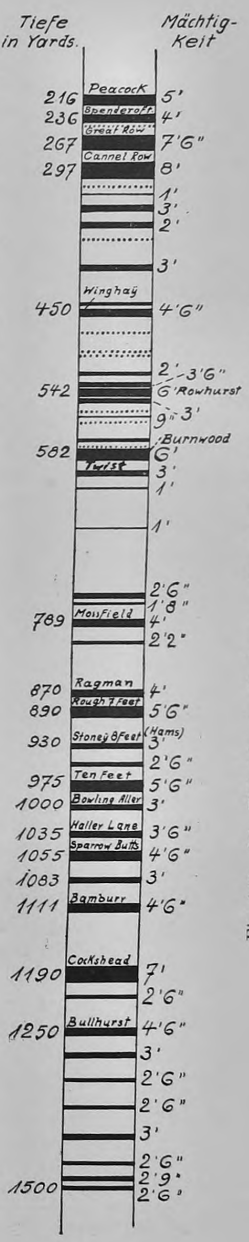


Fig. 143. Die Flötzfolge im Becken von Nord-Staffordshire (n. Hedley).

kordanz auf tektonische Bewegungen zwischen der Ablagerung beider Stufen hindeutet.

Flötzführung. Von allen Kohlengebieten Großbritanniens besitzt Nord-Staffordshire im Verhältnis zu seiner Oberfläche den größen Kohlenreichtum. Hierzu trägt sowohl die mächtige Entwickelung des flötzführenden Karbons und die große Zahl der darin enthaltenen bauwürdigen Flötze bei als auch die durch die Faltung bewirkte Zusammendrängung dieses Reichtums auf einen verhältnismäßig geringen Raum.

Da die oberste Gruppe (upper coal measures) praktisch, d. h. unter dem wirtschaftlichen und bergbaulichen Gesichtspunkt betrachtet, flötzleer sind, haben wir uns hier nur mit der unteren und mittleren Abteilung zu befassen.

Die „lower coal measures“ entsprechen durchaus der gleichnamigen Abteilung in Lancashire, Yorkshire usw. Ihre Flötze sind mit den in jenen Bezirken als „Gannister-Flötze“ oder „mountain-mines“ bekannten zu parallelisieren. Ein fester Vergleichshorizont ist durch die allen Revieren gemeinsame marine Schicht A gegeben. Der Umfang der Gruppe wird bestimmt durch die oberste Bank des flötzleeren Sandsteins („first grit“ oder „Farewell rock“) im Liegenden und das Flötz Winpenny, das die Basis der mittleren Gruppe bildet, im Hangenden. Die Mächtigkeit zwischen diesen Grenzen beträgt etwa 200 m (rund 1300′). Den Aufbau und die Flötzführung zeigt die nachstehende Übersicht:

Hangendes: Flötz Winpenny

Mittel (vorwiegend Sandstein)		170′
Bricklin row coal	?	
Mittel (Sandstein mit Töpferton a. d. Basis)		20′
Silver mine.	3′	
Mittel		90′
Cannel row coal.	3′	
Mittel		90′
Dünne Flötze	—	
Mittel (Sandsteine, Gannister u. Schiefer) .		520′
Flötz	1′8″	
Mittel (Schiefer)		130′
Marine Schicht A		
Four feet coal (Crabtree)	4′	
Mittel (Geröllsandstein u. Schiefer) . . .		61′
Flötz	1′	
Mittel (dunkle Schiefer)		59′
Little row (two feet) coal	2′3″	
Mittel		147′
Flötz	1′	
Mittel		5′

Liegendes: Millstone Grit (Farewell rock).

Die Middle coal measures (s. Fig. 143) zeichnen sich, wie bemerkt, durch mächtige Entwicklung und großen Flötzreichtum aus. Die Zahl der bauwürdigen Flötze wird von der Kohlenkommission zu 27—28 mit etwa 140′ Kohle angenommen. Die gesamte Schichtenmächtigkeit beträgt etwa 4000′ (1200—1300 m)[1]. Die Grenzen ergeben sich aus dem bereits über die obere und untere Gruppe mitgeteilten, wonach Flötz Winpenny die Basis der Reihe bildet, die nach oben bis Bassey mine reicht, mit welchem Flötz die „upper coal measures“ (Blackband series) beginnen. Innerhalb dieser Reihe lassen sich nach der Beschaffenheit der Kohle und des Nebengesteins zwei Untergruppen abgrenzen, wobei Flötz Rowhurst (oder Ash) die Grenze bildet. Die unterhalb liegende Reihe[2]) ist gekennzeichnet durch die verhältnismäßig starke Entwickelung von Sandsteinen, die oft ziemlich beständig sind und dann Leithorizonte von praktischer Bedeutung bilden, so der „Bambury rock“, der „ten feet rock“ und „Yard rock“ im Hangenden der gleichnamigen Flötze. Derartige mächtige und beständige Sandsteine fehlen dem oberen Abschnitt.

Wie in allen englischen Kohlenbecken liegt die Flötzparallelisierung auch hier vielfach noch sehr im argen. In der nachstehenden Zusammenstellung ist der Versuch gemacht, durch Nebeneinanderstellen mehrerer Profile eine Gesamtübersicht zu erzielen. Wie weit sich die gleichnamigen Flötze verschiedener Aufschlüsse wirklich entsprechen, muß dahingestellt bleiben. Besonders unklar scheint die Stellung der in zwei Horizonten wiederkehrenden Banbury-Flötze.

(Hierzu die Tafel IV am Schluß dieses Bandes.)

Das kleine Becken von Cheadle stellt sich, wie bereits erwähnt, als eine östliche Nebenmulde des Beckens von Nord-Staffordshire dar. Auf drei Seiten, im Westen, Norden und Osten wird das produktive Karbon von Millstone Grit umgeben, wogegen im Süden Trias das Kohlengebirge überlagert, dessen Grenze nach dieser Richtung unbestimmt ist. Trotz seiner geringen Ausdehnung enthält dieses Becken die flötzführende Schichtenreihe in ziemlicher Mächtigkeit. Die Ausbildung steht der des benachbarten Nord-Staffordshirefeldes sehr nahe. Als wichtigster Vergleichs- und Leithorizont erscheint auch hier wieder nahe der Basis, in den „lower coal measures“, Flötz Crabtree, kenntlich an der marinen Schicht in seinem Hangenden. Eine zweite, durch großen Fossilreichtum ausgezeichnete Schicht findet sich etwa 400 m (1400′) höher; sie wird von Gibson wohl mit Recht mit der marinen Schicht über Gin-mine im Hauptbecken parallelisiert.

[1]) Diese Zahlen können als Mittelwert gelten. Die Mächtigkeit schwankt in verschiedenen Teilen innerhalb ziemlich weiter Grenzen; sie nimmt im allgemeinen von Norden nach Süden, sowie auch von Westen nach Osten ab.

[2]) Von der Geol. Survey wird diese Abteilung noch zu den lower coal measures gezogen (als „upper series“), ein wenig glückliches Verfahren, das geeignet ist, Verwirrung hervorzurufen.

4. Süd-Staffordshire[1]).

Die im nördlichen Mittelengland, und etwas weniger regelmäßig auch noch in Nordengland, so übersichtliche Anordnung der Kohlenbecken in eine östliche und eine westliche Gruppe zu beiden Seiten der penninischen Gebirgsachse verliert sich in den südlichen „Midlands“ mit dem Verflachen und Untertauchen eben dieser Sattelachse. Das ganze Land östlich der altpaläozoischen Gebirgsmasse von Wales wird von einer gleichförmigen Buntsandsteindecke überzogen, aus der scheinbar regellos hier und dort größere und kleinere Horste älterer Formationen — darunter auch Kohlengebirge — hervorragen. Ihre Anordnung und Grenzen sind nicht, wie im Norden, durch ein einfaches, großzügiges Faltensystem gegeben, sondern entstehen aus einem mehr zufälligen Zusammenwirken von Verwerfungen und späterer Überdeckung. Ursprüngliche Grenzen haben wir nur in den gleichfalls ziemlich unregelmäßig verteilten Aufragungen des vorkarbonischen Grundgebirges, das, wie früher ausgeführt, den mittelenglischen Ablagerungsraum der Kohlengebirgsschichten von dem südenglischen schied.

Drei größere Inseln von produktivem Kohlengebirge tauchen in der angedeuteten Weise aus dem mittelenglischen Buntsandstein auf: in Leicestershire, in Warwickshire und in Staffordshire.

Das Süd-Staffordshire-Kohlenfeld (Fig. 144) — von eigentlichen „Becken“ kann man aus den angeführten Gründen bei diesen Vorkommen nicht wohl sprechen — ist von dem Nord-Staffordshire-Becken an der Oberfläche durch einen Abstand von rund 25 km (15 engl. Meilen) getrennt und gegen jenes etwas nach Osten verschoben. Der Zwischenraum wird von der Triasformation Mittelenglands eingenommen. Der Umriß des zu Tage ausgehenden Kohlengebirges ist annähernd eiförmig — im Norden spitz zulaufend — gegen Süden verbreitert und gerundet. Die Länge beträgt, von der Nordspitze bei Brereton, unweit Rugeley, bis zum Südrande etwa 42 km (26 engl. Meilen), die Breite des südlichen Teiles annähernd 15 km. Die Oberfläche dieses sichtbaren Teiles gibt Hull zu 230—240 qkm (93 engl. Quadratmeilen) an, während Gibson hierfür, unter Einbeziehung der bisher nachgewiesenen unterirdischen Fortsetzung 375 qkm (149 Quadratmeilen) berechnet.

Die bekannten Industriestädte Birmingham im Osten und Wolverhampton im Westen bezeichnen noch näher die Lage dieses Kohlenbezirkes; in der Mitte des südlichen Teiles erhebt sich auf einem silurischen Höhenzuge das alte Schloß und die Stadt Dudley.

Die Jahresförderung beträgt etwa 10 Millionen Tonnen, ist also fast doppelt so groß wie die von Nord-Staffordshire, dagegen erreichen

[1]) Ramsay, The south Staff. coalfield. Mem. geol. survey, 2. edit. 1859. — Clark, W. T., u. Hughes, Herbert W., A general description of the S.-S. coalfield south of the Bentley fault usw. Transact. fed. inst. min. eng. III, 1891—2, S. 25. — Sopwith, The northern part of the S.-S. coalfield, Ebenda S. 50. — Lapworth, Ch., Sketch of the geology of the Birmingham district. Ebenda S. 10.

die noch gewinnbaren Reserven mit 1,4 Milliarden Tonnen kaum ein Drittel der Vorräte des nördlichen Beckens. Die Begrenzung ist nur am Südrande sowie auf einer kleinen Strecke des Ostrandes eine ursprüngliche Ablagerungsgrenze, da hier das Kohlengebirge älteren Formationen auf- bez. angelagert ist. Im Osten und Westen wird es durch große Verwerfungen abgeschnitten, die das Perm oder die Trias mit dem Karbon in Berührung bringen. Letzteres ist außerhalb dieser Störungen mehrfach erbohrt und z. T. auch durch Bergbau aufgeschlossen; so im Norden das Grubenfeld von Cannock Chase unter Bunt-

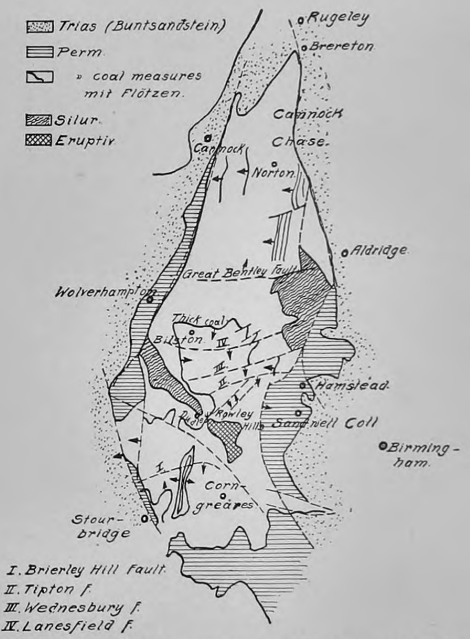


Fig. 144. Becken von Süd-Staffordshire (mit Benutzung von Hull, Clark u. Hughes, Sopwith).

sandstein, im Westen bei Claverley 9 km jenseits der großen Grenzstörung. Im Osten ist das produktive Kohlengebirge bis in die Gegend von Birmingham nachgewiesen.

Die zum Teil erfolgreichen Bemühungen zur Auffindung der vermuteten Fortsetzung des flötzführenden Kohlengebirges jenseits der östlichen und westlichen Randbrüche datieren schon aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts[1]). Im Osten erreicht man

[1]) Vgl. F. G. Meachem, The search for coal over the eastern boundary fault of the South-Staffordshire coalfield with especial reference to the sinking at Hamstead colliery and the working of the thick coal seam. Trans. fed. inst. min. eng. VIII, 1894—5, S. 401, sowie die Diskussion zu diesem Vortrage.

bei Hamstead und Sandwell Park (nordwestlich von Birmingham) das mächtige Flötz thick coal, das reichste und begehrteste der ganzen Ablagerung in rund 600 bez. 400 m Tiefe und konnte in den gleichnamigen Gruben den Abbau dieser Felder in Angriff nehmen. Auf der Westseite hatte man schon früher mehrfach unter der Buntsandsteindecke das Perm erbohrt, so bei Himley, Kingswinford u. a. O., jedoch ohne bis zum Kohlengebirge vorzudringen. Erst 1901 war hier eine Bohrung bei Baggeridge Wood erfolgreich und im Jahre 1906 wurde bei Wolverhampton das wertvolle Flötz thick coal in etwa 500 m (556 yards) Tiefe in einer Mächtigkeit von 20′ erschlossen.

Dagegen erbrachten Bohrungen am Südrande zur Aufsuchung des Kohlengebirges unter dem Perm der Clent Hills nur negative Ergebnisse. Es fanden sich nur Spuren von Kohlengebirge, ohne Flötze, unter denen sofort silurische Schichten folgten. Damit war also der eigentliche Südrand nachgewiesen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen bestätigt die schon früh ausgesprochene Vermutung, daß sich das Kohlengebirge von Süd-Staffordshire nach Osten, Westen und Norden unter dem Deckgebirge fortsetzen muß. Seine wirklichen Grenzen sind z. Z. noch nicht bekannt. Die fast vollkommene Übereinstimmung im Aufbau des Kohlengebirges in Süd-Staffordshire und in Warwickshire rechtfertigt die Annahme, daß wenigstens diese beiden Vorkommen zusammenhängen. Aber auch zur westlichen Gruppe (Coalbrook Dale, Forest of Wyre) lassen sich enge Beziehungen nachweisen[1]). Es ergibt sich daraus die Wahrscheinlichkeit eines außerordentlich großen, noch fast unberührten Kohlenvorrates unter einem großen Teile Mittelenglands. Eine Einschränkung erfährt diese Annahme nur durch die sehr unregelmäßige und im einzelnen unbekannte Oberflächengestaltung des silurisch-kambrischen Grundgebirges, dessen unterirdische Aufragungen an manchen Stellen der Verbreitung des Kohlengebirges eine Grenze setzen mögen. Hierüber könnten nur systematisch über das Gebiet verteilte Bohrungen Klarheit verschaffen.

Tektonischer Bau. Es wurde bereits betont, daß eine eigentliche Beckenform nicht vorliegt und, da es sich um einen von Verwerfungen abgegrenzten Abschnitt handelt, auch nicht vorliegen kann. Überhaupt ist das Revier von Süd-Staffordshire in ungewöhnlich starker Weise durch Verwerfungen gestört. Neben den bereits erwähnten Randbrüchen, die in mehreren Staffeln Absinkungen bis zu 1000 m und darüber bewirken, ist eine Querstörung von größter Bedeutung für die Gesamtgestaltung. Es ist dies der „great Bentley fault“, ein Sprung, der das ganze Revier annähernd in der Mitte in ostwestlicher Richtung durchsetzt und es in zwei ungleiche, in ihrer Ausbildung wesentlich verschiedene Hälften teilt. Der nördliche Teil ist an dieser Verwerfung um ca. 1000 m abgesunken. Dem gleichen System gehören eine Reihe Verwerfungen an, die ebenfalls mit ungefähr ostwestlichem Streichen, aber entgegengesetztem, d. h. südlichem, Einfallen den Südabschnitt durchsetzen und zerstücken (s. Karte Fig. 144), von S nach N: Brierley hill fault (Verwurf bis 80 yards [72 m]), Tiplon f. (bis 50 y.), Ballshill

[1]) Vgl. Dan. Jones, The structure of the Forest of Wyre coalfield. Trans. fed. inst. min. eng. VII, 1893—4, S. 287.

f. (bis 140 y.), Wednesbury f. (bis 50 y.), Lanesfield f. (bis 70 y.). Andere Verwerfungen verlaufen schräg hierzu, in NO—SW. Zwei dieser Sprünge mit entgegengesetztem Einfallen bilden in der Mitte des Südbeckens, nordöstlich von Dudley, einen über 100 m (130 yards) tief versenkten Graben („Dudley port trough fault"). Endlich ist noch im südlichsten Abschnitt, südlich Dudley, ein ziemlich bedeutender, NW—SO streichender Sprung, Russels Hall fault, mit etwa 50 m südlicher Absenkung zu erwähnen.

Auch abgesehen von diesen zahlreichen Verwerfungen sind die Lagerungsverhältnisse des Kohlengebirges äußerst verwickelt. Im großen und ganzen kann man den südlichen Abschnitt, im Süden des großen Bentley-Sprunges, als eine in sich geschlossene, im einzelnen allerdings vielfach gestörte Mulde betrachten. Für den nördlichen Teil läßt sich eine solche einfache Grundform nicht angeben.

Besonders unregelmäßig gestaltet sich die Lagerung des Kohlengebirges unter dem Einfluß der ebenfalls völlig regellosen Aufragungen des silurischen Grundgebirges, deren zwei auch oberirdisch hervortreten. Ein größerer silurischer Bergrücken durchzieht den südlichen Abschnitt aus der Gegend von Wolverhampton in südöstlicher Richtung und trägt an seinem Ende das die ganze Gegend beherrschende alte Dudley-Schloß. Von welchem Einfluß dieser Bergrücken auf die Ablagerung des Kohlengebirges gewesen ist, zeigt der Verlauf des seine Abhänge umziehenden Hauptflötzes „thick coal" (s. Karte). Seine orographische — aber nicht geologische — Fortsetzung findet dieses silurische Vorgebirge, das den Südabschnitt nochmals in zwei, nur durch eine enge Straße verbundene Teilbecken zerlegt, in dem südöstlich anschließenden vulkanischen Höhenzuge der Rowley hills. Die Ausbildung der bereits erwähnten Verwerfung (Russel Hall fault), die den Südfuß dieses Höhenzuges begleitet, steht vermutlich in ursächlichem Zusammenhang mit dieser Bodengestaltung. Auch der auffällige, NNO—SSW streichende Kohlengebirgssattel von Netherton, westlich von Congreaves, ist vielleicht durch eine verborgene Erhebung des Untergrundes bedingt.

Eine zweite größere Masse silurischen Gebirges erhebt sich ungefähr in der Mitte des Ostrandes, in der Gegend von Aldridge. Mit ihrem Nordende greift sie noch in den Nordabschnitt, jenseits des Great Bentley-Sprunges, über. Ihr Einfluß auf die Lagerung des Kohlengebirges ist weniger auffallend als bei dem Rücken von Dudley.

Schließlich ist noch der ausgedehnten Vorkommen von Eruptivgesteinen zu gedenken, die ebenfalls auf den Abschnitt südlich des Bentley-Sprunges beschränkt zu sein scheinen. Der bedeutenden, in den Rowley hills (Rowley rag) zu Tage tretenden Masse wurde bereits Erwähnung getan. Die Lagerung ist deckenförmig, da das Eruptivgestein durchweg dem Kohlengebirge auflagert, das darunter in Schächten erschlossen ist und abgebaut wird. Ähnliche aber kleinere Massen sind noch von anderen Punkten bekannt (Barrow hill bei Pensnet, Pouk hill bei Walsall u. a.).

Ferner findet sich eine lagerförmige Eruptivmasse dem unteren Teile des Kohlengebirges (zwischen Flötz heathen coal und dem white ironstone) eingeschaltet, die sich über einen großen Teil des Südbeckens vom Fuß der Rowley hills über Bilston nach Bentley erstreckt. Wo die Eruptivgesteine mit den Kohlenflötzen in Berührung kommen, haben sie diese verändert und oft unbrauchbar gemacht. Petrographisch gehören alle Vorkommen der basischen, olivinführenden Gruppe an und sind als Melaphyr (Basalt, Trapp) zu bezeichnen. Vielfach zeigen sie die für diese Gruppe charakteristische Säulenabsonderung in schönster Ausbildung (Rowley hill, Pouk hill).

Ein anderes Zeichen vulkanischer Tätigkeit sind die hier wie in Nord-Staffordshire in den „upper coal measures“ (Etruria-marl-Gruppe) auftretenden grünen Sandsteine („Espley rock“), die als vulkanische Aschen oder Tuffe gedeutet werden.

Stratigraphischer Aufbau des Kohlengebirges. Im Gegensatz zu der vollständigen und mächtigen Entwickelung der karbonischen Schichtenfolge in den nördlichen Revieren Mittelenglands — besonders auch noch in Nord-Staffordshire — finden wir in den südlichen „Midlands“, d. h. in Shropshire, Süd-Staffordshire, Warwickshire, eine durch den Ausfall ganzer Stufen gekennzeichnete und in der Gesamtmächtigkeit stark verminderte Ausbildung des Kohlengebirges. Von etwa 6000′ in Nord-Staffordshire sinkt die Mächtigkeit der eigentlichen „coal measures„ auf 2000′ und weniger in Süd-Staffordshire. Ähnlich ist das Verhältnis zwischen Derbyshire einerseits und Leicestershire nebst Warwickshire auf der andern Seite. Auch innerhalb des Süd-Staffordshire-Bezirkes sinkt die Mächtigkeit der mittleren coal measures von 2000′ im Norden auf 500′ und weniger im südlichen Teile.

Die karbonische Schichtenreihe beginnt mit einer großen Lücke, indem nicht nur das ganze Unterkarbon fehlt, sondern auch noch der Millstone Grit[1]) und die „lower coal measures“. Es beginnt somit die Ablagerung mit „middle coal measures“, über denen noch die upper coal measures vollständig (bis auf die nur in Nord-Staffordshire unterschiedene Blackband-Gruppe) und in großer Mächtigkeit entwickelt sind.

Da auch das Devon im größten Teil des Gebietes nicht zur Ablagerung gelangt ist[2]), ruht das Kohlengebirge fast durchweg diskordant auf dem alten silurischen Untergrund, dessen Unebenheiten, wie wir sahen, seine Entwickelung und Verbreitung stark beeinflussen.

Das Karbon von Süd-Staffordshire besteht demnach ausschließlich aus einer unteren flötzreichen, vorwiegend grauen Schichtenfolge und einer oberen, nahezu flötzleeren roten Abteilung. Zu den petrographischen und paläontologischen Unterschieden beider Gruppen tritt hier

[1]) Nach D. Jones wäre eine geringmächtige Sandsteinlage an der Basis des Kohlengebirges, der sog. bleeding rock, als Vertreter des Millstone Grit anzusprechen.

[2]) Im nördlichen Revier (Cannock Chase) wurde über dem silurischen Kalk eine ca. 120 m (136 yards) mächtige rote Schichtenfolge durchbohrt, die vielleicht als Devon (old red sandstone) anzusprechen ist.

eine Verschiedenheit der Lagerung und Verbreitung, indem die rote, flötzleere Gruppe über die grauen produktiven Schichten transgrediert. Am Südrande des Beckens greifen die roten Schichten der Reihe nach über sämtliche Glieder der produktiven Abteilung hinweg, bis sie unmittelbar auf die silurischen und kambrischen Gesteine der Lickey hills zu liegen kommen. Diese transgressive und diskordante Lagerung der oberen gegenüber den mittleren „coal measures" ist für das ganze Gebiet der südlichen „Midlands" (Leicester, Warwick, Südstaffordshire, Shropshire usw.) bezeichnend. Innerhalb des beiden Gruppen gemeinsamen Verbreitungsgebietes ist allerdings eine eigentliche Lagerungsdiskordanz, wie solche sich in den westlichen Becken (Coalbrookdale, Forest of Wyre) als Folge einer karbonischen Faltung (zwischen „middle" und „upper coal measures") herausgebildet hat, nicht erkennbar. Das Fehlen der Blackbandgruppe ist wohl als eine dieser Transgression bezw. Diskordanz entsprechende Schichtenlücke zu deuten.

Die „upper coal measures" stellen sich als eine 1500—2000′ mächtige Schichtenfolge dar, in welcher sich eine mit der Stufeneinteilung von Nord-Stefford vollkommen übereinstimmende Gliederung erkennen läßt:

Nord-Staffordshire	Süd-Staffordshire
4. Keele-Gruppe	Keele-Gruppe . . . . . 800′—900′
3. Newcastle-und.-L.-Gruppe	Halesowen-Sandstein-Gruppe 400′—500′
2. Etruria-marl-Gruppe	Red coal measure clays und Old-hill-marls . . . 300′—1000′
1. Blackband-Gruppe	—

Die Keele-Gruppe, früher selbst dem Perm zugerechnet („Salopian Perm" nach Hull) geht ohne erkennbare Grenze in echtes Perm (Rotliegend) über und enthält als charakteristische Einlagerungen drei dünne Schichten von Spirorbiskalk.

Die Halesowen-Sandsteingruppe entspricht genau der Newcastle-Gruppe von Nord-Staffordshire. Sie enthält in verschiedenen Horizonten Spirorbiskalke und ungefähr in der Mitte ein Kohlenflötz von 1—3′ Stärke. Die Gruppe läßt sich in eine Reihe von Unterabteilungen zerlegen[1]):

Hangendes: Keele-Gruppe

5. a) Sandstein.
   b) Illey-Gruppe: blaß-blauer Ton mit Spirorbiskalk und unbeständigen Kohlenflötzen.

[1]) Vgl. H. Kay, On the Halesowen sandstone series of the South Staffordshire coalfield and the petrified wood found therein at the Witley colliery, Halesowen (Worcestershire). Quart. Journ. geol. soc. **69**, 1913.

4. Hasbury-Gruppe: Sandstein mit viel fremdem Material.
3. Blaß-blauer Ton mit Spirorbiskalk und einem beständigen Flötz.
2. Witley-Gruppe (Sandstein).
1. Übergangsschichten („Passage beds").

Liegendes: Red coal measure clays (Tone).

Die „Red coal measure clays" entsprechen der Etruria marl-Gruppe von Nord-Staffordshire. Sie sind wie diese durch das Vorkommen grüner Gesteine („Espley rock") aus vulkanischem Material gekennzeichnet.

In bezug auf die Flötzführung der produktiven Abteilung ist ein wesentlicher Unterschied zwischen der nördlichen und südlichen Beckenhälfte zu bemerken. Infolge der allgemeinen Mächtigkeitsabnahme des Kohlengebirges von Norden nach Süden, die hauptsächlich die Gesteinsmittel betrifft, während die Flötze selbst fast unverändert durchgehen, keilen die Zwischenmittel gegen Süden vielfach aus, so daß sich im Norden weit getrennte Flötze nach Süden mehr und mehr nähern und schließlich verschmelzen. Als Folge dieses Vorganges findet man in dem Abschnitt nördlich des Bentley-Sprunges eine verhältnismäßig mächtige Entwickelung des produktiven Kohlengebirges mit zahlreichen Flötzen (19 Flötze in 800′ Gebirge[1]), dagegen im Süden dieser Störung eine wesentliche geringere Mächtigkeit (etwa 350′) und wenige (nur 7 bauwürdige) aber z. T. mächtige Flötze. Am auffälligsten und schönsten zeigt sich dies Verhältnis bei dem berühmten thick coal, das den Hauptreichtum des ganzen Bezirks ausmacht. Im Süden erscheint es als geschlossenes, wenn auch in mehrere Bänke geteiltes Flötz mit der in England einzig dastehenden Mächtigkeit von 30′ (10 yards). Nach Norden spaltet es sich durch immer mehr anschwellende Mittel in 7—8 oder noch mehr (nach Gibson 14) Flötze, die über mehrere hundert Fuß Gebirge verteilt sind. Ähnliches beobachtet man bei anderen Flötzen („new mine", „bottom coal").

Ein Normalprofil für den ganzen Süd-Staffordshire-Bezirk läßt sich wegen der großen Unbeständigkeit der Schichten nicht aufstellen; auch innerhalb der beiden Hauptabschnitte wechselt die Ausbildung noch ziemlich stark. Die Flötzparallelisierung ist auch hier noch vielfach unsicher. Eine wichtige marine Schicht findet sich 50—60 m über thick coal, andere Vorkommen sind in verschiedenen Eisensteinen gefunden, doch sind die Beobachtungen hierüber noch zu spärlich, um darauf eine sichere Schichtenvergleichung zu gründen.

Für die Entwickelung und Flötzfolge südlich des großen Bentley-Sprunges (s. a. Fig. 158) mag nachstehende Zusammenstellung als Beispiel dienen (nach Clark und Hughes):

[1]) Nach Gibson bis 2000′ im nördlichen Abschnitt und 500—600′ im Süden.

Upper coal measures (red coal measure clays)	Bemerkungen
Upper sulphur coal (nicht bauwürdig)	
Mittel . . . . . 140′	
Little (two foot-) coal . . . . . 2′	
Mittel . . . . . 2′—48′	
Brooch coal . . . . . 4′	
Mittel . . . . . 50′—200′	Hierin mehrere Eisenstein-Flötze (Penny earth ironstone u. a.) sowie ein mächtiger Sandstein-Horizont, der „thick coal rock“
Thick coal . . . . . 30′	
Mittel . . . . . 6′—44′	Mit Eisenstein-Flötzen („Gubbin ironstone u. a.)
Heathen coal . . . . . 0′—4′	
Mittel . . . . . 0′—43′	
Rubble coal (lower heathen coal) 2′—4′	
Mittel . . . . . 20′—70′	Darin mehrere Eisenstein-Flötze: lambstone und brownstone ironstone, white ironstone; Pennystone ironstone
Sulphur coal (stinking c.) . . 2′—9′	
Mittel . . . . . 3′—99′	
New mine coal . . . . . 2′—11′	Zerfällt örtlich (Bentley) in zwei Flötze von 3′ und 5′ mit 33′ Mittel
Mittel . . . . . 2′—40′	
Fire clay coal . . . . . 7′—10′	
Mittel . . . . . 12′—62′	Mit mehreren Eisensteinflötzen (Getting rock ironstone; Poor Robin ironstone; Rough hills white ironstone)
Bottom coal . . . . . 3′—12′	
Mittel . . . . . 26′—90′	Mit „Gubbins“- u. „Balls“-Eisenstein
Singing coal (mealy grey c.) . 2′—4′	
Mittel . . . . . 16′—50′	
Blue flats-Eisenstein . . . . . 2′—9′	
Mittel . . . . . 10′—14′	
Silver threads-Eisenstein . . . 4′—7′	
Mittel . . . . . 6′—15′	
Diamonds-Eisenstein . . . . . 2′—3′	
hierunter noch Kohlengebirge auf 50′ bekannt	

Die wichtigsten Flötze dieser Reihe sind: Brooch coal, das eine vortreffliche Hausbrandkohle liefert; Thick c., das bei weitem wichtigste und wertvollste Flötz des ganzen Bezirks. Es zerfällt in 8—14 Bänke, deren jede ihre besonderen bezeichnenden Merkmale und Eigenschaften besitzt. Die Kohle ist „bituminös", nicht backend, mit 32 % flüchtigen Bestandteilen. Die praktische Bedeutung dieses Flötzes gehört allerdings der Vergangenheit an, da man seinen Reichtum in früherer Zeit rücksichtslos ausgebeutet und damit vorzeitig erschöpft hat. Sulphur c. liefert, wie der Name erkennen läßt, eine minderwertige Kohle, die nur zum Ziegelbrennen und zur Gasbereitung Verwendung findet. Flötz Fire clay coal hat seine günstigste Entwickelung in der Gegend von Wolverhampton und Bilston, wo es regelmäßig 8—10′ stark auftritt. Dasselbe gilt von Bottom coal, das hier regelmäßig 9′ gute Kohle führt, in einer Oberbank von 5′ und einer Unterbank von 4′. Das Mittel zwischen beiden, das hier 1′ stark ist, schwillt im Norden auf 60′ an, so daß zwei vollständige Flötze, shallow c. und deep c., des Nordrevieres entstehen,

Über die Beziehungen der auf den verschiedenen Gruben nördlich des Bentley-Sprunges aufgeschlossenen Flötze untereinander — und mehr noch zu denen des südlichen Abschnitts — herrscht noch große Unklarheit. Die Flötze sind sehr unregelmäßig entwickelt; ein allgemein gültiges Profil läßt sich daher für diesen Abschnitt noch weniger aufstellen als für den südlichen. Die Gesamtmächtigkeit an bauwürdiger Kohle soll 40′—45′ betragen. Im Revier von Cannock Chase (Fig. 145) findet sich die nachstehende Flötzfolge (nach Hull):

Höchste Schichten mit mehreren dünnen Flötzen

(Cannock-) Brooch coal	4′	
Mittel 80′, darin 5′ (five foot) u. 4′ (four foot) coal		
Old park coal	3′	
Mittel	90′	
Yard coal	3′ 2″	entsprechen zusammen Flötz new mine
Mittel	20′	
Bass coal	4′ 2″	
Mittel	18′	
Cinder coal	3′10″	
Mittel	3′	
Shallow coal	9′ 3″	entsprechen zusammen Flötz bottom coal
Mittel	20′ (sonst bis 60′)	
Deep coal	4′ 4″	

hierunter noch mehrere schwache, meist nicht bauwürdige Flötze.

Am meisten gebaut werden Shallow und Deep coal. Von den tieferen Flötzen erreicht eines, etwa 35 m (40 yards) unter Deep coal, im Nordwesten bauwürdige Mächtigkeit.

Im Felde der Wirley-Grube finden sich in einer Gebirgsmächtigkeit von 250′—300′ folgende Flötze, die zusammen als Vertreter des dicken Flötzes (thick coal) im südlichen Beckenteil angesehen werden (nach D. Jones, Trans. fed. inst, min. eng. VII, S. 287):

Old Robins coal
Yard coal
Charles coal
Cannel coal
Brooch coal
Bench coal
Bottom coal
Bentley Hay coal
} = thick coal

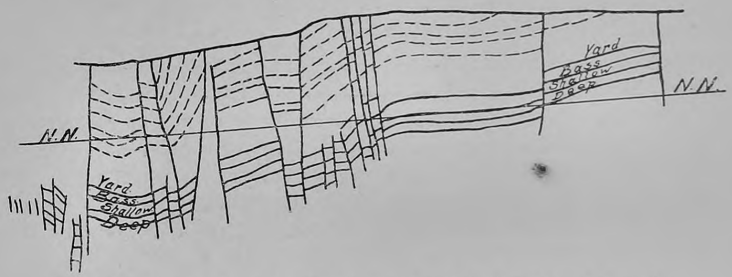


Fig. 145. Schnitt durch den Bezirk von Cannock Chase (n. Sopwith).

Einer ähnlichen Flötzfolge begegnen wir einerseits in Warwickshire, andererseits in Shropshire, Coalbrookdale, Forest of Wyre, wodurch die schon früher begründete Auffassung von der Zusammengehörigkeit aller dieser Vorkommen eine weitere Stütze erhält.

5. Warwickshire [1]).

Kaum 20 km östlich von dem Horst von Süd-Staffordshire taucht eine ähnliche Kohlengebirgsinsel aus der englischen Buntsandsteinfläche auf und bildet das kleine aber nicht unwichtige Kohlenfeld von Warwickshire. Seine Lage wird bezeichnet durch die Städte Warwick im Süden, bereits außerhalb des Kohlenbeckens auf Trias gelegen, Coventry, Nuneaton und Atherstone am Ostrande, Tamworth im Nordwesten. Eine besondere Bedeutung erhält es durch seine geographische Lage, da es von allen Kohlenrevieren am nächsten der Hauptstadt gelegen ist.

[1]) Vernon, Douglas Rob., On the geology and palaeont. of the W.-coalfield. Quart Journ. geol. soc. London **68**, 1912, S. 587. — Lapworth, Ch., Sketch of the geol. of the Birmingham district, a. o. a. O. — Melly, G. F., Notes on the W.-coalfield. Transact. North-of-England inst. of min. eng. XXXIII, 1883—4, S. 151.

Die Gestalt des Beckens ist ungefähr elliptisch mit NNW—SSO gerichteter Längsachse. Die Länge vom Nordende bis zu den südlichsten Aufschlüssen in der Gegend von Coventry beträgt nahezu 30 km, die Breite in der Gegend von Nuneaton ungefähr 10 km. Die Oberfläche einschließlich der von jüngeren Ablagerungen verdeckten Teile wird auf 230 qkm (90 Quadratmeilen nach Hull) angegeben. Die Jahresförderung beträgt nahezu 4 Millionen Tonnen und ist wohl noch weiterer Steigerung fähig. Der noch vorhandene Vorrat wird auf 900 Millionen Tonnen geschätzt.

Begrenzung und Bau (s. Fig. 146). Wie die Kohlengebirgsscholle von Süd-Staffordshire ist auch ihr Gegenstück in Warwickshire vorwiegend von Verwerfungen begrenzt und zwar nicht nur im Osten und Westen, sondern auch am Nordende. Es erscheint also auch dieses Vorkommen im wesentlichen als ein Horst, an dessen Rändern jüngere Formationen, hauptsächlich Trias (Buntsandstein) gegen das Kohlengebirge abstoßen und seine Fortsetzung in der Tiefe überdecken. Diese Fortsetzung weist, wie an anderer Stelle näher ausgeführt, einerseits nach Süd-Staffordshire, andererseits nach Leicestershire. Jenseits der östlichen Randverwerfung ist die Fortsetzung des Kohlengebirges unter dem Buntsandstein auch durch Bohrungen nachgewiesen; auf der Westseite fehlen einstweilen noch solche Aufschlüsse. Nur nach Süden scheint sich das produktive Karbon, ohne größere Störungen, gleichförmig unter die jüngeren Ablagerungen (upper coal measures und Perm) einzusenken. Der Grundzug des tektonischen Baus der so umschriebenen Kohlengebirgsscholle erscheint im wesentlichen als einfache Mulde, deren Achse mit der Längserstreckung des ganzen Vorkommens übereinstimmend in NNW—SSO verläuft. Die Mulde ist am Nordende geschlossen; gegen Süden, wo sich die jüngeren Stufen des Karbons und das Perm einlagern, ist sie offen — wenigstens kennt man bis jetzt noch keinen Abschluß nach dieser Richtung. Auf den Muldenflügeln im Westen und Osten sowie als Verbindung beider im Norden tritt das flötzführende Kohlengebirge zu Tage, im Inneren der Mulde wird es von den erwähnten jüngeren Bildungen überdeckt, die schließlich auch auf die seitlichen Muldenflügel übergreifen. Die flötzführenden Schichten fallen von den Rändern ziemlich stark nach der Mitte ein (z. B. am Ostrande bei Nuneaton bis zu 45°), legen sich aber im Muldeninneren fast söhlig. Einige Spezialsättel unterbrechen diese einfache und regelmäßige Lagerung. Ein solcher Sattel — wohl in Verbindung mit Verwerfungen — hebt in der Mitte des Beckens bei Arley das flötzführende Karbon noch einmal aus der Bedeckung durch jüngere Schichten heraus.

Das Karbon lagert auch hier, wie in Süd-Staffordshire (und Leicestershire) diskordant auf weit älterem Grundgebirge, und zwar auf Kambrium. Dieses Grundgebirge tritt am Ostrande bei Nuneaton sowie in geringerer Ausdehnung am Nordwestrande, südlich Tamworth, zu Tage in Form von Schiefern und quarzitischen Sandsteinen (Hartshill-

Quarzit). Eruptivgesteine der Dioritgruppe treten als Intrusionen im kambrischen Grundgebirge auf.

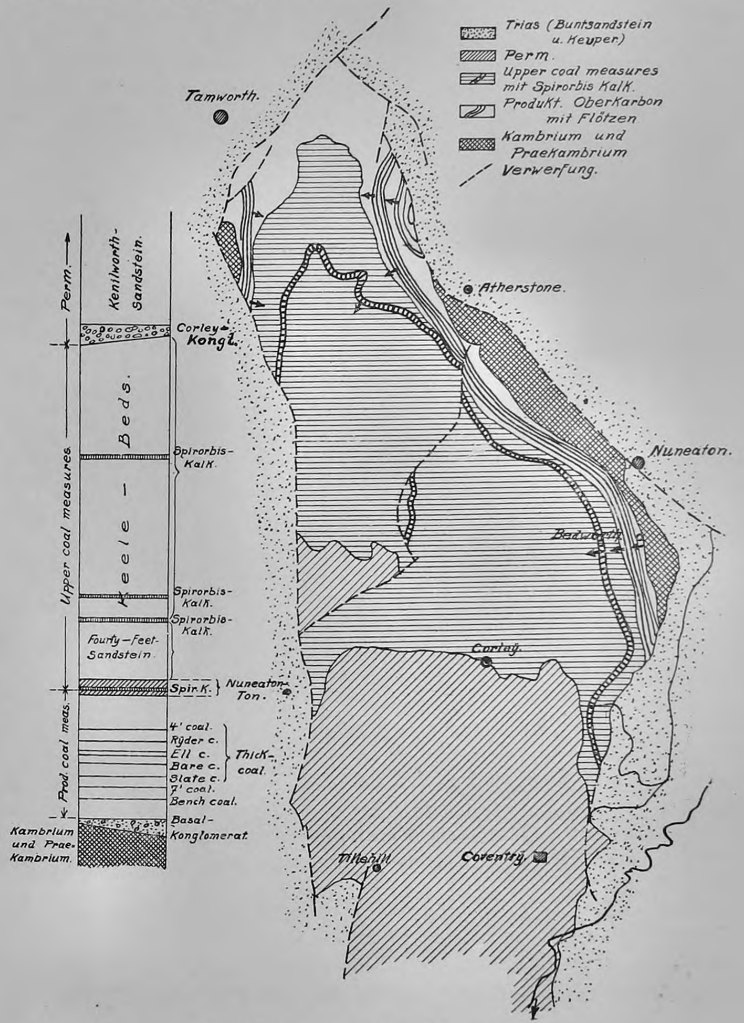


Fig. 146. Becken von Warwickshire (n. Vernon).

Der stratigraphische Aufbau des Kohlengebirges ist eine vollkommene Wiederholung der bei Süd-Staffordshire geschilderten Verhältnisse. Wie dort fehlt das ganze Unterkarbon und das untere Ober-

karbon, d. h. Millstone Grit und lower coal measures. Vorhanden sind lediglich eine untere flötzführende, vorwiegend graue Schichtengruppe: middle coal measures und eine höhere rote, meist flötzleere Schichtenreihe: upper coal measures.

Die middle coal measures beginnen häufig mit einem Basiskonglomerat, das aber auch fehlen kann, so daß das tiefste Flötz unter Umständen unmittelbar auf dem Kambrium liegt. Die Abteilung ist im Norden 700′ mächtig und verjüngt sich nach Süden, wobei wie in Süd-Staffordshire eine teilweise Verschmelzung der im Norden getrennten Flötze zu einem mächtigen Hauptflötz (thick coal) eintritt (s. Fig. 147 u. 148).

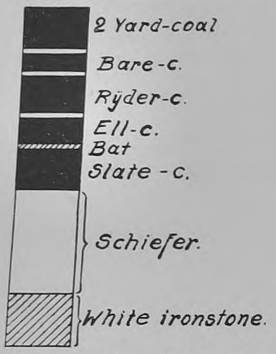


Fig. 147. Flötz „Thick coal" (n. Cunliffe).

Auch paläontologisch ist die Gruppe als „middle coal measures" gekennzeichnet, besonders durch das Vorkommen der charakteristischen Lonchopteris Bricei.

Eine weit größere Mächtigkeit erreichen die „upper coal measures", obwohl ihre Grenze gegen das Perm unsicher ist. Indem Vernon das Corley-Konglomerat als obere Grenze der Abteilung nimmt, findet er für diese eine Mächtigkeit von 2000′, also rund dreimal soviel wie für die produktive Gruppe. Charakteristisch sind wiederum die über die ganze

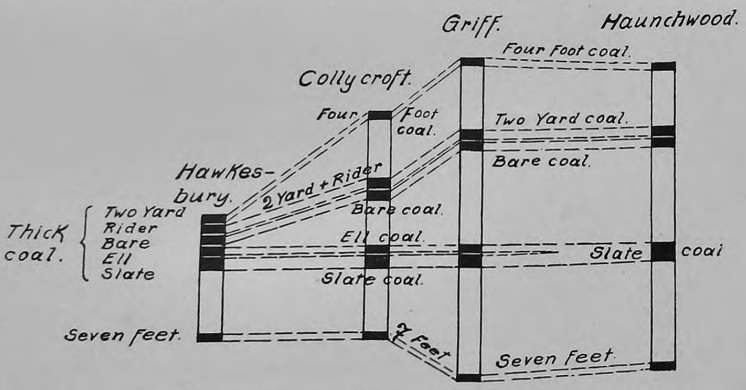


Fig. 148. Spaltung von Flötz „Thick coal" (n. Melly).

Schichtenreihe verteilten dünnen Spirorbiskalkbänke. Es lassen sich auch die üblichen drei Gruppen unterscheiden. Von diesen nimmt die oberste, die Keele-Gruppe, weitaus den größten Teil, mindestens dreiviertel der ganzen Schichtenreihe ein. Sie enthält zahlreiche Ein-

lagerungen von Spirorbiskalk, von denen jedoch nur eine — an der Basis der Gruppe — beständig ist. Der darunter folgende Hunchwood-Sandstein vertritt die Newcastle-under-Lyne-Gruppe, während der Nuneaton-Ton die Stelle der Etruria-marl-Gruppe einnimmt. Neben Spirorbiskalken finden sich hier auch die für diese Gruppe so bezeichnenden grünen Gesteine (Espley rock) wieder.

Die Keele-Gruppe erscheint als Vertreter der upper coal measures im engeren Sinne („Radstockian") besonders durch das Auftreten der Leitform Pecopteris polymorpha (neben P. Miltoni). Haunchwood-Sandstein und Nuneaton-Ton müssen nach Stellung und Flora als Übergangszone (Staffordian) eingereiht werden.

Die Lagerung der „upper coal measures" ist, wie in Süd-Staffordshire, zwar konkordant, aber transgredierend gegenüber der unteren Abteilung.

Die Flötzführung. Das Vorkommen bauwürdiger Flötze ist auch hier ganz auf die middle coal measures beschränkt. Auch in dieser Beziehung herrschen vollkommen analoge Verhältnisse wie in Süd-Staffordshire. Fünf Hauptflötze und eine Anzahl kleinerer Flötze, im Norden durch Gesteinsmittel getrennt, nähern sich im Süden durch Auskeilen dieser Mittel und verschmelzen z. T. zu einem nur durch kleinere Mittel zerteilten einheitlichen Flötz, dem 26′ mächtigen „Hawkesbury thick coal", dem Seitenstück des berühmten thick coal von Süd-Staffordshire. Die nachstehende Zusammenstellung läßt diese Beziehungen der nördlichen und südlichen Entwickelung übersehen. Das „thick coal"-Flötz ist übrigens auch hier, wie sein Seitenstück in Süd-Staffordshire, durch eine an Raubbau grenzende Ausnutzung in früherer Zeit so gut wie völlig erschöpft.

Süden	Norden	Bemerkungen
—	Four feet coal 4′ 6″	Meist nicht bauwürdig
	Two yard coal 6′	
	Ryder coal . 4′	Die Bezeichnungen Bare und Ryder (od. Rider) coal werden auch vertauscht
	Bare coal . . 2′	
Thick coal	Ell coal . . 4′	In anderen Profilen wird ein zwischen Bare und Ryder coal liegendes Flötz als Ell coal bezeichnet. Vgl. auch das Profil Fig. 146
	Slate coal . . 6′ 6″	
Seven feet coal	Seven feet coal 5′ 9″	
—	Double coal (Deep c.)	
—	Bench coal	Nur wenig gebaut

Der Aufbau des thick coal läßt noch seine Entstehung aus der Vereinigung der fünf Hauptflötze des Nordens erkennen, wie das nachstehende Einzelprofil von Newdigate-Grube, bei Bedworth, zeigt (nach Vernon):

Thick coal	2 Yard seam	6′
	Schram	6″
	Ryder seam	1′ 9″
	Schram	1″
	Bare seam	2′
	Schram	4″
	Kohle	4′
	Schram	4″
	Ell seam	3′ 3″
	Schram	2″
	Slate seam	1′ 6″
	Schram („Batt“)	1″
	Kohle	4′10″
Im ganzen:	Mittel:	1′ 6″ Kohle: 23′ 4″

Die Flötze sind im ganzen recht rein, doch wird die Kohle oft durch Schwefelkies entwertet; es ist vorwiegend Hausbrand- und Kesselkohle („steam coal“), die mit Vorliebe für Lokomotivfeuerung benutzt wird. Gaskohlen sind nicht vertreten.

6. Leicestershire — Süd-Derbyshire[1])

In geringer Entfernung, nur etwa 9 km nordöstlich vom Warwickshire-Becken, taucht ein anderes kleines Kohlengebirgsvorkommen auf, das zum größten Teil in Leicestershire gelegen ist und daher am besten kurz nach dieser Grafschaft benannt wird, mit seinem nördlichen Ende nach Derbyshire hineinragt. Nach Lage und natürlicher Beschaffenheit gehört es zur Gruppe der „Midland-Becken“, zeigt aber in Aufbau und Struktur manche Abweichungen von den zuletzt besprochenen Vertretern dieser Gruppe.

Die Jahresförderung beträgt etwa 2 Millionen Tonnen, die noch vorhandenen Vorräte werden auf nahezu 2 Milliarden Tonnen geschätzt.

Das zu Tage ausgehende Kohlengebirge nimmt einen Flächenraum von 75 qkm (ca. 30 engl. Quadratmeilen) ein, dazu kommt ein nahezu doppelt so großer unter dem Deckgebirge (Trias) verborgener Abschnitt (ca. 130 qkm [54 Quadratmeilen] nach Gibson); nach Fox-Strangways beträgt die gesamte Flächenausdehnung etwa 190 qkm (76 Quadratmeilen).

Die Lage des Kohlenfeldes wird durch die ungefähr in seinem Mittelpunkt gelegene Stadt Ashby-de-la-Zouch bezeichnet. Der Bogen des Trent, der hier aus der Nordost- in die Ostrichtung umbiegt, umzieht das Gebiet in geringem Abstande im Westen und im Norden.

Begrenzung und Bau. Das zu Tage ausgehende Kohlengebirge wird fast ringsum von jüngeren Ablagerungen und zwar der Trias (Buntsandstein) bedeckt. Nur im Nordosten erscheinen in beschränkter Ausdehnung tiefere Schichten des Karbons: Millstone Grit und Kohlen-

[1]) Fox-Strangways, C., The geology of the L.- and south Derbyshire coalfield. Mem. geol. surv. Engl. and Wales. London 1907 (mit vollständ. Bibliographie).

kalk. Unter der Triasbedeckung setzt sich das Kohlengebirge nach Osten, Süden und Westen fort. Diese unterirdische Erweiterung des Kohlengebirges, deren Ausdehnung bereits angegeben wurde, findet jedoch ihre Grenzen an den Aufragungen des Grundgebirges. Die Unterlage des Karbons bilden alte, präkambrische Schichten, die bereits im Karbon als Festland aufragten und der Ablagerung der Kohlengebirgsschichten eine Schranke setzten. Über Tage tritt dieses präkambrische Grundgebirge in dem kleinen Gebirgsstock des Charnwood-Forest im Südosten des Kohlenbeckens in Erscheinung. Erbohrt wurde es weiter südlich und südwestlich in der Umgebung von Market Bosworth. Hier sind also die ursprünglichen Grenzen der Ablagerung gegeben, die auch das Vorkommen von Leicestershire von dem Warwickshire-Becken scheiden. Da die Oberflächengestaltung des alten Grundgebirges sehr unregelmäßig ist, erscheint das Vorhandensein kleinerer Vertiefungen, Buchten des alten Festlandes, in denen noch Kohlengebirgsschichten — vielleicht in produktiver Ausbildung — zur Ablagerung gekommen sein könnten, in dieser Gegend nicht ausgeschlossen.

Das zu Tage ausgehende Kohlengebirge wird von großen Verwerfungen begrenzt. Eine solche, der „Thringstone fault", bildet den Ostrand des sichtbaren Beckens und verläuft in NW—SO-Richtung von Thicknall im NW über Withwick, Thornton nach Desford. Hier stoßen im NW Kohlenkalk und Millstone Grit, im Südosten die alten Gesteine des Charnwood Forest an das Kohlengebirge. Die Sprunghöhe beträgt über 2000′. Mitten durch das Kohlenfeld setzt eine andere Verwerfung, der „great Boothorpe fault", der ein westliches Teilbecken abgrenzt. Schließlich wird auch der Westrand von einer oder mehreren großen Verwerfungen gebildet, an denen die Trias abgesunken ist, so daß das Kohlengebirge, wie erwähnt, nach dieser Richtung in der Tiefe fortsetzt.

Außer von diesen Verwerfungen wird der tektonische Bau des Kohlenfeldes von Leicestershire beherrscht durch einen das ganze Gebiet in NW—SO-Richtung durchziehenden Sattel, an den sich jederseits eine Mulde anlehnt (vgl. Fig. 149). Im Sattel selbst tritt unproduktives unteres Kohlengebirge hervor, während sich in den Mulden höhere, flötzführende Schichten einlagern. So entsteht ein Ostbecken (Coleorton-Distrikt) und ein Westbecken (Distrikt von Moira und Süd-Derbyshire), getrennt durch den Sattel flötzleerer Schichten von Ashby-de-la-Zouch. Die Abtrennung des Westbeckens (Moira) wird noch verschärft durch eine die Westseite dieses Sattels begleitende große Verwerfung, den schon erwähnten Boothorpe fault.

Im stratigraphischen Aufbau zeigt das Kohlengebirge von Leicestershire einen erheblichen Unterschied, man könnte geradezu sagen einen Gegensatz zu dem des benachbarten Warwickshire. Während dort — ebenso wie in Süd-Staffordshire — Unterkarbon und tieferes Oberkarbon vollkommen fehlen, so daß die „middle coal measures" unmittelbar dem Grundgebirge aufruhen, dagegen die „upper coal measures" in mächtiger und typischer Entwickelung vertreten sind, haben wir hier

das umgekehrte Verhältnis: das Karbon beginnt mit dem normalen Kohlenkalk, der allerdings nur im Nordosten, bei Thicknall, an der erwähnten Grenzverwerfung, in Erscheinung tritt. Darüber folgt eine kaum mehr als 10—15 m mächtige Folge von Schiefern, Sandsteinen und untergeordneten Kalken, die wohl als Vertreter der weiter nördlich besser entwickelten „Pendleside-Gruppe“ anzusehen sind. Sodann folgt echter Millstone Grit, der jedoch hier ebenfalls der Südgrenze seines Ablagerungsgebietes nahe und der daher nur schwach entwickelt ist. Wie der Kohlenkalk tritt auch der Millstone Grit nur an der Nordostecke des Bezirkes, im Liegenden der großen östlichen Randverwerfung, zu Tage.

Die „coal measures“ beginnen mit einer unteren, flötzarmen Abteilung („lower, unproductive measures“), die in dem erwähnten zentralen Sattel von Ashby-de-la-Zouch hervortritt. Darüber folgen, der östlichen und westlichen Mulde eingelagert, die flötzführenden Schichten der „middle coal measures“. Hiermit schließt die karbonische Schichtenfolge ab. „Upper coal measures“ sind nicht vorhanden[1]), — vielleicht nur infolge späterer Abtragung, da wir ihre Vertreter ja auch noch weiter nördlich, im Yorkshire-Becken, finden. Derselben Denudation sind auch wahrscheinlich noch die obersten Teile der „middle coal measures“ zum Opfer gefallen.

Marine Schichten sind in verschiedenen Horizonten sowohl in den unteren wie in den mittleren coal measures beobachtet, namentlich bei main coal und Kilburn coal im Westbecken, bei Roaster coal sowie zwischen Roaster und main coal im Ostbecken. Diese Vorkommen haben indessen noch keine ihrer stratigraphischen Bedeutung entsprechende Bearbeitung erfahren, sie können daher für den Vergleich mit anderen Gebieten einstweilen noch nicht verwertet werden. Fox-Strangways verzeichnet nachstehende Arten mit den entsprechenden Fundschichten:

Arten	Vorkommen	
	Ostbecken	Westbecken
Lingula mytiloides	über u. unter Roaster coal	Kilburn u. Main coal
Posidoniella sp.	—	Main coal
Naticopsis	—	„
Gastrioceras Listeri	—	„
Glyphioceras sp.	zwischen Roastern main coal	
Orthoceras	—	„
Prestwichia rotundata	—	„
Fische (Elonichthys, Megalichthys, Radinichthys u. a.) . .	—	Kilburn u. Clod coal

[1]) Nach Coleman soll zwischen der eigentlichen produktiven Gruppe, die mit Flötz Ell coal abschließt, und den darüber liegenden flötzarmen Schichten (den sog. pottery measures) eine Diskordanz bestehen, was an das Verhalten von middle und upper coal measures in anderen Gebieten erinnern würde. Ein Beweis hierfür scheint jedoch nicht erbracht zu sein.

In betreff des Auftretens von Eruptivgesteinen ist das Vorkommen einer „Basalt"- oder „Dolerit"-Decke zu erwähnen, die am Ostrande das hangendste Flötz (Stone smut ryder) bedeckt. Auf Withwick-Grube ist diese Eruptivdecke nahezu 25 m (81′) stark durchsunken, sie keilt von hier sowohl gegen S wie nach NW aus. Da nur das Liegende im Kontakt verändert ist — die Kohle ist „verbrannt" („burnt to a cinder", Gibson) — handelt es sich offenbar um einen mit der ganzen Ablagerung gleichzeitigen Erguß, der vielleicht auf der benachbarten östlichen Randverwerfung emporgedrungen ist. Unregelmäßige Vertiefungen in der Oberfläche des Kohlengebirges werden von einer Breccie ausgefüllt, die bis 50′ Mächtigkeit erreicht und vielleicht als Perm anzusehen ist.

Schichten	Mächtigkeit	
	Gestein	Kohle
Stone smut rider		3′ 8″
Mittel	34′	
Stone smut coal		3′
Mittel	23′	
Swannington coal (Nether c., Splent c.)		4′
Mittel	45′	
Soft coal		1′ 9″
Mittel	34′	
Slate coal rider		2′ 5″
Mittel	19′	
Slate coal		5′ 8″
Mittel	32′	
Yard coal		2′
Mittel	47′	
Rattlejack coal		3′ 4″
Mittel	44′	
Stinking coal (Coleorton upper sulphurous c.)		3′
Mittel	55′	
Main coal		5′—6′
Mittel	14′	
Smoile coal		3′ 4″
Mittel	37′	
Upper lount coal		3′ 3″
Mittel	35′	
Middle lount coal		5′ 7″
Mittel	4½′	
Nether lount coal		6′ 4″
Mittel	118′	
Roaster coal (lower main coal)		4′ 3″

Flötzführung. Die „lower coal measures" enthalten im allgemeinen nur wenige dünne Flötze und müssen daher als unproduktiv („unproductive measures") gelten. Stellenweise sind jedoch ein oder

zwei Flötze dieser Gruppe bauwürdig entwickelt und auch tatsächlich gebaut worden. Ihre Verbreitung beschränkt sich nach den früheren Ausführungen auf den Sattel von Ashby-de-la-Zouch.

Die „middel coal measures“ zeigen in den beiden Mulden östlich und westlich jenes Sattels so verschiedene Ausbildung, daß eine Parallelisierung der beiderseitigen Flötze nicht durchführbar ist. Die beiden Teilbecken müssen daher gesondert betrachtet werden.

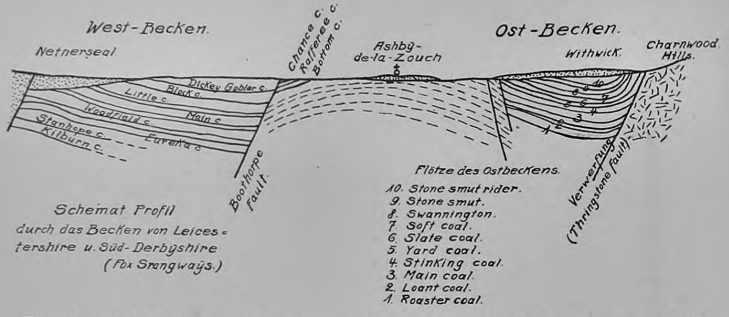


Fig. 149. Schnitt durch das Becken von Leicestershire (n. Fox-Strangways).

Das Ostbecken (Coleorton-Distrikt) bildet eine unsymmetrische Mulde, deren Westflügel mit flachem östlichen Einfallen dem zentralen Sattel anliegen, um auf dem Ostflügel ziemlich steil wieder aufzusteigen. Nach NW heben die Schichten in sanftem Anstiege aus, während sie sie sich nach SO, wie erwähnt, unter der Trias fortsetzen.

Hier ist die in der Tabelle auf S. 575 angegebene Schichtenfolge entwickelt.



Fig. 150. Schnitt durch den westlichen Teil des Beckens von Leicestershire

Das wertvollste Flötz, main coal, das eine gute Kesselkohle liefert, ist auch hier, ähnlich wie thick coal von Süd-Staffordshire, größtenteils bereits verhauen. Am Nordrande des Beckens ist noch ein mächtiges tieferes Flötz, in unbekanntem Abstand unter Roaster bekannt geworden: „Heath end“, das bis 13′ Mächtigkeit erreichte.

Im West-Becken (Moira-Distrikt, auch Süd-Derbyshire-Becken genannt, Fig. 150) findet sich die in nachstehendem Profil angegebene Schichtenfolge:

Schichten	Mächtigkeit Gestein	Mächtigkeit Kohle	Bemerkungen
Oberste, flötzarme Schichten	?		
Ell coal		3′ 8″	
Mittel	200′		
Dickey Gobler coal		3′10″	
Mittel	134′		
Block coal (Watson c.)		4′ 3″	
Mittel	223′		
Little od. four feet (auch five feet-) coal		3′—4′6″	Das wertvollste Flötz über main c.
Mittel	177′		
Main (Moira-) coal		12′—15′	Im Norden geteilt: Over- u. Nether c.
Mittel	31′		
Little Woodfield coal (Toad c.) . . .		2′10″	
Mittel	113′		Hierin ein kleines, stellenweise bauwd. Flötz: slate c.
Woodfield coal		4′ 8″	Nur auf Granville gebaut.
Mittel	33′		
Stockings coal		5′ 9″	Geringwertig, nur stellenweise gebaut.
Mittel	72′		
Heureka coal		4′ 6″	
Mittel	62′		
Stanhope coal		3′ 2″	
Mittel	220′		
Kilburn coal (Anglesea- od. d'Arcy-coal)		4′ 2″	

Die Schichten von main coal abwärts scheinen sich in beiden Becken zu entsprechen. Main coal selbst ist auch hier das wichtigste Flötz, es führt hier Flammkohle. Von den beiden Ästen, in die sich das Flötz nach Norden spaltet, wird bald nur die Oberbank, bald die Unterbank gebaut. Von den tieferen Flötzen sind die besten Heureka und Stanhope. Östlich der großen Randverwerfung sind in hoher Lage drei Flötze aufgeschlossen: Chance coal (5′), Rafferee (5′) und Bottom oder Four feet coal (3′), die mit Woodfield, Stockings und Heureka parallelisiert werden.

In der Schichtenreihe über Dickey Gobler ist nur das etwa 60 m darüber liegende Flötz Ell coal beständig mit 3—4′ Mächtigkeit. Die Flötze der höheren Gruppe werden nicht sowohl wegen ihrer Kohle, als wegen der begleitenden Töpfertone gebaut. Danach werden die Schichten über Ell coal als „Pottery measures“ bezeichnet. Im Ostbecken ist diese Gruppe nicht vertreten.

7. Nord-Wales[1]).

Der Kohlengebirgsstreifen, der sich von der Mündungsbucht des Dee in südöstlicher und südlicher Richtung bis nahe an das Tal des Severn hinzieht, bildet, wie früher ausgeführt, den westlichen Gegenflügel einer, wahrscheinlich einheitlich vorzustellenden Karbonmulde, deren Ostflügel wir in dem Südzipfel des Lancashire-Beckens — aus der Gegend von Manchester nach Süden — und in dem südlich anschließenden Kohlenfelde von Nord-Staffordshire zu sehen haben. Wie dort die Karbonschichten nach Westen unter die Trias von Cheshire einschießen, so neigen sie sich hier am Westrande gegen Osten, um sich vermutlich in der Tiefe zu begegnen und zu vereinigen. Die Breite dieses von Trias erfüllten inneren Muldenteiles beträgt etwa 50 km. Ob dieses große Becken durch einen Querrücken in eine Nord- und eine Südmulde geteilt wird, wie Hull vermutet (vgl. S. 542), ist für die Gesamtauffassung belanglos. An seinem Nordende nähert sich das Karbon von Nordwales in der Gegend von Flint dem Westende des Lancashire-Beckens bei Prescot (östlich Liverpool) auf etwa 25 km. In dieser Lücke greift die Trias von Lancashire-Cheshire über den Westrand des Beckens hinaus, bei Liverpool und auf der Halbinsel Wirral. Außerdem unterbrechen hier die breiten Ästuare des Mersey und des Dee den Zusammenhang. Als vereinzelter Zeuge für die Anwesenheit des Kohlengebirges in diesem Zwischenraum, taucht dieses noch einmal in einem kleinen, wahrscheinlich von Verwerfungen begrenzten Zwickel am rechten Ufer des Dee auf, gegenüber Flint. Mit diesem Vorposten nähert sich das Kohlengebirge von Nordwales bis auf 18 oder 19 km dem von Lancashire. Ebenso ist das Karbon nördlich von Chester nachgewiesen, so daß an seinem Fortstreichen unter dem Buntsandstein von Flintshire bis Süd-Lancashire nicht wohl gezweifelt werden kann.

Der gewaltige aus altpaläozoischen Schichten — Silur und Cambrium — bestehende Gebirgsstock von Nordwales begrenzt im Westen das Kohlengebirge, dessen Unterlage diese Schichten bilden.

Der Karbonzug von Nordwales zerfällt in zwei natürliche Abschnitte durch eine Aufwölbung von Millstone Grit und Kohlenkalk, in Verbindung mit einer großen Verwerfung. Der nördliche Teil gehört der Grafschaft Flintshire an; die Stadt Mold kann als der ungefähre Mittelpunkt dieses Reviers gelten. Südlich jener Aufwölbung des Unterkarbons erstreckt sich die Kohlenablagerung der Grafschaft Denbigshire in N—S-Richtung aus der Gegend von Wrexham über Ruabon nach Oswestry. Die ganze Länge dieses Streifens vom Busen des Dee bis zum Südende, jenseits Oswestry beträgt etwa 70 km. Hiervon kommen auf den nördlichen Teil (Flintshire) 25 km, auf Denbigshire nahezu 30 km. Die Breite erreicht 8—9 km. Der Flächenraum beträgt für den Nordteil 90, für den südlichen Abschnitt 120 qkm.

[1]) Williams, On the mineral resources of Flintshire und Denbighshire. Trans. North of Engl. inst. min. eng. XXV, 1875—76, S. 81. — Davies, The N.-W. and Shrewsbury coalfields. Quart. journ. geol. soc. XLI, 1885, S. 107.

Nach seiner wirtschaftlichen Bedeutung gehört das „Becken“ von Nordwales zu den kleineren, was wohl auch mit auf die Lage — etwas abseits der Hauptverkehrslinien — und Mittelpunkte zurückzuführen ist. Die Gesamtförderung von Nordwales erreicht kaum $3^1/_2$ Millionen Tonnen und ist seit über 20 Jahren nahezu gleichbleibend. Hiervon liefert Denbigshire den weitaus größten Teil, wenigstens 80%. Dieser Abschnitt hat auch die günstigsten Bedingungen für eine weitere Entwickelung, während die geringe Förderung von Flintshire langsam zurückgeht (von 700000 Tonnen im Jahre 1878 auf 571000 Tonnen im Jahre 1903). Die gewinnbaren Vorräte werden für Flintshire auf 771 Millionen Tonnen, für Denbighshire auf 965 Millionen Tonnen geschätzt.

Der stratigraphische Aufbau des Kohlengebirges von Nordwales entspricht ganz dem des Lancashire-Beckens und überhaupt des nördlichen Mittelengland. Auf das silurische Grundgebirge im Westen legt sich zunächst Kohlenkalk, hierauf Millstone Grit, über dem sich dann die bekannten drei Stufen der „coal measures“ entwickeln. Von diesen ist die untere Abteilung flötzarm und entspricht der Gannister-Gruppe von Lancashire. Marine Schichten mit Aviculopecten u. a. sind auch hier verbreitet. Die mittleren coal measures sind wieder der Hauptträger des Kohlenreichtums, während die darüber noch folgenden „upper coal measures“ nur dünne, meist unbauwürdige Flötze enthalten und daneben die charakteristischen Spirorbiskalke führen. Mit dieser Gruppe, die früher größtenteils noch zum Perm gerechnet wurde, sinkt das Kohlengebirge östlich unter die Trias von Cheshire. Die Ausbildung dieser letzteren Abteilung[1]) entspricht vollkommen der typischen Entwickelung auf dem gegenüberliegenden Ostflügel der großen Hauptmulde, insbesondere der von Nord-Staffordshire. Die dort eingeführte Dreiteilung der Stufe läßt sich auch auf Nordwales übertragen. Wir haben somit folgenden Aufbau des Oberkarbons:

Upper coal measures	Keele-Gruppe, vertreten durch die roten Sandsteine und Mergel von Wrexham („Wrexham red sandstones and marls“)	600′
	Newcastle-under-Lyne-Gruppe: a) „Coedyrallt rock“, gelbe und grüne Sandsteine mit einem dünnen Flötz (Flannog new coal, versuchsweise gebaut); b) Schiefer und Mergel mit einzelnen dünnen, stellenweise gebauten Flötzen (Morlas main coal und little Morlas coal)	350′
	Etruria-marl-Gruppe, bestehend aus roten und grünen Mergeln („Ruabon marls“), Sandsteinen und Konglomeraten mit Einlagerungen von dünnen Kohlenflötzen, Spirorbiskalken und „Espley rock“	840′

[1]) Vgl. die eingehende Beschreibung bei Davies: On the relation of the upper carboniferous strata of Shropshire and Denbigshire to beds usually described as Permian. Quart. Journ. geol. soc. XXXIII, 1877.

Middle coal measures: Graue Sandsteine und Schiefer mit den Hauptkohlenflötzen . . . . . 800′
Lower coal measures: Graue Sandsteine und Schiefer mit wenigen dünnen Flötzen . . . . . 1000′
Millstone Grit.

Die ganze Schichtenfolge ist in sich konkordant.

Deckgebirge. Nachdem ein großer Teil der früher als Perm angesehenen Schichten neuerdings mit dem Karbon vereinigt wird, verbleibt nur noch ein kleiner Rest permischen Deckgebirges, das seinerseits diskordant von der horizontal gelagerten Trias des Cheshire-Beckens überlagert wird. Diese Buntsandsteindecke begleitet in Denbigshire in einigem Abstand den Ostrand des Kohlengebirges, indem sie noch die „upper coal measures“ und das Perm freiläßt. Anders im Süden und im Norden; hier greift die Trias transgredierend nach Westen über, wobei von Wrexham an nach Norden immer tiefere Schichten überlagert werden: zunächst das Perm, dann die einzelnen Abteilungen der „upper coal measures“, bis schließlich in Flintshire der Buntsandstein dem produktiven Kohlengebirge selbst aufliegt. Noch weiter nördlich, in West-Cheshire (Halbinsel Wirral) verschwindet dieses, wie wir bereits sahen, vollständig unter der Trias, wodurch hier an der Oberfläche die breite Lücke zwischen den Kohlenrevieren von Nord-Wales und Süd-Lancashire entsteht. Etwas Ähnliches vollzieht sich in kleinerem Maßstabe im Süden. Indem auch hier der Buntsandstein nach Westen übergreift und auf eine kürzere Strecke das Kohlengebirge verdeckt, bewirkt er die Trennung der Vorkommen von Nord-Wales einerseits und Shropshire („Becken von Shrewsbury“) andererseits.

Der tektonische Bau stellt sich verhältnismäßig einfach dar. Das Streichen der Schichten ist im allgemeinen nordsüdlich, das Einfallen von der silurischen Unterlage gleichförmig gegen Osten mit etwa 30^0 (s. Profil Fig. 151). Wesentliche Abweichungen von diesem normalen Verhalten stellen sich an den Enden im Norden und Süden sowie an den erwähnten Querrücken ein. An diesem biegen die Schichten nach Osten um und fallen vom Sattel weg im südlichen Teilbecken (Denbighshire) nach Süden, im nördlichen (Flintshire) nach Norden. Hiervon abgesehen scheinen Faltungen keinen erheblichen Einfluß auf die Gestalt des ganzen Gebietes zu haben.

Von größerer Bedeutung sind die zahlreichen Verwerfungen, die zwei verschiedenen Systemen angehören. Eine Gruppe von Störungen verläuft ungefähr nordsüdlich. Es sind also in Rücksicht auf den allgemeinen Bau streichende Verwerfungen. Bei diesen ist meist der östliche Teil gesunken. Die größte Verwerfung dieser Art ist die als „Wrexham fault“ bezeichnete, die lange Zeit als Ostgrenze der ganzen Ablagerung galt, bis in neuerer Zeit die Kohlenflötze auch auf dem gesunkenen östlichen Flügel nachgewiesen wurden. Am Nordende des Gebietes, westlich von Flint, treten Verwerfungen dieser Art staffel-

förmig hintereinander auf, wodurch der Rand des Kohlengebirges nach Westen hinausgerückt, seine Oberfläche also vergrößert wird.

Die Querverwerfungen mit annähernd westöstlichem Streichen spielen ebenfalls eine ziemlich bedeutende Rolle. Ihr Einfallen ist meist nördlich, so daß die Nordseite gesunken ist. Dies kommt am auffälligsten in dem stufenweisen Zurücktreten des Westrandes gegen Norden zum Ausdruck. Die weitaus bedeutendste Störung dieser Art ist die große Bala-Verwerfung, die weither von Westen aus dem wallisischen Silurgebirge herausstreicht. Beim Eintritt in das Kohlengebirge biegt sie etwas gegen Norden, in die Nordostrichtung und begleitet so den Südrand des Sattels zwischen Flintshire und Denbighshire, wodurch die Trennung beider Reviere noch verschärft wird. Wo diese Verwerfungen den Kohlenkalk durchsetzen, sind sie nicht selten erzführend.

Die Flötzführung und sonstige Ausbildung der mittleren, flötzreichen Gruppe ist in beiden Teilbecken wesentlich übereinstimmend, wie die folgende Gegenüberstellung (nach Hull) erkennen läßt:

Denbighshire	Flintshire
Top sulphurous coal . . . . . 4′	
Mittel ca. 60 m (70 yards)	
Bottom sulphurous coal . . . . . 4′ 6″	
Mittel 9 m (10 y.)	
Smiths coal . . . . . 2′ 2″	Four foot coal . . . 4′
Mittel 11 m (12 y.)	Mittel 12 m
Drowsall coal . . . . . 3′	
Mittel 8 m (9 y. 8″)	
Powell coal . . . . . 3′ 3″	Bind coal . . . . . 2′ 6″
Mittel 8 m (9 y. 1′)	Mittel ca. 20 m
Two yard coal . . . . . 6′	Hollin coal . . . . . 8′
Mittel 10 m (11 y.)	
Crank coal . . . . . 2′ 8″	Mittel 29 m
Mittel (mit dem Brassey-Eisensteinflötz)	mit Eisensteinflötz
ca. 10 m (10 y. 2′ 6″)	
Brassy coal . . . . . 5′	Brassey coal . . . . 3′
Mittel (mit Blackband-Eisensteinflötz)	Mittel 25 m
9 m (10 y)	
Main coal (mit tonigem Mittel von 15″) 7′ 5″	Main coal . . . . . 7′
36′ 0″	Mittel 50—90 m
	Lower four foot coal 4′
	28′ 6″

Es entsprechen sich beiderseits die gleichnamigen Flötze „Main“ und „Brassy“, ferner „Hollin“ von Flintshire dem „Two Yard“ von Denbigh und „Bind“ dem Flötz Powell.

Man sieht, daß der Kohlereichtum nicht gerade sehr bedeutend ist. Rechnet man nur die durch den Druck hervorgehobenen wichtigeren

Flötze, so verringert sich die bauwürdige Kohlemächtigkeit auf 6—7 m (22′ 4″) für Denbighshire und wenig mehr, 7—8 m (24′ 6″) für Flintshire. In Flintshire führen die Flötze mehrfach auch Cannelkohle. Dies ist der Fall bei dem oberen Vier-Fuß-Flötz, ferner bei Flötz Hollin (1′ 6″ Cannel, 6′ 6″ gewöhnliche Kohle); besonders ausgezeichnet in dieser Beziehung ist das untere Vier-Fuß-Flötz (lower four foot c.), das über 3′ Cannelkohle enthält, die an Ergiebigkeit in bezug auf Gasausbringen noch die berühmte Cannelkohle von Wigan übertreffen soll.

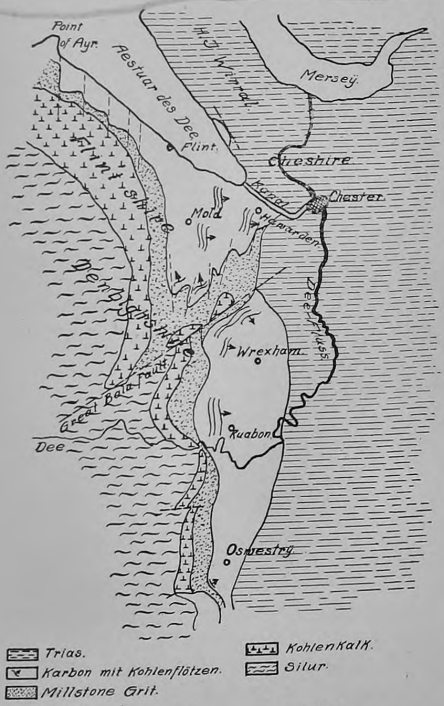


Fig. 151. Becken von Nord-Wales.

8. Shropshire, Coalbrookdale, Forest of Wyre.

Diese drei Kohlenfelder, zusammen mit den kleinen Ausliegern der Clee Hills, bilden den Rest der zu dem großen „Midland-Becken“ gehörigen Vorkommen. Alle sind wirtschaftlich von untergeordneter Bedeutung, z. T. fast wertlos, aber geologisch nicht ohne Interesse, da sie das Gesamtbild der Kohlenablagerungen Mittelenglands in wesentlichen Zügen vervollständigen. Sie sind durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale verbunden und jedenfalls zusammenhängend — sowohl untereinander als auch mit dem Karbon der weiteren Midlands — abgelagert. Alle sind in nächster Nähe und unter unmittelbarem Einfluß des mehrfach

erwähnten alten Festlandes, das sich zwischen dem süd- und dem mittelenglischen Karbonbecken hinzog, gebildet. Dessen Ränder wurden, wie wir bereits an anderen Beispielen gesehen (Süd-Staffordshire, Warwickshire), erst im späten Oberkarbon überflutet. Wir finden daher auch hier eine ausgesprochene Transgression der „upper coal measures", die vielfach unmittelbar dem alten Grundgebirge auflagern. Zu dieser Transgression gesellt sich hier noch eine deutliche Diskordanz zwischen „middle" und „upper coal measures" (Coalbrookdale, Wyre-forest), eine oberkarbonische Faltung anzeigend, die wir anderwärts mindestens nicht in dieser Deutlichkeit wahrnehmen. Eine weitere Folge der Festlandsnähe ist das Fehlen des Unterkarbons und des tieferen Oberkarbons (mit Ausnahme von Coalbrookdale), eine Erscheinung, die wir ebenfalls unter ähnlichen Verhältnissen auch in Südstaffordshire und Warwickshire kennen lernten. Auch die unregelmäßigen Aufragungen des alten Grundgebirges wiederholen sich hier wie dort.

Über die Anordnung dieser Vorkommen (Fig. 152) und ihre Beziehungen zueinander und zu den übrigen „Midlands" wäre folgendes zu bemerken.

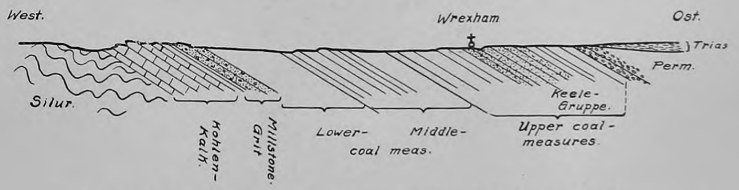


Fig. 152. Schnitt durch das Becken von Nord-Wales (n. Hull).

Das Kohlengebirge von Shropshire mit dem Mittelpunkt Shrewsbury bildet das südliche Abschlußstück des großen Lancashire-Cheshire-Beckens, als dessen einzelne Abschnitte wir nacheinander Lancashire selbst im Norden, Nord-Staffordshire im Osten und Nord-Wales im Westen betrachtet haben. In halbmondförmiger Biegung zieht sich das Karbon von Shropshire um den Südrand der großen Triasmulde; sein westliches — nach Nordwesten gerichtetes — Ende weist auf das Südende von Denbighshire, von dem es durch die breite Talniederung des Severn getrennt ist, das Osthorn des Halbmondes weist nach Nordosten auf die Ausläufer von Nord-Staffordshire. Hier im Südosten ist jedoch die Mulde nicht vollkommen geschlossen. Wie im Nordwesten, zwischen Nord-Wales und Lancashire, überschreitet auch hier zwischen Shropshire und Nord-Staffordshire die Trias von Cheshire den Beckenrand und verbindet sich durch Staffordshire mit der allgemeinen mittelenglischen Triasdecke. Wie die Trias verläßt auch das Karbon hier den vorgezeichneten Rahmen der großen Westmulde (Lancashire-Cheshire) und tritt durch die breite Lücke, die durch das früher geschilderte Einsinken der penninischen Achse zwischen dieser und den östlichen Grenzpfeilern

des alten wallisischen Hochlandes entsteht, dieses z. T. noch überdeckend (Clee Hills). So schließt sich östlich von Shrewsbury das kleine Becken von Coalbrookdale an, das den Übergang zu den östlichen Midlands (Süd-Staffordshire usw.) vermittelt. Von Coalbrookdale zieht ein schmaler Kohlengebirgsstreifen südwärts über Bridgenorth, dem Ostrande der alten wallisischen Masse folgend. Noch einmal erweitert sich dieser Zug, westlich von Kidderminster zum Becken von Wyreforest, um sodann nahezu völlig auszukeilen. Seine letzten Spuren lassen sich noch an dem schmalen nordsüdlich gerichteten Faltenzuge der Malvern- und Abberley-Hills[1]) verfolgen, der selbst aus archäischen und altpaläozoischen Schichten gebildet, das altpaläozoische Gebirge im Westen (Wales) von der Trias Mittelenglands scheidet. Noch weiter südlich stellt das winzige Becken von Newent, noch nicht 10 km vom Forest-of-Dean-Becken, das Bindeglied zu den Kohlenbecken des Südens dar. Es scheint demnach, daß durch eine am Ostrande des alten wallisischen Gebirgslandes verlaufende Furche eine Verbindung zwischen den sonst getrennten karbonischen Becken des südlichen und des mittleren England bestanden habe. Daß sich übrigens die ursprüngliche Ablagerung der Karbonschichten keineswegs auf den schmalen, soeben verfolgten Streifen beschränkte, beweisen eingesunkene Kohlengebirgsschollen im Devon westlich davon und besonders die Denudationsreste auf den Clee Hills, in denen sogar Kohlenkalk und Millstone Grit entwickelt ist.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Abschnitte über.

1. Das Kohlengebirge von Shrewsbury ist praktisch völlig bedeutungslos. Es beginnt im Westen am Severn bei Alderbury, wo es sich dem Südende des Denbighshire-Beckens auf kaum 10 km nähert. Die Schichten streichen im Bogen durch Südosten, Osten, Nordosten über Shrewsbury auf Haughmond, wo sie an einer auftauchenden Kuppe von Kambrium abstoßen. Der Zug hat eine Länge von annähernd 30 km, aber kaum 2 km Breite.

Die Schichten gehören wahrscheinlich ganz den „upper coal measures“ an, die hier unmittelbar dem Grundgebirge aufliegen, und führen nur im unteren Teil einige zur Not bauwürdige Flötze, außerdem Spirorbiskalke. Die höheren Schichten gehören der Keele-Gruppe an. Letztere wird bedeckt von einer Breccie, die wohl mit den ähnlichen auch sonst in den „Midlands“ verbreiteten Bildungen („Haffield breccia“ — „Trappoid breccia“) in Parallele zu stellen ist.

Außerordentliche Störungen bezeichnen die Lücke im Kohlengebirge zwischen Shrewsbury und Nord-Staffordshire. Eine große Grabenversenkung wirft das Karbon weit nach Südwesten zurück, bis weit südlich des Severn. Die Karbonscholle, die hier am Nordfuß des Caradoc Hills, zwischen Kambrium und Silur eingesunken ist, würde, an ihren

[1]) Eine eingehende Darstellung des sehr verwickelten Baues dieses interessanten Gebietes gibt Groom, On the geological structure of portions of the Malv... Abberley Hills. Quart. Journ. geol. soc. LVI, 1900, S. 138.

ursprünglichen Platz zurückversetzt, die Lücke zwischen Shrewsbury und Coalbrookdale schließen.

2. Coalbrookdale[1]). Wir sind damit zu einer beckenartigen Erweiterung des Karbonzuges gekommen, die — verbunden mit einer beträchtlichen Tiefe — eine für diese Gegend ungewöhnlich vollständige und mächtige Entwickelung des Kohlengebirges gestattete. Seit langer Zeit ist dieses kleine Becken durch den Bergbau aufgeschlossen und dadurch in seinen interessanten Einzelheiten bekannt geworden. Die Gestalt läßt sich, von vielen Unregelmäßigkeiten absehend, ungefähr als flaches, gleichschenkeliges Dreieck beschreiben. Die lange Grundlinie ist gegen Osten gekehrt; hier sinkt das Kohlengebirge unter das Perm und die Trias. Unter der permischen Bedeckung sind die Flötze in verschiedenen Schächten (Granville, Kemberton) aufgeschlossen. Seine Fortsetzung nach dieser Richtung ist in dem gegenüberliegenden, nur etwa 25 km entfernten Kohlenfelde von Süd-Staffordshire zu suchen, das gewissermaßen den östlichen Gegenflügel zu dem Karbonstreifen Coalbrookdale-Wyreforest bildet. Von den beiden Schenkeln des Dreiecks lehnt sich der eine, nach Südwesten gerichtete, auf dem der Ort Coalbrookdale selbst liegt, an das alte, vorwiegend silurische Gebirge von Wales an, wogegen die nach Nordwesten blickende dritte Seite von einer großen, SW—NO streichenden Verwerfung gebildet wird, in der das Kohlengebirge gegen Buntsandstein stößt. Wie früher erwähnt, ist das Dreieck an seiner Südecke nicht geschlossen, sondern verläuft hier in eine schmale Furche, die zu Wyreforest hinüberleitet. Die Oberfläche beträgt, ohne den von Perm verdeckten Teil, 45 qkm. Die jährliche Förderung ist etwa 800000 Tonnen. Die noch vorhandenen Vorräte werden auf 153 Millionen Tonnen veranschlagt.

Die stratigraphische Entwickelung weist, wie bereits angedeutet, eine für dieses Gebiet ungewöhnliche Vollständigkeit auf, indem — wenigstens am Nordende — noch Kohlenkalk und Millstone Grit zum Absatz gekommen sind, die sonst in den südlichen Midlands durchweg fehlen (vgl. Süd-Staffordshire und Warwickshire). Kohlenkalk erscheint an der äußersten Nordspitze, bei Lilleshall, und an der Westecke — im Scheitel des gleichschenkligen Dreiecks —, wo er dem Kambrium des Wrekin aufliegt, von diesem jedoch noch durch ein Eruptivlager geschieden wird. Zwischen diesen beiden Punkten ist der Kohlenkalk auf der ganzen Nordwestseite durch die erwähnte Verwerfung abgeschnitten. Auch südlich des Wrekin findet man ihn nicht mehr; es legen sich hier sofort jüngere Schichten auf das Grundgebirge. Wir haben also hier einen Teil des Südrandes der mittelenglischen Kohlenkalkablagerung vor uns.

Auffallenderweise findet sich dann Kohlenkalk, wiederum in Verbindung mit Millstone Grit, weiter südlich auf den Titterstone Clee Hills, völlig außer Zusammen-

[1]) Prestwich, On the geology of Coalbrook Dale. Trans. geol. soc. of London,

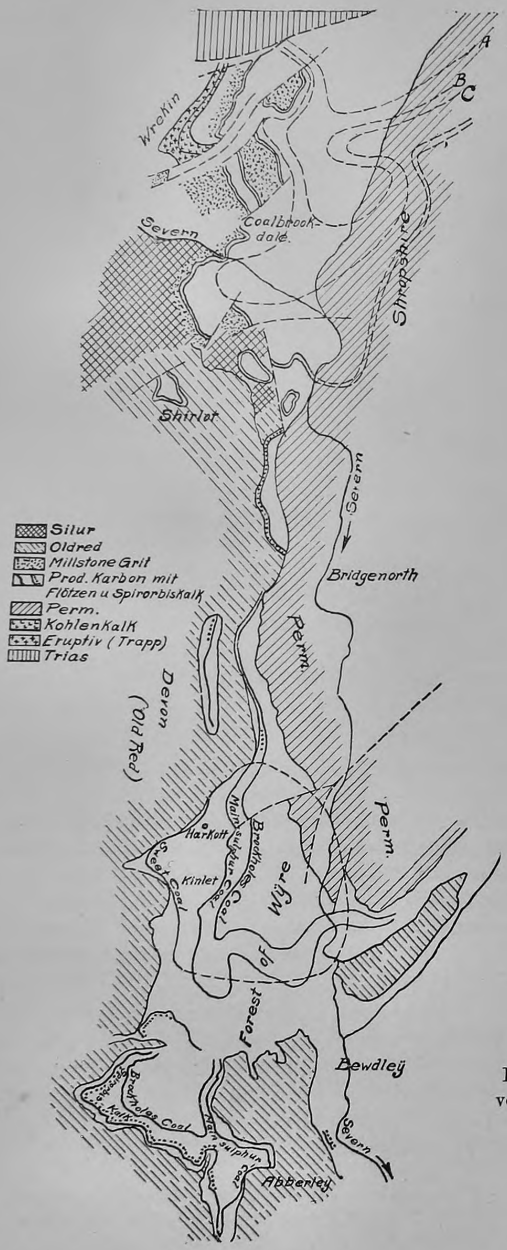


Fig. 153. Die Becken von Coalbrookdale und Forest of Wyre (n. Jones).

hang mit anderen Vorkommen und in unmittelbarer Nähe des Beckens von Wyreforest, das keine Spur von Unterkarbon enthält.

Der Millstone Grit überlagert, allerdings nur sehr schwach entwickelt, an der Nordseite des Beckens den Kohlenkalk an den beiden genannten Punkten seines Vorkommens. Er erstreckt sich aber darüber hinaus noch erheblich weiter nach Süden und bildet fast auf der ganzen Südwestseite die Basis des Kohlengebirges. Erst kurz vor der Südspitze keilt auch er aus und es liegt von hier ab produktives Oberkarbon zunächst auf Silur (Ludlow-Kalk) weiterhin auf Devon (Old red).

Das höhere Oberkarbon läßt zwei scharf getrennte Abteilungen unterscheiden: eine tiefere, flötzführende graue Schichtenreihe, die als „middle coal measures“ anzusprechen ist, und eine höhere, flötzleere rote Gruppe: „upper coal measures“. Zwischen beiden Gruppen besteht eine deutliche Diskordanz. Während die unteren Schichten schwach schüsselförmig gebogen sind, breiten sich die „upper coal measures“ horizontal darüber aus (Fig. 153, 154 u. 158). Eine eigentliche

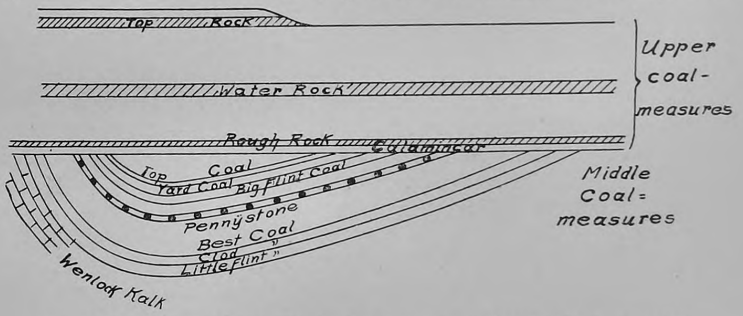


Fig. 154. Schematisches Profil des Beckens von Coalbrookdale (n. Clarke).

Lagerungsdiskordanz ist, wie man sieht, allerdings nur dort festzustellen, wo die obere Gruppe über die aufgebogenen Schichtenköpfe der tieferen hinweggreift, also an den Rändern der Schüssel von „middle coal measures“. In ihrem Inneren liegen beide Schichtengruppen horizontal.

Die richtige Erkenntnis und Deutung der Lagerungsbeziehungen beider Gruppen ist erst allmählich erreicht worden. Ehe man zu der gegenwärtigen Auffassung einer Faltung zwischen der Ablagerung von middle und upper coal measures gelangte, versuchte man das Abschneiden der tieferen durch die höheren Schichten durch eine Störung („Symons fault“) oder auch durch karbonische Erosion zu erklären[1]).

Die obere Abteilung beginnt mit einer Ton- und Geröllschicht, „Calamincar“ genannt, die in sehr schwankender Mächtigkeit, zwischen 1′ und 48′, der denudierten Oberfläche der unteren, produktiven Schichtengruppe aufliegt. Auch mehrere dünne Kohlenflötze sind vorhanden, sowie eine Spirorbiskalkbank.

[1]) Scott, The Symon fault in the Coalbrookdale coalfield (Shropshire). Quart Journ. geol. soc. XVII, S. 457. — Clarke, The unconformity in the coal measures of the Shropshire coalfields. Quart. Journ. LVII, 1901, S. 86.

Die untere Gruppe enthält außer den bauwürdigen Kohlenflötzen auch eine Anzahl Eisensteinflötze, die z. T. gebaut werden. Marine Versteinerungen finden sich in Verbindung mit den Eisensteinflötzen. Stratigraphisch wichtig ist das mit dem Pennystone-Eisenstein verknüpfte Vorkommen. Es wird parallelisiert mit dem gleichnamigen Eisensteinflötz von Süd-Staffordshire und der marinen Schicht von Twist coal in Nord-Staffordshire; es handelt sich also um ein ziemlich hohes Niveau in den mittleren coal measures.

Der Flötzreichtum der produktiven Abteilung (s. Fig. 153, 154 u. 156) ist verhältnismäßig bedeutend. Die Zahl der bauwürdigen Flötze beträgt, je nach der örtlichen Entwickelung, 6 bis 10, in nachstehender Reihenfolge (von oben nach unten):

(Chance pennystone Eisenstein)	
Fungous coal	
Foot coal	
Stone coal	
Gur coal	
Top coal	4′—4′ 6″
Three quarter coal (auch half yard c.) .	1′ 6″
Double coal	5′—6′
(Yellowstone Eisenstein)	
Yard coal	2′ 6″—3′
(Blue flat Eisenstein White „ „)	
Big flint coal	3′—4′ 6″
(Pennystone Eisenstein mit mariner Schicht)	
Stinking coal (sulphur c.)	3′—4′
Clunch coal	2′
Two feet coal Best coal	3′ 4″
Randle coal Clod coal	4′—5′
Little flint coal	1′ 6″—2′ 3″
Lancashire ladies coal.	

Diese Flötzfolge, einschließlich der Eisensteine und sonstigen Leitschichten, stimmt vollkommen überein nicht nur mit dem in der südlichen Fortsetzung derselben Ablagerung gelegenen Forest-of-Wyre-Becken, sondern auch mit dem östlich folgenden Kohlenfelde von Süd-Staffordshire. Insbesondere entspricht nach Jones die Gruppe der eng beisammen liegenden obersten Flötze von fungous bis yard coal den acht Flötzen von Süd-Staffordshire, die dort südlich des großen Bentley-Sprunges zum thick coal verschmelzen (Fig. 155, 156). Nachstehende Übersicht soll diese Beziehungen veranschaulichen.

Shropshire (Coalbrookdale)	Süd-Staffordshire Norden	Süd-Staffordshire Süden
Fungous coal	Old robins coal	Thick coal
Foot coal	Yard coal	
Stone coal	Charles coal	
Gur coal	Cannel coal	
Top coal	Broock coal	
Three quarter coal	Bench coal	
Double coal	Bottom coal	
Yard coal	Bentley Hay coal	

3. Forest of Wyre[1]). Die letzte Ausweitung des mehrerwähnten Karbonzuges an der Ostgrenze von Wales (welsh border-land) bedeckt einen Flächenraum von etwa 75 qkm. Die Form ist die eines unregelmäßigen in das alte Grundgebirge eingesenkten Beckens. Dieses Grundgebirge, und zwar Devon in der bekannten Fazies des „Old red", begrenzt nicht nur das Kohlengebirge längs der ganzen Westseite, sondern

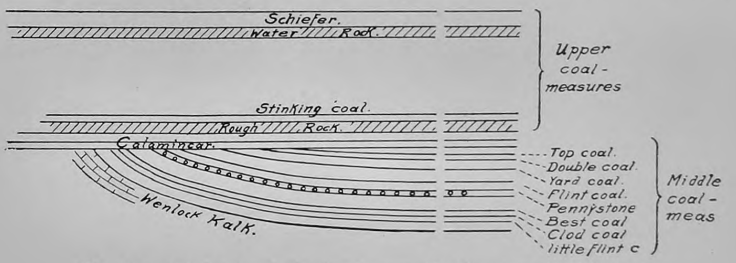


Fig. 155. Schnitt durch die Grube von Madely court (n. Clarke).

taucht auch am Ostrande in ziemlicher Ausdehnung auf. Im Norden, sowie auf einer kurzen Strecke des Ostrandes, bei Bewdley, fehlt diese ältere Umrahmung; das Karbon senkt sich hier gegen Nordosten und Osten unter jüngeres Deckgebirge. Nach dieser Seite liegt ihm im Osten der südliche Teil des Beckens von Süd-Staffordshire in nur 8—9 km Abstand gegenüber. Hieraus ergeben sich enge Beziehungen zwischen Wyreforest einerseits und Süd-Staffordshire sowie Coalbrookdale andererseits.

Der stratigraphische Aufbau und die Lagerungsverhältnisse zeigen die schon in dem nördlichen Nachbarbecken (Coalbrookdale) hervortretenden Besonderheiten noch schärfer ausgeprägt. Wir sahen, wie sich dort am Südende nach Auskeilen des Kohlenkalks und des Millstone Grit das produktive Oberkarbon unmittelbar auf das Grundgebirge auflagert. Dasselbe Verhältnis finden wir in Forest of Wyre,

[1]) Jones, Dan., The structure of the Forest of Wyre coalfield. Trans. fed. inst. min. eng. VII, 1893/94, S. 287.

nur ist hier die Verschwächung der karbonischen Schichtenfolge noch weiter fortgeschritten, so daß auch die „middle coal measures“ größtenteils ausfallen und die höchste Gruppe, die „upper coal measures“, auf weite Erstreckung allein das Karbon vertreten und unmittelbar dem Grund-

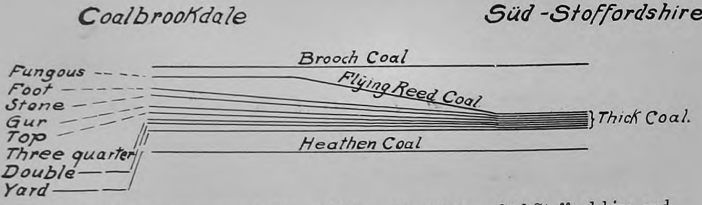


Fig. 156. Spaltung von Flötz „Thick coal“ zwischen Süd-Staffordshire und Coalbrookdale (n. Sopwith).

gebirge aufruhen. Nur im innersten Teile des Beckens, dort, wo dieses am tiefsten in das Grundgebirge eingesenkt ist, sind unter der oberen Gruppe noch Schichten der „middle coal measures“ enthalten. Wie in Coalbrookdale besteht zwischen beiden Schichten eine ausgesprochene,

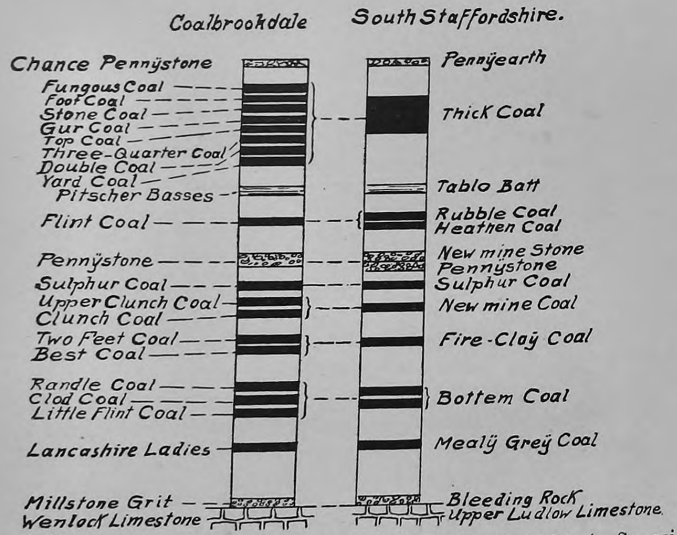


Fig. 157. Vergleich der Flötze von Süd-Staffordshire und Coalbrookdale (n. Sopwith).

auf Faltung beruhende Diskordanz, wobei die flach gelagerte obere Gruppe allseitig über die Ränder der unteren hinweggreift (s. Schema Fig. 159 und Karte Fig. 153). Man kann sich dies Verhältnis anschaulich machen, wenn man sich einen Satz kleiner und tiefer Schüsseln denkt, der von einem anderen aus großen flachen Schüsseln bestehenden

überdeckt wird. Es liegen also gewissermaßen zwei Becken übereinander: das kleine stark konkave der middle coal measures und darüber das weite flache Becken der upper coal measures.

Die paläontologischen und petrographischen Merkmale beider Schichtengruppen sind die gewöhnlichen und von anderen Vorkommen hinlänglich bekannten: also graue bezw. rote Farbe, Spirorbiskalke in der oberen Gruppe[1]) usw.

Bauwürdige Kohlenflötze sind in beiden Gruppen vorhanden, aber durch charakteristische Merkmale unterschieden. In der unteren Gruppe (middle coal measures) finden wir eine reine, aschenarme, gut brennende Flammkohle (mit 33 1/2 % flücht. Best.), wogegen die upper coal measures nur unreine, schwefelhaltige Kohlen enthalten, die deshalb als „sulphur coals" von den „sweet coals" der unteren Abteilung unterschieden werden. Die Gruppe der „sweet coals" wird mit den Flötzen von „best coal" abwärts im Coalbrookdale-Revier und den entsprechenden von Süd-Staffordshire parallelisiert (s. Tabelle). Die höheren Flötze der middle coal measures scheinen nicht vertreten und sind wohl — soweit sie überhaupt vorhanden waren — der Denudation vor Ablagerung der höheren Gruppe zum Opfer gefallen. Als Beispiel sei hier die Entwickelung dieser Gruppe auf Schacht Harcott mitgeteilt:

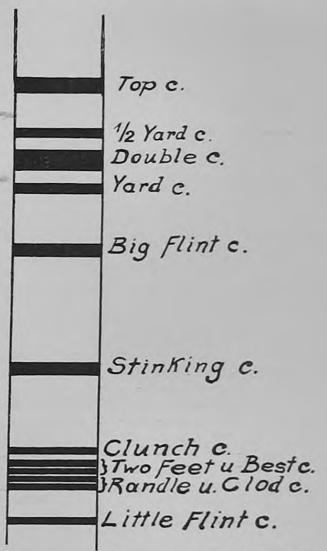


Fig. 158. Flötze von Pudley Hill (n. Scott).

Upper coal measures	
Sweet coal	4′ 6″
Mittel mit Eisenstein	3′
Kohle	9″
Mittel	6″
Kohle	1′ 8″
Mittel mit Eisenstein	5′
Kohle	6′
Mittel	2′ 6″
Kohle	2′ 6″

Die Kohlen dieser Gruppe sind natürlich die wertvollsten, doch sind sie auf den engen Raum im Innern des Beckens beschränkt.

[1]) Crossbee Cantrill, On the occurence of spirorbis-limestone and thin coals in the so called permian rocks of Wyreforest. Quart. Journ. geol. soc. LI, 1895, S. 525.

Die obere Abteilung enthält zwei Hauptflötze: Main sulphur coal und Brockholes seam. Ihre Verbreitung ergibt sich aus der Karte (Fig. 153).

Zum Schluß seien hier die Flötze der drei Nachbarbecken von Süd-Staffordshire, Coalbrookdale und Wyreforest vergleichend nebeneinandergestellt:

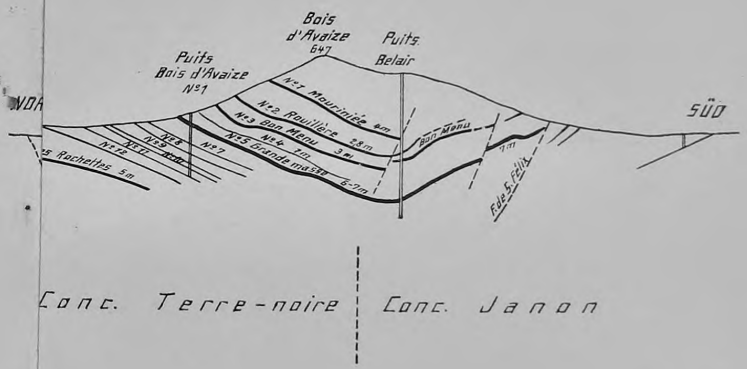
Süd-Staffordshire	Coalbrookdale	Forest of Wyre
Upper coal measures		Brockholes seam (Spirorbis-Kalk) / Main sulphur coal } Upper coal measures
Diskordanz (Faltung und Denudation)		
Pennyearth Eisenstein	Chance pennystone Eisenst.	
Thick coal { Old Robins- bis Bentley hay coal	Fungous coal bis Yard coal	
Rubble coal / Heathen coal	Flint coal	
Pennystone Eisenstein (mit marinen Versteinerungen)		
Sulphur coal	Stinking coal	
New mine	Clunch coal	
Fire clay coal	Two feet coal	
	Best coal	Sweet coal . 4′6″
Bottom coal { Top (Shallow)[1] / Holers (Deep)[1]	Randle coal	Kohle . . 9″
	Clod coal	Kohle . . 1′6″
	Little flint coal	Kohle . . 6′
Mealy grey coal	Lancashire ladies coal	Kohle . . 2′6″

Anhang. Der mittelenglischen Gruppe schließen sich der Lage nach drei kleine Vorkommen an, deren geologische Beziehungen zu dieser großen Ablagerung jedoch nicht ganz klar sind. Es sind dies das kleine Becken von Newent in Gloucestershire, die Kohlengebirgs-„Auslieger" der Clee-Hills, und das Vorkommen auf der Insel Anglesea.

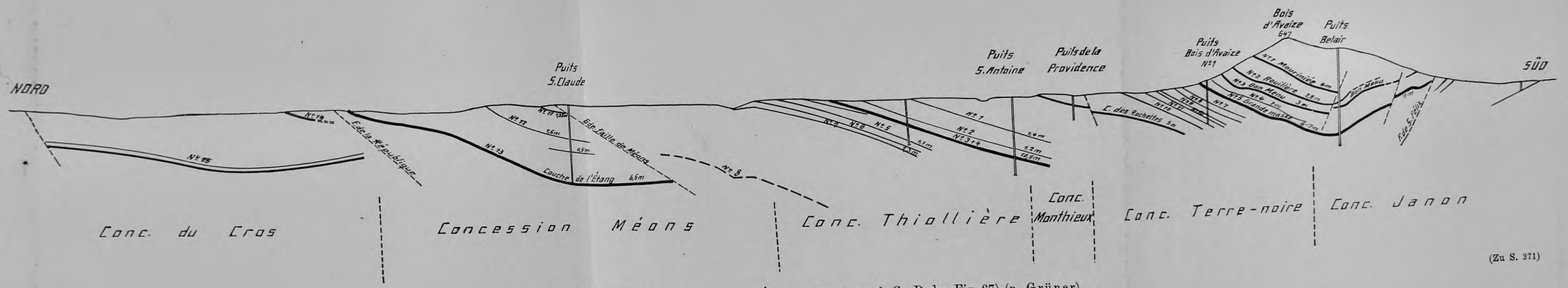
Das Becken von Newent[2]) ist nahe dem Städtchen dieses Namens am Nordfuß der aus altpaläozoischen Schichten aufgebauten May-Hills eingesenkt, die ihrerseits als eine Fortsetzung der gleichartig zusammengesetzten Abberley- und Malvern-Hills erscheinen. Die Lage ist somit ähnlich, wenn auch vielleicht nicht ganz analog, wie die des Beckens

[1]) In Cannock Chase.

[2]) Newell-Arber, Notes on a collection of fossil plants from the N.-coalfield. Geol. Mag. 1910, S. 241. — Derselbe, On the fossil flora of the Forest of Dean coalfield. Phil. trans. roy. soc. London 1912.


Bois d'Avaize 647
Puits Belair
Puits Bois d'Avaize N°1
NORD
SÜD
N°7 Mauvinière
N°2 Rouillère 4m
N°3 Bon Menu 2,5m
N°6 3m
N°5 Grande masse 5-7m
Bon Menu
Fde S. Félix
N°8
N°1
N°2
N°4
Rochettes 5m
Conc. Terre-noire
Conc. Janon

(Zu S. 371)



(Zu S. 371)

Fig. 70. Profil des Beckens von St. Étienne (Schnitt nach C—D der Fig. 67) (n. Grüner).

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

	Hull	Kidston	Hedley (Profil von Burslem)	Bemerkungen
Upper coal measures: Blackband-Series	Blackband ironstone 36′ Red shag ir. . . 2—4′ Kohle . . . . . 1′ 9″ 71′ 6″ Red mine ir. . . . 2′ 3″ Kohle . . . . . 2′ 36′ Kohle . . . . . 1′ 8″ 62½′ Kohle . . . . . 1′ 77′ Kohle . . . . . 9″ 78′ (mit Spirorbiskalk) **Bassey mine ir.** . 4″(—6′) Kohle . . . . . 1′	Upper coal measures bis herab zum Bassey-mine-Eisenstein ca. 290 yards	Über Peacock noch 8 kleine Flötze in 150 yards Gebirge. **Bassey-mine-Eisensteinfl.**	
Middle coal measures	? Mittel Little Row coal . . 2′ 2″ Peacock c. . . . . 5′ 8″ 40½′ Spencroft c. . . . 4′ 53½′ Grublin ir. . . . . 6′ 35½′ Great Row c. . . . 9′ 78′ 9″ Cannel Row . . . 6′ 6″ 99′ Wood mine . . . . 1′ Pennystone ir. . . 2′ ? Deep mine . . . . 10″ Kohle . . . . . 3′ 69′ Chalky mine ir. . . 1′ „ „ c. . . 1′ Brown mine ir. . . 8″ Kohle . . . . . 1′ 59′ Bungilow c. . . . 3′ 1″ ×××× 108½′ ×××× Kohle . . . . . 1′ Mittel (mit Bay c.) . 97′ Winghay (Knowles) c. 5′	Little Row c. . . . . 1 y 9 yards Foot c. . . . . 1′ 9 y. Peacock c. . . . . 2 y. 6 y. Spencroft c. . . . . 1 y. 23 y. Gobbin ir. . . . . 2 y 1′ 4 y. Great row c. . . . . 3 y. 2′ 9 y. Cannel row. . . . . 4 y. 1′ 26 y. Wood mine . . . . . 1′ 6″ 5 y. Chalky m. ir. . . . . 2′ 3 y 1′ Chalky m. c. . . . . 1 y. 56 y. Bungilow c . . . . . 1 y. 6″ ××× Mittel (mit Bay c.) ××× 73 y. Winghay (Knowles-) Eisenstein u. Kohle . . . 1 y. 2′ 6″	Peacock c. . . . . 5′ 20 y. Spendcroft c. . . . . 4′ } Mittel 31 y. Great row c. . . . . 7 6″ 30 y. Cannel row . . . . . 6′ 30 y. Pennystone ir. . . . . 1′6″ 7 y. Deep mine . . . . . 3′ Mittel 114 y., mit mehreren kleinen Flötzen ×××× Winghay . . . . . 4′6″	×××××× Marine Schicht (D) über Bay c. (= Ladys c.).
	35½′ Winghay ir. . . . 1′ 5″ 116′ Billy mine ir. . . . 6″ Kohle . . . . . 1′ 6″ 35½′ Kohle . . . . . 1′ 6″ 34½′ Four foot c. . . . 2′ 9″ 50′ Ash (Rowhurst) c. . 11′ 6″	Mittel 106 y., mit mehreren Eisensteinflötzen Ash (Rowhurst-) Eisenstein u. Kohle . . . . . 3 y. 1′	98 y. Rowhurst seam . . . . 12′ 6″	
	81′ Burnwood Eisenstein 1′ Kohle . . . . . 5′ 3″ ×××× 54′ ×××× Twist c. (u. Cannel) . 3′ 6″	? ×××××××××× Gin mine (golden Twist) c. 2′ 4″	40 y. Burnwood . . . . . 5′ 5″ 24 y. ×××××××× Twist c. . . . . 3′	×××××× Reiche marine Schicht über Gin mine (Twist c.).
	59′ Kohle . . . . . 1′ 6″ 389′ Birchenwood c. . . 5′ 3″ 65½′ Mossfield (Easling-) c. 4′ ××××××	Birchenwood . . . . 1 y. 2′ Moss (Easling) c. . . . . 1 y. 10″ ××××××××	Mittel 183 y., mit einigen schwachen Flötzen Mossfield c. . . . . 4′ ××××××××	Marine Schicht (C) unter Moss c.
	34½′ Kohle . . . . . 2′ 3″ 61½′ Kohle . . . . . 2′ 3″ 129′ Yard c. . . . . 3′ 6″ 31′ Ragmann c. . . . 4′ 6″	Yard c. . . . . 1 y. 6″ Little row c. . . . . 1 y. Ragman c. . . . . 2″ 6″	Mittel 81 y., mit zwei schwachen Flötzen Ragman c. . . . . 4′	Sandsteinhorizont: Yard rock ×××××× Marine Schicht (B) über Seven foot (Bambury) c.
	×××× 79′ ×××× Rough 7 foot c. . . 4′ 3″ 125′ Stoney 8 foot c. . . 4′ 120′ Ten foot c. . . . . 5′ 9″	Old Whitfield (Birches-) c. . 1 y. 9″ Bellringers c. . . . . 1 y. Ten foot c. . . . . 2 y. 1′ 4″	20 y. Rough 7 foot c. . . . . 5′ 6″ 40 y. Stoney 8 foot (Hams-) c. . 3′ 45 y. Ten foot c. . . . . 5′ 6″	Sandsteinhorizont: Ten feet rock.
	131′ Bowling alley c. . . 4′ 6″	Bowling alley c. . . . . 1 y. 4″	25 y. Bowling alley c. . . . . 3′	
	81′ Holley lane c. . . . 5′ 10″	Holley Lane . . . . . 1 y. 6″	35 y. Holley lane c. . . . . 3′ 6″	
	84′ (mit Hard mine) Sparrow buts c. . . 5′ 1″	Hard mine od. Sparrow buts c. 1 y. 5″	20 y. Sparrow buts c. . . . . 4′ 5″	
	222′ Flats c. . . . . 2′ 8″ 108′ Frogs row c. . . . 4′ 2″ 30′ Cockhead c. . . . 8′ 6″	Bambury c. . . . . 1 y. 2′ 8″ Cockshead c. . . . . 2 y. 1′ 6″	56 y. Bambury c. . . . . 4′ 6″ 79 y. Cockshead c. . . . . 7′	Sandsteinhorizont: Bambury rock.
	420′ Bullhurst . . . . 5′ 6″ 60′ Winpenny c. . . . 3′	Whitehurst c. . . . . 2′ 3″ Bullhurst c. . . . . 1 y. 2″ Winpenny c. . . . . 1 y.	60 y. Bullhurst c. . . . . 4′ 6″ Mittel 250 y., darin sechs schwache Flötze	
Lower coal measures		×××× 200 y. ××××× Four foot c. . . . . 3′ 6″ Mittel 120′		×××××× Marine Schicht (A) über Flötz „fourfeet“ (= Crabtree).

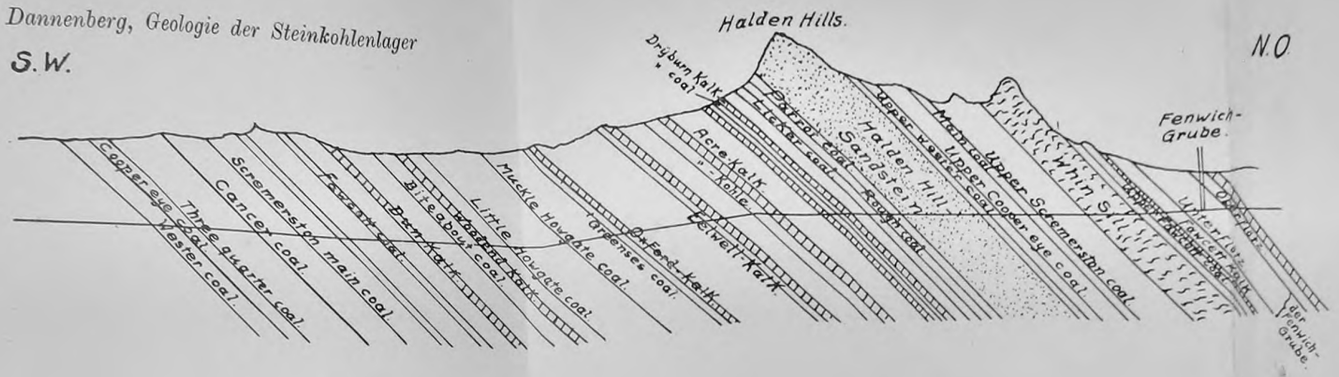


Fig. 162.

Schnitt durch die Mulde von Scremerston (n. Wood).

(Zu S. 606)

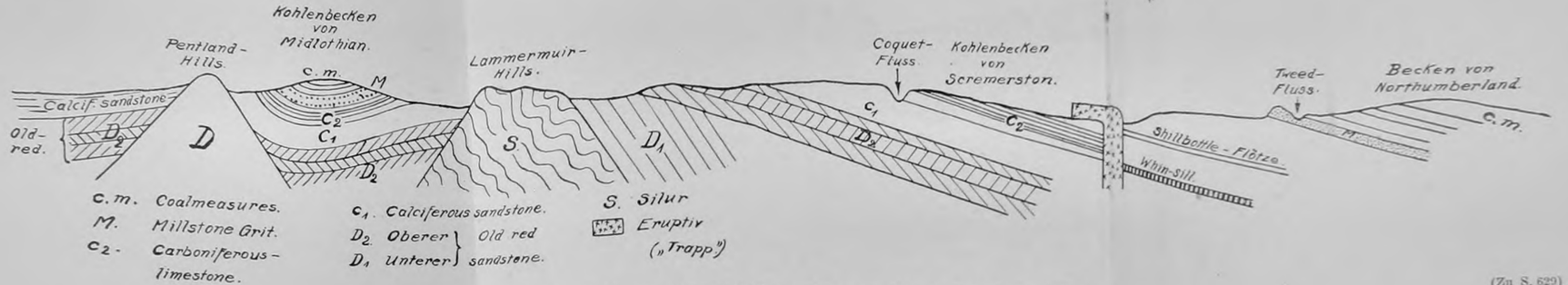


Fig. 174. Beziehungen der schottischen zu den nordenglischen Kohlenbecken (n. Wood).

(Zu S. 629)

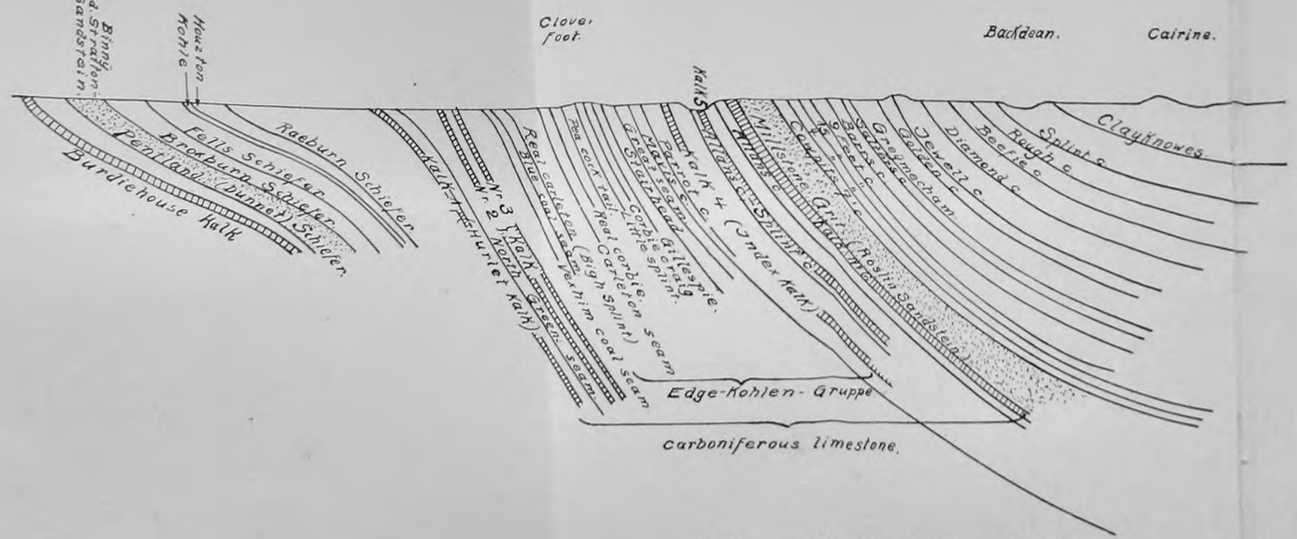


Fig. 177.

Schnitt durch die Westhälfte des Beckens von Edinburg (n. Cadell u. Wood).

(Zu S. 638)

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

von Wyreforest in bezug auf die Abberley-Hills. Gibt sich das Newent-Becken in dieser Hinsicht anscheinend als ein Glied der am Ostrand der altpaläozoischen Gebirgsrande aufgereihten Karbonvorkommen („Welsh borderland coalfields") zu erkennen, so liegt es andererseits dem Forest of Dean so nahe, nur etwa 8 km von dessen Nordende, daß man es auch mit diesem, somit der Südgruppe, in Verbindung bringen könnte. In der Tat hat man es früher wohl allgemein der letzteren Gruppe zugerechnet (Buckland, Conybear), während neuerdings Newell-Arber mehr geneigt ist, eine Zugehörigkeit zur mittelenglischen Gruppe nach der angedeuteten Richtung (Forest of Wyre usw.) anzunehmen. Eine dritte Möglichkeit wäre, daß wie oben angedeutet auf dieser Linie eine Verbindung der mittel- und südenglischen Karbonablagerungen bestanden hätte. Welcher dieser Auffassungen die größte Berechtigung zukommt, können erst weitere Untersuchungen klarstellen.

Praktisch ist dieses Vorkommen bedeutungslos. Das Kohlengebirge ist fast vollständig von Trias überdeckt, nur in ganz geringer Ausdehnung tritt es bei Bowlsden, südwestlich von Newent, zutage. Hier

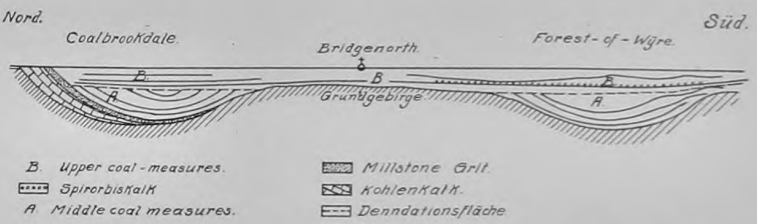


Fig. 159. Längsschnitt durch die Becken von Coalbrookdale und Forest of Wyre.

hat auch zeitweilig ein geringer Abbau stattgefunden, im übrigen ist das Becken völlig unaufgeschlossen und daher unbekannt.

Stratigraphie. Es sind in diesem Becken lediglich die höchsten in England überhaupt vertretenen Karbonschichten zur Ablagerung gekommen. Ob „middle coal measures" überhaupt vertreten sind, erscheint zweifelhaft. Die allerdings nur sehr unvollständig bekannte Flora (Vorherrschen der Pecopteriden; Neuropteris rarinervis; Annularia radiata) deutet nach Newell-Arber auf „upper coal measures" (einschließlich der „transition series" von Kidston). Diese Schichten ruhen unmittelbar auf dem devonischen Grundgebirge („Old red sandstone"). Man kann in diesem Verhalten die Fortsetzung des schon in den nördlichen Nachbarbecken (Coalbrookdale, Forest of Wyre) beobachteten Schwundes der tieferen Schichten sehen, wo von Norden nach Süden der Reihe nach Kohlenkalk, Millstone Grit und lower coal measures auskeilen. Andererseits gehören auch im Forest of Dean die flötzführenden Schichten ausschließlich den „upper coal measures" an, doch ist hier — in Gegensatz zu Newent und Wyreforest — Kohlenkalk und eine als „Millstone

Grit" bezeichnete Sandsteinbildung im Liegenden der produktiven Gruppe entwickelt.

Clee-Hills. In geringer Entfernung westlich des Beckens von Forest of Wyre liegen auf den geologisch noch zu der altpaläozoischen Gebirgsmasse von Wales zu rechnenden devonischen Höhen von Herefordshire zwei kleine karbonische Deckschollen als „Auslieger" — Erosionsreste und Zeugen einer ursprünglich jedenfalls weit ausgedehnten Ablagerung. Es sind dies die Höhen der Clee-Hills, die in zwei Gruppen unterschieden werden: die Brown Clee Hills im Norden und die Titterstone Clee Hills südlich davon. Die Erhaltung des Kohlengebirges gerade an diesen Stellen erklärt sich durch das Vorhandensein einer schützenden Decke von Basalt, der die Oberfläche dieser Tafelberge bildet. Darunter folgt das flötzführende Kohlengebirge, das seinerseits im größten Teile der Ablagerung dem Devon unmittelbar aufruht. Am Ostende der Titterstone Clee Hills jedoch schiebt sich zwischen das Devon und das produktive Karbon noch Millstone Grit und Kohlenkalk, eine sehr auffällige Erscheinung, in Anbetracht des völligen Fehlens dieser Schichten in dem wenige Kilometer entfernten Becken von Wyreforest.

Eine praktische Bedeutung haben auch diese Vorkommen nicht, schon wegen ihrer geringeu Ausdehnung. Auch beschränkt sich der Kohlengehalt auf wenige dünne Flötze. Allerdings hat zeitweilig eine Gewinnung stattgefunden und zwar mit Schächten, die durch die Basaltdecke hindurch auf das unterliegende Kohlengebirge abgeteuft wurden.

Als letztes Vorkommen der mittleren Gruppe ist endlich noch das kleine Kohlenbecken der Insel Anglesea zu erwähnen. Geographisch, und wahrscheinlich auch seiner geologischen Zugehörigkeit nach, läßt es sich als ein Ausläufer oder Anhängsel der größeren Kohlenfelder von Nordwales auffassen. Eine Reihe von Kohlenkalkvorkommen stellt die Verbindung her. Aus dem Liegenden des Flintshire-Beckens zieht sich der Kohlenkalk als tiefe Bucht in das Tal des Clyd (Clyd Vale) hinein, um sodann, der Nordküste von Wales folgend, mehrfach als Vorgebirge (Great- und Little Ormes head) hervorzutreten. In gleicher Weise erscheint er dann jenseits der trennenden Meerenge an der Nordseite von Anglesea zu beiden Seiten der Red Wharf Bay. Von hier senkt sich das Karbon als Doppelmulde nach Südwesten: einmal im Zuge der Menai-Straße, sodann, parallel hierzu, von Red Wharf Bay nach der Malldraeth Bay. An ihrem tiefsten, südwestlichen Ende nehmen beide Mulden Oberkarbon auf, aber nur die nördliche bot, bei Newborough, Raum für eine bescheidene produktive Entwickelung. Das Kohlengebirge ruht auf kristallinen Schiefern und zeigt die normale Folge, bestehend aus Kohlenkalk, Millstone Grit und flötzführendem Oberkarbon, das wiederum diskordant von Perm überdeckt wird. Die Schichten streichen SW—NO und fallen gleichförmig nach Südosten ein. Eine streichende Verwerfung schneidet das Kohlengebirge im Süden ab; ein südlicher Gegenflügel ist daher nicht mehr vorhanden. In einer Mächtigkeit von etwa 400 m (1300′) sind 7 Flötze vorhanden, wie nachstehende Übersicht zeigt:

7. Flötz	9′
Mittel	51′
6. Flötz	3′
Mittel	63′
5. Flötz	4′
Mittel	75′
4. Flötz	2′
Mittel	43′
3. Flötz	6′
Mittel	90′
2. Flötz	$1^1/_2$′
Mittel	300′
1. Flötz	$7^1/_2$′
Mittel	650′
0. Flötz	2—3′

Millstone Grit.

III. Die Nord-Gruppe.

I. Das große nordenglische Becken[1] (Northumberland-Durham).

Wir gehen nunmehr zu der nördlichen Gruppe der englischen Kohlenbecken über, die, wie früher ausgeführt, aus zwei größeren Becken, dem von Northumberland und Durham im Osten und dem Cumberland-Becken im Westen, besteht, die wiederum — wie in Mittelengland — symmetrisch zu beiden Seiten der penninischen Gebirgsachse angeordnet sind. Dazu gesellen sich einige kleinere Vorkommen, bei Ingleton im Süden und bei Canonbie im Nordwesten, die als Anhängsel oder abgetrennte Teile der Hauptbecken anzusehen sind. Mit dem Vorkommen von Canonbie, in Dumfriesshire, greift die Gruppe bereits über die Grenze Englands nach Schottland hinüber.

Die nordenglische Gruppe bildet nicht nur der Lage nach, sondern auch, was wesentlich ist, in der stratigraphischen Entwickelung den Übergang zu den schottischen Kohlenfeldern, insbesondere in bezug auf die eigenartige Ausbildung des Unterkarbons, die als eine gemischt marine und limnisch-produktive gekennzeichnet werden kann.

[1] Hall, T. Y., Extent and probable duration of the northern coalfield. Transact. North of Engl. inst. min. eng. II, 1853—54, S. 104. — Wood, N., On the upper and lower beds of coal in the counties of N. and D. Ebenda XI, 1861—62, S. 101. — Ders., Geological description of the northern coalfield etc. Ebenda XII, 1862—63, S. 153. — Boyd, E. F., On a part of the carboniferous or mountain-limestone series of North-Northumberland. Ebenda IX, 1860—61, S. 185. — Bramwell, Hugh, Notes on the horizon of the low main seam in a portion of the Durham coalfield. Ebenda, XXXVII, 1887—88, S. 151. — Murton, Ch. J., Geology of the coalfield of N. and D. Transact. fed. inst. min. eng. III, 1891—92, S. 620. — Brown, W., A further attempt for the correlation of the coal seams of the carboniferous formation of the north of England with some notes upon the probable duration of the coalfield. Trans. North of Engl. inst. min. eng. XXXVII, 1887—88, S. 3.

Weitaus das bedeutendste Becken dieser Gruppe ist das von Northumberland und Durham. Mit einer Jahresförderung von nahezu 60 Millionen Tonnen gehört es zu den größten und wichtigsten englischen Kohlenbezirken überhaupt und wird darin nur von dem Yorkshire-Becken übertroffen. Es wird daher vielfach nur als das „große Nordbecken“ („great northern coalfield“) bezeichnet. Der Kohlenreichtum seines industriellen Mittelpunktes und Haupthafens, Newcastle am Tyne, ist sprichwörtlich. Die Förderung hat sich in den letzten Jahrzehnten ständig und sehr rasch gesteigert bis zu der gegenwärtigen Höhe, wie die nachstehenden Zahlen dartun (in Millionen Tonnen):

	1860	1870	1880	1890	1900	1905	1910	1911
Förderung:	18,2	27,6	35	39,7	46,2	52,2	53,4	57,3

Hieran hat den weitaus größten Anteil der südliche, in der Grafschaft Durham gelegene Teil. Er lieferte i. J. 1911 fast drei Viertel der Gesamtmenge, nämlich 42,4 Mill. T. gegen nur 14,9 von Northumberland.

Die noch vorhandenen Vorräte gewinnbarer Kohlen wurden im Jahre 1903 auf $10^1/_2$ Milliarden Tonnen geschätzt[1]). Hiervon entfällt etwas mehr als ein Zehntel, nämlich $1^1/_2$ Milliarden Tonnen auf Flötze des Unterkarbons[2]).

Umfang und Grenzen (Fig. 160). Bei der Feststellung der Gestalt und Größe des großen Nordkohlenfeldes muß man unterscheiden zwischen dem eigentlichen, flötzreichen oberkarbonischen Becken, das allein stratigraphisch und ökonomisch mit den übrigen Becken von England und Wales in Parallele zu stellen ist, und dem dieses innere Kernbecken im weiten Bogen umziehenden Saume von zwar ebenfalls produktiven, aber doch weit kohlärmeren und in ihrer Flötzführung weniger beständigen unterkarbonischen Ablagerungen. Nur das erstere bildet eine wohlumgrenzte, geschlossene Einheit, an die man bei der Bezeichnung „großes Nordbecken“ oder „Becken von Northumberland und Durham“ zunächst und meist ausschließlich denkt. Sehen wir zunächst ab von einem seiner Ausdehnung nach nicht genauer zu bestimmenden, jedenfalls aber recht erheblichen Teile, der sich unter der Nordsee hinzieht, so besitzt der festländische Teil, in dem das Kohlengebirge entweder zu Tage ausgeht oder unter dem Deckgebirge erschlossen ist, im großen und ganzen ungefähr die Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks mit nach Norden gerichteter Spitze. Diese liegt an der Mündung des Flusses Coquet. Die

[1]) Der Kommissionsbeschluß von 1871 hatte nur einen Gesamtvorrat von rund $8^1/_2$ Milliarden Tonnen angenommen; nämlich 7871 Millionen Tonnen oberkarbonische und 665 Millionen Tonnen unterkarbonische Kohle.

[2]) Zu einem bedeutend günstigeren Ergebnis in betreff der unterkarbonischen Kohle gelangte Brown — a. a. O., S. 4 —. Unter Annahme eines Flächenraumes von 1200 engl. Quadratmeilen und einer bauwürdigen Kohlenmächtigkeit von 10′ berechnet er den noch gewinnbaren Vorrat (i. J. 1887) nach Abzug aller Verluste auf 8 Milliarden Tonnen.

Küste südlich von diesem Punkte bis etwa nach Hartlepool, in NNW- bis SSO-Richtung verlaufend, stellt die längere Kathete dar. Hierauf

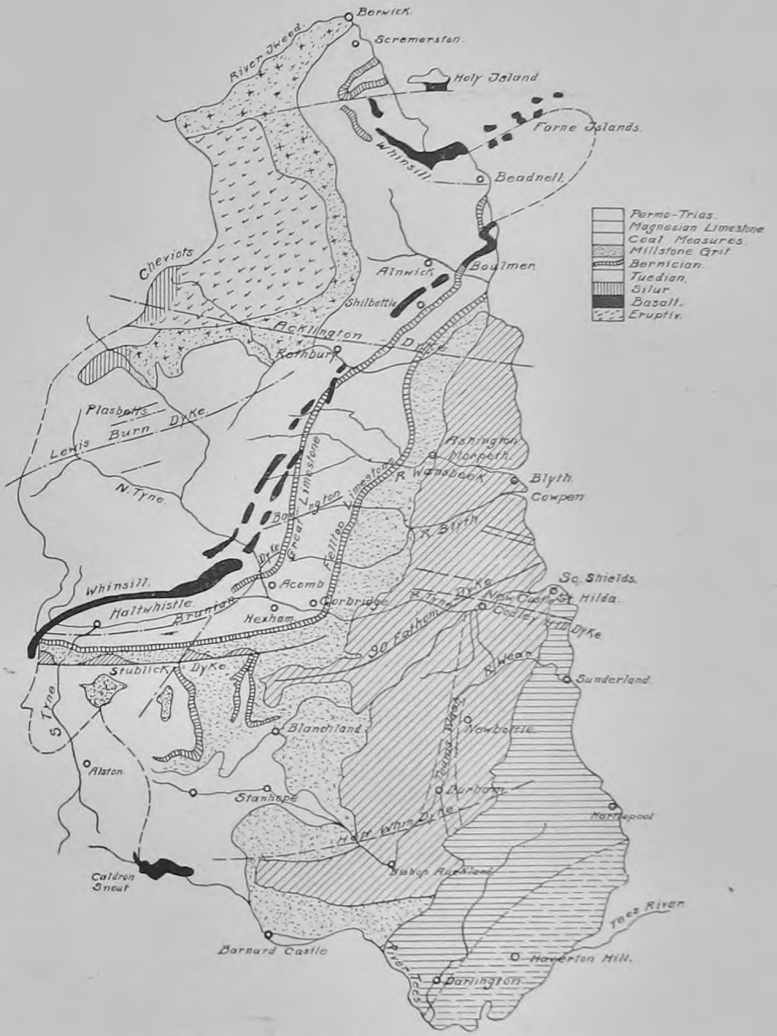


Fig. 160. Karte des Nordbeckens (n. Murton).

annähernd senkrecht verläuft als kürzere Kathete der äußerlich nicht markierte Südrand des Beckens, meist unter Deckgebirge verborgen, bis in die Gegend von Barnard Castle. Die Hypotenuse würde der aller-

dings vielfach ausgebogene Westrand von hier bis zur Nordspitze an der Mündung des Coquet darstellen.

So umschrieben weist das Kohlenbecken folgende Abmessungen auf: Länge, an der Küste gemessen, 80 km (etwa 50 engl. Meilen), Breite, am Südrande, nahezu 40 km (24 engl. Meilen), Flächenraum 2000 qkm (800 engl. Quadratmeilen). Rechnen wir das flötzführende Unterkarbon hinzu, so würde dieses „größere Nordbecken" nördlich bis Berwick, an der Mündung des Tweed, reichen; seine Länge — wiederum längs der Küste genommen — wäre dann mindestens doppelt so groß. Nach Süden ist eine bestimmte Grenze überhaupt nicht anzugeben, da das nordenglische Unterkarbon hier in das mittelenglische (Yorkshire, Derbyshire usw.) übergeht, wobei es gleichzeitig seinen produktiven Charakter verliert. Schon im südlichen Northumberland und in Durham ist die Flötzführung so schwach, daß sie wirtschaftlich kaum noch in Betracht kommt. Es beschränkt sich daher die praktische Bedeutung der Unterkarbonkohle in Nordengland auf einzelne ziemlich eng begrenzte Bezirke im äußersten Norden, die durch besonders günstige Entwickelung ausgezeichnet sind. Hierauf soll in einem späteren Abschnitt näher eingegangen werden.

Der tektonische Bau des Beckens ist, wenn wir zunächst nur den oberkarbonischen Anteil in Betracht ziehen, ein ziemlich einfacher und leicht zu übersehender. Der bisher bekannte und bergmännisch aufgeschlossene Teil, der außer dem festen Lande noch das Gebiet der Nordsee auf einige Kilometer von der Küste begreift, erscheint im großen und ganzen genommen als der Westflügel einer großen Mulde, deren Osthälfte vom Meere bedeckt ist. Diese Mulde ist, wie aus dem soeben skizzierten Umriß hervorgeht, an ihrem Nordende stark verschmälert, wogegen der Südrand auffällig verbreitert bezw. abgestumpft erscheint, so daß hier die größte Breite des Beckens liegt. Der Grundriß ist daher nicht wie bei einer regelmäßigen Mulde elliptisch, sondern eher als ei- oder birnenförmig zu bezeichnen. Die Umrandung des Beckens wird von flötzleerem Sandstein (Millstone Grit) gebildet, der von der Mündung des Coquet nach Süd und Südwest streicht, um dann in der Nähe des Südrandes scharf nach Osten umzubiegen. Mit diesem östlichen Streichen taucht die Grenze unter das den südöstlichen Teil des Beckens überlagernde, vorwiegend permische Deckgebirge und zieht unter diesem gegen Ost und Ostnordnost in der Richtung auf Hartlepool fort. Von dieser Grenze fallen die Kohlengebirgsschichten, konkordant mit ihrer Unterlage nach dem Innern des Beckens ein, also von Norden beginnend der Reihe nach zunächst gegen Südosten, dann gegen Osten und am Südrande gegen Norden. Die Schichtenneigung ist ganz überwiegend sehr mäßig und sinkt im Innern fast auf Null. Stärkeres Einfallen, bis zu 40—50°, findet sich nur örtlich in Randgebieten und an größeren Verwerfungen. Senkrechte Schichtstellung oder gar Überkippung kommt nicht vor. Das östliche Einfallen hält im allgemeinen, wenn auch mit sehr geringer Neigung, bis an die Küste an. Daraus ergibt

sich, daß die Muldenachse noch weiter östlich liegt und daß — einen symmetrischen Bau vorausgesetzt — die größere Hälfte des ganzen Beckens vom Meere bedeckt ist. Nur auf einer kurzen Strecke nördlich der Tyne-Mündung zeigt sich ein abweichendes Verhalten, indem hier — zwischen Hartley und Tynemouth — die Schichten gegen Osten ansteigen. Man wird hierin wohl mehr eine örtliche Abweichung von der normalen Lagerung zu sehen haben, als etwa ein Anzeichen des beginnenden allgemeinen Ansteigens zum östlichen Muldenflügel. Das Muldentiefste ist vor der Wear-Mündung, in der Gegend von Sunderland und Monkwearmouth, zu suchen. Faltungen von allgemeiner Bedeutung für den Bau des Beckens sind nicht vorhanden. Die Lagerungsverhältnisse sind in dieser Beziehung, wie schon bemerkt, überaus einfach.

Dagegen treten zahlreiche und zum Teil recht bedeutende Verwerfungen auf, die manchmal in recht auffälliger Weise in den Verlauf der Umrisse des Beckens eingreifen. Nicht selten sind die Verwerfungsspalten als Eruptivgänge entwickelt. Andererseits bilden auch vulkanische Gesteine in Form von Intrusivmassen (Lagergänge u. dergl.) einen überaus charakteristischen Bestandteil im Aufbau des Kohlengebirges. Alle diese eng miteinander verbundenen Erscheinungen sollen hier kurz im Zusammenhang dargestellt werden.

Die bedeutenderen Verwerfungen, gleichviel, ob mit Eruptivgängen verknüpft oder ohne solche, folgen annähernd der Ostwest-Richtung, von der sie allerdings mehr oder weniger stark nach Norden oder Süden abweichen können. Die wichtigsten unter ihnen sind der Reihe nach von Süd nach Nord:

1. Der Cockfield-Whin-dyke[1]), ein 50—60′ mächtiger Basaltgang streicht von Westen auf das Kohlenfeld zu und biegt in der Gegend von Auckland aus der Ost- in die Südost-Richtung ab.

2. Die als Butterknowle-fault bezeichnete ziemlich bedeutende Verwerfung, deren Südflügel um 80—120 m (240—420′) gesunken ist, streicht spitzwinklig zu vorigem in WSW—ONO.

3. Hett-Whin-dyke, verläuft in geringem Abstand nördlich, dem vorigen nahezu parallel.

4. Tanfield fault gleichfalls mit südlicher Senkung um 70—80 m.

5. Heworth-fault, verläuft auf der Linie Ryton-Heworth, in geringer Entfernung südlich des Tyne, mit entgegengesetztem, also nördlichem Verwurf um 30—50 m.

Nun folgen, ungefähr in der Mitte des Beckens, die beiden größten und wichtigsten Verwerfungen:

6. Der Ninety (90-) fathoms-dyke, an dem der Nordflügel 200 bis 300 m (600—1000′) gesunken ist, zieht sich in bogenförmigem Verlauf aus der Gegend nördlich von Newcastle nach Südwesten, überschreitet den Tyne bei Ryton und verliert sich mit rein westlichem

[1]) Das basische, basaltartige Gestein wird mit dem Ortsnamen „Whin“ bezeichnet; die eigentlichen Gänge heißen „dykes“, die Lagergänge oder Intrusivgänge und -lager „sills“.

Streichen an den Grenzen des Kohlenbeckens. Hier wird er gewissermaßen abgelöst durch eine andere mächtige Verwerfung,

7. den Stublick-dyke. Dieser stellt eine gegen Norden verschobene Fortsetzung des vorigen dar, mit fast genau ostwestlichem Streichen.

Von allen tektonischen Störungen hat der Stublick-dyke weitaus den größten Einfluß auf die Gesamtgestalt des Beckens. Infolge der bedeutenden Absenkung des Nordflügels springt hier der Westrand plötzlich weit gegen Westen vor, in das Gebiet des Millstone Grits und des Kohlenkalks.

Diese fast geradlinig, senkrecht zu dem normalen Verlauf des Beckenrandes, weit gegen Westen vordringende schmale Zunge von Millstone Grit und flötzführendem Oberkarbon (Coal measures) ist die auffallendste Erscheinung in der äußeren Form des Beckens. Dieser Ausläufer, der im wesentlichen dem Oberlauf des Tyne (South-Tyne) zwischen Hexham und Haltwhistle folgt und nach Cumberland hineinreicht, quert die penninische Achse und nähert sich in der Richtung auf Carlisle den westlichen Revieren (Cumberland und Dumfriesshire). Mehrere kleine Kohlengebirgsschollen sind als Erosionsreste auf dem gesunkenen Nordflügel erhalten geblieben (Stublick-coalfield, Plainmellan-, Kingswood- und Coanwood-coalfields, Hartley-Burn-coalfield usw.), auf die später eingegangen werden soll.

8. Der Coaley-Hill-dyke streicht nahe nördlich bei Newcastle in WNW—OSO.

9. Der bedeutende Lewis-Burn-dyke erscheint am Westrande des Beckens, im Flußgebiet des North-Tyne. Er durchsetzt hier mit westsüdwest—ostnordöstlichem Streichen das unterkarbonische Kohlenbecken von Plashett. Ihm folgt als letzter großer Eruptivgang

10. der Acklington-Dyke, der mit fast ostwestlichem Streichen aus den Cheviot-Bergen, nördlich des Coquet heranzieht, diesen Fluß etwas oberhalb seiner Mündung überschreitet und auf das Meer ausstreicht.

Neben diesen typischen Quergängen verdient der eigentümliche Lagergang

11. Whin-Sill eine besondere Besprechung. Diese zwischen 20 und 150′ — meist 80—100′ — mächtige Eruptivmasse erscheint im allgemeinen der unterkarbonischen Schichtenfolge gleichförmig eingelagert, so daß sie früher für eine normale Einschaltung dieses Formationsgliedes gehalten wurde. Nähere Untersuchungen zeigten jedoch, daß dieses Basaltlager nicht durchweg das gleiche Niveau einhält; seine Lage schwankt in vertikaler Richtung bis zu 1000′, daraus ergibt sich seine Natur als Lagergang. Immerhin bleibt seine weite Verbreitung und die Beständigkeit seiner Erscheinung wenigstens innerhalb derselben Schichtengruppe und in einem annähernd gleichmäßigen stratigraphischen Niveau höchst auffallend. Auch im Grundriß, auf der Karte, erscheint daher der Whin-Sill als eine nahezu konkordante Einlagerung im Unterkarbon, die alle Schichtenstörungen — durch Faltung oder Verwerfung — mitmacht. So läßt sich sein Ausgehendes vom südwestlichen Beckenrande in Durham, wo er besonders im Teesdale durch die

Erosion des Flusses freigelegt ist, verfolgen bis an den Stublick-dyke. Hier setzt er an der großen Verwerfung aus, um sich nördlich davon, im Liegenden der besprochenen Oberkarbonzunge, wieder einzustellen. Er begleitet dann die untere Grenze des Millstone Grit in wechselndem Abstande zunächst gegen Osten, dann gegen Nordost. Zeitweilig in zwei Äste gegabelt, dann wieder vereinigt, zieht er bis nahe an den Coquet in der Gegend von Rothbury (Rothburg). Von hier erscheint das Eruptivlager nicht mehr zusammenhängend, sondern unterbrochen in kürzeren oder längeren Zügen; so südlich des Alnflusses bei Alnwick; dann jenseits dieses Flüßchens, wo es bald die Küste erreicht, sich aber durch Faltung nochmals landeinwärts wendet und erst bei Emblestone ins Meer ausstreicht. Abermals zurückgebogen, tritt der Eruptivzug über die Farn- (oder Fairn-) Inseln wieder aufs Land und läßt sich hier ungefähr parallel der Küste noch ein Stück nordwestlich verfolgen, worauf er südlich von Berwick anscheinend auskeilt. In Klippenform tritt das harte Gestein des „Sill" in der Landschaft hervor, oft tragen diese Schlösser und Burgen (Dunstanborough Castle, Bamborough Castle in Nord-Northumberland), oder sie verursachen Wasserfälle, wie im Teesdale (Caldron snout u. a.) und ähnliches. Es schien angezeigt, dieses eigenartige Gebilde so eingehend zu verfolgen, weil es bei seiner wenigstens annähernden Niveaubeständigkeit ein nicht unwichtiges stratigraphisches Glied darstellt, wie sich weiterhin ergeben wird.

Deckgebirge. Im größten Teile des Gebietes geht das Karbon, abgesehen von diluvialen Ablagerungen, frei zu Tage. Nur der Südosten von der Tyne-Mündung südwärts und in einer Breite von etwa 10 km von der Küste landeinwärts trägt ein aus permischen Schichten bestehendes Deckgebirge, das im südlichsten Teile plötzlich nach Westen vorspringt und damit auch einen erheblichen Teil des Südrandes, bis nahe an Bishop-Auckland, bedeckt. In diesem Gebiete legt sich auf die Oberfläche des Kohlengebirges, dessen Unebenheiten ausgleichend, zunächst eine sandige (Sandstein-) Bildung, die als „gelber Sandstein" (yellow sandstone), sonst auch als „lower new red sandstone" bezeichnet wird. Seine Mächtigkeit erreicht in den Vertiefungen des Kohlengebirges bis zu 100′, kann aber andererseits bis zum Verschwinden abnehmen. Beim Schachtabteufen ist dieses Schichtenglied wegen seiner oft bedeutenden Wasserführung sehr gefürchtet. Über dem Sandstein folgt eine dünne Lage von Mergelschiefer und hierauf der eigentliche Zechstein („magnesian limestone") in einer Mächtigkeit von 500—600′. Dieses Hauptglied des Deckgebirges bildet einerseits längs der Küste senkrechte Felswände, oft mit kühnen, malerischen Klippen (Marsden rock u. a.), erscheint aber auch im Binnenlande, an seinem Westrande, als deutlich ausgeprägter Steilrand die Karbonlandschaft überragend, in gleicher Weise wie es weiter südlich auch im Yorkshire-Becken an der Berührungslinie beider Formationen der Fall ist. Ein vereinzelter Erosionsrest dieser ursprünglich offenbar viel ausgedehnteren Zechsteindecke findet sich noch weiter nördlich bei Cullercoats, dort wo der

„90-fathoms-dyke“ die Küste erreicht, an dessen Nordseite als abgesunkene Scholle.

Im äußersten Süden des Gebietes (südlich von Hartlepool) greift auch noch die Trias (Buntsandstein: „new red sandstone“) auf den Zechstein über. Ihr Nordrand überschreitet indessen nur wenig den Südrand des Kohlengebirges; als Deckgebirge kommt diese Formation somit kaum in Betracht.

An dieser Stelle ist auch der in die Oberfläche des Kohlengebirges oft tief einschneidenden, alten — wahrscheinlich diluvialen — Erosionsrinnen Erwähnung zu tun, die als Auswaschungen — „wash out“ — bezeichnet werden. Das bekannteste und großartigste Beispiel eines solchen fossilen, mit Sand und Kies ausgefüllten Erosionstales ist der „Team wash“ (s. Fig. 167), der, dem Laufe des Flusses Team folgend, aber tief unter der heutigen Tagesoberfläche (bei der Mündung des Team in den Tyne nahe Newcastle etwa 40 m unter N.-N.) stellenweise bis zu 300′ in das Kohlengebirge eingeschnitten ist.

Stratigraphie. Die stratigraphische Gliederung ist in unserem Gebiete eine besonders vielseitige und interessante. Namentlich gilt dies von der Ausbildung des Unterkarbons, für welches Nordengland das Bindeglied liefert zwischen zwei entgegengesetzten Polen: der rein marinen, kalkigen Ausbildung als Kohlenkalk im Süden (Mittel-England) und einer überwiegend limnischen, produktiven im Norden (Mittel-Schottland).

Es ist bereits an anderer Stelle ausgeführt, wie schon in Nord-Lancashire (Ingleborough-Hill) und Nord-Yorkshire (Wensleydale und Yoredale) der obere Teil des Kohlenkalkes durch Einschaltung von Sandstein- und Schieferlagen die als „Yoredale-Schichten“ bezeichnete gemischte Entwickelung annimmt, während der untere Teil („Scar-limestone“) noch in einer Mächtigkeit von 600—700′ als reiner Kalk seine organogene Natur bewahrt. In Durham wird nunmehr auch dieser bisher geschlossene Kalkhorizont von oben her durch Einschaltungen klastischen Sediments in einzelne Bänke zerlegt (Weardale, Teesdale), an deren Basis aber immerhin noch eine einheitliche Kalkmasse von etwa 200′ Mächtigkeit erhalten bleibt. Gehen wir weiter nach Northumberland, so verschwindet auch dieser letzte Rest der eigentlichen Kohlenkalkfazies, und es besteht nunmehr das ganze Unterkarbon aus einem Wechsel organogener (Kalk) und klastisch-terrigener (Sandstein und Schiefer) Sedimente. Dabei vertauschen beide Hauptkomponenten ihre Rolle insofern, als im Süden (Lancashire, Yorkshire) der Kalk in der unteren Abteilung vorwiegend oder ausschließlich entwickelt ist, im Norden gerade hier die klastischen Sedimente vorherrschen und die stärkere Kalkbildung im oberen Unterkarbon, im Horizont der Yoredaleschichten, stattgefunden hat. Zudem zeichnen sich gerade die Kalkbänke dieser Abteilung durch ihre außerordentliche Beständigkeit aus, die es ermöglicht hat, einzelne von ihnen durch das ganze Gebiet, vom nördlichen Northumberland bis nach Yorkshire zu verfolgen, und nach der

anderen Seite auch noch eine Anknüpfung an die schottischen Ablagerungen gestattet (s. Fig. 121). Die wichtigsten dieser Kalkbänke führen in Northumberland von oben nach unten die Namen: Felltop-, Dryburn-, Low Dean-, Acre-, Eelwell-, Oxford-, Dun-limestone.

Zu der ständig wachsenden Beteiligung klastischen Materials am Aufbau des Unterkarbons gesellt sich nun — zwar später einsetzend aber gleichsinnig mit ihr verlaufend — eine andere charakteristische Erscheinung des nordenglisch-schottischen Unterkarbons, die Bildung von Kohlenflötzen. Im Süden (Durham) mit schwachen Ansätzen (Wurzelböden mit Stigmarien, sog. „underclays", und dünne Kohlenschmitze) beginnend, steigert sich diese Entwickelung zu bauwürdigen Flötzen, die je weiter nach Norden desto mehr an Zahl und Mächtigkeit zunehmen, um ihren Höhepunkt in der flötzreichen Entwickelung des schottischen Unterkarbons zu erreichen. Da hierbei auch die Kalkbänke der Yoredale-Fazies, z. T. mit großem Fossilreichtum, sich behaupten, ergibt sich eine stratigraphisch äußerst interessante Wechsellagerung von marinem und limnischem Unterkarbon, die in Westeuropa in dieser Art nahezu einzig ist und sich der später zu besprechenden russischen Ausbildungsweise (besonders Donetz-Becken) nähert. Bezüglich der Einzelgliederung der unterkarbonischen Schichtenreihe sei auf die unten folgende Tabelle verwiesen, zu deren besserem Verständnis hier nur noch wenige Bemerkungen eingeschaltet seien. Das Unterkarbon von Northumberland wird in zwei Hauptabteilungen (Stufen) zerlegt, die als „Bernician" und „Tuedian" bezeichnet werden. Die untere Stufe, das Tuedian, entwickelt sich konkordant und in allmählichem Übergang aus dem Devon („upper old red sandstone"), das seinerseits mit einer Hornsteinbank („Cornstone") abschließt. Den Hauptteil dieser Stufe bildet die „Zementstein-Gruppe", so genannt nach den zahlreich darin auftretenden tonigen Kalkbänken. Paläontologisch ist die Gruppe durch die auch in den südlichen Revieren (vgl. Süd-Wales usw.) als Stufenfossil auftretende Modiola Macadami gekennzeichnet. Im Fortstreichen nach Südwesten (Cumberland, Dumfriesshire) nehmen diese Schichten hochmarinen Charakter an und enthalten eine reiche Kohlenkalkfauna (fossilreiche Kalke von Larriston und Thorlieshope mit Productus semireticulatus, Athyris Royssii, Syringopora, Lithostrotion usw.). Hierüber folgt eine mächtige Sandsteinzone, der „Fell-Sandstein", der sich gegen Südwesten nach Dumfriesshire bis an die Mündung des Nith verfolgen läßt, und dabei von 300′ in der Gegend von Berwick auf 600′ anschwillt.

Das „Bernician" umfaßt in seinem oberen Teile die Yoredale-Schichten. Es enthält die beständigen, rein marinen Kalkbänke mit Kohlenkalkfauna (Productus giganteus usw.). Wechsellagernd damit treten in mehreren Horizonten bauwürdige Kohlenflötze auf sowie vereinzelt Ölschiefer. Letztere erreichen in Schottland eine bedeutende Entwickelung und z. T. praktische Bedeutung. Dem oberen Teil dieser Stufe ist das erwähnte Intrusivlager des Whin-Sill eingeschaltet.

Die Entwickelung des Oberkarbons ist so ziemlich die normale, aus Mittelengland bekannte. Es beginnt mit einer Sandsteinbildung, die auch hier als „Millstone Grit“ bezeichnet wird, obwohl nicht erwiesen ist, daß sie dem typischen Millstone Grit von Mittelengland wirklich stratigraphisch gleichsteht. Darüber folgt das produktive Oberkarbon, die „coal measures“, das sich auch hier wieder gliedert in eine flötzarme untere Abteilung (Gannister Gruppe, lower coal measures), die flötzreichen „middle coal measures“ und die, im Vergleich zu den „Midlands“ nur schwach entwickelten flötzleeren roten „upper coal measures“. Es ergibt sich somit folgende Gliederung für die ganze Formation:

Ober-Karbon	produktiv (coal-measures)	Obere (upper)	900′
		Mittlere (middle): Hauptflötzgruppe (Basis Flötz Brockwell)	2000′
		Untere (lower) oder Gannister-Gruppe; wenige dünne Flötze	150′
	flötzleer	„Millstone Grit“	400′
Unter-Karbon	Bernician 2000′	Obere Kalkgruppe	Yoredale-Schichten
		Flötzgruppe der „Lickar-coals“	
		Untere Kalk-Gruppe: Dryburn-Kalk, Low Dean-„, Acre-„, Eelwell-„	
		Oxford-Kalk, Woodend-Kalk, Dun-Kalk	
		Flötzgruppe von Scremerston und Plashetts (Lewisburn)	
	Tuedian	Fell-Sandstein	
		„Cementstone“-Gruppe (Zone der Modiola Macadami)	

Liegendes: Devon (oberer „Old red sandstone“)

Flötzführung. Von den beiden Hauptabteilungen des Unterkarbons ist, wie die vorstehende Übersicht erkennen läßt, nur die obere, das „Bernician“ flötzführend, und zwar in zwei getrennten Horizonten. Es wurde bereits oben ausgeführt, daß die Entwickelung der unterkarbonischen Flötze durchaus keine gleichförmige ist. Von einem Höhepunkt im Norden (Berwick) nimmt die Zahl und Mächtigkeit der Flötze nach Süden und Südwesten stetig ab, so daß diese südlich des „Stublick-

dyke" keinerlei praktische Bedeutung haben, wie auch die entsprechenden Bildungen im Westen (Dumfriesshire, Canonbie-Kohlenfeld) zur Unbauwürdigkeit verschwächt sind.

Beginnen wir mit der tiefsten Flötzgruppe, an der Basis des Bernician, so zeigt sich, daß diese auch in Nord-Northumberland nicht durchweg gleich günstig entwickelt ist. Die wirklich bauwürdige und kohlereiche Entwickelung dieser Gruppe beschränkt sich vielmehr auf zwei getrennte Reviere, die gewissermaßen Spezialbecken innerhalb der ganzen Erstreckung der Stufe bilden. Das eine dieser beiden Reviere liegt im äußersten Norden des ganzen Beckens südlich von Berwick, an der Mündung des Tweed, unmittelbar am Meere und zum Teil unter das Meer tauchend, wie auch das Wiedererscheinen des Kohlengebirges auf dem vorliegenden Holy island beweist. Hier ist das Örtchen Scremerston der Mittelpunkt des Kohlenbergbaus.

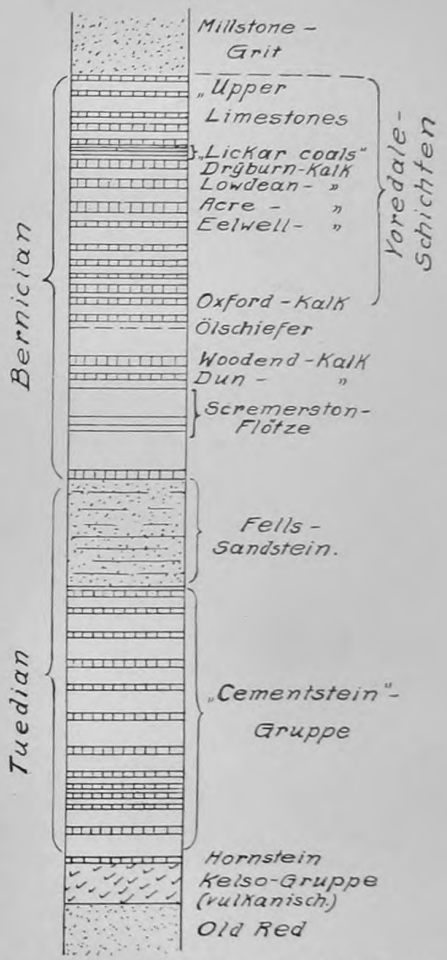


Fig. 161. Das Unterkarbon in Nord-Northumberland (n. Horne u. Peach).

Ein zweites Gebiet flötzreicher Entwickelung des unteren „Bernician" findet sich erst wieder in erheblicher Entfernung südwestlich am oberen Tyne (North-Tyne). Es ist das „Becken von Plashetts" oder von Lewisburn. Zwischen beide Vorkommen schiebt sich von Nordwesten her weit in das Karbongebiet vorspringend der mächtige Eruptivstock der Cheviot-Hills, dessen Einfluß auf die karbonischen Ablagerungen schon an der starken Einbuchtung des Beckenumrisses zu erkennen ist. Vielleicht ist hierin auch die Erklärung dafür zu suchen, daß es in dem Raume zwischen

Scremerston und Plashetts zu keiner reicheren produktiven Entwickelung des Unterkarbons gekommen ist.

Das Becken von Scremerston[1]), wie man es wohl nennen darf, bildet eine gegen Nordosten — nach dem Meere zu — geöffnete, halbkreis- oder besser hufeisenförmige Spezialmulde. Der allgemeinen Steigerung der Flötzbildung gegen Norden entsprechend, haben wir hier den größten Kohlegehalt innerhalb des Bernician zu erwarten. In der Tat ist die Zahl der Flötze eine sehr beträchtliche und ihre vereinigte Kohlenmächtigkeit wird von Wood (a. a. O., S. 105) auf 90′ veranschlagt (s. Profil Fig. 162 Taf. V). Ein kleiner Teil dieser Flötze, etwa 3—4, liegt über dem Whin-Sill. Sie wurden auf der Grube Fenwick-colliery, gegenüber dem Holy island gebaut. Ihre südliche Fortsetzung findet diese Gruppe in dem später zu besprechenden Vorkommen von Shilbottle. Die Hauptmenge der Flötze liegt unter dem Whin-Sill. Sie zerfallen wieder in eine obere Gruppe (5 Flötze, von upper Scremerston coal bis upper wester coal) und in die untere oder Hauptflötzgruppe mit 10—12 bauwürdigen Flötzen. Beide sind durch eine mächtige Sandsteinbank (Halden-Hills-Sandstein) getrennt. Von den etwa 20 Flötzen dieser letzteren Gruppe können folgende — in der Reihenfolge von oben nach unten — als bauwürdig gelten:

12.	Rough coal	1′ 8″
11.	Lickar coal	2′ 6″
10.	Greenses coal (Allerdean coal)	2′ 6″
9.	Muckle Howgate coal	3′
8.	Little coal	2′ 2″
7.	Caldside (Fawcett) coal	$2^1/_2$—3′
6.	Scremerston main coal (Blackhill coal)	3—4′
5.	Stoney coal (Hardy seam)	2—3′
4.	Cancer coal (Bulmanns coal, main coal von Thornton usw.)	4′ 7″
3.	Three quarter coal	3′
2.	Cooper eye seam	3′ 3″
1.	Wester coal (Kohle in drei Bänken)	3′ 7″

Eine Anzahl kleinerer Betriebe haben diese Flötze abgebaut, meist für den örtlichen Bedarf bei der Kalkbrennerei und im Haushalt; einzelne Flötze liefern auch vorzügliche Kesselkohle (steam coal), besonders Flötz Cancer.

Das Becken von Plashetts und Lewisburn bildet im Süden der Cheviot-Berge eine ähnlich, gegen Süden offene Halbmulde oder Bucht des Kohlengebirges wie im Norden das Scremerston-Becken. Die Kohlenablagerung nimmt einen Flächenraum von 70 qkm (28 engl. Quadratmeilen) ein bei einer Breite von 16 km in Westost-Richtung und einer Nordsüd-Erstreckung von 10—12 km. Man zählt 14 Flötze von mehr als 1′ Stärke, die sich auf drei Gruppen verteilen:

[1]) Vgl. bes. E. F. Boyd, a. a. O.

3. Obere oder Hareshaw-Gruppe,
2. Mittlere oder Plashetts-Gruppe,
1. Untere oder Lewisburn-Gruppe.

Als besondere Leitschichten sind zu erwähnen im oberen Teil eine Schieferlage mit Eisensteinknollen und in der Plashettsgruppe eine Kalkbank der „Papists-crosslimestone". Den Aufbau der ganzen Schichtenreihe zeigt folgende Übersicht:

1. Kalk
2. Kalk
1. Flötz
2. Flötz: Hareshaw head seam . . . $3^1/_2$′
Kalk
Kalk
3. Flötz: Haining rig seam . . . . . 1′10″
Kalk („lower limestone")
Schiefer mit Eisensteinknollen
4. Flötz: upper coal seam (Briar edge seam) 1′ 3″
5. Flötz: Furnace coal seam . . . . . 1′ 4″
Kalk
6. Flötz: Cariteth coal seam . . . . . 1′ 8″
Kalk: „Papists cross limestone"
7. Flötz: Thirty inch coal . . . . . 2′ 6″
8. Flötz: Plashetts coal seam . . . . . 4′ 7″
9. Flötz . . . . . 1′ 4″
Kalk
10. Flötz: Starsley coal seam . . . . . 2′ 6″
11. Flötz: Chilburn Haugh seam . . . . 3′ 5″
Kalk
12. Coarse coal
13. Flötz: Splint coal (house coal) . . . . 1′ 8″
14. Flötz: Lewis burn seam . . . . . 2′

Ein zweiter Flötzhorizont, nahe der oberen Grenze des Unterkarbons, enthält nur wenige Flötze, die aber im Gegensatz zu der unteren Gruppe große Beständigkeit zeigen und sich in nahezu gleichbleibender Entwickelung durch das ganze Becken verfolgen lassen. Es sind dies die Flötze, die über dem Whin Sill in geringer Entfernung unter dem Millstone Grit auftreten. Vertreter dieser Gruppe hatten wir schon in den höchsten Flötzen des Scremerston-Bezirkes kennen gelernt. Etwas weiter südlich kennt man sie an der Küste bei Beadnell. Der zusammenhängende Zug dieser Flötze beginnt in der Gegend von Alnmouth, nahe der Nordgrenze des Millstone Grits, in dessen Liegendem. Von hier streichen die Flötze über Shilbottle nach Südwest parallel dem Zuge des Millstone Grit auf Hexham (Acomb) Haltwistle (Blenkinsop) und westwärts nach Cumberland hinein (Talkin). Im Norden (Fenwick) zählt die Gruppe 3 Flötze („upper" und „lower

Fenwich coal“ und „upper Fawcett coal“; vgl. Profil Fig. 162). Auch in Shilbottle sind 3 Flötze von 2—3½′ Mächtigkeit vorhanden, während in Acomb, Blenkinsop und Talkin nur noch 1—2 bauwürdige Flötze in Frage kommen.

Die Flötzführung im Oberkarbon stellt, wie oben ausgeführt, den eigentlichen Kohlenreichtum des Beckens dar, demgegenüber die unterkarbonischen Flötze als eine verhältnismäßig doch unbedeutende Zugabe erscheinen. Auch hier sind hauptsächlich wieder die „middle coal measures“ der eigentliche Träger des Flötzreichtums im großen; einzelne bauwürdige, wenn auch schwache Flötze erscheinen bereits in der unteren Abteilung (lower coal measures“), wogegen die schwachen Kohlenlagen des „Millstone Grits“ ebenso wie die der „upper coal measures“ keine praktische Bedeutung haben. Von einer Gesamtzahl von etwa 60 Flötzen können 23 als bauwürdig gelten. Die wichtigsten Flötze finden sich im unteren Teile der „middle coal measures“ vereinigt in einer Schichtenreihe von etwa 200 m Mächtigkeit vom Flötz Brockwell an der Basis bis zum Flötz „High main“. Die höheren Schichten enthalten nur schwächere, vielfach unreine Flötze, von denen nur einzelne stellenweise bauwürdig sind. Zudem ist die räumliche Verbreitung dieser obersten Flötze naturgemäß ziemlich beschränkt. Es ergibt sich somit folgende Verteilung:

Upper coal measures: ohne bauwürdige Flötze

Middle coal measures | Obere Abteilung: flötzarm, nur wenige örtlich bauwürdige Flötze
Middle coal measures | Untere Abteilung: Hauptflötzgruppe von „High main“ bis „Brockwell“ größter Kohlereichtum

Lower coal measures: wenige schwache aber zum Teil bauwürdige Flötze.

Die Hauptflötze sind im allgemeinen ziemlich beständig. Die Schwierigkeiten der Flötzparallelisierung sind daher geringer als in der Mehrzahl der englischen Becken. Für die wichtigsten Flötze kann eine befriedigende Identifizierung über das ganze Becken oder seinen größeren Teil als hinreichend gesichert gelten. Besonders gilt dies für das tiefste Flötz: „Brockwell“, das zugleich als Basis der „middle coal measures“ überhaupt angenommen wird. Im einzelnen bestehen natürlich auch hier noch Unsicherheiten, hervorgerufen durch wechselnde Ausbildung desselben Flötzes in verschiedenen Gebieten, durch Spaltung einheitlicher oder Vereinigung getrennter Flötze. Es stellen sich daher zwischen Norden (Northumberland) und Süden (Durham) wie auch zwischen Ost und West vielfach merkliche Unterschiede im Gesamtprofil heraus (s. Fig. 163). Auch im äußersten Norden, am Coquet (Warkworth und Broomhill) scheint eine z. T. abweichende Ausbildung zu herrschen (s. Tabelle und Profil Fig. 164), doch beruht dies vielleicht mehr auf der räumlichen Entfernung und dem Mangel verbindender Aufschlüsse, als auf einer wirklichen Verschiedenheit.

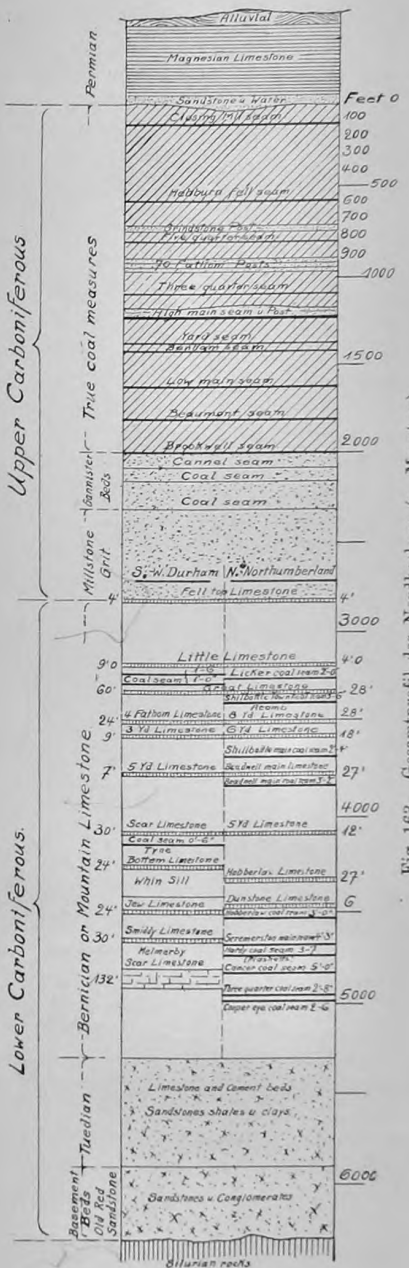


Fig. 163. Gesamtprofil des Nordbeckens (n. Murton).

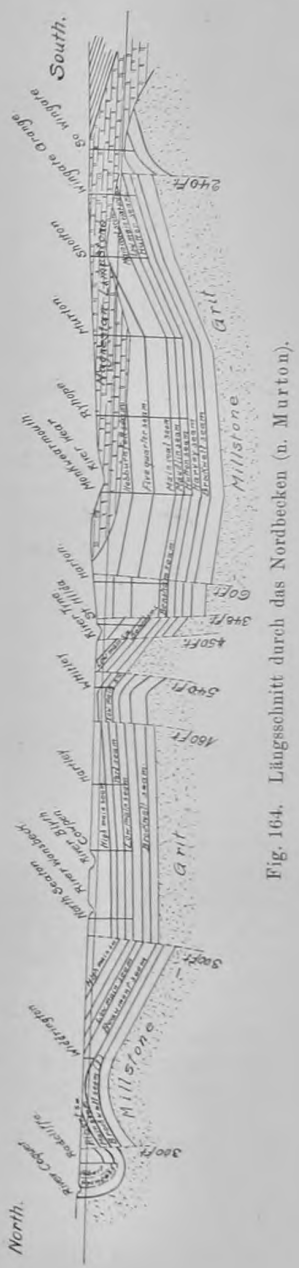


Fig. 164. Längsschnitt durch das Nordbecken (n. Murton).

Besondere Leitschichten können nur in geringem Umfange zur Flötzidentifizierung verwertet werden. Die im allgemeinen wichtigsten und zuverlässigsten Bildungen dieser Art, die marinen Schichten, sind im Nordbecken entweder nur sehr schwach vertreten oder, was wahrscheinlicher ist, bisher nicht genügend beachtet und studiert. Es werden zwei solcher Vorkommen aufgeführt: 1. in den „lower coal measures“ (oder „Millstone Grit“?) „eine marine Schicht mit Cephalopoden, 888′ unter dem Hutton-Flötz“; 2. eine andere „marine Schicht mit Brachiopoden, 17′ über ‘Fife quarter’-Flötz“ (nach Gibson, ebenso bei Stobbs u. a.). Die Unbestimmtheit dieser Angaben macht sie nahezu wertlos. Einen gewissen Leitwert, allerdings nur auf geringere Entfernungen, haben auch einzelne mehr oder weniger beständige Sandsteinbänke („posts“ genannt), wovon das beigefügte Profil (Fig. 163) einige Beispiele aufweist.

Die in der Übersicht S. 611 zusammengestellten Profile aus verschiedenen Teilen des Beckens geben eine hinlängliche Vorstellung von

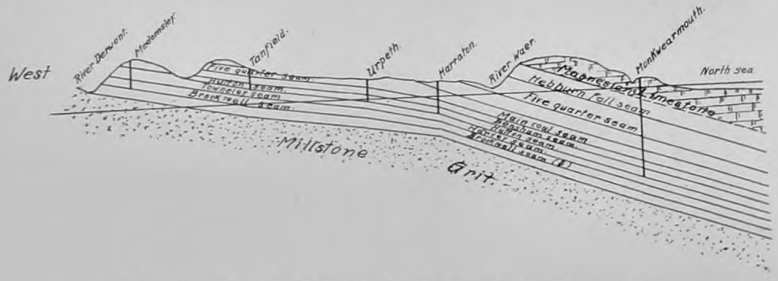


Fig. 166. Querschnitt durch das Nordbecken (n. Murton).

der Flötzfolge im einzelnen und dem gegenwärtigen Stande der Flötzparallelisierung.

Ob die in der vorstehend wiedergegebenen Zusammenstellung (hauptsächlich nach Brown) angenommenen Gleichstellungen in allen Fällen endgültig sind, bleibt abzuwarten. Im wesentlichen trifft das darin gegebene Bild jedenfalls zu und steht auch in den Hauptzügen seit längerer Zeit fest. Man sieht, daß sich auch die bei den anderen englischen Becken bemerkten Mißstände der Flötzbezeichnung wiederholen; daß nicht nur dasselbe Flötz auf verschiedenen Gruben verschiedene Namen führt, sondern auch — was störender und besonders leicht irreführend ist — derselbe Name oft auf ganz verschiedene Flötze angewandt wird. Das letztere gilt namentlich von den so verbreiteten, auf die ja stets wechselnde Mächtigkeit begründeten Bezeichnungen „Dreiviertel“, „Fünfviertel“ (sc. Yards) usw. oder der Bezeichnung des zufällig auf der betreffenden Grube wichtigsten Hauptflötzes („main“).

Im ganzen treten diese Übelstände hier vielleicht weniger stark in Erscheinung als in manchen anderen Becken. Sieht man ab von den

Durham			Northumberland			
Crook (West-Auckland)	Wearmouth-Bishop Auckland	Consett	Wallsend	Ryton	Blyth und Hartley	Warkworth und Broomhill
			Closing-Hill s. Hebburn-Fell s. (od. Monkton s.)			
			Flötz		Fife quarter	
	Splint coal	Crow coal	Three quarter seam		Black close oder Moorland	
	Three quarter	Shield row	High main s. (od. Wallsend s.)		Glebe (High main coal)	
	Fife quarter	Fife quarter- oder Splint coal	Metal seam		} Grey oder Blake	Flötz
			Stone seam			—
	Main	Brass thill	Yard seam		Yard	Flötz
	Maudlin		Bensham s.		Bensham	Flötz
	Low main	Hutton {	Six quarter	} Grand-Lease main coal	Six quarter	} Radcliffe
			Fife quarter		Hartley stone c.	
Brass thill	Brass thill	Little seam	—	Crow coal	—	—
Hutton	Hutton	Main	Low main	Fife quarter	Low main	Prince Albert
—	—	Flötz	Two quarter	Ruler seam	Plessy seam	Queens seam
						Little wonder
Harvey oder Constantine	Harvey	Nr. 1-seam (Townley)	Beaumont s.	Tonnley main seam	Beaumont	Princess seam
				Hodge od. Splint		
		Stone coal		Tilley seam		
				Hand seam		
Ballarat Fife quarter (Jet)	Bustey	Busteybank { ober unter	Flötz	Wickham stone c.	Flötz	Duke od. main
				Fife quarter od. Jet	—	—
B- oder little seam		Pasture drift		Three quarter	Flötz	
Main	Brockwell	Brockwell	Brockwell	Horsley wood	Flötz	? Givins
Victoria						Flötz
Marshall Green						Flötz
						Flötz.

höchsten und tiefsten nur in beschränkten Gebieten erhaltenen oder aufgeschlossenen Flötzen, sowie von den schwächeren, nur örtlich bauwürdig entwickelten, so erhält man für Durham und Northumberland je 8 Hauptflötze, die hier der besseren Übersicht wegen noch einmal zusammengestellt werden:

Durham	Northumberland
8. Shield row oder Three quarter	Hig main
7. Fife quarter	b) Metal, a) Stone } Grey
6. Main oder Brass Thill	Yard
5. Maudlin	Bensham
4. Hutton (low main)	b) Six quarter, a) Fife quarter
3. Main (Hutton)	Low main
2. Harvey (Townley)	Beaumont (Harvey)
1. Brockwell	Brockwell

Die höchsten Flötze haben naturgemäß nur eine sehr beschränkte Flächenausdehnung und sind auch an sich wenig bedeutend. Closing Hill seam erscheint in einer Stärke von etwas über $1^1/_2{}'$ nur in einem sehr engen Bezirk auf dem gesunkenen (Nord-) Flügel des „90-fathoms dyke“ bei Killingworth.

Hebburn fell oder Monkton seam, $2^1/_2{}'$ stark, wurde am Tyne bei Hebburn, Benton und Jarrow gebaut. Das etwa 4′ mächtige Flötz Fife-quarter war im Norden, bei Blyth, Gegenstand der Gewinnung, ebenso Blackclose (Moorland, three quarter, 70-fathoms coal etc.), das auch weiter südlich bis zum Tyne (in Kenton, Gosfort, Benton usw.) gebaut ist.

Mit High main beginnt die Reihe der stärkeren Flötze; es war eines der wertvollsten und geschätztesten in Northumberland, wo es auch als „Wallsend“ bekannt, in einer Mächtigkeit von 6—8′ entwickelt ist und beste Hausbrandkohle liefert. Seit über 20 Jahren ist es hier bereits völlig abgebaut, während seine Fortsetzung in Durham durch Gesteinsmittel zersplittert und entwertet wird.

Metal- und Stone-coal stellen in Südost-Northumberland zwei getrennte Flötze von je 3′ Stärke in etwa 30′ Abstand dar; nach Westen (Cramlington) und Süden (Durham) verschmelzen sie zum Grey-Flötz mit 8′ bezw. Fife-quarter-Flötz von 4—6′ Mächtigkeit.

Das Yard-seam von Northumberland, 2—4′ mächtig, erscheint in Durham als Main-seam mit 3—6′ und führt eine gute und feste Kohle.

Bensham bezw. Maudlin nimmt in Northumberland und Durham einen großen Flächenraum ein, schwankt aber bez. seiner Mächtigkeit in ziemlich weiten Grenzen, zwischen 2 und 6′.

Six quarter und five quarter verhalten sich ähnlich wie „Stone“ und „Metal“; in Ost-Northumberland und am Tyne getrennt — je $2^1/_2{}'$

stark in 25′ Abstand — verschmelzen sie gegen Westen (Pontop und Consett) zum Hutton seam, nach Süden (Durham) zum Low main seam von 3—4′ Mächtigkeit.

Low main von Northumberland und Hutton oder main seam von Durham ist bei einer Mächtigkeit von 2—6′ durchweg bauwürdig und eines der besten Flötze. Es liefert in Durham Gaskohle und Hausbrand, nördlich des Tyne eine harte Kesselkohle (steam coal). Beaumont oder Harvey (auch Townley und Engine seam genannt) ist 3—4′ mächtig, jedoch nicht durchweg bauwürdig; es liefert gute Gas-, Koke- und Hausbrandkohle.

Stone-, Fife-quarter (auch six quarter genannt) — und Three quarter (auch yard seam) — stellen wenigstens in einzelnen Bezirken noch gute bauwürdige Flötze dar; ihre Mächtigkeit liegt zwischen 3′ und 4′.

Brockwell (auch Denton-low main, Horsley wood etc.) zieht sich als tiefstes Flötz unter dem ganzen Becken hin und ist bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 3—3½′ auch meist bauwürdig. Die Kohle ist von ausgezeichneter Beschaffenheit, besonders als Koke- und Gaskohle.

Was noch tiefer liegt, wird als „lower coal measures“ betrachtet. Über die hier auftretenden, z. T. noch bauwürdigen Flötze liegen nur sehr unvollständige, unzusammenhängende Nachrichten vor, nach denen sich kein Bild von der Entwickelung und Flötzführung dieser Gruppe gewinnen läßt[1]).

Mit einigen Worten wäre schließlich noch der kleinen, im Westen des Hauptbeckens an der Nordseite des Stublick-dyke versenkten und erhaltenen Kohlengebirgsschollen zu gedenken. Es sind hier, durch die tektonischen Verhältnisse bedingt, vier Miniatur-„Becken“ in den Kohlen-

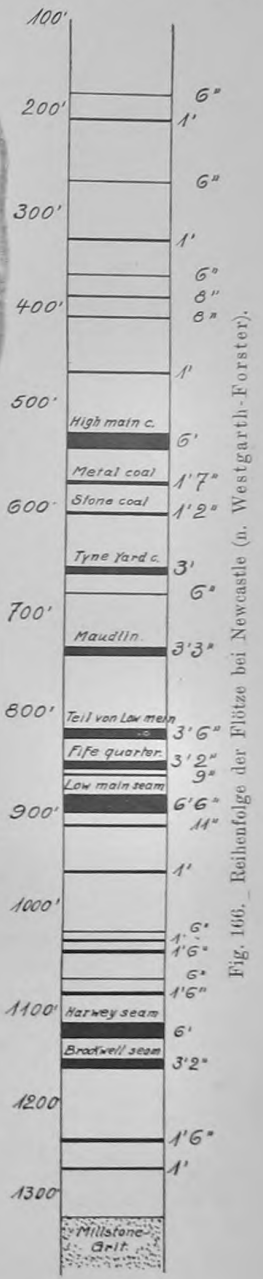


Fig. 166. Reihenfolge der Flötze bei Newcastle (n. Westgarth-Forster).

[1]) Hierher gehören die in der Tabelle angeführten Flötze Victoria und Marshall Green. Andererseits wird ein bauwürdiges Flötz von 2′ etwa 24 m (12 Faden) unter Brockwell erwähnt, ein weiteres 30 m tiefer, also 54 m unter Brockwell, noch tiefere, aber wahrscheinlich wertlose etwa 100 m unter Brockwell, vielleicht schon im „Millstone Grit“ usw.

kalk eingesenkt, die, praktisch nahezu bedeutungslos, doch ein gewisses Interesse haben als Bindeglieder zwischen Durham—Northumberland im Osten und Cumberland nebst Dumfriesshire auf der Westseite. Die Schichtenfolge umfaßt außer „Millstone Grit“ und „lower coal measures“ noch den tiefsten Teil der „middle coal measures“ mit je vier Flötzen, von denen das tiefste vermutlich dem Leitflötz „Brockwell“ des Hauptbeckens entspricht.

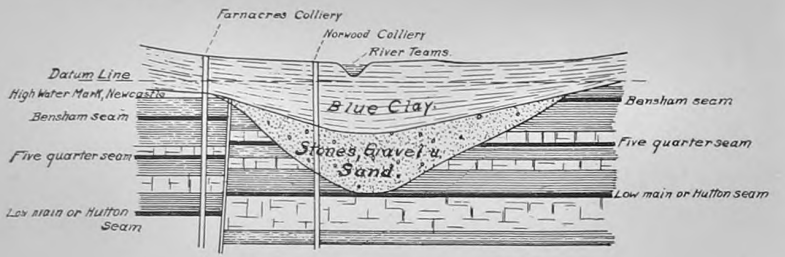


Fig. 167. Der „Team wash“ (n. Murton).

Nachstehende Übersicht ist der Arbeit von Brown entnommen:

	Stublick	Plainmellan	Coanwood	Midgeholm
„True coal measures“	Cannel seam 1′9″ Mittel . . 60′	Fife quarter seam	Fife quarter seam	Fife quarter od. Craignook seam . . 8′6″ Mittel. . 62′
	Yard seam . 2′8″ Mittel . . 27′	Yard seam	Three quarter seam	Three quarter seam . 2′3″ Mittel. . 72′
	Three quarter seam . 2′8″ Mittel. . 24′	Coomroof seam	Coomroof seam	Wellsike seam . . 5′3″ Mittel. . 103′
	Main coal sam . . . 3′8″	Main seam	Slag seam	Seven quarter seam . 5′
„Gannister and Millstone Grit series“	Mittel . 42′ Foot coal 1′—1½′ Mittel . 27′ Little coal 1′ 10″ Mittel . 21′ Stone coal 1′ 8″	Cannel	Cannel	Cannel

2. Das Becken von Cumberland[1]).

Das westliche, sehr viel kleinere Gegenstück zu dem großen englischen Nordbecken bildet in seinem zu Tage ausgehenden und bisher

[1]) Kendall, J. D., The structure of the C.-coalfield. Trans. North of Engl. inst. min. eng. XXXII, 1882—83, S. 319. — Ders., The Whitehaven sandstone series.

aufgeschlossenen Teile einen verhältnismäßig schmalen Streifen an der Westküste im Süden des Solvay-Forth (Fig. 168).

Beginnend am Vorgebirge St. Bees Head zieht sich das flötzführende Kohlengebirge an der Küste entlang in nördlicher Richtung über Whitehaven, Workington bis Maryport. Von hier wendet sich der Kohlengebirgszug landeinwärts und läßt sich in ONO-Richtung, ungefähr dem Laufe des Flüßchens Ellen folgend, über Aspatria, Mealsgate bis Bolton verfolgen. Hier verschwindet es unter dem permischen Deckgebirge.

Die Länge dieses Streifens beträgt etwa 25 km, die Breite erreicht 9—10 km (6 engl. Meilen), bleibt jedoch meist erheblich darunter. Für den Flächenraum ergibt sich der Wert von 225 qkm (91 engl. Qmln.). Dabei ist die unbekannte Ausdehnung des Kohlengebirges unter den jüngeren Formationen im Norden und Süden der angegebenen Verbreitung, sowie nach Westen unter dem Meere unberücksichtigt gelassen. In letzterer Richtung, d. h. seewärts, reichen die Grubenbaue bereits mehrere Kilometer von der Küste, wobei allerdings schon Einbrüche des Meeres stattgefunden haben.

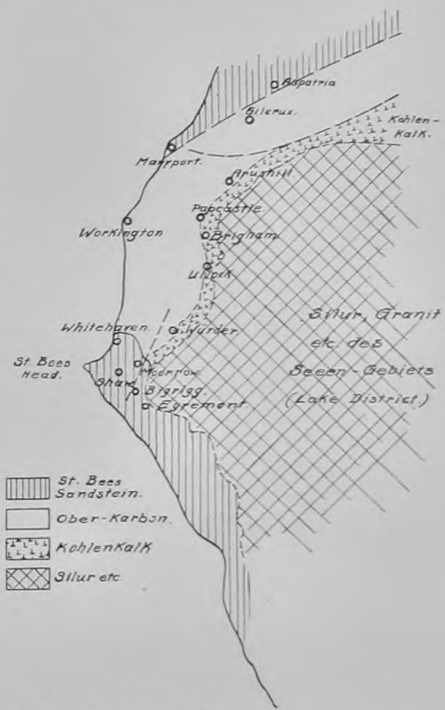


Fig. 168. Geologische Übersichtskarte von Cumberland (n. Russel u. Kendall).

Umfang und weitere Ausdehnung des Kohlenbeckens. Feste natürliche Grenzen bestehen nur im Osten und Süden des vorstehend umschriebenen, etwa halbmondförmigen Kohlengebirgsstreifens, wo die ältere Unterlage des produktiven Karbons — zunächst Unter-

Trans. fed. inst. min. eng. X, 1895—96, S. 202. — Ders., The carboniferous rocks of Cumberland and North-Lancashire or Furness. Trans. Nth. Engl. inst. min. eng. XXXIV, 1884—85, S. 125. — Dunn, M., On the coalfields of C. and the probability of coal, being found under the new red sandstone which surrounds the city of Carlisle. Ebenda VIII, 1859—60, S. 141. — Russel, R., The extension of the West-C. coalfield southward and northward under the St. Bees sandstone. Trans. fed. inst. min. eng. VIII. 1894—95, S. 276.

karbon und darunter Silur und kristalline Gesteine — zu Tage tritt. Nach Westen, unter dem Meere, werden die Ausdehnungsmöglichkeiten mehr durch die technischen Hilfsmittel des Bergbaus als durch die natürlichen Verhältnisse der Ablagerung bestimmt. Allerdings erscheinen auch die letzteren insofern nicht besonders günstig, als in dieser Richtung mehrfach bereits ein Ansteigen der Schichten und Flötze beobachtet wurde, demzufolge letztere in nicht sehr großer Entfernung am Meeresgrunde ausgehen müßten. Ob diese Erscheinung ein endgültiges Ausheben des Beckens bedeutet, muß — namentlich angesichts des Auftretens von Kohlenkalk auf der Insel Man — dahingestellt bleiben, ist aber auch praktisch bis auf weiteres wohl ohne Bedeutung. Günstiger liegen die Aussichten auf dem Lande. Nach Süden kann hier eine Fortsetzung unter dem Deckgebirge mit Sicherheit angenommen werden und ist auch z. T. durch Bohrungen nachgewiesen. Ihre Ausdehnung ist allerdings noch nicht genauer festgestellt, auch kann es sich dabei, in Anbetracht der geringen östlichen Entfernung des Grundgebirges, höchstens um einen wenige Kilometer breiten Streifen handeln[1]), wozu dann noch eine vielleicht gleich breite nutzbare Erstreckung nach der Seeseite treten würde.

Bessere Aussichten eröffnen sich für eine mögliche Ausdehnung gegen Norden. Hier wird die Oberflächenverbreitung durch eine große Verwerfung, den „Aspatria-Sprung“ (s. u.) abgeschnitten, die ungefähr der Linie Maryport-Aspatria-Bolton folgt. Der gesunkene Nordflügel wird von jüngeren Formationen — Perm, Trias und Lias in muldenförmiger Lagerung — überdeckt. Erst jenseits des Solway-Firth taucht der Kohlenkalk wieder auf. Falls dieser Kohlenkalk am Nordufer des Solway-Firth den Gegenflügel des Cumberländer Unterkarbons darstellt, würde man eine Verbreitung des flötzführenden Oberkarbons unter dem Deckgebirge in dem ganzen Zwischenraum annehmen können. Die Stadt Carlisle würde dann ungefähr in der Mitte dieser großen Mulde (die dann wieder von einer „postumen“ Mulde jüngerer Schichten überlagert wäre) liegen und das gegenwärtig ganz vereinzelt erscheinende kleine Kohlenfeld von Canonbie, jenseits der schottischen Grenze wäre als ein Stück des Nordrandes des Cumberland-Beckens aufzufassen.

Die Jahresförderung des bisher erschlossenen Teiles des Cumberland-Beckens beträgt etwas über 2 Millionen Tonnen. Die noch vorhandenen Vorräte werden auf $1^1/_2$ Milliarden Tonnen veranschlagt, wobei allerdings die Grenze des unterseeischen Abbaus auf 8 km (5 engl. Meilen) angenommen ist.

Deckgebirge (Fig. 169, 170). Außerhalb des vorstehend umschriebenen Bezirkes, in dem das Kohlengebirge ganz oder nahezu unbedeckt zu Tage ausgeht, stellt sich sofort ziemlich mächtiges Deckgebirge ein, mit dem der Bergbau bei einer weiteren Ausbreitung zu

[1]) Russel vermutet, daß sich das Kohlengebirge nach dieser Seite bis in die Gegend von Ravenglass, an der Mündung des Esk, erstrecken dürfte und eine Breite von $1^1/_2$—$2^1/_2$ km (1—$1^1/_2$ engl. Meilen) besitzen kann.

rechnen haben wird. Hauptsächlich handelt es sich hierbei um die verschiedenen Glieder der Permformation, die die Fortsetzung des Kohlengebirges nach Norden wie nach Süden — anscheinend konkordant — überlagern. Dazu kommen weiter im Norden, in der Gegend von Carlisle, noch Trias — besonders Keuper — und Lias. Diese können wegen ihrer Entfernung von den gegenwärtigen Bergbaugebieten zunächst außer Betracht bleiben.

Das Perm besteht hauptsächlich aus einem mächtigen Sandsteingebilde, dem sog. St. Bees-Sandstein, der an der Küste, insbesondere an dem Vorgebirge dieses Namens, steile Felswände bildet. Darunter folgt in geringer Mächtigkeit der als „magnesian limestone" bezeichnete dolomitische Zechsteinkalk und an der Basis der Formation die weit verbreitete permische Breccie.

Tektonik. Das Karbon umlagert mantelförmig im Westen, Norden und Osten das aus Silur und kristallinischen Gesteinen bestehende Bergland von Zentral-Cumberland (Cumbrian mountains, vielfach auch als das Seengebiet [Lake district] bezeichnet, wegen der Fülle der oft malerisch gelegenen Seen: Derwent water, Windermere-See u. a.). Das Oberkarbon ist, wie wir sahen, nur auf der Westseite und einem Teil der Nordseite entwickelt. Seine Schichten fallen nach Westen und Norden, unter mäßigem Winkel von dem zentralen Massiv ab.

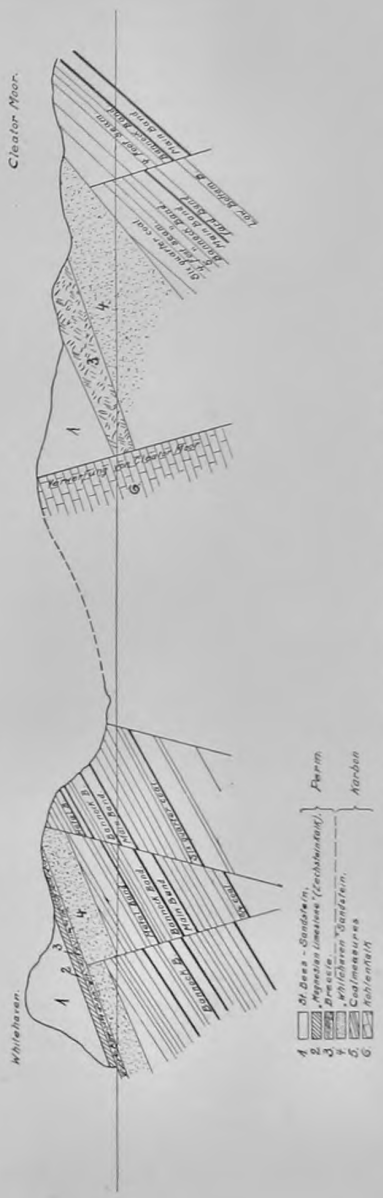


Fig. 169. Schnitt durch das Kohlengebirge von Cumberland (n. Kendall).

Diese einfache Lagerung wird mehrfach durch Spezialfaltungen gestört und verwickelt. Hierher gehört das bereits erwähnte Ansteigen der Schichten unter dem Meere, die also hier ein östliches Einfallen annehmen. Ebenso ist im Norden, bei Crossby und Gilcrux eine Spezialmulde entwickelt, da die Schichten hier im Osten nach Westen, im Westen dagegen nach Osten einfallen. Auch bei Dearham findet sich eine auf drei Seiten geschlossene, nach Westen offene Mulde. Infolge dieser Unregelmäßigkeiten läßt sich auch über die voraussichtliche Lagerung des Kohlengebirges unter dem Deckgebirge, namentlich im Norden nichts Bestimmtes aussagen.

Verwerfungen haben das Cumberländer Gebiet in sehr starkem Maße betroffen und besonders auch das Kohlengebirge in hohem Grade zerstückelt. Es lassen sich zwei Sprungsysteme unterscheiden, von denen das eine annähernd O—W, das andere N—S verläuft. In der ersteren Gruppe ist der wichtigste der schon erwähnte Aspatria-Sprung, der das Kohlengebirge im Norden abschneidet, so daß hier der St. Bees-Sandstein an das Oberkarbon stößt. Seine Verwurfshöhe ist unbekannt, aber jedenfalls sehr bedeutend. Von ihm zweigt sich etwas östlich von

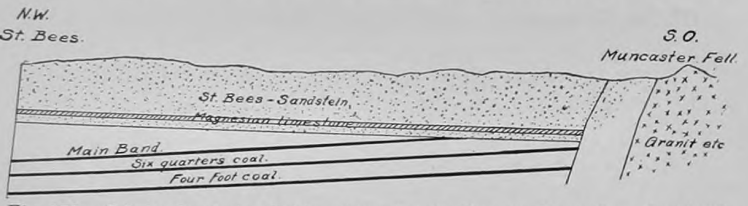


Fig. 170. Schnitt durch das Kohlengebirge bei St. Bees (n. Russel u. Kendall).

Maryport eine zweite etwas südlicher verlaufende Verwerfung ab, deren Nordflügel um etwa 340 m (170 Faden) gesunken ist. Beide schließen den nördlichen Teil des Kohlenfeldes — von Maryport bis Bolton — zwischen sich ein. Im Süden gehört dieser Klasse die große Verwerfung von Cleator moor, bei Whitehaven, an, deren Nordflügel annähernd 400 m (200 Faden) gesunken ist (s. Profil Fig. 169), sowie ein ähnlicher diesem paralleler Sprung usw.

Die Nord—Süd-Verwerfungen sind zwar zahlreich, aber für die Gesamtgestaltung des Beckens weniger belangreich. Durch das Zusammenwirken beider Systeme erscheint das Kohlengebirge, namentlich im Süden, fast schachbrettartig zerstückelt.

Stratigraphie. Die Kohlenformation ist mit ihren beiden Hauptabteilungen vertreten. Unmittelbar auf das alte Grundgebirge von Zentral-Cumberland legt sich das Unterkarbon (Kohlenkalk usw.), hierauf folgt ein als „Millstone Grit“ angesprochener Sandsteinhorizont und über diesem baut sich das höhere, produktive Oberkarbon auf. Dieses zerfällt in zwei durch eine Lagerungsdiskordanz scharf geschiedene Teile: einen unteren aus vorwiegend grauen Gesteinen bestehenden Abschnitt,

der die Hauptflötze enthält, und einen oberen mit vorwiegend roter Gesteinsfärbung und wenigen dünnen Flötzen, von denen jedoch einige noch bauwürdig sind. Diese obere Abteilung, der sogenannte „Whitehaven-Sandstein", die transgredierend über die tieferen Stufen hinweggreift, wurde früher dem Perm zugerechnet; nach Gesteinscharakter, dem Auftreten der Kohlenflötze sowie dem neuerdings festgestellten Vorkommen dünner Kalkbänke mit Spirorbis wird der „Whitehaven-Sandstein" jetzt wohl allgemein zum Karbon gezogen und ist wahrscheinlich als Vertreter der „upper coal measures" anzusehen. Eine systematische Bearbeitung der Versteinerungen, insbesondere der Pflanzenreste liegt noch nicht vor, daher ist die stratigraphische Stellung der einzelnen Horizonte einigermaßen unsicher.

Das Unterkarbon zeigt die für Nordengland überhaupt charakteristische Auflösung des Kohlenkalkes in einzelne, hier noch recht mächtige Bänke mit zwischengeschalteten Schieferschichten. Danach besitzt das oberste Unterkarbon den Charakter der „Yoredale rocks". Schon hier zeigen sich die ersten Anfänge der Kohlebildung, die stellenweise sogar zur Entstehung bauwürdiger Flötze geführt hat (auf Grube Naworth bei Midgeholm ein Flötz von 3′ Stärke). Allerdings handelt es sich hier erst um sehr bescheidene, praktisch wenig bedeutende Vorläufer der weiter nördlich herrschenden produktiven Entwickelung des Unterkarbons. In dem kleinen Kohlenfelde von Canonbie finden wir diese Ausbildungsweise bereits erheblich gesteigert.

Im ganzen ergibt sich folgender Aufbau des Karbons von Cumberland:

Whitehaven-Sandstein: vorwiegend rote Sandsteine mit untergeordneten Schiefern und Spirorbiskalk; in der Mitte eine dunkle Schiefereinlage mit einigen bauwürdigen Flötzen	? Upper coal measures 200—250 m
Diskordanz	
Hauptflötzhorizont: weiße, graue und dunkle Sandsteine und Schiefer mit den Hauptflötzen	? Middle und lower coal measures 450 m
„Millstone Grit" vorwiegend sandig, mit wenigen, dünnen Flötzen	
Yoredale-Schichten: Wechsellagerung von Schiefern mit mächtigeren Kalkbänken; hierin die ersten, z. T. bauwürdigen Flötze	170 m
Eigentlicher Kohlenkalk: fast reine Kalkablagerung nur mit dünnen Schieferlagen	70 m
Tiefstes Unterkarbon (? lower limestone shales): Schiefer und Sandsteine, z. T. konglomeratisch . .	25 m
Silur (Skiddaw-Schiefer) und kristalline Gesteine	

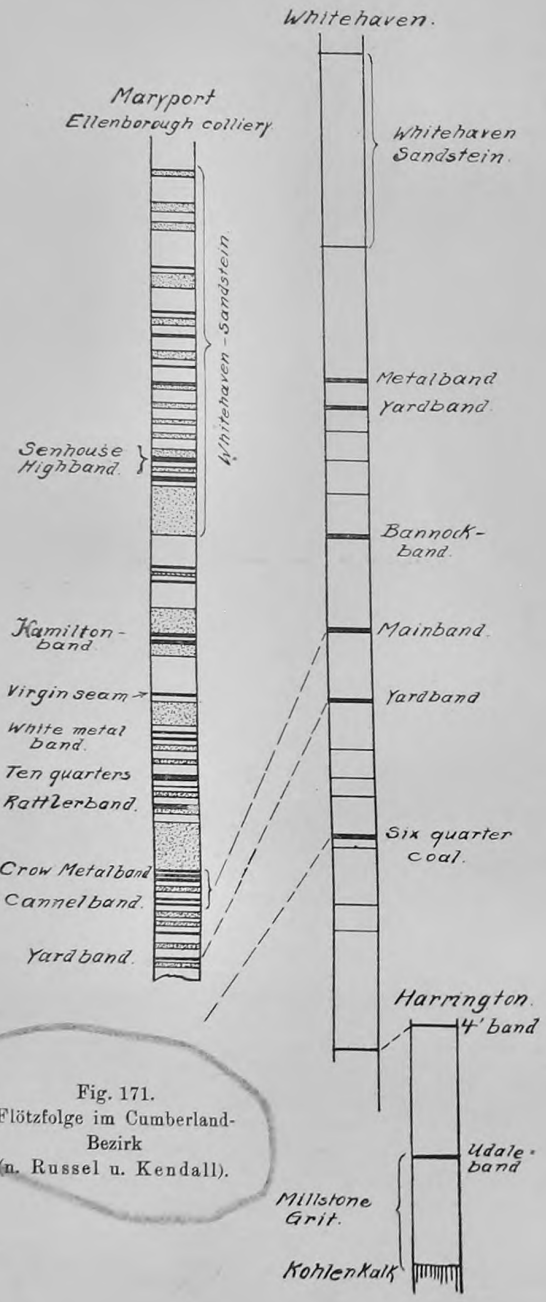


Fig. 171.
Flötzfolge im Cumberland-Bezirk
(n. Russel u. Kendall).

Flötzführung (Fig. 171). In den eigentlichen „coal measures", also unter Ausschluß von „Millstone Grit" und Kohlenkalk bezw. Yoredale-Schichten, aber einschließlich des „Whitehaven-Sandsteins" lassen sich drei getrennte Flötzhorizonte unterscheiden, die — allerdings mit Vorbehalt (vgl. oben) — den oberen, mittleren und unteren „coal measures" anderer Gebiete zu vergleichen sind. Die mittlere Gruppe — mag sie nun stratigraphisch den „middle coal measures" gleichstehen oder nicht — ist auch hier wieder weitaus die kohlereichste.

Der Whitehaven-Sandstein enthält, wie schon erwähnt, innerhalb seiner überwiegend roten Sandsteine eine Zone von hellen Sandsteinen und dunklen Schiefern, die äußerlich von den entsprechenden Gesteinen der tieferen „coal measures" nicht zu unterscheiden sind und wie diese auch Kohlenflötze einschließen. Zwei Flötze dieses Horizontes sind auf verschiedenen Gruben gebaut worden. Das obere auf Bolton als Crow band, das darunter liegende als Master band bezeichnet. Crow band findet sich auf einer Anzahl anderer Gruben wieder unter verschiedenen Namen: als „Ten quarter" (Aspatria), Yard band, White croft seam, Senhouse high band (Ellenborough).

In den eigentlichen (? middle) „coal measures" sind im ganzen 12 bauwürdige Flötze entwickelt, die zusammen etwa 50′ Kohle enthalten. Nachstehend sind die wichtigsten und beständigsten Flötze dieser Gruppe aus den Profilen von Cleator Moor im Süden und Ellenborough im Norden, bei Maryport, zusammengestellt.

Cleator Moor		Ellenborough	
		Hamilton band	4′
Six foot seam	4′ 7″	Virgin seam	2′ 6″
four foot seam	3′ 6″	White metal seam	2′ 8″
five foot seam	4′ 3″	Ten quarter coal	7′ 4″
Bannock band	7′ 4″	Rattler band	3′ 1″
Main band	10′ 6″	Crow coal, Cannel band, Metal band	9′ 10″
Yard band	2′ 8″	Yard band	2′ 3″
Low bottom coal	2′ 10″		

Die Identifizierung der Flötze ist auch in diesem verhältnismäßig kleinen Becken zwischen verschiedenen Gruben nicht immer sicher gestellt. Das einzige Flötz, das seinen Namen durchweg beibehält, ist Yard band (nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Flötz des Whitehaven-Sandsteins; siehe oben). Das Hauptflötz des Südens, das mächtige „Main band" besteht in Cleator Moor aus 4, in Whitehaven aus 3 Bänken. Durch Anschwellen der trennenden Mittel zerfällt es gegen Norden, von Workington ab, in 3 Flötze: Crow band, Cannel band und Metal band. Das tiefste Flötz der Gruppe, Low bottom von Cleator

Moor, ist in Whitehaven als Six quarter coal bekannt, sonst noch als „three foot“ (Harrington), Hamilton (in Workington), Lickbank, Chinaband. Es ist zugleich das tiefste in größerer Ausdehnung bauwürdige und gebaute Flötz.

In den hierunter folgenden Schichten — bis herab zum „Millstone Grit“ —, die mit dem früher ausgesprochenen Vorbehalt als „lower coal measures“ angesehen werden können, liegen noch einige schwächere Flötze, von denen zwei wenigstens streckenweise bauwürdig entwickelt sind. Es sind die als „4-Fuß-Flötz“ („four foot coal“) und Udale coal bezeichneten, die tiefsten bauwürdigen überhaupt im Revier. Oft ist diese Abteilung auch ganz flötzleer. Von den Flötzen des „Millstone Grit“, wo solche überhaupt entwickelt sind, übersteigt kaum eins die Mächtigkeit von ein Fuß, sie bleiben durchweg unter der Grenze der Bauwürdigkeit.

Im übrigen geben die beigefügten Profile hinlänglichen Aufschluß über Zahl und Verteilung der Flötze.

Anhang.

Kohlenfelder von Ingleton und von Canonbie.

Als letzte der nordenglischen Gruppen müssen zwei kleine Vorkommen von flötzführendem Karbon besprochen werden, die ziemlich vereinzelt, ohne deutlich erkennbare Beziehung zu den Hauptbecken liegen. Räumlich stehen sie dem Cumberland-Becken am nächsten, mit welchem das Vorkommen von Canonbie, wie schon erwähnt, vielleicht auch unter dem Deckgebirge zusammenhängt. In der stratigraphischen Ausbildung sind die beiden hier noch zu betrachtenden Vorkommen völlig verschieden und unabhängig voneinander: das südliche (Ingleton) schließt sich in dieser Beziehung noch dem mittelenglischen Typus an (besonders Yorkshire und Lancashire), während das nördliche die charakteristische Fazies der nordenglischen und schottischen Becken aufweist.

1. Das kleine Becken von Ingleton liegt im westlichsten Yorkshire, etwa 18 km in ostnordöstlicher Richtung von Lancaster. Das Kohlengebirge ist größtenteils von Perm sowie von diluvialen Ablagerungen bedeckt und tritt nur in geringer Ausdehnung zu Tage. Die flötzführende Gruppe ruht auf Millstone Grit, der wieder von den Schichten der Pendleside-Gruppe und von Kohlenkalk unterlagert wird. Im Nordosten wird das Karbon durch eine große Verwerfung, den Craven-Sprung, abgeschnitten, der zugleich als Grenze zwischen der südlichen, rein marinen und der nördlichen, gemischt marinen und limnischen Ausbildung des Unterkarbons angesehen werden kann. Eine Fortsetzung des Beckens über die bekannten Grenzen hinaus ist dadurch ausgeschlossen. Das Oberkarbon von Ingleton zerfällt in eine obere, rote flötzleere Abteilung und eine untere, graue Abteilung. Letztere enthält in 100—120 m Gesteinsmächtigkeit etwa acht Flötze, von denen zwei oder drei als bauwürdig gelten können. Das oberste Flötz „main-“

oder „four foot coal“ ist 4′ mächtig, darunter folgt „Crow coal“ mit $1^1/_2$—2′, und zuunterst das 6—9′ mächtige „deep coal“. Es hat auch eine bescheidene Gewinnung stattgefunden, die vielleicht noch einer gewissen Steigerung fähig ist, aber bei der beschränkten Ausdehnung des Vorkommens nicht über eine rein örtliche Bedeutung hinaus gelangen kann.

2. Canonbie (auch Canobie oder Cannouby)[1]. Dieses kleine, aber verhältnismäßig reiche Kohlenfeld liegt bereits in Schottland (Dumfriesshire), doch weisen seine natürlichen Beziehungen mehr auf eine Zugehörigkeit zu der Gruppe der nordenglischen Becken, weshalb es hier im Anschluß an diese behandelt werden soll.

Die Flächenausdehnung ist eine äußerst beschränkte und übersteigt nicht 5 bis höchstens 10 qkm. Entsprechend gering ist die Förderung[2]. Der vorhandene Vorrat wird von Peach und Horne auf rund 80 Millionen Tonnen berechnet.

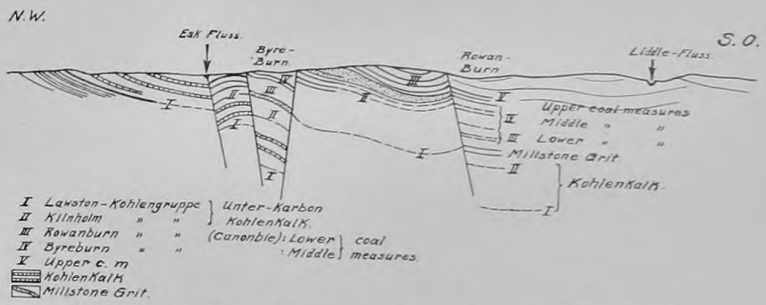


Fig. 172. Schnitt durch das Kohlengebirge von Canonbie (n. Peach u. Horne).

Die tektonischen Verhältnise sind äußerst verwickelt. Abgesehen von ziemlich starker Faltung ist das Gebiet durch zahlreiche, zum Teil bedeutende Verwerfungen zerstückelt und die einzelnen Schollen erscheinen regellos durcheinander geworfen. Hierdurch ist auch die Feststellung der Schichtenfolge außerordentlich erschwert (vgl. Profil Fig. 172).

Stratigraphie und Flötzführung. Trotz seines geringen Umfanges enthält das Kohlenfeld von Dumfriesshire die vollständige karbonische Schichtenfolge vom tiefsten Unterkarbon bis zu den „upper coal measures“. In der faziellen Ausbildung schließt sich namentlich das Unterkarbon aufs engste den Verhältnissen in Nord-Northumberland

[1]) Peach, B. N. und Horne, J., The C. coalfield, its geological structure and relations to the carboniferous rocks of the North of England and Central Scotland. Trans. Roy. soc. Edinburgh XL, Part 4, 1903—4, S. 835. — Kidston, R., The fossil plants of the carboniferous rocks of C., Dumfriesshire and of parts of Cumberland and Northumberland. Ebenda S. 741.

[2]) Diese betrug 1903 für die beiden kleinen Becken von Dumfriesshire (Canonbie) und Argyleshire zusammen 159000 t.

an und kann geradezu als die westliche Fortsetzung der letzteren angesehen werden. Andererseits ist auch die Verwandtschaft mit den mittelschottischen Becken unverkennbar, so daß das Vorkommen von Canonbie ein Bindeglied zwischen jenen beiden Gruppen darstellt und als solches ein besonderes Interesse besitzt. An die zentralschottischen Verhältnisse erinnert besonders auch die starke Beteiligung vulkanischen Materials am Aufbau der unterkarbonischen Schichtenreihe. Hiervon abgesehen stellt das Unterkarbon einen Wechsel von marinen, oft fossilreichen, und limnischen, flötzführenden Ablagerungen dar, wie wir ihn bereits im Unterkarbon von Nord-Northumberland kennen lernten und in Mittel-Schottland wieder antreffen. Die einzelnen Flötzhorizonte dieser Schichtenreihe lassen sich sowohl mit solchen von Northumberland (Scremerston, Plashetts usw.) wie von Mittelschottland parallelisieren. Auch das Oberkarbon ist in allen drei Abteilungen, den unteren, mittleren und oberen coal measures und sogar im Millstone Grit flötzführend — bauwürdig sind allerdings nur die Flötze der unteren und mittleren coal measures —, wir haben also hier den ungewöhnlichen Fall einer — mit Ausnahme des tieferen Unterkarbons — in allen Hauptabteilungen produktiven Entwickelung

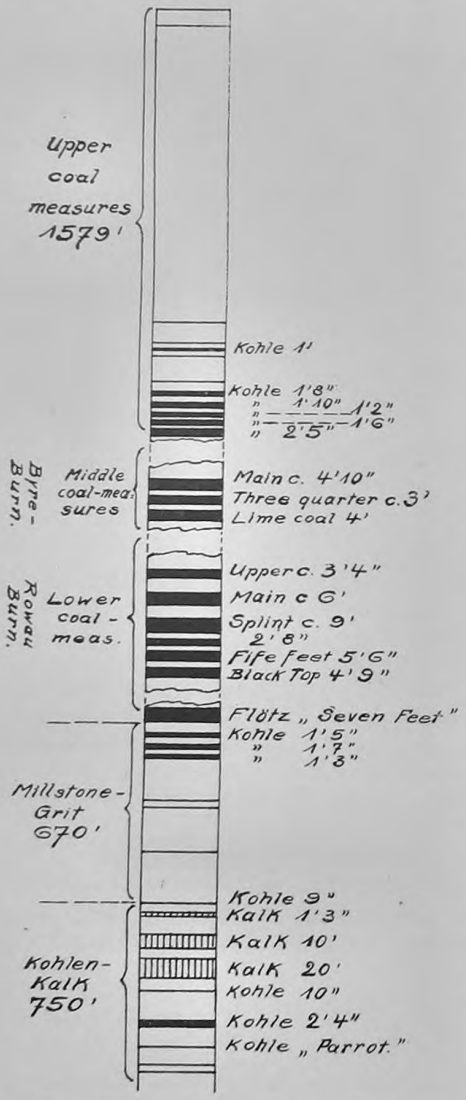


Fig. 173. Zusammengesetztes Profil des Beckens von Canonbie (n. Peach u. Horne).

der Kohlenformation. Infolge der früher erwähnten starken Störungen treten die den verschiedenen stratigraphischen Horizonten angehörigen Flötzgruppen an der Oberfläche nebeneinander auf und zwar in scheinbar regellosem Durcheinander (Fig. 172). Den vier Hauptgruppen — je zwei im Unterkarbon und im Oberkarbon — entsprechen daher vier räumlich getrennte Bergbaureviere: Lawston Linn, Kilnholm, Rowanburn und Byreburn. Es bedurfte der eingehendsten geologischen und paläontologischen Untersuchungen, um bei diesen verworrenen Lagerungsverhältnissen die wahren stratigraphischen Beziehungen der einzelnen Flötzgruppen und der umgebenden Schichten festzustellen. Die nachstehende Übersicht gibt die Auffassung der eingangs genannten Forscher wieder und zeigt zugleich die Beziehungen zu den entsprechenden Ablagerungen in Northumberland und in Schottland (vgl. auch das kombinierte Profil Fig. 173).

		Bemerkungen
Ober-Karbon	Upper coal measures: Rote Sandsteine mit dünnen Flötzen und einzelnen Spirorbiskalken . . . . . 1580′	
	Middle coal measures: Flötzgruppe von Byreburn . . . . . 180′	
	Lower coal measures: Flötzgruppe von Rowanburn . . . . . 333′	
	Millstone Grit: Sandsteine, Schiefer und feuerfeste Tone (fire clays) mit dünnen Kohlenflötzen . . . . . 670′	
Unter-Karbon	Obere Kalkgruppe („upper limestones“) 300—400′	
	Kilnholm-Flötzgruppe . . . . 342′	entspricht den „Lickar-coals“ von Northumberland und der „Edge-coal“-Gruppe von Schottland.
	Untere Kalkgruppe . . . . 500—700′	
	Flötzgruppe von Lawston-Linn und Muirburn . . . . . 400—500′	entspricht den Flötzen von Scremerston und Lewisburn (Plashetts) in Northumberland.
	Vulkanische Schichten von Glencartholm mit pflanzenführenden Schiefern (Kulmflora) und Kohlenkalk-Fauna.	
	Fell-Sandstein . . . . . 400—600′	Tuedian von Northumberland
	„Cementstone-Gruppe“ . . 1200—1500′	
	„Whita-Sandstein“ . . . . 600—700′	
	Vulkanische Gruppe von Birrenswark (Basaltlaven usw.).	

Devon: Oberer „Old red sandstone.

Man erkennt sofort die weitgehende Übereinstimmung mit der Entwickelung in Northumberland. Einzelne Stufen kehren in beiden Gebieten wieder, so der Fellsandstein und die „Zementstein-Gruppe", sowie die Hauptflötzgruppen. Andererseits ist eine ebenso enge Anlehnung an die schottischen Verhältnisse festzustellen. Der tiefere Teil des Unterkarbons, bis zur unteren Kalkgruppe entspricht dem „calciferous sandstone" Schottlands, der höhere dem dortigen „carboniferous limestone".

Sehr interessant ist die Mischung der typischen Kohlenkalkfauna (Productus semireticulatus, Euomphalus pentangulatus, Modiola Macadami u. a. m.) mit einer ebenso typischen Kulm-Landflora (Lepidodendron Veltheimianum, Asterocalamites scrobiculatus, Rhodea, Rhacopteris u. a.) in den fossilreichen Schiefern der Glencartholm-Gruppe.

Die Flötzführung des Unterkarbons verteilt sich, wie die Übersicht zeigt, auf zwei Gruppen. Die tiefere, noch dem unteren Unterkarbon — dem „calciferous sandstone" nach der in Schottland angewandten Einteilung — angehörig, enthält nur ein oder zwei bauwürdige aber schwache Flötze. Ein solches von $1^1/_2$—2 ′ Mächtigkeit wurde früher bei Lawston Linn in größerem Umfange ausgebeutet. In Kershope Burn wurden zwei Flötze dieser Gruppe gebaut. Auch diese Gewinnung gehört der Vergangenheit an. Unmittelbar im Hangenden des Flötzes von Lawston Linn führt eine Kalkbank eine reiche Marinfauna (Productus giganteus, punctatus, Spirifer trigonalis, Athyris ambigua, Lithostrotion caespitosum u. a.). Auch sonst sind reiche marine sowie auch brackische Faunen in diesen Schichten enthalten.

Die Flötzgruppe von Kilnholm besteht aus fünf dünnen Flötzen, die nur geringen praktischen Wert besitzen. Sie entsprechen den „Lickar coals" von Northumberland bezw. der „Edge coal"-Gruppe von Schottland und bilden wie diese eine Einlagerung im „carboniferous limestone" im Sinne der schottischen Einteilung, d. h. im oberen Unterkarbon.

Die bedeutenderen Flötze gehören auch hier dem Oberkarbon an. Als bauwürdig kommen nur solche der unteren und mittleren coal measures in Betracht. Nach den Gebieten ihrer Hauptentwickelung bezw. der bergbaulichen Erschließung werden sie als Flötzgruppe von Rowanburn und von Byreburn bezeichnet.

Die Rowanburn-Gruppe vertritt die unteren coal measures und enthält eine Anzahl guter Flötze, deren bauwürdige Kohlemächtigkeit auf 35—40′, also etwa 10—12 m, veranschlagt wird. Die Flötze dieser Gruppe stellen somit den Hauptreichtum des Gebietes dar, um so mehr, als sie sich jedenfalls auch unter den höheren Stufen fortsetzen. Von dem auf 80 Millionen Tonnen geschätzten Gesamt-Vorrat (s. o.) entfallen über 68 Millionen auf ihren Anteil. Den Aufbau im einzelnen zeigt das Profil (Fig. 173) sowie die nachstehende Übersicht, bei der die wichtigeren Flötze durch den Druck hervorgehoben sind.

Oberflötz (upper coal) . . .	3′ 4″
Mittel	95′
Hauptflötz (main coal) . .	6′
Mittel	77′
Flötz „Splint coal“ . . .	9′
Mittel	4′
Flötz (gute Kohle)	1′ 8″
Mittel	9′
3-Fuß-Flötz	3′ 6″
Mittel	42′
Flötz „Black top coal“ . .	4′ 9″
Mittel	24′
7-Fuß-Flötz	6′

Demgegenüber treten die Flötze der mittleren „coal measures“, die „Byreburn-Gruppe“, an Bedeutung sehr zurück. Ihre bauwürdige Gesamtmächtigkeit ist durchschnittlich nur etwa 6′. Am Kohlenvorrat des ganzen Bezirks ist die Gruppe nur mit rund 11 Millionen Tonnen beteiligt. Hierunter folgen die Einzelheiten der Schichtenreihe:

Gebirge (Kalk, Sandstein usw.)	18′
Hauptflötz (main coal, unvollständig) . . .	?
Mittel	31′
„Three quarter coal“ (unvollständig), über	6′
Mittel	16′
„Craw coal“	1′
Mittel	34′
„Craw coal“	1′ 6″
Mittel	16′
„Kalk-Flötz“ (lime coal) { Oberbank (top) .	1′
„Kalk-Flötz“ (lime coal) { Mittel (metal) . .	3′
„Kalk-Flötz“ (lime coal) { Unterbank (bottom)	3′

(Hierzu Tabelle auf Tafel VI.)

Schottland [1]).

Die Kohlenbecken Schottlands sind mit einer Jahresförderung von rund 40 Millionen Tonnen zu etwa 14% an der Gesamtproduktion des vereinigten Königreiches (265 Mill. T.) beteiligt. Abgesehen von den bereits im Anschluß an Nordengland besprochenen praktisch bedeutungslosen Vorkommen in den südlichen Grenzgebieten entstammt die ganze Förderung dem mittleren Teile des Landes, in welchem allein das Kohlengebirge in größerer Ausdehnung auftritt. Es ist dies das mittelschot-

[1]) Dron, R. W., The coalfields of Scotland. London 1902. — Ders., The probable duration of the scottish coalfields. Trans. fed. inst. min. eng. XVIII, 1899—1900, S. 194. — Geikie, James, The carboniferous formation of Scotland. Trans. north of Engl. inst. min. eng. XX, 1870—71, S. 131.

tische Tiefland, das sich zwischen dem Firth of Forth im Osten und dem Firth of Clyde im Westen erstreckt, das zugleich den kulturfähigsten und am dichtesten bevölkerten Teil des Landes ausmacht mit den beiden Hauptstädten Edinburgh und Glasgow, wogegen die rauheren und schwächer besiedelten Gebirgslande im Süden wie im Norden der Kohlenschätze entbehren, da sie ausschließlich aus älteren — altpaläozoischen und kristallinen — Gebirgsarten aufgebaut sind.

Die wichtigsten kohleführenden und kohlefördernden Bezirke Mittelschottlands sind die Grafschaften Lanarkshire, Ayrshire, Fife und Kinross, Edinburg und Haddington, Stirling und Clackmannan, Linlithgowshire. Nach Dron verteilt sich die Gesamtförderung auf diese einzelnen Bezirke in folgender Weise (auf den Zeitraum von 1876 bis 1900 berechnet):

Lanark	55,90%
Ayr	14,35 „
Fife und Kinross	11,95 „
Stirling	6,05 „
Clackmannan	1,40 „
Edinburg	3,75 „
Haddington	1,20 „
Linlithgow	2,80 „
Kleinere Becken (Dumfries, Dumbarton, Argyll u. a.)	2,60 „
	100,00%

Die Beschränkung des Kohlenbergbaues auf den mittleren Teil des Landes findet ihre Erklärung in den geologischen Verhältnissen. Das mittelschottische Tiefland erscheint tektonisch als eine Grabensenkung, die im Norden wie im Süden durch ein doppeltes System großer, NO-SW streichender Verwerfungen begrenzt wird. Die nördliche dieser großen Bruchzonen verläuft von Stonehaven, südlich Aberdeen, zur Clydemündung in der Gegend von Greenock, die südliche zieht sich ungefähr parallel dazu, mehrfach verzweigt und von Staffelbrüchen begleitet von St. Abbs Head in Berwick auf Girvan im südlichen Ayrshire. In dem zwischen beiden eingesunkenen Streifen Landes, der dem mittelschottischen Tiefland (den „Lowlands“ im Gegensatz zu den nördlich und südlich gelegenen „Highlands“) entspricht, bilden Devon (Old red sandstone) und Karbon den Untergrund, nur von diluvialen Glazialbildungen überlagert oder auch ohne alles Deckgebirge. Von den südlich und nördlich aufragenden Gebirgshorsten sind diese Formationen, soweit sie dort einmal vorhanden waren, abgetragen. Dadurch ist auch der ursprünglich wohl bestandene Zusammenhang mit den Kohlenbecken Nordenglands aufgehoben.

Allgemeine tektonische und stratigraphische Verhältnisse. In seiner Gesamtheit läßt sich das mittelschottische Devon- und Karbongebiet als eine große Mulde auffassen deren Achse an-

nähernd parallell den Randbrüchen von NO nach SW verläuft, derart, daß auf den beiden Flügeln, im Norden und im Süden, das Devon hervortritt, während der mittlere Teil vom Kohlengebirge eingenommen wird. Verwerfungen und Querfaltungen stören dieses einfache und einheitliche Bild. Sie bewirken, daß wir statt einer einheitlichen Mulde jetzt eine größere Zahl tektonisch mehr oder weniger selbständiger Becken finden. Es sind hauptsächlich die folgenden:

1. das Becken von Midlothian (in Edinburghshire und Haddingtonshire),
2. das Clyde-Becken oder Becken von Lanarkshire, das größte und wichtigste von allen, fast den ganzen mittleren Teil des Landes einnehmend (hauptsächlich die Grafschaften Lanarkshire, Stirling und Linlithgowshire),
3. das Becken von Ayrshire im Südwesten,
4. das Becken von Fife und Kinross, das auf der Nordseite des Forthbusens dem Becken von Midlothian entspricht,
5. das Becken von Clackmannan, das als ein Anhängsel des Clydebeckens erscheint, von dem es nur durch die Flußrinne des Forth oberflächlich geschieden ist.

Neben diesen fünf Hauptbecken finden sich noch eine Anzahl kleinerer Nebenbecken von höchst untergeordneter Bedeutung (Girvan, Douglas, Argyll u. a.), auf die hier nicht eingegangen zu werden braucht.

Schon die Anordnung und die tektonischen Verhältnisse der schottischen Kohlenbecken machen es wahrscheinlich, daß sie ursprünglich als zusammenhängende Ablagerung gebildet und erst später durch tektonische Bewegungen und die im Anschluß daran wirkende Denudation — zum Teil auch nur oberflächlich durch Eindringen des Meeres, wie in der Forthbucht zwischen Midlothian und Fife-Kinross — getrennt wurden. Die zusammenhängende Ausdehnung der karbonischen Bildungen dürfte sich noch über die Grenzen Schottlands nach Nordengland erstreckt haben. Dafür spricht die bereits früher hervorgehobene weitgehende Übereinstimmung der beiderseitigen Ablagerungen. Am deutlichsten zeigt sich dies im Osten sowohl in der räumlichen Annäherung der Becken von Northumberland auf der einen und Midlothian-Haddington auf der anderen Seite, die nur durch den silurischen Bergzug der Lammermuir hills geschieden werden[1]) (s. Profil Fig. 174 Taf. V).

Die Bedeutung der einzelnen Becken drückt sich in den Förderziffern aus, wie die nachstehende Tabelle anzeigt. Es ergibt sich daraus, daß das Clyde-Becken als der größte noch zusammenhängende Teil der schottischen Karbonablagerung auch den größten Anteil an der Förderung hat. An zweiter Stelle kämen die ebenfalls eine zusammengehörige natürliche Einheit bildenden Gruppen von Edinburgh und

[1]) Allerdings fällt die Aufrichtung dieses Gebirgszuges ins Devon (Diskordanz zwischen unterem und oberem „Old red"); es erscheint daher ein unmittelbarer Zusammenhang der beiderseitigen Karbonablagerungen ausgeschlossen, doch mag eine seitliche Verbindung um den Fuß des Gebirges herum bestanden haben.

Haddington auf der Südseite des Forth, die ihre Fortsetzung im „Becken von Fife“ auf dessen Nordseite finden. An dritter Stelle steht das mehr selbständige Ayrshire-Becken. Diesen gegenüber sind die sonst noch zerstreut auftretenden kleineren Vorkommen nahezu bedeutungslos.

Bezirke (Grafschaften)	Natürliche Becken	1909	1910	1911
Lanark	Clyde-Becken	17 576 000	18 172 000	17 785 000
Stirling		2 964 000	3 125 000	3 163 000
Linlithgow		2 020 000	2 092 000	2 214 000
Dumbarton		485 000	567 000	568 000
Renfrew		126 000	135 000	154 000
Fife		8 561 000	8 813 000	9 182 000
Edinburgh	Midlothian (nebst Eastlothian)	2 677 000	3 040 000	3 087 000
Haddington		1 065 000	1 106 000	1 038 000
Ayrshire		4 137 000	4 082 000	4 272 000
Clackmannan		415 000	412 000	421 000
Kleinere Becken: Douglas, Argyll, Dumfries usw.		379 000	451 000	502 000
		40 405 000	41 996 000	42 386 000

Die stratigraphische Ausbildung der Kohlenformation zeigt in allen schottischen Becken so weitgehende Übereinstimmung, daß auch aus diesem Grunde ihr ursprünglicher Zusammenhang — wie auch die soeben angedeutete Verbindung mit den ähnlich entwickelten Becken Nordenglands — als wahrscheinlich angesehen werden darf.

Eigenartig und charakteristisch ist insbesondere die Entwickelung des Unterkarbons. Die Mischung von limnischer, flötzführender und mariner Fazies bezw. von mechanisch-klastischen und zoogen-kalkigen Sedimenten, die sich in Mittelengland anbahnt, in Northumberland bereits stark ausgeprägt erscheint, erreicht hier ihren Höhepunkt mit einem entschiedenen Überwiegen der flötzführenden limnisch-klastischen über die marin-kalkigen Sedimente. Letztere erscheinen nur noch als untergeordnete Einlagerungen in der im übrigen aus Sandsteinen, Konglomeraten, Schiefertonen und Kohlenflötzen zusammengesetzten Schichtenreihe. Dabei sind diese Kalkbänke z. T. sehr beständig und daher als zuverlässige Leithorizonte stratigraphisch wichtig. Namentlich gilt dies von den Kalkbänken im oberen Teile des Unterkarbons, in dem den Yoredale-Schichten Mittelenglands entsprechenden Abschnitt. Wie in Nordengland sind neben den Kohlenflötzen auch Eisensteinflötze und bituminöse Schiefer vorhanden; namentlich letztere — die als „Ölschiefer“ (Oilshales) technische Verwendung finden — erreichen in einzelnen Becken (Midlothian) eine bedeutende Entwickelung und praktische Wichtigkeit. Auch die Eisenerzförderung aus den karbonischen Eisensteinflötzen („blackband“- und „clayband“-Eisenstein) ist in manchen

Bezirken noch heute recht erheblich. Ihre größte Bedeutung gehört allerdings meistens der Vergangenheit an.

Neben den Sedimenten spielen Eruptiv-Gesteine eine zwar von Ort zu Ort wechselnde, aber im ganzen sehr bedeutende Rolle in der Zusammensetzung der unterkarbonischen Gesteinsreihe. Sie erscheinen in mannigfaltigen Formen: als gleichzeitige, den Sedimenten konkordant eingeschaltete Ergüsse nebst Tuffen, als Intrusionen („Whingaws") und Gänge, als Ausfüllungen vulkanischer Schlote („necks") in Form von Eruptivbreccien usw. Die Eruptionen gehören verschiedenen Perioden an. Sie sind teils karbonisch, wie die Eruptivlager und ein Teil der Intrusionen, die in allen Horizonten — auch im Oberkarbon — auftreten; zum anderen Teil permisch, so namentlich die als „necks" bezeichneten Ausfüllungsmassen der Eruptivschlote, die aus einem regellosen Durcheinander von vulkanischem Material mit Trümmern des Nebengesteins (Sandstein, Schiefer, ältere Eruptivgesteine usw.) bestehen. Eine dritte Gruppe endlich entstammt einer tertiären, wahrscheinlich miocänen Ausbruchsperiode. Sie erscheint teils als Gänge bis zu 100′ Mächtigkeit, die mauerartig die Umgebung überragen, teils wieder als Intrusivlager. Überwiegend sind basische Gesteine vertreten: Melaphyr, Basalt, („Dolerit"), aber auch Diorite, Porphyrite und ähnliches. Alle diese vulkanischen Ein- und Durchbrüche wirken in der bekannten Weise störend und verändernd auf die Sedimente, insbesondere auf die Kohlenflötze ein. Diese Veränderungen können von günstiger Wirkung für die Beschaffenheit der Kohle sein, wenn beispielsweise eine sonst gasreichere Kohle dadurch in Kokekohle oder anthrazitische Kohle verwandelt wird. Häufig aber ist auch eine vollkommene Entwertung durch Verkoken und Versteinen die Folge der Kontaktmetamorphose. Nicht selten wird auch ein Flötz völlig durch Eruptivgestein verdrängt. Eigenartig und interessant ist die kontaktmetamorphe Umwandlung eines Kohlenflötzes in Graphit bei Craigman im südlichen Ayrshire, wo sogar mikroskopische Diamanten als Endprodukt der Umwandlung des Kohlenstoffes gebildet sein sollen. Das Eruptivgestein selbst wird durch den Einfluß der Kohle vielfach entfärbt und gebleicht zu sog. „white trap".

Gliederung des schottischen Karbons. Die Abgrenzung der beiden Hauptabteilungen: Unter- und Oberkarbon entspricht im wesentlichen der sonst üblichen. An der Basis des Oberkarbons tritt auch hier eine mehr oder weniger mächtige flötzarme oder flötzleere Sandsteinbildung („Roslin-Sandstein" in Edinburgh-Midlothian) auf, die mit dem flötzleeren Sandstein („Millstone Grit") Englands parallelisiert wird, ohne daß die wirkliche stratigraphische Gleichwertigkeit erwiesen wäre. Das höhere Oberkarbon besteht aus einer unteren flötzführenden Gruppe („lower" und „middle coal measures"); diese wird überlagert von roten flötzleeren Schichten, wesentlich aus Sandsteinen und Tonschiefern sowie feuerfesten Tonen („fireclay") bestehend. Diese Gruppe wurde früher für Perm (Rotliegendes) angesehen. Sie gehört jedoch ihrer Flora nach

ebenfalls noch zum Karbon und wird ihrerseits in Ayrshire diskordant von echtem Perm überlagert. Nachdem das karbonische Alter dieser roten Schichten festgestellt war, lag es nahe, in ihnen die Vertreter der „upper coal measures“ von Mittelengland zu sehen. In Fifeshire hat sich eine kleine Flora und Fauna[1]) in diesen Schichten gefunden, darunter auch Spirorbis carbonarius. Die petrographische Entwickelung weicht allerdings in manchen Punkten von dem Typus der „upper coal measures“ in Mittelengland ab, doch können sie bis auf weiteres wohl als deren Vertreter gelten[2]). Nutzbare Flötze sind in dieser Abteilung nicht entwickelt; nur im oberen Teile enthält sie einige dünne, unreine Flötzchen — speziell in Fifeshire —, vielleicht besser als Brandschiefer zu bezeichnen, in deren Begleitung die erwähnten organischen Reste auftreten. Außer in Fifeshire kennt man diese Stufe auch im Becken von Midlothian, sowie in Lanark und in Ayrshire. Während sie in Fifeshire anscheinend konkordant auf den flötzführenden Schichten lagert, will man in Lanark und Ayrshire Diskordanz zwischen beiden Gruppen beobachtet haben.

Im Unterkarbon tritt die Fazies des eigentlichen „Kohlenkalkes“ noch mehr zurück, als dies schon in Nordengland der Fall war. Von seinen beiden Abteilungen ist die untere fast kalkfrei, während im oberen Teile, der etwa den Yoredale-Schichten entspricht, die Kalkbildung auf wenige, aber sehr beständige und daher stratigraphisch wichtige Bänke beschränkt ist. Die untere, fast kalkfreie, vorwiegend aus Sandsteinen und Schiefertonen — neben Eruptivgesteinen — bestehende Gruppe wird als „kalkführender Sandstein“ („calciferous sandstone“) zusammengefaßt; die obere Gruppe führt die in anderen Gebieten für das ganze Unterkarbon übliche Bezeichnung „carboniferous limestone“, d. h. „Kohlenkalk“, trotz des an Menge sehr untergeordneten Anteils der Kalkbänke. Beide Hauptgruppen lassen eine weitere Gliederung zu. Der „calciferous sandstone“ zerfällt nach Geikie in eine untere, aus roten Sandsteinen, Tonen, konkretionären Kalken und Hornsteinen („cornstones“) bestehende Abteilung, in der außerdem Eruptivgesteine eine örtlich wechselnde, aber meist bedeutende Rolle spielen, und in eine obere Abteilung, bestehend aus weißen Sandsteinen, Tonen, Schiefern und sog. Zementsteinen („Cementstones“ vgl. Northumberland). Hier treten auch die ersten Kohlenflötze auf (Midlothian, Fifeshire). In Midlothian (Edinburgh) und Westlothian (Linlithgow) enthält diese Abteilung die technisch wertvollen Ölschieferflötze.

---

[1]) Vgl. Binney. E. W. und Kirkby, J. W., On the upper beds of the Fifeshire coal measures. Quart. Journ. geol. soc. **38**, 1882, S. 245. — Aus der Flora sind hervorzuheben Annularia longifolia, Lepidodendron elegans, Sphenophyllum erosum, Alethopteris lonchitica. In der Fauna herrschen Fische (Ctenacanthus, Megalichthys) und Krustazeen (Eurypterus, Belinurus, Prestwichia usw., auch Leaia Leydii), dazu kommt der schon genannte Röhrenwurm Spirorbis.

[2]) Nach Gibson sollen auch diese roten Schichten noch den „middle coal measures“ angehören.

Der „carboniferous limestone“ zerfällt in drei deutlich geschiedene Abschnitte: eine obere und eine untere kalkführende Gruppe und eine mittlere kalkfreie Gruppe, welch letztere die wichtigsten Kohlenflötze des Unterkarbons umschließt („Edge coal“-Gruppe). Die beständigen Kalkbänke, je drei in der unteren und oberen Abteilung, werden von unten nach oben als 1. bis 6. Kalk gezählt, z. T. auch mit besonderen Namen belegt. Die wichtigsten sind der 1. Kalk (first limestone) an der Basis der ganzen Abteilung, auch „Hurlet-limestone“ genannt, und der 4. Kalk („fourth limestone“ oder „index limestone“) an der Basis der oberen Kalkgruppe. Für die Gliederung des Unterkarbons im ganzen ergibt sich somit folgendes Schema:

Hangendes: Millstone-Grit

Carboniferous-Limestone-Series	Obere Kalkgruppe (upper limestone group)	6. Kalk 5. „ 4. „ („Index-limestone“)
	Mittlere (kalkfreie) Gruppe	mit bauwürdigen Kohlenflötzen: „Edge-coal“-Gruppe
	Untere Kalkgruppe (lower limestone group)	3. Kalk 2. „ 1. „ („Hurlet-limestone“)
Calciferous-Sandstone-Series	Obere Abteilung mit einzelnen Kohlenflötzen (Houston coal) und den Ölschiefern von Mid- und Westlothian	
	Untere Abteilung: Sandsteine, Schiefer, „Cementstones“ usw. sowie mächtige Eruptivmassen	

Liegendes: Meist Devon („Old red sandstone“) oft mit unmerklichem Übergang.

Die Kohlen der schottischen Becken zeichnen sich im allgemeinen durch hohen Gasgehalt aus. Die flüchtigen Bestandteile betragen fast durchweg über 30% und erreichen in den Kannel- und Bogheadkohlen 50 bis nahezu 60%. Für letztere liegen hier die klassischen Vorkommen von Boghead und Torbanehill in Linlithgow. Backende Kohlen und „steam coal“ sind dementsprechend selten und sehr gesucht. Meist sind diese Sorten durch Kontaktmetamorphose aus Gaskohlen hervorgegangen, wobei die Umwandlung auch bis zum Anthrazit (in einem Falle bis zum Graphit) vorschreiten kann. Beispiele hierfür sind die „steam coal“ von Slamannan und verschiedene Vorkommen in Ayrshire. Vorzüglichen Koks liefern die unterkarbonischen Flötze von Kirkintilloch und Kilsyth. Nachstehend sind einige Angaben über den Gasgehalt der Kohlen aus verschiedenen Becken zusammengestellt.

Becken	Flötz	Flücht. Bestandteile %
Clyde-Becken	Ell coal	33,3
	Main coal	35,8
	Splint coal	36,2
	Gas coal	38,2
	Virgin coal	33,5
	Bannockburn main coal	27,4
	Kilsyth coking coal	28,4
	Kannelkohle von Balbardie (Linlithgow)	51,1
Ayrshire-Becken	Gillmuscroft Ell coal	33,1
	Maid-splint coal	32,5
	Galston seven foot coal	34,1
Mid-Lothian	Carlton (Hausbrandkohle)	28,7
	Arniston-Dundas	36,8
	Arniston-Parrot coal	52,9
Fife	Splint coal	24,2
	5-foot coal, Hartley	30,1
	Boghead von Kelty	58,5
Clackmannan	„Alloa jewell" coal	36,9
	Splint coal	35,8

I. Das Becken von Midlothian[1]).

Unter allen größeren Kohlenbecken Schottlands besitzt das Becken von Midlothian, die Grafschaft Edinburghshire und einen Teil des östlich angrenzenden Haddingtonshire umfassend, die größte Selbständigkeit in der Entwickelung und Abgrenzung. Im Osten, Süden und Westen wird es von älteren Gesteinen umschlossen und dadurch fest begrenzt. Nur nach Norden ist seine Mulde offen und taucht hier unter die Fluten des Forth-Busens, jenseits dessen seine Schichten sich in dem Becken von Fifeshire fortsetzen.

Lage und Umfang des Beckens (Fig. 175). Fast unmittelbar östlich von Edinburgh senkt sich die langgestreckte Kohlengebirgsmulde des Beckens von Midlothian ein. Im Westen und Osten wird sie von den aus Silur und Devon bestehenden Höhenzügen der Pentland-Hills bezw. Lammermuir-Hills eingeschlossen. Den Westrand des flötzreichen Teiles bezeichnen die Ortschaften Portobello, Gilmerton, Rosslyn. Ungefähr in der Muldenachse liegt an der Küste Musselburg. Der Ostrand geht durch eine Sattelbiegung in die Nebenmulde von Haddington über (vgl. Profil Fig. 176).

[1]) Martin, R., The Midlothian coal basin. Trans. fed. inst. min. eng. VI, 1893—94, S. 388. — Cadell, The oilshale fields of the Lothians. Ebenda XXII, 1901—2, S. 314.

Die Muldenachse verläuft nahezu nordsüdlich, mit einer kleinen Abweichung gegen Nordosten. In dieser Richtung beträgt die Länge des inneren Beckens, soweit es vom Millstone Grit umschlossen wird, etwa 15 km, die ziemlich gleichförmige Breite 4—5 km. Hierzu tritt noch die flötzführende Entwickelung im Liegenden des Millstone Grit

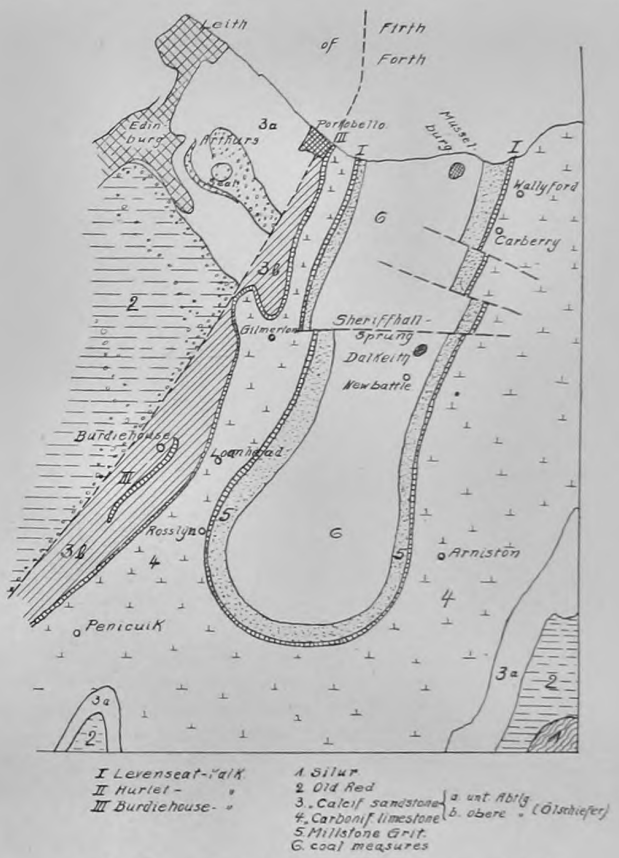


Fig. 175. Karte des Beckens von Midlothian (n. Cadell).

(„carboniferous limestone“ s. o.), wodurch der Flächenraum des produktiven Gebietes auf 130—150 qkm (50—60 engl. Mln.) steigt.

Der tektonische Bau des Beckens ist äußerst einfach. Die Schichten bilden eine fast ideale Mulde mit steil aufgerichtetem West- und flacherem Ostflügel. Die Aufrichtung am Westrande, an den Pentland Hills, macht sich naturgemäß am stärksten in den liegendsten Schichten geltend, also besonders in den Flötzen des „carboni-

ferous limestone". Diese stehen stellenweise nahezu auf dem Kopf („on edge": auf der Kante), woraus sich der Name „Edge coals" für diese Flötzgruppe erklärt, im Gegensatz zu den flacher gelagerten „Flat coals" im Inneren des Beckens, über dem Millstone Grit.

Als einzige nennenswerte Unregelmäßigkeit im Bau der Mulde ist die auffallende Ausbuchtung des Westrandes bei Gilmerton zu erwähnen.

Annähernd senkrecht zur Achse wird das Becken von mehreren Verwerfungen durchsetzt. Von diesen hat nur die eine größere Bedeutung, welche fast genau ostwestlich in der Richtung Gilmerton-Dalkeith verläuft und als „Sheriffhall-fault" bezeichnet wird. Sie bewirkt eine Senkung des Nordflügels um 480′ und wird dadurch maßgebend für die Verbreitung der höheren Schichten. Im Westen wird das Kohlengebirge durch eine große streichende Verwerfung abgeschnitten (s. Karte, Fig. 175).

Für den stratigraphischen Aufbau gilt das im allgemeinen Teil angegebene Schema. Der „calciferous sandstone" enthält in seiner unteren, hauptsächlich aus roten und grauen Sandsteinen nebst „Hornsteinen" („cornstones") bestehenden Abteilung auch die vulkanische Intrusivmasse des „Arthurs seat" bei Edinburgh. Diese Gruppe erscheint indessen nur in geringer Ausdehnung, da sie durch die erwähnte Randverwerfung großenteils unterdrückt wird. Die obere Abteilung ist besonders ausgezeichnet durch das Auftreten von bituminösen Schiefern („Oilshales", Ölschiefer), die in ausgedehntem Maße zum Zwecke der Destillation gewonnen werden[1]). Auch

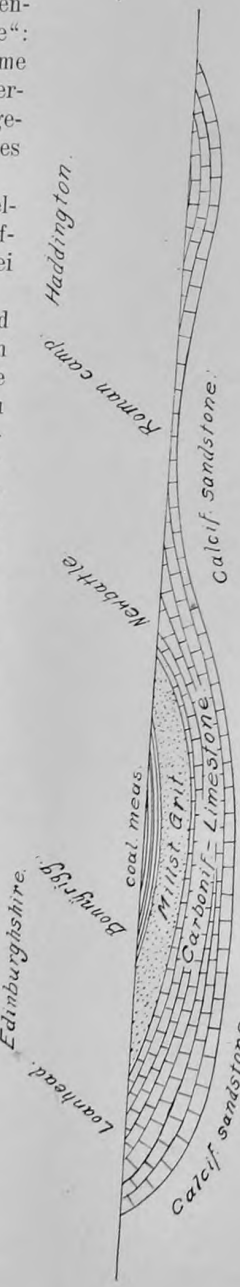


Fig. 176. Schnitt durch Midlothian u. Haddington (n. Dron).

[1]) Eine eingehende Darstellung dieser Vorkommen enthält die Arbeit von Cadell, The oilshale fields of the Lothians. Trans. fed. inst. min. eng. XXII, 1901—2, S. 314. — Vgl. auch Berg, G., Die schottischen Ölschiefer. Zeitschr. f. prakt. Geol. XXII, 1914, S. 98.

westlich der Pentlandhills finden sich die gleichen Schiefer dieser Stufe in dem den Ostrand des Clyde-Beckens bildenden Bezirk von Westlothian (Linlithgow). Sie setzen unter dem Forthbusen fort und erscheinen auf seiner Nordseite, in Fife wieder (bei Inverkeithing, North Queensferry und Burntisland), hier allerdings in sehr schwacher, kaum bauwürdiger Entwickelung.

Über die Bedeutung der schottischen Ölschieferindustrie seien hier einige Angaben, nach Cadell, eingefügt: Die Jahresförderung an Schiefer beträgt 2250000 t. Daraus wurden gewonnen:

Rohöl	55 000 000	Gallonen[1])
Brennöle	18 000 000	„
Gasöle	18 000	Tonnen
Schmieröle	32 000	„
Paraffin	25 000	„
Ammoniumsulfat . . .	44 000	„

Der Schwerpunkt der Ölschiefergewinnung liegt im Bezirk von Westlothian. Das Becken von Midlothian enthält nur ein kleines Vorkommen auf seinem Westflügel bei Burdiehouse und Straiton.

Außer Ölschiefern enthält die Stufe noch Kalkbänke und Kohlenflötze. Unter ersteren ist der Kalkzug von Burdiehouse, am Westrande, als wichtiger Leithorizont zu erwähnen. Von den Kohlenflötzen ist nur „Houston coal" von einiger Bedeutung. Auch diese Gruppe ist in ihrer oberflächlichen Ausdehnung noch sehr beschränkt durch die Wirkung der westlichen Randverwerfung.

Der „Carboniferous limestone" umzieht das ganze Becken als vollständiger Saum und erreicht im Süden und besonders im Osten eine erhebliche Breite, da er hier durch die doppelte Umbiegung im Sattel von Roman camp und in der flachen Nebenmulde von Eastlothian (Haddington) sehr an Oberflächenausdehnung gewinnt (Fig. 176). Die Dreiteilung der Gruppe ist scharf ausgeprägt (vgl. das Profil Fig. 181). Die untere Gruppe umfaßt die Kalkbänke 1—3, nebst wenigen, unbedeutenden Kohlenflötzen; die mittlere, kalkfreie Gruppe enthält die wichtigen „Edge coals", die oberste Gruppe mit den drei oberen Kalkbänken 4 („Index limestone"), 5 und 6 ist wieder flötzarm. Die Kohlenkalkflötze („Edge coals") sind die einzigen, die im östlichen Nebenbecken (Haddington, Eastlothian) wiederkehren.

Die Flötze des Unterkarbons, d. h. also insbesondere diejenigen des „carboniferous limestone", erreichen in diesem Becken eine ganz besondere Bedeutung, da sie hier verhältnismäßig stärker entwickelt sind, als in irgend einem anderen Teile Schottlands. Allerdings ist diese Entwickelung keineswegs gleichförmig in der ganzen Ausdehnung des Beckens. Zahl und Mächtigkeit der Flötze nehmen sowohl in der Richtung von Norden nach Süden, wie auch von Westen nach Osten ab. Der größte Kohlenreichtum der Gruppe findet sich daher auf dem Westflügel der Mulde nördlich des Sheriffhall-Sprunges. Hier sind 25 Flötze mit etwa 100′ Kohle entwickelt (bei Portobello und Niddrie).

[1]) 1 Gall. = 4,5 L.

Die wichtigsten und besten davon sind: South Parrot (oder Splint), Great seam, Stairhead, Corbie Craig, Carlton und North Greens. Diese sechs Flötze, von denen das erste noch über dem Indexkalk liegt, das letzte und tiefste aber bereits dem Horizont der unteren Kalkgruppe angehört (zwischen Kalk 1 [Hurlet-Kalk] und 2; vgl. Profil Fig. 177, Taf. V) enthalten allein 25′ gute, bauwürdige Kohle. Zwar sind noch andere Flötze bauwürdig, aber sie treten an Bedeutung sehr hinter jenen zurück. Auf dem gegenüberliegenden Teil des Ostflügels (Carberry, Prestongrange, Wallyford) ist die Zahl der Flötze wesentlich kleiner und die Kohlenmächtigkeit entsprechend geringer. „Great seam" läßt sich auch hier wieder erkennen. Im übrigen ist die Parallelisierung zweifelhaft. Als Beispiel diene die Schichtenfolge von Prestongrange (nach Dron):

Great seam	6′ 6″
Mittel	60′
Diver coal	2′
Mittel	58′
Clay coal seam . . .	2′ 6″
Mittel	27′
Fife foot seam	3′ 2″
Mittel	170′
Jewel coal	3′ 6″
Mittel	33′
Beggar coal	3′ 2″
Mittel	54′
Nr. 1 Diamond coal . .	3′
Mittel	100′
Nr. 2 Diamond coal . .	3′
Mittel	18′
Kalk.	

Südlich des Sprunges von Sheriffhall werden die Kohlenkalkflötze bei Loanhead auf dem Westflügel und bei Newbattle und Arniston auf der Ostseite gebaut. Die Flötze von Loanhead stimmen noch ziemlich mit denen von Niddrie-Portobello überein. Gebaut werden hier über 20 Flötze, allerdings nur 10 davon in größerem Umfang. Auf der Ostseite (Newbattle-Arniston) beruht die Gewinnung hauptsächlich auf 5 Flötzen. „Great seam" ist auf beiden Seiten mit 6—7′ Mächtigkeit als Hauptflötz deutlich erkennbar.

Im Fortstreichen nach Südwesten nimmt die Stufe an Mächtigkeit wie an Kohlegehalt sehr schnell ab. Bei Penicuik und Leadburn können nur noch 3—4 Flötze gebaut werden, von denen allein Corbie craig wirklich als gut zu bezeichnen ist.

Über dem Roslin-Sandstein, der als Vertreter des Millstone Grit gilt, folgt sodann die oberkarbonische Flötzgruppe. Auch diese Gruppe hat ihre reichste und vollständigste Ausbildung nördlich des Sheriffhall-Sprunges. Südlich dieser Verwerfung sind nicht nur die

oberen Flötze durch Denudation zerstört — ebenso wie die flötzleeren roten Schichten im Hangenden — sondern die vorhandenen Flötze sind auch durchgängig schwächer als auf der Nordseite. Auf der Nordseite wiederum zeigt sich eine auffällige Verschiedenheit in der Entwickelung der beiden Muldenflügel. Dem östlichen Flügel fehlen die obersten Flötze der Reihe von Clayknowes bis einschl. Rough coal und ebenso die beiden tiefsten (four foot und seven foot coal). Dagegen sind hier in dem Mittel zwischen Greymechan und Salters coal eine Anzahl Flötze entwickelt, die auf dem Westflügel nicht bekannt sind. Dieses Gebirgsmittel selbst, das in der flötzleeren Ausbildung auf der Westseite nur etwa 35 m stark ist, schwillt im Osten auf 130 m an, einschließlich der Flötze. Den Bau des Westflügels zeigt das Profil Fig. 177 Taf. V. In der nachstehenden Übersicht sind die Flötze der drei verschiedenen Bezirke gegenüber gestellt:

Nördlich des Sheriffhall-Sprunges		Südlich d. Sheriff.-Sprunges
Westflügel	Ostflügel	(Whitehill)
Clayknowes . . 4′	—	
Splint . . . . 4′ 6″	—	
Rough coal . . 4′ 6″	—	
Beefie coal . . 4′ 6″	Beefie coal . . . . . 4′ 6″	
Diamond coal . 1′	Diamond coal . . . . 3′	
Jewel coal . . 5′	Jewel coal . . . . . 4′	
Golden coal . . 2′ 6″	—	
Graymechan . . 2′ 6″	Little splint . . . . 3′	
	Cowpit five foot . . . 4′ 9″	
Flötzleeres Mittel 35 m	Flötz . . . . . 3′ 9″	
	Flötz . . . . . 2′ 2″	
	Flötz . . . . . 2′ 6″	
	Flötz . . . . . 3′ 6″	
Salters coal . . 4′ 6″	Glass coal . . . . . 2′	Great seam . . . . 5′
—	Barrs coal . . . . . 3′ 6″	Diamond (rough) coal 3′ 6″
Nine foot coal . 5′ 6″	Cowpits three foot coal 3′ 3″	Splint coal . . . . 2′ 6″
—	—	Parrot rough coal . . 3′
Fifteen foot coal 12′ 6″	Cowpits six foot coal . 5′ 6″	Jewel coal . . . . 2′ 6″
Four foot coal . 4′	—	Upper Melville coal . 6″
Seven foot coal . 12′	—	Flötz . . . . . 2′ 10″
Millstone Grit		Lower Melville coal . 3′ 6′

Haddington (Eastlothian). Die Mulde, die sich, wie früher ausgeführt, östlich der Sattelwölbung von Roman camp einsenkt, enthält nur Unterkarbon (Fig. 176) und auch dieses ist bis herab zum Flötz Great seam denudiert. Da außerdem der Kohlenreichtum von Westen nach Osten durchgehends abnimmt (s. o.), so ist er hier naturgemäß gegenüber dem Becken von Edinburgh erheblich herabgesetzt. Das Leitflötz Great seam läßt sich zusammenhängend um den Nordflügel des trennenden Sattels herum verfolgen, im übrigen ist die Identifizierung meist zweifelhaft, wie folgende Übersicht zeigt:

Haddington		Entsprechende Flötze in Midlothian
Great seam . . .	7′ 6″	Great seam
Splint seam . . .	5′ 6″	? Gillespie
Parrot (Cannel) . .	2′	
Three foot seam . .	2′ 6″	
Four foot seam . .	3′ 6″	
Fife foot seam . .	3′ 6″	? Peacock
Pencaithland splint .	3′	
Rough coal . . .	3′ 6″	
Mittel	133′	

Unterer Kalk.

Das Hauptflötz, Great seam, ist bereits vollständig abgebaut; die übrigen hier aufgeführten Flötze sind alle mehr oder weniger bauwürdig und liefern gute Kessel- oder Haushaltkohle.

2. Das Clyde-Becken.

Dieses große Becken, das allein wenigstens 60% der schottischen Kohlenförderung liefert, nimmt einen großen Teil des mittelschottischen Tieflandes ein (s. Karte Fig. 178). Zum weitaus größten Teile liegt es in Lanarkshire. Diese Grafschaft liefert über zwei Drittel der ganzen Förderung. Es ist dies nicht nur der räumlichen Ausdehnung nach der größte, sondern auch der kohlereichste Teil des ganzen Beckens; derjenige, in welchem dieses seine größte Tiefe erreicht und wo auch sonst in jeder Beziehung die günstigsten Verhältnisse herrschen. Es ist daher nicht unberechtigt, wenn man das ganze Becken nach dieser für den Kohlenbergbau wichtigsten Grafschaft benennt. Von Südost nach Nordwest wird dieser Bezirk vom Clyde durchflossen. Im Osten, Norden und Westen erstreckt sich das Becken in die anstoßenden Grafschaften: im Osten nach Linlithgowshire; in den Nordrand teilen sich Stirlingshire, für den östlichen, und Dumbartonshire für den westlichen Abschnitt; ein schmaler Zipfel des Westendes erstreckt sich südlich des Clyde, unterhalb Glasgow, nach Renfrewshire hinein.

Die Bedeutung des Clyde-Beckens, und besonders von Lanark, beruht fast ausschließlich auf den Flötzen der eigentlichen „coal measures“. In Lanarkshire liefern diese 95% der gesamten Förderung. In den Randgebieten, besonders in Linlithgow, ist der Anteil der unterkarbonischen Flötze etwas größer. Infolge des bisherigen intensiven Abbaus, der oft zu einer an Raubbau grenzenden Ausbeutung der besten Flötze geführt hat, nähert sich dieses Becken allerdings gerade in seinen reichsten Teilen bereits bedenklich der Erschöpfung.

Tektonischer Bau. Die große mittelschottische Karbonmulde, welcher auch das Clydebecken als wichtigstes angehört, wird auf der Südseite fast ganz von Devon (Old red) umgeben, soweit nicht Eruptivgesteine die Umrahmung bilden, wie es besonders im Südwesten in ausgedehntem Maße der Fall ist. Zwei devonische Sattelrücken treten als

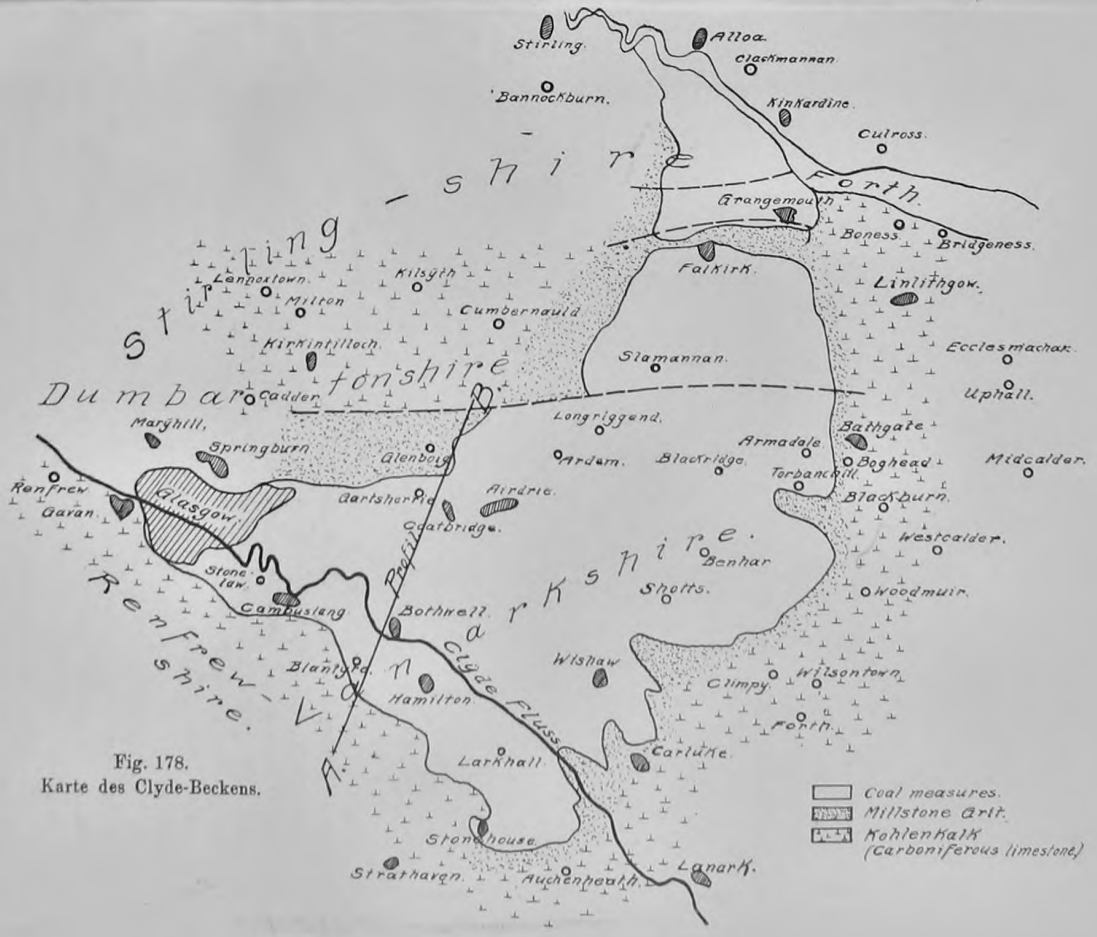


Fig. 178.
Karte des Clyde-Beckens.

wichtige tektonische Elemente besonders hervor: der eine im Südwesten als Grenze zwischen unserem und dem Ayrshire-Becken, der zweite an der Ostseite, wo er in den Pentland Hills das Becken von Midlothian von dem den Ostrand des Clyde-Beckens darstellenden Revier von Linlithgow („Becken von Westlothian") scheidet. Dagegen fehlt eine tektonische Grenze im Norden. In Ermangelung einer solchen wird die sich bald zu einem Meerbusen ausweitende Flußrinne des Forth genommen. Doch genügt ein Blick auf die Karte, um zu erkennen, daß die karbonischen Ablagerungen nördlich des Forth die unmittelbare Fortsetzung der Vorkommen im Süden bilden, mit denen sie unter der Wasserbedeckung zusammenhängen müssen: der in Stirlingshire stark verschmälerte Nordzipfel des Clydebeckens setzt sich ebenso in dem „Becken von Clackmannan" fort, wie das Unterkarbon von Linlithgow in dem gegenüberliegenden „Becken von Fife". Eine gemeinsame unterkarbonische Unterlage umschließt alle diese „Becken" und verbindet sie zu einer geologischen Einheit, aus der sich als wirkliche Becken nur die tieferen, mit oberkarbonischen Ablagerungen erfüllten Mulden ab-

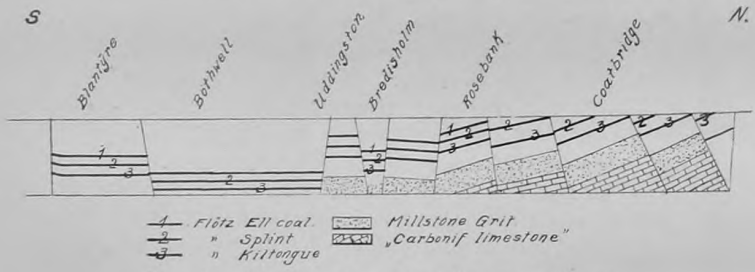


Fig. 179. Schnitt durch das Clyde-Becken (n. Dron).

heben. Den Umfang und die Gestaltung der oberkarbonischen Mulde des Clydebeckens zeigt die Karte (Fig. 178). Sie wird ringsum durch das Ausgehende der unmittelbaren Unterlage der „coal measures", also des Millstone Grit oder, bei dessen Fehlen, des Kohlenkalkes (speziell der „carboniferous limestone" im engeren Sinne) umgrenzt. Insbesondere ist dies auch im Nordosten der Fall, wo die „coal measures" in der Gegend von Falkirk an einem schmalen Sattel von Millstone Grit ausheben.

Die Lagerungsverhältnisse sind im ganzen ziemlich einfach. Im Innern des Beckens herrscht fast durchweg flache, oft nahezu söhlige Lagerung. Namentlich gilt dies von dem eigentlichen Lanarkshire-Bezirk in der Gegend von Hamilton, Bothwell, Coatbridge usw. (s. Profil Fig. 179). Weiterhin bringen leicht wellenförmige Faltungen eine Anzahl von Spezialmulden zustande. Stärkere Aufrichtung der Schichten findet sich nur als ganz örtliche Erscheinung an Verwerfungen, sowie an den Rändern des Beckens. So ist besonders der Ostrand (Linlithgow), wo sich das Becken an den Höhenrücken der Pentland-

Hills anlehnt, ziemlich stark von der Faltung dieses Gebiets beeinflußt.

Verwerfungen sind ziemlich häufig, sowohl an den Rändern wie auch im Innern des Beckens (s. Fig. 179). Die meisten und wichtigsten streichen ungefähr O—W, wobei bald der nördliche, bald der südliche Teil gesunken ist. Die bedeutendste Störung dieser Art ist der große Sprung, welcher fast den ganzen nördlichen Teil des Beckens durchzieht von Cadder im Westen, südlich an Slamannan vorbei und im Ostrande nördlich von Bathgate endet (s. Karte Fig. 178). An seiner Südseite ist das Gebirge um 150 bis fast 200 m abgesunken. Die Verwerfungsspalte wird von einem Basaltgange („Whindyke") erfüllt.

Die karbonische Schichtenfolge ist in Lanarkshire und den angrenzenden Grafschaften (s. o.) vollständig und typisch entwickelt. Die tiefste Abteilung, der „calciferous sandstone" ist am Ostrande (Linlithgow) durch die reiche Entwickelung der Ölschiefer ausgezeichnet. In diesem Gebiet (West- und Midcalder, Uphall, Broxburn u. a.) liegt der Schwerpunkt des schottischen Ölschieferbergbaus und der damit zusammenhängenden Industrie[1]).

Der „carboniferous limestone" zeigt die früher angegebene Dreiteilung mit Anhäufung der Kohlenflötze im mittleren Abschnitt, entsprechend der Gruppe der „Edge coals" im Edinburgh-Becken. Außer Kohle enthält diese Abteilung noch wertvolle Eisensteinflötze („Blackband"- und „Clayband-ironstone") namentlich in den tieferen Schichten, also unter den Kohlenflötzen.

Über dem Vertreter des Millstone Grit folgen die „coal measures" mit zahlreichen wertvollen Kohlenflötzen sowie auch einigen Eisensteinlagern. Diese endlich werden im innersten und tiefsten Teile des Beckens (bei Bothwell und Hamilton) von den früher besprochenen roten, flötzleeren Sandsteinen überlagert[2]).

Eruptivgesteine sind namentlich im „calciferous sandstone" sehr stark vertreten und treten daher in den Randzonen des Beckens in großer Ausdehnung und bedeutender Mächtigkeit auf. Auch in den höheren Stufen des Karbons erscheinen sie vielfach als Gänge oder Intrusivlager. Der mittlere Hauptteil des Beckens, am Clyde entlang, ist ziemlich frei von solchen Intrusionen und erscheint auch in dieser Beziehung besonders begünstigt.

Flötzführung. Die durchschnittliche Mächtigkeit der gewinnbaren Kohle in den coal measures wird von Dron[3]) auf 8—9 m (28′) veranschlagt. Hiervon entfällt der Hauptanteil auf eine obere Flötzgruppe — bis herab zum Virgin seam (s. u.) —, deren Kohlegehalt auf 16—28′ (im Mittel 20′) geschätzt wird. Diese Gruppe umfaßt die besten und wertvollsten Flötze; sie ist eben deswegen schon sehr stark

[1]) Cadell, H. M., The oilshale-fields of the Lothians, a. a. O.

[2]) Hier hatte man diese Schichten früher — bis 1840 — für „Old red sandstone", also für Devon, angesehen und dementsprechend kein Kohlengebirge darunter vermutet.

[3]) Dron, R. W., The probable duration of the scottish coalfields. Trans. fed. inst. min. eng. XX, 1899—1900, S. 194.

ausgebeutet und nähert sich der Erschöpfung. Eine tiefere Gruppe (Flötze: Virtuewell, Kiltongue und Drumgray) führt durchschnittlich noch 8′ Kohle. Unter dieser folgen noch einige schwächere Flötze, die nur in einem beschränkten Teile des Beckens bauwürdig sind, aber gleichwohl mit dem unvermeidlichen Rückgang der Förderung aus den höheren Flötzen in steigendem Maße zur Gewinnung herangezogen werden dürften.

Für die Flötze des Kohlenkalkes kann, nach demselben Autor, eine Mächtigkeit von 6—12′ angenommen werden, doch sind sie nur in einzelnen Bezirken wirklich bauwürdig.

Die Hauptflötze, namentlich der oberen Gruppe, lassen sich mit genügender Sicherheit durch das ganze Becken verfolgen. Weniger gleichförmig und beständig ist die Entwickelung tieferer Flötze. Diese nehmen an Zahl und Mächtigkeit nach Osten zu. Es sind daher die östlichen Reviere (Shotts, Benhar, Armadale, Slamannan usw.) diejenigen, in denen die tieferen Gruppen vorzugsweise gebaut werden. Hier ist zum Teil auch der Millstone Grit flötzführend entwickelt. Dasselbe Verhalten zeigt sich im Unterkarbon. Die Flötze des „carboniferous limestone“ sind im allgemeinen um so besser, je mehr man sich dem Ostrande des Beckens nähert (Reviere von Forth, Climpy, Wilsontown, sowie der Anteil von Linlithgow). Noch weiter östlich steigert sich dies Verhalten zu der flötzreichen Entwickelung des Kohlenkalkes im Becken von Midlothian („Edge coal“-Gruppe). Doch werden Flötze des Unterkarbons vielfach auch in den westlichen Bezirken mit gutem Erfolge gebaut. Namentlich gilt dies vom Nordrand des Beckens (Maryhill, Kirkintilloch, Kilsyth usw.), wogegen am Südwestrand (Renfrewshire) der Kohlenkalk fast flötzleer ist.

Außer diesen Ungleichmäßigkeiten in der ursprünglichen Ablagerung sind die Kohlenflötze in weiten Gebieten noch durch die späteren vulkanischen Einbrüche zerstört oder unbrauchbar gemacht. Namentlich ist dies im Osten und im Nordwesten des Beckens der Fall. Demgegenüber hat anderwärts eine erhebliche Verbesserung und damit eine Wertsteigerung der Kohle durch vulkanischen Einfluß stattgefunden.

Die Schichtenreihe und Flötzfolge in Lanarskshiere, im mittleren Teile des eigentlichen Clydebeckens, zeigt die nachstehende Übersicht (vgl. das Profil Fig. 180):

Obere rote Sandsteine, mit wenigen schwachen Flötzen (von 6″—16″)	600′
Palace craig-Eisensteinflötz	
Mittel	60′—70′
Upper coal	1′—4′ 6″
Mittel	108′
Ell coal	4′—9′
Mittel	65′
Pyotshaw coal	0′—4′
Mittel	0′—36′

Main coal	3′ 6″—4′ 6″
Mittel	60′
Humph coal	0′—3′ 6″
Mittel	30′
Splint coal	2′ 6″—6′
Mittel	0′—25′
Virgin seam (sour milk coal)	0′—3′
Mittel	40′
Musselband coal	0′—4′
Mittel (mit mehreren Eisensteinflötzen)	100′
Virtuewell coal	1′ 4″—3′
Mittel mit Eisenstein u. Muschelschicht (musselbandshale)	120′
Kiltongue coal	2′ 6″—6′
Mittel	60′
Upper Drumgray coal	2′ 4″
Mittel	65′
Lower Drumgray coal	2′
Mittel (im Osten flötzführend)	270′

Slateyband-Eisenstein.

Von dieser Reihe ist das Flötz „Upper coal“ in seinem Auftreten sehr ungleichmäßig („wandering coal“) und meist nicht bauwürdig. Nahe Glasgow (Govan und Stonelaw) erreichte es $4^1/_2$′ und lieferte eine vorzügliche Hausbrandkohle.

Ell coal ist oder war eines der besten Flötze, das in der ganzen Ausdehnung des Beckens gebaut wurde. Jetzt ist es zum großen Teil abgebaut. In der Gegend von Hamilton (Larkhall) erreichte es sogar 10—12′, dabei war aber der obere Teil weniger gut als der Rest des Flötzes. Es ist daher vielfach Raubbau auf den besseren Teil des Flötzes getrieben worden „to secure greater immediate profits“, wie Dron bezeichnenderweise sagt.

Pyotshaw ist wieder ein sehr veränderliches und unbeständiges Flötz. Am Westende des Beckens (Govan, Stonelaw) fehlt es, in der Mitte — von Cambuslang bis Hamilton — ist es meist bauwürdig, aber selten erster Güte.

Das Mittel zwischen Pyotshaw und Main coal verschwindet streckenweise, so daß beide ein Flötz bilden.

Main coal findet sich durch ganz Lanarkshire in ziemlich gleichbleibender Ausbildung; es wird „zweitklassige Hausbrandkohle“ (second class house coal“) gekennzeichnet.

Humph coal wurde früher ziemlich vernachlässigt (in Govan, Stonelaw und Airdrie gebaut), doch ist es östlich von Hamilton ziemlich günstig entwickelt, mit $1^1/_2$—2′ guter Kohle, wozu noch ein Dach von feuerfestem Ton, in 2′ Mächtigkeit, der zusammen mit der Kohle einen

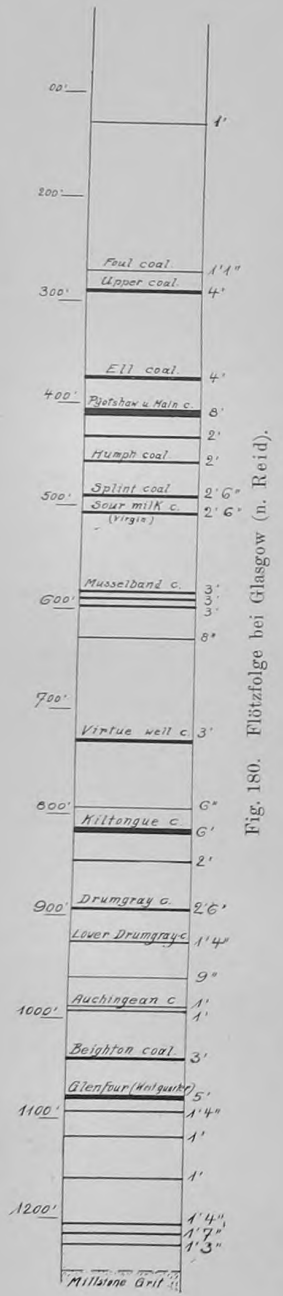


Fig. 180. Flötzfolge bei Glasgow (n. Reid).

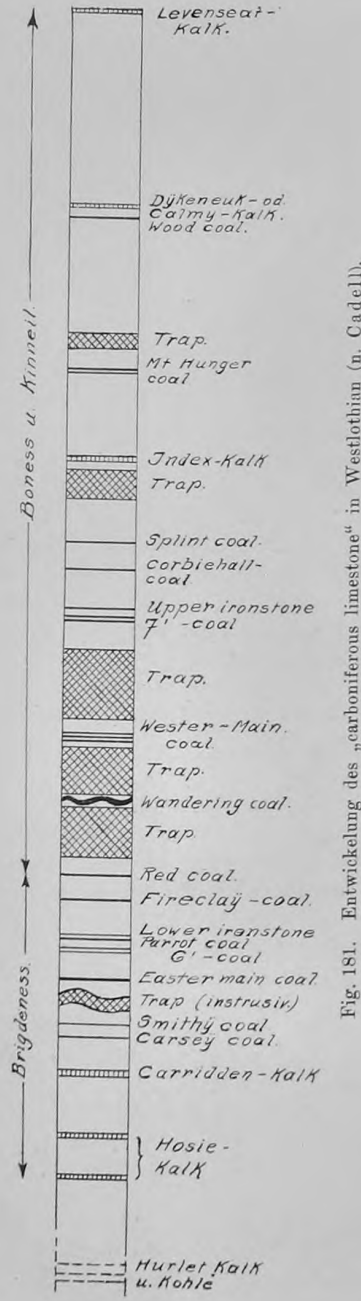


Fig. 181. Entwickelung des „carboniferous limestone“ in Westlothian (n. Cadell).

gewinnbringenden Abbau ermöglicht. Das Flötz dürfte daher in Zukunft mehr Berücksichtigung finden.

Splint coal ist durch besondere Beständigkeit ausgezeichnet, aber bereits der Erschöpfung nahe. Die Kohle wird für Hüttenzwecke sowie als Gaskohle verwendet.

Virgin coal ähnelt in der Beschaffenheit dem vorhergehenden Flötz. Es wird oft mit diesem zusammengebaut, da das trennende Mittel vielfach nur wenige Zoll stark ist.

Musselband ist ein sehr unregelmäßiges Flötz, das daher nur stellenweise gebaut wird und Gaskohle liefert.

Die tieferen Flötze sind im westlichen Teile des Beckens nur sehr schwach oder gar nicht entwickelt. Sie gewinnen erst in den östlichen und nördlichen Bezirken einige Bedeutung. Dabei ist die Gruppe von Virtuewell bis herab zu den Drumgray-Flötzen noch im mittleren Teile des Beckens, in der Gegend von Coatbridge und südöstlich von Hamilton ziemlich gut entwickelt, wogegen die tiefsten Flötze bis zum Slateyband-Eisenstein bezw. Millstone ganz auf den äußersten Osten und Norden beschränkt sind.

Virtuewell wurde als gute, z. T. vorzügliche Hausbrandkohle im Bezirk von Coatbridge und Slamannan stark gebaut und ist hier nahezu erschöpft. Gegenwärtig wird es noch südlich Hamilton bei Larkhall und Stonehouse bei nur $1^1/_2$—3′ Stärke, aber regelmäßigem Verhalten mit Vorteil gewonnen. Im Südosten wird dasselbe Flötz bei Shotts und Benhar unter dem Namen „Benhar coal“ ebenfalls gebaut.

Zwischen diesem Flötz und Kiltongue erscheint im Osten noch ein weiteres Flötz, das bei Slamannan unter dem Namen Ladygrange gebaut wird.

Flötz Kiltongue deckt sich in seiner Verbreitung ungefähr mit Virtuewell; es wird bei Coatbridge und südöstlich von Hamilton (bei Larkhall) ziemlich stark gebaut.

Upper Drumgray ist im ganzen östlichen Teil des Beckens bekannt, in den einzelnen Revieren allerdings unter verschiedenen Namen: als „Furnace coal“ in Shotts, als „Castlehill second seam“ im Bezirk von Carluke, in Slamannan als „Coxroad“. Es liefert eine ausgezeichnete Kesselkohle mit sehr geringem Aschengehalt.

Weniger gut und beständig ist „Lower Drumgray“. Außerdem erscheinen in dieser Zone noch eine Anzahl schwächerer, ebenfalls wenig beständiger Flötze.

Als Beispiel für die Entwickelung dieser tiefsten „coal measures“ mögen hier noch die Verhältnisse am Nordende des Beckens, im Bezirk von Slamannan und Falkirk, kurz besprochen werden.

Der Bezirk von Slamannan bildet ein kleines Spezialbecken von etwa 10 km Länge und 4—5 km Breite im Süden der früher erwähnten großen Verwerfung, die zugleich seine Nordgrenze bildet. Ungefähr in der Mitte liegt Longriggend.

Das Revier von Falkirk umfaßt die Flötze auf beiden Seiten des hier durchstreichenden Sattels von Millstone Grit und greift somit bereits nach Norden über die Grenzen des eigentlichen Clyde-Beckens hinaus. Etwa $2^1/_2$ km nördlich von Grangemouth wird es durch eine O—W streichende Verwerfung abgeschnitten. Nördlich dieser Verwerfung müssen die Flötze zum Forth und unter diesem in das „Becken von Clackmannan“ (Alloa und Kinkardine) fortsetzen, doch scheint dieses Gebiet noch wenig erschlossen zu sein.

Nachstehend die Schichtenfolge in beiden Gebieten:

Slamannan	Falkirk	Entsprechende Flötze im Hauptbecken
Johnstone coal . . 2′ 6″	Four foot (Cockmalane, Diamond) . 4′	Virtuewell
Mittel . . . . 40′		
Ladygrange coal . 2′	Mittel mit mehreren schwachen Flötzen, etwa . . . . . 200′	
Mittel . . . . 12′		
Flötz . . . . . 1′ 1″		
Mittel . . . . 90′		
Musselband-Schiefer und -Eisenstein. . 1′ 2″	„Musselband“	
Mittel . . . . 42′	Mittel . . . . . 12′	
Splint coal . . . 2′	Splint (main) coal . 3′	Kiltongue
Mittel . . . . 84′	Mittel . . . . . 60′	
Coxroad coal. . . 1′ 10″	Coxroad (soft) coal . 2′ 6″	Upper Drumgray
Mittel . . . . 30′	Mittel . . . . . 20′	
Balmoral (lower Coxroad) . . . . . 2′ 6″	Lower Coxroad (Balmoral) . . . . . 2′	Lower Drumgray
Mittel . . . . 240′	Mittel . . . . . 90′	
Slatey band-Eisenstein.	Auchingane coal. . . 1′ 10″	
	Mittel . . . . . 60′	
	Brighton main coal (mit Sandsteinmittel . . 5′	
	Mittel . . . . . 25′	
	Gutterhole (Glenfuir) . 3′ 6″	
	Mittel mit mehreren dünnen Flötzen . . 120′	
	Blackband-Eisenstein.	

Im Profil von Slamannan wird der Raum zwischen dem tiefsten Flötze, Balmoral, und dem liegenden Eisenstein größtenteils von einer basaltischen Intrusivmasse eingenommen. Dieses Revier ist berühmt durch seine hochwertige Kesselkohle (steam coal), deren Vorkommen in diesem Gebiet wiederum mit dem des Eruptivgesteins aufs engste zusammenhängt. Die sonst gasreiche Kohle ist durch die Kontaktwirkung des Basaltes in die wertvollere Kesselkohle umgewandelt. Beispiele ähnlicher vorteilhafter Ergebnisse der Kontaktmetamorphose sind in den schottischen Becken nicht selten, aber in keinem anderen Falle erstreckt

sich diese Wirkung in so gleichmäßiger Weise über eine so ausgedehnte Fläche, wie es hier bei Longriggend der Fall ist. Das Vorkommen ist gegenwärtig erschöpft. Dieselbe lagerartige Intrusivmasse setzt sich weiter nach Osten fort, wobei sie in ein höheres Niveau aufsteigt und auch in großer Ausdehnung zu Tage tritt. Bei Shotts und Benhar liegt sie über den Drumgray-Flötzen, und hat hier nach unten dieselbe Wirkung hervorgebracht wie in Longriggend nach aufwärts.

Im Bezirk von Armadale am äußersten Ostrande des Beckens sind ebenfalls die tiefsten Flötze der „coal measures" bauwürdig vertreten, wenngleich ihre Beschaffenheit hier ziemlich minderwertig ist. Dagegen erhält die Gruppe hier ein besonderes Interesse und einen erhöhten Wert durch das Vorkommen des berühmten Gaskohlenflötzes von Torbanehill, des sog. Torbanits[1]). Die Schichtenfolge zeigt hier folgenden Aufbau:

Upper cannel	2′—4′
Mittel	36′
Mill coal	1′ 10″
Mittel	54′
Ball-Kohle u. Eisenstein .	2′ 6″
Mittel	12′—42′
Main coal	3′ 10″
Mittel	60′
Colinburn coal	2′ 9″
Mittel	6′—12′
Torbanehill-Kohle u. Eisenstein.	

Der Torbanit selbst ist jetzt größtenteils abgebaut. Das Lager war, wie alle Cannel- und Boghead-Kohlen, sehr ungleichmäßig. Die größte Mächtigkeit betrug $1^1/_2$′, aber noch bis zu 3″ Stärke wurde das Flötzchen — meist in Verbindung mit dem darüber liegenden „Colinburn" gewonnen. Einen gewissen Ersatz bietet das „upper cannel"-Flötz, das auch als Ölschiefer bezeichnet wird.

Die eigentlichen Kohlenflötze sind geringwertig und werden fast nur für den örtlichen Verbrauch gebaut.

Die Flötze im Kohlenkalk (carboniferous limestone) treten, wie früher ausgeführt, in der Umrandung des Beckens an verschiedenen Stellen in größerer oder geringerer Ausdehnung bauwürdig auf. Da die einzelnen Bezirke jedoch wenig Zusammenhang haben, und die stratigraphische Entwicklung von Ort zu Ort wechselt, läßt sich eine allgemein gültige Schichten- und Flötzfolge nicht geben. Beständig ist nur die Lage der Hauptmasse der Flötze zwischen der oberen und der unteren Kalkgruppe. Ein Hauptgrund der außerordentlich wechselnden Zusammensetzung dieser Schichtenreihe ist die bald stärkere bald

[1]) Der Torbanit, eine sog. Boghead-Kohle, ist wohl als ein „Sapropelit" im Sinne Potoniés aufzufassen. Er hat die Zusammensetzung: C 60,8, H 9,18, O 4,39, N 0,78, S 0,32, Asche (hauptsächlich SiO_2) 24,13, H_2O 0,4%.

schwächere Beteiligung von Eruptivgesteinen — teils als gleichzeitige Ergüsse nebst Tuffen, teils als nachträgliche Intrusionen —, die in manchen Profilen (z. B. Linlithgow) die sedimentären Bildungen fast ganz verdrängen. Als Beispiel dieser Entwickelung bei mäßiger Beteiligung von Eruptivgestein mag das Profil von Bridgeness (Fig. 181) dienen.

Als Gebiete produktiver, flötzführender Entwickelung der „carboniferous limestone" kommen besonders folgende in Betracht:

1. Der ganze Ostrand des Beckens, beginnend im Norden am Forth bei Borrowstounnes und Bridgeness in Linlithgowshire, von hier südwärts über Bathgate und Blackburn nach Lanarkshire fortstreichend, wo es sich in den Revieren von Woodmuir, Wilsontown und Climpy, Carluke bis nach Auchenheath am Südende fortsetzt.

2. Der Nordrand: hier beginnt die Flötzführung im Westen in Maryhill, unmittelbar nördlich Glasgow, z. T. noch im Stadtgebiet, es folgt das Revier von Kirkintilloch und Kilsyth (in Dumbarton); hieran anschließend der Distrikt von Cumbernauld und schließlich ganz im Norden der von Bannockburn.

3. Am Südrande, abgesehen von dem an die Ostgruppe anschließenden Auchenheath, ist nur ein kleines Vorkommen im äußersten Westen, bei Renfrew, zu erwähnen. Im übrigen ist der Kohlenkalk am Südrande des ganzen Beckens so gut wie flötzleer.

Alle Vorkommen im „carboniferous limestone" haben nur geringe praktische Bedeutung. Die meisten sind außerdem entweder bereits erschöpft oder der Erschöpfung nahe.

1. Der Bezirk von Linlithgow[1]) (Westlothian): Die Schichten des Kohlenkalks streichen fast genau N—S vom Ufer des Forth bei Borrowstounnes (gewöhnlich abgekürzt „Bo'ness" genannt) und Bridgeness über Linlithgow, Bathgate und Blackburn bis zur Grenze von Lanarkshire in einer Länge von 15 km und einer wechselnden Breite von 2,5—7 km. Die Schichten fallen nach Westen unter den Millstone Grit ein, im Osten werden sie durch das Ausgehende des „calciferous sandstone" begrenzt, der seinerseits wiederum in breiter Zone dem Devon der Pentland Hills aufliegt. Die flötzreichste Entwickelung findet sich am Nordende bei Bridgeness und Bo'ness; sie erinnert an die allerdings weit reichere „Edge coal"-Gruppe am Westrande des Beckens von Midlothian. Den Aufbau zeigt das Profil Fig. 181. Die Mächtigkeit der Schichtenfolge zwischen Indexkalk und Cariddenkalk ist ungefähr 300 m (950′). Die Flötze sind auf dem festen Lande nahezu abgebaut — es geht hier seit Jahrhunderten Bergbau um — und werden jetzt unter den Gewässern des Forth verfolgt (vgl. Cadell a. a. O.). Im Fortstreichen nach Süden verschwächen und verschlechtern sich die Flötze. Von Linlithgow bis nahe Bathgate wird fast der ganze Raum

[1]) Cadell, Henry M., The carboniferous limestone coalfields of Westlothian. Trans. fed. inst. min. eng. XXII, 1901—2, S. 372. — Ders., Submarine coal mining at Bridgeness. Ebenda XIV, 1897—98, S. 237.

von Eruptivgesteinen eingenommen. Erst bei Bathgate gelangen mit Zurücktreten der letzteren die sedimentären Bildungen wieder zu etwas vollständigerer Entwickelung mit einigen bauwürdigen Kohlenflötzen. Es sind deren vier:

Balbardie gas coal (mit Cannel) . .	4′ 5″
China oder shaly coal seam . . .	2′ 11″
Jewel coal seam	3′ 2″
Main coal seam	5′ 11″

Die Flötze entsprechen ungefähr der oberen Gruppe im Profil von Bo'ness-Bridgeness. Der Raum der tieferen Flötze und Schichten wird fast ganz von Eruptivgesteinen erfüllt. Der Abbau geht hier hauptsächlich auf Cannel-Kohle (Boghead).

Dieselben Flötze lassen sich nach Blackburn verfolgen, wo die Eruptivgesteine mehr zurücktreten. Hier werden besonders Jewel- und main coal gewonnen. Die südliche Fortsetzung des Zuges in Lanarkshire zeigt dann in den Bezirken Woodmuir, Wilsontown-Climpy usw. eine verhältnismäßig günstige, flötzreiche Entwickelung, doch kann von einem Eingehen auf diese Verhältnisse bei der geringen praktischen Bedeutung aller dieser — zudem meist schon erschöpften — Vorkommen abgesehen werden.

Eine große Verwerfung schneidet die Flötze im Süden ab. Jenseits dieser Störung folgen noch die Reviere von Carluke und von Auchenheath, in denen der Flötzreichtum schon wesentlich vermindert ist. Bei Carluke liegen zwischen den beiden Kalkzonen des „carboniferous limestone" noch vier bis fünf schwache Flötze, von denen das tiefste: „Lesmahago gas coal" wegen seines Gasreichtums zwar geschätzt, aber nur 9″ mächtig ist. In Auchenheath erreicht dieses Flötz 1′ 9″ Stärke, ist aber bereits völlig abgebaut.

Von hier gegen Westen, also fast am ganzen Südrand des Clyde-Beckens ist der Kohlenkalk praktisch so gut wie flötzleer und enthält jedenfalls keine bauwürdigen Vorkommen mehr.

Erst am äußersten Westende stellt sich, bereits in Renfrew, unmittelbar südwestlich bei Glasgow, noch einmal ein etwas ansehnlicherer Flötzgehalt in diesen Schichten ein. Hier baute bis zum Jahre 1899 die Pollockgrube, nach deren Einstellung die Förderung des Bezirkes nahezu bedeutungslos wurde (im Jahre 1900 nur noch 13000 t). Die Schichtenfolge ist die normale und typische; zwischen oberem und unterem Kalkhorizont, genauer zwischen „Index"- und „Hosie"-Kalk liegen in etwa 150 m Gebirge 8 Flötze von $1^1/_2$′—3′ Stärke nebst Blackband- und Clayband-Eisenstein. Das Vorkommen entspricht dem sogleich zu erwähnenden des Possil-Kohlenfeldes im Norden von Glasgow.

Auch am Nordrand des Clyde-Beckens enthält der Kohlenkalk meist nur wenige, kaum bauwürdige Flötze. Wie an der Südseite nimmt der im ganzen bescheidene Kohlengehalt des Unterkarbons von Osten nach Westen mehr und mehr ab. Immerhin ziehen sich die bauwürdigen

bezw. zeitweilig gebauten Vorkommen auf dieser Seite zusammenhängend bis an das Westende des ganzen Beckens. Sie beginnen hier mit dem „Possil-Kohlenfelde“ in der Gegend von Maryhill und im nördlichen Teile von Glasgow. Hier wurde nur ein Flötz unter dem Namen „main coal“ in der bescheidenen Mächtigkeit von 1′ 7″ in größerer Ausdehnung gebaut. Daneben fand allerdings eine lebhaftere Gewinnung auf den in diesen Schichten vorkommenden Eisenstein statt. Ein großer Teil der Ablagerung liegt im Stadtgebiet von Glasgow und ist dadurch dem Bergbau entzogen.

Im Fortstreichen nach Nordosten finden sich dieselben Schichten, mit Kohle- und Eisensteinflötzen wieder im Bezirk von Kilsyth und Kirkintilloch. Auf beide Mineralien ist hier ein bedeutender Bergbau geführt worden, trotz widriger Verhältnisse. Hauptsächlich wird eine sehr geschätzte Kokekohle gewonnen. Die Gruben dieses Reviers gehören zu den besteingerichteten in Schottland (z. B. St. Flannans bei Kilsyth). Die Lagerungsverhältnisse sind vielfach sehr gestört — allerdings streckenweise auch völlig söhlig —, außerdem ist die Flötzentwickelung sehr ungleichförmig, so daß ein allgemein gültiges Gesamtprofil nicht gegeben werden kann. Nach Osten folgt das Revier von Cumbernauld, in welchem nur einige bauwürdige Flötze über dem „Index-Kalk“, also in der oberen Kalkgruppe des „carboniferons limestone“ gebaut wurden.

Nördlich setzt sich der unterkarbonische Flötzzug nach Stirlingshire fort und findet hier seinen vorläufigen Abschluß im Kohlenfelde von Denny und Bannockburn. Hier sind zwischen den beiden Kalkzonen vier bauwürdige Flötze entwickelt, von denen besonders die beiden oberen in etwas größerem Umfange gewonnen werden, nämlich Flötz Greengard mit 2′ 4″, etwa 70 m unter „Index-Kalk“ gelegen, und „Bannockburn main coal“ 3′ 6″, etwa 60 m tiefer. Darunter folgen noch die Flötze Knott und Milton.

Der Forth begrenzt dieses Gebiet im Norden. Die Schichten und Flötze ziehen sich unter dem Flusse und unter dem Oberkarbon des Beckens von Alloa (Clackmannan) hindurch, um in Westfife wieder aufzutauchen, wo wir ihrer Fortsetzung später begegnen werden.

3. Das Becken von Ayrshire[1].

Dieses im Südwesten der großen mittelschottischen Senke gelegene Becken besitzt, wie früher ausgeführt, eine gewisse Selbständigkeit dadurch, daß es — ähnlich wie das Becken von Midlothian im Nordosten — durch einen Devonsattel von dem Clydebecken getrennt wird. Die äußere Form ist annähernd dreieckig. Es beginnt mit breiter Basis an der Westküste zwischen Ardrossan und Ayr und endet gegen Osten in

[1]) Dron, R. W., The southern Ayrshire coalfields. Transact. fed. inst. min. eng. X, 1895—1896, S. 378.

dem schmalen Zipfel von Muirkirk und Glenbuck, wo die Schichten des „carboniferous limestone“ ausheben.

In der Förderung steht es mit etwas über 4 Mill. Tonnen dem Becken von Edinburg etwa gleich.

Die stratigraphische Entwickelung stimmt in den Hauptzügen mit derjenigen der übrigen schottischen Becken überein, zeigt aber einige Besonderheiten. Hierzu gehört in erster Linie die ungleichförmige Mächtigkeit des „carboniferous limestone“ und des „Millstone Grit“, die sich beide gegen Südwesten außerordentlich verschwächen und selbst völlig verschwinden, so daß die „coal measures“ stellenweise unmittelbar auf der „calciferous sandstone“-Gruppe ruhen. Der innerste Teil des Beckens wird von den flötzleeren roten Schichten eingenommen, denen sich bei Mauchline noch eine Mulde von Perm, mit einem Eruptivlager an der Basis, einlagert.

Sehr stark vertreten sind Eruptivgesteine in den verschiedenen, früher gekennzeichneten Erscheinungsformen. Meist sind die Flötze durch die Intrusionen weithin zerstört und unbrauchbar gemacht, seltener im günstigsten Sinne beeinflußt.

Die wechselnde stratigraphische Ausbildung, in Verbindung mit tektonischen Störungen sowie mit den durch vulkanische Vorgänge bewirkten Unterbrechungen des Kohlengebirges haben zu einem Zerfallen des ganzen Beckens in verschiedene untereinander wenig zusammenhängende Bezirke — „coalfields“ — von mehr oder weniger selbständiger Entwickelung geführt (Fig. 182). Es sind hauptsächlich folgende:

1. Ayr (Annbank, Cumnock, Lugar) in der Mitte und gegen Süden.
2. Salt coats, Kilwinning, Kilmarnock im Norden.
3. Mauchline-Sorn, zwischen den vorigen gegen Osten.
4. New-Cumnock, Dalmellington, am Südrande.
5. Muirkirk-Glenbuck, der äußerste östliche Ausläufer.

In der Flötzführung stimmen alle diese Bezirke, deren Zahl sich übrigens noch vermehren ließe, im großen und ganzen sowohl untereinander wie auch mit dem Clydebecken überein. Im einzelnen machen sich manche Abweichungen geltend und eine zuverlässige Parallelisierung der einzelnen Flötze ist im allgemeinen nicht möglich oder wenigstens bisher nicht durchgeführt. Außer den Kohlenflötzen sind auch hier die Eisensteine Gegenstand des Bergbaus, oft in noch höherem Maße als jene.

Der Schwerpunkt der Flötzentwickelung und des Bergbaus liegt auch hier, wie im Clydebecken, im Bereich der „coal measures“. Der „carboniferons limestone“ kann schon wegen seiner ungleichmäßigen Entwickelung (siehe oben) nur eine mehr untergeordnete Bedeutung haben. Tatsächlich erlangen die Flötze dieser Stufe nur am Ostende des Beckens (Muirkirk-Glenbuck) sowie am Südrande (Dalmellington, New-Cumnock) einige Wichtigkeit.

In der Flötzreihe der „coal measures“ bilden zwei Eisensteinflötze feste Leithorizonte, durch welche zugleich die ganze Reihe übersichtlich

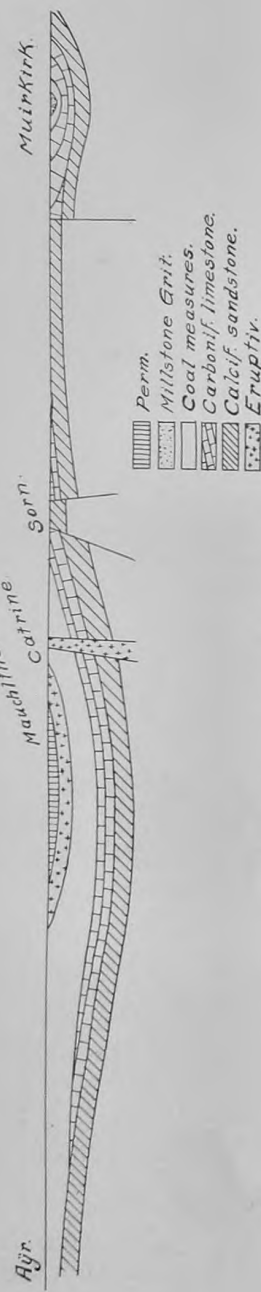


Fig. 182. Schnitt durch das Becken von Ayrshire (n. Dron).

in zwei Gruppen zerlegt wird. An der Basis liegt der „Blackband-Eisenstein", entsprechend dem „slaty band-Eisenstein" von Lanark. Höher hinauf folgt der „Clayband-Eisenstein" oder „Musselband-Eisenstein" (= Musselband-Eisenstein von Lanark). Die Flötze zwischen beiden Eisensteinlagern werden mit den tieferen Flötzen des Clyde-Beckens (Drumgray-Flötze und Gruppe von Armadale) parallelisiert, während die höheren Flötze, über dem Clayband-Eisenstein, der Hauptflötzgruppe von Lanark, von Ell coal bis Virgin coal, entsprechen, insbesondere dürften Ell coal und main coal von Ayr mit den gleichnamigen Flötzen von Lanark zu parallelisieren sein.

Der Bezirk von Ayr (mit Annbank, Cumnock und Lugar) umfaßt den inneren Teil der Mulde und enthält die vollständige Schichtenreihe bis hinauf zu der flötzleeren roten Gruppe. Am stärksten entwickelt ist die obere Flötzreihe, deren Hauptflötze, Ell- und Main coal, aber nahezu abgebaut sind. In der Tabelle auf folgender Seite oben ist die Schichtenfolge in den Hauptbetriebspunkten angegeben.

Außer Ell und Main coal werden Claud und Maid gebaut; von der tieferen Gruppe sind in neuerer Zeit auch „twenty fathom"- und „seventeen fathom coal" bauwürdig aufgeschossen.

Ell coal wird bei Ayr in großer Ausdehnung von einem Basaltlager („Whinstone") überdeckt und größtenteils zerstört, stellenweise aber auch anthrazitisch umgewandelt. Auch sonst sind Eruptivgesteine, als Decken wie auch als Gänge, stark verbreitet. Nach Norden (Symington und Dundunald) nehmen die Intrusionen so überhand, daß bauwürdige Kohle dort kaum zu erwarten ist.

Nördlich dieses vulkanischen Gürtels folgt an der Küste der Bezirk von Salt-

Annbank	Lugar und Cumnock
Obere rote Sandsteine	
Ell coal . . . . . 2—3′ 4″	Ell coal . . . . . 4—5′ 6″
Mittel . . . . . 60—70′	Mittel . . . . . 60′
Main coal . . . . . 4—7′	Main coal . . . . . 4—5′ 8″
(oder Crawfordstone coal)	
Mittel . . . . . 185′	Mittel . . . . . 270′
Soft coal (5 foot coal, three dirt coal) . . . . . 5—7′	Claud coal . . . . . 2′
Mittel . . . . . 70′	Mittel . . . . . 40—80′
Diamond coal . . . . . 3′	Maid coal (splint coal) . . 4—6′
Mittel . . . . . 50′	
Jewel coal . . . . . 2′ 9″	
Mittel . . . . . 50′	Mittel . . . . . 15′
Hard coal (Splint coal) . . 4′ 6″	Low maid coal . . . . . 2′ 6″
	Mittel mit einigen dünnen
Mittel . . . . . 130′	Flötzen ca. . . . . 400′
Ladyha' coal . . . . . 3′	20 fathoms coal . . . . . 2′ 3″
Mittel . . . . . 120′	Mittel . . . . . 15′
Kilwinning Ell coal . . . . 2′ 8″	17 fathoms coal . . . . . 2′ 3″
Mittel . . . . . 95′	Mittel . . . . . 100′
Kilwinning main coal . . . . 3′	
Mittel . . . . . 40′	

Blackband-Eisenstein.

coats, Kilwinning und Kilmarnock. Für diesen läßt sich folgendes Gesamtprofil aufstellen:

M' Naught (nur in Kilmarnock und Galston, ist bereits erschöpft . . . 2′ 6″
Tourhall oder Tourha' . . . . . 3—4′
(= Bowbrig von Saltcoats)
Mittel . . . . . 88′
Major (= Crawford von Saltcoats) . . 4—6′
Mittel . . . . . 90′
Stone coal (five quarter) . . . . . 5′ 8″
Mittel . . . . . 64′
Splint coal . . . . . 3′ 2″
Mittel . . . . . 1′
Turf coal . . . . . 3′ 9″
Mittel . . . . . 2′ 4″
Little oder Wee coal . . . . . 1′ 9″
Mittel (mit Ölschiefer) . . . . 140′
Ladyha' coal (Davis coal) . . . . 2′ 9″

in Kilmarnock vereinigt als: Main coal mit 7′ reiner Kohle

Mittel	50′
(Kilwinning-) Ell coal (little Parrot coal)	2′ 9″
Mittel	66′
Lower stone coal (Gipsy coal) . . .	3′ 8″
Mittel	34′
(Kilwinning-) Main coal	4′ 6″
Mittel	50—60′
Raise coal	

Die oberen Flötze, bis herab zu Stone coal, entsprechen der oberen Gruppe (Ell bis soft coal) von Ayr. Es sind wertvolle, gute Flötze; bis auf M' Naught, das nahezu abgebaut ist, werden alle gewonnen. Das tiefste Flötz, Raise, liegt bereits nahe über dem obersten Kalk; eigentlicher Millstone Grit ist nicht vorhanden.

Der Bezirk von Mauchline, der sich östlich an die vorigen anschließt, nimmt das eigentliche Muldentiefste des Beckens ein, das hier, wie erwähnt, eine Einlagerung von Perm aufnimmt, deren Basis ein Eruptivlager bildet (vgl. Fig. 182). Die Oberflächenausdehnung dieses Gebiets, das ringförmig von dem Ausgehenden der Eruptivdecke umschlossen wird, beträgt etwa 70 qkm. Die Mächtigkeit der permischen Bildungen wird auf nahezu 400 m (1250′) veranschlagt. Darunter folgen die roten flötzleeren Sandsteine des obersten Karbons in nahezu gleicher Mächtigkeit (1000—1200′). Unter diesen Verhältnissen sind die bergbaulichen Aufschlüsse in diesem Gebiet noch sehr im Rückstande und es lassen sich keine sicheren Angaben über die Entwickelung der „coal measures" unter der Permbedeckung machen. Anscheinend verschwächen sich die Flötze unter dieser Mulde, da sie an ihrem Nordrande in kaum bauwürdiger Beschaffenheit auftauchen. Außerdem dürfte mit starken vulkanischen Störungen zu rechnen sein, so daß der vorhandene Kohlenvorrat kaum der Ausdehnung des Gebietes entsprechen wird.

Der Südrand des Beckens bildet das wichtige Kohlenfeld von New-Cumnock und Dalmellington. Es zeichnet sich durch großen Kohlenreichtum in allen Abteilungen — einschließlich des „carboniferous limestone" — aus. Bei Dalmellington zählt man allein in den „coal measures" auf 1400′ Gebirgsmächtigkeit 19 Flötze mit 62′ Kohle. Dazu kommen noch 15′ Kohle im Kohlenkalk. Auch hier sind basaltische Intrusionen in großer Ausdehnung vorhanden. Ihre Wirkung war, wie anderwärts, teils zerstörend, teils auch veredelnd. Diesem Bezirk gehört das interessante Vorkommen von kontaktmetamorphem Graphit an, das vor 100 Jahren auf „Wand mine" bei Craigman am Nith gebaut wurde, und das mikroskopisch kleine Diamanten enthalten soll.

Besondere Wichtigkeit besitzt in diesem Bezirk der auf die Flötze des Karbons geführte Eisensteinbergbau, besonders bei Dalmellington, der den Anstoß zur Aufschließung des Gebiets gegeben hat.

Die Einzelheiten des Aufbaus sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

New-Cumnock		Dalmellington	
Obere rote Sandsteine	500′		
Normale „coal measures“ mit dünnen Flötzen und einer Eruptivdecke („Whinstone“)	480′	Schichten mit Kohlenflötzen und einem Eisensteinflötz . . .	420′
Upper gas coal	6′	Sillyhole coal	6′
Mittel mit 1 Cannelkohlenflötz von 2′	110′	Mittel	140′
		Diamond coal	4′ 6″
		Mittel	110′
Lower gas coal	5′ 6″	Chalmerston coal	5′
Mittel	50′	Mittel	70′
8-foot coal	8′ 6″	Minnevey coal	4′ 6″
Mittel	100′	Mittel	90′
3-foot coal (coking c.) . . .	3′ 5″	Sloanstone coal	3′ 6″
Mittel	18′	Mittel	110′
4-foot coal	4′	Flötz	1′ 11″
Mittel	60′	Mittel	50′
Flötz	3′	Flötz	2′ 9″
		Mittel	25′
		Musselband-Eisenstein . . .	1′
		Mittel	12′
		Camlarg	4′ 4″
		Mittel	30′
		Flötz	3′
Mittel mit Musselband-Eisenstein	300′	Mittel	110′
		Upper coking coal	2′ 6″
		Mittel	45′
		Pennyvenie splint coal . . .	3′ 8″
		Mittel	55′
		Lower coking coal	3′ 11″
		Mittel	84′
Blackband-Eisenstein	1′	Blackband-Eisenstein . . .	2′ 3″

Die Flötze Sillyhole und Chalmerston von Dalmellington werden vermutungsweise mit upper und lower gas coal von New Cumnock parallelisiert. Flötz Sloanstone entspricht vielleicht Virtuewell von Lanark.

Im Dalmellington-Bezirk ist auch der „carboniferous limestone“ flötzführend. Am Südwestrande, bei Patna, nähern sich die verschiedenen Flötze so weit, daß sie zusammen als ein Flötz von 15′ Stärke gebaut werden können. Es zeigt sich hier nachstehende, an das oben mitgeteilte Profil anschließende Reihe:

Blackband-Eisenstein (s. o.)	
Millstone Grit	960′
Obere Kalkzone	150′

Patna coal	15′
Mittel	140′
Flötz	2′ 6″
Mittel	60′
Untere Kalkzone.	

Nach Osten endet das Becken in dem schmalen Zipfel von Muirkirk und Glenbuck. Dieser bildet eine Mulde von 10 km Länge und $1^1/_2$—3 km Breite. Sie enthält nur mehr Unterkarbon und Millstone Grit. Letzterer nimmt naturgemäß die Mitte der Mulde ein und wird von Norden und Süden von den Schichten des „carboniferous limestone" unterteuft. Wertvoll sind hier besonders die Cannelkohlenflötze von 3′ und 9′. 36′ über dem 3′-Flötz liegt noch ein Bogheadflötz von 7″.

Als ein Anhang des Ayrshire-Beckens im Südwesten erscheint das Becken von Girvan, eine Kohlenkalkmulde von 6—7 km Länge bei $^1/_2$—$1^1/_2$ km Breite mit steiler Aufrichtung der Flügel. Die Mitte wird, ähnlich wie bei Muirkirk, von einem Sandsteinstreifen eingenommen, der als Millstone Grit oder „lower coal measures" gedeutet wird. Es sind sieben bauwürdige Flötze vorhanden, die zusammen 7′ Kohle enthalten und für den örtlichen Gebrauch gewonnen werden.

Südlich des großen Clydebeckens und östlich des Beckens von Ayrshire liegt in Lanarkshire ein ziemlich ausgedehntes Karbongebiet, rings von Devon umschlossen, es pflegt als das Becken von (Süd-) Lesmahago und Douglas[1]) bezeichnet zu werden. Der größte Teil dieses ziemlich unregelmäßig gebauten Beckens wird von Kohlenkalk („carboniferous limestone") eingenommen. Den inneren Teil bildet eine Mulde von coal measures, die sich in einer Länge von etwa 8 km in SW—NO erstreckt und in der Längsachse vom Kennox- und Douglaswater durchflossen wird. Hier liegen auch die Hauptorte Douglas und Glespin. Das Südende dieser Mulde ist gegen Südosten und Westen stark ausgebuchtet, wodurch ein eigentümlicher stiefel- oder hammerförmiger Umriß entsteht. Dieses innere Becken wird umgeben von Millstone Grit, auf den nach außen der „carboniferous limestone" in ziemlich mächtiger Entwickelung folgt. Alle drei Abteilungen sind flötzführend. Die Flötzfolge des Unterkarbons zeigt starke Anklänge an die Verhältnisse im Ayrshire-Becken, dessen Ostende, bei Glenbuck, sich der Bezirk von Lesmahago auf wenige Kilometer nähert. In den „coal measures" sind ähnliche Beziehungen zum Clydebecken zu erkennen.

Die Flötze des Oberkarbons sind besonders bei Glespin und auch, in geringerer Ausdehnung, bei Douglas[2]) aufgeschlossen. Bemerkenswert für den Vergleich mit dem Clydebecken ist der Umstand, daß

[1]) Weir, The Douglas coalfield, Lanarkshire. Trans. fed. inst. eng. XVI, 1898—99, S. 436. — Cairncross, J. M., The South-Lesmahago coal field. Ebenda XXI, 1900 bis 1901, S. 234.

[2]) Vgl.: The Douglas colliery (Lanarkshire). Transact. fed. inst. min. eng. XXIV, 1902—1903, S. 108.

die Lage des slateyband-Eisensteins auch hier festzustellen ist. Es zeigt sich folgende Schichtenreihe:

Obere Schichten mit dünnen Flötzen .	210′
7-foot coal seam	7′
Mittel	70′
3-foot coal seam (einschl. 2′ Mittel) .	6′ 6″
Mittel	60′
4-foot coal seam	4′ 9″
Mittel	93′
9-foot coal seam	9′
Mittel (mit 2 schwachen Flötzen)	100′
Carmacoup coal seam	4′
Mittel (mit 1 dünnen Flötz) . .	70′
Schiefer (an Stelle des „slatey band"-Eisensteins)	
Mittel	90′
Kennox coal seam	4′ 6″

Besonders wertvoll sind, oder richtiger waren, die jetzt wohl völlig abgebauten Flötze „Seven-foot" und „Nine-foot", von denen das erstere

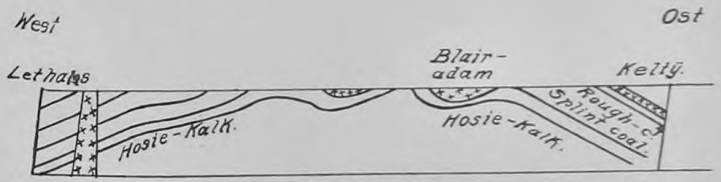


Fig. 183. Schnitt durch das Kohlengebirge von Dunfermline (n. Dron).

mit Virtuewell, letzteres mit „lower Drumgray" im Clydebecken parallelisiert wird. Jetzt werden hauptsächlich noch 4′ (? = upper Drumgray) und 3′ (? = Kiltongue) gebaut.

Auch der Millstone Grit enthält noch zwei bauwürdige Flötze von $4^1/_2$′ und $2^1/_2$′ Stärke, von denen aber noch keines in Angriff genommen ist.

Wichtiger ist die Flötzführung des Unterkarbons. Allerdings ist die Entwickelung des „carboniferous limestone", insbesondere was den Kohlenreichtum betrifft, nicht gleichförmig. Zwei Gebiete zeichnen sich in dieser Beziehung durch besonders günstige Verhältnisse aus: das Revier von Rigside und Ponfeigh am Nordostende der oberkarbonischen Mulde, und die Gegend von Bankend, Muirburn, Auchlochan an ihrer Westseite. Die bauwürdige Kohlenmasse erreicht 30—37′ in acht Flötzen. Dabei ist die Flötzführung nicht wie sonst auf den mittleren Teil beschränkt, sondern dehnt sich stellenweise noch auf die obere und untere Kalkzone aus.

Bankend		Rigside-Ponfeigh	
		Gill coal	7′ 2″
		Gas coal	6′ 1″
		Ellenora coal	4′
„Index" — Kalk			
Mittel	30′		
Gas coal	8″		
Mittel	24′	Flötz (ohne Namen: „nameless	
Smithy coal	3′	coal seam")	3′
Mittel	6′		
Dross coal	3′ 11″		
Mittel	18′	Wee Drum coal seam	4′
Ell coal (Glenbuck 4-foot coal)	3′		
Mittel (fireclay)	3′ 6″		
Flötz	2′ 9″		
Mittel	38′		
9-foot (splint-) coal	11′	Big Drum coal seam	7′
Mittel	115′	Skaterough coal seam	4′ 9″
6-foot coal seam	6′	Kirkroad coal seam	5′
Mittel	60′	Stoney coal seam	4′ 6″
Mc. Donald coal seam	4—5′	Back coal seam	9′
		Rob coal seam	4′
Mittel	42′	Fallow hill coal seam	4′
		Wood coal seam	2′
		Hosies-Kalk	
Untere Kalkzone		Flötz	2′
		Hurlet-(Ponfeigh-)Kalk.	

Eine ins einzelne gehende Vergleichung der beiderseitigen Flötze hat sich bisher nicht durchführen lassen; nur Flötz „Nine foot" von Bankend wird mit „Big Drum" von Rigside parallelisiert.

Von der den Höhepunkt der Flötzbildung darstellenden Entwickelung bei Bankend verschwächen und verschlechtern sich die Flötze im Fortstreichen nach Norden (Muirburn, Auchlochan, Aulton). Neben der Kohle, die z. T. von vorzüglicher Beschaffenheit ist, liefert dieses kleine Becken noch andere wertvolle Produkte: Eisenstein und feuerfesten Ton („fire clay"), seine Bedeutung ist daher nicht ganz unbeträchtlich und wird vielleicht in Zukunft noch wachsen.

Das Kohlengebirge auf der Nordseite des Forth-Flusses und seines Ästuars, des „Firth of Forth", in den Grafschaften Clackmannan, Kinross und Fifeshire stellt lediglich die Fortsetzung der gleichartigen Ablagerungen auf der Südseite dar. Man kann daher hier kaum von selbständigen „Becken" sprechen. Letzteres höchstens insofern, als man darunter die dem ganzen Karbonstreifen eingelagerten Mulden von „coal measures" verstanden wissen will, die aber auch mit den

entsprechenden Mulden auf der Südseite des Forth im engsten Zusammenhange stehen. Es sind deren hauptsächlich zwei: 1. das Becken von Clackmannan" mit dem Mittelpunkt Alloa im Westen. Dieses bildet die unmittelbare Fortsetzung des Vorkommens von Stirlingshire (Grangemouth, s. o. S. 652) und somit einen Ausläufer des großen Clyde- oder Lanarkshire-Beckens. 2. Im Osten das „Becken von Dysart, Wemyss und Leven", das genau dem Becken von Midlothian-Haddington gegenüberliegt und dessen Schichten nach Norden fortsetzt. Die Hauptleitschichten in den verschiedenen Stufen, Ölschieferflötze, Kalkbänke und Kohlenflötze, lassen sich zu beiden Seiten des Forth in Verbindung bringen. Als Nebenbecken des letztgenannten erscheint schließlich noch östlich davon die kleine Oberkarbonmulde von Kinglassie.

Im übrigen wird fast das ganze Nordufer des Forth von Kohlenkalkschichten gebildet. Diese sind hier in hervorragendem Maße flötzführend entwickelt („carboniferous limestone"), so daß das ganze Gebiet, etwa von Stirling abwärts, als ein zusammenhängendes Kohlenfeld betrachtet werden muß. Eine teilweise Unterbrechung erfährt es nur durch einen Sattel von Devon, der als Fortsetzung der Antiklinale der Pentland-Hills bei Burntisland das Nordufer des Forth erreicht, um alsbald nach Norden einzusinken. Immerhin wird dadurch eine gewisse Scheidung zwischen den Karbongebieten von Ost- und Westfife bewirkt, wenngleich beide sich um das Nordende des Sattels herum vereinigen.

Den Parallelismus der Ablagerungen im Süden und Norden des Forth bringen die vergleichenden Profile (Fig. 184) für Midlothian und Ostfife zur Anschauung.

Der Kohlenkalk von Fifeshire (mit Kinross) bildet einen 50 km langen, 16—18 km breiten Streifen längs der Nordseite des Forthbusens. Seine Nordgrenze gegen das Devon bildet eine große, am Fuß der Ochil-Hills hinziehende Verwerfung. Der Flächenraum beträgt etwa 420 qkm. Der Flötzreichtum ist, wie auch in Midlothian und Linlithgow, sehr beträchtlich, die Beschaffenheit der Kohle z. T. ausgezeichnet. Der Bergbau in diesem Gebiete stammt schon aus dem Mittelalter, die ältesten Nachrichten darüber gehen in das 13. Jahrhundert zurück.

Den bergbaulichen Mittelpunkt von West-Fifeshire bildet der Bezirk von Dunfermline; an ihn schließt sich nordöstlich das übereinstimmend aufgebaute Gebiet von Kelty, Blairadam und Lochgelly an, das wiederum durch die Vorkommen von Clunie und Cardenden im Norden des Devonsattels von Burntisland mit Ostfife (Kirkaldie, Pathhead) in Verbindung steht.

Der Bezirk von Dunfermline (Fig. 183) weist die nachstehende Flötzfolge auf:

Bright coal	?
Six foot coal	4—6′
Cairncubie (Duddy Davy-, Dean-) coal	3′
Swallowdrum	7′
Ell coal	2′

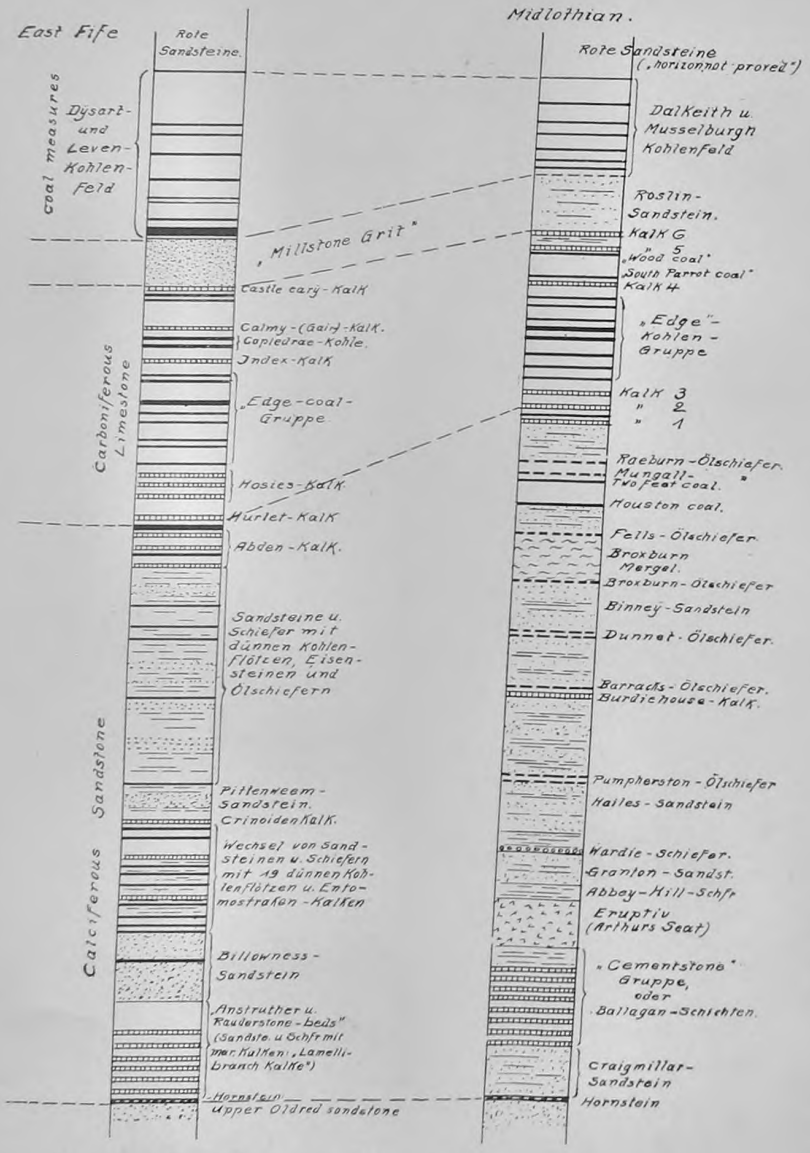


Fig. 184. Vergleich des Kohlengebirges von Midlothian und Ost-Fife (n. Peach u. Horne).

Eight foot coal, in zwei Bänken	Oberbank	3′ 3″
	Mittel	4′
	Unterbank	3′ 6″
Fife foot coal		5′
Flötz		2′
Splint coal		4′

Gebaut werden alle Flötze außer Bright- und Ell coal, auch das kleine Flötz von 2′ zwischen Splint und 5′. Am wertvollsten sind Splint- und 5′-Flötz, die eine ausgezeichnete Kesselkohle („steam coal") liefern; demnächst kommen 6′- und 8′-Flötz, weniger gut sind Swallowdrum und Cairncubie.

Das tiefste Flötz, Splint coal, liegt 50—60 m über dem Hosie-Kalk.

Im wesentlichen wohl dieselben Flötze, aber unter anderen Namen und im einzelnen nicht mit Sicherheit zu parallelisieren, kehren weiter nördlich und in Ostfife wieder, wofür hier noch zwei Beispiele folgen mögen:

Lochgelly		Ost-Fife		
Flötz	5′ 6″	Smithy coal	3′	
Flötz	3′			
Willow bush	4′	Splint coal	2′ 8″	(Clunie
Rough coal	3′ 6″	Rough coal	6′	coal)
(Lochgelly Blackband)				
Flötz	3′			
Little splint coal	3′ 6″			
Fourteen foot coal (2 Bänke)	15′			
Lochgelly splint coal	8′	Lochgelly splint coal	4′ 6″	
Parrot coal		Lochgelly parrot coal	2′ 9″	
Glassee coal	3—5′	Glassee coal	3′ 3″	
Mynheer coal	3′ 6″	Mynheer coal	2′ 9″	
Upper five foot coal	4′ 10″			
lower five foot coal	4′ 6″			
Main splint coal	3′ 6″			

Die Oberkarbonmulde von Dysart, Wemyss und Leven[1]) lehnt sich östlich an den Sattel von Burntisland (Fig. 185, 186). Über Kohlenkalk und Millstone Grit folgt an der Küste etwas westlich von Dysart das produktive Oberkarbon, dessen tiefstes bauwürdiges Flötz (seven foot coal) etwa 60 m über dem Millstone Grit liegt. Von hier streicht es, die Ostgrenze des Beckens bildend, fast genau nördlich auf Markinch, wird aber vor diesem Ort durch eine Ostwest-Verwerfung weit nach Osten verschoben, so daß hier der Westrand einen starken Vorsprung aufweist. Noch mehrere Parallelverwerfungen bewirken ein weiteres treppen-

[1]) Kirkby, J. W., The Dysart-, Wemyss- and Leven-coalfield, Fifeshire. — Transact. fed. inst. min. eng. XXIII, 1901—1902, S. 291.

förmiges Absetzen, bis ein letzter großer Sprung mit 500 m Verwurfshöhe in der Richtung von Markinch auf Largo verlaufend das Oberkarbon endgültig abschneidet. Im Südosten bildet die Küste des Forthbusens von Dysart bis Largo auf 15 km Länge die Grenze, so daß hier

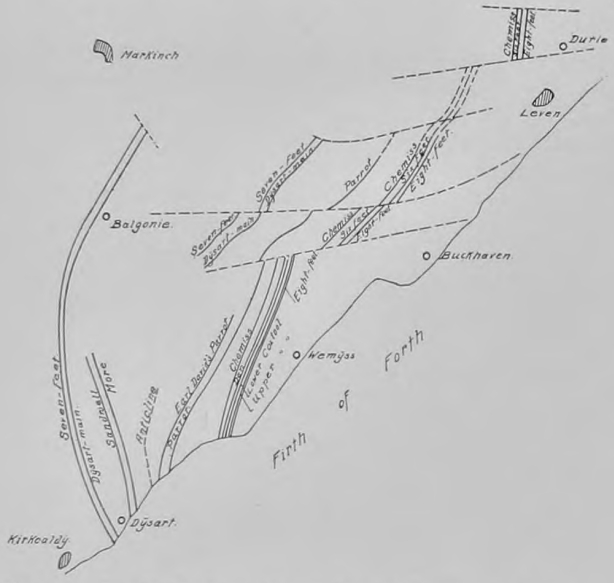


Fig. 185. Die Oberkarbonmulde von Dysart, Wemyss und Leven (n. Kirkby).

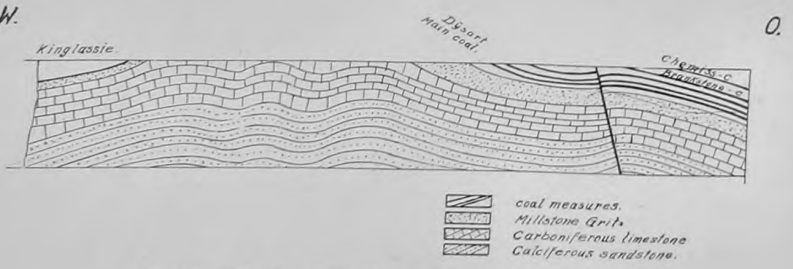


Fig. 186. Schnitt von Kinglassie nach Dysart (n. Dron).

ein rechtwinkliges Kohlenfeld von etwa 45 qkm [1]) Oberfläche erscheint. Der größere Teil der Mulde liegt unter dem Meeresspiegel, als sein südlicher Gegenflügel ist, wie erwähnt, das Becken von Mid- und Eastlothian an-

[1]) Nach Dron $18^1/_2$ engl. Quadratmeilen; Kirkby gibt hierfür 12 Quadratmeilen (etwa 30 qkm) an.

zusehen. In dem Anteil von Fife herrscht fast durchweg östliches bis südöstliches Einfallen. Durch die schon erwähnten großen Ostwest-Verwerfungen, die durchweg südliches Einfallen haben und — abgesehen von der großen nördlichen Randverwerfung — 100 bis 250 m Sprunghöhe erreichen, wird das ganze Feld in eine Anzahl paralleler Streifen (Balgonie, Leven-Markinch, Durie) zerlegt.

Die Schichtenreihe der coal measures ist vollständig bis zu den oberen, flötzleeren roten Sandsteinen[1]). Letztere bilden einen schmalen Strich längs der Küste und erreichen hier eine Mächtigkeit von 900′. Es ist anzunehmen, daß sich im Innern des Beckens, unter dem Meere, noch höhere Schichten einlagern. Eine Diskordanz gegenüber der produktiven Schichtenreihe hat hier nicht festgestellt werden können. In der letzteren sind 9 bauwürdige Flötze vorhanden, die bis zu 45′ Kohle enthalten. Die meisten von ihnen sind jedoch nur stellenweise oder zeitweilig gebaut worden. Im ganzen stehen sie in der Beschaffenheit der Kohlen hinter den Flötzen des „carboniferons limestone“ zurück.

Das Profil (Fig. 187) und die nachstehende Übersicht geben eine hinlängliche Vorstellung von dem Aufbau des Kohlengebirges:

Obere rote Sandsteine	bis 900′	
„coal measures“	270′	
Wall coal	3′	
Mittel	100′	
Barncraig (Leven 8 foot coal) . . .	6′	
Mittel	85′	
Upper coxtool (Leven 6 foot coal) .	2′ 6″	Six foot coal von Leven usw.
Mittel	30′	
Lower coxtool	3′	
Mittel	35′	
Den coal	2′	
Mittel	120′	
Chemiss coal (Leven main coal) . . .	9′	
Mittel	60′	
Bush coal	3′ 9″	
Mittel	350′	
Parrot coal	3′ 3″	
Mittel	35′	
Wood coal	3′	
Mittel	35′	
Earl Davids parrot	2′	
Mittel	50′	
Bowhouse coal	7′	
Mittel	40′	

[1]) Binney, E. W. u. Kirkby, J. W., On the upper beds of the Fifeshire coal measures. — Quart. Journ. geol. soc. **38**, 1882, S. 245.

Brankstone coal	2′ 6″
Mittel	60′
More coal	1′ 9″
Mittel	80′
Mangie coal (Balgonie splint coal)	2′ 4″
Mittel	22′
Sandwell coal	1′ 3″
Mittel	200′
Dysart main coal	19—22′
Mittel	75′
Seven foot coal	3—6′ 7″
Mittel	200′

Millstone-Grit.

Das tiefste Flötz, seven foot coal, ist im allgemeinen kaum bauwürdig und wird mehr wegen des begleitenden Eisensteins gesucht. Dagegen ist das folgende, Dysart main coal, durch außerordentliche Mächtigkeit ausgezeichnet. Es erreicht eine Gesamtmächtigkeit von 28′ und enthält in 10 Bänken bis zu 22′ Kohle. Es folgt eine Reihe schwacher, nicht oder kaum bauwürdiger Flötze in einem Gebirgsmittel von 420—510′. Erst Flötz Bowhouse, mit einer Gesamtstärke von 12 bis 13′, wovon $5^1/_2$ bis 8′ in 5 Bänken wird wieder gebaut. Auch die drei nächsten Flötze, Earl Davids parrot, Wood coal und (Wemyss) parrot werden vielfach gewonnen, namentlich, soweit es sich dabei um „parrot"-Kohle, eine wegen ihres Gasreichtums geschätzte Sorte handelt. Demnächst ist Chemiss coal ein besonders wertvolles und gesuchtes Flötz, das in 4 Bänken 9—10′ Kohle führt. Die beiden Coxtool-Flötze vereinigen sich gegen Osten zum Sixfoot-Flötz mit 4—6′ in 2—3 Bänken, das in Leven und Durie gebaut wird.

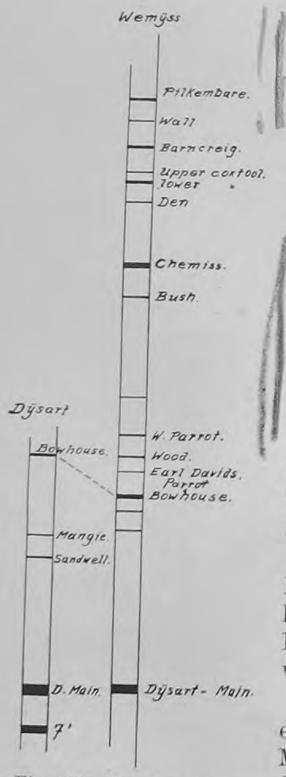


Fig. 187. Flötzfolge von Wemyss u. Dysart (n. Kirkby).

Auch Barncraig wird stark gebaut; in Leven ist es als Eight foot bekannt und liegt hier nur 42′ über Six foot. Die höheren Flötze haben keine praktische Bedeutung; versuchsweise ist Wall coal gebaut worden.

Der allgemeine Horizont dieser Flötze entspricht sowohl der oberen Gruppe von Midlothian (Dalkeith und Musselburgh) wie den Flötzen von Lanarkshire. Mit letzteren lassen sich die coal measure-Flötze von Fife

gruppenweise parallelisieren und zwar entsprechen die Flötze von Barncraig bis Chemiss etwa Ell bis Splint coal von Lanark; Parrot bis More coal stehen etwa der Reihe von Virtuewell bis zur Drumgray-Gruppe gleich, und die tiefsten Flötze, Mangie bis Seven foot erscheinen als Vertreter der Armadale-Gruppe.

Als besonderer Leithorizont ist noch eine marine Schicht[1]) im obersten Teil der ganzen Reihe dicht unter den roten Schichten, etwa 200′ über Eight foot (Barncraig), zu erwähnen. Sie enthält hauptsächlich Lingula mytiloides (massenhaft), Discina nitida, Murchisonia striatula, Bellerophon Urei, Orthoceras sp.; ferner Crinoidenstiele, Fischreste (Diplodus gibbosus u. a.) und ist wahrscheinlich identisch mit einer in der Nähe von Glasgow in demselben Horizont auftretenden Schicht mit Discina nitida, Productus scabriculus, Conularia quadrisulcata, Schizodus deltoideus.

Fast unmittelbar südwestlich von Markinch senkt sich erneut eine kleine Oberkarbonmulde ein, das unbedeutende Nebenbecken von Kinglassie bildend (s. Fig. 186). Es enthält dieselben Flötze wie das Hauptbecken von Dysart, Wemyss und Leven, ohne daß diese aber im einzelnen identifiziert werden könnten. Von insgesamt 11 Flötzen mit nahezu 60′ Kohle sind bisher nur 1 oder 2 in beschränkter Ausdehnung gebaut worden. Das mächtigste Flötz ist das tiefste, Nr. 11, mit 18′, das wohl sicher dem Dysart main coal entspricht. Ihm kommt am nächsten Flötz 2, von oben, mit $5^1/_2$′, in dem der Vertreter des Six foot coal von Leven vermutet wird.

Das „Becken von Clackmannan“ stellt, wie bereits näher ausgeführt, nur den Nordzipfel des großen schottischen Zentralbeckens (Lanark-Stirling) dar. Im Osten und Westen wird seine Mulde durch das Ausgehen von Millstone Grit und Kohlenkalk geschlossen, im Norden stößt es gleich den vorigen in einer großen Verwerfung an „Old red“. Seine Lage wird bezeichnet durch die Orte Alloa, Clackmannan und Kinkardine.

Hier ist nachstehende Flötz- und Schichtenfolge aufgeschlossen:

Kohlengebirge mit 4 schwachen oder geringwertigen Flötzen („rough coal“) . .	300′
Upper five foot coal	8′ 3″
Mittel	14′
Four foot coal	4′ 2″
Mittel	46′
Nine foot coal	9′ 8″
Kohlengebirge mit den Flötzen:	

[1]) Kirkby, J. W., The occurrence of marine fossils in the coal measures of Fife. Quart. Journ. geol. soc. **44**, 1888, S. 747.

M. Neish		
Mosie		300′
Lower five foot coal . . .		
Splint coal		
Coalsnaughton main coal	Oberbank . .	2′ 2″
	Mittel . . .	4′
	Unterbank . .	3′ 8″

Gebaut werden hauptsächlich: Upper five foot, Nine foot, Lower five foot und Splint coal. Flötz Lower five foot (auch Cherry oder Alloa jewel coal genannt) führt eine vorzügliche Hausbrandkohle. Splint coal ist sehr unregelmäßig in bezug auf Mächtigkeit, aber gleichfalls von guter Beschaffenheit. M. Neish und Mosie sind minderwertige Flötze.

Irland.

Es wurde schon gesagt, daß die Kohlenförderung Irlands verschwindend klein ist. Sie ist zudem in ständiger Abnahme begriffen und erreicht kaum 100000 Tonnen im Jahre. Die Kohlenformation nimmt allerdings ausgedehnte Flächen auf der Insel ein, doch handelt es sich dabei größtenteils um nicht produktives Unterkarbon in der Fazies des Kohlenkalks. Nur untergeordnet erscheint in mehreren Mulden flötzführendes Oberkarbon, zweifellos wohl die letzten Erosionsreste ausgedehnterer Ablagerungen. Außerdem ist im Norden des Landes auch das Unterkarbon, ähnlich wie in Nordengland und Schottland, in flötzführender Ausbildung vertreten.

Nach der stratigraphischen Entwickelung, wie auch nach dem tektonischen Bau lassen sich bei den Karbonablagerungen Irlands zwei natürliche Gruppen unterscheiden, die sich den entsprechenden Vorkommen der Hauptinsel von Großbritannien anschließen. Die südliche Gruppe, die tektonisch dem „hercynischen“ Faltensystem angehört, erscheint als Fortsetzung von Süd-England und -Wales. Hier ist nur das Oberkarbon, also die eigentlichen „coal measures“ flötzführend; die Kohle ist mehr oder weniger anthrazitisch. Dieser Gruppe gehören die Vorkommen von Clare, Limerick und Cork (Munster), sowie diejenigen von Queens county, Kilkenny und Tipperary (Leinster) an.

In der Nordgruppe finden wir tektonische Analogie zu Nord-England und eine weitgehende stratigraphische Übereinstimmung mit den schottischen Verhältnissen. Dies kommt namentlich in der Entwickelung des Unterkarbons zum Ausdruck, das in seinem oberen Teile in limnischer, flötzführender Entwickelung vorliegt, entsprechend dem „carboniferous limestone“ Schottlands, ebenso wie das tiefere Unterkarbon die Bildung des „calciferous sandstone“ wiederholt. Die Kohle dieser Gruppe ist „bituminös“. Die Becken liegen in Connaught („Leitrim coalfield“), Ulster („Tyrone coalfield“) und Antrim (Ballycastle). Eine Linie von Dublin Bay nach Galway Bay scheidet beide Gruppen.

Bei der praktischen Bedeutungslosigkeit aller dieser Vorkommen wird eine kurze Übersicht genügen.

A. Die Südgruppe. Das ausgedehnteste Gebiet von „coal measures" findet sich im südwestlichen Teile der Insel, in Munster, zu beiden Seiten des Shannon, doch sind hier nur wenige, beschränkte Gebiete produktiv, insbesondere Cork, Limerick und Clare. Die Flötze gehören den „lower coal measures" an und liegen in deren oberstem Teile. Höhere Schichten, middle coal measures, sind nicht vorhanden und jedenfalls denudiert. Dieser Umstand trägt vermutlich die Hauptschuld an der Kohlenarmut des Landes. Die Lagerungsverhältnisse sind sehr gestört, die Flötze von sehr wechselnder, aber meist geringer Mächtigkeit (von wenigen Zoll bis zu einigen Fuß). In West Munster (Blackwater valley und Cork) sind zwei bauwürdige Flötze („Bulk vein" und „South-" oder „Harris' bulk vein") mit 5—7′ Kohle entwickelt. In Ost-Munster liegen in demselben Horizont das Flötz Clashacona, mit 2′ anthrazitischer Kohle und das 4′ starke, aber schon völlig abgebaute Parnaclea-Flötz.

In der östlich anschließenden Grafschaft Leinster ist besonders das Kohlenfeld von Castlecomer zu erwähnen, in dem noch „middle coal measures" mit 5 Flötzen vertreten sind; unter ihnen liegen noch 2 Flötze der „lower coal measures", die somit als Vertreter der „Gannister-Flötze" von Mittelengland anzusprechen sind, was auch durch die begleitende marine Fauna bestätigt wird. Es sind somit im ganzen 7 Flötze vorhanden, die nachstehend in absteigender Reihe angeführt sind.

Peacock coal	1′ 10″	middle coal measures
Stoney coal	3′	
Double seam	5′	
Three foot (Old colliery-) coal	3′	
Four foot coal	1′ 6″—3′ 6″	
Upper Towlerton coal . . .	1′ 8″	lower coal measures
Lower Towlerton coal . . .	?	

Auch das Coolbann- und Newton-Kohlenfeld enthält 5 Flötze, von denen das bekannteste: „Yarrow coal" zwischen 3″ und 6′ Mächtigkeit schwankt.

B. In der Nord-Gruppe sind zunächst die Kohlenfelder von Leitrim in Connaught zu erwähnen, wo in einigen inselartigen Erosionsresten von (unteren) coal measures, die sich als Tafelberge auf unterkarbonischem Sockel erheben, 2—3 schwache Flötze entwickelt sind (Kilronan, Altagowlan u. a.).

Am bedeutendsten (verhältnismäßig!) ist hier das Tyrone-Kohlenfeld in Ulster mit dem Mittelpunkt Coal island. Es besitzt eine ziemlich bedeutende Oberfläche, die etwa zu zwei Dritteln von Buntsandstein bedeckt wird, und enthält mehrere ziemlich mächtige und auch gute

Flötze. Trotzdem findet kein nennenswerter Bergbau in diesem Gebiet statt. Nachstehend die Reihenfolge der Flötze in Coal island:

Upper coal (unrein)	2′ 2″
Annagher coal	7—9′
Bone coal	3′
Shining seam	2′ 10″
Brackaveel (gute Kohle)	5′
Gortnashea { Cannel 2′ / Kohle 4′ }	6′
Baltiboy (schwefelhaltig)	3′
Derry coal (gut)	4′ 6″
Yard coal (gut)	6′
Creenagh coal	7′ 6″
Drumglass main coal (veränderlich)	7′ 10″
Lower coal	1—2′

Als letztes endlich liegt das kleine Unterkarbon-Becken von Antrim bei Ballycastle, fast am Nordende der Insel, gegenüber der Insel Antrim. Die drei Flötze, erstes oder top seam 3′, zweites oder Hawkes nest seam 3′ und drittes oder main seam 4′, entsprechen stratigraphisch den „Edge coals“ von Schottland. Der früher hier umgehende Bergbau ist mit der Erschöpfung der Flötze zum Erliegen gekommen.

F. Das übrige Europa.

Neben den bisher betrachteten Ländern: Deutschland (nebst Österreich-Ungarn), Frankreich, den Niederlanden (Belgien und Holland) und Großbritannien, verfügt nur noch Rußland über größere — wenn auch im Vergleich zur Ausdehnung des Landes nicht gerade bedeutende — Kohlenschätze.

Alle übrigen europäischen Länder, also der skandinavische Norden (Schweden, Norwegen, Dänemark), die Schweiz, die Länder der drei südlichen Halbinseln besitzen fast durchweg entweder gar keine, oder nur ganz unbedeutende Steinkohlenlager der karbonischen Formation. Eine Ausnahme macht allein die pyrenäische Halbinsel, wo namentlich Spanien eine Anzahl von Kohlenbecken besitzt, die wenigstens z. T. mehr als örtliche Bedeutung beanspruchen können. Die russischen Ablagerungen sollen als Vertreter eines besonderen Typus des Karbons in anderem Zusammenhange betrachtet werden. Nordeuropa enthält keine weiteren karbonischen Kohlenablagerungen[1]). Es bleiben an dieser Stelle somit nur noch die Vorkommen Südeuropas und der Schweiz zu besprechen; dabei soll mit den spanischen, als den verhältnismäßig bedeutendsten, begonnen werden.

[1]) Die unbedeutenden Vorkommen im südlichen Schweden (Schonen) gehören der Trias an.

1. Spanien und Portugal.

Auf der iberischen Halbinsel ist die Kohlenformation in erheblicher Ausdehnung vertreten und z. T. auch in bedeutender Mächtigkeit und stratigraphisch vollständig entwickelt. Namentlich ist dies in **Spanien** der Fall (s. Karte Fig. 188), wo sich hauptsächlich zwei große Karbongebiete herausheben: ein nördliches, im Bereich des asturisch-kantabrischen Gebirges, und ein südliches in der Sierra Morena. Dem ersteren gehören die Becken von Asturien und von Leon an. Ihnen reiht sich das allerdings außerhalb des Gebirges gelegene Vorkommen von Palencia an. Im Bereich der Sierra Morena und ihres Vorlandes liegen die Becken



Fig. 188. Verbreitung der Steinkohlenformation in Spanien und Portugal.

von Cordoba (Belmez), Ciudad Real (Puertollano) und von Sevilla. Einige weitere vereinzelte Vorkommen, wie das Becken von Gerona und das Kalaf-Kohlenbecken in der Provinz Barcelona sind völlig bedeutungslos.

Die Kohlenvorräte der größeren Becken sind recht beträchtlich, wenn auch ihre Förderung gegenwärtig noch nicht den durch den natürlichen Reichtum dieser Ablagerungen gegebenen Möglichkeiten entspricht. Die gesamte Steinkohlenförderung Spaniens betrug in den Jahren

1902 Tonnen	1905 Tonnen	1909 Tonnen	1910 Tonnen
2 723 000	3 045 000	4 780 000	3 570 000

Sie verteilt sich auf die Hauptbecken wie folgt:

	1902 Tonnen	1905 Tonnen	1910 Tonnen
Asturien	1 441 000	1 800 000	2 330 000
Cordoba	445 000	434 000	368 000
Ciudad real	288 000	300 000	302 000
Leon	197 000	192 500	291 000
Sevilla	197 000	177 000	164 000
Palencia	125 000	109 000	134 000

Die Vorräte dieser Becken werden in den „coal resources“ mit folgenden Zahlen bewertet, wobei unterschieden wird zwischen den unmittelbar nachgewiesenen („actual reserves“) und den wahrscheinlich vorhandenen („probable reserves“) Vorräten [1]).

	Vorräte (in Millionen Tonnen)	
	sicher nachgewiesen	wahrscheinlich vorhanden
Asturien	3 320	340
Leon	310	190
Palencia	52,5	45
Ciudad real	60	30
Cordoba	30	15
Sevilla	7,5	2

Die stratigraphische Entwickelung der Kohlenformation in Spanien weist in mehrfacher Beziehung Eigenarten auf, die ihr ein ganz besonderes Interesse verleihen. Am vollständigsten ist sie in dem großen asturischen Becken vertreten. Es sind alle drei Hauptabteilungen vorhanden. Das Unterkarbon ist entweder als typischer Kohlenkalk, oder als „Kulm“ ausgebildet, oft in enger Verknüpfung mit dem Devon. Im Oberkarbon tritt sowohl die westfälische Stufe („Westfalien“), als auch die Ottweiler Stufe („Stéfanien“) hervor. Sehr merkwürdig ist es nun, daß in der westfälischen Stufe neben der limnischen flötzführenden Facies und mit dieser wechsellagernd (Schichten von Leña in Asturien) auch marine Ablagerungen erscheinen, die hier im äußersten Westen Europas — scheinbar unvermittelt — den russischen Typus des Oberkarbon mit den charakteristischen Fusulinenkalken zum Ausdruck bringen.

Ein Bindeglied zwischen den marinen Ablagerungen des Oberkarbons von Rußland und von Asturien findet sich allerdings in den Ostalpen vertreten durch die mit pflanzenführenden Schichten wechsellagernden Fusulinenkalke der Gegend von Pontafel in Kärnten. Man muß danach annehmen, daß sich ein Busen des russisch-asiatischen

[1]) Die dritte Gruppe, die möglicherweise noch vorhandenen („possible reserves“) Vorräte, soll hier, als zu unsicher, außer Betracht bleiben.

Oberkarbonmeeres am Südrande des variscisch-armorikanischen Festlandes hingezogen habe, der sich bis nach Spanien erstreckte.

Das oberste Oberkarbon (Ottweiler Stufe, Stéfanien) ist von dem mittleren (Westfalien) durch Diskordanz getrennt und daher in seiner Verbreitung von diesem z. T. unabhängig.

In Asturien, wo die Formation am vollständigsten vertreten ist, zeigt sich folgende Gliederung[1]):

Stéfanien	Konglomerat von Tineo (mit Pecopteris Pluckeneti)
	Diskordanz
Westfalien (bezw. Moscowien)	Flötzführende Schichten (Schiefer) von Sama de Langreo (mit Dictyopteris sub-Brongniarti und Brackwasser-Fauna)
	Schichten von Leña (Wechsellagerung von Schiefern, Sandsteinen und Konglomeraten mit Landpflanzen und von marinen Kalken mit der Fauna des unteren „Moscovien“: Spirifer mosquensis, Productus longispinus, Londalia rugosa, Fusulina cylindrica u. a.)
	„Calcaire des cañons“ (über 200 m mächtig, erzführend, fast fossilleer)
Kohlenkalk (Viséen)	„Marbre griotte“ (Kalke mit Goniatites crenistria, Pronorites cyclolobus, Prolecanites Henslowi).

Asturien[2]). Das Kohlengebirge bildet in großer Ausdehnung den nördlichen Teil des asturisch-kantabrischen Scheidegebirges und erstreckt sich hier aus der Gegend südwestlich von Santander bis etwa zum Meridian von Oviedo. Es gipfelt in dem Gebirgsstock der Puntas de Europa. Im Westen ruht es konkordant auf Devon, unter dem die älteren paläozoischen bis präkambrischen Bildungen folgen. Nach Norden und Osten wird das Karbon von Trias, Jura und Kreide überlagert. Unter diesem Deckgebirge ist das Karbon an verschiedenen Stellen durch Bohrungen nachgewiesen, so z. B. an der Küste bei Gijon.

Die karbonische Schichtenfolge erreicht eine Mächtigkeit von nahezu 3000 m. Das Unterkarbon ist als Kohlenkalk oder Kulm entwickelt. Das Oberkarbon ist durch die westfälische Stufe („Westfalien“) und die Ottweiler Stufe („Stéfanien“) vertreten. Die letztere liegt diskordant über den älteren Schichten. Ihr Vorkommen beschränkt sich auf den westlichsten Teil des Gebietes an den Flüssen Trubia und Narsea. Die

[1]) Barrois, Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. — Lille 1882.

[2]) „Coal recources“ II, S. 642 ff. — Nicou, P. und Schlumberger, C., L'industrie minière et métallurgique dans les Asturies. Ann. des mines 1905, S. 203. — Schulz, Wilh., descripcion geologica de Asturias. Madrid 1858. — Grosch, Geolog. Reisebeobachtungen am Nordabfall der cantabrischen Ketten. Zeitschr. d. Geolog. Ges. 1911, S. 557.

Mächtigkeit dieser Abteilung ist gering, und da sie auch in der Regel nur dünnere Flötze (von 1—$3^1/_2$ Fuß Mächtigkeit) enthält, kommt sie für den Bergbau weniger in Betracht.

Das ganze Gebiet wird beherrscht durch überaus starke Faltung. Dadurch werden die flötzführenden Ablagerungen in eine größere Anzahl einzelner Mulden zerlegt. Der gebirgige Charakter des Gebietes gestattet fast durchweg Gewinnung im Stollenbau. Der Bergbau beschränkt sich, abgesehen von einem kleinen Gebiet am Meere, auf den westlichen Teil in den Tälern der Flüsse Nalon (von Pola de Laviana bis Sama) und Candal (von Pola de Lena bis Olloniego) in der Gegend von Oviedo.

Die Entwickelung und Flötzführung der Schichten ist in dem ganzen in Betracht kommenden Gebiete ziemlich gleichförmig (Fig. 189). Die flötzreichen Schichten des „Westfalien“ zerfallen in drei Gruppen:

3. Obere Gruppe, bestehend aus 330 m Schichten mit 14 Flötzen, die zusammen 7,75 m Kohle enthalten. Die Basis dieser Abteilung wird bezeichnet durch eine Bank von Knollenkalk („calcaire gompholithique“);
2. die mittlere Gruppe, zugleich die flötzreichste, von etwa 1500 m Mächtigkeit, mit 45 Flötzen und 28,4 m Kohle;
1. die untere Gruppe, 890 m mächtig, enthält nur 7 Flötze mit 3,8 m Kohle.

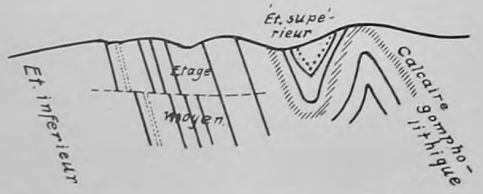


Fig. 189. Schnitt durch das Kohlengebirge von Maria Luiza, im Bezirk von Sama, Asturien (n. Nicon und Schlumberger).

Die Natur der Kohle ändert sich gesetzmäßig mit der Tiefe. Die liegendsten Flötze, die in Pola de Lena gebaut werden, sind rein anthrazitisch, doch machen diese nur einen sehr geringen Bruchteil der Förderung aus. Von hier nach Nordosten fortschreitend, gelangt man in immer höhere Schichten und damit zu immer gasreicheren Flötzen. Den Hauptteil der Förderung bilden Kohlen mit 30—35 % flüchtigen Bestandteilen.

Das Becken von Leon kann als eine durch tektonische Vorgänge (Faltung) abgetrennte Fortsetzung des asturischen Beckens betrachtet werden, ebenso wie das sogleich zu besprechende Vorkommen von Palencia. Auch hier bildet das flötzführende Karbon mehrere, durch Sättel getrennte Mulden. Die Zahl der Flötze wird zu 15—20 und mehr angegeben bei einer mittleren Mächtigkeit von 1—5 m, doch sollen auch Anschwellungen bis zu 20 m und darüber vorkommen.

Im Becken von Palencia[1]), nördlich von Valladolid, liegt das Karbon ganz unter Tertiär und noch jüngeren Ablagerungen vergraben. Die bisher bekannte und nachgewiesene Ausdehnung soll etwa 700 qkm betragen. Im ganzen sind 16 Flötze mit 26′ Kohle bekannt, von denen jedoch die oberen vier Flötze sehr unregelmäßig und kaum bauwüdig sind. Sie werden durch ein 600 m mächtiges flötzleeres Mittel von der unteren Gruppe getrennt.

Die als wahrscheinlich angenommene weitere Ausdehnung des Kohlenfeldes („probable reserves" 45 Mill. T., vgl. oben S. 672) soll über 1200 qkm (500 engl. Qu.-Meilen) betragen. Dieser Teil ist ganz von Kreide und Trias verdeckt.

Das Becken von Ciudad real (Puertollano) liegt südlich dieser Stadt im nördlichsten Vorlande der Sierra Morena. Es stellt eine schmale NW—SO gerichtete Mulde dar, die in silurische Schichten eingesenkt ist. Das Karbon ist hier lediglich mit seiner obersten Abteilung, der Ottweiler Stufe vertreten. Die gefundenen Pflanzenreste (u. a. Pecopteris dentata, P. unita, Walchia piniformis) weisen auf den höchsten Teil der Stufe.

Das Becken von Cordoba, auch als Becken von Belmez[2]) bezeichnet, zieht sich im südlichen Teil der Sa. Morena als schmale NW—SO streichende Mulde (also gleich gerichtet wie das Becken von Ciudad real) in einer Länge von 50—60 km bei einer durchschnittlichen Breite von nur $2^1/_2$ km.

Das Karbon ist eingebettet in altpaläozoisches Grundgebirge (Kambrium, Silur, Devon). Es setzt sich zusammen aus Unterkarbon — als Kohlenkalk oder als „Kulm" entwickelt — und produktivem Oberkarbon. Letzteres enthält sechs bauwürdige Flötze, die zusammen im Durchschnitt etwa 8 m Kohle enthalten. Im einzelnen schwankt die Mächtigkeit in außerordentlich weiten Grenzen von wenigen Zoll bis zu 130′, so daß solche Flötzteile als Linsen oder stockförmige Massen (auch „Taschen" — engl. „pockets" —) bezeichnet werden können. Die Kohlen sind teils anthrazitisch, teils sind es halbfette bis Fettkohlen.

Der Vollständigkeit wegen seien noch die zahlreichen aber praktisch bedeutungslosen Karbonvorkommen in den Pyrenäen erwähnt, die z. T. die vollständige Stufenreihe von Kohlenkalk bis zum „Stéfanien" — ähnlich wie in Asturien — enthalten. Am besten bekannt ist hier das kleine Becken von San Juan de las Abadesas[3]), am Ostende der Pyrenäen.

---

[1]) R. Oriol, Die Steinkohlenbecken Kastiliens und ihre Beziehungen zu den asturischen Becken. Glückauf 1894, S. 891.

[2]) Mallada, L., Memoria descriptiva de la cuenca carbonifera de Belmez. Bol. Com. mapa geol. XXXVIII, 1901.

[3]) Vergl. Ann. des mines 3 Ser., Bd. 16 (1839), S. 663; Neues Jahrb. f. Min. usw. 1903, Bd. II, S. 389. — Hupfeld, Das Steinkohlen-Becken von S. Juan in den Ostpyrenäen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901, S. 145.

Dieser Gruppe reiht sich das kleine Kalaf-Kohlenbecken, im Küstengebirge der Provinz Barcelona, an. Es stellt eine Mulde von etwa 12 km Länge und 10 km Breite dar. Die Kohleführung ist völlig unbedeutend. Man zählt 11 Flötze von etwa 1′ Mächtigkeit. Der hohe Aschengehalt — über 20% — macht sie nahezu wertlos.

Portugal besitzt nur wenige, meist ganz unbedeutende Kohlenvorkommen im nördlichen Teile des Landes. Die ausgedehnten karbonischen Ablagerungen im Süden gehören der unteren Abteilung der Formation an und sind anscheinend flötzleer.

Verhältnismäßig am bedeutendsten ist das Becken von San Pedro da Cova bei Porto (am Douro). Hier ist ein schmaler Streifen von Oberkarbon von nur wenig über $^1/_2$ km Breite bei 60 km Länge als eng zusammengepreßte Mulde mit steiler Schichtenstellung dem alten Grundgebirge (Silur und Präkambrium) eingefaltet. Die Schichten gehören dem obersten Karbon an („Stéfanien"). Das Vorkommen entspricht also dem von Puertollano in Spanien. Es sind zwei Anthrazitflötze von etwa 1 m Mächtigkeit entwickelt.

Der gewinnbare Kohlenvorrat wird auf 20 Millionen Tonnen geschätzt.

Ein kleines Kohlenfeld bei Coimbra (Cabo Mondego) gehört dem Jura an.

2. Schweiz.

Die durchweg ganz unbedeutenden karbonischen Kohlenvorkommen der Schweiz gehören ganz dem Alpengebiet an. Es sind die Fortsetzungen der aus den französischen Alpen bekannten, weithin ziehenden Kohlengebirgsstreifen zu beiden Seiten des Mt. Blanc-Massivs (S. 459). Der nördliche, der als Fortsetzung des Zuges von Bourg d'Oisans und La Mure erscheint, zieht über Chamounix durch das Rhonetal nach Vernayaz und verschwindet unter der Bedeckung des Kalkgebirges der Dt. de Morcles. Der südliche Zug setzt die Zone des Briançonnais über den kleinen und großen St. Bernhard fort. Bei Sitten erreicht er das Rhonetal und streicht hier in ONO-Richtung weiter bis Turtmann und in die Gegend des Simplon.

Zur Kennzeichnung der Entwickelung des Karbons in diesen beiden Parallelzonen kann auf die früheren Ausführungen (s. Frankreich) Bezug genommen werden. Die Mächtigkeit der karbonischen Schichtenreihe beträgt wenigstens 1500 m. Sie ist stark gefaltet, zusammengepreßt und dynamometamorph verändert. Dies betrifft insbesondere auch die Kohlenflötze, die stellenweise bis zum Graphitstadium umgewandelt, sonst als Anthrazit entwickelt sind. Ebenso sind sie durch den Gebirgsdruck mechanisch stark beeinflußt, indem die Kohle bald völlig verdrückt und ausgequetscht, bald zu linsenförmigen Massen von 2—6 m Mächtigkeit gestaucht ist.

Eine Reihe älterer Betriebspunkte bezeichnet den Verlauf des Kohlengebirges; im nördlichen Zuge: Collonges, outre-Rhône, Dorénaz,

Vernayaz, Salvan; auf dem südlichen: Liddes, Six blanc, Bramois, Granges, Ergisch.

Im Jahre 1911 waren nur noch zwei kleine Anthrazitgruben im Kanton Wallis in Betrieb, bei Sitten und Grone, die zusammen 5000 Tonnen förderten. Außerdem fand bei Martigny Graphitgewinnung statt.

Eine weitere Fortsetzung des alpinen Karbons nach Osten über Guttannen zum Titlis, Bristenstock und Tödi enthält nur noch ganz wertlose Kohleschmitzchen von wenigen Zentimeter Stärke. Ganz vereinzelt und praktisch bedeutungslos, aber geologisch interessant ist eine bis 3 m mächtige Kohlenlinse am Tödi (Bifertengrätli), die nach den begleitenden Pflanzenresten den oberen Saarbrücker Schichten angehört.

Größere Bedeutung als diese karbonischen Kohlenvorkommen scheinen andere, dem Jura angehörige Kohlen zu haben, die seit Jahren bei Baltigen im Simmental gebaut werden. Es handelt sich um echte Steinkohle (Fettkohle), deren Gewinnung vielleicht noch einer weiteren Ausdehnung fähig ist.

3. Italien.

In Italien kennt man nur zwei Vorkommen karbonischer Steinkohle, die in praktischer Beziehung beide gleich bedeutungslos sind. Das Land ist daher für seinen Kohlenbedarf — abgesehen von der gleichfalls wenig bedeutenden eigenen Braunkohlenförderung — ganz vom Auslande und zwar von Deutschland und England abhängig.

Das eine der beiden erwähnten Vorkommen liegt in dem italienischen Anteil der Alpen[1]), südlich des Mt. Blanc, und gehört dem soeben erwähnten Karbonzuge Briançonnais-St. Bernhard-Simplon an. Der Verlauf der Grenze schneidet aus diesem Zuge das unmittelbar südlich bezw. südöstlich des Mt. Blanc-Massivs gelegene Stück — zwischen Kl. und Gr. St. Bernhard — für Italien heraus. Es gilt deshalb auch für diesen italienischen Anteil das über die zu Frankreich bezw. der Schweiz gehörigen Vorkommen dieses Zuges bereits früher Gesagte. Die Hauptvorkommen liegen im oberen Aosta-Tale; verhältnismäßig am bedeutendsten ist das kleine Becken von Thuile.

Außer diesem wäre noch das Karbonvorkommen von Corongius auf Sardinien, am Gennargentu, zu erwähnen, wo ein Flötz von durchschnittlich $1^1/_2$ m, stellenweise auch bis zu 3 m Mächtigkeit in guter Beschaffenheit aufgeschlossen ist.

Endlich finden sich bei Udine Steinkohlenflötze von bauwürdiger Mächtigkeit und Beschaffenheit in den Schichten der Triasformation.

4. Die Balkanländer.

In den Ländern der Balkanhalbinsel haben kohleführende Ablagerungen eine ziemlich weite Verbreitung. Sie finden sich hier in

[1]) I giacimenti di antracite nelle Alpi occidentali (Mem. descrittive della carta carta geol. d'Italia, Bd. XII). Rom 1903.

verschiedenen Formationen, sowohl im Karbon wie im Mesozoikum (Jura und Kreide), abgesehen von den Braunkohlen des Tertiärs. Alle diese Vorkommen sind bisher noch mangelhaft erforscht. Im ganzen scheinen die karbonischen Vorkommen ziemlich unbedeutend zu sein.

Rumänien besitzt karbonische Steinkohle in den Karpathen, wo bei Schela eine bescheidene Gewinnung stattfindet. Außerdem sind Kohlen im unteren Jura (Lias) und in der Kreideformation bekannt.

In Bulgarien kennt man Karbonkohlen (als Anthrazit bezeichnet) an zwei Punkten: 1. im Iskertal, nördlich von Sofia, bei Kurilo ein kleines Becken, in dem mehrere Flötze von 1,5—4,5 m, stellenweise auch von 8 m Mächtigkeit aufgeschlossen sind. Abbau scheint hier bisher noch nicht stattgefunden zu haben.

2. Das Becken von Belogradtschich bei Stakevtzi, nordwestlich von Sofia. Hier sind zwei Flötze von 1—$1^1/_2$ m in unregelmäßigen linsenförmigen Massen entwickelt.

Außerdem ist die obere Kreideformation (Senon) an verschiedenen Punkten flötzführend entwickelt (bei Trevna, Katschulka u. a. O.).

Serbien besitzt nur wenige, ganz unbedeutende Kohlenlager des Karbons (bei Melnitze, Ranovac usw.) mit unreiner, bröckeliger Kohle meist von geringer Mächtigkeit (0,2—2,5 m).

Wichtiger sind hier die Kohlenflötze im Lias (von Dobra, Miroc, Vršha-Cuka u. a.) sowie in der Kreideformation.

In Montenegro endlich soll bei Nicktschitsche eine ausgedehnte Ablagerung (? karbonischer) Kohle von ziemlich günstiger Entwickelung vorhanden sein.

Register.

Abkürzungen: Fl., Fle. = Flötz, Flötze; Flgr. = Flötzgruppe; Gr. = Grube; Bohr. = Bohrung.

A

Aachener Kohlenbecken 83 ff.
— Sand 92
— Sattel 89
— Überschiebung 89
Äacus-Sprung 116, 131
Abancourt, Bohr. 467, 468, 469
Abbaye, Fl. 332
Abberley Hills 540, 584
Abdy coal, Fl. 535, 537
Abelard, Fl. 331
Abendstern, Gr. 159
Abergorchy, Fl. 496
Abergorki, Fl. 495
Abilon 426
Abiracs 447
Ablain-St. Nazaire 326
Abscon, faille d' 336
—, faisceau d' 336, 338
Ackworth rock 534, 535
Acre-Kalk 603, 604
Acklington-dyke 600
Adalbert, Fl. 135
Adam, Fl. 179, 188 f.
Agathe, Fl. 179, 189
Agrappe 293
Ahaus, Bohr. 61
Ahun 313, 351, 354, 355, 360
—, Becken von 449 f.
Ahurie, Fl. 247.
„Aix-la-Chappelle, — assise d'" 208
Alais 313, 349, 350, 353, 356, 360
—, Becken von 419 ff.
Albert mine, Fl. 546
Albi 313, 349, 360, **437** ff.
Albrecht, Fl. 197
Alfred, Fl. 342
Algenkohle 20, 36
Alice, Fl. 132
Allaye, Fl. 298
Alloa jewell coal, Fl. 634, 668
Allochthone Flötzbildung 19 f., 357, 401
„Alpes occidentales" 313
Altenberg 201
Altenwald, Gr. 135
Alton coals, Fle. 532
Amé, Fl. 342
Amelung, Fl. 137, 144
Ampelite 271
Ampen, Bohr. 63
Amstenrade, Bohr. 104, **105**
Amsterdamer (= Wattenscheider) Sattel 66
Amthorpe, Bohr. 529
Ancenis, Becken von 453, 454, **455**
Andenne, Schichten von (assise d'-) 271, 273, 280, 301, 302
—, Flgr. (faisceau d') 279 f.
Anderlues, Gr. 296
Andö 37
Anglaise, Fl. 299
Anglesea, Becken von 594 f.
Anhang, Fl. 180, 189
Anhée, Becken von 268
Aniche 315, 319, 331, 337
Anna, Gr. (Wurm) 99, 100 f.
—, Fl. (Saar) 137, 144.
Annagher coal, Fl. 670
Annoeullin, Flgr. von 319
Anthracit 11
Antoine, Fl. 342
Antoinette, Fl. 299
Antonie, Fl. 180, 186, 187
Antrim 668, 670
Antwerpen 268
Anzin 315, 317, 319, 329
Arago, Fl. 342

Ardennen, Becken 268
Ardinoise, Fl. 299, 302
Ardinoises, faisceau des 301 f.
Argentat 354, 449
Argyleshire 475
Argyll 629
Arktische Kohle 42
Arley mine, Fl. 525, 544, 545, 546, **547**
Armadale 649
Armois 416
Arniston Dundas coal, Fl. 634
— Parrot coal, Fl. 634
Arpentine, Fl. 334
Arran 475
Arta-Stufe 42
Arthur, Fl. 188
Asch, Bohr. 305
Ashton series 508, 510
— vale 513
Aspatria 621
— Sprung 616, 618
Aspen, Fl. 142, 144
Aster, Fl. 135
Asturien 672, **673** f.
Atmosphäre, der Karbonzeit 32
—, Kohlenstoffgehalt der 12 f.
Atton, Bohr. 467, 468.
Aubenas 313, 360, 423
Aubigny-la-Ronce 359
Aubin 313, 349, 354, 360
—, Becken von 441 ff.
Auchenheath 650, 651
Auchingane coal, Fl. 648
Auchlochau 659
Auchy-au-bois 319
Augenkohle 9
Auguste, Fl. 342
Augustin, Fl. 331, 342
„Außenwerke", Flgr. 87, **94** f.
Autochthone Flötzbildung 19 f.
Autun, Becken v. A. u. Epinac 349, 351, 354, 359, **391** ff.
„Autunien" 354, 356, 381, 394
Auvergne 313, 354, 359
Auxonne 376
Auzits 442
—, faisceau d' 354, 444, **447**
Aveyron 313, 351
Ayrshire 475, 628, 629, 630, 634
—, Becken von 652 ff.
Azincourt 329, 331

B

Baaker Mulde 65, 66, 67
Baal, Bohr. 102
Baarlo, Bohr. 265 f.
Babitz 257
Back coal seam, Fl. 660
Backfähigkeit 3, **6**
Backkohle 7
Baconnière 459
Baden 230
Baesweiler 101
Baggeridge wood, Bohr. 560
Baggert 93
Bala-Verwerfung 581
Balbardie gas coal, Fl. 651
Baleine, Fl. 334
Balkanländer 677 f.
Ballarat, Fl. 611
Ball coal, Fl. 649
Ballshill fault 560
Bally castle 668, 670
Balmoral coal, Fl. 648
Baltiboy, Fl. 670
Baltigen 677
Bambury rock 557
Banbury seven feec coal, Fl. 525, 554
Banel 447
Bank, Fl. 186
Bänkchen, Fl. 183
Bankend 659
Bannock band, Fl. 621
— burn 650, 652
— main coal., Fl. 634
Barcelona coal, Fl. 536
Bare coal, Fl. 571, 572
Barncraig, Fl. 665, 666, 667
Barnsley, Fl. 534, 535, **536**
Barrentheorie 20
Barrs coal, Fl. 639
Bartelmuss, Fl. 179
Bascoup, Gr. 296, 298
Bass coal Fl., 566
Basse Loire, Becken 313, 352, 453, **455**
Bassey-mine-Eisensteinfl. 554, 555
Bastard coal, Fl. 513
Bastions mine Fl. 546
Bâton, Fl. 299
— de vieillesse, Fl. 302
Batsford, Bohr. 485
Baudet, Fl. 298

Baume, Fl. 283
Bay coal, Fl. 554
Bayern 230
Beamshaw, Fl. 535
Beatensglück, Gr. 182
Beaujardin, Fl. 287f.
Beaulieusart, Gr. 296
Beaumont, Fl. 342, 611, 612
Beckerschacht-Verwerfung 222
Bedminster series 508f., 510
Beefie coal, Fl. 639
Beeringen, Gr. 305, 311, 312
Beeston coals, Fle. 532f.
Befriedigungsflötz 180
Beggar coal, Fl. 638
Béguine, Fl. 283, 285
Belgien 259, **266**
Belg. Nordbecken 267, **305**ff.
— Belg. Südbecken 267, **268**ff.
Belmez 671, 675
—, Becken von 675
Belogradtschick 678
Bench coal, Fl. 567, 571, 589
Bendzin 167, 183
Bensham, Fl. 611, 612
Bentingsbank, Fl. 82, 83
Bentley, Bohr. 529
—, great B. fault 560
— hay coal, Fl. 567, 589
Berghaupten 231
Bergschüsse 224
„Bernician" 603, 604, 606
Bernissart, Gr. 298, 304
Bert 351, 354, 359, 375f., 378, 382, 390
Besline, Fl. 283
Bessèges, Becken von 424, 429, **433**f.
—, Stufe von 424, 432f.
Best coal, Fl. 588, 592
Better bed coals, Fle. 532f.
Beugin 326
Beust-Flötz 104, 142, 144
Beuthen 167, 183
Beuthener Mulde 172, 181, 187
Bexbach, Bohr. 114
—, Mittel, Gr. 230
Beer, Fl. 135
Bézenet 407
Bideford 484
Bienvenne, Fl. 298, 304
Big flint coal, Fl. 588
— vein, Fl. 499
Bind coal, Fl. 581
Binn coal, Fl. 546
„Binnenwerke" 88, **94**f.
Birrenswark-Gruppe 625
Bishop Auckland 611
Bismarck, Fl. 63, **78**
Bitumen 15
Blackband-Gruppe 520, 550, 554f., 563
— Eisenstein 643, 648, 654, 655, 657
Blackburn 650, 651
Blackclose, Fl. 611, 612
— coal, Fl. 546, 548
— shale, Fl. 533
— stone vein, Fl. 499
Blanche veine, Fl. 283
Blanzy 349, 351, 354, 359, 377, 381, 383f.
—, Becken von **375**ff.
Blattnitz 250
Blavierit 458
Blequeneques 346
Bloc coal, Fl. 577
Blocking coal, Fl. 533, 536
Blücher, Fl. 135
Blue-flats-Eisenstein 565
Blyth 611
Bocholz 103
Bockenrader Tal 81
Bockwa 205, 211, 212
Bogheadkohle 8f., 396, 633, 649
Böhmen 232f.
Böhmisch Brod 236
Bois commun 421, 433
— d'Aveize, Schichten von 354, 369, 371, 374
— de Micheroux, Gr. 286
— du Duc, Gr. 296
„Bolderien" 307
Bolton 545
Bone coal, Fl. 546, 547, 670
Bonne menu, Fl. 372, 374
— veine, Fl. 298
Boothorpe fault 573
Borinage 269, 289
Bornholm 37
Borrowstounnes (Bo'ness) 650
Borstel, Fl. 135
Bort 351, 366, 413
Bosboie 447
Bottom coal, Fl. 504, 565, 566, 567, 577, 589, 592
—, lower, Fl. 549

Bottom vein, Fl. 496
Bouharmont, Fl. 287
Boulangère, Fl. 333, 334
Boulonnais 315, 316, **344**ff.
Bouquiés 447, 448
Bourbonnais 313, 354, 359
Bourdesoulles 400
Bourganeuf 313, 351, 354, 360, 449
Bourg d'Oisaus 460, 461
Bourgogne (u. Nivernais) 313
Bourg Lastic 360, **413**
Bourran 354
—, système de 444, 446, **448**f.
Bousquet, montagne de 435f.
Boussu, faille de 292f., 321, 329
—, massiv de 292, 321
Bouxhours 416
Bowhouse 665, 666
Boyen, Fl. 135
Brabant, Massiv von 268, 276
Brabourne, Bohr. 484, 516
Brackaveel 670
Bradford four feet-Fl. 549, 550
Braizley delf, Fl. 504
Bramois 677
Branch vein, Fl. 513
Brandau 201
Brankstone coal, Fl. 666
Brassac 313, 354
— Brioude, Beckenvon 351, 353, 360, **413**ff.
Bräser Revier 252f.
Brassert, Fl. 140, 145
Brass thill, Fl. 611, 612
Brass vein, Fl. 499
Brassy coal, Fl. 581
Braunkohle 2ff., 11, 12
Brazilly coal, Fl. 504
Breadless coal, Fl. 504
Breccie v. Rive de Gier 365, 368
—, Haffield 584
Breitenbach 230
Breitenbacher Flötz 125, **146**
Bretagne 452
Breuer, Fl. 145
Briançon (Briançonnais) 461
Brick kiln vein, Fl. 499
— lin vow coal, Fl. 556
Bridge coal, Fl. 495
Bridgeness 650
Brierley hill fault 560
Bright coal, Fl. 661
Bright vein, Fl. 501
Brioude 351, 353, 360, 413
Brives 351, 354, 360, 449
—, Becken von **450**f.
Bristol 473
—, Becken von 485, 505ff.
Brithdir, Fl. 495
Brockhausen, Bohr. 63
Brockholes seam, Fl. 592
Broock coal, Fl. 565, 566, 567, 589
Brockwell, Fl. 604, 608, 611f.
Broomhill 611
Brora-Grube 37
Brosse, Bohr. 465
Brôze, Fl. 299, 302
Bruay 319, 325
Brücken 230
Brüggen, Bohr. 102
Bruille 319, 332
Bruno, Fl. 195
Bücking, Fl. 96
Bruxellien 307
Bryncock, Fl. 495
Brzezuwka, Bohr. 192
Budweis, Becken von 235, **254**
Bulgarien 678
Bulk vein, Fl. 669
— —, Harris' 669
Bullion coal, Fl. 524, 544
Bull seam, Fl. 512
Bully-Grenay 315, 319, 325, 329, 340
Burford, Bohr. 477, 485
Burnley, Becken von 543, **548**
Buschtierader Becken 242
Bush coal, Fl. 665
Bushy vein, Fl. 498
Bussy, Fl. 333
Busty, Fl. 611
— bank, Fl. 611
Bute, Fl. 496
Bwddr fach, Fl. 495
— fawr, Fl. 495
Butterknowle fault 599
Buxière-la-Grue 409
Bydyllag, Fl. 494
Byreburn 625, 626, 627

C

Caermarthen 486
Cadette, Fl. 302
Caesar Grube 159

Caillette, Fl. 302
Cairncubie, Fl. 661
Calamincar 587
Calamodendron-Stufe 354, 404, 451
„Calcaire des cañons“ 673
„Calciferous sandstone“ 480, 526, 632, 636, 643
Caldside coal, Fl. 606
Camille, Fl. 337
Camlarg, Fl. 657
Campagnac, système de 444, 445, **447**
Campine-Becken 260, 267, **305**
„Campinien“ 307
Campredon, Bohr. 421
Cancer, Fl. 606
Cannelkohle 8, 77, 79, 134, 546, 547, 567, 589, 614
Cannel row coal, Fl. 556
—, upper c. coal, Fl. 649
Cannock Chase 566
Canonbie-Kohlenfeld 622, **623** ff.
Carabinier, Gr. 296
—, faille du 290, 291, 296
„Carboniferous limestone“ (in Schottland) 480, 632, 633, 637, 643, 649, 653, 661 f.
Cariteth seam, Fl. 607
Carlowitz, Fl. 135
Carlton, Fl. 634, 638
Carluke 650, 651
Carmacoup coal seam, Fl. 659
Carmaux-Albi 313, 349, 354, 360
—, Becken von **437** ff.
Carolaschacht-Verwerfung 222
Caroline-Flötz 132
Casimir, Fl. 336, 338
Castagnette, Fl. 284
Castlecomer, Kohlenfeld von 669
Catharina, Fl. 63, 75, **76**, 284
Cathead, Fl. 512
Catula, Fl. 299, 301
Celine, Fl. 343
„Cementstone“-Gruppe 603, 604, 625, 632
Cendras 432 f.
Cenoman 54, 290, 327
Cense, Fl. 299, 302
Centralplateau (Frankr.) 313, 349
„Centre“ (Belgien) 269 ff., 290, 298
—, faille du 290 ff., 296
Cerberus-Sprung 116, 131
Cevennenstufe (étage des Cévennes) 354
— sprung (faille des Cévennes) 421
Cèze, Becken der 422
Chaineux, Fl. 284
Chalmerston coal, Fl. 657
Chalonnes 456, 457
Chambois 354
Champclauson 354, 426
—, Stufe von 424, 433 f.
—, Flötzgruppe von 427
Champagnac 313, 351, 354, 360, **413**
Chance coal, Fl. 577
Chandelle, Fl. (Belg.) 280 f., 298
— (Frankr.) 334
Chapelle-sous-Dun 359, 378
Charbonnages réunis, Gr. 296
Charbonnier 414, 416
Charleroi 269 ff., 298
—, Schichten von (assisse de) 271, 273, **281**, 284, 297, 301
Charles coal, Fl. 567, 589
Charlotte, Fl. 179, 187, 549
Charmoi, Bohr. 380
Charnapré, Fl. 283, 285
Charnwood-Forest 537, 541, 573
Châtelet, Schichten von (assise de) 271, 273, 284, 297, 301, 302
Château l'abbaye 319, 332
Châteaulin, Becken von 457
Chaudefond 456, 457
Chauvetière 374
Chavais, banc de 406
Chazotte 372
Cheadle, Becken von 552, **557**
Chemiss coal, Fl. 665, 666
Chenou, Fl. 279 f., 281, 284
Chilburn Haugh seam, Fl. 607
China band, Fl. 622
— bed, Fl. 549
— coal seam, Fl. 651
Chokier, Schichten von (assise de) 271 ff., 301, 317
Christian-Gottfried-Grube 159
Christina-Stollen 190
Church, Fl. 495
Churchclose seam, Fl. 512
Churchway delf, Fl. 504
Cinder coal, Fl. 566
Cinq paumes, Fl. 299, 333
— pieds, Fl. 283
— poignées, Fl. 287
Ciudad real 671 f., 675
— —, Becken von 675

Clackmannan 628, 629, 630, 634, 642, 660, **667**f.
Clare 668, 669
Clarentaler Sattel 112, 117, 131, 138
Clashacona, Fl. 669
Claud coal, Fl. 655
Claudine, Fl. 287
Clay band-Eisenstein 643, 654
— coal seam, Fl. 638
— knowes, Fl. 639
Cleaton moor 621
— —, Verwerfung von 618
Cleehills 519, 584, 594
—, brown 594
—, Titterstone 585, 594
Clémence, Fl. 343
Clements vein, Fl. 499
Cleophas-Fundflötz 179
Climpy 650, 651
Clitheroe, Kalk von 481
Clod coal, Fl. 588, 592
Closing hill seam, Fl. 611, 612
Clowne coal, Fl. 535
Clunch coal, Fl. 588, 592
Clyde-Becken 475, 629, 630, 634, **640**ff.
Clylid, Fl. 499
Coalbrookdale, Becken von 475, 519, 541, **582**ff.
Coalbrook seam, Fl. 497
„Coal measures" 482, 520f., 579, 604, 653, 669
—, middle 520f., 530, 545, 557, 570, 574, 591, 604, 608, 619, 625, 631
—, lower 521, 530, 544, 556, 557, 574, 604, 608, 619, 625, 631
—, upper **520**ff., 530, 553, **554**, 570, 574, 591f., 593, 604, 619, 625, 632
Coaley hill dyke 600
Coal island 669
Coals naughton main c., Fl. 668
Coalpit heath 510
Coanwood, Becken 600, 614
Coarse coal, Fl. 607
Cochet, Fl. 283
Cockfield whin dyke 599
Cockshoot roch 492, 496
Coedyralt-Sandstein 520
Coimbra, Becken von 676
Coking coal, lower, Fl. 657
— —, upper, Fl. 657
Coleford high delf, Fl. 504
Coleorton 573, 576
Colinburn coal, Fl. 649
Collonges 676
Colombier 400
Colonieflötz 140, 145
Comaille-Chambois, Stufe von 395
Combe plaine 371
Comberedonde 427
„Comble du midi" 296, 300
„Comble du nord" 274, 295, 298, 300, 304
Commentry 313, 351, 354, 355, 357, 360
—, Becken von **398**ff.
Communay 313, 349, 359, 362
Connaught 668
Consett 611
Constanze, Fl. 142, 144
Coolbann-Kohlenfeld 669
Coomrof, Fl. 614
Cooper eye seam, Fl. 606
Corbie crag, Fl. 638
„Cordaitenstufe" (étage des Cordaitées) 354
Cordoba 671f., 675
—, Becken von 675
Cordula, Fl. 179, 189
Cork 668, 669
Corley-Conglomerat 570
„Cornstone" 603, 632, 636
Corongius 677
Cotentin 313, 452
Cotswold hills 505
Couche Chaponost, Fl. 374
— de Mazol 447
— des grès noirs 404, 405
— des lacs 417
— des littes 374
— des Pourrats 404, 405
— du bon menu 374
— du centre 412
— du mure 412
— du plateau 391
— du toit 412
— sans nom 424, 428
Courcelles, Gr. 296, 298, 315, 325
Courrières 315, 331, 340, 342
Court Herbert, Fl. 495
Cow delf, Fl. 504
Cowette, Gr. 286, 287
Cow pit coals, Fle. 639
Coxroad coal, Fl. 684
Coxtool-Fle. 665, 666
Crabtree, Fl. 524, 553, 556, 557

Cran de retour 321, 329
Cranc coal, Fl. 581
Craven Sprung 622
Craw coal, Fl. 627
Creenagh coal, Fl. 670
„Creuse et Corrèze" 313, **449** ff.
Creusot-Blanzy 313
Crèvecoeur, Fl. 299, 302
Cribbwr, Fle. 495
Croath, Fl. 98, 100
Crock 228
Crook (Durham) 611
Crossby 618
Crowband, Fl. 621
Crow coal, Fl. 532, 611, 623
— delf, Fl. 504
Crows foot vein, Fl. 494, 495
Crumbourke coal, Fl. 546
Crusny, Fl. 283, 285
Cublac 449, 451
Culm s. Kulm
Cumberland-Becken 475, 519, **614** ff.
Cumbernauld 650, 652
Curving cam vein, Fl. 499
Czernitzer Schichten 170

D

Dalmellington 653, 656, 657
Dandy bed, Fl. 549
Daubresse, Fl. 298, 304
Décadi, Fl. 334
Decazeville 349, 354, 360, **441**
Decize 313, 351, 354, 360
—, Becken von 409
Deep coal, Fl. 566 f., 623
— hard coal, Fl. 535
Deignée, Fl. 283
Delf (Flötz) 504
Déliée veine, Fl. 283
Deltatheorie 21, 357
„Demigras" (halbfette Kohle) 318, 329, 333, 335
Den coal, Fl. 665
Denain, Becken von 329, 336, 339
Denbighshire 578, 581
Deneuil 407
Dennewitz, Fl. 135
Derbyshire 473, 519
—, Süd- 572 ff.
Derry coal, Fl. 670
Désirée, Fl. 132, 280, 342
Deutsch-Leuthen, Bohr. 192
— Zernitz, Bohr. 177
D'Heursel, Fl. 338
Diamant 631, 656
—, Fl. 284
Diamond coal, Fl. 638, 639, 655, 657
Diamonds-Eisenstein 565
Dickenberg, Fl. 82, 83
Dickey gobler coal, Fl. 577
Diersburg 231
Dièves 327
Dirty vein, Fl. 496
Dittweiler, Bohr. 119
Diver coal, Fl. 638
Dix paumes, Fl. 299, 302
Doctor, Fl. 549
Doenrade 103, 104
Dog delf, Fl. 504
— hole coal, Fl. 548
Döhlener Becken 199, 200, **218** ff.
Domanialgrube 263 f.
Dombasle, Bohr. 468
Dombrowa, polnisch 167
—, galiz. 187
Domina, Fl. 283
Donauflötz 258
Dorénaz 676
Double coal, Fl. 571, 588, 589, 669
— vein, Fl. 495
Douchy 329
Doué-Lafontaine 455, 457
Douglas 658
Dour, Becken von 329
Douzenac 451
Douze paumes, Fl. 333
Dover, Bohr. 517
Doveren, Bohr. 102
Doxall seam, Fl. 513
Doyet 407, 409
Drac, Becken von 462
Dreibänke, Fl. 83
Dreielliges Flötz 209
Dreieinhalbelliges Flötz 209
Drentsteinfurt, Bohr. 61
„Dressants" 274, 285
Drews, Fl. 495
Drocourt 315, 325
Droit jet, Fl. 299, 301
Dross coal, Fl. 660
Drowsall, Fl. 581
Drum, big- coal, Fl. 660

Drum, wee- 660
Drumgray, Fl. 645, 647
Dryburn-Kalk 603, 604
Duchesse, Fl. 302
Dudley, Grabenbruch von 561
Dudweiler, Gr. 129, 135
Duke, Fl. 611
Dumbarton 630, 640
Dumfries 475, 623
Dumont, Gr. 305, 311, 312
Dunfermline 661
Dun-Kalk 603, 604
Dunny drift vein, Fl. 513
Dunsil coal, Fl. 535
Dure et douce, Fl. 287
Dure veine, Fl. 283, 285, 298, 333, 334
Durham 611
—, Becken von D. u. Northumberland 475, **595** ff.
Dusouich, Fl. 342
Dysart main coal, Fl. 666
— -Wemyss-Leven, Becken von 661, 663 f.

E

Earl Davids parrot coal, Fl. 665, 666
Earthy delf, Fl. 546
Eastlothian 637, **639**
Easton 513
—, Fl. 511
— Gays vein, Fl. 513
— red ash vein, Fl. 513
Ebbsfleet, Bohr. 516
Ebersdorf 199
„Edge-coals", Flgr. 625, 633, 636, **637** f.
Edinburg 628, 629, 630, 634
Edmond, Fl. 337
Edouard, Fl. 337, 342
Eelen, Bohr. 305
Eelwell-Kalk 603, 604
Eibental 258
Eight foot coal, Fl. 657, 663, 666 f.
Einigkeit, Fl. 179
Einsiedel, Fl. 171, 180, 183, 184, 185
Eisenton 209
Elinghen, „faille d'" 345
Elisa, Fl. 341
Elisabeth, Fl. 144, 188, 333, 384
Elland rock 532
Ell coal, Fl. 535, 571, 572, 577, 634, 644, 654, 655, 660, 661
— —, Kilwinning 655, 656
Elled coal, Fl. 494, 495
Ellenborough 621
Ellinge, Bohr. 516
Elsaß-Lothringen 231
Elversberg, Bohr. 107, 113, 127
Emilie, Fl. 343
Emscher Mergel 54
— Mulde 66
Engin, Fl. 299, 302
Engine veine, Fl. 496
England 471
Epinac 349, 351, 391, **396**
Eply, Bohr. 124, 467, 468
Erbendorf, 228, 230
Ergisch 677
Ermite, Fl. 332
Ernestine, Fl. 338
—, Flötzgruppe („faisceau d'") 342, 343
Erzgebirgisches Becken 199, **201** ff.
Escaille, Fl. 333
Escarpelle 315, 329, 331, 336
„Espley rock" 555, 562, 564, 571, 579
Eschweiler Revier 95 f.
Espérance, Fl. 298, 299
Essener Grünsand 54
— Mulde 66
Eßkohlengruppe 63, **75**
„Etruria marl"-Gruppe 520, 530, 550, 554 f., 563, 579
Eugénie, Fl. 337, 384
Eugie, Bohr. 295
Eule, Fl. 95
Eysden, Bohr. 309, 310

F

Faille de bagnaud 446
— de Banne 421
— de Boussu 321 ff.
— de Dehaynin 412
— de Ferques 345
— de la république 365, 412
— de l'est 384
— de Méons 365
— de Morny 412
— de Ruit 323
— des Cevennes 421
— des plateurs 321, 340
— de Ste. Cathérine 365
— de St. Gilles 278, 285 f.
— du col Malpertus 428, 430
— du Furens 365

Faille du Magny 384
— du midi 89, 274, 290, 319
— du Nord 346
— du pied droit 384
— du Sud 346
— eifélienne 89, 274, 290, 319
— limite 320, 340
— Reumaux 323, 329
Faitière, Fl. 334
Falkirk 648
Fallow hill coal seam, Fl. 660
Falnuée, Gr. 296
Falva, Fl. 180, 186, 187
Farewell rock 491, 494, 495, 496, 530
Farinette, Fl. 280
Farm, Fl. 499
Farnstufe („étage des filicacées") 354
„Farrington series" 508, 511
Fawcett coal, Fl. 606, 608
Faymoreau 454f.
Feldbiß 90
Feljas, Flgr. von 424, 430, 433f.
Fell-Sandstein 603, 625
Felltop-Kalk 603
Fenwick, Gr. 606
— coal, Fl. 607, 608
Ferdinand, Fl. 338
Fern rag, Fl. 513
Ferques, faille de 345
Fettkohlengruppe (Westf.) 63, **75**
— (Saar) 110, **128**ff., 130
— (Frankr.) 318, 329f., 335, 338
Fforest vach, Fl. 496
Ficelle, Fl. 298, 304
Fiery, Fl. 495, 498, 499
Fife coals, Fl. 513
— foot coal, Fl. 495, 521, 546, 638, 640, 663
— — —, Hartley 634
— — —, lower 668
— — —, upper 667
— und Kinroß, Becken von 475, 628, 629, 630, 634, **661**f.
— quarter coal, Fl. 546, 610, 611, 612, 614
Fifteen foot coal, Fl. 639
Figeac 351
Filonnière, Fl. 334
Finefrau, Fl. 74
Fins et Noyant, Becken von 410
Fireclay coal, Fl. 565, 566, 592
Firestone vein, Fl. 513
Firminy 372
Firmy 442, 447f.
Firstenflötz 248f.
Fixstern-Flötz 159
Flaggy delf, Fl. 546
Flammkohlengruppe 110, **135**ff.
Flandrien 307
„Flat coals" 636
Flawinne, Fl. 302
Fléchinelle 319
Flémalle, Grès de 269, 273, 283, 297
—, Sattel von 277
Flénus 7, 272, 319
Flint coal, Fl. 588, 592
Flintshire 578, 581
Flocton-Fle. 535, 536
Flöha 201
Florida-Fle. 547
Flottwell, Fl. 82, 83
Flötzberge 172, 181, 183
Flötzleerer Sandstein (s. a. „Millstone Grit") 43, 62, 63
Follemprise, Fl. 299, 302
Follenius, Fl. 145
Fontaine-l'-Evêque, Bohr. 295
—, faille de 291
Fontanes 432f.
Foot coal, Fl. 504, 513, 588, 589, 614
— —, upper 544
Forest-of-Dean 473
— — —, Becken von 485, **502**ff.
— — -Wyre, Becken von 475, 519, 541, 582, **589**ff.
Forez 352
Forges, Becken von 359, 378
Fornegel, Fl. 95, 96
Fosses des plaines 347
Four foot coal, Fl. 496, 546, 553, 556, 571, 577, 581, 621, 622, 623, 639, 640, 648, 657, 659, 667, 669
— — —, Bettws 495
— — —, Bradford 549
— — —, Gannister 548
— — —, Ince 546
— — —, lower 495, 496, 581
— — —, Pemberton 546
— — —, Swansea 495
— — —, upper 495
— — —, Wigan 546
— — —, Worsley 545
Fourteen foot coal, Fl. 663

Fourty yards mine, Fl. 545, 548
François, Fl. 299, 342
Frankenholz, Gr. 141, 143, 230
Frankreich 312
Franz, Fl. 83
Franziska, Fl. 188, 195
Französ.-Lothringen 466
Frédéric, Fl. 283, 304
Fréderica, Fl. 283
Fredville, Bohr. 516
„Freestone" 507
Freimengen, Bohr. 124
Fremde-Schicht-Lette 223
Fresnes-midi, Gr. 319, 333, 335
Fresnicourt 326
Fresnoy 326
Fressange, Becken von 415
Friedenshoffnung-Grube 162
Friedrich-August, Fl. 188
Friedrichstal 138, 145
Friedrichsweiler, Bohr. 141, 145, 146
Froglane, Fl. 499
Fuchsgrube 162
Fulledge main coal, Fl. 548, 549
„Fullers earth" 507
Fulvie, Fl. 399
Fundflötz 179
Fundgrubenflötz 180, 186, 189
Fungous coal, Fl. 588, 589
Furnace coal seam, Fl. 607
— mine, Fl. 546
Fürstensteiner Gruben 162
— Konglomerat 150
Furth, Fl. 95, 96, 98, 100
Fusulinenkalk 672

G

Gabrielle, Fl. 302
Gabbro, von Neurode 152, **156**, 160
Gagnières, Schichten von 425, 429, 431, 433
Gailleteuse, Fl. 337
Galizien 232f.
Gannister 531
— four feet coal, Fl. 544, 548
— Gruppe 521, 532, 544, 604
Gard, Becken des 313, 353, 354, **419**ff.
Garden course, Fl. 513
Garella, montagne 435f.
Garnswilt, Fl. 495
Garw seam, Fl. 496
Gas coal, Fl. 634, 660
Gas coal, lower 657
— —, upper 657
Gasflammkohlengruppe 63, **78**
Gaskohle 6, 7, 63, 75, 319, 329f.
Gawthorpe, Fl. 535, 536
Gays seam, Fl. 513
Gedling, Bohr. 539
Geelarsch, Fl. 98
Gehlberg 228
Gehrener Schichten 229
Geisheckflötze 136
Geislautern 141
—, Bohr. 132
Geislauterner Hauptsprung 117, 131, 138
Gelderland 259
Geleen, Bohr. 262
Gemeinschaft, Gr. 99, 101
Général, Fl. 287f.
Gennaux, Fl. 301
Georg, Fl. 180, 186, 187
Georges, Fl. 334
Georgine, Fl. 180, 187
Gerhard 142, 144
Gerona 671
Gersweiler 138
Ghlin, Gr. 296
Gibraltar-Überschiebung 71f.
Gieraltowitz, Bohr. 177
Gigotte, Fl. 298, 304
Gilcrux 618
Gilminscroft-Ell coal, Fl. 634
Gingham, Fl. 548
Gin mine, Fl. 525
Girard, Fl. 342
Gironcourt-sur-Vraine, Bohr. 470
Girendelle-Fle. 74
Girvan, Becken von 629, **658**
Givors 362
Glamorgan 486, 487
Glanzkohle 7f.
Glass coal, Fl. 639, 663
Glassee coal, Fl.
Glebe, Fl. 611
Glenbuck 653, 658
Glencartholm, Schichten von 625, 626
Glespin 658
Globe, Fl. 511, 513
Glorieuse, Fl. 298, 304
Glück auf, Fl. 216
Glück hilf, Ver. G.-Gr. 162
Glücksburg 82

Gneisenau, Fl. 135
Golden candlestick, Fl. 513
— coal, Fl. 639
— vein, Fl. 498
Goldene Sonne, Gr. 159
Goldlauter 228
Goldlauterer Schichten 229
Golonoger Sandstein 166, 170
Gondwana-System 38
Good coal, Fl. 499
Gorlwllyn, Fl. 494, 495, 496
Gortnashea, Fl. 670
Gottesberg 151, 155
Göttelborn 144
Gouffre, Gr. 299
—, faille du 301, 302
—, Flgr. (faisceau du) 301, 302
Gourdmarin 371
Gouy-Servin 326
Graigola, Fl. 495, 498
Graissesac 313, 350, 353, 354, 360
—, Becken von 435ff.
Grand Bac, Fl. 278, 282ff.
— Baume, Flgr. von 426, 431, 433
— Brogneau, Fl. 299
— Castelaye, veine du, Fl. 298
— champ 388f
— Combe 350, 354
— —, Becken von 422, **426**ff., 433
— —, Stufe von 424, 433
— Conty-Spinois, Gr. 296
— Croix 367
— défoncement 302
Grande Aise 299
— couche (Autun) 396
— — (Commentry) 404
— — (Brassac-Brioude) 416, 417
— — (Albi) 440
— — (la Mure) 463
— — d'Abilon 426
— Croix 371
— Delsemme, Fl. 287
— masse, Fl. 370, 372, 374
— Moisa, Fl. 283
— Moselwaite, Fl. 283
— Ôle 301
— passée, Fl. 334
— pucelle, Fl. 280f., 286
— veine 317, 331, 332, 334, 337
— — des Dames 284
— — du midi 337
Grande veine de Nooz 287, 288
— Xhilette, Fl. 283
Grand joli chêne, Fl. 280
— -Lease main coal, Fl. 611
— Maret, Fl. 281, 283, 286
— Moloy 354, 393, 394
— Moulin, Fl. 283
— raye, Fl. 463
Granges 677
Graphit 1, 10, 631, 656
Grapow, Fl. 181
Graues Konglomerat 203
Grauweck, Fl. 98, 100
Gravoulet, Fl. 429
Graymechan coal, Fl. 639
Great Bentley fault 560
— course, Fl. 513
— dismal swamp 23, 28
— fiery vein, Fl. 513
— mine, Fl. 525, 549
— seam, Fl. 495, 512, 638, 640
— vein, Fl. 513
— scar limestone 479
Greenaway, Fl. 495
Greenses coal, Fl. 606
Grenzkohlenflötz 125, **146**
Grenzmelaphyr 110
Grésivaudan, Becken von 460, 461
Grestener Schichten 37
„Grès vert" 327
Grey, Fl. 611
Grillenberger Schichten 226
Grone 677
Grosmenils 416, 417
Gros Pierre, Fl. 297, 298, 299, 302
Grossathwerk, Fl. 98
Großbritannien 471
Grosse fosse, Fl. 299, 302
Große Lette 223
Grosse masse, Fl. 298, 299, 302
Großkohl, Fl. 95
Großkunzendorf, Bohr. 192
Großlangenberg, Fl. 98, 100
Großmühlenbach, Fl. 98
Grundflötz 216, **217**, 241
Grundmann, Fl. 179
Grünsand, Essener 54
—, mittlerer, oberer 55
Gshelstufe 42
Gubbin-Eisenstein 565
Guckelsberg, Bohr. 113

Guitard, Bohr. 438
Günther, Fl. 195
Gur c., Fl. 588, 589
Gute Erwartung, Fl. 179, 187
Gutterhole, Fl. 648
Gyr, Fl. 95

H

Haddington 628, 629, 630, 634, **639**f.
Haffield-Breccie 584
Haford, Fl. 495
Haigh moor, Fl. 535, 536
Hainaut s. Hennegau
Hainichen, Becken von H.-Ebersdf. 199
Haining rig seam 607
Halbalerie, Fl. 283
Halbfette Kohle („demigras") 318, 329f., 333, 338
Halesowen-Sandsteingruppe 554, 563
Halifax coal, Fl. 532
Halterner Sande 56
Ham, Sandst. von (Grès de H.) 269, 273, 283, 297, 302
Hamilton band, Fl. 621, 622
Hamm (Westf.) 50, 52
— (Limburg) 103
Hamstead 560
Hand seam, Fl. 611
Hangender Flötzzug (Saar) 144
— — (Böhmen) 238, **244**
Hangendzug, Waldenburger 160
Hard bed, Fl. 525
Hard coal, Fl. 499, 513, 655
— —, deep 535
— —, top 534, 535
Hardenberg, Fl. 137
Hardinghen 315, 316, **344**
Hard vein, Fl. 513
Hareshaw-Flgr. 607
Hartekohl 95
Hartley 611
— stone coal, Fl. 611
— burn, Becken von 600
Harvey, Fl. 611, 612
Harwick, Bohr. 477
Hasard, Gr. 280, 286f.
Hasbury-Gruppe 564
Hasnon, Gr. 332
Hassel, Bohr. 115
Hathern, Bohr. 537
Hauptflötz (Westf.) 74
Hauptflötz (Erzgeb.) 216, **217**
— (Döhlen) 223
— (Böhmen) 240, 253
— (Rossitz) 257
Hausbrandflötz 118, 125, 146
Haute Serre 447
Havod, Fl. 496
Hawkes nest seam, Fl. 670
Hawy, Fl. 280
Haxey, Bohr. 529
Heathen coal, Fl. 565, 592
Heath end coal, Fl. 576
Hebburn fell seam, Fl. 611, 612
„Heersien" 290
Heerlen 102, 103, 263
Heerlerheide, Bohr. 103, 104
Heinitz, Gr. (Saar) 129, 134, 135
— (Ob.-Schles.) 180, 183ff.
Heinrich, Fl. 140, 142
Helchteren-Zolders, Gr. 303, 312
Helden, Bohr. 265f.
Helenaveen, Bohr. 104f., 265f.
Hélène, Fl. 335
Hendy seam, Fl. 498
Hennegau, Becken („bassin du Hainaut") 269, **289**ff.
Henri, Fl. 139, 144
Henriette, Fl. 298, 440, 463
Hérault 313, 354
„Hercynische Faltung" 475, 483, 509, 668
Herman, Pixherotte, Gr. 286f.
Hermite, Fl. 302
Hermsdorf 201
Hertener Mulde 67
Herve-Becken 276f., 280, 286, **287**f.
—, Plateau von 276
— Wergifosse, Gr. 287
„Hervien" 208
Hettwhindyke 599
Heureka coal, Fl. 577
Heuschener Gebirge 153
Heworth fault 599
Hexenstein-Arkose 163
High hazles, Fl. 535, 536
High main-Fl. 608, 611, 612
Hilette, Fl. 287
Hillensberg, Bohr. 103, 104
Himley, Bohr. 560
Hippolyte, Fl. 283
Hirschberg, Bohr. 113
Hirteler Fle. 118

Hochberg 151
Hochwald 151, **155**
Höcherberg-Sandstein 110
Hodge-Fl. 611
Hoensbroeck, Bohr. 103, 104, 263
Hoffnungsfl. 211, 216
Hohenelbe 235
Holland 259
Holleybush seam, Fl. 512
Hollin coal, Fl. 581
Holubkau 235, 254
Holzer Konglomerat 110, 118, 469
Homburg, Bohr. 124
Horloz, Gr. 282f.
Horn, Fl. 135
Hornkohle 218
„Horse" 504
Horsley wood, Fl. 611
Horst-Recklinghausener Mulde 66, 67
Hosies-Kalk 660
Hostenbach, Gr. 141
Hostialkowitz 191, 194
Houlleux, Fl. 282f., 285f.
Houston coal, Fl. 633, 637
Hronow 160, 161
Hruschauer Flgr. 195
— Schichten 170
Hruzik, Fl. 188
Hubert, Fl. 197
Hüggel 80, **82**
Hughes, Fl. 495
Hugo, Fl. 76, 180, 186, 187
Huit paumes, Fl. 298, 299, 302, 333
Hultschin 195
Hultschiner Gruben 191, 192, 195
— Schichten 170
Humboldt, Fl. 135
Humph coal, Fl. 645
Hunchwood-Sandstein 571
Hupp, Fl. 95
Hurlet-Kalk 633, 660
Hutton, Fl. 610, 611, 612
Huy, Flgr. von („faisceau de") 279f.
Huyssen, Fl. 141, 145
Hydrequent, Bohr. 346
—, Schiefer von 346
Hyghes, Fl. 495, 498

I-J

Ibbenbüren 81
— -Osnabrück 79
Idastollner Flötzzug 163
Ignaz, Fl. 197
Igornay, Stufe von 395
— -Lally 395
Ilfeld a. H. 228
Illey-Gruppe 563
Ilmenau 228
Ince-Flgr. 548
— four feet coal, Fl. 546
— seven feet coal, Fl. 546
— yard coal, Fl. 546
Inde-Becken 85, 86, **93**
Index-Kalk 633
Ingleton, Becken von 622
Irland 471, 478, **668**
Irmelsberg 228
Isabella, Fl. 188
Isidor, Fl. 189
Iskertal 678
Italien 677
Itzenplitz, Gr. 142
Jacek, Fl. 188
Jägersfreude 136, 137, 138
Jägersfreuder Verwerfung 116, 131
Jagow, Fl. 135
Jakob, Fl. 180, 186, 187
James, Fl. 132
Jamioulx 289
Jaworznoer Flgr. 188
— Mulde 187
Jean, Fl. 299
Jeanette, Fl. 287
Jean Wart, Fl. 298
Jemnik, Bohr. 243
Jennings, Fl. 337
Jewel coal, Fl. 638, 639, 651, 655,
Joan, Fl. 535, 536
Johann, Fl. 188f., 195
Johannisstein, Fl. 83
Johnstone coal, Fl. 648
Joseph, Fl. 189
Josepha, Fl. 142, 144, 179, 189
Josephina, Fl. 331, 336
Judet, Fl. 287
Juillac 451
Jülcher, Fl. 95
Jules, Fl. 299
Juliane, Fl. 195
Juliette, Fl. 343
Jumelles, deux, Fl. 343
Jura 37, 58

K

Kalaf-Kohlenbecken 671, **676**
Kalkkohlenflötz 125
Kallenberg, Fl. 137, 145
„Kämme“ 224
Karl, Fl. 140, 141, 142, 144
Karl-Georg-Victor, Gr. 162
Karlingen 124, 139
Karsten-Zentrumgrube 184, 187
Kasimir, Fl. 197
Kasnau 250
Karbohumin 15
Karbonflora 29
Karbonkohlen 28, **40**
Karwin 167
Karwiner Schichten 170, 172, 185, **190**, 192, 197
Kattowitz 167, 183
Keele-Gruppe 520, 530, 554f., 563, 570f., 579, 584
Kelham, Bohr. 539
Kent 473
—, Becken von **514**ff.
Kerkogne, Becken von 457
Kerkrade 103, 261
Kershaw coal, Fl. 548
Kessel, Bohr. 265f., 306
Keuper 37, 529
Kilburn coal, Fle. 532f., 577
Kilkenny 668
Kilmarnock 653, 655
Kilnholm 625
—, Flgr. von 625, 626
Kilsyth coal, Fl. 634, 650, **652**
Kiltongue, Fl. 645, 647
Kilwinning 655
— Ell coal, Fl. 655, 656
— main coal, Fl. 655, 656
Kinderscout-Sandstein („K.-Grit“) 530
Kinglassie, Becken von 667
Kings coal, Fl. 546, 547
— winford, Bohr. 560
— wood, Becken von 600
— — great mine, Fl. 513
— — series 508
Kirkintilloch 650, 652
Kirkroad coal seam, Fl. 660
Kladno 234
Kladnoer Revier 240
Kladno-Pilsener Schichten 238, 241, 252
Kladno, Becken von K.-Schlan-Rakonitz **240**ff., 255
Kleinathwerk, Fl. 98, 100
Kleinkohl, Fl. 95
Kleinmühlenbach, Fl. 98
Klein Prilep 235, **253**f.
— Rosseln 132, 134, 136, 144
Kleist-Nollendorf, Fl. 135
Kletscheding, Bohr. 245
Klima des Karbons 28f., 34
Knurow, Bohr. 173
Kohlenkalk 43
— in England 478ff., 525
Kohlscheider Revier 85
Kohlwald 137f., 145
— -Sprung 116
Kokbarkeit 3, **6**
Koke (Koks) 7, 12
Kokkohle 7
Konglomerat von Roucourt 328
Königsberg (Pfalz) 105, **106**
Königsborner Verwerfung 71
Königsgrube 99, 101
Königshütte 167, 172, 183
Krahweck, Fl. 98
Krebs, Fl. 94
Kreftenscheer, Fl. 74
Kreideformation 38, 53f., 58
Kreuzkamp, Bohr. 50, 63
Kreuznacher Schichten 110
Krewinkel, Bohr. 63
Krzeszowice 166, 167
Kulm 43f.
— in Westfalen 62
— in Niederschles. 150, **157**
— in Oberschles. 165
— in Sachsen 199
— in England 481, 484, 625
— in Spanien 672, 675
Kunowaer Flötzzug 238
Kurilo 678
Kurzawka 178
Kuseler Schichten 110

L

La baraque, Fl. 428, 429
— Béraudière 372, 374
Laborde, Bohr. 468, 469
La Bouble 360, 410
— Bourrue, Fl. 370
— Cantelade, Fl. 428, 429

La Combelle 414, 416
— Croix, Fl. 463
Ladygrange coal, Fl. 554
Ladyha' coal, Fl. 655
Ladys coal, Fl. 554
—, Lancashire, Fl. 588, 592
„Laekénien" 307
La Gentille, Fl. 370
Lahaye 282
La Houve 141
Lairesse, Fl. 280
L'airolle, Fl. 428, 429
Laitière, Fl. 334
Lally, Stufe von Igornay- 395
Lambiotte, Fl. 297
Lamothe 416
La Mure, Becken von 459, 461, **462**f.
Lana 243
Lanaeken, Bohr. 305, 306
„Lanarkian" 483, 494, 521, 530
Lanarkshire 628, 629, 630, **640**ff.
Lancashire, Becken von 475, 478, 519, **540**ff.
— ladies coal, Fl. 588, 592
„Landenien" 290, 326
Lanesfield-fault 561
Langeac 313, 351, 354, 356, 360
—, Becken von **418**
Languin 456, 457
Lantern, Fl. 495
La Padène, montagne 435f.
— Queune, Becken von 410
Laramie-Schichten 38
Lard, Fl. 426
La Rouvière 426
— Tapie 447
— Taupe 416, 417
— Trouche, Fl. 426
Lauch 232
L'Aumance 360
—, Becken von 409
Laura, Fl. 76
Laurahütte 172
Laura und Vereeniging, Gr. 263
Lautzkirchen, Bohr. 115
Laval 352
—, Becken von 453, 454, **457**ff.
Lavandieu 416
Lawston Linn 625, 626
— —, Flgr. von 625
Layon 456, 457
Lazisker Gruppe 186
Lazy, Bohr. 192
Lebacher Schichten 110
Le bosquet, Fl. 428, 429
Lebret, Fl. 337
Le Creusot 349, 359, 377, 388
— —, Becken von 375ff.
Leernes, faille de 291
Lehekohlenflötz 209
Le Hury 231
Leicestershire, Becken von 475, 519, 541, **572**ff.
Leinster 669
Leitrim, Becken von 668, 669
Le Magny 382, 383
— Maine 313
— —, Becken von 453
Leña, Schichten von 672, 673
Lens 331, 340, 342
Leon 672, 674
—, Becken von 671, 672, **674**
Léon, Fl. 283
Léonard, Fl. 342
Léonie, Fl. 287, 288, 343
Leopold, Fl. 197, 287, 297, 298, 299, 302
Leopoldine, Fl. 179, 189
Le pin, Fl. 428, 429
— plomb, Fl. 428, 429
Les Bâtardes, Fl. 370
— Boulades 400
— Bourrues 400
Leschzin, Bohr. 176, 177
Les Fauches 387
— Ferrières 400, 403, 404
— Issards 447
Lesmahago 475, 651
— Becken von Süd- 658ff.
Les menils, Bohr. 124, 467, 469
— Pégauds 400, 403, 404
— pieuses, Fl. 302
— portails, Fl. 428, 429
Lestang 447
Letkow 235
Leulinghen 344, 345
Levade 426
Levant de Mons, Gr. 296
Le velours, Fl. 428, 429
Leven-Kohlenfeld 661, 663
Le Vigan 313, 360, 423
Lewisburn-Becken 605, **606**
— -dyke 600
— -Flgr. 604, 607 625

Lhermie 447
Lias 37, 678
Lickar coal, Fl. 606
— coals, Flgr. 622
Lickbank, Fl. 622
Liddes 677
„Liège, faisceau de“ 279, 281ff.
Liegender Flötzzug, Böhmen 238, 241, 248
— —, Saar 125, **133**
Liegendzug, Waldenburger 158
Liègois, Gr. 305, 311, 312
Liévin 315, 325
Lihn 248, 250
Lihner Schichten 238
Limagne 352
Limbourg-Meuse, Gr. 305, 311, 312
Limbricht, Bohr. 262
Limburg (Belg.) 268
Limburger Becken (Holl.) 85, 101, **102**ff., 259
Lime coal, Fl. 627
Limerick 668, 669
Limnische Becken 22ff.
Linlithgow 628, 629, 630, **640**ff., **650**
Lippe-Mulde 66
Lisek 235, 253
Little coal, Fl. 565, 577, 606, 611, 614, 655
— course, Fl. 513
— delf, Fl. 504, 546
— fiery vein, Fl. 513
— flint coal, Fl. 588, 592
— row coal, Fl. 556
— sylving vein, Fl. 512
— toad vein, Fl. 513
— vein, Fl. 501, 513
— wonder, Fl. 611
— Woodfield coal, Fl. 577
Llansamlet, Fl. 498
Llantwit-Fle. 495, 496
Loanhead 638
Löbejün 225ff.
Lochgelly 663
Locquinghen, faille de 345
Loire-Becken 313, 349, 351, 353, 354, **361**ff.
London, Bohr. 477
Londondelf, Fl. 546
Longeroux 400, 405
Longhor vein, Fl. 497
Longpendu 377, 381, 383f., **385**
Lonicer-Fl. 179
Loslau, Bohr. 177
Loslauer Schichten 170
Lothringen, deutsch 132, 134, 136, 139, 141, 144, 231f.
—, franz. 466
Louis, Fl. 342
Louise, Fl. 287
Lount coal, Fl. 575
Louvigny, Fl. 333
Low bottom coal, Fl. 621
— Dean-Kalk 603, 604
Lower coal, Fl. 670
„— — measures“, Canonbie 625f.
— — —, Cumberland 619
— — —, Irland 669
— — —, Lancashire 544f.
— — —, Leicester 575f.
— — —, Nord-Staff. 556f.
— — —, Nordwales 580
— — —, Schottland 631f.
— — —, York 532
— coking coal, Fl. 657
— five foot coal, Fl. 668
— foot mine, Fl. 545
— gas coal, Fl. 657
„— limestone shales“ 491, 494, 525
— three yard coal, Fl. 548
— vein, Fl. 501
— yard coal, Fl. 549
Lowery coal, Fl. 504
Low level vein, Fl. 501
— maid coal, Fl. 655
— moor coal, Fl. 532
„Lows“ 504
Lubna 243
Ludgierzowitz, Bohr. 192
Ludweiler, Bohr. 141
Ludwigflötz 210
Lugau-Ölsnitzer Revier 200, **213**ff.
Lugeac 356, 415
Luise, Fl. 179
Lummerschieder Fl. 146
Lunzer Schichten 37
Luronne, Fl. 298, 304
Luschna 243
Lütticher Becken 269f., **275**ff.
Lyons delf, Fl. 545

M

Maasbecken 275
Maasniel, Bohr. 265

„Maastrichtien“ 308
Mac Donald coal seam, Fl. 660
M.'Neish, Fl. 668
M.'Naught, Fl. 655
Macy veine, Fl. 280
Magerkohlen 6, 7, 63
— -Gruppe (Westf.) 63, 73ff.
—, in Frankreich 318, 329f., 335, 338
„Magnesian limestone“ 528, 601, 617
Mähren 232f., 255
Mähr. Ostrau 167, 170, 172, **190**
Maid coal, Fl. 655
Maiden coal, Fl. 549
Maid low coal, Fl. 655
— splint coal, Fl. 634
Main band, Fl. 621
Main coal, Fl., Armadale 649
— —, Ayrshire 654, 655
— —, Bannockburn 634
— —, Burnley 549
— —, Coalsnaughton 668
— —, Clyde-Becken 634
— —, Dysart 666
— —, Ingleton 622
— —, Kilwinning 655, 656
— —, Lanark 645
— —, Leicester 575, 576 f.
— —, Linlithgow 651
— —, low 611, 612, 613
— —, Middleton 536
— —, Nordbecken 611, 614
— —, Nordwales 581
— —, St. Helens 546
— —, Scremerston 606
— —, Stanley 537
— splint coal (Fife) 663
— sulphur coal 592
„Maîtresses allures“ du midi 296, 299, 300
— — du nord 296, 298, 300
Major, Fl. 655
Makrel, Fl. 96
Malatavernes 433
Malgarnie, Fl. 284ff.
Maltby, Bohr. 529, 530
Malvern hills 540, 584
Manchester, Kohlenfeld von 543, 545, **549**
Mandins, puits des 391
Manebacher Schichten 229
Manetin-Modschidel, Becken von 235, 246
Mangie coal, Fl. 666
Mansfelder Schichten 226
Mansfield, marine Schicht von 535
Marais, Fl. 403, 404
„Marbre griotte“ 673
Marchienne, Gr. 296
Marcinelle, Gr. 296, 302
Maret, Fl. 283, 285
Maria, Fl. 142, 144
Maria-Grube 88, 99
Marie, Fl. 336, 343
— -Joseph, Fl. 343
— -Louise, Fl. 336
Mariemont, Gr. 296, 299, 303, 304
Marine Schichten, Aachen 88, 100
— —, Belgien 270, 272, 281, 284, 297, 309
— —, England 524f., 534f., 553, 574, 579, 610
— —, Frankreich 314, 317
— —, Ober-Schles. 168
Mark, Fl. 336
Markausch 161
Market Bosworth, Bohr. 573
Marmottan, Fl. 440
Marnette, Fl. 287
Marsanges 419
Marshall Green, Fl. 611, 613
Martigny 677
Martincourt 467
Martinet, Gr. 296, 299
Mas dieu 421
Masmünster 231
Masneuf 421
Masse et Diarbois, Gr. 296
Masse, Fl. 333
—, veine-, Fl. 298, 299, 301
Massy veine, Fl. 287
Master band, Fl. 621
Maton, Fl. 299, 302
Mattkohle 7f.
Mauchline 653, 656
Maudlin, Fl. 611, 612
Maugis, Fl. 299, 302
Maugretout, Fl. 337
Maurice, Fl. 132
Maurienne und Tarentaise 460, 461
Mausegatt, Fl. 63, 68, **74**
Max, Fl. 144
Mazarin, Fl. 399
Mealy grey coal, Fl. 592
Megecoste 416
Meister, Fl. 98, 100
Melnitze 678

Melville coal, Fl. 639
Mendip hills 484, 505, 509
Metal band, Fl. 621
— seam, Fl. 611, 612
Méon 372
—, faille de 365
Mère de veine, Fl. 299, 302
„Mergelabstürze“ 60, 73
Mergeldecke (Westf.) 53
Merkelbeek 103
Merklin, Becken von 235, 246
Merl, Fl. 98, 100
Merlenbach 139
—, Bohr. 124
Messaix 413
Metelen, Bohr. 60
Meule 327
Meunière, Fl. 333, 334
Meymac 449
Mickley coal, Fl. 532
„Middle coal measures“: Canonbie 625
—: Coalbrookdale 587 f.
—: Cumberld. 619 ff.
—: F. of Wyre 591
—: Irland 669
—: Lancashire 545
—: Leicester 576 f.
—: Nord-Staff. 557
—: Nordwales 579 ff.
—: Northbld. 608
—: Schottland 631 f.
—: Warwick 570
—: York 533 ff.
Middle seam, Fl. 512
Middleton main coal, Fl. 536
Midgeholm 614
Midi des noces, Fl. 304
Midlands 478
Midlothian, Becken von 475, 629, 630, **634** ff.
Miermont, Fl. 287, 288
Mies, Mulde von 246
Mikroben-Theorie 14 ff.
Mill coal, Fl. 649
Millery 354
—, Stufe von 395
Millgrit, Fl. 511
Millstone Grit 43
—: in England 479, 482, 493, 494, 495, 503, 507, 509, 521, **523**, 530, 553, 579, 580, 585 ff., 594, 598, 604, 625, 659
Minette, Fl. 426, 428, 429
Minnevey coal, Fl. 657
Minos-Sprung 116, 131
Miröschau, Becken von 235, **253**
Mitchell, Fl. 535
Mittelengland 519
Mittlerer Flötzzug (Böhmen) 238
Mlatzer Mulde 235, 246
Moelgilan fault 490
Moira 573, 576 f.
Molenbeersel, Bohr. 103
Molières 429, 433
Monceau 354, 378, 383 f.
— -Fontaine, Gr. 296, 299, 303
Monkton seam, Fl. 612
Monmouth 486, 487
Mons 269 ff., 290, 298
Montagne noir 352, 435
Mont assiégé 400
Montbel, Flgr. 424, 433
Montchanin 354, 377, 381, 383 f., **385**
Montenegro 678
„Montien“ 290
Montjean 456, 457
Montmaillot 354, 378, 383 f.
Montrambert 372, 374
Montrelais 456, 457
Montsalvon 374
Mont-sur-Meurthe, Bohr. 470
Montvicq 351, 355, 360, 398
—, Becken von 407
Moorland, Fl. 611
Mordfleck, b. Goldlauter 228
More coal 666
Morgenstern, Gr. 159
Morvan 352
„Moséen“ 307
Mosie, Fl. 668
Moskaustufe („Moscovien“) 42
Moss 554
Mossfield 554
Mossley, Gr. 545
Motz, Fl. 137, 145
„Mountain mines“ 521, 544
Mourinier, Fl. 372, 374
Mouzeil 456, 457
Moyenne veine, Fl. 337
Muckle Howgate coal, Fl. 606
Müffling, Fl. 135
Muirburn 625, 659
Muirkirk 653, 658
„Muldengruppe“, Ob.-Schles. 169

Mumm, Fl. 95, 96
Munster 668, 669
Münster, i. W., Bohr. 60
Münstergewand 91
Muschelkalk (Saar) 122
Muschelkohlenflötz 125
Muschelsandstein 121
Musselband coal, Fl. 645, 647, 648
— -Eisenstein 648, 654, 657
Mynheer coal, Fl. 663
Mynydisslwyn, Fl. 492, 494, 495, 496
Myslowitz 167, 172

N

Nagshead, Fl. 504
Nailsea, Becken von 505, 514
Namur, Becken von 269
— -stufe („Namurien") 42, 271
Nanette, Fl. 180, 187
Napoléon, Fl. 333
Natzmer, Fl. 135
Naye-à-bois, Fl. 299, 302
Nella, Fl. 343
Netherfield, Bohr. 515
Neudorf, Bohr. 147, 154
Neue Heinrich Grube 162
Neues Flötz (Galiz.) 188 f.
Neuflötz (Sachsen) 216
— (Westf.) 74
Neufmoulin, Sandstein von („Grès de") 273
Neuf paumes, Fl. 298, 333
Neuhaus 228, **229**, 230
Newbury-Grube 509
Newcastle u. L.-Gruppe 520, 530, 554 f., 563, 579
New coal, Fl. 549
Newcumnock 653, 656
Newdigate, Gr. 571 f.
Newent, Becken von 584, **592** ff.
New mine, Fl. 565, 592
New red sandstone 529, 602
—, lower 601
„New rock series" 508, 511
Newton-Kohlenfeld 669
Nicolai 167
Nicolaier Schichter 170, 179, 185, 186, 187, 189
Nieborowitz 177
Niederflötz 183
Niederlande 259
Niederösterreich 233
Nieder-Planitz 205
Niederrhein.-westfäl. Becken 49 ff.
Niederschles. Becken 147 ff.
Nieder-Würschnitz 213
Niemtschowitzer Revier 252 f.
Niktitsche 678
Nine foot coal, Fl. 495, 496, 546, 547, 639, 659, 660, 667
Nine inches seam, Fl. 512
Ninety fathoms dyke 599
Nirmer Mulde 93
Noces d'argent, Fl. 304
Noeux 325, 340
Nordbecken, Belgien 305 ff.
—, England 475, **595** ff.
—, Frankreich 314 ff.
Nord de Charleroi, Gr. 296
Nord et Pas de Calais 313, **314** ff.
Nord, faille du 290
Nordfeld, Gr. 108, 117
Nord-Limburg 259, **265**
Nordstaffordshire, Becken von 475, 519, **550** ff.
Nordstern, Gr. 99, 100
Nordwales, Becken von 475, 478, 519, **578** ff.
Nordwest-Bezirk (Frankr.) **452** ff.
Normandie 352
Northampton, Bohr. 477
„North crop" (S.-Wales) 494
North Greens, Fl. 638
Northshoots vein 513
Northumberland 611
— -Durham 475, 478, 519
— Becken von 595 ff.
Northwich, Bohr. 542
Nostel, Fl. 535
Nottinghamshire 473, 519
Notts (= Nottinghamshire)
„Nouvelles, assise de" 208
Noyant 360
—, Becken von Fins und 410
Nürschan 200
Nürschaner Gaskohle 237, 250
Nuth, Bohr. 262

O

Oberbfis 251
Oberflötz 183, 197, 216, 248 f., 253
Oberhöfer Schichten 229
Oberhohndorf 205, 211, 212
Oberhohndorfer Verwerfung 209

Oberschlesisches Becken 164 ff.
Obersuchau, Bohr. 192
Ochojetz, Bohr. 177
Oignies, Bohr. 315
Oirsbeck, Bohr. 262
Okrulik 257
Oktavie, Fl. 336
Olbernhau 201
Old coal, Fl. 496
Old doe coal, Fl. 346, 347
Old hill-marls 563
Old Park coal, Fl. 566
Old robins coal, Fl. 567, 589
Ölschiefer (Frankreich) 395
— (Schottland) 603, 630, 636, 643
Old toad seam 513
Olympie 422
Omérine, Fl. 343
Openshaw, Fl. 549
Oranje-Nassau, Gr. 263 f.
Orlauer Störung 173, 181, 192 f.
Ormont, faille d' 290, 291
—, Gr. 296
Orzesche 167
Orzescher Gruppe 186
— Schichten 169, 170, 172, 179, 185
Oslawan, Becken von Rossitz und 255 ff.
Österreich 232 ff.
Ostrauer Revier 194
— Schichten 170, 172, 192, 194
Otto, Fl. 184
Ottweiler 145
—, Bohr. 142
— Schichten 42, 144, 152, 353, 672, 673
Ouest, Dépt. 313
Oules 432, 433
Outre-Rhône 676
Owthorpe, Bohr. 528, 529
Oxford-Kalk 603, 604
Oxton, Bohr. 530, 539

P

Padochau 257
Padtkohl, Fl. 95
Palace-craig Eisenstein 644
Palencia, Becken von 671, 672, **675**
Paleyrets 447
Pallowitz, Bohr. 177
Palmesalade 426
Pams, Fl. 426
„Paniselien" 307
Papin, Fl. 342
„Papists cross-limestone" 607
Paralische Becken 22 ff.
Parkend high delf, Fl. 504
Parker coal, Fl. 549, 550
Parkgate, Fl. 535, 536
Parnaclea, Fl. 669
Parrot, Earl Davids, Fl. 665
—, Fl. 640, 665
—, rough c., Fl. 639
Paruschowitz, Bohr. 173
Pas de Calais 313, 314, **340**
Paskau, Bohr. 192
Pasture drift, Fl. 611
Patna 657
— coal, Fl. 658
Paul, Fl. 337
Pauline, Fl. 299, 343
Pauvrais 394
Pawon, Fl. 283
Pays-de-Liège, Gr. 299
—, faille du 290, 296
Peacock coal, Fl. 669
— seam, Fl. 512
Pechkohle 210
Pechkohlenflötze 210
Pecten seam, Fl. 525
Peel 102, 259
Pelagie, Fl. 180
Pellengare-Gruppe 492, 494, 495
Pemberton-Fle. 496, 497
Pembroke 486, 489
Pencaithland splint c., Fl. 640
Penclawdd, Fl. 498
Pencoedcae, Fl. 496
Pendleside-Schichten 481, 521, 524, 553
Penfilia, Fl. 495
Penicuik 638
Penlan, Fl. 498
Pennant grit (P.-rock) 485, 491 f., 493, 494, 495, 496, 503, 507
Pennin-Gebirge 476
Penny-Eisensteinflötz 525
Pennyearth-Eisenstein 565, 592
Pennystone-Eisenstein 565, 588, 592
— -Fl. 525
Pennyvennie-splint coal, Fl. 657
Pennywell, Fl. 511
Penscallen vein, Fl. 497
Pentland hills 642
Pentre vein, Fl. 496

Penwylt-Schiefer 491, 494
Pen-y-gros, Fl. 495
Pepinster, Bohr. 277
Perier, Fl. 337
Perkins course, Fl. 513
Perm 37
— (Westf.) 56
— (Frankr.) 355
— (England) 528, 617, 653, 656
Perrecy 377, 378, 381 f., 384
Perrink (Penrick) vein, Fl. 513
Petit Castelaye, veine du, Fl. 298
— défoncement, Fl. 298
Petite Aise, Fl. 299
— couche, Fl. 417
— masse, Fl. 298, 299
— Moisa, Fl. 283
— Moselwaite, Fl. 283
— Ôle, Fl. 301
— pieuse, Fl. 399
— pucelle, Fl. 280
— veine, Fl. 298, 304, 337
— — des dames, Fl. 284
— — du midi, Fl. 333, 337
— veinette, Fl. 283, 302
Petitjean, Fl. 440
Petits châteaux 388
Petrzkowitz 191, 194
Petrzkowitzer Flgr. 195
— Schichten 170
Pfuel, Fl. 135
Phtanite 271, 317
„Phyllades houillers" 425
Phytozymase 15
Piemtain, Fl. 283
Piesberg 64, 80, **82**
Pilchowitz, Bohr. 177
Pilsener Becken 235, **245** ff., 255
Piraquet, Fl. 284
Placard, faille du 290 ff., 296
—, veine du, Fl. 298
Plainmellan, Becken von 600, 614
Pläner 54, 55
Planitzer Fl. 210, 212
„— Wundererde" 209
Plasketts, Becken von 605, **606**
—, Flgr. 604, 607, 625
Plattelkohle 250
Plattkohl (Plattenkohl) Fl. 95, 96
Plateau central 313, **349**
—, couche du 391
Plateure, Fl. 298
„Plateurs" 274, 285
Plauenscher Grund 199, 200, **218** ff.
Plessis 453
Plessy, Fl. 611
Plodder coal, Fl. 546
Plogoff, Becken von 457
Plötz 226 f.
Pochhammer, Fl. 180, 183, 184, 185
„Poederlien" 307
Pohlom, Bohr. 185, 186
Pola de Lena 674
Polloch, Gr. 651
Polly, Fl. 145
Ponfeigh 659
Pont à Mousson 466
— — —, Bohr. 467, 468, 469
Pontefract rock 534, 535
Pontypridd, Sattel von 494
Portes 354
—, Becken von 422, **426**
Portugal 671, **676**
Possil-Kohlenfeld 651, 652
„Posts" 609, 610
Potato delf, Fl. 546
„Potteries"-Kohlenfeld 550
„Pottery measures" 577
Potzberg 105, **106**
— -Schichten 110
„Poudingue houiller" 271, 273, 280, 298
Pouilleuse, Fl. 298
Powell coal, Fl. 581
Pradel 426, 433 f.
Prades 350
Praesident, Fl. 75
Pré, Fl. 303
Président, Fl. 337
Présidente, Fl. 298, 304
Preußen-Grube 187
Primrose seam, Fl. 513.
Primus-Sprung 70
Prince Albert, Fl. 611
Princess seam, Fl. 611
Produits Gr. 293
Prometheus-Sprung 116
Prosper, Fl. 78
Pschoblick, Bohr. 245
Puertollano, Becken von 671, **675**
Pully 378, 388
Puriton, Bohr. 514

Putée, Fl. 299
Pyotshaw coal, Fl. 644 f.

Q

Quatorze pouces, Fl. 333, 337
Quatre Jean, Fl. 287
— pieds, Fl. 283, 333
Queen Bower seam, Fl. 513
Queens county 668
— seam, Fl. 611
Quérelle, Fl. 299, 302
Quétel 385
Quiévrechain 329
Quimper, Becken von 457
Quintus-Sprung 71

R

Raath, Bohr. 103
Radnitzer Becken 235, **251** ff.
— Flötz, oberes 243
— —, tiefes 241
— Schichten 237, 238, 255
Radowenzer Schichten 152, **162** f.
„Radstockian" 483, 494, 520, 530, 554
Radstock-series 508, 511
Radzionkau-Grube 184
Rafferee coal, Fl. 577
Rag seam, Fl. 512
Raise coal, Fl. 656
Rakonitz 234, 240
Rams mine, Fl. 546, 548
Randgruppe 169, 181
Randle coal, Fl. 588, 592
Ranovac 678
Rapp, Fl. 95
Rapuroire, Fl. 333
Ratingen 62
Rattlejack coal, Fl. 575
Rattler band, Fl. 621
Rauch, Fl. 135
Rauschenwerk, Fl. 98, 100
Ravenhead main coal, Fl. 346
Recklinghäuser Sandmergel 56
Red ash, Fl. 495
— -Gruppe 492, 494, 495
— seam, Fl. 513
Red axen vein, Fl. 513
Red coal, Fl. 496
„Red coal measure clays" 563, 564
Reden, Gr. 138, 140, 142, 145
—, Fl. 180, 182, 183, 184, 189
Red ground 508, 512
Red-rock-fault 552
Reinsdorf 205
—er Flötze 212
Reitsch 229, 230
Renard, Fl. 237
Renfrew 630, 640, **651**
Reschitza 258
Ressaix, Bohr. 295
—, Gr. 296, 305
— Leval-Péronnes, Gr. 312
Reumaux, faille 323, 329, 340
Réussite, Fl. 298
Rhondda-2, Fl. 494, 495, 496
Ricard, Bohr. 427, 433
Richesse, Bohr. 298, 304
Richmond, Bohr. 477
Rider coal, Fl. 496
Riding coal, Fl. 545, 548
— two foot coal, Fl. 535
Rigside 659
Rischbach, Bohr. 113, 127
Rive de Gier, Becken 313, 353, 354, **361**
—, Flgr. 365
—, Stufe (étage de) 354, 366, 368, **369** f.
Rivoire, Fl. 463
Roannais 313, 352, 359, 363
Roaster coal, Fl. 575
Rob coal, Fl. 660
Robert, Fl. 76, 144
Robiac, galérie de 429
Rochebelle 421, 432
Roche de Ste. Aline 401, **404**
Rochettes, couche des, Fl. 372, 374
Rockey delf, Fl. 504
Rock fawr, Fl. 495
— vein, Fl. 498, 501
Roderen 231
Rodez 313
Roger, lower coal, Fl. 547
— nine feet coal, Fl. 546
Roman camp 639
Ronchamp 232, 313, 351, 376
—, Becken von 463 ff.
Ropersole, Bohr. 516, 517
Rosdzin 172
Rosier, Fl. 283, 285 f.
Rosière, Fl. 333, 334
Roslin-Sandstein 631, 638
Rossitz 237
—er Becken **255** ff.

Rosy vein, Fl. 498
„Roter Ochse“ 222
Rote Schichten 30f., 260, 307f.
„Rotherham red rock“ 535
Rothöller Fle. 126, 131
Rotliegendes 37, 39, 40
— (Frankreich) 355, 394
— (Halle) 226
— (Nieder-Schles.) 153
— (Saar) 123
— (Sachsen) 204, 206f., 215, 220
— (Thür. Wald) 228f.
— (Westf.) 56
Rotschild, Fl. 195
Rotten vein, Fl. 498
Rottenstone-Schiefer („R.-shales“) 491, 494
Röttgersbank, Fl. 75, **76**
Roucourt, Kongl. von 328
Rouge, Fl. 299
Rough coal, Fl. 606, 639, 640, 663
— rock 530, 544
Roullière, Fl. 372, 374
Rouquet 433
Rouvergue 422
Rouvière 427
Rowanburn 625, 626
Rowhurst, Fl. 557
Rowley hills 561
Ruabon-Mergel („R.-marls“) 520, 579
Rubble coal, Fl. 565, 592
Rubengrube 162
„Rücken“ 224
Rudaer Schichten 170, 180, 185, 186, 187f.
Ruddington, Bohr. 537
Rudolfgrube 160
Ruhrkohlenbecken 49ff.
Ruit, faille de 323, 329
Ruler seam, Fl. 611
Rulhe 447, 448f.
Rumänien 678
„Rupélien“ 307
Rurtalverwerfung 103
Rushy park coal, Fl. 546, 547
Russels hall fault 561
Russischer Typus des Karbons 40f.
Rußkohle 9
— nfle. 210, 211
Rybnik 167
—er Schichten 170, 180
Ryder coal, Fl. 571, 572
Ryton 611

S.

Saarbrücker Becken 105ff.
— Stufe 42
Saar-Nahebecken 108
Saarsprung 117
Sablonnière, faisceau de la 301
—, veine-, Fl. 301
Sacher, Fl. 188
Sachsen (Prov.) 225
Sächsische (Kgr.) Kohlenbecken 199
Sacré Madame, Gr. 296, 299
Saint Alfred, Fl. 298
— André, Fl. 425
— August, Fl. 425.
— Bees-Sandstein 617
— Bérain 378, 383, 387
— Chamond 354, 362, 365
— — Schichten von 366ff.
— Charles, Fl. 298, 331, 332
— Crepin, Fl. 333
— Désirée, Fl. 332
Sainte Aldegonde, Gr. 296
— Aline, roche de 401, **404**
— Barbe, Fl. 298, 304, 331, 332, 341, 425, 428, 429, 433
— — de Floriffoux, Fl. 281, 297
— Clémentine, Fl. 429
— Émile, Fl. 425.
— Féréole 451
— Foy-l'-Argentière 313, 351, 354, 359, 363
Saint Éloy 313, 355, 366
— —, Becken von 410
— —, Gr. 299
Sainte Marie, Fl. 304
— Mathéa, Fl. 425
— Mathilde, Fl. 429
Saint Émil, Fl. 298, 304
Saint Étienne, Becken von 313, 353, 354, 359, **361**
— —, Stufe von 365, 367ff.
Sainte Yllide, Fl. 425
Saint Felix, Fl. 425
— Flannans, Gr. 652
— François, Bohr. 382
— —, Fl. 384, 425
— Georges-Châtelaison 456, 457
— Germain, Bohr. 465
— Gervais 360, 410, 436
— Gilles, faille de 278
— —, faisceau de 279, 281ff.

Saint Jean 132
— — de Valeriscle 421, 429, 433
— — le froid, Bohr. 438
— Joseph, Fl. 304, 332 f.
— Helens 545
— — main coal 546
— Hilaire 360, 409
— Lambert 456, 457
— Laur 453, 455
— Louis, Fl. 332, 342, 429
— Nicolas, Fl. 332
— Noël, Fl. 332
— Perdoux 354
— Pierre, Fl. 333
— — -la-cour, Becken v. 453, 454, **459**
— Priest 367
— Quentin, Bohr. 438
— —, faille de 290
— Romain-en-Gier 362
— Victoire, Fl. 332
Salopian (Perm) 521, 543, 563
Salt coats 653, 655
Salters coal, Fl. 639
Salvan 677
Salzinnes, Sandstein von (Grès de) 273
Sama de Langreo, Schichten von 673
Sambre-Becken 275, **289** ff.
Samson, „bombement du“ 269, 273
Sandgewand 91
Sandkohle 6, 7
Sandrock coal, Fl. 545
Sandwell coal, Fl. 666
— park 560
San Juan de las Abadesas, Becken von 675
Sankt Avold 124
— Ingbert 107, 127, 230
— —, Grube 135
— Kreuz i. Lebertal 231
— Pilt 231
San Pedro da Cova, Becken von 676
Sans nom, couche-, Fl. 424, 428, 429, 433
Saplin coal, Fl. 546
Sardinien 677
Sardon 371
Sarnsbank, Fl. 74
Sarthe et Mayenne 352, 453, 457
Satanella-Überschiebung 72
Sattelflötze 169, 180, 181, 183
Sattelflötzschichten 170, 172, 185, 189
Sattelwald 151
„Saxonien“ 382, 395
Scale, Fl. 537
Scar-limestone, great- 479
Schafberg b. Ibbenbüren 80, 81
Schatzlar 162
Schatzlarer Schichten 152, **160**
„Scheeren“ 202
Schela 678
Scherbenkohlenflötz 209
Schichtenkohlenflötz 209, 211
Schieferbank, Fl. 74
Schieferkohle 8
Schillersdorf, Bohr. 192
Schlan 234
—, Bohr. 243
Schlaner Schichten 238, 244 f.
Schleifsteinschiefer 252
Schlemmerich, Fl. 95, 96
Schlesien (österr.) 233
Schmiedekohle 7
Schmücke 228
Scholl, Fl. 96
Schönecken, Gr. 117
Schonen 37, 670
Schönfeld 201
Schottland 471, 478, **627** ff.
Schryversheide, Bohr. 105, 263
Schuckmann, Fl. 171, 180, 183, 184, 185
Schwadowitzer Schichten 152, **162** f.
Schwalbacher Fl. 144
„Schwarte“ 245
Schwarzkosteletz 236, 245
Schwarzwald 230
Schwarzwasser 176
Schweiz 676
Scipion, Fl. 338
Scremerston, Becken von 605, **606**
—, Flgr. von 604, 625
— -main coal, Fl. 606
Secundus-Sprung (Saar) 116
— — (Westf.) 70
Segengottes-Flötz 210, 212
— -Grube 159, 257
Seilersdorf, Bohr. 177
Semil 235
Senhouse high band, Fl. 621
Sennewitz, Bohr. 227
Senon (Belgien) 290, 307
— (Frankreich) 327
— (Westf.) 55
Senteweck, Fl. 98, 100
Seraing, Becken von 276

Seraing, faille de 278, 286
—, faisceau de 279, 281 ff.
Serbien 678
Serlo, Fl. (Ob.-Schl.) 184
—, Gr. (Saar) 138, 144
Seven foot coal, Fl. 496, 571, 627, 639, 659, 660
— — —, Banbury- 525, 554
— — —, Galveston- 634
— — —, Ince- 546
Seventeen fathoms coal, Fl. 655
— inches seam, Fl. 512
Sevilla 671, 672
Shafton coal, Fl. 535, 537
Shakespear-Cliff, Bohr. 515
Shallow coal, Fl. 566 ff.
Sharleston-Fle. 535, 537
Shell coal, Fl. 548
Sheriffhall-fault 636, 637
Shield row, Fl. 611, 612
Shilbottle 606, 608
Shining seam, Fl. 670
Shireoaks 537
Shirtcliff-Fle. 533
Shrewsbury-Becken 475, 519, 584 f.
Shropshire 582 ff.
Sidonie, Fl. 287
Siersza 187
Sierszaer Flgr. 188
Sigismundfl. 179, 189
Silesische Stufe 168
Silkstone, Fl. 525, 533, 536
Sillyhole coal, Fl. 657
Silur 37
Silven seam, Fl. 512
Silver mine, Fl. 556
Silver-threads-Eisenstein 565
Simpelveld 103
Singing coal, Fl. 565
Singles 413
Sitten 677
Six blancs 677
Six feet (foot) coal, Fl. 495, 498, 621, 660, 661, 666
— —, new 499
Six paumes, Fl. 299, 302, 333 ff.
Six quarter Fl. 611
Six sillons, faisceau de 343
Skalley, Fl. 144, 145
Skaterough coal seam, Fl. 660
Slag seam, Fl. 614
Slammannan 647, 648
Slate coal, Fl. 571, 572, 575
— — rider, Fl. 575
Slate vein, Fl. 499
Slateyband-Eisenstein 645, 659
Slatog vein, Fl. 498
Sloanstone coal, Fl. 657
Slyving seam, Fl. 512
Small coal, Fl. 499, 513
Smith coal, Fl. 504, 546
Smiths coal, Fl. 513, 581
Smithy coal, Fl. 660
Smoile coal, Fl. 575
Soap vein, Fl. 496
Soft coal, Fl. 655
Sohrau, Bohr. 168
Sohrauer Schichten 170
Sonnenblume, Fl. 180, 186, 187
Sonnenschein, Fl. 63, **75**, 266
Sophie, Fl. 140, 145
Sorbier 372
Sorel-Hocquart, Fl. 338
Söterner Schichten 110
Soulier 447, 448
„South crop“ (S.-Wales) 494
South fawr, Fl. 495
— parrot coal, Fl. 638
— Scarle, Bohr. 528, 529
— shoots vein, Fl. 513
Spanien 671
Spaubeek, Bohr. 262
Speldorfer Sattel 66
Spiennes, assise de 208
Spierling, Fl. 96
Spirorbis-Kalk 483, 521, 555, 563, 570
Spittel 124, 139, 141
Spitteler Sattel 132
Splint coal 7
— —, Fl. 607, 611, 627, 634, 639, 640, 645, 648, 655, 663, 668
Spliss, Fl. 95
„Staffordian“ 483, 494, 509, 520, 530, 554
Staffordshire, Nord- 475, **550** ff.
—, Süd- 475, **558** ff.
Stairhead, Fl. 638
Standing course, Fl. 513
Stanhope coal, Fl. 577
Stanislaus, Fl. 189
Stanley main c., Fl. 537
Starkenbach 235
Starkey delf, Fl. 504

Stakevtzi 678
Starsley coal seam 607
„Stéfanien“ (Stufe von St. Étienne) 42, 353, 672
Stein, Bohr. 262
Steinbach 230
Steinknipp, Fl. 98, 103, 261
Stenaye, Fl. 273, 278, 280, 282, 284
Steppes, Gr. 286
Stibbs seam, Fl. 513
Stiletz 235
—, Becken von 254
Stinking coal, Fl. 524, 575, 588, 592
— vein, Fl. 496, 512
Stirling 628, 629, 630, 640
Stock, Fl. 96
Stockheim 228
Stockings coal, Fl. 577
Stockumer Sattel 66
Stolberg, Fl. 135
Stolberger Becken 85, **93**
Stone coal, Fl. 588, 589, 611, 612, 614, 655
— —, lower 656
Stone rag, Fl. 513
Stone smut coal, Fl. 575
— — -rider 575
Stoney coal, Fl. 606, 660, 669
Stoppenberger Mulde 66, 67
Strappette, Fl. 299, 302
Strap vein, Fl. 513
Straußenei 160, 161
Streatham, Bohr. 477
Strouanne, Bohr. 347
Stublick dyke 600
— -Becken 600, 614
Stuhlsatzenhaus, Bohr. 113
Stutton, Bohr. 477
Südderbyshire-(Leicestershire-)Becken 572ff
Sudetische Stufe 42, 43
Südlicher Hauptsprung 113
Südlimburger Becken 259 ff.
Südstaffordshire-Becken 475, 519, 541, **558** ff.
Südwales, Becken von 473, 478, **486** ff.
Sulkowschacht 250
Sully 393, 394
Sulphur coal, Fl. (S.-Staff.) 565, 566, 592
„— coals“, Flgr. (F. of Wyre) 591
— coal, upper, Fl. 565
Sulphurous coal, Fl. 581
Sulzbach, Gr. 129, 135
Sunvein, Fl. 494, 495
Sutanstörung 71, 72
Sutendael, Bohr. 309
Swallowdrum, Fl. 661
Swallowwood, Fl. 535, 536
Swannington coal, Fl. 575
Swansea-four foot coal, Fl. 495
Sweet coal, Fl. 592
„— coals“, Flgr. (F. of Wyre) 591
Swinton pottery coal, Fl. 535
„Symons fault“ 587
Szekul 258

T.

Tambacher Schichten 228
Tanfield fault 599
Tannhausen 159
Tarn et Aveyron 313, 351, 437
Tartaras 362
Tartarus-Sprung 116
Tatouie, Fl. 302
Tauenzien, Fl. 135
Teamwash 602
Tegel 177, 192
Teinitzler Schichten 238, 244
Tenczynek 167, **189**
Ten feet rock 557
— — seam, Fl. 513, 548
— quarter seam, Fl. 621
Ternay 359, 362
Terre-houille 271
Tertiär (Westf.) 58 f.
Tertius-Sprung 71
Teutoburger Wald 80
Thann 231
Théodore 342
Thérèse 299
Theux, „Massiv von“ 276
Thick coal, Fl. (S.-Staff.) 564 f., 566, 589, 592
— — (Warwick) 570
— —, Hawksbury 571, 572
Thiele, Fl. 135
Thielemann, Fl. 135
Thiers, Flgr. von 329, 333, 335
Thin coal, Fl. 549
Thirty inch coal, Fl. 607
Thivencelle 319
Tholeyer Schichten 110
Thorncliff, Fl. 536
Thorne, Bohr. 529
Three coals, Fl. 496

Three foot coal, Fl. 622, 640, 657, 659, 669
Three quarter coal, Fl. 545, 546, 549, 588, 589, 606, 611, 612, 614, 627
Thringstone fault 573
Thugut, Fl. 189
Thuile, Becken von 677
Thurgarton, Bohr. 530, 539
Thüringer Wald 228
Tiele, Fl. 179
Tillery, Fl. 494, 495
Tilley seam, Fl. 611
Timber veine, Fl. 501
Tineo, Kongl. von 673
Tipperary 668
Tkwibuli 37
Toad vein, little, Fl. 513
Tödi 677
Tollin 412
Tombe, faille de la 290 ff., 322 ff.
„Tongrien" 307
Tonstein 125, 132, 136, 138, 206
— -flötz 129, 131, 135
Top coal, Fl. 588, 589
— hard coal, Fl. 534, 535, 539
— little seam, Fl. 512
— seam, Fl. 512, 670
— vein, Fl. 513
Torbanehill 633, 649
Torbanit 9
Torf 11
Torfmoortheorie 19, 25
„Torrent d'Anzin" 327
„— de Vicq" 327
Touches 456, 457
Toulons s. Arroux 378
Tourette, Fl. 337
Tourhall (Tourha'), Fl. 655
Tournay-Stufe („Tournaisien") 42
Tourtia 54, 327
Toussaint, Fl. 337
Tout rond, Fl. 337
Towlerton coal, Fl. 669
Townley, Fl. 611, 612
„Transition series" 482, 494, 509, 520, 554, 593
Traufe, Fl. 94
Traugott, Fl. 142, 144
Tremoshna 250
Trenchard delf, Fl. 504
Trencher bone coal, Fl. 546, 547
Trias 37
Trias (Engl.) 529
— (Westf.) 57
Trien-Kaisin, Gr. 296
Trigloin, Fl. 496
Trois bancs, Fl. 463
— mâchoires, Fl. 426
Trompeuse, Fl. 132
Trough seam, Fl. 513
Trou souris-Houlleux-Homvent, Gr. 286 f.
„Tuedian" 603, 604, 625
Turf coal, Fl. 655
Turon 54 f., 290, 327
Twenty fathoms coal, Fl. 655
Twist coal, Fl. 525
Two coal vein, Fl. 512
— feet (foot) c., Fl. 535, 549, 556, 565
— — nine inch c., Fl. 496
— quarter, Fl. 611
— yard coal, Fl. 496, 571, 572, 581
Tyrone-Kohlenbecken 668, 669

U

Übach 101
Udale coal, Fl. 622
Udine 677
Ujbanya-Eibental 258
Ulster 668, 669
Ungarn 258
Unterflötz 248 f., 253
Unterkarbon. Kohlen 598, 650 ff., 659, 661 f.
Up Holland-Sprung 543
Upper coal, Fl. 627, 644, 670
— — measures 520 ff., 530, 553, 554, 563, 570, 579, 584, 587, 593, 619, 625, 632, 665
Upper coking coal, Fl. 657
— fife coals seam, Fl. 513
— — foot coal, Fl. 667
— foot mine, Fl. 545
— gas coal, Fl. 651
— mountain mine, Fl. 548
— sulphur coal, Fl. 565
Ural-Stufe („Ouralien") 42
Urmond, Bohr. 262

V

Vaith seam, Fl. 498
Valenciennes, Becken von 314 ff.

Valentin, Fl. 342
Valkenburg 103
Variscisches (varistisches) Gebirge 47, 350, 475
Veine à cloyats, Fl. 298
— à deux laies, Fl. 298
— — — sillons, Fl. 299
— à filons 333, 334
— à l'eau, 299
— au gros, Fl. 297 f., 304
— — loup, Fl. 297 f.
— aux clous, Fl. 299, 302
— — grès, Fl. 280
— — laies, Fl. 298, 304
— — terres, Fl. 280
— d'argent, Fl. 298, 304
— de derrière, Fl. 298, 304
— de la station, Fl. 299
— de l'exhaure, Fl. 298
— d'escaillage, 341
— de vermeil, Fl. 298
— d'olive, Fl. 298, 304
— d'or, Fl. 298, 303, 304
— du Calvaire, Fl. 302
— — Candjou, Fl. 299
— — fond, Fl. 298, 304
— — fort d'Orange, Fl. 302
— — Kiosque, Fl. 298, 304
— — midi, Fl. 332
— — nord, Fl. 332, 333, 341
— — parc, Fl. 304
— — puits, Fl. 287
— — sud (1—16), Fle. 335
— qu'on have à Mitan, Fl. 298
— Tournaisienne, Fl. 298, 304
— trouvée, Fl. 299
Vejvanower Revier 253
Velberter Sattel 62
Vendée 352, 452
—, Becken der 453, **454** ff.
Verkohlung 14
Vermoderung 14
Vernayaz 677
Veronica-Fl. 180, 187, 189
Vertrauen-Fl. 216
Verwesung 13
Vicoigne 319
—, Gruppe von 329, 332, 335
Victor, Fl. 302
Victoria, Fl. 75
— mine, Fl. 545
Victoria seam, Fl. 611, 613
Vierbänke, Fl. 83
Vieux Condé 319
— —, Gruppe von 329, 332 f., 335
Vigan, le 350, 423
Vimy 326
Vincent, Fl. 132
Virgin coal, Fl. 634
— seam, Fl. 621, 645
Virtuewell, Fl. 645, 647
Visé-Stufe („Viséen") 42
Vlodrop, Bohr. 103, 265
Vobster 513
„— series" 508 f., 510
Vogesen 231, 463
— -Sandstein 120
Voisine, Fl. 337
Volpersdorf 156, 160, 161
Voltziensandstein 120, 121
Von der Heydt, Gr. 136, 138, 144
Vosges méridionales 313, 463
Vouvant-Chantonnay, Becken von 352, 453, 454 ff.
Vranowitz 253
Vreden, Bohr. 60, 259

W

Waderner Schichten 110
Wahlschieder Fl. 144, 146
Waldemar, Fl. 135
Waldenburger Becken 147
— — Schichten 152, **158** ff.
Waldershare, Bohr. 516, 517
Wales 471
—, Becken von Süd- 473, 478, 486 ff.
—, Becken von Nord- 475, 578 ff.
Wall coal, Fl. 665
Wallsend, Fl. 612
—, Gr. 611
Walmestone, Bohr. 517, 518
Wand mine, Gr. 656
Wandering coal, Fl. 645
Ware, Bohr. 477
Warkey course, Fl. 513
Warkworth, Gr. 611
Warrenhouse, Fl. 535, 536
Warwickshire, Becken von 567 ff.
„Wash-out" 602
Wasserbank, Fl. 74
Wasserstoff „disponibel" „gebunden" 5, 6

Waterloo coal, Fl. 535
Wattenscheider Sattel 66
Waubacher Sattel 261
Wealden 38, 58
Wearmouth 611
Wednesbury fault 561
Wee coal, Fl. 653
— drum coal seam, Fl. 660
Weeley, Bohr. 477
Weiler, Fl. 135
Weißweiler 95, 97
„Welsh borderland"-Becken 593
Wemyss 661, 663
Wenzelflötz 258
Wenzeslaus, Gr. 162
Werister 286
Wernddu, Fl. 498
Wernffraith, Fl. 492, 495
Wernpistill, Fl. 498
Wersen, Bohr. 82
Werter Mulde 93
Westalpen (Frankr.) 459ff.
Wester coal, Fl. 606
Westeuropäischer Typus des Karbons 40f.
Westfäl. Stufe („Westfalien") 42
„Westfalian" (England) 483, 494, 520
Westlothian 637, **650**f.
Wettin 225
—er Schichten 226
Whinmoor coal, Fl. 532f.
Whin sill 600f.
Whita-Sandstein 625
White-ash-Gruppe 492, 494, 495, 496
White-axen-vein, Fl. 513
Whitehaven-Sandstein 619, 621
White coal, Fl. 546, 548
White metal seam, Fl. 621
Whittington delf, Fl. 504,
Wicha, Fl. 283
Wickham stone coal, Fl. 611
Wigan 545
— five feet coal, Fl. 546, 547
— four feet coal, Fl. 546, 547
Wijnandsrade, Bohr. 104, 262
„Wildes Kohlengebirge" 205, 215
Wilhelm, Gr. 263
Wilhelmine, Fl. 87
—, Gr. 263
Wilk, Fl. 188
Wilkischen 250
Willowbush, Fl. 663
Wilmots vein, Fl. 513
Wilsontown 650, 651
Wingfield flagstones 532
Winpenny, Fl. 556
Winter coal, Fl. 535, 537
Winterswijk, Bohr. 259
Withy mill seam, Fl. 512
Witley-Gruppe 564
Wittener Mulde 66, 67
Wirley-Grube 567
Wohlwert, Fl. 139, 144
Wolverhampton 560
Wood coal seam, Fl. 660, 665, 666
Woodend-Kalk 604
Woodfield coal, Fl. 577
— — little, Fl. 577
Woodmoor, Fl. 535, 537
Woodmuir 650, 651
Woorgreens coal, Fl. 504
Worsley, Fl. 545
— four feet coal, Fl. 545, 548
Woschcytz, Bohr. 177
Wranowaer Mulde 235, 246
Wrexham-Schichten 520
— fault 580
Wurmrevier 85, 97
Wynandsrade, Bohr. 104
Wyth vein, Fl. 499

X

Xaver, Fl. 180

Y

Yard band, Fl. 621
— coal, Fl. 495, 496, 546, 549, 566, 567, 575, 578, 588, 589, 611, 612, 614, 670
— —, Jnce 546
Yard mine, Fl. 546, 547
— rock 557
Yarrow coal, Fl. 669
Ynysarwed, Fl. 495
Yoredale-Schichten 479, 525, 602, 604, 619
York, Fl. 135
Yorkley delf, Fl. 504
Yorkshire-Becken 473, 478, 519, **525**ff.
„Yprésien" 290

Z

Zabrze 167, 170, 172, 182 f.
Zachkohlenflötz 209, 211
Zalenzer Flgr. 179, 186, 187
Zawisz, Bohr. 176
Zbeschan 257
Zdiarek 160, 161
Zebnitzer Mulde 235, 246
Zellulose 12
Zentralplateau (Frankr.) 313, **349**
Ziehwald 137, 138
Zoé, Fl. 337
Zollverein, Fle. 77
„Zone inférieure, moyenne, supérieure" (Zeiller) 319
Zweibänke, Fl. 83
Zweielliges Fl. 209
Zwilling, Fl. 83
Zwickauer Revier 200, **205** ff.

Druckfehler.

Seite	74	Zeile	3	von unten	statt	Girondelle	lies Girendelle,
„	326				„	Unter-Senon	„ Eocän,
„	340	„	5	„ oben		fehlt das Wort:	Teil,
„	404	„	19	„ „	„	als	lies also,
„	563	„	18	„ „	„	Nord-Stefford	„ Nord-Stafford,
„	588	„	7	„ „	„	Broock	„ Brooch,
„	614	„	12	„ „	„	sam	„ seam,
„	659	Überschrift:				Ayrshire,	lies: Lesmahago und Douglas.



