

Was beweisen die Stubbenhorizonte in den Braunkohlenflözen?

Von Oberingenieur Th. Teumer, Grube Ilse (N.-L.).¹⁾

Bei dem großen Interesse, das gegenwärtig der Braunkohlenforschung entgegengebracht wird, sei es mir an dieser Stelle gestattet, einiges zur Klärung von Streitfragen beizutragen, die sich auf die Entstehung der Braunkohlenflöze beziehen. Das Braunkohlenproblem geht in gleichem Maße den Chemiker, Geologen und Botaniker an. Die Weiterarbeit an der Forschung durch Geologen und Botaniker erscheint deshalb erstrebenswert, weil es den Chemikern bis zum heutigen Tage nicht gelungen ist, eine Klärung herbeizuführen. Gelangen doch die neueren Arbeiten von Ed. Donath und Lißner²⁾ sowie von Franz Fischer und Hans Schrader³⁾ zu Ansichten über die Bildung von Stein- und Braunkohle, die sich in wesentlichen Punkten widersprechen. Aber ganz abgesehen hiervon herrscht auch unter Geologen und Paläobotanikern keineswegs volle Übereinstimmung über die Frage: Wie häufen sich die aus verrotter Pflanzensubstanz bestehenden Massen brennbarer Mineralien in ihrer auffallenden Reinheit zu mächtigen Flözen auf?

Auf der einen Seite sagten die Allochthonisten mit Recht, daß es ausgeschlossen sei, daß ursprünglich vorhandene abflußlose Becken von der Tiefe des Geiseltalvorkommens oder des Braunkohlenflözes des rheinischen Vorgebirges in der Weise verlanden könnten, wie heute vor unseren Augen ein norddeutscher See verlandet. Auf der anderen Seite blieben die Autochthonisten auf Grund der in den Kohlenflözen feststellbaren Waldböden bei der Auffassung, daß das kohlenbildende Material an der Stelle gewachsen sei, wo es inkohlt ist und heute noch lagert bzw. bergmännisch gewonnen wird. Wenn sich später die Palme des Sieges den Autochthonisten zuneigte, so geschah es nicht auf Grund ihrer schärferen Beweisführung und in voller Anerkennung ihrer Gedanken über Senkungsvorgänge, sondern mehr deshalb, weil die Stubbenhorizonte in den Flözen einen allzu überzeugenden Beweis erbringen.

In denjenigen Revieren, in denen die Stubbenhorizonte nicht deutlich ausgeprägt sind, hat noch bis in die neueste Zeit ein Kampf der Geister stattgefunden. So mußte sich vor nicht langer Zeit Raefler⁴⁾ mit Tille⁵⁾ auseinandersetzen und sich gegen die von letzterem angenommene Bodenfremdheit der mitteldeutschen Lagerstätten wenden. Die von Tille vertretene Ansicht (Bodenfremdheit) ist um so verwunderlicher, weil vor ihm Etzold⁶⁾ auf Grund eingehender Untersuchungen und gestützt auf ein umfangreiches Tatsachenmaterial zu dem Schlusse gekommen war, daß die Braunkohlen des mitteldeutschen Vorkommens bodenständige Bildungen seien. Dieser Fall, bei dem zwei Forscher in ein und demselben Gebiet zu entgegengesetzten Urteilen kommen, ist durch Raefler geklärt worden. Hiermit können und müssen die Akten über den Streit: „Hie

1) Vortrag, gehalten am 18. März 1922 auf der 12. Mitgliederversammlung in Halle a. S.

2) Ed. Donath u. Lißner „Kohle und Erdöl“.

3) Franz Fischer u. Hans Schrader „Entstehung und chemische Struktur der Kohle“. Essen 1921. Auszug in Brennstoff. Chemie 1921.

4) Raefler „Gegen die Bodenfremdheit der sächsisch-thüringischen Braunkohlenlagerstätten“, Braunkohle XIX, 1920.

5) W. Tille „Die Braunkohlenformation in dem Herzogtum Sachsen-Altenburg und dem südlichen Teil der Provinz Sachsen“, Archiv für Lagerstättenforschung“, Heft 20. Auszug in Braunkohle XIV. Jahrgang.

6) Etzold „Die Braunkohlenformation Nordwest-Sachsens“. Leipzig 1912.

Autochthonie — hie Allochthonie“ zugunsten der ersteren geschlossen werden.¹⁾ Ein Ausspruch des Herrn Geheimrat Joh. Walther bei der Diskussion in diesem Forschungsverband verdient es, hier noch einmal wiederholt zu werden. Er sagte: „Ich möchte zunächst der weitverbreiteten Ansicht entgegenreten, als ob mit den Ausdrücken »autochthon« oder »allochthon« irgendeine wissenschaftliche Seite des Kohlenproblems entschieden werden könnte. Nach meiner Auffassung sind alle bauwürdigen Kohlenflöze bodenständig und nur die aschenreichen wertlosen Kohlen sind durch Umlagerung bodenfremd aufgehäuft worden.“

Wenn somit auch der Streit über Bodenfremdheit und Bodenständigkeit endgültig verstummen muß, so bedürfen doch noch einige andere Fragen der schließlichen Klärung. Gerade durch diesen Streit sind eine Reihe Gedanken, Theorien und Möglichkeiten neu in das Problem hineingetragen worden. Es sind dies die Fragen nach Tropenklima oder gemäßigttem Klima, die Frage nach Klimaschwankungen überhaupt. Es sind Gedanken über erhöhte Erzeugung von Pflanzensubstanz zur Erklärung der Flözaufhäufung; es sind schließlich bedenklich kühne Theorien zur Erklärung des üppigen Pflanzenwuchses, über vermeintliche Ausnahmezustände in der Lufthülle (erhöhter Kohlensäure- oder Wasserdampfgehalt), als auch noch gewagtere Mutmaßungen über anders geartete Verwesungs- und Vermoderungsvorgänge in früheren geologischen Epochen. Ich möchte mich hier kurz fassen, aber entschieden nur das eine sagen, daß bei der Lösung des Flözaufhäufungs-Problems für derartige abenteuerliche Konstruktionen kein Raum bleibt. Gewiß, die Klimafrage mit ihren Anhängseln wird für lokale Flözforschungen zwar immer ein berechtigtes Interesse verdienen, für die Beantwortung der eingangs gestellten allgemeinen Frage nach der Möglichkeit von Flözaufhäufungen überhaupt wird sie stets von untergeordneter Bedeutung sein.

Mit voller Berechtigung kann man sagen, daß bei allen Klimaten, bei denen heute Humusbildungen möglich sind, dies auch in früheren geologischen Zeiten der Fall gewesen sein muß; daß in allen jenen Gebieten, in denen in der Gegenwart Moorbildungen vorkommen, dann auch die Bildung mächtigerer Flöze möglich wird, wenn die Grundbedingung — ein relativ aufzufassendes langsames Steigen des Grundwasserspiegels — eintritt und anhält. Neuerdings haben uns Tropenforscher und zuletzt Rich. Lang²⁾ in seiner Arbeit für unseren Forschungsverband die Bekanntschaft mit echten Waldflachmooren vermittelt. Rich. Lang konnte auf seinen Reisen in Niederländisch-Indien und in Britisch-Hinterindien feststellen, daß es in diesen Gebieten Flachmoore gibt, die mit tropischem Hochwald bestanden sind. Deshalb sind wir berechtigt, wenn dabei von den Unterschieden im Klima und in den Pflanzengemeinschaften abgesehen wird, diese Tropenmoore unseren so gerne zum Vergleich herangezogenen mittel- und norddeutschen Erlenflachmooren gleichzusetzen, allerdings nur bezüglich der Möglichkeit von Moorbildungen. Rich. Lang stellte noch eine weitere grundlegende Tatsache für die Humusbildung in den Tropen fest: „Man darf mit Bestimmtheit behaupten, daß sich in den Tropen rezente Humusbildung und Humuserhaltung in größerem Umfang vollzieht und daß man nicht mehr der Auffassung huldigen darf, als sei diese Humuserhaltung in den Tropen weniger möglich als unter unseren Klimaten. Es ist nur entsprechend der höheren Temperatur und damit entsprechend der größeren Verdunstung eine

1) Vgl. auch W. Nuß „Referat zu dem Aufsatz von Raefler“. Naturw. Wochenschrift, Neue Folge XIX. Band, Nr. 32, Seite 509—511 und „Die Entstehung der bodenständigen Braunkohlenflöze“, daselbst Seite 598—603.

2) Rich. Lang „Die Entstehung von Braunkohle und Kaolin im Tertiär Mitteldeutschlands“, dieses Jahrbuch 2. Heft Seite 65 u. f. und „Moortheorie und Braunkohlenbildung“, Braunkohle XX. Jahrg. 1921 Seite 529.

größere Befeuchtung des Gebietes nötig.“ Ist diese aber vorhanden, so erfolgt dort die Humuserhaltung ebensogut wie bei uns und deshalb darf bei dem Kohlenflözbildungsproblem der Klimafrage kein ausschlaggebender Wert mehr beigegeben werden. Für die Humuserhaltung ist demnach weder eine charakteristische Pflanzengemeinschaft, noch ein bestimmtes Klima erforderlich, weil es erwiesen ist, daß, wie in den gemäßigten Breiten, auch in den Tropen Moorbildungen vorhanden sind.

Auch die Annahme einer Sumpfvvegetation zur Erklärung der Kohlenflöze ist durchaus nicht zwingend. Wenn sie vielfach angenommen wird, um daraus einen gesteigerten Pflanzenwuchs abzuleiten, so ist dem entgegenzuhalten, daß uns die Gegenwart durchaus nicht zu dieser Auffassung führt. Die Pflanzengemeinschaften der rezenten Sümpfe leben durchaus nicht unter einem Optimum der Lebensbedingungen; ihre Vertreter müssen vielfach einen Kampf mit dem „Allzuviel“ an Wasser führen, der vielleicht ebenso verzweifelt ist, wie der Kampf der Trockenpflanzen mit der Dürre. Auch der Vergleich mit dem tropischen Regenwald, der unter einem Klima wächst, dessen wesentliche Eigenschaften dauernde große Luftfeuchtigkeit und hohe Wärmegrade sind, hat nur bedingte Beweiskraft. Schließlich hat man die Sumpfyypressenwälder der Subtropen, wie sie an der atlantischen Küste Nordamerikas wachsen, gern mit den Waldmooren der Braunkohlenzeit verglichen und betont, daß sie ein getreues Abbild der Waldmoore des Miozäns bilden. Dem möchte ich zunächst entgegenhalten, daß ein gewisser Gegensatz zwischen den meist dichtgeschlossenen Beständen der Baumriesen, wie sie uns die Stubbenhorizonte des Senftenberger Reviers zeigen, und den Schilderungen der rezenten Zypressenwälder besteht, wie sie Eugen Bracht¹⁾ gegeben hat. Ferner läßt sich die von P. Menzel²⁾ angegebene habituelle Übereinstimmung nicht aufrecht erhalten, weil die neuesten Untersuchungen Kräusels³⁾ die Tatsache ergeben haben, daß neben *Taxodium distichum* auch eine *Sequoja* hervorragend am Aufbau der Niederlausitzer Flöze beteiligt ist. Diese Untersuchungen sind auf Veranlassung Gothans⁴⁾ vorgenommen worden, der auch früher schon auf diesen Gegenstand aufmerksam gemacht hat. Die heutigen Nachkommen dieser *Sequoja* leben aber nicht in jenen überschwemmungsreichen Küstenebenen, sondern bevorzugen heute höhere Lagen. Aber auch dann, wenn das Landschaftsbild der „Cypress-swamps“ vollständig dem der Braunkohlenwälder gleiche, so bliebe doch der grundlegende Unterschied bestehen, daß die Miozänwälder Braunkohlenflöze von erheblicher Mächtigkeit hinterließen, während die heutigen Cypress-swamps diesen Vorzug nicht haben. Bei aller Anerkennung des Leitsatzes moderner Geologie, daß die geologischen Kräfte der Vergangenheit keine anderen waren als die gegenwärtigen, darf man sich doch nicht dem Irrtum hingeben, daß sich aus der bloßen habituellen Übereinstimmung der Landschaftsbilder auch schon Übereinstimmung gleicher geologischer Wirkungen folgern ließe. Der Vergleich des Braunkohlenwaldes mit den „dismal-swamps“ zeigt dies recht deutlich. So hinkt auch zunächst ganz allgemein jeder Vergleich der Bildung mächtiger Kohlenflöze mit der Torfanhäufung eines rezenten Wiesenmoores, eines Erlensumpfmoores, Zwischen- oder Hochmoores. Allein, diese Behauptung möchte ich abschwächen. Die Möglichkeit des Absinkens rezenter Moore wird von v. Linstow bejaht. Der Genannte macht auf die bis in die Gegenwart hinein sich vollziehenden Boden-

1) A. E. Bracht „Der Sumpfyypressenwald in Florida“, Naturw. Wochenschrift. Neue Folge XX. Band, Nr. 8 Seite 124—127.

2) P. Menzel „Über die Flora der Senftenberger Braunkohlenablagerungen“.

3) R. Kräusel „Paläobotanische Notizen I—III“ Senckenbergiana, Band II, Heft 6, 1920.

4) W. Gothan „Neues von den Braunkohlenmooren der Niederlausitz“, Braunkohle XIX, 1921, Seite 581.

bewegungen in Verbindung mit den Torfbildungen im norddeutschen Flachland aufmerksam. Er weist auf Wiesentorfanhäufungen hin, die einmal durch ihre große Torfmächtigkeit (A. Weber hat Mächtigkeiten von 13 bis 14 m angetroffen, H. Groß gibt bis 25 m an) ausgezeichnet sind und bis zum heutigen Tage nicht in den Zustand eines Zwischenmoores bzw. Hochmoores übergegangen sind, obwohl das Klima dies zulassen müßte. Mit solchen Wiesenmooren lassen sich Kohlenflözaufhäufungen vergleichen. Bei ihnen spielt der Senkungsvorgang eine erhebliche Rolle und dieser ist es, der als letzte und wesentliche Ursache bei der Aufhäufung mächtiger Kohlenflöze und ganzer Flözgruppen die Lösung des Phänomens birgt.

Daß die Sedimentation der tauben Zwischenmittel, der flözleeren Sandsteine, des Kohlenkalkes und Tonschiefers im produktiven Karbon, die Ablagerung der Tone, Kiese und Sande in der Braunkohlenzeit erst durch eine Senkung des Gebietes ermöglicht worden ist, hat die neuere Geologie immer angenommen. Daß aber zur Bildung mächtiger Flöze Senkungsvorgänge notwendig waren, konnte von den Allochthonisten nicht erkannt werden und ist auch von den Autochthonisten nicht immer mit der notwendigen Schärfe ausgesprochen worden. Wenn richtig erkannte Senkungszyklen an der Basis des Kohlenflözes ihren Abschluß finden, dann ist dieses doch auf stabilem Boden entstanden und dieser Auffassung möchte ich entgegentreten. Joh. Walther hat in der vortrefflichen Artikelreihe: „Geologische Probleme der Braunkohlenlager“¹⁾ die Möglichkeit von Kohlenbildungen auf stabilem Boden grundsätzlich verneint; er wies auch nach, daß sich unmöglich die Beckenränder automatisch emporheben können, kurz, er hat die Notwendigkeit von Gebietssenkungen zur Flözbildung klar ausgesprochen. Es ist zu bedauern, daß diese Artikelreihe, die für Bergleute äußerst anregend war, abgebrochen wurde. Dieser Aufsatzreihe verdanke auch ich die Anregung zur Verfolgung des Problems. Sie bringt uns zu der Überzeugung, daß der Kernpunkt des Problems der Kohlenflözaufhäufung nicht darin zu suchen ist, daß es Zeiten gegeben hat, zu denen die Erzeugung pflanzlicher Lebewesen die heutige um das Vielfache übertraf, sondern daß es sich nur darum handeln kann, aufzuklären, wie das gewachsene Pflanzenmaterial, vor vollständiger Verwesung und Vermoderung geschützt, in größeren Lagerstätten aufgehäuft wurde und, wenn auch in weitgehend veränderter Form, auf uns kommen konnte.

Was demnach in erster Linie der weiteren Klärung bedarf, das sind die Gebietssenkungen selbst. Bevor wir jedoch auf diese eingehen, erscheint es zweckmäßig, eine

Charakteristik der Stubbenhorizonte

vorauszuschicken. Diese stützt sich auf umfangreiche Messungen und Zählungen, die ich in den Gruben der Ilse, Bergbau-Aktiengesellschaft in meinen freien Stunden ausgeführt habe.

Dem Braunkohlenbergmann und Geologen sind Unterschiede in Farbe und Struktur an der Kohlenwand eines Tagebaues bekannt, die an einzelne Horizonte gebunden sind. In diesen annähernd parallelen Bändern haben wir Flözsichten vor uns, in denen erdigstückige, manchmal harzreichere oder auch rieseligere Kohle mit an Ligniten reicherer wechsellagert. Beim genauen Verfolgen auf größere Erstreckung ergeben sich Abweichungen von einer absoluten Parallelität der Bänder in gewissen Grenzen. Dies soll an einzelnen Beispielen gezeigt werden. Die annähernd parallelen Streifen beteiligen sich an den später eingetretenen Flözstörungen (Faltungen, Verwerfungen); sie waren also schon

1) Braunkohle XVI, Seite 85.

vorhanden, als diese Störungen erfolgten, und haben sich ganz zweifellos beim Aufbau der Flöze gebildet. Besonders im Senftenberger Revier sind diese holzführenden Streifen (Stubbenhorizonte) wichtige und interessante Erscheinungen, die berufen sind, das Rätsel der Flözbildung zu lösen.

Begriff: „Stubbenhorizonte“.

Bei den Steinkohlenflözen hat man in den sogenannten Stigmarien die unterirdischen Stützorgane der im Karbon wachsenden Siegel- und Schuppenbäume erkannt. Bereits in dieser geologischen Epoche zeigt das charakteristische Auftreten dieser Steinkreuze in ganz bestimmten Sohlen ehemalige Waldböden an. Viel deutlicher tritt dies bei den Braunkohlenflözen in die Erscheinung. Kleinere, größere, ja selbst recht gewaltige, unter weitestgehender Erhaltung der Form und Holzstruktur vertorfte Wurzelstümpfe, zwischen denen oft wirt durcheinander die umgefallenen Stämme liegen, lassen uns einen Waldbestand von erhabener Schönheit vermuten. Diese Stubben werden uns immer wieder davon überzeugen, daß sie dort gewachsen und abgestorben sind, wo sie heute noch stehen. Wie bereits an anderer Stelle¹⁾ hervorgehoben wurde, wurzeln sie im ungestörten Flöz in einer annähernd horizontalen Ebene und ihre Höhen, d. h. der Abstand vom Wurzelwerk bis zur Oberkante, bleiben innerhalb der einzelnen Horizonte fast gleich groß. Dies gilt für Entfernungen so groß, wie man sie etwa an einer Tagebauwand übersehen kann. Beim genaueren Messen und beim Vergleich mit Nachbaraufschlüssen sind Zu- und Abnahmen in der Höhe der Horizonte feststellbar. Die Abnahme kann bis zum völligen Verschwinden eines Horizontes führen. Dies trifft aber auch für die Schichten amorpher Braunkohle zu, welche die Wurzelstümpfe unter- und überlagern. Auch sie können bis zum völligen Auskeilen abnehmen, so daß dann zwei Stubbenhorizonte unmittelbar übereinander liegen. Einzelheiten gehen aus den Flözprofilen Abbildungen 3 bis 7 hervor. Bei diesen Einmessungen bin ich den Herren Obersteiger Wahle und den Studierenden Roick und Pfannstiel zu besonderem Dank für ihre Hilfeleistung verpflichtet. Ausgewählt wurden Profile, die reichlich mit Stubben bestanden waren.

Die Merkmale der Zu- und Abnahme treten bei allen übereinanderlagernden Stubbenhorizonten auf, so daß sich jedem Beobachter der Eindruck einprägt, als ob sich wenig hohe mit höheren Stubbenreihen in einem Tagebauprofil abwechseln. Da infolge nachträglicher Senkungen geringe Abweichungen in den Höhen selbstverständlich sind, so wäre eine millimetergenaue Einmessung eine Maßnahme, mit der nichts an Beweiskraft gewonnen wird. Ich habe deshalb geglaubt, mich hinsichtlich der Mächtigkeitsangaben auf dm beschränken zu sollen.

Die geographische Verbreitung und der Erhaltungszustand der Stubben.

Im Senftenberger Revier ist das Oberflöz nicht mehr in seiner ursprünglichen Gesamtausdehnung vorhanden. Die erhalten gebliebenen Partien stellen unzweifelhaft die Reste eines durch Erosion mannigfach zerschnittenen Flözgebietes dar. Die ehemalige Gesamtausdehnung dieses Flözgebietes ist nicht feststellbar, da die vorhandenen Flözränder meist deutliche Zeichen der Abtragung aufweisen. Für die Beurteilung mancher Fragen der Braunkohleologie ist aber gerade die ursprüngliche Randentwicklung eines Flözes außerordentlich wichtig. In Costebrau (Grube Katharina) hat man wahrscheinlich eine solche

1) Th. Teumer „Die Bildung der Braunkohlenflöze im Senftenberger Revier“, Braunkohle 1920 Nr. 44.

Stelle vor sich; der tatsächliche Sachverhalt muß aber einer ausführlicheren Arbeit vorbehalten bleiben.

In den Restflächen des Oberflözes kommen überall Stubben vor. An der erwähnten Stelle bei Costebrau sah ich sehr gut entwickelte Stubben im geringmächtigen Flöz in etwa 100 m Entfernung vom Ausgehenden. Sie ragen dort weit in den hangenden Ton hinein, der über das Flözausgehende hinausgreift und für den Ziegeleibetrieb gewonnen wird. Im Unterflöz kommen ebenfalls die Stubben allgemein vor. Hier ist noch keine Stelle abgebaut, welche die ursprüngliche Randentwicklung des Flözes zeigt. Dies ist auch in all den Fällen nicht zu erwarten, in denen die hangenden Schichten volkswirtschaftlich nicht verwertbar sind, weil das Flöz an solchen Stellen unbauwürdig wird.

Unter Tonbedeckung des Flözes sind die Stubben recht gut erhalten; allerdings ist die Mitte (der Kern) bei kleineren Exemplaren nicht immer, bei größeren

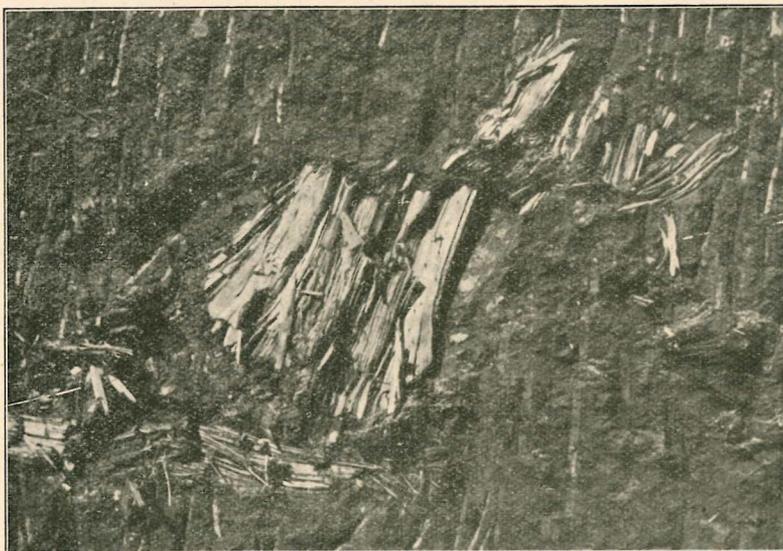


Abb. 1. Braunkohlenstubben, bei dem das obere Stück abgequetscht und seitlich verschoben ist.

niemals erhalten geblieben. In der Zusammenstellung auf Seite 16 sind deshalb die in Klammern gesetzten Zahlen geschätzt. Sie beziehen sich auf den verfaulten oder beim Umbrechen zersplitterten Kern.

Im Oberflöz gibt es Gebiete, wo die Stubben ganz auffällig den Eindruck einer nachträglich erlittenen Veränderung (gegenüber den gesunden) erwecken. An solchen Stellen fällt es stets auf, daß die miozäne Tondecke über dem Flöz vollständig fehlt. Die Veränderung der Stubben besteht einmal darin, daß sie halbverfault bzw. ausgelaugt sind und sich stückweise mit der Hand zerdrücken lassen. Hierbei geben sie ihrer schwammigen Eigenschaft wegen Wasser ab. Der Bergmannshau setzen sie keinen nennenswerten Widerstand entgegen. Diese Eigenschaft tritt ausnahmslos in Verbindung mit Schmierkohlenbildung auf. Im anderen Falle beobachtet man eine Zertrümmerung der Stubben, bei der die einzelnen Teile immer noch beisammen liegen (Abb. 1 und 2). Die zusammenhanglosen Bruchstücke ergeben noch das Bild eines Wurzelstockes, wenn auch Verschiebungen in horizontaler und vertikaler Lage erkennbar sind. Diese Zertrümmerung kann aber weiter gehen und endet mit zerstreut herum-

liegenden Holzteilen, deren ursprüngliche Zusammengehörigkeit immer schwerer zu erkennen ist. An solchen Stellen beobachtet man zumeist rieselige Kohle bzw. Klarkohle. Derartige Veränderungen müssen die Stubben später und zwar im inkohlten Zustande erlitten haben. Da auch sie nur in jenen Gebieten vorkommen, die vom hangenden Ton entblößt sind, so hat zweifellos die Auslaugung durch Oberflächenwasser stattgefunden, während die Zertrümmerung auf Schub- und Druckwirkung der diluvialen Eismassen zurückzuführen ist.

Die geologische Verbreitung der Stubben im Flöz.

So einfach es zunächst erscheinen mag, Feststellungen über horizontale und vertikale Verteilung der fossilen Baumstümpfe in Braunkohlenflözen zu machen, so dürfen doch die auftretenden Schwierigkeiten nicht unterschätzt werden. Kommen Stubben unmittelbar an der Oberfläche der Flöze vor, so kann man sie jederzeit grundrißlich einmessen, sobald das Deckgebirge entfernt



Abb. 2. Zertrümmerter Stubben, dessen Teile die ursprüngliche Zusammengehörigkeit erkennen lassen.

ist. Dasselbe galt früher auch von den Stubben, die am Liegenden des Flözes standen. Diese wurden bei der Handgewinnung vom Häuer stehen gelassen. Heute nehmen auch hier die Kohlenbagger die Stubben restlos weg. Ebenso ergeht es den Stubben im Inneren des Flözes. Sie werden gerade erst in dem Augenblick sichtbar, in dem ihre Hereingewinnung erfolgt. Bei Anwendung von Geduld und Zeit sind trotzdem Feststellungen zustande gekommen, die es verdienen, festgehalten zu werden.

Der ursprüngliche Flözquerschnitt hat stets eine horizontale Lagerung mit ebener bis flach-muldenförmiger, mehr oder weniger oft durch lokale Unebenheiten unterbrochener Unterkante, aber unbedingt horizontaler Oberkante. Alle hiervon abweichenden Lagerungsformen (Einfällen, Faltungen usw.) haben ihren Grund in späteren Störungen. Wenn also die jeweilige Oberfläche des Flözes im Zustande des Entstehens immer horizontal gewesen ist, so müßten alle Schichtgrenzen im Flöz horizontal und unter sich parallel sein, weil sie alle einmal die Oberfläche gebildet haben. Das ist aber nicht der Fall. Es treten auf größeren Horizontalentfernungen Abweichungen auf, die sich, wie erwähnt, so äußern, daß ein Stubbenhorizont bzw. eine Schicht amorpher Kohle an Höhe

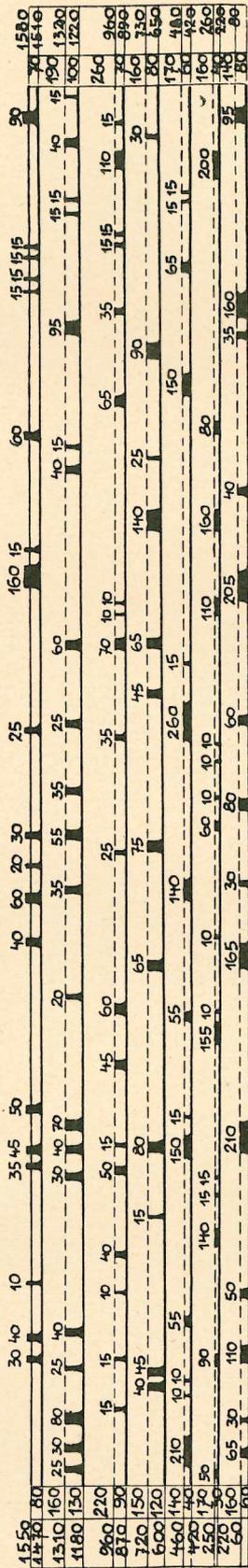


Abb. 6. (IV) Grube Ilse.

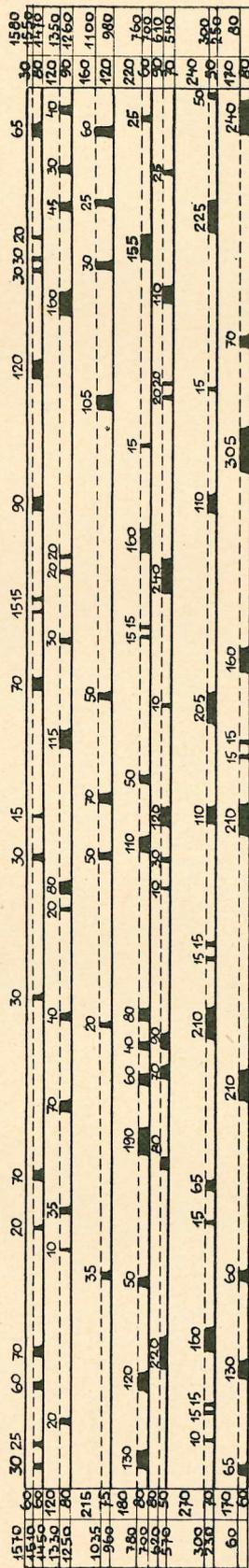
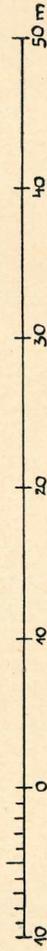


Abb. 7. (V) Grube Anna-Mathilde.



zu- bzw. abnimmt. Solche Erscheinungen lassen sich natürlich nur auf größere Entfernungen ermitteln. Man muß die Flözbilder voneinander entfernt liegender Tagebaue vergleichen und bei der Beurteilung der in den Abbildungen 3 bis 7 vom Oberflöz dargestellten Profilbeispiele an verschiedenen Zwischenstellen den Verlauf der einzelnen Schichten verfolgen und kontrollieren, wobei durch Aneinanderreihung der Einzelprofile mit Einfügung der Zwischenmessungen das in der Grundrißskizze Abb. 8 mit I, II, III, IV, V bezeichnete Gesamtprofil (Abb. 9) zustande kommt. In diesem sind die Einzelprofile derart zusammengedrängt, daß sich eine hundertmalige Überhöhung ergibt, die sich bezüglich der Längen auf die Mitten der Einzelprofile bezieht. Diese selbst sind bei einer Breite von

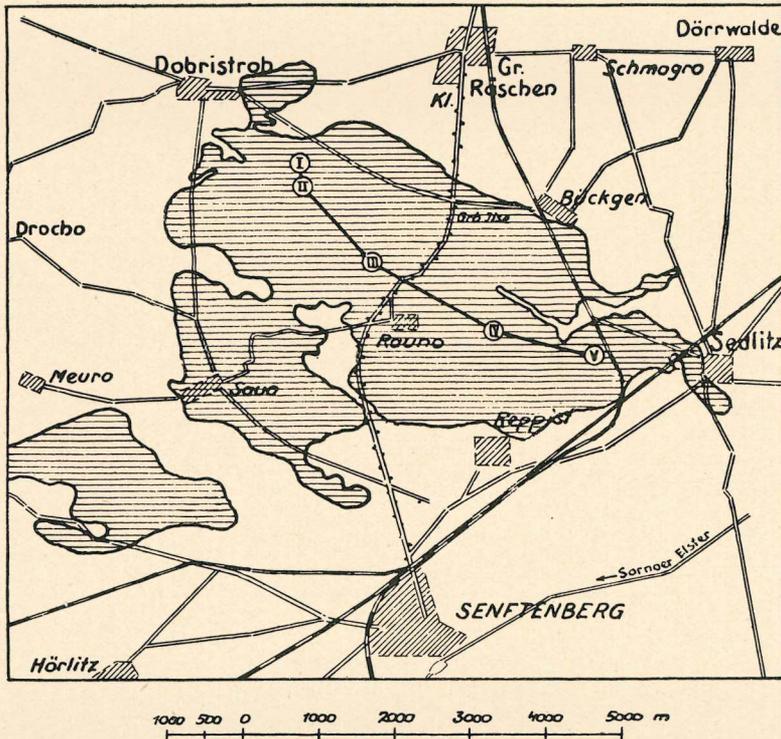


Abb. 8.

100 m 40mal überhöht. Einzelprofile vom Unterflöz sind von Grube Marga (Abb. 10) und von Grube Erika (Abb. 11) angefertigt worden. Auf Grube Erika sind die Stubben durch Eisdruck weitgehend deformiert.

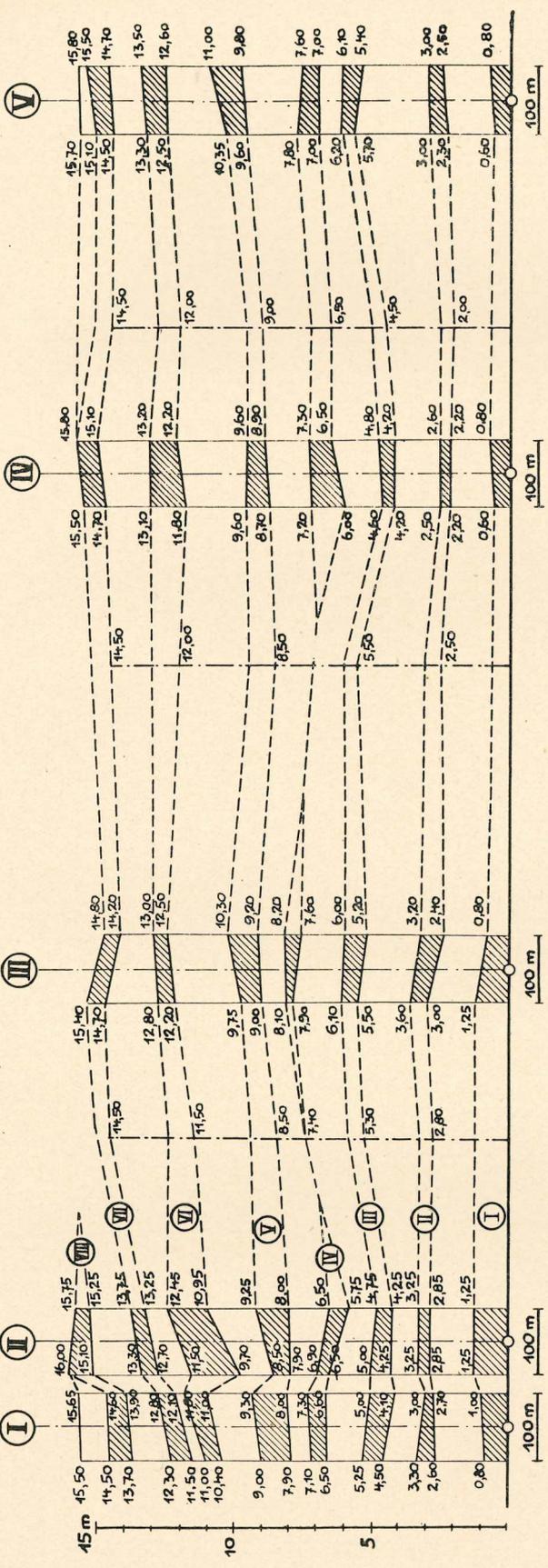
Zu den Profilbeispielen ist zu bemerken, daß bei ihrer Darstellung auf die Angabe der absoluten Höhen über NN. verzichtet worden ist, weil einzelne Flözteile durch spätere Flözstörungen in eine andere Höhenlage gekommen sind. Das Liegende ist infolgedessen überall als horizontale Null-Linie angenommen und auf diese beziehen sich die Höhenangaben, die sowohl für Einzelschichten als auch in ihrer Entfernung vom Liegenden an den Seiten der Profile eingeschrieben sind. Hieraus sind Zu- und Abnahmen der einzelnen Streifen ersichtlich. Die Durchmesser der Stubben in cm sind über die Stubbensignatur geschrieben. Einige an kleindimensionierten Holzfragmenten reiche Streifen, die mitunter die amorphen Schichten unterbrechen, sind in diesen Profilen fortgelassen. Im Profil

Anna-Matilde

Jlse

Renate West

Eva



Maßstab der Profilenfernungen

Abb. 9.

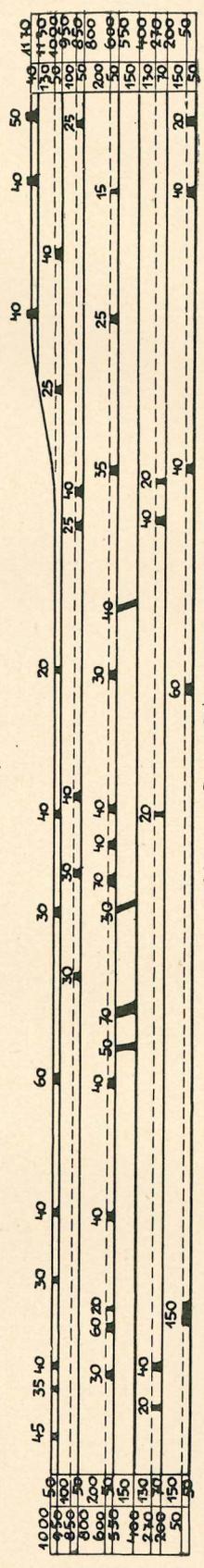


Abb. 6 ragen die hangenden Stubben mit ihren oberen Enden einen Teil in das Deckgebirge hinein. Das gleiche ist bei einem Gebiet der Grube Marga der Fall und außerdem sehr schön auch auf Grube Clara bei Welzow, sowie bei der bereits erwähnten Grube Katharina bei Costebrau und an anderen Stellen zu beobachten. In diesen Fällen hat die Zuschüttung des Flözes mit anorganischem Material begonnen, ehe die Verlandung durch Pflanzenwuchs den Betrag der instantanen Senkung erreicht hatte. An anderen Stellen lagert über der obersten Stubbenschicht wieder amorphe Kohle. Dies beweist, daß sich an jene Verlandung eine weitere säkulare Senkung angeschlossen hat.

Die geradlinige Zu- bzw. Abnahme der Höhe der einzelnen Streifen kann ihren Grund nicht darin haben, daß eine Flora emporsproß, die durch ihren dichten rasenartigen Wuchs die Bäume gewissermaßen in eine nasse Packung einhüllte und ihren Erstickungstod zur Folge hatte, denn man müßte dann ja obendrein annehmen, daß die Intensität des Wachstums ganz regelmäßig gebietsweise zu- bzw. abgenommen hätte, während der Baumbestand — gemischt von

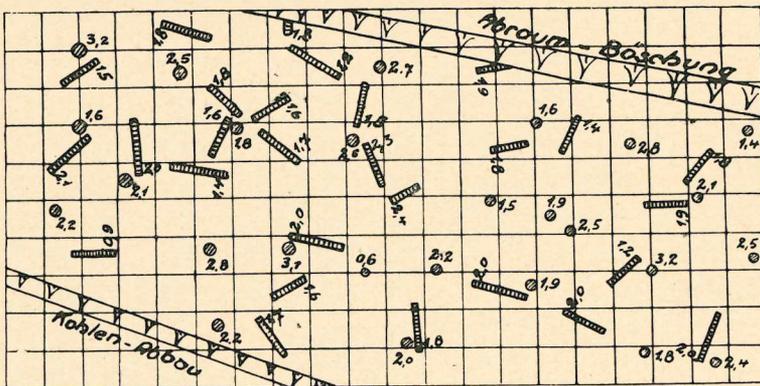


Abb. 12.

Teil der Flözoberfläche der Grube Renate nördlich des Dorfes Rauno.

alten und jungen, großen und kleinen Exemplaren — der Abschnürung in verschiedenen Höhen erlegen wäre. Diese Erscheinungen können vielmehr ihren Grund nur darin gehabt haben, daß die Tiefe der beschleunigten Senkungen an den verschiedenen Stellen ein und desselben Senkungsfeldes nicht überall gleich war. Es konnten sowohl in der Mitte oder in beliebigen Entfernungen davon die Durchbiegungen zeitlich und räumlich größer sein als an den Rändern. Auf Grund der Befunde müssen sogar flachwellenförmige und fächerartige Senkungen erfolgt sein, die sich jedoch bei der Summierung aller Einzelerscheinungen in ihrem Gesamtbetrag ausgleichen können.

Die horizontale Verteilung der Stubben vermittelt uns in Verbindung mit Angaben über Durchmesser der einzelnen Individuen eine recht zutreffende Anschauung vom Miozänwald. Kommt die Kenntnis der Flora hinzu, dann sind wir in der Lage, alle Einzelheiten dieses Waldes zu rekonstruieren. Die Dichte des Baumbestandes hängt natürlich vom Alter der Bäume ab. Baumriesen können nicht so dicht stehen wie junge Bäume. Für ein Beispiel der ersten Art kann die Darstellung eines Abschnittes der Oberfläche des Oberflözes der Grube Renate (Abb. 12) angesehen werden. Hier kommen auf einen Hektar etwa 45 Stämme von 0,6 bis 3,2 m Durchmesser — in Höhe der Stubbenkronen gemessen — vor. Andere dicht bestandene Gebiete im Felde der Grube Anna-Mathilde ergeben etwa 160 bis 180 größere Stämme pro Hektar. Über die

tieferen Horizonte ist es fast unmöglich, grundrißliche Darstellungen zu geben. Dagegen erhält man durch Quadrieren der in den Vertikalschnitten festgestellten Individuen die Möglichkeit, die Dichte des Baumbestandes ungefähr zu ermitteln. Für das Oberflöz ergibt sich auf Grund der eingemessenen Profile folgende Zusammenstellung:

Grube	Abbildung	Im Horizont								Dabei schwanken die Durchmesser der Stubben in den Horizonten							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
		beträgt die Stammzahl pro ha								von bis in cm							
Eva	3	144	196	256	361	121	169	324	100	25 220	30 160	15 210	15 160	20 60	10 160	10 120	15 160
"	4	100	576	400	289	100	64	36	25	60 260	15 100	15 190	15 160	20 210	20 170	40 110	20 90
Renate	5	121	441	169	196	144	361	256	—	20 240	15 155	20 205	10 150	20 150	10 330	10 240	—
Ilse	6	196	256	196	144	361	441	361	—	30 210	10 200	10 260	15 140	10 110	15 95	10 160	—
Anna-Math.	7	121	225	169	225	81	225	324	—	15 305	10 225	10 240	15 190	20 105	10 160	15 120	—

Der Baumbestand ist hiernach recht verschieden. Vom Unterflöz mag eine grundrißliche Darstellung von der Flözoberfläche der Grube Erika (Abb. 13) folgen. Hier wurde ein sehr dicht bestandener Ausschnitt gewählt, der als ein

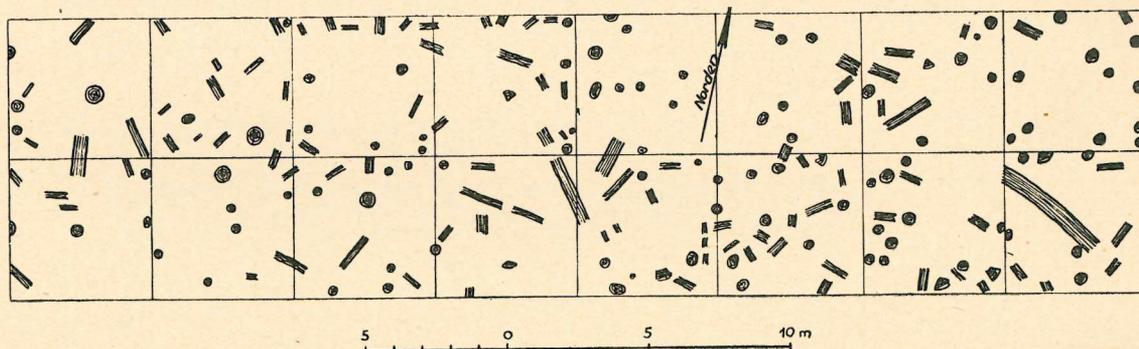


Abb. 13. Teil der Flözoberfläche der Grube Erika.

Maximum, keinesfalls aber als Durchschnitt gelten kann. Wie beim Oberflöz, so soll auch für das Unterflöz die Anzahl der im Profil auf einem Waldboden angeschnittenen Stubben ins Quadrat erhoben werden, wobei sich folgendes ergibt:

Grube	Abbildung	Im Horizont						Dabei schwanken die Durchmesser der Stubben in den Horizonten					
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
		beträgt die Stammzahl pro ha.						von bis in cm					
Marga	10	25	25	16	144	36	121	20 150	20 40	40 70	15 70	25 40	20 60
Erika	11	196	169	100	324	—	—	15 45	10 40	10 45	10 60	—	—

Das Alter der Bäume im Braunkohlenwald der Niederlausitz.

Trotz der großen Schwierigkeit, daß die einzelnen Horizonte im Flöz nur schwer und mit besonderen Hilfsmitteln zugänglich sind, wurde keine Mühe gescheut, um aus allen Horizonten Stämme zu erhalten, deren Alter durch Auszählen der Jahresringe festgestellt wurde. Um gleichzeitig mit den Altersbestimmungen auch Anhaltspunkte über die beim Altern der Bäume eintretende Verminderung der Breite der einzelnen Jahresringe zu erhalten, wurden die Zählungen von der Mitte aus in Gruppen von je 5 cm Breite vorgenommen. Für ganz exakte Zählungen tritt der Umstand hindernd in den Weg, daß kleinere Stubben mehrfach, größere dagegen niemals in ihrem Kern erhalten geblieben sind. In solchem Bereich wird die Auszählung der Jahresringe unmöglich. Bei der Schwierigkeit, Stubben in den Horizonten innerhalb des Flözes für das Auszählen freizulegen, durfte nicht zu wählerisch verfahren werden. Wenn auch weitgehende Rücksicht darauf genommen wurde, möglichst Stämme mit gesunden Kernen zu verwenden, so mußten doch mehrfach freigelegte Stubben benutzt werden, die keine gesunden Kerne hatten. Man wird aber ein der Wirklichkeit nahekommendes Ergebnis erhalten, wenn man die Jahresringe des fehlenden Kernes auf Grund der Breite der anschließenden Jahresringe abschätzt. Diese Zahlen sind in den Tabellen in Klammern gesetzt. Außerdem sind die Jahresringe mehrerer junger Bäume aus dem Oberflöz, die den vollen Kern recht gut zeigen, gezählt worden. Die Ergebnisse mögen deshalb, soweit es sich um Exemplare unter 30 cm Durchmesser handelt, in einer besonderen Tabelle A vorausgeschickt sein. In ihr sind die Zählungen von 5 zu 5 cm aufgeführt, während in der Tabelle der Zählungen an größeren Stubben die Ringzahl von 10 zu 10 cm zusammengefaßt wurden. Dies konnte geschehen, um die Tabelle übersichtlicher zu gestalten, und weil die Berücksichtigung der halben Entfernungen keine Besonderheiten zeigen würde.

Tabelle A. Zählung von Jahresringen an kleinen Stubben (bis 30 cm Durchm.) vom Oberflöz.

Horizont	Grube	Holzart*)	Jahresringe in Abständen von innen nach außen gezählt					Rest in der letzten Spalte	gemittelter Durchmesser	Auf 1 cm Radius entfallen beim Abstand von					Breite der Jahresringe				
			0 bis 5 cm	5 bis 10 cm	10 bis 15 cm	15 bis 20 cm	Sa.			0 bis 5 cm	5 bis 10 cm	10 bis 15 cm	15 bis 20 cm	im Durchschn.	0 bis 5 cm	5 bis 10 cm	10 bis 15 cm	15 bis 20 cm	im Durchschn.
			Anzahl							cm	Jahresringe					in mm			
1	VI	Ilse	S	82	87	19	188	1	23	16,4	17,4	19,0	16,35	0,61	0,57	0,53	0,61		
2	"	"	S	107	68	.	175	3	17	21,4	13,6	.	20,59	0,47	0,44	.	0,49		
3	VII	"	S	71	93	63	227	3,5	27	14,2	18,6	18,0	16,81	0,70	0,54	0,56	0,59		
4	"	"	S	74	112	67	253	4	28	14,8	22,4	16,8	18,07	0,68	0,45	0,60	0,55		
1	IV	Anna-	T	58	79	12	149	1,2	24	11,6	15,8	10,0	12,42	0,86	0,63	1,00	0,81		
2	V	Mathilde	S	98	106	42	246	3,5	26,5	19,6	21,2	12,0	18,57	0,51	0,47	0,83	0,54		
3	VI	"	S	63	98	21	182	2	23	12,6	19,6	10,5	15,83	0,79	0,51	0,95	0,63		
1	VI	Renate	T	28	41	62	131	—	30	5,6	8,2	12,4	8,73	1,79	1,22	0,81	1,15		
2	VII	"	S	65	17	.	82	2	15	13,0	8,5	.	10,93	0,77	1,18	.	0,91		
3	"	"	S	87	113	.	200	—	20	17,4	22,6	.	20,00	0,57	0,44	.	0,50		
1	VII	Eva	S	105	.	.	105	4,5	9	23,3	.	.	23,33	0,43	.	.	0,43		
2	VIII	"	S	107	148	32	287	2	24	21,4	29,6	16,0	23,92	0,47	0,34	0,63	0,42		

*) T = Taxodioxyton taxodii, S = Taxodioxyton sequoianum.

Tabelle C. Zählung von Jahresringen an Stubben vom Unterflöz.

Nr.	Horizont	Grube	Holzart *)	Anzahl der Jahresringe von innen nach außen gezählt von												Summe der Ringe	Rest in der letzten Spalte	Gemittelter Durchmesser	Auf cm gemittl. R. entfallene Ringe	Breite der Jahresringe												Durchschnitt
				cm des Radius						in mm																						
				0 bis 5	5 bis 10	10 bis 15	15 bis 20	20 bis 25	25 bis 30	30 bis 35	35 bis 40	40 bis 45	0 bis 5	5 bis 10	10 bis 15					15 bis 20	20 bis 25	25 bis 30	30 bis 35	35 bis 40	40 bis 45							
I	II	Marga	T	68	40	80	53	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,77	7,4	1,25	0,63	0,47	.	.	.	.	.	.	.	.	0,73
2	III	"	S	126	153	108	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31,59	0,40	0,33	0,28	.	.	.	.	.	.	.	.	0,32	
3	IV	"	S	55	68	53	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,54	0,91	0,74	0,57	.	.	.	.	.	.	.	.	0,74	
4	V	"	?	Stamm stark gepreßt														12,00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	VI	"	T	108	73	115	135	69	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,22	0,46	0,68	0,43	0,37	0,36	.	.	.	.	.	.	.	0,45
6	VII	"	S	56	64	63	89	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,73	0,89	0,78	0,53	0,56	0,53	.	.	.	.	.	.	.	0,64
7	"	"	S	78	60	78	88	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,42	0,64	0,83	0,64	0,57	0,58	.	.	.	.	.	.	.	0,65
8	"	"	S	20	19	25	34	46	64	28	.	.	.	.	.	.	.	6,94	2,50	2,63	2,00	1,47	1,09	0,78	0,71	.	.	.	.	.	1,44
9	"	"	S	83	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11,8	2	15	15,73	0,60	0,57	.	.	.	.	.	.	.	0,64
10	"	"	T	77	62	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,9	4	17	16,35	0,65	0,65	.	.	.	.	.	.	.	0,61
11	"	"	T	75	38	59	75	106	60	.	.	.	.	.	.	.	.	15,02	0,67	1,32	0,85	0,67	0,47	0,42	.	.	.	.	.	.	0,67
I	II	Erika	S	239	127	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40,67	0,21	0,24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,25
2	"	"	T	164	172	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32,00	0,30	0,29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,31
3	"	"	S	141	197	223	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40,07	0,35	0,25	0,22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,25
4	III	"	S	178	199	184	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38,69	0,28	0,25	0,27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,26
5	"	"	S	182	73	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39,23	0,27	0,27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,25
6	IV	"	T	170	125	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	29,50	0,29	0,40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,34
7	"	"	S	124	62	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28,62	0,40	0,32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,35
8	"	"	S	148	76	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29,87	0,34	0,26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,33
9	"	"	?	164	130	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34,59	0,30	0,31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,29
10	"	"	S	105	149	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29,88	0,48	0,34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,33
11	"	"	?	201	190	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34,00	0,25	0,26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,29
12	"	"	?	183	237	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35,00	0,27	0,21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,29
13	"	"	?	238	275	324	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59,79	0,21	0,18	0,15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,17
14	"	"	S	180	201	193	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33,76	0,28	0,25	0,20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,20
15	"	"	S	61	95	140	110	145	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23,45	0,82	0,53	0,36	0,45	0,34	.	.	.	.	.	.	.	0,43
16	"	"	S	119	143	159	182	197	184	203	210	.	.	.	.	.	.	33,66	0,42	0,35	0,31	0,27	0,25	0,24	.	.	.	.	.	.	0,30

*) T = Taxodioxyton taxodii, S = Taxodioxyton sequoianum.

Alle Zählungen beziehen sich auf die Durchmesser, gemessen an der Oberfläche der Stubben. Da die Horizonte verschieden hoch sind, so ist bei der Auswertung der Ergebnisse für Wachstumsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Abholzigkeit auf diesen Umstand Bedacht zu nehmen. Eine weitere Schwierigkeit ist in der Tatsache zu erblicken, daß größere Stubben infolge der unregelmäßigen Wurzelansätze niemals kreisrund sind. Es treten vielmehr recht

Tabelle B. Zählung von Jahresringen

Nr.	Horizont	Grube	Holzart *)	Anzahl der Jahresringe von innen nach außen gezählt von															Summe der Ringe	
				0 bis 10	10 bis 20	20 bis 30	30 bis 40	40 bis 50	50 bis 60	60 bis 70	70 bis 80	80 bis 90	90 bis 100	100 bis 110	110 bis 120	120 bis 130	130 bis 140	140 bis 150		150 bis 160
				cm des Radius																
1	I	Ilse	T	(70)	(90)	121	139	130	156	165	163	179	208	237	258	273	156	.	.	2345
2	II		S	161	155	270	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	586
3	III		T	81	144	207	321	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	753
4	IV		T	117	169	309	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	595
5	V		S	(80)	(100)	107	138	175	168	207	263	269	285	190	.	.	.	.	.	1982
6	VI		S	115	103	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	218
7	VII		S	(110)	182	230	315	307	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1144
8	VIII		T	91	114	104	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	309
9	IX		T	77	161	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	257
10	X		T	178	156	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	334
11	XI		S	(60)	(120)	171	200	145	168	215	194	164	200	216	210	183	147	179	.	2572
12	XII		S	(27)	38	71	47	41	44	97	261	.	.	.	.	.	.	.	.	626
1	I	Anna-Mathilde	S	(52)	(123)	158	107	51	54	39	86	61	47	99	52	89	148	.	.	1166
2	II		T	87	162	154	156	164	276	94	125	158	211	.	.	.	.	.	.	1587
3	III		T	57	54	53	101	197	144	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	606
4	IV		T	138	171	173	181	269	156	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1088
5	V		T	(80)	(100)	182	159	176	202	232	236	291	277	306	338	141	.	.	.	2720
6	VI		S	143	207	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	350
7	VII		T	(100)	193	172	236	277	265	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1243
8	VIII		S	120	256	48	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	424
1	I	Renate	T	(80)	(100)	154	192	186	230	296	271	342	322	377	364	.	.	.	.	2914
2	II		S	200	226	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	426
3	III		T	117	155	193	211	310	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	986
4	IV		S	75	81	84	92	96	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	428
5	V		T	41	58	83	96	81	127	247	231	.	.	.	.	.	.	.	.	964
6	VI		T	111	118	119	190	342	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	880
7	VII		T	158	190	162	163	153	210	333	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1369
8	VIII		S	53	125	156	160	139	184	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	817
9	IX		S	52	105	158	123	81	63	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	582
10	X		S	200	179	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	379
11	XI		T	(80)	(120)	(170)	194	186	203	176	238	263	297	334	278	360	396	364	.	3659
12	XII		S	57	127	97	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	281
13	XIII		S	(70)	(100)	184	153	189	211	248	309	278	332	316	.	.	.	.	.	2390
1	I	Eva	T	167	338	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	505
2	II		T	(80)	(100)	(150)	174	194	186	209	248	232	272	297	340	286	320	336	112	3536
3	III		T	61	106	131	309	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	607
4	IV		T	51	73	100	139	165	207	213	.	.	.	.	.	.	.	.	.	948
5	V		S	29	58	95	98	128	142	137	224	.	.	.	.	.	.	.	.	911
6	VI		S	26	63	118	115	106	87	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	515
7	VII		S	21	31	39	50	100	123	168	.	.	.	.	.	.	.	.	.	532
8	VIII		S	44	50	52	53	49	83	132	165	.	.	.	.	.	.	.	.	628
9	IX		T	(50)	(79)	67	120	122	76	138	127	109	119	99	145	.	.	.	.	1251
10	X		S	(70)	(100)	152	136	185	194	174	227	247	289	338	.	.	.	.	.	2112

*) T = Taxodioxyton taxodii, S = Taxodioxyton sequoianum.

erhebliche Abweichungen auf, weil die Wurzelansätze den kreisrunden Querschnitt verzerren. Der Radius, auf dem die Jahresringe gezählt wurden, ist in den meisten Fällen nicht gleich dem halben Durchmesser. Es ist also $r \leq \frac{d}{2}$ und daher sind auch die Durchmesser unter sich nach verschiedenen Richtungen gemessen nicht gleich. Ich habe die auf dem gewählten Radius gezählten Jahresringe in

an größeren Stubben vom Oberflöz.

Rest in der letzten Spalte	Gemittelter Durchmesser	Auf 1 cm gemittl. R. entfall. Ringe	Breite der Jahresringe																Durchschnitt
			0 bis 10	10 bis 20	20 bis 30	30 bis 40	40 bis 50	50 bis 60	60 bis 70	70 bis 80	80 bis 90	90 bis 100	100 bis 110	110 bis 120	120 bis 130	130 bis 140	140 bis 150	150 bis 160	
			in mm																
5	276	16,99	(1,43	1,11)	0,83	0,72	0,77	0,64	0,61	0,61	0,56	0,48	0,42	0,39	0,37	0,32	.	.	0,59
—	82	14,29	0,62	0,65	0,37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,70
—	78	19,31	1,23	0,69	0,48	0,31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,52
—	73	16,30	0,85	0,59	0,32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,61
6	215	18,44	(1,25	1,00)	0,93	0,72	0,57	0,60	0,48	0,38	0,37	0,35	0,32	.	.	.	.	0,54	
5	31	14,06	0,87	0,49	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,71
8	95	24,08	(0,91)	0,55	0,43	0,32	0,26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,42
5	56	11,04	1,10	0,88	0,48	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,91
1	48	10,71	1,30	0,62	0,53	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,93
7	36	18,56	0,56	0,45	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,54
—	310	16,59	(1,67	0,83)	0,58	0,5	0,69	0,6	0,47	0,52	0,61	0,5	0,46	0,48	0,55	0,68	0,56	.	0,60
—	173	7,24	(3,7)	2,63	1,41	2,13	2,44	2,27	1,03	0,38	.	.	.	.	.	.	.	.	1,38
—	305	7,65	(1,92	0,81)	0,63	0,93	1,96	1,85	2,56	1,16	1,64	2,13	1,01	1,92	1,12	0,68	.	.	1,31
—	220	14,43	1,15	0,62	0,65	0,64	0,61	0,36	1,06	0,8	0,63	0,47	.	.	.	.	.	.	0,69
5	110	11,02	1,75	1,85	1,89	0,99	0,51	0,35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,91
4,5	94,5	23,03	0,72	0,58	0,58	0,55	0,37	0,29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,43
4	243	22,39	(1,25	1,0)	0,55	0,63	0,57	0,5	0,43	0,42	0,34	0,36	0,33	0,29	0,28	.	.	.	0,45
8,5	31,5	22,22	0,7	0,41	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,45
8	120	20,72	(1,00)	0,52	0,58	0,42	0,36	0,30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,48
2,2	43,3	19,58	0,83	0,39	0,46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,51
9	240	24,28	1,25	1,0	0,65	0,52	0,54	0,43	0,34	0,37	0,29	0,31	0,27	0,25	.	.	.	.	0,41
36	23,67	0,5	0,35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,42
9	100	19,72	0,85	0,65	0,52	0,47	0,29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,51
—	52	16,46	1,33	1,23	1,19	1,09	1,04	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,61
—	150	12,85	2,44	1,72	1,2	1,04	1,23	0,79	0,4	0,43	.	.	.	.	.	.	.	.	0,78
—	95	18,53	0,9	0,85	0,84	0,53	0,29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,54
—	130	21,06	0,63	0,53	0,62	0,61	0,65	0,48	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,47
—	120	13,62	1,89	0,8	0,64	0,63	0,72	0,54	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,73
5	110	10,58	1,92	0,95	0,63	0,81	1,23	0,79	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,95
5	32	23,09	0,5	0,28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,42
9	330	22,18	1,25	0,83	0,59	0,52	0,54	0,49	0,57	0,42	0,38	0,34	0,30	0,36	0,28	0,25	0,25	.	0,45
5	50	11,24	1,75	0,79	0,52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,89
8	210	22,76	1,43	1,00	0,54	0,65	0,53	0,47	0,40	0,32	0,36	0,3	0,25	.	.	.	.	.	0,44
—	40	25,25	0,6	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,40
3	307	23,04	1,25	1,0	0,67	0,57	0,52	0,54	0,48	0,40	0,43	0,37	0,34	0,29	0,35	0,31	0,30	0,27	0,43
9	83	14,63	1,64	0,94	0,76	0,29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,68
—	140	13,54	1,96	1,37	1,00	0,72	0,61	0,48	0,47	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,74
8	160	11,39	3,45	1,71	1,05	1,02	0,78	0,7	0,73	0,36	.	.	.	.	.	.	.	.	0,88
5	115	8,96	3,85	1,59	0,85	0,87	0,94	0,57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,12
—	130	8,18	4,76	3,23	2,56	2,0	1,0	0,81	0,60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,22
8	154	8,16	2,27	2,00	1,92	1,89	2,04	1,20	0,76	0,48	.	.	.	.	.	.	.	.	1,23
—	245	10,21	2,0	1,27	1,49	0,83	0,82	1,32	0,72	0,79	0,92	0,84	1,01	0,69	.	.	.	.	0,98
—	220	19,2	1,43	1,0	0,66	0,74	0,54	0,52	0,57	0,44	0,4	0,35	0,30	.	.	.	.	.	0,52

die Tabellen eingetragen, wobei der Restabstand am äußeren Rand in einer besonderen Rubrik vermerkt ist. Beträgt dieser in Tabelle A und C 5 bzw. in Tabelle B 10 cm, so findet sich ein Strich in jener Rubrik. Um aber schließlich die durchschnittliche Anzahl der Ringe, die auf 1 cm Radius entfallen bzw. die durchschnittliche Einzelbreite eines Jahresringes feststellen zu können, wurde von jedem Stubben ein durchschnittlicher mittlerer Durchmesser festgestellt. Auf diesen wurden die Durchschnittsangaben bezogen. Hierdurch werden sie geeigneter für Betrachtungen über Wachstumsvorgänge und Wachstumsverschiedenheiten und lassen sich auch leichter in ein Schema bringen. Zu dieser Maßnahme hielt ich mich für berechtigt deshalb, weil mehrere Kontrollzählungen auf einem ($r = \frac{d}{2}$) durchschnittlichen mittleren Radius die Zulässigkeit erwiesen haben.

Aus diesen Tabellen ergibt sich zunächst eine auffällige Verschiedenheit im Wachstum der einzelnen Individuen, wie sie in Abb. 14 für einige Stubben zur Darstellung kommt. Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß die Breite der Jahresringe im jugendlichen Alter größer ist und, abgesehen von einigen Ausnahmen, die in zwischenzeitlichen Schwankungen bestehen, beim Älterwerden abnimmt. Das ist nicht weiter verwunderlich, wenn man die Menge des erzeugten Holzes bei dem größer werdenden Umfang in Betracht zieht. In Auswertung aller Zählergebnisse erhalten wir folgende Zusammenstellung von Extremen:

Bei einer Entfernung von der Stammmitte		Durchschnittl. Jahresringzahl pro cm Radius		Breite der Jahresringe in mm		Anzahl der Jahresringe in den Zählabschnitten	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
von	0 bis 5 cm	5,6	23,3	0,43	1,79	28	105
"	5 " 10 "	8,2	29,6	0,34	1,22	41	148
"	10 " 15 "	10,0	19,0	0,53	1,00	50	95
"	15 " 20 "	3,1	35,8	0,28	3,23	16	179
"	20 " 30 "	3,9	30,9	0,32	2,56	39	309
"	30 " 40 "	4,7	34,3	0,29	2,13	47	343
"	40 " 50 "	4,1	38,4	0,26	2,44	41	384
"	50 " 60 "	4,4	34,7	0,29	2,27	44	347
"	60 " 70 "	3,9	33,3	0,30	2,56	39	333
"	70 " 80 "	8,6	30,9	0,32	1,16	86	309
"	80 " 90 "	6,1	34,2	0,29	1,64	61	342
"	90 " 100 "	4,7	33,2	0,30	2,13	47	332
"	100 " 110 "	9,9	37,7	0,25	1,01	99	395
"	110 " 120 "	5,2	36,4	0,25	1,92	52	404
"	120 " 130 "	8,9	36,0	0,28	1,12	89	370
"	130 " 140 "	14,8	39,6	0,25	0,68	148	396
"	140 " 150 "	17,9	36,4	0,25	0,56	179	404

Erst nachträglich, nachdem die Zählungen der Jahresringe abgeschlossen waren, habe ich, dank der großen Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. W. Gothan dazu in die Lage versetzt, die gezählten Stubben auf ihre Zugehörigkeit zu *Taxodium distichum* bzw. *Sequoja Langsdorfi* (*sempervirens*) untersucht und den in den Listen beigetzten Befund konstatiert.

Das untersuchte Material gestattet nicht, festzustellen, ob etwa *Taxodium* oder *Sequoja* schneller oder langsamer gewachsen ist. Die Variationen im Wachstum sind beiden Baumarten eigen. *Sequoja* zeigt allerdings an einigen Stubben eine größere Jahresringbreite, doch kann man dies nicht verallgemeinern. Es wäre wichtig, Feststellungen über das Wachstum der rezenten Verwandten dieser Baumarten — wobei solche von kultivierten Exemplaren weniger geeignet sind — zu erhalten. Durch die Freundlichkeit des preuß. Oberförsters, Herrn

Prof. Dr. J. Busse, Eberswalde wurde ich auf eine Angabe in Heinrich Meyr: „Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa“ aufmerksam gemacht. Dort findet sich: „Sequoja gigantea-Mammutbaum. Mittlere Jahringbreite 1,2 mm. Im forstlichen Museum in Brüssel ein Sektor, Durchmesser 3,6 m (ohne Rinde). In den ersten Jahrzehnten Jahrringe von 8 mm Breite, vom 100. Jahre 5 mm, vom 500. Jahre 2,5 mm, vom 1000. Jahre 1 mm. Alter 1350 Jahre. Höchstes Alter auf 4250 Jahre berechnet. Höhe 120 m und mehr.“

Ich habe bei den Altersbestimmungen durch Jahresringauszählungen keine Rücksicht darauf nehmen können, daß ein Baum in einem Jahre mehr als einen Jahresring entwickelt. Da diese Frage auch für rezente Arten noch nicht ganz geklärt ist, so kann hier nur darauf verwiesen, aber nicht weiter darauf eingegangen werden. Sonst müßten die Altersbestimmungen allerdings Korrekturen erfahren.

Vor den mitgeteilten Zählungen waren die Fragen berechtigt:

1. Sind die Bäume im Miozänwald gleichmäßig gewachsen?
2. Welche Schwankungen ergeben sich im Wachstum und worauf sind sie zurückzuführen?
3. Sind Unterschiede im Wachstum in den einzelnen Horizonten wahrzunehmen?

Diese Fragen finden z. T. in den Tabellen Seiten 14 bis 17 bereits ihre Beantwortung. Es muß wiederholt werden, daß das Wachstum durchaus nicht gleichmäßig war, vielmehr erheblichen Schwankungen unterlag. Aus den Extremen im Wachstum der untersuchten Bäume, wie sie in

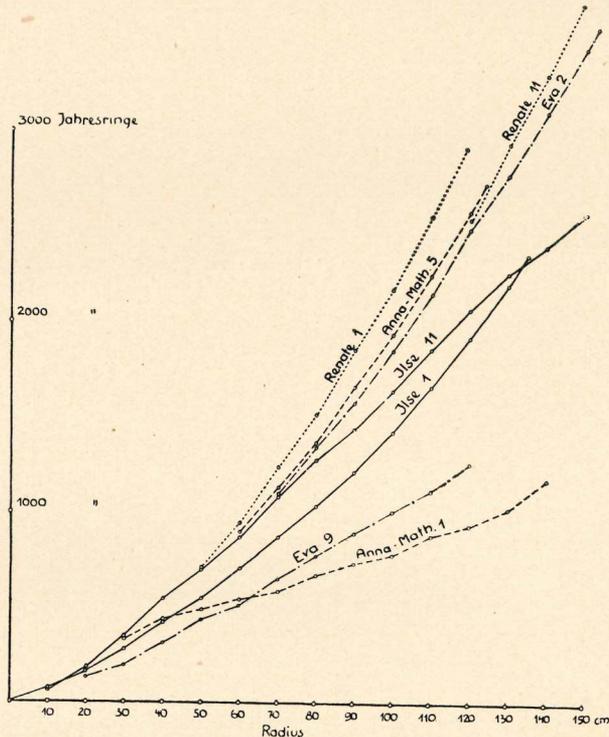


Abb. 14. Verhältnis der Anzahl von Jahresringen an einigen Stüben zu deren Radius.

der Anzahl der Jahresringe bei gleicher Entfernung von der Stammitte zum Ausdruck kommen, ergibt sich unter Benutzung der Zusammenstellung auf Seite 18 folgendes Diagramm (Abb. 15), aus dem sich eine mittlere Kurve (strichpunktiert) konstruieren läßt. Es ist nicht angängig, für einen Stubben von bestimmtem Durchmesser ein genaues Alter anzugeben; die Grenzen der Genauigkeit mögen aus diesem Diagramm erkannt werden. Man wird deshalb nur innerhalb dieser Grenzen die Beziehungen zwischen Alter und Durchmesser suchen können.

In Grube Renate fiel mir an einem Stubben zwischen normalbreiten Jahresringen ein Bündel enggedrängter Ringe auf, die um den ganzen Stamm herumgingen. Das Bündel hatte 16 Ringe auf 2,1 mm Radiuslänge. Beim Absuchen der Nachbarschaft ergab sich, daß an vier weiteren Stubben dieselbe Beobachtung zu machen war, und zwar lag das Bündel bei auffallend gleicher Entfernung (etwa 120 Ringe) vom Umfang nach dem Kerne zu. Das Auftreten an gleicher

Stelle läßt die Deutung zu, daß die 16 Jahresringe während einer Trockenperiode gewachsen sind.

Es muß noch ein Wort über flachgedrückte Stämme, die im Flöz in horizontaler Lage so oft vorkommen und den Eindruck dicker Pfosten erwecken, gesagt werden. Joh. Walther bemerkt in den bereits angeführten geologischen Problemen: „Die liegenden Stämme sind meist plattgedrückt, aber nicht etwa

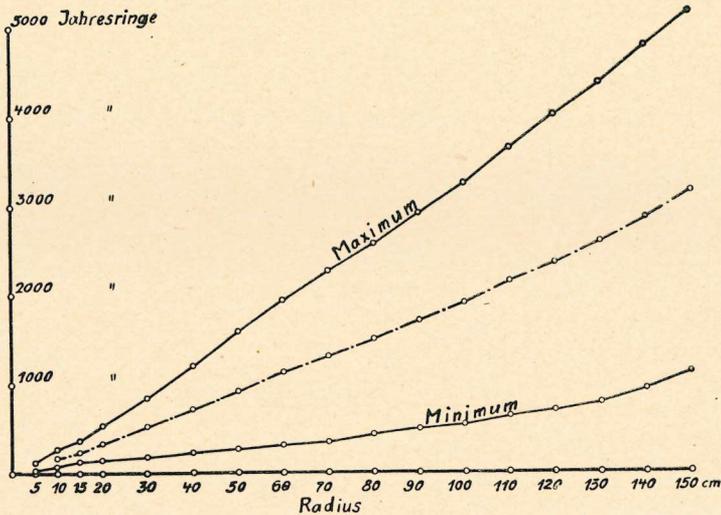


Abb. 15. Wachstums-Extreme der Sumpfyzypresse und des Mammutbaumes im Miozänwald.

durch den Druck der hangenden Gesteine, sondern infolge des Zerfalls beim Vermodern, doch finden sich auch Angaben über rundgebliebene Stämme.“ Da auch ich eine ganze Reihe runder Stämme angetroffen habe, die keinerlei Zusammendrückung zeigen, so muß tatsächlich der Druck hangender Schichten eine untergeordnete Rolle spielen, weil er sonst die Stämme gleichmäßig beeinflussen mußte. In der Tat sind weitgehende Zerfallerscheinungen festzustellen,

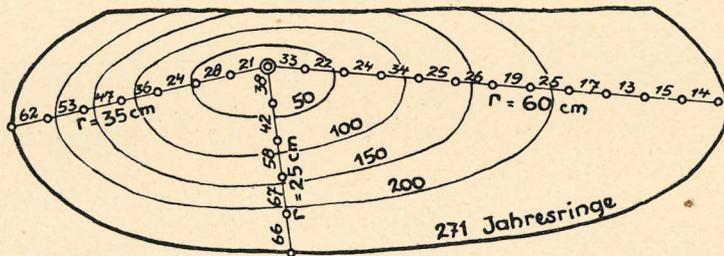


Abb. 16.

die aber bereits vor der vollständigen Einbettung unterhalb der Wasseroberfläche stattgefunden haben müssen. Von der Form flachgedrückter Stämme, die weit- aus häufiger als runde sind, mögen nebenstehende Zählsskizzen (Abb. 16 und 17) ein Bild geben. Es kommen Stämme vor, an denen das obere Segment mit variabler Bogenhöhe fehlt. Mit dem fehlenden Bogenbetrage müssen diese aus dem Wasser bzw. Moor herausgeragt haben, weshalb der Teil vollkommen verwesen konnte. Viele solche pfostenartige Stämme sind so weit deformiert, daß sich Zählsskizzen nicht anfertigen lassen.

Zusammenfassend kann über die Stubbenhorizonte im Niederlausitzer Revier folgendes gesagt werden: Sie sind im ganzen Gebiet vorhanden, aber an den vom hangenden Ton entblößten Flözteilen teilweise oder auch bis zur Unkenntlichkeit deformiert. Ebenso verschieden wie die Größe (Umfang), ist auch die Schnelligkeit des Wachstums der Bäume. Schnell gewachsene Exemplare wechseln mit langsam gewachsenen ab. An ein und demselben Stubben sind Wachstumsunterschiede festzustellen. Die Höhe der Stubbenhorizonte ist verschieden; innerhalb eines solchen nehmen die Stubben entsprechend der Divergenz der Ober- und Unterkanten an Höhe zu bzw. ab. Ihr Durchmesser bzw. Umfang steht niemals in einem bestimmten Verhältnis zur Höhe der Stubben. Schwache und auch recht gewaltige Exemplare haben in einem Horizont dieselbe Höhe. Wäre der Tod jener Wälder durch die abschnürenden Wirkungen einer vernässenden Flora eingetreten, so müßten ganz zweifellos jüngere Individuen viel früher als die alten abgeschnürt worden sein.

Diese Beobachtungen an den Stubbenhorizonten sind geeignet, uns über Geschwindigkeit, Größe und Dauer tektonischer Vorgänge aufzuklären, die das geologische Geschehen mit einer Genauigkeit verfolgen lassen, wie es andere Gebirgsschichten in gleich präziser Weise nicht können. Dabei gibt das Alter der ältesten Bäume die Mindestzeitdauer der absoluten Stillstandspausen im Senkungsvorgang an. Ich betone noch einmal: Mindestzeit, weil wir nicht wissen können, wieviel Generationen vor dem durch die Senkung überraschten Wald gewachsen waren. Die Höhe der Stubben stellt die Tiefe der beschleunigteren Senkung dar, die erst verlanden mußte, ehe sich neue Schichten amorpher Kohle während säkularer Senkungen aufhäufen konnten. Setzten vorher schon neue tiefere Senkungen ein, so entstanden jene Horizonte, die mit ihrem oberen Stubbenteile in anorganischen Sedimenten stecken. Die Höhe der amorphen Kohlschichten repräsentiert die Gesamttiefe langsam gesunkener Gebiete, auf denen, wenn in Ruhelage ausgeklungen, wieder Wald mit alten Beständen aufkommen konnte.

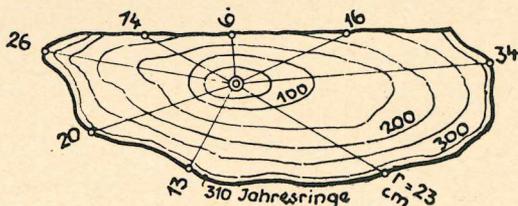


Abb. 17.

Die Baumflora der Miozänwälder in der Niederlausitz und ihre Wachstumsbedingungen.

Listen von Tertiärfloren aus verschiedenen Braunkohlengebieten sind in der Literatur vorhanden. Die Belegstücke zu diesen umfangreichen Verzeichnissen entstammen jedoch zum großen Teil den die Kohlenflöze begleitenden Tonschichten, in denen die Blattabdrücke in bester Erhaltung wie in einem Herbarium ausgebreitet auf den Schichtflächen aufliegen. Die Listen berücksichtigen eine den Wachstumsbedingungen entsprechende Gliederung der Flora in verschiedene Pflanzenvereine vielfach nicht. So kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, welcher Anteil im sog. Braunkohlenwald vergesellschaftet war. Die einwandfrei bestimmten Hölzer bilden eine Ausnahme.

Gothan, dem die Erkenntnis der geringfügigen Unterschiede in den holz-anatomischen Merkmalen zwischen *Taxodium distichum* und *Sequoja Langsdorfi* (*sempervirens*), die darin liegen, daß bei der ersteren Holzart höckerförmige Verdickungen auf den Querwänden der Harzparenchymzellen vorkommen, zu danken ist, hat bereits darauf hingewiesen, daß die Braunkohlenstubben durchaus nicht allein Taxodienholz sind (wie früher angenommen wurde), sondern daß das Holz eines Mammutbaumes mindestens ebenso häufig auftritt, ja in manchen

Gebieten vorherrscht. In der Ville-Braunkohle ist Holz von Taxodium bisher überhaupt noch nicht gefunden worden.

Durch die Untersuchungen von Kräusel¹⁾ ist für die Niederlausitz der Nachweis erbracht, daß Taxodium und Sequoja gemischt nebeneinander vorkommen. Kräusel hat Hölzer bestimmt, die einmal aus dem liegenden, das anderemal aus dem hangenden Stubbenhorizont stammen. Alle übrigen, aus den zwischen beiden Horizonten auftretenden Waldböden gesammelten und bestimmten Hölzer sind als aus der Mitte des Flözes stammend bezeichnet. Bei dieser Dreigliederung stellt Kräusel den interessanten Befund fest, daß im Liegenden beider Niederlausitzer Flöze das Taxodium vorherrscht. In der Flözmitte nimmt die Häufigkeit der Sequoja zu und herrscht im hangenden Horizont überwiegend vor. Auf Grund dieses Befundes und in Verbindung mit der Tatsache, daß Taxodium keine Atemknie besessen hat, stellt Kräusel den damaligen pflanzenökologischen Verhältnissen folgende Diagnose: „Der Miozänwald der Niederlausitz war trockener als die heutigen „dismal swamps“ Nordamerikas, und zwar so trocken, daß die Sequoja darin noch, das Taxodium aber schon gedeihen konnte, ohne indessen zum alleinherrschenden Baum zu werden“. Aus der Zunahme der Sequoja-Beteiligung an der Waldbildung folgert Kräusel ferner, daß parallel mit der Anhäufung des, das Unter- wie das Oberflöz bildenden Moores eine deutliche

Hölzer vom Oberflöz der Grube Anna-Mathilde.

Horizont Nr. (siehe Seite 36)	Art der Fossilien	Anzahl der im ganzen untersuchten Individuen	Davon sind		
			unbestimmbar	Taxodioxylon- taxodii sequoianum	
I	Stubben liegende Stämme	25	2	14	9
		25	5	12	8
		50	7 = 14 %	26 = 52 %	17 = 34 %
II	Stubben liegende Stämme	25	4	13	7
		25	3	16	7
		50	7 = 14 %	29 = 58 %	14 = 28 %
III	Stubben liegende Stämme	25	3	9	13
		25	5	8	12
		50	8 = 16 %	17 = 34 %	25 = 50 %
IV	Stubben liegende Stämme	25	3	9	13
		25	4	12	9
		50	7 = 14 %	21 = 42 %	22 = 44 %
V	Stubben liegende Stämme	25	3	6	16
		25	6	6	13
		50	9 = 18 %	12 = 24 %	29 = 58 %
VI	Stubben liegende Stämme	25	4	10	11
		25	4	12	9
		50	8 = 16 %	22 = 44 %	20 = 40 %
VII	Stubben liegende Stämme	25	5	8	12
		25	4	7	14
		50	9 = 18 %	15 = 30 %	26 = 52 %
zusammen:		350	55 = 15,7 %	142 = 40,6 %	153 = 43,7 %

1) R. Kräusel, Paläobotanische Notizen I—III, Senckenbergiana Bd. 2, Heft 6 Seite 198. Frankfurt a. M.

Austrocknung erfolgte. Beide Flözbildungen wurden durch Wasserbedeckung beendet.

Da Kräusel dem liegenden und dem hangenden Stubbenhorizont die gesamte, mehrere Waldböden enthaltende Flözmitte als Einheit gegenüberstellt, so bleibt die Frage offen, ob in den Zwischenhorizonten das allmähliche Überhandnehmen der Sequoja tatsächlich feststellbar ist. Diese Frage schien mir auch besonders im Hinblick auf die Kräuselsche Annahme der nach oben hin langsam erfolgten Austrocknung des Moores erforschungswert und ich habe deshalb vom Oberflöz der Grube Anna-Mathilde aus allen Horizonten Hölzer gesammelt, die zur Hälfte aufrechten Stubben, zur anderen Hälfte den umgebrochenen Stämmen entstammen. Dabei ist natürlich peinlich vermieden worden, daß die Probe gleichzeitig von Stamm und Stubben ein und desselben Baumes herrührt. Die Anzahl der Proben entspricht demnach ebensovielen verschiedenen Individuen.

Bezüglich der Resultate erwähne ich, daß sich meinerseits die mikroskopische Untersuchung nur auf die beiden als Charakterbäume der Niederlausitzer Braunkohlen geltenden Hölzer erstreckt hat. Es bleibt dabei dahingestellt, ob die als nicht bestimmbar bezeichneten Hölzer anderen Baumarten angehören oder infolge weitgehender Zellwandzerstörung unbestimmbar sind. Das Ergebnis meiner Untersuchungen stelle ich in nebenstender Tabelle (Seite 22) zusammen.

Zum Vergleich seien die Kräuselschen Ergebnisse, soweit sie sich auf dieselbe Grube beziehen, und das Ergebnis seiner Gesamtuntersuchungen vom Niederlausitzer Oberflöz hier aufgeführt. Dabei habe ich die prozentuale Beteiligung der Holzarten auf die Gesamtsumme der untersuchten Individuen und nicht, wie Kräusel, nur auf die bestimmbaren Hölzer bezogen:

Horizont	Anzahl der im ganzen untersuchten Individuen	Davon sind		
		unbestimmbar	taxodii	sequoianum
Holz vom Oberflöz der Grube Anna-Mathilde				
liegender Horizont	7	— = 0,0 %	6 = 85,7 %	1 = 14,3 %
dazwischenliegende Horizonte	11	1 = 9,1 %	5 = 45,5 %	5 = 45,4 %
hangender Horizont	15	4 = 26,7 %	1 = 6,7 %	10 = 66,6 %
	33	5 = 15,1 %	12 = 36,4 %	16 = 48,5 %
Gesamtergebnis der Untersuchungen vom Niederlausitzer Oberflöz				
liegender Horizont	61	10 = 16,4 %	33 = 54,1 %	18 = 29,5 %
dazwischenliegende Horizonte	57	5 = 8,8 %	21 = 36,8 %	31 = 54,4 %
hangender Horizont	56	14 = 25,0 %	11 = 19,6 %	31 = 55,4 %
	174	29 = 16,7 %	65 = 37,4 %	80 = 45,9 %

Würde die von Kräusel benutzte Dreigliederung der Stubbenhorizonte auch auf meine Untersuchungen angewendet, so würden sie folgende Werte zeigen:

Horizont	Anzahl der im ganzen untersuchten Individuen	Davon sind		
		unbestimmbar	taxodii	sequoianum
liegender Horizont (I)	50	7 = 14,0 %	26 = 52,0 %	17 = 34,0 %
dazwischenliegende Horizonte (II bis VI)	250	39 = 15,6 %	101 = 40,4 %	110 = 44,0 %
hangender Horizont (VII)	50	9 = 18,0 %	15 = 30,0 %	26 = 52,0 %
	350	55 = 15,7 %	142 = 40,6 %	153 = 43,7 %

Bei dieser Dreigliederung zeigen, wenn auch nicht ganz so auffallend wie bei Kräusel, meine Ergebnisse den gleichen Verlauf, d. h. eine Zunahme der Sequoja auf Kosten des Taxodiums. Der horizontweise Verfolg des Mischwaldes gestattet jedoch die generelle Annahme einer kontinuierlichen Zunahme der Sequoja nicht. Die zwischen dem liegenden und hangenden Horizont auftretenden Waldböden zeigen eine mehrmalige Zu- und Abnahme jener Baumarten. Damit findet aber die Annahme Kräusels, daß das Moor nach oben hin ausgetrocknet sein soll, keine Stütze. Ich bin mit Kräusel durchaus der Ansicht, daß der Braunkohlenwald mit den heutigen „dismal swamps“ nicht vergleichbar ist, wie ich dies bereits ausgeführt habe. Die Braunkohlenwälder waren nicht an Überflutungen gewöhnt. Sie wurzelten auf recht konsistent gewordenem (organischem) Untergrund. Das Fehlen der Pneumatophoren, die man an überflutungsfreien Standorten rezenter (kultivierter) Exemplare auch nicht erwarten kann, spricht entschieden für das Fehlen regelmäßiger Überflutungen im Miozänwald. Dagegen fand auch Kräusel in der Braunkohle sehr zahlreich Wurzeln mit knotenförmigen, maserartigen Wülsten, wie sie Taxodium distichum noch heute auf feuchtem, verhältnismäßig wenig sumpfigem Untergrund ausbildet. Das Ausbilden solcher Wülste zu Atemknien muß man für Selbstschutz, für eine Anpassung an Verhältnisse, wie sie in den „dismal swamps“ nun einmal vorhanden sind, halten. Es liegt kein Grund vor, daran zu zweifeln, daß sich die knotenförmigen Wurzelwülste unserer Park-Taxodien zu Pneumatophoren entwickeln würden, falls dies regelmäßige Überflutungen, an die sich die Bäume von Jugend auf gewöhnen könnten, nötig machten. In der Literatur ist meines Wissens noch keine Angabe darüber gemacht, wie in den „dismal swamps“ sich eine Verjüngung vollzieht, d. h. wie das Ankeimen der Samen erfolgt.

Wollen wir im Braunkohlenwald ein Moor annehmen, das, trotzdem es weiter wächst, nach oben eine deutliche Austrocknung erleidet, so bringen wir neue Schwierigkeiten in das Problem. Eine Austrocknung, die doch nur im Tieferziehen des Grundwasserspiegels ihre Ursache haben kann, wird sich nur auf das bereits abgelagerte Material erstrecken. Das künftig noch wachsende Pflanzenmaterial muß sich notgedrungen nach dem Grad der Austrocknung richten. Der rezente Verlauf eines austrocknenden, eine Vegetationsdecke tragenden Moores wird dartun, daß es an Üppigkeit erheblich einbüßt, und schließlich seinen Moorcharakter ganz verliert. Die nunmehr wachsenden Bäume müßten der tieferen Lage des Grundwasserspiegels entsprechend ihre Wurzeln tiefer in den Boden hineinsenden. Davon ist aber in allen Stubbenhorizonten der Niederlausitzer Flöze nichts zu beobachten. Mit einer fortschreitenden Austrocknung ändert sich aber nicht nur der Moorcharakter, sondern die wichtigste Folge wird die sein, daß sich die Verwesungsbedingungen gründlich ändern. Damit muß sich natürlich auch die Möglichkeit zur Humusbildung und Humuserhaltung verringern. Die Stubbenhorizonte und die dazwischengelagerten Schichten amorpher Kohle beweisen aber, daß die Verwesungsbedingungen sich zwar zeitweilig verändert haben, nicht aber, daß sie im Flöz von unten nach oben allmählich ungünstiger geworden sind. Nach meiner Ansicht hat je nach dem Wechsel strukturell verschiedener Kohlenschichten im Flöz ein mehrmaliger Wechsel sich wiederholender ökologischer Verhältnisse mit davon abhängigen Verwesungsbedingungen stattgefunden.

Bezüglich des konsistenten Untergrundes befinde ich mich in Widerspruch zu den Ansichten R. Langs ¹⁾ und anderen. R. Lang gehört zu denen, die in den Cypress-swamps des subtropischen Nordamerikas die vollkommenste Parallele

¹⁾ R. Lang: „Moortheorie und Braunkohlenbildung“, Braunkohle XX, Jahrgang 1921, Seite 529.

zu den mitteldeutschen Braunkohlenvorkommen erblicken. Seine Forschungen und Studien im Sumpfgebiet des Moesi in Sumatra haben die Tatsache erwiesen, daß der Grund, auf dem die dortige Waldmoorflora wächst, sehr wenig konsistent ist. Lang mußte, um sich vor dem Versinken in Schlamm und Moder zu bewahren, von Wurzel zu Wurzel schreiten. Günstiger war der Sumpfwald auf kleinen Kähnen zu durchforschen. Die Tiefe des Moorschlammes, auf dem der wachsende Wald durch das sich gleichsam verfilzende Material von Wurzeln, Stämmen Ästen und Blättern schwimmend zusammengehalten wird, ist von ihm bis zu 2,4 m unter den Wurzeltellern festgestellt worden.

Ich möchte die bedingungslose Gleichsetzung solcher Moore mit tertiären Braunkohlenwäldern nicht empfehlen. Der den Wald tragende, mit kleinen Kähnen befahrbare Moorschlamm müßte in den Braunkohlenflözen der die Stubbenhorizonte unmittelbar unterlagernden Schicht amorpher Kohle entsprechen. Diese könnte zwar die mit ihren Wurzeln verfilzte Walddecke, einem Schwingmoor vergleichbar, getragen haben, müßte aber dann von den herabbrechenden Ästen und absterbenden Teilen der Bäume, die in das flüssige Aggregat untergetaucht, keine erheblichen Strukturveränderungen erlitten hätten, weitgehend durchsetzt sein. Das ist aber in den Schichten amorpher Kohle, abgesehen von eingeschalteten, kleine Holzfragmente führenden geringmächtigen Lagen, nicht der Fall; sie sind in der Regel recht arm an zufälligen Holzbeimengungen.

Wie an trockenen Kohlenwänden jederzeit zu sehen und wie es für einen Fall auf Seite 36 dargestellt ist, zeigen die Niederlausitzer Flöze in scharf begrenzten bänderförmigen Streifen strukturell verschiedene Kohlen, die auch unter sich Analysenunterschiede aufweisen. In einer Moorschlammschicht von wässrigem bis breiigem Charakter müßte, soll eine Ablagerung nach dem spezifischen Gewicht in Frage kommen, die verdickende Ausfüllmasse gleichzeitig eingefallen sein, andernfalls hätten sich die Sinkstoffe nicht schichtweise, sondern ganz wahllos neben- und übereinander abgelagert. Man kann doch auch nicht annehmen, daß die schwimmende Flora in langen Zeitläuften einmal nur harz- bis wachsreichere Materialien ohne Holzteile, dann wieder an Harzen ärmere Bruchstücke fallen ließ. Solche wechselweisen Schichten sind aber in den Braunkohlenflözen vorhanden. Lang hat aber, wenn auch in einer Grundmasse eingebettet, grobes und feines Material in buntem Wechsel durcheinandergemischt vorgefunden.

Was aber ganz besonders gegen die Schwingmoornatur der Braunkohlenwälder spricht, sind die innerhalb der Schichten amorpher bis schwach lignitischer Kohlen hauchartig horizontal eingelagerten Decken echter Holzkohle. Sie können keinesfalls innerhalb eines solchen Moorschlammes, sondern nur an der Oberfläche eines wenn auch nur zeitweilig oberflächlich austrocknenden Torfes entstanden sein. Der Abstand solcher Holzkohlenschichten vom darüber oder darunter liegenden Stubbenhorizont ist variabel.

Nach meiner Ansicht haben nur konsistent gewordene Moore während einer Stillstandslage im Senkungsvorgang jene gigantischen Wälder getragen, deren Reste wir in den Stubbenhorizonten vor uns haben. Solange Senkungsvorgänge unberücksichtigt bleiben, wird man vergeblich danach suchen, rezente Wälder zur Gleichsetzung mit den Braunkohlenwäldern heranziehen zu können. Versucht man trotzdem, Gegenwarts-Waldmoore mit der miozänen Braunkohlenflora zu vergleichen, dann besteht die Pflicht, mindestens schon die nächsthöhere Stubbensschicht im Flöz der Betrachtung einzubeziehen. Dabei wird die torfschlammige Beschaffenheit höchst bedenklich. Ich halte dann eine scharfe Horizontbegrenzung der Waldböden und eine im Profil geradlinig streifenförmige Ablagerung strukturell verschiedener Kohlen für nicht möglich. Ganz abgesehen davon, wie dann die Vorstellung vom Entstehen der Stubbenhorizonte zu bilden sei, würden die einzelnen Baumstümpfe vom Druck auflastender neuer Schichten

ganz verschieden tief im Moorbrei einsinken und an Stelle der strukturell verschiedenen, scharf begrenzten Schichten wäre ein Wirrwarr der Masse die logische Folge.

Nimmt man dagegen einen konsistenten, wenn auch organischen Waldboden an, dann sind die Schwierigkeiten zur Erklärung des gleichzeitigen Beieinanderwachsens von Taxodium und Sequoja nicht so groß. Dies um so weniger, wenn man auf ein allzu ängstliches Beharren bezüglich der Erklärung der heutigen, ökologisch differenzierten Standorte beider, an sich auf dem Aussterbeetat der Natur gesetzten Bäume verzichtet und sich mit der Tatsache begnügt, daß Taxodium zur Entwicklung der wulstartigen Wurzelverdickungen zu Pneumatophoren im Miozänwald keine Veranlassung hatte, die Sequoja dagegen in den heutigen überschwemmungsreichen „dismal swamps“ keine Lebensmöglichkeit findet und infolgedessen dort nicht mehr (nach Lang doch!) anzutreffen ist.

Von Laubhölzern scheinen Stämme nicht erhalten zu sein, trotzdem solche zweifellos am Aufbau der Flöze beteiligt sind. Die bekannten Haselnüsse habe ich meist in der hangenden Stubbensicht gefunden, einmal auch im Horizont II der Grube Renate, 3,30 m über dem Liegenden. Jedesmal sind sie in Kohle eingebettet, die um die Oberflächen der Stubben, also in Höhe der Stubbenkrone liegt. Sie scheinen das Übergangsmoor besiedelt zu haben, das sich am Ende der Verlandung des durch beschleunigtere Senkung erzeugten Beckens vor der Besiedelung mit Nadelhölzern ausbreitete. Diese Auffassung würde auch eine Erklärung dafür sein, daß sich keine größeren Holzstücke von Laubholz erhalten konnten, weil diese eben an der Oberfläche des konsistent gewordenen Moores verweseten und vermodern mußten.

Nachdem im Vorstehenden eine Charakteristik der Stubbenhorizonte gegeben ist, muß etwas ausführlicher auf die Senkungsvorgänge selbst eingegangen werden. Sie sind es, die zwar heute bekannt, in ihren Wirkungen aber nicht allenthalben erkannt werden und deshalb zu irrtümlichen Schlüssen Veranlassung gegeben haben. Dies hat seinen Grund darin, daß Gebietssenkungen, bei denen eine charakteristische Einwirkung auf eine Pflanzengemeinschaft stattfindet, keine unseren Begriffen geläufige alltägliche Erscheinung sind. Sie sind nur auf einige, zweifellos des Erforschens werte norddeutsche Mooregebiete beschränkt, wo sie aber heute vielleicht auch schon abgeschlossen sind.

Wenn uns die Bezeichnungen „Braunkohlenwald“ und „Steinkohlenwald“ recht geläufig geworden sind, so haben wir meist eine Schwierigkeit unbeachtet gelassen. Sie besteht darin, daß es uns nicht gelingen will, unter den heutigen Pflanzengemeinschaften solche zu finden, die sich denen der sogenannten Braunkohlenmoore in jeder Beziehung gleichsetzen lassen (vom Steinkohlenwald zunächst ganz zu schweigen). Auf Grund der Forschungen über das Aussehen und die Lebensbedingungen (Ökologie) der Pflanzengemeinschaften, deren tote Reste uns in der Kohle erhalten geblieben sind, konstruieren wir Waldmoore. Hierbei beachten wir das Bemerkenswerteste nicht, das aber erheblich mitbestimmend für die Ökologie war: den Senkungsvorgang. Zum Vergleich bzw. zur Gleichsetzung mit den Pflanzengemeinschaften, die für die Braunkohlenbildung in Betracht kommen, ziehen wir diejenigen heran, die in der Gegenwart zur Bildung von Mooren in Frage kommen. Es sind dies die Wiesenmoore, Waldmoore und Hochmoore der gemäßigten Zone und die Tropenmoore. Wir berücksichtigen aber dabei diejenigen Veränderungen nicht, die sich abspielen würden, wenn sich die rezenten Moore auf veränderlich sinkendem Boden entwickeln würden. Es wird deshalb notwendig sein, den Versuch einer übersichtlichen Darstellung derjenigen Möglichkeiten zu unternehmen, die bei der Moorbildung entsprechend den verschiedenen Senkungsarten auftreten müssen. Wir wollen aber dabei von allzu komplizierten und rein theoretisch erdachten Möglichkeiten absehen.

Bei stabiler Oberfläche, d. h. bei keiner Senkung (Stillstand), werden im gemäßigten Klima flache Seebecken in derselben Weise wie die norddeutschen Seen verlanden; es tritt Wiesenmoorbildung ein. Bei ihrem Abschluß siedeln sich Erlen, Pappeln, Weiden, Birken und zuletzt Nadelhölzer an. Diese bilden Waldmoore, bei denen der Grundwasserspiegel tiefer liegt als die Mooroberfläche. Beim Übergang vom Waldmoor zum Hochmoor verkümmert die baumartige Flora (Krüppelkiefern). Sie kann dabei einen allerdings kümmerlichen Stubbenhorizont hinterlassen, wie er bei rezenten Mooren als Überrest des Waldmoores zwischen Wiesentorf und Moostorf bekannt geworden ist. In Flachmooren eingebettete Stubbenhorizonte sind nicht bekannt geworden. Bei unserer Betrachtung hat die Unterscheidung von Schwingmooren und Standmooren und anderer Klassifizierungen kein besonderes Interesse. Sie können zur Erklärung von lokalen Einzelheiten herangezogen werden, für die großen Fragen dürfen sie zunächst keine entscheidende Bedeutung haben. Bei der folgenden Schilderung der einzelnen geologischen Ereignisse ist deshalb von Darstellungen, die sich in Einzelheiten verlieren, abgesehen worden. Die Darstellung hat jedoch genau zu unterscheiden, in welchem Entwicklungsstadium sich ein Gebiet befindet, wenn sein Absinken einsetzt.

A. Die Geschwindigkeit des Absinkens bleibt unveränderlich.

Die Größe der Geschwindigkeit kann in gewissem Sinne genauer festgelegt werden. Wir können uns nämlich vorstellen, daß das absterbende Pflanzenmaterial gerade ausreicht, um den gesunkenen Boden wieder aufzufüllen, es kann an Material zur Auffüllung fehlen, es kann ein Überschuß vorhanden sein.

a) Die Geschwindigkeit ist so langsam, daß ein Überschuß an absterbender Pflanzensubstanz verbleibt.

In diesem Falle wird sich der Charakter des Moores ändern. Der Grundwasserspiegel sinkt allmählich unter die Mooroberfläche. Ein Wiesenmoor wird zum Waldmoor werden können. Aus diesem kann sich im feuchten, kälteren gemäßigten Klima ein Hochmoor entwickeln, im wärmeren Klima dagegen wird der Überschuß an Pflanzensubstanz vermodern. Dann bleibt ein Waldmoor bestehen. Der erzeugte Torf braucht keine Holzstruktur zu zeigen.

b) Die Geschwindigkeit ist so groß, daß das absterbende Pflanzenmaterial gerade zur Bodenauffüllung ausreicht.

Steht der Wasserspiegel anfänglich höher als die Mooroberfläche, so wird eine Wiesenmoorbildung ungestört weitergehen, ohne von einer Waldmoor- oder Hochmoorbildung abgelöst zu werden. Auf diesem Wege kann eine Wiesentorfanhäufung (Flöz) entstehen, die jede beliebige Mächtigkeit erreichen kann. Entscheidend ist nur die Dauer bzw. der Betrag der Senkung. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß auf diese Weise jene rezenten Wiesenmoore entstanden sind, die durch ihre große Torfmächtigkeit ausgezeichnet sind. Steht jedoch der Grundwasserspiegel anfänglich tiefer, so bleibt dieser Zustand zunächst erhalten. Ein Waldmoor wird Waldmoor bleiben. Ein Wald ohne moorigen Charakter kann allerdings zum Waldmoor werden. Der Torf wird in diesen Fällen durch eine Pflanzengemeinschaft gebildet, zu der holzerzeugende Bäume und Sträucher gehören. Bei größerem Abstand des Grundwasserspiegels wird zunächst eine Verwesung bzw. Vermoderung des toten Pflanzenmaterial vernichten. Hierbei kommt der Waldboden dem Grundwasserspiegel immer näher, weil keine feste Substanz zurückbleibt. Sobald dann ein Vollsaugen, ein Ertrinken der absterbenden Pflanzenteile möglich wird, beginnt die Torfbildung. Die entstehende Torfmasse

ist in allen Horizonten gleichartig zusammengesetzt. Sie braucht nirgends Holzstruktur erkennen zu lassen, weil eine Vertorfung unter völliger Zerstörung der Form vorausging. Die zufällige Erhaltung von Holzteilen braucht deshalb nicht ausgeschlossen zu sein. Obgleich die torfbildende Flora eine waldwuchsartige ist, so kann es trotzdem nicht zur Erhaltung von Stubbenhorizonten mit ganzen umgelegten Stämmen kommen. Das Landschaftsbild verrät bei diesem Vorgang nirgends den dauernd sinkenden Boden.

c) Die Geschwindigkeit ist derart, daß das absterbende Pflanzenmaterial nicht ausreicht, um den Boden aufzufüllen.

In diesem Falle kann unter sonst geeigneten Bedingungen eine Rückbildung vom Hochmoor über Waldmoor zum Wiesenmoor möglich sein. Schließlich wird aber eine Moorbildung unmöglich, wenn die zunehmende Wassertiefe das Wachsen jeder Pflanzengemeinschaft ausschließt. Vom Waldmoor könnte wohl Wurzelwerk, aber kein Stubbenhorizont übrig bleiben; die Bäume müßten nämlich beim Übergang zum Wiesenmoor bereits absterben und vor dem endgültigen Untertauchen schon vermodern. Die Stubben hätten in diesem Falle reichlich Zeit, sich vollständig zu zersetzen. Neue Generationen könnten nicht wachsen.

Die Senkungsvorgänge sind aber nicht etwa immer mit der geschilderten Gleichmäßigkeit und Pünktlichkeit erfolgt.

B. Die Geschwindigkeit des Absinkens ist veränderlich.

a) Es treten Verlangsamungen ein, deren Endgeschwindigkeit im beliebig lange anhaltenden Senkungsstillstand erblickt werden muß.

Ein größeres Gebiet soll in der Weise säkular absinken, daß Wiesenmoorbildungen entstehen. Tritt jetzt ein Stillstand im Senkungsvorgang ein, so wird sich im Laufe der Zeit ein Waldmoor ausbilden. Dieses bleibt bestehen, wenn keine Bedingungen für eine Hochmoorbildung eintreten. Die Bäume werden altern, absterben und der Verwesung und Vermoderung anheimfallen. Neue Geschlechter werden wachsen und dasselbe Schicksal erleiden. Obwohl fortwährend Wald wächst, so besteht trotzdem keine Möglichkeit zur Erhaltung eines Stubbenhorizontes.

Wenn sich aber das Waldmoor im feuchten, kaltgemäßigten Klima zum Hochmoor entwickelt, dann muß der Wald verkümmern. Die Hochmoorflora packt die Bäume in eine nasse Packung und erstickt sie. Es kann jetzt ein Stubbenhorizont erhalten bleiben. Bei den rezenten norddeutschen Mooren wird die Wiesentorfbildung durch ein Waldmoor abgelöst, dieses durch ein Hochmoor. Das Waldmoor hat dabei den bekannten Stubbenhorizont hinterlassen. Die Bäume sind ungefähr alle gleichaltrig. Es ist jedoch zu betonen, daß die Stubben, nach oben vielfach zugespitzt, äußerst bescheidene Höhen aufweisen und in ihrer Dürftigkeit die Kümmer- und Krüppelflora verraten, die vom Hochmoor erstickt wurde und die keineswegs einen Vergleich mit den prächtigen Bäumen des Senftenberger Braunkohlenwaldes zuläßt.

Stillstandslagen im Senkungsvorgang werden auch durch das Auftreten der parallel zum Streichen der Flöze flächenhaft eingelagerten Holzkohlenschichten bewiesen. Sie sind oft nur hauchartig dünn. Sie stellen durch Waldbrand echt verkohlte, nicht inkohlte dünne Lagen dar. Solche Schichten konnten sich nur an einer trockenen Oberfläche bilden. Der Augenschein lehrt, daß diese Verkohlung nicht durch Druck, sondern durch Waldbrand entstanden sein muß.

Während der Pausen im Senkungsvorgang war das Gebiet mit jenen Baumriesen bestanden, deren Stubben uns im Flöz durch ihre Größe imponieren.

Niemand vermag nachzuweisen, wieviele Geschlechter vor ihnen gewachsen und verschwunden sind. Sie wuchsen und verwesteten und hinterließen keine Reste. Aus diesem Grunde werden wohl auch Bestimmungen über die Zeitdauer, die erforderlich war, um ein Flöz von bestimmter Mächtigkeit aufzuhäufen, unmöglich bleiben. Solche Berechnungen können immer nur ein Mindestmaß ausdrücken und höchstens angeben, welche Zeitdauer wenigstens notwendig gewesen wäre.

In diesem Zusammenhang sollen die von Glöckner¹⁾ und Schulz²⁾ ermittelten Setzungskoeffizienten erwähnt werden. Diese sind an sich recht beachtenswert, wenn auch Zweifel darüber bestehen, von welchem Stadium der stetig fortschreitenden Vertorfung ab die Setzung des Materials rechnen soll. Vor allem wird man solche Koeffizienten nicht so benutzen dürfen, wie dies Tille, Raefler und andere tun. Sie multiplizieren die heutigen Flözmächtigkeiten mit ihm und behaupten, daß das Flöz ursprünglich eine xmal so große Mächtigkeit gehabt habe. Eine solche Flözdicke, in der Ville etwa 300 m, steht in jeder Beziehung in Widerspruch mit den Nachbarschichten und hat natürlich niemals bestanden, weil der Setzungsvorgang sofort beim Beginn der Flözaufhäufung beginnt und bei zunehmender Mächtigkeit immer weiterschreitet. Als die höheren Flözlagen sich aufhäuferten, hatten die unteren schon ganz bedeutend an Mächtigkeit durch Setzung verloren.

Die einzelnen Waldgeschlechter sind bereits auf recht festem, allerdings organischem Boden gewachsen, für den die Bezeichnung „Moor“ im landläufigen Sinne irreführen kann. Was die Ableitung der Setzungskoeffizienten betrifft, so möchte ich die Brauchbarkeit der auf Stubben aufliegenden gekrümmten Stämme nicht verneinen. Allein, ich möchte zur Vorsicht mahnen, da ich auch nach oben gekrümmte Stämme mehrfach gesehen habe, die nicht auf einem Stubben auflagen. Es können schließlich auch von Natur krumme Stämme nach einer rascheren Senkung in dem Wasserbecken schwimmen. Diese können dann beim Auftreffen an einen Widerstand (Stubben) hochkanteln. Im allgemeinen legen sich die umbrechenden Stämme neben ihre Stubben. Die Erhaltung der auf Stubben aufliegenden Stämme wird erst möglich, wenn der Wasserspiegel nach dem Umbrechen weiter steigt, weil sonst die emporragenden Teile vermodern müßten. Soweit meine Erinnerung reicht, habe ich auf oder unter Stubben liegende Stämme nur in solchen Gebieten gesehen, die durch Eisschub und Druck weitgehend deformiert waren. Auch hierdurch kann eine Krümmung von Stämmen erklärlich werden. Während die gelben, bitumenreichen Kohlschichten, die nach P. Schulz über Wurzelstöcke starke Wölbungen nach oben aufweisen, zweifellos eine Setzung der Braunkohlenmasse beweisen, erscheint es mir dagegen zweifelhaft, ob verbogene Tonschichten lediglich auf Setzungserscheinungen schließen lassen. Ist nicht auch der gleichmäßige Niederschlag eines Tonschlackes auf unregelmäßig festgewordener Unterlage denkbar?

Bei Verlangsamungen bzw. während der Pausen im Senkungsvorgang wird immer ein Überschuß an gewachsenem Pflanzenmaterial vorhanden gewesen sein. Dieser zersetzte sich bis auf die schwer verweslichen Wachs- und Harzbestandteile. Solche Zeiten muß man zur Erklärung der Entstehung von Wackskohlen und den harzreichen Schwelkohlen annehmen. Auch im Senftenberger Revier treten Flözschichten auf, die nach oben zu eine auffallend gelbe Färbung zeigen, und dabei eine Zunahme an Bitumen aufweisen. Solche Schichten wechsellagern auch mit bitumenärmeren (s. Seite 36).

1) Dr. F. R. Glöckner: „Das Volumenverhältnis zwischen Moortorf und daraus resultierender autochthoner Humusbraunkohle“. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1912, Seite 371.

2) Dr.-Ing. P. Schulz: „Ein Beitrag zur Setzungserscheinung der Braunkohle“. Braunkohle XIX (1920) Nr. 29, Seite 357.

Ich habe aus der etwas trocken gewordenen senkrechten Kohlenwand der Grube Anna-Mathilde, und zwar aus der zwischen Stubbenhorizont III und IV eingelagerten Schicht amorpher Kohle, die an dieser Stelle 80 cm hoch ist, zwei Proben entnommen. Die eine entstammt den untersten 10 cm dieser Schicht und hat schokoladenbraune Farbe, die zweite den obersten 10 cm; diese sieht gelb aus. Von jeder Probe sind Schwelanalysen, Bitumen- und Harzbestimmungen angefertigt worden. Die folgenden Resultate sind die Mittel aus zwei Untersuchungsreihen:

1. schokoladenbraune Kohle

grubenfeucht		bei 10 % Wasser
47,80 %	Wasser	10,00 %
2,37 „	Teer	4,09 „
38,25 „	Koks	65,95 „
11,58 „	flüchtige Bestandteile	19,96 „
<hr/>		<hr/>
100,00 %		100,00 %
1,54 „	Bitumen	2,66 „

2. gelbe Kohle

grubenfeucht		bei 10 % Wasser
48,60 %	Wasser	10,00 %
10,55 „	Teer	18,48 „
31,28 „	Koks	54,77 „
9,57 „	flüchtige Bestandteile	16,75 „
<hr/>		<hr/>
100,00 %		100,00 %
7,46 „	Bitumen	13,06 „

Vom Bitumen sind

1. bei der schokoladenbraunen Kohle 32,74 % Harz
2. bei der gelben Kohle 23,32 % Harz.

Die Zunahme an Bitumen in der oben bezeichneten Schicht beweist die Verlangsamung der Senkung. Zur Erklärung harzreicher Kohlschichten braucht deshalb nicht so sehr nach einer anders gearteten Flora gesucht zu werden. Soviel Harz hat schließlich keine Pflanze erzeugt, um den hohen Prozentsatz gewisser Schwelkohlschichten erklärlich zu machen. Das mikroskopische Bild von Braunkohlenhölzern zeigt so viel Harzkörper, daß bei Verwesung und Vermoderung des Überschusses an gewachsener Pflanzenmasse harzreiche Schichten sehr wohl übrigbleiben können. Nicht Pflanzen- oder Wachstumsverschiedenheiten waren es in den wechselnden Perioden so hervorragend, die die bitumenreiche Kohle erklären, als vielmehr die Senkungsverlangsamung, die einen Wachstumsüberschuß, der verweste, zur Folge hatte.

Auf der gelben, analysierten Kohle ruht unmittelbar ein Stubbenhorizont auf. Das Ausfüllungsmaterial zwischen den Ligniten ist braune, bitumenärmere Kohle. In scharfer Linie haben sich hier beim Übergang aus der gelben Schicht zum Stubbenhorizont die Vertorfungsbedingungen geändert. Dieser Wechsel kann nur in der Änderung der Senkungsgeschwindigkeit zu suchen sein. Die langfristige Senkung war in Ruhe ausgeklungen. Während dieser Pause im Senkungsvorgang wuchs der Wald so lange, bis eine neue Senkung einsetzte, und mit dieser komme ich zum Ende der Klassifizierung der Senkungsmöglichkeiten.

b) Es treten Beschleunigungen im Senkungsvorgang ein, dergestalt, daß der Pflanzenwuchs durch seine absterbenden Teile den Senkungsbetrag nicht mehr sofort aus sich selbst verlanden kann.

Die Senkung kann die Bezeichnung rasch, plötzlich oder kurzfristig verdienen. Ich hatte sie früher „instantan“ zum Unterschied zu „säkular“ genannt.

Instantan ist nicht so aufzufassen, als ob die Senkung katastrophal gewesen wäre. Sie kann immerhin einige Jahre gedauert haben; endete aber in Ruhe. Der Ausdruck „instantan“ ist im Grunde nur an dem Begriff „säkular“ richtig abzumessen. Säkular wird besser auch durch langfristig, stetig oder langsam verdeutscht.

Befand sich ein Wiesenmoor in langsamer Senkung, so machte eine kurzfristige Senkung von größerem Betrage als etwa 2 m der Torfbildung ein Ende. Eine solche geringeren Ausmaßes verlangsamt dagegen nur die Verlandung. Als Beispiel für derartige Verlandungen können, wenn man von der Senkung absieht, die norddeutschen Seen herangezogen werden. Die seichteren verlanden schnell, die tieferen entsprechend langsamer.

Auch bei einem Waldmoor muß eine raschere Senkung von größerer Tiefe dem Waldwuchs und der Torfbildung ein Ende machen. Die Bäume, die nur mit flachen Wurzeltellern in dem Moorgrund wurzeln, können durch Wellengang und Auftrieb entwurzelt werden. Sie werden dann als Treibholz abgetrieben und zerstört. Bei einer kurzfristigen Senkung von geringerem Ausmaß wird der Wald zwar auch unter Wasser gesetzt. Jetzt aber vertorfen die Stubben im ruhigen Wasser unter Erhaltung der Form und Struktur. Die aus dem Wasser herausragenden Stämme werden dort, wo der Wasserspiegel steht, geschwächt und sie faulen schließlich ab. Es muß dieselbe Erscheinung eintreten, die man an alten, im Wasser stehenden eingerammten Pfählen, beispielsweise bei Hafenanlagen beobachtet; sie faulen zuerst dort, wo der Wasserspiegel steht und würden abbrechen, wenn sie — wie Bäume — eine weitausladende Krone besäßen, die dem Wind eine bessere Angriffsfläche böten. Den Bäumen des Braunkohlenwaldes mit ihren Baumkronen ist es so ergangen. Sie brachen an der tiefeingekerbten Marke, die der Höhe des Wasserspiegels entspricht, ab und fielen ins Wasser. Dabei konnte die Stammitte zersplintern. Ragten die Splitter nach oben, dann verwesten sie nachträglich, weil sie sich außerhalb des Wassers befanden. Die vielen fehlenden Stubbenkerne werden außer durch das bekannte Verfaulen des Inneren alter Bäume auch durch nach unten gerichtete Zersplitterungen wahrscheinlich gemacht. Die untergetauchten Teile der Bäume blieben vor Verwesung und Vermoderung geschützt. Auf diese Weise entstehen Stubbenhorizonte, die zweifellos die Eigentümlichkeiten aufweisen, wie sie das Senftenberger Revier zeigt.

Da wir alle diese Senkungsvorgänge als tektonische auffassen müssen, so sind gebietsweise Hebungen nicht auszuschließen. Bei solchen Hebungen müssen die noch im Aufbau begriffenen und daher vom Ton unbedeckten Flöze in den gehobenen Gebieten austrocknen. Das gleiche muß eintreten, wenn Nachbargebiete schneller sinken. Dann muß das Wasser nach diesen Gebieten abfließen und im langsamer gesunkenen Gebiet muß ein Fallen des Grundwasserspiegels eintreten. Ich bin geneigt, diese Annahme für die natürlichere zu halten und gebe ihr daher den Vorzug. Je tiefer die Nachbargebiete sanken, um so tiefer sank das Grundwasser in den relativ stehengebliebenen Gebieten. Solche Möglichkeiten werden wahrscheinlich gemacht durch das Auftreten von Gebieten mit sehr mächtigen, jedoch flözleeren miozänen Gebirgsschichten. Bei dem schnellen Absinken konnte hier keine Flora festen Fuß fassen. Die organische Bodenbildung wurde durch die anorganische abgelöst.

Aus diesen Vorgängen lassen sich bei ihrer bunten Mannigfaltigkeit wesentliche Veränderungen an den betroffenen Flözgebieten ableiten. Dabei ist aber noch ein Unterschied zu machen, je nachdem die Inkohlung begonnen oder gar schon abgeschlossen war. Es kann beispielsweise eine tote Pflanzenmasse ohne

Wasserbedeckung offen an freier Luft daliegen, bei der die Inkohlung noch nicht abgeschlossen ist. Diese wird sich durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft weiter zersetzen. In den jüngsten Ablagerungen und während des Flözaufbaues konnten dauernd Zersetzungen stattfinden, bei denen, abgesehen von den schwer oder nicht verwesbaren Harzen, kein fester Rückstand übrig bleibt. Im Halleschen Revier treten an dessen Westrand bekanntlich harzreiche Braunkohlen, sogenannte Schwelkohlen auf. Man kann ihre Entstehung den eben geschilderten Vorgängen zuschreiben, wenn man nicht annehmen will, daß sie sich bereits während stark verlangsamer Senkungsvorgänge gebildet haben. Hierbei braucht die Annahme einer andersgearteten Flora nicht in Abrede gestellt werden; notwendig an sich ist sie nicht.

Bei diesen geologischen Vorgängen hat vor beendeter Inkohlung eine weitgehende Verwesung stattgefunden. Die obersten Schichten wurden in hellgelbe bis weiße Wackskohle, die tieferen Lagen in harzreichere Schwelkohlen verwandelt. Ein solcher Vorgang hängt natürlich in erster Linie von der Dauer der Trockenlage des noch nicht vollständig inkohlten Flözes im unbeschützten Zustand ab. Darin liegt der Grund, daß sich die Umwandlung von Flözen nicht überall zu vollziehen brauchte. Dort, wo sie aber stattfand, erfolgte sie nur bis zu einer gewissen Teufe und der tiefere Rest blieb unverändert als gewöhnliche Kohle erhalten.

Die eben geschilderten Veränderungen des bereits aufgehäuften Flözkörpers, deren Variationen sich sehr bunt zeichnen lassen, konnten nur so lange eintreten, als der Inkohlungsprozeß noch nicht vollständig abgeschlossen war. Zweifellos ist die Wachs-(Harz-)Abnahme mit der Tiefe bei einigen Vorkommen auch dadurch zu erklären, das dort der Vertorfungsprozeß weiter fortgeschritten oder schon zum Abschluß gekommen war. So läßt sich vielleicht das Kulkwitzer Flöz bei Markranstädt erklären, daß aus hellgelber Schwelkohle und tiefbrauner Rieselkohle besteht. Lagenweises Vorkommen teerreicher Schwelkohle inmitten lignitischer oder erdigstückiger Kohle (Lobstädt) läßt sich durch Stillstandslagen während der Flözaufhäufung oder durch Verlangsamung des Senkungsvorganges mit Überschuß an Pflanzenmaterial erklären. Alle ähnlichen Veränderungen beruhen z. T. auf Stillstandslagen, auf Gebietshebungen. Tiefere Senkungen von Nachbargebieten können natürlich durch Niederziehen des Grundwasserspiegels dieselbe Wirkung auslösen. Solche Betrachtungen lassen sich auf die Steinkohlenflöze anwenden. Alle jene Veränderungen mußten aber in jedem Falle sofort ihren Abschluß finden, wenn Ereignisse eintraten, die den Grundwasserspiegel der Lagerstättenoberkante nahe oder gleich brachten.

Es sind aber auch noch Veränderungen im Flözkörper vorgekommen, nachdem die Inkohlung einen gewissen Abschluß gefunden hatte. Sie äußern sich in Strukturabweichungen, die vielfach zu Meinungsverschiedenheiten über die Entstehungsweise der Kohle überhaupt führten. So hat z. B. das Auftreten der Rieselkohle vielfach die Annahme allochthoner Entstehung begünstigt. Ähnliche Irrungen veranlaßten die Klarkohlen, die puffigen und mulmigen Kohlen oder wie sie sonst in den verschiedenen Revieren genannt werden mögen. Bei den Ausführungen hierüber kann ich mich kurz fassen, um so mehr, als ich mich den Ausführungen Raeflers¹⁾ in vielem anschließen kann. Auch in der Niederlausitz ist nachgewiesen, daß dort, wo Rieselkohle und Klarkohle vorkommt, die Tonbedeckung fehlt. Weil aber Glöckner²⁾ auch wechselweise Ab-

1) Dr. Ing. Raefler: „Gegen die Bodenfremdheit der sächsisch-thüringischen Braunkohlenlagerstätten“. Braunkohle, XIX. Jahrgang, Seite 20.

2) Dr. Fr. R. Glöckner: „Zur Entstehung der Braunkohlenlagerstätten der südlichen Lausitz“. Braunkohle, X. Jahrg. 1912, Seite 679.

lagerung von bodenfremder und bodeneigener Kohle in Grube Marga beschrieben hat, so halte ich doch zu den Raeflerschen Ausführungen einige Ergänzungen für erforderlich. In der Niederlausitz ist überall dort eine feste, amorphe Kohle mit lignitischen Streifen festzustellen, wo die schützende Tondecke vorhanden ist. Die Tondecke wird bei den gleichmäßigen tektonischen Senkungsvorgängen, die wir annehmen müssen, auch an vielen Stellen dort zur Ablagerung gekommen sein, wo sie heute fehlt. Sie ist also gebietsweise durch geologische Kräfte beseitigt worden. Auf die Ursachen der Abräumung des Tones kann man sie einmal aus der Lage der tonentblösten Gebiete schließen, wenn man sie mit Nachbargebieten vergleicht, wo die Tondecke erhalten ist. Diese Ursachen sind entweder in der abtragenden Tätigkeit fließender Wasser oder in der Abrasionswirkung vorrückender Inlandeismassen zu suchen. An allen solchen Stellen ist die Kohle ausnahmslos in ihrer Beschaffenheit verändert worden. Dies fällt besonders dann scharf auf, wenn Flözpartien mit und ohne Tonbedeckung nebeneinander liegen. Glöckner beschreibt a. a. O. Seite 677 ein solches Vorkommen von Grube Ilse. Er spricht die tonentblöste Fläche, ohne diesen Umstand zu erwähnen, für allochthon, die bedeckte für autochthon an. Schon die scharfe Trennungslinie beider Gebiete (Verwerfung) spricht für die Unmöglichkeit dieser Annahme.

An den Stellen, wo das Inlandeis unmittelbar über die Kohle gegangen ist, hat es hier und da seine Grundmoräne in die Kohle hineingepreßt. Auch hat es Gletschertöpfe und Strudellöcher in der Kohle geschaffen. Wir dürfen nicht erwarten, daß in diesen Gebieten eine geschlossene Grundmoränendecke dem Flöz aufliegt. Es haben sich vielfach nur Reste der Grundmoräne in den kessel- und grabenförmigen Einsenkungen erhalten, in die sie ursprünglich hineingepreßt wurde. Meist deuten nur die liegendebliebenen Findlingsblöcke die ehemalige Grundmoräne an. Immer aber ist in diesen Gebieten der oberste Flözteil in Schmierkohle von schwankender Tiefe umgewandelt. Die Schmierkohle geht nach der Tiefe zu in sogenannte mulmige Kohle über.

Alle diese Strukturveränderungen beruhen auf späteren Einwirkungen auf das Flöz. Sie dürfen bei der Frage, wie die Braunkohle entstanden sei, das Urteil nicht beeinflussen. Es ist leicht einzusehen, daß die Inlandeismasse das Gefüge des Flözes verändert hat; sie muß auch ihre Wirkung auf die Stubbenhorizonte ausgeübt haben. (Vgl. Abb. 1 und 2.) Man stelle sich doch einmal die riesenhafte Inlandeismasse vor, wie sie ganz langsam weiterkriecht. Jedes millimeterbreite Stück Boden mußte sie sich erkämpfen. Der Druck auf die Kohle wird stärker und stärker. Ihr festes Gefüge mußte dabei vollständig zerstört werden, wenn die plastische Tonschicht nicht vielfach wie ein Puffer gewirkt hätte, der den Druck auffing. Durch plötzliche Auslösung von Spannungen und Zerrungen sowohl im Eis als in der Kohle kamen auch sicherlich Stöße zur Wirkung, die sich weitgehend auf die Flözsubstanz äußern mußten. Zirkulierende Wässer konnten die feinerriebenen Kohlenteilchen wegführen. Über die Dauer dieser Vorgänge darf man sich nicht täuschen. Aus ihrem Ausmaß muß man schließen, daß die geologischen Kräfte in dieser Hinsicht recht lange am Werke waren.

Ein festgefügtes, bereits inkohltes Flöz kann sich aber auch dadurch in Rieselkohle auflösen, daß es längere Zeit der Austrocknung unterliegt. Erscheinungen an einem Flözkörper, der längere Zeit der Sonnenstrahlung und den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, beweisen dies jederzeit. Zunächst bilden sich Risse an der Oberfläche; diese werden immer zahlreicher und setzen weiter in die Tiefe. Das Netz dieser Risse wird immer engmaschiger und zwar nicht nur in vertikaler Richtung, sondern es stellen sich auch sehr bald Horizontalrisse ein. Schließlich entsteht ein Haufwerk von Kohlenbrocken. Wenn uns auch keine Möglichkeit geboten wird — des bald einsetzenden Abbaues der

Kohle wegen — diesen Entwicklungsgang heute beliebig lange zu verfolgen, so möchte ich doch behaupten, daß er als Endergebnis riesel- und klarkohlen-ähnliche Bildungen erzeugt, wobei die Fragmente scharfkantig, mosaikartig aneinander stoßen.

Solche Austrocknungen können natürlich bereits während der Flözanhäufung vorgekommen sein und ähnliche Strukturänderungen erzeugt haben. Diese Betrachtungen lassen sich dahin auswerten, daß man die Wechselschichten im Flöz der Grube Marga und andere ähnliche Vorkommen recht einfach erklären kann. Man braucht durchaus nicht mit Glöckner jene Hypothesen zu konstruieren und behaupten: „Es findet hier ein viermaliger Wechsel genetisch verschiedener Kohlen statt. Der Bildungsprozeß an Ort und Stelle wurde zweimal unterbrochen.“

Man soll nicht einwenden, daß auf fester Kohle, besonders wenn sie nach einer Trockenperiode dem Grundwasserspiegel wieder näherkommt, keine Vegetation möglich wäre. In verlassenen Ecken eines Tagebaues und selbst auf dem Hangenden des Flözes siedeln sich, wenn dazu etwas Zeit gelassen wird, Pflanzen an. Sie gedeihen, wenn diese Stellen dauernd die notwendige Feuchtigkeit erhalten.

Alle die vorstehend kurz erwähnten Veränderungen im Flözkörper haben nur in einem geringen Teil mit der ursprünglichen Flözbildung zu tun; sie lassen sich aber durch die Senkungstheorie in einigen Punkten mit erklären. Zum größten Teil sind sie nachträglich entstanden. Sie sind vielfach bei der Beantwortung der Frage, wie denn die Braunkohle entstanden sei, irrtümlich benutzt worden.

Das Flözbildungsproblem wird durch folgende Theorie seiner endlichen Lösung näher gebracht: „Ein Erdgebiet, das abflußlos blieb, befindet sich im Zustand langsamer, langfristiger Senkung, doch derart, daß das Absinken zeitweise unterbrochen wird. Hier entwickelte sich ein Moor, dessen absterbende Pflanzenmassen sich weitgehend zersetzen konnten. Es blieb aber immer noch ein Rest von Pflanzenmoder zurück, der die homogene (amorphe) Kohle bildete. In den Pausen zwischen langsamen Senkungen, die beliebig lange Zeiträume umfassen konnten, wuchs ein Wald. Die Flözbildung kann allerdings auch durch einen Stillstand eingeleitet worden sein. Je nach der Zeitdauer einer solchen Ruhelage alterten die Baumbestände. Die ältesten Bäume starben ab, verwesten und vermoderten, ohne die geringsten Spuren hinterlassen zu brauchen. Neue Geschlechter wuchsen in nicht feststellbaren Wiederholungen und erlitten dasselbe Schicksal, bis eine neue Senkung des Gebietes eintrat. Die Flora, die im Kampf ums Dasein durchaus nicht an Überflutungen gewöhnt war, mußte ersticken und zugrunde gehen. Bei langfristiger Senkung hatten die absterbenden Bäume Zeit, sich weitgehend zu zersetzen. Von ihnen blieben Stubben und Stämme nicht erhalten. Eine schnellere (instantane) Senkung, die in ihrem Gesamtbetrage eine folgende Verlandung durch Pflanzenwuchs nicht ausschloß, brachte den gewachsenen Wald ebenfalls durch Ersticken zum Absterben. Dabei geriet aber nicht nur das Wurzelwerk, sondern auch das untere Stammstück, und zwar um die Höhe der stattgefundenen Senkung unter Wasser. So wurde es vor Verwesung und Vermoderung geschützt. Am Wasserspiegel erfolgte eine Schwächung der Bäume, die zum Umbrechen an dieser Stelle führte. Die von den Stubben getrennten Stämme genossen denselben konservierenden Schutz wie diese, soweit sie nicht durch Astsperrung außerhalb des Wassers verblieben. Das durch eine kurzfristige, rasche Senkung entstehende flache Seebecken war angefüllt mit stagnierendem Wasser und den Stamm- und Kronenteilen. Dieses verlandete durch Pflanzenwuchs in entsprechender Zeit. Jetzt konnten sich, wenn der Stillstand anhielt, nach Eintritt der erforderlichen Konsistenz wiederum Waldbäume ansiedeln und gedeihen. Folgten langsame Senkungen, so erkrankte zwar ein Teil des Gewachsenen, dabei konnte aber die voraufgehende Ver-

moderung ganz oder teilweise so intensiv sein, daß die Vertorfung bis zur völligen Zerstörung der Pflanzenstruktur erfolgte. Der Überschuß an gewachsener Pflanzensubstanz konnte außer Wachsen und Harzen feste Bestandteile nicht hinterlassen. Diese Entwicklung des Flözes konnte jede Mächtigkeit erreichen. Bei langsamer Senkung hätten Bäume nur während ihres jugendlichen Alters gedeihen können, vorausgesetzt, daß sie sich nicht den veränderten Grundwasser- verhältnissen anpaßten. Dies konnte dadurch geschehen, daß sie sich die bekannten Pneumatophoren der rezenten Sumpfympressen aneigneten. Solche sind im Niederlausitzer Bezirk noch nirgends beobachtet worden. Bei tieferen Senkungen war ein Verlanden des Seebeckens und daher Kohlenbildung nicht mehr möglich. Vielmehr brachten jetzt infolge der geänderten Gefällsverhältnisse die Zuflüsse anorganische Stoffe zur Ablagerung.“

Diese Ansicht erstreckt sich nur auf die Art der Flözaufhäufung. Die chemischen Vorgänge bleiben unberührt und berufeneren Forschern vorbehalten. Die strukturellen Verschiedenheiten der Flözschichten erhalten ihre Erklärung außer in sekundären, ganz besonders in primären wechselweisen Änderungen, und zwar nicht so sehr der der Wachstumsbedingungen, als vielmehr derjenigen der Verwesungsmöglichkeiten. Torf bzw. Kohle stellt sich als Differenz zwischen Gewachsenem und Verwestem (als Überbleibsel) dar. Deshalb erkennt man aus dem Aussehen eines Flözes viel besser die damaligen Verwesungs- als die Wachstumsbedingungen. Waren die ersten günstig, so ist vom Gewachsenen nichts auf uns gekommen. Die Annahme, daß, wo nichts erhalten, auch nichts gewachsen sei, wäre irrig. Der Wechsel der Verwesungsbedingungen resultierte aber aus den verschieden gearteten Senkungsvorgängen. Um dies anschaulicher zu machen, möchte ich ein spezialisiertes Flözprofil der Grube Anna-Mathilde folgen lassen. In dieses sind die von mir angenommenen Senkungserscheinungen sowie die davon abhängigen Wachstums- und Verwesungsbedingungen eingeschrieben worden.

Nachstehendes Profil (Abb. 18) wird zu einigen Überlegungen anregen. Der Torf, der das Braunkohlenflöz gebildet hat, kann nicht in seiner ganzen Mächtigkeit aus einem gleichbleibenden Pflanzenverein gebildet worden sein. Flöze mit nur amorpher Kohle würden allerdings eine Ausnahme bilden können. Die verschiedenegearteten Senkungsvorgänge haben ihrerseits nicht nur die Pflanzenökologie beeinflusst, sondern wurden hauptsächlich für die Verwesungsbedingungen von einschneidender Bedeutung. Ebensowenig, wie in allen Phasen der Flözentwicklung überall gleiche Landschaftsbilder mit gleicher Pflanzendecke vorhanden gewesen sind und ebensowenig, wie die Möglichkeiten von Humusbildung und Humuserhaltung immer die gleichen waren, weil eben die Verwesungsbedingungen sich änderten, ebensowenig dürfen wir eine ganz gleiche Torf- bzw. Kohlenbeschaffenheit im ganzen Flöz erwarten.

Vollzogen sich aber in den langen Zeitläuften der Flözaufhäufung Wandlungen der umrissenen Art, dann wird es selbstverständlich, daß wir heute nirgends ein Analogon rezenter Moore finden können, das sich auf alle Phasen der Flözbildung anwenden ließe. Der Eifer nach der Suche solcher Moore wird verständlich, sobald es sich um Rekonstruktionen bestimmter Flözhorizonte handelt. Auf den gesamten Flözkörper wird sich niemals ein rezentes Moor beziehen lassen, es sei denn, daß dieses rezente Moor in einem sinkenden Gebiet auftritt. Auch dann müßte die Entwicklung die sein: Beim Stillstand im Senkungsgeschehen wird die Differenz von gewachsenem Pflanzenmaterial minus verwestem Anteil (die Humuserhaltung) am kleinsten sein, wenn der Grundwasserspiegel unterhalb der Wurzelung liegt. Nach Verlandung einer Wasserfläche wird sich wohl in allen Fällen, in denen dies das Klima zuläßt, Wald ansiedeln, solange Kultureingriffe dies nicht verhindern. Für das Miozän wird man ein durch

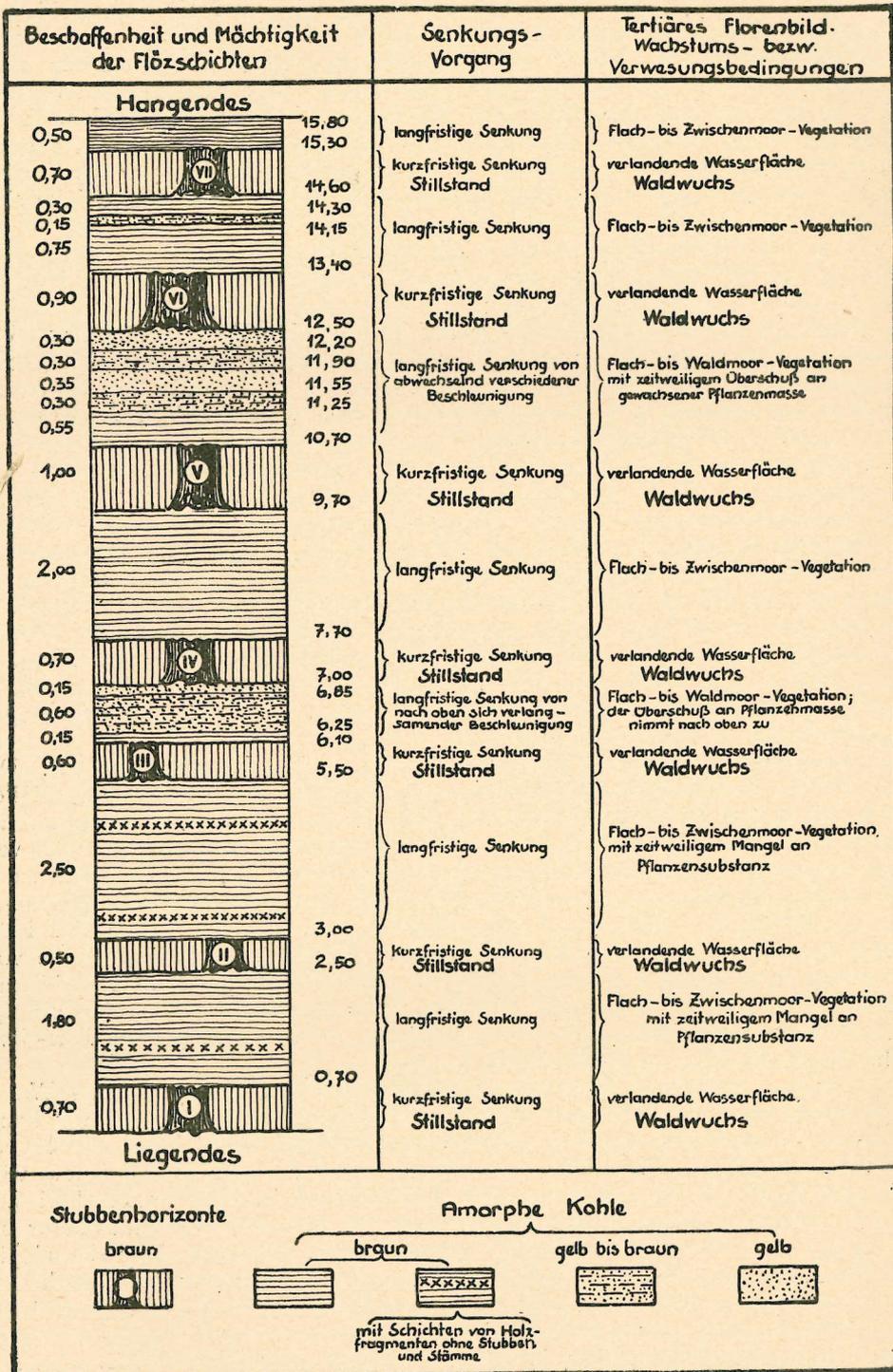


Abb. 18. Oberflöz Grube Anna-Mathilde.

nichts gehemmtes Verwalden nicht verneinen. Der Wald muß also zu solchen Zeiten vorgeherrscht haben. Dieser Begebenheit ist bisher ein übertriebener Wert beigegeben worden insofern, als ihr der Hauptwert bei der Braunkohlenflözbildung zugesprochen wurde. Dazu ist sie aber zunächst und an sich gar nicht in der Lage, weil die Wälder wuchsen, alterten, abstarben, sich verjüngten und so fort. Erst durch ein Verschieben des Grundwasserspiegels gegenüber der Landoberfläche traten Verwesungsbedingungen ein, die ein Plus an Humus hinterlassen konnten. Dieses Plus wurde größer oder kleiner, je nachdem die Verwesung durch Luftabschluß, der am vollkommensten bei Wasserbedeckung ist, verhindert wurde, was außer durch Verlanden flacher Seen, und sei es auch durch Schwingmoore, nur noch durch ein relativ aufzufassendes Steigen des Grundwasserspiegels, das kurz- bis langfristig erfolgen kann, denkbar ist.

Es bleibt noch übrig, die Richtigkeit dieser Theorie, soweit dies im vorstehenden noch nicht geschehen ist, zu beleuchten und vorgebrachte Einwände dagegen zu widerlegen. Bei ihr haben wir es nicht nur mit konstanten, ganz langsamen Senkungen zu tun, sondern mit einer Reihe von nach Zeit und Geschwindigkeit wechselnden Senkungen, die von unbestimmbar langen Ruhepausen unterbrochen wurden.

Nach H. Potonié sind die Wurzelstöcke, die den Abbruch in annähernd gleicher Höhe zeigen, dadurch erhalten geblieben, daß sie bis zu einer gewissen Höhe im Sumpfe oder im Wasser steckten. Hierdurch wurde eine Beeinträchtigung des pflanzlichen Atmungsprozesses hervorgerufen, so daß ein Absterben eintreten mußte. Bei dieser Erklärung ist die Fragestellung berechtigt, auf welcher wunderbaren Weise das Wachstum der Bäume in diesem Sumpfe so lange möglich war, bis endlich das Absterben erfolgen mußte? Denn es starben doch jüngere und ältere und sehr alte Exemplare gleichmäßig in einer Ebene ab. Die Deutung wird besonders durch den Hinweis nicht klarer, „daß die Wurzelstöcke von Natur aus eine den Atmosphären gegenüber widerstandsfähigere Beschaffenheit haben, die nach oben hin allmählich abnimmt und die Stämme am Wurzelende erheblich dicker sind“. Gerade dieser Hinweis genügt, um die Unhaltbarkeit der Erklärung darzutun. Er gestattet durchaus keinen Schluß für das Aufhören der Bäume in einer horizontalen Ebene. Um so weniger, als es sich doch um ganz verschiedenartige und verschiedenartige Bäume handelt, bei denen die angeführten Bedingungen in verschiedenen Höhen angetroffen werden müssen.

Im Vorstehenden habe ich mich absichtlich an die Worte von P. Schulz¹⁾ gehalten. Er stellt im Regiser Bezirk ebenfalls die allgemeine Tatsache fest, daß die Kronen der Stubben in einer Horizontalebene liegen, die zugleich die deutliche Grenzfläche zwischen den anstoßenden, ihrer Struktur nach gänzlich verschiedenen Kohlschichten ist. Daraus schließt P. Schulz mit Recht, daß hier ein Periodenwechsel stattgefunden hat. Dieser hat allerdings einen ganz anderen Grund als den von Schulz vermuteten. Es galt nämlich, ein flaches Wasserbecken zu verlanden, dessen Spiegel bis an die Stubbenkronen reichte. Später traten dann etwas andere Vertorfungserscheinungen ein. Worauf Schulz seine Folgerung gründet: „und die ältere Schicht hat das Ersticken oder das Abbrechen der Bäume veranlaßt“ bleibt rätselhaft. Die ältere Schicht, die dem wachsenden Geschlecht als Nährboden gedient hatte, sollte ersticken und abbrechen können? Ferner ist P. Schulz der Ansicht, daß eine instantane Senkung, wie ich sie für die Erhaltung der Stubbenhorizonte fordere, wenig wahrscheinlich

¹⁾ Dr.-Ing. P. Schulz: „Ein Beitrag zur Setzungserscheinung der Braunkohle“, Braunkohle 1920, XIX. Jahrgang, Seite 357.

sei: „Denn ein schnelles Verändern der Wasser- oder Mooroberfläche läßt nicht die für ein Abfaulen in gleicher Höhe nötige Zeit, zumal es sich zweifellos um verschiedene Baumarten handelt, die, wie auch noch heutigen Tages zu beobachten, dem Absterben verschiedenen Widerstand entgegensetzen.“ Nicht während des beschleunigten Senkungsvorganges sind die Stämme von ihren Wurzelstöcken getrennt worden, sondern an seinem Ende, dem sich eine längere Stillstandsperiode anschloß oder der in eine dem Stillstand nahekommende Verlangsamung ausklang. Es ist doch im Grunde leichter einzusehen, daß die Bäume am Ende einer schnelleren Senkung abgebrochen sind. Ein Umbrechen verschieden alter und verschieden fester Baumarten durch eine ältere Schicht oder durch Winddruck ergibt doch neue Schwierigkeiten. Wie will man dabei die Tatsache erklären, daß die Stubben eines Horizontes gleich hoch sind? Ich möchte hier noch einmal an die Beobachtungen erinnern, die bei Hafenanlagen und anderen ruhigen Wasserflächen an den dort eingerammten Pfählen gemacht werden können. Nach einer rascheren, kurzfristigen Senkung brachen schließlich die Bäume an der rillenartig geschwächten Stelle, die der Höhe des Wasserspiegels entsprach, ab. Die durch Astsperrung aus dem Wasser herausragenden Stämme wurden natürlich vollständig zerstört. So kommt es, daß man beim Abbau des Flözes nicht zu jedem Stubben den zugehörigen Stamm findet. Das ins Wasser geratene Material genügte natürlich nicht, um das Seebecken ganz auszufüllen. Seine endgültige, vollständige Verlandung mußte eine andere Pflanzengemeinschaft übernehmen. Eine waldwuchsartige könnte es nur gewesen sein, wenn die Verlandung durch ein Schwingmoor erfolgte, wie es von Lang beschrieben wurde.

Neuerdings hat auch R. Potonié¹⁾ die Ansicht ausgesprochen, daß es nicht nötig sei, instantane Senkungen anzunehmen, um die Stubbenhorizonte zu erklären. Er sagt: „es könnten auch durch Stillstandsperioden in der Senkung Stubbenhorizonte entstehen“ oder „ein Stubbenhorizont im Flöz hätte dann erst wieder entstehen können, wenn die säkulare Senkung zeitweilig ganz unterbrochen oder stark verlangsamt wurde“. Meine Meinung geht allerdings dahin, daß während der Pausen in der Senkung wohl Wälder wachsen und absterben, aber noch lange keine Stubbenhorizonte entstehen können. Ich hege die Vermutung, daß sich alle bisherigen Erklärungsversuche stillschweigend auf die Voraussetzung stützen, daß ein Sumpfyypressenwald grundsätzlich Wurzelstümpfe hinterlassen müsse. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Man erblickte die Episode bei der Flözbildung darin, daß unter gewissen klimatischen Verhältnissen ein Sumpfyypressenwald wuchs, der dann Stubbenhorizonte hinterließ, während für gewöhnlich eine anders geartete Pflanzengemeinschaft das Material zur Flözaufhäufung lieferte. Ich betone deshalb noch einmal, daß nach meiner Meinung die Episode nicht in dem vorübergehenden Auftreten eines Waldmoores besteht, sondern darin, daß der Wald unter gewissen Bedingungen Stubben hinterläßt.

Daß R. Potonié Schwierigkeiten darin findet, meine Ansicht mit den Resultaten Kräusels zu vereinigen, bedauere ich. Ich bin der Ansicht, daß eine Vereinigung sehr wohl möglich ist. Die erste Bewaldung mit Sequoien und Taxodien ist nach R. Potonié ganz richtig über dem Grundwasserspiegel erfolgt. Der Torf soll sich nach Potonié jedoch nicht durch Verlandung, sondern durch Vernässung gebildet haben. Wenn Potonié das Vernässen so verstanden haben will, daß durch eine langsame Senkung der Wasserspiegel stieg, so würde ja in diesem Fall das torfbildende Element fehlen; die Bäume würden außerdem

1) Dr. R. Potonié: „Zur Bildung der Braunkohlenflöze und Ökologisches über den Braunkohlenwald.“ Naturw. Wochenschrift, Neue Folge, XX. Band, Seite 225.

bei niedriger Überflutung bereits absterben und abfaulen müssen und nicht in an Höhe wechselnden, horizontweise aber ebenflächig begrenzten Schichten. Wenn Potonié aber sagt: „Auf dem Liegenden konnten die Bäume sehr alt werden, ehe ihr Fuß vom Torf umschlossen wurde und sie dadurch zugrunde gehen mußten“, so wird von ihm doch tatsächlich eine Vernässung durch Pflanzenwuchs, ein Abschnüren der Bäume durch eine vernässende Flora angenommen. Dieses Abschnüren müßte dann erst bei Erreichung einer Höhe, die den Höhen der konservierten Stubben entspricht, erfolgt sein. Eine solche Torfmächtigkeit kann aber die Natur nicht plötzlich erzeugen; sie entsteht allmählich. Zu ihrer Bildung gehören lange Zeitläufte. Hier drängt sich nun die Frage auf, wie es den jugendlichen Individuen, die mehrere tausend Jahre später keimten, als die alten Baumriesen, möglich war, ihre Wurzeln in derselben Ebene auszubreiten wie diese. Konnten die Keimlinge die bis dahin entstandene abschnürende Torfschicht durchsinken? Ich halte dies für ebenso unmöglich, als den Fall, daß der abschnürende Torf sich erst nach Ansamung der jüngsten Sprößlinge entwickelte und so schnell emporwuchs; daß er diese in der gleichen Höhe (nicht etwa früher) abschnürte als die Waldsenioren. Eine zweite wichtige Frage muß hier gestellt werden: Bis zu welcher Höhe muß denn der Fuß eines Baumes in Torf eingepackt werden, damit der Baum abstirbt? Diese Höhe müßte doch veränderlich sein, weil die einzelnen Stubbenhorizonte ganz verschiedene Höhen haben.

Ein weiterer Irrtum R. Potoniés liegt darin, daß er sagt: „Die Sumpfyzypresse hätte bis zur wiedererfolgten Verlandung des (durch instantane Senkung) 2 m hoch stehenden Wassers herrschend werden müssen“. Nicht etwa das *Taxodium distichum* konnte innerhalb dieser Schicht herrschend werden, sondern es war während dieser Zeit, von einem evtl. auflagernden Schwingmoor abgesehen, überhaupt kein Waldwuchs möglich. Ein Wald konnte erst wieder wachsen, nachdem tatsächlich die von R. Potonié verneinte „Verlandung“ erfolgt war, auf deren konsistent gewordener Oberfläche Nadelhölzer gedeihen konnten.

Gegen das Ersticken der Bäume in nasser Torfpackung spricht die Tatsache, daß die Stubbenhorizonte doch ganz verschiedene Höhen haben, die Stubben ein und desselben Horizontes aber gleiche Höhen besitzen. Dagegen spricht auch, daß immer noch weitgehende Altersunterschiede bei den Bäumen eines Horizontes auftreten. Dieses Argument verliert keinesfalls dadurch seine Beweiskraft, daß gebietsweise mehr alte bzw. junge Bäume angetroffen werden, so daß man wohl von alten und jungen Beständen reden kann. Stubbenhorizonte mit nur jungen Exemplaren könnten zu Zeitbestimmungen, wie sie R. Lang¹⁾ anstellt, dienen. Man hat hier allenfalls die Gewähr, daß vor ihnen keine Geschlechter gewachsen und verschwunden sind. Sie sind auch nicht etwa entartet oder stellen eine Krüppelflora dar. Sie sind vielmehr von einer schnelleren Senkung überrascht worden, ehe sie sich zu erhabener Größe entwickelt hatten. Wären in solchen Fällen Geschlechter vor ihnen vorhanden gewesen, so müßten auch sie an irgendeiner Stelle Baumsenioren hinterlassen haben. Nur auf solche unverjüngte Horizonte lassen sich aber Berechnungen der Flözbildungsdauer nicht stützen. Horizonte mit alten Exemplaren verschweigen uns die vorher abgestorbenen Generationen.

Es ist zu hoffen, daß horizontweise vorzunehmende Spezialuntersuchungen der Flözschichten nach der Richtung, wie sie kürzlich W. Gothan²⁾ erläuterte, die Richtigkeit der Theorie erweisen werden.

1) Dr. R. Lang: „Bildungszeiten der Braunkohle“. Braunkohle XX, 1921, Seite 369.

2) Dr. W. Gothan: „Neue Arten der Braunkohlenuntersuchung I“, Braunkohle 1921, Heft 27.