

Die Fossilen Hölzer von Karlsdorf am Zobten.

Ein Beitrag zur Kenntniss der im norddeutschen Diluvium vorkommenden
Geschiebehölzer

VON

Dr. H. Conwentz,

Assistent am Botanischen Garten der Kgl. Universität Breslau.

Mit acht zumtheil colorirten Tafeln in Lithographie und Lichtdruck.

1880.

Inhalt.

	Seite	
	5	
I. Einleitung	9	
II. Aussehen der Hölzer	12	
1) Braunkohlenhölzer	12	
2) Halb Braunkohle — halb Opalhölzer	13	
3) Opalhölzer	15	
III. Anatomie der Hölzer	18	
1) Braunkohlenhölzer	18	
2) Opalisirte Hölzer	20	
IV. Bestimmung der Hölzer	22	
V. Zersetzungserscheinungen der Hölzer	26	
VI. Wurzeleinschlüsse in den Hölzern	29	
VII. Mikroskopische Betrachtung und Bestimmung der eingeschlossenen Wurzeln	33	
1) Wurzeln von Cypressen ähnlicher Natur	33	
2) Wurzeln von Erlen ähnlicher Natur	36	
3) Wurzeln einer unbestimmten Pflanze	38	
4) Allgemeine Bemerkungen über das Eindringen der Wurzeln	39	
VIII. Prüfung der versteinenden Masse	41	
IX. Schlussfolgerungen	45	
X. Erklärung der Abbildungen	48	

Vorwort.

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Gegenstande, der bisher nur eine geringe Berücksichtigung gefunden hat. Es ist allbekannt, dass im norddeutschen Diluvium weitverbreitet versteinte Hölzer fremden Ursprungs vorkommen, allein ihre ganze Naturgeschichte war noch in ein tiefes Dunkel gehüllt. Nachdem zuerst Göppert werthvolle Beiträge zur Kenntniss dieser Geschiebehölzer geliefert hatte, machte ich vor mehreren Jahren in meiner Inaugural-Dissertation den Versuch die aus einer langen Beobachtungsreihe gewonnenen hauptsächlichsten Resultate zusammen zu stellen. Ich vermochte damals nicht mit einem Male das ganze Material gründlich zu bearbeiten und konnte auf einige interessante Fundstellen (*Karlsdorf, Oberkassel, Langenau u. a.*) nur kurz hinweisen. Es hat sich nun herausgestellt, dass die Hölzer von dort soviel Eigenthümlichkeiten zeigen, die zur Klärung allgemeiner Verhältnisse beitragen werden, dass eine monographische Bearbeitung jener nothwendig erscheint. In Nachfolgendem sollen die fossilen Hölzer, welche sich bei Karlsdorf am Zobten anstehend und im Diluvium eingebettet vorfinden, näher beschrieben werden, wobei auch auf anderweitige analoge Fälle Rücksicht genommen werden wird. Die karlsdorfer Exemplare sind insofern beachtenswerth, als sie einerseits abweichende Wachsthumerscheinungen zeigen, anderseits ein anschauliches Bild vom Vorgange bei der Versteinung geben und endlich, weil sich an ihnen mit grosser Sicherheit die Herkunft nachweisen lässt. Daher, hoffe ich, wird diese Schrift einen kleinen Beitrag zur Kenntniss der versteinten Hölzer im Allgemeinen und besonders der im norddeutschen Diluvium vorkommenden Geschiebehölzer liefern.

Die Tafeln wurden von mir gezeichnet und colorirt. Die Publikation derselben ist durch eine extraordinäre Unterstützung der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig ermöglicht worden, wofür ich derselben hier ergebenst danke.

Schliesslich kann ich nicht umhin, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Medicinalrath Professor Dr. Göppert für die eingehende Theilnahme und wohlwollende Unterstützung an dieser Stelle aufrichtig Dank zu sagen. Ebenso fühle ich mich Herrn Professor Dr. A. de Bary in Strassburg und Herrn Professor Dr. R. Hartig in München für gütige Auskunft und bereitwillige Mittheilungen zu Danke verpflichtet. Auch Herrn Professor Dr. P. Pinzger in Reichenbach i. Schl. und Herrn Lehrer B. Wiehle in Steine danke ich für die vielen freundlichen Dienste, welche sie mir in uneigennützigster Weise geleistet haben.

Breslau, Ende September 1879.

Conwentz.

I.

Einleitung.

Im S.W. von Breslau, etwa 33 Km. von hier entfernt, erhebt sich bis zu einer ansehnlichen Höhe plötzlich aus der Ebene aufsteigend das Zobtengebirge ohne sichtbaren Zusammenhang mit den Sudeten. Dasselbe zerfällt in zwei Haupttheile: einen centralen und einen peripherischen, welcher jenen südlich und östlich bogenförmig umgiebt¹⁾. Der Hauptstock wird von dem Zobten im engeren Sinne nebst den drei nördlichen Vorbergen: Stoll-, Mittel- und Engelsberg gebildet, während der durch tief einschneidende Thäler getrennte Gebirgsbogen aus einer kettenförmigen Reihe einzelner Berge besteht. Die Mitte desselben ist der Geiersberg, an welchen sich westlich die Kölschener und im Osten die Oelsner-, Karls- und Weinberge anschliessen. Diese Bergrücken werden durch mehr oder weniger tiefe Einsattelungen von einander geschieden, die in südlich sich öffnende Thäler auslaufen, in welchen kleinere Flüsse und Bäche ihren Lauf nehmen.

Geognostisch besteht der Hauptstock aus Granit und Gabbro, während der ganze Gebirgsbogen durchweg aus Serpentin zusammengesetzt ist. Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse fehlt bis jetzt und wir müssen uns daher auf die wenigen Angaben Sadebeck's und Roths²⁾ beschränken, soweit sie hier von Interesse sind. Nach ersterem findet sich dem Gabbro des Zobten Schwetelkies und Magneteisen beigemengt³⁾, letzteres ist auch in dem Serpentin des peripherischen Gebirgszuges enthalten⁴⁾. In den Ländereien, welche zwischen den Bergen liegen oder dieselben umschliessen, wird die feste Gesteinmasse von theilweise mächtige Lehm- und Kiesmassen bedeckt. An einigen Stellen ist der Serpentin von kleineren oder grösseren Braunkohlenflötzen überlagert, welche oft nur eine schwache Diluvialdecke tragen und manchmal selbst zutage treten, wie z. B. bei Karlsdorf. Selten ist das Vorkommen so massig, dass es bergmännisch aus-

1) M. Sadebeck, Der Zobtenberg und seine Umgebung. Nova Acta Acad. Caesar. Leopold-Carol. Naturae Curiosorum Vol. XXV. P. II. 1856. Pag. 593 sq.

2) J. Roth. Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom niederschlesischen Gebirge. Berlin 1867.

3) Sadebeck. l. c. pag. 687.

4) Sadebeck. l. c. pag. 689.

genützt werden könnte; früher ist dies lange Zeit bei Poppelwitz und Wilschkowitz östlich vom Zobten der Fall gewesen¹⁾.

Am Abhange des peripherischen Gebirgszuges, ganz besonders in der Gegend von Karlsdorf finden sich überall im Diluvium versteinte Hölzer eingelagert. Dieselben scheinen schon lange bekannt zu sein, da ich sie in einigen älteren Sammlungen bereits vorfand; nichts desto weniger ist in der Literatur erst sehr spät hierüber berichtet worden. Sadebeck erwähnt dieselben ebensowenig wie Roth, jedoch muss ersterer die Hölzer wol später kennen gelernt haben, denn 1863 erhielt Prof. F. Cohn von ihm aus Reichenbach fingerdicke Stücke einer fossilen Conifere, „welche an der Luft vollständig in ihre einzelnen Holz-Zellen zerfallen und alsdann ein schneeweisses Pulver darstellen²⁾“. Cohn giebt noch einige Notizen über das mikroskopische Aussehen dieser Zellen, woraus sich mit Bestimmtheit ergibt, dass die besprochenen Nadelhölzer aus der Gegend von Karlsdorf stammten. Bei Gelegenheit der Naturforscher - Versammlung 1874 in Breslau³⁾ lenkte Dr. Pinzger aus Reichenbach von neuem die wissenschaftliche Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand und demonstirte eine grössere Collection von Karlsdorf herrührender Hölzer⁴⁾. Er besprach anatomische Structurverhältnisse im allgemeinen, ohne aber die Species zu bestimmen und liess sich dann auf Grund chemischer Analysen über den Verkieselungsprocess aus, auf den wir später zurückkommen werden. Im Frühjahr 1876 schickte Herr Lehrer und Standesbeamter B. Wiehle in Steine bei Jordansmühle eine Suite Karlsdorfer Hölzer von verschiedenartigem Aussehen an Herrn Geheimrath Göppert und an mich. Diese schienen an sich und bezüglich ihres Vorkommens so interessant, dass wir noch in demselben Sommer Veranlassung nahmen in loco Untersuchungen anzustellen, wobei uns der Besitzer des Terrains Herr Major von Mens sowie Herr Wiehle zuvorkommend Hilfe leisteten. In meiner Inaugural - Dissertation⁵⁾ habe ich in flüchtigen Zügen bereits die Ortsverhältnisse beschrieben, doch will ich zur bessern Orientirung hier noch kurz jene Schilderung wiederholen und beziehungsweise ergänzen.

Die Oelsner Berge entsenden nach Osten mehrere Ausläufer, von denen einer flach gegen Karlsdorf hin abfällt, nachdem er kurz vorher eine tiefe Einsattelung gebildet hat. Im Norden, mit diesem Höhenzuge parallel, geht ein Ausläufer der Karisberge und beide schliessen ein langes Thal ein, in dem der Ort Karlsdorf selbst liegt. Dies ganze, theilweise noch mit Wald bestandene Terrain ist in der dortigen Gegend unter dem Namen der „Alten Fechtschule“ bekannt und hat gegenwärtig für eine Fasanerie Verwendung gefunden. In der erwähn-

¹⁾ Zobel. Ueber die Braunkohlen-Ablagerung u. s. w. im Nimptscher Kreise. Uebers. d. Arb. u. Veränd. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 1848.

²⁾ Sches. Ges. f. vaterl. Kultur. XLI. Jahrg. 1863. pag. 57.

³⁾ Tageblatt der Versamml. d. Naturf. u. Aerzte in Breslau 1874. pag. 202.

⁴⁾ In meiner Dissertatiou, pag. 16. sagte ich „Die von Dr. Pinzger untersuchten Hölzer rühren wahrscheinlich von derselben Stelle (d. h. Karlsdorf) her.“ Nachträglich theilte mir Herr Prof. Dr. Pinzger brieflich mit, dass dies inderthat der Fall sei.

⁵⁾ H. Conwentz. Ueber die versteinten Hölzer aus dem norddeutschen Diluvium. Breslau 1876.

ten Schlucht tritt bereits durch blosses Schürfen die Braunkohle, allerdings in schlecht erhaltenem Zustande hervor. Bei Anlage eines Brunnens daselbst fand man, dass dieselbe in grosser Mächtigkeit vorhanden ist und erhielt dabei besser conservirte Holzstücke. Kaum hundert Schritte östlich und nordöstlich von hier entfernt liegen die versteinten Hölzer auf einem Raume von mehr als hundert Quadratmetern zerstreut umher; in viel grösseren Massen aber sind die Hölzer im Erdboden von Letten umschlossen, wo sie manchmal eine meterdicke Schicht bilden. In weiterer Entfernung von dort kommen sie auch in Kies eingebettet vor. Früher ist diese ganze Gegend bewaldet gewesen und wahrscheinlich sind die Hölzer erst infolge des Rodens an die Oberfläche gelangt; gegenwärtig ist ein Theil des Terrains mit Kartoffeln bestellt und durch die häufige Bearbeitung des Bodens kommen immer neue Stücke zum Vorschein, was den Kulturzwecken des Besitzers keineswegs förderlich ist. Wie wir oben erwähnt haben, besteht der ganze Gebirgsbogen aus Serpentin und dieser tritt auch an einzelnen Stellen nördlich von jenem Vorkommen zutage.

Während der letzten Jahre bin ich von den Herren Lehrer Wiehle und Professor Pinzger auf die bereitwilligste und dankenswerthe Weise theils durch neue Zusendungen, theils durch Mittheilungen von Beobachtungen vielfach unterstützt worden. Auch unternahm ich noch einige Ausflüge, um selbst an Ort und Stelle zu sammeln; so war ich im Juni vorigen Jahres mit Herrn Wiehle in Karlsdorf und im November machten Herr Professor Pinzger und ich eine Excursion in die Gegend von Schlaupitz und Mellendorf. Das Hauptmaterial für die gegenwärtige Schrift verdanke ich Herrn Wiehle, welcher es mit unermüdlichem Eifer während einer Reihe von Jahren zusammen zu bringen bemüht gewesen ist.

Was den Verbreitungsbezirk der fossilen Hölzer betrifft, so kann man vorläufig noch nicht die Grösse und Grenze desselben genau erkennen. Die Braunkohlenhölzer finden sich in der ganzen Gegend südlich und östlich jenes bogenförmigen Gebirgszuges sporadisch vor und von den verkieselten Hölzern dürfte man später wol eine ähnliche Ausbreitung nachweisen können. Mit Sicherheit sind letztere bis jetzt erst bei Schlaupitz und Karlsdorf gefunden, jedoch lassen verschiedene Angaben, die mir in dortiger Gegend gemacht wurden, darauf schliessen, dass sie auch anderweitig, namentlich in dem S. D. dem Prinzen Georg zu Schönaich-Carolath gehörenden Terrain bei Mellendorf und bei Langenöls auftreten. Die reichste Fundstätte unserer fossilen Hölzer ist unzweifelhaft Karlsdorf und wird es auch lange Zeit bleiben.

II.

Aussehen der Hölzer.

Die Hölzer von Karlsdorf sind nicht nur in Grösse und Form, sondern auch in Farbe und Consistenz durchaus verschieden. Diese Mannigfaltigkeit geht soweit, dass man gewisse Stücke von vorneherein garnicht als von demselben Fundorte herrührend und specifisch als dasselbe Holz erkennen würde. Während die einen echte Braunkohle geworden sind, besitzen andere bereits einen hohen Kieselsäuregehalt, der sich durch die Farbe, Consistenz und Schwere der Hölzer bemerkbar macht; in noch anderen ist der Bitumengehalt so gut wie ganz geschwunden, sodass die Stücke völlig aus Opal bestehen. Dieser drei Kategorien gemäss werden wir in folgendem das Aeussere der Hölzer zu schildern versuchen

1. Braunkohlenhölzer.

Die Gestalt derselben ist entweder plattenförmig oder ungefähr cylindrisch. Während diese letzteren jüngere Hölzer darstellen, haben sich jene von älteren umfangreicheren Exemplaren parallel den Jahresringen schalig abgelöst; dies ist übrigens die gewöhnlichere, auch sonst in der Braunkohle am häufigsten vorkommende Form. Die Grösse ist begreiflicher Weise eine sehr wechselnde: die cylindrischen Hölzer sind im allgemeinen kleiner als die anderen; sie werden meistens nur 10 cm. lang und 1,5 cm. dick, dagegen erreichen die plattenförmigen eine Länge von 15 cm., eine Breite von 6 cm. und einen radialen Durchmesser von 3 cm. Freilich kann man aus dem Anstehenden bei Karlsdorf noch weit grössere Stücke erlangen, sobald sie aber in der atmosphärischen Luft trocknen, zerspringen sie und fallen nach ihren Jahreslagen auseinander. In dem ehemaligen Braunkohlenbergwerke von Poppelwitz, das nur eine Stunde nordöstlich von Karlsdorf gelegen ist, sind früher Fragmente grosser Stämme gefördert worden. ¹⁾ Die Consistenz ist bei wenigen noch die eines trockenen recenten Holzes, mit splitterigem Bruch, die meisten anderen haben eine festere Beschaffenheit angenommen und brechen durchweg muschelrig. Mit diesem Verhal-

¹⁾ cf. Zobel, 1. c.

ten ändert sich auch die Farbe: bei den ersteren ist sie mehr oder weniger hellbraun und geht bei den letzteren allmählig ins dunkelbraun ja sogar ins fast schwarze über.

Die Schalenstücke gehören durchweg dem Holzkörper an, dagegen schliessen die cylindrischen im Innern noch ein schlecht erhaltenes Mark ein; Rinde lässt sich auf keinen von beiden auch nur spurenhaf nachweisen. Die Jahresringe sind, namentlich auf einer geglätteten Oberfläche, meist deutlich zu erkennen. Sie erscheinen auffallend eng und in der verticalen sowie horizontalen Richtung wellig verbogen. Die Structur ist an einzelnen Stücken so ausgezeichnet erhalten, dass man mit einfacher Lupe die Markstrahlen und Zellen deutlich erkennen kann. Diese Stücke sind immer von hellerer Färbung und holzartiger Beständigkeit, während die dunkleren mit muscheligen Bruch dem schwach bewaffneten Auge gar keine Einzelheiten zeigen.

Das Braunkohlenlager ist von einer Lettenschicht umgeben und überdeckt; Theile derselben dringen häufig in das Holz ein und füllen dessen Klüfte aus. So finden wir den Thon in den plattenartigen Stücken manchmal zwischen den Jahresringen, bei den cylindrischen im Innern an Stelle des Markes vor. Gewöhnlich ist er von grauem Aussehen, seltener infolge von Eisengehalt rüthlich gefärbt.

2. Halb Braunkohlen halb Opalhölzer.

Einige Stücke, welche äusserlich der Braunkohle durchaus ähnlich sehen, unterscheiden sich von dieser durch das bedeutend höhere specifische Gewicht und beim Spalten derselben findet man im Innern durchweg Opalmasse vor. Die eigentliche Braunkohlenschicht, welche nur wenige Millimeter stark ist, lässt sich mit dem Scalpel leicht schneiden und blättert an freier Luft grossentheils ab. Der opalisirte Holzkern ist peripherisch noch von brauner Farbe, welche sich centripetal immer mehr verliert und der grauweissen des Opal Platz macht. Auch diese Stücke sind sowol in ihrem braunkohlenartigen als auch in dem opalisirten Theile so gut conservirt, dass die Structur deutlich erkennbar ist. Die Jahresringe sind gleichfalls hin- und hergebogen, an manchen Stellen sogar stark verdrückt. In der Gestalt unterscheiden sich diese Stücke kaum von den oben betrachteten reinen Braunkohlenhölzern; es kommen beide Formen, die schalige und auch die cylindrische vor. In der Grösse finden keine wesentlichen Differenzen statt, doch besitze ich grade ein nahezu cylindrisches Stück von hervorragender Länge: es mass 25 cm. bei 9₀ und 4₅ cm. Dicke, ein anderes plattenförmiges Stück zeigte die entsprechenden Dimensionen von 15₀, 8₀ und 6₀ cm.

Schon bei der Betrachtung dieser Stücke mit blossen Auge empfängt man den Eindruck, dass dieselben genetisch in directem Zusammenhange mit den Braunkohlenhölzern stehen. Es müssen die letzteren infolge irgend welcher Einwirkung einem Fossilisierungsprocesse unterworfen worden sein, wodurch deren innerer Kern in Opal umgewandelt wurde. Auf diesen ganzen Vorgang kommen wir in einem andern Abschnitte noch zurück, auch werden wir später den strieten

Beweis für die vorhin ausgesprochene Ansicht der Zusammengehörigkeit der betreffenden Hölzer zu liefern Gelegenheit haben.

Ein analoges Vorkommen von solchen Hölzern, welche theils noch Braunkohle, theils schon in Opal umgewandelt sind, ist in der Literatur meines Wissens nirgend bekannt gemacht, jedoch scheint es nicht so selten zu sein wie man demnach annehmen müsste. Ich habe in letzterer Zeit ganz ähnliche Stücke von drei verschiedenen Stellen erhalten: Mein Freund, Herr Dr. P. Trippke in Bonn sandte mir einige Exemplare verkieselten Coniferenholzes von Köflach in Steiermark, welche peripherisch braunkohlenartig ausgebildet waren; und durch Vermittelung eines andern Freundes, Herrn Bergdirector E. Treptow, z. Z. in Peru erhielt ich eins jener bekannten gelblich braunen opalisirten Nadelhölzer aus Ungarn, welches nach der einen Seite hin deutlich in Braunkohle überging. Kürzlich lernte ich aus den Schwefelgruben von Comitini bei Girgenti ein ähnliches Holz kennen, welches ich der Güte des Herrn Professor Dr. A. von Lasaulx in Breslau verdanke. Dasselbe bestand äusserlich noch aus Braunkohle und liess sich hier mit dem Messer bearbeiten, dagegen war der innere Kern völlig verkieselt¹⁾. Beiläufig erwähnt sei, dass auch andere Erhaltungsarten von der Braunkohle ihren Ursprung nehmen. So bin ich durch freundliche Vermittelung des Herrn G. Woitschach in den Besitz eines in Markasit umgewandelten Holzes gekommen, welches in den peripherischen Theilen die ursprüngliche Braunkohlenbeschaffenheit zeigt. Es stammt aus den Gruben von Ullersdorf bei Naum-

¹⁾ Die Schichten in welchen jene Stämme vorkommen, sind die der eigentlichen schwefelführenden Kalke mit den durch Geyler bekanntgewordenen Pflanzenresten. („Ueber fossile Pflanzen aus den obertertiären Ablagerungen Siciliens.“ Palaeontographica Cassel 1876.) Sie sind Süsswasserbildungen und müssen der obersten Grenze des Miocän zugerechnet werden, da unmittelbar über ihnen pliocäne Thone liegen. Ein näheres über die Verhältnisse der Lagerung und des Alters findet man in der kürzlich erschienenen Abhandlung von Prof. v. Lasaulx: Beobachtungen in den Schwefeldistricten von Sicilien (Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1879 pag. 490.) — Das Holz ist der ganzen Masse nach aus Tracheiden zusammengesetzt, deren Wände auffallend dick sind, in Folge dessen ihr Lumen oft bis auf ein Minimum reducirt wird. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung nicht schon im frischen Holze vorhanden gewesen, sondern erst bei der Einwirkung stark gesäuerter Wässer aufgetreten. Die radiale Wand der Tracheiden wird von einer Reihe grosser Hoftüpfel bekleidet, welche oft einander berühren und sich dadurch etwas abplatteten. Zerstreut in diesem Gewebe treten hier und da langgestreckte Parenchymzellen auf, welche im lebenden Baum Harz geführt haben. Die Markstrahlen sind einreihig und bis 16 Zellen hoch; diese besitzen auf ihren Wandungen rundliche oder schräggestellte elliptische Tüpfel. Aus vorstehenden Angaben erhellt, dass unser Holz grosse Aehnlichkeit mit dem von Göppert zuerst bei Laasan i. Schl. entdeckten und jetzt als sehr verbreitet nachgewiesenen Cupressinoxylon pachyderma hat. („Monographie der Fossilen Coniferen.“ Leiden 1850 pag. 199.) Ob es vollständig mit diesem identificirt werden darf, müssen eingehende Untersuchungen zeigen, zu welchen mir vorläufig noch hinreichendes Material aus Sicilien fehlt. Das Holz ist fast gänzlich in Opal umgewandelt, nur an einzelnen Stellen der Oberfläche kann man die ursprüngliche braunkohlenartige Consistenz bemerken; indessen ist die Färbung durchweg bituminös. Kleinere und grössere Sprünge durchsetzen das Stück in verschiedenen Richtungen und werden gewöhnlich durch amorphe, manchmal durch krystallinische Kieselsäure ausgefüllt. Ausserdem hat sich Schwefel auf den Klüften und an der Oberfläche ausgeschieden.

burg a. Qu.¹⁾ Im Allgemeinen, glaube ich, dürfte man wol unter den anstehend und als Geschiebe vorkommenden Braunkohlenhölzern noch manche ähnliche interessante Stücke antreffen, wenn man diesem Gegenstande einige Aufmerksamkeit widmen wollte.

3. Opalhölzer.

Die äusseren Formen derselben entsprechen vollständig denen der Braunkohlenhölzer, jedoch habe ich die cylindrischen hier im allgemeinen vorherrschend gefunden. (Fig. 1—3, 5, 7). Die plattenförmige Gestalt ändert sich häufig dahin, dass der radiale Durchmesser auf Kosten des tangentialen bedeutend zunimmt (Fig. 4); so erhalten die Stücke ein prismatisches Aussehen von nahezu quadratischem oder rhombischem Querschnitte. Häufig geht auch derselbe dadurch, dass zwei Kanten abgeschliffen sind, in einem dreiseitigen über. Die grössten schalenförmigen Stücke, welche ich gesehen, massen 13₀, 6₀, 1₅ cm., dagegen erreichten die säulenförmigen die Dimensionen von 30₀, 7₀, 4₀ cm. Ausserdem sind mir noch drei andere Exemplare von ganz besonderer Grösse bekannt: das eine im Botanischen Museum zu Bres-

¹⁾ Diese Stücke kommen in den dem Ueberquader angehörenden Braunkohlenlagern vor, aus welchen H. B. Geinitz kürzlich *Cycadeospermum Schmidtianum* und *Discophorites Schneiderianus* beschrieben hat. (Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1879. pag. 113.). Sie haben meistens eine cylindrische oder conische Gestalt und zeigen auf dem horizontalen Bruch eine radial verlaufende Faserung. Nur an wenigen Stellen der Oberfläche finden sich kleine Braunkohlenreste, durch welche ich zuerst darauf geführt wurde, dass das ganze Stück wol ein fossilisirtes Holz sein könnte. Im Uebrigen machte es mit blossen Auge betrachtet keineswegs den Eindruck eines solchen, da auch die bituminöse Färbung völlig geschwunden schien, sondern sah wie ein gewöhnlicher Zapfen vor Binarkies aus. Die mikroskopische Prüfung bei Beleuchtung des Präparates von oben lehrte, dass hier ein fossiles Nadelholz vorlag, welches stellenweise noch eine gut erhaltene Structur zeigte, während diese anderswo schon gänzlich verloren gegangen war. Die Tracheiden besitzen durchweg eine dünne Wandung, die noch etwas gebräunt ist und haben einen quadratischen oder radial verlängerten Querschnitt; Jahresringe werden von ihnen nicht gebildet. Die radiale Wand der Tracheiden ist mit Hoftüpfeln bekleidet, die meist in zwei Reihen, aber nicht immer gleich hoch angeordnet sind, oft stehen sie ganz zerstreut, manchmal auch nur in einer Reihe. Holzparenchym ist nur sehr selten zu finden; Harzgänge fehlen gänzlich. Die Markstrahlen sind einreihig und sehr niedrig; gewöhnlich bestehen sie nur aus einer oder zwei, höchstens aus sieben Zellen übereinander. Die radiale Wand derselben ist mit Tüpfeln versehen, die in zwei Reihen, je zu 2 oder 3 alternirt gestellt sind. Das Stück gehört wahrscheinlich einer Coniferenwurzel an und ist dem von Göppert als *Cupressinoxylon aequale* beschriebenen Braunkohlenholze von Laasan sehr ähnlich. („Monographie der Fossilen Coniferen.“ Leiden 1850. pag. 201). — Schliesslich sei bei dieser Gelegenheit noch der Meinung Ausdruck gegeben, dass wol ein grosser Theil der amorph auftretenden Binarkies-Stücke fossilisirtes Holz sein mag, diese Ansicht hat um so mehr Berechtigung, als ja erfahrungsmässig die Bildung von Schwefelkies an die Gegenwart organischer Substanzen gebunden scheint.

lau befindliche von 38,₀ 23,₀ 18,₀ cm.¹⁾, das zweite Herrn Professor Pinzger gehörige ist etwas länger, aber nicht so stark und das dritte im Besitze des Herrn Inspektor Knauthe in Schlaupitz misst etwa 60, 30, 45 cm. Die beiden Erscheinungsweisen entsprechen morphologisch denselben Theilen wie es bei den Braunkohlenhölzern der Fall ist; die Rinde ist hier ebensowenig kenntlich, dagegen scheint das Mark meist besser erhalten.

Die grösste Mehrzahl der versteineten Hölzer von Karlsdorf ist äusserlich schneeweiss bis schmutzigweiss oder hellgrau, im Inneren dagegen hell- bis dunkelbraun (Fig. 5.), ja manchmal sogar nahezu schwarz. Die Consistenz ist nicht nur an den verschiedenen Stücken, sondern auch innerhalb des einzelnen eine sehr wechselnde. Die schneeweisse Hülle (Fig. 5. a) besitzt meistens nur eine Stärke von wenigen Millimetern und ist peripherisch so locker, dass sie bei blosser Berührung mit den Fingern leicht in ihre Bestandtheile zerfällt und dann ein feinnadeliges Pulver bildet²⁾. Centripetal gewinnt sie an Festigkeit lässt sich aber gewöhnlich mit dem Scalpel noch bearbeiten. Dagegen ist der innere dunklere Kern, (Fig. 5. b) welcher häufig den grössten Theil des Holzes in Anspruch nimmt, so hart, dass er nur mittelst des Hammers angegriffen werden kann. Wol in allen Stücken sind diese beiden Schichten sichtbar, wenn auch nicht immer so deutlich von einander getrennt wie in Fig. 5. Die verschiedenen Färbungen haben fast ausschliesslich in einem wechselnden Bitumengehalt ihren Grund; ursprünglich ist das Holz der ganzen Masse nach durch Bitumen gebräunt gewesen aber infolge der Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit ist dies aus den peripherischen Theilen geschwunden. Hierdurch wird aber keineswegs die Aenderung der Consistenz bedingt, wie man sich experimentell überzeugen kann. Glüht man einen kleinen Splitter des dunkeln Holzes, so verflüchtigt sich zwar das Bitumen und später auch das Wasser, aber eine Lockerung des Zellverbandes tritt garnicht ein. Daraus erhellt, dass das Abfasern des Holzes in anderen Erscheinungen seinen Grund haben muss³⁾.

Die Hölzer sind fast durchweg gut erhalten; viel besser als die obengenannten. Auf der horizontalen und verticalen Fläche lassen sich die Markstrahlen und Zellen der Holzkörpers sehr deutlich erkennen. (Fig. 3 a., 4.). Ob das Versteinungsmaterial krystallinische oder amorphe Kieselsäure sei, ist von vornherein nicht ersichtlich. Kleinere und grössere Sprünge, welche namentlich in der Längsrichtung des Stammes (radial und tangential) verlaufen oder denselben quer durchsetzen. (Fig. 7. b.) sind durch Opal ausgefüllt. Ebenso ist derselbe auch in das Innere, den zerstörten Marktheil von cylindrischen Stücken gedrungen und hat sich hier entweder nur an den Wandungen traubenartig niedergeschlagen oder er hat die ganze Höhlung gleichmässig erfüllt. Dies Vorkommen spricht dafür, dass auch die Masse des Holzes in Opal umgewandelt sein dürfte,

¹⁾ Der Director des Botanischen Museums, Herr Geheimrath Göppert erlaubte mir gütigst dies Stück hier abzubilden. (Fig. 7.)

²⁾ cf. Ferd. Cohn l. c.

³⁾ Vergl. Abschnitt V.

was wir später durch die mikroskopische und chemische Untersuchung bestätigt finden werden.

Manchen Hölzern hattet ebenso wie der Braunkohle von aussen Thon an, welcher auch hier zuweilen Spalten und Klüfte ausfüllt. Die Härte desselben ist sehr wechselnd je nach der Menge der ihn durchtränkenden Kieselerde; der Gehalt an dieser wird manchmal so bedeutend, dass der Thon direct das Aussehen von unedlem Opal erhält. So bildet er gewissermassen Breccien, die in ihrem Innern verschiedene Holzsplitter einschliessen; die bituminöse Färbung theilt sich oft jenen, wenigstens stellenweise mit.

Wenn wir schliesslich die Resultate zusammenfassen, welche wir bei der Betrachtung der dreierlei so verschiedenartig aussehenden Hölzer gewonnen haben, drängt sich uns die Vermuthung auf, dass dieselben untereinander in naher Beziehung stehen. Die Uebereinstimmung in Form und Grösse, das allmähliche Uebergehen der Braunkohle in Opalhölzer und das gemeinschaftliche Vorkommen beider lassen darauf schliessen, dass letztere aus den ersteren hervorgegangen sind. Wir werden uns im folgenden Kapitel bestreben auf Grund des anatomischen Befundes in beiderlei Hölzern einen exact geführten Beweis hierfür beizubringen.

III.

Anatomie der Hölzer.

1. Braunkohlenhölzer.

Was die Art der Herstellung von geeigneten Präparaten betrifft, so lassen sich die Braunkohlenhölzer gewöhnlich nach Befeuchtung mit Wasser oder verdünnter Kalilauge gut schneiden. Von sehr harten und spröden Stücken habe ich auch brauchbare Dünnschliffe erlangt.

Wie die Braunkohle im Allgemeinen mikroskopisch meist nicht gut erhalten ist, ebenso in unserm besondern Falle. Zunächst fehlt die Rinde gänzlich und die Hauptmasse der Stücke macht der Holzkörper aus; das Mark ist selten und immer schlecht erhalten. Auf einem Schliffe oder Schnitte kann man gewöhnlich die Lumina der Zellen wahrnehmen, von denen einige mit Harz erfüllt sind. Dies zeigt eine sehr grosse Widerstandsfähigkeit, denn in Braunkohle, die völlig structurlos geworden ist, lässt es sich immer noch erkennen. Die Zellwände sind stark gequollen und radial oft gedrückt, so dass der innere Hohlraum nur als schmaler Streifen erscheint. Die Begrenzung der Zellen ist mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo die primären Wandungen auseinandergetreten sind, um Intercellularräume (Fig. 8. i.) zu bilden, meistens nicht deutlich. Selten löst sich die secundäre Wand ringförmig los und liegt im Innern des Lumens. Dagegen giebt es einige Stücke welche inderthat eine recht gut erhaltene Structur zeigen und nach diesen lassen wir hier die Beschreibung folgen.

Der Holzkörper besteht aus einem regelmässigen Gewebe, im Querschnitte rechteckiger Tracheiden, welches durch keinerlei Gefässe unterbrochen wird (Fig. 8.) Die Jahresringe sind selten deutlich (g) und erscheinen in den Stücken, welche sie erkennen lassen, bald weit bald eng. In letzterem Falle, der der häufigere ist, bilden oft nur wenige Zellreihen den ganzen Ring. Auffallend ist durchweg die schroffe Grenze zwischen dem Herbst- und Frühjahrsholz innerhalb desselben Jahresringes. Nach H. v. Mohl's Untersuchungen¹⁾ ist der Jahresring im Stamm der

¹⁾ H. v. Mohl. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Botanische Zeitung Jahrgang XX. 1862, pag. 225.

Coniferen aus drei verschiedenen Schichten aufgebaut, welche allmählig in einander übergehen. Die innere besteht aus dünnwandigen viereckigen Zellen, die mittlere aus an Wanddicke zunehmenden fünf- bis sechseckigen Zellen und die äussere aus stark verdickten, radial verkürzten viereckigen Zellen. Mit der wechselnden Mächtigkeit des Ringes ändert sich auch die Entwicklung der innern Schicht in der Weise, dass sie in weiten Jahresringen besonders ausgebildet ist, während sie in engen fast gänzlich zurücktritt. Im Gegensatze hierzu fand Mohl, dass im Wurzelholze der Coniferen grade die mittlere Schicht die veränderliche sei, infolge dessen diese in den gewöhnlich sehr engen Jahresringen der Wurzeln bis zum gänzlichen Verschwinden reducirt wird. Dann grenzen die dünnwandigen, radialgedehnten Tracheiden schroff an die stark verdickten und radialcomprimirten, wie es in unserm Holze der Fall ist. Es erhellt daraus, dass dasselbe zufolge seiner anatomischen Structur nicht dem Stamme, sondern der Wurzel zugerechnet werden muss. — Die Tracheiden zeigen auf ihrer radialen Wandung Hoftüpfel (Fig. 9. t.), welche in zwei Reihen genau oder nahezu gleichhoch gestellt sind (c-c). Gewöhnlich befinden sich dieselben gedrängt neben- und untereinander, doch wird ihre regelmässige Anordnung oft durch einzeln stehende Hoftüpfel (e-e) unterbrochen; auch kommt es in Zellen von engerem Lumen vor, dass überhaupt nur eine Reihe die radiale Wand bekleidet (d-d). Auf der tangentialen Seite sind in wenigen Fällen kleine Tüpfel zu erkennen, die im lebenden Holze wahrscheinlich häufiger vorhanden gewesen, aber bei dem Fossilisirungsprocesse nicht mit erhalten worden sind.

Unterbrochen wird das gleichartige Gewebe der Tracheiden durch zahlreich auftretendes Holzparenchym (Fig. 10 hp.), welches auf dem Querschnitte schlechterdings nicht von jenem zu unterscheiden ist. Sowol in Beziehung auf das Lumen, als auch die Wanddicke stimmt dasselbe mit den benachbarten Tracheiden überein. Es wird aus langgestreckten, gradwandigen Zellen zusammengesetzt, deren Längsdurchmesser oft um das zehn- bis fünfzehnfache den Querdurchmesser übertrifft. Diese Zellen enthalten Harz (h) wol ebenso reichlich als es im lebenden Holze der Fall war. Dasselbe tritt in grossen homogenen Ballen von ellipsoidischer oder sphärischer Form auf und sieht in dünneren Partien hellbraun, in dickeren dagegen schwarzbraun, fast schwarz aus. Uebrigens ist die Anordnung dieser Harzzellen zwar keine bestimmte, doch kommen sie vorzugsweise in concentrischen Reihen sowohl im Frühjahrs- als auch im Herbstholze vor. Eigentliche Harzgänge fehlen durchweg.

Die Markstrahlen (Fig. 8—10 m.), welche radial den Holzkörper durchsetzen, sind einerlei Art: in manchen Stücken erreichen sie die Höhe von 1—5, in anderen wiederum bis 15 Zellreihen. Ersteres kommt namentlich an einem Exemplare vor, welches 1873 beim Brunnengraben in Schlaupitz gefunden worden war und das mir durch Herrn Professor Pinzger zugeing. In der Abbildung (Fig. 10 zeigt der höchste Markstrahl 13 Reihen übereinander. Horizontal sind sie nur ein Zellschicht stark; treffen zufällig zwei benachbarte aufeinander, so erhält man tangential gesehen das Bild eines scheinbar zweireihigen Strahles. Die Form der Zellen ist eine parallelipedische mit vertikal nach der einen oder andern Seite hin geneigten Wänden. Tangential sind sie ungefähr von quadratischem oder tonnenfö-

migem Umriss (Fig. 10), da sich ihre seitlichen Wandungen etwas nach aussen wölben und ihre Höhe meist bedeutender ist als die Breite; ihr radialer Durchmesser übertrifft die beiden anderen um ein vielfaches. Tüpfel habe ich nur auf der radialverlaufenden Wand wahrnehmen können (Fig. 9 a. b). Dieselben zeigen einen meist linsenförmigen oder elliptischen Contur und sind mit ihrer Längsaxe horizontal gestellt. Zwei oder drei nebeneinander kommen auf die Breite einer Tracheide(b), oft stehen auch in derselben Zelle zwei solcher Reihen alternirend übereinander (a). In lebenden Nadelhölzern treten oft auf der obersten und untersten Zellreihe der Markstrahlen Hoftüpfel auf, welche ich aber an unserm Holze nicht habe erkennen können. Auch die Tüpfel sind durchaus nicht immer deutlich und nur in wenigen Fällen so gut erhalten, wie es von einem Holze abgebildet ist (Fig. 9). Die Markstrahlen führen fast immer Harz, welches entweder so wie oben beschrieben oder in ganz kleinen Kügelchen an den Wandungen abgelagert erscheint. Harzgänge, die bei gewissen Nadelhölzern von Markstrahlen umschlossen werden, fehlen hier gleichfalls.

2. Opalisirte Hölzer.

Bei der Untersuchung verkieselter Hölzer empfiehlt P. Kaiser¹⁾ das Absplittern mittelst eines Hammers an Stelle der Herstellung von Dünnschliffen. Diese Methode habe ich schon seit mehreren Jahren, namentlich bei Coniferenhölzern oft mit gutem Erfolge angewandt; auch glaube ich, dass wol mancher Anderer dies einfachere Verfahren in vielen Fällen einschlagen wird. Wenn es sich aber um die Bestimmung und Beschreibung eines Holzes handelt, so benütze ich nie diese Art von Präparaten ausschliesslich, sondern ausserdem noch Schläffe (besonders in horizontaler Richtung), die ich überhaupt bei genauen Untersuchungen für unerlässlich halte. Die Dünnschliffe, welche der gegenwärtigen Arbeit zu Grunde liegen, habe ich zum geringsten Theile selbst angefertigt, die bei weitem grosse Mehrzahl ist auf durchaus correcte und saubere Weise in der wohlbewährten Werkstätte der Herren Voigt & Hochgesang zu Göttingen hergestellt. Dieselben beabsichtigen eine von mir zusammengestellte Collection Präparate der Karlsdorfer Hölzer in Bälde herauszugeben.

Die opalisirten Hölzer zeigen im grossen Ganzen dieselben mikroskopischen Einzelheiten wie die eben beschriebenen Braunkohlen, daher werden wir in Folgendem zweckmässiger Weise nur die abweichenden Merkmale berücksichtigen. Schon in einem frühern Abschnitte bemerkten wir, dass die opalisirten Hölzer in Bezug auf Grösse und Gestalt weit mannigfaltiger sind als die anderen; demzufolge finden sich hier auch mehr anatomische Verschiedenheiten bei den einzelnen Exemplaren. Mit dem Gewebe der Braunkohle stimmt im Allgemeinen das der grossen verkieselten Hölzer (Fig. 13—15) überein, dagegen ist das der kleinen (Fig 19—21) nicht so regelmässig. Die Form der Tracheiden

¹⁾ P. Kaiser, *Ulmoxylon*. Ein Beitrag zur Kenntniss fossiler Laubhölzer. Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd, LII. Halle 1879. pag. 94.

ist im Querschnitt zwar auch vorherrschend quadratisch oder rechteckig, geht aber vielfach in die polygonale, fünf- und sechseitige über. Die Wandungen sind bald von mittelmässiger Dicke, bald auffallend dünn, ohne dass diese Erscheinungen in bestimmter Anordnung auftreten. Die Jahresringe erscheinen in den grossen Stücken immer deutlich und sehr eng, bis 0,1 mm. (Fig. 13 g-g'), während sie in manchen kleineren Stücken garnicht vorkommen (Fig. 19). In anderen sind sie nur wenig dadurch angedeutet, dass radialverkürzte Zellen in cyclischer Reihe nebeneinander liegen, aber keinen geschlossenen Ring bilden; eine stärkere Verdickung, wie sie sonst dem Herbsth Holz eigenthümlich, tritt hier nicht ein.

Die Tüpfelung der Tracheiden ist eine ganz ähnliche: gewöhnlich stehen zwei (Fig. 14 c.), selten drei auf gleicher Höhe nebeneinander; zuweilen sind sie nicht genau horizontal gestellt, sondern der eine Tüpfel steht wenig tiefer als der andere, aber nie kommt auf diese Weise eine spiralige Anordnung zustande. Die harzführenden Parenchymzellen (Fig. 14 h p.) besitzen nicht mehr so viel ihres Inhaltes als in der Braunkohle. Das Harz tritt hier in derselben Form und Färbung auf wie dort (h), jedoch sieht man häufig noch den ebenso gestalteten Hohlraum (h'), welcher von jenem ursprünglich eingenommen wurde. Wenn Dr. Pinzger in seinem Vortrage von Harzgängen spricht, so meint er damit das harzführende Parenchym, denn eigentliche Harzgänge kommen hier ebensowenig vor als in den Braunkohlenstücken.

Die Markstrahlen (Fig. 15 m.) des grossen opalisirten Holzes sind 8–14, höchstens 18 Zellen hoch; nur in einem Falle zählte ich deren 22. Im Gegensatz hierzu erscheinen die der jüngeren Hölzer ausserordentlich niedrig, sie bestehen gewöhnlich nur aus 1–2 (Fig. 21) oder 5 Reihen übereinander. Während diese Zellen in der Braunkohle mit Harz angefüllt waren, ist in den verkieselten Hölzern kaum etwas davon wahrzunehmen; manchmal ist eine schwarzbraune Färbung sichtbar.

Was die Vollständigkeit der Erhaltung betrifft, so ist auch hier vorzugsweise der Holzkörper vorhanden, doch finden wir an vielen unsrer jungen Wurzelhölzer noch Theile des Markes und der Rinde. In manchen ist der Markcylinder fast ganz erhalten und besteht aus polygonalen dünnwandigen Zellen, welche grössere Intercellularräume zwischen sich lassen. In andern Hölzern sind mehr oder weniger grosse Lücken eingerissen, welche das Mark bis auf wenige Zellen reducirt haben. Die Rinde tritt viel seltener auf, weil sie dem Einfluss der Atmosphärien und der mechanischen Einwirkung am meisten ausgesetzt war. Das ganze Rindensystem habe ich nirgend deutlich conservirt vorgefunden, dagegen oft an einzelnen Stellen mehrschichtiges Periderm aus rechteckigen und dünnwandigen Zellen bestehend. Es befand sich nur selten im Zusammenhange mit dem übrigen Gewebe, meistens war es durch einen kleinen Zwischenraum von jenem getrennt, welcher durch die versteinende Masse oder durch den Thon ausgefüllt wurde.

IV.

Bestimmung der Hölzer.

Aus den Resultaten, die wir in den vorigen Abschnitten bezüglich der Braunkohlen- und Opallhölzer von Karlsdorf gewonnen haben, geht hervor, dass alle derselben Art angehören und es soll nunmehr unsere Aufgabe sein, diese näher zu bestimmen. Die eigenthümlichen anatomischen Structurverhältnisse lassen leicht die natürliche Ordnung erkennen, welcher unsere Exemplare angehören; denn der Holzkörper besteht gleichmässig aus Tracheiden, die auf ihrer radialen Wand mit Hoftüpfeln versehen sind und dieser Bau weist bestimmt auf die Coniferen hin. Indessen ist es weit schwieriger innerhalb dieser Abtheilung unsern Hölzern die richtige Stellung zu geben, weil die Nadelbäume unter sich bekanntermassen eine sehr ähnliche Structur zeigen. Aeltere Autoren¹⁾ und ich²⁾ haben schon früher auf diese Schwierigkeiten hingewiesen, so dass es hier überflüssig erscheint die Begründung für jenen Ausspruch noch besonders beizubringen. In Bezug auf den anatomischen Bau der Coniferen unterscheidet man zunächst die vier Familien der Abietineen, Araucarieen, Taxineen, Cupressineen und bei den ersten wiederum die Form von *Abies* und *Pinus* s. str. Die Araucarieen kennzeichnen sich durch Tracheiden mit spiralig gestellten Hoftüpfeln, die Taxineen durch spiralige Verdickungsleisten auf der Längswand der Tracheiden und *Pinus* durch zusammengesetzte einen Harzgang einschliessende Markstrahlen. Die *Abies* und *Cupressus* ähnlichen Hölzer haben beide einreihige Markstrahlen, jedoch besitzen erstere fast garkein harzführendes Parenchym, während es bei letzteren sehr reichlich entwickelt ist. Nach dieser kurzen Characterisirung gehören unsere Hölzer zur Familie der Cupressineen³⁾, für deren fossile Repräsentanten Göppert⁴⁾ den Gattungs-

¹⁾ Göppert in seinen verschiedenen Schriften, besonders in der „Monographie der fossilen Coniferen. Leiden 1850.“

Kraus, „Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer“ Würzburger Naturwiss. Zeitschrift. Bd. V. 1864. pag. 144 sq.

²⁾ Conwentz, l. c. pag. 20. sq.

Conwentz, Ueber ein tertiäres Vorkommen cypressenartiger Hölzer bei Calistoga in Californien. N. Jahrb. f. Mineral. Geol. und Palaeont. 1878. p. 809 sq.

³⁾ In meiner Dissertation habe ich die Hölzer von Karlsdorf anhangsweise zu *Pinites Protolorix* G. gestellt (pag. 25), mit dem sie inderthat viel Aehnlichkeit besitzen. Leider hatte ich damals versäumt einen horizontalen Dünnschliff von jenen anzufertigen, welcher mich über die Wurzelnatur hätte belehren können.

⁴⁾ Göppert, l. c. pag. 196.

namen *Cupressinoxylon* gewählt hat. Bei Aufstellung desselben liess er es unentschieden, ob das betreffende Holz einem Stamme oder einer Wurzel zuzurechnen sei, weil es nach dem damaligen Stande der Wissenschaft überhaupt nicht möglich war, diese beiden Theile nach ihrem anatomischen Bau präcise zu trennen. Seitdem H. v. Mohl dies gelehrt hatte, machte Kraus darauf aufmerksam, dass einige früher als Stammhölzer beschriebene Arten thatsächlich Wurzeln sind. Indessen ist bis jetzt nirgends ein so massenhaftes Vorkommen von Wurzelhölzern bekannt geworden, als ich es hier aus der Gegend von Karlsdorf geschildert habe. Voraussichtlich wird man in Bälde auch an andern Orten Baumwurzeln angehörige Hölzer entdecken, wenn man den Merkmalen, die diese von dem Stammholze unterscheiden, eine grössere Beachtung schenkt. Ich halte es nun für zweckmässig die Wurzelhölzer der *Cupressineen* in eine besondere Gattung zusammenzufassen und dieselbe als

Rhizocupressinoxylon

dem *Cupressinoxylon* Göpp. zur Seite zu stellen. In dem Bereiche der fossilen Hölzer, wo es so ausserordentlich schwer fällt durchgreifende Unterschiede aufzufinden, darf man jene in den Strukturverhältnissen der *Cupressineen* begründete Differenzen nicht aufgeben, sondern muss dieselben zur Abtrennung der Wurzel von den Stammhölzern benützen. Freilich soll man hierbei nicht vergessen, dass diese palaeontologischen Gattungen bei weitem nicht gleichwerthig sind mit denjenigen aus der recenten Flora. Wie schon Göppert bei der Aufstellung von Gattungen für fossile Hölzer darauf aufmerksam machte, sind es nur Collectivbezeichnungen, welche verwandte Genera in unserm heutigen Sinne zusammenfassen. Der Grund, warum wir solche Sammelnamen besonders bei den Coniferen wählen müssen, liegt in den obenangeführten Umständen, dass der Bau verwandter Arten und Gattungen nahezu übereinstimmend ist.

Die neue Gattung *Rhizocupressinoxylon* m. würde sich von Göpperts *Cupressinoxylon* etwa wie folgt unterscheiden. Die Jahresringe fehlen an jungen Wurzeln entweder gänzlich oder werden unvollständig ausgebildet, an älteren sind sie fast immer vorhanden. Die Zusammensetzung des Ringes ist eine einfachere als bei *Cupressinoxylon*, denn derselbe besteht aus nur zwei Schichten: der äussern und innern, während die mittlere stets fehlt. Infolge dessen setzt das Herbstholz mit seinen radial verkürzten dickwandigen Zellen gegen das Frühjahrsholz mit seinen quadratischen oder radial verlängerten dünnwandigen Zellen ganz schroff ab. Dies ist der hauptsächlichste und durchgreifendste Unterschied. Die radial verlaufende Wandung der Tracheiden ist in jüngeren Wurzeln nur mit einer oder zwei, in älteren dagegen mit zwei bis drei Reihen Hoftüpfeln bekleidet. Das Harz führende Parenchym fehlt in den jüngsten Wurzeln wol gänzlich, dagegen ist es bei älteren ebenso häufig vorhanden als im Stamme. Die Markstrahlen sind in jenen auffallend niedrig, während sie in diesen eine ziemlich bedeutende Höhe erreichen. Daraus ergibt sich folgende Diagnose.

Rhizocupressinoxylon Conwentz.

Cupressinearum radix e cortice, ligno et medulla centrali formata. Periderma e cellulis tabulaeformibus, lignum e tracheidibus, medulla e cellulis parenchymatosis composita sunt. Ligni strata concentrica aut desunt aut minus magisve sunt conspicua atque angustiora; zona exterior e tracheidibus pachytichis compressis, zona inferior e tracheidibus leptotichis multo latioribus formata, zona media abest. Tracheidum pori areolati in radicibus tenuioribus in simplici vel duplici, in annosioribus in du- vel triplici serie in eodem plano horizontali iuxtapositi. Cellulae parenchymatosae resiniferae in radicibus tenuissimis desunt, in annosioribus crebrae inveniuntur. Radii medullares homomorphi, uniseriales conferti in illis humillimi, in his altiores, cellulis parenchymatosis porosus. Ductus resiniferi nulli. Medulla obsoleta vel conspicua e cellulis paucioribus leptotichis composita.

Hiernach würde eine grosse Anzahl fossiler Cypressenholz-Arten, die von anderen Autoren früher aufgestellt worden sind, zu unsrer Gattung *Rhizocupressinoxylon* zu ziehen sein. Es scheint mir indessen nicht opportun, auf Grund der Diagnosen allein zu entscheiden, sondern behalte mir dies bis zur Prüfung des betreffenden Materials vor.

Was nun die Bestimmung der Art anlangt, so haben unter denjenigen Species des *Cupressinoxylon* Göpp., bei welchen die zweireihige Tüpfelung der Tracheiden vorherrscht, *C. aequale* und *C. uniradiatum* am meisten Aehnlichkeit mit den Karlsdorfer Hölzern. Beide besitzen sehr niedrige Markstrahlen, jedoch sind die Hoftüpfel von *C. aequale* klein und unregelmässig, oft zerstreut angeordnet, was mit unsern Exemplaren nicht übereinstimmt; von *C. uniradiatum* dagegen giebt Göppert folgende Diagnose¹⁾:

„*C. stratis concentricis amplis, distinctis, cellulis prosenchymatosis leptotichis, poris magnis uni v. biserialibus remotis contiguissve, radiis medullaribus plerumque cellulis 1—2 rarius 3 formatis, ductibus resiniferis simplicibus inter strati zonam anteriorem.*

Inter strata geanthracis ad Brühl prope Bonnam in fodina Lövenich dicta.“

Diese Charakteristik trifft wenigstens für die jüngeren Exemplare der Karlsdorfer Hölzer vollständig zu und es kam mir nun darauf an das Material selbst zu vergleichen. Ich war so glücklich das Original exemplar, worauf Göppert jene Species begründet hatte und welches gegenwärtig im hiesigen Mineralogischen Museum aufbewahrt wird, zu erlangen und konnte nach sorgfältiger Prüfung die Identität der Karlsdorfer Hölzer mit *C. uniradiatum* Göpp. feststellen.

Die Jahresringe sind meistens deutlich und werden aus wenigen Zellreihen gebildet; ihre mittlere Schicht fehlt durchweg. Auf der radialen Wand der Tracheiden stehen die Hoftüpfel in zwei, manchmal auch in drei Reihen nebeneinander. Die Markstrahlen erscheinen, wie Göppert in der Diagnose angiebt, sehr

¹⁾ Göppert, l. c. pag. 203. t. 27. f. 5—7.

niedrig, gewöhnlich nur aus 1—2 oder 3 Reihen übereinander zusammengesetzt; jedoch fand ich auch einige höhere bis aus 8 Reihen bestehend. Dies Braunkohlenholz von Brühl zeigt also dieselben Eigenthümlichkeiten wie die Hölzer von Karlsdorf; dass in den letzteren die Markstrahlen manchmal noch etwas höher sind, ist unwesentlich und erklärt sich aus deren grösserem individuellen Alter. Von ganz besonderem Interesse ist, dass dieselbe Art in der dortigen Gegend auch verkieselt vorkommt, wie ich erst kürzlich an mehreren aus der Tertiärformation des Siebengebirges herrührenden Stücken constatiren konnte. Diese opalisirten Exemplare unterscheiden sich durch keinerlei Merkmale von den dasigen Braunkohlenhölzern, vor allem ist die Anordnung der Tüpfel und die Höhe der Markstrahlen genau dieselbe. Es tritt also an zwei verschiedenen und weit von einander entfernten Orten der Tertiärformation Norddeutschlands, am Zobten und am Siebengebirge, dasselbe Holz als Braunkohle und zugleich in verkieseltem Zustande auf. Weiter unten werden wir Gelegenheit nehmen noch auf andere Analogieen hinzuweisen, welche zwischen beiden Vorkommen bestehen. Leider kam ich in den Besitz der rheinischen verkieselten Hölzer, welche von Oberkassel und Oberdollendorf stammen, erst so spät, dass ich sie nicht mehr für diese Arbeit verwerthen konnte.

Den Artnamen „uniradiatum“ hatte Göppert deshalb gewählt, weil in den von ihm geprüften Stücken die Markstrahlen vorherrschend nur eine Zellreihe hoch waren. Wenngleich nun diese Benennung für die Art im Allgemeinen nach unsern Untersuchungen nicht mehr ganz zutreffend ist, so behalten wir dieselbe doch bei und bezeichnen daher unsre Hölzer als

Rhizocupressinoxylon (Conw.) uniradiatum Göpp.

Periderma rarissime conservatum, lignum e cellulis poris areolatis magnis uni-triserialibus praeditis compositum. Radii medullares radicis tenuiorum e cellulis 1—3, annosiorum e cellulis 1—18 formati. Parietes laterales poris minutis uni-vel biserialibus instructi. Cellulae resiniferae in radicibus tenuissimis desunt, in annosioribus copiosae.

V.

Zersetzungserscheinungen der Hölzer.

Wenn wir bislang die Hölzer von Karlsdorf in ihrem normalen Zustande geprüft haben, so wollen wir uns in diesem und den nächsten Abschnitten mit einigen pathologischen Erscheinungen beschäftigen, welche sie in ausgezeichneter Weise darbieten. Oben wiesen wir darauf hin, dass die meisten Stücke, namentlich die etwas grösseren eine leicht zerreibliche Aussenfläche besitzen, da sich die einzelnen Zellen ohne Weiteres von einander ablösen lassen. Ich habe mich lange Zeit hindurch vergeblich bemüht eine Erklärung für diese auffällige Thatsache zu finden¹⁾, bis ich beim Studium des jüngst erschienenen Werkes von R. Hartig²⁾ auf die richtige Deutung geführt wurde. Durch dessen classische Untersuchungen über die Zersetzungserscheinungen unserer Coniferenhölzer ist es dargethan, dass gewisse Pilze, wenn sie die Wurzel oder den Stamm derselben befallen, eine auflösende Wirkung auf die Zellwände ausüben. Und zwar ist es die primäre Lamelle, welche diesem Einflusse zunächst unterliegt, während die folgenden Wandungen erst später allmählig angegriffen werden; an mehreren Stellen hat Hartig diesen Vorgang trefflich illustriert, so auf Taf. IV. Fig. 9, Taf. VI. Fig. 6 u. a. m. Infolge dieser Thätigkeit des Parasiten wird der Zellverband innerhalb des Holzes in der Weise gelockert, dass sich die Tracheiden bündelweise oder einzeln ablösen: eine Erscheinung, welche der an unsern fossilen Hölzern auftretenden ganz analog ist. Ich prüfte diese nun wiederholt auf das Vorkommen von Pilzen und fand auch mehrere Male deutliche Mycelfäden besonders in Präparaten des grossen Stammes (Fig. 7). Das Mycelium (Fig. 16. p.) ist wenig verzweigt, sparsam septirt und durchzieht das Lumen der Tracheiden in der Längsrichtung oder bohrt sich horizontal quer ein deren Wandungen hindurch. Wo es selbst nicht mehr erhalten, sieht man häufig noch die Bohrlöcher (b), welche es verursacht hat; bei b' dringt eben ein Zweig ein und bei b'' hat sich das Mycel durch einen Hof tüpfel den Weg gebahnt. Es musste von Interesse sein zu prüfen, ob dies Mycelium ähnlichen Pilzen angehört, wie das in recenten zersetzten Hölzern gefundene. Ich konnte aber keine Eigenthümlichkeit daran erkennen, die eine Bestim-

¹⁾ Vgl. den II. Abschnitt S. 16.

²⁾ R. Hartig, Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878.

mung ermöglicht hätte, und sandte daher die bezüglichen Präparate an Herrn Professor Hartig in München. Diesem gelang es an einer Stelle, die von mir bis dahin übersehen worden war, dasselbe oben erwähnte Mycel mit deutlichen Schnallenzellen und blasigen Hyphenanschwellungen (Fig. 17) zu entdecken. Diese sind in der Jetztwelt noch bei keinem andern Pilze als *Agaricus melleus* L. gefunden worden — demselben, welcher in den lebenden Hölzern die beschriebene Zersetzung herbeiführt; daher schreibt Prof. Hartig das fossile Mycel diesem selbst oder einem nahen Verwandten aus der Vorwelt zu. Die ganze Erscheinungsweise des Parasiten ist hier genau dieselbe, wie sie der genannte Autor an den lebenden Hölzern geschildert und abgebildet hat. Während im Allgemeinen das Holz von dem gewöhnlichen Mycel quer und längs durchzogen wird, treten zonenartig in zwei oder drei benachbarten Zellen jene blasige Bildungen auf und erstrecken sich nicht über dieselben hinaus¹⁾. Herr Professor Hartig hatte die Güte mir die Zeichnung einer charakteristischen Stelle einzusenden, welche ich in Fig. 17 wiederzugeben mir erlaube; u. a. sind hier die Bohrlöcher en face und durchschnitten deutlich sichtbar.

Agaricus melleus tritt ausschliesslich in der Wurzel und am Basalthteile des Stammes auf²⁾. Wenn nun dieser Pilz bereits in der Tertiärzeit existirt hat, so ist seine Lebensweise gewiss dieselbe gewesen als heute; und so wird durch dessen Erscheinen in den fossilen Hölzern von Karlsdorf ein neues Argument dafür beigebracht, dass sie Coniferenwurzeln angehört haben. Die Verbreitung des Parasiten ist durchaus nicht überall eine gleiche gewesen; er drang zunächst in den Hauptwurzeln von aussen nach innen vor und daher sehen wir peripherisch eine Schicht ausgebildet, welche die Einwirkung des Pilzes ganz besonders zeigt, indessen dehnt sich diese in manchen Stücken bis fast in die Mitte aus. In die jüngsten Wurzelverzweigungen gelangt er meistens nicht, weshalb auch alle dünneren Stücke von solider Consistenz sind und keine faserige Hülle besitzen.

Nachdem das Holz einmal infolge der Thätigkeit des *Agaricus melleus* zersetzt war, bildete es für andere saprophytische Pilze ein geeignetes Substrat. So fand ich an einer Stelle das Mycel eines *Pyrenomyceten* mit kettenförmig eingesechnürten Conidien (Fig. 18). Willkomm hat ähnliches unter dem Namen *Xenodochus ligniperda* beschrieben, von dem auch Hartig eine Abbildung liefert³⁾. Ueber das Vorkommen dieses Pilzes schreibt mir Herr Professor Hartig: „Solche Bildungen habe ich bisher nur gesehen an zersetztem Holze, welches mit dem Erdboden in Berührung stand.“ Diese Beobachtung befindet sich wiederum in vollem Einklange mit der bereits aus anderen Gründen gewonnenen Ansicht von der Wurzelnatur der Hölzer.

Noch zweier anderer Erscheinungen möchte ich hier Erwähnung thun, wenngleich ich nicht dafür einstehen kann, dass sie zu den durch Parasiten hervorgerufenen Zersetzungen gehören. Unter den älteren Braunkohlen und opalisirten Hölzern besitzen einige auf der Längswand ihrer Tracheiden ein Netzwerk von

¹⁾ cf. Hartig, l. c. Taf. XI. Fig. 3.

²⁾ Ibid. pag. 59. sq.

³⁾ Ibid. Taf. XI. Fig. 9.

feinen, vielfach verzweigten und mannigfach gewundenen Linien, welches durchaus an das Bild vom Mycelium des *Polyporus fulvus* Scop. erinnert, das Hartig auf Taf. VII. Fig. 13 wiedergibt. Es wäre denkbar, dass jene Erscheinung auf Verbreitung eines Pilzmycels zurückzuführen sei, allein dies zu constatiren war mir nicht möglich. Anderseits bemerkt man auf vielen Zellwandungen ein in schräger Richtung verlaufendes System ziemlich paralleler Spalten (Fig. 9. 18 s.), welche häufig von den Tüpfelöffnungen ihren Ursprung nehmen, oft aber auch ganz unabhängig von diesen erscheinen. Ich glaube nicht, dass dies allein auf die bekannte physikalische Erscheinung der Zellmembran zurückzuführen sei; Hartig bildet ähnliches bei der Zersetzung des Kiefernholzes durch *Polyporus mollis* Fr. ab¹⁾.

Man konnte nun fragen, im Falle der Zusammenhang unter den Tracheiden des frischen Holzes völlig gelockert war, warum konnten uns diese überhaupt erhalten bleiben? Nun, der Pilz wirkt nicht überall in gleicher Weise lösend auf die primäre Wandung ein, sondern lässt diese wol hier und da unversehrt. So behalten die Zellen, wenn auch nur partiell, immerhin einen organischen Zusammenhang, der vor einem gänzlichen Zerfallen des Holzes schützt. Oft genügt schon ein leiser Druck, um dieses herbeizuführen und oft sind mir Hölzer beim Herausnehmen aus dem Erdboden in der Hand auseinandergefallen. Zuweilen scheint übrigens die ursprünglich geschwundene organische Wand durch Opal wieder ersetzt worden zu sein. Dies beweisen einige querdurchschnittene Präparate, bei welchen die Zellen gegeneinander verschoben, aber doch durch Opal gemeinschaftlich verbunden sind: eine Erscheinung, welche sich kaum anders, als in der erwähnten Weise erklären lässt.

¹⁾ Hartig, l. c. Taf. IX Fig. 13.

VI.

Wurzeleinschlüsse in den Hölzern.

Es giebt noch eine andere Erscheinung, welche unsere Hölzer charakterisirt und bislang noch nirgend beobachtet worden ist. Nur selten treten dieselben so intact auf, wie wir sie im 2. und 3. Abschnitte geschildert haben, meistens wurden sie im frischen, mehr oder weniger zersetzten Zustande von verschiedenen fremden Wurzeln durchwachsen, welche dann mit petrificirt sind. Bevor ich hierauf näher eingehe, will ich zur Erklärung dieser Thatsache einen analogen Vorgang in der Gegenwart beleuchten.

Wenn in einem Nadelwalde Bäume gefällt werden oder durch Windbruch fallen, so siedeln sich bald auf der Oberfläche des stehen gebliebenen Stumpfes junge Keimpflanzen derselben oder verwandter Art an. Sie treiben ihre Wurzeln senkrecht in das Holz, welches durch die Einwirkung der Atmosphären und namentlich infolge der Zersetzung mittelst Pilze für die Eindringlinge empfänglicher geworden ist. In unsern wohl geregelten Forstculturen werden nun die Stücke bald gerodet und jenen Keimlingen ist dadurch die Möglichkeit genommen zu grösseren Pflanzen auszuwachsen. Nur noch in Gebirgsgegenden kann man diese Verhältnisse beobachten, so sah ich vielfach im Klessengrunde unterhalb des Schneeberges und auf der böhmischen Seite des Riesengebirges, z. B. an dem Wege von St. Peter im Elbthal hinauf, hohe Fichtenstämme aus den mittlerweile vermoderten alten Wurzelstücken herauswachsen. Auf gütige Veranlassung des Herrn Forstmeister Guse erhielt ich in diesem Sommer durch Herrn Oberförster Wiczynski aus Carlsberg a. d. Heuscheuer und Herrn Oberförster Dr. Cogho aus Seitenberg am Glatzer Schneeberge solche alte Fichtenstücke, auf welchen junge Pflanzen derselben Art aufsassen. Ein besonders schönes und noch gut erhaltenes Stück sandte mir Herr Oberförster Lignitz aus dem Nesselgrunde, in welches Fichten, Birken und Eberesche Wurzel geschlagen hatten. Alle diese Exemplare sind im Botanischen Garten hierselbst aufgehoben und weiter in Kultur genommen. Ausserdem kommt an unzugänglichen Stellen der Gebirgswälder noch eine andere Erscheinung vor, nämlich die, dass sich auch auf den alten umgefallenen und verrotteten Stämmen junge Pflänzchen ansiedeln und ihre Wurzeln entweder zwischen Rinde und Holz verbreiten oder in letzterem selbst

hineinsenden¹⁾. Ist nun das Substrat später geschwunden, so schlagen die Bäume ihre Wurzeln natürlich in den Erdboden und es kommen auf diese Weise die wunderbarsten Wachstumsformen zustande. Dieser Verhältnisse ist meines Wissens zuerst von Göppert ausführliche Erwähnung gethan worden²⁾. Er hat diese eigenthümlichen Vorgänge namentlich an Fichten aus der Grafschaft Glatz und dem Böhmerwalde beschrieben und recht charakteristische Abbildungen davon geliefert³⁾. Wir enthalten uns deshalb detaillirter Mittheilungen hierüber und verweisen im Uebrigen auf die genannte interessante Schrift.

Unsere fossilen Hölzer sind wahrscheinlich Bruchstücke ähnlicher Stumpfe oder Asttheile derselben gewesen⁴⁾. In dem betreffenden Walde, welchem die *Rhizocupressinoxyla* angehörten, herrschten wol die gleichen Vegetationsgesetze, wie in unsern heutigen Nadelholzwaldungen. Verwandte und auch fremde Pflanzen keimten auf dem Stocke und schlugen ihre Wurzeln hinein, welche ihn oft bis in die Enden der Verzweigungen durchzogen. In manchen Fällen kommen die Wurzeln so dicht gedrängt bei einander vor, dass von dem einschliessenden Holze nur wenig übrig geblieben ist. Vorzugsweise verbreiten sie sich parallel der Holzfaser, d. h. in derjenigen Richtung, in welcher ihnen der geringste Widerstand entgegengesetzt wird; doch kommt es auch zuweilen vor, dass sie senkrecht dazu verlaufen. Zufällig war dies Letztere grade in den Stücken der Fall, welche ich zuerst vor drei Jahren erhielt und darauf bezieht sich meine frühere Bemerkung, dass die Canäle „nur senkrecht zur Richtung der Längsaxe verlau-

¹⁾ Auch unter anderen Verhältnissen dringen Rhizome oder Wurzeln sogar von krautartigen Pflanzen in solches Holz, welches der Zersetzung erlegen ist. So sah ich ein Bruchstück vom untern Ende eines alten fichtenen Zaunpfahles, welches von dem Rhizom der *Convallaria maialis* L. durchbohrt war; das Original ist von Herrn Apotheker Wern er dem hiesigen Botanischen Museum geschenkt worden. Ich vermuthete, dass auch alte Telegraphenstangen hier und da etwas Aehnliches zeigen würden, jedoch scheinen sie durch das Ankohlen resp. Imprägniren gegen jede Zersetzung möglichst geschützt zu werden. Obgleich ich vielfach Nachforschungen in dieser Richtung angestellt habe, konnte ich noch keine Durchwahrung an selbst sehr alten Stangen auffinden. Auffallend ist, dass ebenso gesunde lebende Holzgewächse in ihren unterirdischen Theilen manchmal durchwachsen werden; besonders scheint *Agropyrum repens* P. B. die Fähigkeit zu besitzen die Wurzeln junger Bäumchen zu durchdringen. Herr Oberförster Sprengel, Docent an der Kgl. Academie in Proskau, sandte mir freundlichst im April 1879 zwei Eichenstämmchen, deren Hauptwurzel an einer 5 mm. dicken Stelle die Quecke durchbohrt hatte. Einen ganz ähnlichen Fall hat übrigens Dr. Reichardt in der Regensburger Flora (55. Jhg. 1872 pag. 104) beschrieben. Häufig dringt die Quecke in unterirdische Pflanzentheile von geringerer Consistenz, so z. B. in Kartoffelknollen ein; dieser Vorgang kana von Landwirthen vielfach wahrgenommen werden und ist z. B. durch Caspary (Bericht über die 14. Vers. d. preuss. bot. Ver. zu Rastenburg 1875. pag. 9. Sep.-Abdr. a. d. Schr. d. Physik-Oekon. Ges. in Königsberg) und Treichel (Bericht über die 1. Vers. d. westpreuss. bot.-zool. Ver. in Danzig. 1878. pag. 24. Sep.-Abdr. a. d. Schr. d. Naturf. Ges. in Danzig) mitgetheilt worden.

²⁾ Göppert. Skizzen zur Kenntniss der Urwälder Schlesiens und Böhmens. Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. Vol. XXXIV. Dresden 1868.

³⁾ Ibid. Taf. 5. 6.

⁴⁾ In der Sitzung vom 12. December 1878 der Botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft zu Breslau machte ich in Bezug hierauf eine vorläufige Mittheilung „Ueber eine anomale Wachstumserscheinung an fossilen Hölzern. (Bericht der Botan. Sect. 1878. pag. 150.)

fen¹⁾.“ Seitenverzweigungen habe ich selten bemerkt und wenn solche auftreten bleiben sie entweder ganz kurz oder wachsen anfangs zwar gegen die Holzfaser, neigen sich dann aber bald deren Längsaxe zu. Im Allgemeinen scheint das Holz gut erhalten zu sein und ist jedenfalls noch in keinem hohen Zersetzungs- zustande begriffen gewesen, als die jungen Wurzeln eindringen. Einzelne der cylindrischen Stücke waren im Innern freilich ausgefault und in diese Höhlung hinein hatte sich ein völliges Conglomerat von Wurzeln erstreckt. Aeusserlich sahen diese Stücke ganz normal aus, aber durch einen leise auf sie ausgeführten Schlag spalteten sie auseinander und zeigten jene Erscheinung in schönster Weise (Fig. 5). Die Wurzeln sind häufig mit Hyalith überzogen und haben dadurch ein abweichendes traubiges Aussehen gewonnen. In einigen Fällen wurde der übrig gebliebene Hohlraum wieder durch Opal oder in seltneren Fällen durch jenen oben erwähnten Thon ausgefüllt.

Die Grösse der Wurzeln ist eine sehr verschiedene, man kann dieselbe nur relativ bestimmen, weil man kein vollständiges Wurzelsystem vor Augen hat. Die Länge mass ich im Innern eines Holzes 20 cm; doch zeigte die Wurzel auf dieser Strecke kaum eine merkbare Verjüngung, sodass sie im Leben um ein vielfaches länger gewesen sein muss. Der Durchmesser der am häufigsten vorkommenden Wurzeln beträgt 1₀—1₅ mm. (Fig. 2 w. Fig. 3 w. w.' Fig. 4 w. w' w.'' Fig. 5 w.), selten mehr (Fig. 1 w. Fig. 5 w'); in einem Falle sah ich sogar eine eingedrungene Wurzel von 12 mm. Diameter (Fig. 5 w'). Auf dem Querschnitte lassen die Wurzeln zuweilen schon mit blossen Auge einen innern Kern und eine peripherische Hülle unterscheiden; der zwischen beiden liegende Raum ist oft hohl geblieben (Fig. 3. 4 w'). In einzelnen Stücken sind die Würzelchen sehr schlecht oder garnicht erhalten, sodass ihr einstiges Vorhandensein nur durch den entsprechenden Hohlraum angedeutet wird (Fig. 3. 4 w). Diese feine Canäle machen dann ganz den Eindruck von Insectengänge, wofür ich sie anfangs auch gehalten habe²⁾.

Es sei hier noch besonders hervorgehoben, dass alle diese Vorgänge ihr Analogon in der Gegenwart finden. In Fig. 6 habe ich ein Stück verrottetes Stockholz einer Fichte abgebildet, in welches mehrere Wurzeln derselben Art eingedrungen sind. Diese besitzen sehr verschiedene Länge und Dicke: w ist ganz dünn, w' etwas stärker und w'' ziemlich dick. Vorzugsweise wachsen dieselben in der Längsrichtung und entwickeln nur sehr kurze verkümmerte Seitenzweige; die fein punktirten Eindrücke bei c rühren von diesen her. Auch die Eigenthümlichkeit des Ablösens des Rindengewebes vom Centralcylinder ist an mehreren Stellen der Wurzeln (d) deutlich zu beobachten.

Das Versteinungsmaterial der eingedrungenen Wurzeln ist nicht von dem des umgebenden Holzes verschieden, also in den angeführten Fällen Opal. Wenn wir bisher von jener Erscheinung nur an den opalisirten Hölzern gesprochen haben, so geschah es deshalb, weil sie bei diesen am schönsten ausgebildet ist. Dieselbe findet sich aber gleichfalls in der Braunkohle und in allen Mittelstufen wie-

¹⁾ H. Conwentz, Ueber die versteinen Hölzer . . . pag. 25.

²⁾ Ibid. pag. 25.

der, wobei die Wurzeln selbst auch aus Braunkohle bestehen. Sie sind auf der Längsfläche besonders deutlich und lassen sich mittelst eines Scalpels leicht herauspräpariren.

Das Eindringen junger Wurzeln in fremde Holzkörper ist in fossilem Zustande zwar noch nie beobachtet worden, doch glaube ich, dass dieser Vorgang — wenn einmal darauf aufmerksam gemacht ist — auch anderweitig bald entdeckt werden wird. Bei einem gelegentlichen Besuche des Mineralien-Cabinets im Zwinger zu Dresden bemerkte ich daselbst ein tertiäres Coniferenholz von Oberkassel bei Bonn, welches völlig von Wurzeln durchdrungen war. Herr Geheimer Hofrath Professor Dr. Geinitz hatte die Güte mir davon eine Probe zu überlassen, deren genauen Untersuchung das durch makroskopische Beobachtung gewonnene Resultat bestätigte. Später erhielt ich anderweitig eine grössere Collection ähnlicher Hölzer aus derselben Gegend, welche der Mehrzahl nach gleichfalls jene Erscheinung zeigten¹⁾. Schliesslich habe ich diese auch an mehreren Stücken aus den Dolerittuffen des Felsberges in Niederhessen im Mineralogischen Museum des Herrn Geheimen Hofrath Professor Dr. Schmid zu Jena gesehen.

Noch eines andern Verhaltens will ich anhangsweise hier Erwähnung thun. In Fig. 3 sind zwei Stücke (a. b.) abgebildet, die wahrscheinlich dem Wurzelsystem verschiedener Bäume angehört haben. Sie sind jetzt nachdem sich die peripherischen Holz- und Rindenmassen abgetrennt haben, noch eng mit einander verbunden und das grössere hätte bei fortschreitendem Wachsthum dass andere völlig überwältigt. Diese Erscheinung erinnert an die von Göppert²⁾ constatirte Thatsache der unterirdischen Verwachsung aller Fichtenbäume in einem Walde, jedoch wollen wir diesem einzigen von uns aufgefundenen Exemplare keine garzugrosse Beweiskraft beimessen.

¹⁾ Diese Hölzer gehören auch zu *Rhizocupressinoxylon uniradiatum* und ich habe ihrer bereits oben Erwähnung gethan. Sie zeigen nicht blos Wurzeleinschlüsse verwandter Pflanzen, sondern auch von Laubhölzern; ausserdem kommen mit ihnen zusammen Blätter der letzteren gleichfalls in verkieseltem Zustande vor. Aus dem bereits angeführten Grunde konnte ich die Betrachtung dieser rheinischen Fossilien nicht mehr in den Bereich vorliegender Untersuchungen ziehen.

²⁾ Göppert, Beobachtungen über das sogenannte Ueberwallen der Tannenstücke. Bonn 1842.

VII.

Mikroskopische Betrachtung und Bestimmung der eingeschlossenen Wurzeln.

Die mikroskopische Prüfung lehrt, dass die eingeschlossenen Wurzeln dreierlei verschiedenen Pflanzen angehören; und zwar einer Cypressen ähnlichen, einer Erlen ähnlichen und einer von fraglicher Natur.

1. Cypressen ähnliche Wurzeln.

Diese Wurzeln sind bei Weitem am häufigsten verbreitet, sie stehen manchmal so gedrängt, dass man bei einer schwachen Vergrösserung im Gesichtsfelde nur deren Querschnitte und nichts vom einschliessenden Holzgewebe erblickt. Ihre Grösse ist sehr verschieden, gewöhnlich besitzen die feinsten einen Durchmesser von $0,25-0,5$ mm., jedoch kommen auch weit stärkere vor, die wir bereits mit blossen Auge beobachtet haben. Die jungen Wurzeln bestehen aus dem Rindenparenchym (a. in Fig. 19, 20, 23, 24, 29, 32.) und einem Centralcylinder. (g. in Fig. 23, 24 und 29—31.) Ersteres wird bei der angegebenen Durchschnittsgrösse der Wurzeln aus 4—6 concentrischen Reihen sechsseitiger dünnwandiger Zellen gebildet, welche tangential etwas in die Länge gezogen sind. In der Längsansicht sind sie entweder rechteckig oder langgezogen sechseckig (Fig. 23, 32.), dabei übertrifft ihr verticaler Durchmesser den radialen um das Doppelte bis Dreifache. Eine Epidermis hebt sich vom übrigen Rindenparenchym nicht ab (Fig. 24, 29); sie würde bei diesem eigenthümlichen Auftreten der Wurzeln ihre Bedeutung verloren haben. An solchen Stellen aber, wo jene nicht in die Holzmasse selbst, sondern in Hohlräume derselben gewachsen sind, kommt eine Oberhaut vor (Fig. 23 b.). Eine ganz besondere Ausbildung zeigt die vorletzte Rindenschicht, in welcher tangential mitten auf den Wandungen planconvexe Wulste verlaufen. Dieselben correspondiren stets mit den benachbarten Zellen (Fig. 23, 24 c.) und erscheinen daher im Querschnitte auf den radialen Wänden, wo zwei zusammentreffen, linsenförmig (γ). Die Färbung ist in den allerjüngsten Stadien mehr oder weniger eine hyaline, nimmt später aber einen intensiv gelben Ton an,

welcher während der Fossilisirung völlig bewahrt wurde (Fig. 23. 24.). Diese Verdickungsleisten treten gewöhnlich zwar nur in der vorletzten Rindenschicht auf, jedoch in etwas grösseren und älteren Wurzeln erstreckt sich ihre Verbreitung auch auf die zwei bis drei zunächst vorhergehenden Zellreihen. Immer bilden sie ein zusammenhängendes, den Centrcylinder umschliessendes Gitterwerk, welches dazu dient der ganzen Wurzel einen festern Halt zu geben. Die letzte Schicht, die Endodermis, besteht aus im Querschnitt rechteckigen, oft etwas stärker verdickten Zellen, welche einen geschlossenen Ring bilden, (Fig. 29, 30. d.); deren radialverlaufende Wände sind manchmal in der charakteristischen Weise schwach wellig gebogen. Der Axencylinder zeigt einen bi- bis tetrarchen Bau; ersterer ist durchaus vorherrschend und erscheint meistens deshalb monarch, weil sich die Xylemgruppen zu einer einzigen Platte vereinigt und nach einer Seite gedrängt haben (Fig. 30.). Der Xylemtheil enthält Spiral- oder Ringgefässe (Fig. 23. g.). Beiderseits liegen Gruppen von kleinen dünnwandigen Bastzellen, welche mit jenen durch ein Gewebe grösserer polygonaler dünnwandiger Zellen verbunden werden (Fig. 30. f.). Diese Wurzeln, welche am häufigsten vertreten sind, gehören wahrscheinlich, da sie alle in verticaler Richtung nahezu parallel verlaufen, jungen Keimlingen und nicht etwa als Seitenwurzeln älteren Pflanzen an. Anjetztweltlichen Beispielen findet man gerade in jenen die charakteristische Verdickung der vorletzten Rindenschicht in ebenso ausgezeichneter Weise vor, als an unsern Schliffen, während sie in den feinen Verzweigungen etwas ältere Exemplare bis zum völligen Schwinden reducirt werden kann.

Ausser den eben besprochenen jüngsten Stadien kommen in manchen Hölzern auch grössere Wurzeln im Zustande der secundären Verdickung vor (Fig. 31). Aus dem Gewebe zwischen Gefäss- und Basttheil haben sich zwei Cambiumplatten herausdifferenzirt, die sich dann zu einem Ringe vereinigen und fortan nach Aussen secundäres Phloëm, nach Innen secundäres Xylem abcheiden. Die Jahresringe sind hier sehr verwischt, lassen sich aber manchmal noch annäherungsweise erkennen. Es finden sich unter diesen eingewachsenen Wurzeln einige vor die ein zwei- bis dreijähriges Alter repräsentiren. — Im Pericambium findet häufig eine Peridermbildung statt, wodurch schliesslich die ganze Aussenrinde abgeworfen wird¹⁾; dies kann natürlich nur in solchen Fällen geschehen, wo das Gewebe des Mutterstockes die eingewachsenen Wurzeln nicht gar zu eng umschliesst. Der Holzkörper dieser älteren Wurzeln besteht durchweg aus Tracheiden, deren radiale Wand mit ein- oder zweireihig gleichhoch gestellten Hoftüpfeln bekleidet ist. Die Markstrahlen sind sehr niedrig, nur etwa ein bis drei Zellreihen hoch und auf der radialverlaufenden Wandung mit linsenförmigen Tüpfeln besetzt. Gewöhnlich kommen deren zwei auf eine Tracheidenbreite und ein oder zwei Reihen stehen in einer Strahlencelle übereinander. Harz führendes Parenchym fehlt fast gänzlich; nur höchst selten habe ich in zwei- bis dreijährigen Wurzeln solches wahrnehmen können. Auch bei lebenden Coniferen bilden sich das Harzparenchym sowie die echten Harzgänge erst in älterem Stadium aus.

Im Allgemeinen ist die Bestimmung von Wurzeln deshalb schwierig,

¹⁾ Vgl. De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. pag. 569.

weil dieselben vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus noch zu wenig bekannt sind. In unserm Falle kommt uns eine Eigenthümlichkeit der eingewachsenen Wurzeln zustatten, durch welche die bezüglichen Pflanzen einer ganz eng begrenzten Gruppe zugewiesen werden. Van Tieghem hat in seinen trefflichen „Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires“¹⁾ festgestellt dass im Rindenparenchym der Wurzeln von Cupressineen und Taxineen jene merkwürdige Verdickungsform auftritt, welche wir oben beschrieben und abgebildet (Fig. 23, 24, c) haben. Die verwandten Familien sind durchaus davon frei, auch ist jene Erscheinung bei den höheren Gewächsen überhaupt nirgend wieder gefunden; nur noch einmal im ganzen Pflanzenreich, nämlich im Laube der Pellia wurde von Schleiden²⁾ zuerst eine ähnliche Verdickung angetroffen, Van Tieghems so werthvolle Entdeckung ist von Strassburger³⁾, Klein⁴⁾ und Reinke⁵⁾ bestätigt worden, letzterer hat ausserdem noch die Entwicklungsgeschichte und Structur der Wülste genau untersucht⁶⁾. Demgemäss ergibt sich, dass unsere Wurzeln entweder Cupressineen oder Taxineen angehört haben müssen. Nun besitzen die Tracheiden der Letzteren aber eine spiralförmige Verdickung, welche wir in keiner der holzbildenden Wurzeln wahrnehmen konnten und daher dürfen dieselben nur Cypressen ähnlichen Bäumen zugerechnet werden. Ob sie der nämlichen Art eigenthümlich gewesen sind, in welche sie hineinwuchsen, lässt sich schlechterdings nicht nachweisen. Freilich zeigen sie im Zustande der secundären Verdickung, wie bereits oben ausgeführt wurde, dieselben Merkmale, welche sich im umgebenden Holze wiederfinden, jedoch wäre es unberechtigt daraus ohne Weiteres auf die Identität beider Theile schliessen zu wollen, weil ja die Coniferen im Allgemeinen einen sehr übereinstimmenden anatomischen Bau besitzen. Jedenfalls gehören die Wurzeln — wenn nicht denselben Pflanzen — so wenigstens nahe verwandten an und können mit vollem Rechte der oben neu aufgestellten Gattung: *Rhizocupressinoxylon* zugerechnet werden.

Beiläufig sei noch bemerkt, dass der Uebergang von der jungen cypressenartigen Wurzel zu einem Holzkörper, der dem des *Cupressinoxylon* entspricht, eine sichere Bestätigung dafür ist, dass die von Göppert unter diesem Namen bereits vor mehreren Decennien zusammengefassten Hölzer inderthat Cypressen ähnlichen Bäumen und nicht etwa den anatomisch fast gleich gebauten Abietineen angehört haben.

Schliesslich wollen wir noch die Art und Weise, in welcher uns die Wurzeln erhalten sind, näher ins Auge fassen. In demselben Exemplare finden wir die Gewebe nie in der Vollständigkeit vor, wie wir es vorhin beschrieben haben; vielmehr liess sich die obige Characterisirung nur infolge vergleichender Betrachtung von recht vielen Präparaten so genau geben. Als ich mich vor drei Jahren

¹⁾ Annales des sciences naturelles. V. Série. Botanique. Tome 13. Paris 1870/71. pag. 5 sq.

²⁾ Wiegmann's Archiv. Jahrg. 1839. pag. 280. und Grundzüge der Botanik. III. Ausg. Bd. I. pag. 63.

³⁾ Strassburger, Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena 1872. pag. 346.

⁴⁾ Klein, Zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. Flora. 55. Jahrg. 1872. No. 6. 7.

⁵⁾ Reinke, Morphologische Abhandlungen. Leipzig 1873. pag. 31. sq.

⁶⁾ Vgl. auch De Bary, l. c. pag. 125.

mit diesem Gegenstände zu beschäftigen anfang, erhielt ich zuerst auf Quer- und Längsschliffen solche Ansichten wie sie in Fig. 19 und 21 wiedergegeben sind, d. h. von der ganzen Wurzel war nichts, als die durch ihr Eindringen verursachte Höhlung vorhanden. Ich fand hierfür nicht gleich die richtige Deutung und hielt jene anfangs für Bohrgänge kleiner Insecten. Auffallend war, dass die Wand der Canäle an einzelnen Stellen durch kleinere Zellen austapeziert erschien; an ein nachträglich zum Vorschein gekommenes Füllgewebe — etwa ähnlich wie in den grossen Gefässen mancher Laubhölzer — konnte hier nicht gedacht werden. Herr Professor R. Hartig machte mich zuerst darauf aufmerksam, dass jene Höhlungen und die darin noch vorhandenen Zellen sehr wohl von Wurzeln herrühren könnten, die in das abgestorbene Holz hineingewachsen seien. Bald wurde ich durch neue Dünnschliffe von der Richtigkeit dieser Deutung überzeugt und später erhielt ich solche Stücke von versteinten Hölzern (Fig. 2. 5.), an welchen man schon mit blossen Auge die eingedrungenen Wurzeln erkennen konnte. Unglücklicherweise war grade bei der Anfertigung meiner ersten Präparate eine Stelle getroffen worden, die sehr schlecht erhalten war und daher zu meinem anfänglichen Missverständniss Anlass gegeben hatte.

Kehren wir zur Besprechung der Erhaltungsart unserer Würzelchen zurück. Das Rindenparenchym ist meistens durch seine äussersten ein bis drei Schichten repräsentirt, während die mittleren mehr oder weniger fehlen. Dagegen ist das Verdickungsnetz, aber ohne die dazu gehörigen Zellen, und die Endodermis fast immer vorhanden. In seltenen Fällen sieht man das Rindenparenchym in allen seinen Theilen gut conservirt. Vom Centraleylinder sind die äusserste Schicht (Fig. 30. e.), welche gegen die Schutzscheide grenzt und die Gefässe meistens noch deutlich, während man vom Phloëm sehr selten einige Spuren wahrnehmen kann.

Zum Vergleich habe ich noch einen Querschnitt (Fig. 22,) des in Fig. 6 abgebildeten recenten von Wurzeln durchdrungenen Fichtenstockholzes gezeichnet, der ein den fossilen Stücken ganz ähnliches Bild giebt. An einigen Stellen (w.) sind nur noch die Hohlräume vorhanden, welche die Wurzeln zurückgelassen haben und an anderen ist der Querschnitt von diesen theilweise selbst erhalten (w.) mit Rinde (a) und Axencylinder (b); w" ist die Längsansicht eines jungen Würzelchens. Mir stand leider kein frisches Material zu Gebote, welches deutlichere Präparate geliefert hätte; in diesem trocknen Zustande sind die Wurzeln gänzlich verrottet und lassen nur wenig Structur erkennen.

2. Erlen ähnliche Wurzeln.

Diese Wurzeln habe ich nur in drei Exemplaren und zwar gedrängt bei einander in einem grössern Stücke des Rhizocupressinoxylon eingewachsen gefunden. Sie besaßen einen Durchmesser von 5—7 m. m. und waren gewiss mehrere Centimeter lang; da ich ein völliges Spalten des Holzes vermeiden wollte, konnte ich ihre Länge nicht genau bestimmen. Sie befanden sich natürlich alle im Stadium der secundären Verdickung, leider konnte ich jüngere Zustände nirgend auf-

finden. Alle drei Gewebesysteme: Rinde, Holz und Mark sind zumtheil recht deutlich erhalten. Die Epidermis ist in diesem Alter schon abgestossen, dafür hat sich aber reichlich Periderm gebildet (Fig. 28. p.), dessen Zellen tafelförmig sind und noch die ursprüngliche röthliche Färbung zeigen. An der Aussenseite treten sie zuweilen auseinander, um Lenticellen zu bilden; dies erklärt sich daraus, weil die Wurzeln nicht eng von Holz rings umgeben, sondern in grössere Hohlräume desselben hineingewachsen sind. Der Querschnitt der Wurzeln ist der Hauptmasse nach aus kleinen vier- bis mehrseitigen dünnwandigen Zellen zusammengesetzt (Fig. 25 a. b.), welche durch kaum dickwandigere und meist zu 2—4 gruppirte Gefässe (g) unterbrochen werden. Diese sind in der horizontalen Ansicht übrigens wenig von jenen zu unterscheiden, da sie weder auffallend grösser sind noch in deutlich erkennbarer regelmässiger Anordnung auftreten. Im Allgemeinen stehen sie ebenso wie die Zellen radial gereiht, eine Differenzierung des Gewebes in Jahresschichten findet nicht statt. Die Gefässe besitzen auf ihrer ganzen Längswandung Tüpfel, welche oft so gedrängt stehen, dass deren Höfe sich gegenseitig abplatteten. Ausserdem zeigen die schräge verlaufenden Querwände leiterförmige Durchbrechungen. Die Markstrahlen (Fig 25—27 m.) sind einerlei Art, und zwar immer einreihig und ziemlich niedrig, bis höchstens zehn Zellreihen hoch. Die jene zusammensetzenden Zellen sind in Bezug auf Grösse und Gestalt sehr verschiedenen. Ihr Höhendurchmesser übertrifft meistens um etwas den radialen und dieser wiederum bedeutend den tangentialen. Von der Rinde aus gesehen zeigen die Zellen einen rechteckigen oder tonnenförmigen Umriss (Fig. 27). Ob die Markstrahlencellen auf einer ihrer Wandungen mit Tüpfeln bekleidet sind, habe ich nicht constatiren können; wahrscheinlich sind diese im lebenden Holze wenigstens auf der radialverlaufenden Wand vorhanden gewesen. Das Mark ist allerdings auf ein Minimum beschränkt, aber immerhin sichtbar, es besteht aus kleinen vierseitigen und dünnwandigen Zellen.

Geringe Störungen des Zusammenhanges kommen hier ebenso wie im einschliessenden Holze vor. Die längs verlaufenden Wände sind fast alle von der Peripherie aus mehr oder weniger gefaltet (Fig. 25) und theilweise zerissen. Das Periderm hat sich an den meisten Stellen vom Holzkörper getrennt, was manchmal durch zwischendringende junge *Rhizocupressinoxyla* bewirkt wurde. Die entstandenen Lücken sind dann durch Opal wieder ausgefüllt worden.

Was die Bestimmung der Wurzeln betrifft, so haben sie die grösste Aehnlichkeit mit dem Holze der jetztweltlichen Erlen und Birken. Diese beiden unterscheiden sich dadurch von einander, dass bei den Ersteren die Tüpfel der Gefässe kleiner und die Markstrahlen fast durchweg einreihig sind¹⁾; ausserdem fand ich, dass sich die Gefässe auf dem Querschnitte der Erlenwurzeln bei Weitem nicht so deutlich abheben als es in der Birkenwurzel der Fall ist. Hieraus erhellt, dass unsere eingewachsenen Wurzeln der recenten Gattung *Alnus* verwandt sind, von welcher meines Wissens noch keine fossile Hölzer beschrieben wurden; wir stellen daher eine neue Gattung

Rhizoalnoxylon Conwentz

¹⁾ vgl. hierüber auch P. Kaiser, *Ulmoxylen*. I. c. pag. 90.

auf, welche alle Wurzelhölzer vorweltlicher Erlen umfassen soll. Ich unterlasse es vorläufig hiervon eine Genusdiagnose zu entwerfen: einmal fehlt es mir dazu an genügendem fossilen Vergleichsmaterial und dann kann man von vornherein schlechterdings nicht entscheiden, ob manche Eigenthümlichkeiten der fossilen Erlenwurzel als solcher zukommen oder hier nur durch das anomale Auftreten bedingt wurden. Es wird daher zweckmässig künftigen ausgedehnteren Forschungen vorbehalten bleiben, diese neue Gattung Rhizoalnoxydon zu characterisiren. Als Speciesnamen wähle ich „inclusum“ und gebe für diese Art folgende Diagnose.

Rhizoalnoxydon inclusum Conw.

Corticis periderma brunneum e cellulis tabulaeformibus compositum; ligni strata concentrica non distincta, cellulae parenchymatosae subpachytichae, vasa crebra. Parietes verticales eorum poris areolatis magis minusve confertis obsiti, septa obliqua scalariformia. Radii medullares homomorphi, uniseriales e cellulis 1—10 formati. Medulla parenchymatosa conspicua.

3. Wurzeln einer unbestimmten Pflanze.

Eine dritte Art von Wurzeln (Fig. 33—35) kommt in demselben Stücke, welches die Rhizoalnoxyda enthält, ziemlich häufig, wenn auch lange nicht so massenhaft wie die cypressenartigen vor. Sie bohren sich nicht in das Holz selbst hinein, sondern wachsen nur in grössere Hohlräume desselben, was wol in der zarten Beschaffenheit ihres Gewebes seinen Grund hat. Die Epidermis (a) besteht aus kleinen, peripherisch lang gestreckten Zellen und das daran grenzende Hypoderm (b) wird aus grossen cubischen oder polyedrischen Zellen gebildet, woran sich mehrere Schichten (2—4) parenchymatischen Grundgewebes anschliessen. Zuletzt scheidet eine Endodermis (c) das ganze Rindensystem, dessen Elemente im Uebrigen sehr dünnwandig sind, gegen den Axencylinder hin ab; sie besteht aus stärker verdickten pleurenchymatischen Zellen, deren tangentialer Durchmesser den radialen um etwas übertrifft. Der Centraleylinder wird aus einem ziemlich regelmässigen Gewebe dünnwandiger und im Querschliff polygonaler Tracheiden (d. d') zusammengesetzt, deren Grösse im Allgemeinen centrifugal abnimmt. Eine passende Längsansicht traf ich leider nicht an, jedoch erhielt ich das ähnliche Bild einer Nebenwurzel (Fig. 34. 35), welche von einer quer durchschnittenen grösseren Wurzel horizontal abging. Hiernach besteht das Innere aus engen Ring- oder Spiraltracheiden (l) und langgestreckten Zellen mit wagerechter Wandung. Ob wirkliche Gefässe vorkommen, konnte ich nicht feststellen, ebenso war es mir unmöglich das übrige Detail zu ermitteln.

Die Epidermis ist nur selten erhalten, zumeist liegt das Hypoderm nach Aussen. Dies stellt gewöhnlich einen geschlossenen Ring dar, welcher concentrisch die Schutzscheide umgiebt, aber von derselben durch eine grössere Lücke getrennt

wird, indem das dazwischenliegende Rindenparenchym meist nicht conservirt wurde. Dieser Hohlraum ist entweder thatsächlich leer geblieben oder es sind ganz junge *Rhizocupressinoxyla* (Fig. 34 w. w') hineingewachsen und als allgemeines Bindemittel tritt auch hier überall der Opal auf (Fig. 33 e).

Bei der Bestimmung dieser fremden Wurzeln stiess ich auf besondere Schwierigkeiten, da sie kein charakteristisches Merkmal besitzen, welches auf ihre Verwandte in der Jetztwelt hinführen könnte. Bald glaubte ich die Pflanzen zu den Monocotylen, bald zu den Dicotylen stellen zu müssen, doch fand ich keinen Anhaltspunct zur sichern Bestimmung. Herr Professor de Bary in Strassburg, den ich um seine Ansicht über die Natur dieser Wurzeln bat, theilte mir mit, dass junge dicotyle Hauptwurzeln auf dem Querschnitte oft so aussähen. Leider können wir vorläufig keine definitive Entscheidung über die Zugehörigkeit jener Wurzeln treffen, vielleicht ist dies später einmal möglich, wenn erst umfassendere Untersuchungen über den Bau der recenten Wurzeln vorliegen werden.

4. Allgemeine Bemerkungen über das Eindringen der Wurzeln.

Wie schon oben hervorgehoben, war das Holz infolge der Einwirkung der Atmosphärien und Parasiten so sehr gelockert worden, dass die jungen Keimlinge ohne Weiteres ihre Würzelchen in dasselbe hineintreiben konnten. Wenn die Zersetzung schon derartig vorgeschritten war, dass grössere Hohlräume in demselben entstanden, so schlugen die Wurzeln ihren Weg natürlich hier hinein. Das Mark, als der am Wenigsten resistente Theil, faulte zunächst aus und sein Raum wurde dann durch eine grosse Anzahl wirr durcheinander wachsender Wurzeln ausgefüllt. Auf diese Weise entstanden jene schöne Präparate, von denen in Fig. 2 und 5 einige abgebildet sind. Aber in durchaus den meisten Fällen musste sich das Würzelchen im Holze mühsam seinen Weg selbst bahnen, es finden sich nur wenige in dem festern Herbstholze, wenn solches überhaupt ausgebildet ist, sondern die meisten wachsen in das weichere Frühjahrsholz hinein. Dadurch dass infolge der Pilzthätigkeit die primäre Wandung der Zellen bald gelöst wird, ist das Vordringen der Wurzeln wesentlich erleichtert. Die angrenzenden Tracheiden werden auseinandergebogen und comprimirt; sie erhalten bei fortschreitendem Dickenwachsthum der Wurzeln oft starke Quetschungen (Fig. 19—22) und werden theilweise zerstört. Die Energie der Wurzeln kann eine so grosse sein, dass das Gewebe sogar auseinandergesprengt wird; dies geschieht namentlich, wenn sie auf der Grenze zweier Jahresringe oder zwischen Holz und Rinde wachsen. Bei diesem Vorgange können andere Wurzeln, welche nahe den Spalten, jedoch in anderer Richtung verlaufen, leicht zerrissen werden. Oft habe ich junge Wurzeln gesehen, deren Substanz quer durchrissen und nachträglich durch Opal wieder verkittet war; diese Erscheinung würde kaum eine andere Erklärung zulassen.

Die Beziehungen der Wurzeln und des umgebenden Holzes sind wechselseitige: nicht nur treten im Gewebe des Letztern Störungen ein, sondern auch die Wurzeln müssen sich in ihrer Form diesen anpassen. Viele sind freilich regel-

mässig cylindrisch, jedoch zeigen die meisten irgend eine Abweichung von dieser Gestalt. In derjenigen Richtung, nach welcher hin der grösste Widerstand entgegengesetzt wurde, ist der Durchmesser verkürzt. Der Querschnitt der Wurzeln ist meistens ein ellipsoidischer, wobei aber die einzelnen Zellen an und für sich durchaus regelmässig gebaut sind. Da sich die Wurzeln völlig den Conturen des durch sie erzeugten Canals im Mutterholze anpassen, so kommen manchmal sehr auffallende Figuren zustande. Dieselben sind nierenförmig, länglich, wobei der eine Durchmesser den andern um das Fünf- und Mehrfache übertrifft; einmal fand ich sogar eine Wurzel, deren beide Durchmesser 0,1 und 1,8 mm. massen. Auch einer andern eigenthümlichen Erscheinung muss ich hier noch gedenken. Nicht allein, dass eine Wurzel in das Holz hineinwächst, sondern es dringt in diese dann wiederum eine zweite ein und so weiter; auf diese Weise sind manchmal vier Wurzeln ineinandergeschachtelt und dabei ziemlich gut erhalten.

Der bei Weitem grösste Theil der eingewachsenen Wurzeln gehört zu *Rhizocupressinoylon*. Hieraus erhellt, dass in damaliger Zeit ähnliche Lebensbedingungen geherrscht haben müssen als heute. Wie oben mitgetheilt, siedeln sich in der Gegenwart auf alten Fichtenstöcken meistens Keimlinge derselben Art an; ganz analog sind damals cypressenähnliche Pflänzchen auf cypressenähnlichen Baumstumpfen gewachsen. Ausserdem gingen auf diesen auch hin und wieder fremde Samen, z. B. von *Erlen*¹⁾ an und schlugen ihre Wurzeln in das Holz hinein.

Die Versteinerungsart dieser Eindringlinge ist natürlich dieselbe als die des umgebenden Holzes. Der Hauptsache nach sind sie opalisirt und enthalten stellenweise noch Bitumen sowie Eisenverunreinigungen (Fig. 20. 21 e, e', Fig. 26. 27 e u. s. w.). Besonders schön ist die gelbe Farbe des Verdickungswulstes der vorletzten Rindenschicht conservirt (Fig. 24 c). Kleinere Hohlräume sind durch Opal gleichmässig ausgefüllt, wo die Wurzeln dagegen in grössere Höhlungen hineinwuchsen, hat er sich nur an diesen traubig niedergeschlagen und deren Wände austapeziert; im Uebrigen blieb das innere Lumen leer.

¹⁾ Wie wir in einem früheren Abschnitte bemerkt haben, sind es in der Jetztwelt, abgesehen von den Pflanzen derselben Art, namentlich Birken und Ebereschen, die sich auf alten Fichtenstöcken ansiedeln. Ich war daher von vorneherein mehr geneigt die unter VII. 2 beschriebenen Wurzeln für die einer Birke zu halten, indessen weist der anatomische Befund mit Bestimmtheit auf die *Erlenatur* jener hin.

VIII.

Prüfung der versteinenden Masse.

Zur nähern Untersuchung des Materials, welches die Fossilisirung der Hölzer bewirkte, stehen uns zwei Wege offen: der eine der mikroskopischen Beobachtung und der andere der chemischen Analyse. Aber keine von beiden Methoden schliesst die andere aus, vielmehr ergänzen sie sich gegenseitig und dienen einander zur Controle. In Folgendem wollen wir den Versuch machen die Resultate zu vereinigen, welche wir nach diesen verschiedenen Richtungen hin gewonnen haben.

Diejenigen Holzstücke, über deren anatomischen Bau wir zuerst berichtet haben, sind reine Braunkohle und lassen weder mikroskopisch noch chemisch fremde Beimengungen erkennen. Die Wände bestehen aus der tief braun gefärbten Holzsubstanz und im Parenchym sowie in den Markstrahlen finden sich grössere Mengen von Harz vor. Dagegen andere Hölzer, welche bereits die anfangende Versteinung zeigten, besitzen mehr oder weniger anorganische Bestandtheile. Die Zellwandungen sind allerdings noch braun gefärbt, jedoch im Lumen hat sich Opal, sehr oft in hyalithischer Ausbildung niedergeschlagen (Fig. 11. 12). Im Querschliff bemerkt man, dass sich diese traubigen Gebilde sowol von den Kanten aus, als auch an den Wänden selbst ansetzen und ein Längsschliff lehrt, dass sie diese der ganzen Länge nach austapezieren, wobei aber das Innere der Zelle frei bleibt. Diese hyalithische Erscheinungsweise des Opal hat Prof. Cohn auch schon beobachtet, denn er sagt: „häufiger sind in den Zellen concentrische Kieselblasen sichtbar¹⁾.“ Anderweitig hat Mercklin²⁾ in den Tracheiden von *Cupressinoxylon sequoianum* ähnliche traubig-schalige Ablagerungen aufgefunden und abgebildet. An vielen Stellen unsers Holzes hat sich der Opal gleichmässig in das Innere ergossen und in parallelen Schichten abgesetzt. Dies scheint Prof. Pinzger wahrgenommen zu haben, wenn er berichtet³⁾: „die Zellen des Prosenchymgewebes sind innen hohl, gleichsam mit Kieselerde überzogen“. Was den Versteinungs-Process im Allgemeinen betrifft, so ist es durch

¹⁾ F. Cohn. l. c. pag. 57.

²⁾ Mercklin. *Palaeodendrologikon Rossicum* 1855. Taf. XVII, Fig. 7.

³⁾ P. Pinzger. l. c. pag. 203.

Crügers¹⁾ Untersuchungen der Cautorinde dargethan, dass — wenn heutzutage im lebenden Baume eine Verkieselung der Zellen eintritt — diese von Innen nach Aussen erfolgt. An der innern Wandung schlägt sich die Kieselsäure schichtweise nieder und lässt entweder einen kleinen Hohlraum übrig oder füllt das ganze Lumen aus; erst später werden die Zellwände und die Intercellularsubstanz ersetzt. Ein ähnlicher Vorgang mag manchmal auch in der Vorwelt bei der Fossilisirung von Vegetabilien stattgehabt haben. So z. B. zeigt Rhizopterodendron oppoliense nur selten die Wandungen der Zellen und Gefässe selbst, sondern meistens sieht man nur die Kieselkerne, welche gewissermassen den Abguss derselben darstellen; die versteinende Masse hat nicht hingereicht auch die Wand mit zu erhalten. Ebenso spricht ein von Dr. Jentzsch²⁾ beschriebenes Stück aus Halbendorf, an dessen Zellkernen die Tüpfelhöhlungen als linsenförmige Erhabenheiten auftreten, für einen ähnlichen Process. Dagegen finden wir an unsern Hölzern von Karlsdorf keinerlei Beweise dafür, dass sich die Versteinung der einzelnen Zellen hier in derselben Weise vollzogen hätte, vielmehr glaube ich, dass Lumen und Wand ziemlich gleichzeitig fossilisirt wurden. Die kieselsäurehaltige Flüssigkeit, welche die Wandungen imbibirten, versteinete diese allmähig, setzte aber auch zugleich im Innern der Zelle die mineralischen Bestandtheile ab. Hierbei kam es oft vor, dass die Wand infolge ihrer eignen Versteinung früher aufhörte imbibitionsfähig zu sein, als das Lumen ausgefüllt war, daher sehen wir bei vielen Hölzern einen kleinen Hohlraum in der Zelle übrig geblieben, während die Wand mehr oder weniger verkieselt ist. In manchen Fällen (Fig. 11. 12) ist das Innere nur zum geringsten Theile ausgefüllt und die Wand dabei auch schon versteinet; dies spricht entschieden gegen die Ansicht von dem Fortschreiten des Processes nach Aussen, wie Crüger es in der Cautorinde beobachtet hat und wie es Professor Cohn auch für die karlsdorfer Hölzer annimmt³⁾.

Die Kieselsäure, welche sowol in den Braunkohle ähnlichen, als auch in den völlig versteineten Hölzern auftritt, ist ihrem optischen Verhalten nach im grossen Ganzen Opal, resp. Hyalith, und mit dieser Beobachtung stimmt der chemische Befund durchaus überein. In seinem Vortrage theilte Pinzger das Ergebniss einiger Analysen mit und zwar:

A. Substanz der äussern weissen Stellen eines Holzes

I. 88,3% SiO₂ 9,4% H₂O 1,6% Fe₂O₃, 3H₂O + Al₂O₃, 3H₂O.

II. 93,1% „ 6,86% „ geringe Spuren von „ „

B. Substanz der inneren bituminösen Stellen desselben Holzes.

III. 80,1% SiO₂ 9,8% H₂O 5,5% organ. Subst.

IV. 80,2% „ 10,5% „ 6,0% „

In vorigem Jahre hatte Herr Professor Pinzger die Güte noch einige andere Analysen für mich auszuführen, welche sich auf dasselbe Stück beziehen und die ich hier kurz wiedergebe. Die erste Probe ist wiederum der äussersten

¹⁾ Herman Crüger, Westindische Fragmente. Botan. Ztg. XV. Jhg. 1857. pag. 281 sq.

²⁾ Schriften d. Physik.-Oekon. Gesellsch. zu Königsberg. Bd. XVIII. 1877. pag. 238.

³⁾ Bericht über die Thätigkeit der Botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft im Jahre 1878. Breslau 1879. pag. 151.

völlig weissen und leicht zerreiblichen (cf. A. I. II.), die zweite einer mehr nach Innen zu gelegenen, bräunlich gefärbten Zone und die dritte dem innersten schwarzbraunen Kerne entnommen.

1)	90,03%	SiO ₂	8,25%	Glühverlust	1,75%	Eisenoxyd und Thonerde
2)	86,00%	„	13,00%	„	„	Spuren von „ „ „
3)	76,80%	„	21,76%	„	1,30%	„ „ „

Aus allen diesen Analysen geht hervor, dass das Versteinungsmaterial eine dem Opal sehr nahestehende, wasserhaltige Kieselsäure ist¹⁾. Fragen wir nun nach dem Ursprunge dieser Substanz, so dürfte derselbe auf die nahen Serpentinegesteine zurückzuführen sein, welche den Untergrund der Braunkohlenlager bilden und sie auch theilweise umschliessen. Durch Einwirkung der Atmosphärien wird eine Zersetzung des Serpentin bewirkt und es ist eine bekannte Erscheinung, dass Klüftflächen dieses Gesteins sehr häufig von Opal oder Hyalith überzogen werden. Es scheint also der Serpentin eine besondere Neigung dafür zu besitzen die Kieselsäure als Opal abzugeben und daher sind denn die Hölzer alle in Opal umgewandelt. An und für sich ist diese Art der Versteinung bei tertiären Hölzern ziemlich selten. Nur die von Oberkassel und aus Ungarn, welche beide ja auch in anderer Beziehung mit den karlsdorfer Hölzern Aehnlichkeit zeigen, sind opalisirt, während nahezu alle von mir untersuchten tertiären der norddeutschen Ebene aus krystallinischer Kieselsäure bestehen. Es kommen freilich unter diesen Exemplare vor, deren Substanz theilweise in amorphe Kieselsäure umgewandelt ist, jedoch ist dies sehr selten; bis jetzt kenne ich nur einige Beispiele hierfür aus der Gegend von Danzig. In analoger Weise sah ich in den karlsdorfer Hölzern hier und da kleinere Hohlräume durch ein achatartiges Gemenge von amorpher und krystallinischer Kieselsäure, selten durch Letztere allein ausgefüllt; und zwar entsprechen diese Höhlungen meistens den durch die eingedrungenen Wurzeln verursachten Canülen. Auch auf grösseren Klüften erscheint die Kieselsäure zuweilen ganz ähnlich und hier kann man den Vorgang besser verfolgen. Zunächst scheidet sich der Opal gleichmässig, sodann in hyalithischer Ausbildung ab und geht endlich in ein concentrisch schaliges achatartiges Aggregat über; zuweilen tritt peripherisch noch rein krystallinische Kieselsäure auf. Diese Vorkommnisse sind aber ganz und gar verschwindend im Verhältniss zum Gros des Versteinungsmaterials.

Während sonst ähnliche Hölzer einen mehr oder weniger hohen Kalkgehalt besitzen, fehlt dieses hier fast gänzlich. Nur in einem oder zwei von all' den Stücken, die ich mikroskopisch prüfte, sah ich in den am äussern Rande gelegenen Zellen einige nadelförmige Krystalle, die in Hinsicht auf den unten zu erwähnenden chemischen Befund wol als kohlensaurer Kalk in der Form des Aragonits angesprochen werden müssen. Die oben angeführten Analysen von Pinzger weisen gar keinen Kalk nach und brieflich theilt er mir noch mit: „Nicht die kleinste Spur von Kalk konnte bei Anwendung aller Vorsichtsmassregeln, namentlich gänzlichem Ausschlusse aller atmosphärischen Luft bei Fällung des Eisens und der Thonerde, wodurch sonst öfter Spuren von Kalk mit jenen zusam-

¹⁾ Vergl. auch Pinzger, l. c.

menfallen können, — aufgefunden werden.“ Übrigens habe ich selbst früher einmal an jenem Holze, in welchem mikroskopisch Kalk sichtbar war, auch chemisch denselben nachweisen können¹⁾).

Die Kieselsäure erscheint sehr selten hyalin und rein; häufig sind derselben sowol in der Zellwand als auch im Lumen und in Hohlräumen dunkle feinkörnige Einlagerungen beigemengt, die bei auffallendem Licht meist gelbbraun erscheinen. Es lag die Vermuthung nahe diese für Eisenverbindungen zu halten, welche ja in allen Fossilien so häufig auftreten, und die chemische Analyse weist jene auch nach. Die gelbbraune Masse dürfte Eisenoxydhydrat sein und ausserdem giebt es andere Einschlüsse, welche bei reflectirtem Lichte schwarz erscheinen; diese rühren wahrscheinlich von Magnetit her, den ich überhaupt in fossilen Hölzern oft antraf. Diese Eiseneinlagerungen sind manchmal so häufig und massenhaft, dass das ganze vom Opal übrig gelassene Lumen der Zellen und namentlich auch die linsenförmigen Hohlräume der Hoftüpfel damit ausgefüllt sind. Genetisch können wir diese geringen Eisenmengen auf das anstehende Serpentinegestein umsomehr zurückführen, da in diesem ja besonderes Magnetit aufgefunden worden ist.

Aus der chemischen Analyse ergeben sich schliesslich noch Spuren von Thonerde. Dieser Gehalt rührt von den Austüllungen kleiner Sprünge durch Thon her, die oft so fein sind, dass man sie nicht mit blossen Auge sieht; in der versteinenden Masse des Holzkörpers selbst ist kein Thon vorhanden.

Oben bemerkten wir bereits, dass die braune Färbung unsrer Hölzer von Aussen nach Innen zunimmt und diese Beobachtung wird durch den chemischen Befund (1—3) noch näher präcisirt. Es erhellt aus den letzten drei Analysen des Professor Pinzger, dass die Kieselerde im Holze in derselben Weise centripetal abnimmt wie der Bitumengehalt zunimmt. Letzterer ist allerdings nicht an sich berechnet, sondern mit dem Wasserzusammen als Glühverlust, aber man darf wol annehmen, dass sich Bitumen und Wassergehalt ungefähr gleichmässig verändern. Ursprünglich war das Bitumen gewiss überall im Holze gleich stark vertreten, aber durch die eindringende Erdfeuchtigkeit wurde es aus den peripherisch gelegenen Theilen bald entführt. Uebrigens kommen jetzt auch noch immer einige Stücke vor, die durch und durch gleichmässig gebräunt erscheinen.

¹⁾ H. Conwentz. Ueber die versteinen Hölzer . . . pag. 17.

IX.

Schlussfolgerungen.

Nachdem wir in vorliegender Arbeit unsere Beobachtungen an den fossilen Hölzern von Karlsdorf mitgetheilt haben, wollen wir hier am Schlusse noch kurz die hauptsächlichsten Ergebnisse zusammenstellen:

1) Die bei Karlsdorf vorkommenden Braunkohlen- und versteinen Hölzer zeigen einen übereinstimmenden anatomischen Bau.

2) Dieselben sind identisch mit Braunkohlen- und versteinen Hölzern vom Siebengebirge bei Bonn.

3) Alle von mir geprüften Exemplare sind Wurzelhölzer.

4) Diese Wurzelhölzer gehörten Bäumen aus der Familie der Cupressineen an und können zweckmässig zu einer neuen Gattung **Rhizocupressinoxylon** vereinigt werden, welche dem alten Genus *Cupressinoxylon* coordinirt ist.

5) Viele der karlsdorfer Stücke waren, bevor sie versteinen von einem Parasiten (cf. *Agaricus melleus* L.) befallen, der ihre Zersetzung herbeiführte. Aus dessen Thätigkeit erklärt sich die faserige Beschaffenheit mancher Exemplare.

6) In die Hölzer sind viele Wurzeln von solchen Pflanzen eingedrungen, deren Samen sich auf dem frischen Stumpfe angesiedelt hatten.

7) Diese Würzelchen rühren zum überwiegend grösten Theile von Exemplaren derselben Art wie das Stockholz oder einer nahe verwandten her. Ausserdem kommen darin noch Wurzeln von Erlen und einer unbestimmten Pflanze vor.

8) Die unter 6 und 7 mitgetheilten Erscheinungen finden gegenwärtig ihr Analogon ganz besonders in den Wachstumsverhältnissen der Fichten auf unsern Gebirgen.

9) Die versteinen Hölzer sind durchweg opalisirt.

10) Dieselben besitzen tertiäres Alter und ihre Herkunft ist auf die in der Nähe vorkommenden Braunkohlenabalgerungen zurückzuführen.

Schliesslich will ich hier ein Resultat aus dieser Arbeit noch besonders hervorheben, welches mir von grösserer Tragweite zu sein scheint. Unsere versteinten Hölzer von Karlsdorf gehören zu jener grossen Klasse von Hölzern, die sich häufig eingebettet im norddeutschen Diluvium vorfinden. Bislang gewährten dieselben keinen Anhalt, um ihre Herkunft nachweisen zu können, und man sprach nur Vermuthungen darüber aus, dass sie wahrscheinlich von tertiären Stätten herührten, die meistens durch das Diluvialmeer später zerstört worden seien. Durch die uns gelungene Identificirung der versteinten mit den Braunkohlenhölzern aus der Gegend des Zobten und des Siebengebirges ist der Beweis dafür beigebracht, dass jene Hypothese wenigstens in unsern speciellen Fällen zutreffend ist. Voraussichtlich wird es künftighin möglich sein, noch andere ähnliche Localitäten ausfindig zu machen, mit denen die versteinten Hölzer direct in genetischem Zusammenhange stehen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass mit der Frage von der Herkunft auch die von dem Alter der Hölzer beantwortet wird. Ebenso wie in unserem Falle dürfte es sich auch bei allen fernerer Untersuchungen herausstellen, dass die bei Weitem grösste Zahl der im norddeutschen Diluvium vorkommenden Hölzer tertiäres Alter besitzen¹⁾. Bereits am Schlusse meiner Dissertation habe ich den Satz ausgesprochen: 1) „Die grosse Mehrzahl der verkieselten Hölzer unsers norddeutschen Diluviums stammt sicher aus der Tertiärzeit (*Pinites Protolarix* G. *Quercites primaevus* G.)“ und 2) „Die primäre Lagerstätte der Hölzer ist von ihrem gegenwärtigen Vorkommen nicht weit entfernt gewesen, aber nur selten noch erhalten.“ Herr Dr. A. Jentzsch, welcher in seinem „Bericht über die geologische Durchführung der Provinz Preussen im Jahre 1877²⁾“ über meine Arbeit referirt, findet in obigen Sätzen einen Widerspruch gegenüber dem bei Langenau constatirten Vorkommen von versteinten Hölzern (*Pinites Protolarix*) in glaukonitischem Gesteine. Er scheint anzunehmen, dass ich diese auch für tertiär gehalten habe und doch hatte ich schon vorher³⁾ darauf hingewiesen, dass die umgebene Hülle „ein ganz ähnliches Material ist wie das, in welchem die senonen Fossilien sitzen“, womit ich die Zugehörigkeit der Hölzer zur Kreideformation andeuten wollte. Trotz dieses verschiedenen Alters ist aber kein Grund vorhanden das Holz mit einem andern Namen zu belegen, solange nicht in seinem anatomischen Bau Abweichungen von dem in der Braunkohlenformation auftretenden *Pinites Protolarix* nachgewiesen werden. Wir haben schon öfters Veranlassung gehabt zu betonen, dass wir in Beziehung auf die fossilen Hölzer nur Collectivbezeichnungen aufstellen können, welche verschiedene Arten und wol auch Gattungen im heutigen Sinne umfassen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass alle Hölzer,

1) Auch in dem von Dr. L. Meyn, einem leider zu früh verstorbenen, um die Erforschung der norddeutschen Ebene viel verdienten Geologen, mitgetheilten Vorkommen von versteinten Hölzern in einer zwei kleine Braunkohlenflötze einschliessenden Schicht von Quarz- und Glimmersand ist es wahrscheinlich gemacht, dass jene tertiären Ursprungs und auf die Braunkohlen zurückzuführen sind. (L. Meyn-Uetersen, über das verkieselte Coniferenholz des norddeutschen Diluviums und dessen Ursprung. Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellschaft. XXVIII. Bd. 1876 pag. 190. sq.)

2) Schriften d. Physik.-Oekon. Gesellschaft zu Königsberg. Bd. XVIII. 1877. pag. 236 sq.

3) H. Conwentz, l. c. pag. 11.

welche wir als *Pinites Protolarix* zu nennen genöthigt sind, mehr als eine Species repräsentiren, jedoch halte ich es nicht für opportun eine ausschliesslich auf das geologische Alter gegründete Unterscheidung eintreten zu lassen. Einmal lehrt uns ja die Zoopalaeontologie, dass sich dieselbe Art auch durch verschiedenalterige Schichten hindurchziehen kann und ausserdem treten ja die Hölzer meistens ohne Zusammenhang mit dem Muttergestein auf, sodass sich aus ihrer blossen Erhaltungsart garnicht die Formation erkennen lässt, welcher sie angehören. Uebrigens dürfte die Prüfung besser erhaltener Stücke als diejenigen waren, welche mir damals zugebote standen, vielleicht eine Abtrennung dieses Holzes von *Pinites Protolarix* ermöglichen, worüber ich in nächster Zeit entscheiden zu können hoffe. Wenn nun auch dies Holz von Langenau dem Senon und ein anderes in meiner Dissertation besprochenes dem Oxford angehört, so muss ich doch — ganz besonders nach vorliegender Untersuchung des karlsdorfer Vorkommens — die allgemeine Schlussfolgerung aufrecht erhalten, dass die grosse Mehrzahl der norddeutschen verkieselten Geschiebe-Hölzer sicher aus der Tertiärzeit stammt und die primäre Lagerstätte derselben von ihrem gegenwärtigen Vorkommen nicht weit entfernt gewesen ist.

X.

Erklärung der Abbildungen.

Wenn nicht anders angegeben, so wurden die Abbildungen den opalisirten Hölzern entnommen.

Die mikroskopischen Zeichnungen wurden mittelst der Camera lucida ausgeführt.

Der in Klammern gesetzte Zahlenbruch drückt die Vergrößerung der Figur aus.



TAFEL I.

Fig. 1. Kleiner Stumpf mit drei Wurzelästen (*a*, *b*, *c*). *w* in diesen eingedrungene junge Wurzeln derselben Art. ($\frac{3}{4}$)

Fig. 2. Ein ähnliches Stück mitten aufgespalten, um das ausgefaulte Innere zu zeigen, in welches hinein die dünnen Wurzeln (*w*) wahrscheinlich von Keimpflanzen derselben Art gewachsen sind. Das Wurzelstück hat offenbar zwei Aeste besessen, von denen der eine (*b*) noch erhalten, während der andere (*a*) abgebrochen ist. ($\frac{3}{4}$)

Fig. 3. Eine Wurzel *a* hat sich an eine grössere *b* gelehnt und in diese eingedrückt; bei fortschreitendem Wachstum wäre *a* von *b* überwältigt worden. *w* sind die Querschnitte der Hohlräume, welche die von oben eingedrungenen Würzelchen hinterlassen haben; bei *w'* sind diese selbst noch mit sichtbarem Axencylinder erhalten. ($\frac{3}{4}$)

Fig. 4. Radiale Ansicht eines Wurzelstückes, welches unten behufs Anfertigung von Dünnschliffen grade abgeschnitten wurde. Auffallenderweise verlaufen nahezu alle eingedrungenen Wurzeln senkrecht oder etwas schräge gegen die Holzfaser (*w*, *w'*, *w''*); parallel derselben fast keine. Die meisten erblickt man im Querschnitt (*w*, *w'*), wenige in der Längsansicht (*w''*). Häufig ist nur noch der Kanal sichtbar, welchen die Wurzel (*w*) gebildet hat, manchmal aber auch das Gewebe selbst, namentlich der Axencylinder (*w'*). Die schon mit blosssem Auge kenntliche, verticalverlaufende feine Streifung deutet auf die Tracheiden, die horizontale auf die Markstrahlen hin. ($\frac{3}{4}$)

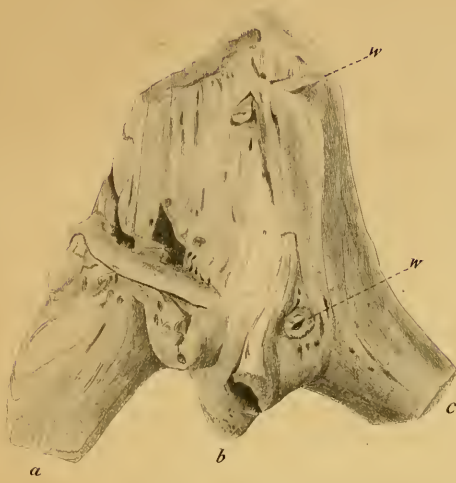


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

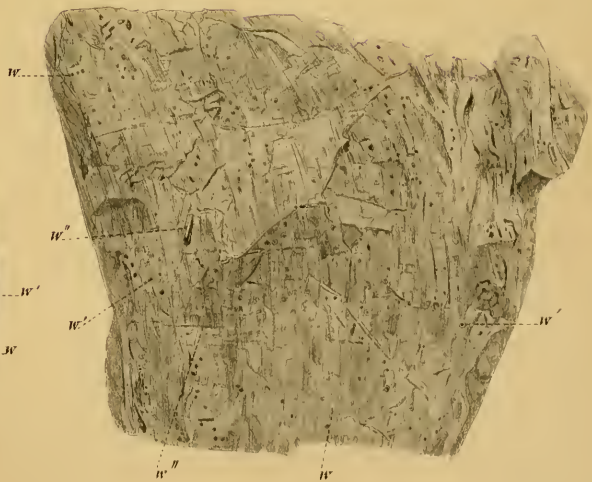


Fig. 4.

TAFEL II.

Fig. 5. Ein grösserer Wurzelast, dessen Aussentheile schneeweiss sind (*a*) und leicht abfasern, während die mehr nach Innen gelegenen consistenteren Partien noch viel Bitumen enthalten (*b*). Das Innere ist ausgefault und dann von einer Masse schwer zu entwirrender junger Wurzeln erfüllt worden (*w*). Ausserdem ist eine etwas dickere (*w'*) und eine noch weit stärkere vieljährige Wurzel (*w''*) in das Holz eingedrungen. (2/3)

Fig. 6. Dies Bild stellt vergleichsweise ein recentes altes Wurzelstück einer Fichte aus dem schlesischen Gebirge dar. Das Holz ist so gespalten, dass die rechte hellere Seite des Bildes genau radial und die nach vorne gekehrte Breitseite etwas abweichend von dieser Richtung verläuft. Dünnere und dickere Würzelchen junger Fichtenkeimlinge sind vertical durchgewachsen (*w*, *w'*, *w''*) und deren Seitenverzweigungen, die übrigens stets kurz bleiben, haben namentlich an den Rändern vielfache Eindrücke hinterlassen (*c*). Eine von oben herunterwachsende Wurzel kommt bei *a* heraus, um dann im Bogen durch das Holz und bei *b* in der alten Richtung wieder zurückzuwachsen. In manchen Fällen löst sich das umgebende Grundgewebe von dem innern Axencylinder der Wurzel los, wie z. B. bei *d*. (2/3)



Fig. 5.



Fig. 6.

TAFEL III.

Fig. 7. Das drittgröste Wurzelstück, welches aus der Gegend von Karlsdort bekannt geworden ist. Bei *a* ging ein Ast ab, der aber nicht mit erhalten wurde. An der Aussenseite erscheint es durchweg weiss, von oben bemerkt man jedoch den grossen bituminösen inneren Kern. Die äusseren Theile fasern leicht auseinander, so namentlich bei *c* und *d*; an letzterer Stelle sieht man diese feine losgetrennten Splitter noch am Holze haften. Bei *b* durchsetzt ein grosser Sprung fast das ganze Stück und ist nachträglich durch Opal theilweise wieder ausgefüllt worden. ($\frac{1}{2}$)

c.---

b.---



Fig. 7.

TAFEL IV.

Fig. 8. Querschnitt durch ein Braunkohlenstück. *g* die Grenze zweier Jahresringe, deren äusserste und innerste Schicht direct nebeneinander stehen, ohne Vermittelung einer mittlern. Die Zellen sind auseinandergewichen und haben Intercellulargänge (*i*) gebildet, die sonst bei Coniferen ungewöhnlich auftreten. Das Holzparenchym ist häufig an dem Harzinhalte kenntlich (*h*). *m* die einreihigen Markstrahlen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 9. Radiale Ansicht desselben Stückes. Die Wandung der Tracheiden ist meistens mit zwei Reihen Hoftüpfeln (*t*) besetzt (*c—c*), seltener nur mit einer (*d—d*); manchmal finden sich beide Anordnungen innerhalb derselben Zelle (*e—e*). Die Markstrahlen (*m*) besitzen entweder zwei (*a*) Reihen Tüpfel (*b*) oder nur eine; häufig führen sie Harz (*h*). *s* sind spiralig verlaufende Risse in der Wand der Tracheiden. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 10. Tangentialer Schnitt desselben Stückes. Die Wand der Tracheiden zeigt keinerlei Unterbrechungen; *t* sind die Durchschnitte der auf der radialen Seite stehenden Hoftüpfel. *hp* Holzparenchym, welches meist Harz (*h*) enthält, ebenso wie die Zellen der Markstrahlen (*m*). Diese erscheinen hier 2 bis 13 Reihen hoch. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 11. Querschliff durch ein Braunkohlenholz, welches in der Opalisierung begriffen ist. Die Wände der Tracheiden (*c*) sind noch bituminös, haben aber bereits Kieselsäure aufgenommen. Nach Innen ist dieselbe traubenartig als Hyalith niedergeschlagen (*a. b*), wobei ein mehr oder weniger grosses Lumen (*l*) übrig blieb. ($\frac{190}{1}$)

Fig. 12. Längsschliff desselben Stückes. *c* die ursprüngliche Wandung der lebenden Zelle, *c'* eine gleichmässig auf derselben abgelagerte Opalschicht. Die traubigen Formen sieht man hier en face cyclisch begrenzt, während sie in voriger Figur halbkreisförmig erscheinen; häufig finden Verschmelzungen der einzelnen Gebilde statt. ($\frac{190}{1}$)

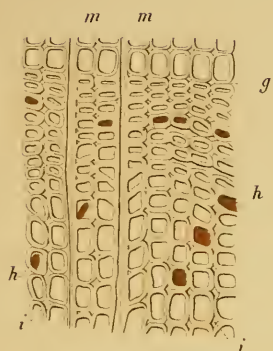


Fig. 8.

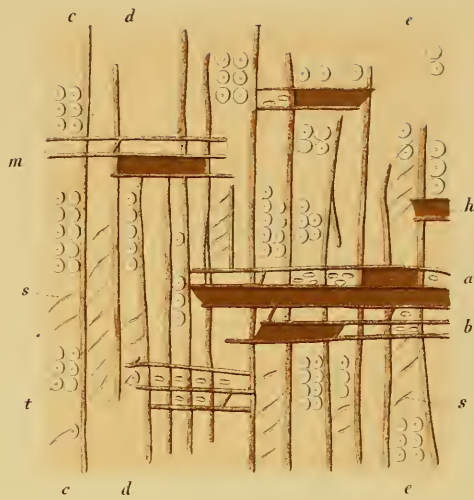


Fig. 9.

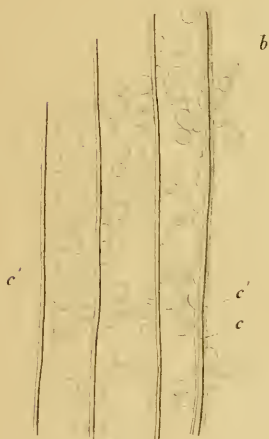


Fig. 12.

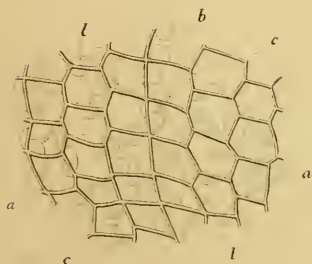


Fig. 11.

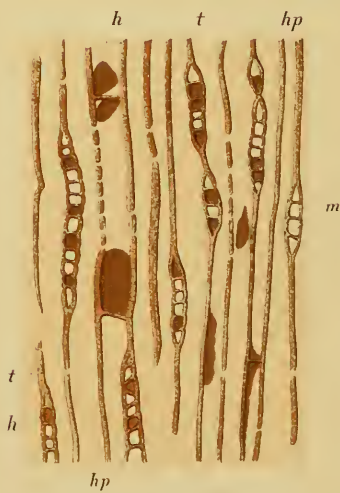


Fig. 10.

TAFEL V.

Fig. 13. Horizontalschliff des grossen verkieselten Stammes (cf. Fig. 7.) Bei g ist die Grenze zweier Jahresringe, bei g' setzt das Herbst- gegen das Frühjahrsholz desselben Ringes schroff ab; m die einreihigen Markstrahlen. Die Inter-cellularsubstanz ist an vielen Stellen nicht mehr erhalten, daher lösen sich einzelne Zellen voneinander ab und sind bei der Anfertigung des Schliffes herausgefallen; so an den Ecken des Bildes und in den mittleren Lücken. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 14. Radialschliff von einer benachbarten Stelle desselben Holzes. Die Hoftüpfel bekleiden meistens in zwei Reihen ($c-c$), seltener in einer ($d-d$) die Wandung der Tracheiden; ebenso besitzen die Markstrahlen zwei (a) oder eine Reihe (b) von Tüpfeln. Das Holzparenchym (hp) enthält noch Harz in natürlicher Form und Färbung (h); manchmal ist nur der Hohlraum kenntlich, den es ursprünglich eingenommen hat (h'). ($\frac{112}{1}$)

Fig. 15. Tangentiale Ansicht einer ähnlichen Stelle. In der durchschnittenen Wand der Tracheiden sind die radialen Hoftüpfel (t) sichtbar, deren Hohlraum meistens durch Magnetit ausgefüllt wurde. Die Markstrahlen sind hier 2 bis 17 Zellreihen hoch. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 16. Zersetzung des cypressenartigen Holzes durch ein Pilzmycel, welches dem des *Agaricus melleus* L. sehr ähnlich sieht. b sind Bohrlöcher des Pilzes; bei b' wächst derselbe durch ein solches und bei b'' durch einen Tüpfelraum hindurch. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 17. Eine andere Stelle desselben Präparates. Das Mycelium zeigt hier die für *Agaricus melleus* so charakteristischen blasenartigen Erweiterungen (e). Bei b ein Bohrkanaal von oben, bei b' ein anderer im Durchschnitt gesehen. s eine Schnallenzelle.

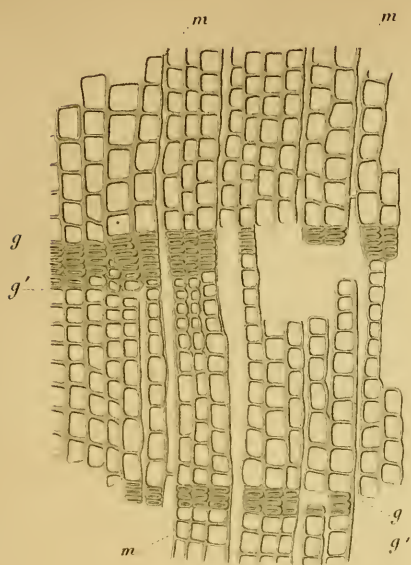


Fig. 13.

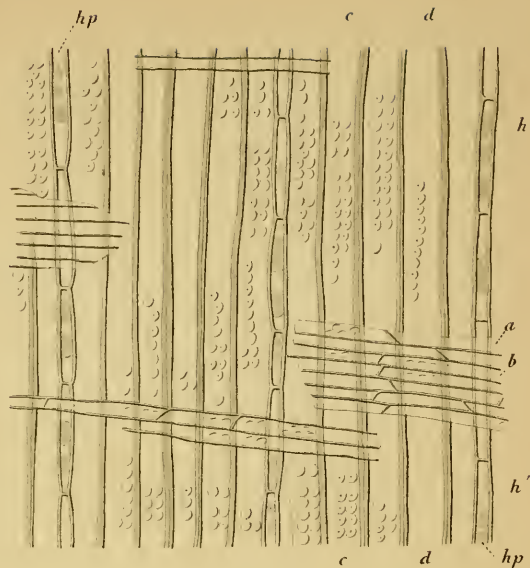


Fig. 14.

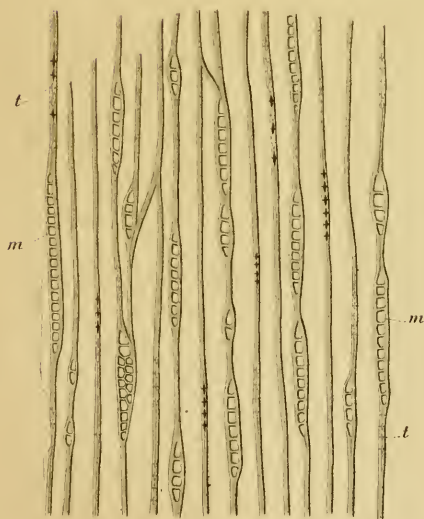


Fig. 15.

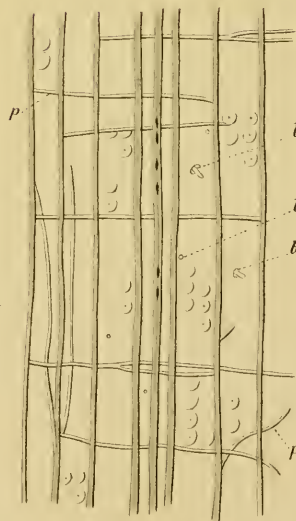


Fig. 16.

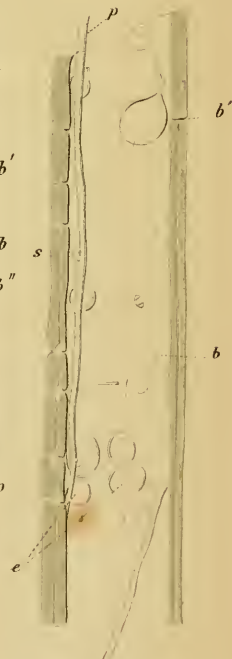


Fig. 17.

TAFEL VI.

Fig. 18. Weitere Zersetzungserscheinungen durch das Mycel eines Pyrenomyceten (*p*), welches bei *g* Conidien entwickelt hat. Der Pilz ist ähnlich dem *Xenodochus ligniperda* Willk. ($\frac{190}{1}$)

Fig. 19. Horizontalschliff durch das in Fig. 4. abgebildete Holz. Derselbe zeigt keinen Jahresring. *w* und *w'* sind Hohlräume, welche durch senkrecht eindringende Wurzeln verursacht wurden; *w''* ein solcher von einer horizontal wachsenden Wurzel. Bei *w* ist von dem Gewebe derselben nichts mehr erhalten, bei *w'* ist die äussere Schicht des Grundgewebes (*a*) vorhanden. An den Wandungen der Kanäle hat sich mehr oder weniger gleichmässig Opal niedergeschlagen (*o*), der durch feinkörnige Eisenbeimengungen dunkler gefärbt wird. ($\frac{45}{1}$)

Fig. 20. Radiale Ansicht desselben Stückes. Bei *w'* sind auch wieder einige Zellreihen (*a*) aus dem Rindenparenchym erhalten; das Lumen wird durch Opal ausgefüllt, welcher ganz im Innern reichlich Magnetiteinlagerungen enthält (*e*). Der dunkle Ring (*r*), welcher den conservirten Gewebetheil umgiebt, ist durch die zusammengedrückten Tracheidenwandungen gebildet und tritt infolge ähnlicher Eisenbeimischungen deutlicher hervor. Diese finden sich auch besonders häufig im Innern der Zellen (*e'*). Die Stellungsverhältnisse der Hoftüpfel (*t*) auf der Wand der Tracheiden sind hier ganz ähnliche wie in Fig. 9. und 14. Die Markstrahlen besitzen meistens nur eine Reihe von Poren. ($\frac{45}{1}$)

Fig. 21. Tangentiale Ansicht desselben Stückes. *w* Durchschnitte der in radialer, *w''* in nahezu tangentialer Richtung gewachsenen Wurzeln. Von ihrer vegetabilischen Substanz ist keine Spur vorhanden. Die Wände der Hohlräume sind durch Opal (*o*) austapeziert, welcher peripherisch viel Magneteisen enthält (*e*). Dasselbe füllt anderseits auch die Lumina der Zellen theilweise aus (*e'*). Die Markstrahlen (*w*) sind sehr niedrig, nur 1 bis 3 oder 4 Reihen hoch. ($\frac{45}{1}$)

Fig. 22. Querschnitt durch das in Fig. 6. dargestellte recente Fichtenwurzels Holz. Bei *g* ist die Grenze zweier Jahrringe, bei *g'* die zwischen Herbst- und Frühjahrsholz innerhalb desselben Ringes. *w* sind die Kanäle der eingedrungenen, aber nicht mehr vorhandenen Wurzeln; *w'* Querschnitt einer solchen mit Rinde (*a*) und Axentheil (*b*); *w''* Längsschnitt mit ziemlich gut erhaltenem Grundgewebe. ($\frac{60}{1}$)



Fig. 18.

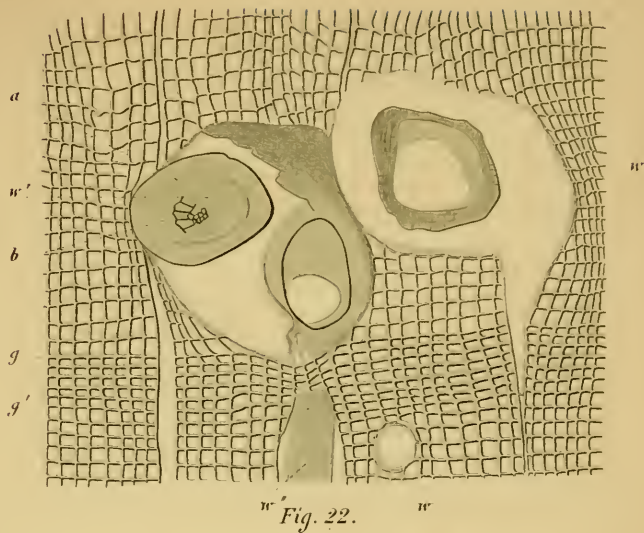


Fig. 22.

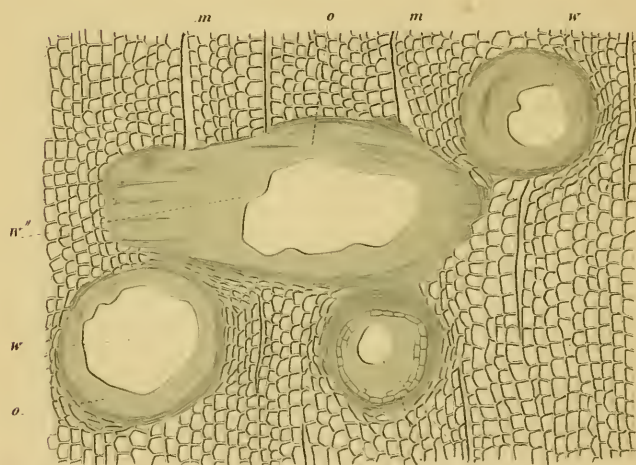


Fig. 19.

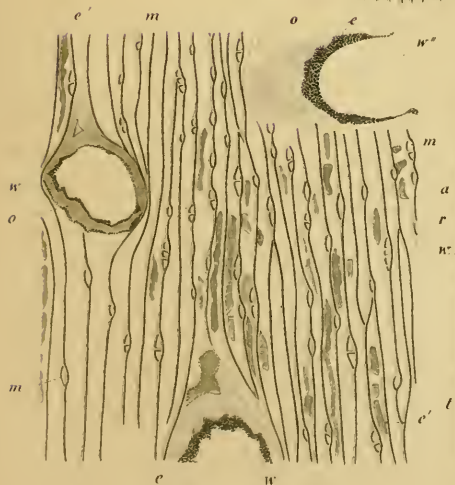


Fig. 21.

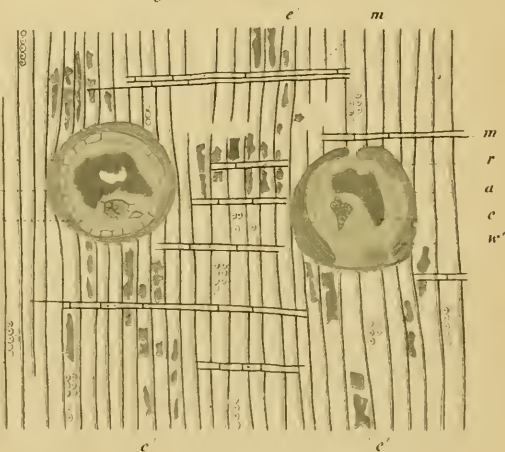


Fig. 20.

TAFEL VII.

Fig. 23. Längsschliff einer frei in den Hohlraum hineingewachsenen Wurzel, die opalisirt und in ihrem centralen Theile namentlich bitumenhaltig ist. Das Grundgewebe (*a*) ist sehr gut und vollständig conservirt, von demselben hebt sich deutlich differenziert eine Epidermis (*b*) ab. *c* sind die Verdickungsleisten in der Längsansicht und *γ* deren Querschnitte. Der Bau des Axencylinders ist weniger deutlich, nur oben kann man das Stück eines Spiralgefässes erkennen. Einzelne Zellen im Rindengewebe (*k*) enthalten auch Bitumen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 24. Querschliff einer in das Holz gedrunghenen Wurzel. Das Rindenparenchym (*a*) ist noch bituminös und ohne Epidermis. *c* ist der in natürlicher Färbung erhaltene eigenthümliche Verdickungsring der vorletzten Rindenschicht, welche selbst nicht conservirt ist; die intensiver gefärbten linsenförmigen Stellen (*γ*) deuten auf die radialverlaufenden Zellwände derselben hin. Bei *l* ist der Beginn der Peridermbildung sichtbar und im Innern sind noch einige Gefässe erhalten. *u* ist die übriggebliebene structurlose organische Substanz vermischt mit feinkörnigen Magnetiteinlagerungen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 25. Querschliff durch eine in Rhizocupressinoxylon eingewachsene Erlenwurzel, die opalisirt und noch bitumenhaltig ist. Diese sowie alle übrigen Ansichten hiervon zeigen keine Jahresringe. Das Holz besteht aus Zellen (*a*) und Gefässen (*g*), welche in diesem Stadium kaum merklich weiter sind. Das Innere beider (*b*) ist häufig durch Magneteisen ausgefüllt. *m* einreihige Markstrahlen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 26. Radialer Schliff durch dieselbe Wurzel. *a* Holzzellen. *t* getüpfelte Gefässe mit schrägen leiterförmig durchbrochenen Querwänden (*g*, *l*). *m* Markstrahlen, *e* Magnetitanhäufungen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 27. Tangentiale Ansicht desselben. *a* Holzzellen. *t* getüpfelte Gefässe und *g*, *l* leiterförmige Durchbrechungen der Querwände. *m* die Markstrahlen. *e* Eisenverbindungen. Diese Schliffe sind etwas schief gerathen. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 28. Tangentialer Schliff durch den pheripherischen Theil der Erlenwurzel, um das aus tafelförmigen Zellen bestehende Periderm (*p*) zu zeigen, welches noch die natürliche Färbung besitzt. *m* Markstrahlen. ($\frac{112}{1}$)

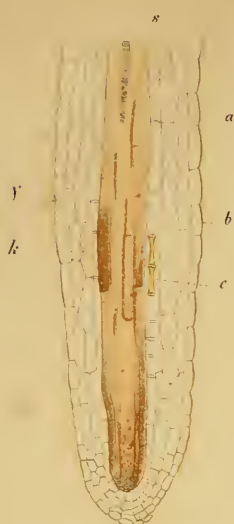


Fig. 23.

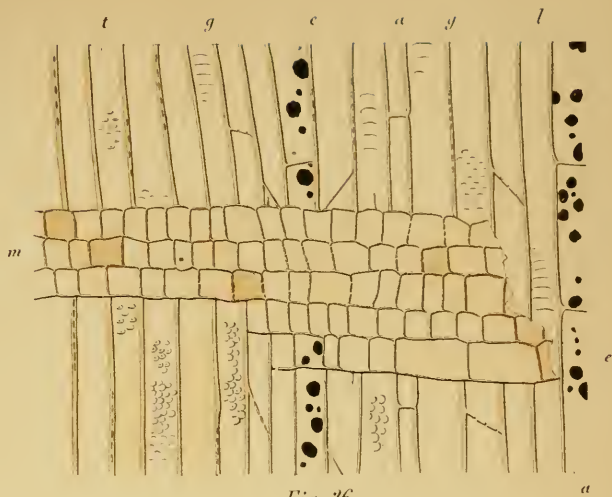


Fig. 26.

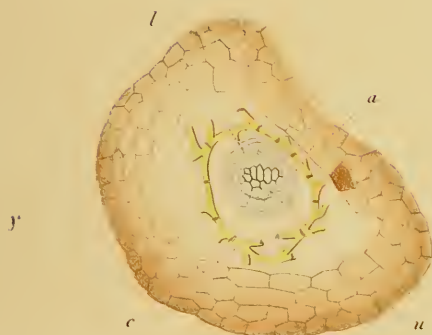


Fig. 24.

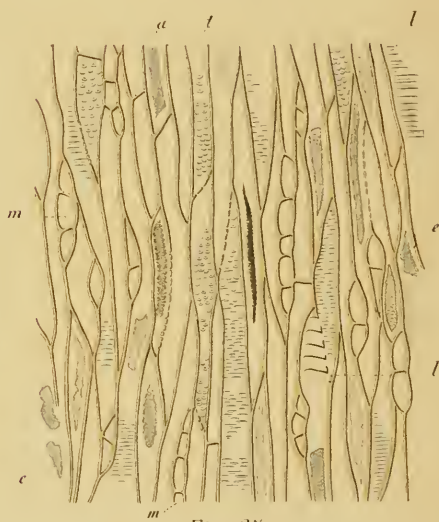


Fig. 27.



Fig. 25.



Fig. 28.

TAFEL VIII.

Fig. 29. Eine andere Stelle desselben Präparates, welchem Fig. 19. entlehnt ist, mit besser erhaltener Wurzel. *a* Grundgewebe derselben, ohne Epidermis, *d* letzte Rindenschicht (Endodermis), *g* einzelne Gefässe aus dem Centralcylinder. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 30. Centralcylinder einer jungen Wurzel. *d* ist die an der Aussen-seite stärker verdickte Endodermis, *e* die erste Schicht des Centralcylinders; *f* einige kleine unverholzte Zellen, welche das Xylem mit dem (hier freilich nicht erhaltenen) Phloëm verbinden und aus welchen das Cambium hervorgeht. *g* Gefässe. ($\frac{190}{1}$)

Fig. 31. Centralcylinder einer andern etwas ältern Wurzel. *l* das reichlich gebildete Periderm; *g* die den axilen Strang zusammensetzenden Gefässe. ($\frac{190}{1}$)

Fig. 32. Andere Stelle desselben Präparates, von welchem die Zeichnungen in Fig. 19. und 29. entnommen sind. Auf der einen Seite *A* das querschnittene Mutterholz und bei *B* die daran grenzende längsverlaufende Wurzel. *r—r* ist die Contactzone der Wachstumsverhältnisse beider; es sind die bis zur Unkenntlichkeit verdrückten und zerstörten Holzzellen, deren Masse durch Eisenbeimengungen noch dunkler erscheint. *a* Grundgewebe der eingedrungenen Wurzel. ($\frac{112}{1}$)

Fig. 33. Horizontalschliff durch die opalisirte Wurzel einer unbestimmten Pflanze. *a* wahrscheinlich die Epidermis, *b* Hypo- und *c* Endodermis. *d* ist der Centralcylinder aus Tracheiden bestehend. Die durch feinkörnige Eisenablagerungen begrenzten Stellen (*e*) sind aus Opal gebildet; der dazwischen liegende Raum ist leer. *f* grössere Mengen von Magneteisen. ($\frac{45}{1}$)

Fig. 34. Aehnlicher Schliff; vom Querschnitt zweigt sich nach unten eine Seitenwurzel ab. In dieser erhält man die Längsansicht der Endodermiszellen (*c'*) und Tracheiden (*d'*). *w* ist ein schiefdurchschnittenes junges Rhizocupressinoxylon, welches in das jetzt nicht mehr erhaltene Grundgewebe gedrungen ist; bei *w'* sind Theile ähnlicher Wurzeln in der seitlichen Ansicht. Alle Hohlräume zwischen den Geweben sind durch Opal ausgefüllt worden. ($\frac{45}{1}$)

Fig. 35. Diese kleine Zeichnung stellt den untern Theil der vorigen, d. h. einen Längsschliff der Seitenwurzel stärker vergrössert dar. *c'* sind bituminöse Zusammenhäufungen, welche den Wänden der Endodermiszellen entsprechen; *l* die ringförmig und spiralig ausgebildeten Tracheiden. Den Zusammenhang haben Opalmassen gestört (*o*), die dazwischen eingedrungen sind. ($\frac{190}{1}$)

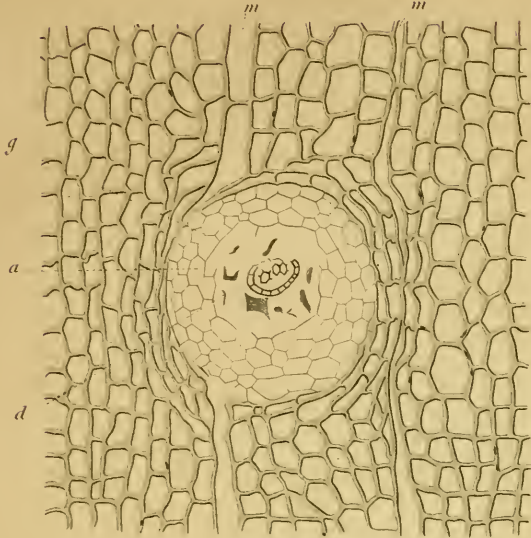


Fig. 29.

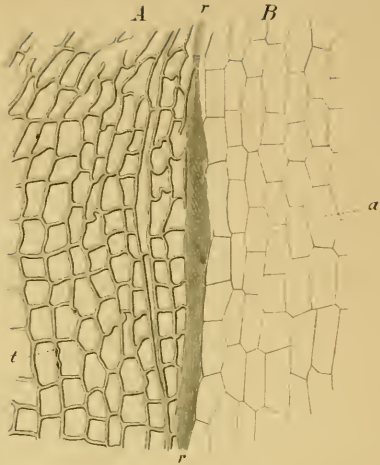


Fig. 32.



Fig. 30.



Fig. 31.

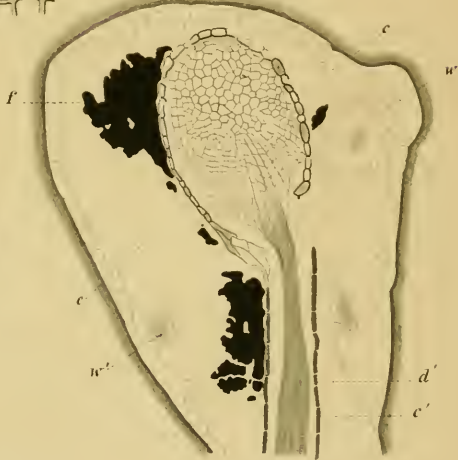


Fig. 34.

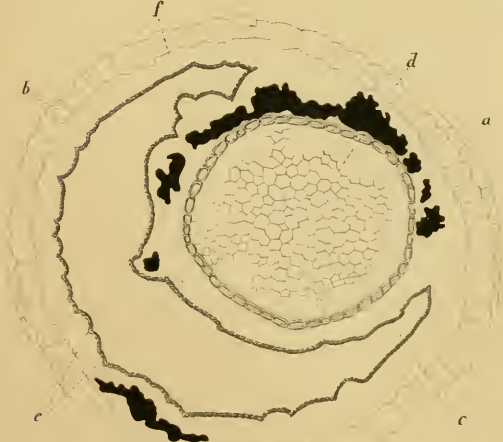


Fig. 33.

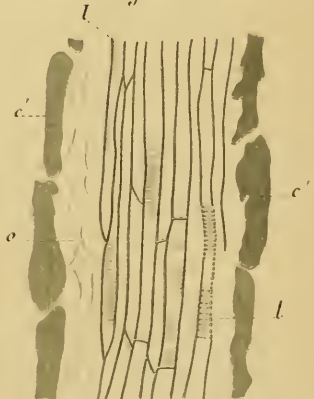


Fig. 35.