



Forschungsstelle Rekultivierung

**Handbuch
zur Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlenrevier
Teil I**

Geologie, Geographie, Bodenkunde, forst- und landwirtschaftliche
Rekultivierung, Bergbau- und Rekultivierungsgeschichte,
Archäologie und Paläontologie

Eßer, Gregor
Dworschak, Ulf
Schumacher, Achim
Stollberg, Maren
Weglau, Jochen

2017

Forschungsstelle Rekultivierung
Schloss Paffendorf
Burggasse
50126 Bergheim
www.forschungsstellerekultivierung.de



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
2 Geologie der Niederrheinischen Bucht und Entstehung der Braunkohle	4
2.1 <i>Das Tertiär</i>	7
2.1.1 Entstehung der Unterflözgruppe	7
2.1.2 Entstehung der Hauptflözgruppe	7
2.1.3 Die Entstehung der Oberflözgruppe	9
2.2 <i>Das Quartär</i>	9
3. Naturräumliche Gliederung	10
3.1 <i>Niederrheinische Bucht</i>	10
3.1.1 Die Börden	10
3.1.2 Die Waldlandschaften der Ville und der Bürge	11
3.1.3 Die Auen	11
3.1.3.1 Erftaue	12
3.1.3.2 Rurniederung bei Düren und Jülich-Linnich	12
3.1.3.3 Das Untere Indetal	13
4 Klima	14
5 Böden	15
6 Vegetation und Landnutzung	16
6.1 <i>Vegetation</i>	16
6.2 <i>Landwirtschaft</i>	18
3.3 <i>Forstwirtschaft</i>	18
7 Historischer Abriss zum Braunkohleabbau	20
7.1 <i>Entdeckung der Braunkohle (Frühe Neuzeit)</i>	20
7.2 <i>Vorindustrielle Anfänge (18. Jahrhundert)</i>	21
7.3 <i>Beginn der Industrialisierung (19. Jahrhundert)</i>	22
7.4 <i>Moderne Braunkohleindustrie (Mitte 20. Jahrhundert)</i>	24
8 Rekultivierung	24
8.1 <i>Gesetzgebung</i>	24
8.2 <i>Forstliche Rekultivierung</i>	25
8.2.1 <i>Frühzeit und Phase des „Forstlichen Experimentierens“</i>	25
8.2.2 <i>„Pappelphase“</i>	27
8.2.3 <i>„Forstkiesphase“</i>	27
8.3 <i>Landwirtschaftliche Rekultivierung</i>	29



7.3.1 Landwirtschaftliche Anbaumethoden in der Rekultivierung	31
8.4 Rekultivierungsböden	32
8.4.1 Neulandböden aus Löss	32
8.4.2 Forstkies-Böden	34
8.4.3 Weiter Rekultivierungssubstrate	35
8.5 Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung	35
8.6 Rekultivierung versus natürliche Sukzession	36
8.7 Stellenwert der Rekultivierung für RWE Power	38
9 Archäologie und Paläontologie	38
9.1 Archäologie im Braunkohlerevier	39
9.3 Fossilien in der Braunkohle	40



1 Einleitung

In der Niederrheinischen Bucht, zwischen den Städten Köln, Aachen und Mönchengladbach, liegt mit etwa 55 Milliarden Tonnen das größte zusammenhängende Braunkohlevorkommen Mitteleuropas. Man schätzt, dass davon bis zu 35 Milliarden Tonnen wirtschaftlich gewonnen werden können. Seit dem 18. Jahrhundert wird hier Kohle gefördert, früher von vielen kleinen Tagebaubetrieben, heute von der RWE Power AG, die 1959 als Rheinbraun AG aus der Fusion der Vorgängergesellschaften hervorgegangen ist. Durch die Bündelung des Abbaus auf immer größere Tagebaue sind aus den ehemals vielen kleinen Gruben die drei großen Tagebaue Garzweiler, Hambach und Inden hervorgegangen. Diese haben zusammen eine Förderkapazität von rund 100 Millionen Tonnen pro Jahr. Die genehmigten Laufzeiten dieser drei Abbaue reichen etwa bis zum Jahr 2040.

Die rheinische Braunkohle wird heute zu gut 86 % in Strom umgewandelt. Die vier großen Braunkohlenkraftwerke der RWE Power AG liefern über die Hälfte des Stromes der öffentlichen Versorgung im Bundesland Nordrhein-Westfalen und rund ein Achtel bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland (SCHIFFER 1998). Die restliche Braunkohle wird überwiegend getrocknet und gemahlen an Industriekraftwerke und die Zementindustrie geliefert oder zu Briketts verarbeitet. Die Brikettherstellung - ehemals wichtigster Brennstoff - ist im Rheinland seit Mitte der 1960er Jahre von damals 14 Millionen Jahrestonnen auf rund 1 Million Tonnen im Jahr 2000 gesunken. Seither hat sich der Brikettverbrauch auf diesem Niveau stabilisiert.

Die Braunkohle kann wegen der lockeren Deckschichten aus Kies, Sand und Ton nur im Tagebau gewonnen werden. Deshalb müssen Wälder und Wiesen, Bäche und Seen sowie Äcker und Siedlungen dem Bergbau weichen. Ein Blick in den Tagebau macht die Ausmaße dieses Eingriffs in die Landschaft deutlich. Doch diese sind vorübergehend: Sobald die ersten Partien eines Kohleflözes abgebaut sind, beginnt dort die Wiederherstellung der Landschaft. Was die Bagger auf der Gewinnungsseite an Abraum abtragen, sichten Absetzer auf der Verkippsseite auf und bereiten damit der Rekultivierung den Boden. So sind seit Beginn des Abbaus rund 21.530 ha (Stand: 2010) neue Landschaften entstanden.

Weniger Gleichförmigkeit, mehr Vielfältigkeit; weniger Wirtschaft, mehr Landschaft; weniger Technik, mehr Natur - so könnte man etwas überspitzt die wesentliche Entwicklung der Rekultivierung in den letzten zwanzig Jahren zusammenfassen. Ohne damit die großen Leistungen aus früherer Zeit schmälern zu wollen, kann man doch feststellen, dass gerade in den letzten zwei Jahrzehnten die Rekultivierung enorm weiterentwickelt wurde. Dafür war eine Erkenntnis besonders wichtig: Nur durch die Natur selbst, durch ihre Kraft zur Selbstheilung ist eine erfolgreiche Rekultivierung möglich. Ziel ist die Wiederherstellung einer Landschaft, die ihre vielfältigen Funktionen genauso erfüllt wie die ursprünglichen Landschaften und Ökosysteme (LÖGTERS & DWORSCHAK 2004). Grundlage für diese Erkenntnis und ihre Umsetzung ist eine jahrzehntelange umfangreiche Forschungstätigkeit in allen Bereichen der Ökologie.

2 Geologie der Niederrheinischen Bucht und Entstehung der Braunkohle

Das Rheinische Braunkohlenrevier liegt linksrheinisch im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. Diese ist ein tektonisches Einbruchsfeld das im wesentlichen in der Tertiärzeit entstanden ist. Diese Tertiär-Senke bildet ein nach Südosten zulaufendes Becken, das tief in das rheinische Schiefergebirge hineingreift. Sie liegt im Verlauf einer

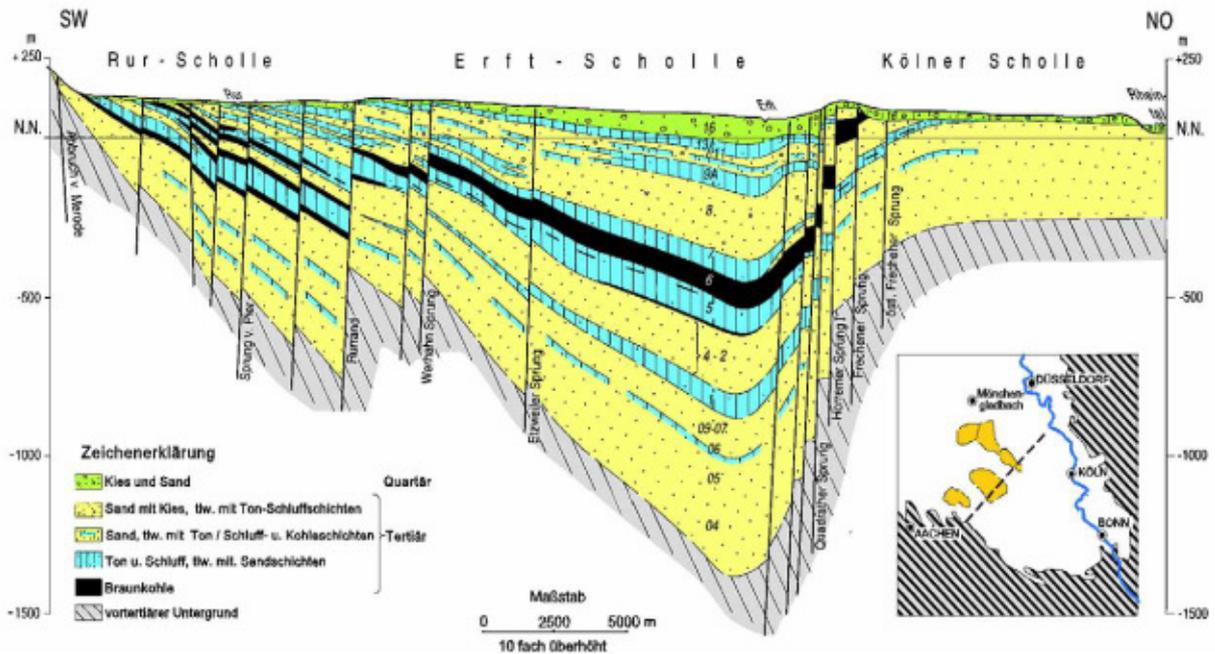


Abbildung 1: Geologischer Schnitt

großen tektonischen Bruchzone, die Europa von der Nordsee über den Rhein-Rhônegraben bis zum Mittelmeer durchzieht. Hier kommt es infolge von Dehnungen der Erdkruste zu einem Einbrechen der Oberfläche, während an den Rändern der Bruchzone die Gebirge angehoben werden. Noch während des Mesozoikums (Erdmittelalter, vor etwa 23-65 Mio.) war an Stelle der heutigen Niederrheinische Bucht ein aus 400 Mio. Jahre alten paläozoischen Sedimenten bestehender zusammenhängender geologischer Komplex aus Schiefen, Sandsteinen, Grauwacken, Quarziten und dolomitischen Massenkalken.

Im Verlauf von Millionen von Jahren unterlagen diese Gesteine einer intensiven Verwitterung und Abtragung, so dass im Alttertiär das Rheinische Schiefergebirge einen flachen Schild zur Nordsee bildete. Die geologischen Prozesse die letztlich zur Absenkung der Niederrheinischen Bucht führten, reichen bis in das Perm, dem jüngsten Abschnitt des Paläozoikums (Erdaltertum) zurück. Der Haupteinbruch erfolgte im Zusammenhang mit der Auffaltung der Alpen zu Beginn des Känozoikums (Erdneuzeitalter) im Tertiär. Seither bildet die Niederrheinische Bucht ein Sedimentationsbecken, das sich nach Nordwesten zum Meer öffnet und im Süden vom Rheinischen Schiefergebirge umfasst wird (HENNINGSEN & KATZUNG 1992). Durch das kontinuierliche Absinken haben sich über dem abgesunkenen Grundgebirge marine und terrestrische Sedimentschichten von bis zu 1.200 m Mächtigkeit abgelagert.

Während des Tertiärs herrschten in verschiedenen Phasen Bedingungen vor, die das Entstehen von z.T. mächtigen Torfmooren begünstigte, aus denen später die heutigen Braunkohlenflöze entstanden. Während des Oligozäns, dem mittleren Abschnitt des Tertiärs, war die Niederrheinische Bucht von einem Flussdelta geprägt, das immer wieder von sandigen Sedimenten der eindringenden Nordsee überlagert wurde. In dieser Zeit entstanden lokal begrenzte Torfmoore, die heute die so genannte Unterflözgruppe, bzw. die Kölner Schichten repräsentieren. Im darauffolgenden Miözän war die niederrheinische Bucht über viele Millionen Jahre ein ausgedehnter Küstensumpf, der von träge dahinfließenden



Beginn vor Mio Jahre	Zeitalter	System	Serie
1,5-2	Känozoikum	Quartär	Holozän
65		Tertiär	Pleistozän
136	Mesozoikum	Kreide	Pliozän
195		Jura	Miozän
225		Trias	Oligozän
280	Paläozoikum	Perm	Eozän
345		Karbon	Paleozän
395		Devon	
440		Silur	
500		Ordovizium	
570		Kambrium	
2500	Kryptozoikum	Proterozoikum	
>4500		Archaikum	

Abbildung 2: Erdzeitalter

Flüssen durchzogen wurde. Hier entstanden die mächtigen Torfschichten der so genannten Hauptflözgruppe, bzw. die Ville Schichten.

Gegen Ende des Miozäns überfluteten diese Flüsse dann das Moor mit mächtigen Sedimentschichten, die das Hauptmoorwachstum beendeten. Lediglich im Südwesten der Niederrheinischen Bucht konnten sich erneut Moore und Torflagen bilden, die heute als Oberflözgruppe oder als Indener Schichten bezeichnet werden. Die unterschiedlichen zeitlichen und örtlichen Bildungsbedingungen der Rheinischen Braunkohle spiegeln sich nicht nur in unterschiedlichen Lagerungsbedingungen sondern auch in unterschiedlichen Kohlequalitäten wider.

Gegen Ende des Tertiärs kühlte sich das Klima ab. Während der folgenden Eiszeiten im Quartär wurden dann von den Urströmen der Maas und des Rheins riesige Mengen von Schotter, Kies und Sand, die so genannten Terrassenschotter, in der Niederrheinischen Bucht abgelagert. Darüber legte sich später eine Schicht aus Löss und Flugsand.

Unter dem Druck der Deckgebirge vollzog sich der Inkohlungsprozess, der zur Bildung der heutigen Braunkohlenflöze führte. Diese erreichen im Raum Bergheim eine Mächtigkeit von nahezu hundert Metern (KLEINEBECKEL 1986).



Die Braunkohle ist ein Mittelglied zwischen Torf und Steinkohle. Je mehr und je länger der Druck auf den Torfschichten lastet, desto stärker wird die Kohle komprimiert. Die andernorts viel tiefer gelegenen und rund zehnmals älteren Torfe aus der Karbon-Zeit entwickelten sich so bis zur Steinkohle.

2.1 Das Tertiär

2.1.1 Entstehung der Unterflözgruppe

Vor etwa 30 Mio. Jahren, im Übergang vom frühen zum späten Oligozän verstärkten sich die tektonischen Aktivitäten und die Niederrheinische Bucht wurde in einen von Norden nach Süden fortschreitenden Eintiefungsprozess einbezogen. In Verbindung mit auftretenden Meeresspiegelschwankungen führte dies dazu, dass die Nordsee im Verlaufe des späten Oligozäns mehrfach in die Niederrheinische Bucht eindrang. Diese Meeresvorstöße (Transgressionen) reichten, entsprechend der Senkungsgeschwindigkeiten und Meeresspiegelschwankungen, unterschiedlich tief in die Niederrheinische Bucht hinein. Mit jedem Vorstoß wurden Sande als Lockersedimente in die Bucht transportiert und abgelagert. Diese marinen Sande sind vor allem im Norden und Nordwesten aber auch in der Mitte der Bucht zu finden; nur einmal, gegen Ende des Oligozäns (vor ca. 25 Mio. Jahren), drang die Nordsee tief in den Süden bis zur östlichen Eifel vor und überflutete dabei auch den heutigen Köln-Bonner Raum (JEDICKE & JEDICKE 1992).

Im Südosten der Niederrheinischen Bucht wurden im Verlaufe des oberen Oligozäns Sedimente (Tone und Schluffe) aus dem sich langsam hebenden Rheinischen Schiefergebirge in Form eines Flussdeltas abgelagert. Zwischen den Armen dieses Deltas bildeten zahlreiche Sümpfe Torfablagerungen (Torfflöze), aus denen sich später lokal begrenzte Braunkohlenlagen entwickelten.

Mit dem jeweiligen Rückzug des Meeres (Regression) konnte sich das Flussdelta nach Nordwesten bis an die heutige Rur ausdehnen, ehe das erneut eindringende Meer die Flusssedimente mit Sand bedeckte. Dieser Vorgang wiederholte sich mehrfach, so dass im Zentrum der Niederrheinischen Bucht eine charakteristische Aufeinanderfolge von marinen Sanden und festländischen Tonen und Schluffen mit Braunkohlenlagen entstand, die als Unterflözgruppe oder Kölner Schichten bezeichnet werden. Die Braunkohlenlagen (Flöze) können eine Mächtigkeit von 10 m und mehr erreichen. Da sie jedoch meist eng umgrenzt sind, ist ihr Abbau zurzeit nicht wirtschaftlich.

2.1.2 Entstehung der Hauptflözgruppe

Im beginnenden Miozän ließ die Stärke der tektonischen Aktivitäten nach. Das dadurch verlangsamte Absinken der Niederrheinischen Bucht, ein sinkender Meeresspiegel und subtropische Klimaverhältnisse führten zur Entstehung eines ausgedehnten Küstensumpfs. Die Landschaft war flach und lag nur knapp über dem Meeresspiegel. Weit verzweigte Flüsse, Seen und Sümpfe sowie Lagunen und Altarme durchzogen die Ebene. Es entstanden Sumpfwälder in denen Tupelobäume (verwandte unserer Hartriegel-Sträucher), Sumpfyzpressen und Sichel-tannen die dominierenden Baumarten darstellten. Ausgedehnte Schilf-, Gras-, und Buschmoore prägten die Landschaft. Die abgestorbene Pflanzenmasse wurde von Wasser bedeckt und gelangte so unter Luftabschluss: unter diesen Bedingungen konnten die Mikroorganismen die Biomasse nicht vollständig zersetzen sondern es entstand Torf. Auf dieser Torfschicht wuchsen erneut Pflanzen und unter gleichmäßigem Absinken des geologischen Untergrundes über viele Millionen Jahre entstanden mächtige Torfschichten. Diese erreichten in der Mitte der Bucht Stärken von

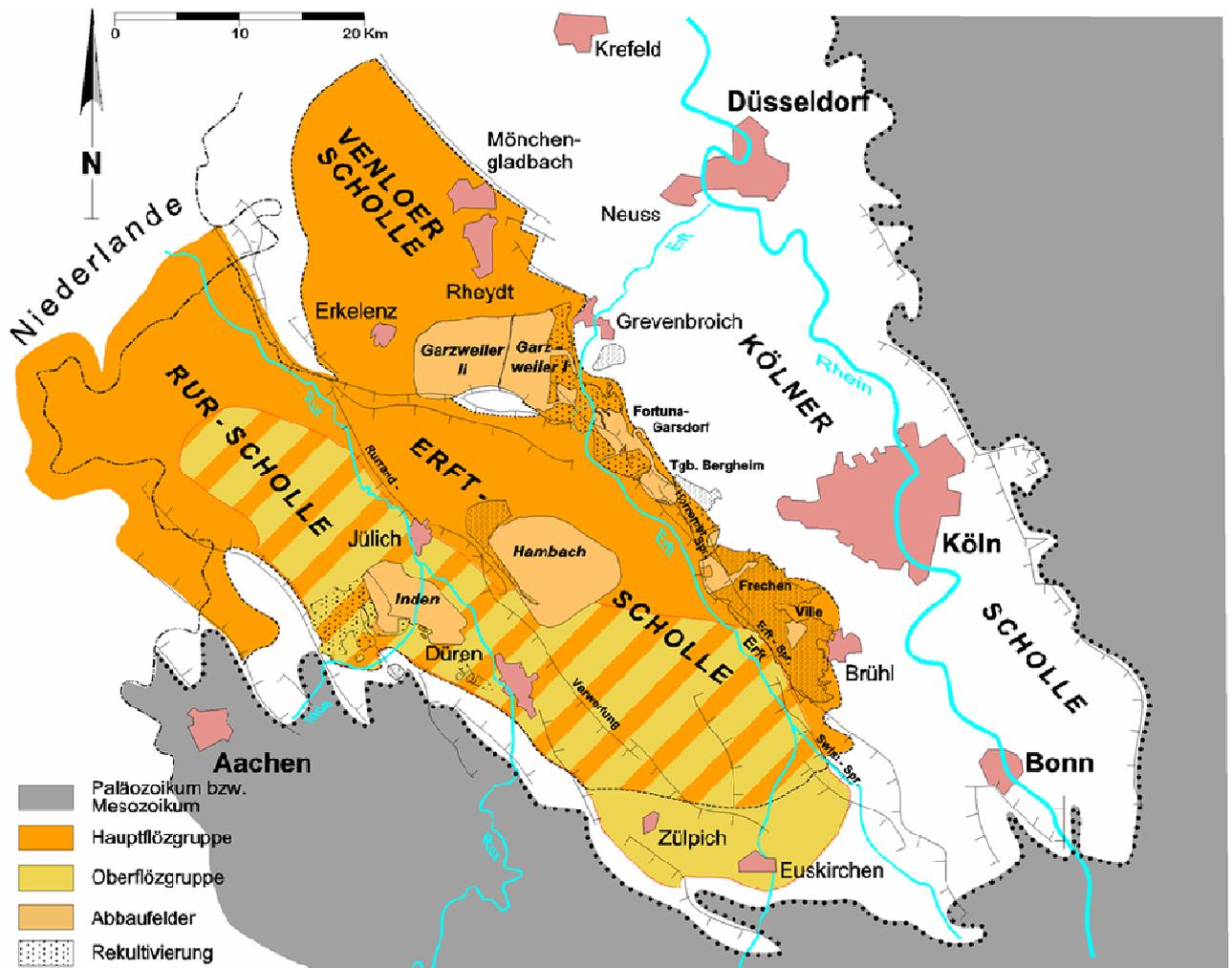


Abbildung 3: Bruchschollen

mindestens 270 Metern. Nach dem Absinken dieser Torfschichten in den darauffolgenden Epochen und der Überlagerung mit mächtigen Sedimentschichten entstanden aus diesen Torfen im Zuge der Inkohlung die bis zu 100 m mächtigen Braunkohlenflöze der Hauptflözgruppe.

Beginn, Dauer und Mächtigkeit des Torfwachstums waren lokal sehr unterschiedlich. Während sich in der Mitte der Bucht durchgehend Torf ansammeln konnte, wurde die Torfbildung im Nordwesten – im Gebiet des Tagebaus Garzweiler – immer wieder durch Meeresvorstöße (Transgressionen) und damit einhergehenden Sandablagerungen unterbrochen. Das Hauptflöz spaltet sich hier in die Teilflöze Morken, Frimmersdorf und Garzweiler auf, die durch Zwischenmittel aus marinen Sanden getrennt sind. Im Westen und Süden sind fluviatile Sedimente als Zwischenmittel zu beobachten. Ursache hierfür ist die Verlagerung des Hauptstromes vom Zentrum an den Südwestrand der Niederrheinischen Bucht. Das Hauptflöz und seine 3 Teilflöze werden als Ville Schichten oder Hauptflözgruppe bezeichnet. Sie stellen heute das wirtschaftlich wichtigste Braunkohlevorkommen im Rheinland dar.



2.1.3 Die Entstehung der Oberflözgruppe

Etwa Mitte des späten Miozäns (vor 10-8 Mio. Jahren) endete das Torfwachstum. Ursächlich waren eine deutliche Steigerung der Transportkraft des Hauptstromes und die Verlagerung des Flusslaufs vom Westen in die Mitte der Niederrheinischen Bucht. In der Folge wurden die mächtigen Torfschichten von Kiesen, Sanden und Tonen überdeckt und zusammengedrückt. Dort, wo die Torfschicht am dicksten war, sank die Oberfläche am stärksten ein, was wiederum zu einer verstärkten Sedimentation führte. Lediglich die südwestlich gelegenen Teilbereiche der Rurscholle blieben von fluviatilen Sedimenten weitgehend unberührt, so dass sich hier neue Torfmoore bilden könnten. Hier, im Raum zwischen Eschweiler und Jülich, entstand daraus das ungeteilte bis zu 40 m mächtige Oberflöz, das sich randlich in die durch terrestrische Sedimente geteilten Teilflöze Friesberg, Kirchberg und Schophoven aufspaltet. Gemeinsam bilden sie heute die Oberflözgruppe bzw. die Indener Schichten.

2.2 Das Quartär

Das Ende der Tertiärzeit und der Beginn des Quartärs mit dem Pleistozän (vor etwa 2 Mio. Jahren) führte vom subtropischen zum gemäßigten Klima und schließlich zu den von Vereisungen geprägten Kaltzeiten. Während der ältesten Kaltzeiten überlagerten Terrassenschotter, mächtige Schmelzwasser- und Moränenablagerungen des Ur-Rheins und der Ur-Maas die tertiären Torf und Sedimentschichten. Über diese quartären Terrassenschotter legte sich eine Schicht aus Löss und Flugsanden mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis zu zwanzig Metern. Im Wesentlichen sind es Lössse aus der letzten und vorletzten Vereisung, der Weichsel- (115 - 12 Tsd. Jahre) und der Saale-Kaltzeit (300 bis 130 Tsd. Jahre), die aus den Schotterfluren der eiszeitlichen Flüsse und der Moränengebiete ausgeweht wurden. Das Vorkommen älterer Lössse ist nicht sicher belegt (VON DER HOCHT 1990, VON DER HOCHT & WINTER 1998).

Im Zuge der Senkungsbewegungen zerbrach die Sedimentationsebene der Niederrheinischen Bucht in mehrere Schollen, die gegeneinander schräg gestellt und unterschiedlich tief abgesunken sind. In Längsrichtung der Bucht sind der Rur-Rand und der Erftsprung die Hauptbruchlinien in der südlichen Niederrheinischen Bucht. Zwischen ihnen liegt die Erftscholle, in der die Braunkohle bis zu 600 m tief abgesunken ist. Der Höherücken der Ville bildet ein schmales Band, das sich als geologischer Horst zwischen der Kölner- und der Erft-Scholle 80 bis 100 m über die Umgebung heraus hebt. Dadurch wurden die Sedimentschichten über der Braunkohle weitgehend abgetragen und nur eine relativ dünne Schicht von Terrassenschottern und Löss überlagert die Kohle. Diese leicht zugänglichen, oberflächennahen Kohleschichten zwischen Brühl und Frechen sind daher die Keimzelle der Braunkohlengewinnung (KLEINEBECKEL 1986).

Der Villehorst trennt die Kölner Bucht im engeren Sinne von den westlich angrenzenden Börden. In letzteren sind die mächtigen Schotter der Rhein-Maas-Hauptterrasse von maximal 20m dicken Lössschichten überweht worden, wobei Löss bzw. Lösslehm auch in anderen Teilen der Flussterrassentreppe innerhalb der Bucht, besonders am Villehang und auf den linksrheinischen Mittelterrassen, anzutreffen sind. Aus den teilweise mächtigen Lössschichten haben sich in der Bördelandschaft überwiegend gut basenversorgte Parabraunerden entwickelt (MAAS & MÜCKENHAUSEN 1971).

In den obersten Schichten der Hauptterrasse sind im Zuge von Bodenbildungen im älteren Pleistozän mit Eisen- und Manganoxiden verbackene Horizonte entstanden. Dort, wo nur geringe Lössüberdeckungen auftreten, haben sich an dieser Schicht – verstärkt durch Tonverlagerung im Zusammenhang mit der Bodenentwicklung aus Löss – wasserstauen-



de Verdichtungshorizonte herausgebildet. Dies führte zur Ausprägung von nur schwach basenhaltigen Pseudogleyböden aus entkalktem Lösslehm (HEIDE & WICHTMANN 1960, PFLUG 1975).

3. Naturräumliche Gliederung

3.1 Niederrheinische Bucht

Die Niederrheinische Bucht ist der süd-westlichste Teil des Norddeutschen Tieflands, das nach Süden hin von den Zentraleuropäischen Mittelgebirgen abgegrenzt wird. Sie ist eine weitgehend ebene Beckenlandschaft die trichterförmig in das Rheinische Schiefergebirge greift. Der Nordabfall der Eifel und des Vennvorlandes im Westen sowie die Ränder des Bergischen Landes, des Westerwaldes und des Siebengebirges im Osten bilden markante Grenzen. Die Niederrheinische Bucht fällt von rund 200 m NN am Gebirgsrand auf rund 90 m NN im Nordwesten bei Erkelenz und auf unter 40 m NN in der Gegend von Düsseldorf im Nordosten ab. Sie ist geprägt von den mächtigen Schottern der Flussterrassen, die großflächig mit Löss überdeckt sind. Etwa auf der Höhe zwischen Geilenkirchen im Westen und Neuss im Osten streicht die Lössüberdeckung aus. Diese Linie markiert den Übergang in das überwiegend von Sand- und Lehmböden geprägte Niederrheinische Tiefland (PAFFEN et. al. 1963).

Der Höhenrücken der Ville unterteilt die Niederrheinische Bucht in Längsrichtung auf etwa 50 km vom Südosten bei Bonn bis nach Grevenbroich im Nordwesten. Östlich der Ville liegt die Köln-Bonner Rheinebene mit den Nieder- und Mittelterrassen des Rheins. Westlich erstrecken sich die Hauptterrassenlandschaften mit den großen Lössplatten der Jülicher und Zülpicher Börde (GLÄSSER 1978). Abgesehen von den Stufen an den Schollenrändern sind diese Lössplatten nahezu vollkommen eben. Nur am Nordrand treten stärker reliefierte, von Trockenmulden durchzogene Bereiche auf.

Das Rheinische Braunkohlenrevier erstreckt sich auf die naturräumlichen Haupteinheiten der Ville und Jülicher Börde und in geringem Umfang auch auf die Zülpicher Börde.

3.1.1 Die Börden

Im Süden begrenzen der weit geschwungene Gebirgsrand der Eifel, des Hohen Venns und das Aachener Hügelland die Bördelandschaft; im Osten trennen die Hügel des Villenrücken die Jülicher und Zülpicher Börde von der Köln-Bonner Rheinebene und im Westen grenzt die Jülicher Börde an den Selfkant. Die Börden werden geprägt von den nährstoffreichen und gut basenversorgten Parabraunerden (TRAUTMANN 1973) die sich aus dem angewehten Löss im Zuge der Bodenbildung entwickelt haben. Diese leistungsfähigen Böden sind in Verbindung mit dem günstigen Klima Grundlage des hochehrtragreichen Ackerbaus, der die Landschaft prägt. Die größten Lössmächtigkeiten findet man in der nördlichen Jülicher Börde mit bis zu 20 m Mächtigkeit. Solche Werte werden innerhalb der Jülicher Börde auf der Aldenovener Lössplatte und in der Zülpicher Börde nirgendwo erreicht, hier liegt die Lössmächtigkeit meist nur bei 2 m. Die großen Lössplatten sind typischerweise eben bis flachwellig, lediglich in der nordöstlichen Jülicher Börde im Bereich der Jackerather Lössschwelle und der Bedburdycker Lössplatte sind wellige bis flachhügelige von bis zu 10 m Tiefen Trockentälchen durchzogene vielfältiger Landschaften.

Der Begriff Börde bezeichnet in Norddeutschland fruchtbare Niederungen. Die Herleitung des Begriffs ist offensichtlich nicht eindeutig geklärt, aber ein Zusammenhang mit dem Wort „Bürde“ bzw. dem aus dem englischen bekannten Begriff „to bear“ = „(Frucht-) tra-



gen“ ist anzunehmen: möglicherweise einerseits mit einem Bezug zu einem Gebiet mit gemeinsamer Steuer oder andererseits als Ausdruck für die Fruchtbarkeit bzw. „Ertragsfähigkeit“ der Landschaft.

Die Lössgebiete der Börden waren schon in prähistorischer und frühgeschichtlicher Zeit Siedlungsschwerpunkt der ersten Ackerbauern und in römischer Zeit waren sie bereits intensiv besiedelt, vor allem in der Zülpicher Börde. Viele der auf –ich endenden Ortsnamen sind Ableitungen der ursprünglichen auf –iacum endenden lateinischen Namen: z.B. Juliacum = Jülich, Tolbiacum = Zülpich. Im Kirchturm von Sinzenich, am Südwestrand der Zülpicher Börde, findet sich beispielsweise bis in zehn Meter Höhe, ein aufgehendes original Mauerwerk aus römischer Zeit. Spätestens seit der fränkischen Landnahme im 6ten und 7ten Jahrhundert waren die Börden dann flächig besiedelt – die Ortsnamen mit –heim gehen überwiegend auf diese Zeit zurück.

Auf Grund der guten bis sehr guten Qualität ihrer Böden galt die Jülich-Zülpicher Börde im Mittelalter als Kornkammer des Heiligen Römischen Reiches. Entsprechend dieser langen Nutzungsgeschichte sind die Jülicher und Zülpicher Börde heute mit Ausnahme der Bürgewälder waldfrei.

3.1.2 Die Waldlandschaften der Ville und der Bürge

Auf der Ville und in einer Plateaulage zwischen Jülicher und Zülpicher Börde – der so genannten Bürge – ist die Lössbedeckung mit wenigen Dezimetern bis maximal 1,5 Metern nur geringmächtig ausgebildet. Hier haben sich durch Wasserstau charakterisierte Pseudogley-Böden entwickelt, die gegenüber den Parabraunerden aus ackerbaulicher Sicht viel geringwertiger sind. Daher sind in der Bürge und der Ville die letzten Wälder der Niederrheinischen Bucht westlich des Rheins erhalten geblieben. Diese wurden größtenteils seit frühgeschichtlicher Zeit zur Brennholzgewinnung und zur Waldweide und Eichelmast genutzt. Die so entstandenen Mittewälder wurden teils bis in die erste Hälfte des 20ten Jahrhunderts traditionell bewirtschaftet. Vielfach zeugen als Bodenveränderungen noch erkennbare alte Grenzgräben, Wolfsgruben, Saustiefel und Wölbäcker von dieser Jahrhunderte alten Wirtschaft. Mittlerweile sind all diese Wälder in Hochwälder überführt und vielfach auch mit nichtheimischen Baumarten bestockt: z.B. Fichte, Kiefer und Roteiche.

Auf dem Villerücken mit seinen oberflächennah anstehenden Braunkohlenflözen nahm der Braunkohlentagebau im Frechener Raum seinen Ausgang. Heute sind weite Teile zwischen Brühl und Neurath durch die Tagebaue überformt: Im Südevier bei Brühl durch die vielen Restseen der ehemals kleinen Tagebaugruben und weiter nach Norden durch die Außenhalden der ersten Tief- und Großtagebaue.

3.1.3 Die Auen

Die Bördelandschaft wird in Längsrichtung der Bucht von den Flüssen Rur und Erft durchflossen. In ihren flachen Auemulden haben sich über den Terrassenschottern verschiedene Aueböden aus angeschwemmten Lehmen, Sanden und Tonen gebildet. Neben Resten von Auwäldern war hier ursprünglich Grünlandwirtschaft vorherrschend. Innerhalb der Lösslandschaft – nach ihrem Austritt aus dem Mittelgebirge und seinen Randzonen – sind Rur und Erft als kiesgeprägte Tieflandflüsse charakterisiert.



3.1.3.1 Erftaue

Die Erft ist ein linker Nebenfluss des Rheins und entspringt in der Nordeifel bei Nettersheim - Holzmühlheim. Bei Neuss mündet sie schließlich nach etwa 37 Kilometern in den Rhein. Der ehemalige Überflutungsbereich des Tieflandflusses, wird vor allem auf den rechtsseitigen Hochufeln von einem fast geschlossenen Siedlungsband begleitet. Während des Mittelalters bis in die Neuzeit war die Erft ein ungezähmter Fluss und seine Hochwässer kosteten vielen Menschen das Leben. In seinen weiten Überflutungslandschaften lagen unzugängliche, Sümpfe und Auwälder und die Menschen wurden von Malaria geplagt: Bei der Eroberungen im Rheinland starben mehr Soldaten der napoleonischen Armee durch die Malaria als später beim Russlandfeldzug. Erst die Flussbegradigungen des 19. Jahrhunderts haben die Nutzung der Aue als Acker- und Weideland ermöglicht; dafür wurde 1859 die „Genossenschaft für die Melioration der Erft-Niederung“, der heutige Erftverband gegründet.

Im Zuge der fortschreitenden Braunkohlentagebauaktivitäten wurde die Erft von den 1940er bis in die Mitte der 1970er Jahre insgesamt fünf mal verlegt. Die neu entstandenen Flussabschnitte erstrecken sich auf eine Länge von insgesamt 26 km. Zum Schutz der nahe gelegenen Braunkohlentagebaue vor Hochwasser wurden diese Abschnitte nach dem damaligen Stand der Technik technisch ausgebaut so wie auch weite Teile der übrigen Erft für die Aufnahme von Sumpfungswässern aus den Tagebauen. Heute wird nach Planungen des Erftverbandes begonnen, den Fluss zu renaturieren, um ihm und seinen Randbereichen seine verloren gegangene Natürlichkeit zurückzugeben.

Neben Teilen der Erft musste auch ein Abschnitt der Mühlenerft, ein Nebenarm der Erft bei Bedburg, dem Braunkohlentagebau weichen. Die Wiederherstellung dieses Bereiches in den 1980er Jahren folgte erstmalig den Prinzipien eines naturnahen Gewässerausbaus – natürlich nach dem damaligen Erkenntnisstand.

3.1.3.2 Rurniederung bei Düren und Jülich-Linnich

Die Rur entspringt im Hohen Venn und tritt südlich von Düren aus dem Mittelgebirge in die Tiefebene ein. Die westliche und östliche Begrenzung der Dürener Rurniederung wird durch deutliche Terrassenkanten markiert, an denen sich die alten Dorf- und Einzelgehöftsiedlungen aufreihen. Zwischen diesen Terrassenkanten dehnt sich die Ruraue bei Merken ca. 2 km und weiter nach Norden bis zu 5 km Breite aus. In dieser Alluvialzone herrschen Auelehme mit mehr oder minder starken Sandkomponenten vor, die über den Schottern der Niederterrasse abgelagert worden sind. Die Mächtigkeit der Auelehme beträgt im Durchschnitt 1 m und mehr. Randlich, im Fußbereich der Terrassenkanten zu den Lössplatten findet man angeschwemmten Lösslehm, während im Strombereich des heute eingedeichten Flussbettes und in den ehemaligen Flussschlingen, sandige Böden anstehen. Die Rur war seit dem frühen Mittelalter die Lebensader der Region: entlang ihres Laufes wurde das Wasser in „Mühlenteiche“ abgeleitet, die über weite Strecken durch die Aue führten um Gefälle für den Antrieb von Wassermühlen zu gewinnen. Diese Mühlenteiche und die vielen Nebenbächen bilden in der Rurniederung ein dichtes Gewässernetz.

Das heute vorherrschende Grünland und zum Teil auch Ackerland würde ohne Eingriff des Menschen von Traubenkirschen-Erlen-Eschenwäldern (z.T. mit Bruchwaldcharakter) eingenommen. In der jüngeren Vergangenheit spielte neben der Grünlandnutzung auch Korbweidenkulturen eine nicht unbedeutende wirtschaftliche Rolle.

Im weiteren Verlauf der Rur ist die Aue eine 3 bis 5 km breite feuchte alluviale Niederung, die von der stark mäandrierenden Rur und zahlreichen kleinen Bächen durchflossen



Abbildung 4: Neue Inde

wird. Die naturräumlichen Gegebenheiten entsprechen weitgehend denen der Dürener Rurniederung, wobei die beiderseitigen Terrassenkanten (Anstiege zur Hauptterrasse) noch markanter hervortreten. Die eigentliche Niederung umfasst neben der breiten Fluss-*au*e noch angrenzende Niederterrassenleisten. Als natürlicherweise stark mäandrierender, heute aber weitgehend regulierter Fluss, hat die Rur eine Reihe von Altarmen und Altwässern geschaffen. Einige Bereiche südlich von Floßdorf und südlich von Barmen zeigen noch Reste der ehemaligen Schwarzerlen- und Eschenauewald-Gesellschaften.

Vor dem Bau der großen Eifelsperren kam es im Rurtal aufgrund der starken Wasserführung häufig zu weiten Überschwemmungen. Die älteren Siedlungen liegen daher vornehmlich auf der höheren Terrassenkante der westlichen Talseite.

3.1.3.3 Das Untere Indetal

Die Inde entspringt am Nordabhang des Hohen Venns bei Raeren und fließt nach Norden. Kurz vor Eschweiler erreicht sie die Tiefebene und biegt für ein kurzes Stück entlang des Gebirgsrandes nach Osten ab, bis sie sich hinter Eschweiler wieder nach Norden wendet und im Unteren Indetal der Rur zuströmt. Das Untere Indetal ist auffallend asymmetrisch: an seiner Westseite fällt die Aldenhovener Lössplatte bis zu 20 m tief zur Niederung ab. Südlich Lamersdorf erweitert sich die Talung durch die Einmündung des Wehebachs bis auf ca. 2 km Breite. Hier ist, umgeben von der Inde- und Wehebach-*au*e, ein großes Stück Niederterrasse erhalten.

Der Unterlauf der Inde, ab Lamersdorf, lag im Abbaugelände des Tagebaus Inden und musste daher verlegt werden. Auf rekultiviertem Gelände wurde auf 12 km Länge in einem weiten Bogen eine neue naturnahe Auenlandschaft gestaltet, in die die Inde im Ok-



tober 2005 umgeleitet wurde. Südlich von Kirchberg, kurz vor der Mündung in die Rur, trifft sie wieder auf ihr altes Flussbett.

Die Inde ist – im Gegensatz zur Rur – durch keinerlei Stauwerke reguliert. Daher drücken starke Regenfälle am Nordabfall der Eifel unmittelbar als Hochwasserwellen durch. Der „normale“ Pegelwert bei Eschweiler von im Sommer um 40 cm steigt dann steil innerhalb weniger Stunden auf Werte bis über 2 m an. Während in der „natürlichen“ Aue infolge der Begradigung und Eindeichungen diese Dynamik gebrochen wird, hat die Inde im rekultivierten Abschnitt wieder die Möglichkeit sich in einer bis zu 300 m breiten Aue natürlich-dynamisch zu entwickeln.

Tabelle 1: Typische Klimadaten der Niederrheinischen Bucht.

Klimadaten Niederrheinische Bucht	
mittlere Temperatur	
Jahr	9,4°C
Vegetationszeit Mai – September	15,3°C
Januar	1,6°C
Juli	17,0°C
Frosttage	
Tagestiefstwert unter 0°C	65
mittlere Niederschläge	
Jährlich	700 mm
Vegetationszeit	336 mm

4 Klima

Die Niederrheinische Bucht befindet sich im Bereich des Übergangsklimas der gemäßigten Zone. Es herrscht ein schwach binnenländisch abgewandeltes maritimes Klima vor (TRAUTMANN 1973). Die Winter sind mild und die Sommer mäßig warm. Das Klima beeinflusst maßgeblich die Ertragsfähigkeit der Böden. Der Kölner Raum ist durch kurze Frühjahrszeiten (rascher Übergang vom Winter zu sommerlicher Wärme) charakterisiert.

Im Bereich der Bördelandschaft liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen bei 9,5 °C. An 260 Tagen herrschen Tagesmitteltemperaturen von mindestens 5°C und die Wachstumsperiode ist mit rund 147 Tagen mit Tagesmitteln über 10°C vergleichsweise lang. Nur in der Niederterrassenlandschaft der Köln-Bonner Rheinebene ist es noch wärmer. Wärmster Monat mit Durchschnittstemperaturen knapp unter 18°C ist der Juli, kältester ist der Januar mit Durchschnittstemperaturen zwischen 1,5 und 2,0°C. Die Winter sind mild mit deutlich weniger als 70 Frosttagen pro Jahr (Tagesminima < 0°C), wobei allerdings bereits ab Mitte September bis in den Mai hinein Fröste auftreten können (HUMMELSHHEIM 1986).



Im Bereich der Zülpicher Börde, zwischen Zülpich und Euskirchen, erreichen die mittleren jährlichen Niederschläge im Windschatten der Eifel ihr Minimum bei unter 600 mm. Nach Norden hin lässt dieser Einfluss nach und die jährlichen Niederschläge steigen auf über 750 mm nördlich von Grevenbroich (HAEUPLER et al. 2003). Die durchschnittlichen monatlichen Niederschläge liegen im Juli mit Werten bis an die 80 mm am Höchsten. Die trockensten Monate sind Februar und März mit Monatsdurchschnitten um 40 mm.

In der geschützten Lage, eingesenkt in die umgebenden Mittelgebirge, herrscht eine relative Windschwäche mit mittleren Windstärken unter 3 Beauforts. Die vorherrschende Windrichtung ist West-Südwest mit einem kleineren Nebenmaximum aus Südost.

5 Böden

In der Niederrheinischen Bucht bildet eiszeitlicher Löss vielerorts die oberste Deckschicht. Damit stellt er gleichzeitig das Ausgangsmaterial der Bodenbildung dar. Unter den hiesigen klimatischen Bedingungen haben sich aus dem Löss überwiegend gut basenversorgte Parabraunerden entwickelt, diese zeichnen sich durch hohe Schluffgehalte um 80 % aus. Bei Bodendichten um $1,55 \text{ g/cm}^3$ sind die nutzbaren Feldkapazitäten dieser Böden mit über 20 Vol.% sehr hoch. Die pH-Werte liegen im entkalkten Oberboden im schwach sauren Bereich und steigen im unverwitterten Rohlöss bis über den neutralen Bereich an. Bei landwirtschaftlicher Nutzung schwanken die Gehalte an organischer Substanz im Oberboden zwischen 1,5 – 2,0 % (DUMBECK 1996).

Die Parabraunerden der Niederrheinischen Bucht zählen zu den ertragsreichsten Standorten der Bundesrepublik. Entsprechend hoch sind die durch die Bodenbewertung festgelegten Boden- und Ackerzahlen. Nicht selten erreichen diese Böden Bodenzahlen zwischen 75 und 85 und Ackerzahlen, die, bedingt durch das günstige Klima, in der Spitze den Wert 90 überschreiten. Zu den wesentlichen positiven Bodeneigenschaften zählen die hohe nutzbare Wasserspeicherkapazität, die gute Durchwurzelbarkeit, hohe Wasserinfiltrationsraten sowie die gute Durchlüftung der Böden. Neben dem Bewirtschaftungseinfluss sind dies die maßgeblichen ertragsbestimmenden Faktoren.

Im Gebiet der so genannten Bürge und auf der Ville haben sich aus geringmächtigen Lössschichten pseudovergleyte Parabraunerden, und Pseudogleye ausgebildet. Auf dem Villerücken erodierte der ohnehin nur geringmächtige Löss stellenweise ganz, so dass die Bodenbildung im Hauptterrassenmaterial des Rheins vonstatten ging. Auf diesem kiesig-sandigen Material haben sich Braunerden und Pseudogleye gebildet. All diese Böden sind durch bodengenetisch bedingte Dichtlagerungen im Unterboden gekennzeichnet. Diese Verdichtungen führen je nach Ausprägungsgrad zu mehr oder weniger lang anhaltender Vernässung und behindern zudem die Durchwurzelung des Unterbodens. Die schlechte Durchlüftung sowie die gehemmte Wasserleitfähigkeit und die damit verbundene schlechte Erwärmung des Bodens im zeitigen Frühjahr führen zu Einschränkungen hinsichtlich der Ertragsfähigkeit. Zudem ist die Wasserspeicherkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum deutlich niedriger als in den Parabraunerden. Auf diesen Pseudogleystandorten ist keine Landwirtschaft möglich. Daher sind hier die letzten z. T. naturnahen Tieflagenwälder der Niederrheinischen Bucht erhalten. Sie wurden über Jahrhunderte zur Brennholzgewinnung und als Waldweide genutzt. Die pseudovergleyten Parabraunerden in den Ackerflächen rund um diese Wälder werden je nach Hydromorphierung mit Bodenzahlen zwischen 55 und 65 bewertet.

In reliefiertem Gelände sind Parabraunerden häufig erodiert. Das abgetragene Bodenmaterial sammelt sich in Geländemulden oder –senken. Der so über Jahrhunderte aufgebaute Boden wird als Kolluvium bezeichnet. Er steht der Ertragsfähigkeit der Parabraunerde



nicht nach. An den Schultern kleiner Abhänge in der Lösslandschaft dort, wo der Erosionsgrad der Böden besonders hoch ist, hat der Bodenabtrag den carbonathaltigen Roh-Löss freigelegt. Diese Böden werden als Pararendzina bezeichnet. Aufgrund des in der Niederrheinischen Bucht nur schwach ausgeprägten Reliefs ist ihre Verbreitung aber äußerst selten.

Einen flächenmäßig höheren Anteil besitzen die in den Auen vorherrschenden Bodentypen. In dem vom Braunkohleabbau betroffenen Gebiet durchschneiden Erft, Rur und Inde die Lösslandschaft. Je nach Ursprungsgebiet und Sedimentfracht wurden in den Aueniederungen ganz unterschiedliche Materialien abgelagert. Allen gemeinsam ist jedoch, dass sie häufig sehr tonreich und damit für die Landwirtschaft schwerer bearbeitbar sind als Parabraunerden. In Abhängigkeit des Grundwassereinflusses sind so genannte Braune Aueböden und Gleye sowie deren Subtypen entstanden. Aufgrund des hoch anstehenden Grundwassers wurden solche Böden landwirtschaftlich als Grünland genutzt. Erst die mit dem Tagebau stattfindenden Sümpfungsmaßnahmen haben in der Erftaue seit den 1960er Jahren einen Grünlandumbruch ermöglicht und gestatten nunmehr eine – wenn auch nur eingeschränkte – ackerbauliche Nutzung, was seinerzeit durchaus als Erfolg wahrgenommen wurde.

6 Vegetation und Landnutzung

6.1 Vegetation

TRAUTMANN (1973) gibt in seiner Vegetationskarte im Maßstab 1:200 000 für das Blatt Köln im Bereich der Lössplatten der Jülicher und Zülpicher Börde den Maiglöckchen-Perlgras-Buchenwald als die großflächig dominierende potenzielle natürliche Vegetation (pnV) auf den gut bis mittel basenversorgten Parabraunerden an. Das sind reiche Buchenwälder, die heute als regionale Ausprägung zum Waldmeister Buchenwald (*Galio odorati*-Fagetum) gezählt werden, mit Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) als Trennart der Tieflagenwälder.

Als Kontaktgesellschaft hierzu tritt auf ärmeren Böden stellenweise auch in der Börde der Flattergras-Traubeneichen-Buchenwald auf. Am Rand der lössgeprägten Niederrheinischen Bucht im Bereich von Sandlössen, auf den rechtsrheinischen Heideterrassen und im weiter nördlich angrenzenden Niederrheinischen Tiefland dominiert diese ärmere Ausprägung der Buchenwälder.

Auf den pseudovergleyten Standorten der Bürge, der Ville und kleinflächig in der südlichen Jülicher Börde kartiert TRAUTMANN (1973) den Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwald der Niederrheinischen Bucht. Er bildet vielfach – beispielsweise in der südlichen Ville – ein Mosaik mit den feuchten Eichen-Buchenwäldern des Flachlandes, in denen regelmäßig Pfeifengras (*Molinia caerulea*) als Feuchtezeiger auftritt.

In der Ruraue werden Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Auenwälder (Pruno-Fraxinetum) als pnV dargestellt und in der Erftaue Hartholzauen der Eichen-Ulmen Wälder (Querco-Ulmetum). Kleinflächig kommen im ganzen Gebiet noch weitere Kartiereinheiten der pnV vor.

TRAUTMANN (1973) widmet sich auch der Frage nach der Abgrenzung der Eichen- und Buchenwälder. Zu Beginn des 20sten Jahrhunderts war man noch davon ausgegangen, dass im Tiefland natürlicherweise die Eiche die dominierende Baumart sei. Seither hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass bei den zurzeit herrschenden klimatischen Bedingungen doch die Buche auch im Flachland die dominierende Klimax-Baumart ist. Die Ei-



chen, insbesondere die Traubeneiche, gelangen nur auf den wärmsten Standorten zur Dominanz. Zumindest in der Niederrheinischen Bucht wären solche Eichenwaldbereiche – wenn überhaupt – höchstens in der Erfttrockenmulde in der Zülpicher Börde, eng begrenzt zu finden. Aber selbst hier sind Niederschläge und Luftfeuchte durch die maritime Klimatönung noch so ausgeglichen, dass TRAUTMANN (1973) davon ausgeht, dass Eichenwälder auf den mittleren Böden in der pnV keine Rolle spielen. Wo sie auftreten, sind sie durch die Jahrtausende alte Nutzungsgeschichte als Mittel- und Niederwälder gefördert.

Auf den staunassen Pseudogleyen tritt der Stieleichen-Hainbuchenwald edaphisch (aufgrund der Besonderheiten des Bodens) bedingt an die Stelle der Buchenwälder. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass sich die Stieleiche auch hier praktisch nicht verjüngen lässt. Ob das extreme Aufkommen von Brombeere und Adlerfarn, das die Eichenverjüngung unterdrückt, eine Folge der Stickstoffeinträge der Vergangenheit ist, sei dahin gestellt. Andererseits zeigen Versuche mit mittelwaldartiger Bewirtschaftung solcher alter Stieleichen-Hainbuchenwälder, dass sich die Eiche weder auf den reicheren noch auf den nährstoffarmen Standorten erfolgreich verjüngen konnte (DWORSCHAK 1995).

Insgesamt scheint die Eiche, die auch während der mittelalterlichen Wirtschaft schon bewusst gepflanzt wurde (HESMER 1958), durch die Nutzung des Menschen selbst im Bereich der Bürgewälder über ihre natürliche Konkurrenzkraft hinaus gefördert worden zu sein. Entsprechend geht WEDECK (1975) in seinen Aussagen zum Hambacher Forst davon aus, dass die dort potenziell natürlichen Buchenwaldgesellschaften, sowohl der reicheren als auch der ärmeren Standorte, durch die Mittelwaldwirtschaft in Eichen-Hainbuchenwälder (Stellario-Carpineten) umgewandelt wurden.

Tabelle 2: Einheiten der potenziellen natürlichen Vegetation in der Niederrheinischen Bucht.

	Traditioneller deutscher Name	Traditioneller lateinischer Name	Nomenklatur nach LANUV (2010)	Einordnung nach BfN (2010)	Typische Standorte
Buchenwälder	Maiglöckchen-Perlgras-Buchenwald	Melico-Fagetum	Galio odorati-Fagetum convallarietosum		gut bis mittel basenversorgte Parabraunerden
	Flattergras-Traubeneichen-Buchenwald	Milio-Fagetum	Maianthemofagetum	dem Luzulofagetum zugeordnet	sandigere, basenärmere Böden
	feuchter Eichen-Buchenwald	Fago-Quercetum molinietosum	Periclymenofagetum molinietosum	dem Luzulofagetum zugeordnet	bodensaure vernässte Standorte
Hainbuchenwälder	Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwald	Stellario-Carpinetum, Convallaria Rasse	Stellario holosteaecarpinetum betuli convallarietosum		Pseudogley

Praktisch alle Buchenwaldstandorte auf den besseren Böden in ebener Lage sind heute Ackerland. Diese Entwicklung reicht schon in die früheste Phase der neolithischen Besiedlung zurück. In eine Zeit, als die ersten Ackerbauern begannen die Eichen-Ulmenwälder des nacheiszeitlichen Atlantikums zu roden (ROZSNYAY 1994) und die Entwicklung der Vegetation zu beeinflussen. In einer Zeit also, als die Buche gerade erst



aus ihren eiszeitlichen Refugien im Mittelmeerraum die Besiedlung Mitteleuropas begann (POTT, 1995). Diese frühe Siedlungsgeschichte konnte im Jahr 2009 auch für den linksrheinischen Teil der Bördelandschaft belegt werden. Hier wurde, nördlich von Düren bei Arnoldsweiler am Südrand der großen Bürgewälder, im Zusammenhang mit dem Fortschreiten des Tagebaus Hambach eine 7.200 Jahre alte, jungsteinzeitliche Siedlung früher Ackerbauern entdeckt.

Die Rodungstätigkeit erreichte ihren Höhepunkt im frühen Mittelalter. Seither sind die als potenzielle Buchenwälder beschriebenen Standorte waldfrei und an ihre Stelle sind hochertragreiche Ackerlandschaften getreten; in den Auen auch Wiesen und Weiden. Die Wälder im Bereich der Bürge sind zuletzt im 19. Jahrhundert auf die heutigen Restflächen zurückgedrängt worden.

6.2 Landwirtschaft

In der Niederrheinischen Bucht herrschen äußerst günstige Boden- und Klimavoraussetzungen für eine Vielzahl landwirtschaftlicher Kulturen. Die gute Durchwurzelbarkeit sowie die hohe nutzbare Wasserspeicherfähigkeit der Parabraunerden lassen eine hohe Ertragserwartung zu. Nicht selten werden Winterweizenerträge von 90-100 dt/ha geerntet, und die Zuckerrübenenerträge reichen bis an 700 dt/ha.

Das landwirtschaftliche Jahr erreicht am Niederrhein die längste Dauer in Deutschland. Die relativ kühlen Sommertemperaturen bedingen allerdings, dass der zeitliche Vorsprung durch das sehr zeitige Frühjahr im Laufe des Sommers verloren geht und das Getreide hier länger bis zur Reife braucht, als in sommerheißeren kontinentaleren Gebieten. Doch dies ist kein wesentlicher Nachteil, da der lange Herbst noch hinreichend Zeit lässt - mehr als sonst wo in Deutschland -, nach der Getreideernte die Hackfrüchte einzubringen und die Wintersaat durchzuführen. Der Vorteil ist, dass der Anteil der sommerlichen Niederschläge relativ höher ist als der der winterlichen.

Hinsichtlich der Fruchtfolgegestaltung überwiegt in der Niederrheinischen Bucht der Anbau von Zuckerrüben, Winterweizen und Wintergerste. Vielerorts wird die Wintergerste durch den Winterroggen ersetzt. Einzelne Betriebe haben den Anbau von Kartoffeln in die Fruchtfolge aufgenommen, der in der Regel der Zuckerrübe folgt. Die wenigen Großvieh haltende landwirtschaftliche Betriebe sichern die Futtergrundlage u.a. über den Anbau von Silomais. In den letzten Jahren hat sich zudem "Energimais" als Feldfrucht etabliert, der in neu entstandenen Biogasanlagen zur Energieerzeugung genutzt wird. Neben den traditionellen landwirtschaftlichen Kulturen wird im hiesigen Raum auch lokal der Unterglasanbau (gärtnerische Kulturen) sowie der Feldgemüseanbau (Möhren, Kohl, Porree etc.) betrieben. Das Zentrum des Feldgemüseanbaus befindet sich im Bereich des Vorgebirges, im südlich gelegenen Bereich der Niederrheinischen Bucht sowie im Umfeld der großen Städte.

Die durchschnittliche Größe der landwirtschaftlichen Betriebe beträgt für den Rhein-Kreis Neuss 53 ha, den Kreis Düren 58 ha und den Rhein-Erft-Kreis 66 ha (Stand 2007, Landesdatenbank NRW 2010). Überwiegend wird im hiesigen Raum viehlos gewirtschaftet; die Betriebe zählen zu den Marktfruchtintensivbetrieben. Die agrarstrukturellen Veränderungen führten zu einem Rückgang der Haupterwerbsbetriebe und einer Zunahme der Betriebsgröße.

6.3 Forstwirtschaft

Das Rheinische Braunkohlenrevier liegt inmitten des forstlichen Wuchsgebietes Niederrheinische Bucht und umfasst im wesentlichen die Wuchsbereiche Velle und Jülich-



Zülpicher Börde, am Rande wird mit der Außenhalde Nierchen auch das Wuchsgebiet Eifel tangiert.

Auf der Ville entstanden durch die geringe Lössauflage und die Ausbildung von Stauhohizonten großflächig Pseudogleyböden, die wegen ihrer geringen Qualität der forstlichen Nutzung vorbehalten blieben. Auf diesen physiologisch flachgründigen Böden stocken Wälder aus Stieleichen, Hainbuchen, Winterlinden und Buchen. Diese sind bis heute z. T. als durchgewachsene Mittel- und Niederwälder erhalten geblieben, soweit sie nicht in Nadelholz umgewandelt wurden. Auf den wenigen tiefgründigen Lössböden haben sich kleinflächig auch Buchenaltholzbestände erhalten, die z.T. als Naturwaldzellen ausgewiesen wurden. Im Bereich der Tagebaue entlang der Ville wurden die Villewälder im Zuge der forstlichen Rekultivierung neu gestaltet. Das ehemalige Ville-Plateau wurde dabei in eine reliefbetonte Wald-Seen-Hügel-Landschaft umgewandelt, die im Süden nahtlos an das unverritzte (nicht vom Bergbau in Anspruch genommen) Waldgelände anschließt und heute wesentlicher Bestandteil des Naturparks Kottenforst-Ville ist.

Wie eine Insel liegen die Bürgewälder inmitten der weiten Ackerfluren zwischen der Jülicher und der Zülpicher Börde. Das heutige, durch zahlreiche Buchten und Rodungseinschnitte gekennzeichnete Waldgebiet umfasste – nach den letzten Rodungen Mitte des 19ten Jahrhunderts – zuletzt ca. 4.100 ha.

Morphographisch ist eine Plateaulage des Bürgewaldes zwischen 86 und 129 m NN kennzeichnend, wobei einzelne Trockenrinnen das Gebiet durchziehen. Die Hauptterrassenschotter werden nur von einer dünnen Lössdecke, deren Mächtigkeit von 0,1 bis 1 m schwankt und häufig auch ganz aussetzt, überzogen. Bodentypologisch haben sich Parabraunerden und bei Staunässebildungen Pseudogleyböden entwickelt. Letztere sind mit einem Anteil von über 60 % die vorherrschenden Bodentypen in den Bürgewäldern. Die edaphischen (den Boden betreffenden) Voraussetzungen sind somit für den Ackerbau ungünstiger als in den benachbarten Bördeteilen. Dies mag einer der Gründe für die Erhaltung der Waldflächen in früherer Zeit gewesen sein. Als Holzbodenfläche auch für die moderne Forstwirtschaft sind die Böden jedoch gut geeignet; ihre Produktionskraft liegt sogar erheblich über dem Durchschnitt anderer Waldstandorte (GLÄSSER, 1978).

In der ertragreichen und klimabegünstigten Löss-Börde hatten sich nacheiszeitlich vermutlich flächendeckende Laubwälder gebildet. Seit der Ankunft der ersten jungsteinzeitlichen Ackerbauern vor mindestens 7.200 Jahren hat der Mensch diese Wälder zurückgedrängt und ihre Zusammensetzung beeinflusst. Beim Eintreffen des Menschen herrschten noch die Eichen-Ulmen-Wälder des nacheiszeitlichen Klimaoptimums. In römischer Zeit waren weite Teile der Bürgewälder gerodet, da hier die Römerstraße von Köln nach Boulogne-sur-Mer verlief, entlang der die römischen Siedler ihre Landgüter errichteten. In nach-römischer Zeit bewaldeten sich diese Wüstungen wieder, bis dann mit der fränkischen Besiedlung die großflächigen Rodungen einsetzten.

Durch die mittelalterliche Waldnutzung war hier ein Eichen-Mittelwald entstanden, wie er noch heute auf Restflächen von rd. 1.000 ha zu finden ist. Ein Mittelwald ist eine Wirtschaftsweise, bei der ein strauchartiger Unterwuchs unter einem lichten Schirm freistehender Einzelbäume im Kurzumtrieb zur Brennholzgewinnung auf den Stock gesetzt wird. Die Betriebsart des Mittelwaldes ist sehr alt und hat ihren Ursprung in den Zeiten erster Regelungen einer Holznutzung. Diese setzten bereits im Mittelalter ein, als die unregelmäßige Nutzung infolge des Anwachsens der Bevölkerung den gestiegenen Holzbedarf nicht mehr sichern konnte. Die aus den Buschordnungen seit dem 14. Jahrhundert bekannten Regelungen der Nutzung des Waldes betreffen neben der Holznutzung die für die Anwohner außerordentlich wichtigen Nebennutzungen wie z.B. Eichel- und Eckertrift der Schweine, Viehweide und Streunutzung.



Diese überall betriebene, annähernd gleichartige Nutzung des Waldes hat zwar den Laubwaldcharakter der Bürgen erhalten, dabei jedoch einseitig bestimmte Baumarten gefördert und andere von Natur aus vorkommende Baumarten mehr oder weniger stark zurückgedrängt. So ist der Mittelwaldbetrieb gekennzeichnet durch das Vorherrschen der Eiche. Vor allem die stockausschlagfähigen Arten wie Hainbuche und Birke werden gefördert, während die Buche zurückgedrängt wird. Das Arteninventar der buchenwaldfähigen Standorte wird so in Richtung von Stieleichen-Hainbuchen-Wäldern verschoben, wie sie auf den stark von Staunässe geprägten Pseudogley-Böden auch natürlich vorkommen.

Die Wertschätzung der Eiche als Bauholz und Mastbringer hat schon frühzeitig zu künstlicher Nachzucht auf Lücken im Mittelwald geführt. So findet man neben den alten breitkronigen, kurzschäftigen und starkästigen, aus Stockausschlag erwachsenen Eichen gruppen- und horstweise eingebrachte jüngere Kernwüchse. Die Nutzung im Mittelwald erstreckte sich hauptsächlich neben der im Turnus von 10-20 Jahren erfolgenden Schlagholzgewinnung auf die Entnahme abständiger Alteichen im Oberstand. Erst nachdem ab 1930 das Gemeindegliedernutzungsvermögen in freies Gemeindevermögen umgewandelt wurde und damit an Stelle der Einzelberechtigungen das Gesamtrecht der beteiligten Gemeinde trat, endete die Ära dieser Art der Energieholzgewinnung und die Mittelwaldwirtschaft in den Bürgewäldern wurde endgültig aufgegeben.

Ein Teil der ehemaligen Eichen-Mittelwälder wurde schon im vergangenen Jahrhundert in Hochwald überführt. So wurden in verschiedenen Teilen des früheren Waldbesitzes der Gemeinden Hambach und Niederzier durch Pflanzung von Eichen-Starkheistern Hochwaldbestände begründet. Nach Umstellung des Mittelwaldbetriebes auf Hochwald, beginnend in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, und der Etablierung einer geregelten Forstwirtschaft, wurden viele der genutzten Bestände nach dem Abtrieb mit reiner Eiche oder Nadelholz wieder aufgeforstet.

Der Nadelholzanbau erfolgt seit Ende des vorigen Jahrhunderts. Zunächst wurde die Fichte auf den schlechteren Böden, später jedoch mehr oder weniger wahllos eingebracht. Gut ein Drittel der Fläche ist heute Nadelwald. Vor allem nach dem Krieg wurden viele der zerstörten Bestände mit Fichte wiederbestockt, das macht etwa die Hälfte der gesamten Fichtenfläche aus.

7 Historischer Abriss zum Braunkohleabbau

7.1 Entdeckung der Braunkohle (Frühe Neuzeit)

Das Vorkommen der Braunkohle ist den Menschen wahrscheinlich schon seit der Römerzeit bekannt. Im Jahre 58 n. Chr. berichtete der Historiker Publius Cornelius Tacitus von einem verheerenden Feuer bei Bauarbeiten in Köln, von dem man inzwischen denkt, dass es sich um einen Flözbrand durch Freilegung der Kohle beim Wasserleitungsbau im Umkreis von Köln gehandelt hat. Der Brand breitete sich von Westen flächenhaft bis vor die Mauern von Köln aus und brach nach Tacitus „aus der Erde“. Die Menschen konnten den Brand jedoch scheinbar nicht mit der Kohle als Ursache in Verbindung bringen.

Die Ursprünge der Braunkohlennutzung im Rheinischen Revier lassen sich nicht mehr genau rekonstruieren. Bekannt waren ihre Vorkommen schon früh. Im Gebiet um Frechen, westlich von Köln, gab es durch das ganze Mittelalter eine bedeutende Töpferwaren-Produktion und bei der Tongewinnung musste man zwangsläufig auch auf Braunkohle stoßen. Ob schon in dieser Zeit ihre mögliche Verwendung als Brennmaterial bekannt war, ist nicht belegt. Der erste schriftliche Hinweis auf eine Torfnutzung im Frechener



Abbildung 5: Stampfen bei der Klüttenherstellung

Raum wurde um 1500 festgehalten (BUSCHMANN et al. 2008). Sicher ist, dass die „Schwarze Erde“ im 17. Jahrhundert als „Köllnische Umbra“ gehandelt wurde und sich bei Farbhändlern und Malern großer Beliebtheit erfreute.

Doch das feuchte Material eignete sich unter damaligen Verhältnissen noch wenig zum Verbrennen und der Aufwand im Vergleich zu Brennholz war viel zu groß. Man nimmt heute an, dass die Nutzung ab 1600 begonnen hat, aber erst ihren Aufschwung mit der einsetzenden Industrialisierung zu Beginn des 18. Jahrhunderts erlebte.

7.2 Vorindustrielle Anfänge (18. Jahrhundert)

Mit dem Bevölkerungswachstum im 18. Jahrhundert in der Region um Köln stieg der Energiebedarf und somit der Bedarf an Brennmaterial deutlich an. Durch den zunehmenden Engpass an Brennholz richtete die Bevölkerung ihren Blick auf den zuvor ungeliebten „Turf“ und die „Klüttenherstellung“. Die „Klütten“, blumentopfgroße, in Form gebrachte und luftgetrocknete Kohlekumpen, wurden zunächst in kleinen Gruben gefördert. Die rohe Kohle wurde zerkleinert und mit Wasser und Schmiermitteln vermengt. Anschließend wurde die Masse mit den Füßen möglichst gleichmäßig verstampft. Erst dann konnte diese mit einer Schaufel in den Holzeimer gepresst werden. Diese Eimer hatten im Boden Löcher, aus denen durch den Pressvorgang das Wasser ablaufen konnte und damit sich beim Ausschütten der Kohlekumpen kein Unterdruck bildete der die Kohle festgehalten hätte. Die Klütten wurden unter freiem Himmel hergestellt und zum Trocknen in Pyramidenform aufgestapelt. Teilweise konnten solche Aufstapelungen bis zu 100.000 Klütten umfassen. Da jedoch für die Trocknung der

Klütten warmes und trockenes Wetter benötigt wurde, ruhten die Gruben von Oktober bis März. Neben den Klütten gab es zur damaligen Zeit noch vier weitere Produkte, die aus

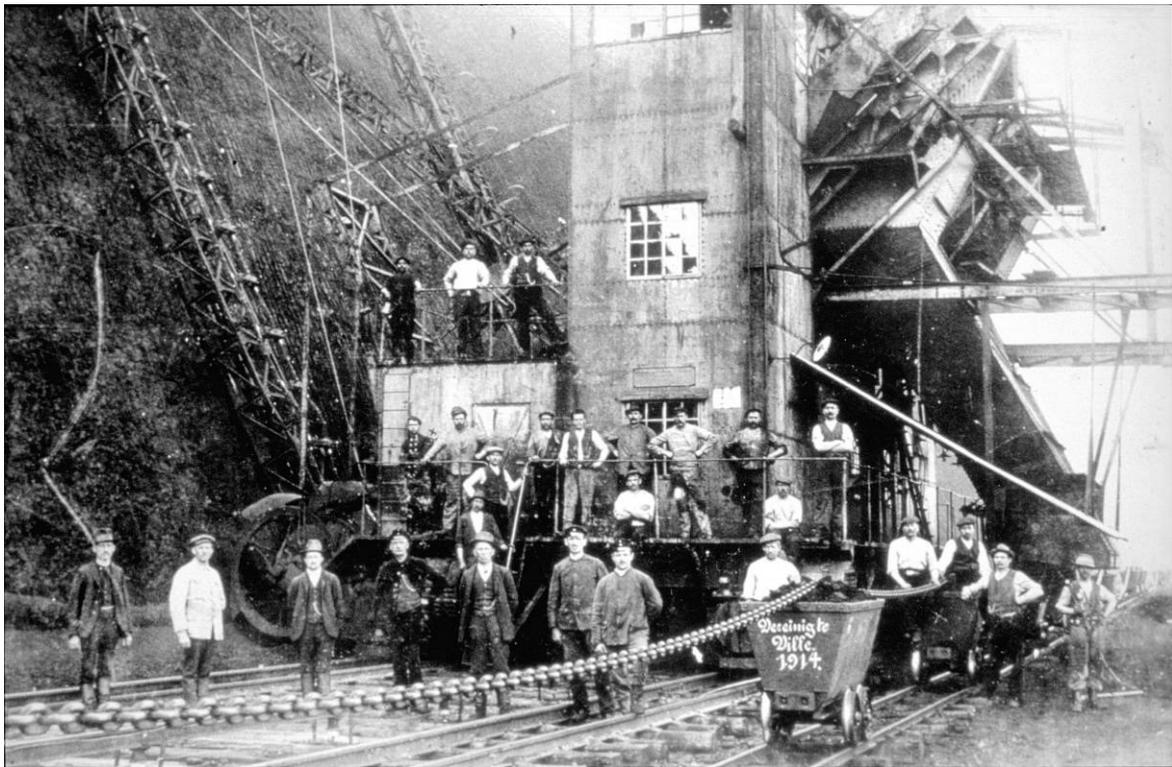


Abbildung 6: Der eiserne Bergmann

der Braunkohle gewonnen wurden: diese waren neben der bereits erwähnten Köllnischen Umbra so genannte Knabben, feste Kohleklumpen, der Aschegrund, ein beliebter Dünger und Alaun für die Papier- und Textilproduktion.

Im Bereich des Villerückens konnte man die Braunkohle sehr dicht an der Oberfläche abbauen und brauchte kaum zu graben. Durch das geringmächtige Deckgebirge war auch nur wenig Grundwassers zu sämpfen um die Gruben trocken zu halten. So begann in der Folge im Villedgebiet der intensive Braunkohleabbau. Trotzdem blieb der Torf eine wenig geschätzte Energiequelle, die hauptsächlich von den ärmeren Bevölkerungsschichten genutzt wurde. Die Hauptgründe dafür waren der hohe Wassergehalt und die damit einhergehende geringe Brennkraft des Torfs sowie die bei der Verbrennung entstehenden Abgase.

Doch durch die günstigen Abbaubedingungen entstanden im 18. Jh. in dem Gebiet um Brühl viele kleine Abbaugruben. Erste schriftliche Nachweise einer Braunkohlengrube stammen aus dem Jahr 1721 von der Grube Umschlag der Freiherren von Geldern im Frechener Gebiet und für das Jahr 1732 aus dem Zinsregister der Abtei Groß St. Martin zu Köln das 1758 angelegt wurde.

7.3 Beginn der Industrialisierung (19. Jahrhundert)

Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts gehörte die Braunkohle zum Eigentum des Grundeigentümers. Erst während der französischen Besatzung unter Napoleon, wurde die Braunkohle zum „regalen“ Mineral, dessen Ausbeutung dem König (lat. rex, regis) bzw. dem Staat zustand. Seit der Brandturff-Bergwerkssteuerrolle aus dem Jahr 1812, mussten die Besitzer der Torfgruben eine feste Steuer entrichten und für die Befugnis zum Abbau der Braunkohle eine staatliche Konzessionen, die „Berechtsame“, beantragen. Im Zuge der



Brandturff-Bergwerkssteuerrolle wurden zum ersten Mal alle rheinischen Braunkohlegruben amtlich erfasst. Die Betreiber der Braunkohlegruben mussten nun auch die Grundstücksbesitzer angemessen entschädigen, um dort Braunkohle abbauen zu können. Den wesentlichen Anschlag für die industrielle Nutzung der Braunkohle gab die Erfindung der Brikettpresse durch Carl Exter im Jahr 1855. Im Rheinland ging die erste Brikettpresse 1876 in der Roddergrube in Dienst. Die von Hand betriebenen Tummel- und Kuhlenbaue der vorindustriellen Epoche wurden durch immer größere Tagebaue abgelöst. Das erforderte den Transport zunehmender Abraummassen.

Von da an entwickelte sich der Braunkohleabbau zunehmend zu einem großen Wirtschaftszweig. Die Gruben wurden größer und die Förderungstechniken entwickelten sich ständig weiter. Um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert wurden die ersten dampfbetriebenen Eimerkettenbagger eingeführt und in den 1930er Jahren wurde der Schaufelradbagger entwickelt. Seither wurde die kontinuierliche Tagebautechnik mit Schaufelradbagger, Bandanlage und Absetzer

die wesentliche Tagebautechnik im Rheinischen Revier (NIEMANN-DELIUS 2009). Besonders die verbesserten Methoden des Tiefbergbaus erlaubten nun auch den Abbau von tief liegender Braunkohle. Die Mechanisierung revolutionierte den Abbau und die Fördermengen stiegen rasant: Im Jahre 1873 wurden im gesamten, heutigen Deutschland etwa 1 Mio. Tonnen Braunkohle gewonnen und schon 1900 erreichte die Förderung über 40 Mio. Tonnen, davon über 6 Mio. Tonnen im Rheinischen Revier.

In Fabriken wurde ein Teil der Braunkohle zu Briketts gepresst. Dadurch erreichte man einen höheren Heizwert bei geringem Volumen und konnte so mit der Steinkohle konkurrieren. Diese wurde interessanterweise schon viel früher, bereits im Mittelalter entdeckt und abgebaut. Ihre Förderung im Ruhrgebiet überschritt schon fast vierzig Jahre früher, im Jahre 1839 die Million-Tonnen-Grenze.

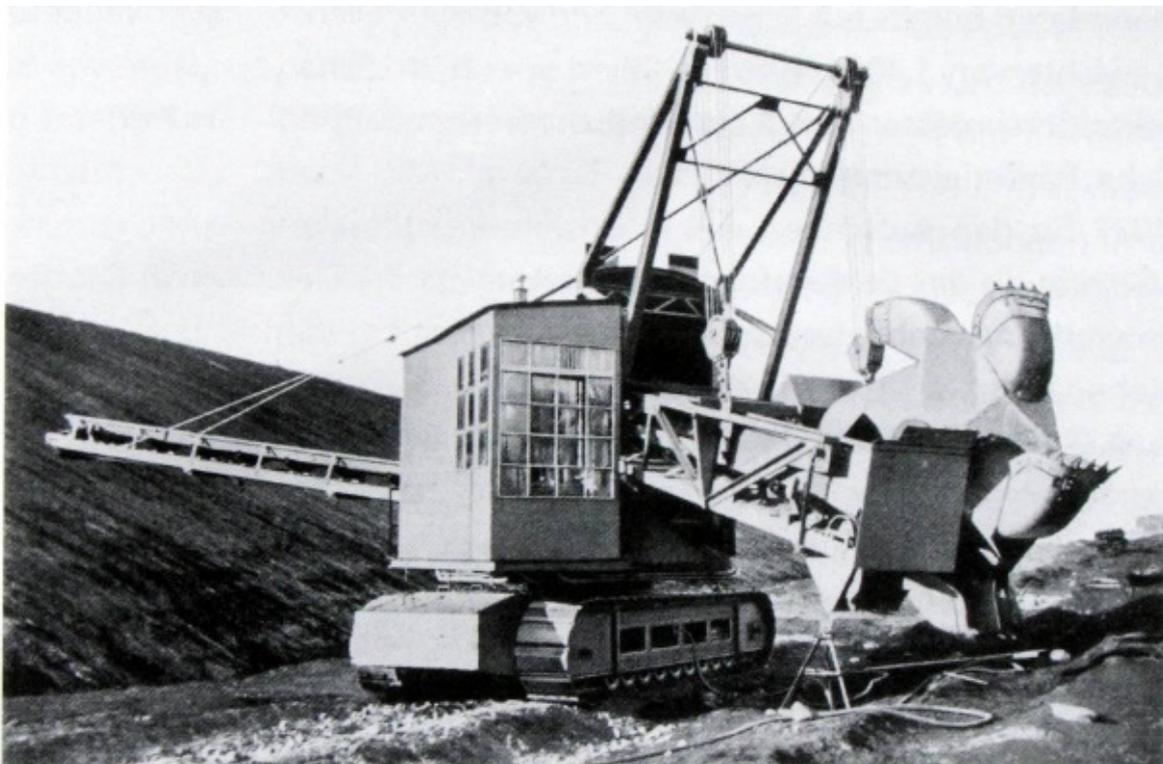


Abbildung 7: Schaufelradbagger aus dem Jahr 1923



Die ersten Brikettfabriken waren meist kleine bis mittelgroße Betriebe. Zwischen 1877 und 1918 wurden im Rheinland 57 neue Betriebe gegründet. Auch die Tagebaue waren zunächst klein, entwickelten sich aber im Zuge der Mechanisierung des Abbaus stetig weiter. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde nicht nur die Kohle mit Eimerkettenbagger abgebaut, auch der Abraum wurde über Bagger und Lokomotiven mit Abraumwagen abtransportiert: Es entstand die dritte Stufe der Tagebautechnik, die Entwicklung der Großtagebaue.

7.4 Moderne Braunkohleindustrie (Mitte 20. Jahrhundert)

Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts verbesserten sich die Abbau- und Verarbeitungstechniken noch deutlich. Tiefere Braunkohleflöze wurden in neuen Gruben erschlossen und die Kraftwerke und Brikettfabriken wurden leistungsfähiger. Mit der Aufrüstungspolitik der Nationalsozialisten nach 1933 setzte ein starker Aufschwung im Braunkohlenrevier ein, die Förderung stieg bis 1943 von 40 Mio. Jahrestonnen auf fast 70 Mio. Tonnen. Nach dem Zweiten Weltkrieg erreichte die Braunkohlenproduktion schon 1946 bereits wieder das Vorkriegsniveau von 43 Mio. t (1945 nur 16,5 Mio. t). Besonders

der Schaufelradbagger gewann zunehmend an Bedeutung. Durch ihn konnte wesentlich effizienter Braunkohle gefördert werden. Man stellte ab 1950 fast ausschließlich auf Bandförderanlagen um, da diese sowohl den Braunkohlen- als auch den Abraumtransport wesentlich günstiger gewährleisteten im Vergleich zum vorigen Schienentransport. Die immer moderner werdenden Kraftwerke für die Stromerzeugung verdrängten zunehmend die Brikettfabriken, die seit den 1970er Jahren langsam verschwanden.

Die Eingriffe in die Natur, die durch den Braunkohleabbau verursacht wurden, blieben bis ins 20. Jh. relativ gering. Erst mit der weiter steigenden Nachfrage nach Rohkohle stieg der Flächenbedarf des Braunkohlentagebaus. Zudem gingen die Vorräte im Südrevier zu Ende und die Neuerschließung von Feldern im Nordrevier war die Folge. Je weiter man jedoch nach Norden und Westen vordrang, desto ungünstiger wurden die Abbaubedingungen durch stärker werdende Deckschichten über der Kohle. In diesen Gebieten ist die Kohle in Einzelflöze aufgespaltet und liegt tiefer im Boden, wodurch der Abbau mit zunehmenden finanziellen und bergmännischen Risiken verbunden war. In der Folge verbanden sich die vielen kleinen Betriebe zu immer größeren Einheiten. Bereits 1949 lieferten die vier größten von insgesamt fünfzehn verbliebenen Unternehmen rund 80 % der Gewinnung. Genau ein Jahrzehnt später 1959/1960 erfolgte in der „Großen Fusion“ der Zusammenschluss dieser vier Gesellschaften, die die meisten anderen auf sich vereinigt hatten, zur „Rheinischen Braunkohlenwerke AG“.

Heute ist das Rheinische Braunkohlenrevier zusammen mit dem Mitteldeutschen und dem Lausitzer Braunkohlenrevier eines der drei großen deutschen Abbaugebiete. Mit seinen geschätzten 35 Milliarden Tonnen wirtschaftlich gewinnbarer Vorräte ist es das größte zusammenhängende Braunkohlevorkommen in Mitteleuropa.

8 Rekultivierung

8.1 Gesetzgebung

Man kann wohl davon ausgehen, dass die kleinen Gruben der ersten Tage der Braunkohlennutzung wie sonst auch Lehm-, Mergel- und Tongruben in der Region nach dem Abbau sich selbst überlassen blieben. Doch schon 1766 ist in einem Pachtvertrag für eine „Klütten Koull“ – eine Braunkohlengrube – die Verpflichtung geregelt, die Grube nach Be-



endigung des Abbaus mit „älteren stahlen zu besezen“, also mit Erlenstecklingen aufzuforsten. Es waren nicht so sehr ästhetische oder gar ökologische, sondern handfeste wirtschaftliche Motive, die hinter solchen Vereinbarungen standen, denn Wald war ein wichtiges Wirtschaftsgut.

Die älteste amtliche Rekultivierungsverordnung erließ Kurfürst Maximilian Friedrich im Jahre 1784. Darin wird verordnet, dass jeder Eigentümer, Besitzer oder Pächter einer Grube diese wieder auffüllen und mit den daneben gelegenen Plätzen neu bepflanzen, besäen oder anders nutzbar machen muss. Reichte der Abraum für eine Rekultivierung jedoch nicht aus, so musste zumindest die Entwässerung der Gruben gesichert werden. Gerichtliche Strafverfahren drohten demjenigen, der diese Verordnung missachtete.

Erst 1865 wurde im „Allgemeinen Berggesetz“ für Preußen eine ausdrückliche fachliche Kontrolle der Wiedernutzbarmachung der Braunkohlegruben vorgeschrieben.

Im April 1950 trat das „Gesetz über die Gesamtplanung im Rheinischen Braunkohlenggebiet“, das so genannte Braunkohlengesetz (SCHIFFER 1998) in Kraft. Jetzt musste man rasch die großen, während der Kriegsjahre belassenen Brachflächen in Kultur bringen.

8.2 Forstliche Rekultivierung

8.2.1 Frühzeit und Phase des „Forstlichen Experimentierens“

Die erste Periode der forstlichen Rekultivierung (1918/20 bis 1950) ist gekennzeichnet durch eine starke Experimentierfreudigkeit mit einer bunten Palette von Laub- und Nadelhölzern. Das Rekultivierungsziel bestand darin, die ausgekohlten Tagebauflächen ohne Anspruch auf Begründung neuer Wälder zu begrünen. Man wollte insbesondere die Böschungen mit wurzelintensiven Baumarten bepflanzen und sie so vor Erosionen und Bodenrutschungen sichern. Diese Ziele wurden generell zufrieden stellend gelöst.

In zahlreichen Gruben hatte man jedoch auch schon früh damit begonnen, den Abraum so zu verkippen, dass die Flächen nach dem Abbau der Kohle wieder aufgeforstet werden konnten. Neben privaten Bergwerksinitiativen geschah dies vor allem dann, wenn – wie bis 1936 üblich – die Grubenflächen nur gepachtet und eine forstwirtschaftliche Rekultivierung vertraglich vereinbart worden war. Bei Landbesitzern sprachen wirtschaftliche Gründe für eine Rekultivierung, denn nur rekultivierte, ehemalige Grubenflächen konnten sie günstig verkaufen oder tauschen; aber auch jagdliche Motive spielten sicherlich eine Rolle.

Die in der Frühphase rekultivierten Flächen sind heute nicht mehr erhalten, weil sie zu meist in Bereichen lagen, die ein weiteres Mal – für tiefer liegende Kohle – überbaggert oder mit neuem Abraum überdeckt wurden. Die ältesten erhaltenen rekultivierten Flächen des rheinischen Bergbaus stammen aus dem ersten Drittel des 20ten Jahrhunderts. Die ältesten Halden sind in Frechen die Halde der Grube Carl, die schon 1906 fertig gestellt war (BUSCHMANN et al. 2008) und im Westrevier bei Eschweiler die Halde Weisweiler aus den Jahren 1909-1916. Sie liegt heute mitten in der Ortschaft und ist bebaut. Die Halde Eschweiler – etwas weiter westlich – ist zwischen 1917 und 1937 hergestellt worden. Im Norden des Reviers ist die Gürather Höhe die älteste Rekultivierungsfläche, die gegen Ende der 1930er Jahre fertig gestellt wurde.

Rekultivierte Wälder aus dieser Zeit, die seither kontinuierlich forstlich-waldbaulich entwickelt wurden finden sich im Süden des Reviers, südwestlich von Brühl und südlich des Villenhofer Maars. Hier wachsen Buchen, Buchen-Eichenmischwälder und andere, die um

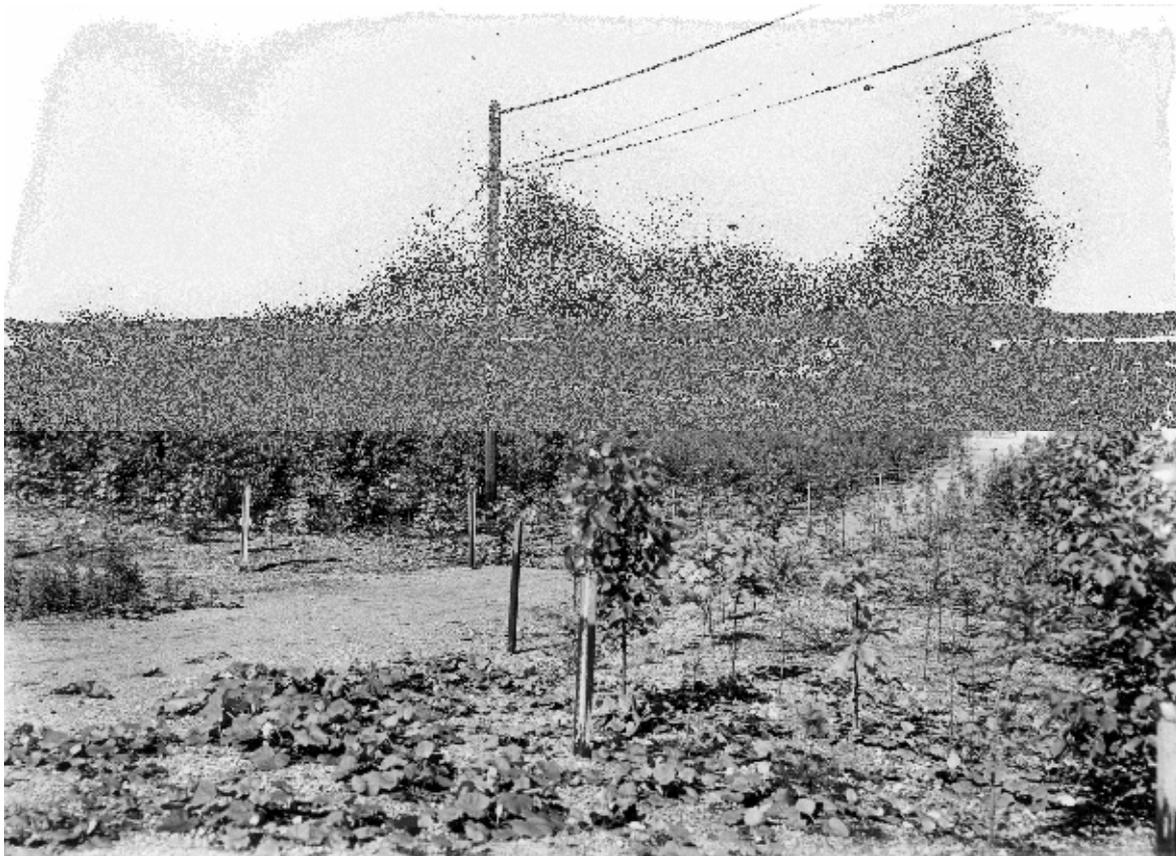


Abbildung 8: Aufforstungen im Tgb. Gruhlwerk in den 1930er Jahren

1930 entstanden sind. Ein weiteres Beispiel ist der zum Teil noch vorhandene Brühler Kiesberg, der nach den Erfahrungen beim Reichsbahnbau mit Robinien bepflanzt wurde. 1923 waren rund 130 ha rekultiviert, 1930 waren es schon um 570 ha.

Bis in die 1920er Jahre war die Böschungssicherung mit wurzelintensiven Baumarten eine Hauptaufgabe der Rekultivierung – vielfach mit Robinie (DILLA 1973, SCHÖLMERICH 1998). In den 1930er Jahren begann dann die systematische forstliche Rekultivierung. Angeregt durch die Forschungsarbeiten von HEUSON (1924) aus dem Lausitzer Revier startete man mit Versuchen zur Waldbegründung (JACOBY et al. 2000). In dieser Phase des „Forstlichen Experimentierens“ (1920-1940) war man sich noch unsicher über die standörtliche Eignung der Baumarten, daher pflanzte man zur Risikostreuung eine Vielzahl verschiedener Arten. Man ging davon aus, dass sich diejenigen durchsetzen würden, denen der Standort am besten entsprach.

Die Voraussetzung für Rekultivierungsmaßnahmen in dieser Zeit war recht günstig. Die Abraummassen waren vergleichsweise geringmächtig, da die Braunkohle dicht unter der Erdoberfläche lag und nur von einer dünnen Schicht Lösslehm und Hauptterrassenschottern des Rheins bedeckt war. Dadurch war der Anteil an belebtem Mutterboden in den aufgekipperten Flächen relativ hoch. Bei der Verkippung mit Hilfe der Grubenbahnen wurde das Material locker abgelagert, was sich günstig auf den Wasserhaushalt auswirkte. So genannte Spülkippen, bei denen der Abraum mit Wasser vermischt wurde, besaßen dagegen ungünstigere Eigenschaften.



Durch das Massendefizit der entnommenen Braunkohle entstanden damals die ersten Gewässer, so zum Beispiel der Berggeistweiher und das Villenhofer Maar.

8.2.2 “Pappelphase“

Die zweite Periode (1950-1958/60) ist geprägt durch die Pappel-Erlen-Vorwaldbe-
gründung auf großen Flächen. Im zweiten Weltkrieg und in den ersten Jahren danach
wurden nur wenige Flächen rekultiviert. Gründe hierfür waren u.a. der Mangel an Arbeits-
kräften, Pflanzmaterial und Saatgut sowie das geringe Interesse der damaligen Militärr-
regierung, die andere Probleme als vordringlich erachtete. So standen Anfang der 1950er
Jahre fast 2000 ha Fläche zur Rekultivierung an.

Den entscheidenden Impuls erhielt die Rekultivierung dann durch das Braunkohlengesetz
aus dem Jahre 1950. Um den Rückstand aufzuholen und aus ökonomischen Erwägun-
gen, plante man, die Flächen zunächst mit schnell wachsenden Baumarten aufzuforsten.
Pappeln und Erlen sollten nach dem Willen des damaligen Regierungspräsidenten, Dr.
Wilhelm Warsch, und des Leiters der Regierungsforstabteilung, Otto Wemper, als Vor-
wald für eine später anzupflanzende Waldgeneration aus anderen Baumarten dienen. In
diese Zeit fällt die Gründung des Deutschen Pappelvereins, außerdem nahm das „Pappe-
linstitut“ in Brühl seine Forschungsarbeiten auf.

Die nachträglich zu rekultivierenden Böden waren meist aus Hauptterrassenmaterial und
tertiären Sedimenten wie Kies und Ton aufgebaut. Da diese Bodenbestandteile während
des Krieges jedoch teilweise wahllos verkippt worden waren, fand man jetzt Flächen vor,
die physikalisch ungünstige Voraussetzungen für eine Aufforstung aufwiesen. Auch auf
ehemaligen Standorten wie Raupenwegen, Grubenbahntrassen, Brikettfabriken und an-
deren baulichen Anlagen, wuchs der Pappelwald nur sehr schlecht. Auf Flächen mit gu-
tem, lockerem Bodenmaterial, das darüber hinaus durch Basenreichtum und einen güns-
tigen Wasserhaushalt geprägt war, zeigte sich dagegen ein überdurchschnittliches
Wachstum. Diese Pappelwälder werden oder sind bereits in Buchen- und Eichenwälder
umgewandelt. Diese Phase wird die Pappelphase genannt.

8.2.3 “Forstkiesphase“

Diese dritte Periode begann etwa 1958/60 und wurde durch wissenschaftliche Untersu-
chungen zur Eignung verschiedener Abraumssubstrate für die Herstellung von Rekultivie-
rungs-Böden vorbereitet, da man den Boden als den wichtigsten Standortfaktor für die
Rekultivierung – sowohl für Landwirtschafts- als auch für Waldflächen – erkannt hatte.
Dementsprechend wurde die Universität Göttingen und das damalige Geologische Lan-
desamt beauftragt zu klären, wie sich die verschiedenen Deckgebirgsschichten als Bo-
densubstrat eigneten. HEIDE (1958) stellte damals klar, dass als Ausgangssubstrat für
die landwirtschaftliche Rekultivierung „...nur die als Braunerden mit hohem und mittlerem
Basengehalt entwickelten Böden in Frage“ kommen. Für die forstliche Rekultivierung sind
diese hochwertigen Böden natürlich auch geeignet, aber wegen der geringeren Ansprü-
che können hier ebenso entkalkter Lösslehm und Mischung aus Löss und Lösslehm mit
den darunter liegenden Kiesen und Sanden der pleistozänen Terrassen verwendet wer-
den. Diese Mischsubstrate prägen seither als so genannter „Forstkies“ die forstliche Re-
kultivierung. Sie ermöglichen vor allem auf Böschungen, wo reiner Löss/Lösslehm durch
Erosion abgetragen würde, eine erfolgreiche Etablierung der Vegetation. Diese Erkennt-
nisse wurden im Jahre 1967 für die forstliche Rekultivierung und 1973 auch für die land-
wirtschaftliche in zwei bergbehördlichen Richtlinien umfassend festgeschrieben
(ZÜSCHER 1998). Hier wurde auch festgelegt, dass das Rohplanum, auf das der Auftrag
des rekultivierungsfähigen Substrates erfolgt, in den obersten zwei Metern aus durchläs-



sigem Material hergestellt werden muss, damit sich am Fuße der Rekultivierungsschicht keine wasserstauenden Horizonte bilden.

Der Forstkies bietet aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften beste Voraussetzungen für ein gutes nachhaltiges Pflanzenwachstum. Der pH-Wert dieser Mischsubstrate hängt von den Ausgangssubstraten ab – speziell von der Löss-Komponente. Unverwitterter Rohlöss aus tieferen Schichten hat hohe Karbonatgehalte. Vor allem in den Rekultivierungen im nördlichen Revier mit seinen mächtigen Lössvorkommen hat der Forstkies daher hohe pH-Werte (pH 6,5-7,0). Im Bereich des Tagebaus Hambach steht nur der weitgehend entkalkte Lösslehm der geringmächtigen Lössschichten zur Verfügung. Daher sind hier die pH-Werte deutlich niedriger (pH 5-6). Unabhängig davon bieten diese pH-Werte für alle einheimischen Laubholzarten optimale Voraussetzungen. Durch die schluffigen und tonigen Anteile des Lösses hat der Forstkies eine ausreichend hohe Wasserspeicherkapazität, um Niederschlagswasser zu binden und die Pflanzen mit Wasser zu versorgen. So wie die ursprünglichen Parabraunerden sind diese Standorte daher unabhängig vom Grundwasser. Das Forstkiesgemisch wird im obersten Schnitt der Tagebaue mit den Schaufelradbaggern gewonnen, wo entsprechende Löss- und Kiesverhältnisse vorliegen. Das bewirkt ein unsortiertes Schüttgut, das dadurch charakterisiert ist, dass kleine und große Bestandteile mit einem hohen Hohlraumvolumen verkippt werden. Damit sind eine gute Bodendurchlüftung und Durchwurzelbarkeit sichergestellt. Dies gilt allerdings nur für Mischböden, die über einen ausreichenden Lössgehalt verfügen und damit nicht zu späteren Verdichtungen neigen. Von besonderer Bedeutung ist auch der Zeitpunkt der Rekultivierung. Dabei hat sich als wichtige Maxime herausgestellt, die Bepflanzung dem Bodenauftrag bzw. der Wiederherstellung der Flächen unmittelbar folgen zu lassen. So nutzt man die günstigen bodenphysikalischen Verhältnisse des frisch verkippten Bodenmaterials aus. Besonders wichtig erscheint auch der Hinweis, dass mit der Kulturbegründung die Rekultivierung als solche keineswegs abgeschlossen ist. Die laufende fachgerechte Pflege und Unterhaltung der Rekultivierungsbestände, insbesondere auch die Einwirkung auf die Baumartenmischung, sind zur nachhaltigen Sicherung des Rekultivierungserfolges zwingend erforderlich.

Im Prinzip gleichen die Rekultivierungen auf „Forstkies“ den ersten systematischen Aufforstungen der dreißiger Jahre.

Seit der „Forstkiesphase“ erfolgt die Aufforstung unmittelbar mit den Waldbäumen der Zielbestockung, also Eichen und Buchen mit ihren heimischen Mischbaumarten auf rund 80 % der Fläche. Zur waldbaulichen Differenzierung werden darüber hinaus wirtschaftlich interessante Baumarten gepflanzt: Vorzugsweise Douglasie und Roteiche. Pappeln und Erlen dienen in Zeitmischung als Schirmbaumarten für die heranwachsenden Bestände (MÖHLENBRUCH & ROSENLAND 1992). Zwischen die Pflanzreihen werden häufig Lupine und Waldstaudenroggen gesät. Lupine bedeckt rasch den Boden ohne dabei verdämmend auf die Gehölze zu wirken, der Waldstaudenroggen bietet schon in der Frühphase, noch bevor der Erlen-Pappel-Schirm wirksam wird, einen Wind- und Sonnenschutz für die Jungpflanzen. Unsystematisch erfolgt zwischen den Kulturen gelegentlich die Aussaat von Wildäusungspflanzen wie z.B. Buchweizen, Markstammkohl oder Sonnenblume.

Die Forstkiesböden sind im Allgemeinen so gut mit Nährstoffen versorgt, dass kein festes Düngeregime vorgegeben ist. In der Regel kann auf eine Düngung ganz verzichtet werden, nur bei Bedarf werden die Pflanzen in den ersten Jahren, meist einmalig, einzestammweise gedüngt: vorzugsweise mit einem N-P-K+Mg-Volldünger (12-12-17-2) oder auch nur mit Thomaskali.



8.3 Landwirtschaftliche Rekultivierung

Bis zum 2. Weltkrieg konzentrierte sich die Rekultivierung auf die Herstellung neuer Waldflächen. Erst als die Tagebaue nach Norden bis hin zu den ackerbaulichen Kerngebieten der Niederrheinischen Bucht vordrangen, änderten sich die Anforderungen an die Wiedernutzbarmachung. Auch die landwirtschaftliche Rekultivierung im Rheinland hat seit ihren Anfängen vor dem zweiten Weltkrieg mehrere Entwicklungsphasen durchlaufen. Nach der Erstellung nur kleinerer landwirtschaftlicher Flächeneinheiten im Süd- und Westrevier folgte ab den 1950er Jahren die planmäßige, von wissenschaftlichen Untersuchungen begleitete zweite Phase der Neulanderstellung in vorwiegend landwirtschaftlich orientierten Regionen.

Mit dem größer werdenden Umfang der landwirtschaftlichen Rekultivierungsleistungen entstand die Notwendigkeit, die Arbeiten für die Erstellung hochwertiger Rekultivierungsflächen revierweit zu ordnen.

Die Untersuchungen zur Eignung der Abraums substrate für die Rekultivierung aus den Jahren 1958/59 durch die Universität Göttingen und das damalige Geologische Landesamt machten deutlich, dass Grundlage für die landwirtschaftliche Rekultivierung nur die hochwertigen Lössvorkommen der Parabraunerden sein können. Spätestens seit 1960 wird dafür speziell selektierter kalkreicher Löss aufgetragen (VON DER HOCHT 1990). Im so genannten Lössabkommen wurde 1961 vom Wirtschaftsministerium des Landes NRW festgelegt, dass der Löss für die landwirtschaftliche Rekultivierung im lössreichen nördlichen Rekultivierungsgebiet in mindestens 2 m Mächtigkeit und im lössärmeren Süden in mindestens 1 m Mächtigkeit aufzutragen sei.

In letzterem Gebiet, nach Norden begrenzt durch die Autobahn 4 zwischen Aachen und Köln, erfolgte der Lössauftrag bis in die 1980er Jahre auf etwa 1.200 ha im Spülverfahren. Das führt zwar einerseits zu einer optimal schonenden Ablagerung des Löss ohne jede Druckbelastung, andererseits kommt es aber zu einer Reihe von Nachteilen: Beim Einspülen und Sedimentieren entmischen sich die Kornfraktionen, auf den vollkommen ebenen Flächen müssen zur Erreichung eines Mindestgefälles zur sicheren Oberflächenentwässerung erhebliche Massen umplaniert werden, die Polderdämme stören den Flächenzuschnitt und die Auftragsmächtigkeit ist auf 1 m beschränkt. Nachdem diese Flächen entsprechend des Lössabkommens fertig gestellt waren, wurde dieses Vorgehen eingestellt.

Heutzutage wird nur noch trockenes Material mittels Absetzer verkippt. Bei Gewinnung, Transport und Verkipfung wird das gewachsene Bodensubstrat vermischt. Humushaltiges Oberbodenmaterial, karbonatfreier Lösslehm und der mehrere Meter mächtige karbonathaltige Löss werden verschnitten und in der landwirtschaftlichen Rekultivierung zum Aufbau des neuen Bodens verwendet.

Die nutzbare Wasserspeicherkapazität der Auftragsböden ist den gewachsenen Böden vergleichbar. Sofern der Boden frei von nachteiligen Verdichtungen ist, sind Wasserinfiltration, Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit gewährleistet.

Um Verdichtungen des Rekultivierungssubstrates durch die obligatorischen Planierarbeiten zu vermeiden werden diese nur bei trockener Witterung und mit besonders bodenschonender Technik durchgeführt. Auch in der nachfolgenden Zwischenbewirtschaftung wird besonders auf bodenschonende Verfahren geachtet. Die Rekultivierungsqualität wird durch die landwirtschaftliche Produktion und Luft-



bildinterpretation überwacht. Zur nachhaltigen Beseitigung von Rekultivierungsmängeln



Abbildung 9: Früher angewandtes Spülverfahren zum Lössauftrag.

stehen Techniken wie die Tieflockerung oder der Einsatz von Bedarfsdrainagen zur Verfügung.

In einer „Vereinbarung über Gewährleistung für landwirtschaftliche Neulandböden“ vom 07.02.1990 wird dem umgesiedelten Landwirt eine Gewährleistung für nachgewiesene bergbaubedingte Rekultivierungsmängel, die den Ertrag mindern bzw. die Bewirtschaftung erschweren, für eine Zeit bis zu 25 Jahren nach Flächenherstellung zugesichert.

Wie alle Verfahren unterliegen auch die Rekultivierungsmaßnahmen dem technischen Fortschritt. So dienen umfassende wissenschaftliche Untersuchungen einer permanenten Verbesserung der landwirtschaftlichen Rekultivierung.

An die landwirtschaftliche Rekultivierung werden hohe Anforderungen gestellt. Dies liegt zum einen darin begründet, dass hauptsächlich die Landwirtschaft Flächen für Tagebauzwecke zur Verfügung stellt und von daher eine Ersatzverpflichtung begründet wird; zum anderen darin, dass ein hochwertiger Ackerstandort als Ressource erhalten bleibt. Letzteres entspricht dem naturräumlichen Potenzial der Region. Landwirtschaftliche Gunstgebiete wie die Kölner Bucht werden ihre große Bedeutung für die Agrarproduktion auch in



Abbildung 10: Trockener Lössauftrag mit dem Absetzer.

Zukunft behalten oder sogar wieder steigern, wie die zunehmende Nutzung von Ackerfrüchten für die Bioenergiegewinnung in den letzten Jahren deutlich macht.

8.3.1 Landwirtschaftliche Anbaumethoden in der Rekultivierung

Die Neulandflächen in der landwirtschaftlichen Rekultivierung werden zuerst mit Luzerne bestellt, einer tief wurzelnden und mehrjährigen Pionierpflanze. Sie wird mit einer Aussaat von 45 kg/ha in den Monaten April bis Juli gesät; das sind etwa 2250 Körner pro m². Luzerne bevorzugt die umgelagerten Lössstandorte mit dem günstigen pH-Wert von etwa 7,5. Sie bedeckt die Oberfläche ganzjährig und lockert den Boden mit ihren Pfahlwurzeln tiefgründig auf. Gleich mit der Aussaat der Luzerne werden gezielt Stickstoff und die Grundnährstoffe Phosphor und Kalium verabreicht, um den Nährstoffspeicher auf längere Sicht aufzufüllen.

Die Luzerne wird drei Jahre als Dauerkultur bewirtschaftet. Der Aufwuchs wurde früher auch als Viehfutter sehr geschätzt und zum Teil zur Heuwerbung an ortsansässige Landwirte verkauft. Heute wird sie jedoch nur noch gehäckselt, so bleibt die Pflanzenmasse zur Anreicherung von organischer Substanz und damit zur Humusbildung auf dem Feld. Die Luzerne ist nicht nur als dauerhafte Pflanzendecke günstig für den Boden. Sie sorgt in den drei Jahren auch für eine Stabilisierung des Bodengefüges und die Ansammlung von



Nähr- und Humusstoffen. Als Leguminose sammelt sie durch die Bakterien in ihrem Wurzelraum Luftstickstoff im Boden an. Dem nach dem Umbruch eingesäten Getreide kommen diese positiven Voraussetzungen voll zugute.

Nach der Luzerne wird Weizen standortgerechter Sorten eingesät, die sich auf Neuland langjährig bewährt haben. Zur Nährstoffversorgung der Saat werden im Herbst etwa 50 kg Stickstoff, 100 kg Phosphor und 150 kg Kalium pro Hektar verabreicht, wobei der Stickstoff für die Wachstumsbeschleunigung besonders wichtig ist.

Nach Winterweizen werden Winterroggen und/oder Wintergerste angebaut. Vor der Aussaat im Frühjahr ist gleichermaßen eine gute Bodenbearbeitung unverzichtbar. Dann kann eine Mischung aus 40 % Phacelia und 60 % Alexandrinerklee mit 18 kg/ha ausgesät werden. Nach der Abreife der Phacelia gewinnt der Klee die Oberhand.

Während der Zwischenbewirtschaftung wird auf den Anbau von Zuckerrüben weitgehend verzichtet. Sie werden nur kleinflächig zu Demonstrationszwecken angebaut; dadurch gewinnen die Schirrhöfe weitere Erfahrungen für Anbau und die bodenschonende Neulandbewirtschaftung. Ebenfalls zu Demonstrationszwecken bauen die Schirrhöfe Sonderkulturen an. Dazu zählen Kohlgemüse, Buschbohnen, Zwiebeln und Möhren, aber auch eine Apfelplantage. In jüngerer Zeit sind entsprechend der Forderung nach verstärkter Nutzung von Biomasse als regenerative Energierohstoffe auch Demonstrationsanlagen mit Weichholz-Kurzumtriebsplantagen und verschiedenen Industriepflanzen wie beispielsweise China-Schilf (*Miscanthus*) hinzugekommen.

Zu einer ordnungsgemäßen Zwischenbewirtschaftung gehört auch eine schonende Bodenbearbeitung, da die Auftragsböden zunächst druckempfindlicher als Altlandflächen sind. Die Schirrhöfe haben eine neue Pflugkonzeption entwickelt: Dabei fährt der Schlepper nicht mehr in der tiefen Furche. Stattdessen finden die Furchenräder in einer vorgehälften breiten Furche ihre Führung. Parallel dazu werden einzelne Flächen ohne Pflug bearbeitet. Bei allen Maßnahmen kommt es auf die Einhaltung der optimalen Bearbeitungszeitpunkte an.

Nach Abschluss der mindestens siebenjährigen werkseigenen Bewirtschaftung kann das Neuland an umsiedelnde Landwirte übergeben werden. Sie erhalten dabei mit einer eigens dafür entwickelten Dokumentation eine Qualitätsbeschreibung der Fläche. Diese informiert sie auch über die Reihenfolge der vom Schirrhof angebauten Früchte und eventuelle Besonderheiten, damit sie die weitere Bewirtschaftung planen können. Das Wissen über Kulturpflanzen, Boden und Klima bestimmt beim Pflanzenbau wesentlich Betriebsplanung und -organisation.

Dass Rekultivierung ein Lernprozess ist, unterstreichen besonders die zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen. Die qualitative Bewertung von Neulandflächen ist von herausragender Bedeutung, um einerseits etwaige Rekultivierungsmängel aufspüren zu können, aber auch für die Verhandlungen mit interessierten Landwirten.

8.4 Rekultivierungsböden

8.4.1 Neulandböden aus Löss

Chemische Eigenschaften

Entsprechend der Variabilität der Lösslagerstätten variieren auch die aus ihnen verkippten Rekultivierungssubstrate. Es sind Mischsubstrate aus dem humosen Oberboden, dem Lösslehm der Parabraunerden und den kalkreichen unverwitterten Lössschichten der Weichselzeit in unterschiedlichen Anteilen – entsprechend der Verhältnisse an der Ab-



baukante (DUMBECK 1996). Für die landwirtschaftliche Rekultivierung wird unverwitterter Löss mit seinen teils hohen Karbonatgehalten gezielt selektiert (VON DER HOCHT, 1990). Diese Substrate haben Karbonatgehalte zwischen 4,5 % – 11,0 % und in Folge dessen schwach alkalische pH-Werte zwischen 7,5 – 8,0 (gemessen in H₂O). Bei Einsatz von entkalktem Lösslehm für die forstliche Rekultivierung sind die Substrate zumeist schwach sauer, bei pH-Werten um 5,0 – 6,0.

Die pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte des umgelagerten Löss an Phosphor und Kalium sind sehr gering: um 3 mg P₂O₅ / 100 g Boden und 5 mg K₂O / 100 g Boden. Da der humose Oberboden beim Verschneiden mit dem Schaufelrad stark verdünnt wird, sind auch die Ausgangsgehalte an organischer Substanz und Stickstoff äußerst gering: C_t ≈ 0,3 %; N_t = 0,02 % - 0,05 %. Die Kationenaustauschkapazität liegt abhängig vom Tonanteil und den geringen Ct-Gehalt bei Werten zwischen 80 - 120 mmol_c / kg.

Die Böden aus karbonatreichem Löss sind somit zwar prinzipiell nährstoffarm im Vergleich mit den Ackerböden des Umlandes, aber dennoch bodenchemisch äußerst günstige Wuchsstandorte. Im Bereich der Ackerflächen können die zunächst fehlenden Nährstoffe durch Düngung einfach substituiert werden. Dabei muss die Phosphatfestlegung bei hohen Kalziumcarbonatgehalten berücksichtigt werden (DUMBECK 1996).

Für die forstliche Rekultivierung sind sowohl kalkreiche Lössse als auch entkalkter Lösslehm trotz der im Prinzip niedrigen Nährstoffgehalte in aller Regel ausreichend für einen guten bis sehr guten Wuchs. Bedarfsweise erfolgt eine einzelstammweise Initial-Düngung mit z.B. Thomaskali oder einem N-P-K+Mg-Volldünger.

Physikalische Eigenschaften

Die bodenphysikalischen Eigenschaften der Rekultivierungssubstrate hängen von der Bodenart, also der Korngrößenverteilung und den Ablagerungsbedingungen ab. Die Bodenart des verkippten Löss ist – ebenso wie die chemischen Eigenschaften – abhängig von den Ausgangssubstraten. Sie kann prinzipiell zwischen ton-, schluff- und sandreich mit unterschiedlichen Steingehalten schwanken. Großflächig werden für die landwirtschaftliche Rekultivierung aber durch die selektive Gewinnung Substrate hergestellt, die sich zu rund 80 % aus Schluff, 17 % Ton und 3 % Sand zusammensetzen (DUMBECK 1996).

Solche lehmigen Schluffe bieten beste Voraussetzungen für äußerst günstige Porenvolumina und somit eine sehr günstige Wasser- und Luftversorgung. Diese sind jedoch stark abhängig von der Lagerungsdichte und damit von den mechanischen Belastungen des Rekultivierungssubstrates im Laufe der Verkipfung und der weiteren Behandlung. So wird in den Rekultivierungsrichtlinien gefordert, bereits bei der Verkipfung mit dem Absetzer das Material mit möglichst minimaler Abwurfhöhe und möglichst gleichmäßig, also mit minimaler Rippenhöhe, aufzutragen. Für das anschließende Einplanieren wird gefordert, dass dieses erst erfolgen darf, wenn der Löss genügend abgetrocknet ist und auch dann nur bei trockener Witterung mit geeigneten bodenschonenden Verfahren.

Diese Vorsicht ist notwendig, weil vielfältige Untersuchungen gezeigt haben, dass die Rekultivierungsböden aus Löss und seinen Mischungen besonders verdichtungsgefährdet sind (WINTER 1990, 1992, DUMBECK 1992). Bei der Umlagerung wird das bestehende Bodengefüge zerstört und die schluffigen Materialien liegen in der Folge meist als Kohärentgefüge vor. Durch Planierungen können diese Böden bis zum Plattengefüge verdichtet werden. Untersuchungen zeigen, dass der Hauptverdichtungshorizont nach unsachgemäßem Planieren bei 40 – 80 cm Tiefe liegt. Die Porenvolumina – vor allem die der Mittel- und Grobporen – sind gegenüber ordnungsgemäß hergestellten Flächen um rund 5 Vol.% niedriger und die Bodenrohdichten liegen deutlich über 1,6 g/cm³ Boden (DUM-



BECK 1996). Bei diesen Werten können Regenwürmer praktisch nicht mehr in den Boden eindringen (RUSHTON 1986). Die Verdichtung vermindert die Luftleitfähigkeit und erhöht die Eindringwiderstände. Beides wirkt sich negativ auf die Durchwurzelung – ausgedrückt als Wurzellängen-Dichte – aus. Gerade die Wurzellängendichte im Unterboden (40-100 cm) hat sich aber als das entscheidende Kriterium für die landwirtschaftliche Ertragsbildung erwiesen (VORDERBRÜGGE 1989).

Bei optimaler Rekultivierung liegen die Gesamtporenvolumina rekultivierter Lössböden bei über 40 Vol.% und die Trockenrohdichten bei bis zu 1,6 g/cm³ Boden. So liegen diese oftmals unter den Werten vergleichbarer Altlandböden. Die nutzbaren Feldkapazitäten sind dann hoch bis sehr hoch mit Werten zwischen 20 – 25 – (28) Vol.% (SCHNEIDER 1992; DUMBECK 1996). Entsprechend sind diese Böden in ihrem Ertragspotenzial mit den Altlandböden der Region vergleichbar.

8.4.2 Forstkies-Böden

Chemische Eigenschaften

Die Forstkiesmischungen werden mit dem Schaufelradbagger an der Abbaukante hergestellt, dabei wird der Löss oder Lösslehm mit den darunter lagernden quartären Terrassenschottern verschnitten. Die Terrassenschotter tragen nach den Angaben von HEIDE (1958) nicht viel Pflanzenverwertbares bei, das Material ist schwach sauer mit pH-Werten zwischen 4,7 – 5,8 gemessen in KCl (geschätzt ungefähr pH_{H₂O} 6). Weiterhin hat er äußerst geringe Gehalte von austauschbaren Nährstoffen: P₂O₅ und K₂O jeweils < 2 mg/100 g Boden und eine sehr geringe Kationenaustauschkapazität um 25 mmol_c/kg. Der pH-Wert und Nährstoffgehalt der Forstkiesmischungen ist also im Wesentlichen positiv mit dem Gehalt an beigemischten Löss/Lösslehm korreliert (DILLA & MÖHLENBRUCH 1998). Der pH kann entsprechend sehr weit von sauer bis schwach alkalisch schwanken. Die pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte sind meist so gering wie für den verkippten Löss bereits dargestellt, sehr niedrige Kalium-, Phosphor-, Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte.

Da beispielsweise im Bereich des Tagebaus Hambach im Vorfeld überwiegend die pseudovergleyten Böden der Bürgewälder anstehen, haben die hier hergestellten Forstkiesmischungen typischerweise geringe Karbonatgehalte um 0,5 % und pH-Werte zwischen 4,7 und 5,2 (Quartilabstand gemessen in H₂O). Dafür liegen hier die pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte geringfügig höher: K₂O oft über 5 mg/100g Boden bis zu 10 mg/100 g Boden und die Ausgangsgehalte an organischem Kohlenstoff liegen oft um 0,5 %. Eine plausible Erklärung ist, dass die hier verschnittenen Böden aus alten Waldstandorten stammen und daher der Humusgehalt der Ausgangsmaterialien höher ist als in den vormals ackerbaulich genutzten Lössstandorten.

Physikalische Eigenschaften

Entsprechend der variablen Mischungsanteile aus Kiesen und Sanden der Hauptterrassen, die typischerweise nur wenige Prozent abschlämmbarer Teilchen enthalten und dem überlagernden Löss- bzw. Lösslehm sind die Forstkiesböden vielfältiger zusammengesetzt als die Böden aus Löss, mit großen Spannen der einzelnen Kornfraktionen.

Der Skelettanteile (Grobkorn mit Durchmesser > 2 mm) kann im Extrem zwischen unter 10 % bis über 50 % schwanken. Der Tongehalt im Feinboden zwischen 2 % bis 14 %, der Schluffanteil von 6 % bis knapp 40 % und der Sandgehalt entsprechend zwischen 50 % und 90 %. Dennoch liegen die Korngrößenanteile in der Hälfte aller untersuchten Standorte in überschaubareren Grenzen: die Tongehalte des Feinbodens liegen typischerweise



zwischen 7 % – 11 % und der Schluffgehalt bei 12 % – 20 %. Es handelt sich also meist um mittellehmige Sande mit geschätzten nutzbaren Feldkapazitäten um 13 Vol.%.

Wie für die Lössböden bereits beschrieben, sind auch die Forstkiesböden sehr verdichtungsgefährdet. Bei Lössgehalten von 30 % im Forstkies konnten durch Planieren Dichten von $> 2 \text{ g/cm}^3$ erreicht werden. Das entspricht praktisch einem Erdbeton und ist nicht mehr zu durchwurzeln. Bei bodenschonendem Planieren und nachfolgendem Aufreißen sind aber günstige Bodenverhältnisse auch in diesen kiesigen Böden mit Porenanteilen um 30 Vol.% sichergestellt (WINTER 1990). Da die forstlichen Flächen nicht flächig maschinenbefahrbar sein müssen, kann man ganz auf das Planieren verzichten. So entstehen lockere Böden mit Porenvolumina um 35 Vol.% mit einem reich gegliederten Mikrorelief aus Rippen und Mulden.

8.4.3 Weiter Rekultivierungsstrate

Nach der Rekultivierungsrichtlinie ist es möglich, kleinflächig auch andere Substrate als Löss, Lösslehm und pleistozäne Terrassenschotter einzusetzen. Vielfach werden beispielsweise sorptionsschwache quartäre Kiese und Sande verkippt, um nährstoffarme trockenwarme Sonderstandorte zu erzeugen. Um wechselfeuchte Lebensräume mit ephemeren Kleinstgewässern, Tümpeln und Weihern zu schaffen, wird reiner Ton oder Lehm verkippt. Vor allem auf der Sophienhöhe sind auch Sonderstandorte aus tertiärem Sand mit hohen Sulfidgehalten hergestellt worden. Diese Böden sind zumeist extrem nährstoffarm und im Falle der Tertiärmaterialien auch stark sauer. Typischerweise sind diese Sonderstandorte als Sukzessionsflächen ausgewiesen, in denen die weitere Entwicklung des Bewuchses sich selbst überlassen werden soll.

Entsprechend der langen Geschichte des Braunkohleabbaus gibt es aus der Frühzeit der Rekultivierung Bereiche mit den verschiedensten Verkippungssubstraten. Im Südevrie sind das häufig Böden mit hohen Anteilen verschiedener Aschen und Schlacken aus der Braunhohleverbrennung, die hier teilweise bewusst deponiert oder als Immissionen eingetragen wurden. Solche Böden sind vielfach tief schwarz. Mancherorts enthalten sie Kohlenreste, Tonknollen und andere tertiäre Substrate. In einigen Bereichen tritt der Liegendton unter der abgebauten Kohle und Reste der Kohle offen zu Tage (BAUER 1963).

8.5 Tiere und Pflanzen in der Rekultivierung

Ein wichtiges Ziel der Rekultivierung ist die Wiederherstellung von Lebensraumfunktionen für die regionale Flora und Fauna. Vor diesem Hintergrund sind die ersten Begrünungsmaßnahmen als eine Art Initialzündung zu verstehen, die der Natur zur freien Entfaltung ihres Potenzials verhelfen soll. Dabei hat sich im Verlauf vieler Untersuchungen gezeigt, dass Tiere und Pflanzen die neu geschaffenen Gebiete in charakteristischer Weise neu besiedeln. Je nach Alter und Entwicklungszustand eines Lebensraumes lassen sich Besiedlungsstadien beschreiben, die durch bestimmte Faunen- und Florenelemente gekennzeichnet sind.

Seit mehr als 40 Jahren werden in den Rekultivierungsgebieten faunistische und floristische Daten erhoben. Die Auswertung dieser Freilandforschungsarbeiten zeigt eine beeindruckende Artenvielfalt auf den wiederhergestellten Flächen. So konnten mehr als 2.200 Tier- und mittlerweile über 1.000 Pflanzenarten nachgewiesen werden (ALBRECHT et al. 2005). Dabei treten auch immer wieder Arten in Erscheinung, die in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft selten geworden sind. Ein Beispiel hierfür sind die Orchideen. In den Rekultivierungsgebieten konnten über 18 verschiedene Arten nachgewiesen werden, darunter seltene und akut bedrohte wie die Bocksriemenzunge oder die Bienenragwurz.



Aber auch andere seltene Tier- und Pflanzenarten erschließen sich die neu geschaffenen Lebensräume schnell. Somit trägt die Rekultivierung auch zur Arterhaltung seltener Arten bei.

Die große Artenvielfalt und die rasche Besiedlung sind u. a. auf das Mosaik und den hohen Vernetzungsgrad unterschiedlichster Lebensräume zurückzuführen, die im Rahmen der Rekultivierung in die land- und forstwirtschaftlichen Flächen eingebracht werden. Neben Trockenrasen, Brachflächen, Wiesen, Ton- und Sandflächen werden auch Heckenzüge, Feuchtbiotope und Seen angelegt.

Um den Erfolg der einzelnen Rekultivierungsmaßnahmen zu kontrollieren, werden auch weiterhin wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt, die vorkommenden Arten kartiert und die Entwicklung dokumentiert. Zusätzlich werden, beruhend auf den Erkenntnissen der langjährigen Forschung, Insekten, Vögeln und Kleinsäugetern wie Fledermäusen in der frühen Phase der Rekultivierung „Nisthilfen“ angeboten, die sie erfolgreich annehmen, bis geeignete natürliche Plätze entstanden sind. Für Amphibien und Reptilien werden kleine Teiche sowie Totholzhaufen bereitgestellt, um diesen einen passenden Lebensraum zu bieten, von dem noch weitere Arten profitieren. Letztendlich tragen alle diese Maßnahmen dazu bei, dass die Rekultivierungsgebiete der ehemaligen Braunkohlentagebaue eine regionaltypische Artenvielfalt haben. Die Biodiversität der Rekultivierung liegt nachweislich für die heimischen Pflanzenarten und die Vögel über den Werten im Umland.

8.6 Rekultivierung versus natürliche Sukzession

„Natürliche Sukzession“ wird – auch im Rheinischen Braunkohlenrevier – in der Diskussion um die Wiederherstellung der Landschaft der „Rekultivierung“ als Gegenpol gegenübergestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass „natürliche Sukzession und gesteuerte Renaturierung durch Biotopgestaltung bessere ökologische Ergebnisse erbringen als die Rekultivierung“. Insbesondere fördere die „technisch perfekte Rekultivierung [...] „Allerweltslandschaften“ in denen Allerweltsarten vorkommen, während Sukzessionsflächen und Renaturierungsbereiche einer Vielzahl spezialisierter Pflanzen- und Tierarten Existenzmöglichkeiten bieten.“ (BAUER 1998). Entsprechend stellt WOLF (1985) fest, dass es im Zuge der Rekultivierung „erneut zu intensiver Landnutzung [komme], bei der die Interessen des Naturschutzes bisher nur unzureichend berücksichtigt werden.“ Er fordert vermehrt Sonderbiotope aus der geschlossenen Aufforstung heraus zu nehmen und insbesondere „Flächen mit unterschiedlichen Böden für die spontane Besiedlung“ bereitzustellen.

WITTIG (1998) weist darauf hin, dass der Begriff der „Natur“ in dieser Diskussion nicht hilfreich sei, weil letztlich jedes Auftreten von Arten „natürlich“ sei, auch das Vorkommen eines Abwasserpilzes in einem verschmutzten Gewässer. Er betont, dass der Natürlichkeitsgrad die Messlatte sein sollte. Das setzt aber voraus, dass klare ökologische Entwicklungsziele, z.B. Lebensraumtypen, definiert werden und nicht nur Maßnahmen (BAKKER et al. 2000). Insofern stellt sich die Frage, ob das „Zulassen der natürlichen Sukzession“ nicht eher eine „Maßnahme“ ist und kein Entwicklungsziel in diesem Sinne. Dann fehlt allerdings auch ein Maßstab für die Zielerreichung. Letztlich würde Alles als „natürlich“ und allein deswegen besser als auf rekultivierten Flächen bewertet.

Andererseits weisen gerade im Rheinland die Autoren auf Defizite bei der Wiederherstellung von Wäldern hin. Hier wird jede Abweichung von der hypothetischen potenziellen natürlichen Vegetation als Rekultivierungsmangel betrachtet (WITTIG 1998, NAGLER & WEDECK 1998). Gerade die „Nicht-Ersetzbarkeit“ der alten Wälder oder der er-



tragreichen Lössböden wird von Gegnern des Tagebaus als Argument gegen den Tagebau ganz allgemein gebraucht.

Wenn aber beispielsweise ein Entwicklungsziel die Neuentstehung naturnaher Wälder ist, stellt sich die Frage, ob diese durch „Sukzession“ tatsächlich entstehen. WOLF (1998) zieht genau diesen Vergleich und kommt zu dem Schluss: „die spontane Sukzession zum Wald birgt bereits bei der Pionierbesiedlung Risiken in sich, wenn die Flächen stark vergasen (Landreitgras) oder konkurrenzstarke Kräuter wie z.B. Adlerfarn, die Gehölzansiedlung verhindern oder fremdländische Gehölze [...] massenhaft auftreten. [...] Die forstliche Bestandesbegründung auf Rekultivierungsflächen schafft auf kulturfähigen und besiedlungsfreundlichen Rohböden langfristig günstige Voraussetzungen für die Waldentwicklung (Ökosystemgenese).“ Diese Einschätzung wird durch die Beobachtungen aus den rekultivierten Wäldern klar bestätigt. Die beispielsweise von WEDECK (1975) kritisierten „naturfernen“ Wälder sind überwiegend klassische Pappelrekultivierungen gewesen, in denen sich die Krautflora durch den hohen Lichtgenuss nicht in Richtung Wald entwickeln konnte. Genau dieser Zustand würde sich aber im Zuge von Sukzession unter den dann dominierenden Birken, Weiden und Pappeln einstellen. Hinzu kommt, dass unmittelbar nach der Verkipfung das Material seine maximale Lockerheit hat. Die direkt gepflanzten Bäume können so ihr Wurzelsystem optimal entwickeln. Bei natürlicher Sukzession würde eine ähnlich intensive Durchwurzelung – vor allem in der Tiefe – erst viel später erreicht. Dann ist aber das Porenvolumen durch natürliche Selbstverdichtung schon deutlich geringer. Aus einem potenziellen Waldmeister-Buchenwald auf einem nährstoffreichen Standort (*Galio odorati*-Fagetum) würde sich dann möglicherweise nur noch ein artenarmer Hainsimsen-Buchenwald bodensaurer Standorte (*Luzulo*-Fagetum) entwickeln können.

Als besonders naturschutzwürdig erscheinen die „Sukzessionsflächen“ meist als halboffene Brachstadien. Auf diesen Ruderalflächen mit oftmals hohen Anteilen offenen Bodens und einzelnen Buschgruppen, die an Heiden und Magerrasen erinnern, finden viele Arten genau dieser letztgenannten Vegetationsformen einen neuen Lebensraum. Diese, in Folge Jahrhunderte langer Ausbeutung nährstoffarmen Kulturbiotop sind die in den letzten Jahrzehnten am meisten zurückgegangenen Lebensräume. Dementsprechend sind die hier vorkommenden Arten heute selten geworden. In den Brachstadien der frühen Selbstbegrünung und auch auf den aktiven Betriebsflächen der Tagebaue finden genau diese Arten wieder einen Lebensraum: Blauflügelige Ödlandschrecke, Heidelerche, Steinschmärtzer oder Massenvorkommen der mittlerweile als Anhangsart der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU besonders geadelten Kreuz- und Wechselkröten werden dann als besonders schutzwürdig identifiziert. Letztlich stellt der Tagebau sogar einen weit in die ursprüngliche, ungedüngte Kulturlandschaft zurückreichenden dynamischen Kulturbiotop dar, in dem viele dieser Arten über die letzten Jahrzehnte ihrer Ausrottung entgangen sind.

Allerdings ist es illusorisch zu glauben, dieses Lebensraumpotenzial könnte ohne einen aktiven Tagebau durch das Belassen großer Sukzessionsflächen erhalten werden. Wie die Beobachtungen zur primären Sukzession zeigen, würde sich überall letztlich ein wie auch immer gearteter Wald einstellen und die schützenswerten Besiedler der ersten Sukzessionsstadien würden dann wieder verschwinden. Insofern können auch diese Lebensräume nur dauerhaft wiederhergestellt werden, wenn sie als „Rekultivierungsziel“ definiert und dann auch entsprechend gepflegt werden. Sukzession als Selbstzweck nützt hier nichts, nur wenn beispielsweise eine Wiese auch als solche gepflegt wird, wird sie ein Wiese bleiben – in der „rekultivierten“ Landschaft genauso wie überall sonst.

Die Beobachtungen aus der Rekultivierung des Braunjohlentagebaus im Rheinland zeigen klar, dass die nach vielen Jahren Erfahrung entwickelten Rekultivierungsverfahren



geeignet sind, naturraumtypische Lebensräume neu zu begründen, die sich im Rahmen einer gelenkten Sukzession im Sinne einer „Ökosystemgenese“ zu neuen vielfältigen Landschaften entwickeln. Sukzessionsflächen, bzw. das Zulassen von un gelenkter natürlicher Dynamik im Sinne des „Prozess-Schutzes“ ist dabei eine von vielen Methoden, die in Abwägung der Ziele der Landschaftsgestaltung zur Vielfalt beitragen.

8.7 Stellenwert der Rekultivierung für RWE Power

Die Rekultivierung der ausgekohlten Tagebaubereiche hat auch heute für RWE Power höchsten Stellenwert. Das Unternehmen verfügt in diesem Bereich über eine Jahrzehnt lange Erfahrung und arbeitet zur stetigen Verbesserung der Rekultivierung mit Forschungsinstituten, Universitäten und unabhängigen Fachleuten aus Umweltschutz, Forst- und Landwirtschaft zusammen. An den Planungen für die Gestaltung der ehemaligen Tagebaubereiche arbeiten Fachbehörden, die betroffenen Gemeinden und Land- und Forstwirtschaft mit den Experten von RWE Power zusammen. Sie melden ihre jeweiligen Interessen an, die von der Genehmigungsbehörde anschließend ausgeglichen werden müssen. RWE Power setzt die Pläne in die Wirklichkeit um. Bereits zu Beginn aller Abbauplanungen wird der Endpunkt der Entwicklung – die Rückgabe einer ökologisch intakten Landschaft – verbindlich zugesagt. Mehr noch, in vielen Fällen hat der Bergbautreibende für die Zeit nach dem Bergbau ein Mehr an Wald und Wasserflächen, an landschaftlicher Vielfalt, an Tier- und Pflanzenarten geschaffen.

Das Gestaltungsprinzip der heutigen Rekultivierung ist die Wiederherstellung einer multifunktionalen Landschaft (STÜRMER 1990, LÖGTERS & DWORSCHAK 2004). Dass heißt, optimal gegliederte Ackerfluren durchzogen von Grünzügen mit halboffenen Lebensräumen und Waldflächen in Verbindung mit größeren Waldbereichen oder Landschaftsseen. Die Grünzüge nehmen in aller Regel als Trockenmulden oder als Bäche das Oberflächenwasser auf und verknüpfen die Landschaft mit dem Umland.

Die Berrenrather Börde ist wahrscheinlich das erste Beispiel für eine konsequente, vorlaufende Planung der Rekultivierung durch Landschaftsplaner – seinerzeit durch Prof. Olshowy, Begründer und damaliger Leiter des heutigen Bundesamtes für Naturschutz in Bonn.

Ein aktuelles Lehrbeispiel ist die Verlegung eines 5 Kilometer langen Abschnitts der Inde im Kreis Düren. Der Tagebau Inden erreichte im Sommer 2005 den früheren, begradigten Verlauf der Inde. Heute biegt der Fluss bei Lamersdorf ab und fließt auf etwa zwölf Kilometern frei durch eine neue, bis zu 300 Meter breite Aue, die in der Rekultivierung des Tagebaus liegt. Hier kann er inmitten einer überwiegend bewaldeten Niederung frei mäandrieren, ehe er auf der Höhe von Kirchberg wieder in sein altes Bett zurückkehrt und dann wenige hundert Meter dahinter in die Rur mündet.

Seit vielen Jahren arbeiten Wissenschaftler deutscher Hochschulen und die Rekultivierungsfachleute von RWE Power eng zusammen. Dafür hat RWE Power die „Forschungsstelle Rekultivierung“ eingerichtet. Sie dient Forschern als Anlaufstelle, Bibliothek und Labor für ihre Studien.

9 Archäologie und Paläontologie

Die archäologische Forschung beschäftigt sich mit den Relikten menschlicher Siedlungsgeschichte. Durch das Ausgraben dieser Spuren versucht man, ein Bild von den Lebensumständen unserer Vorfahren zu gewinnen. Die Paläontologie beschäftigt sich mit den Relikten urzeitlicher Lebewesen und verbindet die Biowissenschaften mit den Geowissen-



schaften. Fossilien (vom lateinischen fossilis „ausgegraben“) sind die Überreste ausgestorbener Pflanzen und Tieren sowie deren Lebensspuren. Durch sie kann die Evolution pflanzlicher und tierischer Organismen rekonstruiert werden..

9.1 Archäologie im Braunkohlerevier

Gerade die fruchtbaren Lössböden, unter denen die Braunkohle im Rheinland liegt, übten immer eine große Anziehung auf die Menschen aus. In dieser siedlungsgünstigen Landschaft ließen sich schon früh die ersten Bauernkulturen nieder, um die hohe Bodengüte agrarisch zu nutzen. Natürlich hinterließen diese Menschen und deren Siedlungen Spuren im Boden, die heute wieder entdeckt werden. Im Bereich der Braunkohlentagebaue werden diese Bodendenkmale zwar einerseits zerstört, andererseits ergeben sich einzigartige Möglichkeiten für die archäologische Forschung. Nirgends sonst ist es möglich, großflächig die Spuren der vergangenen Besiedlung zu erkunden. Diese Spuren reichen in den oberen Bodenschichten des Rheinlandes bis in die Zeit vor mehr als 100.000 Jahren zurück, als Neandertaler hier siedelten. Im Lössboden lassen sich die Phasen der Sesshaftwerdung des Menschen vor über 7.000 Jahren bis in die jüngste Vergangenheit verfolgen. Um diese Forschung zu ermöglichen gründete RWE Power mit dem Land Nordrhein-Westfalen und dem Landschaftsverband

Rheinland im Jahre 1990 die „Stiftung zur Förderung der Archäologie im Rheinischen Braunkohlerevier“. Von einer Außenstelle in Titz leitet seither das Amt für Bodendenkmalpflege des Landschaftsverbandes Rheinland (LVR) die systematische archäologische Erkundung der Braunkohlentagebaue. Einige der archäologischen Fundobjekte werden heute den interessierten Besucher im Schloss Paffendorf und den Museen der Region zur Schau gestellt.

Schon in den 1950er Jahren wurden im Braunkohlerevier wichtige archäologische Funde gemacht. 1955/56 fand man beispielsweise im Tagebau Frimmersdorf in der Ortslage Morken am Kirchberg Relikte verschiedener Epochen. Ein viel beachteter Fund war ein vergoldeter Spangenhelm aus einem fränkischen Fürstengrab. Außerdem entdeckten Archäologen die Motte „Husterknupp“ bei Frimmersdorf sowie die römische „Villa rustica“ von Bedburg-Garsdorf. Am Ortsrand von Harff wurden etwa 250 bis 300 Altäre, die nach den Inschriften den „matronae austrihenae“ geweiht waren, gefunden. Als Folge dessen wurde 1957 in Bergheim die Außenstelle des Rheinischen Landesmuseums Bonn eingerichtet. Dieses war damals noch für die Bodendenkmalpflege im Rheinland zuständig. Bis 1968 wurden Untersuchungen an verschiedenen archäologischen Fundpunkten durchgeführt. Nach der Schließung der Außenstelle im Jahre 1968 wurde 1976 eine neue Außenstelle in Niederzier-Hambach gegründet, die bis 1994 bestand. In dieser Zeitperiode wurden im Tagebau Hambach Aufsehen erregende Funde gemacht. Dazu gehörten eine römische Münzstätte aus dem 3. Jahrhundert, ein keltischer Goldschatz, Werkstätten zur Glasherstellung und ein mehrteiliger Bernsteinschmuck aus einem römischen Frauengrab. Besonders beachtenswert ist die Glasproduktion für den ländlichen Raum. Meist waren Glaswerkstätten im 4. Jahrhundert nur in den größeren Städten angesiedelt. Die Glasproduktion in Hambach scheint sogar sehr erfolgreich gewesen zu sein, denn Glasprodukte aus Hambach wurden in mehreren Städten zwischen Krefeld und Mainz nachgewiesen. Seit 1995 ist die Außenstelle des Rheinischen Landesmuseum in Titz-Höllen angesiedelt. Durch Aufstockung der Stellen wurde versucht, den extremen Anforderungen der ständig weitergrabenden modernen Schaufelradbagger gerecht zu werden.

Es wird vermutet, dass in den Lössböden auf fast jedem Hektar mit archäologischen Fundplätzen zu rechnen ist. Daher werden mögliche Fundpunkte bereits frühzeitig im Vorfeld der Tagebaue erkundet. Zwischen Herbst und Frühjahr, wenn die landwirtschaftlichen



Flächen bewuchsfrei sind, werden die Äcker im Rahmen von Prospektionsgängen auf menschliche Siedlungsspuren (z.B. hochgepflügte Tonscherben und Feuerstein-Artefakte) abgesucht. Parallel dazu werden Luftbilder ausgewertet. Relikte menschlicher Tätigkeiten lassen sich oftmals daran nachweisen, dass der Bewuchs an diesen Stellen im Vergleich zu den anderen unterschiedlich mit Nährstoffen und Wasser versorgt werden. Diese variablen Wuchsgrade kann man aus der Vogelperspektive erkennen. So werden mögliche Fundpunkte im Vorfeld ermittelt und nach ihrer wahrscheinlichen Bedeutung bewertet.

9.3 Fossilien in der Braunkohle

In den Bodenschichten der Niederrheinischen Bucht haben sich sowohl Pflanzen- als auch Tierfossilien erhalten. In den Braunkohleschichten lassen sich Fossilien

jedoch nur ausnahmsweise finden, da die Kalkschalen, Knochen und Chitin durch

die sauren Wässer der Moore in der Regel zersetzt wurden. Pflanzlich Reste, wie Blätter, weiche Früchte oder zarte Samen sind ebenso seltene Funde in der Braunkohle. Dagegen finden sich besonders holzige oder harzige Teile der Pflanzen in den Kohleschichten. Diese Bestandteile konnten die Torfbildung sowie die Inkohlungsprozesse unter Erhaltung ihrer Form und Beschaffenheit gut überstehen und sind bei den heutigen Ausgrabungen noch gut erhalten.

Pflanzenfossilien lassen sich besonders gut in den sandigen und tonigen Schichten zwischen den Kohleflözen und im Deckgebirge nachweisen. In Schwemmholzlagen wurden Zapfen, Früchte, Holz und Rinde zusammengespült und so zusammen mit Kleinfossilien erhalten; in Schluff- und Tonschichten findet man Blattfossilien. Im Umfeld der rheinischen Tagebaue wurden Pflanzenfossilien gefunden, deren Vertreter oder unmittelbare Nachfahren es teilweise noch heute gibt, oft in den Tropen und Subtropen.

Darunter zählen Hartriegelgewächse, Gerippte Steinkerne (von *Rehderodendron ehrenbergi*), Ingwergewächse, Hornstrauchgewächse, Teestrauchgewächse, Seerosengewächse, Lorbeerblattgewächse, Früchte von *Symplocos*-Gewächsen (heute nur noch in den Tropen), Nussbaumfrüchte (*Carya*), „rheinische Datteln“ (*Tectocarya rhena*na), Farne, Amberbäume, Tulpenbäume, Fächerpalme, Pappel, Buche, Mammutbaum, Pinie, Tanne und typische Charakterarten der Auwaldzone.

Die Pflanzenfossilien sind in unterschiedlicher Form erhalten. So gibt es neben Kernen und Früchten, Blattfragmente oder auch Zapfen der Nadelbäume, Pollen und Sporen, die in den verschiedenen Bodenschichten entdeckt werden. Auch ganze Stämme von Bäumen werden regelmäßig in den Braunkohleschichten gefunden. Durch diese Funde können Botaniker die Pflanzenwelt der Vorzeit rekonstruieren.

Im Tagebau Hambach haben sich in einem Flussbett, das sich durch das fossile Braunkohlenmoor schlängelte, die Überreste einer artenreichen Säugetierfauna erhalten. Unter anderem wurden Knochenfragmente des urzeitlichen Affen *Pliopithecus* gefunden. Dieser Fund stellt die nördlichste bekannte Verbreitung dieser Affenart dar. Bisher kannte man nur Funde aus Frankreich und Tschechien. Fossilienfunde gibt es in diesem Gebiet jedoch auch von Schildkröten, Fröschen, Krokodilen, Riesensalamandern, Libellen und von größeren Säugetieren wie Hirschen, Bärenhunden und Nashörnern. Im Hambacher Umfeld wurden sogar Zahnfragmente und eine Kniescheibe des größten Pflanzenfressers der damaligen Zeit gefunden, dem Zitzen-Zahn-Elefant (*Gomphotherium*).