

Der Tagebau Hambach liegt im Städtedreieck Aachen, Mönchengladbach und Köln zwischen den Ortschaften Jülich, Elsdorf und Hambach nahe der Autobahn 4. Die Abbaurichtung dreht sich im Uhrzeigersinn um den Bandsammelpunkt in Richtung der Autobahn.

Im Tagebau wird Braunkohle gefördert. Sie wird für die Stromerzeugung in verschiedene Kraftwerke transportiert. Braunkohle ist mit einem sehr hohen Anteil an der Stromerzeugung in Nordrhein-Westfalen beteiligt.

Die forstlich rekultivierten Flächen des Abbaugebietes Hambach befinden sich auf der Außenkippe Sophienhöhe und der daran anschließenden überhöhten Innenkippe.

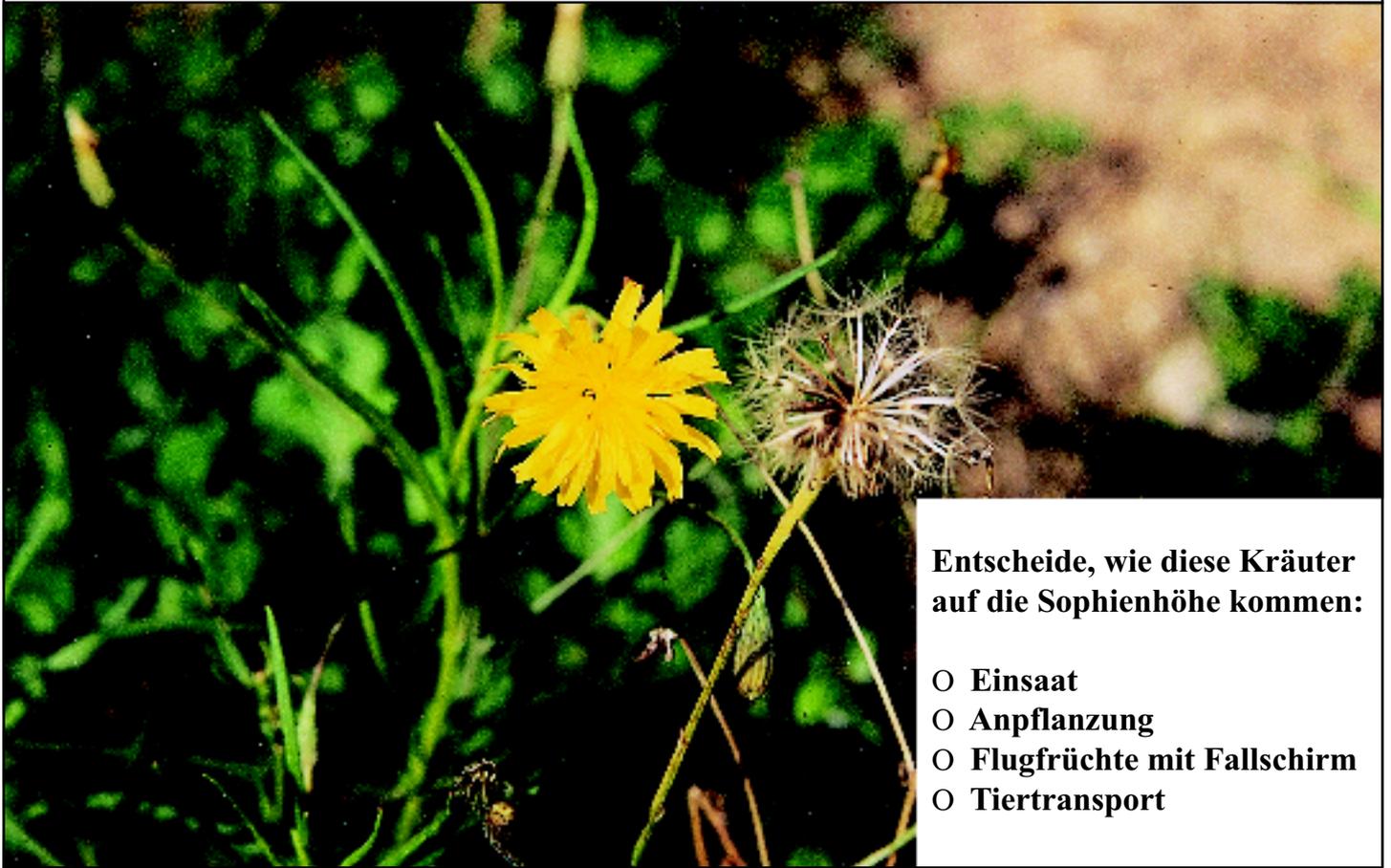
Diese Forstflächen sind im Gebiet zwischen Naturwaldzelle (Parkplatz alte B 55) und Fuß der Sophienhöhe fast genau so alt wie der Tagebau.



- **Entstehungszeit der Außenkippe: 1978 - 1990**
- **Grundfläche: 1.067 ha forstwirtschaftlich rekultiviert**
- **Maximale Höhe: 290 über NN am Höller Horn**
- **Verkippte Materialmenge*: 1,1 Milliarden m³**

- **Entstehungszeit der Innenkippe: 1993 bis ca. 2015;
am Südhang der Sophienhöhe höhengleich angeschlossen.**

(* Kies, Sand, Ton, Löss und Forstkies)



Entscheide, wie diese Kräuter auf die Sophienhöhe kommen:

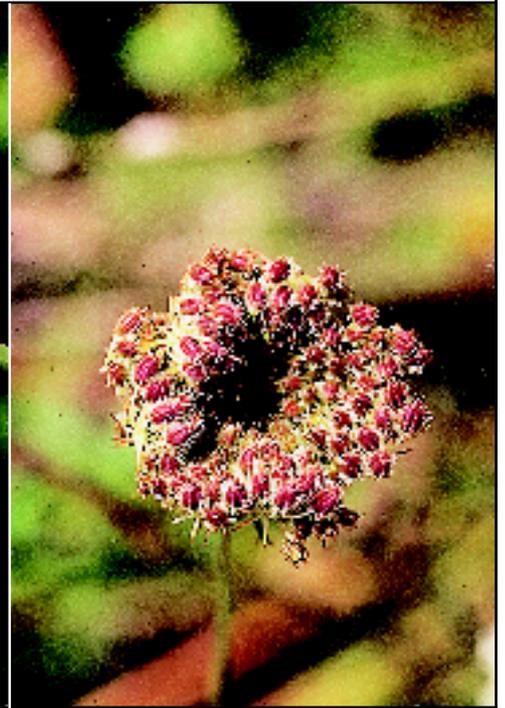
- Einsaat
- Anpflanzung
- Flugfrüchte mit Fallschirm
- Tiertransport

Das Gemeine Ferkelkraut gehört zur Familie der Korbblüter. Man findet es in unserer Gegend häufig, so auch auf der rekultivierten Sophienhöhe.

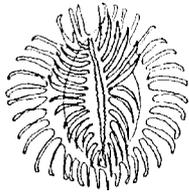
Es gibt noch viele ähnlich gebaute Wildpflanzen aus der Familie der Korbblütler:

- Habichtskraut
- Kompasslattich
- Ruhrkraut
- Löwenzahn
- Huflattich
- Wasserdost
- Distel
- Greiskraut
- Berufkraut.

Die Verbreitung der Samen erfolgt durch den Wind.



Einzelfrucht einer Wilden Möhre



Entscheide, wer die Früchte transportiert:

**Laufkäfer, Mensch, Fuchs, Libelle, Schwalbe,
Regenwurm, Reh, Kaninchen, Fasan, Wildschwein.**

Viele Wildpflanzen, so auch die Wilde Möhre werden durch ihre Klettenfrüchte verbreitet. Diese Früchte besitzen kleine Widerhaken. Sie bleiben an der Kleidung des Menschen und am Fell der Wildtiere haften.

Weitere typische Vertreter der Klettenfrüchte sind:

- Odermennig
- Zweizahn
- Klette
- Klebkraut
- Hexenkraut.

Die Pflanzenwelt: Gepflanzt und natürlich

5a



Entscheide, was sich von alleine (a) einstellte, was gepflanzt (g) worden ist:

- | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> g | |
|----------------------------|----------------------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Stieleiche |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Besenginster |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pappel |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Himbeere |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Kamille |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Schwarzkiefer |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Hahnenfuß |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Hainbuche |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Winterlinde |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Rainfarn |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Douglasie |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Löwenzahn |

Die Pflanzenwelt: Gepflanzt und natürlich

5b

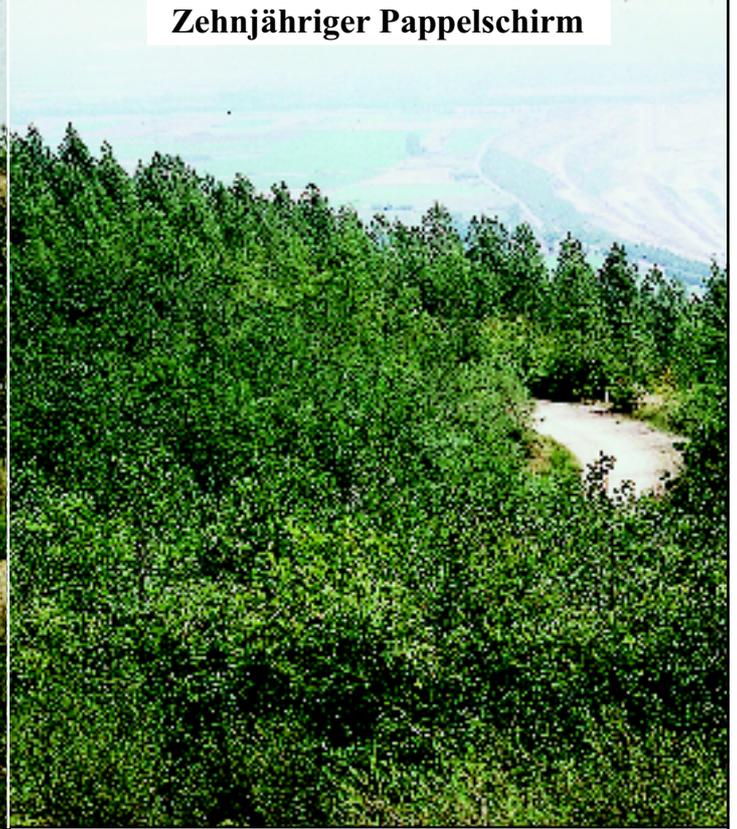
Im rekultivierten Gelände werden viele Bäume und Sträucher gepflanzt, so auch Winterlinde, Rotbuche und Stieleiche.

Andere Pflanzen stellen sich von alleine ein, wie zum Beispiel Hahnenfuß, Distel und Besenginster.

Einjähriger Pappelschirm



Zehnjähriger Pappelschirm



Nenne die Aufgaben eines Pappelschirms.

In gleichmäßig quadratischen Abständen werden Pappeln zwischen Edelgehölzen gepflanzt.

Sie sollen:

- den Boden verbessern
- den Boden vor Erosion schützen (schnelles Wurzelwachstum)
- die Edelgehölze vor zu starker Sonneneinstrahlung schützen
- die rekultivierten Flächen rasch begrünen.

Die Pappeln werden nach 10 bis 15 Jahren gefällt und verrotten an Ort und Stelle. Sie liefern damit Humus und dienen unzähligen Insekten, Mikroorganismen und auch kleineren Tieren als Unterschlupf.

Auch die unterirdischen Teile (Wurzeln) sterben ab. Die so entstandenen Hohlräume werden von den Wurzeln der Edelgehölze mitbenutzt.



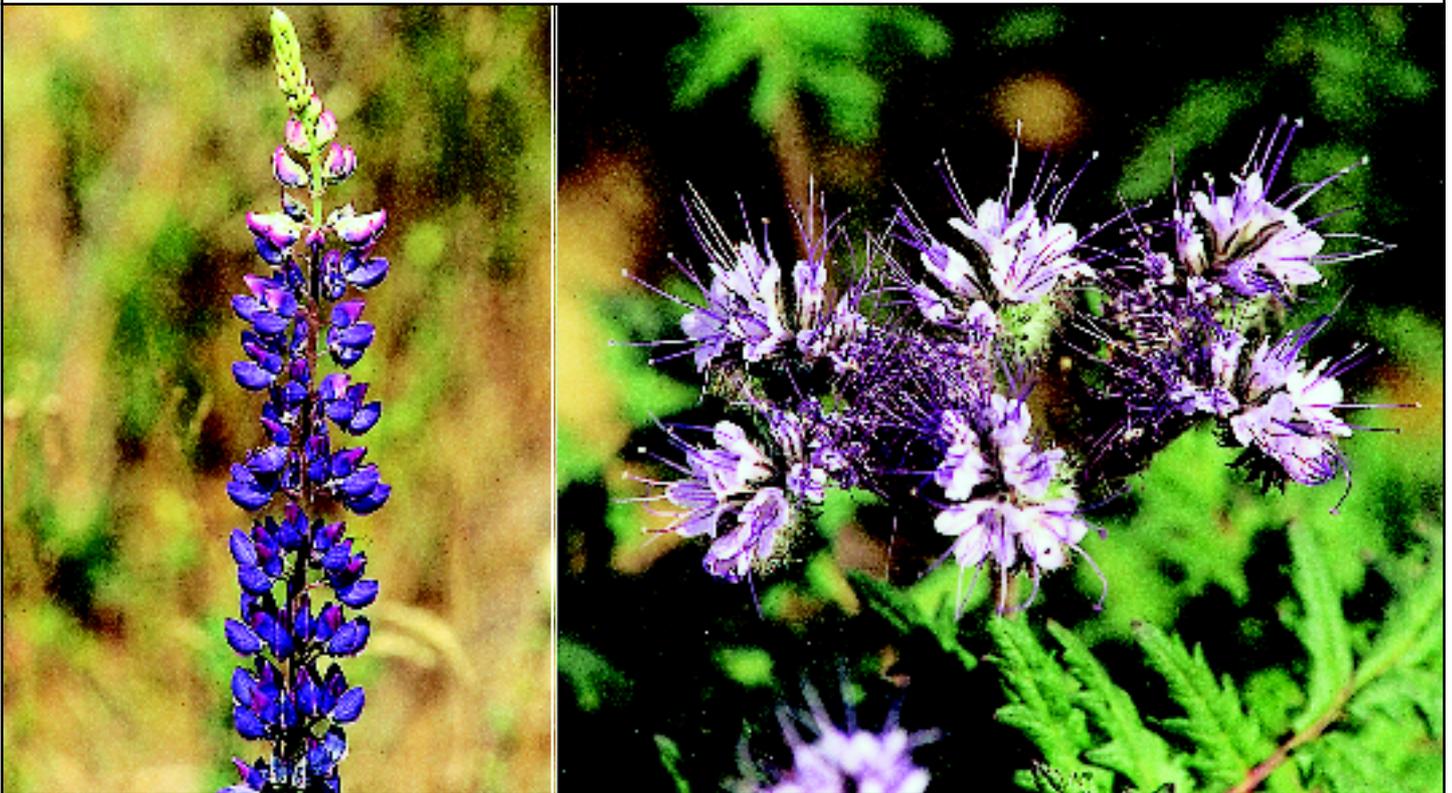
**Beschreibe, wie der Besenginster auf die rekultivierte Fläche kam.
Nenne die Faktoren, die das Samenkorn zum Keimen und Wachsen benötigt.**

Die Samen des Besenginsters befanden sich im Boden des ehemaligen Altwaldes. Bei der Gewinnung von Forstkies wurden die Samenkörner aufgenommen und auf die frische Rekultivierung verkippt.

Deshalb blühen im Mai Tausende von goldgelben Besenginstersträuchern auf der Sophienhöhe. Die Ginsterpflanzen wurden nicht vom Forstamt eingebracht. Ihre Keimfähigkeit beträgt sicherlich 100 Jahre und mehr.

Das Samenkorn braucht fünf Bedingungen zum Keimen und Wachsen:

- Feuchtigkeit
- Licht
- die richtige Temperatur
- Nährstoffe aus dem Boden
- genügend Platz.



Begründe, weshalb Lupine und Büschelschön gesät werden.

Lupine und Büschelschön (Phacelia) kommen ursprünglich nicht im Rheinland vor, sondern stammen aus Nordamerika. Wegen ihrer Fähigkeit, den Boden zu verbessern, werden sie auf den jüngsten rekultivierten Flächen gesät.

Beide Pflanzen

- bilden Humus
- reichern Stickstoff im Boden an
- lockern den Boden.

Hinweis: Lupinen während der Wanderung zu pflücken ist nur dann sinnvoll, wenn man sie mit einem scharfen Messer abschneidet und sofort in Wasser gibt. Dann bleiben sie eine Woche frisch, ansonsten verwelken sie sofort.

Die Pflanzenwelt: Bodenverbesserer

9a



Suche die auf den Bildern erkennbaren Pflanzen und notiere die Fundstelle (Rekultivierung/ Altwald).

Nenne den Grund für diese Häufigkeitsverteilung.

Die Pflanzenwelt: Bodenverbesserer

9b

Lupine, Klee und Robinie gehören zur Familie der Schmetterlingsblütler (Leguminosen). Ihre Wurzeln werden oft von Bakterien befallen. Diese Bakterien haben die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft aufzunehmen; Pflanzen können dies nicht. Stickstoff ist ein wichtiger Pflanzendünger. Die Wurzeln umwachsen die Bakterien, kleine Knöllchen entstehen.

Die Bakterien geben den Stickstoff an die Pflanze ab. Umgekehrt gibt die Pflanze den Bakterien Wasser und Nährsalze. So haben beide voneinander Nutzen (Symbiose).

Die Bindung des Stickstoffs ist so groß, dass auch andere Pflanzen ihn nutzen können, besonders dann, wenn der Schmetterlingsblütler im Herbst abstirbt. Der Boden wird so mit natürlichem Stickstoff angereichert.

Deshalb werden solche Pflanzen besonders im Rekultivierungsgebiet zur Bodenverbesserung eingesetzt.



Suche sowohl im Altwald (A) als auch im Rekultivierungsgebiet (R) jeweils in einem Umkreis von 40 Schritten nach Pilzen.

Hinweis: Viele Pilze wachsen auf dem Boden, aber einige auch an Ästen oder auf Totholz.

Bitte nicht pflücken, sondern das Aussehen beschreiben, die Größe messen, zeichnen oder fotografieren.

Wo findet man mehr Pilze, in A oder R? Lege eine Tabelle an.

	Pilzarten am Boden	Pilzarten auf Holz
A		
R		

Vom Pilz sieht man nur einen kleinen Teil. Der größere Teil verbirgt sich mit seiner "Wurzel" (Hyphen) im Boden oder im Holz. Dort lebt der Pilz von organischen Stoffen. Diese zersetzt er.

Die zersetzten Stoffe haben Anteil am Humus im Boden. Die Pilze tragen zur Fruchtbarkeit des Bodens bei.

Einige Pilze, besonders solche, die im Boden leben, brauchen zum Aufbau ihres "Wurzelnetzes" viele Jahrzehnte, ehe sie einen Pilzkörper an der Oberfläche ausbilden können. Deswegen ist die Anzahl der auffälligen "Schirmpilze" im Altwald größer als in jungen Rekultivierungsgebieten.

Einige Pilze leben besonders gerne mit den Wurzeln bestimmter Bäume zusammen (Mykorrhiza). So findet man z.B. den Birkenpilz vorwiegend bei den Birkenbeständen, den Pfifferling im Nadelwald.

Die meisten Pilze sind aber so klein, dass sie uns kaum auffallen (z.B. Schimmelpilz). Solche Pilze zersetzen Blätter und kleine Ästchen, die auch auf den Rekultivierungsflächen anfallen. Dort entsteht langsam eine Laubdecke und aus dieser schließlich eine Humusschicht.



Bestimmte Tiere brauchen besondere Hilfen.

Ordne den Bildern zu: Kleinlebewesen (kleine Nager, Spinnen, Insekten), Einzelgängerbienen, Greifvögel (Bussard, Falke), Ameisenstaat.

Um bestimmten Tieren das Leben zu erleichtern,
werden Starthilfen gegeben.

Hauptsächlich werden

- Ameisennester aus dem Altwald umgesetzt
- Sitzstangen (Julen) für Greifvögel (Falke, Milan, Habicht, Bussard) errichtet
- Totholz, Wurzelstümpfe für Kleinlebewesen (kleine Nager, Spinnen, Insekten) platziert
- Lesesteinhaufen für Reptilien (Eidechsen, Blindschleichen) gestapelt
- Holzstücke mit Bohrlöchern für Einzelgängerbienen aufgestellt
- Kleingewässer für Amphibien (Frösche, Kröten, Lurche) angelegt
- Nistkästen für Singvögel aufgehängt
- Nisthilfen für Fledermäuse geschaffen.



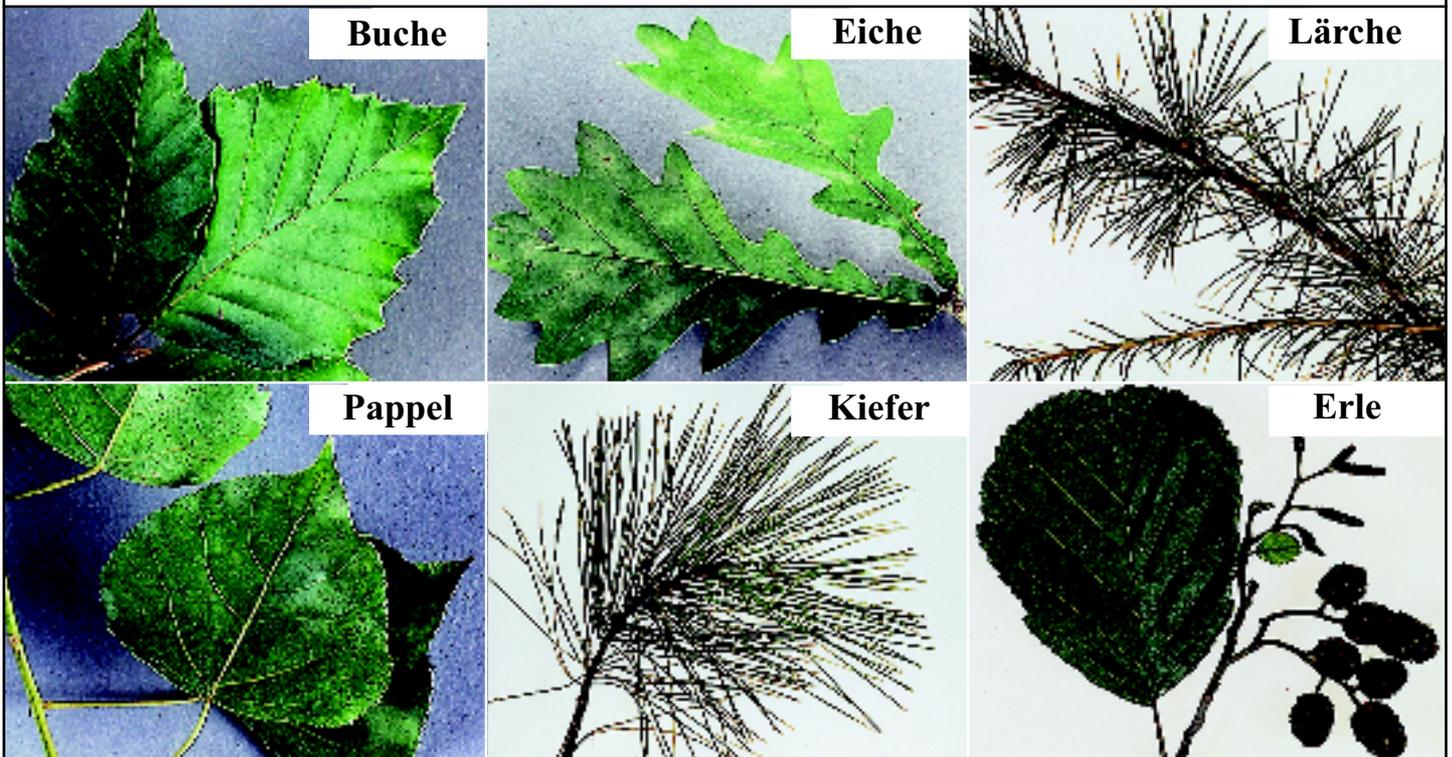
Beschreibe die drei wesentlichen Aufgaben eines Waldes.

Ein neu angelegter Wald übernimmt drei wesentliche Aufgaben.

- 1. Schutz**
Er ist Lebensraum für Tiere und Pflanzen,
Luftreiniger,
Wasserspeicher und
schützt vor Erosion, Wind und Lärm.
- 2. Erholung**
Er bietet Wanderwege, Reitwege,
Bänke und Schutzhütten für den Menschen.
- 3. Nutzung**
Er dient der Forstwirtschaft für die Holzproduktion.

Bäume auf der Sophienhöhe

13a



Eine Nadelbaumart verliert im Winter ihr Laub. Wie heißt sie?

Suche die abgebildeten Bäume während der Exkursion. Sammle Blätter, bestimme die Baumarten und notiere. Welche Bäume und Sträucher kommen besonders oft vor?

Bäume auf der Sophienhöhe

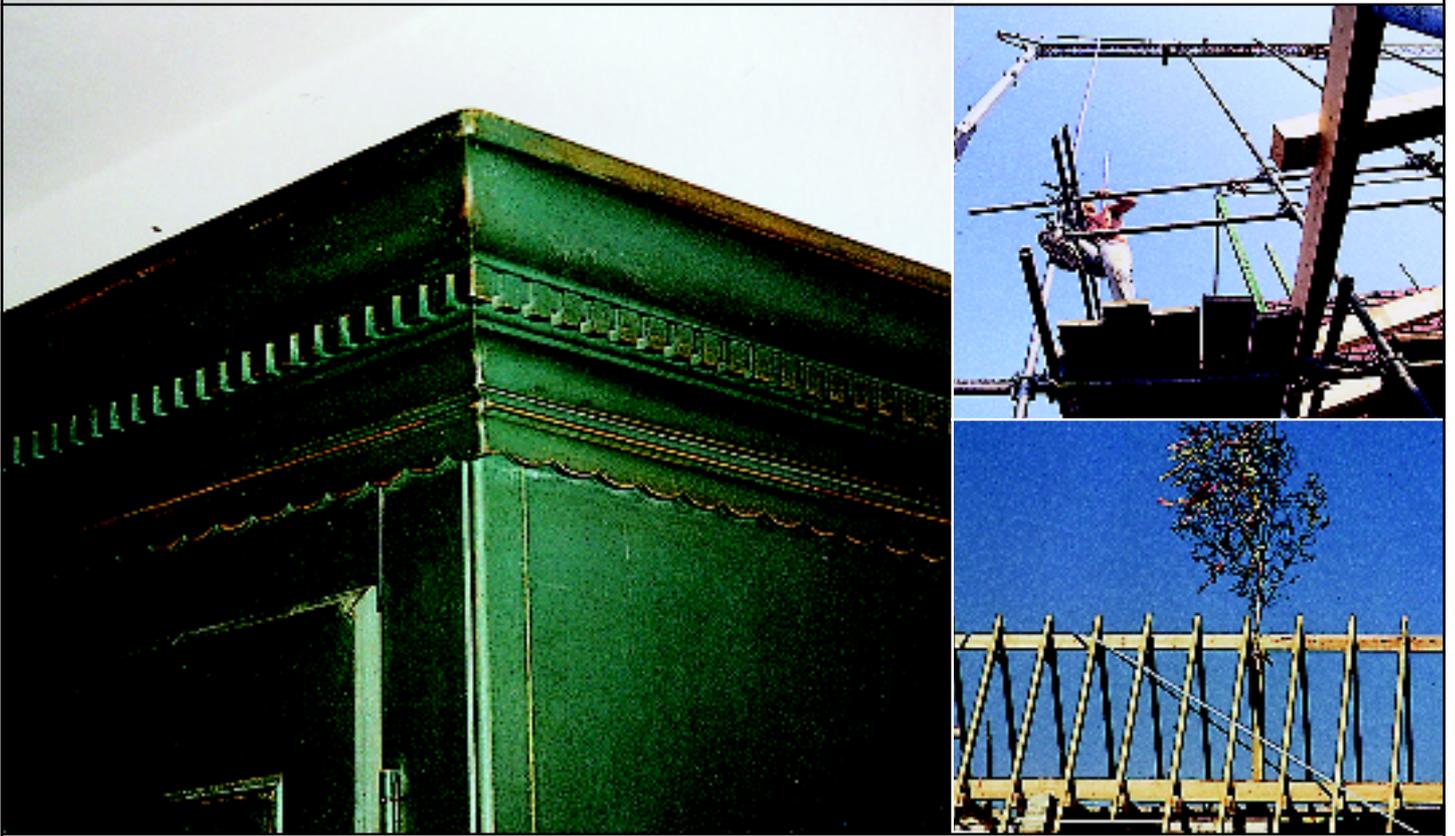
13b

Vom Forstamt Rheinbraun wurden 20 Laubbaum- und 19 Nadelbaumarten gepflanzt. Die wichtigsten gepflanzten Baumarten sind Rotbuche, Eiche, Hainbuche, Winterlinde und zahlreiche Straucharten.

Der Wald soll so naturnah und abwechslungsreich wie möglich gestaltet werden. Die Förster brachten deshalb auch seltene Gehölzarten in den Baumbestand ein. So liefert die Elsbeere nicht nur gutes Holz für Flöten und Orgelpfeifen. Daneben wurde beispielsweise auch die Esskastanie gepflanzt. Die Römer pflanzten sie bereits vor 2000 Jahren in unsere Gegend.

Nadelbäume sind im Rheinland ursprünglich nicht vorhanden. Bei der forstlichen Planung beachtete man sie aber trotzdem. Denn gerade im Winter übernehmen sie mehrere Aufgaben gleichzeitig.

- Die Douglasie und die Schwarzkiefer bieten mit ihrem immergrünen Laub Schutz für die Wildtiere.
- Die Sophienhöhe wirkt zu dieser Jahreszeit nicht so kahl.
- Die Serbische Fichte wird für den Weihnachtsbaumverkauf herangezogen.



Beschreibe, was aus Holz hergestellt wird.

Auch die durch Rekultivierung entstandenen Wälder liefern in späteren Jahren wieder Holz.

Die Zeitspanne von der Keimung des Gehölzes bis zu dessen Fällung nennt der Förster die Umtriebszeit.

Die Umtriebszeit schwankt bei den einzelnen Gehölzarten. Sie liegt beispielsweise für

- Eichen bei 160 Jahren
- Rotbuchen bei 140 Jahren
- Kirsche und Kiefer bei 80 Jahren.

Aus dem Holz werden beispielsweise Möbel, Bohlen und Kanthölzer für die Baustelle oder Dachstühle hergestellt.



Erkläre, wie ein neuer Wald gepflanzt und gepflegt wird. Beachte die Jahreszeiten. Erläutere, warum Pflege und Ernte notwendig sind.

Forstpflanzen werden in der Baumschule angezogen.

Pflanzzeit ist von November bis April.

Auf einen Hektar werden ca. 4.500 Stück gepflanzt. Mit der engen Pflanzweise fördert man die Höhenkonkurrenz der Bäume. Gerade Stämme sind die Folge. Gleichzeitig schützt die hohe Anzahl der Pflanzen zu Beginn den noch kahlen Boden vor Erosion.

Nach ein paar Jahren muss der Förster den Baumbestand ausdünnen (läutern).

Das Ernten des Holzes erfolgt entweder durch

- Kahlschlag
- Durchforstung
- Einzelstamm - Nutzung.

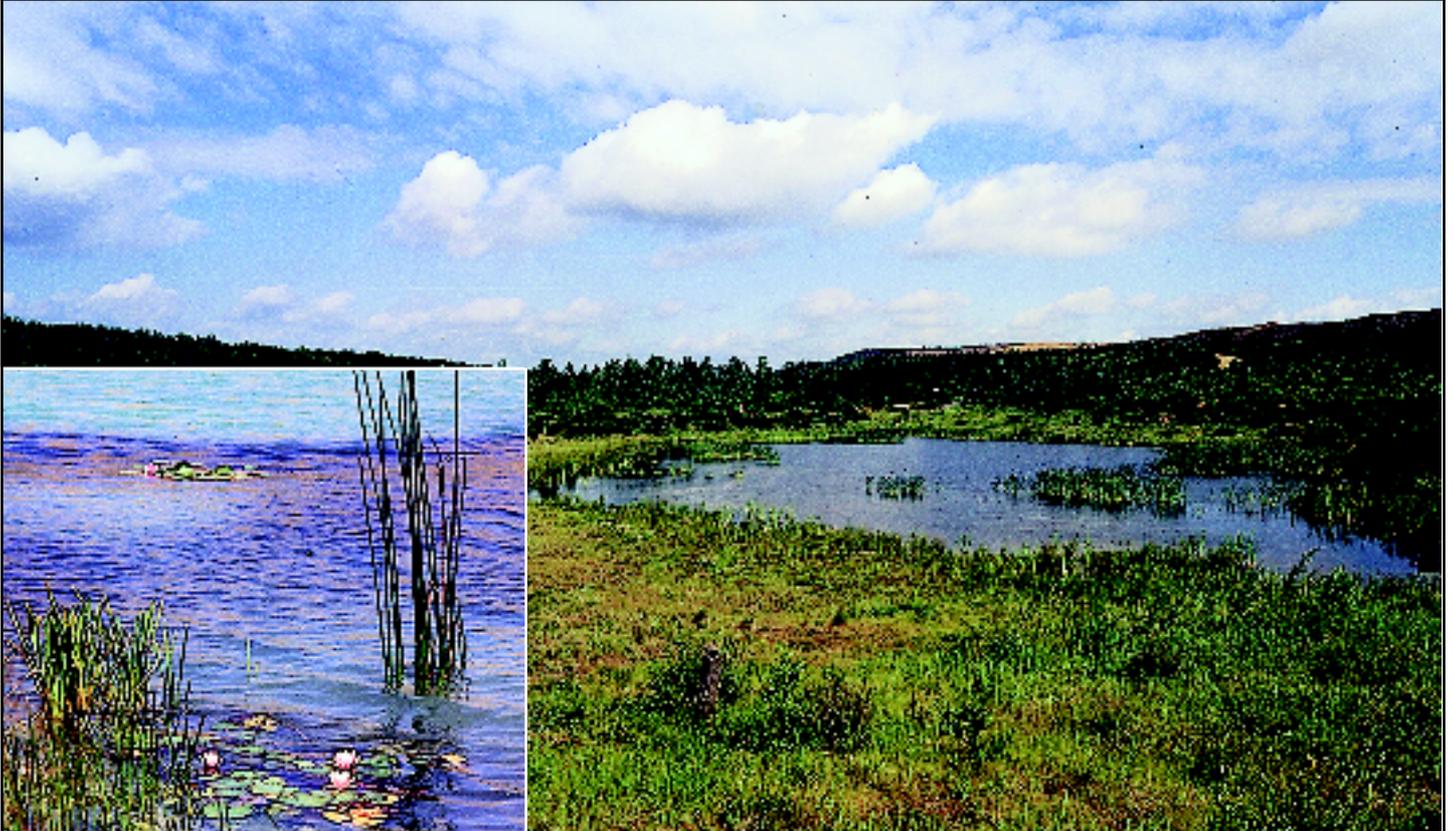


Altwald und Neuwald unterscheiden sich. Zähle verschiedene Merkmale auf.

“Wald” ist ein geschlossener Baumbestand mit einer Strauchschicht, auch Unterholz genannt, und einer Bodenschicht. Die Bodenschicht besteht aus Moosen, Flechten, Kräutern und Zwergsträuchern.

In Mitteleuropa ist der Wald die natürliche End-Pflanzengesellschaft. Dabei herrschen Laubmischwälder in tieferen Lagen vor. In der Jülich-Zülpicher Börde findet man Eichen-, Buchen-, Birken- und Hainbuchen-Wälder. In höheren Lagen stellen sich dagegen immergrüne Nadelwälder ein.

Nach der Gewinnung der Braunkohle wird ein neuer Wald angelegt. Er besteht zunächst nur aus jungen Bäumchen ohne Strauch- und Krautschicht. Sehr bald wandern aber Pflanzen und Tiere ein, und es bildet sich eine Moos- und Krautschicht. Man muss jedoch Jahrzehnte warten, bis sich stattliche Bäume entwickelt haben.

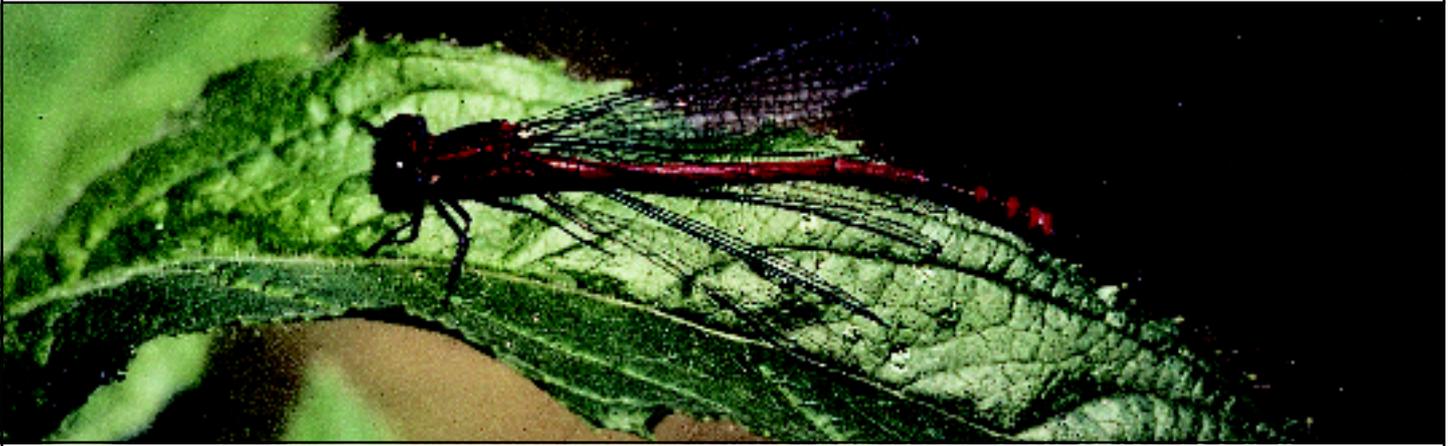


Unterteile einen Teich in vier Pflanzenzonen.

Einen natürlichen Teich unterteilt man von der Mitte zum Teichrand hin in vier Zonen.

1. Tauchblattzone (z.B. Tausendblatt)
2. Schwimmblattzone (z.B. Seerosen)
3. Schilfgürtel (z.B. Rohrkolben)
4. Ufersaum mit feuchtigkeitsliebenden Sträuchern und Bäumen (z.B. Erle).

In den unterschiedlichen Zonen leben unzählige Kleintiere, Insekten, Amphibien, Fische und Wasservögel.



Eine Aussagepro Reihe [A.. B..] ist richtig. Kreuze an:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Libellen haben zwei Flügel. | <input type="checkbox"/> B Libellen haben vier Flügel. |
| <input type="checkbox"/> A Sie sind rasante Flugkünstler. | <input type="checkbox"/> B Sie sind schwerfällige Tiere. |
| <input type="checkbox"/> A Sie können schmerzhaft stechen. | <input type="checkbox"/> B Sie sind völlig harmlos. |
| <input type="checkbox"/> A Die Augen nennt man Facettenaugen. | <input type="checkbox"/> B Die Augen nennt man Pipettenaugen. |
| <input type="checkbox"/> A Libellen sind Schädlinge. | <input type="checkbox"/> B Libellen sind sehr nützlich. |
| <input type="checkbox"/> A Sie ernähren sich von Nektar. | <input type="checkbox"/> B Sie ernähren sich von Mücken und Fliegen. |
| <input type="checkbox"/> A Libellenlarven leben am Teichboden. | <input type="checkbox"/> B Libellenlarven leben im Wald. |

An der Sophienhöhe hat man über 30 Kleingewässer angelegt. Einige befinden sich abseits der Wanderwege, damit sie ungestört bleiben.

An solchen Tümpeln und Teichen kann man den Sommer über prachtvolle Libellen beobachten.

Diese Insekten sind mit ihren zwei Flügelpaaren äußerst behende Flieger.

Wie die anderen Insekten haben auch sie Facettenaugen (sie bestehen aus unzähligen Einzelaugen). Die Facettenaugen der Libelle haben eine sehr gute Schauflösung und erleichtern ihr damit die Jagd auf Mücken und Fliegen.

Die jungen Libellen (Larven) leben ausschließlich im Wasser. Erst zur letzten Häutung (d.h. wenn sie Flügel bekommen) verlassen sie das nasse Element.



Kreuze in der nachfolgenden Liste alle Amphibien an:

Wasserfrosch, Blindschleiche, Wasserschildkröte, Bergmolch, Grasfrosch,
 Waldeidechse, Erdkröte, Teichmolch, Schlange, Sumpfschildkröte

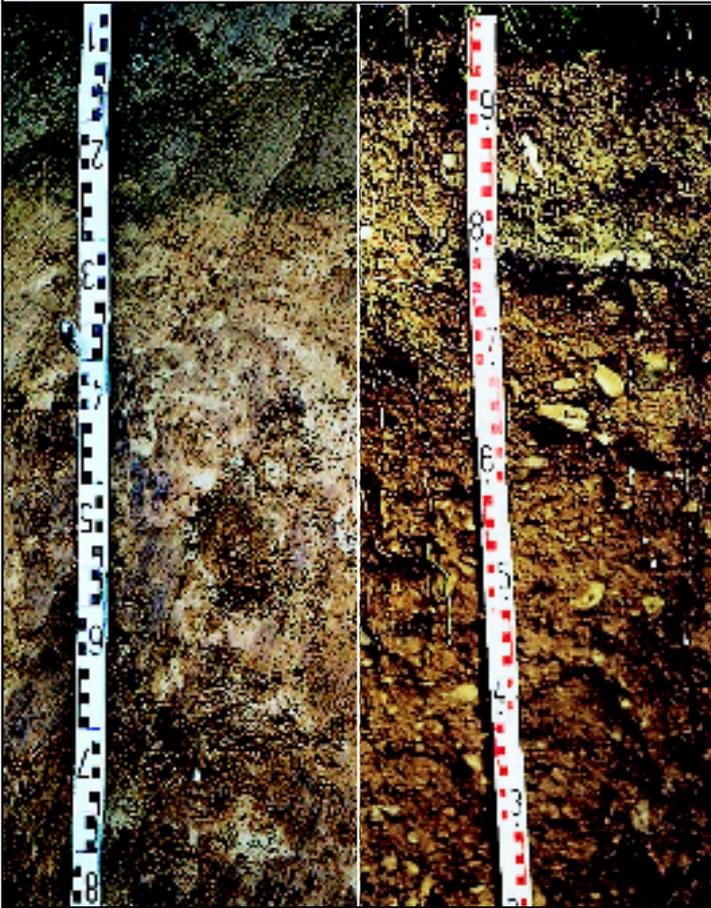
Amphibien, auch Lurche genannt, leben oft an Land. Sie werden häufig mit den Reptilien (Kriechtieren) verwechselt, da sie ähnlich aussehen.

Unterschiede gibt es aber bereits schon bei der Eiablage. Während die Reptilien immer ihre Eier an Land ablegen, erfolgt dies bei den Amphibien vorwiegend im Wasser.

Die Entwicklung zum erwachsenen Tier verläuft bei den Lurchen ebenfalls hauptsächlich im Wasser. Junge Frösche und Kröten nennt man Kaulquappen. Sie atmen zuerst noch durch Kiemen.

Zu den Amphibien zählen:

- Wasserfrosch
- Grasfrosch
- Bergmolch
- Teichmolch
- Erdkröte.

**Versuch 1: Bodenprofile****Material:** Spaten, Notizblock, Zollstock, Stifte**Standort:** Bodenprofil(e) aus Übersichtskarten.

- **Stecke jeweils eine Seite an den vier Bodenprofilen im Altwald (A) und in den rekultivierten Flächen (R) mit dem Spaten so ab, dass eine glatte senkrechte Fläche entsteht.**
- **Stelle den Zollstock an die Profilwände.**
- **Beschreibe Bodenfarbe(n) und Materialzusammensetzung(en) (Steinchen, Lehm, Sand).**
- **Kann man Regelmäßigkeiten erkennen (Farbe, Material / Dicke usw.)?**
- **Notiere diese Beobachtungen.**
- **Zeichne eine Profilskizze.**

Vergleiche die Beobachtungen und Profile von A und R.

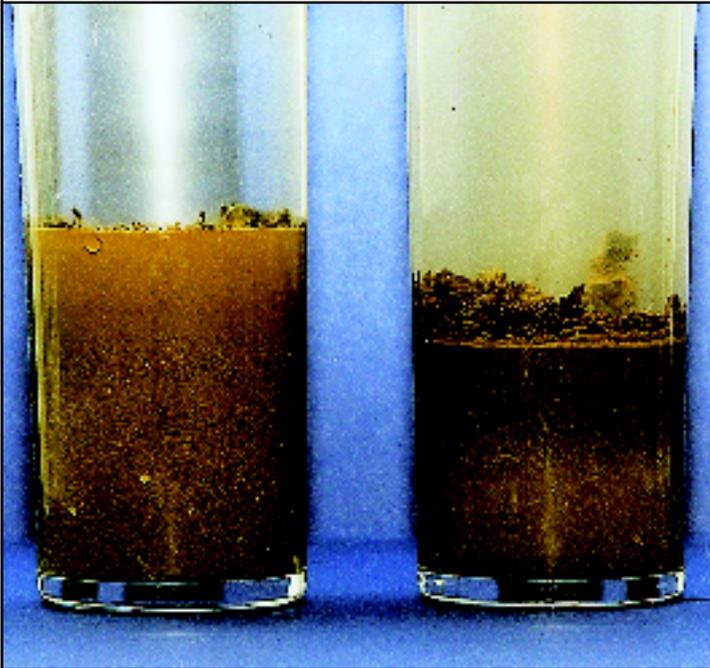
Am Bodenprofil I (Altwald) liegt gewachsener Boden vor (Parabraunerde - Pseudogley).

Der obere dunklere Bereich (A-Horizont) besteht aus Humus und wurde von abgestorbenen Pflanzteilen (vgl. Karte 10: Pilze) gebildet. Die nachfolgende Schicht ist braun und teilweise marmoriert. Sie stammt von der verwitterten Erde (B/Sw*-Horizont). Der B/Sw-Horizont besteht aus Lehm, Sand und Kies, die auch in Schichten abgelagert sein können. Das anstehende Gestein (C/Sd*-Horizont) befindet sich in ca. 1m Tiefe.

Das Bodenprofil II ist möglicherweise durch eine vorangegangene, andersartige Nutzung (u.U. Ackerbau) durch den Menschen beeinflusst worden.

Während sich der A-Horizont des rekultivierten Standortes (R) schon nach ca. 10 Jahren einstellt, braucht eine B-C-Horizontierung Jahrhunderte bis zu Jahrtausende. Bei den beiden Bodenprofilen III und IV fehlt die typische Schichtung, weil dieser Boden angeschüttet worden ist. Neben einer sehr dünnen Humusbedeckung (A-Horizont) besteht der Boden aus Forstkies, einem Gemisch aus Löss, Lehm, Sand und Kies.

* Sw = Stauwasserleiter; Sd = Stauwasserkörper (dicht).



Gleiche Menge (4 Eßlöffel), andere Zusammensetzung:
Bodenproben aus....

...dem Neuwald

... dem Altwald

Versuch 2: Schlämmanalyse

Material: Bodenprobe aus Altwald (A) und rekultiviertem

Gelände (R), Glaszylinder, Stopfen, Wasser, Löffel, Zollstock

- Entnehme Bodenproben (je 2 Eßlöffel) von den Profilen in A und R aus folgenden Tiefen: 5cm; 25cm und 50cm.
- Entferne größere Steine und Wurzelteile.
- Gebe Probe A und Probe R in je ein Glas.
- Fülle das Bodenprobenglas (Standzylinder) mit Wasser zu $\frac{3}{4}$ auf.
- Verschließe das Glas mit einem Pfropfen.
- Schüttele die Probe mindestens eine Minute kräftig durch und lasse sie dann ruhig stehen.
- Vergleiche in 5/10/20 Minuten Abständen die Schichtung im Glas von A mit R und notiere die Ergebnisse in je einer Tabelle.
- Zeichne die Schichten und beschrifte sie.

Im Glas setzen sich die Bestandteile der Bodenprobe nach ihrer Schwere und Korngröße unterschiedlich schnell ab (Sedimentation). Zunächst sinken Steinchen und Sandpartikel auf den Boden.

Darüber lagert sich Feinsand ab, gefolgt von Lehm und Tonteilen (Löss). Die dunklen Rohhumusteilchen schwimmen zunächst im Wasser und sinken als letzte ab.

Mit der Schlämmanalyse kann man die unterschiedlichen Anteile der Bodenpartikel beider Bodenproben- gewachsener Boden und Forstkiesboden - feststellen und vergleichen.



**Wasser trägt den Boden sehr leicht ab, besonders an Böschungen und Hängen.
Suche im Exkursionsbereich nach Spuren solcher Wasserspülungen (Erosionsrinnen).**

Beschreibe Stellen, die besonders stark betroffen sind.

Beschreibe Maßnahmen, die zur Vermeidung solcher Rinnen getroffen worden sind.

Frisch angekippte Böschungen oder Hänge dürfen nicht brach liegen, weil Wasser den kahlen Boden sehr leicht abträgt.

Daher werden solche Hang- und Böschungsflächen möglichst bald mit Gehölzen bepflanzt. Diese halten mit ihren Wurzeln die Erde fest. Die noch sehr kleinen Bäume können diese Aufgabe noch nicht voll erfüllen. Deshalb sät man an steileren Hängen zusätzlich Pflanzen, die schnell tiefe Wurzeln ausbilden (z.B. Luzerne, Sonnenblume).

Am Südhang der Sophienhöhe schließt die überhöhte Innenkippe an, das heißt, die alten Böschungen werden zugeschüttet. Bis dahin schützen hauptsächlich Robinien mit ihrem dichten, tiefen Wurzelwerk das abschüssige Gelände vor Erdrutschungen.

Wasserrinnen und Mulden gehören auch zum Erosionsschutz. Man findet sie häufig an den Wegrändern auf der überhöhten Innenkippe. Zumeist mit Steinen ausgekleidet bremsen sie das herabstürzende Wasser. Eingebaute Stauwände aus Holz verringern zusätzlich die Fließgeschwindigkeit des Wassers.

**Versuch 3: Wasserspeicherfähigkeit von verschiedenen Böden****Material: Sand, Lehm, Glaszylinder, Messbecher, Löffel**

- **Trockne Lehm und Sand.**
- **Fülle den zuvor getrockneten (lufttrocken) Lehm bis zur Hälfte in den Glaszylinder.**
- **Fülle einen zweiten Glaszylinder mit dem getrocknetem Sand auf. Die Einfüllhöhe entspricht der des ersten Zylinders.**
- **Fülle einen Messbecher mit Wasser und gieße jeweils 10 bzw. 20 ml Wasser in beide Zylinder.**
- **Warte bis das Wasser jeweils eingesickert ist.**
- **Wiederhole den Vorgang so oft, bis sich am Boden des Glaszylinders ein Wasserspiegel aufbaut.**
- **Notiere die in jeden Zylinder zugegebene Wassermenge.**

Beschreibe die Ergebnisse.**Bodenkunde: Bodenerosion und Gegenmaßnahmen****23b**

Je feinkörniger ein Boden ist, desto mehr Wasser kann er aufnehmen bzw. speichern. Im Boden unterscheidet man Fein-, Mittel- und Grobporen.

Fein- und Mittelporen halten das Wasser entgegen der Schwerkraft im Boden fest. In Grobporen (z.B. Wurzelgänge, Regenwurmrohren) wird überschüssiges Wasser sehr schnell abgeleitet. Es gelangt somit in tiefere Bodenschichten und erreicht letztlich das Grundwasser.

In Feinporen wird das Wasser so fest gebunden, dass es von den Pflanzenwurzeln nicht mehr aufgenommen werden kann. Mikroorganismen können dieses Wasser jedoch noch nutzen.

Die Mittelporen speichern das Wasser in pflanzenverfügbarer Form. Somit können die Pflanzen Wasser und darin gelöste Nährstoffe (z.B. Kalium, Phosphor und Stickstoff) aufnehmen.

Da der Lehmboden einen sehr hohen Feinbodenanteil (Schluff) besitzt, kann er sehr viel mehr pflanzenverfügbares Bodenwasser speichern als ein Sandboden. Deswegen wird dem sandig-kiesigen Material Löss bzw. Lösslehm beigemischt.

**Versuch 4: Biologische Aktivität des Regenwurmes**

Material: Humus, humusfreies Bodenmaterial (z.B. Löss oder Sand), Einweckglas oder entsprechenden Zylinder aus Glas (Plexiglas), Löffel

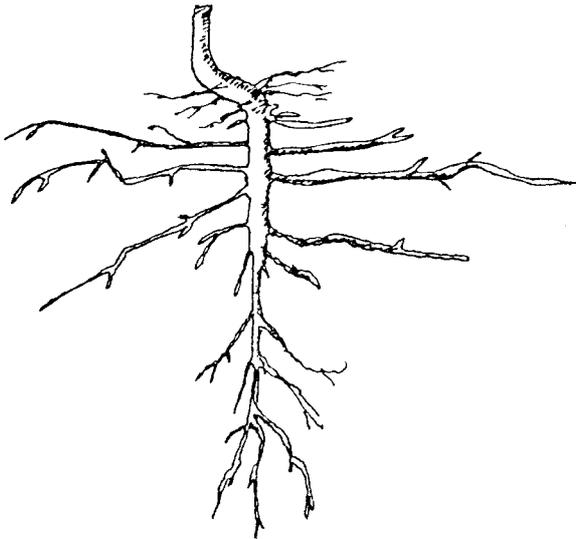
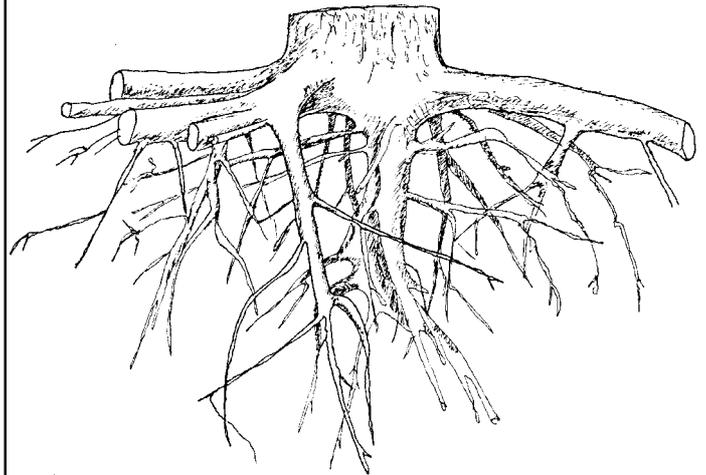
- Entnehme Bodenmaterial aus der "Grube", und zwar abwechselnd Humus und humusfreies Material.
- Schichte jeweils eine Lage (ca. 5 cm) humoses und humusfreies Material übereinander.
- Fülle so lange "Wechsellagen" auf, bis der Zylinder voll ist.
- Suche einen oder zwei Regenwürmer und setze sie in das Gefäß.
- Bedecke sie mit etwas Humus oder Laub.
- Gib ab und zu etwas Wasser in das Gefäß (feucht).
- Stelle das Glas an einen schattigen bis dunklen Platz.
- Beobachte das geschichtete Material und notiere mögliche Veränderungen täglich in eine Tabelle.

Beschreibe die Ergebnisse.

Im Gefäß haben sich die ehemals getrennt eingefüllten Materialien vermischt. Die Regenwürmer haben durch ihre Grabtätigkeit Poren hinterlassen.

Da sie mineralisches Material mit körpereigenen Schleimstoffen während der Darmassage vermischen, entsteht die Regenwurmlösung (biologische Verbauung). Diese rundlichen Gebilde sind sehr stabil gegen Verformungen (z.B. Druck). Sie schaffen ein Grobporensystem, das wichtige Funktionen besitzt.

1. Überschüssiges Niederschlagswasser kann sehr schnell abgeleitet werden.
2. Gasaustausch (Sauerstoff und Kohlendioxid) wird gefördert.
3. Pflanzen nutzen die Regenwurmröhren, um mit ihren Wurzeln in den Boden einzudringen.

**A. Wurzelbild einer jungen Eiche****B. Wurzelbild einer ausgewachsenen Eiche**

Suche an den Profilwänden (Altwald/rekultivierter Wald) nach Wurzeln. Notiere Unterschiede, Dicke, Verteilung der Wurzeln von Bäumen, Sträuchern, Gräsern und anderen Pflanzen.

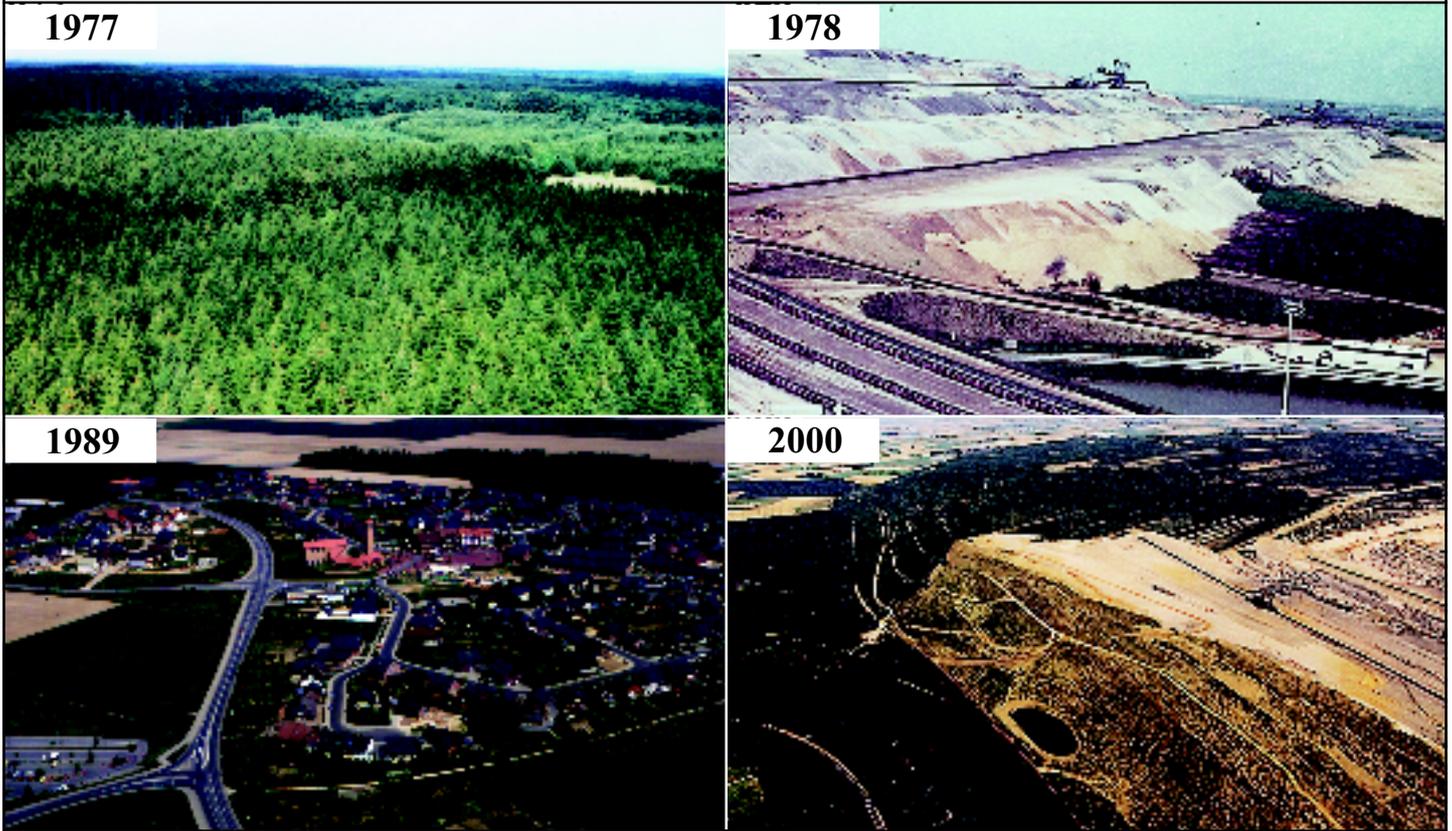
Alle Pflanzen haben ein durch Vererbung festgelegtes Wurzelsystem, das jedoch durch Umwelteinflüsse stark verändert werden kann.

Die Wurzeln erfüllen verschiedene Funktionen.

- Sie nehmen Nährstoffe und Wasser aus dem Boden auf.
- Sie geben Kohlendioxid an die Bodenluft ab und benötigen Sauerstoff.
- Sie dienen der Verankerung im Boden. Bäume, die auf Grund einer eingeschränkten Durchwurzelung z.B. auf Pseudogleyen nur einen flachen Wurzelteller ausbilden (z.B. Fichte), sind weitaus stärker windwurfgefährdet als solche, die über ein tiefreichendes Wurzelsystem verfügen (z.B. Eiche).

Bäume wurzeln sehr viel tiefer als beispielsweise Sträucher und Kräuter. Der Wurzeltiefgang wird z.B. durch hoch anstehendes Grund- oder Stauwasser beeinträchtigt. Auch Bodenverdichtungen können dazu führen, dass Pflanzenwurzeln nicht mehr in den Boden eindringen können. Die Bäume und Sträucher bleiben klein - sie verkümmern. Um das zu vermeiden wird in der forstwirtschaftlichen Rekultivierung auf das Einebnen der Bodenoberfläche mittels Planierdrape verzichtet.

Im jungen Stadium der Rekultivierung sind die Wurzeln noch spärlich ausgebildet. Dies betrifft sowohl den Wurzeltiefgang als auch die Dicke der Wurzeln.



Beschreibe die zeitliche Entwicklung.

Für den Abbau von Kohle im Tagebau muss die gesamte Oberfläche schrittweise in Anspruch genommen werden.

Dabei handelt es sich um:

- land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen
- Erholungsflächen und –bereiche
- Lebensräume für Tiere und Pflanzen
- Siedlungsflächen.

Hierfür muss der Bergbautreibende Ausgleich schaffen.



Erkläre den Begriff „Ausgleich“.

Die Folgen des Bergbaus werden durch die Wiedernutzbarmachung ausgeglichen. Diese folgt der Inanspruchnahme unmittelbar.

Es entstehen

- neue land- und forstwirtschaftliche Flächen
- neue Erholungsbereiche
- neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen.

Die Menschen wohnen in neuen Ortschaften außerhalb des Abbaufeldes.

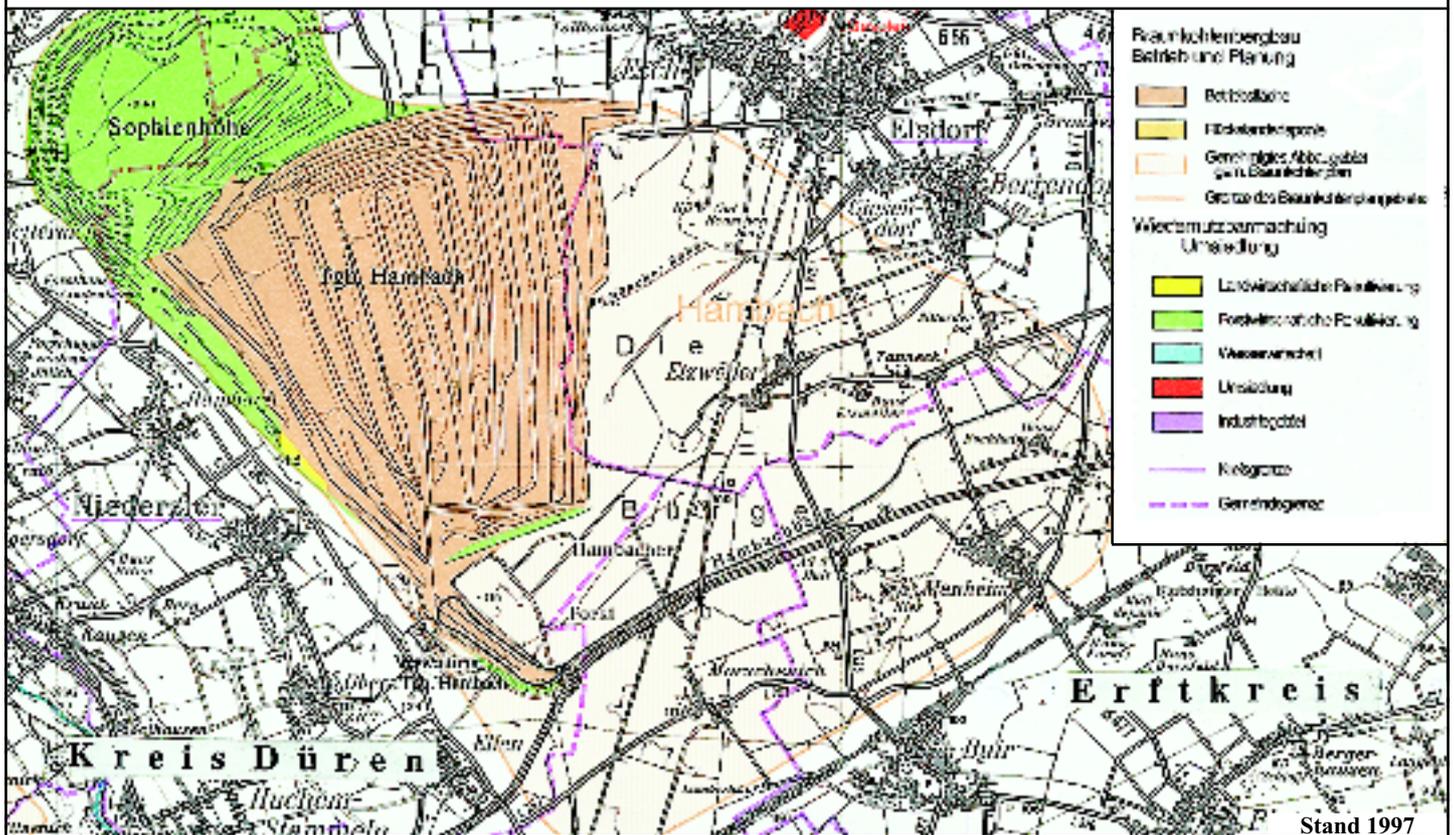


Formuliere drei wesentliche Grundsatzziele, die der Braunkohlenplan festlegt. Begründe.

Nach umfangreichen Abwägungen werden im Braunkohlenplanverfahren Festlegungen getroffen, die folgende Grundsatzziele möglichst weitgehend und gleichrangig erfüllen:

- Ziel 1: Langfristige sichere Energie- und Rohstoffversorgung.
Dabei ist die Standortgebundenheit und der Schutz der Lagerstätte als eine der Grundlagen der Industriegesellschaft berücksichtigen
- Ziel 2: Nachhaltige Sicherung eines leistungsfähigen Naturhaushaltes, der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, der Pflanzen- und Tierwelt und der Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Natur und Landschaft als Lebensgrundlage des Menschen
- Ziel 3: Erhaltung von sozialen und kulturellen Bindungen und zukunftssicheren Erwerbsmöglichkeiten als Grundlage des gesellschaftlichen Zusammenlebens.

Der Aufstellung und Genehmigung eines Braunkohlenplanes vorausgehen müssen umfangreiche Sachuntersuchungen und eine Umweltverträglichkeitsprüfung als Grundlage der Abwägungs- und Entscheidungsprozesse.



Erläutere die räumliche Inanspruchnahme des Tagebaus.

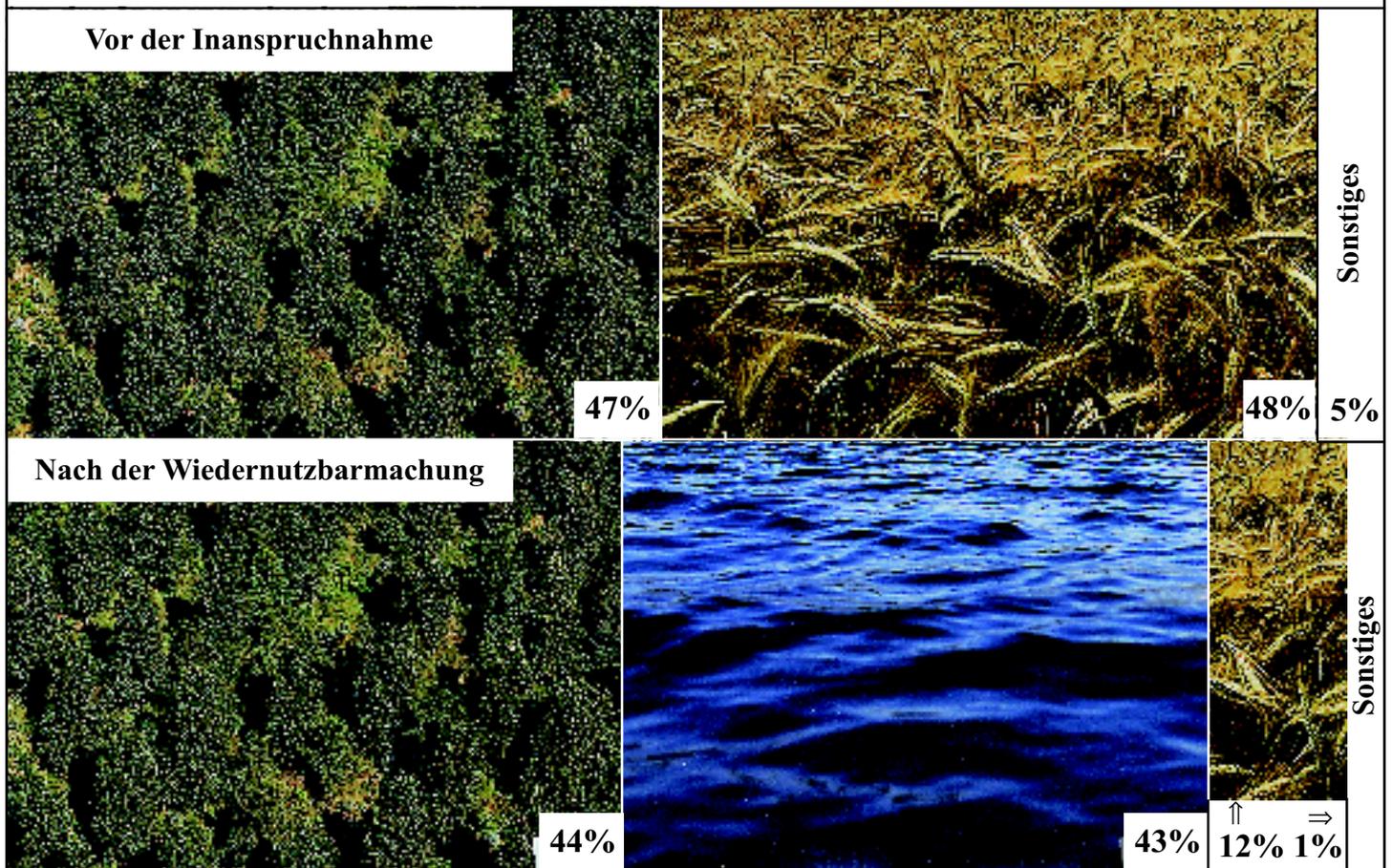
Die räumliche Beanspruchung besiedelter, kultivierter und geschützter Landschaft ist übergreifend über:

- Gemeinde-
- Kreis- und z.T.
- Regierungsbezirksgrenzen.

Wirkungen werden dabei ausgelöst durch:

- den Tagebau selbst
- die vorbereitenden, begleitenden und nachfolgenden Maßnahmen.

Gesetzliche Grundlagen: Der Braunkohlenplan - Flächenbilanz (Hambach) 30a

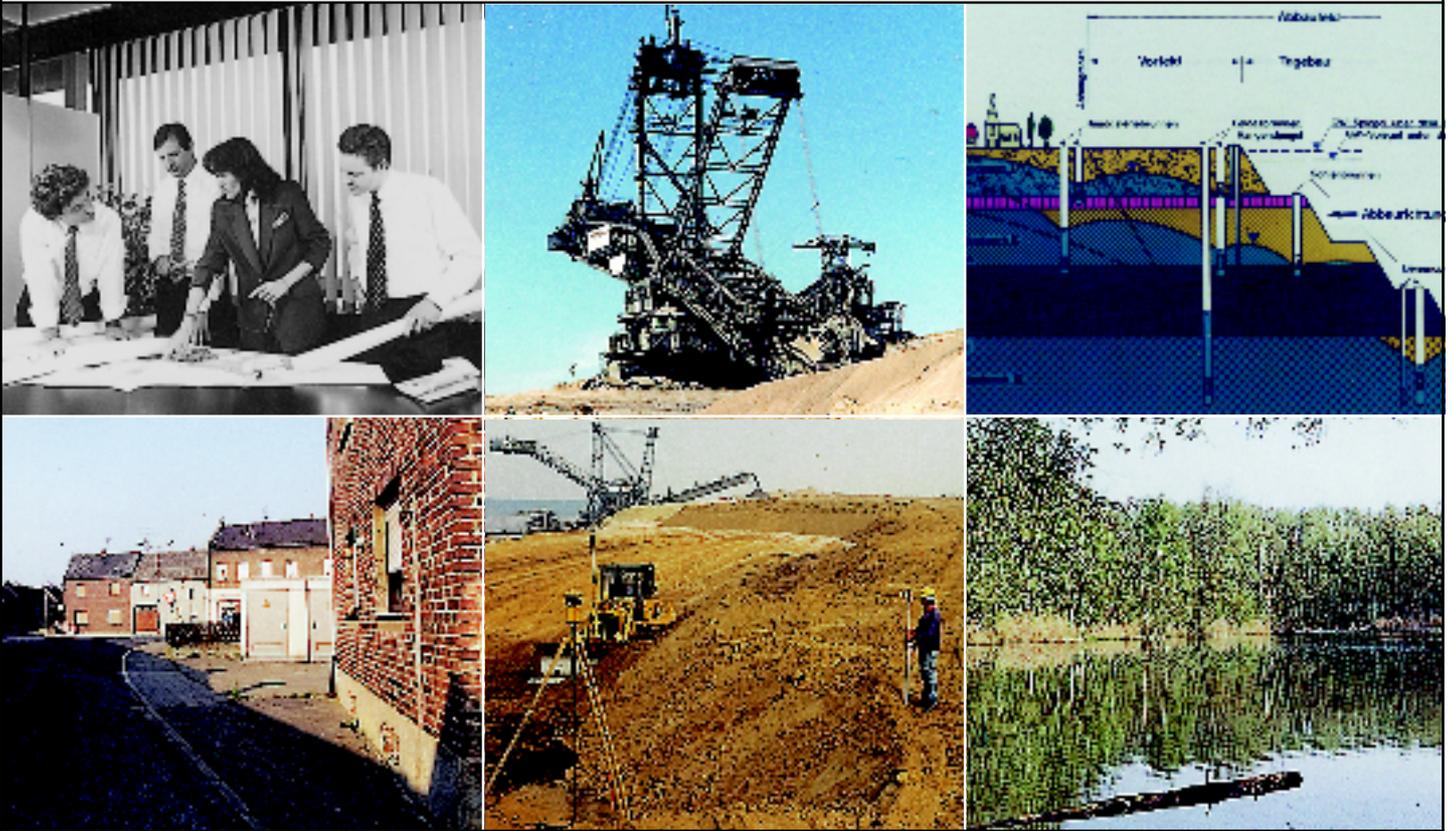


Gesetzliche Grundlagen: Der Braunkohlenplan - Flächenbilanz (Hambach) 30b

Im Braunkohlenplan werden nach einer umfassenden Abwägung auch die Grundzüge der Wiedernutzbarmachung festgelegt. Für das 8.500 ha große Abbaufeld Hambach wurden an Nutzungsarten und Flächengrößen vorgegeben:

- höchstens 4.000 ha Wasserfläche*
- mindestens 1.000 ha landwirtschaftliche Wiedernutzbarmachung
- 3.500 ha forstliche Wiedernutzbarmachung.

* Zum Zeitpunkt des Tagebauaufschlusses und auch noch bis etwa 1990 stand nicht genügend Kippraum zur Verfügung. Die Außenkippe Sophienhöhe musste angelegt werden. Zusätzliche Abraummassen werden zur Verfüllung anderer Tagebaue verwendet. Braunkohlenentnahme und die oben genannten Abraumengen ergeben ein Massendefizit, welches durch Wasser (See) ersetzt wird.



Rahmenbetriebspläne befassen sich mit ...

Rahmenbetriebspläne werden für die Errichtung von Bergwerken (Tagebaubetriebe und zugehörige Tagesanlagen) erstellt.

Rahmenbetriebspläne beinhalten:

- Übersicht über das Vorhaben
- Allgemeine Angaben zur Betriebsplanung
- Wasserwirtschaft
- Inanspruchnahme von Gegenständen und Einrichtungen
- Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche
- Maßnahmen gegen Beeinträchtigung von Natur und Landschaft
- Angaben zur Abfallentsorgung
- Angaben zu Bergschäden und Seismik.

Genehmigungsbehörde ist das Bergamt Düren.



Hauptbetriebspläne befassen sich auch mit ...

Hauptbetriebspläne konkretisieren die Rahmenbetriebspläne.
Sie werden für die Errichtung und Führung eines Betriebes aufgestellt.
Für Tagebaue beträgt die Laufzeit 2 Jahre.

Hauptbetriebspläne stellen dar:

- Allgemeine Entwicklung des Tagebaubetriebes
- Wasserwirtschaft
- Tagebaubetrieb
- Einwirkungen des Abbaus und der Entwässerung auf die Oberfläche
- Wiedernutzbarmachung von Betriebsflächen
- Tagesanlagen
- Staub- und Lärmschutz
- Brand-, Gas- und Explosionsschutz
- Anlagen zum Lagern und Abfüllen wassergefährdender Stoffe
- Abfallbeseitigung
- Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Die Inhalte und die Geltungsdauer von Sonderbetriebsplänen sind abhängig von der geplanten Maßnahme.



Wesentliche Inhalte von Abschlussbetriebsplänen sind ...

Für die Einstellung eines Betriebes und Beendigung der Bergaufsicht ist ein Abschlussbetriebsplan zu erstellen.

Der Abschlussbetriebsplan beinhaltet:

- Allgemeines
- Angaben zur Oberflächengestaltung und Wiedernutzbarmachung einschließlich Wegesysteme, Immissionsschutz, Straßen und Siedlungsflächen
- Angaben zur Oberflächenentwässerung und landschaftspflegerische Maßnahmen *
- Angaben zum Zeitablauf
- Angaben zur Flächenbilanz (vgl. Karte 30a).

Zuständige Genehmigungsbehörde ist das Bergamt Düren, das weitere Behörden und Stellen - z.B. Landwirtschaftskammer, Forstbehörde etc.- sowie die Gebietskörperschaften beteiligt.

* Abschlussbetriebspläne werden zumeist sachlich unterteilt (vgl. Karte 34).



Getrennte Abschlussbetriebspläne behandeln Oberflächengestaltung und –entwässerung. Begründe.

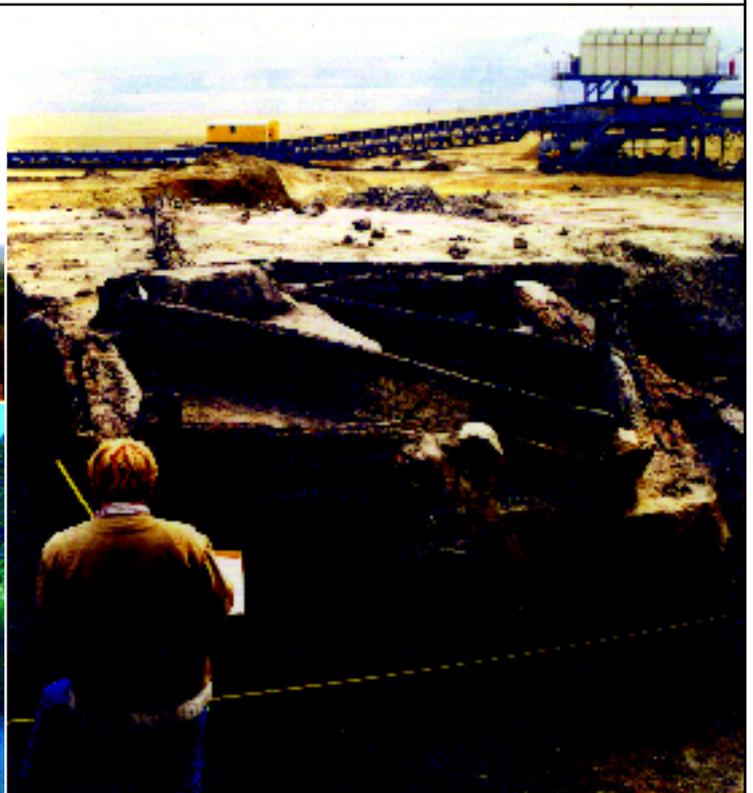
Abschlussbetriebspläne für Tagebauflächen werden in der Regel unterteilt in einen

- sachlichen Teil I - für die Oberflächengestaltung und Wiedernutzbar machung
- sachlichen Teil II - für die Oberflächenentwässerung und landschaftspflegerische Maßnahmen.

Die Oberflächengestaltung beeinflusst im erheblichen Maße die spätere Nutzung und die Entwässerung.

Daher wird die Oberflächengestaltung im sachlichen Teil I dargestellt. Erst nach dessen Zulassung erfolgt die Planung der Oberflächenentwässerung im sachlichen Teil II, weil die wasserwirtschaftlichen Berechnungen aufwendige und umfangreiche Arbeiten erfordern. Gleiches gilt für die landschafts pflegerischen Maßnahmen.

Mit Beendigung der Durchführung der Abschlussbetriebspläne endet die Bergaufsicht.



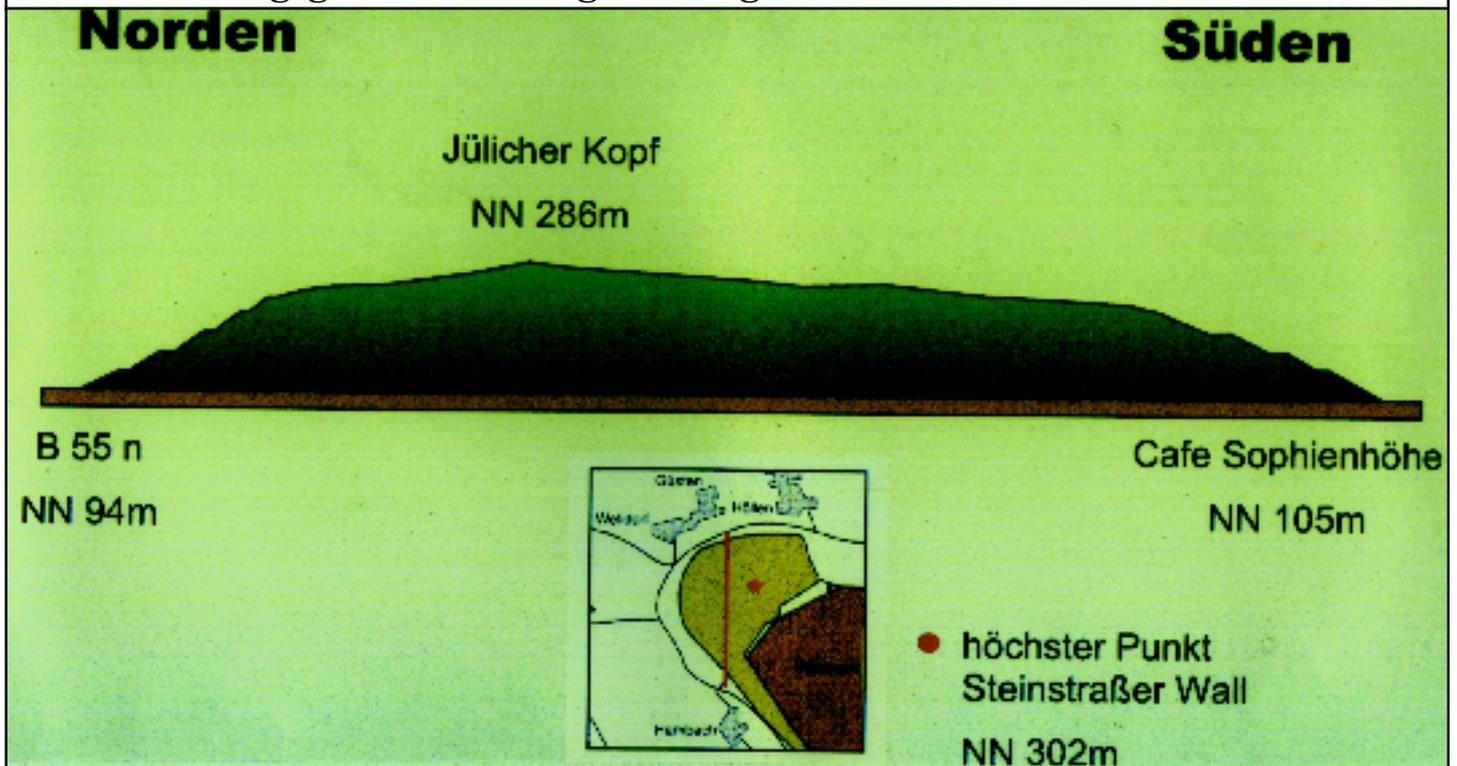
Weitere Genehmigungsverfahren für ...

Parallel zu den bergrechtlichen Betriebsplänen müssen weitere Genehmigungen nach Maßgabe der jeweiligen Fachgesetze eingeholt werden für:

- die Verlegung von Straßen.
Straßen- und Wegegesetz – NRW [StrWG NRW] / Bundesfernstraßengesetz [FStrG]
- Anlage und Verlegung von Gewässern.
Wasserhaushaltsgesetz [WHG] / Landeswassergesetz [LWG]
- Sumpfungsmaßnahmen.
Wasserhaushaltsgesetz [WHG] / Landeswassergesetz [LWG]
- Archäologie.
Denkmalschutzgesetz [DSchG]
- naturschutzrechtliche Maßnahmen.
Bundesnaturschutzgesetz [BNatSchG] / Landschaftsgesetz - NRW [LG NRW].

**Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe:
Untersuchungsgebiet und Fragestellung**

36a



Sophienhöhe Juni 1999 (Schnitt von Norden nach Süden)

Welche Veränderungen bei Wind, Temperatur und Niederschlag sind zu erwarten? Erläutere.

**Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe:
Untersuchungsgebiet und Fragestellung**

36b

Beim Anblick des obigen Schnittes durch die Sophienhöhe liegt die Vermutung nahe, dass ein solcher Aufschüttungsberg Auswirkungen auf die Klimaelemente Wind, Temperatur und Niederschlag haben könnte.

Wind	Temperatur	Niederschlag
<ul style="list-style-type: none"> • Düseneffekt • Oben Beschleunigung • Unten Bremswirkung • 	<ul style="list-style-type: none"> • Abnahme mit der Höhe • Föhneneffekt • 	<ul style="list-style-type: none"> • Steigungsregen • Taubildung •

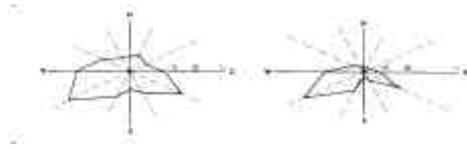


Abb. 1a

Abb. 1b

Häufigkeitsverteilung der Windrichtung für a) alle Windgeschwindigkeiten und b) für Windgeschwindigkeiten über 6 m/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Düren	41	39	43	47	47	64	73	64	49	53	47	46	613
Jülich	46	42	39	45	47	67	73	69	54	58	46	54	640
Elsdorf	43	41	44	47	49	66	78	74	57	61	52	59	671

Tab. 1: Mittlere und jährliche Niederschlagshöhe in mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Elsdorf	1,6	2,0	5,3	8,9	13,2	16,3	17,9	17,4	14,5	9,8	5,8	2,8	9,6
Düren	1,8	2,1	5,3	8,8	13,0	16,1	17,8	17,3	14,4	9,9	6,1	3,1	9,6
Aachen	1,8	2,2	5,6	8,9	12,9	16,0	17,6	17,2	14,5	10,1	6,0	3,1	9,7
Roetgen	0,0	0,3	3,7	6,7	10,8	13,9	15,6	15,4	12,7	8,3	4,2	1,3	7,7

Tab. 2: Mittlere Monatstemperaturen in °C

Erläutere das Regionalklima des Untersuchungsgebietes.

Die klimatischen Veränderungen durch die Halde sind abhängig vom Regionalklima der Niederrheinischen Bucht. Im Südwesten stellt die Eifel eine Gebirgsumrahmung dar, im Osten erhebt sich als Grenze das Bergische Land. Den Westflügel der Niederrheinischen Bucht bilden die Zülpicher und Jülicher Börde.

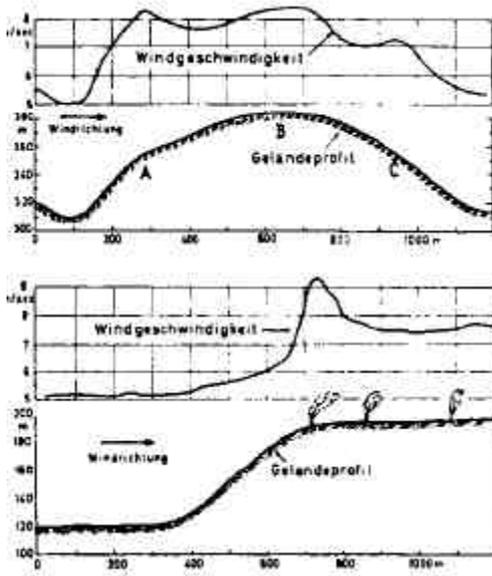


Abb. 2: Typische Ausprägung der Windgeschwindigkeit an unterschiedlich ausgeprägten Geländeprofilen.

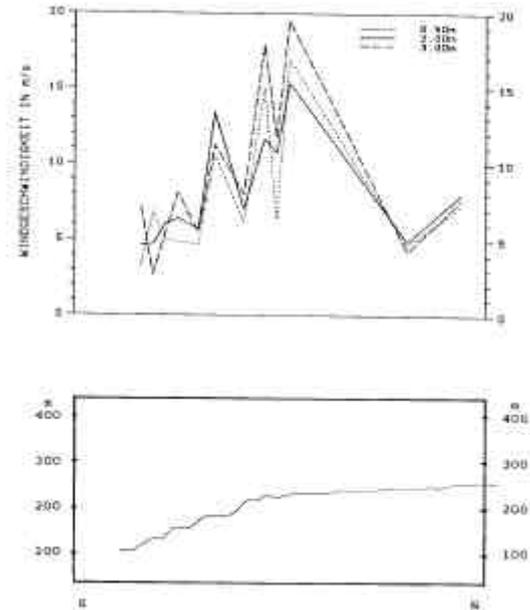


Abb. 3: Luvsituation am Südhang der Sophienhöhe bei einer Windgeschwindigkeit von 6.1 m/s.

Erkläre das typische Verhalten der Windgeschwindigkeit an unterschiedlichen

Vergleiche dieses Verhalten mit den gemessenen Windgeschwindigkeiten am Südhang der Sophienhöhe.

Die Ausprägung des Geländes hat konkrete Auswirkungen auf die Windgeschwindigkeit. Dabei ist die Formung des Hindernisses von großer Bedeutung.

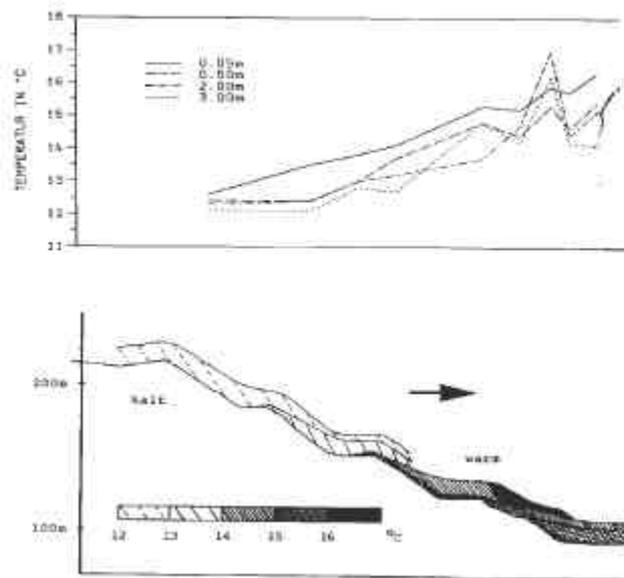


Abb. 4: Temperaturverhalten am Nordhang bei südöstlicher Anströmung

Ein Wanderer bricht bei solchen Wetterbedingungen zum Gipfelkreuz der Sophienhöhe auf. Gib ihm Hinweise zu den Temperaturunterschieden auf seinem Weg über die Berme.

An den Hängen zeigen sich die auffälligsten Temperaturunterschiede, wenn die Halde im Luv oder Lee liegt. Es bilden sich warme und kalte Hangzonen aus.

Lage der Mess-Stationen eines Sondernetzes

BS=Basisstation (Forschungszentrum Jülich)

FS2= Feststation im Haldenvorfeld (Nordosten)

FS1=Feststation auf der Sophienhöhe (Gipfelkreuz)

FS3=Feststation im Haldenvorfeld (Nordwesten)

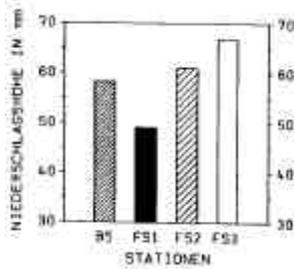


Abb. 5: Niederschlagsverteilung bei starken westlichen Winden.

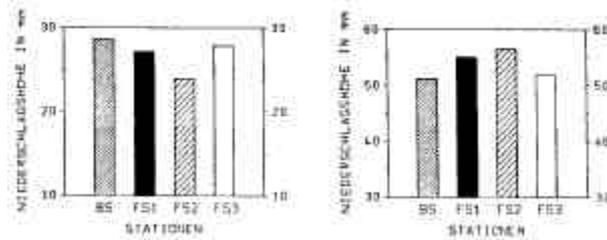


Abb. 6/7: Niederschlagsverteilung bei geringer westlicher (links) und südöstlicher Anströmung (rechts).

Erläutere und begründe die Messergebnisse eines Sondernetzes (Abb. 5 – 7) bezüglich des Zusammenhangs zwischen Wind und Niederschlag in einem kleinen Vortrag. Bereite dazu einen Stichwortzettel mit maximal 15 Wörtern vor.

Stichwortzettel:

„Hohe Windgeschwindigkeiten: Luv/Lee = erhöhte Niederschlagsraten, Halde niedrige.

Geringe Windgeschwindigkeiten: Lee und Halde erhöhte Niederschläge.“

Hausaufgabe

Wind, Temperatur und Niederschlag wurden untersucht. Nun kann man die klimatischen Auswirkungen der Außenkippe besser beurteilen.

Schreibe einen Artikel zu den klimatischen Auswirkungen. Schildere lesernah für eine Lokalzeitung. Finde eine geeignete Überschrift.

Sophienhöhe – Eine neue Landschaft entsteht

Lehrerinformation

Köln, 2000

Impressum

- Herausgeber
- Rheinbraun AG, Unternehmenskommunikation, Stüttgenweg 2, 50935 Köln
- Verfasser
- Dr. Franz-Josef Hummelsheim, Oberstudiendirektor (Geograph)
 - Ulver Oswald, Oberstudienrat (Biologe)
 - Wilfried Moll, Biologielehrer
 - Dr. Gerhard Dumbeck, Bodenkundler
 - Siegfried Lange, Landespfleger
 - Ferdinand Piel, Forstingenieur
- Redaktion
- Wilhelm Braun, Lehrer
 - Gert Hansen, Landschaftsarchitekt
- Bezugsanschrift
- Rheinbraun AG, Unternehmenskommunikation, Stüttgenweg 2, 50935 Köln

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	Seite 2
Inhaltsverzeichnis	Seite 3
1. Vorwort.....	Seite 5
2. Zur Exkursion.....	Seite 6
2.1. Vorbereitung.....	Seite 6
2.2. Vor Ort.....	Seite 6
2.3. Nachbereitung.....	Seite 6
2.4. Beschreibung der Anfahrtswege.....	Seite 6
3. Zu den Karteikarten.....	Seite 7
3.1. Überschriften, Fragestellungen und Einsatzorte.....	Seite 8
3.2. Ergänzende Hinweise.....	Seite 10
3.3. Begriffserläuterungen.....	Seite 22
3.4. Lösungsbogen zu den Fragestellungen.....	Seite 25
4. Literaturhinweise.....	Seite 29
5. Kopiervorlagen für den Unterricht.....	Seite 30
Anhang: Übersichtspläne für die Exkursion	Seite 41
Karteikarten	Seite 43

1. Vorwort

Aus einer Befragung von Schulen umliegender Ortschaften entstand die Idee zur Lernkartei „Sophienhöhe – Eine neue Landschaft entsteht“. Schwerpunkt des Unterrichtsmaterials sollte die Betrachtung von neu entstandenen Forstflächen sowie ein Vergleich zwischen rekultivierter Waldfläche und Altwald sein.

Bei der Umsetzung dieser Wünsche mussten die Richtlinien der verschiedenen Schulformen Beachtung finden. Dies führte zu verschiedenen weiteren Fragestellungen:

- ob „Sophienhöhe – Eine neue Landschaft entsteht“ unter rein forstlichen Gesichtspunkten zu betrachten sei oder weitere ökologische Aspekte herangezogen werden müssten,
- ob das Ökosystem „Wald“ in seiner Vielzahl von miteinander verflochtenen Teildisziplinen behandelt werden müsste.

Aus der Fülle der Wissensgebiete wurden Teilbereiche ausgewählt. Diese gehören zur Biologie, Forstwirtschaft, Geologie, Landschaftsplanung und Meteorologie. Experten dieser Fachbereiche setzten die Teilthemen um.

Die umfangreiche Lernkartei kann fächerübergreifend die ökologischen Prozesse in einem neugestalteten Raum veranschaulichen. Ähnliche Phänomene (z.B. Aufforstung, Flussrenaturierung) des jeweiligen Heimatraumes lassen sich auch mit einer Auswahl dieser Kartenvorlagen bearbeiten.

Unterschiedliche Anspruchsniveaus der Arbeitskarten ermöglichen den Einsatz in allen Schulformen. Eine sinnvolle Auswahl entsprechend der Lerngruppe und Zielsetzung bleibt dabei dem Nutzer vorbehalten. Die Karten 3 - 19 beziehen sich auf die Pflanzenwelt, Starthilfen für die Tiere, Forstwirtschaft und Feuchtbiotope. Bodenkunde wird in den Karten 20-25 thematisiert. Die Karten 26 - 35 befassen sich mit den Planungsgrundlagen. Das Fachgebiet Klima wird auf den Vorlagen 36 - 40 behandelt.

Die Karten bestehen aus einem Bildteil mit Aufgabenstellung („a“-Serie) und einem Textteil, der zumeist mit den Lösungen („b“-Serie, siehe auch: 3.4. „Lösungsbogen“) aufgebaut ist. Ergänzende Informationen zu einigen der Karten werden für den Lehrer im Kapitel 3.2. „Ergänzende Hinweise“ behandelt. Wesentliche Begriffe werden im Abschnitt 3.3. „Begriffserläuterungen“ erklärt. Zu den Karten 3 und 4 (die Pflanzenwelt) und dem Themengebiet „Planungsgrundlagen“ liegen Unterlagen kopierfertig für den Unterricht bei.

Weiteres kostenloses Informationsmaterial („Forstliche Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier“, „Landschaftsökologische Gestaltung“) kann bei der Rheinbraun - Presseabteilung angefordert werden: Rheinbraun AG, Hauptverwaltung – Unternehmenskommunikation, Stüttgenweg 2, 50935 Köln, Tel: 02 21 /48 02 34 44, Fax: 02 21 /48 01 35 6.

Autoren und Redaktion wünschen allen Lehrkräften, insbesondere aber den Schülern viel Spaß mit der Lernkartei „Sophienhöhe – Eine neue Landschaft entsteht“.

Ihre Meinung zur Lernkartei, deren Einsatz im Unterricht und während der Exkursion ist willkommen.

Für das Team
Gert Hansen, Köln im März 2000

2. Zur Exkursion

2.1. Vorbereitung

Die Exkursionsvorbereitung erfolgt im Unterricht. Hierzu sollte gehören:

- Einordnung des Exkursionsgebietes in den regionalen Raum,
- fachliche Einführung in das Thema Ökosystem Wald,
- einführende und vertiefende Arbeitsweisen sowie übender Umgang mit notwendigen Ausrüstungsgegenständen, die während der Exkursion benötigt werden.

2.2. Vor Ort

Mit der „a“-Serie¹ der Karteikarten besteht die Möglichkeit, die Sachverhalte sowohl vor Ort, als auch in den Schulen zu bearbeiten, zu begreifen und nachzuvollziehen. Die Fragestellung erstreckt sich dabei bis hin zu Feldversuchen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass einige der Karten nur zu bestimmten Jahreszeiten verwendet werden können (beispielsweise ist die Beobachtung der Flugfrüchte der Korbbblütler nur im Spätsommer möglich).

Die Liste der Karteikartenüberschriften mit den dazugehörigen Fragestellungen und Einsatzorten im Abschnitt 3.1. dient dem schnelleren Auffinden der Themen.

In Abschnitt 3.4. findet man die Lösungen zu den Fragestellungen auf den Karteikarten der „a“-Serie.

Pläne mit Standorten zum Einsatz der Kartei während der Exkursion befinden sich im Anhang. Die Standorte sind so gewählt, dass die Themenfelder während einer ca. zweistündigen Exkursion bearbeitet werden können, da der Lindenberger Wald und die Sophienhöhe/ überhöhte Innenkippe unmittelbar beieinander liegen. Zusätzlich können das Gipfelkreuz mit Blick auf den Tagebau und die weitere Umgebung (bei schönem Wetter gute Fernsicht) und das benachbarte Wildgehege aufgesucht werden. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, eine Strecke über die frisch verkippten und forstlich rekultivierten Flächen der überhöhten Innenkippe zu wählen.

Als Ausgangs- und Zielort der ca. 4 - 10 km langen Wegestrecken ist der Parkplatz am Café Sophienhöhe vorgesehen. Die Beschreibung der Anfahrtswege können dem Abschnitt 2.4. entnommen werden.

2.3. Nachbereitung

Vertiefende Kenntnisse können bei der anschließenden Nachbereitung erworben werden durch Hausarbeiten, Workshops, Projektarbeiten mit Hilfe der „b“-Serie.

¹ Für den Einsatz vor Ort hat sich das Laminieren der Karteikarten (DIN A5) bewährt, wobei die b-Serie rückseitig zu der a-Serie angeordnet sein kann. Denkbar ist auch, a- und b-Serie zu trennen.

2.4. Beschreibung der Anfahrtswege

Anfahrt zum Café Sophienhöhe aus Richtung der Autobahnen 44 und 61

Es gibt zwei Möglichkeiten:

1. Anfahrt über die A 61, Abfahrt 18 - Bergheim/Jülich, B 55 (n) in Richtung Jülich.
2. Anfahrt über die A 44, Abfahrt 8 - Jülich-Ost, B 55 (n) in Richtung Bergheim.

Abfahrt B 55 (n) Welldorf/Güsten/Jülich. Links auf die L 264 Richtung Jülich abbiegen, bis zum Kreisverkehr (Jupitersäule). Dort geradeaus weiter unter zwei Brücken hindurch, an der Abfahrt Stetternich vorbei. Nach ca. weiteren 3 Kilometern Hinweisschild Café Sophienhöhe. Links dem Hinweisschild folgen.

Anfahrt zum Café Sophienhöhe aus Richtung der Autobahn 4

Anfahrt über die A 4, Abfahrt 7 - Düren, B 56 in Richtung Jülich. In Huchem-Stammeln Richtung Oberzier, durch Niederzier und Hambach. In Hambach der Ortsstraße bis zum Ende folgen (Richtung Stetternich). Geradeaus über die L 264, nach weiteren 300 m Café Sophienhöhe.

3. Zu den Karteikarten

3.1. Überschrift, Fragestellung und Einsatzort der Karten

Überschrift und Fragestellung	Einsatzmöglichkeiten (Bildteil -,a“-Serie)
1. Tagebau Hambach und Rekultivierung <i>Einführung</i>	Im Unterricht
2. Steckbrief Sophienhöhe <i>Einführung</i>	Im Unterricht
3. Die Pflanzenwelt: Disteln, Greiskraut und andere Korbblütler <i>Entscheide, wie diese Kräuter auf die Sophienhöhe kommen.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
4. Die Pflanzenwelt: Klettenfrüchte <i>Entscheide, wer die Früchte transportiert.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
5. Die Pflanzenwelt: Gepflanzt und natürlich <i>Entscheide, was sich von alleine einstellte was, gepflanzt worden ist.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
6. Die Pflanzenwelt: Pappelschirm <i>Nenne die Aufgaben eines Pappelschirmes.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
7. Die Pflanzenwelt: Besenginster <i>Beschreibe, wie der Besenginster auf die rekultivierte Fläche kam. Nenne die Faktoren, die ein Samenkorn zum Keimen und Wachsen benötigt.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
8. Die Pflanzenwelt: Lupine und Büschelschön <i>Begründe, weshalb Lupine und Büschelschön gesät werden.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
9. Die Pflanzenwelt: Bodenverbesserer <i>Suche die auf den Bildern erkennbaren Pflanzen (Lupine, Klee, Robinie) und notiere die Fundstelle. Erkläre die Häufigkeitsverteilung.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
10. Die Pflanzenwelt: Pilze <i>Feldversuch: wo findet man mehr Pilze, im Altwald oder Neuwald?</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
11. Die Tierwelt: Starthilfen <i>Ordne zu: (Ameisenhaufen/ Jule/ Totholz/ Stamm).</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
12. Waldfunktionen <i>Beschreibe die drei wesentlichen Aufgaben eines Waldes.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
13. Bäume auf der Sophienhöhe <i>Eine Nadelholzart verliert im Winter ihr Laub. Wie heißt sie? Suche die abgebildeten Bäume während der Exkursion. Sammle Blätter... Welche Bäume und Sträucher kommen besonders oft vor?</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
14. Holz, ein Ertrag aus dem Wald <i>Beschreibe, was aus Holz hergestellt wird.</i>	Vor Ort (?) / im Unterricht
15. Forstwirtschaft <i>Erkläre, wie ein neuer Wald gepflanzt und gepflegt wird. Beachte die Jahreszeiten. Erläutere, warum Pflege und Ernte notwendig sind.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
16. Altwald-Neuwald, ein Vergleich <i>Altwald und Neuwald unterscheiden sich. Zähle verschiedene Merkmale auf.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
17. Feuchtbiotop: Pflanzenzonen <i>Unterteile einen Teich in vier Pflanzenzonen.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)

--	--

18. Feuchtbiotop: Libellen <i>Umschreibung</i> <i>der Fragestellung: Auflistung von Merkmalen, mit jeweils einer falschen und richtigen Aussage.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
19. Feuchtbiotop: Amphibien <i>Kreuze in der nachfolgenden Liste alle Amphibien an:.....</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
20. Bodenkunde: Bodenvergleich <i>Versuch</i>	Vor Ort (an einem Profil)
21. Bodenkunde: Bodenzusammensetzung <i>Versuch</i>	Vor Ort (an einem Profil)
22. Bodenkunde: Bodenerosion und Gegenmaßnahmen <i>Beschreibe Stellen, die besonders stark betroffen sind. Beschreibe Maßnahmen, die zur Vermeidung solcher Rinnen getroffen worden sind.</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)
23. Bodenkunde: Wasserhaushalt/Porenraum/ Wasserspeicherfähigkeit <i>Versuch</i>	Vor Ort (an einem Profil) und im Unterricht
24. Bodenkunde: Regenwürmer/ biologische Aktivität <i>Versuch</i>	Vor Ort (vgl. im Anhang die Übersichtspläne der Exkursionen)und im Unterricht
25. Bodenkunde: Wurzeln und ihre Aufgaben <i>Versuch</i>	Vor Ort (an einem Profil)
26. Der Bergbau und seine Folgen (1977-2000) <i>Beschreibe die zeitliche Entwicklung.</i>	Im Unterricht (bedingt vor Ort: Altwald, Sophienhöhe, überhöhte Innenkippe)
27. Eingriff und Ausgleich <i>Erkläre den Begriff „Ausgleich“.</i>	Im Unterricht /vor Ort (Gipfelkreuz/Aussichtspunkt)
28. Gesetzliche Grundlagen: Der Braunkohlenplan- Grundsatzziele <i>Formuliere</i> <i>drei wesentliche Grundsatzziele, die der Braunkohlenplan festlegt. Begründe.</i>	Im Unterricht
29. Gesetzliche Grundlagen: Der Braunkohlenplan- Geltungsbereich <i>Erläutere</i> <i>die räumliche Inanspruchnahme des Tagebaus.</i>	Im Unterricht
30. Gesetzliche Grundlagen: Der Braunkohlenplan- Flächenbilanz (Tagebau Hambach) <i>(Informationskarte)</i>	Im Unterricht
31. Inhalte von Rahmenbetriebsplänen <i>Rahmenbetriebspläne befassen sich mit...</i>	Im Unterricht
32. Inhalte von Haupt- und Sonderbetriebsplänen <i>Hauptbetriebspläne befassen sich auch mit....</i>	Im Unterricht
33. Inhalte von Abschlussbetriebsplänen <i>Wesentliche Inhaltspunkte von Abschlussbetriebsplänen sind....</i>	Im Unterricht
34. Sachliche Unterteilung der Abschlussbetriebspläne <i>Getrennte</i> <i>Abschlussbetriebspläne behandeln Oberflächengestaltung und -entwässerung. Begründe.</i>	Im Unterricht
35. Weitere Genehmigungsverfahren <i>Weitere Genehmigungsverfahren für...</i>	Im Unterricht
36. Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Untersuchungsgebiet und Fragestellung <i>Erstellen</i> <i>einer Tabelle mit den drei Klima-elementen Wind, Temperatur und Niederschlag....</i>	Im Unterricht

37. Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Regionalklima <i>Erläutere das Regionalklima des Untersuchungsgebietes.</i>	Im Unterricht
38. Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Wind <i>Erkläre das typische Verhalten der Windgeschwindigkeit..... Vergleiche dieses Verhalten.....</i>	Im Unterricht
39. Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Temperatur <i>Gib einem Wanderer ...Hinweise.....</i>	Im Unterricht
40. Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Niederschlag <i>Erläutern der Messergebnisse, Bericht für eine Lokalzeitung erstellen.</i>	Im Unterricht

3.2. Ergänzende Hinweise

Ergänzende Informationen werden nur zu bestimmten Themen angeboten. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der „b-Serie“ der Karten bzw. dem Abschnitt 3.4.: „Lösungen“.

Karte 11: Die Tierwelt: Starthilfen

Ameisenbau auf der rekultivierten Fläche

Ameisen ernähren sich überwiegend von Insektenlarven. Darunter befinden sich auch viele Schädlinge. Deshalb wurden und werden zahlreiche Ameisenstaaten vom Altwald auf die Sophienhöhe umgesiedelt.

Bei der Umsiedlung der Ameisen ging man folgendermaßen vor: Die Forstleute transportierten die Ameisenstaaten in Eimern zu den neuen Standorten. Dort wurden die Ameisenkolonien über Baumstümpfe ausgeschüttet. Etwa 1 kg Zucker wurde als einmalige Aufbauhilfe und Nahrung sowohl auf, als auch neben dem Ameisenhaufen gestreut.

Ein Holzgerüst mit einem Drahtgeflecht schützt den jungen Ameisenstaat vor Spechten.

Greifvögel in der forstlichen Rekultivierung

In manchen Jahren sieht man auf der Sophienhöhe bzw. überhöhten Innenkippe eine große Anzahl von Greifvögeln.

Überwiegend sind es Bussarde (z.T. schneeweiß gefleckt), die im Herbst als Strichvögel aus Ost- und Nordeuropa zur Überwinterung kommen. Strichvögel legen auf ihrem Weg ins Winterquartier im Gegensatz zu den Zugvögeln sehr viel kürzere Strecken zurück.

Sie sammeln sich auf ihrem Flug an Stellen, wo viele Mäuse leben. Greifvögel können daher auch als Indikator für eine hohe Mäusepopulation gelten.

Solange die Bäume noch zu klein sind, um von den Greifen als Sitzwarte benutzt zu werden, übernehmen Julen diese Aufgabe. Julen sind senkrecht aufgestellte Holzstangen, an deren oberen Ende ein Querholz angebracht ist.

Mit Hilfe der Jule wird die Beobachtungsfläche der Greifvögel vergrößert. Damit bleibt auch die natürliche Fluchtdistanz erhalten. Durch die Julen werden auch Stresssituationen vermieden.

Totholz für Kleinlebewesen

Auf den rekultivierten Flächen wird Totholz (Baumstubben, Äste etc.) eingebracht. Es dient zahlreichen Kleinlebewesen, wie Mäuse, Spinnen und Insekten als Lebensraum. Damit soll erreicht werden, dass eine möglichst große Anzahl an Arten die rekultivierten Flächen wieder besiedelt (Schaffung von Nahrungsketten und -netzen). Allen Arten wird somit die Chance gegeben, ein neues Ökosystem aufzubauen.

Holzstücke mit Bohrlöchern für Einzelgängerbienen (Solitärbienen)

Solitärbienen sind wichtige Bestäuber. Einige Blütenpflanzen sind auf diese Insekten sogar angewiesen. Solitärbienen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Pflanzenvielfalt.

Karte 15: Forstwirtschaft

Auf den älteren Flächen der Rekultivierung beginnen bereits die ersten Ausdünnungsmaßnahmen der Baumbestände.

Dicht gepflanzt, wachsen die Bäume schnell in die Höhe. Damit will der Förster erreichen, dass gerade Baumstämme für die Holzproduktion herangezogen werden.

Allerdings dringt nach einiger Zeit kein Licht mehr bis zum Boden. Die Krautschicht, die u.a. Lebensraum für viele Tiere bietet, verkümmert. Der Bestand wird daher auch zur Förderung der Bodenvegetation ausgedünnt. Die gefällten Bäume und abgeschnittenen Äste bleiben zur Humusbildung am Boden liegen.

Karte 16: Altwald - Neuwald, ein Vergleich

Lernprozess Rekultivierung

Die älteren Böschungsbereiche der Sophienhöhe wurden noch mit Raupen planiert und quer zum Hang mit tief reichendem Gerät aufgerissen.

Mancherorts kam es allerdings dennoch zu Verdichtungen im Boden. Diese führten u.a. zu Wachstumsstörungen bei Pflanzen.

Um dies zu vermeiden, begann man auf der überhöhten Innenkuppe das über Absetzer verkippte Material unplaniert zu bepflanzen. Das entstandene abwechslungsreiche Kleinrelief bietet zahlreiche Nischen (Rippenkamm und -tal) mit unterschiedlichem Mikroklima.

Zudem wird auch ein hoher Lockerheitsgrad mit sehr guter Wurzelentwicklungsmöglichkeit erreicht. Es fördert nicht nur die spontane Besiedlung der Rohböden, sondern führt auch zu einem abwechslungsreichen Waldbild.

Das Relief selbst gleicht sich durch Verwitterungsprozesse im Laufe der Jahre aus, wird aber für lange Zeiträume kleinstandörtliche Unterschiede auf den Flächen selbst bewirken. Diese Unterschiede sind aus der Sicht der Biologie erwünscht, da sie bei Fauna und Flora verschiedene Entwicklungen zulassen.

Der Vorteil des planierfreien Ausbringens liegt im guten Wachstum der Kulturen.

Karte 20: Bodenkunde: Bodenvergleich

Hinweis zu den Bodenprofilstandorten: Die Route weist vier Bodenprofile auf. Zwei befinden sich im Altwald (I/II), das dritte (III) in der älteren Rekultivierung (ca. aus dem Jahr 1980) und das vierte (IV) am Wegrand in der neueren Rekultivierung (ca. aus dem Jahr 1996).

Das Bodenprofil I zeigt einen vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Waldboden. Das Bodenmaterial (Parabraun-Pseudogley) stammt aus der letzten Eiszeit; seit dieser Zeit (Ende vor ca. 12000 Jahren) hat die Bodenentwicklung zur Herausbildung dieses Bodentyps geführt.

Die Kastanienbaumreihe am Wegrand, die ursprüngliche Bezeichnung des Waldweges als „Turmweg“ und ein in der Nähe ehemals vorhandenes Forsthaus könnten darauf hindeuten, dass der Boden am Profil II durch den Menschen beeinflusst wurde (durch Aufforstung, eventuell vormals sogar Ackerland).

Karte 24: Bodenkunde: Regenwürmer/biologische Aktivität

Dieser Langzeitversuch muss zu Hause fortgesetzt werden.

Karte 31: Inhalte von Rahmenbetriebsplänen

Rahmenbetriebspläne beinhalten:

- Übersicht über das Vorhaben
 - Bergbauberechtigungen (d.h. die Befugnis, Bodenschätze aufzusuchen, zu gewinnen und Eigentum daran zu erwerben)
 - Ausbildung der Lagerstätte und des Abraums
 - Projektbeschreibung
 - Landbedarf und -beschaffung
 - Darstellung des Planungsraumes
- Allgemeine Angaben zur Betriebsplanung
 - Tagebauplanung
 - Technische Einrichtungen des Tagebaus
 - Tagesanlagen
 - Anschluß an öffentliche Verkehrswege
 - Voraussichtlicher zeitlicher Ablauf
- Wasserwirtschaft
 - Übersicht
 - geohydrologische und landschaftliche Verhältnisse
 - Entwässerungsziele
 - Maßnahmen der Entwässerung
 - Auswirkungen der Entwässerungsmaßnahmen
 - Überwachung der Entwässerungsmaßnahmen und ihrer Folgen

- Maßnahmen gegen die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der Entwässerungsmaßnahmen
 - Wasserhaltung, Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung des Betriebes
 - Sumpfungswassernutzung und Wasserbilanz
 - Voraussichtliche Entwicklung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse nach Beendigung der bergbaulichen Maßnahmen
- Inanspruchnahme von Gegenständen und Einrichtungen
 - Siedlungen
 - Verkehrswege
 - Versorgungsleitungen
 - Oberirdische Gewässer
 - Sonstige Objekte
 - Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche
 - Bisherige Landnutzung und Darstellung von Natur und Landschaft
 - Ordnungsgemäße Gestaltung der Oberfläche
 - Menge und Beschaffenheit des für die Wiedernutzbarmachung geeigneten Bodenmaterials
 - Maßnahmen gegen Beeinträchtigung von Natur und Landschaft
 - Angaben zur Abfallbeseitigung
 - Angaben zu Bergschäden und Seismik

Karte 36: Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Untersuchungsgebiet und Fragestellung

In den letzten 50 Jahren sind verschiedene grundlegende geographische Untersuchungen im Rheinischen Braunkohlenrevier angestellt worden, die sich auch mit dem Klima in Gruben und auf Halden beschäftigten. Eine solche Untersuchung erfolgte auch bei der Sophienhöhe, zumal keine andere Außenkippe nur annähernd deren Ausmaße erreicht.

Der Betrachter der Sophienhöhe, die am Steinstraßer Wall eine Höhe von 302 m NN gewinnt, fühlt sich an einen Tafelberg mit konvex geformter Oberfläche und steilen Hängen erinnert. Zum Teil erreichen die Bermenflächen Breiten bis über 100 m (im Süd- und Nordwesten der Halde), während sie sonst im Schnitt nur etwa ein Viertel davon einnehmen. Deutlich erkennbar ist auch die stärkere Neigung der Böschungen im mittleren und oberen Teil der Halde (1:3 bis 1:2,2) gegenüber dem unteren Hangbereich, dessen Neigungen bei 1:4 liegen.

Die Lage und besondere Gestalt der Außenkippe machen eine Untersuchung der klimatischen Auswirkungen der Sophienhöhe interessant. Bei der geländeklimatologischen Betrachtung, die sich heute zunehmend auf die Erhebung von Messdaten stützt, reicht das weitmaschige Netz der makroklimatischen Beobachtung nicht aus. Deshalb muss man sich auf Daten eines Sondernetzes stützen, das auch den nachfolgenden Betrachtungen zu Grunde liegt. Zu berücksichtigen ist, dass solche Messergebnisse nur als Stichprobenwerte zu betrachten sind. Sie sollen Aufschluss über klimatische Besonderheiten geben, etwa über örtliche

Temperaturdifferenzen (in der Luft und am Boden) oder Teilbereiche mit besonderen Windwirkungen und solchen mit bemerkenswerten Niederschlägen oder mit auffallender Trockenheit.

Nachfolgend werden die Klimaelemente Wind, Temperatur und Niederschlag im Zusammenhang mit der überformenden Wirkung der Sophienhöhe untersucht. Da aber derartige Ergebnisse nicht losgelöst von größeren Zusammenhängen gesehen werden können, muss zunächst eine klimatische Einordnung des Raumes erfolgen, wie sie sich aus der Darstellung des Regionalklimas nutzbringend ergibt. Zudem liefert die Klimastation des Forschungszentrums Jülich Vergleichsdaten aus dem von der Halde unbeeinflussten Gebiet bis 120 m über Grund.

Erläuterungen

Es erscheint durchaus geographisch sinnvoll, den Exkursionsteilnehmern eine kurze naturräumliche Beschreibung des Untersuchungsgebietes zu geben. Dies kann auch im vorbereitenden Unterricht erfolgen.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Niederrheinischen Bucht, die von NNW nach SOO keilförmig in das Rheinische Schiefergebirge eingelassen ist. Nach Norden geht die Bucht in das flache Niederrheingebiet ohne morphographische Trennlinie über, dagegen stellt im Südwesten die Eifel eine Gebirgsumrahmung dar, im Osten erhebt sich als Grenze das Bergische Land. Den Westflügel der Niederrheinischen Bucht bilden die Zülpicher und Jülicher Börde, die zwischen Erft- und Rurtal gelegen, durch ausgedehnte Bürgenwälder getrennt waren. Der Standort der Sophienhöhe ist der Jülicher Börde zuzurechnen, also dem nördlichen Teil der Niederrheinischen Börden.

Wie sehr Hindernisse die klimatischen Ausprägungen von begrenzten Räumen beeinflussen können, mag man bereits am Beispiel von Windschutzhecken erkennen, die in der Windrichtung nur eine verhältnismäßig geringe Ausdehnung zeigen. Die sogenannten Windschutzstreifen stellen sich dem Wind als Hindernis in den Weg und erreichen bei mittlerer Durchlässigkeit der Hecken eine Abbremsung des Windes auf 40% seiner Ausgangsgeschwindigkeit. Die Abschwächung der Windgeschwindigkeit setzt bereits vor dem Hindernis ein, so dass neben der beschriebenen Leewirkung auch eine Luvwirkung festgestellt wird. Die Abschwächung der Windgeschwindigkeit zieht mikroklimatisch mehrere Wirkungen nach sich. Die Abhängigkeit der Verdunstung von der Windgeschwindigkeit hat zur Folge, dass durch die Abschwächung des Windes eine Verringerung der Verdunstung einhergeht. Auch die Temperatur wird durch die Abschwächung des Windes beeinflusst, und zwar erhöhen sich die Temperaturwerte am Tage, während sie in der Nacht stärker absinken. Die größere Tagesamplitude kann sogar eine Frostgefährdung nach sich ziehen.

Aus dem kleinen Beispiel lässt sich leicht ersehen, dass die Sophienhöhe als markantes Hindernis wohl messbare klimatische Auswirkungen auslösen muss. Die benutzten Klimadaten beziehen sich vorwiegend auf Messreihen aus den Jahren 1984/85 (Hummelsheim: Geländeklimatologische Untersuchungen im Bereich der Sophienhöhe unter Einschluß multivariater Analysemethoden, Bonn 1986). Einjährige Messungen wurden in einem Sondernetz aufgenommen, das aus drei Feststationen bestand und durch elektronische Handmessungen eine weitere Verfeinerung erfuhr. Dabei erwiesen sich die für die Industrie konzipierten Handmessgeräte (Windgeschwindigkeitsmesser, Temperatur und Feuchtemesser) als kostengünstig und praktisch und ermöglichten einen Vergleich mit den Hüttenwerten, wie Testverfahren bestätigten.

Auf der Grundlage der regionalklimatischen Gegebenheiten geht es hier um typische Falluntersuchungen. Von der interessanten Darstellung eines statistisch gewonnenen Raummodells wird wegen der notwendigen umfassenden Vorkenntnisse zu den multivariaten Analysemethoden Abstand genommen. Hier sei nur auf die diskriminanzanalytischen Auswertungen der einjährigen Messreihe hingewiesen: Demnach kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass 1. das Umfeld der Halde auf Grund der in die Analyse einbezogenen Klimaparameter sich in einen nördlichen bis südwestlichen und südlichen bis nordöstlichen Teil gliedern lässt, 2. der Bereich in unmittelbarer Haldennähe sich signifikant vom übrigen Haldenumfeld unterscheidet und 3. als ausschlaggebende Klimaparameter die Temperaturwerte hohe relative diskriminatorische Bedeutung erlangen.

Für den geländeklimatologischen Teil einer Exkursion "Sophienhöhe" wird bewusst keine Route festgelegt, um die Möglichkeit einer Kombination mit anderen thematischen Schwerpunkten zu ermöglichen. So lassen sich zum Beispiel im Sinne eines fächerverbindenden oder fächerübergreifenden Ansatzes kleinere Raumausschnitte herauschneiden, andererseits kann die geländeklimatologische Betrachtung auch als Schwerpunkt herausgestellt werden, wobei die im Material dargestellten Messpunkte bzw. Messflächen aufgesucht werden.

Eine sehr reizvolle Aufgabe kann es auch sein, mittels einfacher elektronischer Messgeräte, die heute preiswert erworben werden können, eigene Klimadaten zu erfassen, auszuwerten und evtl. unter Berücksichtigung der vorherrschenden Wetterlage mit den hier dargestellten Werten zu vergleichen.

Karte 37: Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Regionalklima

Inwieweit Gestalt und Ausmaß der Sophienhöhe das klimatische Geschehen beeinflussen kann, war eine interessante Fragestellung für eine Reihe von Untersuchungen.

Mit Absicht wird hier der Begriff „Geländeklima“ (andere Bezeichnungen: Lokalklima, Kleinklima, Subregionalklima, Topoklima usw.) gewählt, um die Wirksamkeit der Formen der Erdoberfläche (also insbesondere das Relief) in den Mittelpunkt der Betrachtung zu stellen. Zugleich wird eine Beeinflussung des Geländeklimas, das als Sonderform der Mesoklimate verstanden wird, durch Makro- und Mikroklimata dokumentiert.

Um Abweichungen vom Regionalklima feststellen zu können, bedarf es des Datenmaterials aus dem unbeeinflussten Raum, das durch die umfassenden Klimamessungen des Forschungszentrums Jülich gegeben ist.

Eine wirksame Veränderung des Regionalklimas durch die Sophienhöhe kann infolge der geringen Beeinflussung der Energieumsetzung der Großwetterlagen nicht abgeleitet werden. Dennoch hat die regionalklimatische Wirksamkeit einen entscheidenden Einfluss auf die klimatischen Ausprägungen im Bereich der Halde, weshalb wir uns zunächst mit dem Regionalklima befassen müssen.

Das Gebiet liegt innerhalb der Niederrheinischen Bucht. Im Südwesten stellt die Eifel eine Gebirgsumrahmung dar, im Osten erhebt sich als Grenze das Bergische Land. Den Westflügel der Niederrheinischen Bucht bilden die Zülpicher und Jülicher Börde.

Erläuterungen

Windstärke

Wie Weischet (1955) zunächst anhand instrumenteller Beobachtung feststellt, ergibt sich „eine fortlaufende Abnahme der Windgeschwindigkeiten von den Eifelhöhen gegen die ostwärtigen Teile der Niederrheinischen Bucht“. In 10 m Höhe über der gestörten Bodenschicht wird an der Station Jülich ein deutliches Maximum der Windgeschwindigkeiten bei 3,4 m/s erreicht (Geiß/Horbert/Polster 1975). Die mittleren Windstärken (nach Beaufort) von Aachen und Elsdorf verdeutlichen die relativ windgeschützte Lage, wenn man auf der Eifelhochfläche im Mittel etwa 3,0 bis 3,5 Beaufort ansetzt, bisweilen im Winter auch 4,0 (Künster 1967).

Windrichtung

Ein Blick auf die prozentualen Anteile der Windrichtungen im Jahr macht deutlich, dass der Südwestwind am häufigsten auftritt (Abb.1a). Vergleicht man die Klimastationen Aachen und Elsdorf miteinander, deutet sich die Ausbildung eines sekundären Maximums der Windrichtungen im Südosten an, was durch die Ergebnisse des Forschungszentrums Jülich belegt ist. Für das Ausgreifen der Windrichtungen nach SSW in Aachen kann ein „Umspülen“ der Eifelausläufer verantwortlich gemacht werden. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung für Windgeschwindigkeiten über 6 m/s nach Stundenmittelwerten (Abb.1b) verdeutlicht das SO-Maximum der Windrichtungen. Ein solches Nebenmaximum im Südosten kann vorwiegend im Herbst und Winter angenommen werden, wenn sich Hochdruckwetterlagen einstellen, weil sich dann ein eigenes Strömungssystem, bedingt durch den Kaltluftabfluss von den Hängen der Eifel, der Geländeneigung entsprechend ausbildet. Hieraus wird ersichtlich, welchen Einfluss die Orographie auf Veränderungen der Windverhältnisse ausübt.

Temperatur

Die Untersuchung von Temperaturverhältnissen weist im Allgemeinen auf die Abhängigkeit von Breiten- und Höhenlage hin. Da die verhältnismäßig kurze Nord-Süd-Distanz der Bucht ein typisches Temperaturgefälle nicht zulässt, so wird ein Unterschied hinsichtlich der verschiedenen Höhen deutlicher. Hier ist die Gebirgsumrahmung von der Niederrheinischen Bucht zu trennen. Während die Stationen Aachen, Mönchengladbach und Düren in der mittleren Jahrestemperatur durchaus vergleichbar erscheinen, zeigt die Hochfläche der Gebirgsumrahmung etwa 1,8 °C geringere Mitteltemperaturen bei einem Höhenunterschied von 300 m, also etwa 0,6 °C auf 100 m Anstieg (vgl. Tab.2, Roetgen). Dennoch ist die Schwankung zwischen Januar- und Julitemperatur in der Jülicher Börde größer als auf den Eifelhochflächen. Der Grund dafür liegt im sonnenreicheren Flachland im Sommer, auch windgeschützt, und im von den Hochflächen im Winter häufig abfließenden Kaltluftstrom, der ein Gegengewicht zur warmen Jahreszeit schafft. So hat die Jahresamplitude in den Höhenlagen eher ozeanische Züge, wohingegen das Düren-Jülicher-Flachland gegenüber der Eifelhochlage eher kontinentalen Charakter hat.

Niederschlagsverhältnisse

Für die Niederschlagsverteilung in der Niederrheinischen Bucht zeichnen Luv- und Leelagen verantwortlich. Im Winter stehen große Stauungen an den Westhängen der Eifel, so dass

östlich davon die Bucht eine ausgeprägte Leelage genießt. Im Innern der Zülpicher Börde werden nur 550 mm im Jahresmittel gemessen. In der Periode 1891-1930 zeigt Jülich jährlich 640 mm, Elsdorf 671 und Düren 613 mm (Tab.1). In der gesamten Niederrheinischen Bucht treten Sommerregen mit einem Maximum im Juli auf und relativ wenig Niederschlag im Frühling. Diese Verhältnisse entsprechen einem kontinentalen Klimatyp.

Karte 38: Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Wind

Die Windverhältnisse müssen nach Richtung und Stärke beurteilt werden. Wie die Übersicht über das Regionalklima zeigte, liegt ein Maximum der Windgeschwindigkeit bei 3,4 m/s, gemessen an der meteorologischen Station des Forschungszentrums Jülich über Baumwipfelniveau. Das Häufigkeitsmaximum der Windrichtungen muss im Südwesten, ein sekundäres im Südosten angenommen werden. Zu den Bedingungen des Regionalklimas ist die Form der Halde einschließlich des Aufwuchses für die Beurteilung der Windverhältnisse bedeutsam. Die Form der Halde kann näherungsweise mit einem ca. 200 m ü. Grund aufragenden Tafelberg verglichen werden, der in einzelnen Bermenstufen eine nach oben gerichtete Verjüngung erfährt, die schließlich durch eine leicht konvexe Hochfläche begrenzt ist, deren Ausdehnung etwa 5 qkm beträgt.

Bei einem rechtwinklig auf eine derartige Masse auftreffenden Wind tritt infolge der Aufwindkomponente eine Überlagerung des anströmenden Windfeldes ein (vgl. Beispieldarstellung: Die Windgeschwindigkeit beim Überströmen eines Bergrückens und einer Geländeterrasse, van Eimern/Häckel 1984). Im unmittelbaren Luv-Vorfeld wird sich eine relativ windberuhigte Zone ausmachen lassen. Mit der Höhe nimmt allerdings durch Drängung der Strömungslinien die Windgeschwindigkeit zu.

Erläuterungen

An ausgewählten Profildarstellungen können die Auswirkungen stärkerer und schwächerer Windbelastung auf die Hänge der Kippe beobachtet werden.

Die Form der Halde erweckt Interesse für Untersuchungen am südlichen Sporn der Sophienhöhe, der recht spitzwinklig gestaltet ist und im Gesamtaufbau der Halde eine Sonderstellung einnimmt. Außerdem liegt der Südhang in Front zu den häufigsten Windrichtungen und erfordert schon deswegen eine genauere Betrachtung der Luvlagen. Zur Beurteilung der Luvverhältnisse am Südhang eignet sich ein Profil, das insbesondere Messungen an Bermenaußen- und -innenkanten enthält (Abb.3), mit einer Windgeschwindigkeit von 6,1 m/s und gleichmäßiger Anströmung aus südlicher Richtung.

Wendet man sich zuerst dem Profil im Hinblick auf die Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe zu, so erkennt man die stärkste Windbelastung an der obersten Bermenkante, auf der Haldenoberfläche ergibt sich zunächst eine starke Abnahme der Windstärke, die sich mit zunehmender Entfernung von der Luvkante wieder in eine leichtere Zunahme umwandelt.

Generell fallen die Windgeschwindigkeiten auf der Halde ab 2 m/s an der Basisstation geringer aus als im ungestörten Haldenvorfeld. Bei starker Luvanströmung weist die dritte Bermenkante eine sehr starke Zunahme der Windgeschwindigkeit auf, die fast an die Geschwindigkeit der obersten Bermenkante heranreicht. Bei großen Windstärken mit einer erheblichen Aufwindkomponente trifft der durch die Konfrontation mit der Höhenströmung verstärkte Bodenwind massiv erst auf die dritte Bermenaußenkante auf, überströmt im wesentlichen die vierte Stufe und erreicht weiter beschleunigt die oberste Bermenkante (Gefahr von Windbruch). Die natürlichen Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den

Windmessungen an den Bermenaußen- und Bermeninnenkanten lassen an der Innenseite jeder Bermenoberfläche eine kleinere Leezone entstehen, wie sie größeren Ausmaßes am Haldenfuß beobachtet wird, die im äußersten Fall bis zu 50% die Windbelastung der zugehörigen Bermenaußenkante mindern kann.

Die Windgeschwindigkeiten bei 0,5 m und 3 m zeigen ein gegenüber dem 2 m-Niveau leicht verändertes Bild. Das 3 m-Profil verdeutlicht bei starkem Wind an der Basisstation ein kontinuierliches Anwachsen der Windstärke bis zur obersten Böschungsschulter von Bermenkante zu Bermenkante, gleichmäßig an den auf den Bermenoberflächen innen liegenden Messpunkten durch windschwächere Zonen unterbrochen. Ab der vorletzten Bermenkante übersteigt die Windgeschwindigkeit in 3 m die des 2 m-Niveaus um 27% (19,5 m/s: 15,4 m/s).

Demgegenüber ist im 0,50 m-Profil eine abwechselnd sich verstärkende und abschwächende Windbewegung bei zu den anderen Messprofilebenen höherer Windgeschwindigkeit festzustellen, was der dort vom parallelen Höhenwind weniger eingeschränkten Aufwindkomponente anzulasten ist. An der Böschungsschulter der Hochfläche liegen die Werte aller Messebenen eng beieinander und bilden eine einheitlich beschleunigte Luftbewegung.

Die dichtere Vegetation auf den ersten Bermenstufen wirkt sich auf die Amplitude dämpfend aus, während der zur Zeit der Messreihe (1984/85) noch spärliche Aufwuchs insbesondere der beiden letzten Böschungsstufen die bremsende Bodenreibung unterdrückt, so dass zum Teil sehr hohe Windgeschwindigkeiten gemessen werden.

Vergleicht man die dargestellten Messergebnisse mit denen einer Leesituation an denselben Geländepunkten, so sind doch starke Turbulenzen erwähnenswert, die bei nordöstlicher Anströmung (Windgeschwindigkeit der Basisstation: 1,0 m/s) am Südwesthang zu bedeutenden Erscheinungen führen.

Während auf dem Hochplateau mäßig erhöhte Windstärken zu verzeichnen sind, erfolgt nach Überströmen der südwestlichen Böschungsschulter eine starke Zunahme der Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe. An den Bermenaußenkanten erreicht die Windstärke 4 m/s, also eine Vervierfachung der Ausgangsgeschwindigkeit.

Demgegenüber steht eine krasse Abschwächung der Windströmung an der Innenseite der Bermenoberflächen, die auf der ersten Bermenstufe zu einer kaum wahrnehmbaren Windbewegung vermindert wird. Die Abwärtsbewegung des Windes erfasst die leicht nach innen geneigten Bermenplateaus weniger stark, vielmehr führt eine weitere Beschleunigung zu einer vermehrten Windberuhigung auf den unteren Bermenoberflächen. Dabei verhalten sich die darunter und darüber liegenden Luftschichten ziemlich gleichartig, bis hin zu einem Fehlen einer ausgeprägten windberuhigten Zone im südwestlichen Leebereich des Vorfelds, obwohl die Windgeschwindigkeiten in 2 m und 3 m Höhe wieder zunehmen.

Karte 39: Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Temperatur

Aus der Darstellung der Windverhältnisse ergibt sich durch höhere Windgeschwindigkeiten und die Aufwärtsbewegung advektiver Luftmassen eine niedrigere mittlere Temperatur auf der Halde, die zum Haldenfuß entsprechend dem adiabatischen Temperaturgradienten um 2 °C geringer ausfallen müsste. Die Eigentemperatur herangeführter Luftmassen bestimmt

infolge einer Durchmischung auch das Temperaturfeld der bodennahen Luftschicht des Halden-umlandes. Hier kann es in der windberuhigten Zone unmittelbar am Haldenfuß der Luvseite wie auch im Leereal zu Inversionsbildungen in Bodennähe kommen. Bei stabilen Schichtungen und Inversionswetterlagen muss mit höheren Temperaturen auf der Hochfläche gegenüber dem Umland gerechnet werden. In diesen Fällen entsteht ein eigenständiger Temperaturgang auf der Halde und im Umland.

Geht man davon aus, dass in der Hälfte aller Nächte durch die stärkere Ausstrahlung höhere Temperaturminima auf der Halde zu erwarten sind, so könnte sich theoretisch die über die Bermen abfließende Kaltluft auf die Temperaturen im Vorfeld auswirken, wodurch bei Strahlungswetterlagen eine erhöhte Frostgefährdung herbeigeführt werden könnte. Der Aufwuchs und die Steile der Bermen aber führen zu einer stärkeren Luftdurchmischung, so dass derartige Überlegungen für die Sophienhöhe weitgehend zurückgestellt werden können.

Die auffälligsten und stärksten Abweichungen der Temperaturmessungen zeigen sich an den Hängen bei Luv- und Leelagen.

Erläuterungen

Neben der Abwandlung des Strahlungshaushaltes macht sich der Einfluss des Reliefs durch Luv- und Lee-Effekte bemerkbar. Ein Beispiel zeigt deutlich die Leewirkungen hinsichtlich der Temperatur. Abbildung 4 verdeutlicht, wie sich das Temperaturverhalten zum einen mit der Höhe ü. NN, zum anderen im vertikalen Profil von 0,05 m bis 3,00 m über Grund am Nordhang bei südöstlicher Anströmung (2,0 m/s an der Basisstation) verändert. Augenfällig erscheint eine Zweiteilung des Hanges in kältere Oberzone und wärmere Unterzone, immerhin differieren die Extreme um 5 °C. Zudem lassen sich diese beiden Hangteile noch durch die vertikale Lufttemperatur unterscheiden, denn in der oberen Hälfte des Hanges begegnet man einer relativ gleich bleibenden Temperatur in der Luftschicht vom Boden bis 3 m Höhe.

Aufmerksamkeit erregt, dass deren Temperatur um mehr als 3 °C von den Basiswerten gleicher Höhe abweicht. Für diese Inversion zeichnen vermutlich sich erwärmende Fallwinde verantwortlich, denen es außerhalb der Bodenreibungszone an Luftdruckmischung mangelt. Von etwa 150 m NN aufwärts bis zur Haldenhochfläche weichen mit Ausnahme der Temperatur am Boden die Messwerte kaum von den Werten der Basisstation ab, erst darunter bewirkt der Lee-Effekt einen spürbaren Temperaturanstieg, wobei sich dieser Teil des Hanges um durchschnittlich 1 – 2°C wärmer als die Vergleichsstationen in entsprechender Höhe ü. NN erweist.

Aus den Verbindungslinien der Messwerte (Punktmessungen auf den Bermenstufen, jeweils an der Außenkante und am Schüttfuß der darüber liegenden Berme) ergibt sich außerdem, dass die Temperaturschwankungen zwischen Innen- und Außenkante einer Bermenstufe mit fallender Höhe unausgeglichen werden. Auch hier ist die sich verstärkende Leewirkung im unteren Hangteil nachweisbar. Die mittlere Windgeschwindigkeit der Nullstelle (2 m/s) wird an den Schüttungsfüßen der unteren Bermen z.T. beträchtlich gemindert (-1,4 m/s), während die Außenseiten der oberen Bermenstufen um mehr als 50 % stärkerer Windbelastung ausgesetzt sind. Davon bleibt nur die unmittelbare Bodenluftschicht ausgenommen, die i.A. die Windgeschwindigkeit der Basisstation in gleicher Höhe weit unterschreitet und deswegen einen eigenständigen Kurvenlauf, losgelöst von den höheren Luftschichten, nimmt.

Die am Nordhang belegten Erkenntnisse lassen sich generell auf andere Lee-Hänge der fertig gestellten Haldenteile bei etwa gleicher Anströmungsgeschwindigkeit übertragen, weil der

gleichartige Bermenaufbau zu ähnlichen Erscheinungen führt. Den Hauptwindrichtungen entsprechend wird der Nordosthang am häufigsten im Windschatten liegen, sekundär trifft dies auch für den Nordwesthang zu.

Ein Luv-Hang zeigt demgegenüber folgendes Temperaturverhalten: Eine stärkere Temperaturdifferenzierung in den einzelnen Höhenniveaus bis 3 m an der obersten Bermenkante, darunter eine einheitlichere Temperaturschichtung, die im unteren Hangdrittel wieder in stärkere Differenzierung übergeht. Interessant ist dabei, dass bei annähernd vergleichbarer Windgeschwindigkeit im ungestörten Gelände die Luv-Wirkung bedeutungsvoller auftritt als die Erscheinungen am Lee-Hang. Die windberuhigte Zone nimmt in diesem Beispiel mehr als zwei Drittel des Gesamthangs ein, wodurch sich eine Erwärmung vom Boden her ungestört ausbilden kann. Dies wird unterstützt durch die stark reduzierten Windstärken hangaufwärts, die z.T. nur die Hälfte der Vergleichswerte auf parallelem Höhenniveau erreichen.

Die Windbelastung nimmt an den Innenseiten der Bermenstufen teilweise um mehr als 2 m/s im Vergleich zu den Außenkanten ab. Die Temperaturkurven der bodennächsten Luftschicht und des 0,50 m-Niveaus bis zur vorletzten Bermenstufe heben sich deutlich von den beiden anderen untersuchten Höhenschichten ab, darüber, bis 3 m Höhe, zeigt sich eine homogene Temperaturschichtung, die stärker von der aufsteigenden Luftströmung erfasst wird.

Karte 40: Klimatische Einflüsse durch die Sophienhöhe: Niederschlag

Wie bei der Darstellung der Temperaturverhältnisse ist bei der Beschreibung der erwarteten Niederschlagsverteilung eine Dreigliederung des Untersuchungsgebietes aufgrund von Relief und Lagefaktoren vorzunehmen, und zwar in Hochfläche, Hangzonen und Umfeld.

Generell muss eine Abhängigkeit von der Art des Niederschlags und der anströmenden Windstärke beachtet werden. In verschiedenen Gutachten zu anderen Hochhalden im Rheinischen Braunkohlenrevier wurden keine nennenswerten Unterschiede der Niederschlagsmenge auf den Hochflächen und in deren Umfeld festgestellt. Da die Sophienhöhe aber weitaus höher über das Geländenniveau hinausragt, ergeben sich je nach Stärke und Richtung des Windes doch größere Unterschiede in der Niederschlagsverteilung.

Wie sich aus Messungen des Amtes für Wehrgeophysik auf dem 20 km entfernten Fliegerhorst Nörvenich ablesen lässt, kann man davon ausgehen, dass in 10% aller Fälle die anströmenden Winde die Wolkenuntergrenze über der Halde erreicht bzw. sie verstärkt, wodurch das Kondensationsniveau abgesenkt wird.

Schaut man auf das Haldenumfeld, könnte man generell eine Verstärkung der Regenfälle im Luvbereich erwarten (also Südwesten und Südosten), wobei sich in einem enger begrenzten Bereich am Kippfuß sowohl luv- als auch leeseits geringere Niederschläge einstellen, was von der Windstärke abhängig gemacht werden muss. Betrachtet man die vorherrschenden durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten des Gebietes, dann wäre in der Mehrzahl aller Fälle von geringeren Niederschlagsmengen im Leebereich auszugehen und nur bei stärkeren Winden – für den Untersuchungsraum weniger häufig – höhere Niederschläge anzunehmen. Außer der Windstärke ist hier auch die Windrichtung von Bedeutung.

Im Vortrag kommt es darauf an, dass der Referent möglichst frei und zusammenhängend über die gewonnenen Einsichten aus dem Material berichten kann. Am Ende des Vortrages sollten

den Mitschülern die Möglichkeit zu Fragen und Richtigstellungen gegeben werden.

Die Form des Zeitungsberichts bietet eine interessante Möglichkeit, die gewonnenen fachlichen Erkenntnisse in die Sprachstilistik der Lokalpresse umzusetzen. Damit findet auch ein fächerübergreifender Aspekt Berücksichtigung (Erdkunde/Deutsch). Außerdem lässt sich die Exkursion anhand des schriftlichen Berichts im Unterricht leicht nachbesprechen.

Erläuterungen

Abb.5 zeigt folgende Wettersituation: Ein frischer bis böiger Wind wehte aus westlichen Richtungen, vorwiegend aus Südwest. Die Station auf der Sophienhöhe zeigt deutlich weniger Niederschlag als die Basisstation (-12%), aber noch größere Differenzen ergeben sich zum nordöstlichen Vorfeld (-20%) und zum nordwestlichen Vorfeld (-27%). In dieser Woche fiel sowohl an FS2 als auch an FS3 mehr Niederschlag als an der Basisstation, wobei nun aber FS3 um 15% die Werte der Nullstelle übersteigt.

Gegenüber der Vergleichswoche aus dem November stellt sich auf der Luvseite der Halde ein Niederschlagsmaximum ein, das deutlich die Lee-Niederschlagssumme überragt, die offenbar durch die geringere Windstärke an Turbulenz und damit größerer Niederschlagstätigkeit als das nordwestliche Haldenvorfeld eingebüßt hat. Daraus resultiert eine starke Abhängigkeit der Niederschläge von der Windgeschwindigkeit im ungestörten Vorfeld, zumindest bei südwestlicher Anströmung: Hohe Windgeschwindigkeiten führen zu geringeren Niederschlägen auf der Halde, bei stürmischen bis orkanartigen Windstärken erhält das Lee-Umfeld der Halde, bei geringeren bis frischen Winden das Luv-Umfeld höhere Niederschläge.

Die gewonnenen Erkenntnisse führen zu der Frage, deren Beantwortung besonderes Interesse weckt: Wie verändern sich die Niederschlagsquanten bei geringeren Windgeschwindigkeiten auf der Halde und im Vorfeld?

Beispiele dazu stellen die Niederschlagsperioden der Abb.6/7 dar. Bei Windgeschwindigkeiten deutlich unter 2 m/s erhält die Luv-Station mehr Niederschlag als die Lee-Station (entsprechend der Vorüberlegung). Gegenüber dem Anströmungsbereich im Nordwesten (Abb. 6) fällt an FS2 im Windschatten um 14% weniger Niederschlag. Bei Windgeschwindigkeiten um 1 m/s und einer südöstlichen Anströmung macht Abb. 7 deutlich, dass ähnliche Beobachtungen in Luv und Lee zu sehen sind. Die Luv-Station FS3 erreicht ungefähr die Niederschlagshöhe der Basisstation, was anzeigt, dass der Luv-Effekt bei derart geringer Windbewegung gänzlich eliminiert wird, wogegen sich der Lee-Effekt als immer noch bedeutsam erweist.

Der enge Zusammenhang zwischen Niederschlagshöhe auf der einen Seite und Windrichtung und -geschwindigkeit auf der anderen Seite lässt sich nicht leugnen. Windstärken von etwa 4 m/s und darüber haben gegenüber dem Umfeld höhere Niederschläge auf der Sophienhöhe zur Folge, bei geringeren Windgeschwindigkeiten liegt die Niederschlagshöhe dort unter den Werten der Vergleichsstation im von der Halde unbeeinflussten Gebiet.

Deutlich treten auch die Unterschiede der Niederschlagsverteilung an der Luv- und an der Lee-Station der Kippe zu Tage, wobei Windgeschwindigkeiten unter etwa 3 m/s höhere Niederschlagsmengen im Anströmungsgebiet erwarten lassen, bei Windgeschwindigkeiten um 1 m/s und darunter sind Luv-Effekte aufgehoben, Lee-Effekte bleiben auch bei sehr geringen Windstärken noch messbar.

Als Besonderheit können die erwähnten Sturm- und Orkantage angesehen werden, die die

Regenfälle an der Lee-Station erhöhten.

3.3. Begriffserläuterungen

Außenkippe (Karte 1, 2)

Die Lagerung des verkippten (aufgeschütteten) Abraums außerhalb der Tagebaugrenze. Als Abraum bezeichnet man die Deckschichten oberhalb des Kohleflözes.

Adiabatischer Temperaturgradient (Abschnitt 3.2., Seite 18)

Die adiabatischen Temperaturgradienten geben die Temperaturänderungen an, die in der Luft bei Vertikalbewegung erfolgen, wenn während des Vorganges weder Wärme zu- noch abgeführt wird. Die Gradienten sind verschieden für feuchtigkeitsgesättigte und ungesättigte Luft; sie werden als feuchtadiabatischer und trockenadiabatischer Temperaturgradient bezeichnet.

Advective Luftmassen (Abschnitt 3.2., Seite 18)

Durch Luftbewegung bewirkter Transport von Wärmeenergie (vereinfacht: herangeführte Luftmassen).

Bergaufsicht (Karte 33)

Der Bergbau unterliegt der Aufsicht durch das zuständige Bergamt. Sie endet zu dem Zeitpunkt, zu dem nach allgemeiner Erfahrung nicht mehr mit Gefahren für die Allgemeinheit zu rechnen ist.

Berme (Karte 39)

Waagerechter Böschungsabsatz.

Diskriminanzanalyse (Abschnitt 3.2., Seite 14)

Eine Methode der multivariaten Analyse (*Multivariate Analysemethoden*), die auf Grund von vorgegebenen Gruppierungen der Messwerte (z.B. Werte einzelner Klimastationen) Zusammenhänge zwischen den Messwertgruppen untersucht.

Endpflanzen-Gesellschaft (Karte 16)

Die Endpflanzen-Gesellschaft ist der Endzustand der natürlichen Entwicklung einer Landschaft von der Erstbesiedlung der Rohböden über eine Offenlandgesellschaft mit Sträuchern (Primärsukzession). In Mitteleuropa ist der Wald die natürliche Endpflanzen-Gesellschaft. Von einer Sekundärsukzession spricht man, wenn beispielsweise ein bereits vorhandenes Waldgebiet durch Waldbrand zerstört wird und ohne menschliche Einflüsse wieder ein neuer Wald entsteht.

Gasaustausch (Karte 24)

Zwischen Boden und Atmosphäre findet ein Austausch von Gasen statt. Im Boden befindliche Gase gelangen in die Atmosphäre. Wie zum Beispiel das Kohlendioxid, das beim mikrobiellen Abbau entsteht. Dagegen dringt Sauerstoff in den Boden ein. Diesen benötigen *Mikroorganismen* zum Atmen.

Gebietsentwicklungsplan (Kopiervorlagen1a/1b (Planungsgrundlagen), S. 35 und 36)

Gebietsentwicklungspläne legen auf der Grundlage des *Landesentwicklungsprogramms* und von *Landesentwicklungsplänen* die regionalen Ziele der Raumordnung und Landesplanung für die Entwicklung der Regierungsbezirke fest.

Gebietskörperschaft (Karte 33)

Körperschaft des öffentlichen Rechts, die in einem genau umgrenzten Teilgebiet eines Staates die auf bestimmte verfassungsmäßig festgelegte Aufgaben beschränkte Gebietshoheit ausübt. Gebietskörperschaften sind in der Bundesrepublik beispielsweise Gemeinden und Landkreise.

Geohydrologie/Hydrogeologie (Abschnitt 3.2., Seite 12)

Wasserhaushalt der Erde, der im Zusammenhang mit der Geologie steht. Die Hydrogeologie beschäftigt sich mit den Erscheinungsformen, der Verbreitung und den Eigenschaften des Wassers in Abhängigkeit der geologischen Verhältnisse der Erdkruste.

Hüttenwerte (Abschnitt 3.2., Seite 14)

Im Wetterdienst bringt man die Messgeräte zum Schutz vor Sonneneinstrahlung in sogenannten Wetterhütten (in 2 m Höhe ohne Einfluss durch Vegetation oder Bauten) unter. Die amtlichen Standardausführungen sind an allen meteorologischen Stationen zu finden. Die in den genormten Hütten gemessenen Werte bezeichnet man kurz als Hüttenwerte.

(Überhöhte) Innenkippe (Karte 1, 2, 22)

Das verkippte Bodenmaterial innerhalb der Abbaugrenze (Innenkippe). Wenn das aufgeschüttete Material über dem normalen Geländeniveau liegt, spricht man von der überhöhten Innenkippe.

Klima (Karten 36 - 40)

(griech.: neigen, beugen = Neigung der Erdoberfläche gegen die einfallende Sonne)

Unter Klima verstehen wir die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an irgendeiner Stelle der Erdoberfläche kennzeichnen. Somit ist das Klima relativ konstant, während *Wetter* und *Witterung* als veränderliche Größen angesehen werden müssen.

Korbblütler (Karte 3)

Artenreiche Familie der Ordnung Synandreae, ausgezeichnet durch einzelblütenähnliche Blütenstände und Blütenkörbchen. Als Körbchen bezeichnet man den Blütenstand, eine von Hüllblättern umgebene, verkürzte Hauptachse, auf der zahlreiche Einzelblüten stehen.

Landesentwicklungsplan (Kopiervorlagen1a/1b (Planungsgrundlagen), S. 35 und 36)

Landesentwicklungspläne legen auf der Grundlage des *Landesentwicklungsprogramms* die Ziele der Raumordnung und Landesplanung fest.

Landesentwicklungsprogramm (Kopiervorlagen1a/1b (Planungsgrundlagen), S. 35 und 36)

Das Landesentwicklungsprogramm enthält Grundsätze und allgemeine Ziele der Raumordnung und Landesplanung für die Gesamtentwicklung des Landes und für alle raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen.

Lee (Karte 38, 39)

Die windabgewandte Seite eines Gegenstandes (Berg, Haus, Baum, Hecke etc.).

Luv (Karte 38, 39)

Die windzugewandte Seite eines Gegenstandes (Berg, Haus, Baum, Hecke etc.).

Mikroorganismen (Karte 6, 23)

Einzellige Lebewesen (Bakterien, Amöben etc.).

Morphographisch (Abschnitt 3.2., Seite 14)

„Morph-“, als Wortbildungselement: Gestalt, Form. „Morphographische Trennlinie“: z.B. auf Karten erkennbarer Wandel der Oberflächenformen.

Multivariate Analysemethoden (Abschnitt 3.2., Seite 14)

Auswertungsverfahren aus den Sozialwissenschaften, das eine Vielzahl von Bedingungsfaktoren in Beziehung setzen kann. In der Klimatologie gelangt man so zu einem objektivierten Raummuster der gemessenen Werte und kann klimatisch zusammengehörige Geländeteile abgrenzen.

Naturwaldzelle (Karte 1)

Naturwaldzellen sind als Schutzgebiete ausgewiesen. Sie präsentieren eine bestimmte naturnahe Waldgesellschaft. Die Sukzession, d.h. die natürliche Entwicklung eines bestimmten Waldtypes, soll erforscht werden, um aus ihr die forstwirtschaftliche Praxis zu ziehen.

Orographie (Abschnitt 3.2., Seite 16)

„Orographie“ ist gleichzusetzen mit: beschreibende Gebirgskunde. Hier: Höhenverhältnisse des Geländes.

Rekultivierung (Karten 1-3, 5-7, 9, 10, 14, 20, 21, 25)

Wiederherstellung der durch den Bergbau beanspruchten Landschaft.

Schmetterlingsblütler (Karte 9)

Zu den Hülsenfruchtartigen (Leguminosen) gehörende Pflanzenfamilie, deren Blüten den Schmetterlingen ähneln.

Seismik (Karte 31)

Seismik = Seismologie (griech. *seismos* „Erderschütterung“ + *logos* „Wort“, „Lehre“) Lehre von den Erdbeben.

Sicherheitslinie (Kopiervorlagen 3 (Planungsgrundlagen), Seite 38)

Mit der Sicherheitslinie wird diejenige Fläche umschlossen, auf welcher Auswirkungen der Abbau- und Verkipplungsmaßnahmen auf die Geländeoberfläche nicht ausgeschlossen werden können. Neben ihrer Bedeutung zur Gefahrenabwehr hat sie gleichzeitig als Pufferzone die Aufgabe, die Bergbautätigkeit mit den außerhalb der Sicherheitslinie angrenzenden Nutzungen verträglich zu machen.

Sümpfungsmaßnahme (Karte 35)

Maßnahmen zum Absenken und Fernhalten des Grundwassers, um die Kohlegewinnung zu ermöglichen.

Wetter (ergänzender Begriff zum Thema Klima)

Unter Wetter verstehen wir den Zustand und die Vorgänge in der Atmosphäre an einem Ort zu einer bestimmten Zeit. Mit seiner Wechselhaftigkeit ändert sich das Wetter oft von Tag zu Tag. Es kann aber auch ein gleiches oder ähnliches Wetter über mehrere Tage herrschen.

Witterung (ergänzender Begriff zum Thema Klima)

Witterung nennen wir den Verlauf der meteorologischen Größen in kurzen Zeiträumen, deren Jahr für Jahr mehr oder weniger gleichartige Abfolge das Klima eines Ortes bildet.

3.4. Lösungsbogen zu den Karteikarten

Lösung zu Karte 1a: -

Lösung zu Karte 2a: -

Lösung zu Karte 3a: Flugfrüchte mit Fallschirm.

Lösung zu Karte 4a: Mensch, Fuchs, Reh, Kaninchen, Wildschwein.

Lösung zu Karte 5a: Besenginster, Himbeere, Kamille, Hahnenfuß, Rainfarn, Löwenzahn haben sich von alleine eingestellt.

Lösung zu Karte 7a: a) Die Samenkörner des Besenginsters befanden sich im Boden des Altwaldes. Sie wurden bei der Gewinnung von Forstkies abgebaggert und auf die frische Rekultivierung verkippt.
b) Feuchtigkeit, Licht, die richtige Temperatur, Nährstoffe aus dem Boden und genügend Platz.

Lösung zu Karte 8a: Lupine und Büschelschön verbessern die Bodenqualität. Sie bilden Humus, reichern Stickstoff im Boden an und lockern den Boden.

Lösung zu Karte 9a: Lupine, Robinie und Klee gehören zu der Familie der Schmetterlingsblütler. Mit Hilfe von Knöllchenbakterien wird Stickstoff aus der Luft aufgenommen.
Stickstoff ist ein wichtiger Pflanzendünger. Deshalb werden solche Pflanzen besonders im Rekultivierungsgebiet zur Bodenverbesserung eingesetzt.

Lösung zu Karte 10a: Einige Pilze, besonders solche, die im Boden leben, brauchen zum Aufbau ihres „Wurzelnetzes“ viele Jahrzehnte, ehe sie einen Pilzkörper an der Oberfläche ausbilden können. Deswegen ist die Anzahl der auffälligen Schirmpilze im Altwald größer als in jungen Rekultivierungsgebieten.

Lösung zu Karte 11a: Jule für Greifvögel, Totholz für Kleinlebewesen, Holzstamm für Solitärbiene, Nadelstreuhaufen für die Ameisen.

Lösung zu Karte 12a: Schutzfunktion (Erosion, Wind, Lärm), Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Luftreiniger, Wasserspeicher, Erholungsfunktion für den Menschen, Forstwirtschaft.

Lösung zu Karte 13a: Lärche.

Lösung zu Karte 14a: Für Baustellen, Möbel, Dachstuhl etc.

Lösung zu Karte 15a: a) Forstpflanzen werden in der Baumschule angezogen. Sie werden auf der rekultivierten Fläche per Hand eingepflanzt (November-April), um so wenig wie möglich den Boden durch Maschinen usw. zu verdichten.
b) Das Wachstum der Bäume wird beschleunigt, in dem das Nährstoffangebot für die Bäume durch größeren Platzbedarf verbessert wird. Es kann mehr organisches Material zur Humusbildung auf den Boden gelangen. Förderung der Bodenvegetation durch erhöhten Lichteinfall.
c) Die Ernte des Holzes erfolgt entweder durch Kahlschlag, Durchforstung oder Einzelstamm-Nutzung.

Lösung zu Karte 16a: 1) Schichtaufbau eines Altwaldes: Moose - Kräuter - Sträucher (unterschiedlicher Höhe) - Bäume (unterschiedlicher Höhe).
Schichtaufbau eines rekultivierten Waldes: Moos - Kraut - und Baumschicht.
2) Gewachsener Boden (hier: meistens Parabraunerden oder Pseudogleye) im Altwald, aufgeschütteter Boden (Forstkies oder reiner Löss) im Neuwald.
3) Die Anzahl der Baumarten ist auf den rekultivierten Flächen höher als im Altwald.
4) Die Höhe der Bäume (es dauert ungefähr 50 Jahre, bis die rekultivierten Bäume annähernd die Höhe des Altwaldes erreicht haben).

Lösung zu Karte 17a: 1) Tauchblattzone (z.B. Tausendblatt), 2) Schwimmblattzone (z.B. Seerose), 3) Schilfgürtel (z.B. Rohrkolben) und 4) Uferbereich (z.B. Erle).

Lösung zu Karte 18a: B, A, B, A, B, B, A.

Lösung zu Karte 19a: Wasserfrosch, Erdkröte, Teichmolch, Bergmolch, Grasfrosch.

Lösung zu Karte 20a: Altwaldboden: Der A-Horizont besteht aus Humus. Der B-Horizont setzt sich aus Lehm, Sand und Kies zusammen, die auch in Schichten abgelagert sein können.
Rekultivierter Boden: Neben einer sehr dünnen Humusbedeckung besteht der Boden aus Forstkies, einem Gemisch aus Löss, Lehm, Sand und Kies.

Lösung zu Karte 21a: Schichtung der Bodenpartikel von unten nach oben: Steinchen - Grobsand - Feinsand - Schluff - Ton - Rohhumusteilchen.

Lösung zu Karte 22a: Besonders an kahlen, steilen Böschungen und Hängen trägt das Wasser den Boden ab.
Gegenmaßnahmen: Aussäen und pflanzen von Tiefwurzlern (Luzerne, Robinie). Das Einrichten von Wasserrinnen ist eine weitere

Möglichkeit. Diese sind mit Steinen ausgekleidet. Eingebaute Stauwände aus Holz bremsen zusätzlich die Geschwindigkeit des Wassers.

Lösung zu Karte 23a: Im Glaszylinder, der mit Sand gefüllt ist, stellt sich wesentlich schneller der Wasserspiegel ein. Die Hohlräume zwischen den Bodenpartikeln sind nämlich zu groß, um das Wasser zu halten. Der Lehm ist dagegen mittel- bis feinporig. Das Wasser wird zwischen den Bodenpartikeln gehalten.

Lösung zu Karte 24a: Im Gefäß haben sich die ehemals getrennt eingefüllten Materialien vermischt. Die Regenwürmer haben durch ihre Grabtätigkeit Poren hinterlassen.

Lösung zu Karte 25a: -

Lösung zu Karte 26a: Links oben: Die Ursprungslandschaft (Hambacher Forst).
Rechts oben: Aufschluß des Tagebaus Hambach. Bereits sichtbar, die ersten Böschungen der Sophienhöhe.
Links unten: Umsiedlungsort „Neu-Lichsteinstraß“ (1989).
Rechts unten: Im Februar 1990 wurde die Rekultivierung der Außenkippe Sophienhöhe abgeschlossen. Seit 1993 wird die überhöhte Innenkippe höhengleich an die Sophienhöhe angeschlossen.

Lösung zu Karte 27a: Die Folgen des Bergbaus werden durch die Wiedernutzbarmachung ausgeglichen.

Lösung zu Karte 28a: a) langfristige sichere Energie- und Rohstoffversorgung
b) Nachhaltige Sicherung eines leistungsfähigen Naturhaushaltes,...
c) Erhaltung von sozialen und kulturellen Bindungen,....

Lösung zu Karte 29a: a) Gemeinde, Kreis und Bezirk.
b) Wirkungen werden ausgelöst durch den Tagebau selbst und die vorbereitenden, begleitenden und nachfolgenden Maßnahmen.

Lösung zu Karte 30a: -

Lösung zu Karte 31a: Übersicht über das Gesamtvorhaben, Betriebsplanung, Wasserwirtschaft, Inanspruchnahme von Einrichtungen, Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche, Maßnahmen gegen Beeinträchtigung von Natur und Landschaft.

Lösung zu Karte 32a: Allgemeine Entwicklung des Tagebaubetriebes, Staub- und Arbeitsschutz.

Lösung zu Karte 33a: Angaben zur Oberflächengestaltung und Wiedernutzbarmachung einschließlich Wegesysteme, Immissionsschutz, Straßen und Siedlungsflächen, Oberflächenentwässerung und landschaftspflegerische Maßnahmen.

- Lösung zu Karte 34a: Oberflächenentwässerung ist in erster Linie vom Relief abhängig. Die Entwässerungsplanung einschließlich der wasserwirtschaftlichen Berechnungen erfordert aufwendige und umfangreiche Arbeiten. Daher wird die Oberflächengestaltung im sachlichen Teil I dargestellt und nach dessen Zulassung im sachlichen Teil II die Oberflächenentwässerung geplant. Gleiches gilt für die landschaftspflegerischen Maßnahmen.
- Lösung zu Karte 35a: Für die Verlegung von Straßen, Anlage und Verlegung von Gewässern, Sumpfungsmaßnahmen, archäologische und naturschutzrechtliche Maßnahmen.
- Lösung zu Karte 36a: Wind: Düseneffekt, unten Bremswirkung, oben Beschleunigung.
Temperatur: Abnahme mit der Höhe, Föhn effekte.
Niederschlag: Steigungsregen, Taubildung.
 Vergleiche hierzu: Abschnitt 3.2.: Ergänzende Hinweise Seite 13f.
- Lösung zu Karte 37a: Wind: Die Windgeschwindigkeit in Baumwipfelniveau beträgt max. 3,4 m/s. Das Häufigkeitsmaximum der Windrichtung liegt im Südwesten. Ein sekundäres Maximum deutet sich im Südosten an.
Temperatur: Eifelhochlagen zeigen im Durchschnitt 1.8 °C geringere Jahrestemperaturen bei einem Höhenunterschied von 300m auf als die Bucht. Schwankung zwischen Januar- und Julitemperatur in der Jülicher Börde größer als auf den Eifelhochlagen, da das Flachland im Sommer sonnenreicher ist und windgeschützter liegt. Die Höhenlagen haben ozeanischen, das Düren-Jülicher-Flachland eher kontinentalen Charakter.
Niederschlagsverhältnisse: Insbesondere im Winter befindet sich die Bucht in einer ausgeprägten Leelage.
 Vergleiche hierzu Abschnitt 3.2.: Ergänzende Hinweise, Seite 15.
- Lösung zu Karte 38a: Im unmittelbaren Luv-Vorfeld wird sich eine relativ windberuhigte Zone ausmachen lassen. Mit der Höhe nimmt allerdings durch Drängung der Strömungslinien die Windgeschwindigkeit zu. An der obersten Bermerkante erkennt man die stärkste Windbelastung. Auf dem Hochplateau nimmt zunächst die Windgeschwindigkeit stark ab. Mit zunehmender Entfernung von der Luv-Kante steigt die Windgeschwindigkeit wieder leicht an.
 Die Windgeschwindigkeit in 0,5 m und 3 m Höhe zeigt gegenüber dem 2 m-Niveau ein leicht verändertes Bild.
 Vergleiche hierzu Abschnitt 3.2.: Ergänzende Hinweise, Seite 16f.
- Lösung zu Karte 39a: Die Temperatur sinkt vom Böschungsfuß bis zur obersten Bermerkante um 5 °C. Auffallend ist die im oberen Hangbereich nahezu gleichbleibende Temperatur in der Luftschicht vom Boden bis 3 m Höhe. Im Lee-Bereich der Bermen treten stärkere Temperaturschwankungen auf als im Luv-Bereich
 Vergleiche hierzu Abschnitt 3.2.: Ergänzende Hinweise, Seite 18f.
- Lösung zu Karte 40a: Möglicher Stichwortzettel (20 Wörter):
 Hohe Windgeschwindigkeiten: Luv/Lee = erhöhte Niederschlagsraten,

auf der Halde niedrige.
Geringere Windgeschwindigkeiten: Im Lee und auf der Halde erhöhte Niederschläge.
Vergleiche hierzu Abschnitt 3.2.: Ergänzende Hinweise, Seite 20.

4. Literaturhinweise

Dr. Bibelriether, Dr. Brückner, Dr. Dr. H. C. Köstler: Die Wurzeln der Waldbäume – Untersuchungen zur Morphologie der Waldbäume in Mitteleuropa, Verlag Paul Parey, Hamburg 1968.
Blume, Felix-Henningsen, Fischer, Frede, Horn, Stahr: Handbuch der Bodenkunde, 1996.
Bundesfernstraßengesetz [FStrG].
Bundesnaturschutzgesetz [BNatSchG].
Denkmalschutzgesetz [DSchG].
Geiß/Horbert/Polster: Geländeklima und Lufthygiene, KFA, Jülich 1975.
Hummelsheim: Geländeklimatologische Untersuchungen im Bereich der Sophienhöhe unter Einschluss multivariater Analysemethoden, Bonn 1986.
Künster: Der Landkreis Düren, Regierungsbezirk Aachen – Die Deutschen Landkreise. Handbuch für Verwaltung, Wirtschaft und Kultur. Die Landkreise in Nordrhein - Westfalen. Reihe A: Nordrhein, Bonn 1967.
Landeswassergesetz [LWG].
Landschaftsgesetz - NRW [LG NW].
Pflug, Wolfgang: Braunkohlentagebau und Rekultivierung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.
Rheinbraun AG: Braunkohle: „Herstellung von Flächen für die forstwirtschaftliche Rekultivierung, dargestellt am Beispiel der Außenkippe Sophienhöhe des Braunkohlentagebaus Hambach“ (Jg. 42, H. 12, S. 11; 1990).
Rheinbraun AG: Braunkohle: „Stand der Sukzession auf der Außenkippe Sophienhöhe des Tagebaus Hambach“ (Jg. 44, H. 9, S. 23; 1992).
Rheinbraun AG: Braunkohle: „Rekultivierung – Teil des aktiven Bergbaus“ (Jg. 48, H. 3, S. 287; 1996).
Rheinbraun AG: Braunkohlenbergbau im Rheinland (Faltblatt), Brühl 1996.
Rheinbraun AG: Entstehung der rheinischen Braunkohle (Faltblatt), Troisdorf 1999.
Rheinbraun AG: Forstamt Rheinbraun (Faltblatt), Hürth 1994.
Rheinbraun AG: Forstliche Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier, Brühl 2.Aufl.°1998.
Rheinbraun AG: Landschaftsgestaltung und Ökologie im rheinischen Braunkohlenrevier, Hürth 2.Aufl. 1998.
Rheinbraun AG: Lebendige Landschaft (Faltblatt), Weiden 1998.
Rheinbraun AG: Revier + Werk: „Sophienhöhe wuchs auf 167m“ (Jg. 32, H. 172, S. 15; 1982).
Rheinbraun AG: Revier + Werk: „Waldameisen umgesiedelt“ (Jg. 32, H. 172, S. 15; 1982).
Rheinbraun AG: Revier + Werk: „Neue Messstation Sophienhöhe – Jede Minute zahlreiche Daten“ (Jg. 35, H. 194, S. 15; 1985).

Rheinbraun AG: Tagebau Hambach (Faltblatt), Troisdorf 1998.

Rheinbraun AG: Wanderwege auf der Sophienhöhe (Wanderkarte), Neuss 1998.

Straßen- und Wegegesetz – NRW [StrWG NW].

van Eimern/Häckel: Die Windgeschwindigkeit beim Überströmen eines Bergrückens und einer Geländeterrasse, 1984.

Wasserhaushaltsgesetz [WHG].

Weischet: Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften.

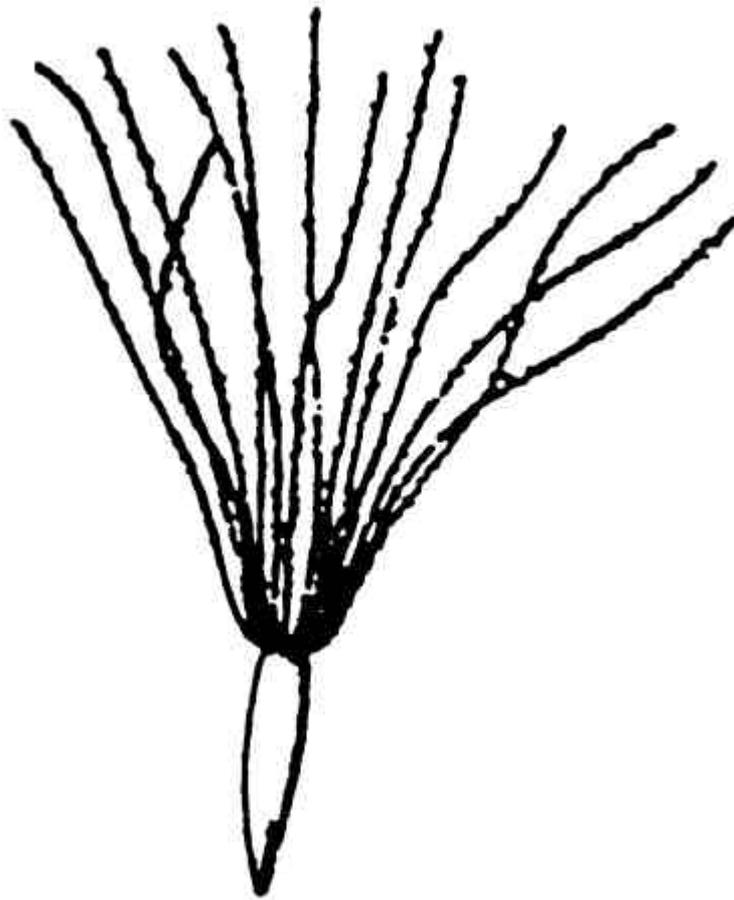
In: Münchner Geographie Hefte, Heft 8, 1955.

5. Kopiervorlagen für den Unterricht

Liste der Kopiervorlagen

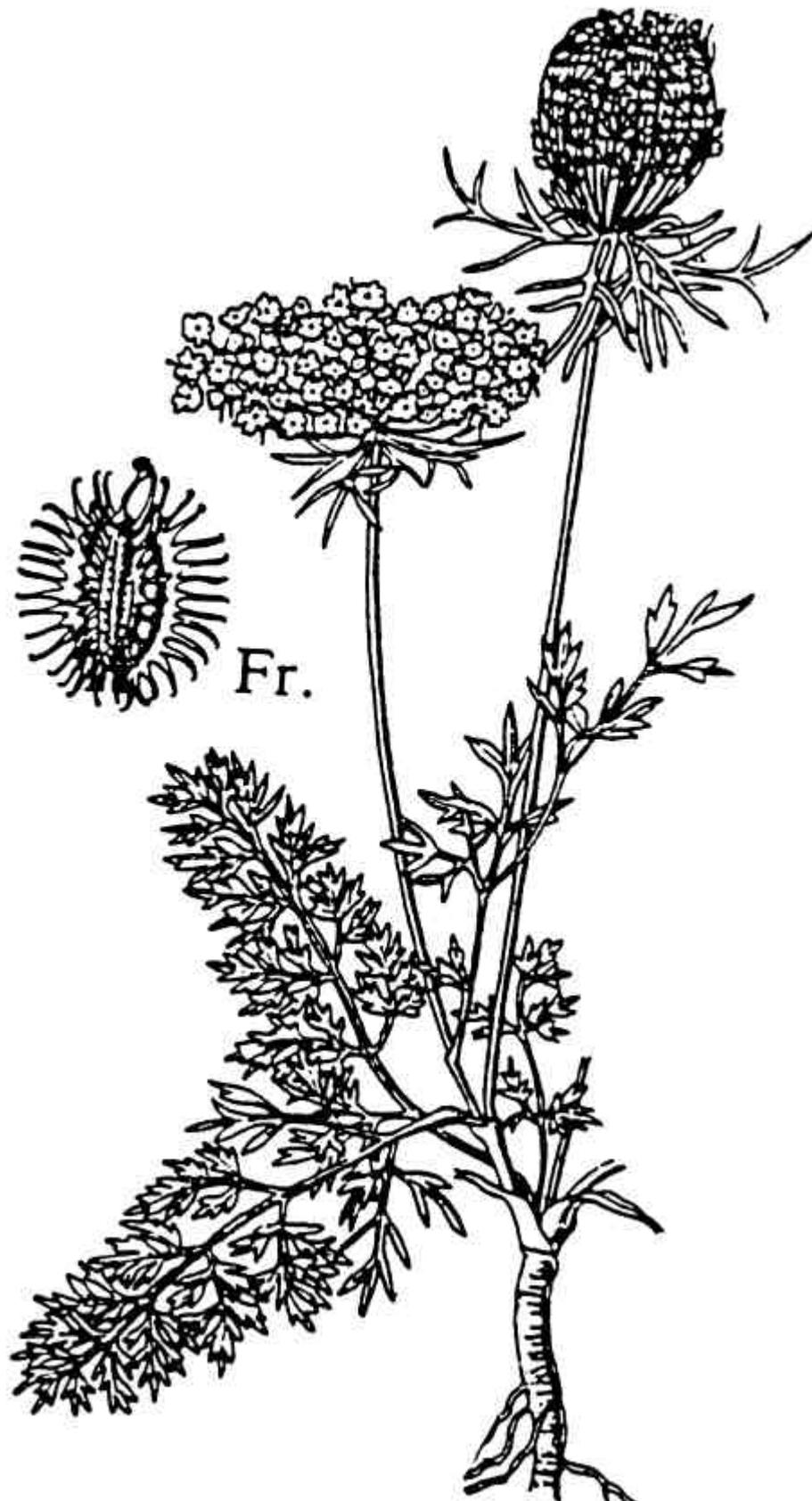
Titel/Inhalte	Bezug zur Karte
1. Korbblütler <i>Beschreibung des Samenkornes</i>	3a
2. Klettenfrüchte -1 <i>Die Wilde Möhre</i>	4a
3. Klettenfrüchte - 2 <i>Verschiedene Formen von Klettenfrüchten</i>	4a
4. Planungsgrundlagen - 1a <i>Die Planverfahren</i>	26a-35a
5. Planungsgrundlagen - 1b <i>Die Planungsgrundlagen</i>	26a-35a, insbes. 28b
6. Die Planungsgrundlagen - 2 <i>Der Braunkohlens Ausschuss</i>	26a-35a (insbes. 28a-30a)
7. Planungsgrundlagen - 3 <i>Der Braunkohlenplan-Inhalte</i>	26a-35a (insbes. 28a-30a)
8. Planungsgrundlagen - 4 <i>Ablauf eines Braunkohleverfahrens</i>	26a-35a (insbes. 28a-30a)
9. Planungsgrundlagen - 5 <i>Bergrechtliche Betriebspläne</i>	26a-35a (insbes. 31a-34a)
10. Planungsgrundlagen - 6 <i>Ablauf eines Betriebsplanverfahrens</i>	26a-35a (insbes. 31a-34a)

Korbblütler



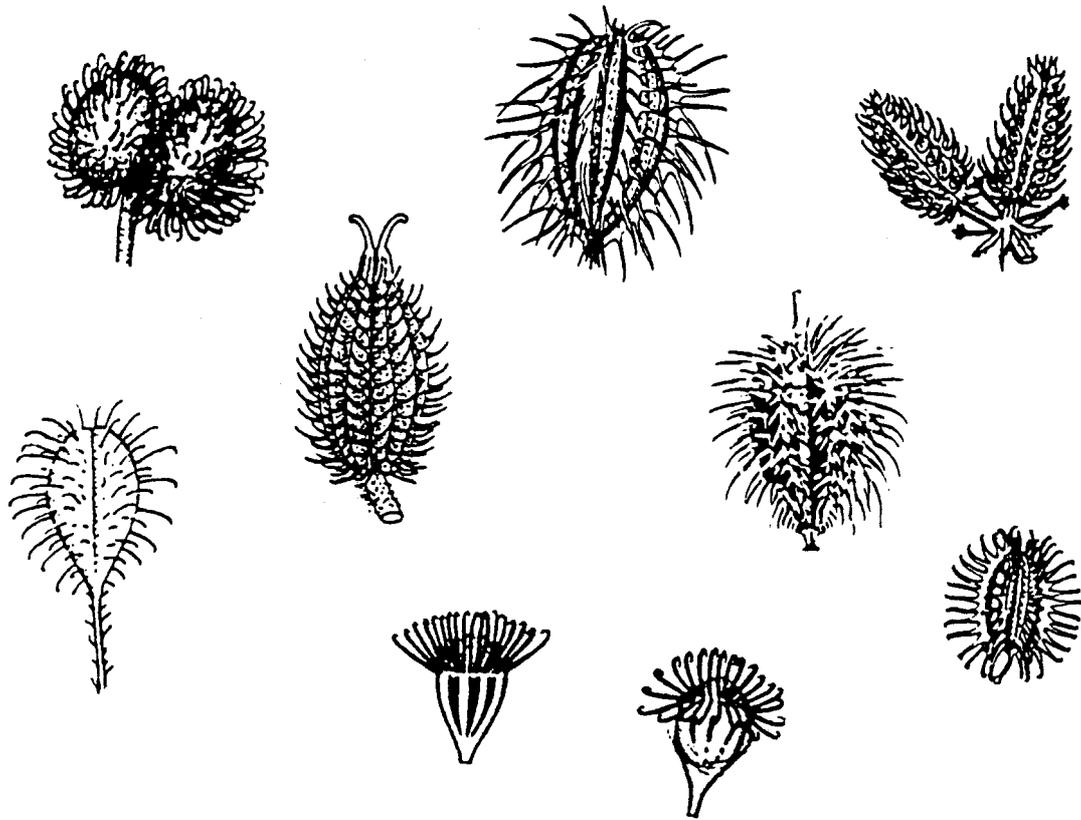
Die Samen der Korbblütler hängen an dünnen Fäden. Mit diesen „Fallschirmen“ werden die Samen durch den Wind verbreitet.

Klettenfrüchte - 1



Die Wilde Möhre ist ein Beispiel für Pflanzen, die Klettenfrüchte ausbilden. Fr.= Frucht

Klettenfrüchte - 2



Die Abbildungen zeigen die verschiedenen Formen von Klettenfrüchten.

Die Planverfahren

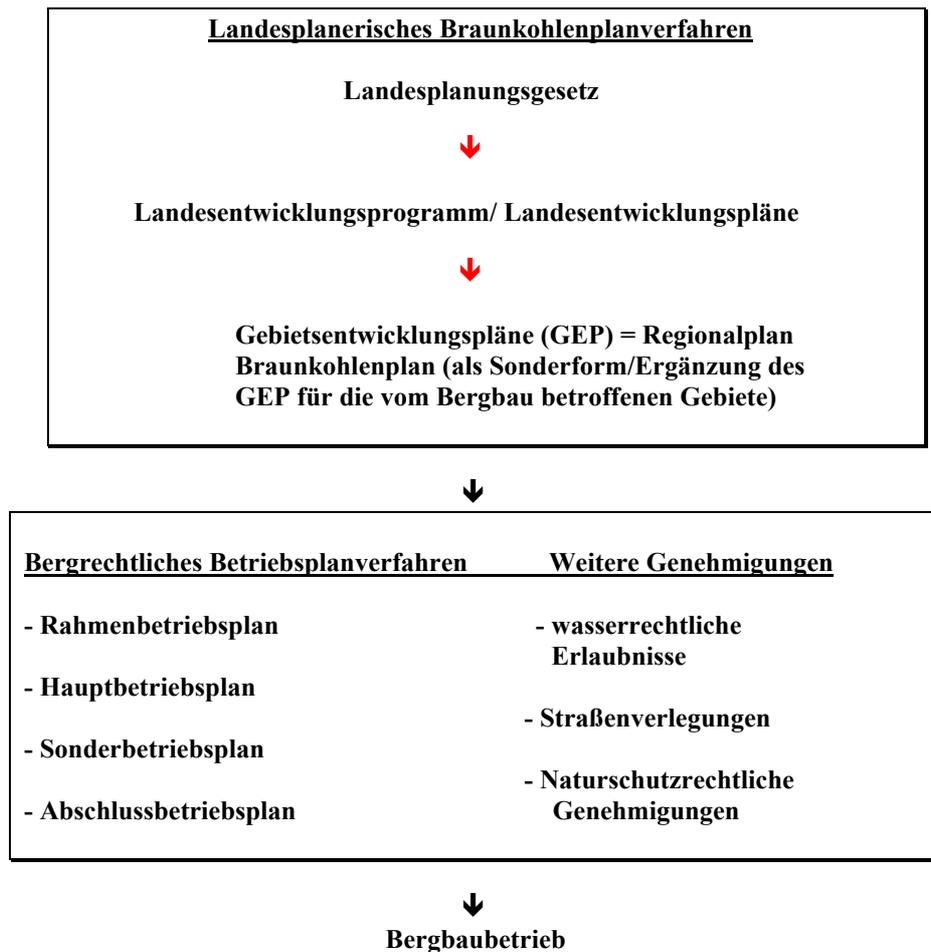


Abb. 1: Die Planverfahren

Die Planungsgrundlagen

„Die Braunkohlenpläne legen auf der Grundlage des Landesentwicklungsprogramms und von Landesentwicklungsplänen und in Abstimmung mit den Gebietsentwicklungsplänen im Braunkohlenplangebiet Ziele der Raumordnung und Landesplanung fest, soweit es für eine geordnete Braunkohlenplanung erforderlich ist.“

(Quelle: § 24 Landesplanungsgesetz)

Von üblichen Regionalplänen unterscheidet er sich durch

- die ausschließliche Betrachtung einer energiepolitisch bedeutsamen Rohstofflagerstätte und deren Standortgebundenheit;
- die weitreichende, räumliche und zeitliche Beanspruchungsabsicht. Diese verlangt eine entsprechend vorausschauende Abwägung bei den zu treffenden Entscheidungen;
- sein hieraus begründetes breit angelegtes Erarbeitungsverfahren mit Beteiligung aller betroffenen Behörden, Verbände, Stellen und der Öffentlichkeit.

Der Braunkohlenausschuss

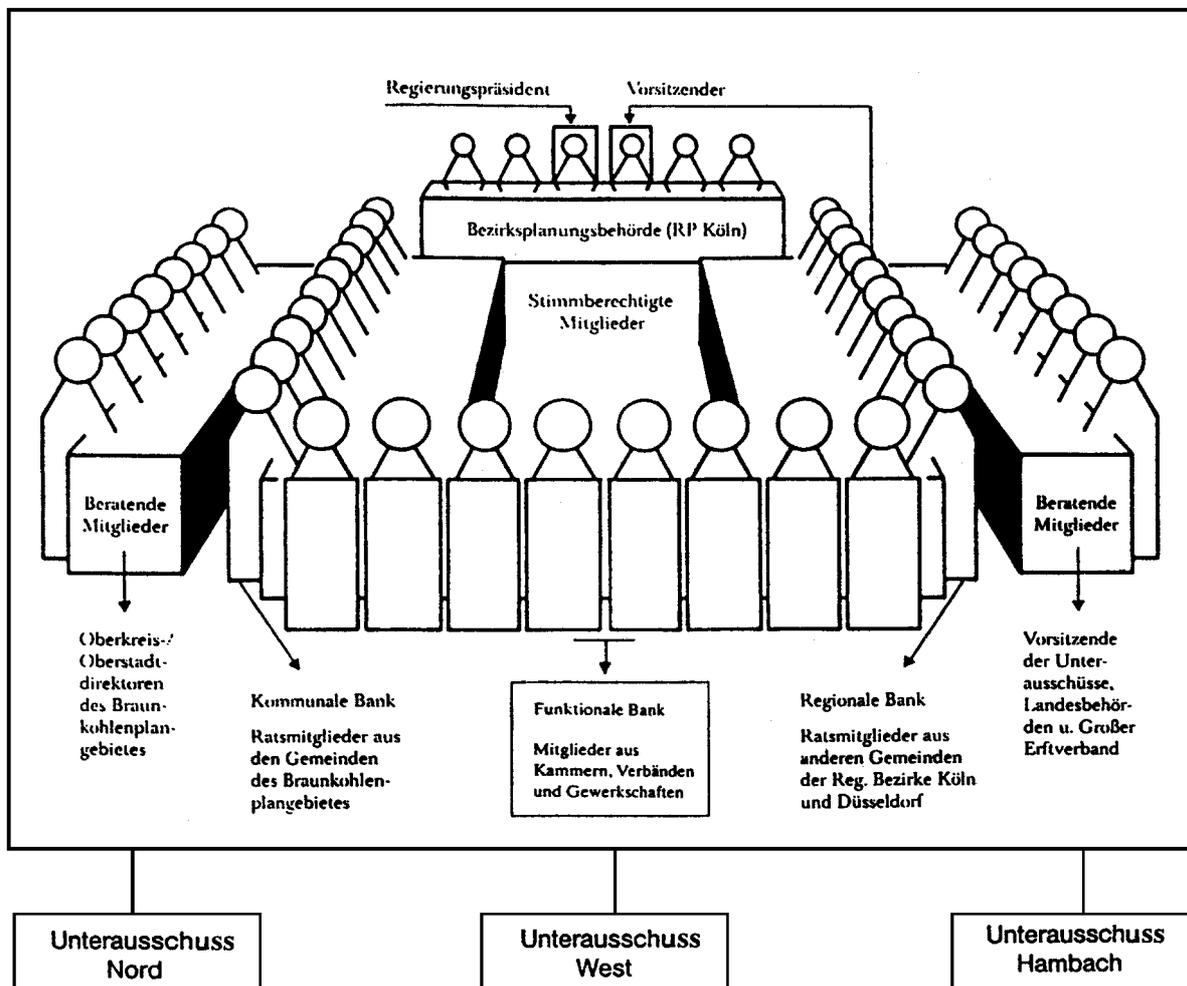


Abb.2: Zusammensetzung des Braunkohlenausschusses

Der Braunkohlenausschuss ist zuständig für die

- sachlichen und verfahrensmäßigen Entscheidungen zur Erarbeitung eines Braunkohlenplanes,
- Aufstellung des Braunkohlenplanes.

Der Braunkohlenausschuss ist ein Sonderausschuss des Bezirksplanungsrates des Regierungsbezirkes Köln.

Der Braunkohlenplan ist wirksam, wenn

- die Landesplanungsbehörde ihn genehmigt,
- die Genehmigung bekannt gemacht worden ist.

Der Braunkohlenplan ist zwingend zu beachten bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen von

- den Behörden des Bundes und des Landes,
- den Gemeinden und Gemeindeverbänden,
- den öffentlichen Planungsträgern.

Planungsgrundlagen - 3

Der Braunkohlenplan - Inhalte

Der Braunkohlenplan besteht aus textlichen und zeichnerischen Darstellungen.

1. Die textlichen Darstellungen müssen insbesondere Angaben enthalten

- zu den Grundzügen der Oberflächengestaltung und Wiedernutzbarmachung in Abbau- und Aufschüttungsgebieten einschließlich der im Rahmen der Rekultivierung angestrebten Landschaftsentwicklung sowie
- über sachliche, räumliche und zeitliche Abhängigkeiten; diese sind auch für die Umsiedlung darzustellen.

2. Die zeichnerischen Darstellungen müssen insbesondere Festlegungen treffen über

- die Abbaugrenze und die Sicherheitslinie des Abbaus,
- die Haldenfläche und deren Sicherheitslinie,
- die Umsiedlungsflächen,
- Räume, in denen Verkehrswege, Energie- und Wasserleitungen angelegt oder verlegt werden können.

Ablauf eines Braunkohlenplanverfahrens

VORBEREITUNG

Das Braunkohlenplanverfahren beginnt mit der

INITIATIVE

für die Erstellung oder Änderung eines Braunkohlenplanes. Antragsteller für neue Braunkohlenpläne ist in der Regel der Bergbautreibende. Die Bezirksplanungsbehörde (Bez.Reg. Köln) erörtert mit dem Bergbautreibenden Gegenstand, Umfang und Methode der UVP und der Sozialverträglichkeitsprüfung und unterrichtet ihn über den voraussichtlichen Untersuchungsrahmen. Der Bergbautreibende legt die bergbauliche Planung und die Unterlagen zur Beurteilung der Umwelt- und Sozialverträglichkeit gem. § 32 LPIG vor.

Der

BRAUNKOHLenausSCHUSS

beauftragt die Bezirksplanungsbehörde mit der Erstellung eines Vorentwurfs für einen Braunkohlenplan (§ 1 Geschäftsordnung Braunkohlenaussschuß).

Der

VORENTWURF

wird auf der Grundlage des Landesentwicklungsprogramms und der Landesentwicklungspläne und in Abstimmung mit den Gebietsentwicklungsplänen erstellt.

ERARBEITUNG

Der

UNTERAUSSCHUSS

gibt zum Vorentwurf und zur Verfahrenseinteilung Empfehlungen ab (§ 28 LPIG, § 20 Geschäftsordnung Braunkohlenaussschuß).

Der

BRAUNKOHLenausSCHUSS

beschließt die Einleitung des Erarbeitungsverfahrens und die Frist, innerhalb der die zu beteiligten Behörden und Stellen Bedenken und Anregungen gegen den Entwurf des Braunkohlenplanes vorbringen können (§ 33 Abs. 1 LPIG)

Die beteiligten Behörden und Stellen können Bedenken und Anregungen vorbringen. Die vorgebrachten Bedenken und Anregungen sind von der Bezirksplanungsbehörde mit den Behörden und Stellen zu erörtern. Dabei ist ein Ausgleich der Meinungen anzustreben. Über das Ergebnis der Erörterung hat die Bezirksplanungsbehörde dem Braunkohlenaussschuß zu berichten. Aus ihrem Bericht muß ersichtlich sein, über welche Bedenken und Anregungen unter den Beteiligten Einigung erzielt worden ist und über welche Anregungen abweichende Meinung bestehen.

Jeder Bürger, dessen Belange durch das Vorhaben berührt werden, kann Bedenken und Anregungen äußern. Der Planentwurf samt Erläuterungsbericht und den Angaben des Bergbautreibenden zur Umwelt- und Sozialverträglichkeit wird hierfür mindestens 3 Monate in den beteiligten Gemeinden öffentlich ausgelegt. Die von den Bürgern vorgebrachten Bedenken und Anregungen werden von den auslegenden Gemeinden an die Bezirksplanungsbehörde weitergeleitet. Sofern Gegenstand des Braunkohlenplanverfahrens ein Vorhaben ist, für das eine UVP durchgeführt werden muß (s. Kapitel 0.2 (10)), hat die Bezirksplanungsbehörde hinsichtlich der von den Bürgern vorgebrachten Bedenken und Anregungen einen Erörterungstermin unter Beteiligung der Einwender durchzuführen. Die Bezirksplanungsbehörde unterrichtet den Braunkohlenaussschuß über alle vorgebrachten Bedenken und Anregungen auf der Grundlage des Erörterungstermins.

AUFSTELLUNG

Der

UNTERAUSSCHUSS

bereitet die Beschlüsse zur Aufstellung des Planes und zur Behandlung der Einwendungen für den Braunkohlenaussschuß durch Empfehlung vor.

Der

BRAUNKOHLenausSCHUSS

entscheidet über die Einwendungen und faßt den

AUFSTELLUNGSBESCHLUSS

Der Braunkohlenaussschuß stellt das Benehmen mit dem Ertverband her (§ 12 Abs. 1 ErtVG).

Der

BEZIRKSPLANUNGS RAT

stellt fest, ob der aufgestellte Plan mit dem Gebietsentwicklungsplan vereinbar ist.

GENEHMIGUNG

Der

LANDESPLANUNGSBEHÖRDE

wird der aufgestellte Plan mit einem entsprechenden Bericht (§ 33 Abs. 5 LPIG) zur Genehmigung vorgelegt. Die Genehmigung des Braunkohlenplanes ist nur zu erteilen, wenn er den Erfordernissen einer langfristigen Energieversorgung entspricht und die Erfordernisse der sozialen Belange der vom Braunkohlentagebau Betroffenen und des Umweltschutzes angemessen berücksichtigt (§ 34 Abs. 2 LPIG). Die Genehmigung erfolgt im Einvernehmen mit den fachlich zuständigen Landesministerien und im Benehmen mit dem für die Landesplanung zuständigen Ausschuß des Landtages. Die Genehmigung von Braunkohlenplänen wird im Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen bekanntgemacht. Der Plan wird bei der Landesplanungsbehörde sowie bei der Bezirksplanungsbehörde Köln und den Kreisen und Gemeinden, auf deren Bereich sich die Planung erstreckt, zur Einsicht für jedermann niedergelegt.

Planungsgrundlagen - 5

Bergrechtliche Betriebspläne

Dem landesplanerischen Braunkohlenplan folgen die sogenannten bergrechtlichen Betriebspläne nach. Diese müssen die Vorgaben des Braunkohlenplanes beachten. Inhalte und Genehmigungsverfahren sind im Bundesberggesetz (BBergG) vorgegeben.

Hierarchie \ Zeit in Jahren	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	>20
Rahmenbetriebsplan	> 20										
Hauptbetriebsplan	2										
Sonderbetriebsplan	Hängt von der jeweiligen Einzelmaßnahme ab.										
Abschlussbetriebsplan						10 - 15					

Tab. 1: Hierarchie und Geltungsdauer (in Jahren) der bergrechtlichen Betriebspläne

In bergrechtlichen Betriebsplänen wird das beabsichtigte Vorhaben ausführlich beschrieben, dabei wird auch die Umwelt berücksichtigt.

Bergrechtliche Betriebspläne sind

- Rahmenbetriebspläne,
- Haupt- und Sonderbetriebspläne,
- Abschlussbetriebspläne.

Ablauf eines Betriebsplanverfahrens

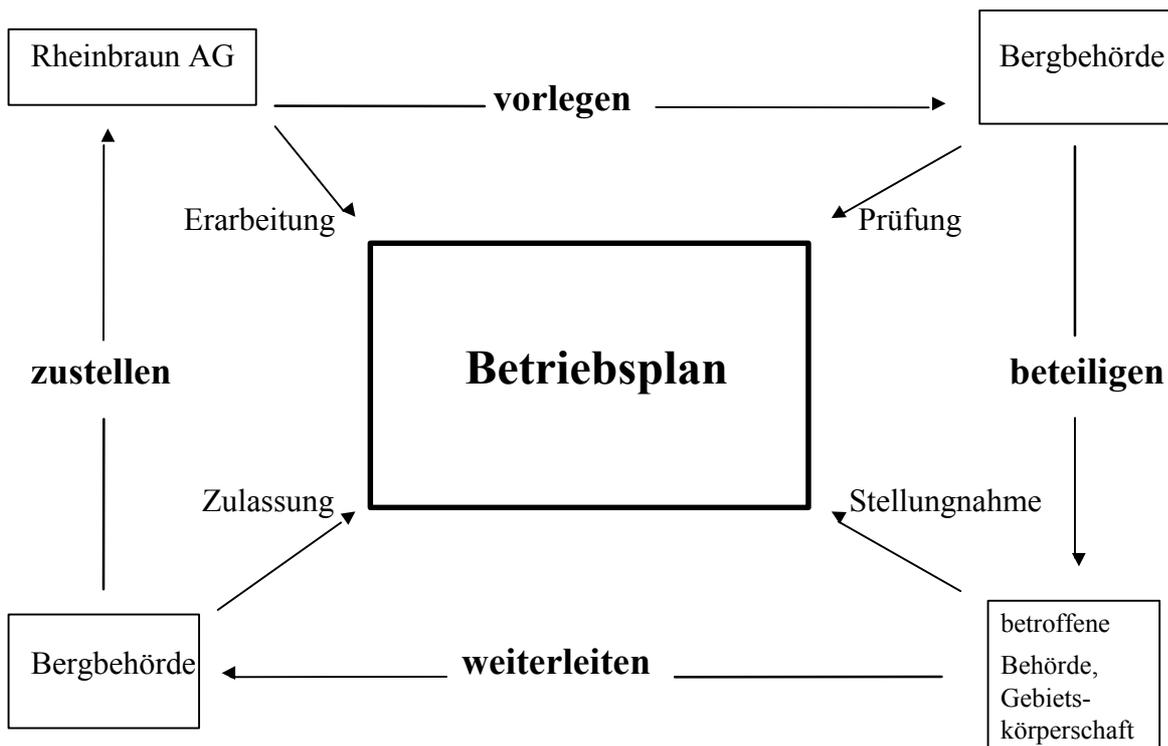
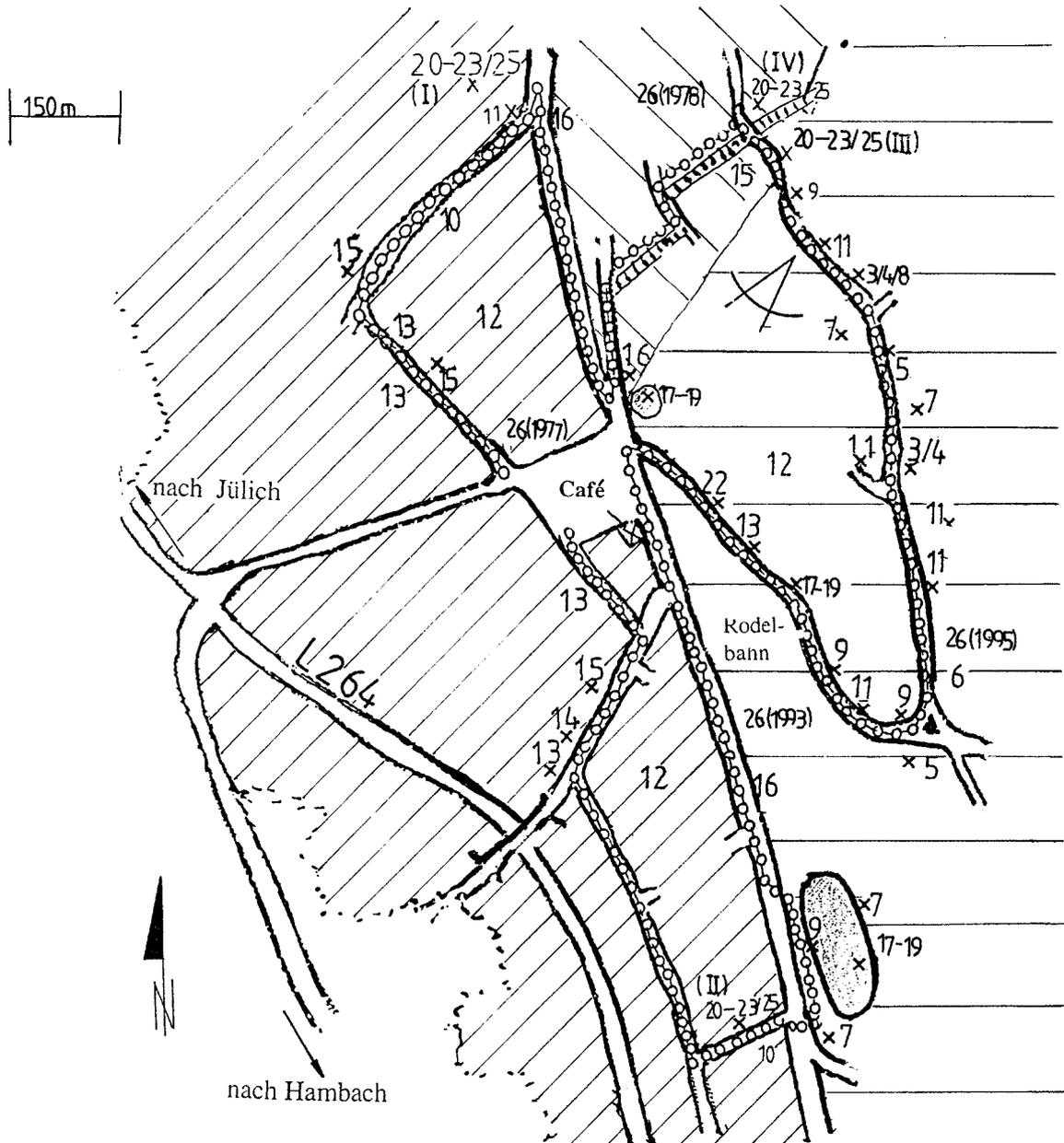


Abb. 3: Ablauf eines Betriebsplanverfahrens

- Der Bergbautreibende erarbeitet den Betriebsplan.
- Der Betriebsplan wird der Bergbehörde zur Zulassung vorgelegt.
- Die Bergbehörde prüft den Betriebsplan auf bergtechnische, sicherheitliche und umweltrelevante Belange.
- Die Bergbehörde beteiligt die durch das Vorhaben in ihren Belangen betroffenen Behörden und Gebietskörperschaften.
- Die Bergbehörde bezieht die Anregungen und Bedenken der Beteiligten in die Betriebsplanprüfung ein.
- Die Bergbehörde lässt den Betriebsplan eventuell mit Nebenbestimmungen und Auflagen versehen zu und unterrichtet die Beteiligten.

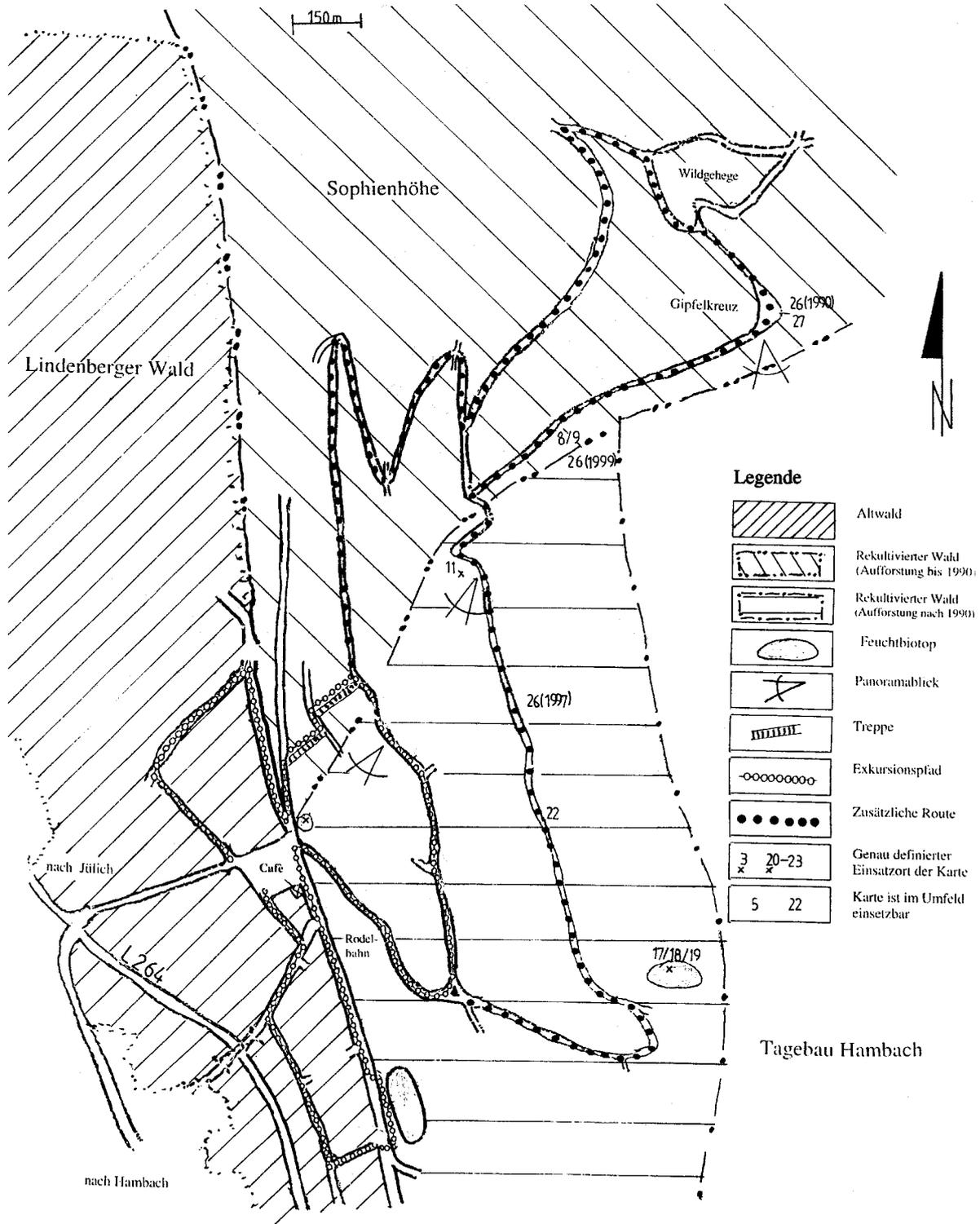
Einsatzstandorte der Karteikarten



Legende

	Altwald		Feuchtbiotop		Exkursionspfad	I, II, III, IV	Bodenprofile (siehe Karte 20 b)
	Rekultivierter Wald (Aufforstung bis 1990)		Panoramablick	$\frac{3}{x} \frac{20-23}{x}$	Genau definierter Einsatzort der Karte		
	Rekultivierter Wald (Aufforstung nach 1990)		Treppe	$\frac{5}{x} \frac{12}{x}$	Karte ist im Umfeld einsetzbar		

Erweiterte Wegestrecke



Rekultivierung- leicht gelernt

Mit spannenden Einzelfragen und Entscheidungen zur Rekultivierung befaßt sich der jetzt erschienene zweite Teil der Arbeitskartei „Komm vor Ort und mach mit – Rekultivierung – Wie geht das“. Grundschullehrer aus dem Kreis Neuss haben die 20 Karteikarten erarbeitet. Herausgeber ist die Grundschulwerkstatt des Kreises. Die Kartei schließt nahtlos an Teil 1 an. Deren Titel: „Tagebau –Wie geht das“.

Welche Bedingungen und Vorgänge sind bei der Rekultivierung zu beachten? Die Schüler lernen Zusammenhänge erkennen, ihr Wissen auch in Biologie oder Erdkunde zu prüfen und zu erweitern. Sie gehen wichtigen Einzelfragen und Entscheidungen über den konkreten Verlauf und die Gestaltung der Rekultivierung nach. Dabei erfahren sie mehr über Landwirtschaft, Pflanzen- und Tierwelt. Welche Tiere kehren zuerst in die rekultivierte Landschaft zurück? Dieser Frage gehen die Schüler genau so nach wie einer weiteren, welche Rolle Wälder für unser Dasein haben. So ganz nebenbei denken und handeln die Schüler in Sachzusammenhängen über Fächergrenzen hinweg.

Die doppelte Aufforderung im Titel „Komm vor Ort und mach mit“ lädt zum Handeln ein. Die Schüler können diese Aufforderung in der Region zwischen Grevenbroich, Jüchen und Bedburg - Kaster umsetzen. Sie machen Beobachtungen und holen Erkundigungen ein. Ausgewählte Exkursionen mit dazugehörigen Hinweisen sind im Begleitheft für Lehrer beschrieben.

Ausführliche Informationen zu den Karteithemen, ergänzende Begriffserläuterungen sowie viele Kopiervorlagen erleichtern dem Lehrer die unterrichtlichen Vorbereitungen und machen die Arbeiten mit dieser Kartei zu einem angenehmen und abwechslungsreichen Vorgang.