

Soznat

Materialien für den Unterricht 18

WALD ERKUNDEN WALD VERSTEHEN



HARTMUT BÖLTS

Naturwissenschaften sozial

Bölts, Hartmut:

Wald erkunden, Wald verstehen: Materialien zu
e. Unterrichtsreihe / Hartmut Bölts. Hrsg.:
AG Naturwiss. sozial. - 1. Aufl. - Marburg :
Redaktionsgemeinschaft Soznat, 1985.

(Soznat ; 18)

ISBN 3-922850-30-8

NE: GT

1. Auflage 1985

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat

Postfach 2150, 3550 Marburg

Druck: Alpdruck Marburg

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3 - 922850 - 30 - 8

H a r t m u t B ö l t s

W A L D E R K U N D E N

W A L D V E R S T E H E N

Materialien zu einer Unterrichtsreihe

Marburg 1985

Redaktion: A. Kremer

HERAUSGEBER: AG NATURWISSENSCHAFTEN SOZIAL
c/o Lutz Stüdel,
Gesamthochschule Kassel,
FB 19, Heinrich-Plett-Str. 40
3500 Kassel

I N H A L T

I. VORBEMERKUNG	S. 1
II. KURSKONZEPTION	S. 2
III. MATERIALIEN	
1. Wald erleben: Stationen in Bildern	S. 7
2. Wald verstehen -Waldbiologische Grundlagen-	S. 35
3. Rettet die Wälder!	S. 57
IV. LEISTUNGSÜBERPRÜFUNG	S. 74
V. WAS MAN BEIM NÄCHSTEN MAL ERPROBEN SOLLTE	S. 76
VI. LITERATUR	S. 77

I. VORBEMERKUNG

Katastrophenvisionen einerseits, Gesundheitsbeterei andererseits beherrschen die öffentliche Diskussion zum Thema Wald und 'Saurer Regen'. Auch wenn es hier und dort hoffnungsvolle sporadische Bürgeraktionen gibt - ein der objektiven Lage angemessenes Aufbäumen und der organisierte Massenprotest bleiben aus!

Zänkereien um die "eigentliche Ursache", kurzsichtige Entscheidungen mit 'Kosmetikcharakter' und das taktisch angelegte Argumentengeplänkel "Arbeitsplätze contra Ökologie" beherrschen die politische Arena.

Was tun, wenn man mit jungen Menschen zusammen sich um diese Probleme kümmern will?

Ein paar weitere Vorausabschätzungen begründen die Konzeption dieses einjährigen Kurses im Rahmen des Wahlpflichtbereichs:

1. Ohnmacht und Resignation sind die Hauptmerkmale des öffentlichen Bewußtseins und die entscheidenden Hindernisse für eine kraftvolle Gegenbewegung. Massenkultur (Fernsehen, Video, Disco) und Massenkonsum dienen nicht selten der Kompensation und bestimmen zumindest auf der Oberfläche auch das Schülerverhalten. Wo ansetzen, wenn man das weiß und trotzdem etwas für die Sache tun will?
2. Fakten- und Begriffshuberei der 'Saure-Regen-Experten' und die Bluffstrategien der pro- und contra-vereinnahmten Wissenschaftler grenzen die Mehrheit ein weiteres Mal aus und ermutigen auch nicht dazu, sich für seine Belange aktiv und konstruktiv einzusetzen.
3. Die distanzierten Gesellschaftskritiker, die immer schon wußten, daß alles so kommen mußte und auch nicht mehr aufzuhalten ist wegen auch nichts. Sie verstärken nur Ohnmacht und Resignation.

Konsequenzen

Leitlinie: WALD ERLEBEN - WALD NACHGESTALTEN - WALD VERSTEHEN

"Man verteidigt nur das, was man liebt!"

Diese banal klingende Aussage geht tiefer: Sie geht davon aus, daß die meisten Menschen - gerade auch die Schüler von heute - den 'Lebensraum Wald' in ihrem wirklichen Alltagsleben so gut wie gar nicht wahrnehmen. 'Wald' ist gewöhnlich nur Kulisse in den Bewegungen des Alltags, aber kein Erfahrungsraum, d.h. ein erfahrener und für die eigenen Lebensäußerungen für unabdingbar eingeschätzter Raum.

Die in Bildern dokumentierten Handlungs-Bausteine wollen in dieser Richtung etwas anlegen bzw. Angelegtes verstärken. Emotionale und affektive Elemente sind Voraussetzung für eine Identifikation und ein beständiges Engagement!

Auf diesem Hintergrund eingebettet sind die kognitiven Anregungen. Die Arbeitsblätter können in Verbindung mit zusätzlichen Medien (Filme, Dias) eingesetzt werden. Zeitpunkt und 'Dosierung' müssen sich nach der jeweiligen Lerngruppe richten.

II. KURSKONZEPTION

PHASE 1

ERLEBEN

Erleben/Beobachten → morgens/abends in Gruppen.
Sammeln → Raum dafür einrichten.
Zeichnen → Mappe/Schrank anlegen.
Fotografieren → Wer entwickelt? → Mappe anlegen → Dokumentation.
Geräusche wahrnehmen → Tonband-Dokumentation/Geräusche-Trommel → Ra-
spiel.
Nach Geruch unterscheiden → Objekte sammeln.
Schmecken → Nachmittag mit Brotbacken und Gelee.
Tasten → Objekte sammeln → Rate Spiele.
Sehen/Hören/Riechen/Tasten zusammen → Spaziergang/Waldläufe.
Mensch/Natur-Beziehung → Konzentrationsübungen im Wald → stille
Kommunikationsspiele → Darstellung
phantastischer Gestalten (Märchen Sagen).

PHASE 2

NACHGESTALTEN

Waldboden nachgestalten → Kasten dafür bauen.
Komposthaufen anlegen → Vorrichtung bauen.
Mit Baumrinden und Moos Phantasielandschaften erstellen → Collage.

PHASE 3

VERSTEHEN

'Stichproben-Zählungen' der Arten durchführen → Schichtdiagramme
erstellen (Kataster).
An einem Nachmittag einen 'Waldlehrpfad' erstellen → Nummern-
schilder/Nummernschlüssel erstellen.
Gezielte Beobachtungen am Ameisenhaufen durchführen → Dokumentation.
Nistkästen und Futtervorrichtungen bauen.
Praktische Höhenmessungen durchführen → Försterdreiecke basteln.
Altersbestimmungen durchführen → Holzscheiben sägen/Altersringen-
Diagramme erstellen.
Spiele zu Artenkenntnissen durchführen → gesammelte und dokumen-
tierte Objekte dazu benutzen.
Nahrungsketten/-netze/Kreisläufe/Gleichgewichte veranschaulichen.
'Saurer Regen' wahrnehmen/erkennen → Luft- und Bodenuntersuchungen
durchführen (Zählungen; Nadel-
analyse, Flechtenkartierung,
Naßkerne, Boden-Kleintiere
auszählen, ...
Vergleich der Waldtypen → Indikatoren dafür wahrnehmen und unter-
suchen.

PHASE 4

VERSCHIEDENES

Interviews/Exkursionen mit Förster durchführen.
Rollenspiel/Podiumsdiskussion mit Video-Dokumentation zu ausgewählten
Themen durchführen (z.B. 'Saurer Regen', 'Wie soll der Wald aus-
sehen'? etc.
Herstellen von Umweltpapier.

WALD ERLEBEN

SEHEN

ZEICHNEN

Linien
Rythmen
Oberflächen
Hell-Dunkel
Farben
Formen
Strukturen

FOTOGRAFIERN

Objekte suchen und fotografieren
SW-Film - Farbfilm
Dias - Kamera
Ausstellung
Tagebuch illustrieren

SAMMELN

Kuriositäten wahrnehmen (Baumstümpfe, Äste, Rinde, Farngeflechte, Blattformen, Wurzeln, beste Steine)
Ästhetischen u. emotionalen Zugang suchen

WILD BEOBACHTEN

HÖREN

GERÄUSCHE WAHRNEHMEN UND LOKALISIEREN

TONJAGD
Mit Tonband aufnehmen: Vogelstimmen
Sonstige Waldgeräusche: Knarren, Plätschern, Summen, Quaken, Rascheln, Tierstimmen.

RIECHEN

BESTIMMTE OBJEKTE NACH IHREM GERUCH UNTERSCHIEDEN

Harz
Blüten
Früchte
Pilze
Blätter
Nadeln
Stengel
Rinde
Erde
Moos
trockenes und nasses Laub

SCHMECKEN

SAMMELN, VERARBEITEN UND GENIESSEN VON WALDPFLANZEN

Bärlauchblätter (Salat, Gewürz)
Brennellenblätter (Spinat, Salat)
Vogelbeeren (Mus, Gelee, Konfitüre)
Schwarzer Holunder (Sirup, Tee, Holunderpatscherl)

TASTEN

MIT DEM TASTSINN (HÄNDEN FÜßSEN) ERFAHRUNGEN SAMMELN

Rinde verschiedener Bauart
Blätter von Bäumen und Sträuchern
Bodenoberfläche (Barfuß durch den Wald)

WALD NACHGESTALTEN

IM KLASSENZIMMER
EIN STÜCK WALDBODEN
NACHGESTALTEN

Unterschied-
liche Waldboden-
typen erfahren
Zusammenhänge
Umwelt/Boden er-
kennen

EINEN KOMPOSTHAUFEN
ANLEGEN

Zersetzungsprozesse
im Wald nachgestal-
ten (Laub, Äste, Na-
deln, Zapfen → Humus)

WALDBILD AUF MOSS
HERSTELLEN

Verschiedene Moos-
arten sortieren
Zwischen Fließblät-
tern pressen und
Waldbild auf Zeichen-
papier erstellen
(Park oder Urwald)

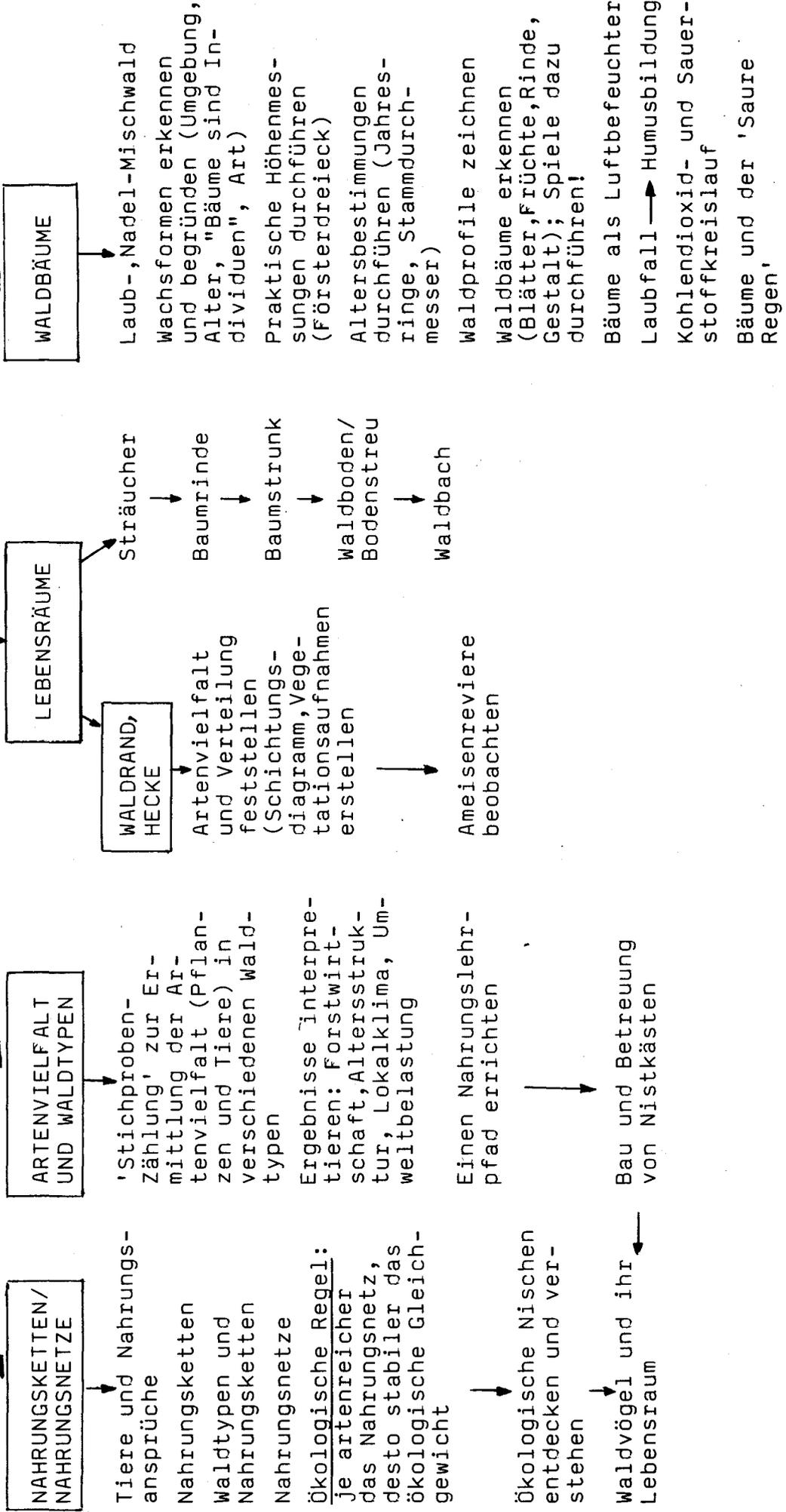
SPIELE IM
WALD

Den Wald als Spiel-
platz und Erholungs-
raum entdecken
Geschicklichkeits-,
Beobachtungs-, In-
teraktionsspiele
Phantastische Gestal-
ten im Rollenspiel
darstellen (mytholo-
gische Bedeutung des
Waldes, Märchen/Sagen)

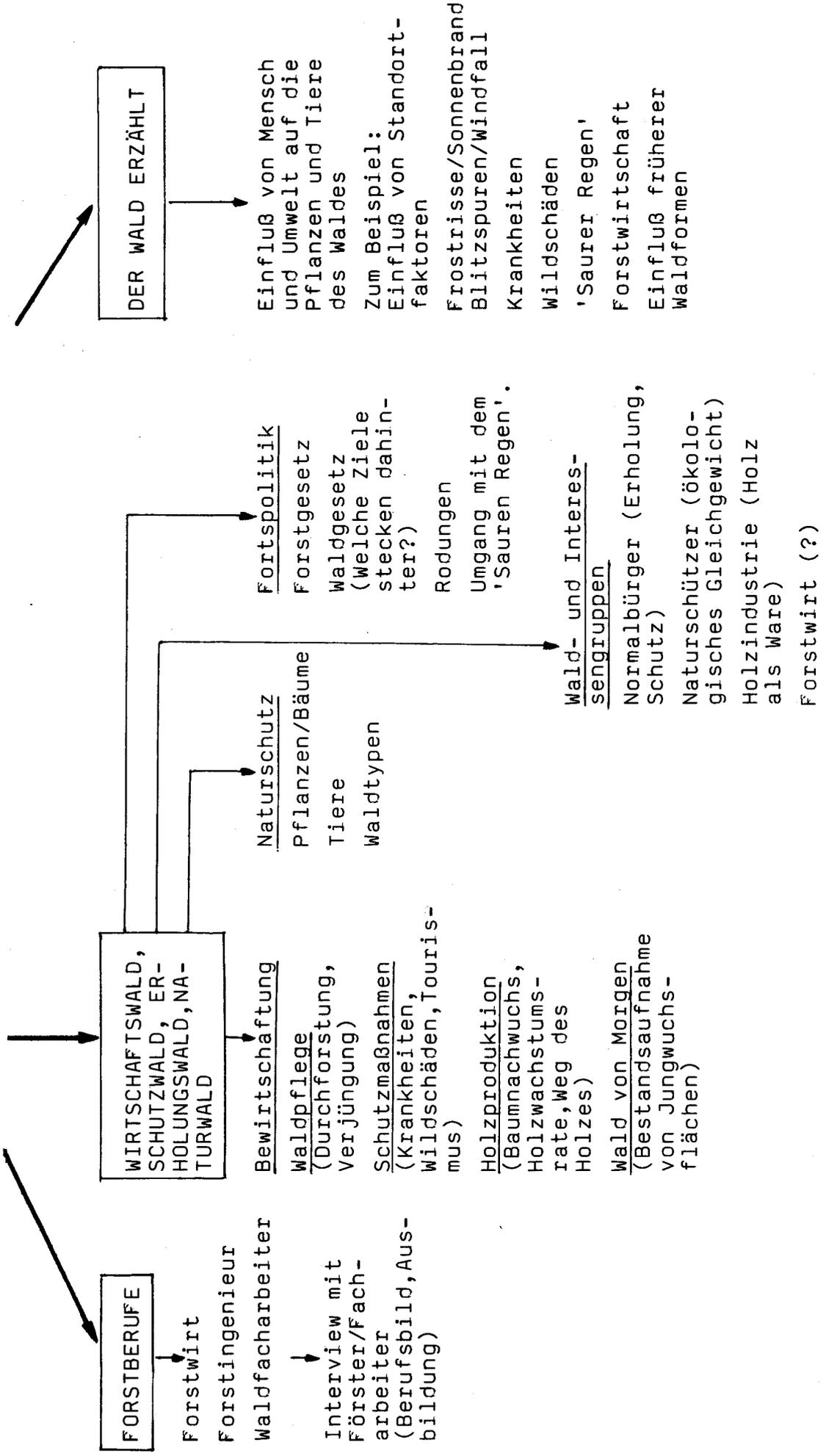
MIT BAUMRINDEN GE-
STALTEN

Bewußtes Erleben der
Vielfalt von Baumrin-
den
Erkennen der Bäume
an ihren Rinden
Collagen erstellen

WALD VERSTEHEN



WALD: INTERESSEN, ARBEITSPLÄTZE



III. MATERIALIEN

1. WALD ERLEBEN: STATIONEN IN BILDERN

Zelten am Waldrand

Exkursion mit dem Förster

Waldläufe

Besuch eines Naturschutzzentrums

Besuch beim Falkner

Mit dem Material Holz etwas anfangen können: künstlerlicher Aspekt

Mit dem Material Holz etwas Nützliches herstellen: handwerklicher Aspekt

Kunstwerke in der Natur

Mit Waldfrüchten Kuchen backen

Auf einer Holztafel Interessantes zum Thema "Wald" dokumentieren

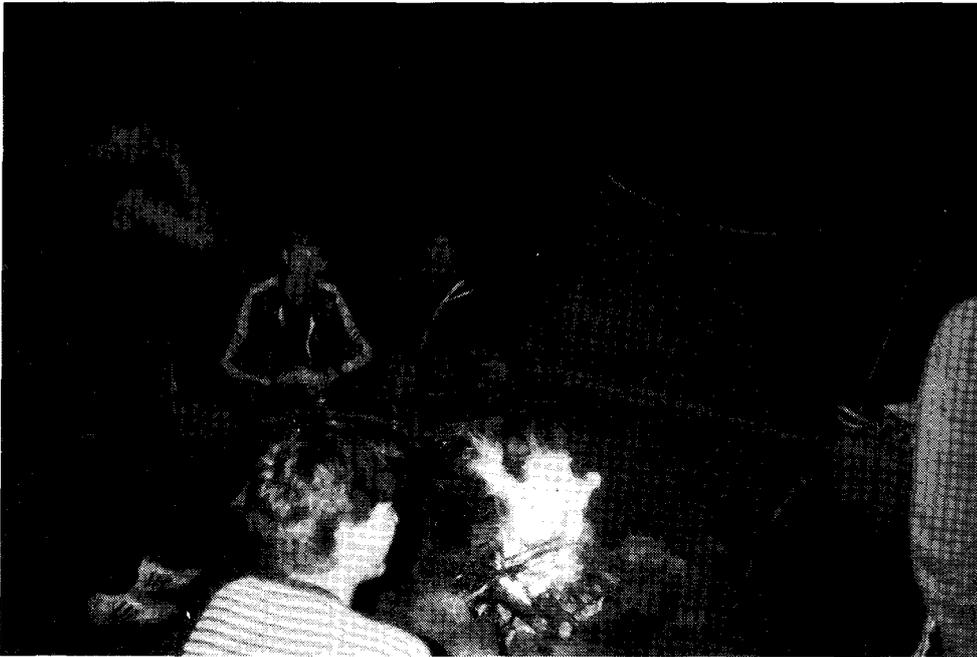
Wir stellen "Umweltschutz-Bütten-Papier" her

Analyse des Waldbodens

Wir planen und organisieren einen Waldtag für die 5-Klässler

Liste der Spiel- und Lernstationen für den Waldtag

ZELTEN AM WALDRAND



ROMANTISCH
AM LAGERFEUER



MIT DEM FERN-
ROHR DEN NÄCHT-
LICHEN HIMMEL
ABTASTEN

WOZU BRATFOLIEN
AUCH NÜTZLICH
SIND



MORGENS UM 5: WILD BEOBACHTEN AUF DEM HOCHSITZ



DANACH DAS
WOHLVERDIENTE
FRÜHSTÜCK

EXKURSIONEN MIT DEM FÖRSTER

EIN WENIG SOLLTE
JEDER VOM WALD
WISSEN.....

DER KOLLEGE HÖRT
GESPANNT ZU.



EIN DRITTEL VOM LEBENS-
RAUM IST AUCH BEI UNS
SCHON KAPUTT.... DER EX-
PERTE KLÄRT VOR ORT AUF.

UND ZWISCHENDURCH WALDLÄUFE

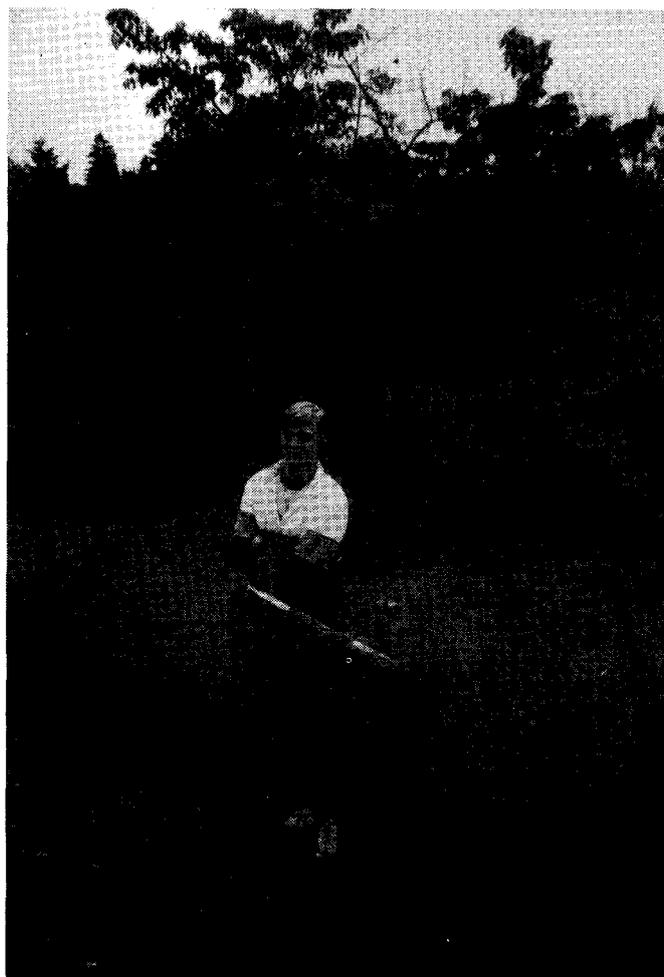


BESUCH DES NATURSCHUTZZENTRUMS IN WETZLAR



WIE LEGT MAN EINEN
TEICH AN?

UND WAS WÄCHST
ALLES DORT DRIN?



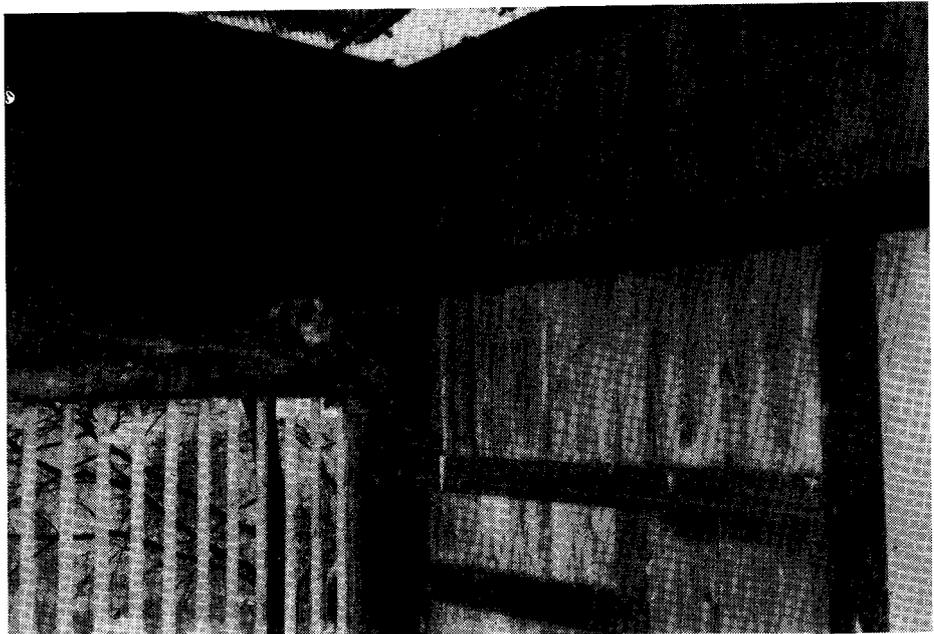
DIE NATURBELASSENE
WIESE

BESUCH BEIM FALKNER

ROLAND MIT DEM
STEPPEADLER



DAS SCHLEIEREULEN-
EHE - PAAR



ILTISSE WERDEN ZUR
JAGD ABGERICHTET



DER TURMFALKE
VOR DEM START

"BEIZJAGD-
TRAINING"

EINE TOTE MAUS
LOCKT DEN TURMFAL-
KEN ZURÜCK



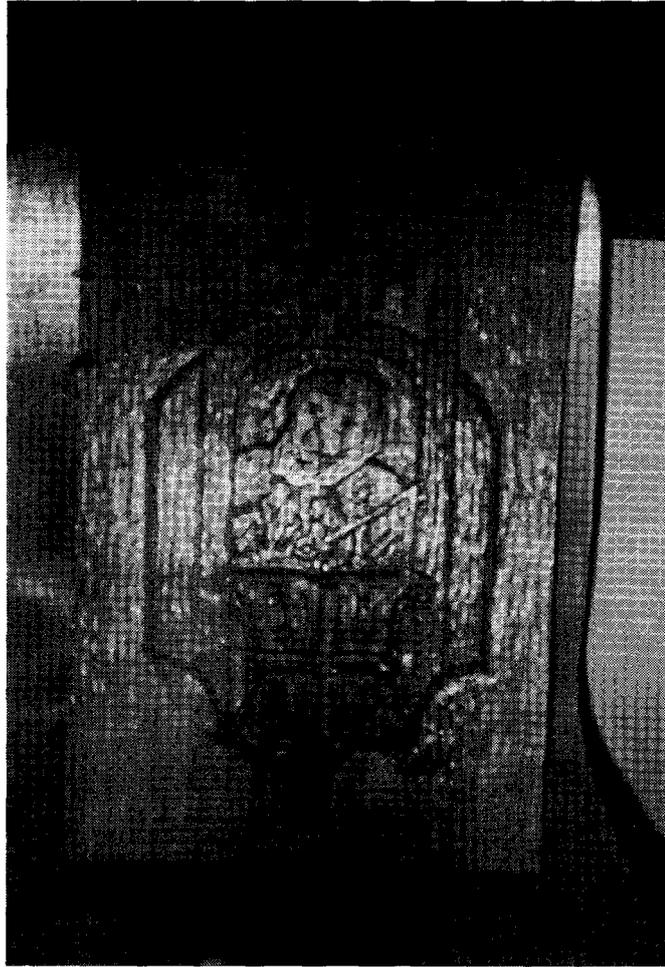
UND SICHER LANDET
DER FALKE AUF DEM
FALKNER-HANDSCHUH

MIT DEM MATERIAL HOLZ ETWAS ANFANGEN KÖNNEN -KÜNSTLERISCHER ASPEKT-

AUF 20 CM x 30 CM-
BUCHENHOLZ NACH
EIGENEN MOTIVEN
ETWAS GESTALTEN...



SILKE BEI DER ARBEIT



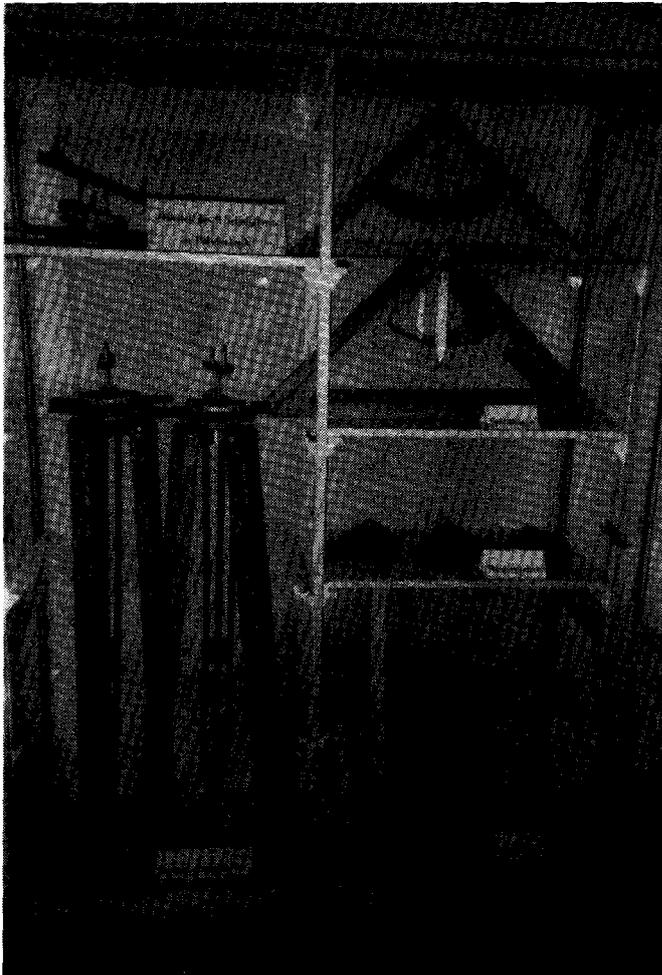
DAS HALLENBERGER
STADTWAPPEN

(Kurs G. Hartmann)



PRODUKTE UND PRODUZENTEN

MIT DEM MATERIAL HOLZ ETWAS NÜTZLICHES HERSTELLEN -HANDWERKLICHER ASPEKT-

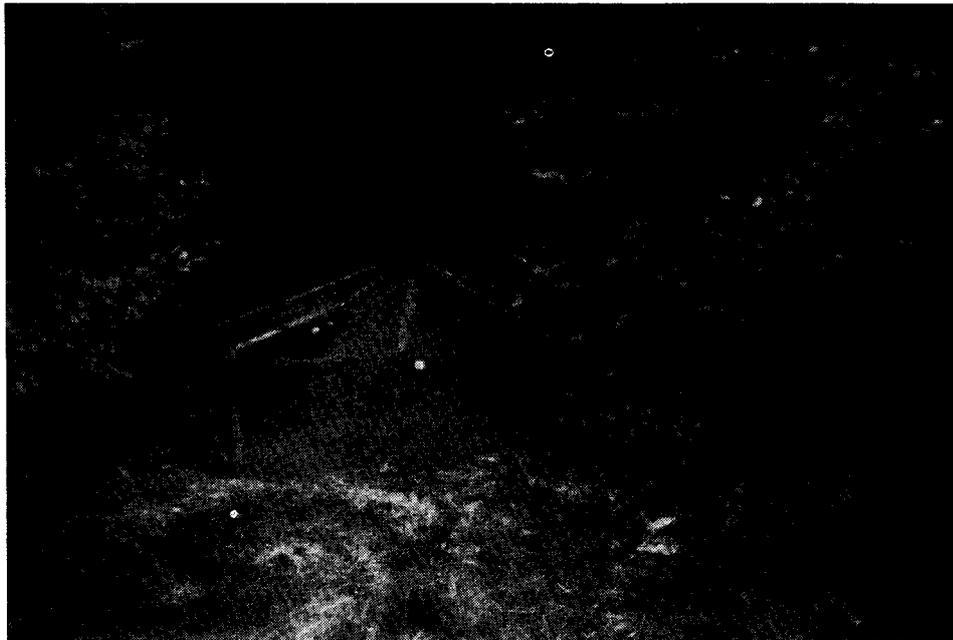


HORIZONTALWINKELMESSER
SETZWAAGE
FÖRSTERDREIECK
WINKELMASS

(Kurs G. Hartmann)



KUNSTWERKE IN DER NATUR

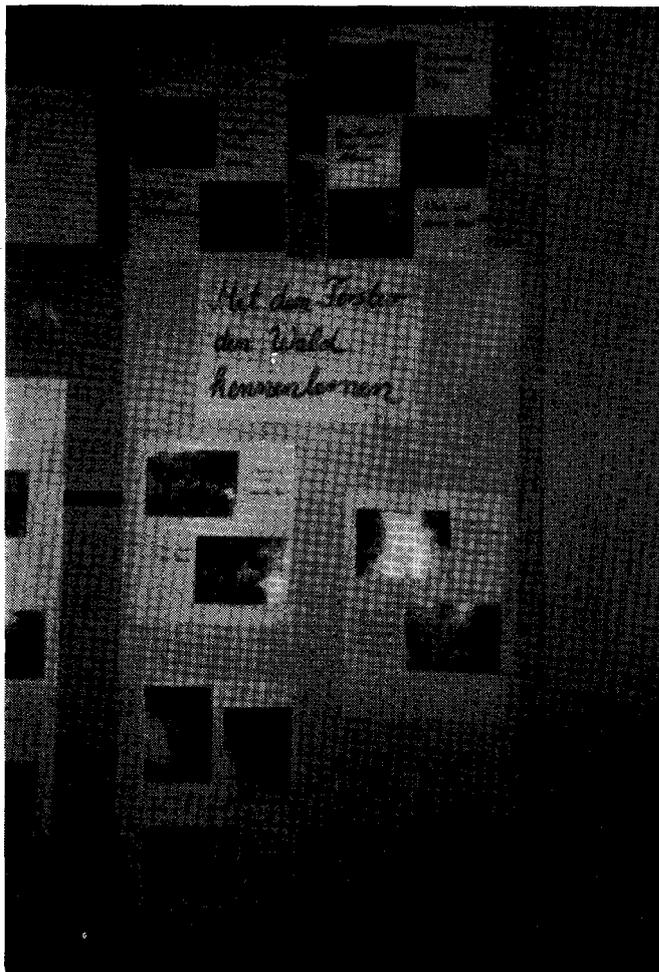
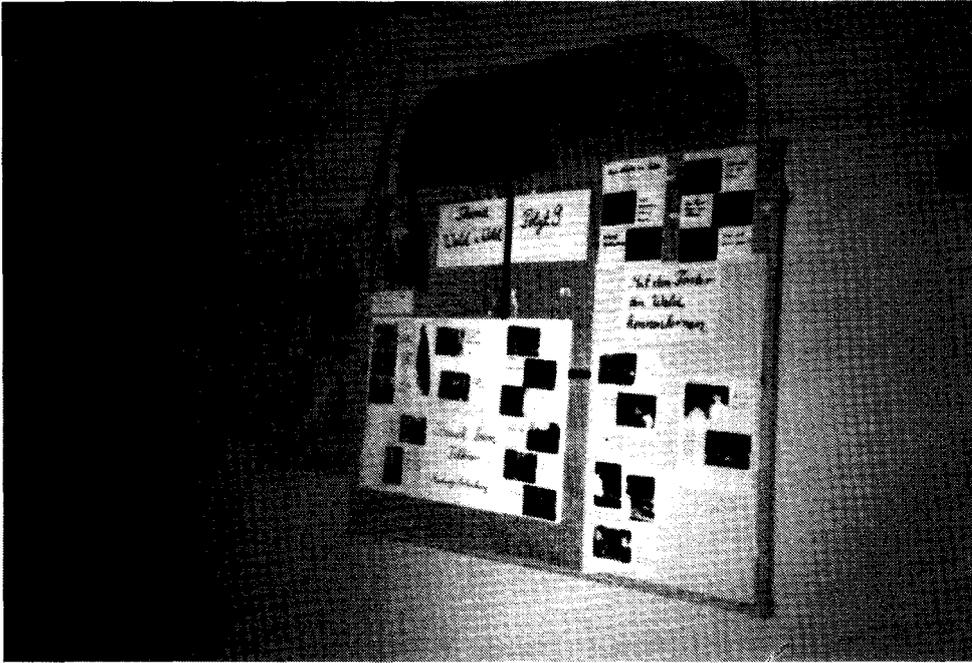


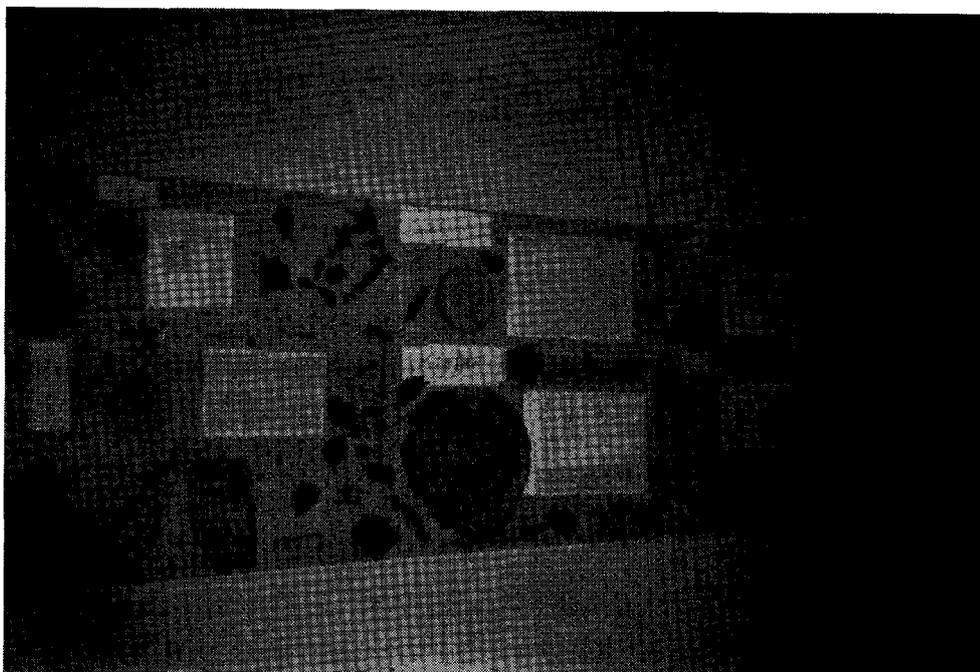
MIT WALDFRÜCHTEN KUCHEN BACKEN



AUCH GEMÜTLICH
SOLL ES SEIN

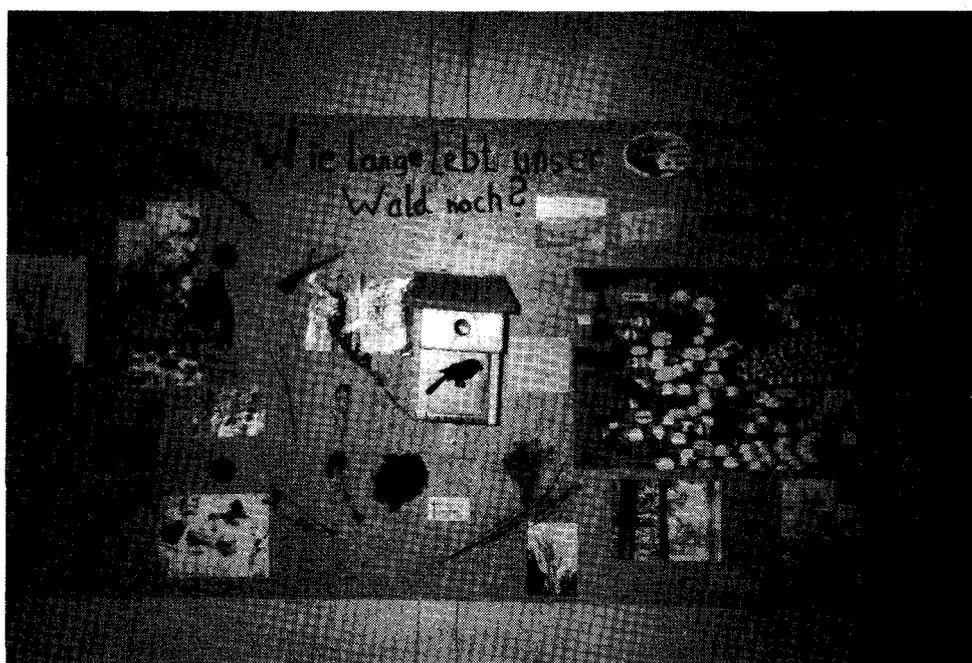
AUF EINER HOLZTAFEL INTERESSANTES DOKUMENTIEREN



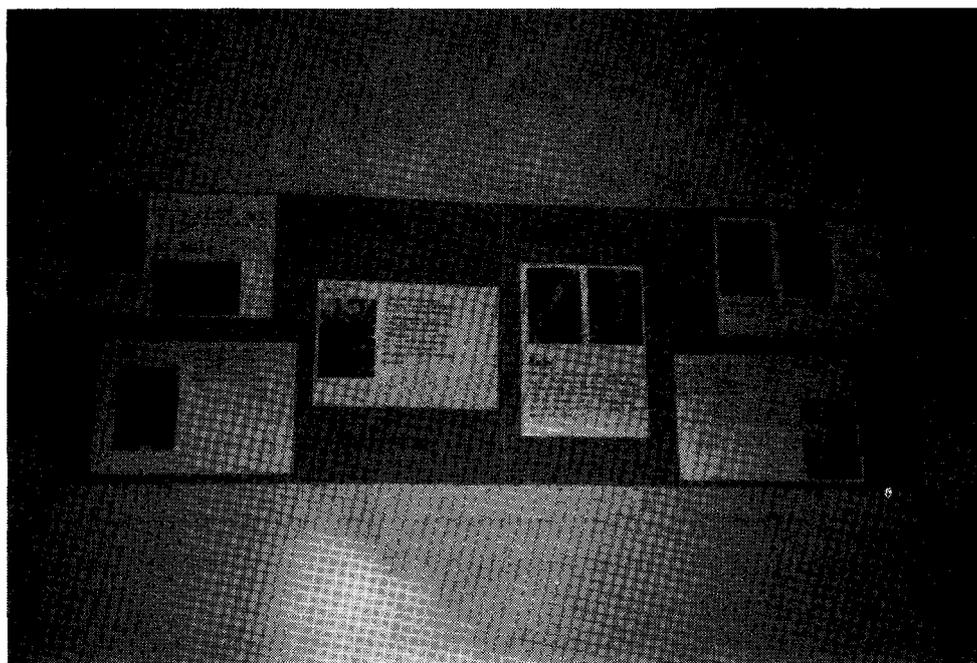


DIE JAHRESRINGE
ERZÄHLEN DIE
LEBENSGESCHICHTE

HIER IST
PHANTASIE
GEFRAGT ...



(Kurs D. Kasper)



DIE WALDBÄUME
WERDEN VORGE-
STELLT

(Kurs Cl. Langner)

WIR STELLEN EINFACHES PAPIER HER



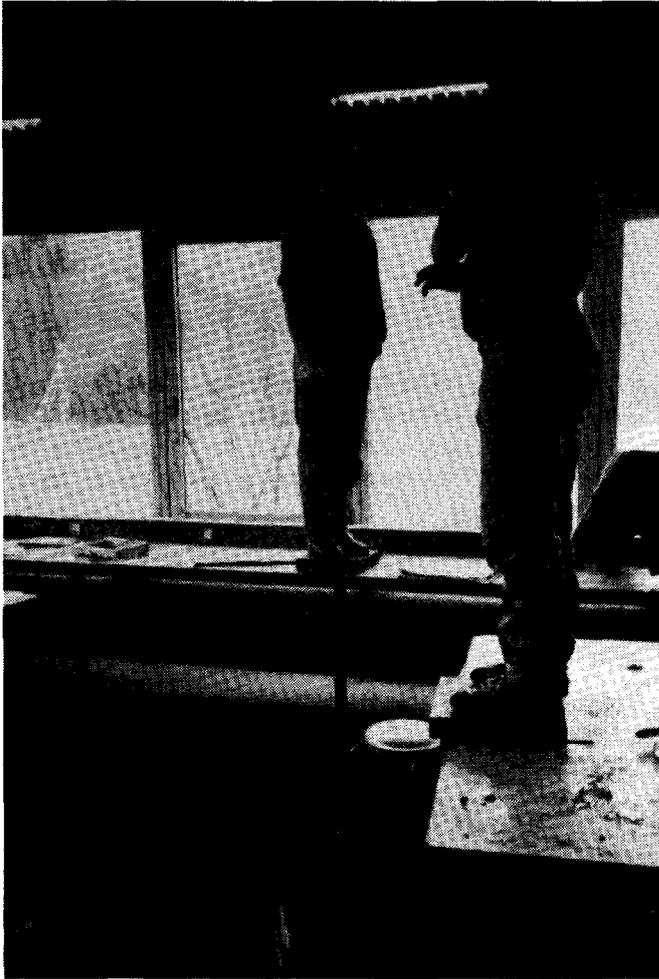
IN EINER WANNE
WIRD ZERKLEINERTES
ALTPAPIER AUFGELÖST ...
EIN RICHTIGER BREI
ENTSTEHT

Siehe Anlei-
tungsblatt S.24



VORHER SCHÖPF-
RAHMEN UND
SCHABLONE HER-
STELLEN

DAS ZUKÜNFTIGE
SCHREIBBLATT
NIMMT FORM AN ...

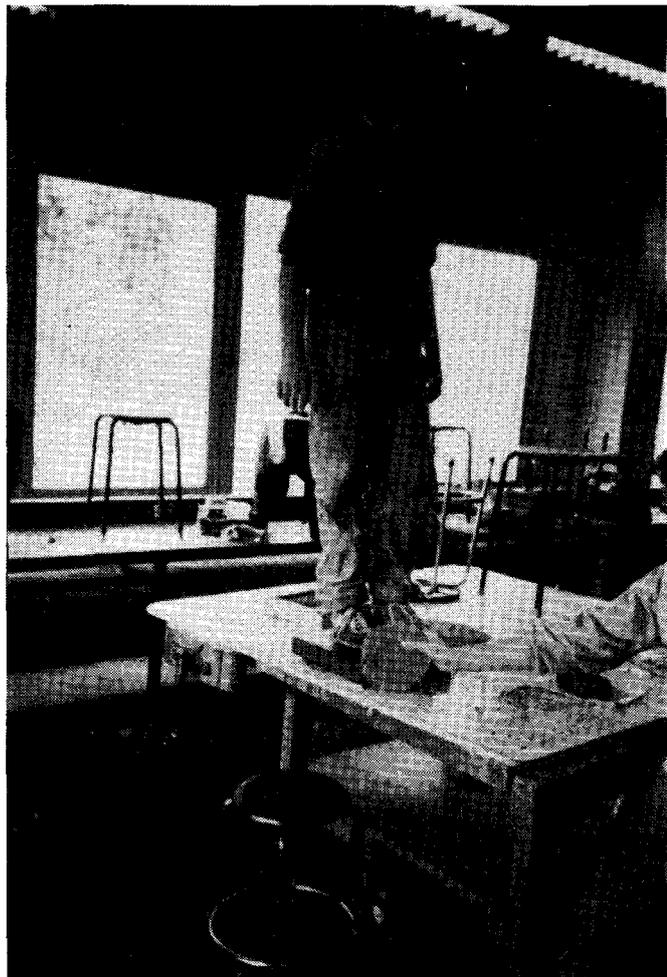


DAS BLATT MUSS
GUT GEPRESST
WERDEN!

DAS ERSTE EXEMPLAR
IST FERTIG.

JEDER SCHREIBT ODER
MALT AUF SEINEM PRO-
DUKT ETWAS

EINE KLEINE AUS-
STELLUNG SCHLIESST
DIESE STATION AB.



WIR STELLEN "ÜMWELTSCHUTZ-BÜTTEN-PAPIER" HERGrundausrüstung:

Schöpfsieb, Schöpfmaske, Bütte (alte Zinkwanne oder Plastikwanne), Schwamm oder Schwammtuch, Mixer, Gefäß zur Papierbreiherstellung, Wellholz und eine Menge alter Zeitungen.

Bau eines Schöpfsiebes

Material: Abgeschliffene Dachlatten; Nägel oder Schrauben (7 cm lang) oder Holzdübel; wasserfesten Holzleim, Fliegengitter (verzinkt); verzinkte Nägel oder verzinkte Klammern, Grundierung.

Die exakt abgesägten Dachlatten werden durch Dübeln, Schrauben oder Nageln (unter Verwendung von Leim) zusammengebaut zu einem Rahmen. (Innenmaße des Rahmens rundherum 3 mm breiter als das gewünschte Format). Nach Fertigstellung muß man den Rahmen zwei bis drei Mal grundieren.

Das Fliegengitter wird mit einer Blechschere so zurecht geschnitten, daß es auf dem Rahmen festgenagelt werden kann. Um Verletzungen durch das ausgefranste Gitter zu vermeiden, befestigt man das Gitter, das vorher stramm gezogen wird, zusätzlich mit verzinkten Klammern.

Mit diesem Sieb wird das Papier geschöpft. Da das Papier aber einen völlig unregelmäßigen Rand bekommt und sich beim Entwässern schlecht von der Unterlage lösen läßt, benötigt man zur Randbegrenzung eine Maske.

Bau einer Schöpfmaske

Material: Sperrholz (8 - 10 mm stark, breiter als die Dachlatten); Nägel; wasserfester Holzleim; Grundierung; evtl. Winkel aus Metall.

Die Schöpfmaske muß exakt auf das Schöpfsieb passen. Der Maskenrahmen darf weder klemmen noch hin- und herwackeln. Mit ihrer Aussparung innen bestimmt sie das gewünschte Format. (Die Maße einfach mit einem DIN-A 4- oder DIN-A 5-Blatt festlegen; Innenkanten nicht abschleifen!).



Zu einem Schöpfsieb können Masken mit verschiedenen Innenformaten gebaut werden, z.B. Rundformen, Blatt oder Stern. Will man einen gewellten Rand haben, muß man die ganze Form mit einer Laubsäge oder einer Stichsäge aus der Sperrholzplatte aussägen. Will man geradlinige Ränder haben, muß man die Ecken erst ausbohren und dann an einem Metallanschlag entlangsägen. Die Randleisten, die den Maskenrahmen bilden, werden geleimt und genagelt (siehe Skizze).

Besteht die Maske aus 1 cm starken Holzleisten, so ergibt sich für die Maskenrahmenleisten folgende Breite: 3 mm Überstand auf der Siebfläche plus 40 mm Dachlattenbreite plus 2 mm Drahtgeflecht gleich 45 mm Breite, wenn die 30 mm breiten Randleisten außen ange-nagelt werden wie oben. Kommen die Randleisten unter den Masken-rahmen, brauchen sie nur 20 mm breit zu sein, die Maskenrahmen-leisten müssen aber 55 mm Breite haben.

Werden die Rahmenleisten verdübelt, verschraubt oder genagelt, so empfiehlt es sich vorher mit der Bohrmaschine vorzubohren. Eine Verbindung durch Metallwinkel ist ebenso möglich (siehe Skizze). Drei Mal grundieren!

Herstellen des Papierbreis

Geräte: Alter Topf (oder Mixgefäß); Mixer mit Zerkleinerungsstab; Rührlöffel; Wanne.

Papier besteht aus feinen Fasern, die miteinander verfilzen und durch Leimzugabe verkleben. Wenn man ein Blatt auseinanderreißt, sind die Fasern deutlich zu erkennen. In diese Fasern muß das Alt-papier wieder aufgelöst werden.

Material: Drei Zeitungsblätter, lege sie aufeinander und reiße schmale, daumenbreite Streifen herunter. Von sechs oder neun zusam-mengelegten Streifen werden kleine Schnipsel heruntergrissen und in ein mit 1,5 - 2 l Wasser gefülltes Gefäß gegeben.

Mit dem Mixer wird das ganze nach kurzem Durchweichen 5 - 10 Minuten lang verrührt, bis in dem dicken Brei keine Schnipsel mehr zu sehen sind. Man füllt die Wanne etwa bis zur Hälfte mit Wasser und ver-rührt dann den Inhalt mit einem Rührlöffel - nicht mit einem elek-trischen Gerät!

Der Schöpfvorgang

Die Maske wird auf das Schöpfsieb gesetzt und beides schräg in die Flüssigkeit getaucht. Wenn sich diese beruhigt hat, wird das Gerät waagrecht und langsam herausgehoben.

Die Papierfasern setzen sich im Innern der Maske auf dem Sieb ab. Nach kurzem Warten wird das Sieb an einem Eck abgekippt, so daß das Wasser ablaufen kann und es nur noch tropft.

Wasserentzug

Ein "Gehilfe" drückt von unten einen Schwamm (oder ein Schwammtuch) gegen das Sieb, wodurch weiteres Wasser abgesaugt wird. Hat die Papierschwemme den wäßrigen Glanz verloren, kann man die Maske abhe-ben und den Rahmen mit dem Papierfilz umgekehrt auf eine dicke Zeitungsunterlage drücken. Der "Gehilfe" saugt sofort weiteres Was-ser mit dem Schwamm ab. Sobald es helle Flecken unter dem Sieb gibt, kann man das Sieb vorsichtig zur Seite wegkippen. Ein anderer Zei-tungspack wird auf den Filz gelegt und zum weiteren Wasserentzug angedrückt. Nun wird mit dem Wellholz darübergewalzt, um den Filz zusammenzupressen. Durch scharfes Einrollen der Unterlage kann das Papierblatt abgelöst und abgehoben werden.

Glätten

Zwischen trockenen Zeitungen erfolgt durch kräftiges Walzen der letzte (mechanische) Wasserentzug. Will man die Oberfläche möglichst glatt haben, so wird das Blatt zwischen zwei dünnen Kunststoffplatten mit mehreren Schraubzwingen glattgepreßt.

Strukturieren

Legt man nun das Blatt zwischen saugfähige Stoffe oder Filze oder zwei Fliegengittermatten und walzt kräftig darüber, nimmt das Blatt die Struktur dieses Materials an. Experimentieren!

Trocknen

Zum Trocknen hängt man die Papiere entweder auf dünne Schnüren auf oder man legt sie auf trockenes Zeitungspapier.
Mit dem Bügeleisen oder Trocknen in der Foto-Trockenpresse bekommt man eine glatte bzw. ebene Fläche.

Herstellen größerer Mengen

Wenn das Papier zu dünn wird, stellt man wieder dicken Papierbrei her und rührt ihn nach Bedarf unter.

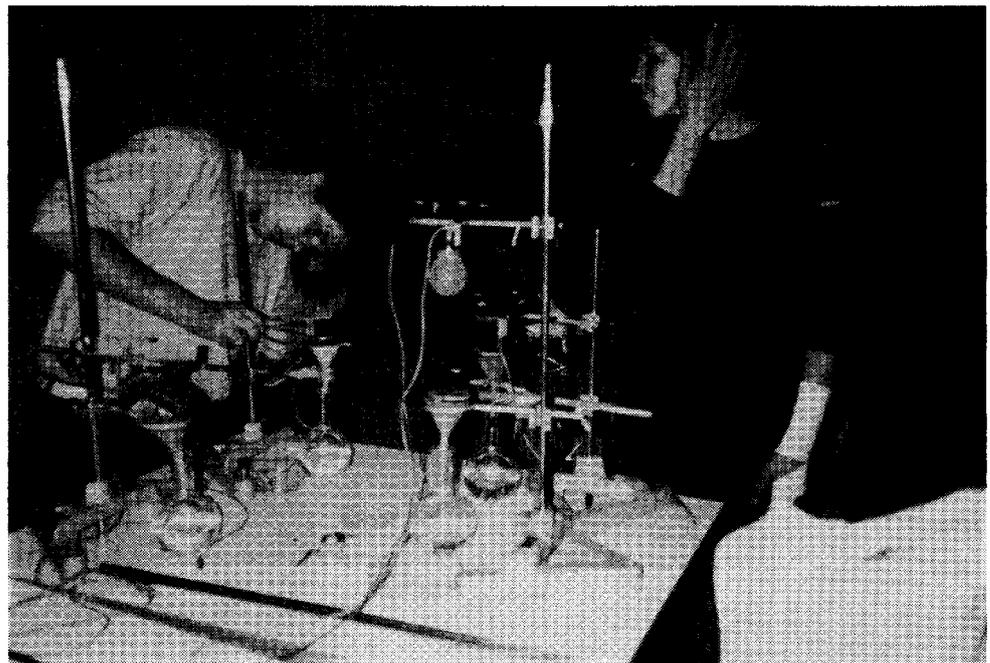
Herstellen von Pappe

Die Papierflüssigkeit wird durch mehr Brei dicker gemacht oder man legt feuchte Filze aufeinander und walzt sie.

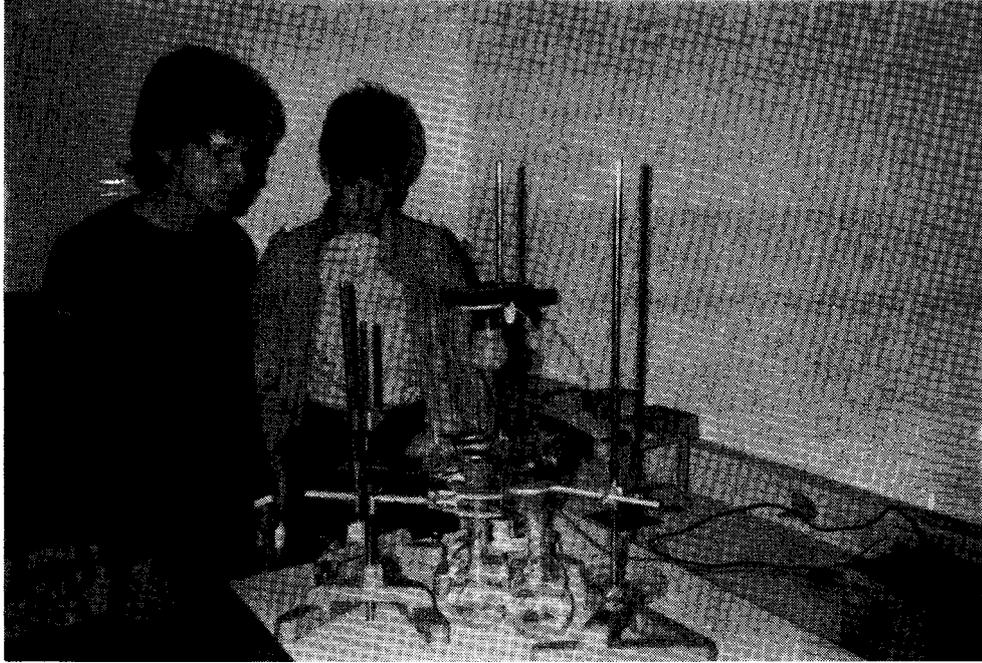
ANALYSE DES WALDBODENS



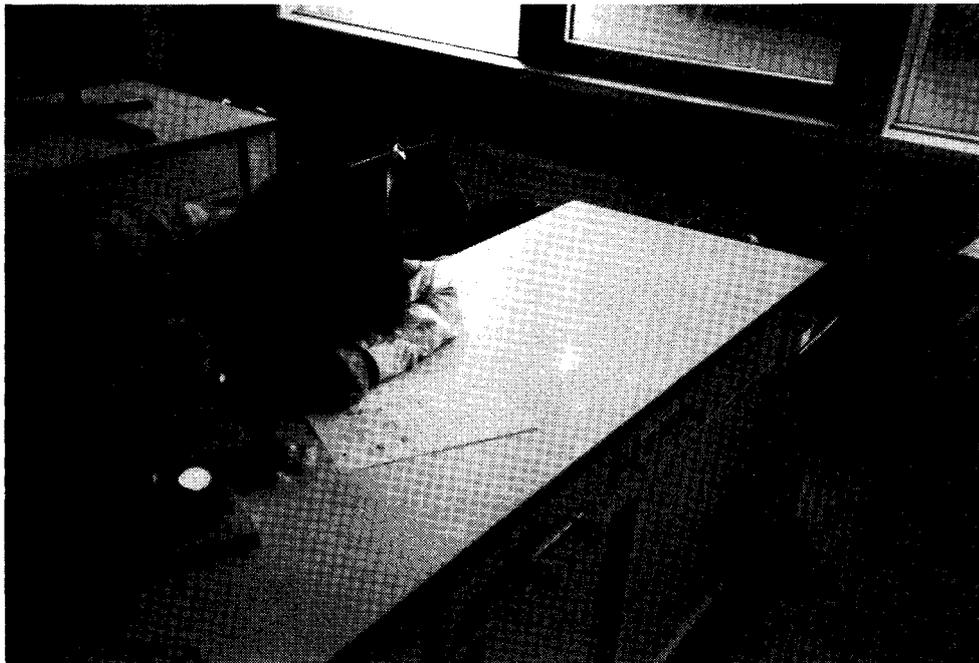
WIR BAUEN UNSERE
VERSUCHE AUF
Siehe Anleitung
"Leben im Waldboden"
S.29.



DIE PROBEN AUS DEM
WALD KOMMEN IN DEN
TRICHTER



JETZT MÜSSEN
WIR 2 - 4 TAGE
WARTEN



DANN KÖNNEN DIE
KLEINLEBEWESSEN
MIT DEM MIKROSKOP
BEOBACHTET WERDEN.

EINE ERKENNUNGS-
LISTE HILFT BEI
DER IDENTIFIZIERUNG.

Siehe Liste "Tiere
im Waldboden".S.30.

LEBEN IM WALDBODEN

Arbeitsauftrag

An möglichst vielen Stellen im Wald (im dichten Fichtenjungwuchs, Laubmischwald mit wenig Unterwuchs, Laubmischwald mit dichter Krautschicht etc.) werden Bodenproben entnommen, in Plastiksäcke verpackt und zur Untersuchung mitgenommen.

Für jede Probe zwei Berlesetrichter aufstellen, mit je 100 cm³ Boden füllen und belichten.

Die Tiere werden unter dem Trichter in einem kleinen Gefäß mit ca. 10 ml Wasser aufgefangen. Nach 2-4 Tagen können sie mit der Lupe untersucht werden. Mit einer Pipette die 10 ml Wasser mit den Bodentieren auf kleine Schälchen verteilen.

Die Gesamtzahl der gefundenen Tiere pro Berlesetrichter ermitteln und leicht bestimmbare Tiere einzeln auszählen. (Siehe hierzu: G.Brucker, D. Kalusche: Bodenbiologisches Praktikum. Heidelberg 1976; R. Kyburz-Graber: Schutz des Waldes. Lehrerheft, Schülerheft, Textsammlung. IPN-Einheitenbank Biologie. Köln 1981; W. Schömann: Tierkunde. 6. Aufl. Zürich 1972; F. Schaller: Die Unterwelt des Tierreichs. Verständliche Wissenschaft 78. Berlin, Heidelberg, New York 1969).

Methodische Hinweise

1 - 2 Schüler untersuchen eine Bodenstelle. Die Streu wird weggeschoben, die Bodenprobe mit einer Handschaufel sorgfältig entnommen, je nach Feuchtigkeitsgrad bis in 10 cm Tiefe (in allen Untersuchungen gleich tief). Herrscht zu große Trockenheit, muß man die Untersuchung verschieben.

Die Bodenproben in Plastiksäcke geben, diese verschließen und die Herkunft bezeichnen. Die Untersuchungsstellen kurz beschreiben.

Auswertung

A. GEWÄHLTE UNTERSUCHUNGSSTELLE

Ort:

Pflanzenbestand:

Bodenproben-Tiefe:

Bodenfeuchtigkeit:

B. ZEICHNUNG EINES IN DER BODENPROBE GEFUNDENEN TIERES

Größe:

Form:

.....

C. GEFUNDENE TIERE

Total:

Davon bestimmt:

D. VERGLEICH MIT ANDEREN UNTERSUCHUNGSSTELLEN

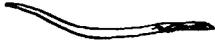
Welche Schlußfolgerungen ermöglichen die Ergebnisse?

War die Untersuchungsmethode geeignet?

E. BEDEUTUNG DES BODENLEBENS

Welche Aufgabe haben die Tiere im Boden?

TIERE IM WALDBODEN



0,2mm

FADENWURM



5mm

SPRINGSCHWÄNZE



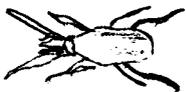
FLIEGENLARVEN (ca. 2cm)



STEINLÄUFER (2-3cm)



SCHNURFÜSSER (2-4cm)



RAUBMILBE (ca. 1cm)



MAUERASSEL (bis 18mm)



KNOPFSCHNECKE (6-7mm breit, 2,5mm hoch)

DER HÖHEPUNKT IM KURS: WIR PLANEN UND ORGANISIEREN EINEN WALDTAG FÜR DIE 5-KLÄSSLER



DIE STOPPUHR
LÄUFT



MIT WEIBLICHEM
GESCHICK GEHT
VIELES BESSER

.....



MIT KÖPFCHEN
ZIEHEN
BERGAB GEHT ES
BESSER!

DIE TRAGBAHREN-
ÜBUNG:
AUS RUNDHÖLZERN
EINE TRAGBAHRE
BAUEN UND EINEN
"VERLETZTEN"
50 m TRANSPOR-
TIEREN.





WER SCHAFFT DAS
SPIEL GANZ ODER NUR
EIN STÜCKCHEN?



MÖGLICHST EINEN
SCHWINGENDEN BAUM-
STAMM AUSSUCHEN

LISTE DER SPIEL- UND LERNSTATIONEN FÜR DEN 'WALDTAG'

1. Tier- und Pflanzen-Ratespiel:
Auf einer Tafel Tier- bzw. Pflanzenbilder festmachen. Schüler bestimmen die Namen.
2. Baum- und Seilklettern:
Jede Gruppe bestimmt ihren besten Kletterer. Dieser versucht so hoch wie möglich zu kommen.
3. Bogenschießen:
Pfeile mit Gummipfropfen benutzen!
4. Tragbahren-Übung:
Tragbahre aus Rundhölzern von der Gruppe zusammenbauen lassen. Ein "Verletzter" wird anschließend 50 m transportiert.
5. Geruchssinn- bzw. Tastsinn-Test:
In mehreren Eimern mit "Riechlöchern" bzw. "Tastlöchern" sind Tannenzapfen, Blätter, Moose, Rinden, Kräuter versteckt. Diese müssen nach einer Vorübung erraten werden.
6. Seilspringen: Langes oder mehrere kurze Seile.
7. "Dalli-Klick":
Zerschnittene bzw. abgedeckte Tierbilder werden Stück für Stück zusammengesetzt bzw. aufgedeckt.
8. Jede Gruppe stellt einen Dichter und einen Maler:
Gedicht bzw. Bild zum Thema 'Wald' entwerfen.
9. Balance-Übung: Auf einem schwingenden Baumstamm. Wer schafft wie weit?
10. Rundhölzer-Sägen:
In Paaren etwa gleich dicke Stämme sägen lassen.
11. Tauziehen-Wettbewerb.
12. Zielwerfen: Mit einem Tannenzapfen in eine Tonne.
13. Höhe bzw. Länge eines Baumes schätzen:
Freies Schätzen bzw. mit Hilfe des 'Försterdreiecks'.
14. Förster- bzw. Waldarbeiterstationen:
Saure-Regen-Schäden, Bearbeitung eines Baumes, Jagdhunde, Waldtier-Präparate, etc.
15. Waldlehrpfad mit anschließenden Bestimmungsübungen: (siehe auch 1.)
16. Zur Belustigung: Mohrenkopf-Stationen mit einer "Falle" (1 Mohrenkopf mit Senf).

ZUR ORGANISATION

1. Den Waldtag mit dem Förster zusammen planen und absprechen.
2. Jede Station wird von 1-2 Schülern des 'Waldprojekt-Kurses' vorbereitet und betreut.
3. Die teilnehmenden Klassen bilden Gruppen von 4-5 Schülern und erhalten eine Gruppenkarte, wo die erreichten Ergebnisse eingetragen werden.
4. Nach den Spiel- und Lernstationen gemeinsames Mittagessen. Danach sollten auch die Lehrer ran: Spiel- und Lernstationen für die 'allwissenden und alles könnenden' Lehrer. Man erlebt manches Wunder dabei!
5. Siegerehrung mit phantasievollen Preisen und geschicktem Verteilungsmodus.

2. WALD VERSTEHEN*

-WALDBIOLOGISCHE GRUNDLAGEN-

Produzenten - Konsumenten - Destruenten

Kreislauf der Stoffe

Überblick über das Pflanzenreich

Bau und Leben der Pflanzen

Assimilation/Dissimilation

Bau und Leben der Bäume

Der Waldboden

Waldarten

Waldfunktionen

* Die Arbeitsblätter wurden entwickelt am Institut für Moderne Lehrmethodik, 8590 Marktredwitz.
Die Redaktion bedankt sich für die Nachdruckgenehmigung.

Produzenten – Konsumenten – Destruenten

Organische Substanz aus anorganischen Stoffen können nur die grünen Pflanzen produzieren, der Ökologe nennt sie **(A)**

Die Produktion ist gebunden an:

Alle Pflanzenfresser die sich überwiegend von grünen Pflanzen ernähren bezeichnet der Ökologe als: **(B)**

z.B.:

Alle Fleischfresser bezeichnet der Ökologe als: **(C)**

z.B.:

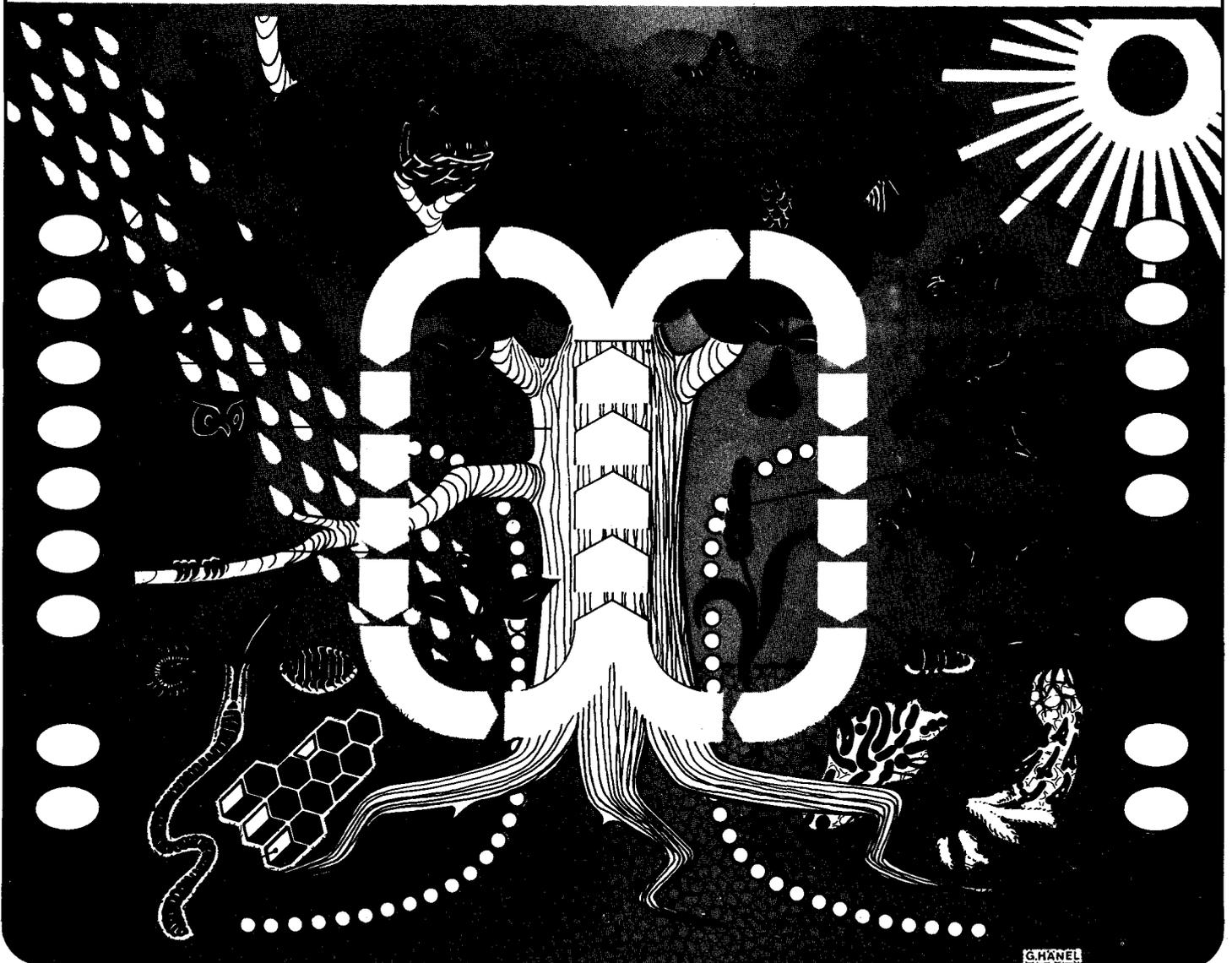
Pflanzliche und tierische Überreste müssen wieder zu einfachen chemischen Verbindungen abgebaut werden, um neuen Pflanzen als Nährstoff zu dienen.

Diese Aufgabe übernehmen:

Der Ökologe nennt sie **(D)**

Alle im Boden lebenden Tier- und Pflanzenarten erfüllen bestimmte Aufgaben. Die größeren Tiere besorgen mit ihren Kauwerkzeugen eine überwiegend

Ihre Ausscheidungen werden anschließend von Bakterien und Pilzen weiter abgebaut.



Produzenten – Konsumenten – Destruenten

Organische Substanz aus anorganischen Stoffen können nur die grünen Pflanzen produzieren, der Ökologe nennt sie Produzenten (A)

Die Produktion ist gebunden an: Mineralsalze, Luft und Licht

Alle Pflanzenfresser die sich überwiegend von grünen Pflanzen ernähren bezeichnet der Ökologe als: (B)

Primärkonsumenten
z.B.: wiederkäuendes Schalenwild

Alle Fleischfresser bezeichnet der Ökologe als: (C)

Sekundärkonsumenten
z.B.: Fuchs, Greifvögel

Pflanzliche und tierische Überreste müssen wieder zu einfachen chemischen Verbindungen abgebaut werden, um neuen Pflanzen als Nährstoff zu dienen.

Diese Aufgabe übernehmen Bakterien, Pilze, im Boden lebende Kleintiere, Würmer, Milben, Asseln

Der Ökologe nennt sie Destruenten (D)

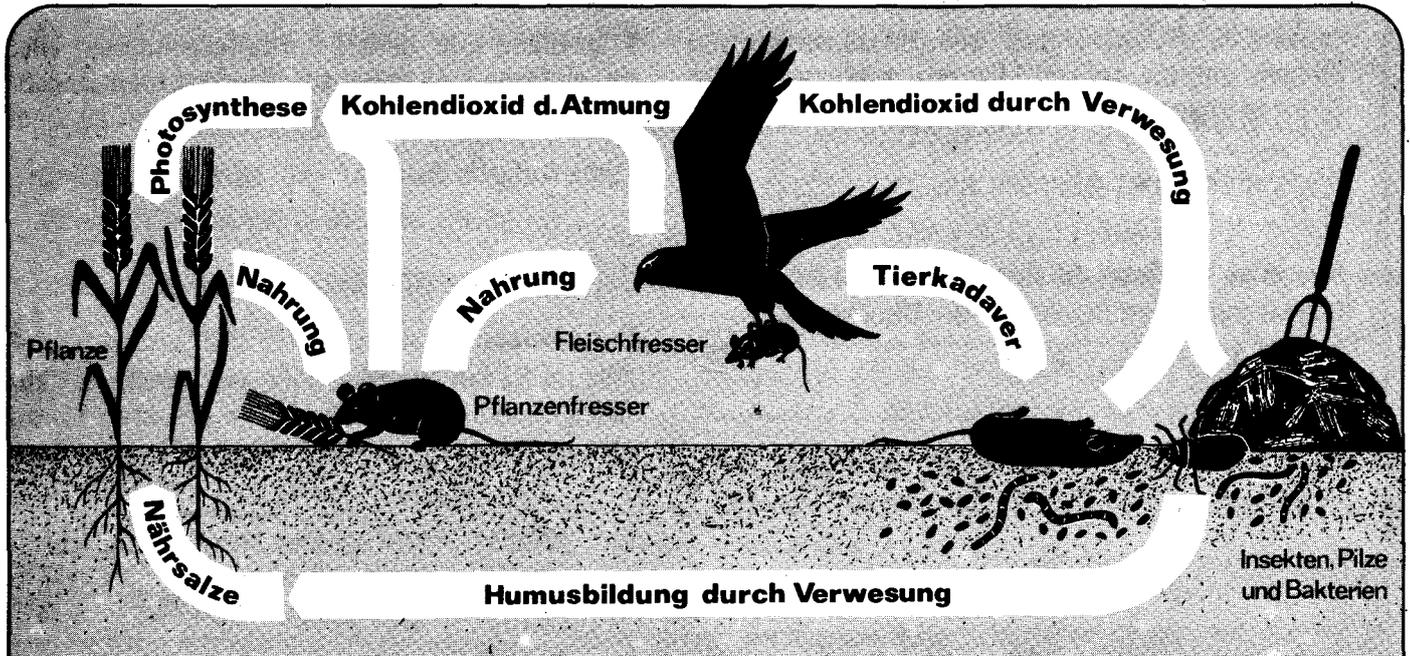
Alle im Boden lebenden Tier- und Pflanzenarten erfüllen bestimmte Aufgaben. Die größeren Tiere besorgen mit ihren Kauwerkzeugen eine überwiegend

mechanische Aufarbeitung

Ihre Ausscheidungen werden anschließend von Bakterien und Pilzen weiter abgebaut.



Der Kreislauf der Stoffe



Den Vorgang von Fressen und Gefressenwerden bezeichnet man als

1 Viele Tiere ernähren sich ausschließlich von Pflanzen. Man nennt sie (sog. Primärkonsumenten) z. B.:

2 Viele Pflanzenfresser dienen als Nahrung für (sog. Sekundärkonsumenten) z. B.:

3 Alle organischen Stoffe (verendete Tiere, abgestorbene Pflanzen) werden im Boden zersetzt von (sog. Destruenten)

7 Diese dienen als Nahrung für

6 In den Blättern werden die im Wasser gelösten anorganischen Nährstoffe verwendet zum Aufbau von

5 Die anorganischen Nährstoffe lösen sich im Wasser. Pflanzen saugen dieses nährstoffhaltige Wasser auf mit ihren

4 Die anorganischen Nährstoffe werden wieder freigesetzt. Diesen Vorgang bezeichnet man als

Merke:

Zusammenfassung

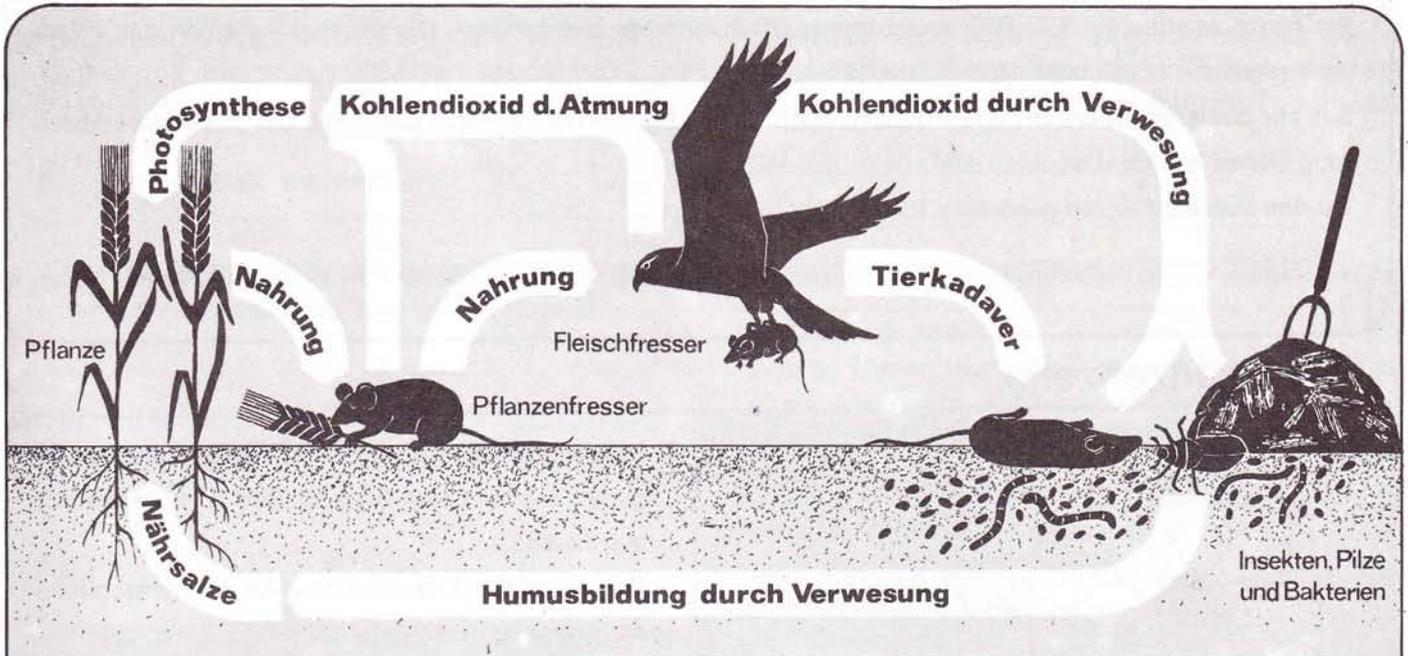
Erst das grüne Blatt ermöglicht das Leben auf der Erde (durch Photosynthese).

Es macht die Luft, es speichert Energie

(Sonnenlicht und-wärme) in Form von

Diese Energie wird wieder frei bei der

Der Kreislauf der Stoffe



Den Vorgang von Fressen und Gefressenwerden bezeichnet man als *Nahrungskette*

1 Viele Tiere ernähren sich ausschließlich von Pflanzen. Man nennt sie *Pflanzenfresser* (sog. Primärkonsumenten)
z. B.: *Hasen, Rehe*

2 Viele Pflanzenfresser dienen als Nahrung für *Fleischfresser* (sog. Sekundärkonsumenten)
z. B.: *Fuchs, Mensch*

3 Alle organischen Stoffe (verendete Tiere, abgestorbene Pflanzen) werden im Boden zersetzt von *Bakterien u. Pilzen* (sog. Destruenten)

7 Diese dienen als Nahrung für *Mensch u. Tier*

Merke:

Nur grüne Pflanzen können anorganische Stoffe umwandeln in organische Stoffe

6 In den Blättern werden die im Wasser gelösten anorganischen Nährstoffe verwendet zum Aufbau von *organischen Nähr- u. Speicherstoffen*

5 Die anorganischen Nährstoffe lösen sich im Wasser. Pflanzen saugen dieses nährstoffhaltige Wasser auf mit ihren *Wurzeln*

4 Die anorganischen Nährstoffe werden wieder freigesetzt. Diesen Vorgang bezeichnet man als *Mineralisierung*

Zusammenfassung

Erst das grüne Blatt ermöglicht das Leben auf der Erde (durch Photosynthese).

Es macht die Luft *sauerstoffreich*, es speichert Energie

(Sonnenlicht und-wärme) in Form von *Zucker, Stärke, Zellulose, Holz*

Diese Energie wird wieder frei bei der *Verdauung und Verbrennung*

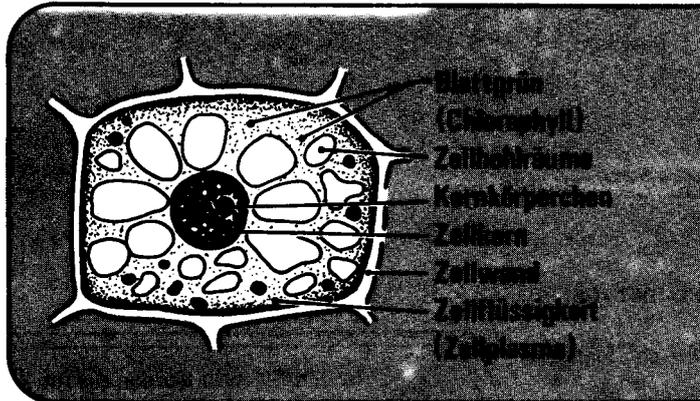
Überblick über das Pflanzenreich

Bis heute wurden ca. 370 000 verschiedene Pflanzenarten beschrieben. Die Wissenschaft von den Pflanzen, allgemein bezeichnet als die

hat zur besseren Übersicht alle Pflanzen nach einem bestimmten System geordnet. Die wichtigste Abteilung bilden hierbei die

Zu den Samenpflanzen gehören z.B.:

Die Pflanzenzelle

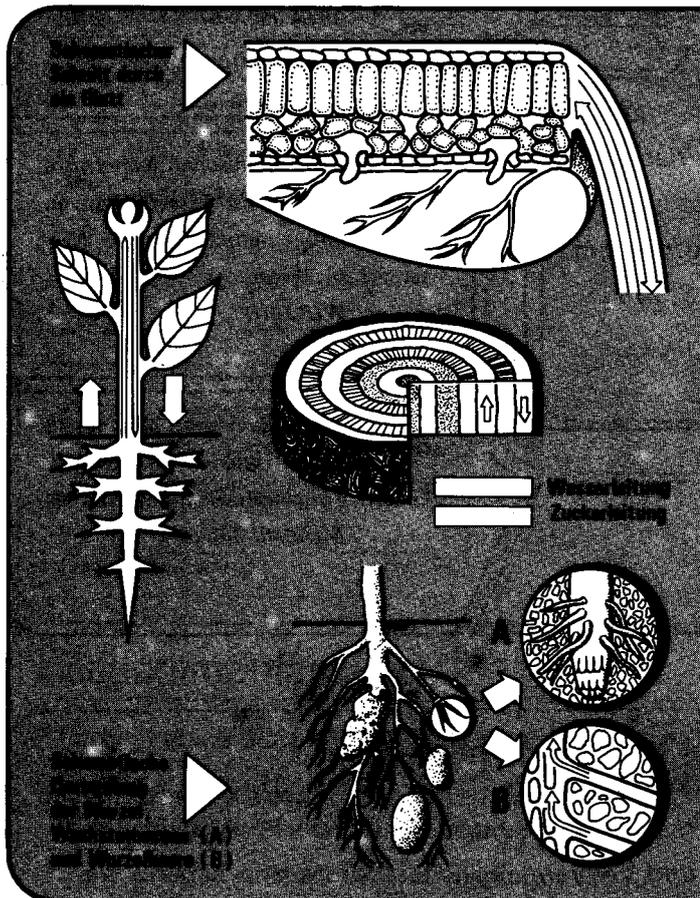


In unserer Umwelt wachsen Pflanzen in verschiedenen Formen und Farben. Jede Pflanze besteht aus vielen

Die einzelnen Zellen werden für das menschliche Auge erst sichtbar unter dem

Der Zellaufbau läßt sich erkennen bei einer 50 - 100-fachen Vergrößerung.

Blatt, Stengel, Wurzel



Die Blätter bestehen aus mehreren Zellschichten. Die wichtigsten Aufgaben der Blätter:

..... (Verdunstung),
..... (Assimilation)

Die Aufgaben des Stengels oder Stiels:

Träger des,
Träger der (Vermehrung),
Leitung von Wasser und Nährsalzen von der

Leitung der Nährstoffe vom

Die Aufgaben der Wurzeln:

Verankerung der

Aufnahme von,
sowie

Nährstoffe werden insbesondere gespeichert in Wurzelverdickungen, Knollen usw. (z.B. Kartoffel)

Überblick über das Pflanzenreich

Bis heute wurden ca. 370 000 verschiedene Pflanzenarten beschrieben. Die Wissenschaft von den Pflanzen, allgemein bezeichnet als die Botanik,

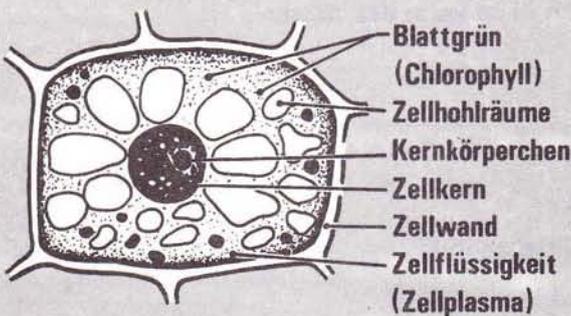
hat zur besseren Übersicht alle Pflanzen nach einem bestimmten System geordnet. Die wichtigste Abteilung bilden hierbei die Samenpflanzen

Zu den Samenpflanzen gehören z.B.: Bäume und Sträucher,

Gräser und Kräuter,

Klee- und Wickenarten

Die Pflanzenzelle

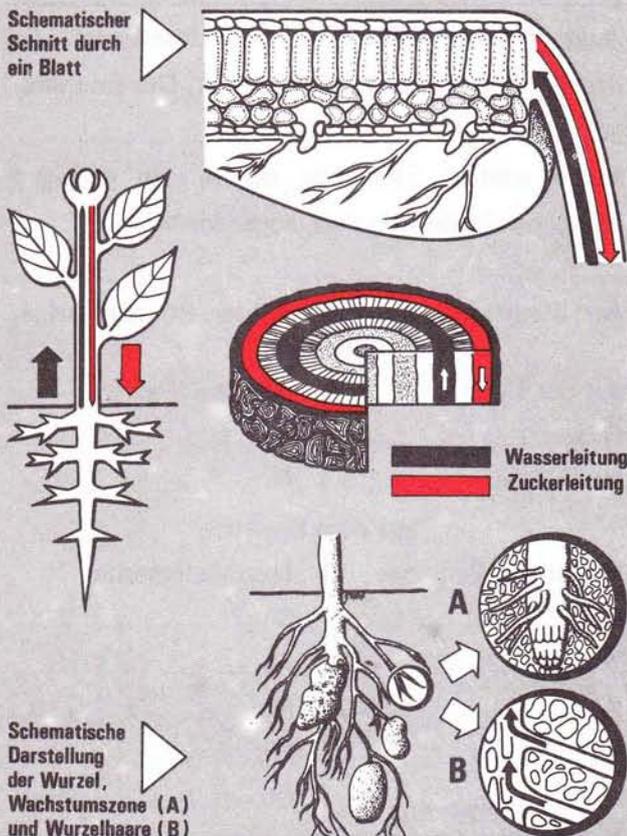


In unserer Umwelt wachsen Pflanzen in verschiedenen Formen und Farben. Jede Pflanze besteht aus vielen Zellen

Die einzelnen Zellen werden für das menschliche Auge erst sichtbar unter dem Mikroskop

Der Zellaufbau läßt sich erkennen bei einer 50 - 100-fachen Vergrößerung.

Blatt, Stengel, Wurzel



Die Blätter bestehen aus mehreren Zellschichten.

Die wichtigsten Aufgaben der Blätter:

Abgabe von Wasser (Verdunstung),

Bildung von Nährstoffen (Assimilation)

Die Aufgaben des Stengels oder Stiels:

Träger des Blattwerkes,

Träger der Blüten (Vermehrung),

Leitung von Wasser und Nährsalzen von der Wurzel zum Blatt,

Leitung der Nährstoffe vom Blatt zur Wurzel

Die Aufgaben der Wurzeln:

Verankerung der Pflanze im Boden,

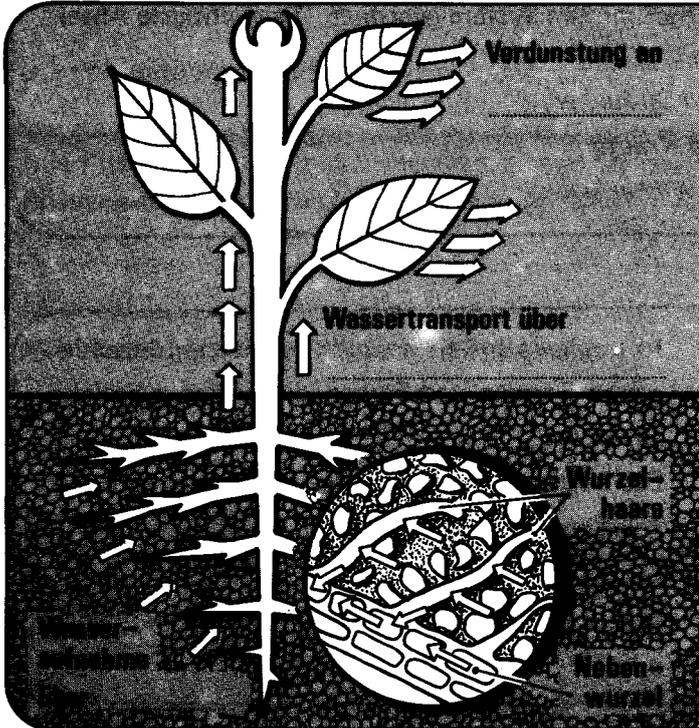
Aufnahme von Wasser u. Nährsalzen

sowie Speicherung von Nährstoffen

Nährstoffe werden insbesondere gespeichert in Wurzelverdickungen, Knollen usw. (z.B. Kartoffel)

Pflanzen brauchen zum Leben

Wasserhaushalt, Verdunstung

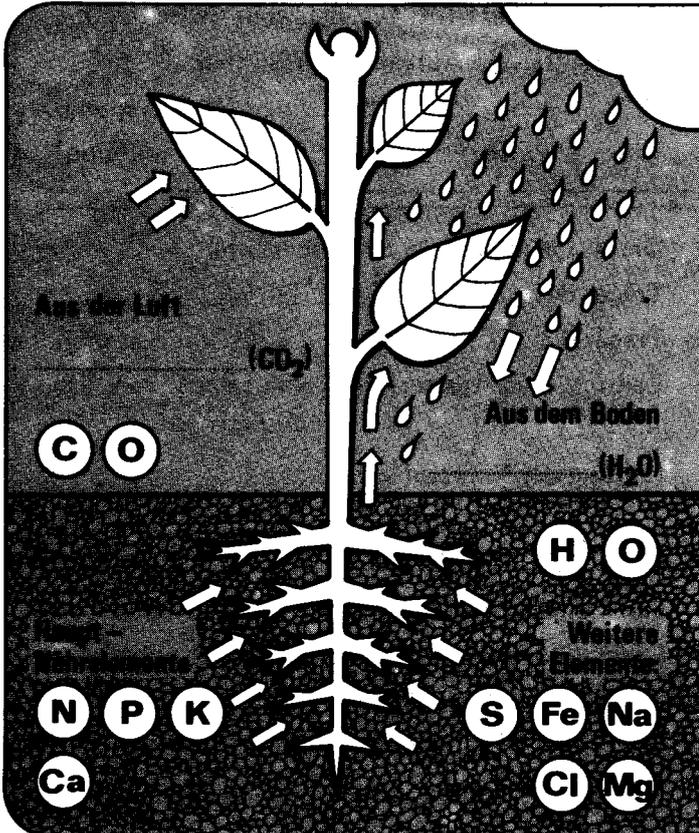


Die Wasseraufnahme bei den Pflanzen erfolgt durch die
 Über sogenannte Leitungsbahnen gelangt das Wasser durch den
 bis in die
 Die Blätter haben an ihrer Unterseite feinste
 Durch diese kann das Wasser

Merke:

Die Pflanze muß
 damit neues Wasser mit
 über die Wurzeln aufgesogen werden kann.

Die Ernährung



Jede Pflanze braucht für ihr Wachstum die Stoffe, aus denen sie aufgebaut ist. Das sind einige
 sowie weitere Elemente, die nur in geringen Mengen erforderlich sind, sogenannte

An Elementen werden von der Pflanze aufgenommen...

aus der Luft:

O
 C

aus dem Wasser:

H
 O

aus dem Boden:

Hauptnährelemente

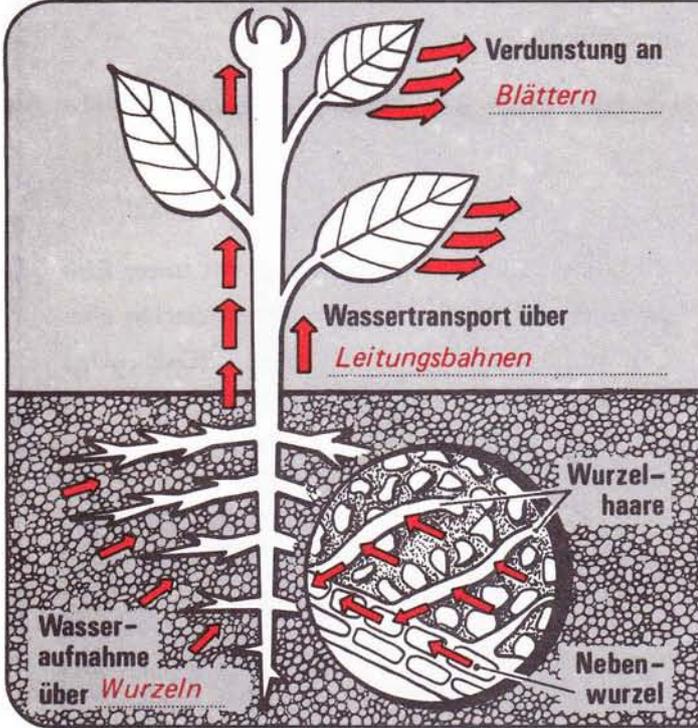
N
 P
 K
 Ca

Spurenelemente

S
 Fe
 Na
 Mg
 Cl usw.

Pflanzen brauchen zum Leben Wasser

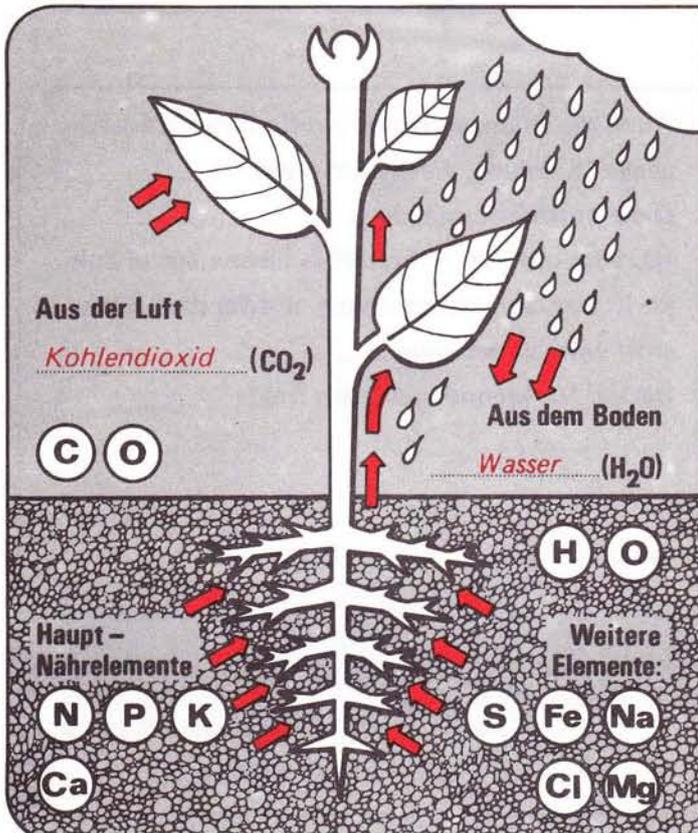
Wasserhaushalt, Verdunstung



Die Wasseraufnahme bei den Pflanzen erfolgt durch die Wurzelhaare.
Über sogenannte Leitungsbahnen gelangt das Wasser durch den Sproß bis in die Blätter.
Die Blätter haben an ihrer Unterseite feinste Spaltöffnungen.
Durch diese kann das Wasser verdunsten.

Merke:
Die Pflanze muß Wasser abgeben, damit neues Wasser mit Nährsalzen über die Wurzeln aufgesogen werden kann.

Die Ernährung



Jede Pflanze braucht für ihr Wachstum die Stoffe, aus denen sie aufgebaut ist. Das sind einige Hauptnährelemente sowie weitere Elemente, die nur in geringen Mengen erforderlich sind, sogenannte Spurenelemente.

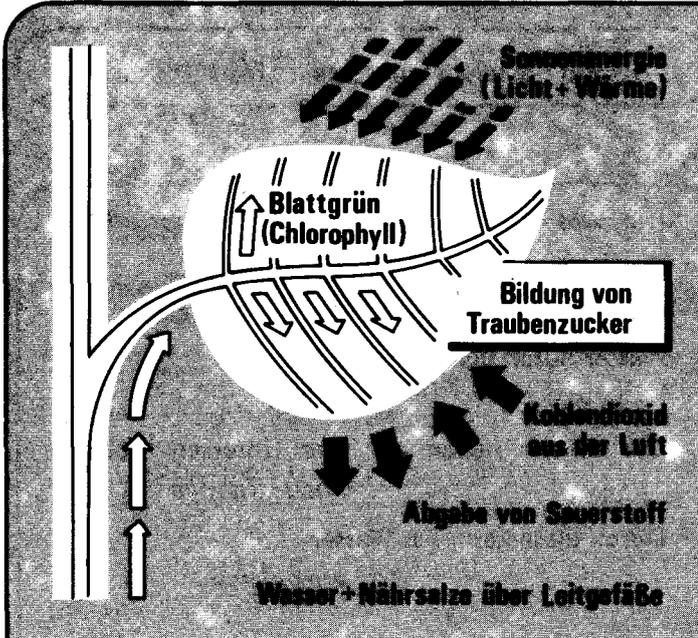
An Elementen werden von der Pflanze aufgenommen...

aus der Luft:	aus dem Wasser:
O <u>Sauerstoff</u>	H <u>Wasserstoff</u>
C <u>Kohlenstoff</u>	O <u>Sauerstoff</u>

aus dem Boden:

Hauptnährelemente	Spurenelemente
N <u>Stickstoff</u>	S <u>Schwefel</u>
P <u>Phosphor</u>	Fe <u>Eisen</u>
K <u>Kalium</u>	Na <u>Natrium</u>
Ca <u>Calcium</u>	Mg <u>Magnesium</u>
	Cl <u>Chlor</u> usw.

Die Assimilation



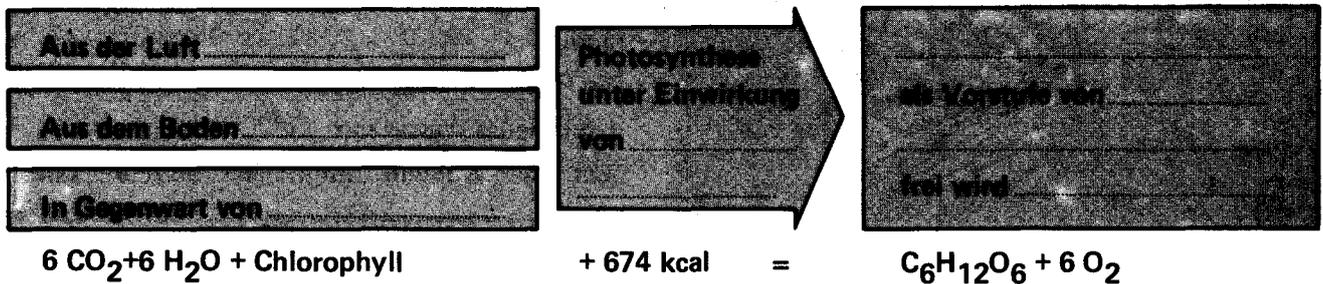
Unter dem Begriff „Assimilation“ (lat. Angleichen) versteht man die Überführung körperfremder Stoffe in körpereigene Substanzen.

Bei den grünen Pflanzen versteht man darunter den Aufbau
aus

Im grünen Blatt der Pflanze entsteht unter Einwirkung von Licht in einem komplizierten chemischen Prozeß ($C_6H_{12}O_6$)

Man bezeichnet diesen Vorgang als

Die Grundformel der Assimilation:



Die Atmung (Dissimilation)



Auch die Pflanzen benötigen für ihre Lebensvorgänge (Keimung, Wachstum usw.)

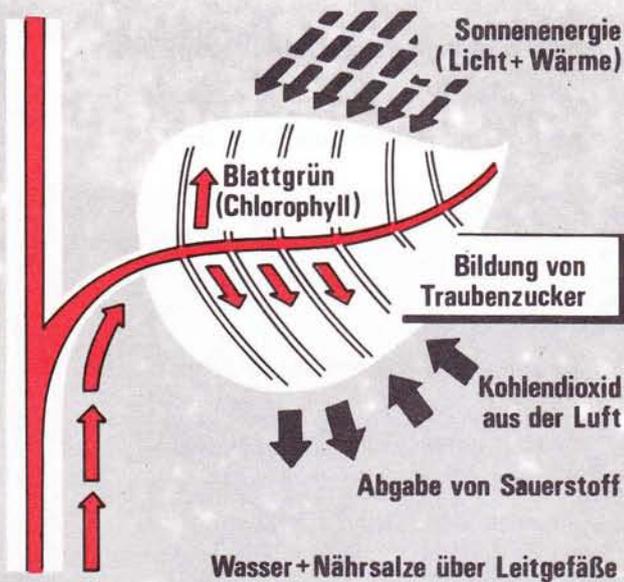
Diese entsteht durch die
(Oxydation) von Nährstoffen (überwiegend Zucker). Der zur Verbrennung notwendige Sauerstoff wird aufgenommen

Bei der Verbrennung werden frei:

Die Formel für die Atmung ist die Umkehrung der Assimilationsformel:



Die Assimilation



Unter dem Begriff „Assimilation“ (lat. Angleichen) versteht man die Überführung körperfremder Stoffe in körpereigene Substanzen.

Bei den grünen Pflanzen versteht man darunter den Aufbau organischer Stoffe aus anorganischen Stoffen

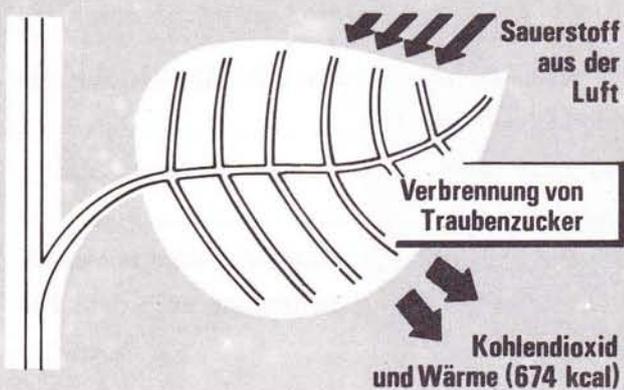
Im grünen Blatt der Pflanze entsteht unter Einwirkung von Licht in einem komplizierten chemischen Prozeß Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$)

Man bezeichnet diesen Vorgang als Photosynthese

Die Grundformel der Assimilation:



Die Atmung (Dissimilation)

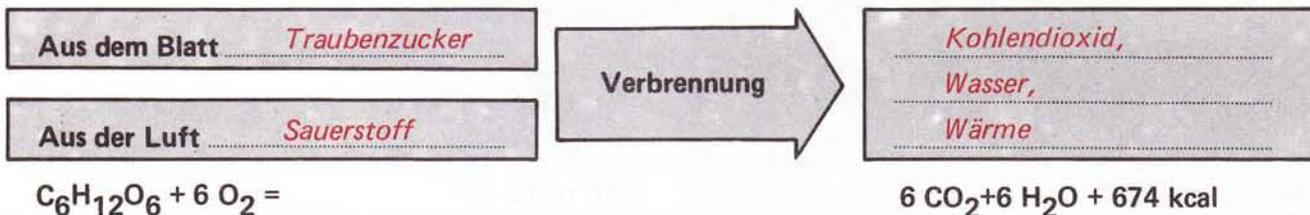


Auch die Pflanzen benötigen für ihre Lebensvorgänge (Keimung, Wachstum usw.) Energie

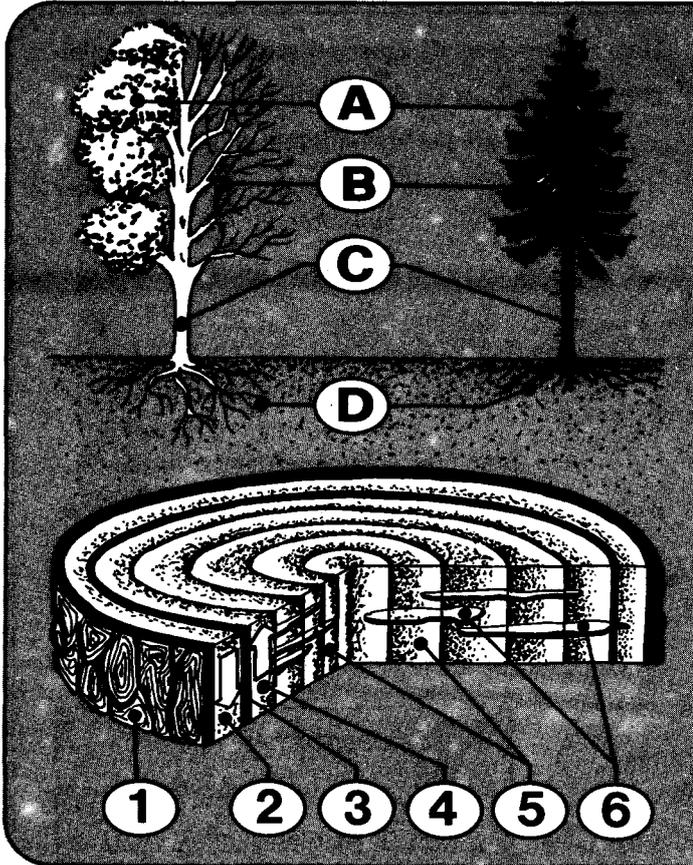
Diese entsteht durch die Verbrennung (Oxydation) von Nährstoffen (überwiegend Zucker). Der zur Verbrennung notwendige Sauerstoff wird aufgenommen aus der Luft

Bei der Verbrennung werden frei: Wärme, Kohlendioxid

Die Formel für die Atmung ist die Umkehrung der Assimilationsformel:



Aufbau der Bäume – der Stamm



Alle unsere Bäume gehören zu den Sproßpflanzen.
Auch sie bestehen aus den drei Hauptteilen

Die wichtigsten Baumabschnitte sind:

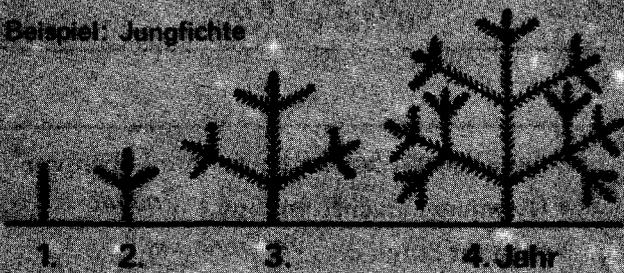
- A**
- B**
- C**
- D**

Der Baumstamm besteht aus folgenden Schichten:

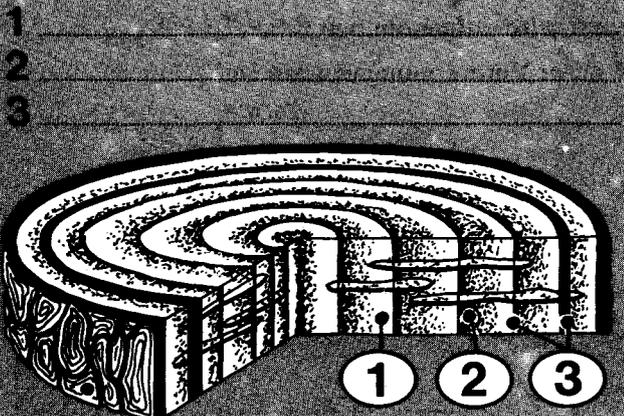
- 1:
abgestorbener Teil, Schutzfunktion
- 2
lebender Teil, Nährstofftransport
- 3
bildet neue Zellen nach innen u. außen
- 4
Wasser- u. Nährsalztransport
- 5
radialer Nährstofftransport u. -speicher
- 6

Wachstum und Altersbestimmung

Beispiel: Jungfichte



Altersbestimmung



Altersbestimmung

Jede Pflanze wächst durch Zellteilung und Streckung in ihren

Bei den Bäumen unterscheidet man zwischen

Bei Nadelbäumen wächst z.B. jährlich aus den endständigen Knospen

Man erkennt bei
das Alter durch

Alte Bäume werfen ihre ältesten Seitenzweige ab. Hier erfolgt die Altersbestimmung nach dem Fällen an der

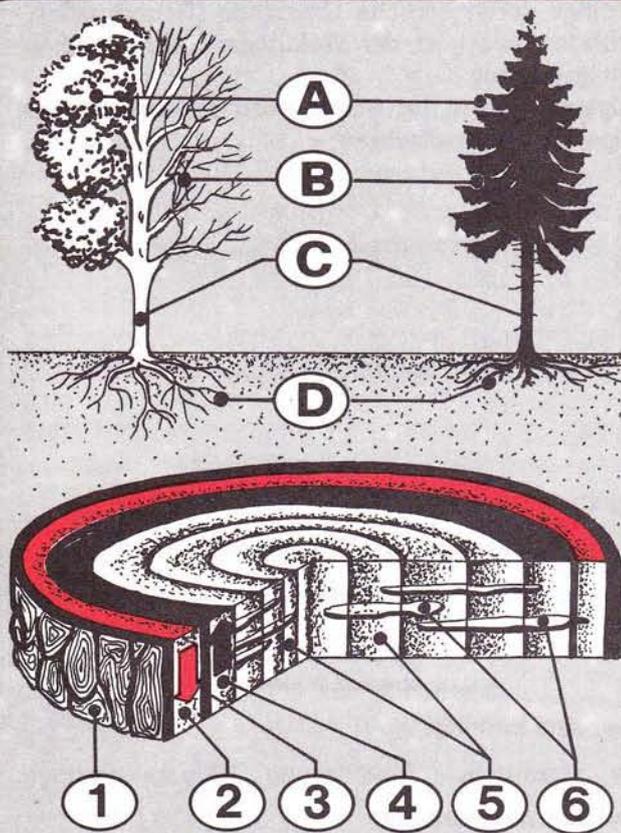
durch

Altersringe entstehen beim Dickenwachstum. Dieses erfolgt über das Jahr verteilt

Im Frühjahr (reichliche Wasser- u. Nährsalzzufuhr) bildet sich

Im Sommer (geringere Wasser- u. Nährsalzzufuhr) bildet sich

Aufbau der Bäume – der Stamm



Alle unsere Bäume gehören zu den Sproßpflanzen.

Auch sie bestehen aus den drei Hauptteilen
Sproß-Blatt (Nadel) - Wurzel

Die wichtigsten Baumabschnitte sind:

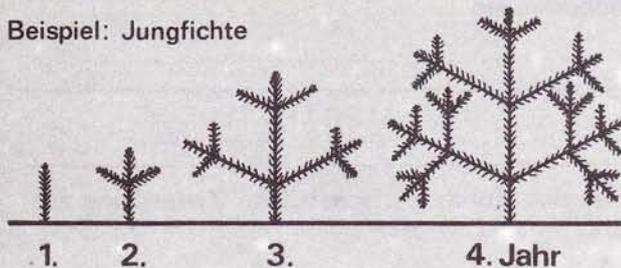
- A** *Krone (mit Blattwerk)*
- B** *Aste (mit Zweigen)*
- C** *Stamm*
- D** *Wurzeln*

Der Baumstamm besteht aus folgenden Schichten:

- 1 *Borke*
 - abgestorbener Teil, Schutzfunktion
 - 2 *Bast mit Siebröhren*
 - lebender Teil, Nährstofftransport
 - 3 *Kambium*
 - bildet neue Zellen nach innen u. außen
 - 4 *Splintholz*
 - Wasser- u. Nährsalztransport
 - 5 *Kernholz*
 - 6 *Markstrahlen*
 - radialer Nährstofftransport u. -speicher
- } Rinde
} Holz

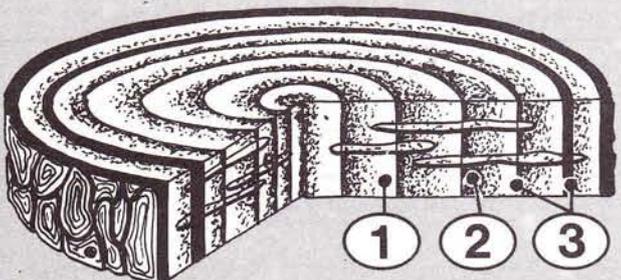
Wachstum und Altersbestimmung

Beispiel: Jungfichte



Altersbestimmung: *Zählen der Stockwerke*

- 1 *Fruhhjahrsholz*
- 2 *Spatholz*
- 3 *Jahresring*



Altersbestimmung: *Zählen der Jahresringe*

Jede Pflanze wächst durch Zellteilung und Streckung in ihren *Wachstumszonen*

Bei den Bäumen unterscheidet man zwischen *Langen- und Dickenwachstum*

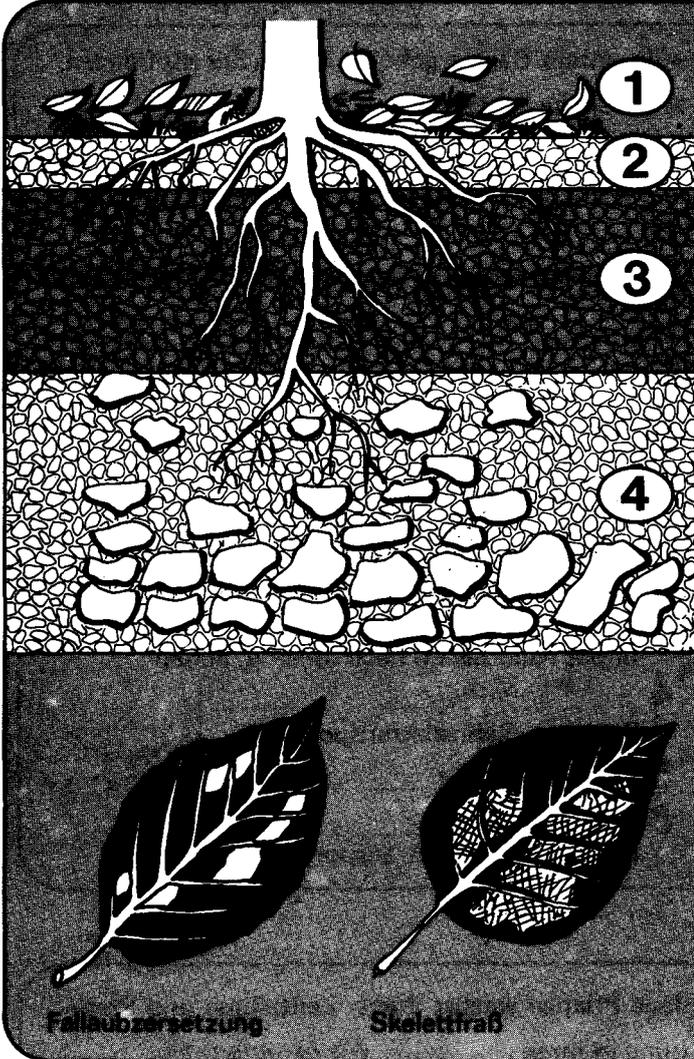
Bei Nadelbäumen wächst z.B. jährlich aus den endständigen Knospen *1 neuer Astquirl*

Man erkennt bei *jungen Nadelbäumen* das Alter durch *Zählen der Stockwerke*

Alte Bäume werfen ihre ältesten Seitenzweige ab. Hier erfolgt die Altersbestimmung nach dem Fällen an der *Schnittfläche* durch *Zählen der Jahresringe*

Altersringe entstehen beim Dickenwachstum. Dieses erfolgt über das Jahr verteilt *ungleichmäßig*. Im Frühjahr (reichliche Wasser- u. Nährsalzzufuhr) bildet sich *helles Fruhhjahrsholz*. Im Sommer (geringere Wasser- u. Nährsalzzufuhr) bildet sich *dunkleres Spatholz*

Der Waldboden und seine Entstehung



Bedingt durch örtliche Umstände (Grundgestein, Urboden usw.) ist der Waldboden sehr verschieden aufgebaut.

Allgemein zeigt das Bodenprofil des Waldbodens folgende Hauptschichten:

- 1
- 2 }
- 3
- 4

Jedes Jahr fallen auf den Waldboden neue

..... allgemein bezeichnet als

Durch Verwesung entsteht nährstoffreicher

..... .Tiefer liegende Blätter sind

An der mechanischen Zerkleinerung von Waldstreu sind beteiligt

Die chemische Veränderung (Mineralisierung) wird übernommen von

Durch die Humusbildung ist Waldstreu für den Waldboden ein

Die Beurteilung des Waldbodens

Jeder Standort hat seine spezifischen Holzarten. Diese werden durch wirtschaftliche Zielsetzung zur jeweiligen Hauptholzart.

Die wichtigsten Produktionsfaktoren eines Waldes sind

Über Zuwachs und Holzertrag entscheiden hauptsächlich

Die Beurteilung des Waldbodens erfolgt nach folgenden Eigenschaften:

Physikalische Eigenschaften

.....

.....

Chemische Eigenschaften

.....

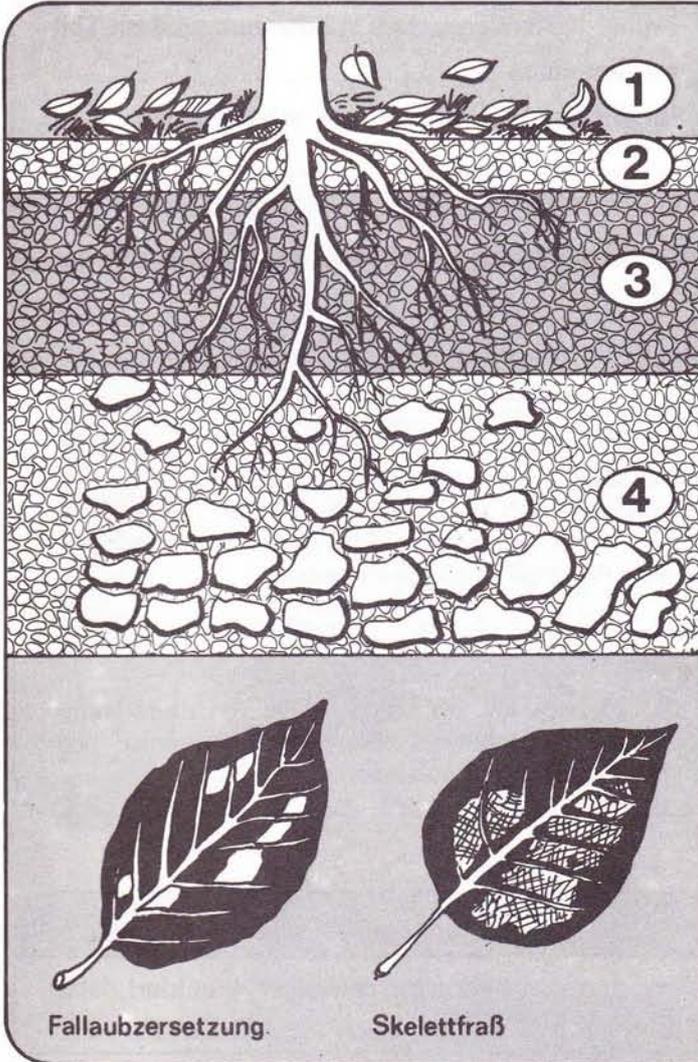
.....

Biologische Eigenschaften

.....

.....

Der Waldboden und seine Entstehung



Bedingt durch örtliche Umstände (Grundgestein, Urboden usw.) ist der Waldboden sehr verschieden aufgebaut.

Allgemein zeigt das Bodenprofil des Waldbodens folgende Hauptschichten:

- 1 *Waldstreu*
 - 2 *Humus*
 - 3 *Auswaschungszone (Bleichhorizont)*
 - 4 *Ortsboden und Gesteinsschicht*
- } *Oberboden*

Jedes Jahr fallen auf den Waldboden neue *Blätter, Nadeln, Früchte,*

abgestorbene Zweige und Pflanzen,

allgemein bezeichnet als *Waldstreu*

Durch Verwesung entsteht nährstoffreicher *Humus*

.Tiefer liegende Blätter sind zerfressen, durchlöchert, skelettiert

An der mechanischen Zerkleinerung von Waldstreu sind beteiligt *Kleinlebewesen*

Die chemische Veränderung (Mineralisierung) wird übernommen von *Bakterien und Pilzen*

Durch die Humusbildung ist Waldstreu für den Waldboden ein *natürlicher Dünger*

Die Beurteilung des Waldbodens

Jeder Standort hat seine spezifischen Holzarten. Diese werden durch wirtschaftliche Zielsetzung zur jeweiligen Hauptholzart.

Die wichtigsten Produktionsfaktoren eines Waldes sind *Klima und Boden*

Über Zuwachs und Holzertrag entscheiden hauptsächlich *Bodenfruchtbarkeit und -pflege*

Die Beurteilung des Waldbodens erfolgt nach folgenden Eigenschaften:

Physikalische Eigenschaften	<i>Lockerheit,</i> <i>Wasserhalt,</i> <i>Tiefgründigkeit</i>
Chemische Eigenschaften	<i>Nährstoffgehalt,</i> <i>Bodenreaktion (sauer, basisch oder neutral)</i>
Biologische Eigenschaften	<i>günstige Humusform durch Kleinlebewesen (Regenwürmer usw.),</i> <i>ungünstiger (untätiger) Rohhumus durch Überwiegen von Bakterien und Pilzen</i>

Mischwald und Monokultur – Licht- und Schattholz

Baumart	Schlagreife (Jahre)
.....
.....
.....

Früher bestanden unsere Wälder zum größten Teil aus gesundem

Im Mischwald leben mit- und nebeneinander

Diese Mischung zeigt auch eine unterschiedliche Wachstumshöhe, man unterscheidet zwischen

1

z.B.:

2

z.B.:

Die engen Lebensbeziehungen im Mischwald ermöglichen ein gesundes Leben aller Waldbewohner. Heute bestehen die meisten Wälder nur aus einer Baumart, man spricht von

oder

Der Mensch hat im Nutzungsverstand diese Reinbestände geschaffen. Sie bestehen meist aus schnellwüchsigen Holzarten.

Gesunde oder gefährdete Wälder

	meist lichtdurchlässiger, daher	meist lichtundurchlässiger (dunkler), daher
	durch aufgelockertes Kronendach	durch geschlossenes Kronendach
	durch Abstufung u. bessere Durchwurzelung	durch Gleichförmigkeit, besonders durch Überwiegen der Flachwurzler
	Waldstreu	Waldstreu
	Boden	Boden
	daher	daher

Hieraus ergibt sich:

Bei Mischwäldern stehen Schädlinge und ihre Vertilger

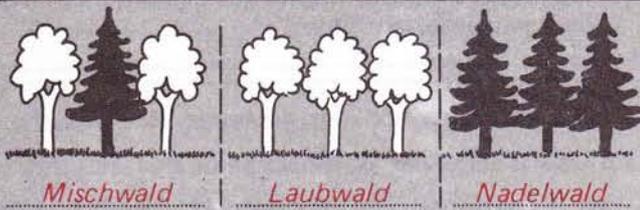
Diese Wälder sind gegenüber Insektengroßschäden

Merke:

Monokulturen sind besonders anfällig gegenüber

Merke:

Mischwald und Monokultur – Licht- und Schattholz



Baumart	Schlagreife (Jahre)
Fichte	80 – 100
Kiefer, Buche	100 – 120
Tanne	100 – 200
Eiche	100 – 300

Früher bestanden unsere Wälder zum größten Teil aus gesundem Mischwald

Im Mischwald leben mit- und nebeneinander Laub- und Nadelbäume

Diese Mischung zeigt auch eine unterschiedliche Wachstumshöhe, man unterscheidet zwischen

1 Lichtholzarten,

z.B.: Eiche, Lärche, Kiefer

2 Schattholzarten,

z.B.: Tanne, Buche

Die engen Lebensbeziehungen im Mischwald ermöglichen ein gesundes Leben aller Waldbewohner. Heute bestehen die meisten Wälder nur aus einer Baumart, man spricht von

Reinbestand

oder Monokultur

Der Mensch hat im Nutzungsverstand diese Reinbestände geschaffen. Sie bestehen meist aus schnellwüchsigen Holzarten.

Gesunde oder gefährdete Wälder

	Beim Mischwald (Mischkultur)	Beim Reinbestand (Monokultur)
Lichteinwirkung	meist lichtdurchlässiger, daher <u>viele Kräuter und Sträucher</u>	meist lichtundurchlässiger (dunkler), daher <u>kaum Kräuter und Sträucher</u>
Wasserhaushalt	durch aufgelockertes Kronendach <u>wasserdurchlässig</u>	durch geschlossenes Kronendach <u>wasserabweisend</u>
Wind einfluß	durch Abstufung u. bessere Durchwurzelung <u>selten Sturmschäden</u>	durch Gleichförmigkeit, besonders durch Überwiegen der Flachwurzler <u>häufig Sturmschäden</u>
Bodenqualität	Waldstreu <u>artenreich,</u> Boden <u>gut durchlüftet (lebt),</u> daher <u>nährstoffreich</u>	Waldstreu <u>artenarm,</u> Boden <u>untätig (steril),</u> daher <u>sauerstoff- und nährstoffarm</u>

Hieraus ergibt sich:

Bei Mischwäldern stehen Schädlinge und ihre Vertilger im Gleichgewicht

Diese Wälder sind gegenüber Insektengroßschäden stabiler

Merke: Mischwälder sind gesunde Wälder!

Monokulturen sind besonders anfällig gegenüber Windbruch,

Wildschäden,
Insektengroßschäden

Merke: Monokulturen sind gefährdete Wälder!

Von „Wald“ spricht man, wenn eine Anzahl von Bäumen durch Schaffung eines Eigenklimas eine Lebensgemeinschaft bildet.

Vom Urwald zum Wirtschaftswald

In früherer Zeit war der größte Teil Deutschlands bedeckt von

Aus Gründen der Holznutzung, Siedlungsraum- und Ackerlandgewinnung wurden diese vom Menschen lange Zeit raubbauähnlich

Erst im 15. – 18. Jahrhundert kam es durch die Landesherrn zu ersten Forstordnungen (anfangs aus jagdlichen Gründen). Der Raubbau wurde abgelöst durch eine

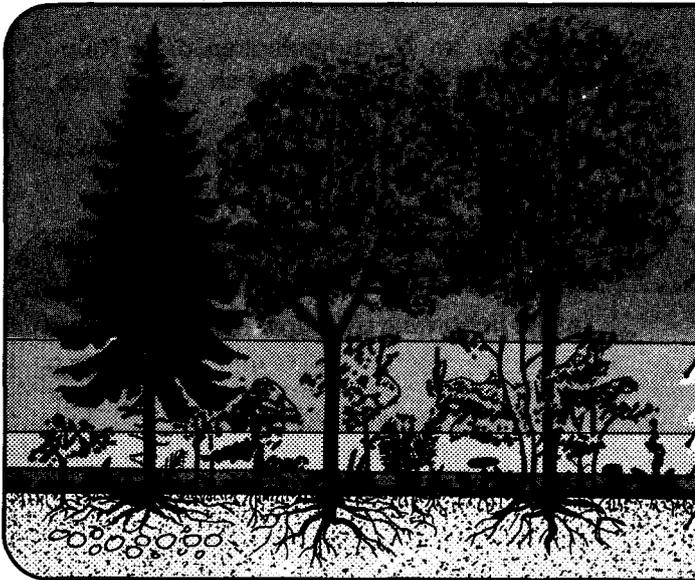
..... Aus Urwald entstand

Heute entfallen von der gesamten Bodenfläche in Deutschland auf Waldflächen noch

Die Funktionen des Waldes im Naturhaushalt sind vielgestaltig. Man unterscheidet zwischen:

Die Lehre vom Waldbau vermittelt das Wissen, wertvolle und gesunde Waldbestände kostengünstig heranzuziehen und nachhaltig zu bewirtschaften unter Berücksichtigung der Standortmöglichkeiten.

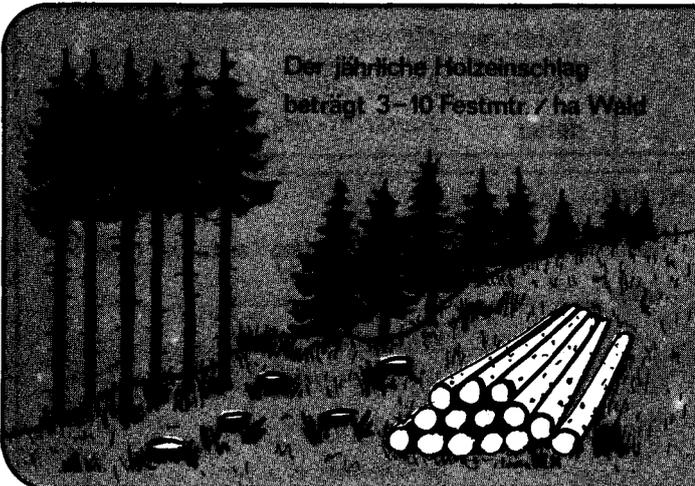
Nutzfunktionen des Waldes (1)



Lebensraum für Lebensgemeinschaften

Beim Biotop (Lebensraum) Wald unterscheidet man viele

Jedes dieser Stockwerke bietet einer Vielzahl von Tieren



Der Wald als Rohstofflieferant

Neben Eisen und Kohle ist das Holz einer der wichtigsten heimischen Rohstoffe. Der Wald liefert mit seinen Bäumen

sowie Rohstoffe für die

Er verhilft dem Menschen zu

Immer mehr wird in der modernen Architektur auf den Rohstoff Holz zurückgegriffen in Form von Bauholz und als Dekorationsmittel.

Von „Wald“ spricht man, wenn eine Anzahl von Bäumen durch Schaffung eines Eigenklimas eine Lebensgemeinschaft bildet.

Vom Urwald zum Wirtschaftswald

In früherer Zeit war der größte Teil Deutschlands bedeckt von Urwäldern

Aus Gründen der Holznutzung, Siedlungsraum- und Ackerlandgewinnung wurden diese vom Menschen lange Zeit raubbauähnlich geordnet

Erst im 15. – 18. Jahrhundert kam es durch die Landesherren zu ersten Forstordnungen (anfangs aus jagdlichen Gründen). Der Raubbau wurde abgelöst durch eine geregelt

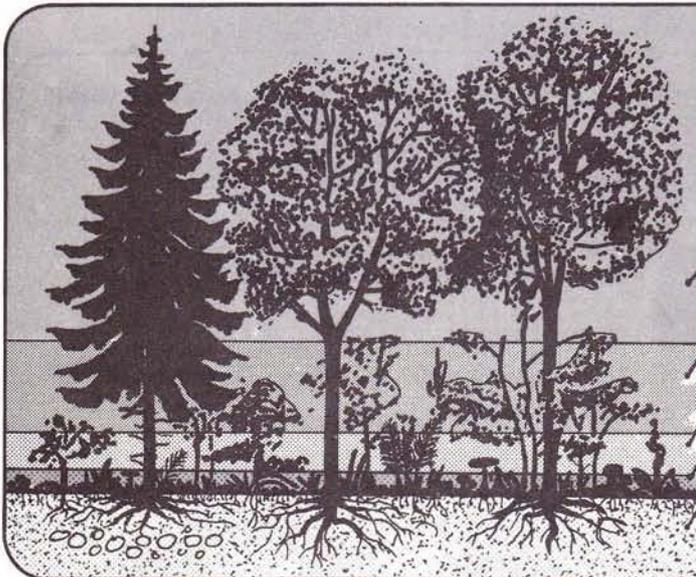
Forstwirtschaft. Aus Urwald entstand Wirtschaftswald (Forst)

Heute entfallen von der gesamten Bodenfläche in Deutschland auf Waldflächen noch ca. 30 %

Die Funktionen des Waldes im Naturhaushalt sind vielgestaltig. Man unterscheidet zwischen: Nutzfunktionen, Schutzfunktionen, Erholungs- und Sonderfunktionen

Die Lehre vom Waldbau vermittelt das Wissen, wertvolle und gesunde Waldbestände kostengünstig heranzuziehen und nachhaltig zu bewirtschaften unter Berücksichtigung der Standortmöglichkeiten.

Nutzfunktionen des Waldes (1)



Lebensraum für Lebensgemeinschaften

Beim Biotop (Lebensraum) Wald unterscheidet man viele Stockwerke:

Baumschicht

Strauchschicht

Krautschicht

Moosschicht

Wurzelschicht

Jedes dieser Stockwerke bietet einer Vielzahl von Tieren Nahrung, Brutraum, Schutzraum



Der jährliche Holzeinschlag beträgt 3–10 Festmtr. / ha Wald

Der Wald als Rohstofflieferant

Neben Eisen und Kohle ist das Holz einer der wichtigsten heimischen Rohstoffe. Der Wald liefert mit seinen Bäumen

Nutzholz und Brennholz

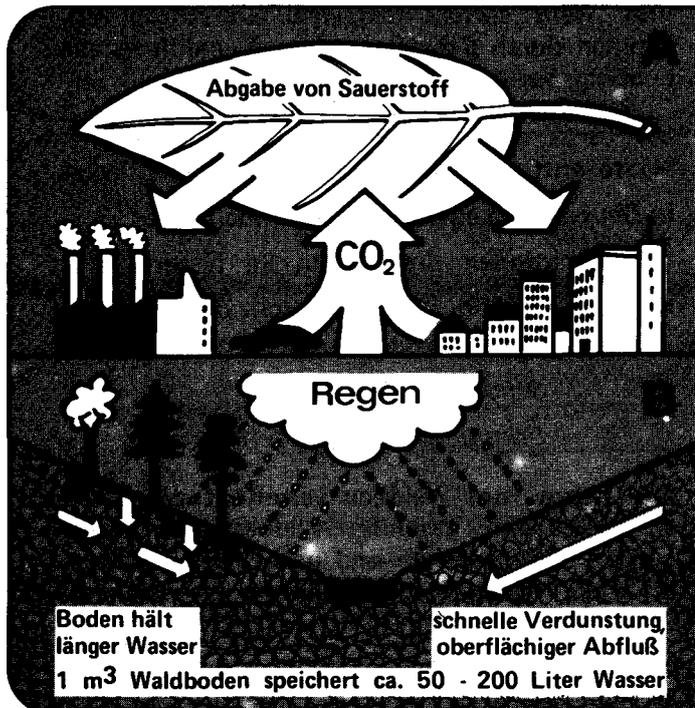
sowie Rohstoffe für die Papierherstellung

Er verhilft dem Menschen zu

Arbeit, Einkommen, Vermögen

Immer mehr wird in der modernen Architektur auf den Rohstoff Holz zurückgegriffen in Form von Bauholz und als Dekorationsmittel.

Nutzfunktionen des Waldes (2)



Weitere Nutzfunktionen

A Grüne Pflanzen bilden die Grundlage allen Lebens. Der Wald reinigt mit Hilfe seiner

..... die Luft von und reichert sie an mit

B Der Wald, insbesondere der mit seiner Humusschicht, ist in der Lage, Wasser zu

Die Abgabe des Wassers an Luft, Bäche, Flüsse erfolgt

Der Wald sorgt demnach für einen

Merke: Die Erhaltung von Schutzwäldern ist gesetzlich abgesichert!

Schutzfunktionen des Waldes

Die moderne Forstwirtschaft ist bestrebt, einen funktionsgerechten Waldbau zu betreiben. Jeder Wald hat standortbedingte Schutzfunktionen zu übernehmen. Man unterscheidet zwischen:

- Aufgabe: Reinerhaltung von Grund- und Oberflächenwasser sowie Sicherung einer gleichmäßigen Wasserabgabe (Wasserspeicher)
- Aufgabe: Schutz von eigenen oder benachbarten Bodenflächen vor Bodenverwehung, Humusschwund, Erosion, Verrutschungen usw.
- Aufgabe: Schutz von Sonderkulturen, Wohn- und Erholungsgebieten vor Kaltluft, Wind und mangelndem Luftaustausch
- Aufgabe: Abschirmung von Wohn- und Erholungsgebieten sowie Landschaftsschutzgebieten vor Lärm (Verkehrslärm, Fabrikalärm)
- Aufgabe: Abschirmung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Erholungs- und Wohngebieten vor der Einwirkung von Rauch, Gasen, Gerüchen usw.
- Aufgabe: Schutz von Verkehrswegen vor Seitenwind, Schneeverwehungen, Steinschlag, Bodenverrutschungen usw.
- Aufgabe: Verhindern der Lawinenbildung und Festhalten von Schneedecken (Schneebrettern) und abgehenden Lawinen
- Aufgabe: „Verblendung“ unschöner und landschaftsbildstörender Objekte, z.B.: Kiesgruben, Steinbrüche, Fabrikanlagen

Erholungs- und Sonderfunktionen des Waldes

Der Wald hat große Bedeutung für den Menschen, besonders für seine

Er bietet dem Menschen

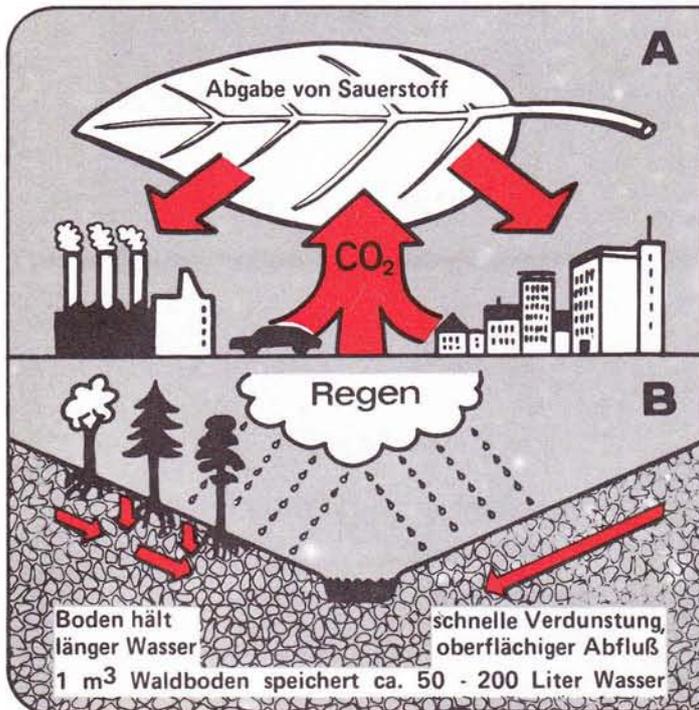
Dies hat der Gesetzgeber durch ein eigenes Gesetz unterstrichen:

Merke: Auf die Wohlfahrt- und Erholungswirkungen hat

Der Wald ist auch unentbehrlich zur Erhaltung bestimmter

Er hat demnach auch eine

Nutzfunktionen des Waldes (2)



Weitere Nutzfunktionen

A *Luftreinigung*

Grüne Pflanzen bilden die Grundlage allen Lebens.

Der Wald reinigt mit Hilfe seiner

Blätter und Nadeln

die Luft von *Staub, Ruß und Abgasen*

und reichert sie an mit *Sauerstoff*

B *Wasserspeicherung*

Der Wald, insbesondere der *Waldboden*

mit seiner Humusschicht, ist in der Lage, Wasser zu

speichern u. zu filtrieren

Die Abgabe des Wassers an Luft, Bäche, Flüsse erfolgt

langsam u. gleichmäßig

Der Wald sorgt demnach für einen

gesunden Wasserhaushalt

Merke: Die Erhaltung von Schutzwäldern ist gesetzlich abgesichert!

Schutzfunktionen des Waldes

Die moderne Forstwirtschaft ist bestrebt, einen funktionsgerechten Waldbau zu betreiben. Jeder Wald hat standortbedingte Schutzfunktionen zu übernehmen. Man unterscheidet zwischen:

- *Wasserschutzwald*

Aufgabe: Reinerhaltung von Grund- und Oberflächenwasser sowie Sicherung einer gleichmäßigen Wasserabgabe (Wasserspeicher)

- *Bodenschutzwald*

Aufgabe: Schutz von eigenen oder benachbarten Bodenflächen vor Bodenverwehung, Humusschwund, Erosion, Verrutschungen usw.

- *Klimaschutzwald*

Aufgabe: Schutz von Sonderkulturen, Wohn- und Erholungsgebieten vor Kaltluft, Wind und mangelndem Luftaustausch

- *Lärmschutzwald*

Aufgabe: Abschirmung von Wohn- und Erholungsgebieten sowie Landschaftsschutzgebieten vor Lärm (Verkehrslärm, Fabrikalärm)

- *Immissionsschutzwald*

Aufgabe: Abschirmung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Erholungs- und Wohngebieten vor der Einwirkung von Rauch, Gasen, Gerüchen usw.

- *Straßenschutzwald*

Aufgabe: Schutz von Verkehrswegen vor Seitenwind, Schneeverwehungen, Steinschlag, Bodenverrutschungen usw.

- *Lawinenschutzwald*

Aufgabe: Verhindern der Lawinenbildung und Festhalten von Schneedecken (Schneebrettern) und abgehenden Lawinen

- *Sichtschutzwald*

Aufgabe: „Verblendung“ unschöner und landschaftsbildstörender Objekte, z.B.: Kiesgruben, Steinbrüche, Fabrikanlagen

Erholungs- und Sonderfunktionen des Waldes

Der Wald hat große Bedeutung für den Menschen, besonders für seine *Gesundheit*

Er bietet dem Menschen *Ruhe,*

Erholung und Naturgenuß

Dies hat der Gesetzgeber durch ein eigenes Gesetz unterstrichen: *Bundeswaldgesetz v. 8.5.75*

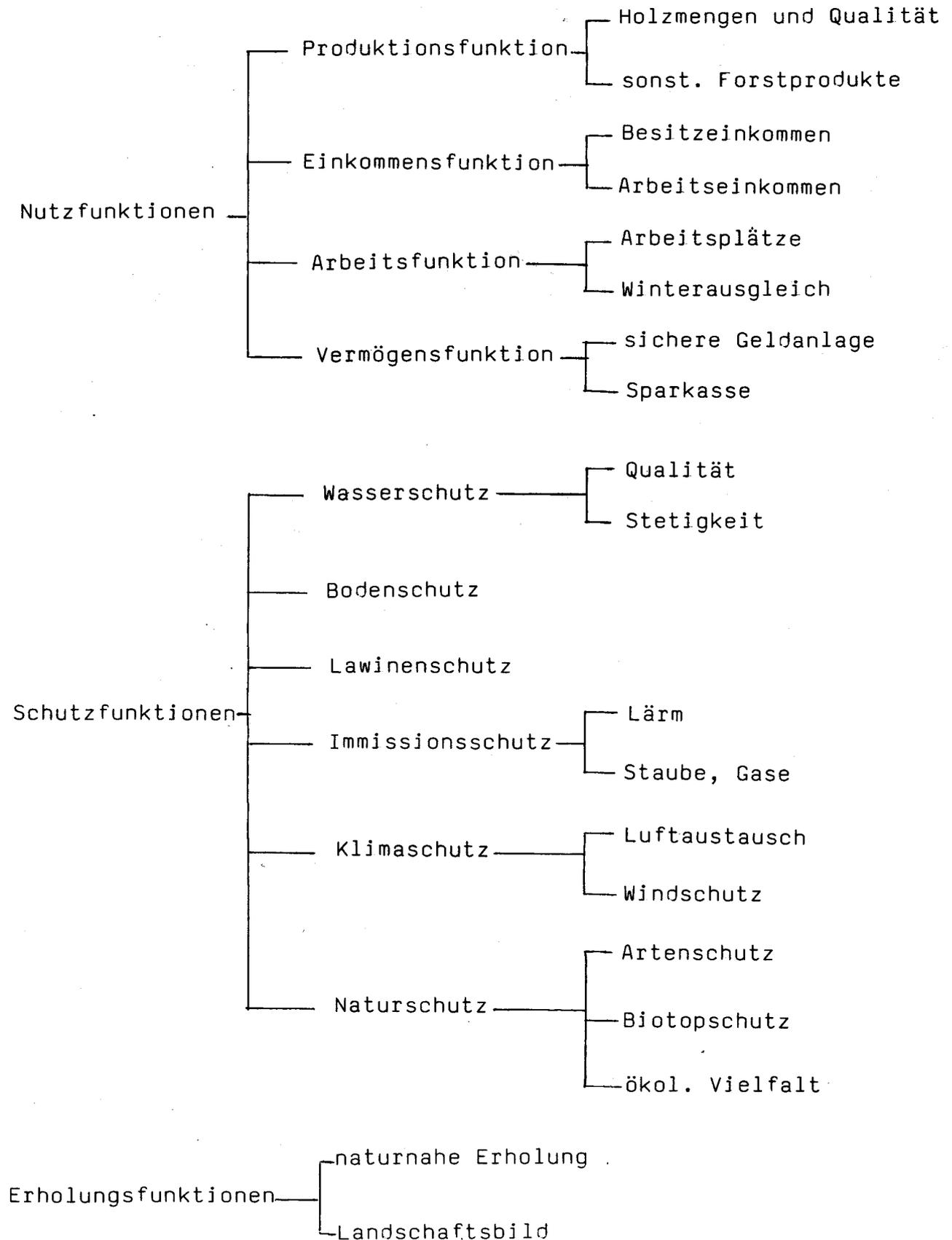
Merke: Auf die Wohlfahrt- und Erholungswirkungen hat *jeder Anspruch*

Der Wald ist auch unentbehrlich zur Erhaltung bestimmter *Landschaftsbilder*

Er hat demnach auch eine

landschaftsgestaltende Funktion

ÜBERSICHT ÜBER WALDFUNKTIONEN



3.RETTET DIE WÄLDER !*

Gegenmaßnahmen

Wie krank sind die Wälder?

Fichte - gesund und krank

Der 'Saure Regen'

Der Tod einer Tanne

Bodenversauerung

Verursacher/Positives Szenario 2000

Wirbelschichtfeuerung/Kraftwärmekopplung

Rauchgasentschwefelung

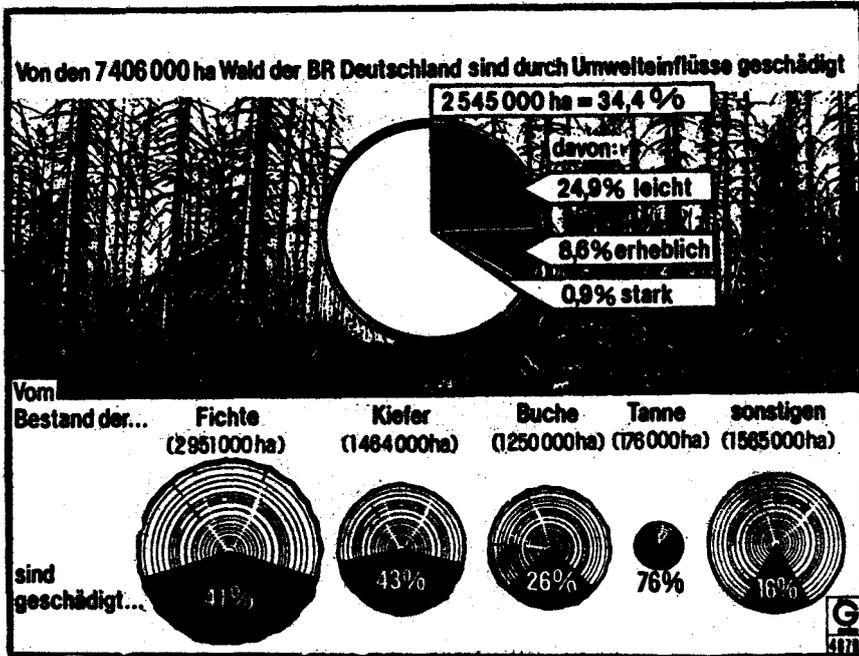
Zusammenfassung

*Siehe auch: Lutz Stäudel: Saurer Regen. Soznat Materialien für den Unterricht Band 10. 2. vollst. überarb. u. erw. Auflage. Marburg 1984.

GEGENMASSNAHMEN

- * Das Waldsterben nimmt dramatisch zu: man schätzt, daß die bundesrepublikanischen Wälder heute schon zu etwa 30 -50 % geschädigt sind, ein Ende des Waldsterbens ist nicht abzusehen und ohne Gegenmaßnahmen auch nicht möglich.
- * Das Waldsterben ist eine komplexe Krankheit. Die Hauptursache sind Saure Niederschläge: Schwefeldioxidemissionen sowie in geringerem Ausmaß auch Emissionen von Stickoxiden und Schwermetallen.
- * Hauptverantwortlich für den (Fern-)Transport der Schadstoffe und für das Waldsterben sind die Emissionen aus den Hochschornsteinen der Kraftwerke, Fernheizwerke und Industriefeuerungen. Demgegenüber verbleiben die Emissionen der Haushalte, des Kleingewerbes und der Kraftfahrzeuge im Nahbereich der Emissionsquelle.
- * In der BRD werden jährlich ca. 3,6 Millionen Tonnen Schwefeldioxid und 3,1 Millionen Stickoxide emittiert. Ca. 3/4 des Schwefeldioxids und 2/5 der Stickoxide kommen aus Kraftwerken, Fernheizwerken und Industriefeuerungen. Innerhalb dieser Großfeuerungsanlagen kommt wiederum der größte Teil aus Steinkohlekraftwerken.
- * Die BRD 'importiert' unfreiwillig etwa soviel Schwefeldioxid, wie sie unfreiwillig 'exportiert'.
- * Die Schwefeldioxid-Emissionen stagnieren im gesamten. Innerhalb eines Bereichs der für das Waldsterben relevanten Großfeuerungsanlagen nehmen sie aber zu.
Die Stickoxid-Emissionen nehmen insgesamt zu. Aufgrund der Wirkungsweise der Sauren Niederschläge werden die Wälder auch bei gleichbleibenden (oder leicht verminderten) Emissionen weiter sterben.
- * Die Sauren Niederschläge (Schwefeldioxid und dessen Reaktionsprodukte) wirken dreifach auf die Bäume ein:
Als Gas und Säure direkt auf die oberirdischen Teile der Bäume und indirekt über die Bodenversauerung. In Mitteleuropa gelangen ca. 2/3 der Schwefelniederschläge 'trocken' auf die Erdoberfläche, der Rest durch 'nasse' Niederschläge (sog. Saurer Regen). Zur Gesamtversauerung trägt das Schwefeldioxid 60-70% bei, die Stickoxide 30-40%.
- * Langfristig gesehen ist die Bodenversauerung besonders problematisch, da sie - zumindest großflächig - nicht rückgängig zu machen ist.
- * Nicht gänzlich abzuschätzen ist die Bedeutung der Schwermetalle. Langfristig gesehen bildet die Anhäufung von Schwermetallen im Boden und die 'Auswaschung' durch Saure Niederschläge eine Gefährdung des Grundwassers.
- * Saure Niederschläge schädigen auch die menschliche Gesundheit. Außerdem rufen sie Seesterben wie in Skandinavien hervor und zerstören Denkmäler und das Gestein von anderen Bauten.

WIE KRANK SIND DIE WÄLDER?



Aus: Oberhessische Presse Februar 1984.

ERGEBNIS: BETR.: FORSTAMTSBEREICH KIRCHHAIN (KREIS MARBURG-BIEDENKOPF)

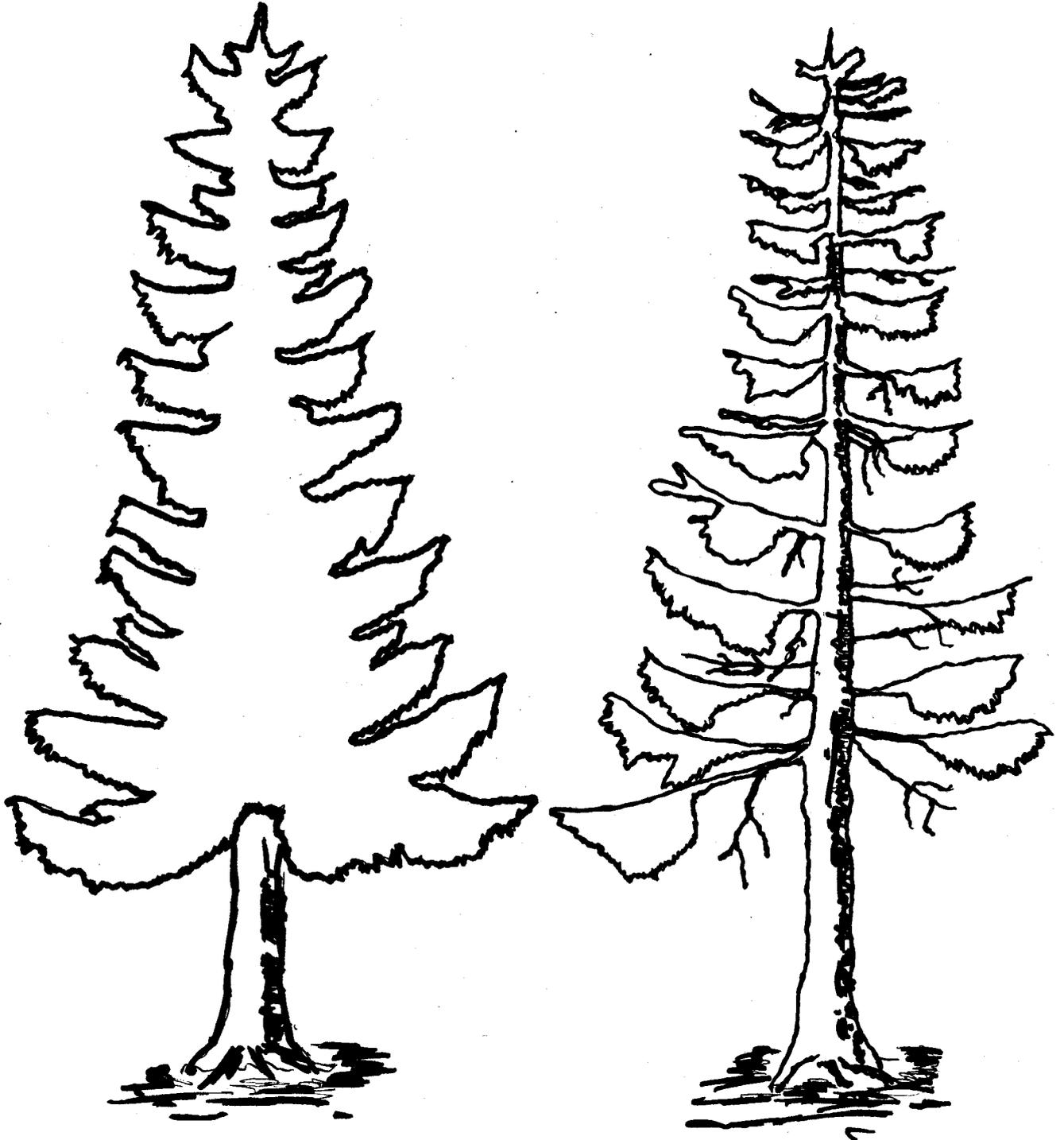
Die Durchschnittswerte der 86 "15-Baum-Stichproben" zeigen folgende Verteilung:

Grad der Schädigung	gesund	Übergang	kränkelnd	Übergang	kränk	Übergang	absterbend
Durchschnittswert von - bis	1,0 - 1,2	1,3 - 1,7	1,8 - 2,2	2,3 - 2,7	2,8 - 3,2	3,3 - 3,7	3,8 - 4,0
Anzahl der so eingestuftten Bestände	1	6	20	36	19	4	0
in %	1%	7%	23%	42%	22%	5%	0%

Der Durchschnittswert für das gesamte Forstamt beträgt: 2,45 = Übergang zwischen kränkelnd und krank.

Die Durchschnittswerte für Bereiche mit verschiedenen Grundgesteinen betragen:

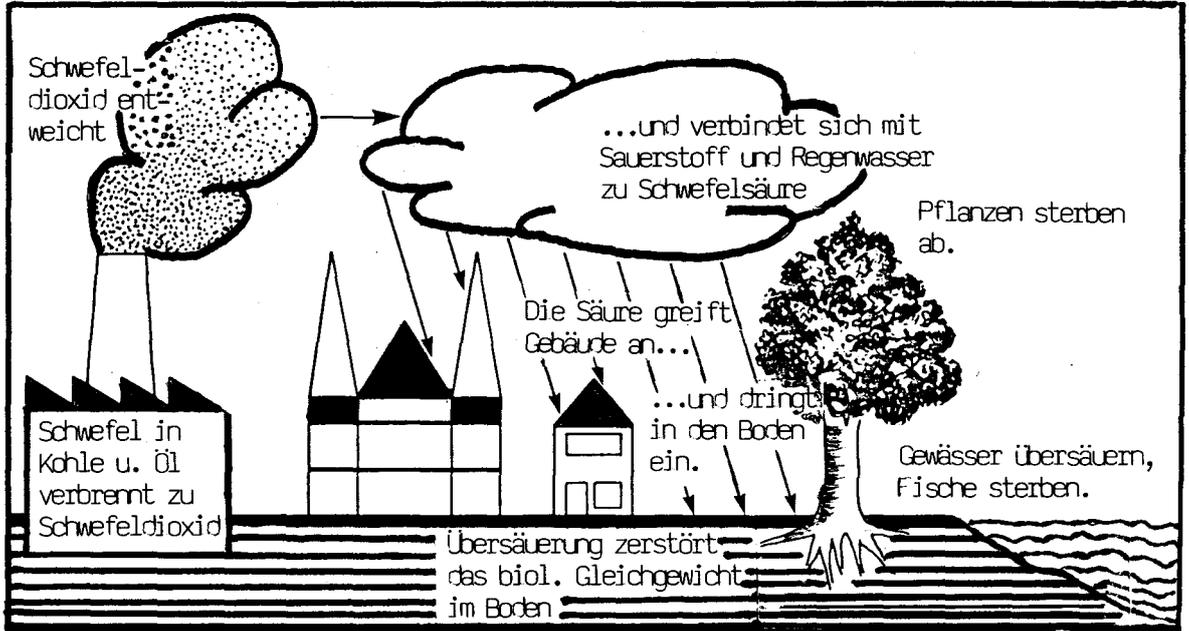
- basaltbeeinflusste Böden: 2,10 = kränkelnd
- tertiäre Sand und Tone : 2,54 = Übergang kränkelnd/krank
- Buntsandsteinböden : 2,60 = Übergang kränkelnd/krank

FICHTE - GESUND UND KRANK

Male die beiden Fichten-Bäume aus und beschreibe die Unterschiede.

DER 'SAURE REGEN'

Wirkungsweise



Schwefel - woher?

Emissionen von Schwefeldioxid 1980 in 1000 Tonnen	
Kraftwerke, Heizwerke	: 2060
Industrie	: 1024
Haushalte, Kleingewerbe	: 310
Verkehr	: 75

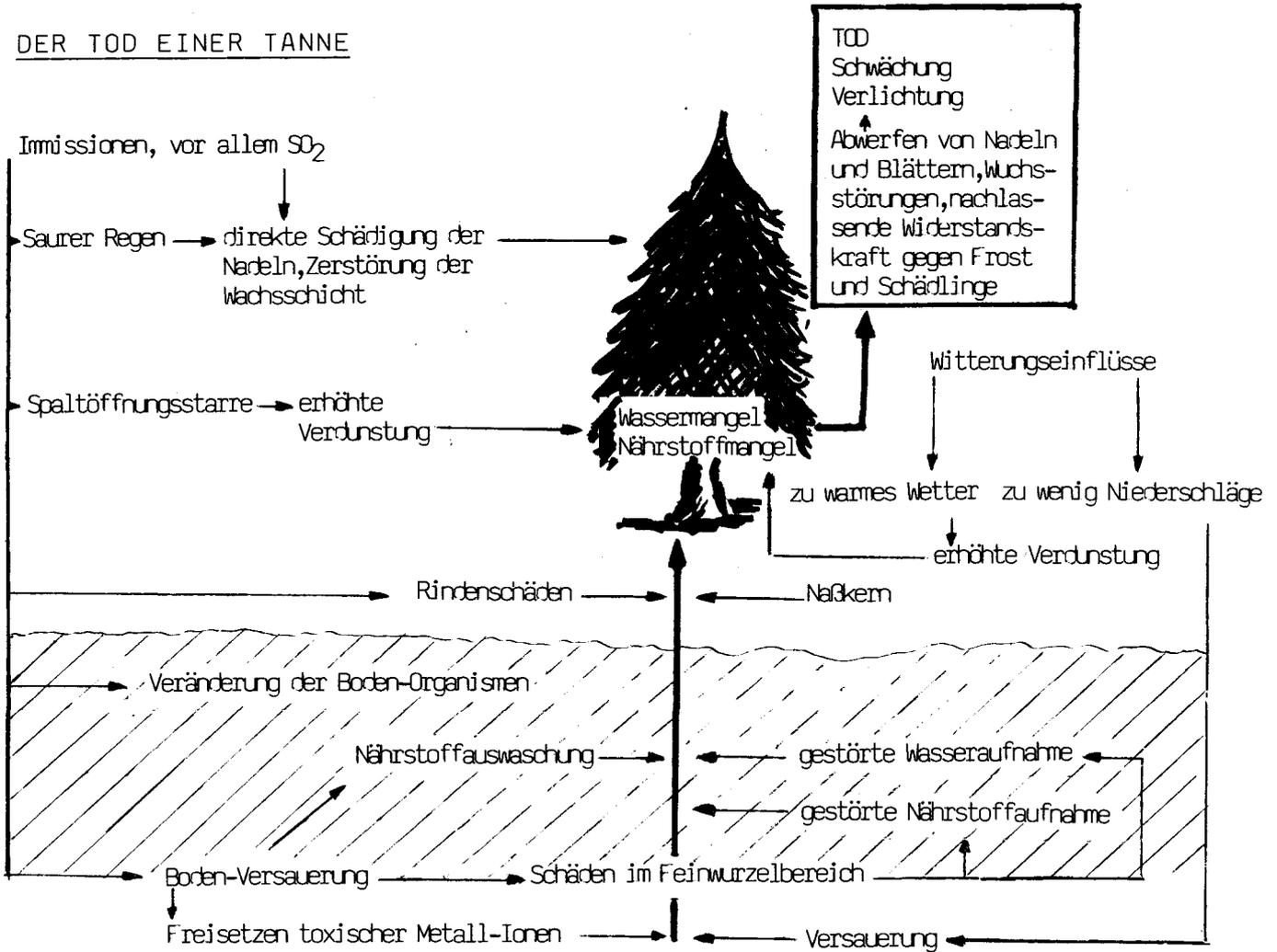
Umweltbelastung durch Schwefel-Immissionen

	Gesamter Schwefelniederschlag im Jahr 1978 (in t)	Davon stammen aus: inländischen Quellen (in %)	Bundesrepublik Deutschland (in %)
Bundesrepublik Deutschland	1 530 000	50	
Polen	1 462 000	46	1
Frankreich	1 424 000	58	9
Jugoslawien	1 140 000	63	2
CSSR	1 107 000	41	6
Norditalien	1 065 000	85	2
Großbritannien/Irland	897 000	92	2
DDR	817 000	59	19
Österreich	314 000	17	16
Belgien/Luxemburg	206 000	26	17
Niederlande	199 000	24	23
Schweiz	134 000	13	13
Dänemark	117 000	37	15

Schätzung des Stanford Research Institute (USA), erstellt im Auftrag des Umweltbundesamts in Berlin.

Aus: Bild der Wissenschaft Heft 12/1982.

DER TOD EINER TANNE



Nach: Bild der Wissenschaft Heft 12/1982.

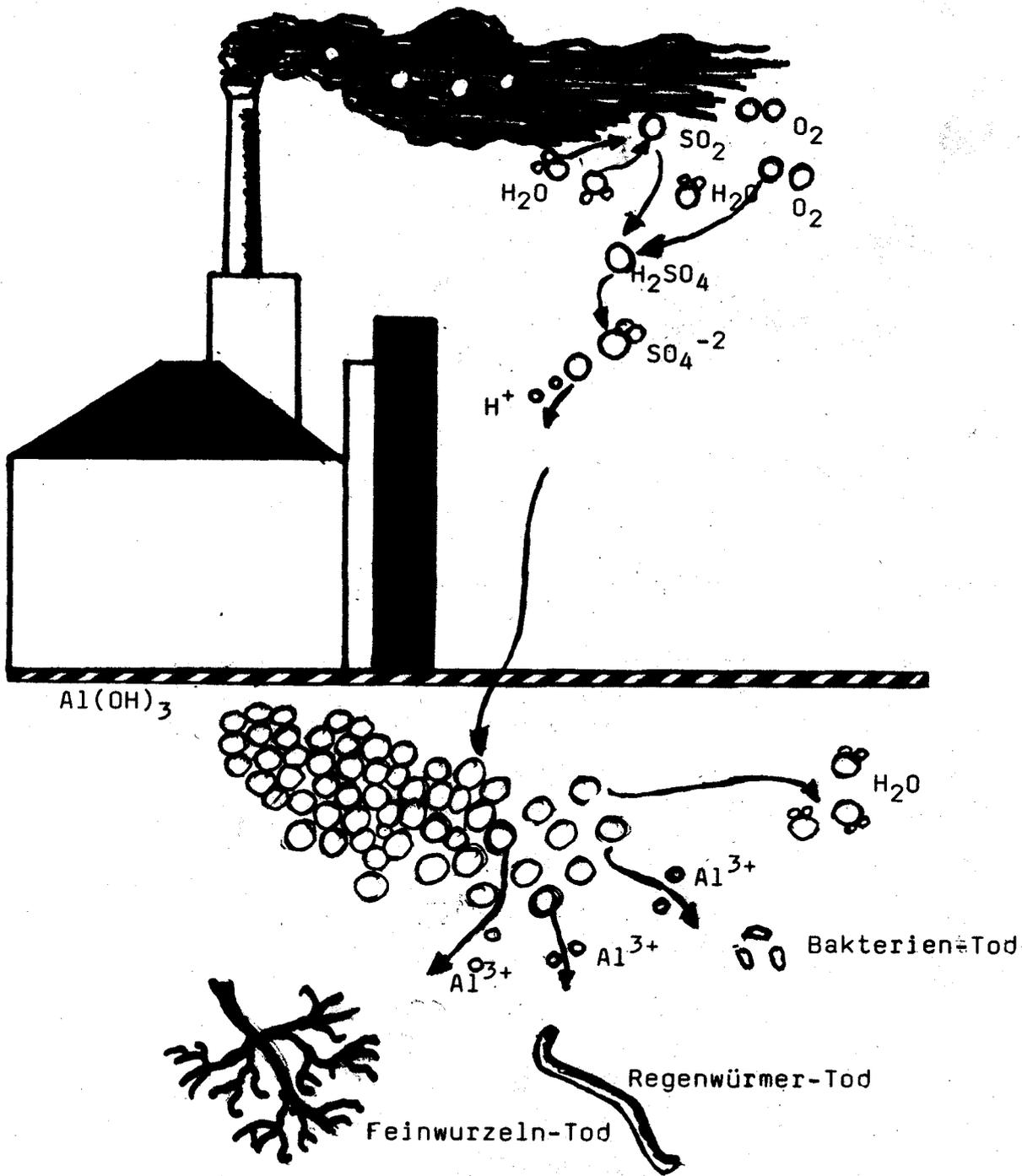
Der Wald in den Bundesländern

	Waldfläche (in km ²)	Waldanteil an der Gesamtfläche (in%)	davon (in %)				
			Tanne	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
Bayern	24 700	35	3	48	26	10	5
Baden-Württemberg	13 000	37	10	44	10	20	7
Niedersachsen	9 500	30	x	22	50	18	7
Nordrhein-Westfalen	8 750	25	x	45	15	27	13
Hessen	8 300	41	x	31	24	34	11
Rheinland-Pfalz	8 070	40	x	37	21	26	16
Schleswig-Holstein	1 370	9	x	37	19	23	11
Saarland	850	33	x	28	7	26	24
Bundesrepublik Deutschland	74 540	29	2	40	27	23	8

x: Die Weißtanne hat nur in den beiden südlichsten Bundesländern einen nennenswerten Anteil am Wald. Die vereinzelt auftretenden Tannen wurden deshalb der Fichtenfläche zugerechnet. Ähnlich wurden in einigen Fällen Douglasien den Fichten, Lärchen den Kiefern und sonstige Laubbäume den Buchen zugeordnet.

Aus: B. Ulrich. Bild der Wissenschaft Heft 12/1982.

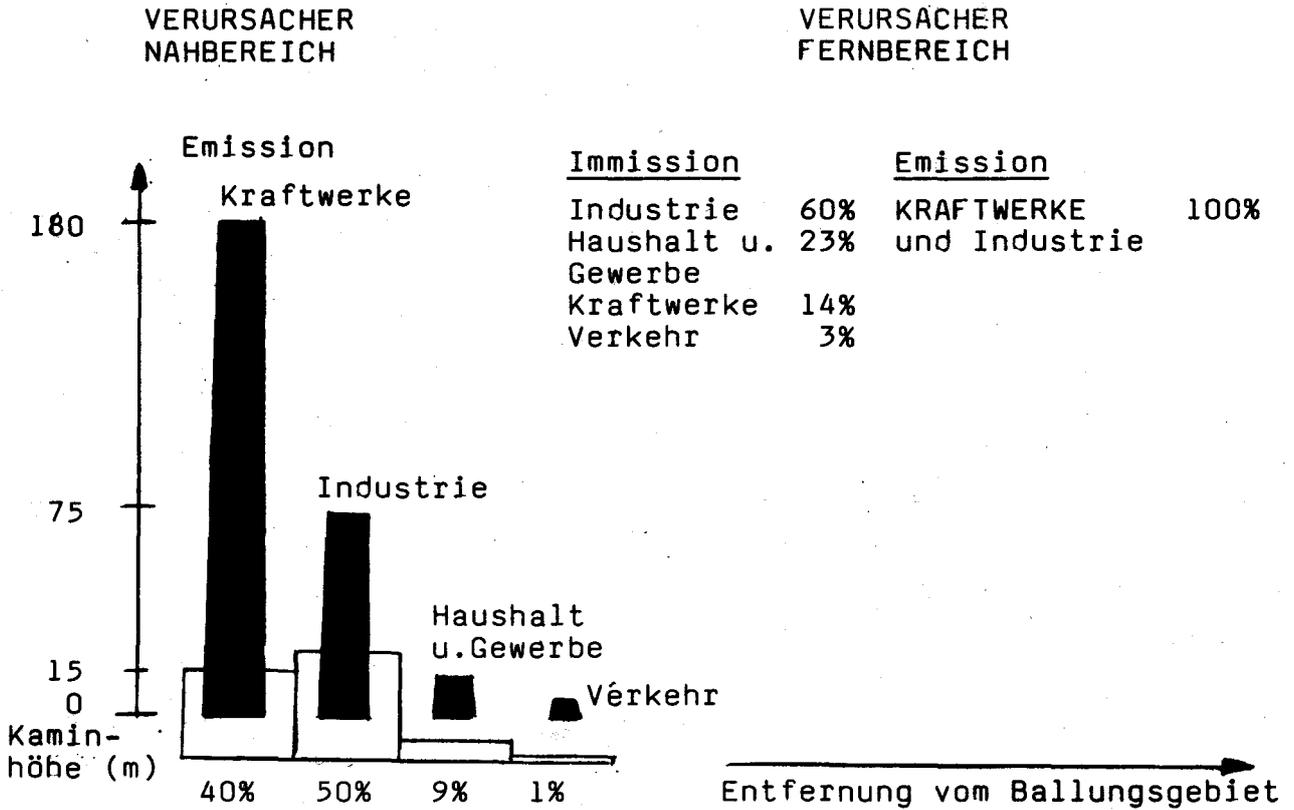
BODENVERSÄUERUNG



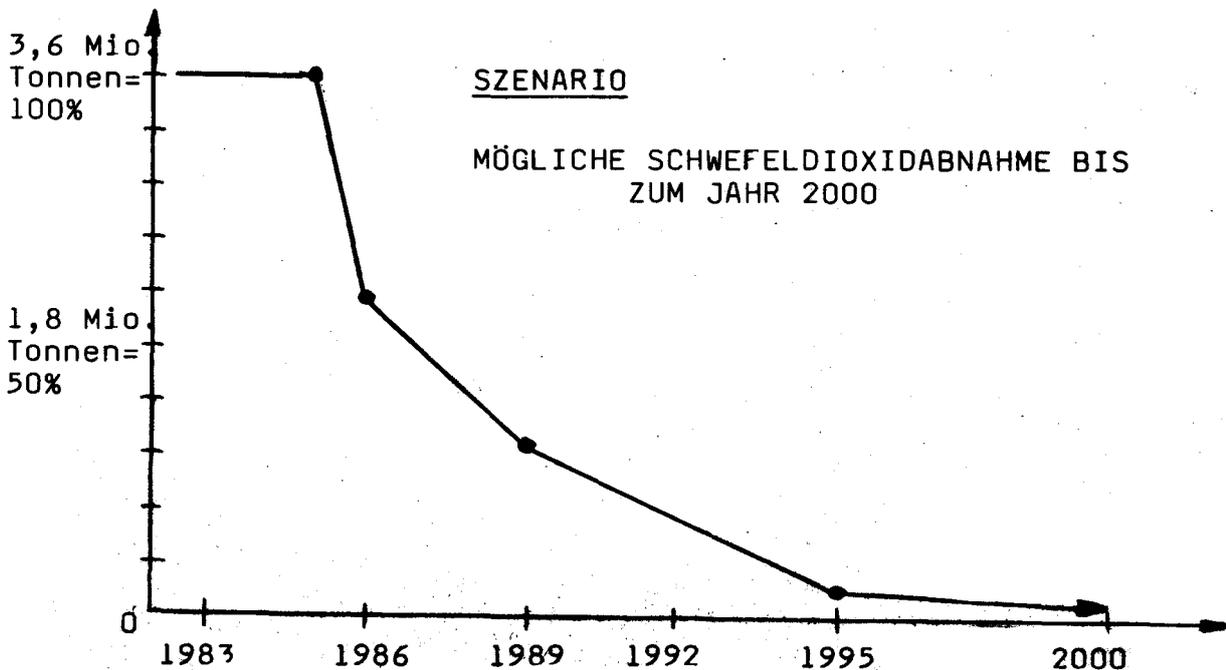
Das bei Verbrennungsprozessen freigesetzte Gas Schwefeldioxid (SO_2) löst sich in Wassertröpfchen (H_2O) und reagiert mit Sauerstoff (O_2) zu Schwefelsäure (H_2SO_4). Ähnlich wird aus den Stickoxiden Salpetersäure (HNO_3). Die Säuren (genauer die Wasserstoffionen H^+) wirken auf Lebewesen nicht so sehr direkt ein wie über die Freisetzung von giftigen Metall-Ionen. In erster Linie ist hier Aluminium zu nennen. Aluminium ist mit 8 % der Erdkruste das häufigste Metall und kommt in allen Böden in großer Menge vor. Es ist normalerweise in Mineralien mit Sauerstoff verbunden und in dieser Form unschädlich.

Bei Säurestärken mit einem pH-Wert unter 5 lösen sich diese Mineralien auf und setzen das für viele Pflanzen, Bakterien und Tiere giftige Aluminium-Ion Al^{3+} frei. Dieser Vorgang führt dazu, daß sich das Leben aus dem versauerten Boden mehr und mehr zurückzieht.

VERURSACHER/POSITIVES SZENARIO 2000

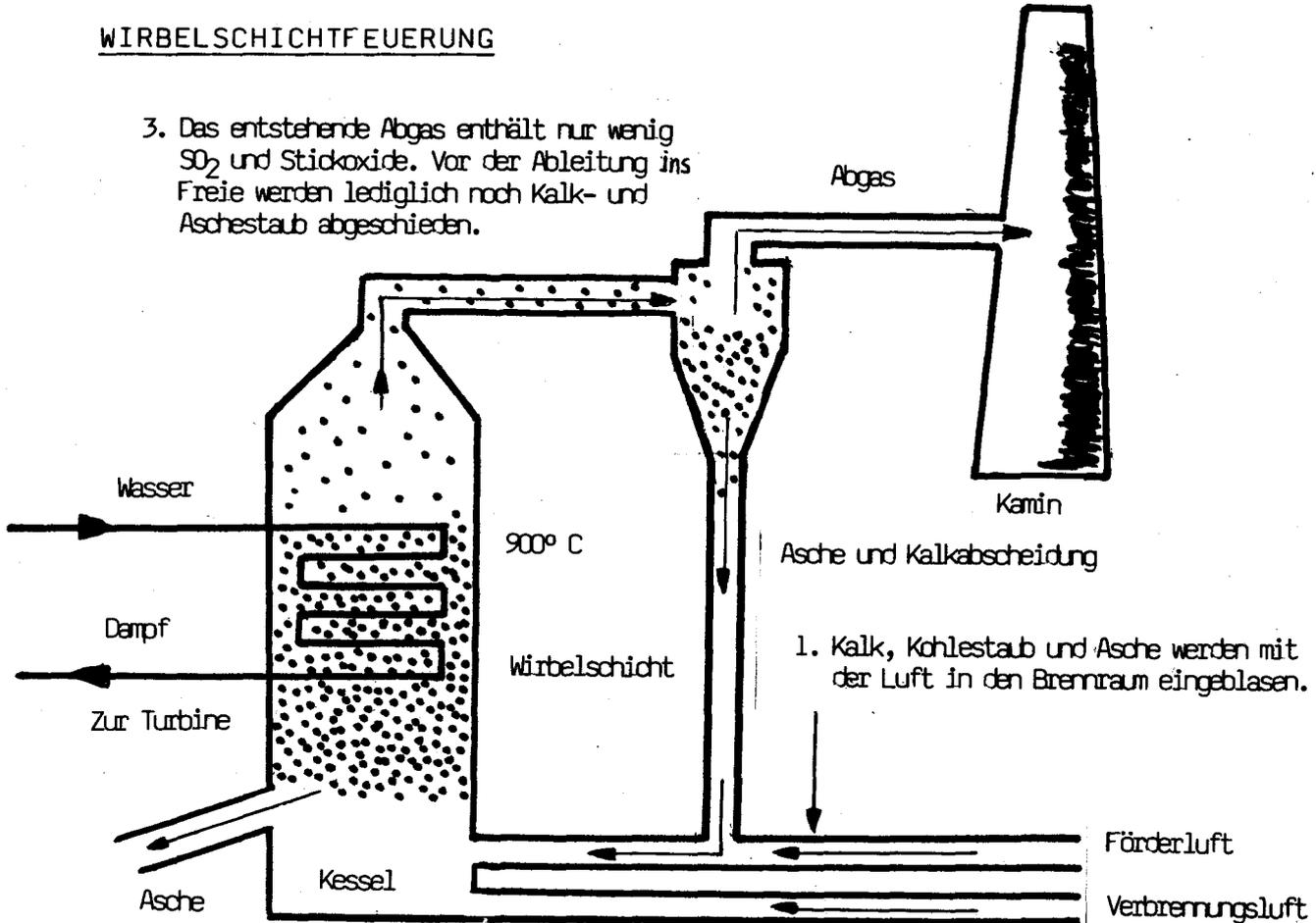


In einem Ballungsgebiet wie dem Ruhrgebiet stammen 40% des emittierten Schwefeldioxid aus Kraftwerken, 50% aus Industriebetrieben. Je nach Höhe der Schornsteine wird es im Nah- und Fernbereich, d.h. innerhalb oder außerhalb des Ballungsgebietes, verteilt. So kommt es, daß der Anteil an den Immissionen aus Kraftwerken im Nahbereich relativ gering ist (14%), da durch die sehr hohen Schornsteine das Schwefeldioxid weiträumiger verteilt wird und Kraftwerke daher die Hauptverursacher für die Immission im fernbereich sind.



WIRBELSCHICHTFEUERUNG

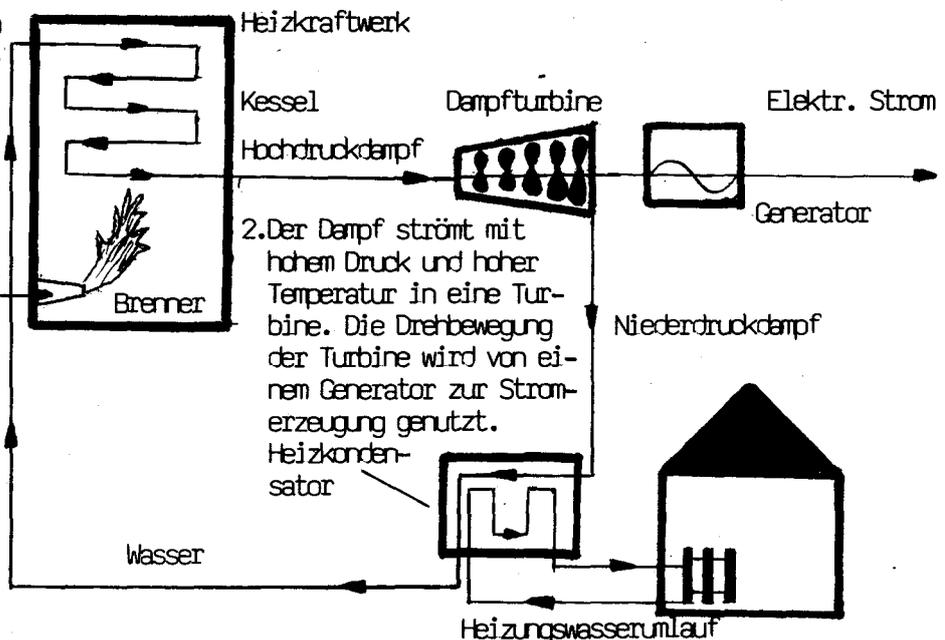
3. Das entstehende Abgas enthält nur wenig SO₂ und Stickoxide. Vor der Ableitung ins Freie werden lediglich noch Kalk- und Aschestaub abgeschieden.



2. Die von unten zugeführte Verbrennungsluft hält die feinen Kohle-, Kalk- und Asche- teilchen in Schwebelage. Die Kohleteilchen verbrennen in Kontakt mit den glühenden Asche- und Kalkteilchen sehr schnell und bei niedriger Temperatur (900° C). Bei dieser niedrigen Temperatur entstehen nur wenig Stickoxide. Gleichzeitig wird das entstehende Schwefeldioxid sofort von den Kalkteilchen gebunden.

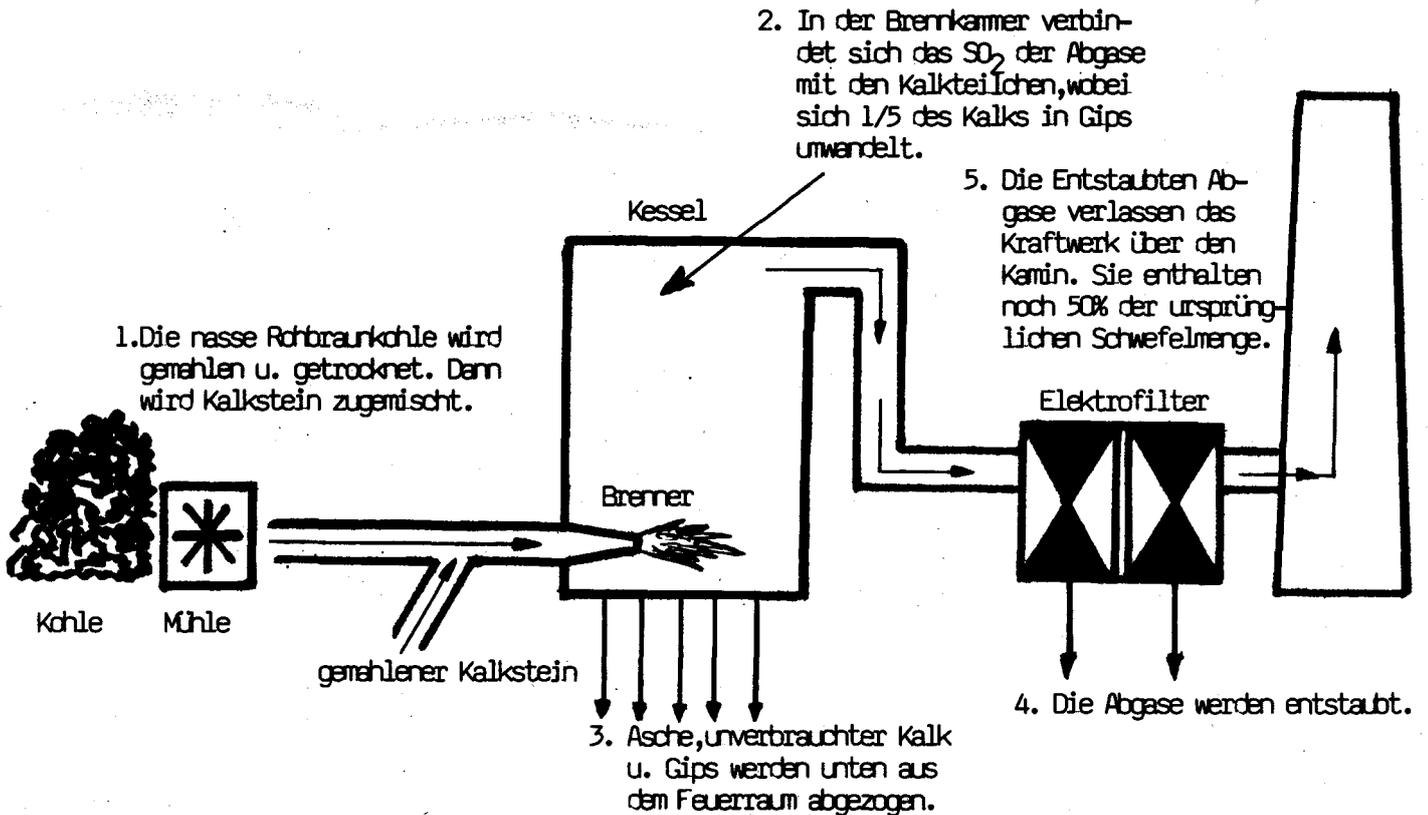
SCHEMA DER KOPPLUNG VON WÄRME- UND STROMERZEUGUNG

1. Kohle u. Heizöl werden im Heizkraftwerk verbrannt. Mit der vom Brenner erzeugten Wärme wird Wasser verdampft.



3. Der Dampf, der aus der Turbine austritt, hat zwar einen viel niedrigeren Druck u. eine niedrigere Temperatur als der einströmende Dampf, aber er besitzt noch 2/3 seiner Wärmeenergie. Diese Wärme wird ihm vom kalten Wasser entzogen, das aus den Heizkörpern der Haushalte kommt. Das warme Wasser fließt zur Heizung zurück in die Haushalte. Der Dampf aus der Turbine kondensiert u. fließt als Wasser zurück zum Heizkraftwerk.

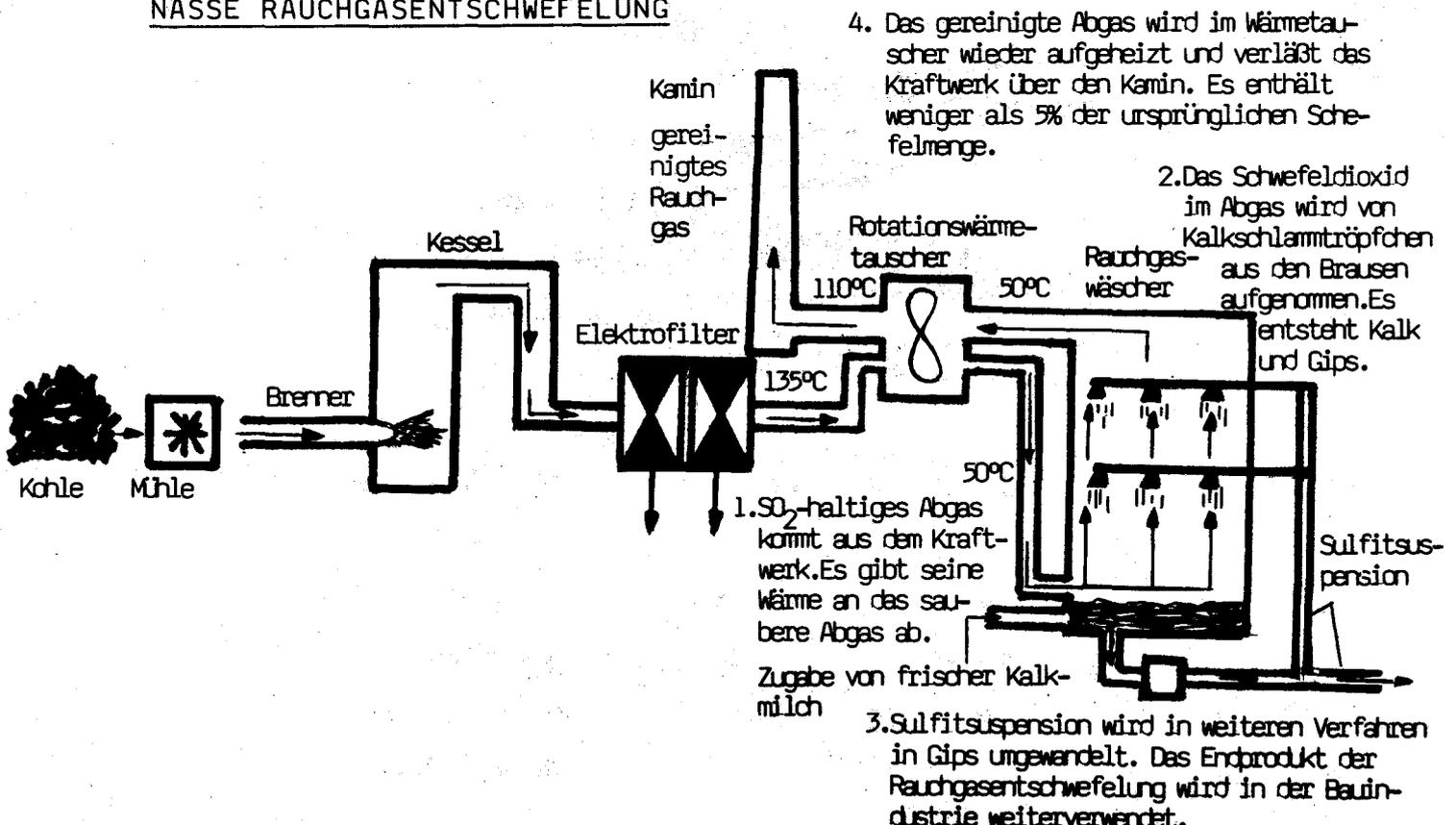
TROCKENE RAUCHGASENTSCHWEFELUNG BEI BRAUNKOHLE TROCKEN-ADDITIV-VERFAHREN



VORTEILE: Geringe Investitionskosten, da kaum Zusatzausrüstung notwendig. Auch bestehende alte Kraftwerke können leicht 'nachgerüstet' werden.

NACHTEILE: Relativ geringer Entschwefelungsgrad (nur 50%)! Der eingesetzte Kalkstein wird schlecht ausgenutzt. Kalk und Gips sind mit der Asche vermischt. Sie können daher nicht wieder verwendet werden, sondern werden in den ausgeklühten Braunkohletagebauen deponiert.

NASSE RAUCHGASENTSCHWEFELUNG



VORTEILE: Hoher Entschwefelungsgrad (über 95%). Endprodukt Gips kann weiterverwendet werden.

NACHTEILE: Hohe Investitionskosten. Anfall von zusätzlichem Abwasser.

ZUSAMMENFASSUNG: "WALD-STERBEN"

I. Ausmaß und Ursachen des Waldsterbens

1. Das Waldsterben nimmt eine dramatische Entwicklung: die bundesdeutschen Wälder sind bis zum heutigen Zeitpunkt minimal zu 10 Prozent, wahrscheinlich schon zu etwa 30 Prozent, geschädigt. Die Symptome des Waldsterbens, z. B. bei Nadelbäumen das Gelb- bzw. Braunfärben und Abfallen der Nadeln von innen her, die lichtere Krone oder bei Laubbäumen das Abfallen auch grüner Blätter schon im Sommer, lassen sich bereits vielerorts beobachten (es sei denn, die kranken Bäume werden frühzeitig herausgeschlagen, um das Holz noch verwerten zu können). Das Endstadium einer solchen Erkrankung ist im Erzgebirge, wo in großen Gebieten nur noch Baumruinen stehen, bereits Wirklichkeit.

Nach vorsichtigen Schätzungen einer Bund-Länder-Kommission wurde die geschädigte Waldfläche der Bundesrepublik im Juni '82 mit etwa 560 000 ha beziffert (das sind etwa acht Prozent der Waldfläche). Die Hauptschäden werden aus Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen gemeldet; die Tanne ist bereits in etwa 60 Prozent ihrer Bestände geschädigt, betroffen sind aber auch Fichte und Kiefer sowie Laubbäume. Der BUND schätzte die betroffene Waldfläche im Oktober 1982 auf mehr als zwei Millionen Hektar. Alle neueren regionalen Berichte lassen diese Schätzung mehr als berechtigt erscheinen.

2. Das Waldsterben ist eine Komplexkrankheit. Hauptursache sind trockene und nasse Niederschläge (Deposition) von Luftschadstoffen und deren Anreicherung (Akkumulation). Maßgeblichen Anteil haben daran saure Niederschläge aus Schwefeldioxid- und Stickstoffemissionen. Von zentraler Bedeutung sind auch Kombinationswirkungen mit anderen Luftschadstoffen (z. B. Schwermetalle), durch die Schäden in verstärktem Maß hervorgerufen werden.

Die Wälder sind komplizierte Ökosysteme, von daher verbietet sich ein monokausaler Erklärungsansatz – nicht jeder tote Baum ist ein Schwefeldioxidopfer. Nach den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen müssen als Primärursache Luftverunreinigungen, hier vor allem die bei der Verbrennung von Kohle und Öl freiwerdenden Gase Schwefeldioxid und Stickoxide gelten. Deren Schadwirkung kann durch die anderer Luftschadstoffe wie z. B. durch die von Ozon (vgl. unten) oder Fluorwasserstoff begleitet werden, sie kann sich bei Zusammenwirken mit bestimmten Luftschadstoffen (z. B. Schwermetalle) sogar noch verstärken. Durch klimatische (Trockenheit, Frost), biotische (Pilz- oder Bakterienbefall) und waldbauliche Faktoren sind die direkten und indirekten Wirkungen der Schadstoffbelastung komplex miteinander verknüpft.

Ozon-Theorie contra Saurer Regen?

Die von Farthmann in die politische Diskussion geworfene Ozon-Theorie hat ein publizistisches Echo gefunden, das sie nicht verdient. Die Ozon-Theorie ist zwar nicht völlig gegenstandslos, sie kann aber die Ursachenklärung der Sauren Niederschläge nicht ersetzen: Ozon gehört zu den sogenannten Photooxidantien – das sind Stoffe, die sich erst in der Atmosphäre unter dem Einfluß von Sonnenlicht bilden. Ausgangsstoffe sind hauptsächlich Stickoxide und Kohlenwasserstoffe aus Autoabgasen, teilweise auch aus Kraftwerken.

Seit Jahrzehnten ist bekannt, daß hohe Konzentrationen an Photooxidantien Pflanzen schädigen können. So konnten in den 50er und 60er Jahren in Kalifornien (hohe Konzentration an Autoabgasen und hohe Sonneneinstrahlung!) mehrere bis dahin unerklärliche Pflanzenkrankheiten auf Photooxidantien zurückgeführt werden, ebenso 1964 im Ruhrgebiet. Auch im Großraum Frankfurt wurden 1975/76 Pflanzenschäden durch hohe Ozon-Konzentrationen nachgewiesen. Waldschäden in der Nähe von Ballungsgebieten könnten also mit durch Ozon hervorgerufen werden, hier würde eine Entgiftung der Kfz-Abgase helfen. Durch Ozon verursachte Waldschäden in Reinluftgebieten könnten aber allenfalls über die ferntransportierten Stickoxide aus den Kraftwerken entstehen. In diesem Falle würden die gegen Saure Niederschläge (Schwefeldioxid, Stickoxide) erforderlichen Maßnahmen auch die Ozon-Entstehung mindern. Die Ozon-These ist kein Grund, mit Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen länger zu warten, wohl aber ein Grund mehr, gegen die hohen Kfz-Abgase schärfer vorzugehen.

3. Die Sauren Niederschläge, im besonderen Schwefeldioxid und dessen Reaktionsprodukte, wirken dreifach auf die Bäume ein: Direkt als Gas und Säure auf die oberirdischen Teile der Bäume und indirekt über die Bodenversauerung.

In Mitteleuropa gelangen etwa 2/3 der Schwefelniederschläge „trocken“ auf die Erdoberfläche, der Rest durch „nasse“ Deposition (Sauren Regen). Zur Gesamtversauerung trägt das Schwefeldioxid 60 bis 70 Prozent bei, die Stickoxide 30 bis 40 Prozent. Schwefeldioxid und Stickoxide bzw. die daraus gebildeten Säuren wir-

ken auf drei Arten schädigend auf den Wald:

- a) Blätter und Nadeln nehmen die schädlichen Gase direkt durch die Blattöffnungen (Stomata) auf, deren Regulationsmechanismus beeinträchtigt wird. Die eingedrungenen Schadstoffe stören den Stoffwechsel, es kommt zu einer Beschleunigung der Alterung, die zu einem vorzeitigen Abwurf der Blätter (Nadeln) führt.
- b) Durch das am Baum herabfließende saure Traufwasser werden Blätter und Rinde direkt geschädigt.
- c) Durch den sauren Regen und das saure Traufwasser wird der Boden langfristig verändert: Der Säuregehalt nimmt zu, Mikroorganismen sterben ab, Nährstoffe werden ausgewaschen, giftige Schwermetalle und Aluminium werden freigesetzt, das Wurzelsystem wird geschädigt, die Nahrungsaufnahme der Pflanzen wird behindert. Das Ausmaß, in dem die Bodenqualität verschlechtert wird, hängt von dessen Fähigkeit ab, die Säure zu neutralisieren. Kalkreiche Böden sind hier im Vorteil. Da die Säuren im Boden weitgehend gespeichert werden, ist irgendwann ein Punkt erreicht, an dem sie nicht mehr abgepuffert werden können: die Zeitbombe tickt ...
Durch das Zusammenwirken verschiedener Luftverunreinigungen können die Schadwirkungen noch verstärkt werden.

Auf all dies reagiert der Baum mit Austrocknen, vorzeitigem Verlust von Blättern und Nadeln, mit der Ausbildung eines Naßkerns – und damit mit erhöhter Anfälligkeit für Sekundärschädigungen durch Bakterien, Pilze, Käfer, Trockenheit, Frost und Windbruch. Das Absterben der Bäume ist schließlich die Folge.

4. Eine Verteilung der Schäden auf trockene beziehungsweise nasse Deposition läßt sich derzeit nicht vornehmen. Besonders problematisch ist die Bodenversauerung. Die Bodenversauerung ist, wie groß auch ihr jetziger Beitrag ist, zweifelsohne die langfristig gefährlichste Entwicklung: Während die direkten Schädigungen bei Reduzierung der Emissionen zurückgehen, nimmt die indirekte Schädigung durch die Anhäufung der Säure im Boden auch bei reduzierten Emissionen weiter zu; diese Versauerung ist – zumindest großflächig – nicht rückgängig zu machen.
5. Noch nicht voll abzuschätzen ist die Bedeutung der Schwermetalle, langfristig gesehen bildet die Schwermetallanhäufung im Boden und die „Auswaschung“ durch saure Niederschläge eine Gefährdung des Grundwassers. Die Bodenversauerung erhöht die Löslichkeit der ebenfalls durch die Luft eingetragenen Schwermetalle und dadurch die Giftigkeit für die Pflanzen. Gleichzeitig kommt es zu einem beständigen Eintrag der giftigen Metalle in das Grundwasser, so daß langfristig dessen Qualität gefährdet ist.
6. Saure Niederschläge bewirken nicht nur das Waldsterben, sie schädigen auch die menschliche Gesundheit, rufen Seensterben wie in Skandinavien hervor und zerstören Kunstdenkmäler und Zweckbauten. Jede Maßnahme gegen das Waldsterben, die auf einer Emissionssenkung beruht, wird auch in diesen drei Bereichen eine Entlastung bewirken.
 - a) Die menschliche Gesundheit wird durch Luftverschmutzung vor allem bei Smog-Wetterlagen mit ihren hohen Schadstoffkonzentrationen angegriffen. Besonders häufig sind hier Erkrankungen der Atemwege die Folge, von denen in erster Linie Risikogruppen (ältere oder kreislaufschwache Personen sowie Personen, die bereits an Erkrankungen der Atemwege leiden) betroffen sind. Eine Studie des amerikanischen Kongresses schätzt, daß sich in den USA jährlich 51 000 Todesfälle auf Schwefeldioxid-Immissionen zurückführen lassen. In einer Studie der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung in München wurde jetzt nachgewiesen, daß es im Zusammenhang mit dem „sauren Regen“ zu einer Häufung von Bronchien-erkrankungen kommt und daß die Schadwirkung von Schwefeldioxid auf den Menschen bisher unterschätzt worden ist. Nach amerikanischen Untersuchungen bedeutet die Schwefeldioxid-Belastung zusätzlich Kosten für medizinische Hilfe in Höhe von jährlich etwa 2,5 bis 63 Dollar pro Kopf der Bevölkerung.
 - b) Gewässer: Durch Säureeintrag werden die Gewässer direkt geschädigt: in Südnorwegen sind von 5 000 Seen bereits 1 750 fischleer, weitere 900 sind schwer beeinträchtigt. Auch in der Bundesrepublik gibt es Seen, in denen keine Fische mehr leben können, zum Beispiel den Kleinen Arbersee (dessen Säure-(pH)-Wert zu 4,29 bestimmt wurde; damit ist er über zehnmal so sauer wie biologisch neutrales Regenwasser (pH 5,6) und den Rachelsee (pH 3,5 bis 4). Zur Neutralisation der Säure ist die praktizierte Kalkung der Seen langfristig keine Lösung, da hierdurch die Auswaschung von Nährstoffen nicht verhindert wird. Auf lange Sicht hilft nur Emissionsminderung, um die noch lebenden Seen zu retten.
 - c) Materialien, Gebäude, Kunstwerke: Nicht einmal Materialien halten den Luftverunreinigungen stand. Kunstbauten wie zum Beispiel der Kölner Dom verwittern in rasendem Tempo, bei Nutzbauten wird die Lebensdauer um ca. die Hälfte verkürzt. Die Schäden an Gebäuden und Kunstwerken werden in der Bundesrepublik Deutschland mit drei bis vier Milliarden Mark pro Jahr angegeben.

7. Hauptverantwortlich für den Ferntransport der Schadstoffe und für das Waldsterben sind die Emissionen aus den Hochschornsteinen der Kraftwerke, Fernheizwerke und Industrief Feuerungen. Die Emissionen der Haushalte, des Kleingewerbes und der Kraftfahrzeuge verbleiben normalerweise im Nähbereich der Emissionsquellen.

Bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas (sogenannte fossile Energieträger) entstehen unter anderem die Gase Schwefeldioxid (SO₂) und Stickoxide (NO_x). Emissionsquellen sind Kraftwerke, Fernheizwerke, Industrief Feuerungen und -prozesse, Kleinverbraucher (Haushalte und Gewerbe) sowie der Verkehr. Je nach Emissionsquelle und Art der Verbrennung sowie den Wetterbedingungen (Luftströmungen!) werden die Gase verteilt. Abgase aus Hausbrand und Verkehr verbleiben wegen der geringen Ausstoßhöhe der Gase und der vergleichsweise geringen Windbewegungen im Nahbereich der Städte und können bei austauscharmen Wetterlagen Smog verursachen. Aus den hohen Schornsteinen von Kraftwerken und Industrief Feuerungen geraten die Gase in höhere Luftströmungen und werden in entfernte Gebiete verteilt – zum Teil Tausende von Kilometern weit. Damit werden auch industrieferne Waldgebiete und Seen belastet.

8. In der Bundesrepublik werden jährlich etwa 3,6 Millionen Tonnen Schwefeldioxid und 3,1 Millionen Tonnen Stickoxide emittiert. Etwa 3/4 des Schwefeldioxids und 2/3 der Stickoxide kommen aus Kraftwerken, Fernheizwerken und Industrief Feuerungen, innerhalb dieser „Großfeuerungsanlagen“ kommt wiederum der größte Teil aus Steinkohlekraftwerken.

Jede sinnvolle Gegenstrategie muß an den Ursachen, hier bei den Emissionsquellen, ansetzen und sich an den Wirkungsmechanismen orientieren. Eine eingehende Analyse zeigt, daß der „dickste“ Beitrag zum Waldsterben von den alten Kohlekraftwerken herrührt, Gegenmaßnahmen müssen schwerpunktmäßig hier ansetzen.

9. Die Schwefeldioxid-Emissionen stagnieren im gesamten, nehmen aber innerhalb des Bereichs der für das Waldsterben relevanten Großfeuerungsanlagen zu. Die Stickoxid-Emissionen nehmen insgesamt zu. Aufgrund der Höhe der Schadstoffbelastung und der langzeitigen Anreicherung der Schadstoffe werden die Wälder auch bei gleichbleibenden oder leicht verminderten Emissionen weiter sterben.

Ohne Gegenmaßnahmen wird sich das Waldsterben noch erheblich verschlimmern:

- Der Beitrag der ferntransportierten Schwefeldioxid-Emissionen ist im Wachsen.
- Die Stickoxid-Emissionen nehmen, bedingt durch den wachsenden Kraftfahrzeugverkehr, insgesamt zu.
- Die Bodenversauerung wird auch bei stark reduzierten Emissionen weiter zunehmen.

10. Die Bilanz mit dem Ausland ist ausgeglichen – die Bundesrepublik importiert unfreiwillig etwa soviel Schwefeldioxid, wie sie unfreiwillig exportiert.

Durch den Ferntransport der Schadstoffe sind die sauren Niederschläge international ein im doppelten Sinn grenzenloses Problem. Die Gegenmaßnahmen müssen international angegangen und koordiniert werden, deren Beginn jedoch naturgemäß einige Zeit benötigen wird. Die Beschleunigung und Dramatik des Waldsterbens erfordert aber sofortige nationale Maßnahmen auf allen Ebenen, also auch bei den Kommunen und Ländern.

II. Gegenmaßnahmen

Die Ursachendiskussion zeigt, daß eine drastische Senkung der Emissionen von Schwefeldioxid und Stickoxiden, aber auch von Schwermetallen und anderen Schadstoffen nur durch ein Bündel abgestimmter Maßnahmen erreicht werden kann. Diese müssen letztlich auf drei Prinzipien beruhen:

1. Rationelle Energienutzung sowie
2. der Übergang auf regenerative Energieträger bewirken, daß der Verbrauch an fossilen Energien und damit einher die Emissionen zurückgehen. Die verbleibenden Emissionen müssen
3. durch technische Rückhaltung (Rauchgasentschwefelung, Wirbelschichttechnologie usw.) auf ein Minimum reduziert werden.

Weiter muß die Gesamtstrategie auch

- kurzfristig durchführbare Maßnahmen enthalten, die schwerpunktmäßig ansetzen, und
- ökonomisch realisierbar sein.

Was technisch möglich ist, läßt sich am Beispiel Völklingen zeigen: Dieses in der Bundesrepublik bisher einzigartige 230-MW-Kraftwerk wird mit einer Kombination von Wirbelschichtfeuerung, Heißluftgasturbine und herkömmlicher Kohlestaubfeuerung betrieben. Gerade die Wirbelschichtfeuerungstechnik zeichnet sich durch mehrere Vor-

züge aus: Schon im Verbrennungsvorgang wird das Schwefeldioxid weitestgehend zurückgehalten (bis zu 95 Prozent), die Stickoxid-Emission ist um die Hälfte niedriger. Außerdem lassen sich mit Wirbelschichtfeuerung betriebene Anlagen dank ihrer kompakten Bauweise und der geringen Emissionen in der Nähe der Verbraucher errichten; sie sind daher in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung optimal für das „Nahwärme-Konzept“, die Energieausnutzung ist optimal, d. h. es läßt sich ein besonders großer Wirkungsgrad erreichen. Das gesamte Rauchgas des Modellkraftwerks wird entschwefelt. So werden trotz der Verbrennung von schwefelreicher Kohle nur 400 mg Schwefeldioxid pro Kubikmeter Abluft emittiert.

Das Durchschnittskraftwerk hingegen ist wesentlich umweltbelastender: 2/3 der Kraftwerksleistung (bei insgesamt über 41 000 MW Kraftwerksleistung) in der Bundesrepublik stammen aus Kraftwerken, die älter als zehn Jahre sind, mehr als 1/4 (der Kapazität) ist sogar älter als zwanzig Jahre. Dabei erbringen 60 Prozent der Kraftwerke eine Leistung von weniger als 150 MW. Nur sechs Kraftwerke haben Rauchgasentschwefelungsanlagen für nur einen Teil der Abgase: 12 Prozent der Steinkohlekraftwerksleistung wird in Kraftwerken mit Rauchgasentschwefelungsanlagen erzeugt. 97 Prozent der Kraftwerke werden ohne Abwärmenutzung betrieben. Im Durchschnitt emittieren alte Kraftwerke viermal so viel (11 mg/kWh) wie neue Anlagen.

Als Skandalbeispiel läßt sich das 350-MW-Kraftwerk Buschhaus bei Helmstedt, das den Weg durch die Genehmigungsinstanzen bereits durchlaufen hat, jedoch noch nicht in Betrieb ist, anführen. Dieses Kraftwerk wird allein sechs Prozent des gesamten Schwefeldioxids in der Bundesrepublik emittieren! Da hier schwefelreiche Kohle ohne Rauchgasentschwefelungsanlage verbrannt werden soll, wird das Rauchgas 12 650 mg SO₂ pro Kubikmeter enthalten, also mehr als drei Dreißigfache des in der Großfeuerungsanlagenverordnung geplanten Höchstwerts von 400 mg/m³. Anstatt die Schadstoffe herauszufiltern, werden sie über den höchsten Schornstein der Bundesrepublik in die Atmosphäre verfrachtet und mit dem Westwind größtenteils über die Grenze in die DDR hinein transportiert.

Schon dieser kleine Einblick in die Kraftwerksstruktur zeigt, in welche Richtung kurzfristige Maßnahmen bzw. Gesetze gehen müssen. Neue Kraftwerke dürfen nur noch geringe Emissionen an Schwefeldioxid und Stickoxiden aufweisen; alte Kraftwerke müssen vorrangig und schnell saniert werden, da sie für den Großteil der abgegebenen Schadstoffe verantwortlich sind.

Den Rahmen steckt hierfür das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) ab sowie Verordnungen, die dessen Durchführung gewährleisten sollen. Die bisherige Gesetzgebung konzentrierte sich in der Technischen Anleitung Luft (TA Luft) auf die Festsetzung von Immissionsgrenzwerten; aus diesem Prinzip resultierte die „Hochschornsteinpolitik“ der letzten Jahrzehnte: Um die vorgeschriebenen Grenzwerte am Boden durch „Verdünnung“ einzuhalten, wurden die Schornsteine immer höher und die Schadstoffe immer weiträumiger verteilt.

Bei der zu Beginn des Jahres erfolgten Novellierung der TA Luft wurden

- die Grenzwerte für Schwefeldioxid entgegen allen Erwartungen nicht herabgesetzt und zudem noch
- die Ansiedlung neuer schadstoffemittierender Industriebetriebe z. B. im Ruhrgebiet, im Rhein-Main-Gebiet und an der Rheinschiene erleichtert.

Die neue TA Luft ist damit für die Rettung der Wälder wirkungslos.

Eine Begrenzung der Emissionen soll mit der geplanten Verordnung für Großfeuerungsanlagen (kurz: GAV) erreicht werden. Danach sollen neue Anlagen einen vergleichsweise niedrigen Emissionsgrenzwert für Schwefeldioxid aufweisen (400 mg/m³), alte Anlagen sollen innerhalb von fünf Jahren abgeschaltet oder innerhalb von zehn Jahren mit Filteranlagen nachgerüstet werden. Allerdings hat die Union in den Koalitionsverhandlungen mit der F.D.P. eine Verschärfung der GAV gefordert, insbesondere eine Verkürzung der Fristen für die Umrüstung.

Die GAV weckt in der jetzigen Fassung völlig falsche Illusionen, sie kann zu einer schnellen Rettung der Wälder nichts beitragen: Die Altanlagenanierung wird auf die lange Bank geschoben. Wenn die Verordnung 1984 in Kraft tritt, können die alten Kraftwerke bis weit in die 90er Jahre hinein dieselben Schwefelmengen ausstoßen wie bisher!

Ebenso ist nicht zu erwarten, daß als möglicher Ersatz für alte Kohlekraftwerke viele Neuanlagen gebaut werden. Bereichert wird die GAV um eine juristische Feinheit: Unter einer Altanlage wird eine Anlage verstanden, die genehmigt wurde, bevor die Verordnung in Kraft tritt. Damit können in den nächsten Jahren neue Anlagen als Altanlagen mit den alten Grenzwerten in Betrieb gehen (!), so etwa das vorseitig beschriebene Kraftwerk Buschhaus.

Zudem wurde eine Reihe von einschneidenden Einzelregelungen eingeführt, die der Zielsetzung des Entwurfs völlig entgegenarbeiten:

- Kraftwerkssplitting: Die Rauchgasentschwefelung ist ab einer bestimmten Kraftwerksgröße vorgeschrieben. Bei Kraftwerken, die aus mehreren Blöcken bestehen, ist es möglich, die einzelnen Blöcke getrennt zu veranschlagen. Daher kann das Kraftwerk insgesamt unter die Bemessungsgrenze fallen.
- Die Abasentschwefelung ist selbst für Neuanlagen nicht zwingend vorgeschrieben; Ausnahmen sind möglich, wenn die Anforderungen „nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand erfüllbar sind“.
- Die ohnehin mangelhaften Bußgeldvorschriften gegen Umweltsünder sind bis zur Bedeutungslosigkeit entschärft.

Die Sanierung der Altanlagen wird auch deshalb halbherzig angegangen, weil nach Paragraph 17 des Bundesimmissionsschutzgesetzes nachträgliche Auflagen nur dann zulässig sind, wenn sie wirtschaftlich vertretbar sind.

Die hessische Landesregierung hat aus diesem Dilemma die Konsequenz gezogen und mit dem „Schwefelabgabegesetz“ eine ökonomische Steuerung der Altanlagenanierung vorgeschlagen, die den Paragraph 17 des BImSchG elegant umschiffet und eine rasche Sanierung der Altanlagen gewährleisten würde. Nach dem hessischen Modell müßten die Betreiber eines Kraftwerks pro Tonne emittierten Schwefeldioxids eine Abgabe von 2 000 Mark bezahlen; wer die Werte der Großfeuerungsanlagenverordnung einhält, muß nichts zahlen (sogenannte Vorabzugswerte). Das erwähnte Skandalkraftwerk Buschhaus, das bei Vollast über 18 Tonnen pro Stunde (!) ausstoßen wird, wäre damit von Anfang an unrentabel.

Die größte Schwachstelle der GAV, die Altanlagenanierung, würde durch das Schwefelabgabegesetz aufgehoben. Wer das Waldsterben schnell und wirksam bekämpfen will, muß sofort das Schwefelabgabengesetz verabschieden. Die notwendige Kombination Großfeuerungsanlagenverordnung/Schwefelabgabegesetz wäre dennoch langfristig keineswegs ausreichend. Sie muß durch eine veränderte Energiepolitik ergänzt werden.

Das Öko-Institut fordert weiter die Änderung der Meßvorschriften dahin gehend, daß die wahre Belastung erfaßt wird, daß beispielsweise in den Wäldern im Kronenbereich und nicht in Bodennähe gemessen wird.

2. Die Großfeuerungsanlagen-Verordnung (GAV) muß sofort verabschiedet werden mit folgenden Hauptänderungen:

- Der Geltungsbereich der GAV muß für alle Feuerungen ab 10 MWth gelten.
 - Die Grenzwerte für Neuanlagen mit Stein- und Braunkohlefeuerungen sind derzeit festzulegen auf
- | | |
|-----------------|----------------------------|
| Schwefeldioxid: | max. 200 mg/m ³ |
| Stickoxide: | max. 400 mg/m ³ |
| Schwermetalle: | max. 0,1 mg/m ³ |
| Staub: | max. 10 mg/m ³ |

(Gesamtwert für alle Stoffe nach TA Luft, Klasse I).

Die Grenzwerte müssen laufend dem Stand der Technik angepaßt werden.

- Für Altanlagen ist die Sanierungsklausel mit den Zielwerten der Neuanlagen festzulegen. Die Übergangsfrist darf maximal 5 Jahre betragen.
Anlagen zur thermischen Müllverwertung sind in die GAV aufzunehmen.
- Für Wirbelschichtfeuerungen ist der NO_x-Grenzwert auf 200 mg/m³ herabzusetzen.
- In die GAV ist ein neuer Paragraph aufzunehmen, der für alle industriellen und öffentlichen Kraftwerksneubauten eine Abwärmenutzung vorschreibt.
- Für Feuerungen außerhalb des Geltungsbereichs der GAV ist die Verwendung schwefelarmer Brennstoffe vorzusehen (Heizungs-VO), d. h., daß schwefelarme Brennstoffe bevorzugt an Haushalte und Kleinverbraucher abgegeben werden müssen.
- Die oben erwähnten Ausnahme- und Sonderregelungen müssen ersatzlos gestrichen werden.

3. Die Durchführungsverordnungen zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) müssen in folgenden Hauptpunkten geändert werden:

- Brennstoffentschwefelung: Die Schwefelgehalte von Heizöl EL und Dieselmotorkraftstoffen sind auf 0,1 Prozent zu begrenzen. Die Vorentschwefelung von Kohle ist für Feuerungen kleiner 10 MWth festzulegen.
 - Kfz-Abgase: Die Abgasgrenzwerte sind auf die Schweizer Werte zu senken. Abgaskatalysatoren müssen zur Anwendung kommen.
 - Smog-Verordnung: Die Smog-Pläne sind flächendeckend einzuführen und zu verschärfen. Dabei müssen auch Kombinationsgrenzwerte für Schadstoffgruppen (SO₂/Staub, NO_x/Staub usw.) festgelegt werden.
4. Das Bundesimmissionsschutzgesetz muß dahin gehend geändert oder gar weiterentwickelt werden, daß
- a) nachträgliche Auflagen möglich sind: ersatzlose Streichung des Paragraphen 17 BImSchG (wirtschaftliche Vertretbarkeit von Auflagen).
 - b) das Konzept einer Gesamtmengenbegrenzung von Schadstoffen Vorrang hat.
 - c) Emissionserklärungen grundsätzlich offengelegt werden müssen. Die Schwefeldioxid- und Stickoxid-Messungen der großen Kraftwerke müssen wie in Japan auf öffentlichen Anzeigentafeln übertragen werden. Die Errichtung eines flächendeckenden und engen Immissionsnetzes ist voranzutreiben.

Maßnahmenkatalog des Öko-Instituts

Langfristig kann die Belastung durch die Säurebildner Schwefeldioxid und Stickoxide nur verringert werden, wenn der Verbrauch fossiler Energien für die Energiebereitstellung gesenkt wird. Das Öko-Institut hat bereits vor Jahren in seiner Energiestudie „Energieversorgung der Bundesrepublik ohne Kernenergie und Erdöl“ diesen Weg aufgezeigt, die Studie wird derzeit als „Energiewende II“ fortentwickelt.

Parallel zu dem unten skizzierten Luftreinhalteprogramm muß das Energieprogramm der Bundesregierung geändert werden in den Hauptpunkten:

- Die Wirbelschichttechnologie sowie schadstoffarme Verbrennungstechniken müssen gefördert werden.
- Die Fern- und Nahwärme und die Nutzung von Solarenergie, Biomasse und Windenergie sind verstärkt zu fördern.
- Für private Haushalte und Kleinverbraucher muß ein Wärmedämmprogramm mit der Zielsetzung der schwedischen Standards durchgeführt werden.
- Die Förderung der sogenannten Kohleveredelung (Kohlevergasung und -verflüssigung) und Kernkraft ist einzustellen.

Die vielgepriesene Substitution von Kohlekraftwerken durch Kernkraftwerke als Mittel zur Rettung der Wälder ist zur Lösung des Problems ungeeignet, da eine solche Politik

- für die Rettung der Wälder zu spät käme (der dazu nötige Bau von etwa 34 Kernkraftwerken würde sich bis ins Jahr 2010 hinziehen),
- völlig unwirtschaftlich wäre (die vorgeschlagene Ausrüstung der Kohlekraftwerke mit Rauchgasentschwefelungsanlagen würde mit etwa 6 Milliarden Mark soviel kosten wie ein Kernkraftwerk),
- durch Fehlenkung der Mittel die weitaus sinnvollere Politik der rationellen Energienutzung und des Einsatzes regenerativer Energien versperren würde,
- die ungeklärten Entsorgungs- und Sicherheitsfragen verschärfen würde,
- die Steinkohlekraftwerke in der Mittel- und Spitzenlast gar nicht ersetzen kann, da Kernkraftwerke nur in der Grundlast eingesetzt werden und wechselnden Bedarf nicht decken können.

Schwerpunktmäßig müssen die Maßnahmen in den Ballungsgebieten durchgeführt werden:

- Regionale und lokale Energiekonzepte mit den Hauptzielen der rationellen Energienutzung und des Einsatzes umweltfreundlicher und regenerativer Energien sind flächendeckend zu entwickeln und umzusetzen.
- Dabei sind Wärmedämmung, Nahwärmesysteme und kleine Absorptionswärmepumpen sowie Latentwärmespeicher besonders zu fördern.
- Integrierte Verkehrskonzepte mit besonderer Berücksichtigung des öffentlichen Personennahverkehrs sowie des Fahrrades müssen entwickelt und durchgeführt werden.

Kurzfristige Maßnahmen und Gesetzesänderungen

In der im Februar 1983 novellierten „Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA-Luft) müssen die Schwefeldioxidgrenzwerte drastisch gesenkt werden.

- Als Langzeitwerte (IW 1) der Schwefeldioxid-Immissionen muß gelten $0,060 \text{ mg/m}^3$ (in Reinluftgebieten: $0,025 \text{ mg/m}^3$).
- Als Kurzzeitwerte (IW 2) der Schwefeldioxid-Immissionen muß gelten $0,250 \text{ mg/m}^3$.

Vordringlichstes Ziel aller Maßnahmen muß die rasche Sanierung der Altanlagen sein. In diesem Bereich kann mit vertretbarem Aufwand schnell eine beträchtliche Reduzierung der Emissionen erreicht werden durch

- eine Schwefeldioxid-, gegebenenfalls Stickoxidabgabe (Vorschlag Hessen),
- eine Abwärmeabgabe,
- eine Energiesteuer in Form eines „Waldfennigs“ für alle fossilen Energieträger,
- eine „Vorreiterrolle“ der öffentlichen Hand, die die Beteiligungen an vielen Kraftwerken besitzt.

Die zu erwartenden Einnahmen würden es erlauben, ein Investitions- und Beschäftigungsprogramm „Luftreinhaltung zu entwickeln, das durch Investitionshilfen die Rahmenbedingungen für Sanierung beziehungsweise Ersatz von Altanlagen verbessert und damit gleichzeitig beschäftigungswirksam wäre. Durch die zu zahlenden Abgaben wäre auch ein Anreiz zur schnelleren Sanierung gegeben.

Häufig wird aber angezweifelt, daß die notwendigen Maßnahmen zur Emissionsminderung wirtschaftlich tragbar seien. Am Beispiel der Altanlagen Sanierung wird deutlich, daß das Kostenargument keineswegs greift: Die Investitionskosten beziehungsweise die Zusatzkosten bei Neubauten betragen ca. sechs Milliarden Mark, zusätzlich sind mit jährlichen Betriebskosten von 2,5 Milliarden Mark zu rechnen. Bei Abwälzung dieser Kosten auf den Strompreis bedeutet dies eine Strompreiserhöhung um maximal $0,5 \text{ Pf/kWh}$.

Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft wird durch eine Strompreiserhöhung um ein bis zwei Prozent nicht gefährdet: Bei einem Stromkostenanteil von weniger als fünf Prozent an den Produktionskosten würde die Herstellung um maximal 0,1 Prozent teurer.

Allein unter rein ökonomischen Gesichtspunkten „rentiert“ sich eine Emissionsverminderung der Luftschadstoffe. Nach einer OECD-Studie („Costs and Benefits of Sulphur Oxide Control“) lohnen sich die Investitionskosten in Emissionsminderungsmaßnahmen: Die Einsparungen durch verschiedene Schäden an Pflanzen, menschlicher Gesundheit und Gebäuden sind um ein Vielfaches größer. Schäden vorbeugen ist billiger als Schäden heilen, erst recht angesichts der drohenden Verwüstung unserer Wälder.

Papier des Forstamts Marburg.

IV. LEISTUNGSÜBERPRÜFUNG

TEST 1 "BIOLOGISCHE GRUNDLAGEN ZUM WALD"

I. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

ERKLÄRE FOLGENDE BEGRIFFE UND NENNE BEISPIELE!

- 1.) Produzenten
- 2.) Primärkonsumenten
- 3.) Sekundärkonsumenten
- 4.) Destruenten
- 5.) Mineralisierung
- 6.) Kreislauf der Stoffe
- 7.) Nahrungskette
- 8.) Hauptnährelemente einer Pflanze
- 9.) Spurenelemente

II. ERKLÄRE FOLGENDE VORGÄNGE IN EINEM ABLAUFSHEMA!

- 1.) Assimilation
- 2.) Photosynthese
- 3.) Atmung (Dissimilation)

III. THEMA 'WALD'

- 1 a.) Zeichne den Querschnitt eines Baumstammes.
- 1 b.) Benenne die Schichten von außen nach innen.
- 1 c.) Welche Aufgaben haben sie für den Baum?
- 2.) Zeichne den Zweig eines jungen Nadelbaumes im 4. Jahr.
- 3.) Was heißt
 - a.) Mischwald?
 - b.) Monokultur?
 - c.) Lichtholz?
 - d.) Schattenholz?
- 4.) Nenne 3 Vorteile des Mischwaldes.
- 5.) Nenne 3 Nachteile des Monokultur-Waldes.
- 6.) Nenne die 5 Stockwerke eines Mischwaldes.
- 7.) Der Wald hat für den Menschen und für die Natur eine große Bedeutung. Erkläre folgende 'Waldfunktionen':
 - a.) 'Nutzfunktion' des Waldes
 - b.) 'Schutzfunktion' des Waldes.
 - c.) 'Erholungsfunktion' des Waldes.

TEST 2 "SAURER REGEN"

- 1.) In der Öffentlichkeit werden mehrere sich ergänzende Ursachen für das Waldsterben diskutiert. Nenne 5 mögliche Ursachen!
- 2) Erkläre die beiden folgenden Begriffe: Emissionen, Immissionen.
- 3.) Nenne die Verursacher der verschiedenen Immissionen in %.

Bereiche Immissionen	Mio. t/Jahr	Verkehr	Haushalte	Industrie	Kraftwerke
Schwefeldioxid (SO ₂)					
Stickoxide (NO _x)					
Kohlenwasserstoffe (C _x H _y)					

- 4.) Zur Gesamtversauerung trägt das SO₂ zu 60-70%, die Stickoxide zu 30-40% bei. Beide Substanzen wirken auf verschiedenen Wegen z.B. auf den Nadelbaum.
 - a.) Wirkung auf die Nadeln.
 - b.) Wirkung auf die Rinde.
 - c.) Wirkung auf den Boden.
- 5.) Welche anderen Folgen hat der "Saure Regen"?
- 6.) Welche Lösungsmöglichkeiten gibt es?
 - a.) Im gesetzlichen Bereich:
 - b.) Im Kraftwerksbereich (Beschreibe die Verfahren):
 - c.) Im Verkehrsbereich:
 - d.) Im Energieversorgungsbereich generell:

V. WAS MAN BEIM NÄCHSTEN MAL ERPROBEN SOLLTE

1. Komposthaufen anlegen.
2. Waldlehrpfad/Nistkästen betreuen (praktische Arbeiten übernehmen.)
3. Einen Film (Super 8, Video) zum 'Sauren Regen' drehen: nicht nur die örtlichen Schäden zeigen, sondern auch wie Schüler denken.
4. Alle Stationen im Film festhalten und am Ende eine gemeinsame Produktion draus machen.
5. Andere Berufsgruppen und Verbände ansprechen: Ornithologen, Jäger, Waldbauer, Landwirte, ...
6. Mit den gemachten Erfahrungen nach außen treten: Diskussionsveranstaltung initiieren, Aufklärungsaktionen starten, ...
7. Für einige Schüler Forstpraktika vorbereiten, durchführen, auswerten (im Rahmen des Betriebspraktikums).
8. Eine Studienfahrt zu den 'Saure-Regen-Friedhöfen' durchführen.
9. Urwaldähnliche Wälder besuchen (Rheinhardswald, Sababurg, ...).
10. Waldforschungsinstitute und Versuchsanstalten besuchen.
11. Die künstlerischen Aspekte mehr berücksichtigen: Literatur, Mythologie (Märchen, Sagen), Musik, Film, Malerei/Bildhauerei, szenische Spiele, ...
12. Handwerkliche Erfahrungen mit dem Material Holz und Weiterverarbeitungswege von Holz untersuchen.
13. Wald als Sinneserlebnis noch mehr berücksichtigen: Nachtwanderungen, Fotografie, Waldgeräusche/Tonjagd, Kuriositäten sammeln, Waldboden nachgestalten, Waldbilder aus Moos, gestalterische Darstellung verschiedener Rindenstrukturen, ökologische Nischen untersuchen, ökologische Funktionen näher bestimmen: Waldfunktionen, Waldränder/Hecken/Sträucher, Waldbäche, Feldholzinseln, Nahrungsketten/-netze, was heißt 'ökologisches Gleichgewicht'?, ...
14. Genau untersuchen, wie es überhaupt möglich war und ist, daß eine Gesellschaft wie die BRD ihre natürlichen Existenzgrundlagen systematisch zerstört und das erst hinterher bemerkt!

VI: LITERATUR

Lehr- und Fachbücher

- D. Aichle: Was blüht denn da? Kosmos. 42. Aufl. Stuttgart 1980.
- G. Amann: Bäume und Sträucher des Waldes. 13. Aufl. Melsungen 1980.
- P. Bang, P. Dahlström: Tierspuren. 2. Aufl. München 1975.
- H. Duderstadt u.a.: Biologie für das 7.-9. Schuljahr. 7. Aufl. Frankfurt a.M. 1975.
- A. Hauser: Waldgeister und Holzfäller. Zürich, München 1980.
- W. Hillcourt: Draußen in der Natur. Ravensburg 1978.
- H. Hofmeister. Lebensraum Wald. Hamburg 1977.
- A. Kelle: Lebendige Heimatflur. 1. Teil: Der Wald im Jahreslauf. 10. Aufl. Bonn 1976.
- J. Kühn, V. Ziswiler: Der Wald und seine Tiere. 5. Aufl. Zürich 1976.
- R. Kyburz-Graber: Schutz des Waldes. IPN-Einheitenbank Biologie. Köln 1981.
- H. Leibundgut: Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen. Erlenbach/Zürich 1975.
- I. Lucht: Die Baumuhr. München 1978.
- H. Mauch, K. Lauber: Unsere Pilze. 5. Aufl. Bern 1978.
- R. Peterson u.a.: Die Vögel Europas. 12. Aufl. Hamburg 1979.
- R. Quinche, E. Bossard: Wildfrüchte. 2. Aufl. Thun 1978.
- W. Rytz: Unsere Bäume. 12. Aufl. Bern 1980.
- H. Schwedes (Hrsg.): Holz und Bäume. Stuttgart 1977.
- H. Stern u.a.: Rettet den Wald. München 1979.
- H.-W. Windhorst: Die Nutzung und Bewirtschaftung der Wälder der Erde. Paderborn 1972.
- J. Zahradnik: Der Kosmos-Insektenführer. 2. Aufl. Stuttgart 1980.
- G. Zauner: Nadelbäume-Kompass. München o.J.

Diareihen

- Der Forstwart. Tonbildschau, 50 Bilder mit 1 Tonband. Städt. Berufsberatung Zürich. Verleih: PZ, Nr. TOB 13.
- Leben im Waldboden. 12 Bilder mit Kommentar. Westermann, Nr. 312997. Verkauf: KF.
- Tiere des Waldes. 15 Bilder mit Kommentar. Krumnack, Nr. 343. Verkauf: KF, Verleih: BS, Nr. DA 1339.
- Vom Baumstamm zum Papier I + II, total 24 Bilder mit Kommentar. Lünemann, Nr. 1199,1200. Verkauf: KF, Best. Nr. 47.1199,47.1200. Verleih: BS, Nr. DA 1627.

Filme

- Afrika - Wald oder Wüste?. 16 mm Magnetton, Farbe, 28 Min. Verleih: WWF. (Regenwald, Bergwälder und Tiere, Bedrohung durch Rodung, Brände. Regenerations- und Erosionsprobleme, Waldtiere, Wüstenbildung, Anpflanzen fremder Pflanzen).
- Leben mit dem Wald. Schweiz. 16 mm Lichtton, Farbe, 24 Min. Verleih: FI, Nr. 11423 D; FWZ. (Funktion, sinnvolle Nutzung, moderne Bedrohung des Waldes in der Schweiz. Notwendigkeit der Walderhaltung aus fortschrittlicher Sicht der Forstwirtschaft).
- Der Wald und seine Tiere. Dänemark 1962. 16 mm Lichtton (ohne Kommentar, nur Musik), Farbe, 27 Min. Verleih: FI, Nr. SH 6304. (Lebensgemeinschaft Wald im Jahresverlauf. Aufnahmen von hohem qualitativem und künstlerischem Wert. Geeignet zum Üben von Artenkenntnis und zum Beobachten von Verhaltenselementen.)

Adressen

- BS: Berner Schulwarte,
Sulgeneckstr. 70, 3005 Bern.
- FI: Filminstitut
Erlachstr. 21, 3000 Bern 9.
- FWZ: Forstwirtschaftliche Zentralstelle
Rosenweg 14, 4500 Solothurn.
- KF: Kümmerly + Frey AG
Hallerstr. 10, 3001 Bern.
- PZ: Pestalozzianum
Beckenhofstr. 31 - 37,
8035 Zürich.
- WWF: WWF Schweiz, Filmdienst
Postfach, 8037 Zürich.