



Die Natur wird sauer – ein materialiengestützter Unterrichtsvorschlag

Caren Westermann-Lammers

Zitieren dieses Artikels:

Westermann-Lammers, C. (1988). Die Natur wird sauer – ein materialiengestützter Unterrichtsvorschlag. *Geographie und ihre Didaktik*, 16(1), S. 1–15. doi 10.60511/zgd.v16i1.408

Quote this article:

Westermann-Lammers, C. (1988). Die Natur wird sauer – ein materialiengestützter Unterrichtsvorschlag. *Geographie und ihre Didaktik*, 16(1), pp. 1–15. doi 10.60511/zgd.v16i1.408

Die Natur wird sauer – ein materialiengestützter Unterrichtsvorschlag

von CAREN WESTERMANN-LAMMERS (Trittau)

1. Einleitung und Zielsetzung

Die Erhaltung der Umwelt ist vorrangiges Ziel der heutigen Zeit. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es erforderlich, Zusammenhänge innerhalb der Umwelt zu verdeutlichen, die Bedrohung der Umwelt bewußt zu machen und für das Erkennen ihrer Gefährdung zu sensibilisieren. Der Einblick in die Zusammenhänge von Ursachen und Folgen schafft Verständnis für Gegenmaßnahmen und eröffnet dem Schüler persönliche Einwirkungsmöglichkeiten, letztlich die Möglichkeit zu raumpolitischem Handeln.

Die Vermittlung der hierzu erforderlichen Einsichten ist Aufgabe der Landschaftsökologie als der für den Erdkundeunterricht wohl wichtigsten Teildisziplin der Ökologie. Denn deren Ziel liegt im "Erkennen von Zusammenhängen, Strukturen und Prozessen, die sichtbar oder unsichtbar zwischen den Elementen der belebten und unbelebten Natur innerhalb eines mehr oder minder großen, in sich geschlossenen und räumlich abgegrenzten Teiles einer Landschaft mit eigener Dynamik (Ökosystem) ablaufen" (GEIBERT 1984, S. 417).

Aus dem komplexen Feld landschaftsökologischer Strukturen und Prozesse soll im folgenden der Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und Bodengefährdung/Waldsterben thematisiert werden, um den Schülern Einsichten in einfache ökologische Zusammenhänge zu vermitteln und ihnen bewußt zu machen, daß vor allem der Boden - ebenso wie Luft und Wasser - zu den unentbehrlichen Lebensgrundlagen gehört. Speziell vermittelt der vorliegende Unterrichtsvorschlag, der schon für den 7. Schuljahrgang geeignet ist, ein Grundwissen über die Luftverschmutzung als Ursache sowie Bodenversauerung und Waldsterben als deren Folgen. Im einzelnen sollen die Schüler dazu

- die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Abgabe von Schadstoffen an die Luft und deren Einwirkung auf Natur, Mensch und Gebäude erkennen (Emission - Transmission - Immission);
- die Methoden und Instrumente kennen und anwenden lernen, um Sauren Regen bzw. Saure Böden nachweisen zu können;
- die Bedeutung von Bodenschutz und die Gefahr des Waldsterbens erkennen und Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung auch im persönlichen Bereich nennen können (handlungsorientierte Konsequenzen).

Um eine tragfähige und bleibende Vorstellung von den dabei zentralen Sachverhalten wie "Saurer Regen", "Saurer Boden", "Waldsterben" etc. zu vermitteln, werden diese und weitere Erscheinungen im regionalen Erfahrungsbereich der Schüler konkretisiert.

Nicht eine Verharmlosung der angstausslösenden Zusammenhänge, sondern eine objektive Darstellung der Faktoren, die zu Umweltschäden führen, läßt Menschen kritikfähig und handlungsfähig werden (Ökologie / Ökonomie-Dualismus). Aus ökonomischen Gründen ist verständlich, daß der Mensch die Natur durch Industrie, Autos, höheren Lebensstandard etc. beeinträchtigt.

Jedoch kommt es darauf an, den Heranwachsenden die bleibenden Werte sowie konstruktive Perspektiven zu kultureller Fortentwicklung unter gleichzeitiger Berücksichtigung naturgegebener Grenzen für das Leben aufzuzeigen (TROMMER 1978).

2. Sachdarstellung

Als Primärursache für die zunehmenden Schäden im Naturhaushalt muß die stetig zunehmende Luftverschmutzung angesehen werden. Die Luftschadstoffe wirken direkt über oberirdische Pflanzenteile und indirekt über den Boden auf die Wälder. Eine Schädigung des Bodens wirkt sich zunächst weniger gemeinschaftsschädigend aus als eine Verschmutzung von Wasser und Luft. Chronische Schädigungen treten sogar erst in längeren Zeiträumen auf und gehen meist auf mehrere, einander verstärkende Faktoren zurück. Wasser und Luft können sich regenerieren, der Boden dagegen kaum.

Eine der wesentlichen Ursachen für die Versauerung der Natur sind Emissionen: Der Ausstoß von Säuren und säurebildenden Stoffen (Schwefeldioxid, Stickoxide), giftigen Metallen und Metallverbindungen (Blei, Cadmium, Nickel, u. a.) und langlebigen Giften der Kohlenstoff-Chemie (u. a. chlorierte Kohlenwasserstoffe) ist eine Folge von Verbrennungs- und Verarbeitungsprozessen. Ihre Verbreitung durch Luftströmungen im Leebereich der Erzeuger ist inzwischen weltweit nachgewiesen.

Die lokale Konzentration von in den Boden eingetragenen Säuren hängt dabei von der Niederschlagsmenge, der Oberflächenbeschaffenheit und der geographischen Lage ab. Je nach Beschaffenheit ist der Eintrag der in Niederschlagswasser gelösten Luftverunreinigungen verschieden. Auf armen Böden (Sand) sickern diese Stoffe nahezu unvermindert durch die Schichten und gelangen ins Grundwasser. In gehaltvolleren Böden (Lehm, Ton, u.a.) kommt es zu chemischen Bindungen und mechanischer Absorption, wobei die Säuren weitgehend neutralisiert werden. Diese Fähigkeit des Bodens, eine Wirkung von Säuren und Basen bzw. eine damit verbundene pH-Änderung aufzufangen, wird als Pufferungsfähigkeit bezeichnet ¹⁾.

Kommt es jedoch zur Versauerung, führt dies, etwa im Bereich der Waldböden, zu Nährstoffverlusten und zur Anreicherung von giftigen Metallen (z. B. Aluminium), wodurch der Stoffwechsel gestört und eine oft unzureichende Versorgung der Bäume mit lebensnotwendigen Elementen hervorgerufen wird. Ein Absinken des Boden-pH-Wertes bewirkt eine reduzierte Feinwurzelbildung und eine Beeinträchtigung der Baum-Mykorrhizen (= Wurzel-Pilz-Symbiose). Da alle mitteleuropäischen Baumarten auf solche Symbiosen angewiesen sind, können z.B. die Aufzuchtsschwierigkeiten bei Buche, Eiche und Linde durchaus auf immissionsbedingte Veränderungen im Bodenmilieu zurückgeführt werden.

Auf Ackerböden und Wiesen kann man durch die basische Wirkung einer Kalkung den pH-Wert und damit die Pufferkapazität der Böden verbessern. Im Wald ist wegen möglicher Wurzelschäden bei der Einarbeitung nur die Oberflächenkalkung zur Neutralisation saurer Depositionen möglich und wird daher als Kompensationskalkung bezeichnet. Bei den großflächig notwendigen Kalkungsmaßnahmen muß nun versucht werden, praktikable Wege zu finden, um die erforderlichen Kalkungen zur gewünschten Vitalisierung der Bestände in den Wäldern auszubringen, andererseits aber unerwünschte Nebeneffekte (z.B. Erhöhung des Nitratgehaltes, Stickstoffverluste, u.a.) zu vermeiden. Trotz der Kalkungsaktionen ist zur Erhaltung der Böden und für die Sicherung ihrer Funktionsfähigkeit eine drastische

Reduktion von Luftverunreinigungen zwingende Notwendigkeit, sollen irreparable Bodenschäden vermieden werden.

3. Verlaufsstruktur und Materialien

Der vorliegende Unterrichtsvorschlag soll obigen Gedankengang in drei Abschnitten verdeutlichen:

- Aufbau, Stoffwechsel und Gefährdung eines Baumes; Wechselbeziehung zwischen Boden und Wald;
- Wirkung der Luftschadstoffe und ihrer Umwandlungsprodukte auf Böden und Bäume;
- Auftretende Folgen; Vorschläge zur Abhilfe von Bodenversauerung und Waldschäden.

Als Einstieg können Schlagzeilen zur Luftverschmutzung, zum Waldsterben und zur Bodenbelastung dienen. Zur Erarbeitung der zentralen Fragen sind Materialien vorgesehen, die jeweils aufeinander aufbauen und daher thematisch und räumlich komplexer werden.

Durch MATERIAL 1 können der Wasserkreislauf, der Aufbau und der Stoffwechsel eines Baumes, die Entstehung der Humusschicht und die Wechselbeziehung zwischen einem Baum und seiner Umwelt dargestellt werden. Folgende zentralen Aussagen lassen sich daran erarbeiten:

- Der Boden ist Standort und Lebensraum für Flora und Fauna.
- Er ist Nährstoffspeicher und Produktionsgrundlage für Nahrungs- und Futtermittel.
- Er ist Wasserspeicher und hat eine Filter- und Reinigungsfunktion, die entscheidend zum Schutze des Grundwasser beiträgt.
- Er speichert chemische Elemente auf längere Zeit und hat eine zentrale Stellung im Kreislauf des Naturhaushaltes.

Natürliche Ursachen für die Gefährdung von Bäumen (Kälte, Schädlingsbefall, ungünstiger Standort, Trockenheit u.a.), die zugleich die Anfälligkeit von Bäumen gegenüber Luftschadstoffen erhöhen, lassen sich im Unterrichtsgespräch und durch MATERIAL 1 erarbeiten. Die Aufgaben des Waldes und die Folgen eines Waldverlustes werden von den Schülern selbst erarbeitet. Dabei dienen Dias der Veranschaulichung nicht genannter Funktionen des Waldes sowie der Wechselbeziehung zwischen Boden und Wald. Die Folgen eines Waldverlustes für den Boden (Lawinen, Steinschlag, Erosion) können sich die Schüler in Partnerarbeit überlegen. Das Erarbeitete kann durch MATERIAL 2 gesichert werden.

Im handlungsorientierten zweiten Unterrichtsabschnitt wird eine Verknüpfung von kognitiven mit instrumentellen Fähigkeiten angestrebt, z.B. durch Nachweisverfahren des Säuregehaltes in Niederschlag und Boden.

Mit Hilfe der in den MATERIALIEN 3 und 4 genannten Experimente vergleichen die Schüler gemessene pH-Werte verschiedener Stoffe mit den von ihnen selbst mitgebrachten Regenproben. Gibt man zu sauer wirkenden Stoffen basische (z.B. Kalkwasser), so läßt sich z.B. der Saure Regen neutralisieren.

In Gruppenarbeit kann dies mit schülereigenen Bodenproben durchgeführt werden. Sinnvollerweise wird man hier neben dem pH-Meter (vgl. Bezugsadressen) auch einen Farbindikator einsetzen, der Änderungen im Chemismus auch optisch anzeigt.

Eine Folge von Bodenversauerung und Schwermetallbelastung sind Wurzelschäden. Die Wurzeln sind von der Bodenversauerung direkt betroffen, so daß die Nährstoff- und Wasseraufnahme sowie die Verankerung im Boden

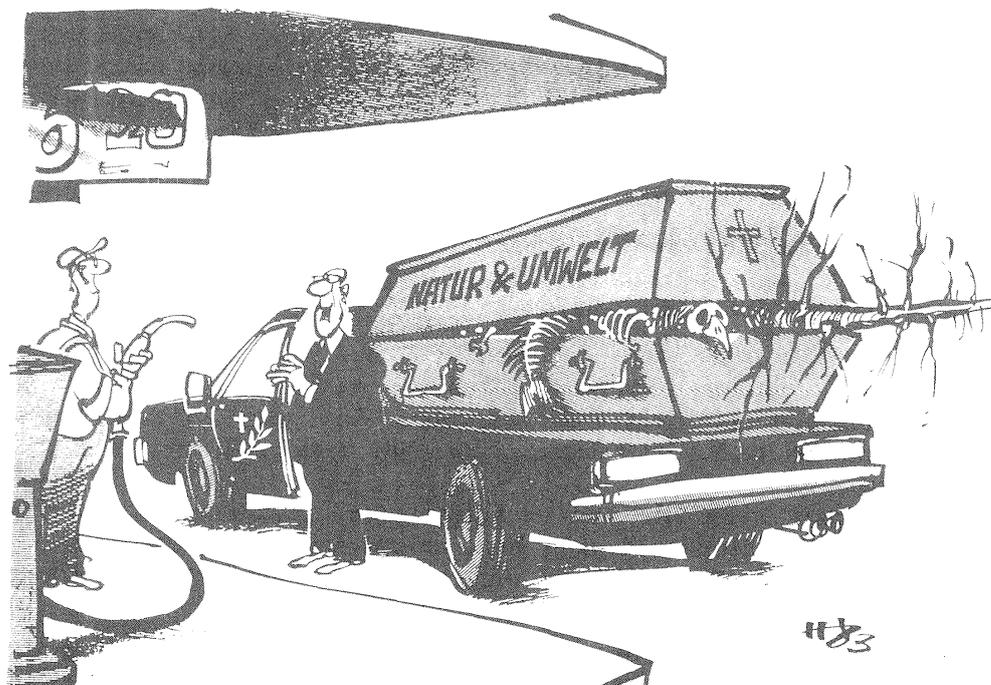
nicht mehr gesichert sind. Dies führt zu direkten Schäden für die Wurzeln und als Folge davon zur Vitalitätsschwächung beim gesamten Baum. Insbesondere sind Keimlinge und Jungpflanzen von der Bodenversauerung betroffen, was die natürliche Verjüngung der Altbestände gefährdet. Die Wurzelspitzen der meisten Waldbäume sind dicht von Pilzfäden umhüllt. Diese Beziehung aus Pilzfäden und Wurzeln wird als Mykorrhiza bezeichnet. Eine absterbende und eine gesunde Wurzel sollten die Schüler im Unterricht oder während einer im Anschluß erfolgenden Exkursion kennenlernen.

MATERIAL 5 verdeutlicht die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Abgabe von Schadstoffen an die Luft und ihrer Einwirkung auf Natur, Mensch und Gebäude (Emission - Transmission - Immission - System). Durch die Erarbeitung des MATERIAL 6 wird den Schülern nochmals bewußt, daß die Versauerung der Böden als eine Ursache vieler Baumschäden in Frage kommt.

Eine Waldexkursion unter Führung eines Försters sollte in dieser Unterrichtseinheit nicht fehlen, da im Rahmen der Umwelterziehung das Lehren und Üben der Beobachtung unverzichtbar ist. Erst die gezielte Wahrnehmung von Phänomenen im Raum, z. B. das Ansehen von kranken Bäumen, schult das für relevantes Handeln wichtige entdeckende Beobachten. Selbstgesehenes sagt den Schülern mehr als Lehrerworte und hat eine große Motivationswirkung, da der Erkenntnisdrang geweckt wird.

Im dritten Unterrichtsabschnitt werden die Folgen der Bodenversauerung und des Waldsterbens (MATERIAL 7), der Eingriff des Menschen in das Gleichgewicht der Natur und Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung (MATERIAL 8) erarbeitet.

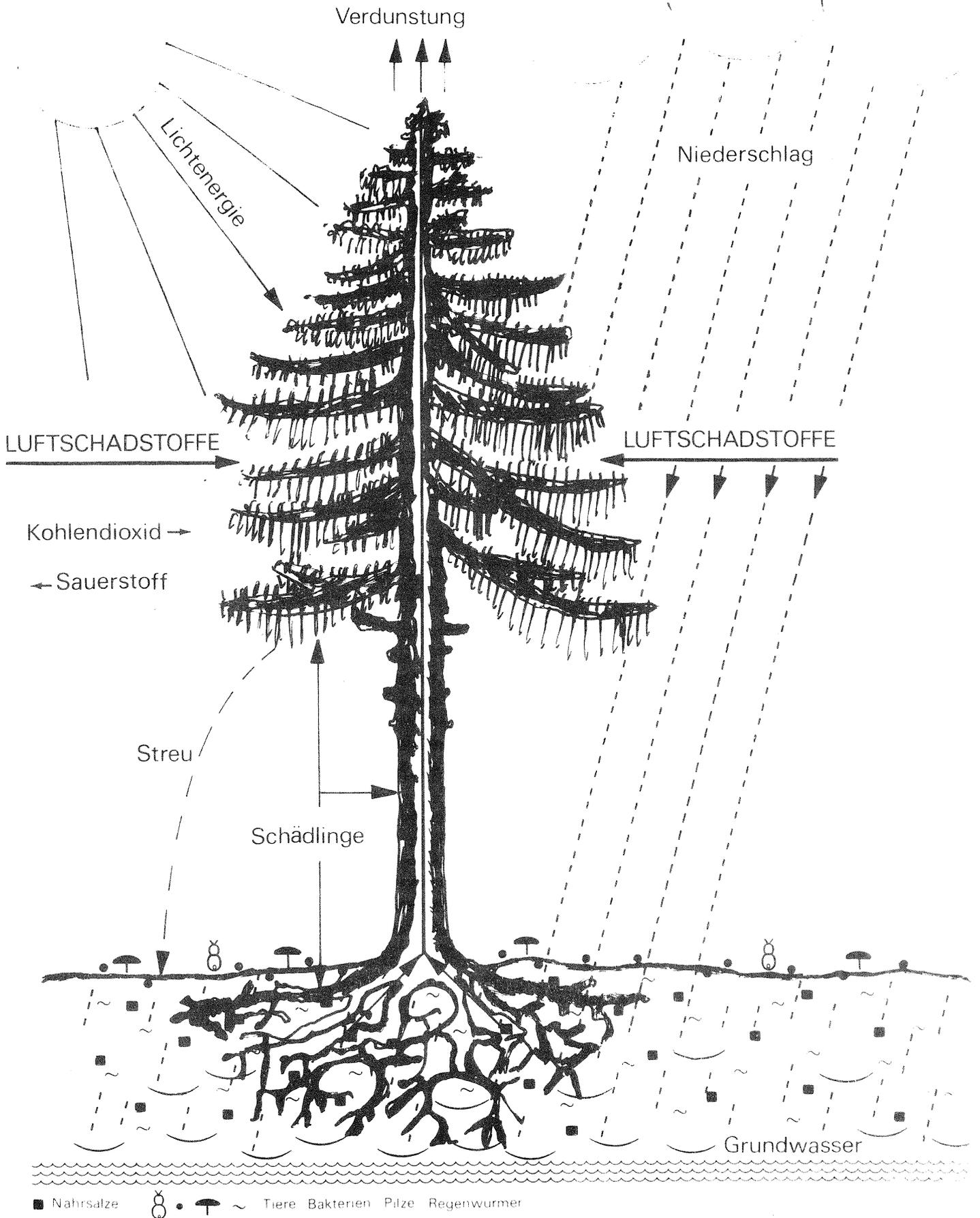
Die Bodenversauerung und das Waldsterben sind erschreckend sichtbare Zeichen dafür, daß
"DIE NATUR SAUER WIRD".



„BLEIFREIES BITTE!“

MATERIAL 1: Aufbau und Physiologie eines Baumes

Wolkenbildung



MATERIAL 2

Bäume werden geschädigt durch:

- Kälte: Frost, Schneebruch; mit zunehmender Gebirgshöhe nimmt der 'Kältestreß' für die Bäume zu.
- Schädlingsbefall: Schädlinge treten vermehrt auf, wenn ein Baum schon geschädigt ist.
- ungünstigen Standort: z.B. Trockenheit: Der Baum erhält nur eine mangelnde Stoffzufuhr durch den Boden.
- Wind: Vor allem bei schon geschädigten Wurzeln, da diese den Halt der Bäume im Boden verringern.

Ungünstige Standorte, Klimaextreme und ungeeignete forstliche Maßnahmen (Nadelholzmonokultur) machen die Wälder gegen Luftschadstoffe anfälliger.

Die in heutigem Ausmaß auftretenden Waldschäden sind als eine 'Komplexkrankheit' zu bezeichnen, da die großräumigen Walderkrankungen viele Ursachen haben.

Aufgaben des Waldes:

- Schutzfunktion:
 - Wälder speichern Wasser (Wasserschutz).
 - Wälder verhindern Bodenabtrag (Erosionsschutz).
 - Wälder schützen den bodennahen Bereich vor Winden (Windschutz).
 - Wälder filtern die Luft (Luftfilter).
 - Wälder dämpfen Schall (Lärmschutz).
- Erholungsfunktion:
 - Wälder sind beliebte Erholungsräume für die Menschen.
- Rohstoff-Funktion:
 - Wälder sind eine dringend gebrauchte, nachwachsende Rohstoffquelle (z.B. für Möbel, Papier, ...)

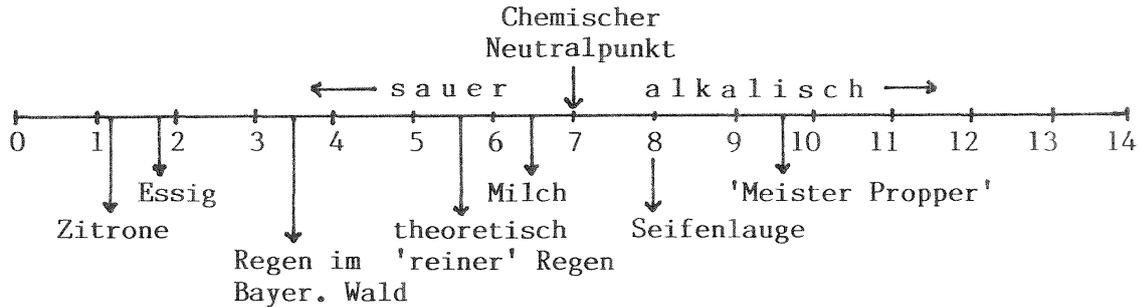
Die verschiedenen Aufgaben des Waldes werden meist von demselben Waldbestand zur selben Zeit erfüllt.

MATERIAL 3

Stelle eine Säuretabelle her:

Untersuche mit pH-Indikatorpapier verschiedene im Alltag vorkommende Flüssigkeiten, z.B. Zitronensaft, Essig, Seifenlauge, Regenproben, Milch, 'Meister Propper', ... und trage die pH-Werte in eine Tabelle ein!

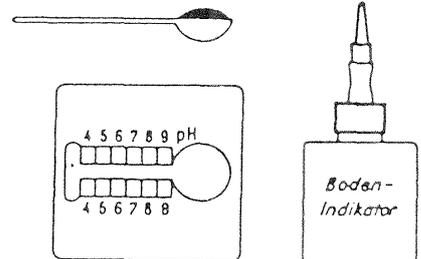
pH-Wert eines Regens im Bayerischen Wald, gemessen im August 1981: 3,5
pH-Wert des theoretisch 'reinen' Regens: 5,6



Bestimmung der pH-Werte von Bodenproben:

Messen mit dem Boden-Pehameter von Hellige

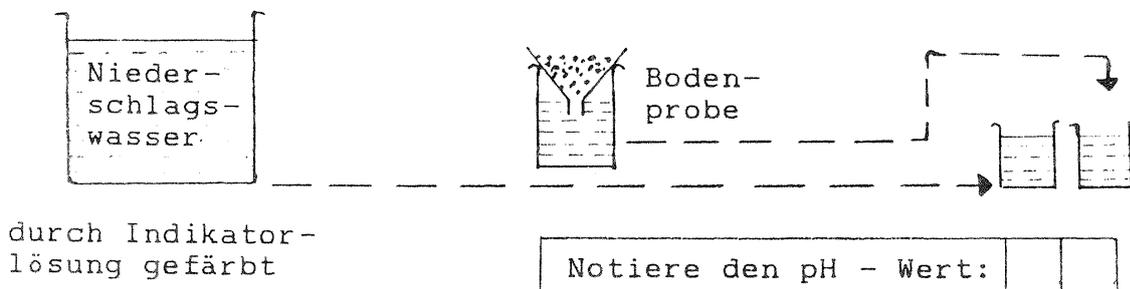
Kunststoffplatte mit kreisförmiger Vertiefung und Rinne



Ausführung: In die kreisförmige Vertiefung des Pehameters wird die Bodenprobe eingefüllt. Tropfenweise gibt man so viel von der Indikatorflüssigkeit hinzu, daß diese etwas über der Bodenprobe steht. 2 - 3 Minuten läßt man die Indikatorflüssigkeit einwirken und danach die überstehende Flüssigkeit durch schwaches Neigen des Pehameters durch die Rinne abfließen. Die Flüssigkeitsfarbe wird mit den am Rinnenrand aufgetragenen Farben verglichen. Nach Auffinden der passenden Farbe ist die dazugehörige pH-Zahl abzulesen.

MATERIAL 4

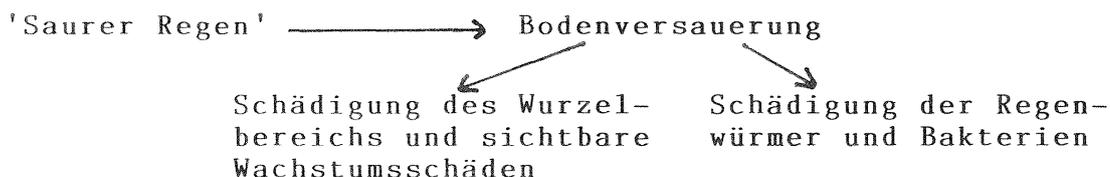
Experiment zur Wirkung 'Saurer Regens' auf Böden



Was zeigt Dir der Farbumschlag der Indikatorlösung?
Der Boden hat Säure aus dem Regen aufgenommen.

Nenne Folgen: z.B. Absenkung des pH-Wertes im Boden -- Versauerung des Bodens; Schadstoffe sammeln sich im Boden an.

Was ist ein saurer Boden? Ein Boden, der mit Schadstoffen angereichert und an Pflanzennährstoffen verarmt ist.



Experiment: Reaktionen im Boden

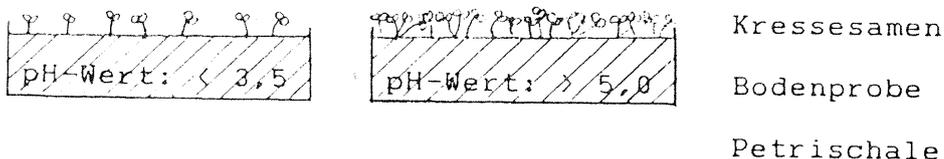
Entnimm Bodenproben im Gelände

- aus verschiedenen Wäldern (Nadel-, Laubwälder),
- aus verschiedenen Bodentiefen (0-5 cm und 60-80 cm).

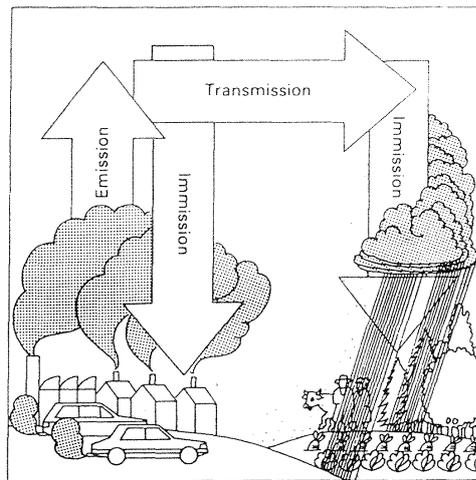
Die pH-Werte werden gemessen und bestimmten Pufferreaktionen im Boden zugeordnet. Die erhaltenen pH-Werte werden ökologisch interpretiert.

Experiment: Folgen der Bodenversauerung auf Pflanzen

Die Folgen der Bodenversauerung werden am Wachstum von Kresse-Samen auf belasteten Böden im Vergleich zu unbelasteten Böden überprüft:



MATERIAL 5



Sieh Dir die Abbildung an und versuche, folgende Begriffe zu erklären:

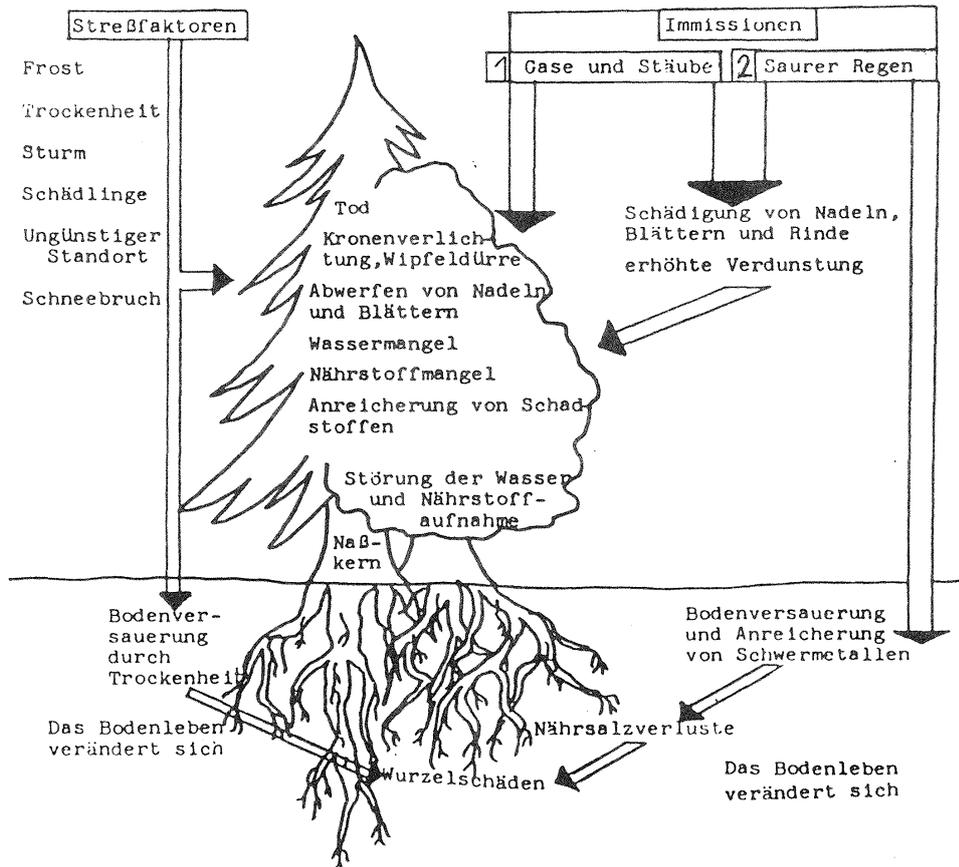
- Emission: Abgabe von Schadstoffen an die Luft
- Transmission: Verdünnung, Transport und chemische Umwandlung von abgegebenen Schadstoffen.
- Immission: Einwirkungen von Schadstoffen auf Boden, Pflanz, Tier, Mensch und Gebäude.

Nun suche nach:

- Verursachern: Kraftwerke, Industrie, Haushalte, Gewerbe, Verkehr.
- Ursachen: Energiegewinnung, Verbrennung, Abgase.
- Wirkungen der Immissionen: Versauerung von Seen und Böden; Blatt-, Nadel- und Wurzelschäden; Gesundheitsschäden; Verwitterung von Gebäuden.
- Gegenmaßnahmen: Verbesserung der Verbrennungstechniken, weniger Energieverbrauch,

MATERIAL 6

Ursachen für Baumschäden



- Ergänzungen: ① Gase und Stäube: - Schwefeldioxid, - Stickoxide, - Schwermetalle, - Fluor, - Chemische Umwandlungsprodukte, z.B. Ozon aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen, - u.a.
 ② Saurer Regen: - Schwefelsäure, - Salpetersäure, - Schwermetalle, - u.a.

MATERIAL 7

Welche Folgen haben die Bodenversauerung und das Waldsterben?

Luft und Wasser werden weniger gereinigt (Filterwirkung des Waldes und des Bodens bestimmen Luft- und Wasserbeschaffenheit).

--> Es treten mehr Erkrankungen bei Menschen (z.B. Pseudo-Krupp) auf.

Erholungsgebiete werden geschädigt.

--> Tourismus geht zurück.

Vorzeitiges Abholzen ist erforderlich.

--> Tier- und Pflanzenarten sterben aus.

--> Holzbauern geraten in Not.

--> Ein wichtiger Rohstofflieferant geht verloren.

Der Waldboden speichert weniger Wasser.

--> Hochwasser- und Erosionsgefahr.

Der Wald hält weniger Schnee.

--> Lawinengefahr.

Der Boden versauert.

--> Probleme für Wiederanpflanzungen.

--> Nährstoffmangel.

Die Gewässer versauern.

--> Fischsterben und Grundwassergefahren.

MATERIAL 8

Luftverschmutzung und natürliches (ökologisches) Gleichgewicht

Einerseits:

brauchen wir Energie und Strom für:

- Fabriken
- Fahrzeuge (Verkehr)
- Haushalt
- Freizeit

und zwar zu niedrigen Preisen.

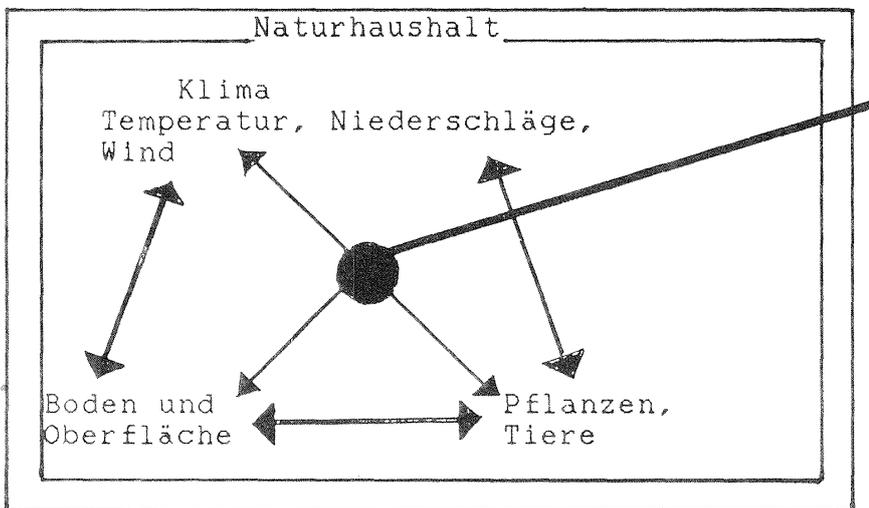
Andererseits:

versauert der Boden und stirbt der Wald, weil

- Kraftwerke
- Fabriken
- Autos

Luft, Wasser und Boden verschmutzen. Dadurch entstehen hohe Schäden für die Allgemeinheit.

Normalerweise ist die Natur im Gleichgewicht. Leider aber stört der Mensch durch sein Eingreifen vielfach das Gleichgewicht in der Natur.



Der Mensch stört:

- für Zwecke der Arbeit (Autos, Fabriken)
- aus Bequemlichkeit
- aus mangelndem Verständnis für den Naturhaushalt

Was kann jeder einzelne gegen die Luftverschmutzung als Ursache für Bodenversauerung und Waldschäden tun?

- Energiesparendes und umweltschonendes Verhalten im Haushalt, z.B. beim Kauf von Elektrogeräten auf Stromverbrauch achten und Vergleiche anstellen; Elektrogeräte nur einschalten, wenn sie tatsächlich benötigt werden; Strom nur dort einsetzen, wo es keine anderen Energieträger (Gas, Öl, Kohle) gibt.
- Heizung, z.B. Energieeinsparung ist in der Wohnung tagsüber durch eine (medizinisch optimale) Raumtemperatur von 20°C, durch Nachtabsenkung, Thermostatventile und niedrige Temperaturen in wenig genutzten Räumen (Treppenhäuser, Flure) möglich.
- Recycling, z.B. Recyclingpapier im WC, als Küchen- und Schreibpapier; Mehrwegflaschen verwenden; unnötige und energieaufwendige Verpackungen vermeiden; Aluminium sparsam verwenden.
- Politische und soziale Aktivitäten, z.B. bei Naturschutzverbänden und Bürgerinitiativen mitarbeiten.
- Auto und Verkehr, z.B. Autokauf (Benzinverbrauch, 5-Gang-Getriebe, Abgaskatalysator); Wartung; Fahrverhalten (bleifreies Benzin tanken, bei Stopps über 1 Minute - z.B. vor Ampeln - Motor abstellen, Fahrgemeinschaften bilden).

4. Hinweise auf weitere Materialien

<u>Bezugsadressen</u>	<u>Bezugsgegenstände</u>
Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V., (AID) Postfach 20 07 08 Konstantinerstr. 124	Dia-Serie Nr: 1650 Schäden am Wald unter Beteiligung von Luftverunreinigungen
Kraftwerk Union Aktiengesellschaft (KWU) Postfach 32 20 8520 Erlangen	Waldausstellung Broschüre
Umweltbundesamt Berlin Bismarckplatz 1 1000 Berlin 33	Material zum Thema. Broschüre: "Rettet die Luft, sonst bleibt sie uns weg"
Pädagogische Arbeitsstelle des Volkshochschulverbandes und Öko-Institut Hindenburgstr. 20 7800 Freiburg	Waldsterben "Ein Rollenspiel" 4,50 DM + 2,- DM Versand
BUND Schleswig-Holstein Lerchenstraße 22 2300 Kiel 1	Material zum Thema
Urhammer Lehrmittel Naturwissenschaftliche Fachhandlung Brunswiker Str. 40 2300 Kiel 1	Hellige Pehameter
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Landesverband Schleswig-Holstein e. V. Rendsburger Str. 23 2333 Groß Wittensee	Broschüre: "Waldsterben muß nicht sein"
Staatliches Amt für Umweltschutz Schwedisches Landwirtschafts- ministerium BOX 1302 S-17125 SOLNA	Broschüre: "Die Versauerung - Eine grenzenlose Bedrohung der Umwelt"
Greenpeace e. V. -Haus der Seefahrt- Hohe Brücke 1 2000 Hamburg 11	Broschüre: "Saurer Regen und Luftverschmutzung"

Bezugsadressen

G L O B U S
WDR Redaktion Globus
Appelhofplatz 1
5000 Köln

Bezugsgegenstände

Globus-Begleitmappe 2/84
"Waldsterben-Rettet unsere Wälder"
3,50 DM

Lehrerservice-Redaktion
Station Umwelterziehung
Dr. Wolfgang Meiners
Beckmannsfelder Weg
2893 Iffens
Vertrieb und Information BUND e. V.
Erbprinzenstr. 18, 7800 Freiburg

Ideenbörse Nr. 16
"Wald erforschen, zuerst mit
den Sinnen und nachher mit
dem Verstand"

Deutsche Aktionsgesellschaft Kampf
gegen das Waldsterben (DAGW)
In der Raste 2
5300 Bonn 1

Broschüre: "Große Allianz zur
Rettung der Wälder - Infor-
mationen, Stellungnahmen und
Forderungen"

Literatur:

- BECK, H. (1980): Umweltschutz im Geographie-Unterricht. - Köln.
- BEESE, F. (1985): Wirkungen von Meliorationskalkungen auf podsoliger Braunerde in einem Buchenwaldökosystem.- In: Allgemeine Forstzeitschrift, H. 10, S. 1161 - 1164.
- BOLSCHO, D., u.a. (1980): Umwelterziehung, Neue Aufgaben für die Schule.- München-Wien-Baltimore.
- BOSCH, C. (1983): Die sterbenden Wälder: Fakten, Ursachen, Gegenmaßnahmen. - München.
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (Hrsg., 1983): Bodenschutzprogramm. - Bonn.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg., 1983): Waldschäden und Luftverunreinigungen. Sondergutachten, Stuttgart, S. 77 - 102.- Mainz.
- HABRICH, W. (1977): Probleme der Umweltsicherung und der Umweltgestaltung im Curriculum der Geographie. - In: E. LOB/H. W. WEHLING (Hg.) "Geography and Environment". - Meisenheim.
- HASSENPFUG, W. (1983): Saurer Regen - Neue Experimente zu einem neuen Thema. - In: Praxis Geographie 13, H. 1, S. 28 - 34.
- HATZFELD, H. Graf (1982): Vorwort. - In: Saurer Regen - Ursachen, Folgen und Gegenstrategien, S. 7 - 11. (Hrsg. vom Öko-Institut Freiburg i. Br.). - Fellbach.
- KLASTERER, U. (1982): Das Sterben der Bäume - Symptome und Ursachen.- In: Saurer Regen - Ursachen, Folgen und Gegenstrategien, S. 12 - 30. (Hrsg. vom Öko-Institut Freiburg i. Br.). - Fellbach.
- LAMMERT, F.-D. (1984): Waldsterben. - In: Unterricht Biologie 8, H. 11, S. 2 - 13.
- MÜLLER, J. (1983): Die gefährlichen Belastungen des Bodens. - In: Deutsche Presseagentur GmbH Nr. 3077, S. 1 - 23.

Schweizerisches Zentrum für Umwelterziehung des WWF (Hrsg. Bundesamt für Forstwesen, (1982): Wald erleben - Wald verstehen. - Zürich.

SCHÜTT, P., u.a. (1983): So stirbt der Wald - Schadbilder und Krankheitsverlauf. - München.

TROMMER, G./WENK, K. (1973): Leben in Ökosystemen. - Braunschweig.

WESTERMANN-LAMMERS, C. (1985): Umweltgefahren für deutsche Wälder.- In: Die Heimat, H. 11/12, S. 343 - 358.

Anmerkung

- 1) pH-Wert = Maß für den sauren oder basischen Charakter einer Lösung. Dazu gibt er den Gehalt an freien H^+ -Ionen im Wasser an. Ein pH-Wert von z. B. 3 meint eine Wasserstoffkonzentration von 10^{-3} . Unterhalb von pH-3 (und oberhalb von pH-9) werden die meisten Pflanzenwurzeln und zahlreiche Bodenorganismen geschädigt. Der Neutralpunkt liegt bei pH-7.