

Gesunde Böden braucht der Wald!



STIFTUNG WALD IN NOT
GEMEINSCHAFTSWERK ZUR RETTUNG DES WALDES

Gefördert durch die

**Deutsche
Bundesstiftung
Umwelt**

Postfach 17 05 · 49007 Osnabrück

**UMWELT
STIFTUNG**



Diese Broschüre ist ein Beitrag der Stiftung Wald in Not zur Aktion [biologischevielfalt.de](http://www.biologischevielfalt.de). Weitere Beiträge zu der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit initiierten Öffentlichkeitskampagne zur Erhaltung der biologischen Vielfalt finden Sie im Internet unter www.biologischevielfalt.de.

Gesunde Böden braucht der Wald!

von Dr. Eva-Maria Mößmer

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>Seite</i>
Vorwort	4
Der Waldboden: Welt zu unseren Füßen	5
Was der Waldboden alles leistet	15
Waldböden in Gefahr!	22
Waldböden müssen geschützt werden!	30
„Zukunftsinvestition Wald!“ Stiftung Wald in Not – Aufgaben und Ziele	41
Veröffentlichungen der Stiftung Wald in Not	42

Vorwort

**Liebe Leserinnen,
liebe Leser,**

für den Wald bildet der Boden, im wahrsten Sinne des Wortes, die Lebensgrundlage, der ihn ernährt und auf dem er steht. Leider hat der Mensch durch sein Handeln in der Vergangenheit diese Lebensgrundlage des Waldes erheblich gestört. Wir wissen heute aus vielen Ergebnissen der Waldökosystemforschung, der Erhebung des Bodenzustandes in unseren Wäldern und der intensiven Überwachung der Waldböden auf Dauerbeobachtungsflächen, dass hohe Einträge von Schadstoffen aus der Luft die Waldböden verändert haben. Es ist davon auszugehen, dass im Waldboden eine „Zeitbombe“ tickt. Die Schäden in unseren Wäldern sind u.a. eine Folge dieser Veränderungen im Waldboden. Gefährdet ist auch die Funktion der Böden als „Filter“ des Grund- und Oberflächenwassers.

Die Stiftung Wald in Not setzt sich daher seit Beginn der Diskussion um die „neuartigen Waldschäden“ für eine Verminderung der Schadstoffeinträge in unsere Waldböden ein. Die Schadstoffe stammen aus dem Verbrauch fossiler Energieträger in Industrie, Haushalten und Kraftfahrzeugen. Auch Emissionen der Landwirtschaft sind für negative Veränderungen in den Waldböden verantwortlich.

Bei der Bewirtschaftung unserer Wälder muss der Schutz der Waldböden besser beachtet werden. Dies ist beispielsweise durch die Wahl standortgerechter Baumarten und einer Einschränkung des Einsatzes schwerer Fahrzeuge in unseren Wäldern möglich. Auch die Bodenschutzkalkung kann eine weitere Verschlechterung des Bodenzustandes bremsen.

Die Stiftung will mit der vorliegenden Broschüre die Öffentlichkeit über die Zusammenhänge zwischen Wald und Boden informieren und für die Unterstützung von Maßnahmen zum Schutz unserer Böden gewinnen.

Die Stiftung dankt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung des Projektes.



Ministerpräsident Dr. Bernhard Vogel
Vorsitzender des Stiftungsrates der Stiftung Wald in Not

Der Waldboden: Welt zu unseren Füßen

1. Wie der Boden entsteht

Die Böden in Mitteleuropa sind nach geologischen Maßstäben noch jung. Das zentrale Ereignis für die Bodenentstehung in unserem Raum war die Eiszeit. Sie führte auf riesigen Flächen zu tiefgreifenden Veränderungen. Alte Böden wurden von den von Norden und Süden her vordringenden Eismassen weggeholt und zusammen mit unverwitterten Gesteinsbrocken als Moränen wieder abgelagert. Der ganze Alpenraum und sein Vorland sind dadurch ebenso geprägt worden, wie das norddeutsche Tiefland. Die dazwischen liegenden Gebiete blieben zwar eisfrei, jedoch konnte dort nur spärliche Tundravegetation dem rauen Klima trotzen, die den „Urböden“ wenig Schutz gegen Niederschläge, Eisbildungen und Temperaturextreme bot. In gewaltigen Erosions- und Fließvorgängen wurde daher auch hier der aus alter Verwitterung stammende Boden abtransportiert oder umgelagert.

Auf großen Flächen wehten Sand- und Staubstürme die feineren Bodenteile empor und trugen sie über weite Strecken davon. Dort, wo dieses Feinmaterial zur Ablagerung kam, findet man heute die fruchtbaren Lößböden.

Die Verwitterung ist ein intensiver und tiefgreifender Prozess. Durch die Sprengkraft gefrierenden Wassers wird zunächst das Ausgangsgestein gelockert und zerkleinert. Es entstehen Spalten und Risse, in die Luft und Wasser mit darin gelösten Säuren tiefer eindringen und dadurch das Substrat chemisch verändern. Die meisten Substrate verkleben in diesem Stadium der Entwicklung dadurch, dass sich Tonminerale bilden. Diese umhüllen und verkitten die kleinen Quarzkörner. Eisenverbindungen geben dem ganzen Boden die typisch gelb-braune Farbe des Lehms. Natürlich werden Art und Qualität der so entstehenden Böden ganz erheblich vom Ausgangsgestein geprägt.

Ziehen sich die Gletscher zurück, wie hier der Morteratschgletscher in der Schweiz, dann stellt sich im Laufe der Zeit erstes Pflanzenleben auf den freigelegten Rohböden ein.



Foto: M. Maisch

Kaum hat sich auf den Rohböden Vegetation eingefunden, so nimmt diese selbst formenden Einfluss auf seine weitere Entwicklung. Algen und Flechten stellen sich auf jungen Böden ein, die durch ihre Wirkungen das Wachstum von schützendem Bodenbewuchs (z.B. polsterbildende Moose) vorbereiten.

Wo die Wuchsbedingungen besser sind (z.B. auf Moränen), siedeln sich Pionier-

gehölze wie Birke, Weide und Aspe an. Große und kleine Baumwurzeln dringen in den Boden ein und lockern ihn mechanisch auf. Nicht nur mechanische, auch chemische Einwirkungen gehen vom Wald auf die Bodenbildung aus; sie äußern sich vor allem in der Bildung von Humusstoffen (siehe: S. 11).

2. Bodenbildung, eine unendliche Geschichte

Ein erneuter Prozess der Bodenbildung setzte in Mitteleuropa nach der letzten Eiszeit ein. Seitdem sind unsere Böden einem ständigen Wandel unterworfen. Eine Vielzahl von Faktoren steuert den Prozess der Bodenbildung. In Abhängigkeit von Ausgangsgestein, Klima, der jeweiligen Lebensgemeinschaft, vom Relief und der menschlichen Tätigkeit haben sich im Laufe der Zeit unterschiedliche Bodentypen gebildet.

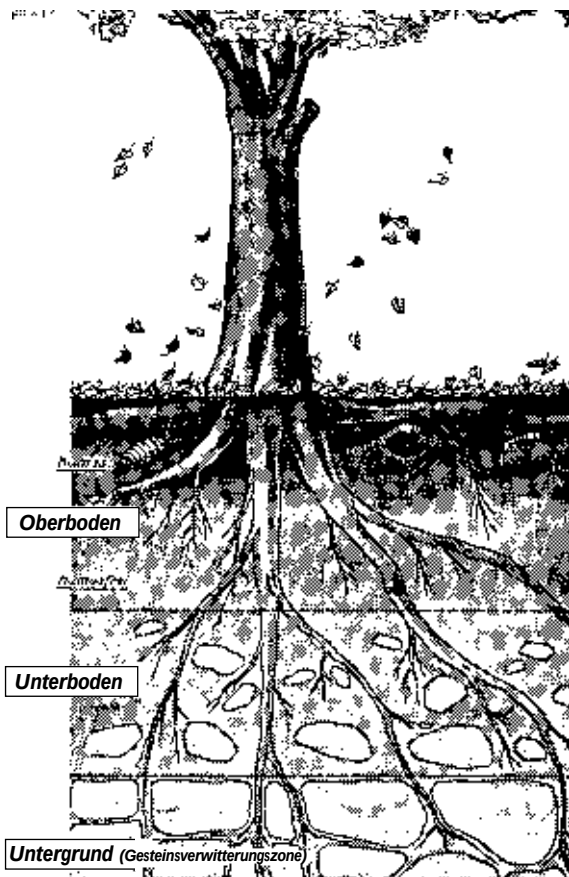


Foto: H. Seuffert



Foto: R. Maßner

Zu den ersten Heimkehrern, die nach der letzten Eiszeit auf den unwirtlichen Steppenböden wieder Fuß fassen konnten, zählten Birken und Kiefern. Diese Baumarten spielen auch heute noch als sog. Pioniergehölze oder Erstbesiedler (z.B. von Sturmkahlflächen) eine wichtige Rolle.



In der Regel besteht ein Bodenprofil aus dem Oberboden, dem Unterboden und dem Ausgangsgestein der Bodenbildung, dem Untergrund

Bodenhorizonte), die mehr oder weniger deutlich voneinander getrennt sind. Jeder Bodentyp besitzt eine charakteristische Abfolge von Bodenhorizonten, die durch bodenbildende Prozesse entstanden sind. In Deutschland sind Braunerden, Parabraunerden und Podsole die flächenmäßig vorherrschenden Bodentypen.

Auf Kalkgesteinen kommen flachgründige **Rendzina-Böden** vor. Der Name stammt aus dem polnischen und bedeutet „Kratzer“, da in landwirtschaftlich genutzten Gebieten der Pflug des Bauern oft am hoch anstehenden Gesteinsuntergrund kratzt.

Ein dunkler, karbonatreicher, humoser mit Exkrementen kleiner Bodentiere angereicherter

Horizont ist typisch für eine Rendzina. Übergangslos schließt sich darunter das Kalkgestein an. Wenn genügend Niederschlag fällt und die Baumwurzeln tief genug in Gesteinsspalten vordringen können, wachsen auf diesen Böden arten- und edellaubholzreiche Buchenwaldgesellschaften. Alle Rendzina-Böden sind sehr empfindlich gegen die Beseitigung der Waldbestockung. Ist die Bodenoberfläche nicht mehr durch ein Kronendach vor Erwärmung und Austrocknung geschützt, dann wird der Humus rasch abgebaut; die unbelebte

Ihre Mächtigkeit variiert von wenigen Zentimetern (z.B. flachgründige Böden über Kalkgestein, sog. Rendzinen bis hin zu mehreren Metern (z.B. tiefgründiger Podsol, siehe Seite 9). Das Bodenprofil, das durch Grabungen zum Vorschein kommt, besteht gewöhnlich aus drei Haupthorizonten: Dem Oberboden, dem Unterboden und dem von der Verwitterung nicht oder nur wenig beeinflussten Untergrund. Betrachten wir ein Bodenprofil genauer, dann erkennen wir übereinanderliegende, meist verschiedenfarbige Lagen (sog.



Krume wird von den nächsten Starkregenfällen abgeschwemmt und die Entwicklung zurück zum Rohboden setzt ein.

Die **Braunerde** (Abb. rechts) ist ein häufiger Boden in unseren Wäldern. Der obersten Bodenschicht ist immer Humus beigemischt, sie ist daher dunkel gefärbt. Die Farbe der sich anschließenden verlehnten Boden-

schicht ist stark vom Ausgangsgestein bestimmt. Sie kann gelbbraun, rötlich oder auch dunkelbraun sein. Seine charakteristische Braunfärbung erhält der Unterboden dadurch, dass das bei der Verwitterung freigesetzte Eisen der Mineralien mit Sauerstoff zu Eisenoxid reagiert. Braunerden entstehen u.a. auf Silikatgesteinen und kommen in nährstoffreichen, aber auch in





armen und sauren Versionen vor. Alle unsere Baumarten gedeihen auf den Braunerden.

Podsole sind nährstoffarme, sehr saure Böden, die besonders unter feuchtkühlen Klimabedingungen anzutreffen sind, wie sie z.B. in Nordwestdeutschland vorkommen. Durch die verringerte Tätigkeit der Bodenorganismen lagert sich unzersetzte Streu oft zu dicken Rohhumuspolstern an.

Der Boden darunter ist durch eingewaschene Humusbestandteile dunkel gefärbt. Es folgt ein Band gebleichten, ausgewaschenen Bodens, dem blanke Quarzkörnchen seine helle, oftmals aschenfarbige Farbe geben.

Der Name Podsol kommt aus dem Russischen und bedeutet „Aschenboden“. Die dort durch die Wirkung organischer Säuren ausgelaugten Humusstoffe und Eisenverbindungen reichern sich darunter wieder als dunkles und dann ockerfarbenes Band an. Im Extremfall kann diese Anreicherungsschicht als „Ortstein“ hart und für Baumwurzeln undurchdringlich sein. Verstärkt wird der Podsolierungsprozess durch die Nutzung der Waldstreu und durch Waldweide; aber auch der Anbau von Fichtenmonokulturen und Kahlhiebe können eine solche Bodenverarmung fördern.

Unter Humus versteht man die in oder auf einem Boden vorhandene abgestorbene oder sich umsetzende organische Substanz (z.B. Blätter, Nadeln, Zweige, Kräuter, Wurzeln, abgestorbene Bodenlebewesen).

Der Humus: Warum er so wichtig ist

Waldböden setzen sich zusammen aus dem Mineralboden und dem Humus. Alle tote organische Substanz wird von den Bodenorganismen zunächst zerkleinert und im Stoffwechsel chemisch umgewandelt. Die widerstandsfähigeren Komponenten der toten Bestandsmasse, wie beispielsweise das Lignin, werden dabei zur Gerüstsubstanz der Humusstoffe. Deren dunkle Färbung gibt dem oberen Bereich des Waldbodens sein charakteristisches Aussehen.

Die Humusstoffe sind für den Charakter eines Bodens von großer Bedeutung. Sie

können sowohl Feuchtigkeit, als auch Nährstoffe gut binden und für das Pflanzenwachstum zur Verfügung halten. Verbinden sie sich noch mit den Tonmineralen des Bodens, so entsteht der optimale Waldboden. In den Mineralboden hinein werden die Humusstoffe entweder durch das Regenwasser transportiert oder sie werden von Bodenorganismen dorthin gebracht; vor allem die Regenwürmer spielen bei der Durchmischung des Bodens eine große Rolle.

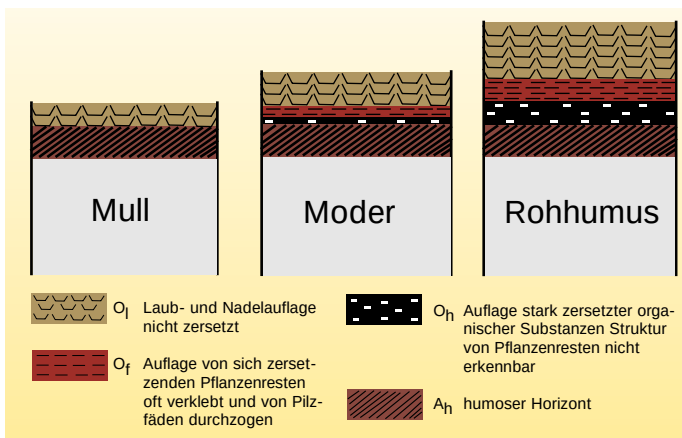
In unseren Wäldern kommen verschiedene Humusformen vor. Von der Art der Streu, der Zersetzungsaktivität der Bodenlebewesen, dem Bodensubstrat, aber auch von der menschlichen Einflussnahme hängt es ab, wie der Humuskörper aufgebaut ist.

Besonders günstige Lebensbedingungen finden die Bodenlebewesen im **Mull**. Er besteht nur aus der frisch gefallenen Streu, die innerhalb weniger Wochen bis Monate zersetzt wird. Beim Vermoderungshorizont (F-Lage) ist die mikrobielle Zersetzung schon etwas gehemmt, so dass sich eine geringmächtige Streuschicht ausbildet;

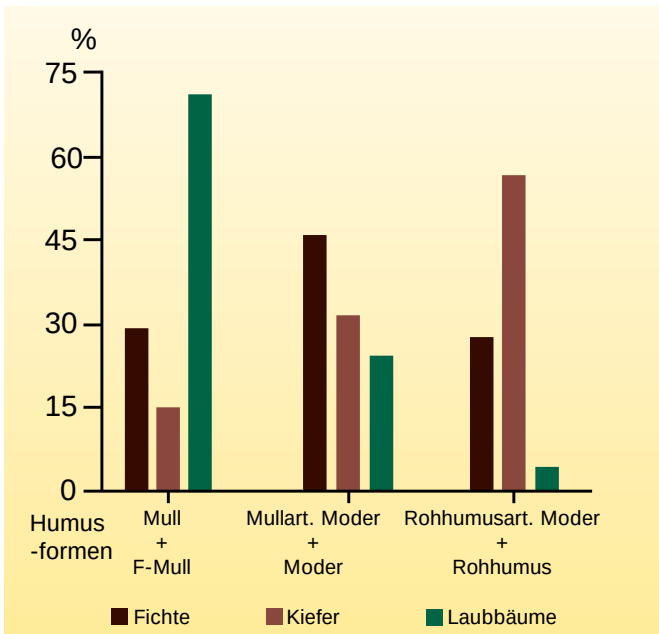
diese ist an zerkleinerten, meist von Pilzfäden durchzogenen Pflanzenresten zu erkennen.

Die ungünstigste Humusform stellt der **Rohhumus** dar. Streuzersetzung und Recycling der Nährstoffe sind hier gehemmt und es entstehen dicke Humusdecken, an denen alle drei Humuslagen (O_I-, O_f- und O_h-Lage) beteiligt sind. Es bilden sich starke organische Säuren, die zur Auswaschung von Nährstoffen in tiefere Bodenschichten führen. Auf diese Weise entsteht z. B. beim Podsol der charakteristische, durch die Verlagerung von Eisenoxiden häufig aschgraue, Bleichhorizont. Kennzeichnend für den Rohhumus ist auch ein typischer Modergeruch.

Der **Moder** nimmt im Hinblick auf seine Eigenschaften eine Übergangstellung zwischen Mull und Rohhumus ein. Die Auflagen sind weniger mächtig, die Basen- und Nährstoffarmut ist weniger extrem als beim Rohhumus. Insbesondere unter Bäumen mit schwer zersetzlicher Streu (Kiefer, Lärche, Fichte) oder auf nährstoffarmen Böden kann sich Moder entwickeln.



Die wichtigsten Humusformen unserer Waldböden sind Mull, Moder und Rohhumus



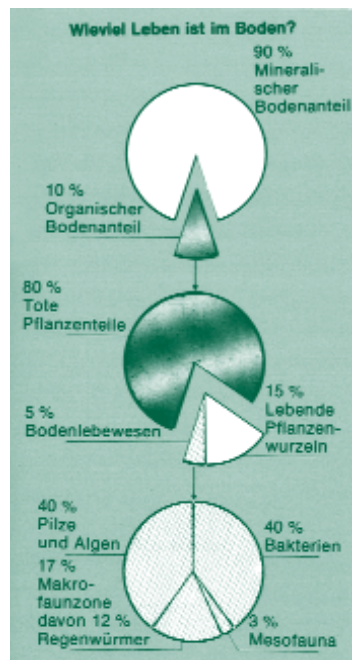
Unter Laubbäumen mit ihrer leicht zersetzlichen Streu ist die Humusqualität am besten. Die langsam zersetzbare, saure Nadelstreu von Fichte und Kiefer fördert dagegen – vor allem auf sauren Ausgangsgesteinen – die Bildung von Moder und Rohhumus.

3. Der Waldboden lebt!

Wieviel Leben ist im Boden?

Gehen wir durch den Wald, so beachten wir ihn normalerweise kaum – den Boden zu unseren Füßen. Trocknet man eine Probe aus dem Waldboden, entfällt bis zu einem Zehntel des Trockengewichts auf die organische Substanz, der Rest ist mineralisch. Den größten Anteil an der organischen Substanz machen abgestorbene und zersetzte Teile von Pflanzen, Tieren, Pilzen und Bakterien aus.

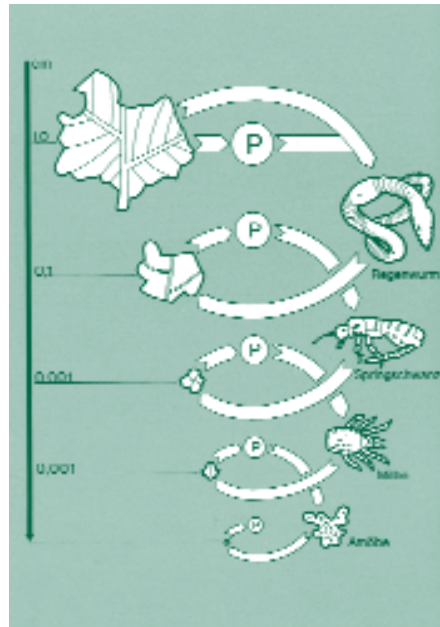
Nur etwa 1–5% des Trockengewichts aus allen organischen Bestandteilen sind Bodenlebewesen. Es wäre jedoch falsch daraus zu schließen, dass das Bodenleben unbedeutend sei. Das Gegenteil ist vielmehr der Fall: Waldböden geben nicht nur den Wurzeln Halt und stellen den Pflanzen Nährstoffe und Wasser zu Verfügung,



Der Waldboden lebt!
In einem Löffel Waldboden sind
mehr Organismen vorhanden,
als es Menschen auf der Erde gibt.

The diagram illustrates a soil food web with energy flow indicated by arrows. At the base are primary producers: 36 Tronendelher (Tronendelheria) and 233 Milben (Mites). Above them are primary consumers: 149 Schnecken (Snails), 36 Schnecken (Snails), 36 Tronendelher (Tronendelheria), 91 Kaurige (Kaurige), 233 Milben (Mites), and 423 Rind (Rind). At the top are secondary consumers: 101 Zwerger (Zwerger), 814 Springschwein (Springschwein), 281 Kaurige (Kaurige), and 423 Weigler (Weigler). The diagram also shows a 100 Parasiten (Parasites) and a 100 Kaurige (Kaurige) at the top. The soil is depicted as a cross-section with various organisms living within it.

Gemeinsam sorgen alle Bodenlebewesen für das Recycling der Nährstoffe. Jedes Jahr „regnen“ in den Wäldern unserer Breiten zwischen 4 und 20 Tonnen abgestorbener Blätter, Nadeln und Äste auf einen Hektar Boden herab. Gäbe es die unterirdische „Müllabfuhr“ nicht, dann würden die Wälder unter meterhohen „Abfall-Schichten“ ersticken.



Man weiß, dass der Wettlauf um das abgestorbene pflanzliche Material nach bestimmten Regeln verläuft. Große Pflanzenteile werden von Mäusen, Vögeln, Maulwürfen und anderen Tieren zuerst mechanisch zerkleinert. Danach setzt die Tätigkeit von Milben, Springschwänzen und Rindenläusen ein, die die harte Blattoberfläche öffnen. Durch den Löcherfraß von

Asseln, Regenwürmern und Käfern wird die Streu weiter zerlegt, bis schließlich auch kleinere Milben und Springschwänze die bis auf die Blattadern völlig zersetzten und mit krümeligem Kot übersäten Gewebeteile nutzen. Die Aktivität der zusammen mit den Bodentieren vorkommenden Mikroorganismen wird beeinflusst von Temperatur, Feuchtigkeit und Nahrungsangebot. Ausscheidungen der Pflanzenwurzeln, aber auch die „Beweidung“ durch Bodentiere bewirken, dass die Tätigkeit der Mikroben (Bakterien und Pilze) zeitweise besonders angeregt wird. Räuberische Bodentiere wie z.B. verschiedene Raubmilbenarten oder der Mooskorpion wiederum sorgen dafür, dass keine der Tierarten, die von Streu, Pilzen oder Bakterien leben, sich massenhaft vermehrt; sie verhindern damit, dass der Streuabbau durch „Überweidung“ gebremst wird.

Foto: H.-J. Schulz, Staatliches Museum für Naturkunde, Götting



Etwa 200 Arten von Springschwänzen kommen in den Wäldern

Mitteleuropas vor. Im Wald tragen vor allem solche Arten wesentlich zur Humusbildung bei, die sich von Laub- und Nadelstreu ernähren.

Foto: A. Christian, Staatliches Museum für Naturkunde, Götting



Nur etwa 1 mm groß ist diese Milbe. Raubmilben vertilgen täglich 2 bis 5 Beutetiere ihrer eigenen Körpergröße. Diese und andere Räuber

spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation der Tierwelt des Bodens.

Foto: W. Jarius, Staatliches Museum für Naturkunde, Götting



Mit ihren kräftigen Mundwerkzeugen zerkleinern diese zu den Krebstieren zählenden Bodenlebewesen abgestorbene Pflanzenteile; sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Zersetzung der Streu. Auch zur Humusbildung tragen die Asseln bei, da ihre Kotbälle Folgezersetzern wiederum als Nahrung dienen.

den Bodenlebewesen abgestorbene Pflanzenteile; sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Zersetzung der Streu. Auch zur Humusbildung tragen die Asseln bei, da ihre Kotbälle Folgezersetzern wiederum als Nahrung dienen.

Da ist der Regen-Wurm drin!

Regenwürmer gehören zu den Schwerstarbeitern im Boden. Bis zu 400 m Länge kann das Netz an Wurmröhren in einem Kubikmeter gesundem Bodens erreichen. Die von den Regenwürmern gegrabenen Gänge und Hohlräume belüften den Boden und sorgen dafür, dass überschüssiges Regenwasser rasch in tiefere Bodenschichten abfließen kann; den Pflanzenwurzeln erleichtern die fertigen Bahnen das Eindringen in tiefere Bodenschichten. Die mit Losung und Schleim austapezierten Innenwände der Wurm-Röhren sind so stabil, dass sie oft jahrelang bestehen bleiben.

Der Naturforscher Charles Darwin erkannte bereits in der Mitte des letzten Jahrhunderts die große Bedeutung der Regenwürmer. Er berechnete, dass Regenwürmer pro Jahr 0,25 bis 0,5 mm Erdmaterial auf der Bodenoberfläche ablagern. In 100 Jahren ergäbe sich theoretisch ein bis zu 5 cm dickes Bodenprofil.

Der beim Graben anfallende „Aushub“ wird von den Regenwürmern gefressen. Kräftige Bewegungen des Darmes führen



Mehr als 250.000 Regenwürmer können in einem Hektar Laubwaldboden vorkommen.

dann zur Durchmischung der aufgenommenen mineralischen und pflanzlichen Bestandteile. Die im Wurm Kot enthaltenen Ton-Humus-Komplexe sind eine wichtige Grundlage für die Fruchtbarkeit des Bodens. Diese lockeren, feinkrümeligen Strukturen bewirken eine gute Durchlüftung des Bodens und eine gute Versorgung mit Wasser und Nährstoffen. Untersuchungen haben gezeigt, dass in Regenwurmhäufchen im Mittel 1,4mal soviel Stickstoff, 2mal soviel Kalium und 6mal mehr Phosphor enthalten ist als im umliegenden Oberboden. Vor allem auf der Bodenoberfläche – in lockeren Waldböden auch in unterirdischen Hohlräumen – wird viel Regenwurmkot produziert, dessen Nährstoffe direkt von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden können. Nimmt der pH-Wert des Bodens z.B. durch den Eintrag von Luftschadstoffen ab (siehe S. 22), können

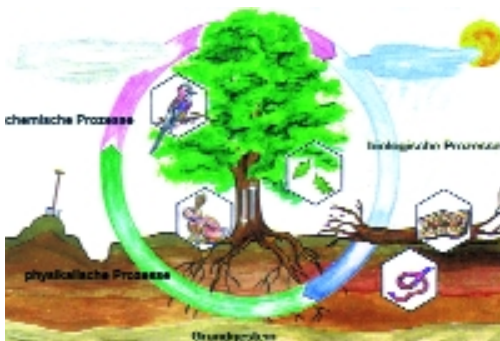
wichtige Bodenlebewesen nicht mehr an der Zersetzung der Streu teilhaben. Unter sauren Umweltbedingungen fühlen sich auch die meisten Regenwürmer nicht mehr wohl und verringern ihre bodenverbessernde Wühlarbeit.

Böden sind die Haut unserer Erde. Sie entstehen im Laufe langer Zeiträume aus verwittertem Gestein und organischem Material, den Überresten von Pflanzen, Tieren und Mikroben. Unter dem Einfluss von Klima und Wasser, Pflanzendecke und Bodenorganismen verändern sie immer wieder ihre Zusammensetzung und Struktur. Böden zählen zu den am dichtesten besiedelten Lebensräumen: Hunderte verschiedener Arten von Tieren, Pilzen und Mikroorganismen bevölkern eine Handvoll Erde.

Was der Waldboden alles leistet

1. Schaltstelle für den Stoffkreislauf im Wald

Der Boden stellt die wichtige Schaltstelle für den Stoffkreislauf in Wäldern dar. Weitgehend verborgen findet hier das Zusammenspiel von biologischen (Tiere, Pflanzen), chemischen (z. B. Nährelementvorräte, Schadstoffkonzentrationen) und physikalischen (z. B. Wasser, Luft) Faktoren statt, das sich unmittelbar auf die Bodenfruchtbarkeit auswirkt.



In ungestörten Waldökosystemen besteht nahezu ein Gleichgewicht zwischen den Nährstoffen, die sich die Pflanzen aus dem Boden erschließen und dem, was sie dem Boden als Streu wieder zurückgeben.

Die Wurzeln der Waldbäume nehmen mit dem Bodenwasser die darin gelösten Nährelemente auf und transportieren sie über Leitungsbahnen hauptsächlich in Blätter, Nadeln und Rinde. Fallen die Blätter im Herbst hinab oder ein stürzender Baum nach Jahrhunderten auf den Boden zurück, läuft jetzt der Prozess der Zersetzung durch Mikroorganismen ab (siehe: S. 11).



Buchenblätter auf dem Boden

Die organischen Substanzen zerfallen und werden über viele chemische Schritte schließlich wieder als Nährelemente an die Bodenlösung abgegeben. Die Baumwurzeln finden sie dort und der Kreislauf beginnt von neuem. Abhängig von den örtlichen Standortbedingungen geschieht dieser Abbau unterschiedlich schnell.

Etwa fünf Jahre kann es in einem Buchenwald dauern, bis die Blattstrukturen in der Bodenstreu weitgehend zerstört sind; erst nach weiteren fünf Jahren entstehen mineralische Substanzen und lösliche Humusstoffe, die die schwarze Färbung der obersten Mineralbodenschicht bewirken. In einem Auwald geht der Stoffumsatz deutlich schneller; hier wird die Streu oft schon nach einem Jahr abgebaut.

Die Holzernte spielt bei einer naturnahen Forstwirtschaft für den Stoffkreislauf und damit für die Bodenfruchtbarkeit in der Regel keine negative Rolle. Im Gegensatz zu anderen Nutzungsformen wie der Landwirtschaft und dem Gartenbau werden mit der Holzernte, d.h. der Entnahme von alten Bäumen, dem Boden nur geringe



„So ein Verhau!“ wird mancher Spaziergänger bei einem derartigen Anblick denken; zum Erhalt eines gesunden Waldbodens ist es jedoch wichtig, dass möglichst viel organisches Material im Wald verbleibt.

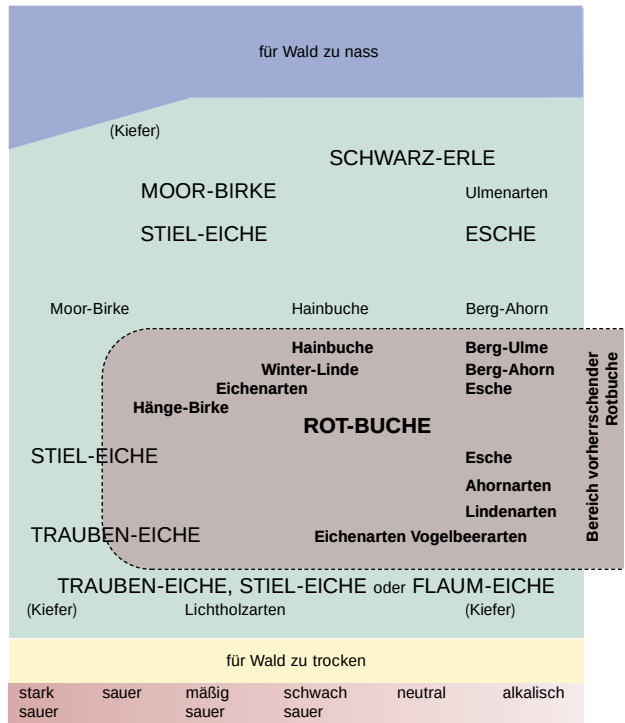
Nährstoffmengen entzogen. Die in Baumkronen, Rinde, Ästen und Wurzelstöcken enthaltenen Nährstoffe verbleiben im Wald und stehen den nachfolgenden Baumgenerationen wieder zur Verfügung. Der Waldboden braucht daher im allgemeinen keine zusätzliche Düngung.

Böden zeichnen sich in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein, Klima und Vegetation durch unterschiedliche Eigenschaften aus. Pflanzen wachsen nur an solchen Stand-

Grafik: Hofmeister nach Ellenberg

Ansprüche unserer häufigsten Baumarten an den Feuchtigkeits- und Säurebereich des Bodens

sehr nass
nass
mäßig
nass
feucht
mäßig
feucht
frisch
mäßig
frisch
mäßig
trocken
trocken
sehr trocken

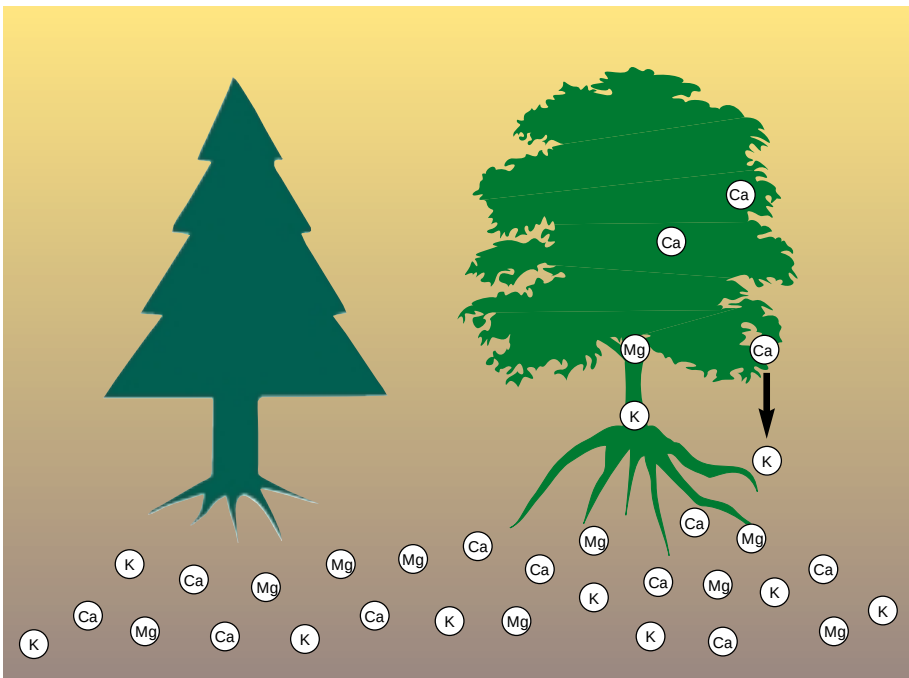


orten, die ihre Ansprüche an Klima und Boden erfüllen. Da die Ansprüche der Pflanzen in unseren Wäldern weitgehend bekannt sind, liefern die dominierenden Baumarten eines naturnahen Waldes zusammen mit den anderen Waldpflanzen zuverlässige Informationen über bestimmte Eigenschaften des Bodens wie die Feuchtigkeit und den pH-Wert.

Der Stoffkreislauf im Wald kann empfindlich gestört werden, wenn Baumarten auf solche Böden gepflanzt werden, auf denen sie von Natur aus nicht oder nur in geringem Umfang vorkommen. So sind beispielsweise Buchenwälder auf sauren, eher

nährstoffarmen Böden, wie sie aus der Verwitterung von älteren Moränen, entkalkten Lössen oder Sandsteinen hervorgegangen sind, bei uns von Natur aus weit verbreitet. Werden auf solchen Standorten keine Buchen, sondern Fichten angepflanzt, so können sich im Laufe der Zeit auf dem Waldboden mächtige Polster unzersetzter, saurer Nadelstreu bilden.

Ist der Boden nicht mehr ausreichend in der Lage, die beim gehemmten Abbau der Fichtenstreu entstehenden organischen Säuren zu neutralisieren, dann nimmt der pH-Wert im Boden ab und die Lebensbedingungen für viele Mikroorganismen,



Im Gegensatz zu den sauren Fichtennadeln wird das basenreiche Buchenlaub von den Bodenorganismen rasch abgebaut und seine Nährstoffe wieder an den Boden zurückgegeben. Die tiefreichenden Buchenwurzeln wirken in dem Nährstoffkreislauf wie eine „Basenpumpe“; sie nehmen Kalzium, Kalium und Mangan aus den unteren Bodenhorizonten auf.

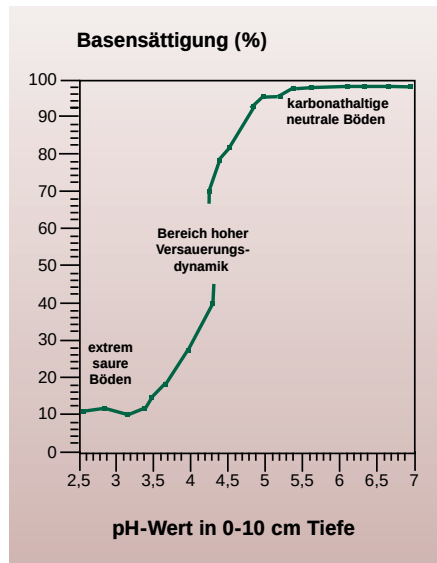
aber auch für die großen Bodenwühler (wie den Regenwurm) verschlechtern sich. Eine Folge davon ist, dass wichtige Pflanzennährstoffe wie Kalium, Kalzium, Phosphor und Magnesium verstärkt aus dem Mineralboden ausgewaschen werden; bereits von Natur aus nährstoffarme Standorte können also durch den Anbau mehrerer Generationen von Nadelholz an Fruchtbarkeit verlieren.

pH-Wert

Der pH-Wert entspricht dem Gehalt an Wasserstoffionen im Boden. Diese beeinflussen die Bodenlebewelt und damit die Verfügbarkeit der Nährstoffe für Pflanzen. Optimale pH-Werte liegen zwischen 5,5 (biologischer Neutralwert) und 7 (physikalischer Neutralwert). In sehr sauren oder alkalischen Böden sind viele Nährstoffe für die Vegetation nicht verfügbar. Liegt der pH-Wert unter 4,2 (= hohe Bodenacidität) werden verstärkt im Boden vorhandene Schwermetalle freigesetzt. Diese können das Wurzel- und Pflanzenwachstum hemmen.

Nicht immer machen sich schädliche Umwelteinflüsse, hervorgerufen durch eine falsche Baumartenwahl, Kahlschläge oder den Eintrag von Säuren über Luft und Niederschläge, im Absinken des pH-Werts bemerkbar. Daher stellt die sog. Basensättigung einen weiteren Kennwert zur Beschreibung von Versauerungserscheinungen dar.

Es handelt sich dabei um den Anteil der austauschbar gebundenen basischen Nährelemente im Boden (Kalzium, Magnesium,



Zusammenhang zwischen pH-Wert und Basensättigung. In einem relativ engem Bereich um pH 4 kommt es zu einem starken Umschwung in der Basensättigung.

Kalium und Natrium). Die Basensättigung ist ein guter Weiser für die Fähigkeit der Böden, Säuren zu neutralisieren. Durch diesen Kennwert kann die Fähigkeit von Waldböden beurteilt werden, mit weiteren Säureeinträgen „fertig zu werden“.

Die Ergebnisse der 1996 in Deutschland durchgeführten Bodenzustandserhebung haben gezeigt, dass die Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften der Waldböden vieler Regionen aufgrund von Schadstoffeinträgen bereits gestört sind (siehe: Seite 22).

Der beobachtete Prozess einer beschleunigt ablaufenden Bodenversauerung wirkt sich negativ auf die Nährstoffversorgung der Wälder und vermutlich auch auf ihr Wachstum und ihre Vitalität aus.

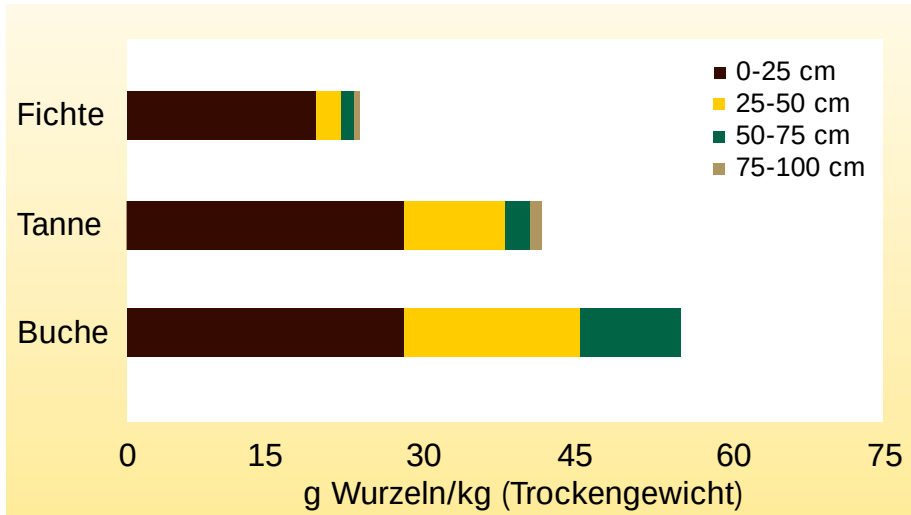
2. Der Waldboden: Seine Rolle beim Schutz vor Hochwasser und Erosion

Nach Unwettern mit sintflutartigen Regenfällen hat sich immer wieder gezeigt, Waldflächen können Hochwasser und Erosionen nicht verhindern, aber sie schützen besser vor Überschwemmungen, Rutschungen und Muren als Wiesen- oder Weideflächen. Die Fähigkeit des Waldbodens, Regenwasser aufzunehmen und zu speichern, ist dabei neben dem Verdunstungseffekt der Bäume für die Schutzwirkung des Waldes von großer Bedeutung (siehe auch Broschüre: „Wald, Wasser, Leben“).

Zum einen trägt die Tätigkeit der Bodentiere zur Bildung eines weit verzweigten Hohlraumsystems bei, zum anderen lockern

viele kleine und große Baumwurzeln den Waldboden auf. Bis zu 20 Kilometer Gesamtlänge können beispielsweise die Wurzeln einer 60-jährigen Buche erreichen. In diesem Netz von Hohlräumen wird auch ein starker Gewitterregen rasch von der Bodenoberfläche in die Tiefe geleitet. Vergleicht man die Fähigkeit verschiedener Baumarten, vernässte Böden in der Flyschzone möglichst tief mit zahlreichen feinen und starken Wurzeln zu durchdringen, dann schneiden Buche und Tanne im Vergleich zur eher flachwurzelnenden Fichte deutlich besser ab.

Wie viel Wasser pro Stunde im Boden versickern kann, wird durch die Infiltrationsrate angegeben. Am höchsten ist die Infiltration auf ebenem Waldboden. Bei einer künstlichen Beregnung konnten im Wald



In Wäldern auf vernässten Böden in der Flyschzone tragen Baumarten mit unterschiedlich dicht und tief ausgebildeten „Wurzeletagen“ zu einer verbesserten Speicherwirkung des Waldbodens bei. Das von Natur aus tiefreichende Wurzelsystem von Buchen, kommt in der Abbildung nicht ausreichend zur Geltung, da in Bodentiefen über 75 cm keine Wurzelproben vorhanden sind.

60-75 Liter pro Quadratmeter versickern, während der Boden einer mageren Weidefläche nur rund 20 Liter Wasser aufnahm. Entscheidend für die Wasserrückhaltekraft eines Bodens sind neben seiner Durchlässigkeit auch seine Speichereigenschaften.

Die Fähigkeit eines Bodens, Wasser über längere Zeit festzuhalten, hängt davon ab, wie tief er entwickelt ist, wie dicht die Bodenteilchen gelagert sind, aus welcher Bodenart er besteht und wie viel Humus er enthält. Am schnellsten nehmen Kiese und Sande mit ihren weiten und vielfach verbundenen Poren Niederschläge auf; allerdings fließt das Wasser aus diesen Böden auch bald wieder Gräben und Bächen zu.

3. Der Waldboden als Wasserfilter

Waldböden speichern nicht nur viel Wasser, sie reinigen es auch. Ein Regentropfen, der auf die Erde fällt, hat bereits in der Atmosphäre zahlreiche, meist gasförmige Stoffe in sich aufgenommen.



Foto: R. Mößner



Foto: H. Bamkell

Waldböden können einen großen Teil des Niederschlags speichern und vermindern dadurch die Hochwassergefahr. Es gibt allerdings Situationen, in denen auch der Waldboden bei Starkregenfällen kaum mehr Wasser aufnehmen kann; dies ist dann der Fall, wenn die Wasserspeicher des Bodens bereits durch vorhergehende Niederschläge oder die Schneeschmelze gefüllt sind oder wenn gefrorener Boden die Versickerung verhindert.



Wie ein Filter halten feine Bodenporen alle im Wasser mitgeführten Partikel zurück, die nicht durch sie hindurchpassen (a). Einige Bestandteile des Bodens, besonders Ton- und Humuspartikel, können eine Vielzahl verschiedener Stoffe chemisch binden (= Adsorption); Mikroorganismen, Pilze und Kleintiere bauen unerwünschte chemische Stoffe ab (c) und wandeln sie in unbedenkliche Stoffe um.

Neben natürlichen Luftbestandteilen wie Sauerstoff oder Stickstoff können auch Luftschadstoffe im Regen gelöst sein. Während der Versickerung im Waldboden wird das Niederschlagswasser gefiltert und in seiner chemischen Zusammensetzung verändert. Drei verschiedene Prinzipien sind dabei im Zusammenspiel von Physik, Chemie und Biologie von Bedeutung.

Mit diesen Filter- und Abbauprozessen schützt ein biologisch intakter Waldboden das Grundwasser vor Verunreinigungen. Dabei gilt, je dicker die Bodenschicht, desto besser ist die Schutzwirkung. In jüngster Zeit häufen sich jedoch Meldungen, dass selbst in Waldgebieten der Boden nicht mehr zuverlässig als Wasserfilter funktioniert: Säuren, Schwermetalle

und Nitrate sind in manchen Gegenden bereits im Sickerwasser zu finden. Unter ungünstigen geologischen Bedingungen kann nach dem ersten Deutschen Waldbodenbericht eine Gefährdung des Grund- und Quellwassers nicht mehr ausgeschlossen werden (siehe auch: S. 25).

Warum der Waldboden so wichtig ist:

- **Er liefert Nährstoffe für das Wachstum der Pflanzen des Waldes**
- **Er bietet den Pflanzenwurzeln Halt**
- **Er trägt zum Schutz vor Hochwasser bei**
- **Er filtert Schadstoffe aus dem Regenwasser**
- **Er bietet Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen**

Waldböden in Gefahr!

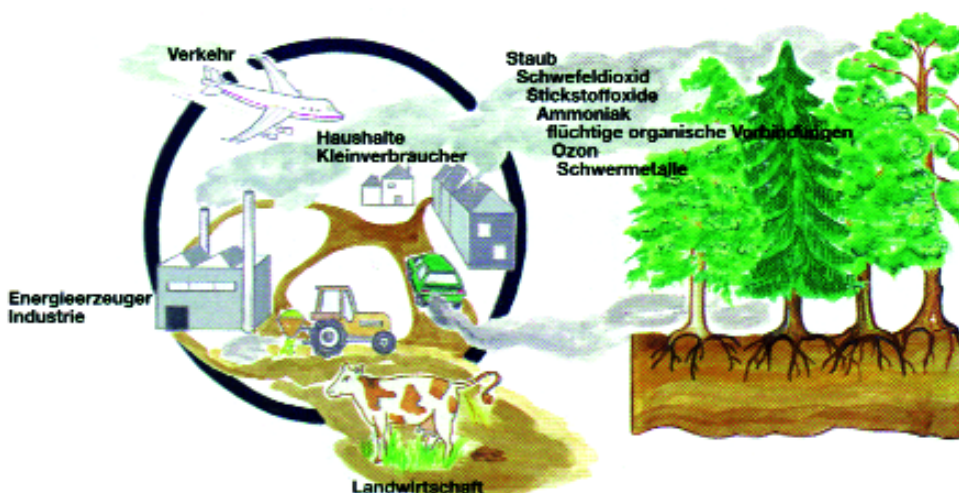
1. Luftverschmutzung und die Folgen

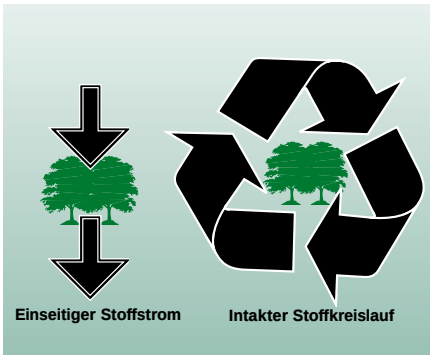
Viele Wälder sind krank! Bäume mit verlichteten, durchsichtigen Kronen und vergilbten Nadeln oder Blättern gehören bei einem Waldspaziergang mittlerweile zum gewohnten Erscheinungsbild. Bei den Einflussfaktoren für die sog. neuartigen Waldschäden kommen den vom Menschen verursachten Luftverunreinigungen aus Industrieanlagen, Kraftwerken, Verkehr, Haushalt und Landwirtschaft eine Schlüsselrolle zu (siehe: Broschüre „Wie krank ist unser Wald?“).

Auch wenn er forschenden Blicken nicht so leicht zugänglich ist wie die kranken Bäume, wurde auch der Boden im Zusammenhang mit den Immissionsbelastungen der Waldökosysteme genauer unter die Lupe genommen.

Die Böden reagieren sauer!

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich durch die ständige Zufuhr von Stickstoffverbindungen und von Säuren wie Schwefeldioxid die chemischen Verhältnisse im Boden verändern. Zuerst werden basische Nährelemente wie Kalium, Magnesium und Kalzium von ihren Bindungsplätzen an den Tonmineralen verdrängt und auf sehr sauren Böden bis ins Grundwasser ausgewaschen; die freigesetzten Nährstoffe gehen damit für die Pflanzenernährung verloren. Mit zunehmender Versauerung lösen sich aus den Tonpartikeln auch Aluminiumionen, denen eine toxische Wirkung auf das Feinwurzelsystem der Bäume zugeschrieben wird; auch sie können als giftige Stoffe in Oberflächengewässer und ins Grundwasser gelangen. Die in gesunden Böden ablaufenden geschlossenen Stoffkreisläufe (siehe S. 15) sind unter solchen Umweltbedingungen gestört und

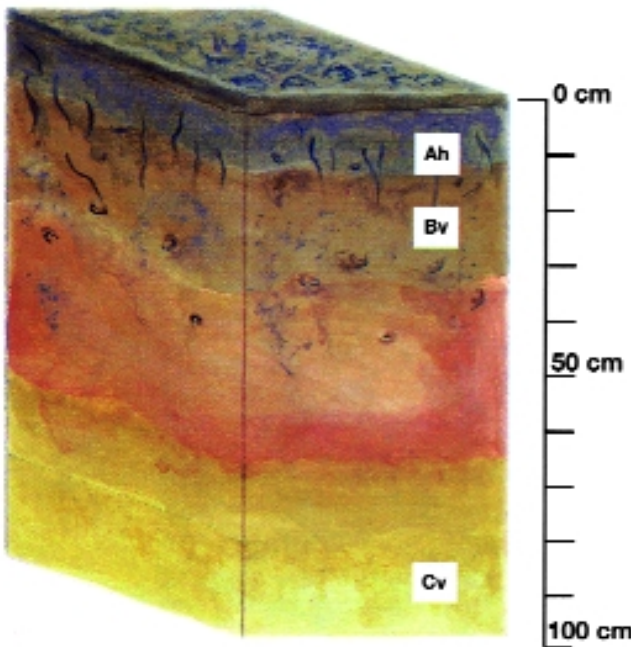




werden durch einseitige Stoffströme abgelöst. Um herauszufinden, inwieweit die seit Jahrzehnten in unseren Wäldern angesammelten Schadstoffe zu Veränderungen in

den Waldböden geführt haben, wurde in den Jahren 1987-1993 im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE) der Zustand der Waldböden für die ganze Bundesrepublik erfasst. Die Ergebnisse des Waldbodenberichts lassen für fast alle Wälder eine Versauerung und Basenverarmung der Oberböden erkennen, und zwar weitgehend unabhängig vom Ausgangssubstrat. Lediglich die gut gepufferten Standorte auf Karbonatgestein – insgesamt 8,6% der untersuchten Waldböden – sind noch nicht merklich betroffen.

Werden die Böden saurer, dann fühlen sich wichtige Bodenorganismen nicht



Das Profil einer Braunerde zeigt beispielhaft einen Bodenzustand, wie er derzeit in vielen Wäldern anzutreffen ist: Niedrige, für wichtige Bodenlebewesen schädliche pH-Werte (unter 4,2) und eine geringe bis mäßige Basensättigung (5 – 30 %) weisen in den oberen Bereichen der Waldböden auf Versauerung hin.

Tiefenstufe	ph-Wert (KCl)	Basensättigung (%)
Auflage (O_H)	3,0	
0 – 10 cm	3,45	8
10 – 20 cm	3,6	10
20 – 40 cm	3,8	12
40 – 80 cm	4,0	18



Ist im Boden zu wenig Magnesium vorhanden, dann zeigen Eichenblätter von der Blattmitte ausgehende Vergilbungen, die Hauptblattadern sind als breite, dunkelgrüne Streifen deutlich erkennbar.

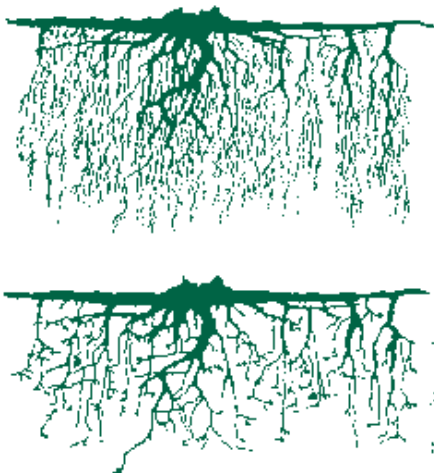
mehr wohl; Streuzersetzung und Recycling der Nährstoffe sind daher gehemmt und Humus sammelt sich in der Auflage und im versauerte Oberboden an. Da auch Regenwürmer saure Böden meiden, fehlen die Bodenwühler, die maßgeblich zur Durchmischung von Mineralboden und organischem Material beitragen.

Die Bodenzustandserhebung hat gezeigt, dass sich vor allem auf den Standorten, die schon von Natur aus nährstoffarm sind, der überwiegende Anteil der kurz- bis mittelfristig verfügbaren Nährstoffe in der Humusaufgabe und nicht mehr im Mineralboden befindet. Durch die gleichzeitig zu beobachtende Basenauswaschung aus dem Mineralboden leidet die Bodenfruchtbarkeit und die Waldökosysteme geraten in eine zunehmend ungünstige Versorgungssituation. Insbesondere der als Baustein des Chlorophylls wichtige Nährstoff Magnesium ist bereits heute in manchen Mittelgebirgsregionen wie z.B. dem Nord-schwarzwald, dem Thüringer Wald und dem Pfälzer Wald nicht mehr ausreichend

im Boden vorhanden. Baumwurzeln mögen es nicht sauer. Langjährige Untersuchungen im Solling (Niedersachsen) kamen zu dem Ergebnis, dass in versauerten Böden die Feinwurzeln dazu tendieren, den Kontakt mit dem sauren Mineralboden zu meiden.

Die Wurzeln wachsen deshalb hauptsächlich im humusreichen Oberboden. Bäume mit flachen Wurzelsystemen verringern die Stabilität der Wälder: Wasserversorgung, Ernährung und Verankerung der Bäume sind unter schwierigen Bedingungen – etwa bei einer langen Trockenphase oder bei Sturm – nicht mehr gesichert.

Für eine zunehmende Labilität der Wälder auf manchen Standorten machen Wissenschaftler auch das Überangebot an Stickstoff verantwortlich, das die Bäume im Vergleich zu früheren Jahren rascher wachsen lässt. Bei übermäßiger Stickstoff-Versorgung wird die Baumernährung jedoch einseitig: Kalium, Magnesium und Kalzium stehen den Bäumen im verarmten



Gesunde Fichtenwurzeln reichen mit ihren Verzweigungen tief in den Boden hinein (oben). In versauerten Böden hingegen sind die Wurzeln nur spärlich ausgebildet (unten).

Unterboden nicht ausreichend zur Verfügung. Die Wurzeln suchen sich diese Nährstoffe daher direkt im Oberboden und in der Humusauflage und gehen nicht mehr in die Tiefe.

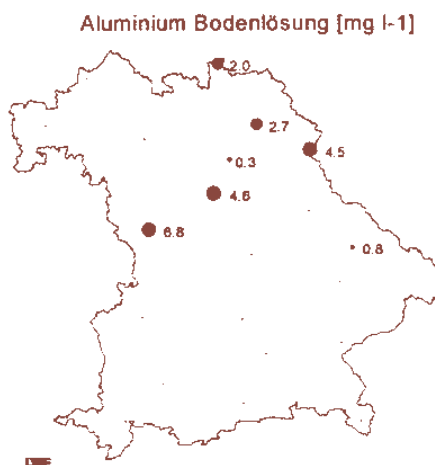
Kein sauberes Wasser mehr aus dem Wald?

Wälder und insbesondere die Waldböden galten bisher als der wirkungsvollste Schutz für unser Trinkwasser, denn sie filtern und reinigen das Niederschlagswasser, das sich in der Tiefe als Grundwasser sammelt. Doch auf den versauerten Waldböden funktioniert diese Filterwirkung nicht mehr zuverlässig, denn bei pH-Werten von 5,5 bis 5,0 beginnen sich die ersten Metalle, vor allem Aluminium und Mangan, aus den Bodenpartikeln zu lösen. Bei weiter anhaltender Versauerung können dann auch Eisen und weitere Schwermetalle freigesetzt werden; versauerte Waldböden

werden somit selbst zu Schadstoffquellen für das Grundwasser.

Unter ungünstigen geologischen Bedingungen, heißt es im ersten Deutschen Waldbodenbericht, kann eine Gefährdung des Grund- und Quellwassers mittlerweile nicht mehr ausgeschlossen werden. Solche ungünstigen Bedingungen sind aber weit verbreitet: Knapp ein Drittel der erfassten Böden sind aus quarzreichem Gestein entstanden und weisen nur eine geringe Pufferkapazität auf. Bei rund vier Fünftel von ihnen ist nach der Waldbodenerhebung die Versauerungsfront bereits so weit fortgeschritten, dass noch in 90 cm Tiefe Aluminiumionen freigesetzt werden.

Messungen im Sickerwasser unter Waldgebieten ergeben regional bereits kritische Werte: So wurden zum Beispiel unter hessischen Wäldern Aluminium- und Mangan-Konzentrationen gemessen, die ein



Waldklimastationen in Bayern mit hohen Aluminiumkonzentrationen im Sickerwasser (Stand: 1998)

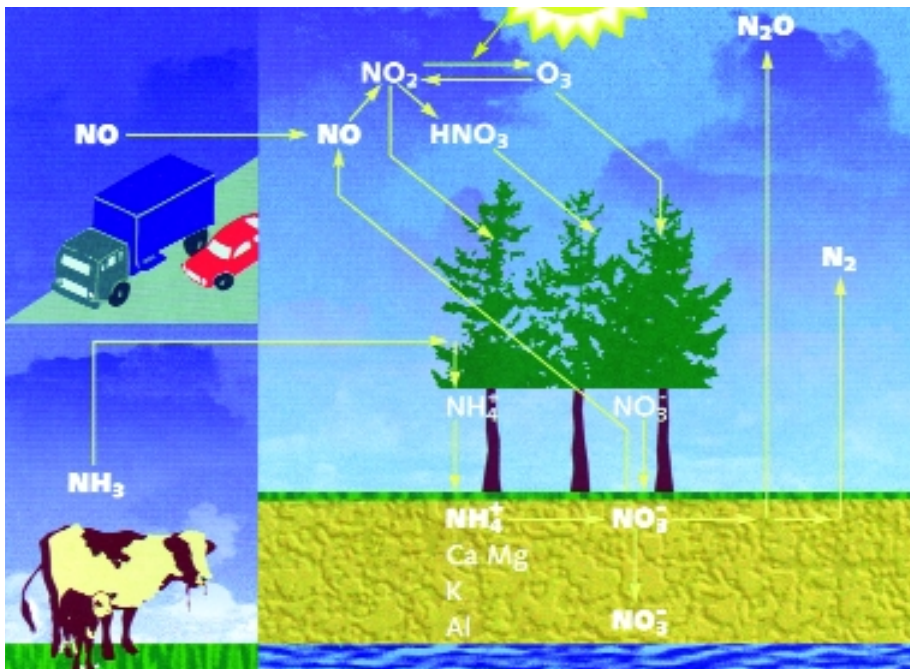
Vielfaches über den Grenzwerten für den Trinkwassergebrauch liegen. In Bayern sind waldbürtige Sickerwässer auf einigen sauren Standorten Mittelfrankens und in den nord- und ostbayerischen Mittelgebirgen ebenfalls durch hohe Aluminiumwerte belastet.

In manchen Gebieten sind es nicht Säuren und Schwermetalle, sondern Nitrates, die Grund- und Quellwässer in Waldgebieten belasten. Seit etwa zwei Jahrzehnten wird aus der Atmosphäre deutlich mehr Stickstoff in Bäume, Bodenpflanzen und Waldböden eingetragen, als diese verbrauchen und speichern können. Ammoniak (NH_3) aus der intensiven Tierhaltung und Stickoxide (NO_x) aus dem Straßenverkehr sind die Hauptursachen der einseitigen Überdüngung. Der überschüssige Stickstoff wird als Nitrat aus dem Boden ausgewaschen

und beeinträchtigt die Nutzung des Grundwassers oder beeinflusst als klimawirksames Spurengas (Lachgas) die Atmosphäre.

Schwermetalle im Humus

Die großräumige Immissionsbelastung unserer Waldböden zeigt sich auch am Gehalt der Schwermetalle in den Humusauflagen und im humosen Oberboden. Wälder, insbesondere Nadelwälder, filtern die mit der Luft transportierten Schwermetalle in der Baumkrone aus und speichern sie in den Humusauflagen. Einige Schwermetalle (z.B. Mangan, Zink, Kupfer) besitzen in geringen Mengen als Nährelemente physiologisch wichtige Funktionen; in erhöhten Konzentrationen und bei entsprechender Wirkungsdauer können sie jedoch auch toxisch wirken. Schwermetalle wie Blei und Cadmium sind bereits in niedrigen Konzentrationen für Bodenorganismen



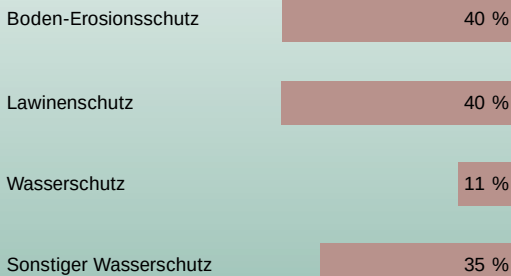
und Pflanzenwurzeln schädlich. Die Zustandserhebung in den deutschen Waldböden zeigte: jede vierte Humusprobe weist potentiell toxische Konzentrationen an Blei auf, beinahe 40% sind durch kritische Kupfergehalte belastet.

Bei den mobileren Schwermetallen Zink und Cadmium gehen die Wissenschaftler davon aus, dass auf den versauerten Standorten bereits unbemerkt größere Mengen ins Grundwasser ausgewaschen worden sind.

Der jahrzehntelange Ausstoß von Luftschadstoffen machte nicht nur die Bäume krank, auch die Gesundheit der Waldböden ist auf großer Fläche verloren gegangen. Die Folgen sind gravierend:

- **Die Bodenfruchtbarkeit nimmt ab**
- **Die Stabilität der Wälder gegenüber Sturm, Trockenheit und natürlichen Schädlingen geht verloren**
- **Die Qualität des Trinkwassers verschlechtert sich.**

Schutzfunktionen des Bergwaldes nach dem Waldfunktionsplan



2. Wenn der Waldboden verloren geht – Bodenerosion im Gebirge

Auf den Steilhängen im Alpenraum befinden sich die Böden nur unter dichtem Waldwuchs in einem mehr oder weniger labilen Gleichgewicht. Blanker Fels käme auf vielen Steiflächen zum Vorschein, würde der Waldmantel verloren gehen. Der Bergwald schützt seinen eigenen Standort und auch die Täler vor abgleitenden Schneemassen, Oberflächenabfluss, Rutschungen und Muren. Das dichte Wurzelsystem der Waldbäume hält wie eine mechanische Verankerung den Boden fest und der porenreiche Waldboden nimmt bei starken Regenfällen ähnlich einem Schwamm große Niederschlagsmengen auf. 40% des gesamten Schutzwaldes in den bayerischen Alpen (100.000 ha) sind daher im Rahmen der Waldfunktionsartierung als Boden-Erosionsschutzwälder eingestuft.

Sind die Altbäume krank und wenig vital, weist der Waldmantel bereits größere Löcher und Risse auf und fehlt eine dichtwüchsige Waldverjüngung, dann sind die Berghänge und ihre Böden einer verstärkten Abtrags- und Erosionsgefahr ausgesetzt.

Schneeschurf

Auf glatten Bodenoberflächen wie z.B. langhalmigen Grasdecken, dichten Laubstreuauflagen oder plattigen Felsflächen findet die Schneedecke am Steilhang keinen Halt und bewegt sich unmerklich langsam, für das Auge kaum wahrnehmbar, talwärts. Schneegleiten



In lückigen Wäldern kommt die Schneedecke in Bewegungen und hebt auch kleinere Bäume aus dem Boden. Vor allem flachwurzelnende Fichten fallen dabei den Schneekräften zum Opfer. Eine kleine Erosionsfläche (Blaike) zeigt den ursprünglichen Standplatz des Baumes an.

nennt man diesen Vorgang. Mit Druckkräften von mehreren Tonnen wirken ins Gleiten gekommene Schneemassen auf Hindernisse ein und vernichten dabei junge Bäume, die sich ihnen in den Weg stellen; selbst ausgewachsene Fichten können den Schubkräften des Schnees zum Opfer fallen, wenn sie nur schlecht im Boden verwurzelt sind. Gleichzeitig schürft die Schneedecke wie ein Hobel den Oberboden ab. Erosionsflächen, sog. Blaikens, sind charakteristisch für Hangbereiche mit häufigen Schneebebewegungen. Kommen an einem Hang große Schneemassen in Fahrt, dann sind die Folgen für Vegetation und Boden noch gravierender. Vor allem Lawinen aus nassem Schnee, die direkt auf der Bodenoberfläche abwärts stürzen, reißen Bäume, Bodenmaterial und Gesteinsgrus mit sich zu Tal und lagern sie am Hangfuß wieder ab.

Humusschwund

Auf Steilhängen mit flachgründigen Rendzina-Böden (siehe: S. 7), wie sie aus der Verwitterung von Kalk- und Dolomitgestein entstanden sind, kommt dem Humus eine besondere Bedeutung für die Speicherung

und Weiterleitung des Niederschlagswassers zu. Da in diesen Mineralböden nicht genügend Tonminerale zur Bildung stabiler Ton-Humus-Verbindungen vorhanden sind, können größere Humusmengen nur unter dem Licht- und Verdunstungsschutz einer dichten Waldkrone gebildet und bewahrt werden. Unter verlichteten Baumkronen oder auf kahlgeschlagenen Hängen wird



Ohne den Schutz des Bergwaldes geht der Humusvorrat auf flachgründigen Karbonatböden rasch verloren und die Fähigkeit des Bodens zur Speicherung von Niederschlägen nimmt erheblich ab. Durch den erhöhten Oberflächenabfluss steigt in den Tälern die Hochwassergefahr.

das organische Bodenmaterial rasch abgebaut; es kommt zum sog. Humusschwund.

Rutschungen

Ganze Hangeile können nach schweren Gewitterregen oder nach einer plötzlichen Schneeschmelze in Bewegung kommen, wenn die Reibungskräfte zwischen den feinen Tonteilchen des Bodens herabgesetzt sind. Vor allem an mächtigen Hanglehmdecken können starke Niederschläge den

Boden aufweichen, so dass er sich auf einer mehr oder weniger deutlichen Gleitfläche talwärts verschiebt. Dicht geschlossene Wälder setzen die Gefahr von Hangrutschungen herab: Durch Atmung und Verdunstung entziehen sie dem Boden Wasser; mit ihren Wurzeln halten Bäume den Boden fest und armieren ihn bis in eine Tiefe von rund 2 Metern.

Nur stabile und gesunde Wälder schützen vor Naturgefahren und bewahren den kostbaren Boden vor Erosion. Die Ergebnisse der letzten Waldschadensinventur im Gebirge (Stand: 1999) zeigen jedoch, dass bereits 34 % der Bergwälder, insbesondere durch die Auswirkungen der Luftverschmutzung, bereits vorzeitig an Lebenskraft und Vitalität eingeübt haben.



Foto: Oberforstamt Obwalden, Schweiz

400 Rutschungen hatte 1997 ein lokales Unwetter in Sachseln im Schweizer Kanton Obwalden ausgelöst. Wie Untersuchungen zeigten, hatten der Wald und insbesondere auch Art und Tiefe der Baumwurzeln im Waldboden einen großen Einfluss darauf, ob Boden ins Rutschen kam.

Waldböden müssen geschützt werden!

Gesunde Böden sind eine grundlegende Voraussetzung, damit die Wälder ihre vielfältigen Funktionen erfüllen können. Mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz (Bbod-SchG), das am 1.3.1999 in Kraft getreten ist, ist die Bedeutung des Bodens als wertvollem Schutzgut gesetzlich dokumentiert worden. Durch Vorsorgemaßnahmen (z. B. Informationen über den Bodenzustand sammeln) und durch aktive Bewirtschaftungs- und Sanierungsmaßnahmen tragen Forstleute und Waldbesitzer dazu bei, Waldböden zu schützen und zu erhalten.

§ 1 (BbodSchG) Zweck und Grundsätze des Gesetzes

Zweck des Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, den Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässer-verunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturschicht sowie wie möglich vermieden werden.

1. Informationen sammeln

Um unsere natürlichen Lebensgrundlagen zu bewahren und für zukünftige Genera-

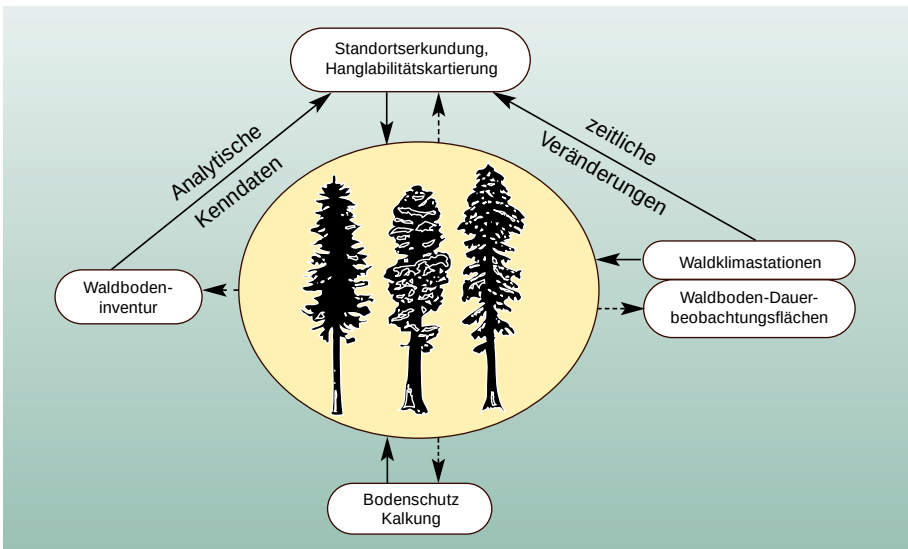
tionen zu erhalten, werden Informationen über deren Zustand und mögliche Gefährdungen benötigt. Zum Bodenschutz im Wald dienen daher verschiedene, sich ergänzende Kartierungen und Aufnahmen.

Standortkartierung

Einen flächigen Überblick über die Bodenverhältnisse im Wald gibt die Standortkartierung. Als Standort wird in diesem Zusammenhang eine räumliche Einheit mit definierten Umweltbedingungen bezeichnet. Die forstliche Standortkartierung dient der Erfassung dieser für das Wachstum der Bäume wichtigen natürlichen Bedingungen. Sie berücksichtigt dabei Ergebnisse der Klimatologie, der Geologie, der Vegetations-, der Waldwachstums- und insbesondere der Bodenkunde. Alle Standorte, die sich so ähnlich sind, dass sie in ihren ökologischen Voraussetzungen, ihren waldbaulichen Möglichkeiten, in ihrer Gefährdung und ihrer Ertragsfähigkeit nicht wesentlich voneinander abweichen, werden zu einer sog. Standorteinheit zusammengefasst. Die Bodenverhältnisse werden in einem bestimmten Aufnahmeraster mit Bohrstockproben bis in 100 cm Tiefe ermittelt und in einer Standortkarte dargestellt. Die forstliche Standorterkundung stellt eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für eine ökologische und ökonomische Waldbewirtschaftung (Wahl geeigneter Baumarten und Bewirtschaftungsverfahren) dar.

Hanglabilitätskartierung

An den Steilhängen des Hochgebirges sind die Böden erodierenden Kräften ausgesetzt, insbesondere dann, wenn der schüt-



zende Waldmantel löchrig geworden ist oder ganz verloren gegangen ist. Um mögliche Schäden durch Massenverlagerungen abschätzen zu können, wurde daher für den gesamten oberbayerischen Gebirgs-

raum als Sonderform der Standortkartierung eine Hanglabilitätskartierung durchgeführt. Die Hanglabilitätskartierung kennzeichnet, differenziert und bewertet eine Hangfläche nach den möglichen Arten der



In der Standortkarte sind die Standorteinheiten eines Waldgebietes dargestellt. Die Standorteinheiten werden in erster Linie nach der Bodenart, dem Wasser- und Nährstoffhaushalt ausgeschieden.



Massenverlagerung, wie z. B. Gleitschnee, Lawinen, Humusschwund, Narbenversatz durch Weidetiere, Rutschung und Stein-schlag (=Labilitätsformen). Dabei wird die durch Hangneigung, Höhenlage, Klima

Hanglabilitätsstufen

Stufe 1: stabile Flächen

In der Regel sind keine Schäden zu erwarten; Grünland- oder Waldwirtschaft ist möglich.

Stufe 2: mäßig labile Flächen

Es können leichte bis mittlere Schäden auftreten; Grünlandwirtschaft ist nur bedingt möglich, Waldbestockung empfehlenswert. Jede unpfleghche Maßnahme muß vermieden werden.

Stufe 3: sehr labile Flächen

Da mit schwersten Schäden gerechnet werden muß, ist eine dauernde schutzwirksame Waldbestockung erforderlich.

und Bodensubstrat bedingte mögliche potentielle Gefährdung auf waldfreien bzw. waldfrei gedachten Flächen angeschätzt und drei Hanglabilitätsstufen zugeordnet.

Waldbodeninventur

Um einen Überblick über den chemischen Zustand der Waldböden, zur Ernährungssituation und zur Schadstoffbelastung der Wälder zu bekommen, wurde zwischen 1987 und 1993 die erste bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE) durchgeführt. Die Aufnahmepunkte der Waldbodeninventur (8 x 8 km Raster) sind gleichzeitig Stichprobepunkte der Waldzustandserhebung.

Die Bodenanalysen der Waldbodeninventur geben Aufschluss über:

- **Bodenchemische Kennwerte**
(z.B.: pH-Wert, Basensättigung)
- **Nährstoffvorräte**
- **Nährstoffverfügbarkeit**
- **Schadstoffbelastung**

Zusätzlich zu den Bodenanalysen bieten Nadel- und Blattanalysen einen Einblick in die Ernährungssituation und Schadstoffbelastung der Waldbäume. Die Kombination von Nadel-/Blatt- und Bodenanalysen der Waldbodeninventur mit den Daten der Waldzustandserhebung machte umfassende Aussagen über Zusammenhänge zwischen „neuartigen Waldschäden“, der Ernährungslage der Wälder und dem chemischen Bodenzustand möglich. (Ergebnisse der Waldbodeninventur siehe: S. 22). Neben der Dokumentation des aktuellen Waldboden- und Ernährungszustandes liefert die Bodenzustandserhebung – vor allem im Zusammenhang mit künftigen Folgeinventuren – Aussagen über Ausmaß, Dynamik und räumliche Verbreitung von Bodenveränderungen.



Foto: A. Schubert

Langfristige Beobachtung der Waldböden

Da physikalische und chemische Prozesse im Boden sehr langsam ablaufen, sind langfristige Beobachtungen notwendig, um mögliche Veränderungen zu erfassen. Auf speziell ausgewählten Waldstandorten, die die am häufigsten vorkommenden Wald-ökosysteme repräsentieren, wurden daher Dauerbeobachtungsflächen für wissenschaftliche Untersuchungen des Waldbodens eingerichtet. Das Untersuchungsprogramm umfasst u.a. regelmäßige Beobachtungen des Kronenzustands, Boden- und Nadel-/Blattanalysen, Aufnahmen der Bodenvegetation und Zuwachsmessungen.



Foto: LWL – Sachgebiet Standort und Umwelt

In ca. 1.500 m Seehöhe, direkt am Weg zum Watzmannhaus, liegt die Waldklimastation im Nationalpark Berchtesgaden.

Zusätzliche Informationen über den Einfluss von klimatischen Faktoren und Luftschadstoffen, u.a. auch auf die Waldböden, werden an Waldklimastationen gewonnen. Da in Wäldern verstärkt Luftverunreinigungen ausgefiltert werden, sind Waldböden stärker von Schadstoffen belastet als waldfreie Flächen. Regelmäßige Messungen von Klimadaten und von Schad- und Nährstoffeinträgen im Wald und im benachbarten Freiland geben daher u.a. einen Überblick über die räumliche Verteilung und den zeitlichen Verlauf von Schadstoffen.

2. Aktiver Bodenschutz bei der Bewirtschaftung der Wälder

Für Förster und Waldbesitzer ist es eine vordringliche Aufgabe, einen gesunden Waldboden zu erhalten bzw. geschädigte Böden zu verbessern. In der forstlichen Praxis ist der Einsatz von moderner Forsttechnik und eine standortangepasste Waldbewirtschaftung zur Bewahrung des Waldbodens und seiner biologischen Vielfalt erforderlich.

Umweltschonender Maschineneinsatz

Ohne den Einsatz von Maschinen kommt heute moderne Forstwirtschaft nicht mehr aus. Das Befahren der Waldböden mit schweren Maschinen kann zu erheblichen Bodenschäden, insbesondere zur Bodenverdichtung und zu Erosionen führen.

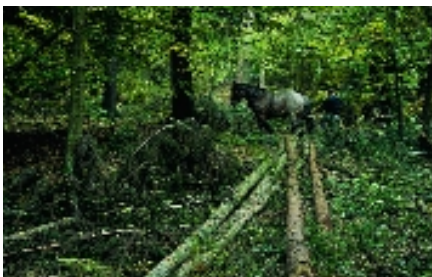
Die Folgen des rücksichtslosen Maschineneinsatzes für den Waldboden sind gravierend: Die Fähigkeit der Waldböden, Wasser und Nährstoffe zu speichern und mit der Umgebung auszutauschen, nimmt ab; Bodentiere und Baumwurzeln meiden die verdichteten Bodenbereiche, so dass dort die lockere Struktur des Waldbodens auf Dauer verloren geht. Auch die Fähigkeit des Waldbodens, starke Regenniederschläge aufzunehmen, nimmt durch die Verdichtung und Zerstörung der Bodenporen und Hohlräume ab.

Um den Boden zu schützen, darf nicht jede Waldfläche mit Maschinen befahren werden: so sind beispielsweise Böden mit einem hohen Anteil an feinkörnigen Subs-

Foto: Bayer, Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Sachgebiet Betriebswirtschaft und Walderbeit



Ein rücksichtsloser Maschineneinsatz im Wald kann zu schweren Bodenschäden führen.



trat wie Schluff stärker durch Verdichtung gefährdet, als solche mit einem hohen Sandanteil. Ein Blick auf die Standortkarte (siehe: S. 31) zeigt dem Förster und dem Waldbesitzer, wie belastbar die Waldböden in seinem Revier sind.

Dauerhaft markierte „Rückegassen“ als Wege für die Forstmaschinen tragen dazu bei, ein flächiges Befahren von Waldböden bei der Holzernte zu vermeiden. Das Holz wird von diesen Gassen aus geerntet und abtransportiert. Dabei müssen alle Möglichkeiten einer modernen Rücketechnik genutzt werden, um den Boden zu schonen wie z.B.: Fahrzeuge mit Breitreifen oder Ketten, Forstmaschinen mit weitreichenden

Seilwinden oder Kränen. Auf erosionsgefährdeten steilen Hanglagen kommen Seilkrananlagen zum Einsatz. Auch auf empfindlichen, z. B. zu Vernässung neigenden Böden haben Maschinen Fahrverbot; hier ziehen kräftige Arbeitspferde das Holz aus dem Wald.

Durch die Wahl des richtigen Zeitpunkts können ebenfalls Bodenschäden beim Einsatz von Forstmaschinen vermieden werden: in Trocken- und Frostperioden ist das Risiko von Bodenverdichtungen weniger groß. Holzlieferungen zu jedem beliebigen Zeitpunkt („just-in-time“) sind in solchen Fällen nicht möglich.

Waldbewirtschaftung mit Blick zum Boden

Eine bodenbewußte Forstwirtschaft achtet darauf, möglichst ungestörte, naturnahe Abläufe im Wald zu gewährleisten. Dabei kommt der Wahl von Baumarten eine maßgebliche Bedeutung beim Bodenschutz zu; sie sollen das jeweils vorhandene Standortpotential (Wasser und Nährstoffe im Boden, sowie Klima) optimal ausnutzen, ohne es negativ zu verändern.



Durch die Verwendung von Fahrzeugen mit besonders breiten Reifen wird der Druck des Fahrzeugs auf den Boden vermindert.

Die einzelnen Baumarten unterscheiden sich im Hinblick auf ihre Ansprüche an die Umwelt und ihr ökologisches Verhalten deutlich. In Laubwäldern und laubholzreichen Mischwäldern bildet sich zumeist eine durch Bodenlebewesen leichter zersetzbare Streu aus als in Nadelwäldern. Um auf versauerungsgefährdeten oder bereits versauerten Standorten die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern, werden tief und intensiv wurzelnde Laubbaumarten (z. B. Buche) gepflanzt. Sie sind in der Lage, Nährstoffe aus dem Unterboden über die Blattstreu wieder an den Oberboden zurückzuführen (siehe auch: S. 17).

Die Filterwirkung von Wäldern spielt eine große Rolle dabei, wie viel Schadstoffe aus der Atmosphäre in das Waldökosystem und in den Boden gelangen. Durch die

ganzjährige Benadelung filtern Nadelbäume meist größere Schadstoffmengen aus als Laubbäume. Um den weiteren Schadstoffeintrag in bereits belasteten Waldböden zu verringern, ist es empfehlenswert, – insbesondere in Trinkwasserschutz-Gebieten – Nadelwälder nachträglich in Mischbestände umzuwandeln oder laubholzreiche Mischwälder zu pflanzen.

Auf rutschgefährdeten Hangflächen kommen der Tanne und der Buche mit ihrem tiefreichenden bzw. intensiven Wurzelsystemen eine wichtige Bedeutung zur Festigung des Bodens zu.

Auch die Art der Holznutzung wirkt sich auf die Waldböden aus. Großflächige Kahlschläge mit anschließender Pflanzung auf der Freifläche führen oft zu einer star-



Foto: R. Mögner

Um die Bodenqualität in reinen Kiefernwäldern zu verbessern, werden häufig – wie hier im Bereich der Mecklenburger Seenplatte – nachträglich Laubhölzer gepflanzt.



Hubschrauber bei Waldkalkung

ken Mineralisation des Humus und damit verbunden zu Nährstoffauswaschungen aus dem Boden. Auf dichten, lehmig-tonigen Böden können sich Vernässungserscheinungen zeigen, wenn die Wasserpumpwirkung der Bäume nicht mehr vorhanden ist; durch das Fällen nur einzelner Bäume oder Baumgruppen können diese negativen Effekte weitgehend vermieden werden.

Bei der Holzernte wird dem Wald zwar mit den alten Bäumen organische Substanz entzogen; in der Regel ist dabei der Verlust von Nährstoffen jedoch gering, wenn Baumkronen, Wurzeln und Rinde im Wald verbleiben. Technische Holzernte-Verfahren, bei denen der größte Teil der Biomasse aus dem Wald transportiert wird – wie z. B. die Nutzung des ganzen Baumes mit samt Rinde und Astwerk oder die Gewinn-

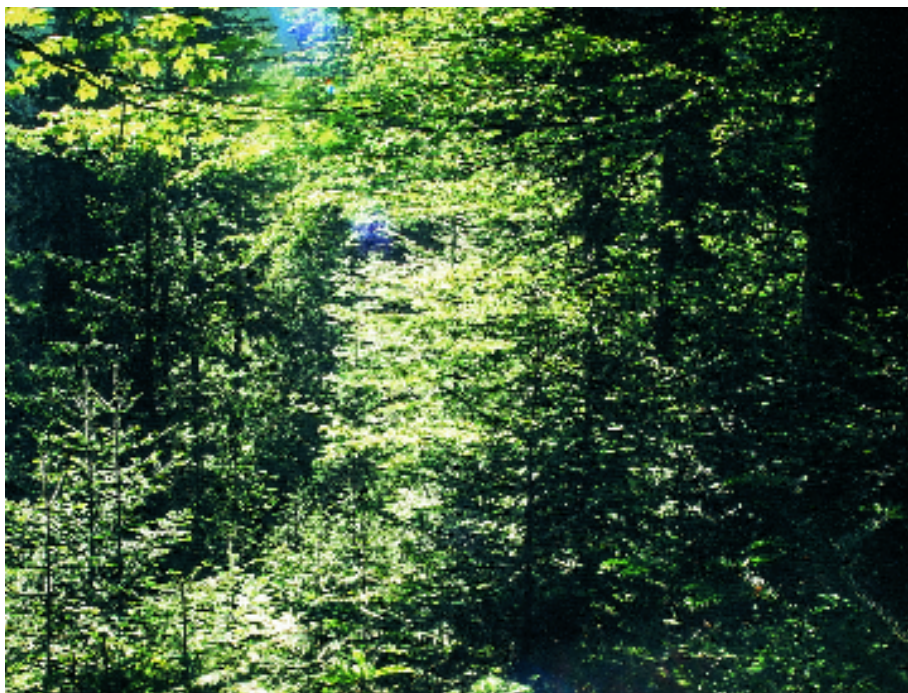
nung von Energie-Holz aus Wipfeln und Ästen – sind unter dem Gesichtspunkt eines nachhaltigen Umgangs mit unseren Waldböden daher für den einzelnen Standort kritisch zu prüfen.

Als eine Möglichkeit, die Folgen des Säureeintrags in die Waldböden etwas abzumildern, wird von manchen Fachleuten die Bodenschutzkalkung empfohlen. Ob eine Kalkung der Waldböden jedoch im Einzelfall ein geeignetes Mittel ist, muss vorher durch eine umfassende ökologische Prüfung abgeklärt werden.

3. Bodenschutz im Hochgebirge

Im Hochgebirge ist der intakte Waldboden von besonderer Bedeutung für den Erhalt gesunder Schutzwälder, zur Vermeidung von Erosion und zur Minderung der Hochwassergefahr durch die Speicherung großer Niederschlagsmengen.

Ziel der forstlichen Maßnahmen im Hochgebirge ist es, den Schutzwald zu erhalten und zu pflegen; denn nur gesunde und stabile Bergwälder sind in der Lage, die an sie gestellten Schutzaufgaben bestmöglich zu erfüllen. Stabile Wälder im Bergmischwaldbereich sind gekennzeichnet durch ein abwechslungsreiches Muster an eng miteinander verzahnten, jungen und alten Laub- und Nadelbäumen. In der höher gelegenen subalpinen Fichtenzone bieten sog. „Roten“ (d. h. einzelne Verbände aus mehreren kleinen und großen Fichten) Schutz vor Bodenerosion. Auf rutschgefährdeten Hängen darf vor allem die Tanne nicht fehlen, die mit ihren tiefreichenden Wurzeln den Boden befestigt; auch dient diese langlebige Baumart als lebendige „Brücke“ zwischen den einzelnen Baumgenerationen.



Der Gebirgsplechterwald ist ein idealer Schutzwald. Unterschiedlich alte Bäume stehen in engem Wechsel übereinander oder nebeneinander. Allerdings kann die Plechterstruktur, insbesondere im montanen Höhenbereich (800-1400 m), nur durch forstliche Pflegemaßnahmen dauerhaft erhalten werden.

Nicht alle Schutzwälder sind in einem guten Zustand: Auf etwa 10% der Schutzwaldfläche im bayerischen Alpenraum (ca. 12.800 ha) weist der Waldmantel bereits große Löcher auf, so dass Wind, Wasser, Frost und Schnee ungehindert ihre erodierenden Kräfte entfalten können (siehe auch: Broschüre „Ohne Schutzwald gehts bergab!“). Die ursprünglich vorhandenen Baumarten haben aufgrund der widrigen Umweltbedingungen und der sich verschlechternden Bodenverhältnisse oft nur geringe Chancen, sich aus eigener Kraft in der nächsten Waldgeneration einen Platz zu sichern. Gelingt es dennoch jungen Bäumen heranzuwachsen, dann fallen sie häufig dem

Verbiss durch Reh-, Rot- und Gamswild zum Opfer. Vor allem junge Tannen, aber auch Laubhölzer wie Buche, Bergahorn und Mehlbeere stellen nämlich für das Schalenwild besondere Leckerbissen dar.

Seit 1986 führt die bayerische Staatsforstverwaltung ein Programm zur Sanierung der Schutzwälder durch. Naturverjüngung, Pflanzungen und wo notwendig – auch technische Verbauungen – sollen aktiv dazu beitragen, die Schutzwirkung der alpinen Wälder wiederherzustellen. Zusätzlich zu den Sanierungsmaßnahmen stellt eine konsequente Bejagung den besten Schutz für den jungen Bergwald dar.



Eine der wichtigsten Arbeiten bei der Schutzwaldsanierung stellt die Pflanzung dar. Mehrere Millionen kleiner Bäumchen wurden in den letzten zehn Jahren von den Pflanztrupps auf den verlichteten Steilhängen gepflanzt.

4. Bodenschutz geht jeden an!

Kranke Bäume sind nur ein Symptom dafür, dass das Ökosystem Wald in seiner Gesamtheit aus dem Gleichgewicht geraten ist. Auch die Böden, als Schaltstelle für die Stoffkreisläufe im Wald, sind durch die anhaltenden Säure- und Schadstoffeinträge

stark belastet. Waldböden können Schadstoffe nicht in beliebigem Maße speichern, ohne dass es zu Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen kommt; die steigende Nitratbelastung und die örtlich zunehmende Konzentration von Sulfat und Aluminium im Grundwasser stellen nur ein Alarmsignal für diese negative Entwicklung dar.

Was geschehen muss, damit uns der Wald-Boden unter den Füßen nicht verloren geht:

Der Eintrag von Luftschadstoffen durch Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Privathaushalte in die Waldböden muss verringert werden!

➔ **Daher: Das Einsparen von Energie und der Verzicht auf umweltbelastende Verkehrsmittel geht jeden an!**

Schonender Umgang mit dem Waldboden!

➔ **Das bedeutet auf empfindlichen Böden: Ökologie vor Ökonomie!**

Die alpinen Bergwälder müssen erhalten und geschützt werden!

➔ **Das heißt: Die Pflege und die Sanierung der Schutzwälder muss auf Dauer fortgeführt werden!**

Literatur

► **Bodenschutz im Wald**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (1995)

► **Waldzustandsbericht 1999**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (1999)

► **Forschung für den Wald**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (1999)

► **Deutscher Waldbodenbericht 1996**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1997)

► **Forschungsreport Nr. 2**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1998)

► **Bericht über den Zustand des Waldes 1998**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1998)

► **Waldböden**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2000)

► **Lebensraum Wald**

Hofmeister, H.(1983), Paul Parey Verlag. 2. Auflage.

► **Untersuchungen von Wurzelsystemen auf ausgewählten Waldstandorten im Gantrischgebiet**

Lüscher, P. und Hitz, O. (2000), in Dokumentation der 15. Arbeitstagung der Schweizerischen Gebirgswaldpflegegruppe

► **Böden unserer Heimat**

Müller, S. (1969) Franckh'sche Verlagshandlung. Stuttgart

► **Regenwürmer – die Dauerwühler. Wald und Holz H.7**

Reutimann, P. und Glasstetter, M. (1994)

► **Rettet den Wald**

Stern, H.; Bibelriether, H.; Burschel, P.; Plochmann, R.; Schröder, W. und Schulz, H. (1979), Kindler Verlag

„Zukunftsinvestition Wald!“

Stiftung Wald in Not – Aufgaben und Ziele

Anlass zur Gründung der Stiftung Wald in Not war 1983 die Diskussion um das „Waldsterben“. Die Gründer wollten mit der Stiftung ein Gemeinschaftswerk errichten, dass verbandsübergreifend private Unterstützung, zur Förderung von Maßnahmen zur Erhaltung und Vermehrung des Waldes in Deutschland mobilisiert. Zu ihren Aufgaben gehört die sachliche Information über den Wald und seine Gefährdung. Dazu gibt die Stiftung u.a. Informationsschriften heraus, die allen Interessierten kostenlos zur Verfügung stehen.

Sie fördert Maßnahmen zur Stabilisierung und Wiederaufforstung geschädigter, bzw. zerstörter Wälder und die Pflanzungen neuer Wälder. Als wichtiger Beitrag zum Schutz des Waldes, fördert sie die Nutzung regenerativer Energiequellen, vor allem die Verwendung von Holz als nachwachsenden Energierohstoff. Sie unterstützt Wissenschaftler bei der Durchführung von Forschungsarbeiten, die sich mit der Erhaltung des Waldes befassen.

Der Wald spielt eine besondere Rolle im globalen Kohlenstoffhaushalt. Daher sind Walderhaltung und Waldvermehrung ein wichtiger Beitrag zum Schutz des Klimas. Dazu gehört auch eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz im Sinne der Agenda 21. Ihren Einsatz für den Wald betrachtet die Stiftung als langfristige Investition in die Zukunft unserer Kinder und Enkel.

Ihre Arbeit finanziert sie vor allem aus Spenden und freiwilligen Beiträgen. Sie ist daher auf großzügige Unterstützung angewiesen. Zur Sicherung ihrer langfristigen Aufgaben sind Zustiftungen willkommen.

Die Veröffentlichungen der Stiftung und weitere Informationen erhalten Sie bei der **Stiftung Wald in Not**, Godesberger Alle 142–148, 53175 Bonn, oder im Internet unter <http://www.wald-in-not.de/>.

Spendenkonto: Sparkasse Bonn Nr. 52 100, BLZ: 380 500 00 oder UmweltBank Nr. 31 31, BLZ 760 350 00. Spenden sind steuerlich abzugsfähig.



Veröffentlichungen der Stiftung Wald in Not

Band 1	»Wie krank ist unser Wald?« 10. überarbeitete Auflage 2001, 32 Seiten	
Band 2	»Was jeder gegen das Waldsterben tun kann« 10. überarbeitete Auflage 1996, 24 Seiten	
Band 3	»Fakten, Forschung, Hypothese – Ursachen der Waldschäden« 4. aktualisierte Auflage 1995, 95 Seiten	
Band 4	»Erneuerbare Energiequellen nutzen – dem Wald helfen« 1. Auflage 1998, 48 Seiten	
Band 5	»Treibhauseffekt und Wald« 5. überarbeitete Auflage 1996, 48 Seiten	
Band 7	»Die Lage des Waldes – 10 Jahre Stiftung Wald in Not« 1. Auflage 1995, 43 Seiten	
Band 8	»Buchenwälder – ihr Schutz und ihre Nutzung« 1. Auflage 1996, 100 Seiten	
Band 9	»Ohne Schutzwald gehts bergab! – Intakte Bergwälder – Lebensversicherung für das nächste Jahrtausend« 1. Auflage 1998, 40 Seiten	
Band 10	»Wir brauchen mehr Wald« – Leitfaden zur Waldvermehrung 1. Auflage 2000, 56 Seiten	
Band 11	»Wald • Wasser • Leben« 1. Auflage 2000, 32 Seiten	
Band 12	»Gesunde Böden braucht der Wald« 1. Auflage 2001, 42 Seiten	
Wandzeitungen (Poster)	»Helft dem Wald«	»So stirbt der Wald«
Information	»Heizen mit Holz dem Wald zuliebe« 12 Seiten	

Die Veröffentlichungen sind erhältlich bei der **Stiftung Wald in Not**,
Godesberger Allee 142–148, 53175 Bonn, Telefon 02 28 / 8 19 81 91, Telefax 02 28 / 8 19 81 92.

Bei Bestellungen bitten wir um Rückporto in Briefmarken. Für Einzelexemplare 1,50 DM / 0,77 €. Bei größeren Stückzahlen bitten wir um Erstattung der im Einzelfall anfallenden Porto- bzw. Versandkosten. Informationen auch im Internet unter: <http://www.wald-in-not.de/>

Abbildungsverzeichnis

Stern, H. et al.: Titelseite; Müller, S.: Seite 7; Stern, H. et al.: Seite 8; Stern, H. et al.: Seite 9; Hofmeister, H.: Seite 10; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1995: Seite 11; Stern, H. et al.: Seite 11; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998: Seite 12; Stern, H. et al. : Seite 12; Bildvorlage Prof. A. Rissler, verändert durch G. Fischer aus der Ausstellung „Leben im Boden“ des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz: Seite 14; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2000: Seite 15; Hofmeister, H. nach Ellenberg: Seite 16; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1995: Seite 17; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998: Seite 18; Lüscher, P. und Hitz, O.: Seite 19; Bundesministerium für Bildung und Forschung: Seite 21; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2000: Seite 22; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998: Seite 23; Bundesministerium für Bildung und Forschung: Seite 25; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1999: Seite 25; Bundesministerium für Bildung und Forschung: Seite 26 unten; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1995: Seite 31; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2000: Seite 31; Stiftung Wald in Not, Band 9: Seite 32.

Impressum

Copyright 2001

Stiftung Wald in Not

Redaktion: Dr. Christoph Abs

Gestaltung: maenken kommunikation GmbH, Köln

Druck: Druckerei J. P. Bachem GmbH & Co., Köln

1. Auflage

Gesunde Böden braucht der Wald!



Unseren Blicken ist er nur schwer zugänglich – der Boden zu unseren Füßen. Dies ist sicher ein Grund, dass wir häufig die vielfältigen Leistungen des Bodens als selbstverständlich hinnahmen. Erst in jüngerer Zeit beginnt sich diese Einstellung zu wandeln und man beschäftigt sich genauer mit dem Boden als der Schaltstelle für den Stoffkreislauf im Wald. Aufwändige Untersuchungen haben gezeigt, dass neben den Wäldern auch die Waldböden durch die anhaltenden Schadstoffeinträge aus der Luft stark belastet sind.

Böden können Schadstoffe nicht in beliebigem Maße speichern, ohne dass es zu Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen kommt; die steigende Nitratbelastung und die örtlich zunehmende Konzentration von Sulfat und Aluminium im Grundwasser stellen nur ein Alarmsignal für diese negative Entwicklung dar.

Um die Belastungen der Waldökosysteme und insbesondere der Waldböden zu verringern, muss rasch gehandelt werden. Daher fordert die Stiftung Wald in Not:

- Der Eintrag von Luftschadstoffen in die Waldböden muss verringert werden
- Ein schonender Umgang der Forstwirtschaft mit dem Waldboden kann auf empfindlichen Standorten auch bedeuten: Ökologie vor Ökonomie
- Die Pflege und Sanierung der alpinen Schutzwälder muss als Daueraufgabe weiter fortgeführt werden

Die vorliegende Broschüre beschäftigt sich mit dem Lebensraum „Waldboden“ und informiert

- über die Bodenbildung, als einer unendlichen Geschichte
- über das ausgeprägte Leben im Boden, das für seine Fruchtbarkeit von enormer Bedeutung ist
- über die wichtigen Leistungen des Waldbodens als der Schaltstelle für den Stoffkreislauf im Wald, als Hochwasserschutz und als Wasserfilter
- über die Gefährdung der Waldböden durch Luftverschmutzung und durch Bodenerosion im Gebirge und
- über Möglichkeiten, den Waldboden zu schützen

