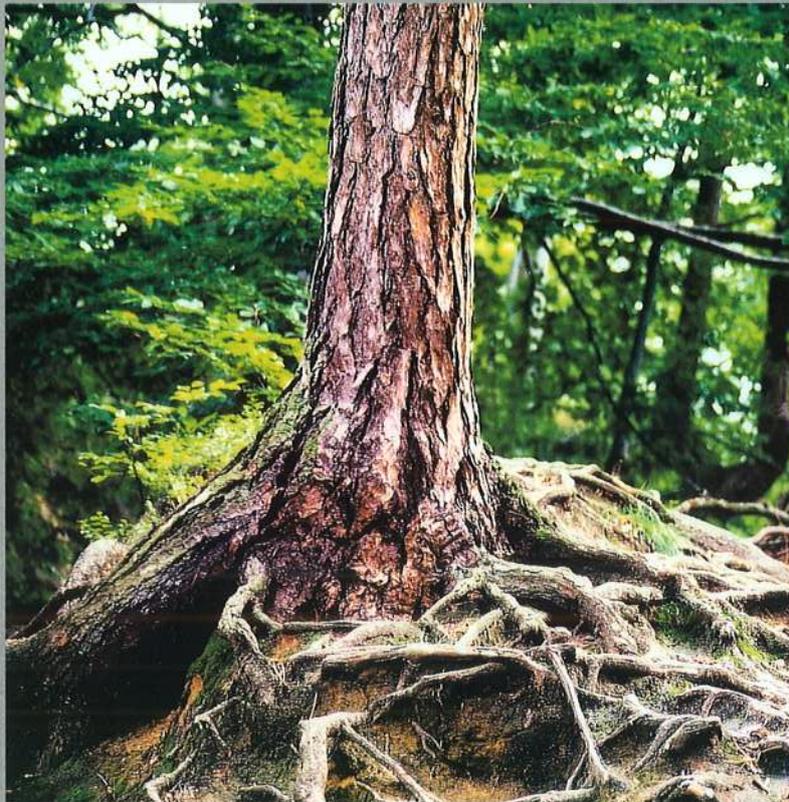


Heft 7/96

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt  
für Forsten

# Wald und Boden



Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Forsten

**Impressum****Herausgeber**

Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF)  
Bonnewitzer Straße 34  
01796 Pirna, OT Graupa  
Telefon (03501) 542-0  
Telefax (03501) 542-213  
Internet: [www.lafgraupa.sachsen.de](http://www.lafgraupa.sachsen.de)

**Redaktion und Gestaltung**

Sächsische Landesanstalt für Forsten

**Bearbeitung**

Abteilung Forstliche Rahmenplanung und Standorterkundung, S. Krüger

**Repro/Druck**

Druckerei Vettters GmbH Radeburg

3. ungeänderte Auflage, Dezember 2000

**Fotos**

Titelbild: S. Krüger, Seiten 14 u. 34: Dr. G. Raben, Seiten 42 u. 45: A. Padberg.

**Redaktionsschluss**

08/96

**Auflage**

2000 Stück

**Bezug**

über Sächsische Landesanstalt für Forsten

**Gedruckt auf Papier aus 100 % chlorfrei (tcf) gebleichtem Zellstoff**

**ISBN 3-932967-07-0**

**Titel:**

**Wald und Boden**

**Verteilerhinweis:** Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt  
für Forsten

# Wald und Boden



## **Inhalt**

	<b>Einführung .....</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Wald und Waldboden .....</b>	<b>8</b>
1.1	Böden als Teil des Lebensraumes Wald .....	8
1.2	Bodenentstehung und Waldbodentypen in Sachsen .....	10
<b>2</b>	<b>Kartierung der Waldböden .....</b>	<b>15</b>
2.1	Forstliche Standortserkundung .....	15
2.1.1	Ziel der Forstlichen Standortserkundung .....	15
2.1.2	Arbeitsverfahren der Forstlichen Standortserkundung in Sachsen .....	15
2.1.3	Anwendungsbereiche der Forstlichen Standortserkundung .....	18
2.1.4	Standortsverhältnisse in Sachsen .....	19
2.2	Waldfunktionskartierung .....	23
2.2.1	Aufgaben und Ziele der Waldfunktionskartierung .....	23
2.2.2	Schutzleistungen im Funktionenbereich Boden .....	24
2.2.2.1	Wald mit gesetzlich vorgegebenen Bodenschutzfunktionen .....	24
2.2.2.2	Wald mit besonderen Bodenschutzfunktionen .....	26
2.2.3	Ergebnisse im Funktionenbereich Boden .....	26
<b>3</b>	<b>Waldbodeninventuren und Dauerbeobachtungsflächen .....</b>	<b>28</b>
3.1	Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) .....	29
3.1.1	Aufgaben und Ziele .....	29
3.1.2	Ablauf der Bodenzustandserhebung .....	29
3.1.3	Ergebnisse der Bodenzustandserhebung .....	30
3.2	Forstliche Dauerbeobachtungsflächen .....	33
3.2.1	Aufgaben und Ziele .....	33
3.2.2	Einrichtung von Meßstationen in Sachsen .....	35
3.2.3	Ergebnisse der Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen .....	37
3.2.4	Zusammenfassung und Folgerungen für die Waldbehandlung .....	37

---

<b>4</b>	<b>Waldbewirtschaftung und Bodenschutz .....</b>	<b>39</b>
4.1	Schutz vor Bodenerosion .....	41
4.2	Schutz von Gebäuden, Verkehrsanlagen und anderen Objekten .....	44
4.3	Schutz des Trinkwassers .....	45
4.4	Schutz vor Hochwasser .....	47
4.5	Schutz der natürlichen Bodenlebensgemeinschaften und ihrer Leistungs- fähigkeit .....	48

## **Anhang**

Glossar .....	50
Literatur .....	52

## Einführung

Wälder sind Lebensraum für Pflanzen und Tiere, erzeugen den nachwachsenden und umweltfreundlichen Rohstoff Holz, prägen das Bild unserer Landschaft und sind nicht zuletzt ein beliebter Ort der Erholung. Sie wirken in gleicher Weise regulierend wie schützend auf Boden, Wasser und Klima. Dem Boden kommt im Ökosystem Wald eine Schlüsselrolle zu: Als Element der Stoffkreisläufe puffert er Einträge aus der Luft, filtert und speichert er Wasser, dient er als Lebensraum einer Vielzahl von Bodenorganismen und ist unentbehrlicher Wurzelraum für oberirdische Pflanzen.

Wichtige Ziele forstlicher Bewirtschaftung sind die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, der Schutz vor Bodenabtrag durch Wasser und Wind, die Renaturierung von Abbaustandorten sowie die Erhaltung vorteilhafter Klimaeffekte.

Aus diesem Grund legt das Waldgesetz für den Freistaat Sachsen die Walderhaltung einschließlich der Bodenfruchtbarkeit als Ziel fest (§ 1 SächsWaldG). Es fordert als Kriterium einer pfleglichen Bewirtschaftung des Waldes “den Waldboden und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten oder zu verbessern” (§ 18 SächsWaldG).

Das Prinzip der Nachhaltigkeit gilt in der Forstwirtschaft seit mehr als zwei Jahrhunderten. Heute bedeutet es, daß alle Leistungen des Waldes stetig und auf Dauer zur Verfügung stehen sollen. Dazu gehört an vorderster Stelle der Schutz des Bodens. Auf mehr als einem Viertel der Landesfläche Sachsens tragen Wald und Forstwirtschaft dazu bei, daß das Naturgut Boden langfristig intakt und leistungsfähig bleibt.

Zweck dieser Broschüre ist es, die wichtige Rolle des Bodens im Ökosystem Wald darzustellen, über Kartierung und Zustand der Waldböden in Sachsen zu informieren und Hinweise zu geben, wie die Bodenfunktionen im Rahmen einer Waldbewirtschaftung nachhaltig und im Einklang mit der Natur gesichert werden können.

# 1 Wald und Waldboden

## 1.1 Böden als Teil des Lebensraumes Wald

Böden sind komplexe chemische, physikalische und biologische Systeme, die Teil der obersten Erdkruste sind (Pedosphäre). Nach unten werden sie durch festes oder lockeres Gestein (Lithosphäre) und nach oben durch die Vegetationsdecke bzw. die Atmosphäre begrenzt. Im Gegensatz zu anderen Schutzgütern wie Wasser und Luft sind Böden ortsgebunden und daher ausgesprochen standortsspezifische Systeme, die auf kleinstem Raum sehr unterschiedlich entwickelt sein können. Sie bestehen aus Mineralen unterschiedlicher Art und Größe sowie organischen Stoffen, dem Humus. Böden sind nur begrenzt verfügbar und reagieren sehr empfindlich auf verschiedene Arten von Störungen.

Wald nach Sächsischem Waldgesetz ist “ jede mit Waldbäumen und Waldsträuchern bestockte Grundfläche, die durch ihre Größe geeignet ist, eine Nutz-, Schutz- oder Erholungsfunktion auszuüben.”

Waldböden sind demzufolge Ausschnitte der Bodendecke, die von Wäldern oder waldähnlichen Lebensgemeinschaften besiedelt oder unter Wald entstanden sind (Abb. 1). Entsprechend o.g. Definition nehmen Waldböden in Sachsen eine Fläche von 508882 ha bzw. 27% der Gesamtfläche ein.

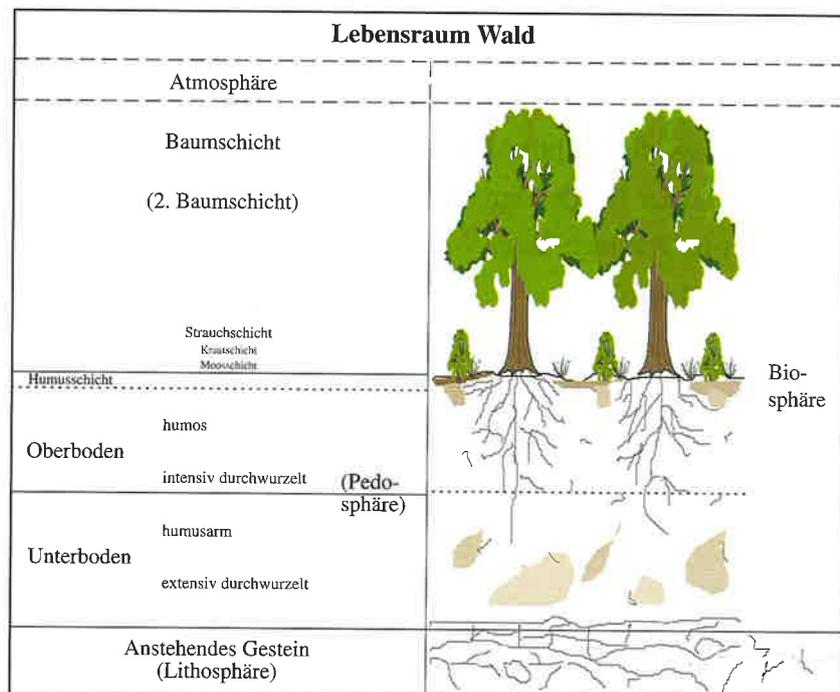


Abb. 1: Böden als Teil des Lebensraumes Wald<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (verändert nach OTTO 1994)

Wald und Waldboden sind als Kreislaufsystem eine unteilbare Einheit (Abb. 2): die Wurzeln der Bäume nehmen mit dem Bodenwasser die darin gelösten Nährstoffe auf und transportieren sie über Leitungsbahnen in Blätter, Nadeln und Rinde, wo sie gespeichert werden. Von Natur aus findet man je nach örtlichen Wuchsbedingungen (u.a. Nährstoffausstattung, Wasserhaushalt) auf jedem Standort ganz bestimmte, bestens an diese Bedingungen angepasste Waldgesellschaften vor. So trifft man auf sandigen, schlecht wasserversorgten und nährstoffarmen Böden häufig auf Kiefern- oder Eichenwaldgesellschaften. Auf lehmigen, gut wasser- und nährstoffversorgten Standorten herrschen in Mitteleuropa hingegen Buchenwaldgesellschaften vor. Die leicht zu erkennenden Unterschiede im Bewuchs sind deshalb oft ein Hinweis auf einen Bodenwechsel. Die Vegetation ihrerseits beeinflusst den Boden in mehrfacher Weise:

- durch den Eintrag von Stoffen, die aus der Atmosphäre ausgekämmt und ausgefiltert worden sind (Bestandesniederschlag),
- durch den wiederkehrenden Nadel- und Blattfall. Die in der Bodenstreu gespeicherten Nährstoffe gelangen über die Zersetzerkette aus Bodentierchen, Bakterien und Pilzen im Humuskörper wieder in den Mineralboden.
- nach dem Absterben der Bäume als "Totholz", dessen Nährstoffkapital auf gleiche Weise in den Mineralboden gelangt,
- durch das typische Waldklima (u.a. hohe relative Luftfeuchtigkeit, geringere Temperaturschwankungen im Vergleich zum Freiland).

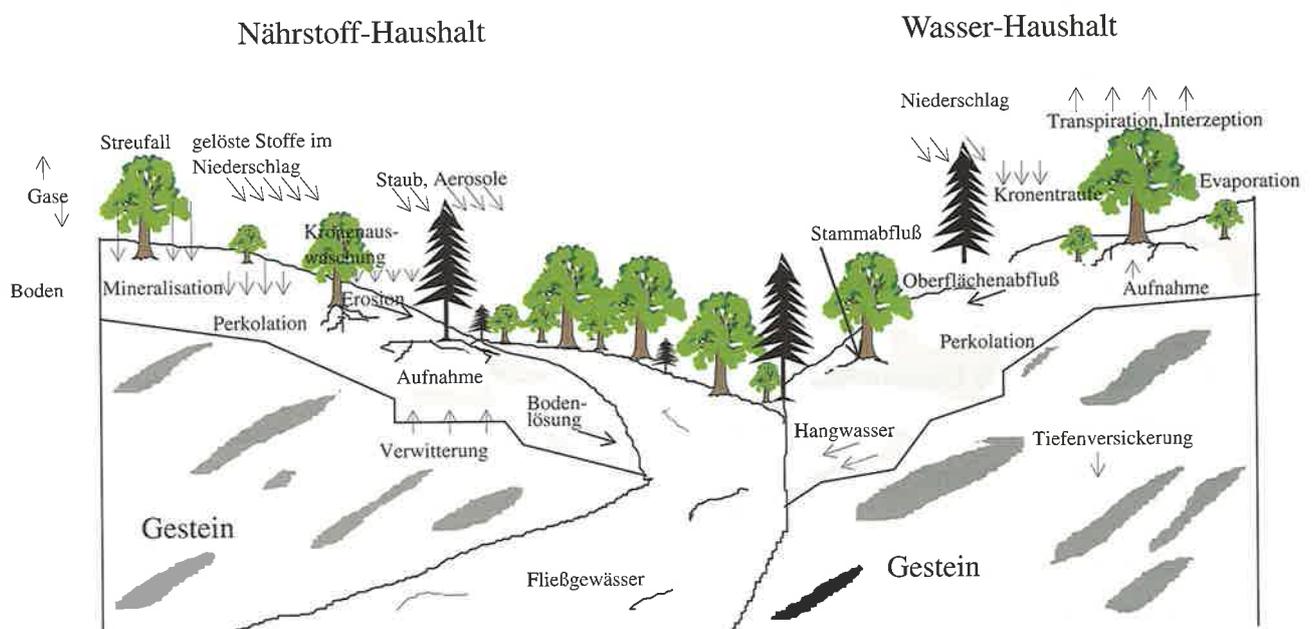


Abb. 2: Die Rolle der Böden im Nährstoff- und Wasserhaushalt von Waldökosystemen <sup>2</sup>

<sup>2</sup> (verändert nach CURLIN 1970)

Waldböden sind nicht nur Standort von Waldgesellschaften, sondern erfüllen darüber hinaus weitere wichtige Funktionen im Naturhaushalt der Wälder. Sie sind

- Lebensraum für eine große Anzahl von Pflanzen und Tieren im Boden (Mikroflora und -fauna),
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (“ Schwammwirkung ”),
- Filter und Puffer für Grundwasser, Bodenorganismen und Bewuchs gegenüber Schadstoffen.

## 1.2 Bodenentstehung und Waldbodentypen in Sachsen

Böden sind durch bodenbildende Prozesse geprägt und unterliegen durch diese einer ständigen Veränderung. Bodenbildende Prozesse sind insbesondere (REHFUESS 1990):

- Die Umwandlung der Ausgangsgesteine und die Herausbildung eines charakteristischen Mineralkörpers als Gesamtheit aller primären und aus Verwitterungsprodukten entstandenen mineralischen Bodenbestandteile durch:
  - a) physikalische Verwitterung (z.B. Temperatursprengung, Wurzeldruck),
  - b) chemische Verwitterung (z.B. Oxydation),
  - c) Mineralneubildung.
- Die Umwandlung der Streu und der Aufbau eines Humuskörpers als Gesamtheit aller toten organischen Stoffe eines Bodens samt räumlicher Verteilung durch:
  - a) Mineralisation (Abbau organischer Stoffe im Boden)
  - b) Humifizierung (Neubildung von dunkel gefärbten Huminstoffen aus tierischen, pflanzlichen oder mikrobiellen Überresten und Stoffwechselprodukten).
- Die Umlagerung von Bodenstoffen (z. B. durch Erosion)
- Der Aufbau und die Umwandlung des Bodengefüges (= Bodenstruktur) als räumliche Anordnung der festen Bodenkomponenten und der Hohlräume. Dabei entstehen unterschiedlich geformte und verschieden große Aggregate.

Gesteuert wird die Bodenbildung neben der zeitlichen Komponente durch eine Vielzahl unterschiedlicher Faktoren (Abb. 3):

- Ausgangsgestein,
- Klima (lokal, global),
- Bodenfauna- und flora,
- Relief,
- Mensch.

Je nach Wirkung dieser Faktoren sind im Lauf der Zeit ganz unterschiedliche Böden entstanden. Von wesentlicher Bedeutung sind die Zusammensetzung des Gesteines selbst und die Gesteinsverwitterung (Ausgangsgestein).

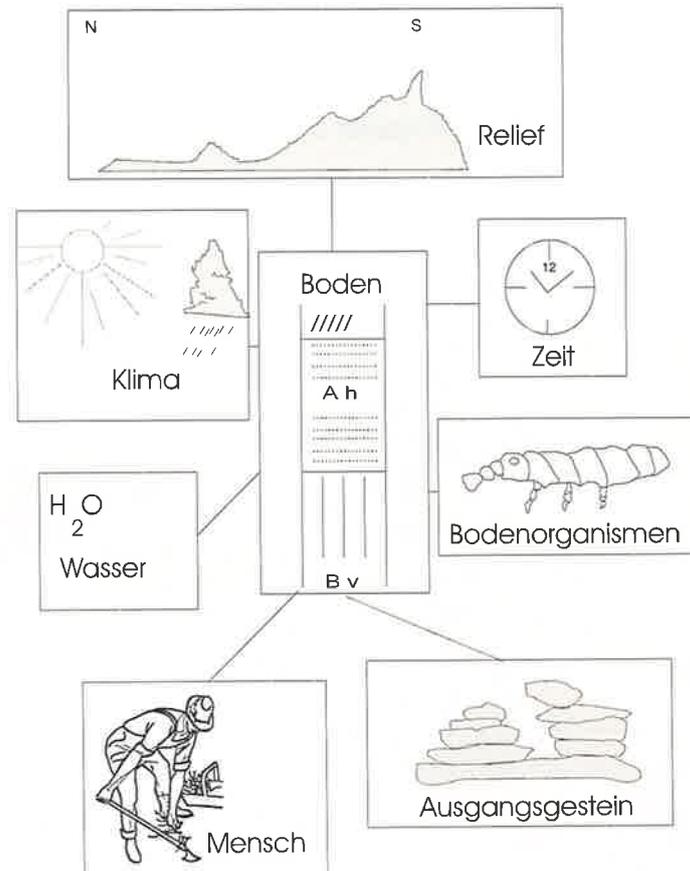


Abb. 3: Die Faktoren der Bodenbildung

Nach der bodenregionalen Gliederung der Bundesrepublik Deutschland kommen in Sachsen fünf Bodenregionen vor (Abb. 4). Das sind Bodenvergesellschaftungen, die durch das Nebeneinander bestimmter ökologisch und entstehungsgeschichtlich verwandter Böden gekennzeichnet sind:

- Böden im Bereich pleistozäner Ablagerungen (v.a. Sande) des Tieflandes:  
Düben-Dahlener Heide, Elsterwerda-Herzberger Elsterniederung, Königsbrücker Heide, Senftenberger Heide- und Seengebiet, Niederlausitzer Grenzwall, Muskauer Heide, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet.
- Böden aus Löß, Lößlehm und deren Umwandlungsprodukten:  
Hallesches, Ronneburger, Weißenfelser und Zeitz-Altenburger Lößhügelland, Leipziger Lößtiefland, Nordsächsisches, Mittelsächsisches und Mulde-Lößhügelland, Dresdener Elbtalweitung, Großenhainer, Oberlausitzer und Westlausitzer Lößhügelland.

- Böden aus Grundgebirgsmaterial im Verbreitungsgebiet des Erzgebirges, Fichtelgebirges, Oberlausitzer Berglandes, Ronneburger Lößhügellandes und Randbereichen des Thüringer Schiefergebirges.
- Böden aus Kreidesandstein im Verbreitungsgebiet des Elbsandsteingebirges und des Zittauer Gebirges.
- Böden aus Flußablagerungen: Riesa-Torgauer Elbtal.

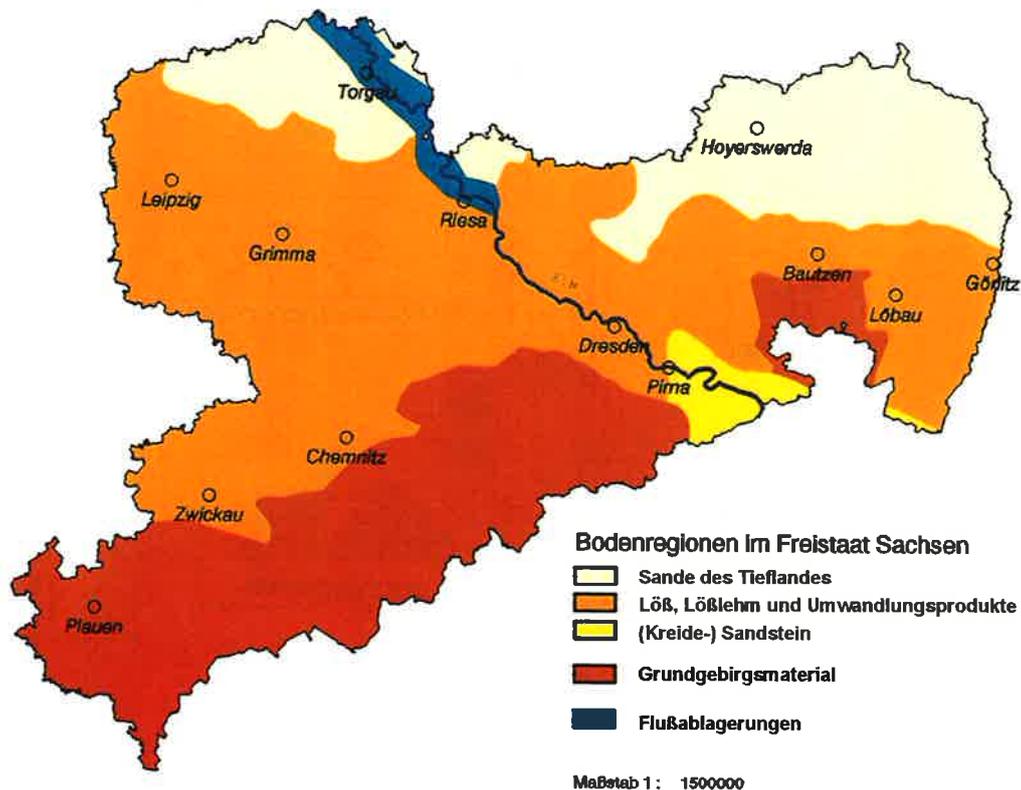


Abb. 4: Bodenregionen in Sachsen<sup>3</sup>

Die Böden Sachsens bestanden in vorgeschichtlicher Zeit in allen Bodenregionen fast nur aus Waldböden. Im Rahmen der Landnahme wurden jedoch der Wald gerodet und Waldböden in Acker-, Wiesen- und Weideböden umgewandelt. Dies betraf vor allem leicht befahrbar- und bearbeitbares Gelände. Schwer zugängliche, steile, nährstoffarme, zu nasse oder zu trockene Standorte blieben als Waldböden der forstlichen Nutzung erhalten.

Die Rodung von Wald durch bäuerliche Landnutzung hat ihren Ursprung in den lößreichen Altsiedlungsgebieten der Altenburger, Lommatzcher und Bautzener Pflege. Mit der ostdeutschen Kolonisation im 11. und 12. Jahrhundert dehnte sie sich verstärkt auf die Böden der hochkollinen, submontanen und montanen Region aus.

<sup>3</sup> (verändert nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG 1994)

Mit dem Förderbeginn des sächsischen Silber- und Zinnbergbaus wurden auch Teile der rauhen und kühlen Hoch- und sogar Kammlagen gerodet und landwirtschaftlich genutzt. HUNGER (1992) nennt folgende Rodungszeitpunkte:

- Freiberg, ab 1168
- Eibenstock, ab 1340
- Annaberg, ab 1492
- Zinnwald-Georgenfeld, ab 1671

Im Wald findet man heute nachfolgend genannte Bodentypen (Tab. 1):

Tab. 1: Waldbodentypen im Freistaat Sachsen geordnet nach dem Wassereinfluß

Kategorie	Waldbodentyp	Kurzbeschreibung	Ausgangsmaterial (Beispiel)
<b>Landböden</b>	Ranker	Bodenbildung auf karbonatfreiem Festgestein	Granit, Sand
	Rendzina	Bodenbildung auf Karbonatgestein	Kalkstein
	Pararendzina	Bodenbildung auf schwach karbonathaltigem Gestein	Geschiebemergel
	Schwarzerde	tiefhumoser Steppenboden aus karbonathaltigem Gestein	Löß
	Braunerde	lehmiger Boden ohne wesentliche Tonverlagerung	Gneis
	Fahlerde	aufgehellter Boden (mit vertikaler Tonverlagerung)	Löß
	Podsol	Boden mit Eisen- und/oder Humusverlagerung	Sandstein
	Kolluvium	tiefhumoser Boden in Geländehohlformen	umgelagerter Boden
<b>Stau- und Haftwasserbeeinflusste Böden</b>	Pseudogley (Staugley)	durch Wasserstau geprägter Boden (ständiger Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung)	Löß
	Stagnogley (Humusstaugley)	durch Staunässe einfluß gebleichter Boden	Löß
<b>Grundwasserbeeinflusste Böden</b>	Brauner Aueboden	tiefhumoser Boden, periodisch grundwasserbeeinflusst	Flußsedimente
	Gley	hydromorph geprägter Boden, ganzjährig grundwasserbeeinflusst	Bachsedimente
<b>Moorböden</b>	Moor	Böden aus organischen Rückständen, durch Wassersättigung gebildet	Torf

Den Aufbau eines in Sachsen weit verbreiteten Waldbodens zeigt Abb. 5. Es handelt sich um eine podsolige Braunerde, die aus rotem Tafelgneis entstanden ist. Ihre verschiedenen Bodenhorizonte werden bei der Profilbeschreibung durch Buchstaben und/oder Zahlen-Symbole gekennzeichnet. Dabei werden die Lage der Bodenhorizonte sowie die Zugehörigkeit zum Humus-, Mineral- bzw. Grundwasserkörper mit Großbuchstaben bezeichnet. Braunerden weisen i.d.R. ein Bodenprofil mit der Horizontabfolge O - A-B-C auf.

- O: Organische Humusauflage über dem Mineralboden
- A: Mineralische Oberbodenhorizonte mit Akkumulation von organischen Stoffen
- B: Mineralische Unterbodenhorizonte, geprägt durch Verwitterung und Verlehmung oder durch Einspülung von Stoffen aus dem Oberboden
- C: Mineralische Untergrundhorizonte; i.d.R. Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstand

Kleinbuchstaben erläutern spezifische Wirkungen bodenbildender Prozesse. Bei den Braunerden ist dies die Verwitterung eisenhaltiger Minerale. Sie bewirkt eine Verfeinerung der Bodenkörnung durch die Bildung von Ton (Verlehmung), die mit einer Farbänderung im Boden (Verbraunung) einhergeht (v = verbraunt, verlehmt).

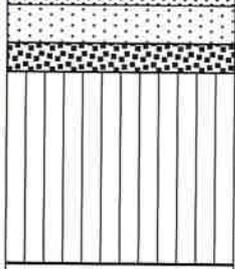
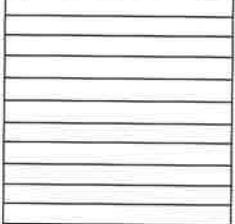
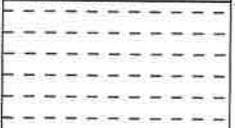
Bodenprofil	Horizontabfolge	Horizontmächtigkeit (cm)	Horizontbezeichnung	Horizontbeschreibung
		13 - 0	L Of Oh	Streuauflage: Moder
		0 - 6	Aeh	hellgrau, schwachsteinig, grusig, humos, schwach durchwurzelt
		6 - 30	Bv <sub>1</sub>	braun, schwachsteinig, mittel durchwurzelt
		30 - 57	Bv <sub>2</sub>	braun, mittelsteinig, grusig, sehr schwach humos, schwach durchwurzelt
		57 - 110	Bv / Cv	fahlbraun, sehr stark steinig, grusig, sehr schwach durchwurzelt

Abb. 5: Bodenprofil einer Braunerde aus Gneis (Sächsisches Forstamt Ehrenfriedersdorf, BZE - Punkt 186).<sup>4</sup>

<sup>4</sup>L = litter (Streu), f = fermentiert, h = humos, e = eluvial (gebleicht, aschefarben)

## 2 Kartierung der Waldböden

Die Verbreitung und Vergesellschaftung von Böden wird auf Bodenkarten dargestellt. Für Sachsen liegen u.a. folgende Kartenwerke vor:

- Forstliche Standortserkundung (Maßstab 1:10.000)
- Bodenschätzungskarten (Maßstab 1: 1.000 bis 1:5.000)
- Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortskartierung (MMK), (Maßstab 1: 100.000)
- Kippbodenkarten der Braunkohlereviere (verschiedene Maßstäbe)
- Bodengeologische Karten (Maßstab 1: 25.000)

Waldböden werden landesweit im Rahmen der forstlichen Standortskartierung kartiert. Darüber hinaus werden Wälder, die als Bodenschutzwälder vor Erosion schützen im Rahmen der Waldfunktionenkartierung (Kap. 2.2) beschrieben.

### 2.1 Forstliche Standortserkundung

#### 2.1.1 Ziel der forstlichen Standortserkundung

Ziel der forstlichen Standortskartierung ist es, die für das Waldwachstum und für die Sicherung der Waldfunktionen eines bestimmten Geländebereichs entscheidenden Umweltbedingungen zu erfassen, zu werten sowie Standorte mit gleichen oder ähnlichen ökologischen Verhältnissen zusammenzufassen und auf Karten darzustellen. Die Standortserkundung ist somit eine wesentliche Grundlage für alle Planungen, die den Wald und seine Bewirtschaftung betreffen. Sie ist gleichermaßen unabdingbare Voraussetzung für eine an den natürlichen Gegebenheiten ausgerichtete ökologisch und wirtschaftlich leistungsfähige Waldbewirtschaftung.

#### 2.1.2 Arbeitsverfahren der Forstlichen Standortserkundung in Sachsen

Grundlage für das überregionale Arbeitsverfahren in Sachsen ist die "Anweisung für die forstliche Standortserkundung in der DDR" (SEA), (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM 1974). Das Verfahren zählt zu den kombinierten Methoden der Standortserkundung, d.h. die Standortsansprache berücksichtigt:

- bodenkundlich-standortkundliche Aspekte wie Klima, Höhenlage, Geologie, Geomorphologie, Boden- bzw. Humusform und Feuchteverhältnisse,
- Vegetationskundliche Aspekte wie Bäume, Strauch- und Bodenvegetation (Standortsweiser),
- Waldgeschichte (Bestandes- und Reviergeschichte).

### Standortsformen als “Bausteine” der Standortserkundung

Bei der forstlichen Standortskartierung wird der Waldboden in seiner Gesamtheit in Standortformen als kleinste Kartiereinheiten eingeteilt. Standortformen sind forstökologische Grundeinheiten mit einheitlichen Wuchsbedingungen, insbesondere annähernd gleicher Ertragsfähigkeit, gleichen waldbaulichen Möglichkeiten sowie Gefährdungen. Für eine kartographische Darstellung sollten sie eine Mindestgröße von 1 ha aufweisen. Standortformen werden nach Unterschieden im Klima, in der Bodenform, der Reliefform und im Wasserhaushalt voneinander abgegrenzt. Ihre Namen setzen sich aus diesen ökologischen Faktoren zusammen. In die Bezeichnung geht ein:

1. die Bodenform, d.i. eine Kombination aus Bodenart (z.B. Sand oder Lehm) und Bodentyp (z.B. Braunerde). Zusätzlich wird eine geographische Bezeichnung angegeben, die beschreibt, wo die spezielle Bodenform erstmalig vorgefunden wurde (z.B. Pappritzer Granitbraunerde).
2. das reliefbedingte Kleinklima (z.B. Hanglage) und der Wasserhaushalt (z.B. mäßig frisch) und ggf. die Humusform (z.B. Moder).

Die Standortform heißt dann: “Mäßig frische Pappritzer Granit-Braunerde mit Moder in Hanglage” .

Standortformen können nach ökologischen Gesichtspunkten zu größeren, überregionalen Einheiten, den Standortformengruppen, zusammengefaßt werden. Diese setzen sich aus waldbaulich ähnlich zu behandelnden Standortformen zusammen und sind besonders bedeutend bei der Wahl der Baumarten im Rahmen der Waldverjüngung. Entsprechend veränderter waldbaulicher Anforderungen können die Standortformengruppen von Zeit zu Zeit auch neu eingeteilt werden. Davon unberührt bleibt die Definition und Abgrenzung der Standortformen.

Die Standortserkundung in Sachsen ist gemäß Sächsischem Waldgesetz (§ 36 Abs. 1 Nr.1 SächsWaldG) von der Sächsischen Landesanstalt für Forsten für alle Waldbesitzarten durchzuführen. Die Standortverhältnisse werden nach den Standortregionen Tiefland, Hügelland und Mittelgebirge getrennt kartiert. Durch Geländebegänge, Anlage von Weiser- und Tastgruben und Bohrungen werden die Beschaffenheit (vertikaler Bodenaufbau bzw. Schichtung) und flächenhafte Verbreitung der unterschiedlichen Bodenformen erfaßt. Zusätzlich werden Vegetation (Methode Braun - Blanquet) und Lokalklima angesprochen. Ergänzende Laboruntersuchungen wie beispielsweise Nährstoffanalysen und vergleichende pH-Wertermittlungen dienen zur analytischen Abgrenzung der ausgewiesenen Standortseinheiten.

Als Ergebnis der Standortserkundung werden dem Forstamt folgende Unterlagen bereitgestellt:

- eine farbige Standortskarte im Maßstab 1 : 10.000 mit Standortformen und Standortgruppen (Abb. 6). Auf der Karte sind die Grenzen der Standortformen mit den speziellen Namens-kürzeln ihrer Bezeichnung dargestellt.

Im Kartenausschnitt bedeuten die Abkürzungen:

T: Terrestrischer Standort

M 2: mittlere Nährkraftstufe, durchschnittlich wasserversorgt

PaGt: Pappritzer Granit-Braunerde

- 5: mäßig frisch

116: Abteilungsnummer des Waldortes

b<sup>2</sup>: Unterabteilung b, Teilfläche 2

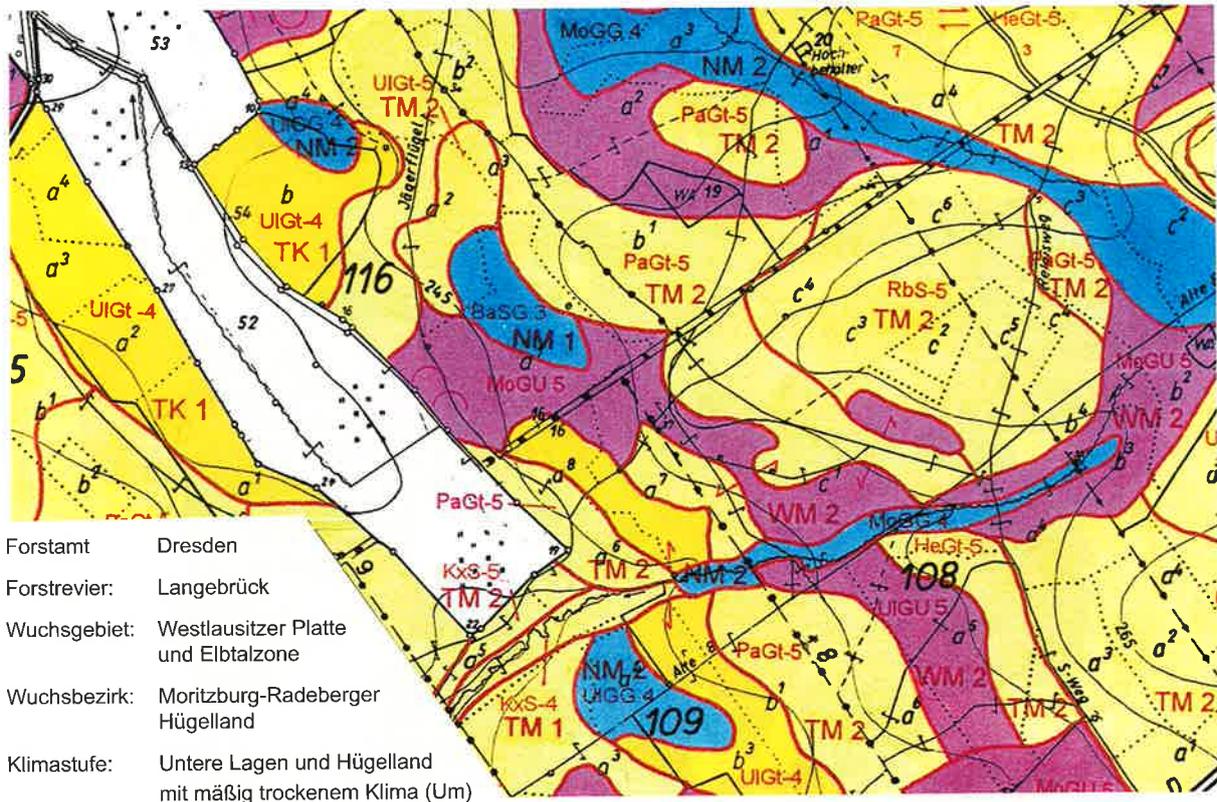


Abb. 6: Ausschnitt aus einer Standortskarte (Forstamt Dresden)

- eine Legende zur Standortskarte. Diese enthält die Standortsgliederung mit den Merkmalen der Standortformen, der Standortformengruppen und die wichtigsten waldbaulichen Empfehlungen (ökologische Kennzeichnung).
- ein Erläuterungsband,
  - mit Beurteilungen der ökologischen Eignung, Stabilität und Wachstumsleistung der Baumarten auf den ausgewiesenen Standortseinheiten,
  - mit Vorschlägen zur Wahl der Baumarten und Bestandeszieltypen auf Grundlage der kartierten Standortformen, getrennt nach Wuchsbezirken und Standortformengruppen,
  - mit Flächenzusammenstellungen (Standortsbilanzen) innerhalb der jeweiligen Wuchsbezirke für Standortformen und Standortformengruppen.

### 2.1.3 Anwendungsbereiche der Forstlichen Standortserkundung

Die Standortserkundung ist eine wichtige Grundlage für viele Planungen, die Wald und Forstwirtschaft betreffen. Sie stellt darüber hinaus Daten und Argumente für die Forst- und Umweltpolitik bereit (Abb. 7).

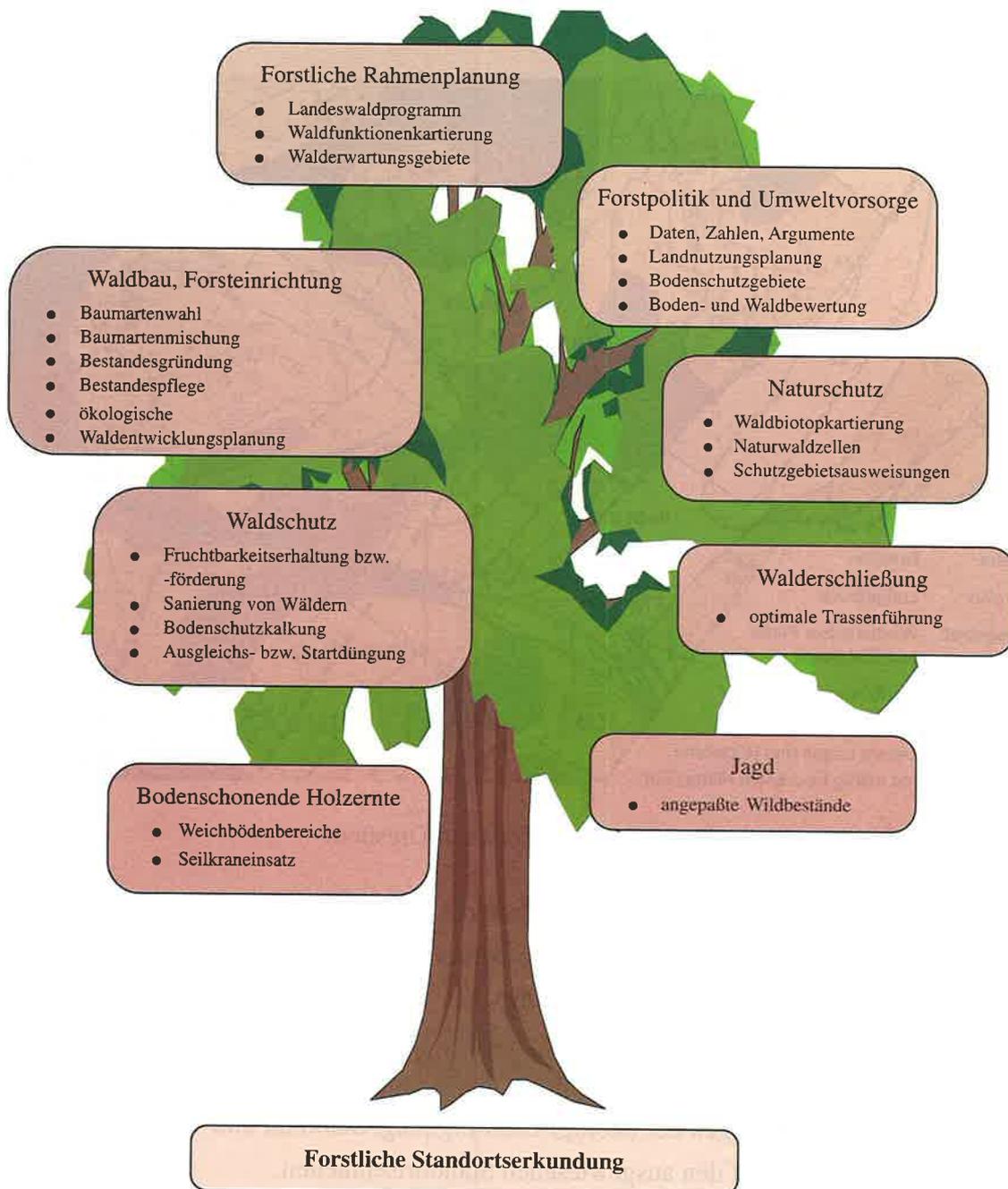


Abb. 7: Anwendungsbereiche der Standortserkundung

Dem Waldbauer dient die Standortserkundung als Grundlage für die Baumartenwahl im Rahmen der waldbaulichen Einzelplanung (Waldverjüngung und -pflege), für den Unter- und Voranbau und bei der Neubegründung von Wäldern (Erstaufforstung).

Der Forsteinrichter wählt geeignete Bestandeszieltypen im Rahmen der Zielbestockungsplanung anhand der Standortskarte aus. Dem forstlichen Bodenkundler gibt die Standortskartierung Hinweise auf die Nährstoffversorgung des Bodens. Er kann so über die Notwendigkeit bodenerhaltender und -verbessernder Maßnahmen wie beispielsweise der Bodenschutzkalkung entscheiden. Darüber hinaus liefert sie wichtige Hinweise über die potentielle Lage wertvoller Biotope, die im Rahmen der Waldbiotopkartierung erfaßt werden.

Naturwaldzellen, die natürliche Waldgesellschaften repräsentieren, werden unter Berücksichtigung standörtlicher Gesichtspunkte ausgewiesen.

Bei der Holzernte werden die Standortverhältnisse durch die Wahl entsprechend bodenschonender Geräte und Verfahren berücksichtigt. Die Holzbringung erfolgt deshalb auf Weichböden vermehrt mit Rückepferden.

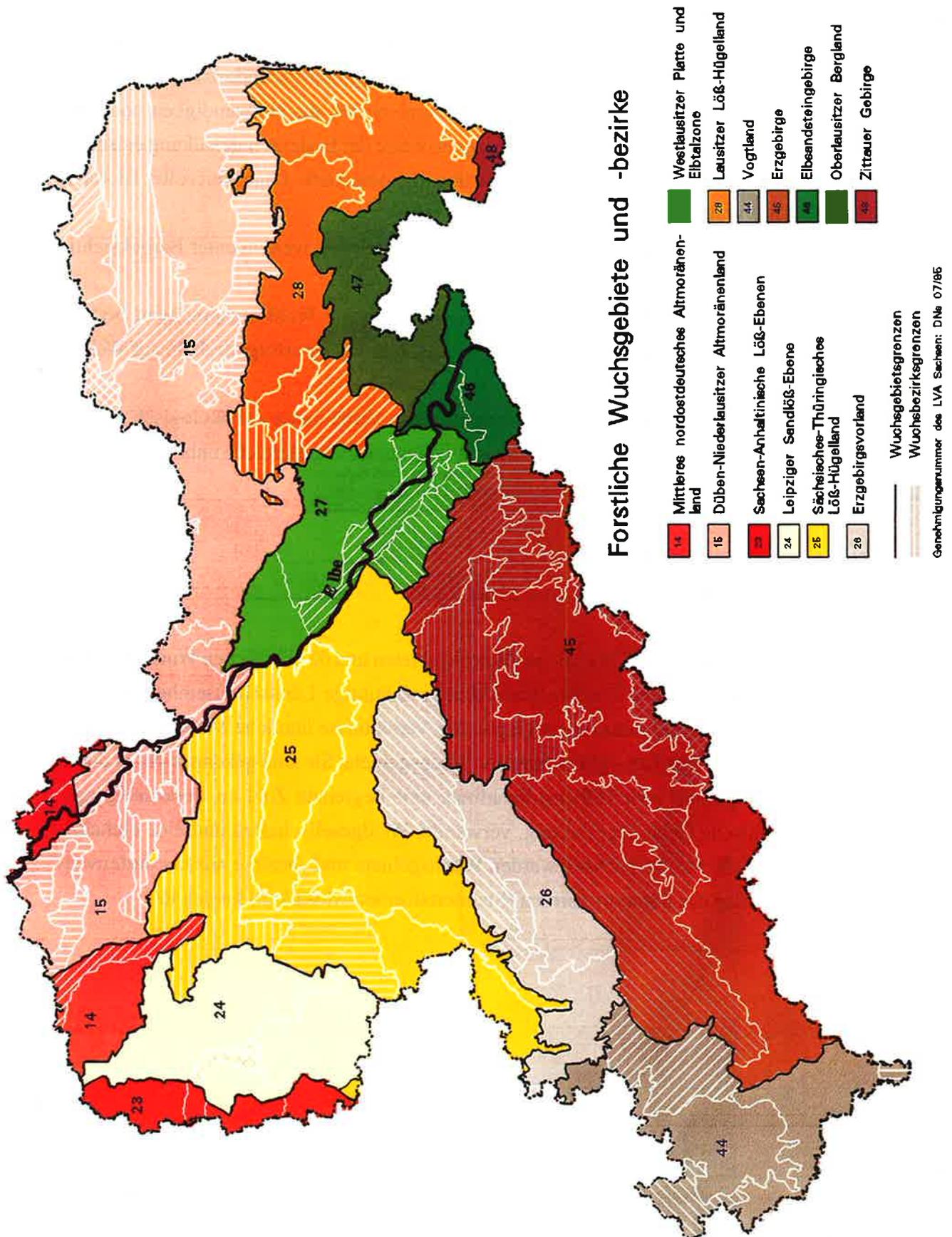
Bei der Planung von Waldwegen weisen die standörtlichen Verhältnisse auf ökologisch vertretbare und kostengünstige Trassenführungen hin, bzw. zeigen, welche Bereiche unbedingt gemieden werden sollten (z.B. organische Weichböden).

## **2.1.4 Standortverhältnisse in Sachsen**

### **Wuchsgebiete und Wuchsbezirke**

Die Wälder in Sachsen werden 13 Forstlichen Wuchsgebieten und 65 Forstlichen Wuchsbezirken zugeordnet (Abb. 8). Forstliche Wuchsgebiete sind großräumige Landschaftseinheiten, deren geologische, klimatische und pflanzengeographische Verhältnisse ähnliche Merkmale aufweisen. Wuchsbezirke sind eine Untergliederung der Wuchsgebiete. Sie sind gekennzeichnet durch ein einheitliches Regional- oder Höhenstufenklima, eine begrenzte Zahl an Bodenausgangsgesteinen, eine typische Geländegestaltung, verwandte Waldgesellschaften und eine einheitliche Landschaftsgeschichte. In Sachsen werden Wuchsgebiete und -bezirke aus der stufenweisen Zusammenfassung der Standortformen (Standortformen-Mosaiken) hergeleitet.

Abb. 8: Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke in Sachsen



### Waldflächenanteile nach Höhen- und Klimastufen

Die forstliche Standortserkundung untergliedert die Waldstandorte in Abhängigkeit von der Lage über NN in fünf Höhenstufen (Tab. 2):

Tab. 2: Waldflächenanteile nach Höhenstufen in Sachsen

Bezeichnung	Höhe über NN	relativer Waldflächenanteil in Sachsen (%)
Kammlagen	> 800 m	1
Höhere Berglagen	650 - 800 m	10
Mittlere Berglagen	450 - 700 m	23
Untere Berglagen und Hügelland	100 - 450 m	41
Tiefland	< 200 m	25

Diesen Höhenstufen werden 10 Klimastufen zugeordnet (Abb. 9), die in erster Linie durch Jahresdurchschnittstemperatur und jährliche Niederschlagsmenge bestimmt sind. Für Sachsen typisch sind die Klimastufen "Mäßig trockenes Tiefland" (Tm) und "Feuchte untere Berglagen" (Uf).

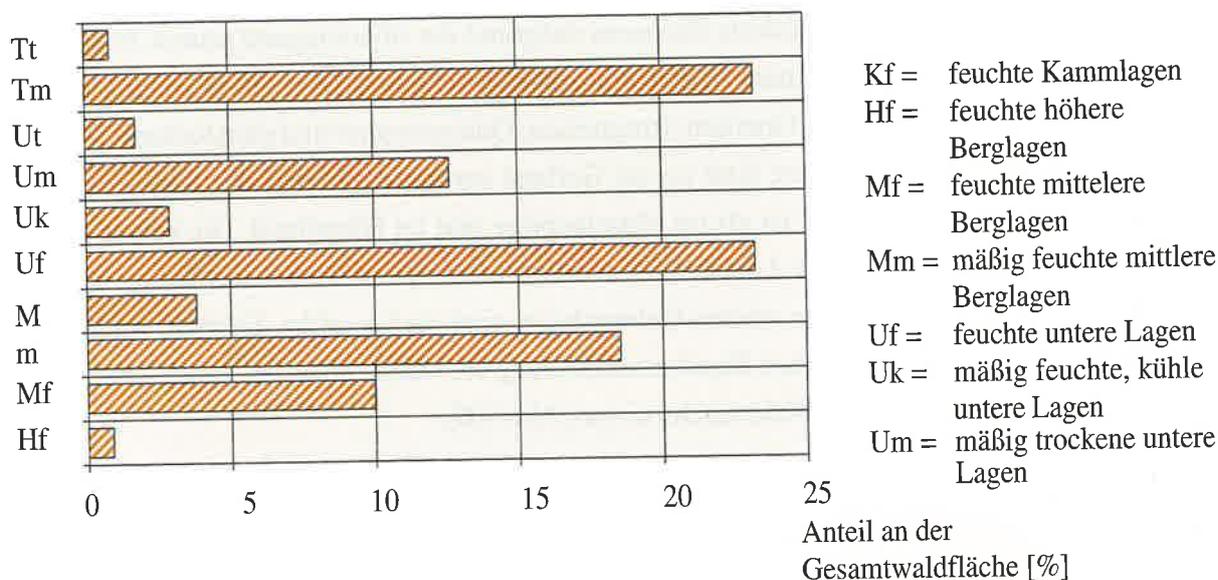


Abb. 9: Einteilung der Waldstandorte in Sachsen nach Klima- und Höhenstufen

### Waldflächenanteile nach der Bodenfeuchte

Die forstlichen Standorte Sachsens sind durch unvernäßte (terrestrische) Böden geprägt (Abb. 10). Ihr Anteil liegt bei rd. 80 % der Waldfläche (390 Tha). Bedeutsam ist der hohe Anteil an wechselfeuchten Standorten (9% bzw. 45 Tha). Diese entstanden größtenteils auf den in Sachsen häufig vertretenen lößüberlagerten Altmoränen im Hügellandsbereich. Häufig sind sie mit Wäldern aus führender Fichte mit geringen Laubbaumanteilen bestockt und deshalb besonders anfällig gegenüber abiotischen (Wind- und Sturmwurf) und biotischen Schadeinwirkungen (Borkenkäfermassenvermehrungen).

Unvernäßte Standorte 77,3%

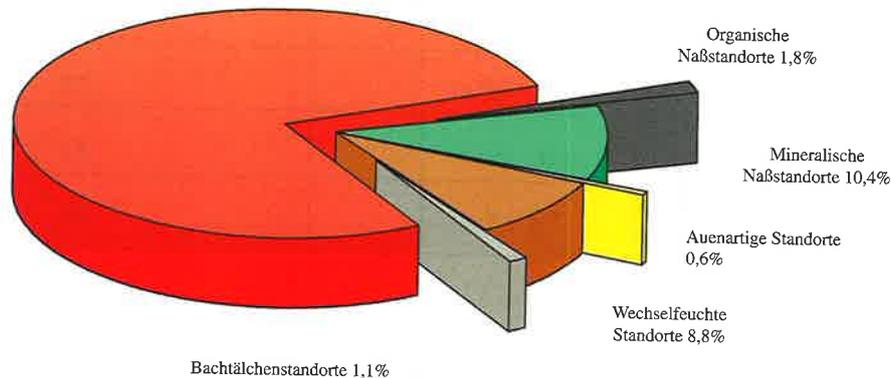


Abb. 10: Einteilung der Waldstandorte in Sachsen nach der Bodenfeuchte

### Waldflächenanteile nach Nährkraftstufen

Im allgemeinen sind die Waldstandorte Sachsens aufgrund der überwiegend sauren Ausgangsgesteine mit einer mittleren bis armen Nährstoffausstattung versehen. Dies gilt in erster Linie für Böden aus : Westerzgebirgischen Graniten, Rotgneisen, Quarzporphyr und pleistozänen Sanden. Arme und ziemlich arme Standorte sind v.a im Tiefland verbreitet, da dort der Anteil sandiger Bodensubstrate wesentlich höher ist als im Mittelgebirge und im Hügelland. Die besser ausgestatteten Böden über Graugneisen, Lausitzer Granodiorit, Basalt und Diabas werden meist landwirtschaftlich genutzt. Nur in den oberen Gebirgslagen sind sie bewaldet. Deshalb findet man nach den Ergebnissen der Forstlichen Standortserkundung die Nährkraftstufen "reich" und "kräftig" in Sachsen nur auf 6 % der Waldstandorte vor (Abb. 10).

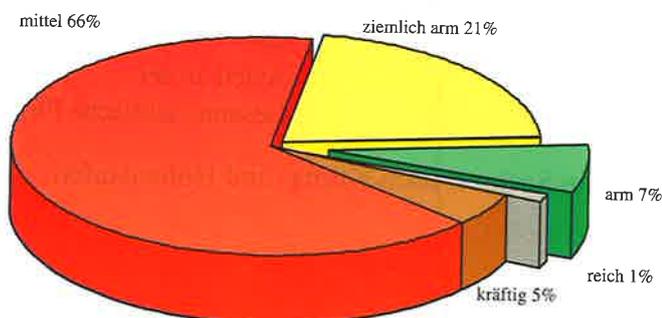


Abb. 11: Waldflächenanteile nach Nährkraftstufen

## 2.2 Waldfunktionskartierung

### 2.2.1 Aufgaben und Ziele der Waldfunktionskartierung

Die Waldfunktionskartierung erfaßt im gesamten Wald Sachsens die Flächen, auf denen dieser über das normale Maß hinaus besondere Schutz- und Erholungsfunktionen ausübt (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN 1994). Zu den Schutzfunktionen gehört in erster Linie der Bodenschutz. Mit der Waldfunktionskarte (Maßstab 1 : 25 000) und einem dazugehörenden Erläuterungsbericht stellt die Waldfunktionskartierung eine wesentliche Grundlage für den Schutz und die Bewirtschaftung der Wälder bereit. Gleichzeitig ist sie eine wichtige Planungsgrundlage für alle Träger öffentlicher Vorhaben. Abb. 12 zeigt einen Ausschnitt aus der Waldfunktionskarte mit einem hohen Anteil an Bodenschutzwald nach SächsWaldG ("B", braune Schraffur).

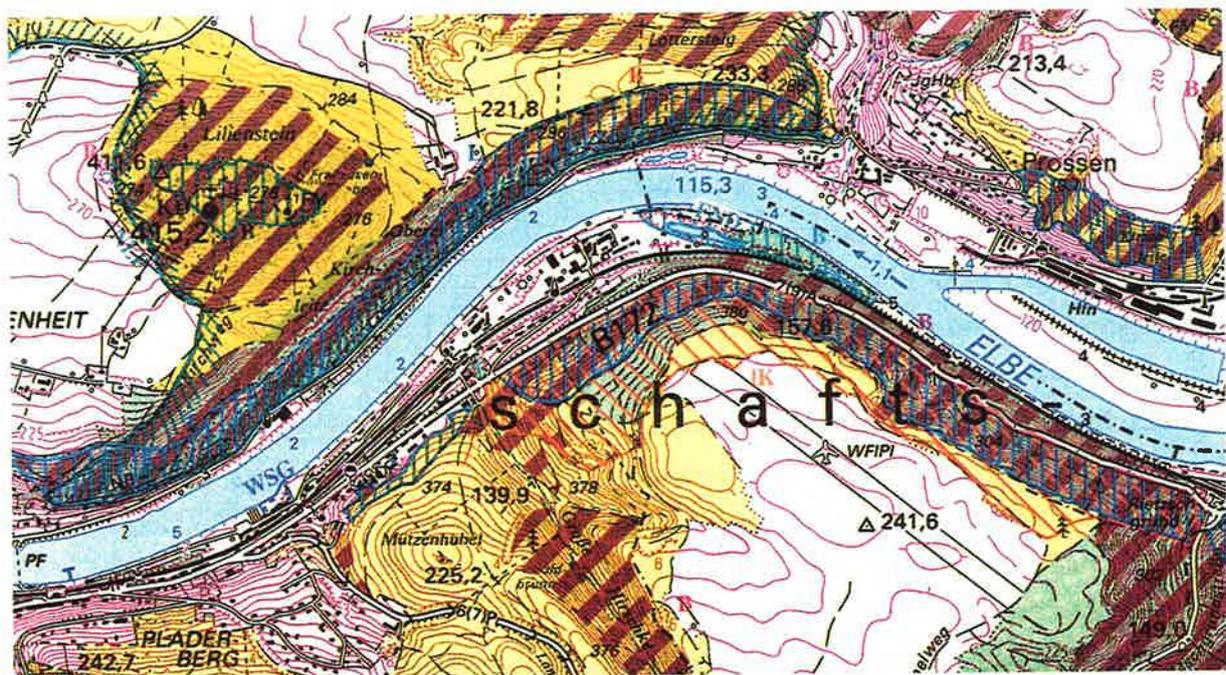


Abb. 12: Ausschnitt aus der Waldfunktionskarte (Sächsische Forstämter Cunnersdorf/Lohmen)

Die Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes werden den sieben gleichrangigen Funktionsbereichen Boden, Wasser, Luft, Natur, Landschaft, Kultur und Erholung zugeordnet. Innerhalb der Bereiche wird unterschieden nach:

1. Wald mit gesetzlich vorgegebenen Schutzfunktionen:

Die Waldfunktion besteht per Gesetz (z.B. Bodenschutzwald nach Sächsischem Waldgesetz) oder für die betroffene Waldfläche liegt eine spezielle Rechtsvorschrift in Form einer Schutzgebietsverordnung vor.

Das DBF-Programm ist ein Instrument des vorsorgenden Umweltschutzes (Monitoring). Auf der Grundlage der Beobachtungen und Analysedaten können Erkenntnisse über die Waldentwicklung unter sich verändernden Umweltbedingungen und Handlungsempfehlungen für die Forstwirtschaft und Umweltpolitik gewonnen werden. Auch auf den Dauerbeobachtungsflächen werden der Waldboden und seine Nährstoffausstattung beobachtet (Abb. 19).



Abb. 19: Blick in die Forstliche Dauerbeobachtungsfläche Cunnendorf

Ziele der Dauerbeobachtungsflächen im Zusammenhang mit Boden sind insbesondere:

- Großflächige kontinuierliche Erhebung repräsentativer Informationen über die Entwicklung der Element- bzw. Stoffeinträge (Depositionen) von typischen Waldökosystemen in Sachsen,
- Erfassung chemischer Parameter im Niederschlag, in der Bodenfest- und Bodenlösungsphase sowie in Waldquellen,
- Bewertung des Ernährungszustandes der Waldbestände,
- Beobachtung der Veränderung des ökologischen Ist-Zustandes in repräsentativen sächsischen Waldökosystemen und Datenverknüpfung mit BZE,
- Anbindung der Erhebungen an das Versuchsflächenprogramm zum Aufbau stabiler Mischbestände (Waldumbau),
- Ableitung und Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis.

### 3.2.2 Einrichtung von Meßstationen in Sachsen

In Sachsen wurden insgesamt sieben Dauerbeobachtungsflächen von der Sächsischen Landesanstalt für Forsten, Abteilung Bodenkunde und Waldernährung, angelegt. Ihre Verteilung im Land ist durch die heterogene, regional differenzierte Depositionssituation und durch die Verbreitung der bedeutendsten Wuchsgebiete bestimmt (Tab. 3). Sechs Stationen sind in das Dauerbeobachtungsflächenprogramm der EU (Level II) integriert.

Tab. 3: Forstliche Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen (Stand: 8/1996)

Sächsisches Forstamt	Wuchsgebiet (Höhe über NN)	Geologie	Bestand	in Betrieb seit
Klingenthal	Erzgebirge (840 m)	Eibenstocker Granit	Fichte 76 Jahre	7/1993
Olbernhau	Erzgebirge (720m)	Grauer Gneis	Fichte, 104 Jahre	10/1994
Cunnersdorf	Elbsandsteingebirge (440 m)	Quadersandstein mit Lößlehm	Fichte, 91 Jahre	7/1993
Neukirch	Oberlausitzer Bergland (440 m)	Lausitzer Granodiorit	Fichte, 80 Jahre	7/1995
Laußnitz	Düben-Niederlausitzer Altmoränen (170 m)	Diluvialer Decksand	Kiefer, 87 Jahre	10/1994
Colditz	Sächsisch-Thüringisches Löß-Hügelland (185 m)	Lößlehm	Eiche, 42 Jahre	7/1995
Bad Schandau (Nationalpark Sächs. Schweiz)	Elbsandsteingebirge (260 m)	Basalt, Quadersandstein, Lößlehm	Buche, ungleichaltrig	9/1998

Der Versuchsaufbau einer Dauerbeobachtungsfläche ermöglicht einen direkten Vergleich von Freiland und Wald, da sich die Meßapparaturen jeweils in unmittelbarer Nachbarschaft befinden (Abb. 20).

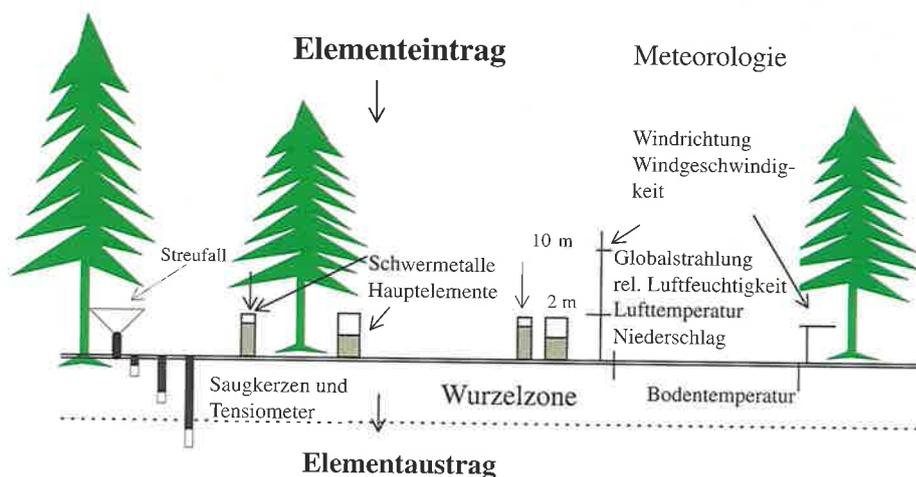


Abb. 20: Versuchsaufbau einer Forstlichen Dauerbeobachtungsfläche

Die Dauerbeobachtungsflächen werden im Hinblick auf eine Vielzahl verschiedener Parameter untersucht (Tab. 4 und 5):

Tab. 4: Kontinuierliche Zustandserfassung auf Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen

Kontinuierliche Meßreihen	
Untersuchungsbereich	Merkmal
Stoffeinträge auf Freifläche und in Bestand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niederschlagsmenge (pH, Leitfähigkeit)</li> <li>• Makroelemente (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Org-N, SO<sub>4</sub>-S, PO<sub>4</sub>-P, Cl, Ca, Mg, Na, Al, Mn, Fe)</li> <li>• Schwermetalle (Pb, Cd, Zn, Cu)</li> </ul>
Stoffinhalte des Bodensickerwassers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge (pH, Leitfähigkeit)</li> <li>• Makroelemente (analog Stoffeinträge)</li> <li>• Schwermetalle (analog Stoffeinträge)</li> </ul>
Quellwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (analog Stoffeinträge)</li> </ul>
Streufall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makroelemente (C<sub>ges</sub>, N<sub>ges</sub>, P<sub>ges</sub>, S, N, Ca, K, Mg)</li> <li>• Schwermetalle (analog Stoffeinträge)</li> </ul>
Meteorologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globalstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Bodentemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Niederschlagsverteilung</li> </ul>

Tab. 5: Periodische Zustandserfassung auf Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen

Periodische Zustandsbeurteilung	
Zustand des Waldbestandes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrestrische Schadansprache (jährlich)</li> <li>• Ertragskundliche Parameter (5 Jahre)</li> <li>• Bodenchemismus der Festphase (10 Jahre)</li> <li>• Waldernährung (Nadelproben Baumkrone, 2 Jahre, Parameter wie Streufall)</li> </ul>

### 3.2.3 Ergebnisse der Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen

Nach bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen (Raben et al. 1996, Raben et al. 1998) läßt sich folgendes feststellen:

#### **Niederschläge und Elementeinträge in den Boden**

Die Niederschläge sind trotz der in jüngerer Vergangenheit veränderten Immissionsbedingungen weiterhin stark mit Schadstoffen belastet: Die Schwefel- und Stickstoffeinträge befinden sich weiterhin auf einem für Waldökosysteme sehr hohen Niveau. So hat die Reduzierung der Flugstäube aus Kraftwerken zu einem überproportionalen Rückgang der neutralisierend wirkenden Calciumeinträge gegenüber den sauer wirkenden Schwefel- ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) und Stickstoffeinträgen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) geführt. Aus diesem Grund liegt der pH-Wert des Niederschlages, der unterhalb der Baumkronen auf den Waldboden gelangt (Bestandes-Niederschlag), überwiegend zwischen 4,0 und 3,0 und wirkt als "Saurer Regen". Die Sulfatkonzentrationen im Bestandes-Niederschlag zeigen eine deutliche Jahresrhythmik. Sie können im Herbst und in den Wintermonaten auf das 3- bis 10fache der übrigen Jahreszeit ansteigen. Dies ist auf den Beginn der Heizperiode und zunehmende Nebeltage mit erhöhten Auskämrraten von Schadstoffen durch die Baumkronen, besonders intensiv bei Fichten, zurückzuführen. Die aktuelle jährliche Belastung der Waldökosysteme durch Schwefeleinträge liegt beispielsweise in Fichtenbeständen zwischen 38 kg/ha und 77 kg/ha (hydrologisches Jahr 1996). Sie ist gegenüber dem Freiland etwa 2,5 fach erhöht. Die jährlichen Stickstoffeinträge mit dem Bestandes-Niederschlag erreichen Werte von 23 bis 47 kg/ha.

#### **Chemische Parameter der Bodenlösung und Elementbilanzen**

Das chemische Milieu des Oberbodens wird stark durch das im Jahresverlauf wechselnde Depositionsgeschehen geprägt. Die pH-Werte in 20 cm Bodentiefe spiegeln das pH-Niveau des Bestandes-Niederschlages wider. In Verbindung mit hohen Säureeinträgen treten Versauerungsschübe bis in den Unterboden hinein auf. Der pH-Wert erlangt anschließend nur sehr allmählich das ursprüngliche Niveau. Der Vergleich der Stoffeinträge durch den Bestandes-Niederschlag mit den Austrägen im Sickerwasser in 100 cm Bodentiefe (Elementbilanz) zeigt, daß die Fähigkeit der Böden zur Pufferung und zwischenzeitlichen Speicherung der Säureeinträge örtlich bereits an ihre Grenzen stößt. Deshalb ist auf einer Vielzahl der Standorte von einer zunehmenden Gefährdung des (Fein-) Wurzelwachstums der Waldbäume auszugehen.

### 3.2.4 Zusammenfassung und Folgerungen für die Waldbewirtschaftung

Seit 1988 haben die durch den Ferntransport bedingten Sulfatschwefeleinträge in die sächsischen Waldökosysteme deutlich abgenommen. Sie liegen aber dennoch auch weiterhin auf ho-

hem Niveau, wobei die Belastung im Osterzgebirge sowie im Bereich des Elbtals und des Elbsandsteingebirges höher ist als in Westsachsen. Vor allem die starke Reduzierung der Flugstäube aus Kraftwerken hat zu einem drastischen Rückgang der neutralisierend wirkenden Calciumeinträge in Waldökosysteme geführt, so daß die Tendenz zu weiterer Versauerung besteht. Auch die Stickstoffeinträge befinden sich weiterhin auf einem für Waldökosysteme zu hohen Niveau.

Infolgedessen lassen die Waldböden in Sachsen einen hohen Versauerungsgrad erkennen, der zu einem erheblichen Verlust an Nährstoffkationen im Zuge von Versauerungsschüben geführt hat. Die Fähigkeit der Böden zur Pufferung der Säureeinträge ist vielerorts an ihre natürlichen Grenzen gestoßen. Darüberhinaus besteht vielfach der Trend zur Mobilisierung der in der Vergangenheit im Boden gespeicherten Säurevorräte, wodurch in verstärktem Maße auch die Qualität des Quell- und Trinkwassers bedroht ist.

Für die waldbauliche Praxis bleibt es vordringliche Aufgabe, den bodenchemischen Zustand und damit eine ausreichende und nachhaltige Waldernährung zu erhalten und auf degradierten Böden zu verbessern. Dabei ist ein sorgsamer Umgang mit dem Humuskörper besonders bedeutsam: Die Waldbewirtschaftung ist deshalb so auszurichten, daß die oft mächtigen Humusauflagen mit ihrem großen Nährstoffkapital schonend wieder in den Nährstoffkreislauf eingebunden werden. Ansonsten besteht die Gefahr, daß der Humuskörper und sein Nährstoffkapital rasch abgebaut werden, die Nährstoffe freigesetzt und ausgewaschen werden.

Wichtigstes Ziel ist die Begründung und Förderung standortgerechter, stabiler Mischbestände mit hohen Laubbaumanteilen.

Der Umbau von Nadelbaumreinbeständen zu stabileren Waldökosystemen mit höheren Laubbaumanteilen ist auf zahlreichen Standorten nur in Verbindung mit gezielten Kalkungs- und Düngungsmaßnahmen erfolgreich durchführbar (kompensatorische Schutzkalkung). Freilagungen müssen bei der Waldverjüngung unter allen Umständen vermieden werden. Bei Pflegemaßnahmen in Nadelbaumbeständen sind Laubbäume zu begünstigen, um frühzeitig den Aufbau ökologisch unerwünschter Auflagehumusformen zu verhindern. Pionierbaumarten wie Birke, Aspe, Weide und Vogelbeere mit ihrem gut zersetzlichen, basenreichen Laub sind als Zwischenspeicher im Nährstoffkreislauf zu erhalten und stärker als bisher zu fördern. Wald(innen-)ränder und exponierte Bestandesteile sollten stets durch einen geschlossenen Trauf vor Windausblasung und intensiver Sonneneinstrahlung geschützt werden, um eine Verhagerung des Oberbodens zu vermeiden. Nachteilige Strukturveränderungen der Waldböden und der organischen Auflagen durch flächiges Befahren und nicht pflegliches Holzrücken bei der Holzernnte müssen ausgeschlossen werden.

## 4 Waldbewirtschaftung und Bodenschutz

Ziel des Bodenschutzes ist es, den Boden als Naturkörper und Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen in seinen Funktionen zu erhalten, vor Belastungen zu schützen und seine standortsgerechte Nutzung sicherzustellen.

### **Einwirkungen auf Waldböden in der Vergangenheit**

Die Nutzung der Wälder und ihrer Böden war in den vergangenen Jahrhunderten vielfältig: Wälder dienten als Quelle für Bauholz, Brennmaterial (Holz und Holzkohle), Viehfutter (Laub, Waldweide), Vieheinstreu und Sondernutzungen (z.B. Harz, Pottasche). Diese intensive Nutzung führte auf einer Vielzahl von Standorten zu einer Nährstoffverarmung (z.B. Stickstoff) und Minderung der Vielfalt der (Boden-) Lebewelt. Die Folge waren tiefgreifende Veränderungen vieler Waldökosysteme bis hin zu ihrer Verdrängung durch Gras- und Strauchheiden.

Im 19. Jahrhundert wurden diese devastierten Flächen mit großem Aufwand durch intensive Bodenbearbeitung, Düngungen und mit hohen Pflanzenzahlen, überwiegend Nadelbäumen, wieder bewaldet. Gleichzeitig wurden (Streu-)Nutzungsrechte abgelöst und die Holznutzung auf Baumteile mit einem Durchmesser von mindestens 7 cm (Derbholz) beschränkt. Fichte und Kiefer haben sich bei diesen Aufforstungen besonders bewährt. Deshalb findet man sie auch heute vielerorts in Nadelbaumreinbeständen der 2. und 3. Generation. Beigemischte Laubbäume fielen häufig widrigen Standortbedingungen wie Bodenfrost, Vergrasung, Verbiß (Mäuse, Wild) und der Lichtkonkurrenz durch Nadelbäume zum Opfer.

Seit Beginn der Industrialisierung unterliegen Wald und Boden in erheblichem Maße den unterschiedlichsten Stoffeinträgen. Es handelt sich vor allem um Schwefel- und Stickstoffverbindungen, basische Stäube sowie Schwermetalle aus Industrie, Verkehr, Haushalt und Landwirtschaft. Diese Immissionen haben vielfach negative Auswirkungen auf die Waldökosysteme (s. Kap. 3). Dabei stand zunächst der punktuelle Eintrag im Nahbereich des jeweiligen Emittenten im Vordergrund. Großflächige Schadstoffeinträge durch Ferntransport kommen seit etwa 40 Jahren durch die "Strategie der hohen Schornsteine" verschärfend hinzu.

### Waldnutzung und Bodenschutz heute

Um die Bodenfruchtbarkeit, Gesundheit und Stabilität der Wälder in Sachsen zu erhalten bzw. wiederherzustellen, werden Wälder heute naturnah bewirtschaftet. Ziel der Waldbewirtschaftung sind standortgerechte, stabile und gemischte Wälder. Dazu gehören alle Maßnahmen, die geeignet sind, unmittelbar oder mittel- bis langfristig positive Wirkungen auf den Waldboden zu entfalten (Tab. 6).

Tab. 6: Maßnahmen naturnaher Waldbewirtschaftung und ihre Auswirkungen auf den Boden

Maßnahme	Wirkung auf den Waldboden
Einbringung/Förderung von Laubbäumen bei <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandesbegründung</li> <li>• Bestandespflege</li> <li>• Vor- und Unterbau</li> </ul>	Entwicklung günstiger Humusformen (Mull) durch leicht zersetzbare Bodenstreu, tiefe Durchwurzelung, Nährstoffentnahme in der Bodentiefe ("Basenpumpwirkung")
Natürliche und künstliche Verjüngung (Vorانبau) von Wäldern unter dem schützenden Schirm des Altbestandes, Verzicht auf Kahlschläge	keine Freilegung der Bodendecke, kein rascher Humusabbau
Bodenschutzkalkung	Einbringung von neutralisierend wirkendem Ca, Mg, K gegen fortschreitende Bodenversauerung
Startdüngung bei der Pflanzeneinbringung als Anwuchshilfe für Laubbäume bei der Bestandesbegründung	langfristige Wirkungen wie oben
Bodenschonende Holzernte und -bringung	Erhaltung des natürlich gelagerten, nicht homogenisierten Bodengefüges

Selbst die Ernte von Holz ist heute nur mit einem sehr geringen Entzug von Nährstoffen verbunden: Holz ist fast vollständig aus Kohlenstoff aufgebaut und enthält nur geringste Mengen an Nährstoffen. Mit dem Holz wird nur das in den oberirdischen Teilen der Bäume steckende Nährstoffkapital entnommen. Die nährstoffreichen Blätter, Nadeln, Zweige, Wurzeln und der größte Teil der Rinde bleiben im Wald und damit im natürlichen Stoffkreislauf (Abb. 21). Darüberhinaus erfolgt die Entnahme von Holz im Rahmen der Waldpflege (Durchforstung) auf einer bestimmten Fläche im Durchschnitt nur ein- bis zweimal im Jahrzehnt. Auch der bewirtschaftete-

te Wald ist deshalb von Düngungen zur Ertragssteigerung unabhängig und regeneriert sich wie ein Urwald auf natürliche Weise aus eigener Kraft.

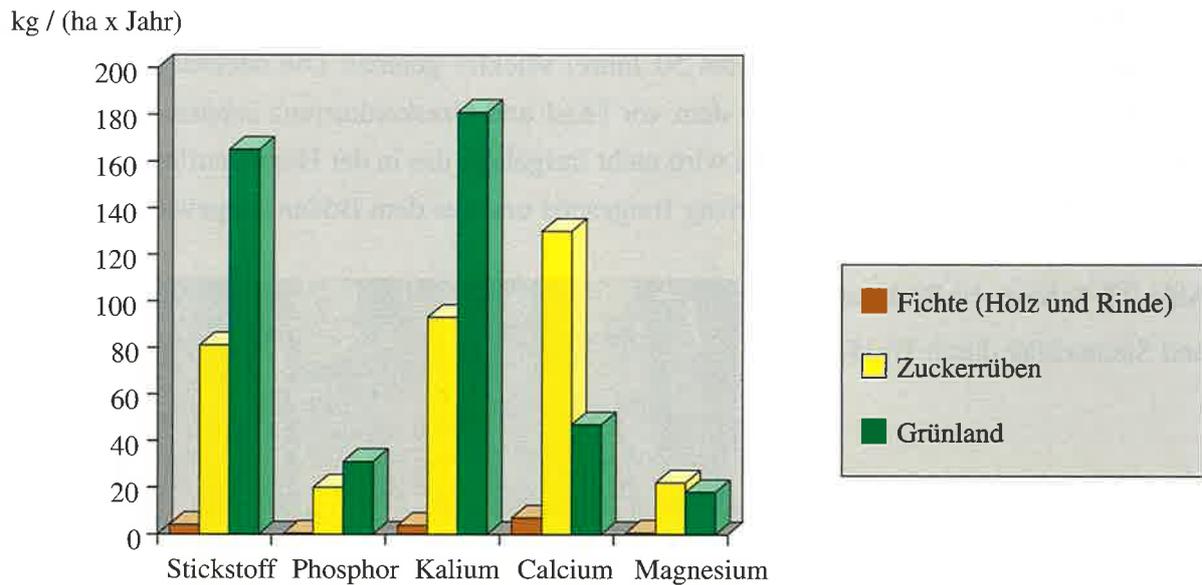


Abb. 21: Vergleich der durchschnittlichen jährlichen Nährstoffentzüge infolge unterschiedlicher Bodennutzungsformen (FOERST et al. 1987, ANONYMUS 1993, BUND-LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT 1996)

Standortsgerechte, gemischte, stabile und gesunde Wälder bieten deshalb die beste Voraussetzung zur Sicherung der vielfältigen Funktionen der Waldböden. Keine andere Form der Landnutzung kann den Boden gleichermaßen schützen und seine Leistungen nachhaltig sichern wie eine Waldbewirtschaftung im Einklang mit der Natur. Es sind dies:

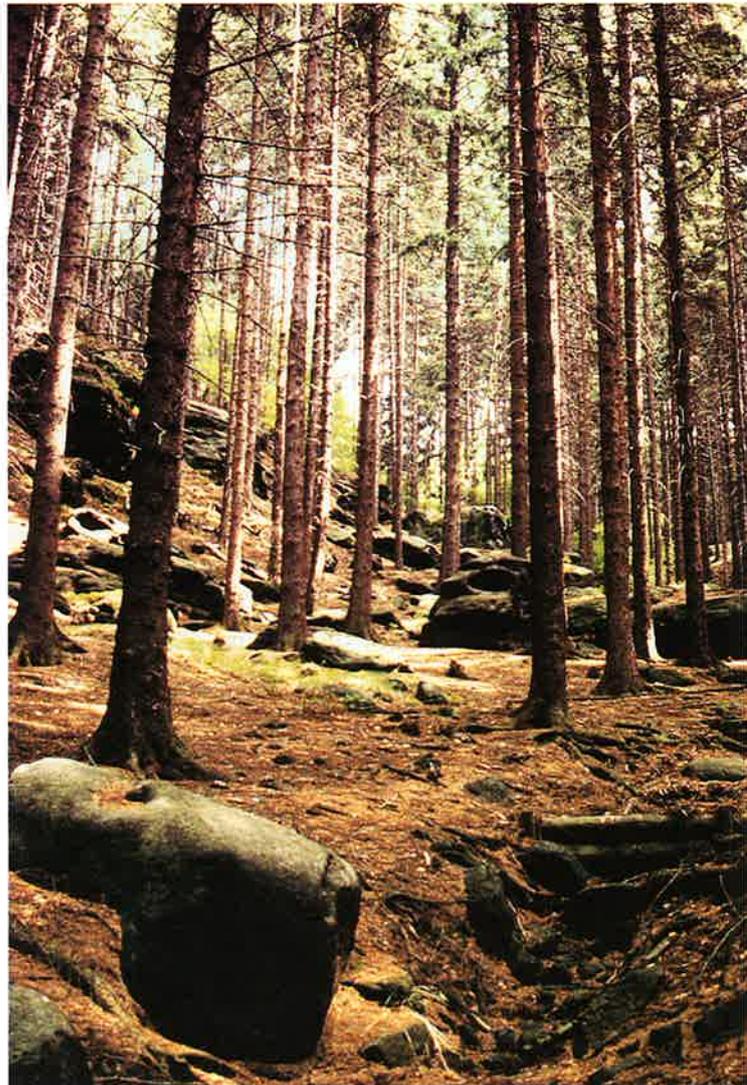
- der Schutz vor Bodenerosion,
- der Schutz des Trinkwassers,
- der Schutz vor Schäden an Gebäuden und sonstigen Anlagen,
- der Hochwasserschutz,
- der Schutz der natürlichen Bodenlebensgemeinschaften und ihrer Leistungsfähigkeit.

#### 4.1 Schutz vor Bodenerosion

Die Bodenerosion ist heute weltweit die größte Gefahr für den Boden. Sie findet dort statt, wo Witterungsereignisse wie Starkregen oder stetiger Wind auf spärliche oder fehlende Bodenvegetation treffen. Dies gilt insbesondere für erosionsbegünstigende Hanglagen mit verlagerungsgefährdeten Böden. Die Kartierung solcher Böden unter Wald erfolgt in Sachsen im Rahmen der Waldfunktionenkartierung (vgl. Kap. 2.2).

Naturnahe, standortgerechte Waldbewirtschaftung ist durch eine nahezu permanente Bodenbedeckung gekennzeichnet (Abb. 22). Bei der Nutzung des erntereifen Holzes wird nicht der gesamte Bestand auf einmal genutzt (Kahlhieb), sondern die Bäume werden in großen zeitlichen Abständen (Verjüngungszeitraum 5 bis 50 Jahre) selektiv genutzt. Die nachfolgende Baumgeneration wächst gleichzeitig unter dem vor Frost und Graskonkurrenz schützenden Schirm des Altbestandes auf. Der Waldboden wird nicht freigelegt, das in der Humusaufgabe vorhandene Nährstoffkapital wird nicht kurzfristig freigesetzt und aus dem Boden ausgewaschen.

Abb. 22: Schutz vor Bodenabtrag und Steinschlag durch Wald



Die intensive Abstimmung des Revierförsters mit Waldarbeitern und Holzrückern bei der Holzernnte verhindert negative Effekte wie Bodenverschlammung, -verdichtung und -freilegung. Erosion durch Wasser und Wind werden so vermieden. Dabei legt der Revierförster einen günstigen Erntetermin fest (z.B. bei Schneelage und gefrorenem Boden), kennzeichnet die zu fällenden Bäume, bestimmt die Fällrichtung (Hiebsordnung) und Bringungslinien (Rückegassen). Der Waldarbeiter fällt die Bäume so, daß der Holzrücker sie anschließend aus dem Bestand bringen

kann, ohne Schäden an Boden und verbleibenden Bäumen zu verursachen (Abb. 23). Er wählt dazu ein an Boden- und Witterungsverhältnisse angepaßtes bodenpflegliches Ernteverfahren aus (z.B. ein Rückepferd auf Weichböden) und nutzt gleichermaßen die technischen Vorteile modernster Holzernstetechnik aus (z.B. Niederdruckbreitreifen bei Schlepper mit Knickachse).

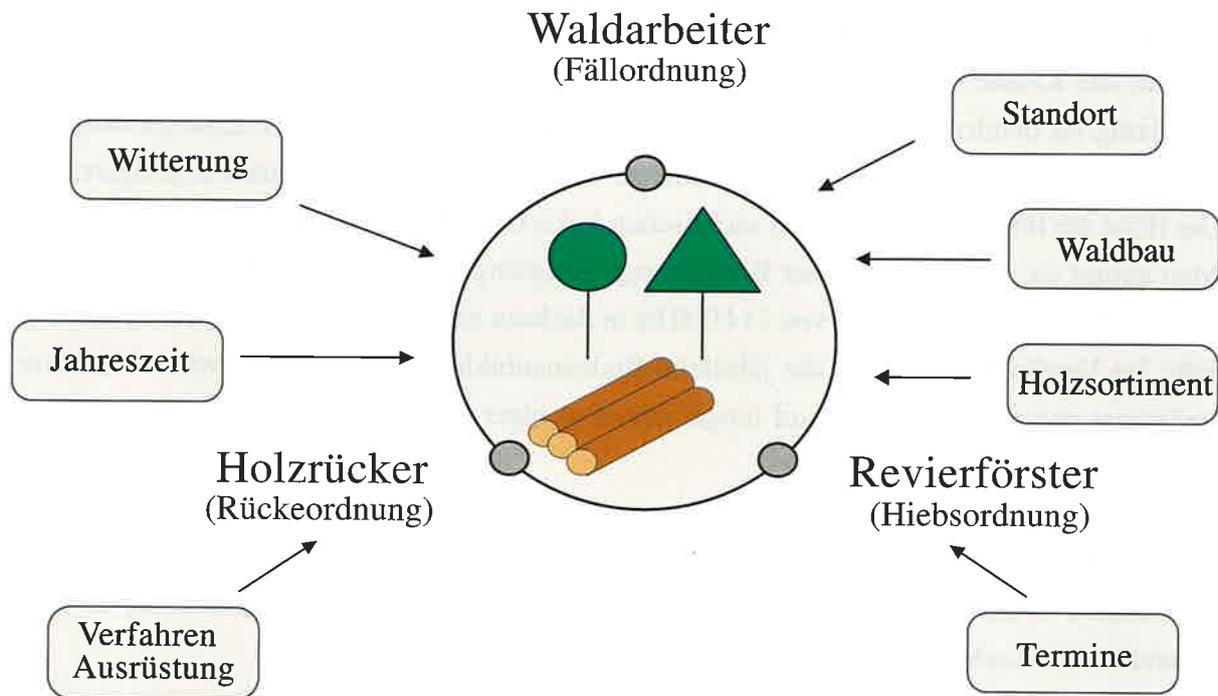


Abb. 23: Faktoren für die boden- und bestandesschonende Holzernte

Wie wichtig der Schutz des Bodens durch Wälder vor Erosion ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß im Freistaat Sachsen rd. 576.000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche - über ein Viertel der gesamten Landesfläche - im Hinblick auf die mögliche Erosion durch Wasser oder Wind als potentiell erosionsgefährdet eingestuft wurden (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN 1996).

Während die Winderosion weitgehend auf die nördlichen Standorte Sachsens mit ihren leichteren Ackerböden beschränkt bleibt, tritt Wassererosion in großem Flächenumfang auf den lößbedeckten, schluffreichen Ackerböden insbesondere im Sächsischen Lößhügelland, im Lausitzer Bergland, im Raum Zwickau/Chemnitz sowie auf schluffreichen Verwitterungsböden im Einzugsbereich des Erzgebirges auf (SCHMIDT UND STAHL 1995).

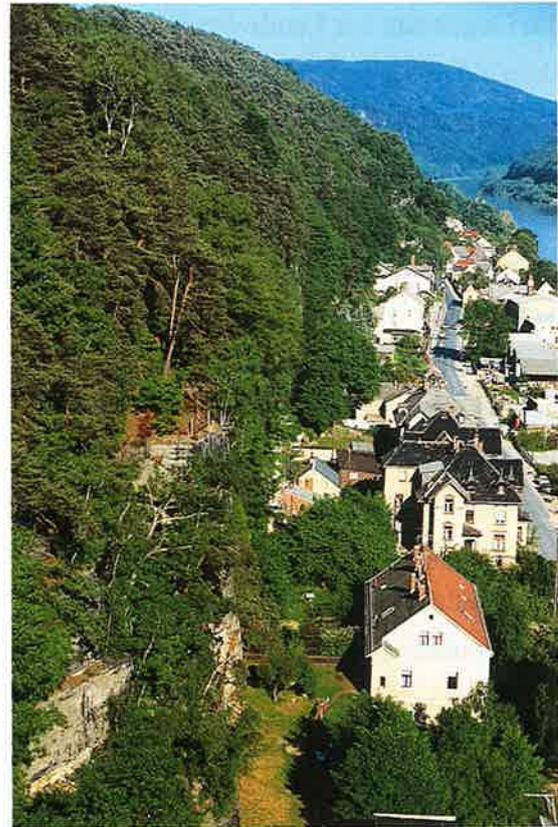
Aus der Sicht eines vorsorgenden Bodenschutzes sind nicht nur die Bodenmengen zu betrachten, die die Krume von Ackerschlägen verlassen. Schädliche Bodenveränderungen entstehen langfristig v.a. durch die Bodenumverlagerungen, wobei der von Ober- und Mittelhangabschnitten abgetragene Boden zu einem Großteil wieder an flachen Unterhangabschnitten abgelagert wird. Die Höhe der Bodenverlagerung auf sächsischen Ackerflächen wird auf 2,5 Mio t/Jahr geschätzt. Man nimmt an, daß ca. 1 % dieser Bodenmenge endgültig über Flüsse und Bäche ausgetragen werden. Bei einer Ackerfläche von 714 000 ha in Sachsen sind das durchschnittlich 3,5 t/ha und Jahr. Im Vergleich dazu wird die jährliche Bodenneubildungsrate für unverwitterte Lockersedimente unter Ackernutzung auf umgerechnet weniger als 1 t/ha und Jahr geschätzt (BORK 1988).

Demgegenüber findet unter Wald kaum Bodenerosion statt. Neue Wälder könnten somit, insbesondere in Hanglagen, auf Grenzertragsstandorten und in waldarmen Gebieten, zu einer wesentlichen Minderung der Bodenerosion beitragen.

#### **4.2 Schutz von Gebäuden, Verkehrsanlagen und anderen Objekten**

Wälder schützen nicht nur ihren eigenen Standort, sondern auch nachgelagerte Bereiche vor Lawinen, Steinschlag, Bodenrutschungen und Bodenfließen (Abb. 24). Die Bäume verhindern durch die intensive und tiefe Durchwurzelung ihres Standortes Gleit- und Rutschvorgänge und festigen den Boden mechanisch. Wo Bodenschutzwälder fehlen, versucht man mit teuren Bauwerken die Waldfunktion zu ersetzen. Die Kosten entsprechender Konstruktionen, beispielsweise für ein 1 km langes Straßenstück, liegen zwischen 200 000 DM und 5 000 000 DM (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, BADEN-WÜRTTEMBERG 1995). In Sanierungsgebieten von Hoch- und Mittelgebirgslagen beträgt der Aufwand für flächige technische Verbauungen bis zu 1 000 000 DM / ha Sanierungsgebiet (BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1995). Aber auch im Flachland ist der Bodenschutz durch Wald von Bedeutung. So wurden in früheren Zeiten großflächig Wanderdünen festgelegt, die Acker- und Grünlandflächen oder in einzelnen Fällen sogar Siedlungen bedrohten.

Abb. 24: Schutz von Gebäuden und Verkehrsanlagen durch Wald



### 4.3 Schutz des Trinkwassers

Der Waldboden reinigt als natürlicher Filter das versickernde Niederschlagswasser. Darüberhinaus ist eine gleichmäßige Wasserspende - auch in niederschlagsarmen Zeiten - gewährleistet. In Teilen des Erzgebirges ist jedoch der Waldboden bereits infolge langjähriger Säureinträge durch Immissionen tiefgehend versauert (vgl. Kap. 3). So kommt es zu einer verstärkten Auswaschung von Sulfat und Aluminium in das Grundwasser, wodurch auch die Trinkwasserqualität zunehmend bedroht wird. Die entsprechenden Trinkwassergrenzwerte (pH: 6,5 - 9,5; 0,2 mg Al/l) werden bei pH - Werten zwischen 4,0 und 4,8 weit unter- bzw. hinsichtlich der Al-Konzentrationen mit 0,8 bis 3,8 mg/l weit überschritten (RABEN 1996). Das verdeutlicht die Dringlichkeit von Maßnahmen, die für den Schutz und die Sanierung der Waldböden, auch zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität aus Waldgebieten getroffen werden müssen.

Bei der naturnahen Bewirtschaftung der Wälder wird generell darauf geachtet, daß von forstlichen Maßnahmen keine zusätzlichen Belastungen für die Waldböden und somit auch für Quell- und Trinkwasser ausgehen. Deshalb ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Wald außerordentlich gering. Sie werden jährlich nicht einmal auf einem Prozent der Waldfläche angewendet (FRÖHLICH 1988). Die Ausbringung von Klärschlamm ist auf forstwirtschaftlich genutzten Böden ausnahmslos verboten (AbfKlärV vom 15.04.1992, BGBL 1992, Teil I S. 912). Schädlingsbekämpfungsmittel werden in der Regel nur dann eingesetzt, wenn dies zur Verhütung oder Eindämmung einer den Wald existentiell bedrohenden Massenvermehrung von Schadinsekten erforderlich ist.

Im Gegensatz zur Landwirtschaft dient die Düngung im Wald nicht der Ertragssteigerung, sondern auf stark versauerten Standorten als Kompensationskalkung unmittelbar dem Bodenschutz oder als Startdüngung der Förderung des Wachstums junger Laubbäume (mittelbarer Bodenschutz). So wird gewährleistet, daß das Wasser, das aus dem Wald kommt, sauber bleibt. Vor einer Kalkungsmaßnahme erfolgt in jedem Fall eine eingehende Prüfung des Einzelstandorts im Hinblick auf die Kalkungsnotwendigkeit und ihre möglichen Auswirkungen (ph-Wert, Nährstoffversorgung, Humuszustand u.a.). In der Schutzzone I von Wasserschutzgebieten unterbleiben Kalkungen grundsätzlich. Wie wichtig der Beitrag des Waldes und seiner Böden im Hinblick auf die stetige Trinkwasserspense ist, zeigt ein Blick auf Wasserdargebot und Wasserverbrauch. Im Freistaat Sachsen steht jährlich ein Wasserdargebot von 564 Millionen Kubikmetern zur Verfügung (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG 1994). Davon werden für die öffentliche Wasserversorgung derzeit etwa 380 Millionen Kubikmeter Trinkwasser genutzt (Tab. 7). Gewonnen wird es aus Grundwasser, Quellen und Oberflächenwasser (z.B. Trinkwassertalsperren).

Tab. 7: Trinkwasserbereitstellung in Sachsen

Regierungsbezirk	Trinkwasserbereitstellung aus				
	Oberflächenwasser (m <sup>3</sup> /Jahr) (Anteil in %)		Grundwasser und Quellen (m <sup>3</sup> /Jahr) (Anteil in %)		Gesamt (m <sup>3</sup> /Jahr)
Chemnitz	94	69	42	31	136
Dresden	27	19	117	81	144
Leipzig	-	-	99	100	99
Freistaat Sachsen	121	32	258	68	379

Sachsen gehört zu den Bundesländern mit einem großen Anteil an Trinkwassertalsperren. Ihre wesentliche Bestimmung ist es, das von Natur aus meist reine Wasser der Flußoberläufe zu sammeln und der Trinkwasserversorgung vorzubehalten. Rd. 40% der Bevölkerung Sachsens werden auf diese Weise mit Wasser versorgt. Bodenabtragungen und Einschwemmungen in die Talsperren werden durch Wald wirksam verhindert. Ist das Wassereinzugsgebiet bewaldet, wird der Abfluß des Niederschlages durch die "Speicherwirkung des Bodens" verzögert und gleichmäßig über Grundwasser und Oberflächenabfluß eingespeist. Somit ist durch den Wald eine nachhaltige und gleichmäßige Spende sauberen Wassers für Talsperren, Trinkwasserschutzgebiete und für die Vielzahl der im Wald entspringenden Quellen gewährleistet.

#### 4.4 Schutz vor Hochwasser

Wirksamer als alle anderen Bodennutzungsformen verhindert Wald die Bildung von Hochwasser und Hochwasserspitzen (Tab. 8). Untersuchungen haben gezeigt, daß von unbewaldeten Flächen Niederschläge bis zu sechsmal schneller abfließen als von sachgemäß bewirtschafteten Waldgebieten (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1995). Wälder entlang von Flüssen sind darüberhinaus leistungsfähige Rückhaltebereiche bei Hochwasserspitzen.

Tab. 8: Gründe für den Hochwasserschutz von Wald

Merkmal	begründet durch
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Bodeninfiltrationsrate (Einsickerung)</li> </ul>	Intensive Bodendurchwurzelung, unversiegelte Bodenoberfläche, geringe Gefrierneigung, geringe Bodenverschlammung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Speicherleistung des Waldbodens</li> </ul>	Humus- und Mineralbodenkörper mit großer innerer Oberfläche
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Interzeption (Speicherung von Niederschlag an der Pflanzenoberfläche)</li> <li>• Hohe Evaporation (Verdunstung des Interzeptionswassers)</li> </ul>	Größere Pflanzenoberfläche als andere Vegetationsformen, Rauzigkeit der Baumrinde
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Transpiration (Verdunstung)</li> </ul>	Hohe Produktivität, große Oberfläche und intensive Bodendurchwurzelung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langsame Schneeschmelze</li> </ul>	Beschattung des Waldbodens (insbesondere bei Nadelbäumen)

#### 4.5 Schutz der natürlichen Bodenlebensgemeinschaften und ihrer Leistungsfähigkeit

Bodenlebewesen sind mittel- oder unmittelbar an vielen im Boden ablaufenden Vorgängen beteiligt. Dadurch nehmen sie sowohl Einfluß auf Intensität und Richtung bodenbildender Prozesse als auch auf die Eigenschaften der Böden als Pflanzenstandort (Tab. 9). Erst durch das Zusammenwirken aller Bodenorganismen werden die Nährstoffe so aufgeschlossen, daß sie für alle Waldbäume leicht verfügbar sind.

Tab. 9: Aufgaben und Leistungen der Bodenorganismen im Waldboden

Aufgabe / Leistung	Organismengruppe (Bsp.)
• Zerkleinern und Einarbeiten von Pflanzenresten	Asseln, Tausendfüßler
• Zersetzen und Mineralisieren organischer Stoffe, Freisetzen von Nährstoffen	Bakterien, Strahlenpilze, Pilze
• Lockern, Mischen	Maulwurf u.a. Bodenwühler
• Krümelbildung	Regenwürmer, Asseln
• Bildung von Humusstoffen	Pilze, Strahlenpilze
• Bindung von Luftstickstoff	Azotobacterbakterien, Knöllchenbakterien
• Nährstoffbindung im Körper (vorübergehender Schutz vor Auswaschung)	alle Organismengruppen (Pilze, Bakterien, Einzeller, Gliedertiere, Wirbeltiere)
• Abbau organischer Schadstoffe	verschiedene Mikroorganismengruppen (Bakterien, Strahlenpilze, Pilze)
• Einarbeiten in den Mineralboden (Bioturbation)	Regenwürmer, Käfer (-larven), Ameisen

Kaum ein Lebensraum ist auf kleiner Fläche so individuenreich wie der Waldboden:

- Die Anzahl der Lebewesen in 25 g Boden beträgt rd. 4 Mrd (ANONYMUS 1986).
- 13 % aller in Mitteleuropa heimischen Tierarten leben ständig im Waldboden.
- 95 % unserer heimischen Insektenarten brauchen den Waldboden in mindestens einem Lebensabschnitt als Ei, Larve oder Puppe.

Auf das Gesamtgewicht bezogen hat die Bodenlebewelt dabei nur einen Anteil von 0,1 % (Abb. 25).

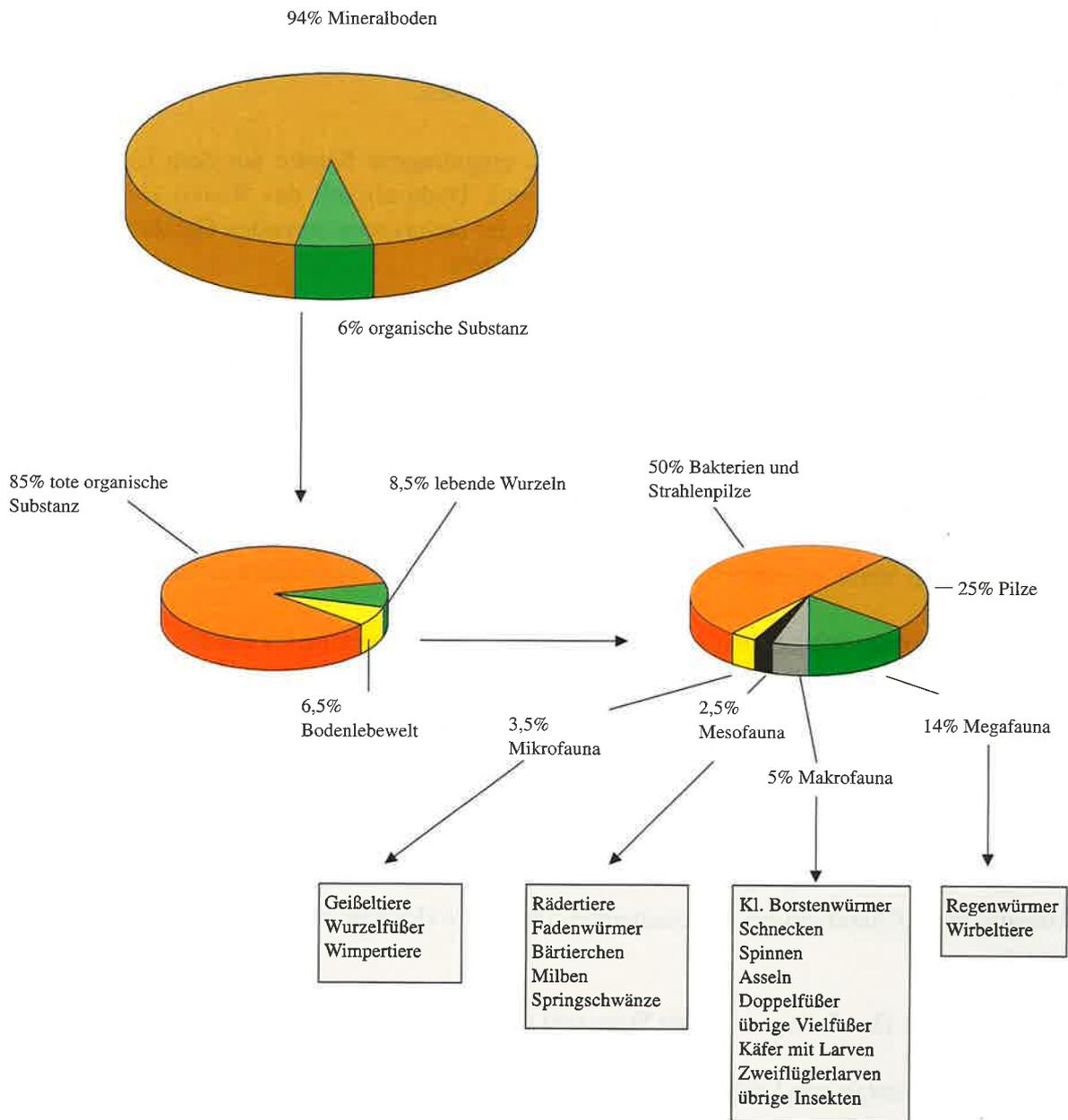


Abb. 25: Gewichtsverteilung der Bodenlebewesen in der oberen, belebten Bodenlage eines frischen Laub-Mischwaldes mit Mullhumus (verändert nach BLUME 1992)

## Glossar

**Bodenart:** Kurzbezeichnung für das Korngrößengemisch eines Bodens nach der vorherrschenden Korngrößenfraktion, z.B. Sand-, Schluff-, Tonboden.

**Bestockung:** Bewuchs einer Fläche mit (Wald-) bäumen.

**Bodenschutzkalkung:** Kalkung mit dem Ziel, eingetragene Säuren vor dem Eintritt in den Mineralboden zu neutralisieren (Kompensation). Dadurch soll das Risiko einer weiteren Versauerung und Degradierung der Böden sowie der daraus resultierenden Gefährdung der Gewässer möglichst ausgeglichen und verringert werden.

**Deposition:** Ablagerung von luftgetragenen Schadstoffen auf Oberflächen (z.B. auf Pflanzen).

**Erntealter:** Ab einem gewissen Alter, das bei den einzelnen Baumarten unterschiedlich ist, wird das Höhen- und Dickenwachstum eingestellt. Bis zum Absterben können die Bäume dann zwar noch lange existieren, wachsen aber nur noch sehr wenig. Deshalb liegt das Erntealter, die wirtschaftliche Hiebsreife der Bäume, vor dem biologisch erreichbaren Alter.

**Evaporarion:** Verdunstung des Interzeptionswassers von der Pflanzenoberfläche.

**Forsteinrichtung:** Mittelfristige, in der Regel zehnjährige Planung im Forstbetrieb. Dazu werden zunächst über eine Inventur im Wald Holzvorrat und Zuwachs nach Beständen und Baumarten ermittelt. Nach diesen Daten werden der Hiebssatz und die betrieblichen sowie waldbaulichen Ziele festgelegt.

**Holzrückung:** Bereitstellung von geerntetem Holz zum Abtransport am Waldweg (z.B. durch einen Rückeschlepper).

**Humusform:** Charakteristische Erscheinungsform des Humuskörpers (z.B. Mull, Moder, Rohhumus).

**hydromorph:** Durch stagnierendes Stau- und Grundwasser geprägt.

**Immission:** Eintrag von Luftverunreinigungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Sachgüter.

**Interzeption:** Vorübergehende Speicherung von Niederschlägen auf der Pflanzenoberfläche (Blattwerk).

**Kationenaustauschkapazität:** Bodenpartikel mit großer spezifischer Oberfläche vermögen Moleküle und Ionen (Kationen und Anionen) an ihren Grenzflächen zu adsorbieren und wieder auszutauschen. Die wichtigsten austauschbaren Kationen sind: Ca-, Mg-, Na- sowie Al- und H-Ionen. Die Adsorption von Ionen ist von großer Bedeutung für Bodenreaktion, Nährstoffhaushalt, Bodengefüge und Prozesse der Bodenbildung.

**L-Lage:** Oberste Schicht der organischen Auflage (Humusschicht). Sie besteht aus Pflanzenresten, die in ihrer Form noch wenig verändert sind.

**Naturwaldzellen:** Naturnahe Waldschutzgebiete, die vollständig aus der Bewirtschaftung herausgenommen werden, um uneingeschränkt natürliche Abläufe im Ökosystem Wald beobachten zu können. Ihre Rechtsgrundlage ist das Sächsische Waldgesetz.

**Oberboden:** Intensiv durchwurzelte und humose obere Mineralbodenschicht.

**Of - Lage:** Vermoderungshorizont der organischen Auflage. Die Pflanzenteile sind durch mikrobiellen Abbau bereits verändert und verpilzt.

**Oh - Lage:** Unterste Lage des Humuskörpers. Sie ist geprägt von einem hohen Anteil organischer Feinsubstanz, in die z.T. mineralische Bestandteile eingemischt sind.

**pH:** Maßzahl für die Wasserstoff-Ionen-Konzentration in der Bodenlösung und Kennzeichen für eine saure, neutrale oder alkalische Reaktion des Bodens.

**Perkolation:** Versickern des Wassers bis zum Grund- oder Stauwasser.

**Standortsgemäß:** Standortgemäß ist ein Baum oder Baumbestand, wenn er am Ort des Anbaus befriedigende Wuchsleistungen mit ausreichender Stabilität gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren vereint und keine nachteiligen Einflüsse auf den Standort hat.

**Streunutzung:** Entnahme des Laubs und der Nadeln vom Waldboden, zum Teil auch der Bodenvegetation, z.B. zum Einstreuen der Ställe anstelle von Stroh.

**Unterboden:** Extensiv durchwurzelte und schwach humose untere Mineralbodenschicht, die bei den meisten Landböden in das Ausgangsgestein übergeht.

**Verbraunung:** Braunfärbung des Bodens durch die bei der Verwitterung entstehenden Eisenoxide.

**Voranbau:** Die Einbringung von Baumarten, die einen Alters- bzw. Wachstumsvorsprung in einem Altbestand vor dessen allgemeiner Verjüngung benötigen.

**Walderwartungsgebiete:** Ausgehend von einer geringen Bewaldung und in der Erkenntnis, daß Wald eine große Bedeutung für die Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und der Ausgleichswirkung für das Umland hat, ist die Erhöhung des Waldanteils in Sachsen Ziel der Landesplanung. Die dafür in Frage kommenden Gebiete wie z.B. ausgeräumte Agrarlandschaften und Bergbaufolgelandschaften werden als "Walderwartungsgebiete" ausgewiesen.

**Waldverjüngung:** Begründung eines jungen Waldes durch Pflanzung oder Saat (künstliche Verjüngung) oder aus den Samen des bestehenden Waldbestandes (Naturverjüngung).

**Wuchsgebiet:** Eine Großlandschaft, die sich durch geomorphologischen Aufbau, Klima und Landschaftsgeschichte von anderen Großlandschaften unterscheidet. Das Wuchsgebiet ist in Wuchsbezirke mit möglichst einheitlichem physiogeographischen Charakter untergliedert.

## Literatur

ANONYMUS 1986: Bodenschutz - am besten durch Wald. Deutscher Forstverein e. V. 1986.

ANONYMUS 1993: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Hrsg.: Hydro Agri Dülmen GmbH, Landwirtschaftsverlag Münster.

ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die Geologischen Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland. Hannover 1982.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1995: Leistungen des Waldes und der Forstwirtschaft in Bayern. Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 17/1995.

BLUME, H.-P., 1992: Handbuch des Bodenschutzes. 2. Auflage 1992, ecomed Verlag, Landsberg/Lech.

BORK, H.-R., 1988: Bodenerosion und Umwelt. Abteilungen für Physische Geographie und Landschaftsökologie und für Physische Geographie und Hydrologie der Technischen Universität Braunschweig. Selbstverlag.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1994: Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE), Arbeitsanleitung, 2. Auflage.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1995: Dauerbeobachtungsflächen zur Umweltkontrolle im Wald. Deutscher Beitrag zum europäischen Waldschadensmonitoring.

BUND-LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT 1996: Musterverwaltungsvorschrift für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung vom 26.01.1996, BGBl. I S. 118).

CURLIN, J. W., 1970: Models of the hydrologic cycle. In "Analysis of the temperate forest ecosystems". Ecological Studies 1, Ed. D. E. Reichle. Springer Verlag, Berlin.

FOERST, K., SAUTER, U. und NEUERBURG, W., 1987: Bericht zur Ernährungssituation der Wälder in Bayern und über die Anlage von Walddüngungsversuchen. Forstliche Forschungsberichte München, Band 79.

FRÖHLICH, H.-J., 1988: Bodenschutz und Forstwirtschaft: Allgemeine Forst Zeitschrift 43/1988. 43. Jahrgang. BLV Verlagsgesellschaft mbH München.

HUNGER, W., 1992: Die Böden Sachsens. Sächsische Heimatblätter 2/1992. Sächsisches Druck- und Verlagshaus GmbH, Dresden.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG 1995: Wald - mehr als die Summe seiner Bäume. Druckhaus Schwaben.

OTTO, H. -J. ,1994: Waldökologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

PÄLCHEN, W., MEYER-STEINBRENNER, H. u. OSSENKOPF, P., 1994: Zur stofflichen Belastung von Böden in Ostdeutschland, speziell in Sachsen. LfUG-Bericht 1/1994, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

RABEN, G., 1996: Belastung sächsischer Wälder durch Bodenversauerung und Schadstoffeinträge. Sächsische-Schweiz-Initiative, Heft 12 (1996) S. 32 - 35. Hrsg.: Sächsischer Bergsteigerbund, Sektion des deutschen Alpenvereins. Dresdner Druck- und Verlagshaus.

RABEN, et al. 1998: Consequences of reduced immisions on the ecochemical conditiones of forest ecosystems in Saxony (Germany). Chemosphere, Vol. 36 No. 4-5, 1998.

RABEN, et al. 1998: Schadstoffbelastungen in sächsischen Waldökosystemen. AFZ/Der Wald 22.

REHFUESS, K.-E., 1990: Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. Parey Verlag, Hamburg und Berlin.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN, 1993: Forstwirtschaft in Sachsen. 2. Auflage (aktualisiert).

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN, 1994: Waldfunktionenkartierung. Druckerei Vettors GmbH, Radeburg.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN, 1995: Waldschadensbericht 1995.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG UND FORSTEN, 1996: Agrarbericht 1995.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDES-ENTWICKLUNG 1994: Trinkwasserschutzgebiete in Sachsen. 1. Auflage.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDES-ENTWICKLUNG, 1994: Umweltbericht 1994. Druckhaus Dresden GmbH.

SCHMIDT, W., STAHL, H., 1995: Maßnahmen zur Reduzierung bzw. Verhinderung der Bodenerosion. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3/95, Leipzig-Möckern.

VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM 1974: Anweisung für die forstliche Standortserkundung in der DDR (SEA).



## In der Schriftenreihe der LAF sind bisher die folgenden Titel erschienen:

Erstausgabe	Waldfunktionenkartierung
Heft 1/1994	Forstpflanzenzüchtung – Quo vadis?
Heft 2/1995	Wald und Klima
Heft 3/1995	Erhaltung und Förderung forstlicher Genressourcen
Heft 4/1995	Übersicht der natürlichen Waldgesellschaften
Heft 5/1995	Genetik und Waldbau der Weißtanne, Bd. I und II
Heft 6/1996	Waldumbau – Beiträge zum Kolloquium
<b>Heft 7/1996</b>	<b>Wald und Boden</b>
Heft 8/1996	Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke im Freistaat Sachsen
Heft 9/1996	Waldbiotopkartierung in Sachsen
Heft 10/1996	Empfehlungen geeigneter Herkünfte forstlichen Saat- und Pflanzgutes im Freistaat Sachsen (Herkunftsempfehlungen)
Heft 11/1997	Waldklimastationen
Heft 12/1997	Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung des Blauen Kiefernprachtkäfers
Heft 13/1998	Forstpflanzenzüchtung für Immissionsschadgebiete
Heft 14/1998	Der Waldzustand im Nationalpark Sächsische Schweiz nach den Ergebnissen der Permanenten Stichprobeninventur 1995/96
Heft 15/1998	Zuordnung der natürlichen Waldgesellschaften zu den Standortsformengruppen (Ökogramme)
Heft 16/1998	Sanierung von Waldschadensflächen im extremen Immissionsschadgebiet unter besonderer Berücksichtigung des Nichtstaatswaldes
Heft 17/1998	Wald- und Forstökosysteme auf Kippen des Braunkohlenbergbaus in Sachsen – ihre Entstehung, Dynamik und Bewirtschaftung –
Heft 18/1999	Biogeochemisches Potenzial ausgewählter Baumarten auf meliorierten, immissionsbeeinflussten Standorten des Erzgebirges
Heft 19/1999	Waldumbau auf Tieflands- und Mittelgebirgsstandorten in Sachsen
Heft 20/2000	Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992–97)
Heft 21/2000	Leitfaden forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen
Heft 22/2000	Empfehlungen zur Wiedereinbringung der Weißtanne in Sachsen

