

Grundlagen der Bodenökologie in Bayern

Otto Wittmann

Der Begriff »Bodenökologie« ist in der bodenkundlichen Standardliteratur nicht enthalten. Vom Boden ausgehende ökologische Betrachtungsweise ist in erster Linie auf das Wachstum der Pflanzen gerichtet. Sie umfaßt dann die Gesamtheit der am Wuchsort der Pflanze auf sie einwirkenden physikalisch-chemischen Außenfaktoren, die man auch als Standortfaktoren und in der Summe ihres Einwirkens als Standort bezeichnet (WALTER 1960). Im einzelnen sind dies Wärme, Wasser, Licht sowie die chemischen und die mechanischen Faktoren. In analogem Sinn kann unter Bodenökologie die Summe der physikalisch-chemischen Einflüsse verstanden werden, die im Boden auf das Edaphon einwirken, was wohl auch im Sinne des Themas dieses Symposiums ist. Da der Lebensbereich des Edaphons weitgehend identisch ist mit dem Wurzelraum der höheren Pflanzen, darf für die weiteren Betrachtungen vorausgesetzt werden, daß für das Edaphon die gleichen Standorteinflüsse von Bedeutung sind, wie die, die auf die Pflanzenwurzeln einwirken.

Es bietet sich an, die Vielfalt der bodenökologischen Bedingungen Bayerns zunächst aus dem großen Rahmen der Standortkundlichen Landschaftsgliederung (WITTMANN 1983) her zu sehen mit den bestimmenden Komponenten Bodenausgangsmaterial, Klima und Relief.

1. Bodenausgangsmaterial

Die Gesteine, die den Untergrund der Böden bilden, sind Basis in umfassendem Sinn, denn sie

liefern – häufig zusammen mit Löß-, Lößlehm- oder Flugsand – nicht nur das Bodenausgangsmaterial, sondern sie haben über die natürliche Dränung des Untergrundes entscheidenden Einfluß auf den Anteil von Grund- und Stauwasserböden in den Bodenlandschaften. Von Bedeutung sind dabei auch der Verwitterungszustand des oberflächennahen Untergrundes, die örtliche Anhäufung solcher Verwitterungsprodukte und nicht zuletzt die landschaftstypischen Oberflächenformen. Auf den alten, tertiären Landoberflächen nördlich der Donau ist die Verwitterung naturgemäß besonders fortgeschritten.

Nachfolgend wird ein Überblick über die Einteilung der bayerischen Landschaften nach ihrem geologischen Untergrund gegeben (die Zahlenangaben beziehen sich auf die Verbreitung in den Großlandschaften der Abbildung 1).

- Grundgebirgs-Landschaften (2,) 8, 10, 11
- Sand-(stein-)Landschaften 2, 3, (4,) 5, 12
- Ton-Sand-(stein-)Landschaften 5, (6,) 7, 9
- Ton-Landschaften 4, 5
- Ton-Kalkstein-Landschaften 4
- Dolomit- und Kalkstein-Landschaften 6
- Löß- und lößlehmreiche Gebiete: Fränkische Platten mit Gäugebieten 4, Ries 5, Donaualb 6, Iller-Lechplatte und Tertiärhügelland 12 mit Gäugebieten.

Die aufgezeigten Gebiete gehören zum periglazialen, also in den Eiszeiten des Pleistozäns nicht vergletscherten Raum. Durch die Einflüsse des

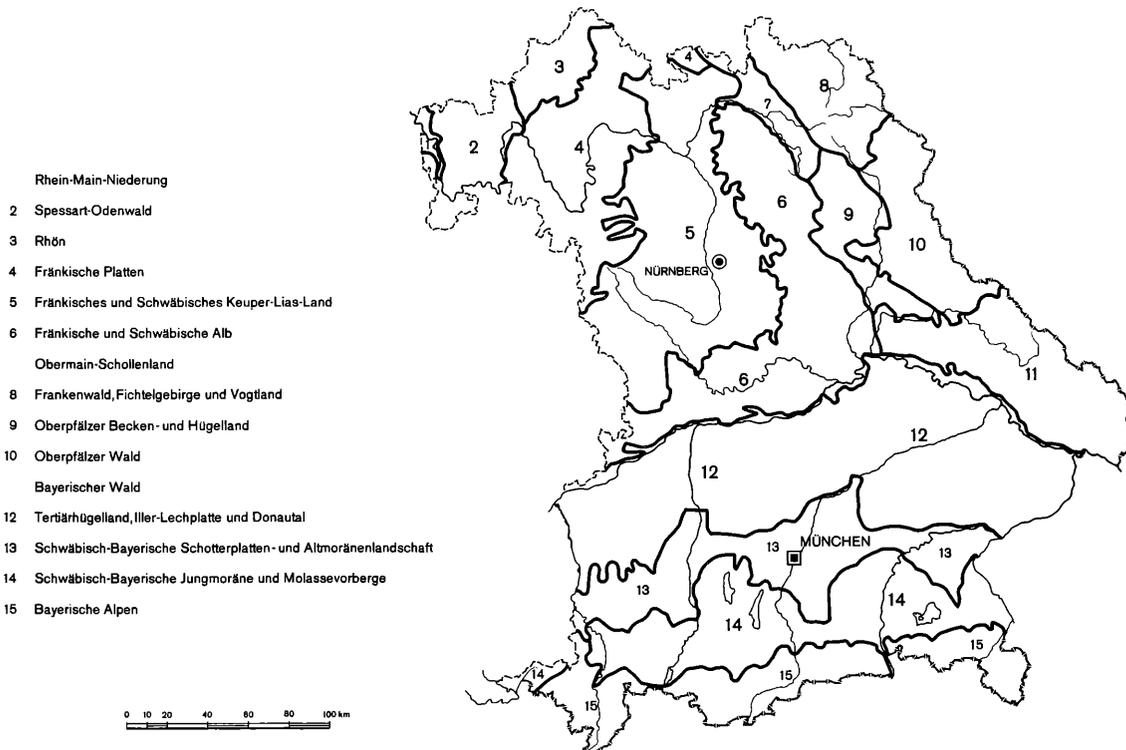


Abbildung 1

Großlandschaften der Standortkundlichen Landschaftsgliederung in Bayern

Periglazials wurde die Entwicklung der heutigen Böden entscheidend vorgeprägt, hauptsächlich durch Aufbereitung der Gesteine zu Deckschichten, die in fast allen Fällen das eigentliche Substrat der Bodenbildung darstellen. Frostverwitterung, Solifluktion und Kryoturbation waren die kennzeichnenden Vorgänge. Hinzu kam die Ablagerung äolischer Sedimente, wie Flugsand und Löß. Die Bodenqualität steht häufig in deutlicher Beziehung zum Anteil von Löß und Lößlehm an den Böden. Er reicht von der Beimengung einer schwachen Komponente in den Schluffdecken der Mittelgebirge über weitverbreitete 3 – 4 dm mächtige Schlufflehmdecken bis zur weithin geschlossenen, mehrere Meter mächtigen Ablagerung der Gäulagen. An das Tertiärhügelland nach Süden schließen die Gebiete mit den Ablagerungen der Gletscher und der Schmelzwässer an:

- Schotterfluren und Altmoränen-Landschaften 13
- die großen Niedermoor-Landschaften (13, 12)
- Jungmoränen-Landschaften 14

Alpennordrand mit den Kalkalpen und der Flysch- und Helvetikumzone der Vorberge und Voralpen 15.

2. Klima

Für die Bodenökologie von ebensogroßer Bedeutung wie das Bodenausgangsmaterial sind die klimatischen Einflüsse, vor allem die Faktoren Niederschlag und Wärme. Wie aus der Abbildung 2 ersichtlich ist, werden die Verhältnisse in Bayern durch große Unterschiede geprägt (erste Zahl der numerischen Nomenklatur Großlandschaften der Abbildung 1).

Interpretation:

- Gäugebiete, also die klassischen Weizen-Zuckerrübenlandschaften sind nur im klimatrecken und warm-milden Bereich zu finden.
- Etwas weniger günstige Bedingungen bieten das Tertiärhügelland und das Fränkische Schichtstufenland.

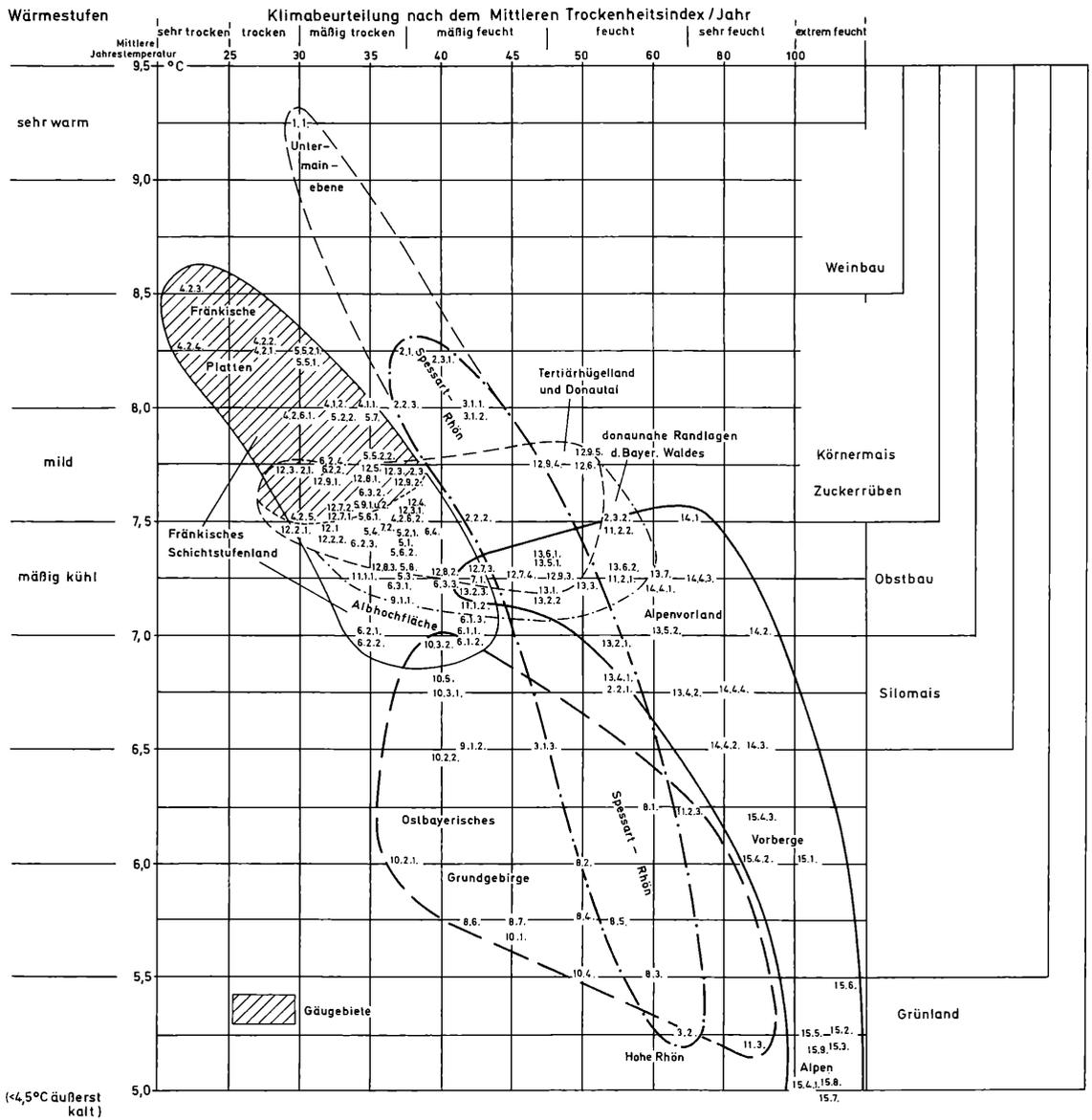


Abbildung 2

Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern.

Zuordnung der Einheiten nach den klimatischen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen auf der Grundlage von Mittelwerten. Wärmestufen und Nutzungseignung in Anlehnung an ELLENBERG 1974: Ökologische Klimakarte Baden-Württemberg 1:350 000.

- Mit zunehmender Höhenlage wird das Klima kühler und feuchter, bei abnehmender Dauer der Vegetationszeit: Spessart-Rhön, Ostbayerisches Grundgebirge.

- Diese Gesetzmäßigkeit ist im südlichen Bayern zunächst durchbrochen, denn bei gleicher Höhenlage ist dort die Vegetationszeit deutlich länger (bis über 20 Tage). Die südlichen Moränengebiete, die Vorberge und die Kalkalpen liegen jedoch wieder voll im Trend.

3. Standortfaktoren (Bodenökologische Faktoren)

3.1 Physikalisch bestimmte Standortfaktoren

Nach diesem regionalisierenden Überblick komme ich zu den einzelnen bodenökologischen Faktoren, zunächst zu den physikalisch bestimmten:

Bodenwärme, Wasserhaushalt, Durchlüftung, Gründigkeit

3.1.1 Bodenwärme

Der jährliche Temperaturgang des Bodens geht mehr oder weniger mit dem Verlauf der Lufttemperatur einher. Im »Bodenkleinklima« können jedoch engräumig deutliche Unterschiede bestehen, die in Exposition, Inklination, Bodenfeuchte, Bodenfarbe und nicht zuletzt in der Art der Bodenbedeckung ihre Ursache haben. Bei Temperaturen

unter 0°C kommt die Lebenstätigkeit des Edaphons und damit auch die biologische Umsetzung organischer Stoffe praktisch zum Erliegen.

3.1.2 Wasserhaushalt

Eine Bewertung des in der Vegetationszeit den Pflanzen zur Verfügung stehenden Wassers liefert der Ökologische Feuchtegrad. Er ist pflanzensoziologisch definiert und bringt den in der Vegetationszeit wirksamen hydroökologischen Summeneffekt zum Ausdruck, wie er im langjährigen Mittel aus nutzbarer Speicherfeuchte, Niederschlag, Verdunstung und gegebenenfalls relief- oder grundwasserbedingtem Wasserzu- und -abfluß für den Wurzelraum resultiert. Die Diagramme in Abbildung 3 zeigen die Zusammenhänge auf. Das Dreieck ist geeicht auf die Pflanzenbestände von mäßig gedüngten, artenreichen Wiesenbeständen. Sie ermöglichen eine sehr feine Festlegung des Ökologischen Feuchtegrades.

Abhängigkeitsbeziehungen bestehen u. a.

- zur nutzbaren Speicherfeuchte und zum effektiven Wurzelraum

Beispiel: Entsprechende Zusammenhänge bei Sand-, Lehm und Tonböden der unterschiedlichen Bodenlandschaften der Hallertau (Abbildung 4).

- zum seitlichen Zufluß von Oberflächenwasser und in Deckschichten

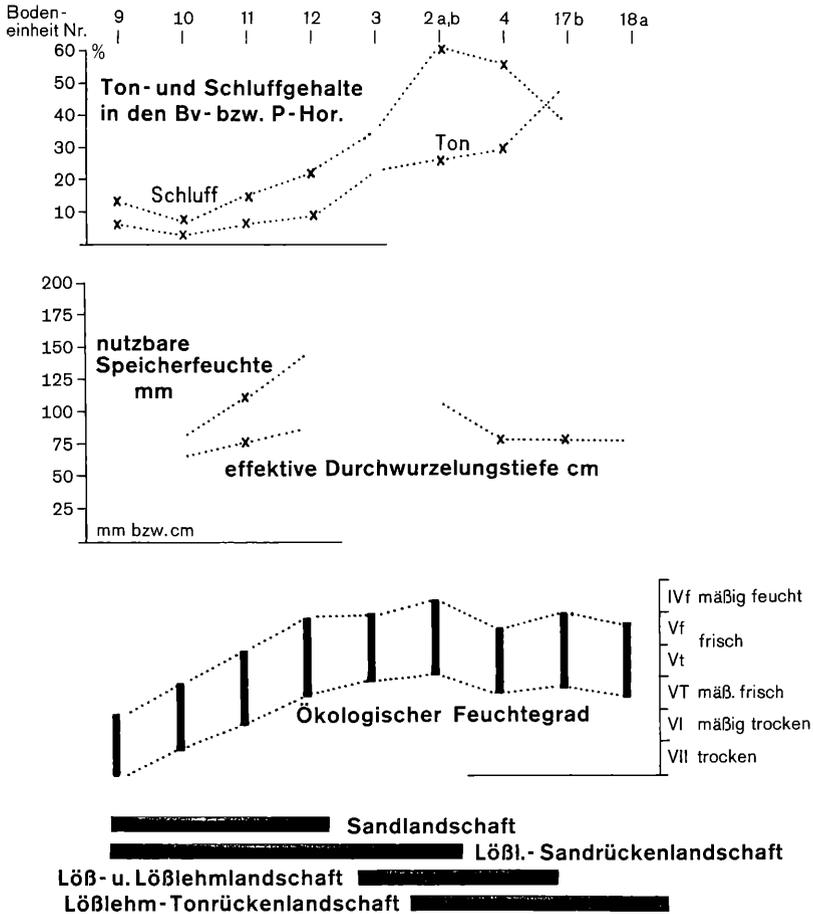


Abbildung 4
Bodenlandschaften der Hallertau - Wasserhaushalt der bestimmenden Böden

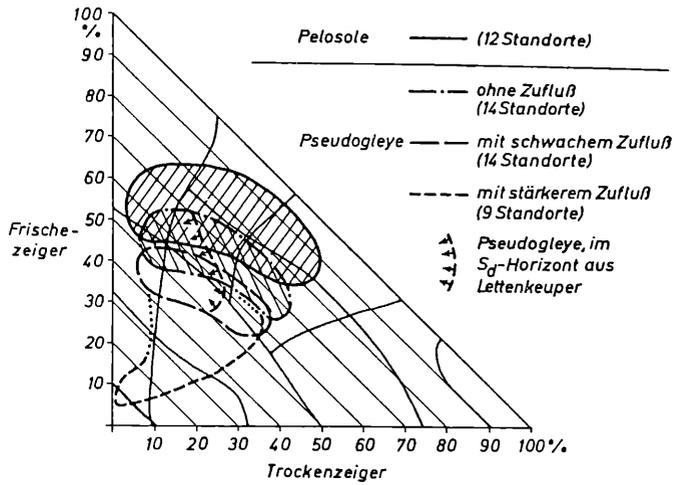


Abbildung 5

Ökologischer Feuchtegrad von Pelosolen und Pseudogleyen aus Tonsteinverwitterung des Gips- und Lettenkeupers im Steigerwaldvorland und im Steigerwald. Reliefpositionen: Ebene, Hangfuß oder Mulde.

Beispiel: Bei Pseudogleyen aus Tonsteinverwitterung des Gips- und Lettenkeupers im relativ trockenen Steigerwaldvorland und im Steigerwald wird der ausgeprägt wechselfeuchte, wechsellasse und feuchte Bereich nur bei stärkerem seitlichem Zufluß erreicht (Abbildung 5).

- zum Relief

Beispiel: Reliefabhängige Verteilung der Ökologischen Feuchtegrade bei nicht hydromorphen Böden des Inn- und Isar-Ammer-Loisachgletschers. Die »trockenen« Feuchtegrade mäßig frisch bis trocken sind in sonnseitiger Exposition mit 11,6% Anteil vertreten, in schattseitiger hingegen nur mit 5,6%. Umgekehrt überwiegen sehr frische und mäßig feuchte Standorte mit 25,8% Anteil in Schattlage gegenüber 17,1% in Sonnlage (vgl. Abbildung 6).

- zum Klima

Das Feuchtegradspektrum der terrestrischen Böden einer Landschaft wird bestimmt von den Böden selbst und von der klimatischen Wasserbilanz, also von Niederschlägen und Verdunstung. Die Spanne der Feuchtegrade ist grundsätzlich in trockeneren Landschaften größer als in feuchten. Sie wird durch flachgründige und/oder sandige Böden unter klimatrockenen Bedingungen stärker erweitert als unter klimafeuchten. Das gilt auch für wechselfrische und insbesondere wechsellassene Verhältnisse (s. Abbildung 7).

- zum Grundwasser

Bisher war nur vom Wasserhaushalt terrestrischer, also grundwasserfreier Böden die Rede. Sehr enge Beziehungen bestehen natürlich zum Grundwasserstand und entsprechend zu den einzelnen Stadien der künstlichen Entwässerung (s. Tabelle 1).

Reliefabhängige Verteilung der Ökologischen Feuchtegrade bei Braunerden, Parabraunerden und Rendzinen aus Jungmoräne des Inn- und Isar-Ammer-Loisachgletschers

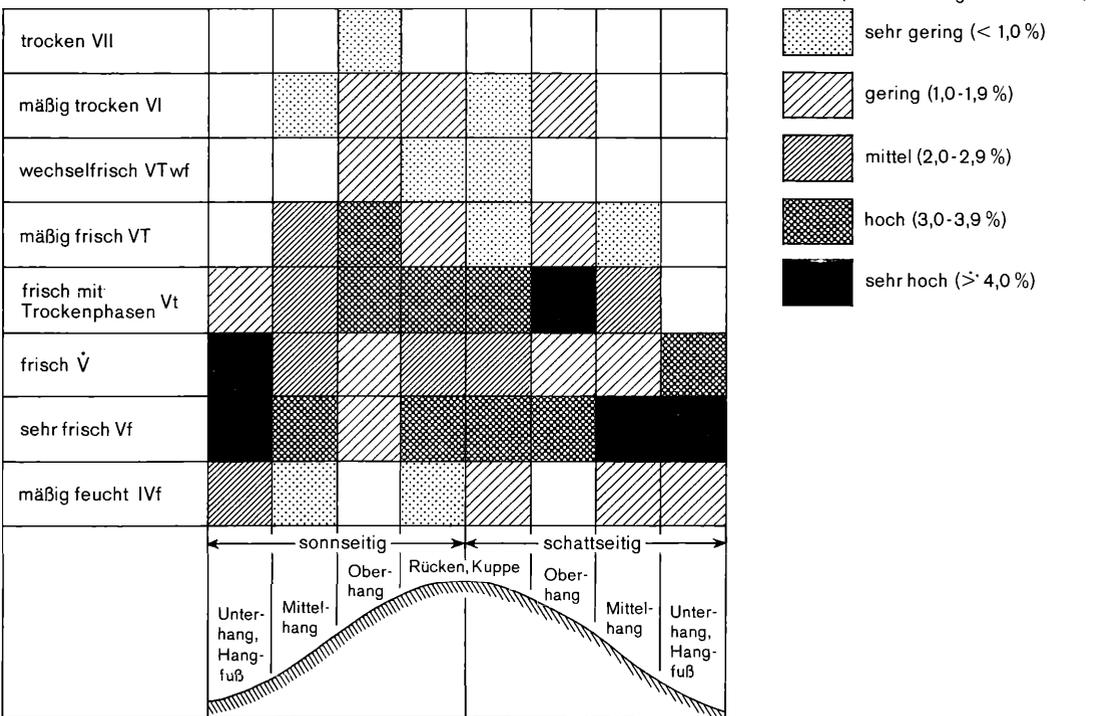


Abbildung 6

Der Ökologische Feuchtegrad terrestrischer, nicht hydromorpher Böden und seine kennzeichnende Verteilung in bayerischen Landschaften

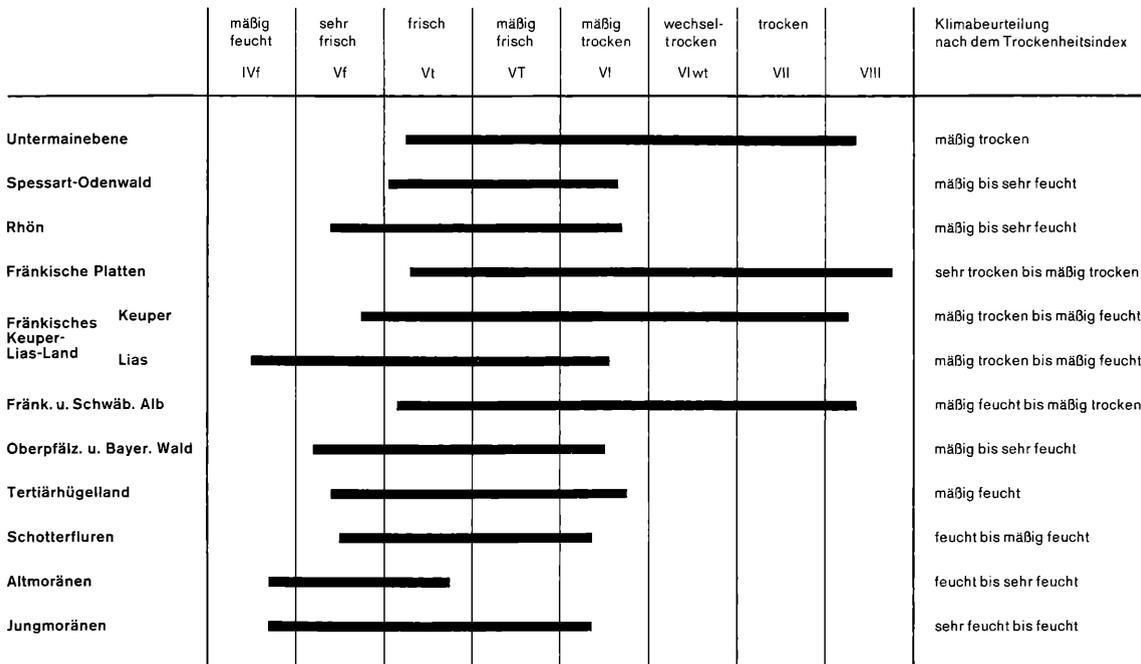


Abbildung 7

3.1.3 Durchlüftung

Zwischen dem Feuchtegrad und der Sauerstoffversorgung der Böden zeigen sich eindeutige Zusammenhänge. So sind frische Standorte zwar anhaltend günstig durchfeuchtet, aber zugleich auch gut durchlüftet. Über mäßig frisch, mäßig trocken bis trocken und sehr trocken wird die Durchlüftung dann zunehmend besser (s. auch Abbildung 3). Durch Bodenart und Lagerungsdichte ergeben sich dabei Modifikationen, die in der Luftkapazität, im Grobporenvolumen ihren Ausdruck finden. So beträgt die mittlere Luftkapazität in den Unterböden von Braunerden des Tertiärhügellandes bei Sand 28%, bei schwach lehmigem Sand 22%, bei lehmigem Sand 15%, bei jüngerem Lösslehm 6-7%,

in Lösslehmfließerden jedoch nur 1%, ebenso in lehmig-tonigen Staunässehorizonten - in nicht verästeten Tonhorizonten von Pelosolen und tongründigen Braunerden jedoch 2%.

In Richtung zum feuchten Flügel ist das Grobporenvolumen zunehmend wassererfüllt, bei nassen Standorten zum Teil ganzjährig mit den Folgen entsprechenden Luftmangels.

3.1.4 Gründigkeit

Mit der Gründigkeit wird die mögliche Durchwurzelungstiefe gekennzeichnet.

Landschaften mit überwiegend flach- und mittelgründigen Böden (bis ~ 60 cm):

Tabelle 1

Grundwasserstand und Ökologischer Feuchtegrad in der Hallertau

Ökologischer Feuchtegrad			Grundwasserstufe	Grundwasserstand bzw. Tiefenlage der G ₀ - und G _r -Obergrenze u. Fl.			Bodentypen (nicht entwässert)	Beurteilung des Grundwasserstandes allgemein
Lehme sL-uL	Sande IS ± kiS			G ₀ -Obergrenze (MHGW) dm	MGW dm	G _r -Obergrenze (MNGW) dm		
II	II	II	1	<2	<3	<4	Anmoorgleye Naßgleye	sehr flach
III	III	III(-IVf)	2	<2	2- 4	- 8	Gleye	flach
IVf	IVf-IVf	IVf-IVf	3	2- 4	4- 8	6-10	Braunerde-Gleye	mittel
IVf	IVf-Vf	Vf-Vt	4	4- 8	8-12	10-15	Gley-Braunerden	tief
Vf	Vf-Vt	Vt-VT	5	8-12	12-18	>15	vergleyte Braunerden vergleyte Kolluvien	sehr tief
			6	>12	>18	>20	Braunerden und Kolluvien, im tieferen Untergrund vergleyt	äußerst tief

Bei ± entwässerten kiesig-sandigen Anmoorgleyen gilt unter Berücksichtigung des jeweiligen Grundwasserstandes der Feuchtegrad in der Spalte IS, bei ± entwässerten lehmig-sandigen Anmoorgleyen der in der Spalte sL-uL.

randliche Mittelgebirge, Gebiet des Sandsteinkupers, Albvorland, Albhochfläche, Schotterfluren, Jungmoränen.

Landschaften mit überwiegend tiefgründigen Böden (60–100 cm und mehr):

Lößgebiete, Dünen- und Terrassensandareale, randliche Auenbereiche der größeren Flüsse, Tertiärhügelland, Deckenschotterplatten und Altmoränen-Landschaften.

4. Chemisch bestimmte Standortfaktoren

4.1 Nährstoff- und Basenversorgung der Böden

Die natürliche Nährstoff- und Basenversorgung der Böden hängt in der Regel von dem ab, was das Ausgangsgestein mitgegeben hat und was es nachliefern kann. Einen Überblick über das Basen- und Nährstoffnachlieferungsvermögen von Bodenausgangsgesteinen in Bayern gibt die Tabelle 2 (Zahlen s. Abbildung 1).

Die dort vorgestellten Zusammenhänge haben jedoch nur für Böden ungedüngter Standorte uneingeschränkte Gültigkeit.

Das trifft naturgemäß auch für die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Substrat und Humusformen unter Wald zu: Mit ungünstiger werdenden Nährstoff-, Basen- und Reaktionsverhältnissen geht das biologische Abbauvermögen zurück und es sind zunehmend ungünstigere Humusformen zu erwarten. Verstärkt wird dieser Effekt durch die den Stoffabbau hemmende Wirkung von Trockenheit einerseits und von Kälte sowie stärkerer Feuchtigkeit andererseits. In die umgekehrte Richtung wirken Pflanzenbestände, die leicht zersetzliche Streu liefern, wie z. B. die Edellaubbaumarten und Laub-

hölzer mit krautreicher Bodenflora. Die Waldhumusformen sind somit Ergebnis und Maß für die biologische Aktivität und für das biologische Abbauvermögen.

Bei landwirtschaftlicher Nutzung wurde der natürliche Nährstoff- und Basenhaushalt durch die unumgängliche Düngung überlagert, ja meist vollständig verändert. In welchem Maß die Phosphat- und Kaliversorgung durch landwirtschaftliche Nutzung verbessert wurde, zeigt das Beispiel der Untersuchungsergebnisse 1984 der Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft Weihenstephan für Ober- und Niederbayern (Tabelle 3). Demgegenüber werden in Waldböden im allgemeinen nur < 2 mg P₂O₅ und 2–8 g K₂O in je 100 g Boden gemessen.

4.2 Bodenreaktion

Einen Überblick über die mittleren, jedoch wegen der relativ geringen Streuung durchaus kennzeichnenden Reaktionsverhältnisse verbreiteter Bodenformen unter Wald in Bayern gibt die Zusammenstellung in Abbildung 8. Die Untersuchungen repräsentieren den Zustand im Jahr 1981 (Werte aus WITTMANN u. FETZER 1983). Hinzuweisen ist auf die pH-Unterschiede zwischen den humusreichen Ah-Horizonten und den mineralischen Unterböden sowie auf die »Ausreißer«, bei denen es sich, von den Braunerden aus Basalt und einigen Pelosolen abgesehen, um jüngere Stadien der Bodenentwicklung handelt.

Die Einstufung nach bestimmten Pufferbereichen nach ULRICH (1985) gibt eine Fülle zusätzlicher Aufschlüsse (nach MATZNER et al. 1984). In Abhängigkeit von der Bodenart, vom Tonmineralbestand und vom Humusgehalt bestehen jedoch Unterschiede. Die Bereichsgrenzen sind deshalb

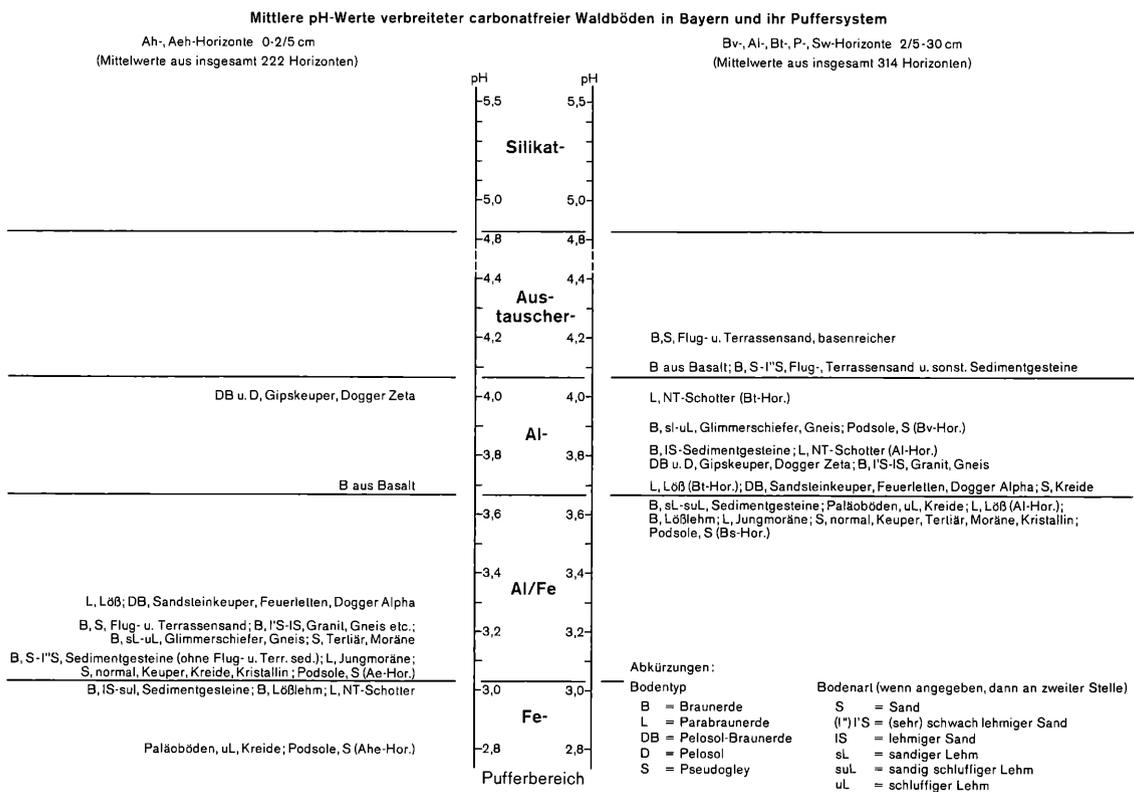


Abbildung 8

Tabelle 2

Basen- und Nährstoffnachlieferungsvermögen von Bodenausgangsgesteinen in Bayern

Einteilung in Anlehnung an F. VOGEL (1961)

	Ausgangsgesteine und ihre Verbreitung (Nummern siehe Übersichtskarte)	typische Humusform unter Nadelbaum- und Laub-Nadelbaummischbeständen im collinen bis montanen Bereich
A. Substrate mit hoher nachschaffender Kraft; basenreiche, oft carbonathaltige Böden	mergelige Kalk- und Dolomitgesteine: Malm (6) und Muschelkalk (4, 3, 7) Tonmangel, mergelige Tonsteine: Röt (2, 3), Muschelkalk (4, 3, 7), Gipskeuper (4), Lias (5), Dogger (5, 6) und Kreide (6)	Mull (hauptsächlich unter Laubwald), mullartiger Moder
B. Substrate mit guter nachschaffender Kraft; mäßig bis schwach basenhaltige, in der Gruppe a) auch basenreiche, z. T. carbonathaltige Böden	a) Kalk und Dolomitgesteine: Malm (6) und Muschelkalk (4, 3), Kalkalpen (15). – Kalkschotter (13, 14), Jungmoränen (14), Löß und (junge) Lößlehme (besonders verbreitet in 4, 12, 13) b) Gabbro, Diorit, Diabas, Amphibolit, Serpentin (8, 10), Basalt (3, 10) Tonsteine: Lettenkeuper (4), Sandsteinkeuper (5, 7), Lias (5, 7, 9), Ries (5) Kalksteinbraunlehme (alte Verwitterungsbildungen, Substrat für die heutigen Böden, 6)	auf (mäßig) trockenen und sehr trockenen Standorten (Feuchtegrade (VI), VII u. VIII) ← unter krautreichen Laubwäldern → unter den zunehmend kühlfeuchten Bedingungen der hochmontanen und subalpinen Stufe der Mittelgebirge und des Alpenvorlandes
C. Substrate mit meist mittlerer nachschaffender Kraft; basenarme Böden	Granit, Gneis (11, 10, 8), Glimmerschiefer, Phyllit (8, 10, 2) tongebundene Sandsteine: Buntsandstein (2, 3), Keuper (5, 7, 9), Jura (6), Kreide (6, 9) Tonsteine: Rhät (5) Glimmersande: Tertiär (12) – (ältere) Lößlehmdecken auf Altmoränen (13), Deckenschotterplatten (12, 13) und Rumpfflächenresten (5)	Typischer und rohhumusartiger Moder
D. Substrate mit sehr geringem und geringem natürlichen Basen- und Nährstoffvorrat und damit geringer nachschaffender Kraft; sehr basenarme Böden	Quarzite, Quarzitschiefer (2, 8) quarzreiche Sandsteine: Buntsandstein (2, 3, 9), Burgsandstein des Mittleren Keupers (5), Rhät (5), Kreide (6, 9) silikatarne Sande des Tertiärs (12, 8, 10) Flug- und Terrassensande (besonders verbreitet in 5, 9, 4, 1) stark verarmte Decklehme	Rohhumus und rohhumusartiger Moder mächtiger Rohhumus und Tangel

Tabelle 3

Nährstoffversorgung von Ackerböden 1984
Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft Weißenstephan

	Phosphatversorgung				Kaliversorgung bezogen auf die Abstufung f. mittlere Böden ($\bar{I}S-uL$)					
	P_2O_5 mg/100 g Boden				K_2O mg/100 g Boden					
	<8	8-14	15-25	26-40	>40	<8	8-14	15-30	31-45	>45
Oberbayern	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch
Niederbayern	7.52 8.03	27.44 27.48	36.70 40.16	19.74 19.43	8.57% 4.88%	3.93 2.74	13.87 15.29	43.69 55.56	26.55 20.63	11.94% 5.76%
Zum Vergleich:	Waldböden (Horizonte unter dem Ah-Hor.)									
	verbreitet (meist <2 mg/100 g Boden)	bei Böden aus Graniten, fossil- reichen Tonen und Tonmergeln örtlich vorkommend				verbreitet (2-8 mg/100 g Boden)	bei Böden aus Kalksteinverwitterung, Tonmergeln und Tonen örtlich vorkommend			

fließend. Im *Silikat-Pufferbereich* puffern die bei der Silikatverwitterung freigesetzten basischen Kationen, wie Ca, Mg, K, Na, auftretende Protonen ab. Im allgemeinen überwiegt am Austausch Ca. Übersteigt die Rate des Protoneneintrags in den Boden die Rate der Silikatverwitterung, werden bei pH-Werten < 5 Protonen im Boden durch Reaktion mit Al-Hydroxiden abgepuffert: Al-Ionen werden in austauschbarer Form an den Tonmineralen gebunden, es kommt zum Austausch von Ca-, Mg- und K-Ionen, die durch Auswaschung verloren gehen (*Austauscher-Pufferbereich*, beginnende Mg-Verarmung; der Ca-Sättigungsgrad sinkt bereits auf sehr niedrige Werte). Im *Al-Pufferbereich* ist der Vorrat an austauschbaren basischen Kationen nahe Null angelangt. Al-Ionen treten vermehrt in der Bodenlösung auf und stellen einen ständigen Stressor für das Wurzelwachstum dar und sicherlich auch für das Edaphon. Mit anhaltenden Wurzelschädigungen ist zu rechnen und mit einem Rückzug des Wurzelsystems aus dem Unterboden (langfristiger Vorgang).

Im Al/Fe- und noch mehr im *Fe-Pufferbereich* kommt es zu verstärkter Auswaschung von Mn und K und damit vor allem zu einer deutlichen Verringerung der K-Vorräte. Außerdem nimmt die Gefahr der Schwermetalltoxizität zu. Zudem werden ab $\text{pH} \leq 3,6$ Fe-Oxide in die Pufferreaktionen einbezogen (ULRICH, 1985).

Wie sich die pH-Werte und damit die nach ihnen abgestuften Pufferbereiche in einer durchaus repräsentativen Auswahl von bayerischen Nadel- und Laubwaldstandorten verteilen, zeigt die Tabelle 4. Die Laubwaldböden sind deutlich günstiger gestellt. Das liegt sicher zum Teil auch daran, daß sie bevorzugt die mineralkräftigeren Böden bestocken. Böden, die dem Carbonat-Pufferbereich zuzuordnen sind (carbonathaltige Böden) und die örtlich auch unter Wald in den Kalkstein- und Moränenlandschaften, insbesondere aber in den Auen der Alpenflüsse auftreten, sind nicht angeführt.

In welchem Maß diese naturnahe Verteilung durch die Düngung in der Landwirtschaft zum Positiven verschoben ist, zeigt eine Zusammenstellung von Ergebnissen der Nährstoffuntersuchung in Ackerböden in Ober- und Niederbayern (Tabelle 5).

Tabelle 5**Verteilung von pH-Werten in Ackerböden 1984**

pH-Abstufung nach den für IS, sL und uL gültigen Spannen (Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft Weihe-Stephan)

pH	<5.7	5.7–6.4	≥6.5
Oberbayern	10.00	38.81	51.18 %
Niederbayern	12.51	38.46	49.01 %

4.3 Schwermetalle

Wenn von den chemischen Standortfaktoren die Rede ist, dürfen organische und anorganische Schadstoffe nicht außer acht gelassen werden. Als Beispiel seien einige Schwermetalle aus der Gruppe der in der Klärschlammverordnung angeführten in die Betrachtung einbezogen. So betragen in den Humusaufgaben (Oh-Horizonte) von Waldböden eines als normal belastet anzusehenden landwirtschaftlichen Gebietes, nämlich des Tertiärhügellandes, die mittleren Konzentrationen an Pb 60 ppm und an Cd 0,5 ppm. Die Anreicherungen sind zu einem wesentlichen Teil anthropogen verursacht. In der unmittelbaren Umgebung Münchens werden infolge verstärkter Immissionen häufig doppelt und dreimal so hohe Werte gemessen und dabei die Grenzwerte der Klärschlammverordnung von 1982 zum Teil überschritten. Da es sich um sehr stark saure Böden handelt, sollten solche Werte gerade im Hinblick auf das Edaphon nicht außer acht gelassen werden.

An Ackerböden des Tertiärhügellandes ergeben sich, verdünnt in den 25–30 cm tiefen Pflughorizonten, mittlere Gehalte an Pb von 24 ppm und an Cd von 0,35 ppm.

Zur objektiven Bewertung derartiger Zahlen muß der geogene Hintergrundwert bekannt sein. Im Fall der Ackerböden der Hallertau dürfen für Pb 18 ppm und für Cd 0,21 ppm angenommen werden. Es sind dies mittlere bis geringe Konzentrationen. Die Profile in Tabelle 6 mögen Beispiele für sehr geringe (Flugsand), mittlere (Lößlehm) und relativ

Tabelle 4**Verteilung der pH-Werte in carbonatfreien Waldböden in Bayern (1984), abgestuft nach den Pufferbereichen**

pH(nKCl)	≤3.0	3.1–3.6	3.7–4.0	4.1–4.8	carbonatfrei >4.8	n	
	%	%	%	%	%		
Nadelwald	42.0	47.9	3.7	1.6	4.8	190	Ah-, Aeh Horizonte 0–2/5 cm
Laubwald	29.3	31.8	2.4	9.7	26.8	41	
Nadelwald	1.4	36.0	35.2	24.2	3.2	219	Bv-, Al, Bt-, P-, Sw- Horizonte 2/5–30 cm
Laubwald	—	19.2	36.5	28.9	15.4	52	
	Fe-	Al/Fe-	Al-	Austauscher-	Silikat-		
Pufferbereich n. ULRICH							

Tabelle 6

Böden mit sehr unterschiedlichen natürlichen Schwermetallgehalten (Analytik: H. Ruppert, GLA München)

	Horiz.	cm	ppm						
			Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Podsolige Braunerde aus Flugsand über Burgsandsteinverwitterung (Feucht)									
	L	0.5	<5	78	2	11	57	0.33	33
	Of	3	7	27	6	16	65	0.48	146
	Aeh	4	5	14	<2	4	12	0.06	22
	Ah	11	7	17	<2	<2	12	0.03	7
	Bv	25	7	21	2	<2	11	0.02	<2
	IIBvCv	8	<5	10	<2	<2	4	0.01	<2
	Cv	>52	8	20	3	2	10	0.01	<2
Parabraunerde - Braunerde aus Lößlehm (Rotthalmünster)									
	Of	3	8	1520	7	9	56	0.48	49
	Oh	1	15	413	7	9	41	0.39	81
	Ah	5	47	400	14	7	32	0.06	32
	AlBv	45	61	902	19	9	48	0.02	16
	Btv	20	72	501	33	20	66	0.02	16
	Bt	20	71	436	36	24	71	0.02	15
	Bv	40	73	688	38	24	70	0.14	15
	Cv	>20	78	745	36	23	67	0.05	18
Braunerde aus Graptolithenschiefer (schwarzer, schwefelkiesreicher Tonschiefer bzw. schwarzer Kiesel-schiefer des Silurs) (Nordhalben)									
	Ap	25	195	720	82	63	385	0.89	58
	Bv	20	257	370	66	59	452	0.67	46
	Cv		264	230	73	71	562	0.56	53
Terra fusca aus Malmkalk, vermischt mit Kalksteinmaterial und einer geringen Lößlehmkomponente (Treuchtlingen)									
	Ah	15	110	808	71	30	131	0.59	35
	CvT1	20	121	708	115	40	165	0.54	28
	CvT2	>30	129	1480	210	51	230	1.62	36

hohe (Graptolithenschiefer und Terra fusca) natürliche Schwermetallkonzentrationen abgeben. Die zum Teil ziemlich hohen Schwermetallkonzentrationen stammen bei der Braunerde aus Graptolithenschiefer aus dem bitumenreichen Ausgangsmaterial, bei der Terra fusca sind sie eine Folge der Bodenentwicklung, die hier durch Lösungsverwitterung und Residualtonanreicherung gekennzeichnet ist.

Mit dieser kurzen Darstellung der Grundlagen der Bodenökologie in Bayern konnte nicht mehr als ein Überblick gegeben werden über die komplexe Vielfalt der für das Bodenleben bedeutsamen bodenökologischen Faktoren und über die differenzierten Zusammenhänge, die sich aus den geologischen, bodenkundlichen, klimatischen und Reliefverhältnissen dieses Landes ergeben. Einzelheiten konnten deswegen nur beispielhaft behandelt werden. In vielen Bereichen sind sie auch noch unbewältigt.

Literatur

ELLENBERG, H. u. ELLENBERG, Ch. (1974): Ökologische Klimakarte Baden-Württemberg 1:350000. - Landschaftsrahmenprogramm Karte 1, Stuttgart.
Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft Weihenstephan (1985): Statistische Auswertung der Bodenuntersuchungsergebnisse 1984. - Weihenstephan.

MATZNER, E., ULRICH, B., MURACH, D. und ROST-SIEBERT, K. (1984):

Zur Beteiligung des Bodens am Waldsterben. - Ber. d. Forsch. Zentrums Waldökosysteme/Waldsterben, 2, 1-21, Göttingen.

ULRICH, B. (1985):

Natürliche und anthropogene Komponenten der Bodenversauerung. - Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 43/I, 159-187, Göttingen.

VOGEL, F. (1961):

Erläuterungen zur Bodenkundlichen Übersichtskarte von Bayern. - München (Bayer. Geolog. Landesamt).

WALTER, H. (1960):

Grundlagen der Pflanzenverbreitung, 1. Teil: Standortlehre. - Stuttgart.

WITTMANN, O. u. HOFMANN, B. (1981):

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25000 Halbertau, Erläuterungen. - München (Bayer. Geolog. Landesamt).

WITTMANN, O. (1983):

Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern, Übersichtskarte 1:1000000. - Materialien 21, München (Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung u. Umweltfragen).

WITTMANN, O. u. FETZER, K. (1983):

Aktuelle Bodenversauerung in Bayern. - Materialien 20, München (Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung und Umweltfragen).

Anschrift des Verfassers:

Ltd. Regierungsdirektor Dr. Otto Wittmann
Bayerisches Geologisches Landesamt
Heßstr. 128, 8000 München 40

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [7_1986](#)

Autor(en)/Author(s): Wittmann Otto

Artikel/Article: [Grundlagen der Bodenökologie in Bayern 7-17](#)