

# Bodenkundliche Aufnahmen in Beständen mit Nadelverrötungen

Peter Lüscher

## 1 Zielsetzung und Vorgehen

In 24 Beständen mit gemeldeten Nadelverrötungen wurden im Herbst 1987 feldbodenkundliche Erhebungen durchgeführt. Ziel der Aufnahmen war es, Unterschiede oder allfällige Gesetzmässigkeiten bodenkundlicher Art zwischen den einzelnen Schadflächen zu erfassen sowie Differenzen zu analogen Standorten ohne Schäden zu erkennen.

Die Ansprachen erfolgten stichprobenartig im Zwischenkronenbereich an rund 10–20 Bohrkernen, verteilt auf eine Fläche von 100–500 m<sup>2</sup>. Aufgenommen wurden horizontspezifische Merkmale und Bodeneigenschaften, wie Gründigkeit, Skelettgehalt, Körnung, Gefüge, Wasserdurchlässigkeit, Vernässungsgrad und Verwitterungszustand, um den Nährstoff- und Wasserhaushalt sowohl im Humuskompartiment als auch im Bereich der mineralischen Bodenhorizonte vergleichend abschätzen zu können. Eine Einordnung und Wertung der Aufnahmen erfolgte gesamtschweizerisch mit den Einheiten der Bodeneignungskarte der Schweiz und den darauf bezogenen LFI-Stichproben.

## 2 Bemerkungen zu den Resultaten

Die aufgenommenen Flächen sind auf drei Landschaftstypen nach der Einteilung der Bodeneignungskarte verteilt: Jura, Alpenrand und Alpen. Total werden zur Charakterisierung der Flächen sieben physiographische Einheiten und 16 Kartierungseinheiten benötigt. Durch die in

der Tabelle 1 angegebene Anzahl LFI-Stichproben, die diesen Einheiten angehören und somit von mehreren Bodenbildungsfaktoren her ähnliche Standortverhältnisse aufweisen, kann die Häufigkeit des Auftretens (ohne Berücksichtigung der genauen Höhenlage) beurteilt werden.

## 3 Jura (Aufnahmen 1–4)

Die vier Flächen im Jura sind in Hanglagen mit unterschiedlicher Exposition zu finden. Höhenmässig liegen drei Bestände zwischen 920 und 1030 m, nach der Bodeneignungskarte in der Einheit E (Höhenzüge im Kettenjura) und eine auf 605 m in der Einheit A (Tafeljura). Wie aus den Abbildungen zu ersehen ist, gehören die Standorte eher zu Einheiten mit geringem Wasser- und Nährstoffspeichervermögen (Abb. 1) und sind im einzelnen flachgründig, skelettreich, ohne Vernässungsmerkmale (Abb. 2a und b). Bedingt durch die Reliefsituation (Hanglagen mit Neigungen >35 Prozent) sind die Bestände im Vergleich mit anderen Juraeinheiten zu den "schlechteren" Standorten zu zählen. Mit den pH-Werten im Oberboden (A<sub>h</sub>-Horizont) wird der Bereich von neutral über schwach sauer bis sauer (Tafeljura) abgedeckt. Als Vergleichsbasis dienen pH-Werte der LFI-Stichproben, die in den Einheiten A bzw. E anzutreffen sind (Abb. 3).

Die Humusform (typischer Mull) deutet in allen Fällen auf eine relativ rasche Nährstoffumsetzung hin, so dass an der Bodenoberfläche kaum mehrjähriges

Tabelle 1

Zusammenstellung der Anzahl angesprochener Flächen, gegliedert nach den Einheiten der Bodeneignungskarte der Schweiz

Einheiten der Bodeneignungskarte	Anzahl Flächen	Anzahl LFI-Stichproben
<b>Jura</b>	<b>4</b>	<b>Jura total 2005 = 17%</b>
A 3 <b>Tafeljura</b> – Steilhänge, vorwiegend nordexponiert	1	121 (A total 366 = 3,1%)
E <b>Höhenzüge im Kettenjura</b>		(E total 1406 = 11,9%)
2 Steilhänge vorwiegend südexponiert, Hangneigung >35 Prozent	2	367
3 Steilhänge, Felsbänder durchzogen, Hangneigung >35 Prozent	1	132
<b>Alpenrand</b>	<b>11</b>	<b>Alpenrand total 668 = 6%</b>
0 <b>vorwiegend sandige Molasse</b>		(0 total 285 = 2,4%)
2 Hanglagen, Hangneigung <35 Prozent	1	118
P <b>vorwiegend Nagelfluh</b>		(P total 383 = 3,2%)
1 Hänge und Kuppen mit Felsbändern	2	22
3 Hanglagen, vorwiegend südexponiert, Hangneigung <35 Prozent	1	8
4 Steilhänge, vorwiegend südexponiert, Hangneigung >35 Prozent	1	116
5 Hanglagen, vorwiegend nordexponiert, Hangneigung <35 Prozent	1	36
7 Steilhänge, vorwiegend nordexponiert, Hangneigung >35 Prozent	5	165
<b>Alpen</b>	<b>9</b>	<b>Alpen total 6356 = 54%</b>
S <b>alpine Flyschberglandschaft, Bündnerschiefer</b>		(S total 1374 = 11,6%)
4 Südhänge unter 1500 m, Hangneigung <35%	1	88
5 steile Südhänge, Hangneigung >35%	1	330
7 steile Nordhänge, Hangneigung >35%	1	571
T <b>Bündnerschiefer (Wallis)</b>		(T total 85 = 0,7%)
1 felsbänderdurchzogene Hänge	1	17
U <b>alpine Kalk-Berglandschaft</b>		(U total 2177 = 18,4%)
1 felsbänderdurchzogene Hänge	2	507
4 Südhänge unter 1500 m, Hangneigung <35%	1	93
7 steile Nordhänge, Hangneigung >35%	2	810

Tabelle 2

Gesamtverzeichnis der Flächen mit bodenkundlichen Erhebungen  
(nach Einheiten der Bodeneignungskarte)

Aufnahme- nummer	Region/Gemeinde/Kanton*	Koordinaten	Höhe m	Ex- posi- tion	Nei- gung %	Ein- heit
	<b>Jura</b>					
1	Hochwald SO	614'050/255'500	605	NE	55	A3
2	Le Pâquier NE	566'975/218'025	1020	E	60	E2
3	Creux du Van NE	545'900/199'000	1030	SSE	40	E2
4	Villiers NE	564'550/215'150	920	W	35	E3
	<b>Alpenrand</b>					
5	Pilatus LU	663'650/206'475	970	NNE	45	O2
6	Vitznau LU	680'125/207'075	800	SW	50	P1
7	Steinerberg SZ	686'200/213'675	1000	S	60	P1
8	Walchwilerberg ZG	684'400/218'175	985	W	30	P3
9	Sonnenhalb AI	748'800/214'000	960	SSW	45	P4
10	Toggenburg SG	731'825/230'900	920	NW	30	P5
11	Goldau SZ	682'800/209'950	1000	NNW	65	P7
12	Küssnacht SZ	677'800/213'525	990	NW	60	P7
13	Steinen SZ	687'925/214'050	990	ESE	50	P7
14	Zugerberg ZG	683'200/221'500	980	WNW	45	P7
15	Unterägeri ZG	686'900/216'125	1330	NNW	55	P7
	<b>Alpen</b>					
16	Gams SG	750'750/231'650	840	ESE	30	S4
17	St. Luzisteig GR	758'500/212'325	680	W	40	S5
18	Brüelbach AI	751'600/241'025	890	N	40	S7
19	Visp VS	633'050/126'800	930	N	60	T1
20	Wasserauen AI	749'760/238'325	920	NW	55	U1
21	Balzers	757'600/212'450	650	E	50	U1
22	Emmetten NW	883'950/202'150	880	E	20	U4
23	Brigels GR	722'050/178'500	880	NNW	40	U7
24	Wartau SG	754'200/218'000	800	E	60	U7

\* Namengebung analog der Bezeichnung in der PBMD-Umfrage (Tabelle Anhang II)

organisches Rückstandsmaterial zu finden ist (Ausnahme: örtlich in nordexponierten Muldenlagen). Die Vermischung der humifizierten organischen Substanz mit der Mineralerde erfolgt bis auf mehr als 30 cm Tiefe.

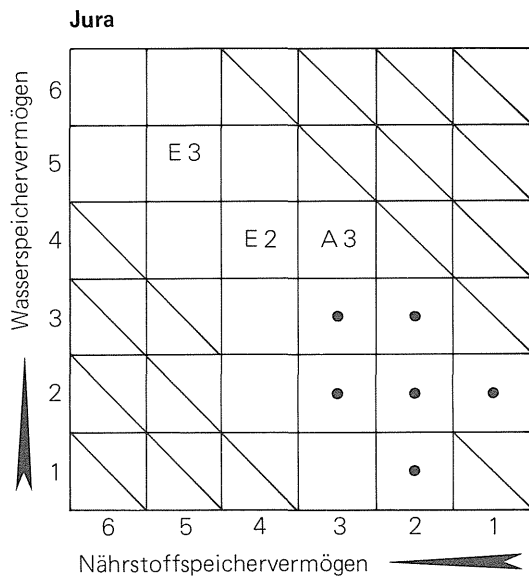
Die mineralischen Bodenhorizonte sind im allgemeinen wenig entwickelt und roh. In Steilhängen wird die Bodenbildung durch oberflächliche Geröllzufuhr unterbrochen (gilt hauptsächlich für die Einheit E). Taxonomisch sind die Böden

den Rendzinen (A-C-Profile mit Kalk als Ausgangsmaterial) zuzuordnen, mit unterschiedlicher, meist erst beginnender Verbraunung.

Der hohe Skelettanteil vor allem in der Einheit E reduziert das durchwurzelbare Bodenvolumen, was aber durch den tiefgründig erschliessbaren Nebenwurzelraum teilweise ausgeglichen werden kann.

#### 4 Alpenrand (Aufnahmen 5-15)

In den Einheiten des Alpenrandes (0 = vorwiegend sandige Molasse: eine Fläche; P = vorwiegend Nagelfluh: 10 Flächen) wurden gesamthaft 11 Flächen mit bodenkundlichen Aufnahmen erfasst. Die Standorte sind auf Hanglagen (Hangneigung von 30 bis 65 Prozent) mit unterschiedlicher



- Wertung: 1 sehr gut  
 2 gut  
 3 mäßig  
 4 gering  
 5 sehr gering  
 6 extrem gering

● weitere Einheiten im einzelnen Landschaftstyp (ohne Nadelverrötungen)

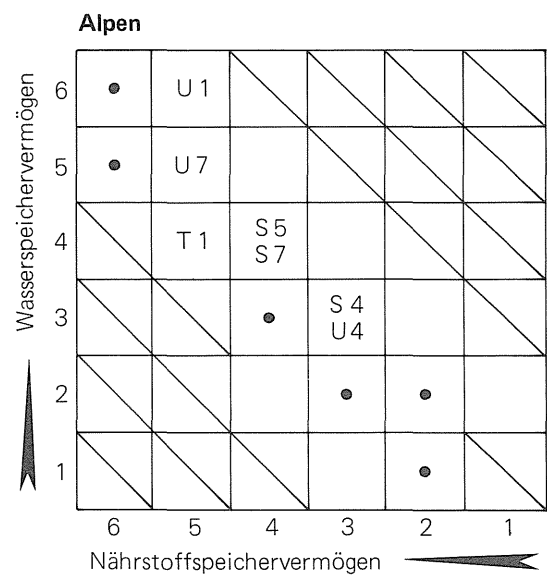
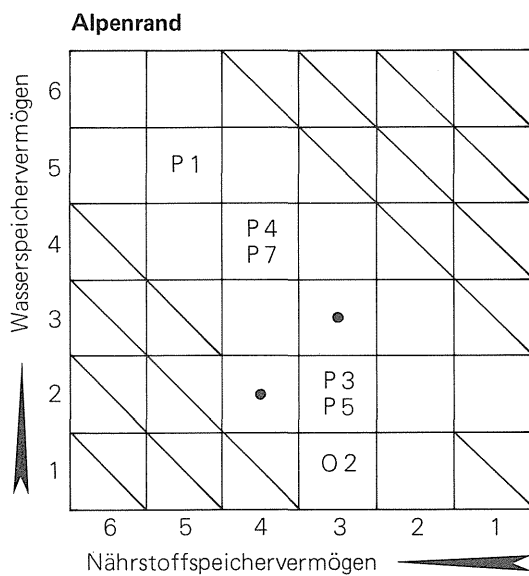
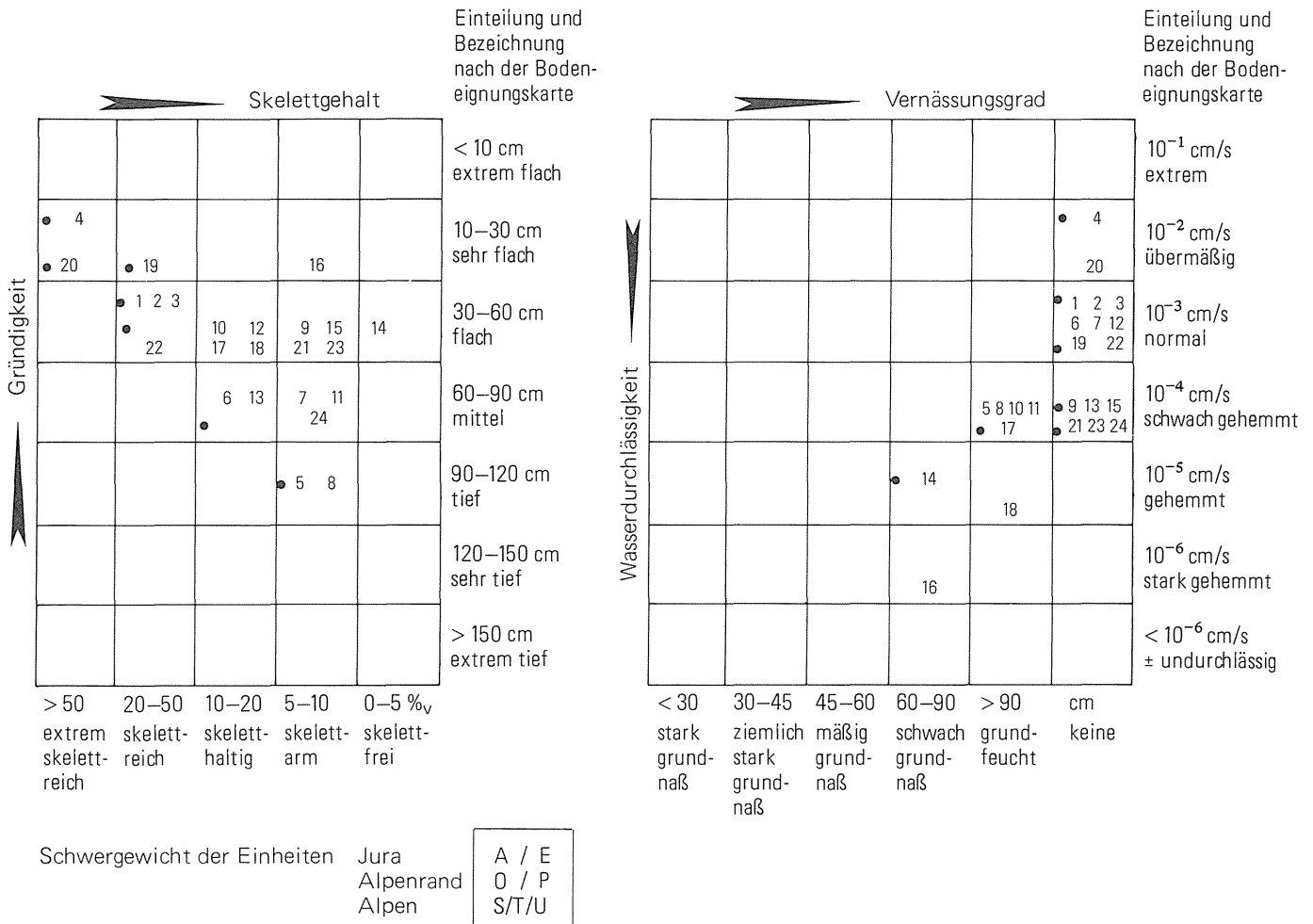


Abbildung 1  
 Übersichtsökogramme für die Landschaftstypen Jura, Alpenrand und Alpen (nach der Einteilung der Bodeneignungskarte der Schweiz) mit denjenigen Einheiten eingetragen, in denen Nadelverrötungen angesprochen wurden.



eingetragene Nummern der Flächen mit Nadelverrötungen (vgl. Tab. 2)

**Abbildung 2a**  
Darstellung der Bodeneigenschaften  
Gründigkeit und Skelettgehalt bei den  
einzelnen Standorten.

**Abbildung 2b**  
Darstellung der Bodeneigenschaften  
Vernässungsgrad und Wasserdurchlässig-  
keit bei den einzelnen Standorten.

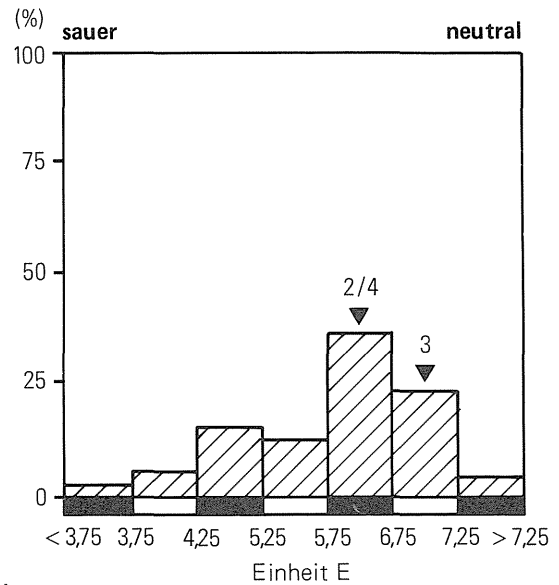
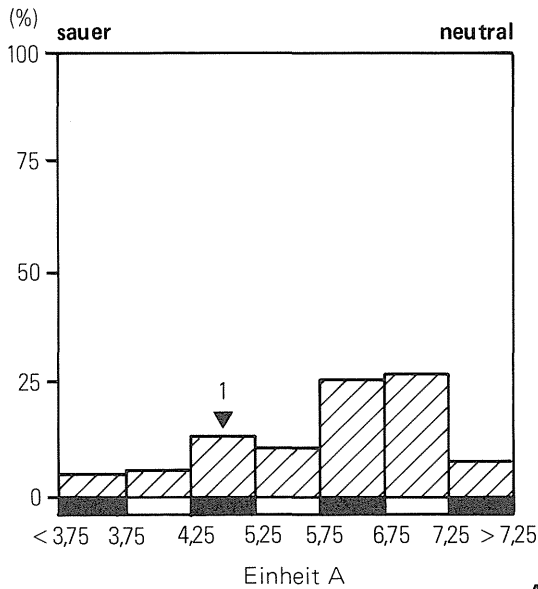
Exposition verteilt und liegen im Höhenbereich zwischen 800 und 1000 m (1330 m).

Die aufgenommenen Bodenprofile sind mehrheitlich als flach- bis mittelgründig, vereinzelt als tiefgründig (Aufnahmen 5 und 8) und als skeletthaltig bis skelettfrei einzustufen (Abb. 2a). Bezüglich Wasser- und Nährstoffspeichervermögen wird ein weiterer Bereich abgedeckt. Das Wasserspeichervermögen reicht von sehr gut (>100 mm pflanzenverfügbares Wasserspeichervermögen) bis sehr gering (15–30 mm). Auch muss bei den Flächen 5, 8, 10, 11 die schwach gehemmte, bei 14 die gehemmte Sickerung be-

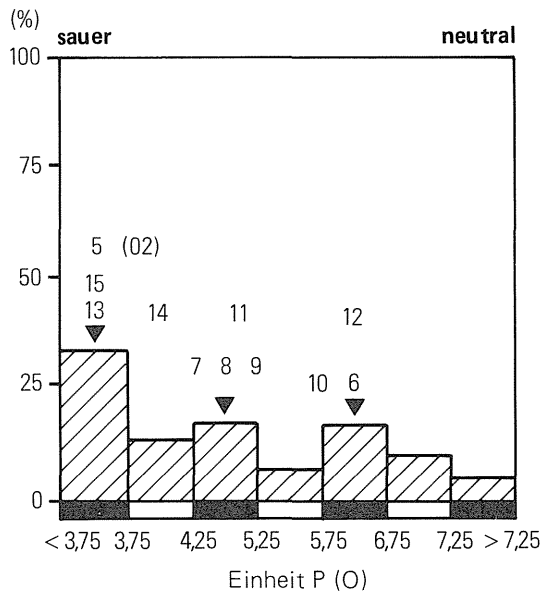
rücksichtigt werden, wobei in den Profilen Vernässungsmerkmale als Hinweis auf periodische Durchlüftungsschwierigkeiten festzustellen sind. Bei den Standorten 9, 13 und 15 wird durch schwache Verdichtungen die Wasserdurchlässigkeit verlangsamt. Dadurch stehen, zeitlich beschränkt und im Vergleich zu normal durchlässigem Boden, nach Niederschlagsereignissen zusätzlich Wasserreserven zur Verfügung. Das Nährstoffspeichervermögen kann als sehr gering (P1) bis mässig (O2) beurteilt werden (Abb. 1).

Die pH-Werte liegen im Oberboden im Bereich zwischen extrem sauer (<3,75) bis schwach sauer (Abb. 3). Es sind

Jura



Alpenrand



pH-Bereiche	Prädikat
< 3,75	extrem sauer
3,75-4,25	stark sauer
4,25-5,25	sauer
5,25-5,75	mäßig sauer
5,75-6,75	schwach sauer
6,75-7,25	neutral
> 7,25	basisch

▼ ▼ Grenzen der pH-Werte auf den Flächen mit Nadelverrötungen innerhalb der Einheiten  
eingetragene Nummern der Flächen mit Nadelverrötungen (vgl. Tab. 2)

▨ Verteilung der Anzahl LFI-Stichproben in den einzelnen Einheiten auf die definierten pH-Bereiche (vgl. Tab. 1)

Alpen

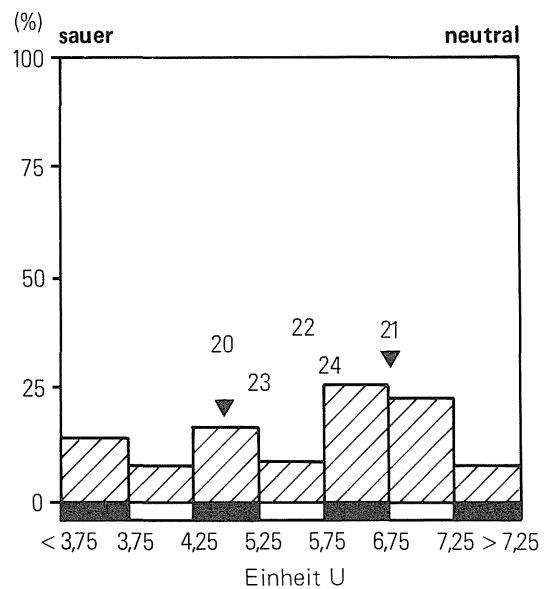
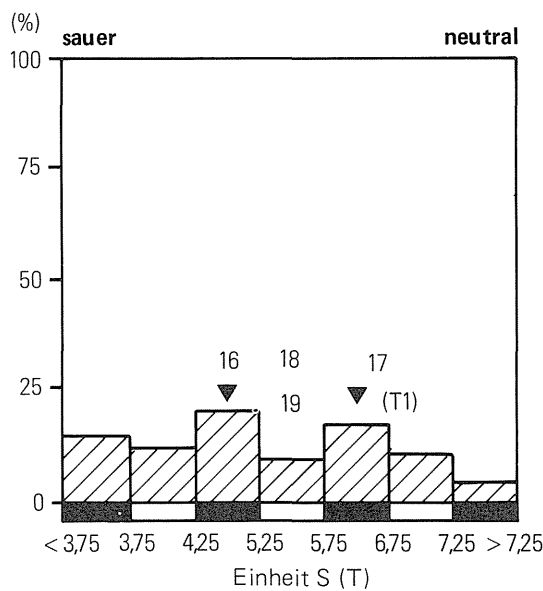


Abbildung 3

pH-Werte im Oberboden der einzelnen Schadflächen, in bezug zu den Messwerten der LFI-Stichproben in der entsprechenden Einheit (gemäss Bodeneignungskarte).

keine mächtigen organischen Auflagehorizonte vorhanden. Die Vermischungszone von Humus und Mineralerde ist zum Teil vernässt (Fläche 14) und weist extrem saure pH-Werte auf (Flächen 5, 13, 15). Die Humusformen können dem typischen bis moderartigen Mull, vereinzelt dem mullartigen Moder (Flächen 5 und 15) sowie dem Feuchtmull (14) zugeordnet werden.

In der Einheit P1 sind, vor allem durch die Steilheit bedingt, schwach entwickelte Böden (Regosole A (B) C aus Mischgestein) anzutreffen. Braunerden mit mehr oder weniger Skelett, zum Teil im Untergrund leicht vernässt, dominieren in den Einheiten O2, P3 und P5. In der Kartierungseinheit P7 sind nebst Braunerden mit unterschiedlicher Vernässung bereits Anklänge an Hanggleye zu finden (Fläche 14).

## 5 Alpen (Aufnahmen 16–24)

In diesen Landschaftstyp (nach der Bodeneignungskarte) fallen neun aufgenommene Flächen. Zur Einheit S (Flysch, Bündnerschiefer) gehören drei Standorte, zur Einheit T (Bündnerschiefer im oberen Rhonetal) ein Standort und zur Einheit U (Kalk) deren fünf. Die Höhenlage reicht von 650 bis 930 m an Talhängen mit unterschiedlicher Reliefsituation.

Die Böden bieten Wurzelräume im Bereich sehr flach bis flachgründig (10–30 bzw. 30–60 cm). Einzig die Fläche 24 gehört zum mittelgründigen Bereich (60–90 cm). Die Feinerde ist volumenmässig sehr unterschiedlich mit Skelett durchsetzt. Extrem skelettreich ist einzig der Blockschuttstandort Nr. 20 (Abbildung 2a). Im Untergrund vernässt, mit Hinweisen auf Vernässung auch im Wurzelraum, sind die Böden unter den Beständen der Flächen 16, 17 und 18. Eine übermässige Wasserdurchlässigkeit tritt beim Standort 20 auf (Abb. 2b).

Die Wasserspeicherung und das Nährstoffspeichervermögen sind bei allen

Flächen "mittleren" (Einheiten S und T inklusive U4) beziehungsweise "schlechteren" Bereichen (U1 und U7) zuzuordnen.

Die pH-Werte im Oberboden gehören, weil zum Teil mit kalkhaltigem Skelett durchsetzt, den mässigen bis schwachen Säuregraden an (Abb. 3). Die Humusformen reichen über den Mullbereich hinaus, d.h. deutlich in den Moderbereich hinein (örtlich bedingt durch Trockenheit, zum Beispiel bei der Aufnahme 19), teilweise mit anmoorigen Anklängen (Fläche 16).

Die Bodentypen variieren zwischen Hanggleyen (16), Braunerden (17, 18) mit unterschiedlichem Vernässungsgrad, Regosolen mit unterschiedlichen Stufen der Verbraunung (19, 23 und 24) bis hin zu Rohböden (20, 21 und 22).

## 6 Zusammenfassung und Folgerungen

In Beständen mit Nadelverrötungen des Juras, des Alpenrandes und der Alpen (Landschaftstypen nach der Bodeneignungskarte) wurden zur standortkundlichen Charakterisierung bodenkundliche Erhebungen durchgeführt. Aus dem Vergleich und der gesamtschweizerischen Wertung der einzelnen Aufnahmen können Unterschiede aufgedeckt werden, die sich allenfalls zur Erklärung von möglichen Ursachen der Schäden beiziehen lassen.

Die Gründigkeit der aufgenommenen Standorte reicht von sehr flach (10–30 cm) bis tief (90–120 cm) mit jeweils sehr unterschiedlichen Skelettanteilen (Abb. 2a). Die meisten Flächen sind reliefbedingt genügend gut drainiert (Hanglagen), so dass kaum Hinweise auf Vernässung im Bereich des Wurzelraumes gefunden wurden (Abb. 2b). Die pH-Werte des Oberbodens lassen sich gut in die Klassen der dazugehörigen Einheit einordnen und decken den Bereich von neutral bis extrem sauer ab (Abb. 3). Wasser- und Nährstoffspeichervermögen weisen im Jura eher auf mässige bis geringe Verhältnisse hin, nehmen am Alpenrand

einen breiten Raum ein (im Nährstoffspeichervermögen allerdings nur bis mässig) und umfassen in den Alpen mittlere bis sehr geringe Bedingungen (Abbildung 1).

Aufgrund der durchgeführten bodenkundlichen Erhebungen lässt sich ableiten, dass das Auftreten der beobachteten Schäden nicht von einzelnen integrierenden Bodeneigenschaften (Wasser- und Nährstoffspeichervermögen), noch von einzelnen Bodenbildungsfaktoren (z.B. Relief, Ausgangsmaterial, Vegetation, Bodenwasser) oder von Ordnungsgrössen (Humusform und Bodentyp), abhängig ist.

Hinweise auf eindeutige aussergewöhnliche Störungen, beispielsweise

bezüglich Nährstoffumsetzungsvermögen, sind nicht festgestellt worden.

Zwischen vergleichbaren Flächen mit und ohne Schäden konnten weder im Humuskompartiment noch in den mineralischen Bodenhorizonten (Haupt- und Nebenwurzelraum) offensichtliche Unterschiede aufgenommen werden.

## **7 Literatur**

Bodeneignungskarte der Schweiz (Massstab 1:200'000): Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, Vertrieb Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.