Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Bodenphysikalische und bodenchemische Werte einiger Pflanzengesellschaften des Grünlandes - aus dem Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Direktor: Prof. Dr. E. Klapp

Boeker, Peter

1957

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-90079

Visual Library

Aus dem Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn.

Direktor: Prof. Dr. E. KLAPP.

Bodenphysikalische und bodenchemische Werte einiger Pflanzengesellschaften des Grünlandes

von

PETER BOEKER, Bonn.

Mit Fragen der Bodenreaktion und der Nährstoffversorgung der verschiedenen Pflanzengesellschaften des Grünlandes hat man sich schon seit sehr langem befaßt. Es gibt hierüber eine große Zahl von Angaben teils für einzelne Bestände, teils auch für größere Gesellschaftseinheiten. Über die Ergebnisse der Auswertung des seitens des Instituts für Pflanzenbau, Bonn, in vielen Jahren gesammelten und besonders umfangreichen Materials wurde u. a. schon mehrfach berichtet (1,4). Als wichtigstes Ergebnis aller dieser Untersuchungen ist kurz festzuhalten, daß offensichtlich der Bodenreaktion eine besondere Bedeutung für die Ausbildung, das Vorkommen und die Leistungsfähigkeit einzelner Pflanzengesellschaften zukommt, während der nach den üblichen Methoden (Keimpflanzenmethode nach NEUBAUER, Laktatmethode nach EGNER-RHIEM) festgestellte Grad der Nährstoffversorgung kaum einen Einfluß auf ihre Entwicklung und Ertragsfähigkeit zu besitzen scheint. Dies gilt, wenn man eine größere Reihe von Flächen der verschiedensten Pflanzengesellschaften feuchtester wie trockenster, sauerster wie basenreichster Standorte vergleicht. Diese Feststellung entspricht derjenigen, die TANSLEY (9) bezüglich der Verhältnisse in Großbritannien machte, wonach „im Ganzen genommen der pH-Wert einer der nützlichsten Anzeiger hinsichtlich der Eignung eines Bodens für den Pflanzenwuchs ist".

Werte für Bodenreaktion und Nährstoffversorgung sind dank gut entwickelter Analysenmethoden relativ schnell und billig in größeren Serien zu gewinnen. Strebt man jedoch eine Vertiefung der Kenntnisse über den Standort durch weitergehende physikalische und chemische Untersuchungen an, so stehen diesem Unterfangen schnell größere Schwierigkeiten entgegen. Derartige Untersuchungen sind zumeist recht zeitraubend und hierdurch sowie wegen der benötigten Geräte, Chemikalien usw. oft sehr kostspielig. So muß man sich in solchen Fällen notgedrungen in der Zahl der zu untersuchenden Fälle oder Standorte Beschränkungen auferlegen. Dieser Zwang zur Beschränkung war auch der Grund, weshalb sich die hier zu schildernden Untersuchungen zunächst nur mit den Kalktrockenrasen eingehender befaßten, daneben von einigen anderen Pflanzengesellschaften nur jeweils wenige Standorte berücksichtigten. Die Untersuchungen waren zur Erprobung geeigneter Methoden zur Standortsanalyse gedacht, um einige hiervon anschließend auf ein größeres Material von Standorten der verschiedensten Pflanzengesellschaften anzuwenden.

Folgende Standorte von ökologisch wie wirtschaftlich sehr verschieden zu bewertenden Grünlandpflanzengesellschaften wurden für die Untersuchungen ausgewählt:

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

38 Flächen der Kalktrockenrasen (Brometalia erecti)
6 „ „ Kopfbinsenrieder (Schoenetum ferruginei)
3 „ „ Weidelgras-Weißkleeweiden (Lolieto-Cynosuretum)
2 „ „ Borstgrasrasen (Nardetum)

Von den Kalktrockenrasen liegen 30 Standorte in der Eifel, und zwar in der Dollendorfer Kalkmulde nahe dem Ort Hillesheim (Kr. Daun), 8 Flächen liegen im unteren Isartal, zumeist im Mündungsgebiet nahe Plattling. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt in der Eifel rd. 810 mm, im Gebiet der unteren Isar rd. 710 mm, die mittlere Jahrestemperatur in der Eifel ca. 7,0° C, an der Isar 8,0° C. Die Jahresschwankung liegt im Isargebiet bei kontinentalem Klimaeinschlag über 20° C, während sie in der Eifel nur 15° C beträgt. Einen Einblick in die Zusammensetzung der untersuchten Kalktrockenrasen gibt die Tabelle 1.

Tab. 1. Kalktrockenrasen der unteren Isar und der Eifel

(wichtigste Kenn- und Trennarten)

	Untere Isar		Eifel					
	a		b		c		d	
	St.%	D.%	St.%	D.%	St.%	D.%	St.%	D.%
Kennarten:								
Koeleria pyramidata	100	1.8	100	4.6	100	6.5	100	6.4
Bromus erectus	100	26.1	40	0.3	80	4.2	100	18.7
Trifolium montanum	100	2.3	60	0.3	80	1.4	60	2.8
Hippocrepis comosa	75	5.8	100	3.1	80	2.6	40	0.6
Helianthemum nummularium	50	0.3	100	2.2	90	4.9	30	0.3
Trennarten 1:								
Filipendula hexapetala	75	2.8						
Peucedanum oreoselinum	75	1.0						
Carex humilis	68	17.6						
Leontodon incanus	50	0.1						
Cytisus ratisbonensis	25	+						
Thesium rostratum	25	+						
Trennarten 2:								
Sesleria coerulea			100	13.5				
Teucrium chamaedrys			20	+				
Trennarten 3:								
Anemone pulsatilla	25	0.1	100	0.1	90	0.8		
Globularia elongata	25	+	40	0.4	50	+		
Klassen-Kennarten:								
Brachypodium pinnatum	100	4.5	100	13.1	100	17.4	90	12.6
Anthyllis vulneraria	75	2.8	100	5.4	100	5.8	100	2.6
Plantago media	100	0.3	80	0.1	90	0.2	100	1.8
Carex caryophyllea	75	1.9	100	2.4	90	3.4	60	2.5
Salvia pratensis	100	1.6	40	+	50	0.4	30	0.4
Ranunculus bulbosus	25	+	10	+	20	+	50	0.2
Mittl. Wertzahl n. KLAPP u.a.	3.62		2.58		2.84		3.47	
Mittl. Ertrag in dz/ha	12.5		11.2		12.5		13.6	
Mittl. Höhenlage in m	320		505		486		453	
Mittl. Tiefe des erbohrbaren Bodenprofils in cm	>100		12		16		20	

Ausgeschieden wurden

a) Mesobrometum der unteren Isar, Übergang zu den *Festuca vallesiaca*-Rasen (8 Flächen),
b) Sesleria-Xerobrometum (10 Flächen),
c) Xerobrometum (10 Flächen),
d) Mesobrometum (10 Flächen).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Die Kalktrockenrasen der unteren Isar liegen auf rendzinaähnlichen Auenböden aus Flußschottern, diejenigen der Eifel auf Mullrendzinen, gebildet aus devonischen Kalken.

Die sechs als Streuwiesen genutzten Rostroten Kopfbinsenrieder (Schoenetum ferruginei) liegen auf kalkreichen Flachmooren des unteren Isartales in demselben Raum wie die o. a. Kalktrockenrasen. Sie stellen eine Auswahl der in der Arbeit von KLAPP (4) in Tabelle 9 aufgeführten Bestände dar.

Bei den Weidelgras-Weißkleeweiden (Lolieto-Cynosuretum typicum) handelt es sich um die Pflanzenbestände von drei sehr intensiv bewirtschafteten Koppeln des Universitätsversuchsgutes Dikopshof, die hohe Anteile von *Lolium perenne* aufweisen. Sie liegen auf Lößlehm, Bodentyp: Braunerde hoher Basensättigung. Jährlicher Niederschlag: 650 mm, Jahresmitteltemperatur: 9,5° C.

Von den zwei untersuchten Borstgrasrasen (Hypericum maculatum-Polygala vulgaris-Ass., Subass. von Molinia coerulea) liegt einer in der Eifel im Kreis Daun, auf Grauwacke unfern der o. a. Kalktrockenrasen, der zweite im Bayerischen Wald auf Gneisverwitterungsboden. Dem Bodentyp nach handelt es sich in beiden Fällen um starke Pseudogleye.

Zur genaueren Erfassung des Bodenkomplexes wurden die Bodenproben in Schichten von 5 zu 5 cm entnommen, und zwar soweit möglich aus folgenden Tiefen:

Schicht	I	=	0— 5 cm
„	II	=	5—10 cm
„	III	=	10—15 cm
„	IV	=	15—20 cm
„	V	=	25—30 cm

Die Untersuchungen beschränkten sich auf diese Tiefe, da nach zahlreichen Feststellungen von KLAPP, KMOCH, LINKOLA, TÜXEN u. a. die Hauptmasse der Wurzeln der Grünlandpflanzen sich in diesem Tiefenbereich befindet, zumeist sind es 80—90 % der Gesamtmenge und darüber. Dieser Tiefenbereich kann daher wohl mit Recht als entscheidend für Wachstum und Ertragsfähigkeit des Grünlands angesehen werden, da dessen besondere bodenphysikalische, bodenchemische und bodenbiologische Verhältnisse den Pflanzenwuchs nach Art und Menge bestimmen.

Die Bodenstrukturverhältnisse des natürlich gelagerten Bodens wurden nach der Pyknometermethode von v. NITSCH bestimmt. Diese Untersuchungen wurden erweitert auf die Feststellung der kapillaren Wassersättigung des Bodens, um den kapillaren und nicht kapillaren Anteil am Gesamt-Porenvolumen unterscheiden zu können. Benutzt wurden zu den Untersuchungen 100 cm^3 fassende Stahl-Stechzylinder, die mit einer besonderen Haltevorrichtung vorsichtig in den Boden getrieben wurden. Da schon aus anderen Untersuchungsreihen bekannt war, daß vor allem infolge des Vorhandenseins von Wurm- und Wurzelröhren, die bei der Probenahme nicht immer vermieden werden können und auch wohl nicht restlos gemieden werden dürfen, da sie einen nicht unwichtigen Teil des Hohlraumvolumens bilden, die Einzelwerte stärkeren Schwankungen unterliegen, wurden pro Standort und Bodenschicht jeweils 6 Stechzylinder entnommen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Auf den sehr flachgründigen Böden der Kalktrockenrasen der Eifel gelang es in keinem Fall mit den Stechzylindern tiefer als 10 cm in den Boden zu kommen. Obwohl mit dem Bohrstock größere Tiefen zu erreichen waren (s. Tab. 1, unten), hinderte der starke Steingehalt an einer einwandfreien Probenahme. Auf einer Reihe von Flächen mußte sich die Probenahme sogar auf die oberste Schicht von 0—5 cm beschränken, so bei fünf Flächen des Sesleria-Xerobrometums, zwei Flächen des Xerobrometums und einer Fläche des Mesobrometums. Dies gibt einen weiteren Hinweis auf die zunehmende Flachgründigkeit der Böden, ansteigend vom Mesobrometum zum Sesleria-Xerobrometum. Auch auf zwei Flächen des Brometums der unteren Isar mußte die Entnahme der Stechzylinder in 10 bzw. 15 cm Tiefe eingestellt werden, da hier grobe Flußschotter die Probenahme unmöglich machten.

Tab.2. Bodenstruktur - Porenvolumen (PV)

Abkürzungen der Pflanzengesellschaften:

A a - Mesobrometum - Isar
b - Sesleria-Xerobrometum
c - Xerobrometum
d - Mesobrometum
B - Schoenetum ferruginei
C - Lolieto-Cynosuretum
D - Nardetum strictae

Pfl. Ges.	Gesamt-PV					kapillares PV					überkapillares PV				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
A a	63.1	57.1	53.6	51.2	46.9	54.5	52.2	48.6	47.7	42.5	8.6	4.9	5.0	3.5	4.4
b	64.7	56.4	-	-	-	53.0	49.6	-	-	-	9.7	6.8	-	-	-
c	61.4	57.2	-	-	-	54.3	50.6	-	-	-	7.1	6.6	-	-	-
d	59.1	53.8	-	-	-	54.1	49.3	-	-	-	5.0	4.5	-	-	-
B	79.2	79.0	80.1	80.9	85.2	67.1	70.5	74.0	77.6	83.1	12.1	8.5	6.1	3.3	2.1
C	45.3	43.3	41.7	41.6	40.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	71.3	57.9	54.7	45.5	42.5	64.6	55.4	51.3	41.8	38.5	6.7	2.5	3.4	3.7	4.0

Aus den Ergebnissen der Strukturuntersuchungen ist zu entnehmen, daß auf den verschiedenen Formen der Kalktrockenrasen mit zunehmender Standortstrockenheit ein Anstieg des Gesamt-Porenvolumens sowie des überkapillaren Porenvolumens, auch Luftvolumen genannt, parallel geht. Das kapillare Porenvolumen, d. h. der Anteil der Bodenhohlräume, der fähig ist Wasser festzuhalten, bleibt jedoch auf gleiche Bodentiefen bezogen praktisch gleich. Nach der Tiefe hin nehmen alle Arten von Hohlräumen ab. Letzteres trifft auch für die Standorte der Weidelgras-Weißkleeweiden und der Borstgrasrasen zu, nicht jedoch für die der Kopfbinsenrieder. Hier ist nach der Tiefe hin eine erhebliche Zunahme des kapillaren und auch des gesamten Porenvolumens festzustellen. Der Grund hierfür liegt in der Vererdung der oberen Flachmoorschichten, auch dürfte hier, was aber nicht untersucht wurde, der Anteil anorganischer Bodenteile als Folge von Überschwemmungen höher sein. Die Porenvolumina der Standorte der Kopfbinsenrieder sind die höchsten aller in dieser Reihe untersuchten Pflanzengesellschaften, da sie aber organogene Böden betreffen, sind sie mit den anderen nicht voll zu vergleichen. In ihrer Höhe stimmen sie gut mit den von ZOBRIST (11) in der Schweiz auf Standorten der gleichen Gesellschaft festgestellten Werten überein.

Sehr hoch lag das Porenvolumen auch in der obersten Bodenschicht der Borstgrasrasen als Folge der Anhäufung noch wenig zersetzter Wurzelreste und des hohen Gehalts an organischer Substanz. Diese sind auch die Ursache

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

für die noch recht hohen Werte in den beiden folgenden Schichten bis 15 cm Tiefe, darunter fällt dann das Hohlraumvolumen stark ab. Das Luftvolumen ist nur in der obersten Schicht von 0—5 cm deutlich höher als in den tieferen Schichten. Der niedrige Wert in der Schicht von 5—10 cm und der Anstieg des Luftvolumens zur Tiefe hin könnte vielleicht als Trittwirkung gedeutet werden in Analogie zu Befunden von GENFELD (3) auf Dauerweiden des Monschauer Gebiets, der ebenfalls in den oberen Schichten ein geringeres überkapillares Porenvolumen fand als im Untergrund.

Bei den drei Flächen der Weidelgras-Weißkleeweiden, die am Beginn der Untersuchungsreihe standen, wurde nur das Gesamt-Porenvolumen festgestellt. Die Lößlehmböden zeigten in Übereinstimmung mit einer Reihe von Befunden in anderen Arbeiten ein recht niedriges Porenvolumen. Das braucht jedoch auf dieser Art von Böden keineswegs nachteilig zu sein. Die Abnahme des Gesamt-Porenvolumens zur Tiefe hin war geringer als bei den anderen Gesellschaften, sie stand ebenfalls in Abhängigkeit vom Gehalt des Bodens an organischer Substanz.

Tab. 3.

Pfl.	Bodentrockenmasse in g/100 ccm					spez. Gewicht				
Ges.	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
A a	90.9	108.3	118.2	126.0	139.6	2.45	2.51	2.54	2.58	2.63
b	88.6	111.6	-	-	-	2.50	2.56	-	-	-
c	96.2	109.4	-	-	-	2.50	2.56	-	-	-
d	103.6	119.2	-	-	-	2.55	2.56	-	-	-
B	46.8	48.5	45.5	42.8	30.5	2.27	2.30	2.26	2.38	1.95
C	138.9	146.2	151.1	151.0	155.8	2.39	2.44	2.50	2.50	2.50
D	68.9	103.1	115.2	141.7	150.6	2.28	2.35	2.43	2.49	2.57

Mit den Struktur-Untersuchungen ließ sich auch eine Feststellung des Gewichts der Bodentrockenmasse je 100 cm^3 und des spezifischen Gewichts des Bodens verbinden. Mit Abnahme des Hohlraumvolumens sowie des Gehalts an organischer Substanz war ein Anstieg beider Werte festzustellen. Bei den Werten für die Bodentrockenmasse der Kopfbinsenrieder ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den von ZOBRIST (11) angegebenen Litergewichten.

Tab. 4. Bodendispersität

Pfl.	Grob- und Feinsand (2.0 - 0.02 mm)					Schluff, Staub (0.02 - 0.002 mm)					Ton (unter 0.002 mm)				
Ges.	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
A a	90.8	89.2	85.8	77.9	70.9	8.6	10.0	13.0	18.3	22.9	0.6	0.8	1.2	3.8	6.2
b	91.7	88.6	-	-	-	6.8	9.6	-	-	-	1.5	1.8	-	-	-
c	86.0	86.1	-	-	-	11.3	11.1	-	-	-	2.7	2.8	-	-	-
d	78.8	76.7	-	-	-	17.3	18.5	-	-	-	3.9	4.8	-	-	-
B	88.1	89.7	87.7	83.3	-	11.4	9.7	11.9	15.0	-	0.5	0.6	0.4	1.7	-
D	88.7	84.4	78.5	71.4	61.0	10.8	14.5	18.0	23.0	29.6	0.5	1.1	3.5	5.6	9.4

Die Korngrößenzusammensetzung wurde mit dem Aräometer nach der Methode von CASAGRANDE bestimmt. Wegen der dafür notwendigen Zerstörung der Humussubstanzen, denen für die Struktur des Bodens sowie

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

den Aufbau des Bodenkomplexes eine besondere Bedeutung zukommt, sind die gefundenen Werte hinsichtlich der Einschätzung ihrer Bedeutung etwas problematisch. Die Untersuchungen ergaben allgemein einen Anstieg des Anteils des Abschlämmbaren, worunter der Schluff- und Tonanteil zusammengefaßt ist, nach den tieferen Schichten hin. Die bei den Böden der Kopfbinsenrieder festgestellten Werte sollen hierbei unberücksichtigt bleiben, da ihr Aufbau vor allem von der organischen Bodenkomponente beeinflußt ist. Auf den Standorten der Kalktrockenrasen der Eifel, die alle auf der gleichen geologischen Unterlage siedeln, ließ sich mit Verbesserung ihrer Feuchteverhältnisse ein deutlicher Anstieg des Anteils feinster Bodenteile beobachten, d. h. auf den besonders trockenen Sesleria-Xerobrometen betrug der Anteil der Fraktionen von 0,02—<0,002 mm nur etwa die Hälfte von dem auf den Mesobrometen. Dies gibt zugleich auch einen Hinweis auf den fortschreitenden Grad der Bodenbildung und entspricht den Feststellungen von KLIKA (5) auf slowakischen Karstböden, auf denen sich von den Initial- zu den Optimalstadien ein Anstieg der feinsten Tonpartikel im Boden zeigte, was als Zeichen für die Konsolidation des Bodens gewertet wurde.

Während die hier für die verschiedenen Pflanzengesellschaften angeführten Durchschnittswerte die Vermutung auf einen sehr deutlichen Einfluß der Korngrößenzusammensetzung auf die Höhe des Porenvolumens nahelegen, zeigt eine Analyse der Einzelwerte, daß dies nicht für jeden einzelnen Standort zutrifft. Der Einfluß ist zwar merklich, er wird aber stärker überdeckt durch den Einfluß des Gehalts des Bodens an organischer Substanz.

Tab. 5. Organische Substanz

Pfl. Ges.	Org. Substanz insg. %					in Acetylbromid unlöslich = Dauerhumus %					Zersetzungsgrad				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
A a	10.8	9.7	7.9	7.1	4.3	5.6	5.6	4.4	4.1	3.0	51.3	56.1	55.1	57.4	68.0
b	8.7	7.0	-	-	-	5.5	4.6	-	-	-	63.0	67.1	-	-	-
c	7.7	6.3	-	-	-	4.8	4.0	-	-	-	62.0	63.9	-	-	-
d	7.1	5.2	-	-	-	4.3	3.6	-	-	-	61.2	67.9	-	-	-
C	6.9	4.6	3.1	2.5	1.6	3.4	2.5	2.0	1.6	1.1	49.6	55.3	62.2	65.4	70.0
D	11.5	8.0	6.0	2.7	1.3	2.9	2.1	1.8	1.3	0.8	25.8	26.3	35.3	52.3	62.9

Die organische Substanz des Bodens wurde nach der Lichterfelder Methode durch Oxydation mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure bestimmt; wegen des zumeist hohen Karbonatgehalts der ausgewählten Böden wären durch die Bestimmung des Glühverlustes in diesen Untersuchungen keine auch nur annähernd zutreffenden Werte festzustellen gewesen. Bei der hier angewandten Methode werden neben den echten Humussubstanzen auch die mehr oder weniger zersetzten Wurzelreste mit erfaßt, da es bei der Bodenaufbereitung nicht möglich ist, letztere restlos zu entfernen. Es handelt sich bei den festgestellten Werten für die organische Substanz also um Humus im weiteren Sinne. Dessen weitere Aufgliederung erfolgte durch Behandlung des Bodens mit Acetylbromid nach der Methode von SPRINGER, um den Prozentsatz des „echten" oder Dauerhumus zu bestimmen. Der Zersetzungsgrad gibt dann den prozentischen Anteil des Dauerhumus am Gesamtgehalt an organischer Substanz an.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Auf den Kalktrockenrasen zeigt sich der schon bei der Erörterung der Hohlraumverhältnisse erwähnte Anstieg des Gehalts an organischer Substanz mit zunehmender Standortstrockenheit, bedingt durch die dadurch verursachte Hemmung des Abbaus der organischen Ausgangsstoffe. Auf den Kalktrockenrasen der unteren Isar liegen infolge des kontinentalen Klimaeinschlages die Gehalte an organischer Substanz noch höher als auf den Xerobrometen der Eifel. Neben der geringeren Durchfeuchtung wirkt hier die intensivere Sonneneinstrahlung, worauf vor allem russische Arbeiten hinweisen, ebenfalls hemmend auf die mikrobielle Tätigkeit und damit auf den Ab- und Umbau der im Boden befindlichen organischen Stoffe ein. Die höchsten Gehalte an organischer Substanz wurden auf zwei schwarzerdeähnlichen Böden der unteren Isar angetroffen; sie betrugen 16,5 bzw. 18,4 % in der obersten Schicht von 0—5 cm.

Deutlich niedriger sind die Humusgehalte in den Böden der Weidelgras-Weißkleeweiden, vor allem nehmen sie zu den tieferen Bodenschichten hin erheblich stärker ab als auf den Kalktrockenrasen. Dies muß als eine Folge der bekannt flachen Durchwurzelung der Weideböden angesehen werden. Fast die gleichen Werte zeigen in den beiden tiefsten Bodenschichten auch die Borstgrasrasen, während in den oberen Schichten ähnlich hohe, z. T. höhere Gehalte als in den Böden der Kalktrockenrasen festzustellen waren. Der hohe Mittelwert von 11,5 % gibt einen Hinweis auf die hier angehäuften Rohhumusmengen, die jedoch in vielen Fällen noch weit höher liegen können. Hierzu sei auf die Untersuchungen von KOBLET, FREI und MARSCHALL auf schweizerischen Alpweiden verwiesen (6).

Auch im Dauerhumusgehalt bestehen zwischen den Gesellschaften deutliche Unterschiede. Am höchsten liegen die Gehalte auf den an Basen reich versorgten Kalktrockenrasen, am niedrigsten auf den sauren Borstgrasrasen. In den ebenfalls basenreichen Böden der Weidelgras-Weißkleeweiden liegen die absoluten Gehalte an Dauerhumus nur wenig höher als auf den Borstgrasrasen. Das dürfte durch den hier nur geringen Anfall an organischen Ausgangsstoffen bedingt sein. Der Dauerhumusgehalt und -anteil kann anscheinend eine durch Boden, Klima und Art der Pflanzengesellschaft bedingte Grenze nicht wesentlich überschreiten.

Betrachtet man den Anteil des Dauerhumus am Gesamt-Humus, ausgedrückt im sogen. Zersetzungsgrad, so zeigt sich, daß er auf den drei in der Eifel ausgeschiedenen Formen der Kalktrockenrasen sehr einheitlich bei etwas über 60 % liegt, d. h. fast zwei Drittel der vorhandenen organischen Substanz liegen als stabile Humusformen vor. In den Böden der Brometen der unteren Isar liegt der Dauerhumusanteil um 10 % niedriger als in den Eifelböden. Das wird auf die schon oben angeführten Gründe zurückzuführen sein, d. h. durch Trockenheit im Sommer, verbunden mit intensiver Sonneneinstrahlung, sowie durch stärkere Kälte im Winter wird die Bildung von Dauerhumus behindert, bzw. in der Eifel werden wegen des mehr atlantischen Klimas die leichtzersetzlichen organischen Stoffe schneller umgesetzt, wodurch sich auch der durchschnittlich geringere Anteil an gesamter organischer Substanz erklären läßt.

Ähnlich hoch wie in den Kalktrockenrasen der unteren Isar liegt der Zersetzungsgrad in den Böden der Weidelgras-Weißkleeweiden, in denen der Borstgrasrasen liegt er aber in den meisten Bodenschichten erheblich niedriger. So beträgt er in der Tiefe bis 15 cm nur etwa die Hälfte desjenigen der anderen Gesellschaften. Nach der Tiefe hin erfolgt jedoch, bei absolut aller-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

dings nur noch sehr geringen Dauerhumusgehalten, eine Annäherung der Werte, so daß in der Tiefe von 25—30 cm gleichfalls zwei Drittel der organischen Substanz als Dauerhumus vorliegen. Es verdient besonders festgehalten zu werden, daß allgemein der Dauerhumusanteil zur Tiefe hin zunimmt, während die absoluten Gehalte an organischer Substanz und Dauerhumus abnehmen. Dies ist eine Folge der geringeren Durchwurzelung der tieferen Schichten, zugleich werden anscheinend auch stabilere Humusformen u. a. durch die Tätigkeit der Bodenfauna hierhin verlagert.

Tab. 6. Bodenreaktion und hydrolytische Azidität

Pfl. Ges.	pH (KCl) I	II	III	IV	V	hydrol. Azidität, y_1 I	II	III	IV	V
A a	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	2.9	2.6	2.6	2.4	2.0
b	7.8	7.9	-	-	-	3.5	2.9	-	-	-
c	7.7	7.8	-	-	-	4.0	3.4	-	-	-
d	7.5	7.5	-	-	-	4.6	3.9	-	-	-
B	7.4	7.4	7.3	7.3	7.2	2.9	2.9	3.0	3.0	3.3
C	7.3	7.3	7.3	7.5	7.4	3.2	2.9	3.0	2.4	2.1
D	5.5	4.7	4.2	4.4	4.4	54.9	34.3	29.9	23.9	17.2

Zur Bestimmung der Bodenreaktion wurden sowohl der pH-Wert (in KCl) wie die hydrolytische Versauerung bestimmt. Bei beiden Werten ergaben sich deutliche Abstufungen zwischen den Gesellschaften. Auf diese Tatsache wurde an Hand eines sehr viel größeren Materials schon an anderer Stelle hingewiesen (1, 4). Die pH-Werte der drei Assoziationen der Kalktrockenrasen der Eifel sinken vom Sesleria-Xerobrometum zum Mesobrometum leicht ab, gleichsinnig nimmt auch die hydrolytische Versauerung etwas zu. Nur auf drei Flächen lagen die pH-Werte unter 7,0. Dies deckt sich gut mit dem nur in diesen drei Flächen festgestellten Auftreten von *Genista sagittalis* und *Genista tinctoria* und bestätigt die u. a. von ELLENBERG (2) getroffene Feststellung, wonach diese Arten in den Kalktrockenrasen als Anzeiger beginnender Entbasung zu werten sind. Sehr ausgeglichen sind die Reaktionsverhältnisse in den Kalktrockenrasen der unteren Isar, den Kopfbinsenriedern und den Weidelgras-Weißkleeweiden. Zur Tiefe hin nimmt die hydrolytische Versauerung, mit Ausnahme auf den Schoeneten, leicht ab. Auf den Borstgrasrasen liegt der pH-Wert in den oberen Schichten höher als in den tieferen. Da die beiden untersuchten Flächen nahe stärker befahrenen Bundesstraßen liegen, könnte hier durch den aufgewirbelten Straßenstaub eine gewisse Basenzufuhr stattgefunden haben, in der Regel dürften wohl keine derart großen Unterschiede im pH-Wert innerhalb dieser Profiltiefe bestehen. Bei der hydrolytischen Azidität, die einen Hinweis auf die Menge der im Boden vorhandenen H-Ionen gibt, zeigt sich bei den Borstgrasrasen in Abhängigkeit vom Gehalt des Bodens an organischer Substanz ein sehr hoher y_1-Wert in der obersten 0—5 cm-Schicht und eine starke Abnahme zur Tiefe hin.

Die Werte für die Nährstoffversorgung mit Kali und Phosphorsäure wurden mit Hilfe der Keimpflanzenmethode nach NEUBAUER bestimmt. Bezüglich der tatsächlichen Ertragsfähigkeit sagen diese Werte wenig, auf Flächen mit hohen Erträgen können sehr niedrige Werte gefunden werden, auf Flächen mit sehr niedrigen Leistungen dagegen hohe. Die hier wiedergegebenen Werte lassen diese Tendenz erkennen. Abgesehen von den Weidelgras-Weißkleeweiden, deren hohe Kali- und Phosphorsäurewerte auf einer Ansammlung von im Überschuß zugeführten Düngerstoffen beruhen,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tab. 7. Nährstoffversorgung (nach Neubauer)

Pfl. Ges.	K_2O mg/100 g Boden I	II	III	IV	V	P_2O_5 mg/100 g Boden I	II	III	IV	V
A a	14.1	8.4	7.8	7.2	7.0	4.3	3.6	4.2	3.8	2.0
b	25.9	21.0	-	-	-	2.7	2.3	-	-	-
c	32.2	25.6	-	-	-	3.9	3.2	-	-	-
d	37.6	33.4	-	-	-	3.5	3.4	-	-	-
B	5.4	3.7	2.6	4.3	4.7	2.9	2.2	3.4	1.9	2.1
C	38.7	36.6	33.2	35.9	29.8	17.0	10.6	9.8	10.1	7.8
D	16.5	10.4	7.3	5.0	3.8	7.2	6.4	3.6	3.5	2.2

liegen die höchsten Kaligehalte auf den Kalktrockenrasen der Eifel. Diese Rasen bringen, wie aus Tab. 1 zu ersehen ist, nur sehr geringe Erträge, die um ein Vielfaches unter denen der Weidelgras - Weißkleeweiden liegen und auch von denen der Kopfbinsenrieder und Borstgrasrasen noch übertroffen werden. Wichtiger als der durch Schnellmethoden festgestellte Grad der Nährstoffversorgung ist für die Grünlanderträge eine günstig gestellte Wasserversorgung bei nicht allzu starker Bodenversauerung.

Tab. 8. Basenhaushalt

100 g Boden enthalten ... mval sorbierte Basen

Pfl. Ges.	Ca I	II	III	IV	V	Mg I	II	III	IV	V	(K + Na) I	II	III	IV	V
A a	31.0	30.9	32.8	37.5	41.0	4.0	4.0	3.8	3.8	2.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
b	22.0	20.5	-	-	-	6.4	5.7	-	-	-	0.5	0.4	-	-	-
c	20.0	18.9	-	-	-	5.0	4.4	-	-	-	0.4	0.4	-	-	-
d	23.7	24.6	-	-	-	3.6	3.2	-	-	-	0.3	0.5	-	-	-
B	41.7	45.7	47.4	51.4	62.6	3.6	3.3	3.9	3.5	4.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
C	13.1	10.5	9.4	9.0	7.9	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.6	3.4	2.5	1.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1

Pfl. Ges.	S-Wert I	II	III	IV	V	T-Wert I	II	III	IV	V	V-Wert I	II	III	IV	V
A a	34.5	35.3	36.8	41.6	44.2	36.4	37.0	38.4	43.1	45.5	94.1	94.8	94.9	96.0	96.9
b	28.8	26.6	-	-	-	31.1	28.5	-	-	-	92.7	93.5	-	-	-
c	25.4	23.7	-	-	-	28.0	25.9	-	-	-	91.1	91.8	-	-	-
d	27.6	28.3	-	-	-	30.6	30.8	-	-	-	89.7	91.8	-	-	-
B	45.5	49.2	51.5	55.1	67.2	47.4	51.1	53.4	57.1	69.4	95.7	96.1	96.2	96.4	96.4
C	14.8	12.1	10.7	10.3	9.1	16.8	14.0	12.7	11.8	10.4	87.6	86.4	84.7	86.9	83.2
D	3.3	2.9	3.7	2.7	1.2	38.9	25.2	23.1	18.1	12.3	9.2	11.1	15.9	15.0	11.2

Die Untersuchung der Böden auf sorbierte Basen erfolgte nach einer vereinfachten Methode für karbonathaltige Böden nach A. N. Puri (8). Die Werte sind in Milli-Aequivalenten angegeben, um die chemische Wirksamkeit der Ionen unmittelbar vergleichen zu können.

Die Gesamtmenge der austauschbaren Basen, der S-Wert, wird in der Hauptsache vom Kalziumgehalt des Bodens bestimmt. Nur in den beiden untersuchten Böden der Borstgrasrasen konnte keinerlei Kalzium nachgewiesen werden, ein sehr deutliches Anzeichen für die außerordentlich starke Entbasung dieser Standorte. Hier machte das Magnesium den Hauptanteil der Basen aus. Auch in den Böden der Kalktrockenrasen, besonders denen

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

der Eifel, war der Anteil dieses Elements am S-Wert recht hoch. Dies beruht im Falle der Eifelböden auf der geologischen Herkunft der Ausgangsgesteine, die als dolomitische Kalke relativ reich hieran sind. Wahrscheinlich sind ähnliche Kalke auch im Isargebiet in irgendeiner Form, sei es als Schotter aus dem Alpengebiet, sei es durch hieraus gelöstes Magnesium auf dem Wege über das Überschwemmungswasser, von Einfluß auf den Basenhaushalt.

Die S-Werte nehmen auf den im Isartal liegenden Pflanzengesellschaften deutlich nach der Tiefe hin zu, auf den Eifelbrometen ist diese Tendenz nicht erkennbar, was wohl in der geringen erfaßbaren Bodentiefe begründet liegt. Die Zunahme des S-Wertes hat ihre Ursache in der Zunahme des Kalziumanteils, der in den oberen Bodenschichten durch Auswaschung und Entzug durch den Pflanzenwuchs anscheinend schon etwas vermindert wurde. Auf den Weidelgras-Weißkleeweiden beruhen dagegen die höheren S-Werte in den oberen Bodenschichten auf den mit der Düngung zugeführten Kalkmengen, ein Blick auf die Werte für die Nährstoffversorgung (Tab. 7) macht dies sehr deutlich.

Der in der Tabelle 8 dann folgende T-Wert gibt die Gesamtsorption des Bodens, d. h. die Summe der sorbierten Basen und Wasserstoffionen an. Er ist abhängig von Art und Menge der Sorptionsträger im Boden, von denen die organischen, da sie die 5- bis 20fache Sorptionskapazität der anorganischen besitzen, von besonders großem Einfluß sind. Die T-Werte stehen daher in enger Abhängigkeit von dem Gehalt des Bodens an organischer Substanz. Wegen deren schwankender Sorptionskapazität ist es jedoch nicht möglich, auf deren Grundlage allein in jedem Fall gesicherte Unterschiede zwischen den Gesellschaften aufzuweisen. Dies ist z. B. der Fall bei den verschiedenen Formen der Kalktrockenrasen der Eifel, bei denen sich gleichzeitig noch die Einflüsse der Bodendispersität auf den T-Wert bemerkbar machen, und zwar im gegenläufigen Sinne. Während die Gehalte an organischer Substanz vom Mesobrometum zum Sesleria-Xerobrometum hin ansteigen, fällt gleichzeitig der Anteil des Abschlämmbaren, so daß sich praktisch keine Unterschiede im T-Wert ergeben. Deutlich ist aber der Unterschied zwischen den T-Werten der Kalktrockenrasen der Eifel und denen der unteren Isar. Auf letzteren mit ihrem besonders hohen Humusgehalt und etwa gleich hohem Gehalt des Abschlämmbaren wie in den Böden der Sesleria-Xerobrometen ist die Gesamtsorption um rd. 15—20 % = 5—8 mval höher.

Besonders hoch sind die T-Werte in den sehr humus- und kalkreichen Böden der Kopfbinsenrieder. In den oberen Bodenschichten der Borstgrasrasen sind, bedingt durch den hohen Gehalt an organischer Substanz, die T-Werte etwa gleich hoch wie die der Kalktrockenrasen, sie nehmen aber zur Tiefe hin stark ab, was gleichfalls im Zusammenhang mit dem Humusgehalt steht. In den Böden der vom Kalkgestein beeinflußten Pflanzengesellschaften ist dagegen zur Tiefe hin ein Anstieg der T-Werte festzustellen, überwiegend bedingt durch den hohen Kalziumgehalt, bei den Kopfbinsenriedern jedoch auch durch den mit der Tiefe zunehmenden Humusgehalt. Relativ niedrig sind die T-Werte der Weidelgras-Weißkleeweiden, dies jedoch nur im Vergleich mit den hier abgehandelten Gesellschaften. Sie liegen sonst etwa in der gleichen Höhe wie in ähnlichen, aus Lößlehmen gebildeten Böden.

Der V-Wert gibt an, wie weit der Sorptionskomplex bei einem bestimmten pH-Wert (hier auf pH 8,5 bezogen) mit Basen abgesättigt ist. Dieser

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Basensättigungsgrad liegt in den Kalktrockenrasen durchweg über 90 %, in den Böden der Kopfbinsenrieder etwa bei 96 % und in den Böden der Weidelgras-Weißkleeweiden bei 85 %. In den Böden der Borstgrasrasen dagegen sind nur rd. 10—15 % des Bodenkomplexes mit Basen abgesättigt, ein sehr niedriger Wert. In den Böden der vom Kalkgestein beeinflußten Pflanzengesellschaften ist ein leichter Anstieg der Basensättigung zur Tiefe hin festzustellen. In den gleichfalls stark mit Basen abgesättigten Böden der Weidelgras-Weißkleeweiden deutet sich, düngungsbedingt, eine Abnahme der V-Werte nach unten hin an, für die Böden der Borstgrasrasen läßt sich diesbezüglich keine eindeutige Aussage machen.

In den V-Werten für die Kalktrockenrasen der Eifel zeigt sich ein leichter Anstieg vom Mesobrometum zum Sesleria-Xerobrometum. Höher liegen aber die Basensättigungsgrade in den Böden der Kalktrockenrasen der unteren Isar, was wohl auf die durch die kontinentale Lage bedingte geringere Auswaschung zurückzuführen ist.

Zusammenfassung.

1. Die Untersuchung der Böden von Grünlandstandorten ergab bei Unterteilung in 5-cm-Schichten stark abweichende Analysenwerte für die verschiedenen Bodentiefen.
2. Die Untersuchung der Bodenstruktur nach der Methode v. Nitsch erwies sich als brauchbar zur Unterscheidung der Standorte verschiedener Pflanzengesellschaften sowie deren durch verschiedene Feuchtigkeitsverhältnisse bedingten Untergesellschaften. Eine Beziehung zwischen Porenvolumen und Humusgehalt des Bodens war erkennbar, diejenige zur Bodendispersität wurde durch erstere meistens überdeckt.
3. Bei Untersuchung der Bodendispersität zeigten Pflanzengesellschaften verschiedener Feuchtestufen auf Böden gleicher geologischer Herkunft im Mittel unterschiedliche Gehalte an Abschlämmbarem. Im Einzelfall waren jedoch die Schwankungen sehr groß, so daß Untersuchungen dieser Art nicht als sonderlich aussichtsreich erscheinen.
4. Die Unterschiede im Humusgehalt zwischen den verschiedenen Grünlandpflanzengesellschaften waren deutlich, besonders auch unter Berücksichtigung des Anteils des Dauerhumus am gesamten Gehalt an organischer Substanz.
5. Bodenreaktion (pH-Wert) und hydrolytische Azidität eignen sich gut zur Kennzeichnung verschiedener Standortsverhältnisse.
6. Die Werte für den Gehalt an pflanzenlöslichen Nährstoffen (Kali und Phosphorsäure) geben unter Umständen einen Hinweis auf den Nährstoffvorrat des Bodens, sagen aber wenig über die augenblickliche Ertragsleistung der Grünlandflächen aus.
7. Die Untersuchung des Basenhaushalts, besonders bei Berücksichtigung des Basensättigungsgrades, ergab gute Werte zur Beurteilung der Sorptionsverhältnisse bei den verschiedenen Pflanzengesellschaften.

Die Durchführung des größten Teils der vorstehend geschilderten Untersuchungen wurde durch die Bewilligung einer Sachbeihilfe seitens der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, ermöglicht. Ihr sei hierfür auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Schriften:

1. Boeker, P.: Bodenreaktion, Nährstoffversorgung und Erträge von Grünlandgesellschaften des Rheinlandes. — Z. f. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. **66** (111). Weinheim/Bergstr. u. Berlin 1954.
2. Ellenberg, H.: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Bd. II. Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. — Stuttgart 1952.
3. Genfeld, L.: Beitrag zur Kenntnis der Kleegraswechselwirtschaft im Kreise Monschau. — Diss. Bonn 1952.
4. Klapp, E.: Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes. — Bonn und Völkenrode 1951.
5. Klika, J.: The influence of pasturing on the phytocenosis of the Slovak Karst. — Angew. Pflanzensoz., Festschr. Aichinger. II. Wien 1954.
6. Koblet, E., Frei, E., Marschall, F.: Untersuchungen über die Wirkung der Düngung auf Boden und Pflanzenbestand der Alpweiden. — Landw. Jahrb. d. Schweiz. N. F. **2** (67). 1953.
7. Lieth, H.: Die Porenvolumina der Grünlandböden und ihre Beziehungen zur Bewirtschaftung und zum Pflanzenbestand. — Z. f. Acker- u. Pflanzenbau. **98.** Hamburg u. Berlin 1954.
8. Puri, A. N.: Estimating exchangeable Calcium and other cations in the soils. — Soil Science. **42,** 1936.
9. Tansley, A. G.: The British Islands and their Vegetation. 3. Aufl. — Cambridge 1953.
10. Thun, R., Hermann, R.: Die Untersuchung von Böden. — Methodenbuch Bd. I. 2. Aufl. Hamburg 1949.
11. Zobrist, L.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoenetum nigricantis im nordostschweizerischen Mittellande. — Beitr. geobot. Landesaufn. d. Schweiz. **18.** Bern 1935.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: NF_6-7

Autor(en)/Author(s): Boeker Peter

Artikel/Article: Bodenphysikalische und bodenchemische Werte einiger Pflanzengesellschaften des Grünlandes - aus dem Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Direktor: Prof. Dr. E. Klapp 235-246