Zeitschrift: Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Herausgeber: Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Band: 39 (1968)

Artikel: Zur Ökologie schweizerischer Bruchwälder unter besonderer Berückstichtigung des Waldreservates Moos bei Birmensdorf und des Katzensees

Autor: Klötzli, Frank

Kapitel: 4: Schlussfolgerungen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377664

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

für ihren Birkenbruchwald erstaunlicherweise 2,8% CaO (entsprechend rund 120 mval Gesamt-Ca) an.

Einzeln betrachtet, zeigen die Werte für die übrigen austauschbaren Kationen keine deutliche Standortsabhängigkeit (vgl. auch die Profile bei Mörnsjö 1968, mit Angabe der Totalgehalte an Ca, Mg, K, Na usw.).

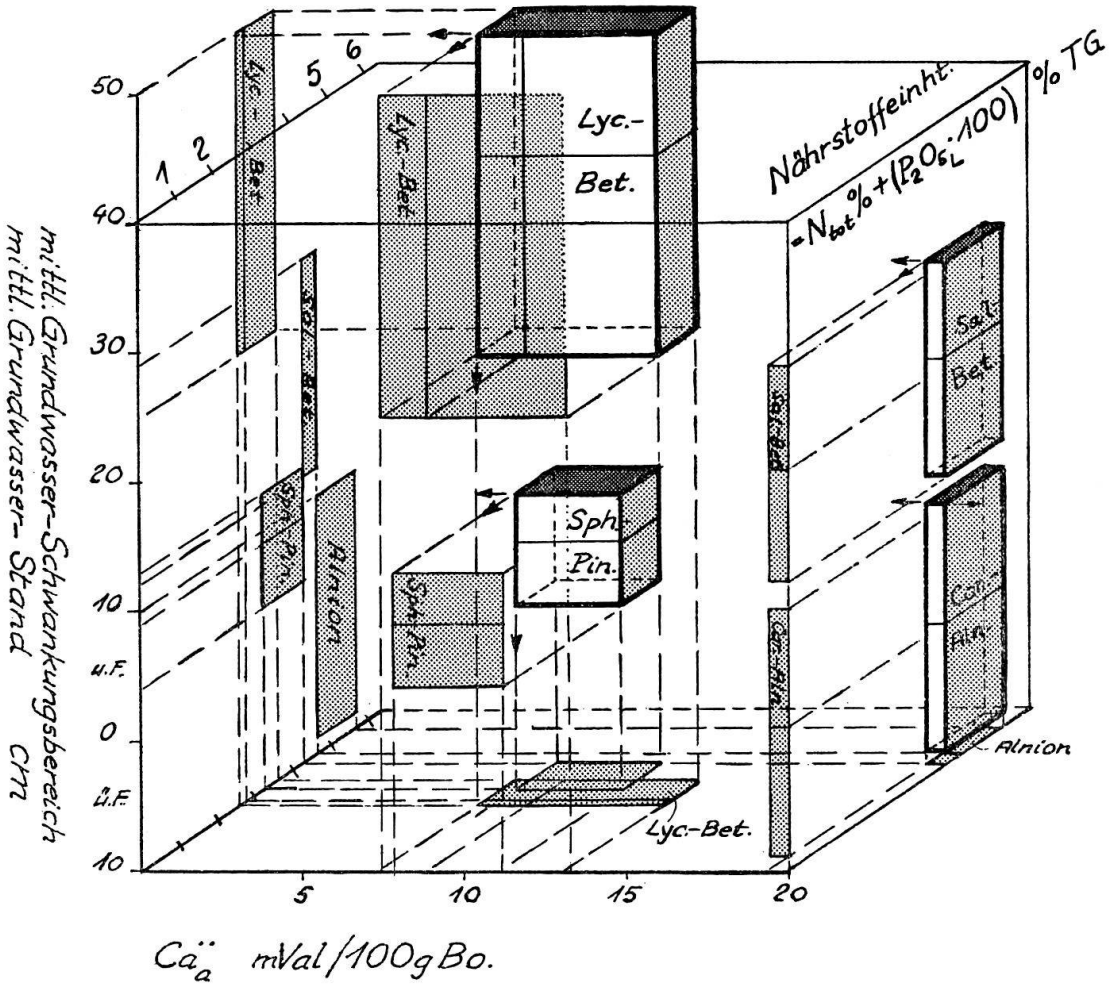

Abb. 10. Ökologische Grenzen der Bruchwälder hinsichtlich Grundwasserstand, $Ca^{\cdot\cdot}_a$, N_{tot} und $P_2O_{5_L}$-Gehalt des Substrats.
Der mittlere Grundwasserstand ist auf den Prismen angegeben, beim *Lycopodio-Betuletum* auch der mittlere $Ca^{\cdot\cdot}_a$-Gehalt. Beziehung zwischen Grundwasserstand, Schwankung und Nährstoffeinheit: «Alnion» = Bereich aller *Alnion*-Gesellschaften, vorzüglich der Alneten, die allerdings auch auf etwas nährstoffärmeren Böden vorkommen können, aber: «Salici-Betuletum» = engerer Bereich des *Salici-Betuletum*, das auch auf etwas nährstoffreicheren Böden erscheinen kann. Abkürzungen siehe bei Tabelle 1 (S. 60).

4. Schlussfolgerungen

In erster Linie werden die Bruchwaldstandorte durch ihre Grundwasser- und Mineralstoffverhältnisse geprägt (Abb. 10). Zwar unterscheiden sie sich z. B. im Stickstoffhaushalt absolut gesehen nicht wesentlich. Aber die Unter-

schiede in ihrer Austauschkapazität, namentlich für $Ca_a^{\cdot\cdot}$ und $H^{\cdot}$, mithin der Basensättigungsgrad, scheidet z.B. die Birkenbruchwälder von den Erlenbruchwäldern, den eher oligotrophen vom eutrophen Flügel. Die Kombination all dieser chemischen Faktoren, wie auch C/N, $Ca_a^{\cdot\cdot}$, N_{ak}, N_{tot}, V% usw. ist entscheidend und charakterisiert im Verein mit dem Wasserhaushalt den Standort und nicht das scheinbar wesentliche Hervortreten eines einzelnen Maximalwertes (vgl. relativ hoher $Ca_a^{\cdot\cdot}$-Wert im *Sphagno-Pinetum* vom Moos).

Die Standorte der Bruch- und Moorwälder sind, wie sich dies auch für die Flachmoore gezeigt hat, oft unterschätzte Nährstoffreservoire und in vielen Fällen besser mit Nährstoffen versorgt als viele Laubwaldstandorte (vgl. Bücking 1968: Neben dem *Melico-Fagetum* ist das *Carici-Alnetum* am besten mit mineralisiertem Stickstoff versorgt). Einmal handelt es sich, mit Ausnahme der meisten Erlenbruchwälder, um tiefgründige Torflager, zum anderen sind die Torfe befähigt, die Nährstoffe in grösseren Mengen (austauschbar) zu absorbieren. In nicht vom Grundwasser erfassten Horizonten ist die Durchlüftung vermöge der lockeren Struktur der Torfe so gut, dass auch bei tiefen pH-Werten in recht hohem Masse nitrifiziert werden kann.

Mithin ist das Wasser ein die Produktivität begrenzender Faktor. Bei günstigerem Wasserhaushalt kann namentlich auf Erlenbruchwald-Standorten eine hohe Produktivität erreicht werden, wobei sich dann meist die Esche beigesellt (vgl. McVean 1953, Einzelheiten über *Alnus*-Verjüngung; Ellenberg 1963, S. 363). Auf trockeneren Birkenbruchwald-Standorten dürfte wohl auch das Auswaschen von Nährstoffen aus dem Hauptwurzelhorizont eine Rolle spielen. Denn im Unterboden können sie von den Birken und den extrem flachwurzelnden anderen Baumarten nicht mehr genutzt werden.

Zusammenfassung

1. *Soziologie*

Die nordschweizerischen Birken- und Erlenbruchwälder lassen sich am besten durch die unterschiedliche Kombination ihrer soziologischen Gruppen fassen. Den Birkenbruchwäldern *(Lycopodio-Betuletum)* eigen sind Säurezeiger weiter Verbreitung, die Erlenbruchwälder *(Carici elongatae-Alnetum)* beherbergen ausgesprochene Nässezeiger einschliesslich Röhrichtpflanzen. Die aus der Literatur bekannten Charakterarten können nur in wenigen Fällen übernommen werden oder sind sehr selten. Eine Zwischenstellung nimmt der Weiden-Birkenbruchwald *(Salici-Betuletum)* ein, der neben einigen Säurezeigern auch noch Nässezeiger zeigt und ins *Alnion glutinosae* zu stellen ist. Durch einige Hochmoorpflanzen unterscheidet sich der Föhren-Übergangsmoorwald *(Sphagno-Pinetum)* von den Birkenbruchwäldern (s. Tab. 1).

2. *Allgemeine Standortsfaktoren*

Ökologisch unterscheiden sich die Bruch- und Moorwald-Gesellschaften durch die quantitative Kombination der folgenden *entscheidenden Standortsfaktoren:* Grundwasserstand und Schwankungen, Gesamtstickstoff (N_{tot}) in Kombination mit laktatlöslichem Phosphat ($P_2O_{5_L}$), austauschbares Kalzium ($Ca^{\cdot\cdot}{}_a$) und hydrolytische Azidität (H) bzw. Basen-

sättigungsgrad (V%). Die Erlenbruchwälder nehmen den nährstoff- und $Ca^{\cdot\cdot}_a$-reicheren Flügel ein: Ihre Oberböden enthalten durchschnittlich 45% des Wertes mehr N_{tot}, ihre Humus % sind etwas niedriger (70–80% gegenüber 75 bis über 80%) und ihr C/N-Ver-, hältnis ist etwas günstiger (15–20 gegenüber 24–30 bei den Birkenbruchwäldern). In den obligotropheren Gesellschaften können indessen auch höhere Werte des einen oder andern chemischen Faktors vorkommen. Meist entsprechen die Konzentrationen, z. B. für $Ca^{\cdot\cdot}_a$, denen für armes Flachmoor im Sinne von Du Rietz (s. Tab. 3, Abb. 10).

Im Jahresangebot an *pflanzenverfügbarem Stickstoff* (ΣN_{ak}) bestehen zwischen den einzelnen Gesellschaften keine grossen Unterschiede. N_{ak} liegt grössenordnungsmässig etwa gleich hoch wie auf Laubwaldstandorten. Maximalwerte wurden im *Sphagno-Pinetum* und im *Lycopodio-Betuletum* gemessen (0–15 cm u. F.: 0,8–2,3 kg/a. Jahr) (s. Tab. 2).

Gleich gelagerte Verhältnisse zeigen sich in der Zonierung von Bruchwaldkomplexen, z. B. in der Verlandungszone des Katzensees bei Zürich oder im Moorwald des Mooses bei Birmensdorf ZH. Vom nährstoffreicheren zum nährstoffärmeren Flügel nimmt einerseits N_{tot} (um 20–40% des Wertes in Erlenbruchwäldern), $P_2O_{5_L}$ (um 20–50% des Wertes), $Ca^{\cdot\cdot}_a$ (um rund 30%), pH (um eine Einheit) und V% (um rund 20%), aber auch K_2O_L ab, andererseits H (bis 40%), aber indessen auch ΣN_{ak} bis 50% zu (s. Abb. 6a, b).

Zwischen NO'_3-N_{ak} (6 Wochen Feuchtkammer) und N_{tot} bzw. H sowie zwischen N_{tot} und $P_2O_{5_L}$ besteht eine deutliche Korrelation (Abb. 7–9).

3. *Jahresschwankungen von N_{ak}, pH und Grundwasser* (Abb. 3)

Die Jahresschwankungen des Stickstoffgehaltes in der Frischprobe (N_{mom}) und in der bebrüteten Probe (N_{ak}) verlaufen ähnlich wie bei andern Waldgesellschaften, d. h. sie weisen ein Maximum an N_{mom} und N_{ak} im Sommer auf. Maxima an Nitratstickstoff (NO'_3-N) erscheinen im Sommer, an Ammoniumstickstoff ($NH^{\cdot}_4-N$) eher im Frühling und Herbst bei grösserer Nässe, aber ausreichender Wärme. NO'_3-N (ak und mom) erhält die höchsten Beträge in sommertrockenen Erlenbruchwäldern, aber auch in Birkenbruchwäldern wird im Sommer nitrifiziert. Bemerkenswert sind die Nitrifikationswerte bei tiefem pH (3,5). pH-Schwankungen sind nur geringfügige verzeichnet worden (maximal $\pm$ 0,25 Einheiten) und sind z. T. von den Grundwasserschwankungen abhängig. Durch die starke Pufferung der Torfe bleiben sie trotz des Einflusses von basischem Überschwemmungswasser stark sauer. Im Oberboden der Birkenbruchwälder halten sich Basenauswaschung und Basenzufuhr durch den Laubfall die Waage.

Die Grundwasserschwankungen verlaufen ruhig, und die Gesamtschwankung ist meist kleiner als 50 cm. Alle Dauerlinien sind fast gestreckt, derart, dass sich bei ähnlicher Bodenart (Torfart) die Gesellschaften nur durch den mittleren Grundwasserstand im Wasserhaushalt unterscheiden. Alle Standorte sind ganzjährig nass bis feucht; die Erlenbruchwälder sind vom Herbst bis zum Frühjahr überschwemmt (Abb. 2).

4. *Vergleich von Frühjahrs- und Herbstanalysen der Nähr- und Mineralstoffe*

In den Erlenbruchwäldern sind die Herbstwerte deutlich bis geringfügig tiefer für N_{tot}, V% sowie für $P_2O_{5_L}$ und K_2O_L, ferner für den Humusgehalt (Humus %). In den Birkenbruchwäldern und vor allem in den Föhren-Moorwäldern sind die Herbstwerte höher für V% sowie für H und die Kationenumtauschkapazität (KUK oder T-Wert). Auf allen Standorten sind die Herbstwerte für $Na^{\cdot}_a$ und K_2O_L niedriger. Für die andern Mineralstoffe besteht keine deutliche Abnahme während der Vegetationsperiode: Die von der Pflanze verbrauchten Mengen werden durch die sich langsam zersetzende Streue wieder freigesetzt. Dies gilt insbesondere für die Birkenbruchwälder, deren Hauptwurzelhorizont vom Grundwasser nur sehr schwach direkt beeinflusst wird, aber vermutlich doch so, dass ein durch die Holzproduktion bedingter Nähr- und Mineralstoffverlust durch das Grundwasser nahezu ausgeglichen wird (Tab. 3, Abb. 3).

5. *Nähr- und Mineralstoffverhältnisse im Bodenprofil* (Abb. 4, 5)

Eigenartigerweise nehmen die NO'_3-N_{ak}-Werte bis in rund 70 (– 50) cm Tiefe deutlich

zu, und zwar in allen Bruchwäldern. Sogar absolut gesehen sind sie meist höher als die NH'_4-N_{ak}-Werte im gleichen Horizont. Diese Fähigkeit zur Nitrifikation dürfte pedogenetische Ursachen haben, sind doch auch die den meisten Bruchwäldern in der Sukzession vorangegangenen Grosseggenrieder befähigt, hohe Nitrifikationswerte zu erzielen.

Die pH-Werte nehmen nach unten oft zuerst schwach ab, dann stärker zu, sobald die entsprechenden Horizonte ständig vom Grundwasser beeinflusst werden, es sei denn, der Horizont bestehe aus Sphagnumtorf. Allgemein nehmen von oben nach unten H-, S- und T-Wert schwächer, $P_2O_{5_L}/K_2O_L$ stärker ab, während N_{tot} mehr oder weniger konstant bleibt. In einzelnen Birkenbruchwäldern kann in 30 cm Tiefe ein etwas höherer $Ca^{\cdot\cdot}_a$-Gehalt festgestellt werden.

6. *Schluss*

Die Böden der Birkenbruchwälder und Föhren-Moorwälder sind im Profil gesehen wesentlich nähr- und mineralstoffreicher als gemeinhin von oligotrophen Waldgesellschaften angenommen wird. Produktionsbeschränkender Faktor ist indessen der relativ hohe Wasserspiegel, der die volle Nutzung dieses Nährstoffkapitals verunmöglicht.

Summary

The Ecology of Swiss Carr Forests

1. *Sociology*

Sociologically alder swamps and carrs, birch carrs and pine bog forests are best characterized by their different combinations of indicator groups and not by character species. The herb layer in birch carrs *(Lycopodio-Betuletum)* is dominated by acidity indicators, in alder carrs and swamps *(Carici elongatae-Alnetum)* by typical humidity indicators and reed plants. Character species as proposed by literature are mostly very rare or cannot be applied for our conditions. An intermediate position between alder and birch carrs, sociologically as well as ecologically, is held by the sallow-birch carr *(Salici-Betuletum)*. Finally some plants of raised bogs are typical for the pine bog forest *(Sphagno-Pinetum)*; see table 1.

2. *Habitat*

These different carr forests s.l. are distinguished ecologically by the quantitative combination of the following decisive habitat factors: Ground water level and fluctuations, total nitrogen (N_{tot}) in combination with lactate-soluble Phosphate ($P_2O_{5_L}$), exchangable Calcium ($Ca^{\cdot\cdot}_a$) and hydrolytic acidity (H), resp. Base saturation (V%). Alder carrs grow on peat soils richer in nutrients (N, P) and $Ca^{\cdot\cdot}_a$: Their top soil layers contain approx. 45% (of the value of the birch carrs) more N_{tot}, their humus content (humus % determined by wet ignition) is somewhat lower (70–80% vs. 75–80%) and their C/N ratio is better (15–20 vs. 24–30). In the more oligotroph birch carrs or bog forests it is however possible to get higher values for one or the other nutrient factor (see table 3, fig. 10).

The yearly offer on plant available nitrogen (ΣN_{ak}) does not vary greatly among the different habitat types and shows a value which is on the same level as for deciduous forests. Maximum values were measured in the *Sphagno-Pinetum* and in some of the *Lycopodio-Betuleta* (0–15 cm soil depth: 0,8–2,3 kg/a. year) (see table 2).

Between NO'_3-N_{ak} (6 weeks incubation chamber) and N_{tot} resp. H, furthermore between N_{tot} and $P_2O_{5_L}$ there is a clear correlation (fig. 7–9).

In different carr forest complexes the chemical conditions are shown to change the same way along a humidity gradient. The values for the following chemical factors fall from the more eutroph-wet to the oligotroph-dryer part of a carr forest complex: N_{tot} (20–40% of the values in alder carr), $P_2O_{5_L}$ (20–50% of the values), $Ca^{\cdot\cdot}_a$ (30%), pH (one unit around 3 and 4) and V% (20%) but also K_2O_L. On the other hand H (−40%) and also N_{ak} (−50%) augment (see fig. 6a, b).

3. *Seasonal fluctuations of N_{ak}, pH and ground water* (fig. 3)

The seasonal fluctuations of the plant-available nitrogen content in the fresh soil sample (N_{mom}) and in the incubated soil sample (N_{ak}) are similar to those in other forest associations, i.e. they show a maximum of N_{mom} and N_{ak} in summer. Maxima of nitrate (NO'_3—N) occur in summer, of ammonia (NH'_4—N) rather more frequently in spring and autumn, when the topsoils are more wet, but when medium temperature is still sufficiently high. NO'_3 (ak and mom) gets its highest values in alder carrs drying out superficially in summer. However even in birch carrs with their very acid peat (pH below 3,5) nitrification is quite obvious.

pH-fluctuations are very minute, maximum $\pm$ 0,25 units (between pH 3 and 4) and are partly dependent on the ground water fluctuations. Due to the very high buffering capacity of these acid peats they remain acid even under the influence of slightly alkaline lake water (alder swamp, station KS 7). In the top soil of birch carrs the leaching out and return of bases by litter fall are in equilibrium.

Ground water fluctuations are only slight and the amplitude is mostly under 50 cm. All ground water duration lines (for explanation see Klötzli 1969) are nearly straight, i.e. on the same peat type these carr forests differ only by the medium ground water level in their water regime. All habitats are moist to humid the whole year over, from autumn to spring alder carrs and swamps are flooded (fig. 2).

4. *Comparison of the nutrient contents of peat samples taken in spring and autumn*

In alder carrs the autumn values for N_{tot}, V% and also for $P_2O_{5_L}$ and Humus % are evidently lower. In birch carrs and especially bog forests the autumn values are higher for V% and also for H and KUK (cation exchange capacity). On all habitats the autumn values for K_2O_L and Na'_a are lower. For all the other nutrients there is no clear decrease during the vegetation periode: Nutrients taken up by vegetation are replaced by slowly decomposing litter, conditions typical for birch carrs, where the root zone is only weakly influenced by ground water but probably just enough to assure a certain addition of nutrients stored in wood production (table 3, fig. 3).

5. *Nutrients in the soil profile* (fig. 4, 5)

It is most remarkable that the NO'_3—N_{ak}-values (by incubation) augment down to a depth of 30 (— 50) cm in all investigated carr forests in Switzerland and England. These nitrate values are even higher than the NH'_4—N_{ak}-values in the same soil horizon. This nitrification capacity most likely has pedogenetic reasons: Sedge swamps *(Caricetum elatae)* preceding the carr forest are capable to nitrify intensely in dryer months.

pH-values firstly fall, then rise continuously the moment horizons are influenced by ground water, except in sphagnum peat. Generally H-, S- (exchangable bases) and KUK-values decrease slightly, $P_2O_{5_L}/K_2O_L$ strongly down the profile, whereas N_{tot} remains more or less constant. In some birch carrs there is a somewhat higher Ca''_a-content in about 30 cm depth.

6. *Conclusions*

Peat soils under birch carrs and pine bog forests are higher doted in nutrients and minerals then would be expected of so-called oligotroph forest habitats. However productivity is limited by the relatively high ground water level which prevents full utilisation of that nutrient capital.

Literatur

Aaltonen, V. T., 1926: Über die Umsetzung der Stickstoffverbindungen im Waldboden. Comm. Inst. Forest. Fenn. *10*, 615.

Alexander, M., 1961: Introduction to soil microbiology. New York u. London (John Wiley & Sons), 472 S.

ANTONIETTI, A., 1968: Le associazioni forestali dell'orizzonte submontano del Cantone Ticino su substrati pedogenetici ricchi di carbonati. Mitt. Eidg. Anst. forstl. Vers. wes. *44*, 83–226.

BADEN, W., 1961: Beurteilung und Düngung von Moor und Anmoor. Landw. Schr. R. Boden u. Pfl. *10*, Bochum (Ruhr-Stickstoff A.G.). 105 S.

– 1963: Zur Problematik der Bodenuntersuchung auf Moor- und Anmoorgrünland. In: Stand u. Leistung agrikulturchem. u. agrarbiol. Forsch. X, Landw. Forsch. Sh. *17*, 92 bis 103.

BOGNER, W., 1966: Experimentelle Prüfung von Waldbodenpflanzen auf ihre Ansprüche an die Form der Stickstoffernährung. Diss. Bot. Inst. Landw. Hochsch. Hohenheim, 131 S.

BOLLEN, W. B., u. K. C. LU, 1968: Nitrogen transformation in soils beneath red alder and conifers. In: J. M. TRAPPE et al. (Edit.), Biology of alder. Portland, Oregon (Pac. NW For. + Range Exp. Stat., For. Serv., US Dept. Agric.), S. 141–148.

BRENNER, W., 1930: Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. Acta Bot. Fenn. *7*, 1–97.

BUCHWALD, K., 1951: Bruchwaldgesellschaften im Grossen und Kleinen Moor, Forstamt Danndorf (Drömling). Angew. Pfl. soziol. (Stolz./W.) *2*, 46 S.

BÜCKING, W., 1968: Nitrifikation als Standortsfaktor von Waldgesellschaften. Staatsex. arb. Univ. Freiburg i. Br., Bot. Inst. II. Mskr. 73 S.

BURD, D. S., u. J. C. MARTIN, 1924: Secular and seasonal changes in the soil solution. Soil Sci. *18*, 151–167.

BURGEFF, H., 1961: Mikrobiologie des Hochmoores mit besonderer Berücksichtigung der Erikazeen-Pilz-Symbiose. Stuttgart (Fischer), 197 S.

DAIBER, K., 1960: Verlagerung von Bodenbestandteilen unter einem Gebirgshochmoor. Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk. *89 (124)*, 55–61.

Deutsche Normen DIN 4049, Blatt 1, 1954. Berlin.

DU RIETZ, G. E., 1949: Huvudenheter och huvudgränser i svensk myrvegetation. Sv. bot. tidskr. *43*, 275–316.

EHRHARDT, F., 1961: Untersuchungen über den Einfluss des Klimas auf die Stickstoffnachlieferung von Waldhumus in verschiedenen Höhenlagen der Tiroler Alpen. (Diss. Staatswirts. Fak. Univ. München.) Forstw. Cbl. *80*, 193–215.

EICKE-JENNE, J., 1960: Sukzessionsstudien in der Vegetation des Ammersees in Oberbayern. Bot. Jb. *79*, 447–520.

Eidg. Landwirtsch. Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon, 1960–63: A.C. Methode UK, –HA (2), – Ca/Mg, – K/Na, – PK (1), – N. Methode C. Mskr.

ELLENBERG, H., 1939: Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. florist.-soz. Arb.gem. Niedersachsen *5*, 3–135.

– 1958: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). Hdb. Pfl. physiol. *4*, 638–708. Berlin, Göttingen, Heidelberg (Springer).

– 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In: H. WALTER: Einführung in die Phytologie IV/2. Stuttgart (Ulmer). 943 S.

– 1964: Stickstoff als Standortsfaktor. Ber. dtsch. bot. Ges. *77*, 82–92.

– 1968: Zur Stickstoffernährung ungedüngter und gedüngter Wiesen, ein Nachwort zu den Dissertationen von R. LEÓN und J. T. WILLIAMS. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich, *41*, 194–200.

EVERS, F. H., 1963/1964: Die Wirkung von Ammonium- und Nitratstickstoff auf Wachstum und Mineralhaushalt von *Picea* und *Populus*. I. Das Wachstum bei abgestufter Azidität und verschiedener $Ca^{\cdot\cdot}$-Konzentration im Nährmedium. Z. Bot. *51*, 61–79.

– 1964: Die Bedeutung der Stickstofform für Wachstum und Ernährung der Pflanzen, insbesondere der Waldbäume. Mitt. Ver. forstl. Standortskde. Forstpfl. Züchtg *14*, 19 bis 37.

FABJANOWSKI, J., u. K. ZARZYCKI, 1967: The groundwater in forest communities of Chief Forest Bliżyn, Świętokrzyskie Mts., Central Poland. Acta agr. silv., ser. silv. *7*, 3–41.

FEHR, R., 1961: Erste Ergebnisse aus dem Waldreservat «Moos» bei Birmensdorf. Schweiz. Z. Forstwes. *112*, 72–74.

FIEDLER, H. J., 1965: Die Untersuchung der Böden. Bd. *2:* Die Untersuchung der chemischen Bodeneigenschaften im Laboratorium. Die Ermittlung der mineralogischen Zusammensetzung. Dresden und Leipzig (Th. Steinkopff). 256 S.

FREI, E., u. P. JUHASZ, 1963: Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter Schweizer Verhältnissen. Schweiz. Landw. Jb. *2*, 249 bis 307.

– 1967: Eigenschaften und Vorkommen der sauren Braunerde in der Schweiz. Die Bodenkarte Landiswil-Rüderswil, Emmental, BE. Schweiz. landw. Forsch. *6*, 371–393.

GAUGER, W., u. H. ZIEGENSPECK, 1930: Untersuchungen über ein klimatisch bedingtes jahresperiodisches Schwanken der Bodenreaktion im lebenden Hochmoor. Bot. Arch. *30*, 109–166.

GENSSLER, H., 1959 (zit. n. STÖCKER 1967a): Veränderung von Boden und Vegetation nach generationsweisem Fichtenanbau. Diss. Univ. Göttingen, Hann. Münden.

GIGON, A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen *(Mesobromion)* im Jura bei Basel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich, *38*, 28–85.

GODWIN, H., u. J. S. TURNER, 1933: Soil acidity in relation to vegetational succession in Calthorpe Broad, Norfolk. J. Ecol. *21*, 235–262.

GORHAM, E., 1953a: The development of the humus layer in some woodlands of the English Lake District. J. Ecol. *41*, 123–152.

– 1953b: A note on the acidity and base status of raised and blanket bogs. J. Ecol. *41*, 153–156.

– 1953c: Chemical studies on the soils and vegetation of waterlogged habitats in the English Lake District. J. Ecol. *41*, 345–360.

HARMSEN, G. W., u. D. A. VAN SCHREVEN, 1955: Mineralisation of organic nitrogen in soil. Adv. Agron. *7*, 299.

HEIKURAINEN, L., 1953: Die kiefernbewachsenen eutrophen Moore Nordfinnlands. Eine Moortypenstudie aus dem Gebiet des Kivalo-Höhenzuges. Ann. Bot. Soc. «Vanamo» *26*, 189 S.

HELLER, H., 1969: Lebensbedingungen und Abfolge der Flussauenvegetation in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers. wes. *45*.

HESSELMAN, H., 1917: Studier över salpeterbildningen i naturliger jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende (Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht). Medd. Stat. Skogförs. anst. *13–14*, 297–528.

HOFFMANN, W., u. K. STEINFATT, 1962/63: Untersuchungen über pflanzenaufnehmbare Nährstoffe und Grenzzahlen in Niedermoorböden. Z. Acker- u. Pfl. bau *116*, 88–108.

HOLMEN, H., 1964: Forest ecological studies on drained peat land in the province of Uppland, Sweden. Stud. forest. suec. *16*, 236 S.

HUECK, K., 1931: Erläuterung zur vegetationskundlichen Karte des Endmoränengebiets von Chorin (Uckermark). Beitr. Naturdenkmalpfl. *14*, 105–214.

IZDEBSKI, K., u. J. MALICKI, 1968: Genetical and biological types of humus in the forest soils of Roztocze. Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Lublin, *23*, Sectio C, 109–129.

JENSEN, H. L., 1959: Die Mikrobiologie des Bodens. In: Hdb. Pfl. physiol. *9*, 707–751. Berlin, Göttingen, Heidelberg (Springer).

KAUSCH, W., 1957: Die Transpiration als Ursache täglicher Grundwasserschwankungen. Ber. dtsch. bot. Ges. *70*, 436–444.

KIVINEN, E., 1933: Suokasvien ja niiden kasvualustan kasvinravin to aine suhtaista. (Untersuchungen über den Gehalt an Pflanzennährstoffen in Moorpflanzen und an ihrem Standort.) Acta Agr. Fenn. *27*, 1–140.

KLÖTZLI, F., 1967: Die heutigen und neolithischen Waldgesellschaften der Umgebung des Burgäschisees, mit einer Übersicht über nordschweizerische Bruchwälder. Acta Bern. *2* (4), 105–123.

– 1969: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. geobot. Landesaufn. *52*.

– in Bearbeitung: Zur biogenen Beeinflussung des Schilfröhrichts.

KOTILAINEN, M. J., 1927: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Eine Pflanzenökologische Studie mit Rücksicht auf die praktische Bewertung der Ergebnisse. Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturvereinig. *7*, 1–219.

KOVÁCS, M., 1964: Zönologische und experimentell-ökologische Untersuchungen in der Umgebung von Parád. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. *10*, 175–211.

– 1965: Anwendung von bodenbiologischen Methoden in pflanzengeographischen Forschungen. I. Untersuchung der Nitratproduktion in den Waldböden des Mátragebirges. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. *11*, 361–382.

– 1968a: Nitrification capacity of the soils of marshy and hay meadows. Acta agron. Acad. Sci. Hung. *17*, 25–36.

– 1968b: Die *Acerion pseudoplatani*-Wälder *(Mercuriali-Tilietum* und *Phyllitido-Aceretum)* des Mátra-Gebirges. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. *14*, 331–350.

KRISAI, R., 1961: Das Filzmoos bei Tarsdorf in Oberösterreich. Phyton *9*, 217–251.

KUBIËNA, W. L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart (Enke), 392 S.

KUNTZE, H., 1965: Physikalische Untersuchungsmethoden für Moor- und Anmoorböden. Landw. Forsch. *18*, 178–191.

KUOCH, R., 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers. wes. *30*, 133–260.

LAATSCH, W., 1954: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. 3. Aufl. Dresden und Leipzig (Th. Steinkopff). 277 S.

LAMBERT, J. M., 1951: Alluvial stratigraphy and vegetational succession in the region of the Bure Valley Broads. III. Classification, status and distribution of communities. J. Ecol. *39*, 149–170.

LAMPRECHT, H., 1951: Das Waldreservat «Moos» bei Birmensdorf. Schweiz. Z. Forstwes. *102*, 443–447.

LEÓN, R. J. C., 1968: L'écologie des prairies non fertilisées à *Molinia*, spécialement le facteur azote, aux alentours de Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich, *41*, 2–67.

LINDGREN, L., 1968: Disappearance of leaf litter in beech forest ecosystems. IBP-Comm. *4*, Dpt. Plant Ecol., Univ. Lund, Mskr. 5 S.

LOSSAINT, P., u. R. M. ROUBERT, 1964: La minéralisation d'azote organique dans quelques humus forestiers acides. Ann. Inst. Pasteur *107*, 178–187.

MALMER, N., 1962: Studies on mire vegetation in the archaean area of southwestern Götaland (South Sweden). I. Vegetation and habitat conditions on the Åkhult mire. Op. Bot. (Lund) *7*: 1, 322 S.

– u. H. SJÖRS, 1955: Some determinations of elementary constituents in mire plants and peat. Bot. Not. (Lund) *108*, 46–80.

MALMSTRÖM, C., 1952: Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Comm. Inst. Forest. Fenn. *40*, 17, 1–27.

MARTHALER, H., 1939: Die Stickstoffernährung der Hochmoorpflanzen. Jb. wiss. Bot. *88*, 723–758.

MATTSON, S., u. E. KOUTLER-ANDERSSON, 1941–1954: The acid-base conditions in vegetation, litter and humus. Kungl. Lantbrukshögsk. Ann. *9–21*.

MATUSZKIEWICZ, W., 1963: Zur systematischen Auffassung der oligotrophen Bruchwald-Gesellschaften im Osten der Pommerschen Seenplatte. Mitt. flor.-soziol. Arb. gem. NF *10*, 149–155.

MCVEAN, D. N., 1953: Biological flora of the British Isles. L. C. (Ed. 11), No. 1738. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *(A. rotundifolia* Stokes). J. Ecol. *41*, 447–466.

MEYER, F., 1957: Über Wasser- und Stickstoff-Haushalt der Röhrichte und Wiesen im Elballuvium bei Hamburg. Mitt. Staatsinst. Allg. Bot. Hamburg *11*, 137–203.

MIKOLA, P., 1960: Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in Southern and Northern Finland. Oikos *11*, 161–166.

MÖRNSJÖ, T., 1968: Stratigraphical and chemical studies on two peatlands in Scania, South Sweden. Bot. Not. *121*, 343–360.

– 1969: Studies on vegetation and development of a peatland in Scania, South Sweden. Op. Bot. *24*, 187 S.

MÜCKENHAUSEN, E., 1959: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland, dargestellt an 60 farbigen Bodenprofilen. 2. Aufl. Frankfurt a. M. (Commentator), 146 S.

NEUHÄUSL, R., 1960: Die Waldvegetationstypen des Eisengebirges (Železné hory). Rozpr. ČSAV, F. mat.-přir. *70* (2), 77 S. (Tschech., dtsch. Zusf.)

– 1969: Systematisch-soziologische Stellung der baumreichen Hochmoorgesellschaften Europas. Vegetatio *18*, 104–121.

NÖMMIK, H., 1963: Markens kväve – dess förekomstsätt och biologiska tillgänglighet. Grundförbättring 1963 (1), 61–69.

NYKVIST, N., 1963: Leaching and decomposition of water-soluble organic substances from different types of leaf and needle litter. Stud. forest. suec. *3*, 315.

OBERDORFER, E. et al., 1967: Systematische Übersicht über die Pflanzengesellschaften Westdeutschlands. Schr. R. Veget. kde *2*, 7–62.

OKUTOMI, K., 1965: Soziologische und ökologische Untersuchungen im Katzenseegebiet. Mskr. Geobotan. Inst. ETH.

OVINGTON, J. D., u. H. Al. MADGWICK, 1959: The growth and composition of natural stands of Birch. 1. Dry matter production. 2. The uptake of mineral nutrients. Plant and Soil *10*, 273–283, 389–400.

PANKOW, H., u. R. PULZ, 1965: Die Vegetation des Naturschutzgebietes «Sabelsee». Natur Meckl. Stralsund-Greifswald *3*, 161–183.

PASSARGE, H., 1956: Die Wälder von Magdeburgerforth (NW-Fläming). Wiss. Abh. DAL *18*, 112 S.

– 1961: Beobachtungen über Pflanzengesellschaften der Moore im Bezirk Gdansk (Danzig). Feddes Rep. Bh. *139*, 233–250.

– u. G. HOFMANN, 1968: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes. II. Pflanzensoziol. (Jena) *16*, 298 S.

PEARSALL, W. H., 1938: The soil complex in relation to plant-communities. I. Oxidation-reduction potential in soils. II. Characteristic woodland soils. III. Moorlands and bogs. J. Ecol. *26*, 180–193, 194–209, 298–315.

PFADENHAUER, J., 1969: Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des Bayerischen Alpenvorlandes und in den Bayerischen Alpen. Diss. Bot. *3*, Lehre (Cramer), 213 S., 34 Tab.

PFEIFFER, H., 1951: Vergleichend-ökologische und soziologische Beobachtungen am montanen Birkenbruch des Chiemgaus. Phyton *3*, 242–251.

VON POST, L., 1926: Einige Aufgaben der regionalen Moorforschung. Sver. geol. undersök., ser. C 337, Årsb. *19*, 41 S.

– u. E. GRANLUND, 1926: Södra Sveriges torvtillgångar. Sver. geol. undersök. ser. C 335 (zit. n. HOLMEN 1964).

von Praag, H., u. G. Manil, 1965: Observations in situ sur les variations des teneurs en azote minéral dans les sols bruns acides. Ann. Inst. Pasteur, suppl. *109*, 256–271.

Puustjärvi, V., 1956: On the cation exchange capacity of peats and on the factors of influence upon its formation. Acta Agric. Scand. *6*, 410–449.

Richard, F., 1961: Signaturen für morphologische Bodenaufnahmen. EAFV, ETH, Zürich. Mskr. 4 S.

Rodin, L. E., u. N. I. Bazilevich, 1967: Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. Edinburg u. London (Oliver D. Boyd). Transl. Scripta Tech. Ltd. 288 S.

Romell, L. G., 1953: Skogsmarkens och skogsproduktionens ekologi. Medd. Stat. Skogsforsk. inst. *42*, 158–163.

Rudolph, H., u. K. Brehm, 1965: Kationenaufnahme durch Ionenaustausch? Neue Gesichtspunkte zur Frage der Ernährungsphysiologie der Sphagnen. Ber. dtsch. bot. Ges. *78*, 484–491.

Runge, M., 1965: Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an nordwestdeutschen Waldstandorten. Flora *155*, 353–386.

Scamoni, A., 1965: Vegetations- und standortskundliche Untersuchungen in mecklenburgischen Wald-Schutzgebieten. Natur Meckl. Stralsund-Greifswald *3*, 15–142.

Scheffer, F., u. B. Ulrich, 1960: Humus und Humusdüngung. *1.* Morphologie, Biologie, Chemie und Dynamik des Humus. In: Lehrb. Agrik. chemie u. Bodenk. *3*, 2. Aufl., Stuttgart (F. Enke), 266 S.

Schönhar, S., 1955: Untersuchungen über das mengenmässige Auftreten von Nitrat- und Ammoniakstickstoff in Böden verschiedener Waldstandorte. Forstwiss. Cbl. *74*, 129–192.

Segeberg, H., 1964: Zur pH-Wert-Bestimmung der humosen, anmoorigen und Moorböden. Landw. Forsch. *17*, 157–165.

Sjörs, H., 1948: Myrvegetation i Bergslagen. Acta phytogeogr. suec. *21*, 299 S. + Tab. + Karten.

– 1959: Changes in pH of leaf litter during a field experiment. Oikos *10*, 225–232.

– 1961: Some chemical properties of the humus layer in Swedish natural soils. Kungl. Skogshögsk. Skr. *37*, 51 S.

Steubing, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Methoden und Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortsfaktoren. Berlin u. Hamburg (Parey), 262 S.

Stöcker, G., 1967a: Der Karpatenbirken-Fichtenwald des Hochharzes. Eine vegetationskundlich-ökologische Studie. Pflanzensoziol. (Jena) *15*, 123 S.

– 1967b: Anwendungsmöglichkeiten von parameterfreien Prüfverfahren bei geobotanischen und ökologischen Untersuchungen. Flora, Abt. B, *157*, 112–148.

Süchting, H., 1950: Über die Stickstoffdynamik der Waldböden und die Stickstoffernährung des Waldbestandes. Z. Pfl. ernähr., Düng., Bodenk. *48 (93)*, 1–37.

Sukachev, V., u. N. Dylis, 1964: Fundamentals of Forest Biogeocoenology (aus d. Russ.: Osnovy Lesnoi biogeotsenologii). Edinburg und London (Oliver & Boyd) bzw. Moskau (Nauka), 672 S.

Tamm, C. O., u. H. Holmen, 1967: Some remarks on soil organic matter turn-over in Swedish podzol profiles. Medd. Norske Skogsfors. ves. *23*, 69–88.

Ulrich, B., 1961: Die Wechselbeziehungen von Boden und Pflanze in physikalisch-chemischer Betrachtung. Stuttgart (F. Enke), 114 S.

Viro, P. J., 1953: Loss of nutrients and the natural nutrient balance of the soil in Finland. Comm. Inst. Forest. Fenn. 42, 1, 1–45 (–50).

– 1955: Investigations on forest litter. Comm. Inst. Forest. Fenn. *45*, 6, 65 S.

Williams, J. T., 1968: The nitrogen relations and other ecological investigations on wet fertilized meadows. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich *41*, 69–193.

Wittich, W., 1952 (zit. n. Laatsch 1954): Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. Schr. R. Forstl. Fak. Univ. Göttingen *4*, Frankfurt a. M.

YAMAYA, K., 1968: On the influence of alder *(Alnus inokumae)* on soil properties in northern Japan. In: J.M. TRAPPE et al. (Ed.), Biology of alder. Portland, Oregon (Pac. NW For. and Range Exp. Stat., For. Serv., US Dept. Agric.), S. 197–207.

YERLY, M., im Druck: Ecologie comparée des prairies marécageuses dans les préalpes de la Suisse occidentale. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich.

ZAVITKOVSKI, J., u. M. NEWTON, 1968: Effect of organic and combined nitrogen on nodulation and nitrogen fixation in Red Alder. In: J.M. TRAPPE et al. (Ed.), Biology of Alder. Portland, Oregon (Pac. NW For. and Range Exp. Stat., For. Serv., US Dept. Agric.), S. 197–207.

ZÖTTL, H., 1958: Die Bestimmung der Stickstoffmineralisierung im Waldhumus durch den Brutversuch. Z. Pfl. Ernährg. Düng. u. Bodenk. *81 (126)*, 35–50.

– 1960a: Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoffnachlieferung des Waldbodens. Forstw. Cbl. *79*, 72–90.

– 1960b: Die Mineralstickstoffanlieferung in Fichten- und Kiefernbeständen Bayerns. Forstwiss. Cbl. *79*, 221–236.

– 1960c: Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. I. Beziehungen zwischen Brutto- und Nettomineralisation. II. Einfluss des Stickstoffgehaltes auf die Mineralstickstoff-Nachlieferung. III. pH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. Plant and Soil *13*, 166–182, 183–206, 207–223.

– 1965: Anhäufung und Umsetzung von Stickstoff im Waldboden. Ber. dtsch. bot. Ges. *78*, 167–180.