©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 7: 427–446. Göttingen 1987

Beziehungen zwischen Vegetation und Humuskörper in der Eilenriede (Hannover), einem Stadtwald mit menschlich beeinflußten Böden

– Hans Möller –

Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung ist die Beziehung zwischen fünf charakteristischen Waldtypen der Eilenriede (Stadtwald von Hannover) und dem Humuskörper ihrer Böden. Der Humuskörper wird durch seinen morphologischen Aufbau, seine C/N-Verhältnisse, Ureaseaktivitäten und pH-Werte gekennzeichnet. Im einzelnen ergeben sich enge Koinzidenzen von Waldgesellschaft und Humusform.
Im Bereich des Nadelholzforstes sprechen sowohl die relativ niedrigen C/N-Quotienten des Of und Oh des dortigen Rohhumus als auch einige seit 1946 eingetretene soziologische Veränderungen für eine in jüngerer Zeit erfolgte Erhöhung des Stickstoffangebots.
Die pH-Werte des Humuskörpers liegen z.T. erheblich niedriger, als es aufgrund der „Reaktionszahlen" nach ELLENBERG (1979) zu erwarten war. Diese Tatsache wird damit erklärt, daß im Untersuchungsgebiet im Gegensatz zu der im Normalfall gegebenen Verbindung von hohem pH-Wert und günstiger Stickstoffversorgung auch bei einem niedrigen pH-Wert ein relativ hohes Stickstoffangebot gesichert sein dürfte.
Als eine entscheidende Ursache für die Ausbildung der verschiedenen Humusformen der untersuchten Böden hat sich die Grundwasserqualität bzw. die Qualität des im Grundwasserbereich anstehenden Gesteins herausgestellt.

Abstract

The subject of this investigation is the relationship between five characteristic forest communities of the Eilenriede town forest of Hanover (F.R.G.) and their organic soil mass. The organic soil is characterized by its morpological structure, C/N ratios, urease activities and pH values.
Forest community types appear to be closely related to the forms of humus in the soil. In the area of conifer plantation, the relatively low C/N ratios of the Of and Oh horizons of the raw humus and some phytosociological changes, which have occured since 1946, indicate a recent improvement of the nitrogen supply.
The pH values of the organic soil are much lower than would be expected from the „reaction values" of ELLENBERG (1979). It is supposed that, in the area studied (in contrast to more normal cases), a relatively high nitrogen supply can exist even at low pH values.
In the Eilenriede, groundwater quality and the mineral soil near the groundwater both appear to have influenced significantly the formation of the different humus forms.

Problemstellung

In der Eilenriede, dem Stadtwald von Hannover, wurden bereits verschiedene vegetationskundliche und pedologische Untersuchungen durchgeführt: LOHMEYER (1950) beschrieb die pflanzensoziologischen Einheiten auf der Basis einer 1946 mit ELLENBERG erarbeiteten Vegetationskarte und schilderte eine Reihe von Bodenprofilen. ELLENBERG (1971) stellte „die natürlichen Waldgesellschaften der Eilenriede in ökologischer Sicht" dar. TREPL (1982) verfolgte die im Bereich des Buchenmischwaldes zwischen 1946 und 1975/80 eingetretenen soziologischen Veränderungen. HEINEMANN (1971) analysierte vier typische Böden der südlichen Eilenriede. Die bislang vorgelegten Daten reichen jedoch nicht aus, um im Gebiet vorhandene Beziehungen zwischen Vegetationstyp und Boden hinreichend zu klären. Dies gilt insbesondere bezüglich entscheidender bodenchemischer Parameter.

Im folgenden sollen für den Bereich der flächenmäßig bedeutsamsten Ökosysteme der Eilenriede Koinzidenzen von Vegetationseinheit und Eigenschaften des Humuskörpers aufgezeigt werden. Diese Beziehungen sind u.a. deswegen von besonderem Interesse, weil die Böden des Gebiets in der Vergangenheit durch verschiedene menschliche Einflüsse z.T. gravierend verändert worden sind. Als solche Einwirkungen sind zu nennen:

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

a. Absenkungen des Grundwasserspiegels, u.a. durch folgende Maßnahmen: Anlage von Entwässerungsgräben innerhalb des Waldes, verstärkte Versiegelung der Bodenoberfläche in der Umgebung des Gebiets infolge einer verdichteten Bebauung und Ableitung des Niederschlagswassers durch die Kanalisation, Inbetriebnahme von Pumpen in den der Eilenriede benachbarten Kleingärten, Unterbrechung von Wasserzuflüssen aus dem östlich des Waldes gelegenen Kronsbergareal als Folge der Schaffung neuer Straßen, Bau der U-Bahn in den letzten zehn Jahren (im wesentlichen n. DIRSCHERL mdl.). Nach RICHTER (1979) war der Grundwasserstand im Bereich der Eilenriede in den Jahren 1969/77 im Mittel um ca. 17 cm niedriger als im Mittel der Periode 1947/67 (statistische Sicherung der Differenz auf dem 1%-Niveau). Im März 1983, d.h. in einer Jahreszeit mit Wasserständen maximaler Höhe, wurde das Grundwasser (incl. Kapillarsaum) meist erst ab 80 cm unter Flur angetroffen (eigene Beobachtung).

b. Einbringen nährstoffreichen, insbesondere stickstoffreichen organischen Materials durch Küchen- und Gartenabfälle, so insbesondere unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg (unzureichende Müllabfuhr) (mündliche Mitteilung älterer Hannoveraner), sowie durch Verdauungsrückstände und Stoffwechselendprodukte von Spaziergängern und Hunden.

c. saure bzw. stickstoffreiche anorganische Immissionen, die im wesentlichen auf die Emissionen von Industriebetrieben sowie von Kraftfahrzeugen zurückgehen.

Es können unterschieden werden:

1. trockene Depositionen, so u.a. in Form von SO_2 und NO_x, die über den Boden bzw. über Pflanzenblätter in das Ökosystem gelangen (vgl. u.a. ULRICH et al. 1981, THE SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES 1984).

2. nasse Depositionen, so u.a. in Form von H_2SO_3, H_2SO_4, HNO_3, HNO_2 (vgl. z.B. SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL 1982), die sich durch Verbindung von SO_2 und NO_x-Emissionen mit Niederschlagswasser gebildet haben.

Die genannten Immissionen, die eine Versauerung des Bodens bzw. eine Stickstoffanreicherung des Ökosystems bewirken, sind in industrie- und verkehrsreichen Ballungszentren wie Hannover besonders hoch. So besaß die Luft in der Region Hannover 1983 im Mittel eine mehr als sechsmal so starke SO_2-Belastung wie in der Region Emden (0,037 mg/m^3 gegenüber 0,006 mg/m^3) und eine mehr als dreimal so starke NO_2-Belastung wie in der Region Nordenham (0,049 mg/m^3 gegenüber 0,015 mg/m^3) (vgl. NIEDERSÄCHSISCHER MINISTER FÜR BUNDESANGELEGENHEITEN 1985, Tab. 62).

Der Beeinflussung von Boden und Vegetation der Eilenriede durch die genannten menschlichen Einwirkungen soll im folgenden ein besonderes Augenmerk gelten. Da andere siedlungsnahe Waldökosysteme Mitteleuropas ähnlich verändert worden sein dürften wie das Untersuchungsgebiet, könnte den hier vorgelegten Befunden mehr als rein lokale Bedeutung zukommen.

Material und Methoden

1. Die Vegetationstabelle (Tab. 1): In den Vegetationsaufnahmen sind die Deckungsgrade in Prozenten geschätzt. Ein „+" bedeutet, daß die Art nur vereinzelt festgestellt wurde und <1% der Aufnahmefläche bedeckte. Pro Untersuchungsfläche wurden die Pflanzenbestände einmal im Frühjahr und einmal im Hochsommer notiert. Eingang in die Tabelle fanden nur die jeweils höchsten für die einzelnen Arten ermittelten Deckungsgrade. Die für die Aufnahmen angegebenen Gesamtbedeckungswerte der Krautschicht beziehen sich auf die im Frühjahr registrierten Verhältnisse.

Die wissenschaftlichen Namen der Pflanzen sowie die soziologischen Zuordnungen der Spezies richteten sich nach OBERDORFER (1983).

2. Charakterisierung der für die Arten einer Vegetationseinheit gegebenen Reaktionszahlen (n. ELLENBERG 1979) durch eine einzige Größe:

a. mittels der zentralen Reaktionszahl (= Median der Reaktionszahlen);

b. mittels des „Reaktionszahlen-Index" $I_R = \frac{n_{R6..9}}{n_{R1..9}}$, der für die jeweilige (Teil-)Tabelle die Relation zwischen der Anzahl (n) der Einzelvorkommen mit den Reaktionszahlen (R) 6 bis 9 und der Anzahl sämtlicher Einzelvorkommen mit Reaktionszahlen angibt. Unter „Einzelvorkommen" wird jedes Auftreten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

einer Sippe in einer Vegetationsaufnahme der betreffenden (Teil-)Tabelle verstanden. (Näheres zum „Reaktionszahlen-Index" siehe meinem weiteren Artikel in diesem Heft: „Wege zur Ansprache der aktuellen Bodenazidität auf der Basis der ELLENBERGschen Reaktionszahlen ohne arithmetisches Mitteln dieser Werte.")

Analog zum I_R wurde ein „Stickstoffzahlen-Index" (I_N) berechnet, dessen Brauchbarkeit jedoch noch näher überprüft werden muß.

Die Zeigerzahlen der Bäume blieben außer Betracht, da die heute im Untersuchungsgebiet vorliegende Baumartenkombination weitgehend vom Forstmann bestimmt worden ist (vgl. auch das Kapitel Vegetationstypen).

Die Reaktionszahlen bedeuten:

1 Starksäurezeiger
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 Säurezeiger
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 Mäßigsäurezeiger
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger
8 zwischen 7 und 9 stehend
9 Basen- und Kalkzeiger

Die Stickstoffzahlen bedeuten:

1 Stickstoffärmste Standorte anzeigend
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen bis reichen
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, an armen und reichen seltener
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 an stickstoffreichen Standorten häufiger als an armen bis mittelmäßigen
8 ausgesprochener Stickstoffzeiger
9 an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert

3. Zeitpunkte der Probenahme: Untersuchungsdurchgang (UG) 1: 15.–31.3., UG 2: 10.–12.5., UG 3: 23.6., UG 4: 3.8., UG 5: 16.9., UG 6: 28.10.1983. Die Bodenproben wurden zu diesen 6 verschiedenen Entnahmezeiten jeweils von denselben Flächen entnommen. Die Horizonte unterhalb des A-Horizonts analysierten wir lediglich im Rahmen des Untersuchungsdurchgangs 1. Das Entnehmen der Proben von den Untersuchungsflächen erfolgte nach dem Zufallsprinzip.

4. Horizontsymbole: in Anlehnung an die Bodenkundliche Kartieranleitung der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982). Es bedeuten:

Ol (= A_{00}): nicht zersetzte Laub- und Nadelstreu
Of (= A_{01}): Vermoderungshorizont
Oh (= A_{02}): Humusstoffhorizont
A: mineralischer Oberbodenhorizont
Ah (= A_1): biogen beeinflußter humoser A-Horizont, nicht podsolig
Aeh (= A_1): schwach podsoliger humoser A-Horizont, durch Huminstoffauswaschung beeinflußt (gebleichte Quarzkörner!)
Ahe (= A_1): mäßig podsoliger humoser A-Horizont, durch Huminstoffeinwaschung beeinflußt, mit diffus-wolkigen Bleichflecken
Ae (= A_2): sauergebleichter A-Horizont
Bh, Bs: mit Humusstoffen (h) bzw. Sesquioxiden (s) angereicherter Illuvialhorizont
Go: Oxidationshorizont eines Grundwasserbodens
Gr: Reduktionshorizont eines Grundwasserbodens

5. Bestimmung des Bodenvolumengewichts: Entnahme der Probe am gewachsenen Boden mit einem 100 ml-Stahlblechzylinder (Höhe = 4 cm) und Bestimmung des Trockensubstanzgehalts nach Trocknung der Probe an der Luft (Trocknung an der Luft, da die Ureaseanalysen an luftgetrockenem und nicht am auf 105°C getrockneten Boden durchgeführt wurden.)

6. Bestimmung des pH-Werts: elektrometrisch am naturfeuchten Boden am Tag nach der Probenahme unter Zusatz von aqu. dest. bzw. von 0,01 M $CaCl_2$-Lösung (Volumenverhältnis Boden: Flüssigkeit = 1 : 2,5) in überstehender Flüssigkeit.

7. Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs: durch nasse Veraschung nach der Lichterfelder Methode.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

8. Bestimmung des organisch gebundenen Stickstoffs: nach KJELDAHL.
9. Bestimmung der Ureaseaktivität: nach G. HOFFMANN u. TEICHER (1961).
Als Maß für die Ureasaktivität werden die im Brutversuch pro Stunde freigesetzten Mengen an Ammoniak-Stickstoff (mg $NH_3-N \cdot h^{-1}$) angegeben. Als Bezugsbasis dient das Bodenvolumen. Dies ist deswegen geboten, weil für die Höhere Pflanze die in ihrem Wurzelraum stattfindenden Umsetzungsprozesse maßgebend sind.

Die unter 7, 8 und 9 angeführten Analysen wurden an lufttrockenem, mit der Kugelmühle homogenisierten Material vorgenommen.
10. Statistische Verfahren: i.d.R. nach WEBER (1980). Der multiple Korrelationskoeffizient wurde nach SACHS (1972) berechnet.
Besonders sei erwähnt:
Die für den humosen A-Horizont sowie die für die organischen Auflagen genannten mittleren C/N-Verhältnisse und mittleren Ureaseaktivitäten sowie zentralen pH-Werte beziehen sich jeweils auf die Gesamtheit der Einzelwerte aus allen 6 Untersuchungsdurchgängen.
Z.T. ergab sich erst nach logarithmischer Transformation der x- oder/und y-Werte eine lineare Beziehung zwischen zwei Parametern.
Da es problematisch ist, pH-Zahlen arithmetisch zu mitteln (negative dekadische Logarithmen!), wird bei der aktuellen Azidität anstelle von $\bar{x}$ der Zentralwert angegeben. Als Streuungsmaß verwenden wir bei ≤ 10 Einzelwerten die Amplitude zwischen dem kleinsten und dem größten Wert, bei > 10 Einzelwerten den 80% einer Stichprobenverteilung umfassenden Interdezilbereich I_{80} (vgl. SACHS 1972).

Die benutzten statistischen Symbole bedeuten:

$\bar{x}$ = arithmetisches Mittel
s = Standardabweichung
Z = Zentralwert
I = Interdezilbereich
I_{80} = Bereich zwischen dem 1. und dem 9. Dezil
$\tilde{x},\tilde{y}$ = transformierter x- bzw. y-Wert (Symbolik nach KÖHLER et al. [1984])
r = einfacher bzw. partieller Korrelationskoeffizient
R = multipler Korrelationskoeffizient
B = Bestimmtheitsmaß ($= r^2$ bzw. R^2)
n = Umfang der Stichprobe
P = Überschreitungswahrscheinlichkeit

Die Prüfung eines Befundes auf Signifikanz erfolgte auf dem 5%-Niveau. Die im Zusammenhang mit Mittelwertevergleichen bzw. hinter den Korrelationskoeffizienten angeführten Sternsymbole geben den Signifikanzgrad an:

***: $P \leq 0{,}1\%$
**: $P \leq 1\%$
*: $P \leq 5\%$
n.s.: $P > 5\%$ (nicht signifikant).

Das Untersuchungsgebiet

Die Eilenriede stellt ein ca. 650 ha großes, nahezu geschlossenes Waldgebiet im Osten und Südosten des Stadtkerns von Hannover dar und liegt bei ca. 52–56 m über NN. Der geologische Untergrund wird bis zu einer Tiefe von 10–12 m überwiegend von fluviatilen Ablagerungen der Weichseleiszeit gebildet, die in den oberen 5–6 m überwiegend sandig, in den tieferen Schichten meist kiesig sind. Über den Talsanden wurden während des Postglazials stellenweise Dünensande abgelagert, die im wesentlichen den fluviatilen Sanden entstammen. In Teilen der südlichen Eilenriede stehen Relikte einer saalezeitlichen Grundmoräne an, die in Oberflächennähe zu einem schwach lehmigen Sand verwittert ist. Das Geschiebematerial wird entweder von kiesigen Sanden der Saale-Eiszeit oder von kalkreichen Tonen unterlagert. (Näheres zur Geologie der Eilenriede s. LANG 1971, HEINEMANN 1971.)

Untersuchungsergebnisse und Diskussion

1. Die Vegetationstypen

Das heutige Waldbild der Eilenriede ist im wesentlichen von folgenden Baumarten bestimmt: *Quercus robur, Fagus sylvatica, Carpinus betulus, Acer pseudoplatanus, A. platanoides*

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

und *Pinus sylvestris*. Der Anteil der unter den gegenwärtigen Grundwasserverhältnissen sehr konkurrenzfähigen *Fagus sylvatica* wird durch forstliche Maßnahmen zugunsten der übrigen Laubhölzer niedriggehalten (DIRSCHERL mdl.).

Die vorliegenden Untersuchungen erfolgten im Bereich der flächenmäßig bedeutsamsten Waldgesellschaften der Eilenriede (vgl. Tab. 1). Da die jetzige Zusammenstellung der Baumarten weitgehend anthropogen ist (DIRSCHERL mdl.), erschien eine Zuordnung unserer Typen zu bestimmten Assoziationen oder auch Verbänden problematisch. (Ob es sinnvoll ist, natürliche Waldtypen und ähnlich zusammengesetzte Forstgesellschaften, die nicht der potentiellen natürlichen Vegetation entsprechen, demselben Syntaxon zuzuweisen, soll hier nicht entschieden werden.) Die vorliegenden Gesellschaften bleiben daher lokal gefaßt und ranglos.

Unbestreitbar ist der Fagetalia-Charakter der Einheiten A bis D (vgl. Tab. 1). Die heutige potentielle natürliche Vegetation ist wahrscheinlich im Falle der „Buchenmischwald"-Gesellschaften ein *Melico-Fagetum* mit herrschender Buche und im Falle des *Pteridium*-Nadelholzforstes ein *Fago-Quercetum*.

Unberücksichtigt blieben: ein Übergangstyp zwischen Einheit C und Einheit D ohne *Lamium galeobdolon* und ohne *Convallaria majalis*, jedoch mit reichlich *Anemone nemorosa;* ein Übergangstyp zwischen Einheit D und Einheit E mit *Convallaria majalis*, aber ohne *Anemone nemorosa;* ferner die ehemals extrem vernäßten Bereiche, deren Vegetation LOHMEYER (1950) als *„Querceto-Carpinetum filipenduletosum"* und *„Querceto-Carpinetum filipenduletosum, Equisetum hiemale*-Fazies" ansprach.

Unsere Typen decken sich nur begrenzt mit den von LOHMEYER (1950) für das Gebiet aufgestellten Gesellschaften, da sich in der Eilenriede in den letzten Jahrzehnten bedeutsame floristisch-soziologische Veränderungen vollzogen haben (vgl. auch TREPL 1982). In der folgenden Übersicht (Tabelle 2) sind jene von LOHMEYER (1950) registrierten Einheiten genannt, die gewisse Affinitäten zu den rezenten Vegetationstypen erkennen lassen.

Tabelle 2. Gegenüberstellung der untersuchten rezenten Einheiten mit ähnlichen Gesellschaften LOHMEYERs (1950)

rezente Einheit	ähnliche Einheit bei LOHMEYER (1950)
A Corydalis-Buchenmischwald	1 Querceto-Carpinetum corydaletosum Querceto-Carpinetum asperuletosum Corydalis-Variante
B Reiner Ficaria-Buchenmischwald	2 Querceto-Carpinetum stachyetosum, Arum-Variante; Querceto-Carpinetum asperuletosum, typische Variante
C Reiner Anemone-Buchenmischwald	3 Übergang zwischen 2 und 4
D Convallaria-Buchenmischwald	4 Querceto-Carpinetum festucetosum sylvaticae
E Pteridium-Nadelholzforst	5 Adlerfarn-Kiefern (Eichen-Birken)-Forst

2. Die Bodentypen

Die Morphologie der untersuchten Böden ist entscheidend durch Grundwasser geprägt worden. Dieses hat in den Ökosystemen A, B, C und D zur Bildung von Gleyen geführt. Im Ökosystem E sind die tieferen Bodenbereiche vergleyt, während die oberen Podsol-Merkmale aufweisen, wodurch sich Gley-Podsole ergeben haben. Bezüglich der Ursachen der hiesigen Podsolierung vgl. HEINEMANN (1971). Infolge der Grundwasserabsenkungen ist die obere Zone des Go der reinen Gleye (Ökosysteme A bis D) reliktisch und läßt daher keine Rückschlüsse auf die aktuelle Obergrenze des Grundwasserspiegels zu.

In Tabelle 3 sind einige wichtige bodenmorphologische Daten zusammengestellt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 3. Bodenmorphologische Daten

(auf der Basis des Untersuchungsdurchgangs 1)

Ökosystem	A	B	C	D	E
n der Probeflächen	7	4	6	9	6
a Humusform	L-Mull	L-Mull	F-Mull, Mullartiger Moder	Mullartiger Moder, Typischer Moder	Rohhumus
b A-Horizont als	Ah	Ah	Ah, Aeh	Aeh	Ahe
Horizontmächtigkeit (cm) ($\bar{x} \pm s$):					
c Of	1,5 (E)[1]	.	1,29 ± 0,90	2,58 ± 2,26	5,92 ± 1,20
d Oh	.	.	.	2,78 ± 2,39	9,80 ± 4,07
e A	26,3 ± 10,2	24,5 ± 3,3	27,3 ± 10,4	25,2 ± 7,5	40,3 ± 11,8
f Bh, Bs, Bhs	.	.	.	.	19,5 ± 8,3
Lage des Horizonts unter Flur (cm) ($\bar{x} \pm s$):					
g Go, AGo, GoA	26,3 ± 10,2	24,5 ± 3,3	27,3 ± 10,4	25,2 ± 7,5	59,8 ± 20,2
h Gr	110 ± 26	118 ± 49	109 ± 20	107 ± 36	121 ± 23
i Bh, Bs, Bhs	.	.	.	.	40,3 ± 11,8
k Bodentyp	Gley [2]	Gley [2]	Gley [2]	Gley [2]	Gley-Podsol
Gestein					
l im A	lehmiger Sand, Mittelsand	Mittelsand, lehmiger Sand	Mittelsand	Mittelsand	Mittelsand
m im Go	lehmiger Sand, Mittelsand	Mittelsand, lehmiger Sand	Mittelsand, sandiger Kies	Mittelsand, Grobsand	Mittelsand
n im Gr	lehmiger Sand, kiesiger Sand, lehmiger Tonmergel	Mittelsand, lehmiger Sand	Mittelsand, lehmiger Sand	Mittelsand, kiesiger Sand	Grobsand, kiesiger Sand

[1] E = Einzelwert [2] im oberen Teil reliktisch . = entfällt

3. Der Humuskörper

Der Humuskörper der vorliegenden Böden soll anhand folgender Eigenschaften beurteilt werden:

a. morphologischer Aufbau,
b. C/N-Verhältnisse,
c. Ureaseaktivitäten,
d. pH-Werte.

3.1 Der morphologische Aufbau des Humuskörpers

Von zentraler Bedeutung für die Beurteilung eines Bodens ist dessen biologische Aktivität, denn diese entscheidet über das Ausmaß der von den Bodenorganismen aus den Vegetationsrückständen bzw. aus der Humussubstanz freigesetzten pflanzenverfügbaren Nährstoffe.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die biologische Aktivität des Bodens kann in verschiedener Weise definiert werden:

a. in qualitativem Sinne als die Geschwindigkeit der im Boden ablaufenden biochemischen Umsetzungen;
b. in quantitativem Sinne als der Umfang der unter einer definierten Bodenoberfläche pro Zeiteinheit (z.B. pro Vegetationsperiode) ablaufenden biochemischen Umsetzungen.

In der vorliegenden Arbeit soll lediglich die qualitativ gefaßte biologische Bodenaktivität berücksichtigt werden.

Ein Ausdruck der biologischen Tätigkeit von natürlichen oder naturnahen Böden ist die Morphe des Humuskörpers. Terrestrische Waldböden zeigen i.a. folgende Tendenzen: Bei einer intensiven Arbeit des Edaphons fehlen organische Auflagen (mit Ausnahme einer vorübergehenden frischen Streu = Ol-Lage), während der (hier biogene) humose Oberboden (Ah-Horizont) meist > 8 cm mißt. Läßt die biologische Aktivität nach, so bildet sich auf dem Mineralkörper eine Vermoderungslage (= Of-Lage), die bei einer weiteren Verschlechterung der Humusqualität durch eine Humusstofflage (= Oh-Lage) ergänzt wird. Je mächtiger das Paket aus der Of- und der Oh-Lage ist, desto geringer ist i.a. die biologische Tätigkeit des Bodens. Parallel zur Verstärkung der organischen Auflagen vermindert sich der biogene bzw. überwiegend biogene A-Horizont (Ah bzw. Aeh).

Bei einer hohen Aktivität des Edaphons ergibt sich die Humusform Mull, bei einer verringerten Tätigkeit der Bodenlebewelt entstehen Moder und Rohhumus. Diese Haupthumusformen sind naturgemäß durch gleitende Übergänge miteinander verbunden.

Tabelle 3 zeigt, daß die Ökosysteme A und B i.a. frei von einem Of und einem Oh sind, während in den übrigen Ökosystemen entsprechende organische Auflagen auftreten. Diese verstärken sich zunehmend von Einheit C über Einheit D nach Einheit E. Demnach dürfte die biotische Tätigkeit des Bodens von den Ökosystemen A und B in Richtung Ökosystem E nachlassen. Die jeweiligen Humusformen, deren Ansprache nach dem Fehlen oder Vorhandensein von Of- und Oh-Lagen bzw. nach deren Mächtigkeiten erfolgte (vgl. Bodenkundliche Kartieranleitung der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982), sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Auffallend ist die für Mullartigen Moder bzw. Typischen Moder (Ökosysteme C und D) starke Mächtigkeit des humosen A-Horizonts. Diese Erscheinung dürfte darauf beruhen, daß der Humuskörper der vorliegenden Böden ehemals unter semiterrestrischen Bedingungen stand. (Allgemein läßt sich beobachten, daß der humose A-Horizont mit zunehmender Bodenvernässung stärker wird; vgl. z.B. Bodenkundliche Kartieranleitung der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982). Dafür, daß das Grundwasser in den Ökosystemen A bis D einst bis nahe an die Bodenoberfläche reichte, spricht auch ein hier oftmals bereits in ca. 15 cm unter Flur nachweisbarer AGo- bzw. GoA-Horizont. In diesen Buchenmischwald-Ökosystemen sind als ursprüngliche Humusformen Feuchtmull bis Feuchtmoder vorauszusetzen. Im *Pteridium*-Nadelholzforst (Ökosystem E) deuten die starke Mächtigkeit und die weiche Konsistenz der Oh-Lage auf einen ehemaligen Feuchtrohhumus hin. (Die Oh-Lagen eines terrestrisch entstandenen Rohhumus sind brechbar. Vgl. z.B. Bodenkundliche Kartieranleitung der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982.) Als einstiger Bodentyp ist im Ökosystem E ein Gley-Staupodsol denkbar.

In Anbetracht des früher bis nahe an die Bodenoberfläche reichenden Grundwassers sind in den Ökosystemen A bis D als ursprüngliche Vegetationstypen Erlen-Eschen-Wälder bzw. Nasse Eichen-Hainbuchen-Wälder anzunehmen. Zeiger eutropher Feuchtwälder wie *Carex acutiformis, Crepis paludosa, Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris, Angelica sylvestris* oder *Cirsium oleraceum* fallen heute in den Buchenmischwald-Gesellschaften des Untersuchungsgebiets völlig aus. Die genannten Spezies fehlten in diesem Bereich bereits 1946 (vgl. LOHMEYER 1950). Dies ist ein Hinweis darauf, daß der Grundwasserspiegel schon vor vier Jahrzehnten unter den ursprünglichen Stand gefallen war.

Wenn der Feuchtezeiger *Carex sylvatica* seit 1946 im Bereich des *Corydalis*- und Reinen *Ficaria*-Buchenmischwaldes erheblich zurückgegangen ist (vgl. unsere Tab. 1 mit Tab. 2 bei LOHMEYER 1950, ferner TREPL 1982), so kann dies als ein Ausdruck für die in den letzten 40 Jahren erfolgten weiteren Grundwasserabsenkungen gedeutet werden. Es ist wohl kein Zufall, daß diese Segge heute in der Eilenriede weitgehend auf die Ränder der Geh- und Reit-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

wege beschränkt ist. Solche Standorte dürften sich, bedingt durch eine stärkere Bodenverdichtung als Folge des Vertritts, durch ein höheres Wasserangebot des Bodens auszeichnen als das Innere der Waldparzellen.

Der Wechselnässezeiger *Molinia caerulea*, nach LOHMEYER (1950) 1946 eine mehr oder minder regelmäßige Erscheinung im Bereich der Stieleichen-Birken-Wälder und Kiefernforsten des Untersuchungsgebiets, konnte in der Eilenriede 1983 nicht mehr nachgewiesen werden. Auch diese Tatsache könnte, außer durch ein gesteigertes N-Angebot (vgl. 3.2), durch das Fallen der Grundwasserstände während der letzten vier Jahrzehnte erklärt werden.

Tab. 4. Bodenchemische Daten

Ökosystem	A	B	C	D	E
n der Probeflächen	7	4	6	9	6
n der Untersuchungsdurchgänge im Of, Oh, A	6	6	6	6	6
n der Einzelproben aus Of	–	–	24[1]	42[2]	36
n der Einzelproben aus Oh	–	–	–	42[3]	36
n der Einzelproben aus A	42	24	36	54	36
n der Untersuchungsdurchgänge im Go, Gr	1	1	1	1	1
n der Einzelproben aus Go, Gr	7	3	6	9	6
pH (H_2O)					
a im Of (Z)	.	.	4,9	4,6	4,15
I_{80}	.	.	4,55 – 5,6	4,25 – 5,0	3,8 – 4,5
b im Oh (Z)	.	.	.	4,0	3,8
I_{80}	.	.	.	3,7 – 4,2	3,5 – 4,0
c im oberen A (Z)	4,8	4,85	4,2	4,0	3,95
I_{80}	4,3 – 5,9	4,55 – 5,75	4,0 – 4,45	3,8 – 4,25	3,75 – 4,25
d im Go (Z)	5,3	6,15	4,85	4,5	4,7
Amplitude	4,55 – 6,2	5,4 – 6,3	4,5 – 6,5	4,2 – 4,7	4,6 – 4,75
e im Gr (Z)	8,3	6,85	6,05	5,1	4,7
Amplitude	6,8 – 8,7	6,0 – 8,15	4,85 – 6,9	4,8 – 5,6	4,7 – 5,4
pH ($CaCl_2$)					
f im Of (Z)	.	.	4,15	3,75	3,2
I_{80}	.	.	3,8 – 4,95	3,3 – 4,05	2,95 – 3,65
g im Oh (Z)	.	.	.	3,1	2,95
I_{80}	.	.	.	2,8 – 3,3	2,7 – 3,1
h im oberen A (Z)	4,0	3,9	3,4	3,1	3,05
I_{80}	3,5 – 5,2	3,6 – 5,0	3,0 – 3,55	2,85 – 3,45	2,75 – 3,3
i im Go (Z)	4,4	5,65	4,2	4,0	4,2
Amplitude	4,3 – 5,7	4,45 – 5,65	4,0 – 5,9	3,3 – 4,15	4,2 – 4,3
k im Gr (Z)	7,3	6,35	5,75	4,5	4,3
Amplitude	6,05 – 7,65	5,35 – 7,25	4,1 – 6,5	4,2 – 4,85	4,25 – 4,6
l C(%) im oberen A ($\bar{x} \pm s$)	3,24 ± 1,16	3,77 ± 1,08	5,82 ± 2,39	6,08 ± 2,19	4,26 ± 2,39
C/N ($\bar{x} \pm s$)					
m im Of	.	.	23,7 ± 4,05	23,9 ± 1,7	26,1 ± 2,8
n im Oh	.	.	.	22,6 ± 4,1	29,1 ± 5,6
o im oberen A	16,4 ± 2,8	16,1 ± 2,0	20,5 ± 3,9	20,6 ± 3,4	39,3 ± 9,9
p Ureaseaktivität (mg NH_3-N·100 ml^{-1}·h^{-1}) im oberen A ($\bar{x} \pm s$)	1,76 ± 0,86	1,49 ± 0,73	1,09 ± 0,52	0,92 ± 0,37	0,58 ± 0,32

[1] nur 4 Probeflächen mit deutlichem Of [2] nur 7 Probeflächem mit deutlichem Of

[3] nur 7 Probeflächem mit deutlichem Of

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3.2 Die C/N-Verhältnisse

Eine entscheidende analytische Kenngröße der Humusform ist das C/N-Verhältnis der organischen Substanz des Bodens, das in der Regel mit einer Verschlechterung der Humusform bzw. einer Verminderung der Aktivität des Edaphons zunimmt (vgl. z.B. MÜLLER 1956, WITTICH 1963, v. ZEZSCHWITZ 1980). Verschiedene Böden werden entweder allgemein auf der Grundlage des C/N-Quotienten des humosen Oberbodens miteinander verglichen (vgl. z.B. MÖLLER 1981 a,b; Bodenkundliche Kartieranleitung der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982, Tab. 23), oder das C/N-Verhältnis des humosen Oberbodens dient lediglich bei Mull und Mullartigem Moder als Kenngröße, während bei Typischem Moder und bei Rohhumus der C/N-Quotient der Oh-Lage zur Charakterisierung der Humusqualität herangezogen wird (vgl. z.B. v. ZEZSCHWITZ 1980).

Tabelle 4 läßt erkennen, daß sich die C/N-Verhältnisse des humosen Oberbodens (Ah, Aeh, Ahe) von den Ökosystemen A und B in Richtung Ökosystem E vergrößern. Desgleichen erhöht sich der C/N-Quotient der Oh-Lage beim Übergang vom Typischen Moder zum Rohhumus (signifikante Mittelwertedifferenzen s. Tab. 5). Demnach stellen die C/N-Verhältnisse des Bodens ein weiteres Indiz für die Verschlechterung der Humusqualität in der Reihenfolge der Einheiten A,B – C – D – E dar.

Tab. 5. Signifikante Mittelwertedifferenzen zwischen den einzelnen Ökosystemen bezüglich der C/N-Verhältnisse und Ureaseaktivitäten

Ökosysteme	C/N-Verhältnisse			Ureaseaktivitäten (mg NH_3-N.100ml B.$^{-1}$.h^{-1})
	im Of	im Oh	im A	im A
A - B	.	.	$0,3^{n.s.}$	$0,27^{n.s.}$
A - C	.	.	$-4,1^{*}$	$0,67^{***}$
A - D	.	.	$-4,2^{**}$	$0,84^{***}$
A - E	.	.	$-22,9^{***}$	$1,18^{***}$
B - C	.	.	$-4,4^{*}$	$0,40^{n.s.}$
B - D	.	.	$-4,5^{*}$	$0,57^{**}$
B - E	.	.	$-23,2^{***}$	$0,91^{***}$
C - D	$-0,2^{n.s.}$	.	$-0,1^{n.s.}$	$0,17^{n.s.}$
C - E	$-2,4^{**}$	.	$-18,8^{***}$	$0,51^{**}$
D - E	$-2,2^{**}$	$-6,5^{***}$	$-18,7^{***}$	$0,34^{n.s.}$

. = entfällt

Prüfverfahren: Scheffé-Test auf der Basis einer zweifachen Varianzanalyse (unbalancierter Fall) (A-Gruppen = Ökosysteme, B-Gruppen = Untersuchungszeitpunkte)

Die im Oh und im Of des Ökosystems E ermittelten C/N-Verhältnisse ($\bar{x}$ im Oh = 29,1±5,6; im Of = 26,1±2,8) sind für Rohhumus relativ niedrig. So nennt v. ZEZSCHWITZ (1980) für diese Humusform einen mittleren C/N-Bereich von 29–38. (Zu dieser Angabe ist allerdings einschränkend zu bemerken, daß sie sich zunächst nur auf westfälische Bergwälder bezieht.) Auch v. BUCH (1983) stellte in einem siedlungsnahen Wald (Hausbruch im Stadtgebiet von Hamburg) im Oh und Of von Rohhumus und „Moder-Rohhumus" C/N-Quotienten fest, die für diese Humusformen ausgesprochen niedrig sind (C/N-Verhältnisse im Oh 25 bzw. 30, im Of zwischen 20 und 29). Er schreibt: „The C/N-values for these humus forms are relatively low. Whether the comparitively high N-contents can be attributed to N-immissions (B. ULRICH found in the Solling-mountains 29 kg N/ha/year) and/or to the high number of visitors of city forests has not yet been analysed" (v. BUCH 1983, S. 253). Die Situation im *Pteridium*-Nadelholzforst der Eilenriede dürfte der im Hamburger Hausbruch vergleichbar sein.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Es besteht die Tendenz, daß mit einer Verringerung des C/N-Quotienten der organischen Substanz des Bodens das Angebot an pflanzenverfügbarem Stickstoff zunimmt: „Das C/N-Verhältnis ist seit langem als bedeutender Indikator für die von der Aktivität der Bodenorganismen abhängige Intensität des Nährelementkreislaufs bekannt. Schon vielfach ließ sich der enge Zusammenhang zwischen diesem Verhältniswert und der Stickstoffernährung bzw. dem Wachstum der Bestände nachweisen; erst kürzlich wieder von KREUTZER (1967), gerade auch für die F- und H-Lage" (EVERS et al. 1968) (F-Lage = Of-Lage, H-Lage = Oh-Lage). Zu gleichartigen Aussagen gelangen z.B. auch WITTICH (1963) und KRIEBITZSCH (1978).

Da das C/N-Verhältnis eine qualitative Größe ist, kann es zunächst nur bei Vorliegen vergleichbarer Humusmengen Rückschlüsse auf quantitative Unterschiede im Stickstoffangebot verschiedener Böden bzw. Humushorizonte zulassen. Im Falle des Ökosystems E mit seinen mächtigen Of- und Oh-Lagen dürfte jedoch gegenüber der Ausgangssituation kein wesentlicher Schwund der in diesen Auflagen akkumulierten Humusmengen eingetreten sein. Hat sich der C/N-Quotient in den organischen Auflagen des Ökosystems E gegenüber der ursprünglichen Situation vermindert, dann ist dies somit wahrscheinlich mit einer Verbesserung der N-Versorgung der Höheren Pflanzen verbunden.

Für neuere anthropogene N-Einträge in die organischen Auflagen des *Pteridium*-Nadelholzforstes spricht auch, daß die dort registrierten C/N-Quotienten (s.o.) erheblich niedriger liegen als die des (relativ alten?) Ahe-Horizonts ($\bar{x}$ hier = 39,3±9,9). Diese Differenz hat auch dann als hoch zu gelten, wenn man berücksichtigt, daß im Zuge der Podsolierung vorwiegend N-arme organische Substanzen aus den Humusauflagen in das Solum verlagert werden. (Zu diesen Verlagerungsprozessen vgl. u.a. SCHLICHTING 1960.) So sind z.B. in Fichtenforsten des Wealden-Sandsteingebiets des Deisters (Humusformen Rohhumusartiger Moder bis Rohhumus) mittlere C/N-Quotienten von 29,7±4,1 im Of und von 30,5±2,9 im Oh mit solchen von 32,1±3,6 im Aeh verbunden (vgl. MÖLLER & PRÜSSMANN 1983).

Auf eine während der letzten Jahrzehnte in der Eilenriede im Stieleichen-Birken-Wald sowie im Nadelholzforst eingetretene Erhöhung des Stickstoffangebots weisen auch floristische Befunde hin: Es ist auffallend, daß die an N-arme Substrate gebundenen Spezies *Vaccinium myrtillus* und *Molinia caerulea* (N-Zahlen n. ELLENBERG 1979 3 bzw. 2) 1983 im Untersuchungsgebiet nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Beide Arten waren, nach LOHMEYER (1950) zu urteilen, 1946 im Areal des Gley-Podsols reichlich vorhanden, *Vaccinium myrtillus* sogar mit Artmächtigkeitswerten (n. BRAUN-BLANQUET) bis 4. Ein Vergleich der Verbreitung der rezenten Vegetationstypen mit der Vegetationskarte von 1946 (vgl. ELLENBERG 1971) zeigt, daß zumindest ein Teil des einstigen Gebiets der „Heidelbeer-Kiefernforsten" bzw. „Heidelbeer-Stieleichen-Birken-Wälder" heute vom *Pteridium*-Nadelholzforst eingenommen wird. Im vorliegenden Zusammenhang ist von Interesse, daß TRAUTMANN et al. (1970) *Vaccinium myrtillus* in einem nördlich von Mannheim gelegenen Kiefernforst mit ursprünglich gleichartigen Bodenverhältnissen lediglich in einer weniger immissionsbelasteten Zone antrafen. Im Brutversuch ergab sich für die Humusauflagen aus dem industrienahen Areal eine höhere Mineralstickstoffnachlieferung als für das entsprechende Material aus dem dortigen Verbreitungsgebiet von *Vaccinium myrtillus*.

Wenn *Molinia caerulea*, ein Anzeiger von Wechselfeuchte bzw. Wechselnässe (vgl. z.B. OBERDORFER 1983), heute aus der Eilenriede verschwunden ist, so kann dies auch mit den gesunkenen Grundwasserständen zusammenhängen (vgl. 3.1.).

Ebenfalls der gegenüber 1946 starke Rückgang von *Festuca altissima* (N-Zahl 3), einer Spezies, die nach ELLENBERG (1971) 1946 vor allem im Gebiet unseres *Convallaria*-Buchenmischwaldes (Ökosystem D) noch flächendeckend auftrat, könnte die Folge eines erhöhten Stickstoffangebots sein. Heute beschränkt sich das Vorkommen dieses Grases im wesentlichen auf die Füße von Baumstämmen sowie steile Ränder von Entwässerungsgräben, d.h. auf Orte einer stärkeren Bodendegradierung.

Wenigstens ein Teil der Eichen-Birken-Wald- und der Kiefernforst-Parzellen dürfte allerdings bereits 1946 ein für podsolierte Böden hohes Angebot an pflanzenverfügbarem Stickstoff aufgewiesen haben. Diese Annahme wird dadurch nahegelegt, daß schon in den entsprechen-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

den Tabellen von LOHMEYER (1950) N-Zeiger wie *Rubus fruticosus, Impatiens parviflora* (N-Zahl 6), *Sambucus racemosa* (N-Zahl 8) und *Urtica dioica* (N-Zahl 8) aufgeführt werden.

3.3 Die Ureaseverhältnisse

Eine weitere Größe, die in Waldböden eng mit der Humusform bzw. der biologischen Aktivität des Bodens verbunden ist, stellt die Ureaseaktivität zumindest des humosen A-Horizonts dar (vgl. MÖLLER 1981a, b). Da die im Boden vorhandene Urease mutmaßlich ausschließlich oder doch überwiegend ein Produkt der Mikroorganismen ist (vgl. z.B. ESTERMANN a. McLAREN 1961), steigt der Ureasespiegel des A-Horizonts bei einer im übrigen vergleichbaren Faktorenkonstellation i.a. mit zunehmender Mikroorganismentätigkeit.

Wie Tabelle 4 entnommen werden kann, zeigt die Ureaseaktivität des humosen Oberbodens von den Einheiten A und B in Richtung Einheit E eine fallende Tendenz (signifikante Unterschiede s. Tab. 5). Dies bedeutet, daß das untersuchte Enzym in den vorliegenden Böden eine ähnliche Aussage zuläßt wie die Morphe und die C/N-Verhältnisse des Humuskörpers (vgl. 3.1, 3.2).

Auf die Ureaseaktivitäten der organischen Auflagen soll im vorliegenden Zusammenhang nicht näher eingegangen werden. Es sei jedoch darauf aufmerksam gemacht, daß die im Of des *Pteridium*-Nadelholzforstes der Eilenriede gemessenen Ureaseaktivitäten erheblich höher liegen als die 1979 (MÖLLER n.p.) für den Of von Fichtenforsten aus dem *Luzulo-Fagetum*-Gebiet des Deisters erhaltenen Werte. In Tabelle 6 sind die entsprechenden zur gleichen Jahreszeit (September) ermittelten Enzymaktivitäten einander gegenübergestellt.

Tab. 6. Vergleich der im September 1983 im Pteridium-Nadelholzforst der Eilenriede in den organischen Auflagen ermittelten Ureaseaktivitäten (mg NH_3-N·100ml Boden^{-1}· h^{-1}) mit den entsprechenden im September 1979 in Fichtenforsten des Deisters ermittelten Werten ($\bar{x} \pm s$)

Lage	Pteridium-Nadelholzforst, Eilenriede	Fichtenforst, Deister
Of	8,17 ± 3,82	1,52 ± 1,07
Oh	1,39 ± 0,72	1,59 ± 0,49

Da die Volumengewichte der organischen Auflagen nicht exakt bestimmt worden sind, erfolgte der Vergleich der Ureaseaktivitäten im Bereich der Of- bzw. Oh-Lagen nicht auf Raum-, sondern auf Gewichtsbasis. Ein solches Vorgehen ist bei der Gegenüberstellung von Werten aus dem gleichen Horizont bzw. der gleichen Lage zulässig, da die Volumengewichte hier jeweils in derselben Größenordnung liegen.

Es ist künftig zu überprüfen, ob die relativ hohen Ureaseaktivitäten der Of-Lage des *Pteridium*-Nadelholzforstes der Eilenriede Ausdruck einer durch verstärkte N-Einträge gesteigerten Mikroorganismentätigkeit sind.

3.4 Die pH-Werte

Auch der pH-Wert des Humuskörpers weist eine enge Beziehung zur Humusqualität auf, wobei die Bodenazidität i.a. mit einer Verschlechterung der biologischen Aktivität zunimmt (vgl. z.B. CZERNEY 1966, HOFMANN 1968, KOPP et al. 1969).

Für die Böden der Eilenriede ergeben sich enge Korrelationen zwischen den pH(H_2O)- und den pH($CaCl_2$)-Werten. Die entsprechenden Koeffizienten sind nachstehend aufgeführt:

a) humoser A-Horizont: r = 0,967***; B = 93,5%; n = 192;
b) Oh-Lage: r = 0,738***; B = 54,5%; n = 78;
c) Of-Lage: r = 0,932***; B = 86,9%; n = 102.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Aus den obigen Korrelationskoeffizienten ergibt sich, daß im Untersuchungsgebiet vor allem im Falle der humosen A-Horizonte und der Of-Lagen die pH($CaCl_2$)- und die pH(H_2O)-Werte in gleicher Weise relative Unterschiede zwischen verschiedenen Substraten ausdrücken.

Aus Tabelle 4 ist zu entnehmen, daß die pH-Zahlen sowohl im humosen A-Horizont als auch in den Oh- und Of-Lagen mit einer Verschlechterung der Humusform abnehmen, was der Erwartung entspricht. Wie die Tabelle 7 zeigt, liegen andererseits die im Hauptwurzelbereich der Kräuter gemessenen pH-Werte zumindest z.T. erheblich unter denen, die nach den Reaktionszahlen der Vegetationseinheiten zu erwarten waren. (Vergleiche hierzu ferner Abb. 1.) Besonders auffallend ist die Diskrepanz zwischen der Aussage der ELLENBERGschen Reaktionszahlen und den pH-Verhältnissen im Boden bei den Ökosystemen A und B. Hier lassen zentrale Reaktionszahlen von 7 und Reaktionszahlen-Indices von 0,97 bzw. 0,95 (Anteil der Einzelvorkommen mit den Reaktionszahlen 1 bis 5, d.h. Anteil der „Starksäure-" bis „Mäßigsäurezeiger 3 bzw. 5%!) ein Milieu im Feld zwischen „mäßig sauer"/„schwach sauer" und „alkalisch" erwarten. Demgegenüber bezeugen die Meßdaten (zentrale pH-Werte 4,0 bzw. 3,9) stark saure bis sehr stark saure Bodenverhältnisse. Es ist zu bemerken, daß den tiefwurzelnden Arten *Corydalis cava* und *Allium ursinum* (Trennarten der Einheit A) auch der weniger saure Go-Horizont zugänglich ist. Doch auch in diesem Bereich liegen die pH-Werte weit niedriger, als es nach den ELLENBERGschen Reaktionszahlen anzunehmen wäre (vgl. Tab. 4, Spalte i). Flachwurzelnde Spezies wie *Adoxa moschatellina, Anemone ranunculoides* oder *Ranunculus ficaria* mit gleichfalls hohen Reaktionszahlen (7 bzw. 8) sind jedoch eindeutig auf den sehr sauren A-Horizont beschränkt.

Ein reliktischer Charakter der Krautvegetation der Ökosysteme A und B ist offensichtlich nicht gegeben, da sich die Frühlingsgeophyten hier auch gegenwärtig noch reichlich reproduzieren.

Eine Koinzidenz von hohen Reaktionszahlen und niedrigem pH-Wert des Bodens ist (in Ausnahmefällen) möglich, da i.a. keine unmittelbare physiologische Abhängigkeit der Höheren Pflanze von einer definierten Bodenreaktion besteht. Ist eine bestimmte Pflanzenart oder Pflanzengesellschaft i.d.R. an einen gewissen pH-Bereich gebunden, dann kann dies u.a. auf der Abhängigkeit der Höhe des N-Angebots von der aktuellen Azidität des Substrats beruhen.

Tab. 7. Vergleich der für die 5 Ökosysteme erhaltenen zentralen Reaktionszahlen (n. ELLENBERG 1979) und Reaktionszahlen-Indices (I_R) mit den zentralen pH($CaCl_2$)-Werten, die für den Hauptwurzelbereich der Kräuter (humoser A-Horizont in den Ökosystemen A bis D, Oh-Lag im Ökosystem E) ermittelt wurden

Ökosystem	zentrale Reaktionszahl	Aussagekraft der Reaktionszahl für die Vegetation	I_R	zentraler pH($CaCl_2$)-Wert	Bewertung des Bodens n. pH-Messung[1)]
A	7	Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger	0,97	4,0	stark sauer bis sehr stark sauer
B	7	Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger	0,95	3,9	sehr stark sauer
C	7	Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger	0,77	3,4	sehr stark sauer
D	5	Mäßigsäurezeiger	0,33	3,1	sehr stark sauer
E	4	Säure- bis Mäßigsäurezeiger	0,18	2,95	äußerst sauer

[1)] n. "Bodenkundliche Kartieranleitung" der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982). Diese Beurteilung kann allerdings nur mit gewisser Einschränkung auf unsere Daten übertragen werden, da die Meßmethoden leicht voneinander abweichen (vgl. DEUTSCHE NORMEN, Chemische Laboruntersuchungen, DIN 16 684, Teil 1).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

(Der pH-Wert des Bodens ist darüber hinaus auch für die F o r m des pflanzenverfügbaren Stickstoffs bedeutsam; vgl. hierzu u.a. KINZEL 1982).

Bei einer im übrigen vergleichbaren Faktorenkonstellation, d.h. insbesondere bei gleichen Feuchteverhältnissen, steigt mit einer Erhöhung der pH-Werte des Substrats i.a. auch die Mikroorganismentätigkeit und damit die Intensität der Mineralisierung des in den Vegetationsrückständen bzw. im Humus gebundenen Stickstoffs. So schreibt ELLENBERG (1958, S. 686): „Bei ausreichender Wasser- und Sauerstoffversorgung sind... die Bedingungen für die Stickstoffernährung der höheren Pflanzen um so günstiger, je mehr sich die Bodenreaktion dem Neutralpunkt nähert." Die ELLENBERGschen Reaktionszahlen sind daher in vielen Fällen „verkappte" Stickstoffzahlen. In der Eilenriede ist ein enger Zusammenhang von Reaktionszahlen und N-Angebot des Bodens offensichtlich:

a. Es besteht hier eine deutliche Beziehung zwischen den Reaktionszahlen-Indices und den Stickstoffzahlen-Indices (s. Abb. 2).
b. Die Reaktionszahlen-Indices sind hier eng mit zwei analytischen Parametern des Stickstoffhaushalts, nämlich dem C/N-Verhältnis und der Ureaseaktivität des Bodens korreliert (s. Abb. 3 u. 4).

Steht eine an ein höheres Stickstoffangebot gebundene Pflanzenart bzw. Vegetationseinheit auf einem stark versauerten Substrat, dann muß die negative Einwirkung der höheren Bodenazidität auf die Tätigkeit der N-mineralisierenden Mikroorganismen durch andere Faktoren ausgeglichen werden. Als solche kompensatorische Einflüsse sind im Untersuchungsgebiet denkbar:

1. der sandige Charakter des Oberbodens, der infolge eines hohen Luftvolumens eine stärkere biologische Aktivität ermöglichen könnte als ein lehmiges oder toniges Substrat gleicher Azidität. Zu einem entsprechenden Schluß gelangt z.B. v. ZEZSCHWITZ (1968) bezüglich einer sehr schwach basenhaltigen (und damit mutmaßlich stark versauerten) Braunerde mit der Humusform Mull (C/N-Verhältnis = 12). – Im *„Deschampsia flexuosa-Quercus robur*-Wald" an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins konnte sich trotz eines zentralen pH(n KCl)-Werts von 3,6 Mull mit einem C/N-Verhältnis von 14,5±1,3 im Ah entwickeln (MÖLLER 1975).
Für die biologische Tätigkeit von Sandböden ist u.U. auch von Belang, daß diese Substrate aufgrund ihres geringen Silikatgehalts auch im stark sauren Bereich keine nennenswerten Mengen an (toxischen) Al-Ionen freisetzen.
2. der Umstand, daß der Humuskörper der vorliegenden Böden in der Vergangenheit unter dem Einfluß eines hochanstehenden basenreichen Grundwassers aufgebaut wurde und die rezente Vegetation noch von diesem günstigen „Humuskapital" zehren könnte.
3. der mit der Grundwasserabsenkung verbundene Übergang zu vorwiegend aeroben Verhältnissen. Eine dadurch gegenüber den einstmals stärker anaeroben Bedingungen geförderte biologische Aktivität könnte zumindest temporär zu einer verstärkten Freisetzung von anorganischem Stickstoff aus der Humussubstanz führen bzw. geführt haben.
4. die Zufuhr von Stickstoff durch den Besucherstrom (s.o.) bzw. durch stickstoffhaltige Immissionen.

Die Tatsache, daß das Angebot des Bodens an pflanzenverfügbarem Stickstoff keine ausschließliche Funktion des pH-Werts ist, betonen u.a. auch ELLENBERG (1977) und KINZEL (1982).

Die Reaktionszahlen lassen u.U. auch dann entscheidende Aussagen zu, wenn ihre von ELLENBERG (1979) angegebene Zeigerfunktion aufgehoben ist: Wie Abbildung 1 demonstriert, ist es zumindest im Untersuchungsgebiet möglich, mittels der ELLENBERGschen Reaktionszahlen relative Unterschiede im pH des Bodens bzw. nach erfolgter örtlicher Eichung auch absolute Aziditätswerte anzusprechen.

3.5 Beziehungen zwischen C/N- Verhältnis, Ureaseaktivität und pH-Wert im humosen Oberboden

Im folgenden soll den statistischen Beziehungen zwischen den im humosen Oberboden (Ah-, Aeh-, Ahe-Horizont) ermittelten C/N-Quotienten, Ureaseaktivitäten und pH-Werten nachgegangen werden. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den für die einzelnen Un-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

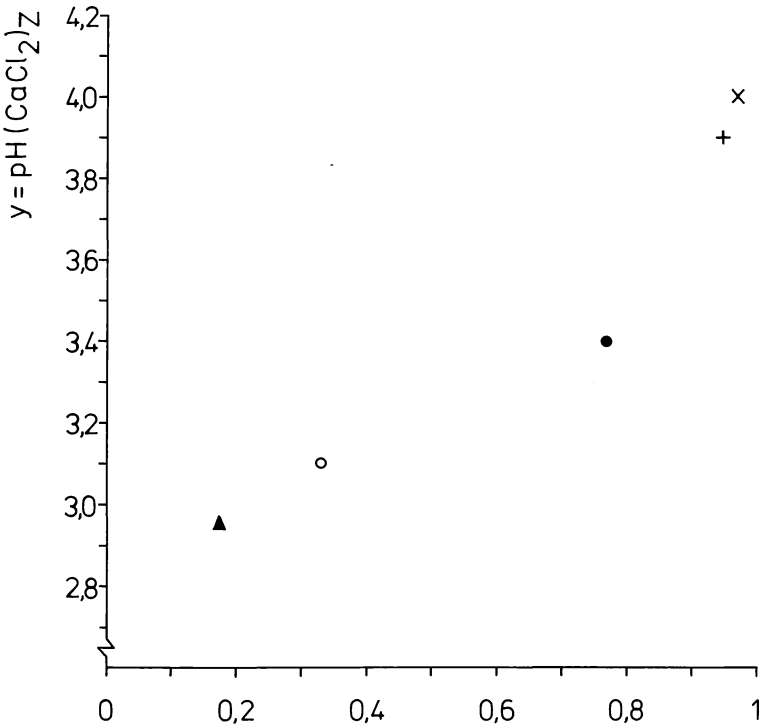


Abb. 1: Beziehungen zwischen den für die einzelnen Ökosysteme bestimmten Reaktionszahlen-Indices (I_R) und den zentralen pH($CaCl_2$)-Werten des Bodens im Hauptwurzelbereich der Kräuter (in den Ökosystemen A bis D Ah bzw. Aeh, im Ökosystem E Oh).

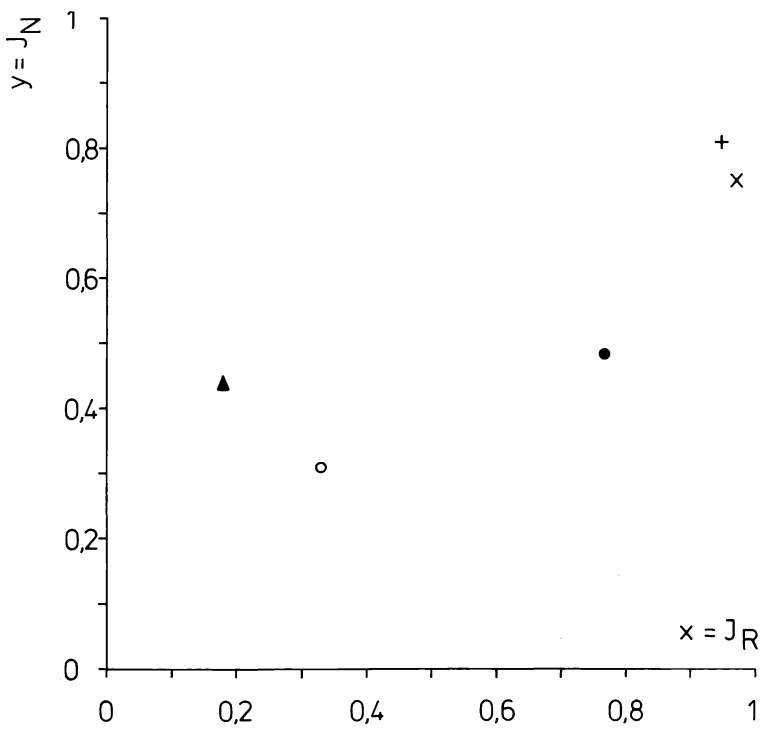


Abb. 2: Beziehungen zwischen den für die einzelnen Ökosysteme bestimmten Reaktionszahlen-Indices (I_R) und den Stickstoffzahlen-Indices (I_N).

Ökosysteme: x = A, + = B, ● = C, o = D, ▲ = E

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

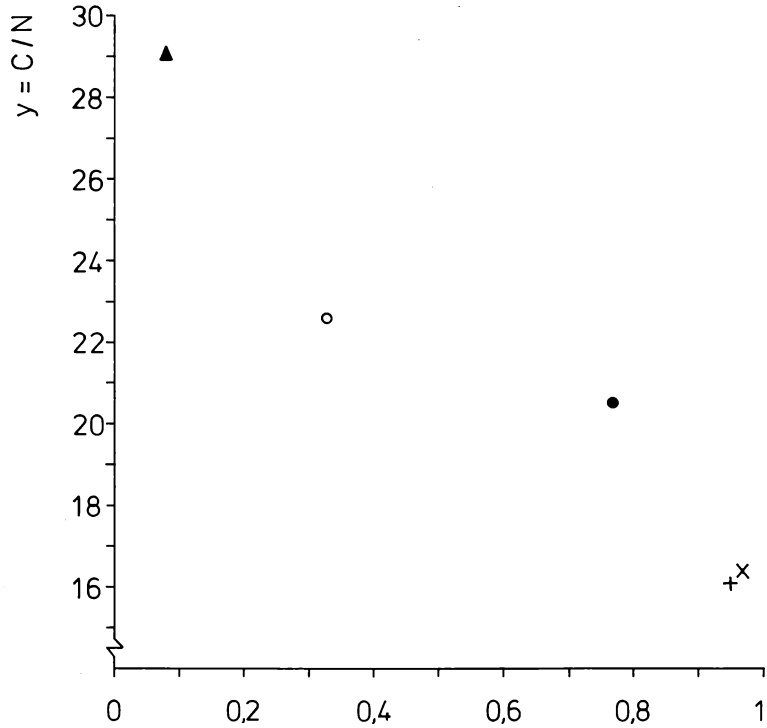


Abb. 3: Beziehungen zwischen den für die einzelnen Ökosysteme bestimmten Reaktionszahlen-Indices (I_R) und den mittleren C/N-Verhältnissen des Bodens im Hauptwurzelbereich der Kräuter (in den Ökosystemen A bis D Ah bzw. Aeh, im Ökosystem E Oh).

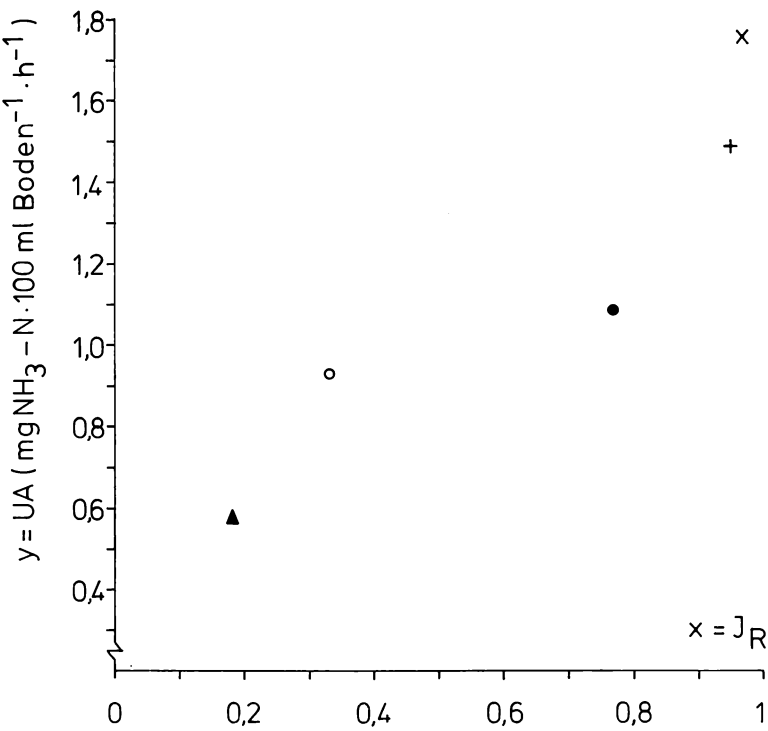


Abb. 4: Beziehungen zwischen den für die einzelnen Ökosysteme bestimmten Reaktionszahlen-Indices (I_R) und den mittleren Ureaseaktivitäten im humosen A-Horizont.

Ökosysteme: x = A, + = B, ● = C, o = D, ▲ = E

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 8. Korrelationskoeffizienten und Bestimmtheitsmaße für Beziehungen zwischen C/N-Verhältnis, Ureaseaktivität(UA) (mg NH_3-N·100 ml Boden^{-1}· h^{-1}) und pH($CaCl_2$) im humosen Oberboden (n = 31)

1. einfache Korrelationskoeffizienten

	Beziehung	r	B(%)
1a.	log C/N : log UA	- 0,829***	68,7
1b.	pH : log UA	+ 0,795***	63,2
1c.	pH : log C/N	- 0,686***	47,1

2. partielle Korrelationskoeffizienten

	Beziehung	r	B(%)
2a.	log C/N : log UA.pH	- 0,643***	41,3
2b.	pH : log UA.C/N	+ 0,556***	30,9
2c.	pH :logC/N.logUA	- 0,079 n.s.	0,6

3. multiple Korrelationskoeffizienten

	Beziehung	R	B(%)
3a.	log UA : (log C/N,pH)	0,885***	78,3
3b.	log C/N: (log UA,pH)	0,830***	68,9
3c.	pH :(log UA,log C/N)	0,796***	63,4

tersuchungsflächen aus den jeweils sechs Untersuchungsdurchgängen erhaltenen Mittelwerten. Nicht berücksichtigt wurden die Daten von einer Untersuchungsfläche mit einem pH-Ausreißer. Die Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Die hohen einfachen Korrelationskoeffizienten 1a, 1b sowie der multiple Korrelationskoeffizient 3a, der die gleichzeitige Abhängigkeit der Ureaseaktivität vom C/N-Verhältnis und vom pH bezeichnet, bestätigen die bereits an anderer Stelle (vgl. z. B. MÖLLER 1981a,b) für den humosen A-Horizont von Waldböden aufgezeigte enge Abhängigkeit der Ureaseaktivität vom C/N-Verhältnis und vom pH-Wert. Da der C/N-Quotient sowie die aktuelle Azidität des Bodens anerkanntermaßen die biotische Tätigkeit des Substrats ausdrücken (vgl. 3.2., 3.4.), ist somit auch für das Untersuchungsgebiet die Indikatorfunktion der Ureaseaktivität des humosen A-Horizonts für die biologische Aktivität des Bodens nachgewiesen. Die partiellen Korrelationskoeffizienten 2a und 2b schließen für die vorliegenden humosen Oberböden eine kausale Abhängigkeit der Ureaseaktivität vom C/N-Verhältnis bzw. vom pH-Wert nicht aus. Andererseits fällt auf, daß der partielle Korrelationskoeffizient für die Beziehung zwischen pH-Wert und log C/N bei rechnerischer Konstantsetzung von log UA (Korrelation 2c) im Gegensatz zu dem entsprechenden einfachen Korrelationskoeffizienten 1c weit unterhalb der Signifikanzgrenze liegt (B nahe Null!). Dies bedeutet, daß in den vorliegenden Substraten keine Kausalbeziehung zwischen den heutigen pH-Werten und C/N-Verhältnissen besteht.

3.6 Zu den Ursachen der Ausbildung verschiedener Humusformen im Untersuchungsgebiet

LOHMEYER (1950) und ELLENBERG (1971) erblicken in der Höhe des Grundwasserspiegels einen entscheidenden Faktor für die Ausbildung der verschiedenen in der Eilenriede beobachteten Humusformen. So schreibt ELLENBERG (1971, S. 122): „Parallel zur Annähe-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

rung des Grundwasserbereiches an die Bodenoberfläche ändern sich... mehrere andere für das Pflanzenwachstum wesentliche Faktoren: Der Kalkreichtum und der pH-Wert des Bodens sowie seine biologische Aktivität nehmen zu, und auch die Versorgung mit Nährstoffen, namentlich mit Stickstoff, hat im Durchschnitt steigende Tendenz."

In der Tat ist auffallend, daß im Untersuchungsgebiet oft die Ökosysteme mit einer relativ günstigen Humusform tiefere und damit wahrscheinlich grundwassernähere Geländebereiche einnehmen als benachbarte Ökosysteme mit einer schlechteren Humusform. Unsere eigenen Analysen belegen, daß offensichtlich auch der Qualität des Grundwassers bzw. der Qualität des im Grundwasserbereich anstehenden Gesteins eine Funktion bei der Ausbildung verschiedener Humusformen bzw. Vegetationstypen zukommt. So ergab sich auf der Basis der im März 1983 erhobenen Daten folgende Beziehung zwischen den im oberen Bereich des Gr ermittelten pH($CaCl_2$)-Zahlen (= pH_{Gr}) und den entsprechenden im humosen Oberboden (Ah, Aeh, Ahe) gemessenen Werten (= pH_A):

$pH_A = 0{,}477\, pH_{Gr} + 1{,}15$
$r = 0{,}843^{***}$
$B = 71{,}1\%$
$n = 27$

Die obige Regression ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Vergleiche ferner in Tabelle 4 die Spalten c und e bzw. h und k.

Der nach rechnerischer Konstantsetzung der Tiefe des Gr (= T_{Gr}) erhaltene partielle Korrelationskoeffizient liegt auf demselben Niveau wie der obige einfache Korrelationskoeffizient:

r für $pH_{Gr} : pH_A \cdot T_{Gr} = 0{,}846^{***}$

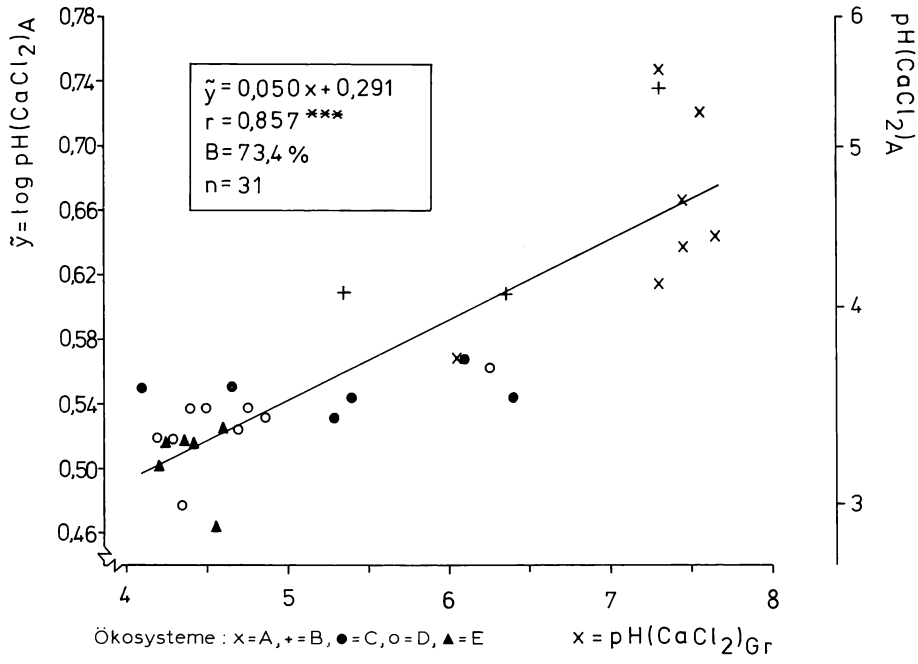


Abb. 5: Beziehungen zwischen den im oberen Bereich des Gr erhaltenen pH ($CaCl_2$)-Werten und den Logarithmen der im humosen Oberboden (A) gemessenen pH-Werte (auf der Basis der März-Daten).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die enge Beziehung zwischen dem pH des Grundwasserbereichs und dem des humosen A-Horizonts könnte, nachdem das Grundwasser den Oberboden nicht mehr tangiert, durch folgende Umstände bedingt sein:
1. dadurch, daß in der Vergangenheit unter dem Einfluß hoch anstehenden Grundwassers in Abhängigkeit von dessen Basengehalt Humus unterschiedlicher Qualität aufgebaut wurde.
2. dadurch, daß die Baumwurzeln einer basenreichen Grundwasserzone mehr Alkali- und Erdalkali- (insbesondere Ca-)Ionen entziehen als einem entsprechenden basenärmeren Material. In Abhängigkeit von der Qualität des Grundwasserbereichs dürfte alsdann über das Fallaub eine unterschiedliche Basenzufuhr in den Oberboden erfolgen. Auf die Möglichkeit eines solchen Düngeeffekts weist bereits LOHMEYER (1950) hin.
3. dadurch, daß Nadelhölzer aufgrund ihrer schwer zersetzlichen Streu (vgl. z.B. SCHEFFER u. ULRICH 1960) unter sonst vergleichbaren Bedingungen eine ungünstigere Humusform bewirken als Laubhölzer. Die Unterschiede zwischen der Humusqualität des *Pteridium*-Nadelholzforstes und der des Laubmischwaldes dürfte demnach auch durch die verschiedenartige Vegetation beeinflußt sein.

In den A-Horizonten der vorliegenden Böden wirken sich Unterschiede in der Textur des Bodens wahrscheinlich nur unwesentlich auf die aktuelle Azidität aus. So wurden in den Ökosystemen A und B in reinen Sanden pH-Werte derselben Größenordnung gemessen wie in lehmigen Sanden.

Ausblick

Es ist von Interesse, ob ähnliche anthropogene soziologisch-pedologische Veränderungen, wie sie für die Eilenriede aufgezeigt wurden, auch für andere siedlungsnahe Wälder nachgewiesen werden können.

Danksagung

Herzlich gedankt sei Herrn Forstdirektor DIRSCHERL, Stadtforstamt Hannover, für die bereitwillige Genehmigung zur Entnahme von Bodenproben sowie für wertvolle Hinweise zur Forstgeschichte der Eilenriede. Frau stud. rer. nat. Claudia STASCHEWSKI, Langenhagen, danke ich für die sorgfältige Reinschrift der Diagramme.

Schriften

ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE der geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. 3. verb. u. erw. Aufl. – Schweizerbart. Stuttgart.

BUCH, M.-W. von (1983): Micro-morphological characteristics of humus forms as indicators of increased environmental stress in Hamburg's forests. In: ULRICH, B., PANKRATH, J.: Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems: 246–255. – Reidel; Dordrecht, Boston, London. 389 pp.

CZERNEY, P. (1966): Bodenkundlich-chemische Eigenschaften verschiedener Waldhumusformen unter besonderer Berücksichtigung des Fichtenhumus. – Diss. TU Dresden (Tharandt).

ELLENBERG, H. (1958): Bodenreaktion (einschließlich Kalkfrage). – Handb. Pflanzenphysiol. 4: 638–708. – Springer; Berlin, Göttingen, Heidelberg.

ELLENBERG, H. (1971): Die natürlichen Waldgesellschaften der Eilenriede in ökologischer Sicht (mit Vegetationskarte von 1946). – Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 7: 121–127. Hannover.

ELLENBERG, H. (1977): Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. – Oecol. Plant. 12: 1–22. Paris.

ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. verb. u. erw. Aufl. – Scripta Geobot. 9. Göttingen. 122 S.

ESTERMANN, E.F., McLAREN, A.D. (1961): Contribution of rhizoplane organisms to the total capacity of plants to utilize organic nutrients. – Plant and Soil 15: 243–260. The Hague.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

EVERS, F.H., SCHÖPFER, W., MIKLOSS, J. (1968): Die Zusammenhänge zwischen Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Mengen (in kg/ha) und den C/N-, C/P- und C/K-Verhältnissen der Oberböden von Waldstandorten. – Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtg. 17: 59–71. Stuttgart.
HEINEMANN, B. (1971): Die Böden der südlichen Eilenriede. – Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 7: 91–107. Hannover.
HOFFMANN, G., TEICHER, K. (1961): Ein kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Ureaseaktivität in Böden. – Z. Pflernähr., Düng., Bodenk. 56: 68–72. Weinheim.
HOFMANN, G. (1968): Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N-Verhältnis und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. – Arch. Forstwes. 17: 845–855. Berlin.
KINZEL, H. (1982): Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. – Ulmer, Stuttgart. 534 S.
KÖHLER, W., SCHACHTEL, G., VOLESKE, P. (1984): Biometrie. – Springer; Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. 255 S.
KOPP, D. u. Mitarb. (1969): Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. – VEB Forstprojektierung Potsdam.
KRIEBITZSCH, W.-U. (1978): Stickstoffnachlieferung in sauren Waldböden Nordwestdeutschlands. – Scripta Geobot. 14. Göttingen. 66 S.
LANG, H.D. (1971): Die quartären Ablagerungen in der Eilenriede und ihrer Umgebung. – Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover. 7: 79–86. Hannover.
LOHMEYER, W. (1950): Die Pflanzengesellschaften der Eilenriede bei Hannover. Erläuterungen zur Vegetationskarte. – Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover 99–101: 78–145. Hannover.
MÖLLER, H. (1975): Soziologisch-ökologische Untersuchung der Sandküstenvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostsee. – Mitt. Arbgem. Geobot. Schl.-Holst. 26. Kiel. 166 S.
MÖLLER, H. (1981a): Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen der Urease- und Saccharaseaktivität des Bodens und der Humusform, vorgenommen an drei Melico-Fagetum-Ökosystemen des Deisters. Ein Beitrag zur Indikatorfunktion von Enzymen für die biologische Aktivität des Bodens. – Flora 171: 367–386. Jena.
MÖLLER, H. (1981b): Beziehungen zwischen Enzymaktivität und Humusqualität in Böden des Luzulo-Fagetum und seiner Fichten-Ersatzgesellschaft im Deister. Zur Indikatorfunktion von Enzymen für die biologische Aktivität des Bodens. – Acta Oecol., Oecol. Gener. 2 (4): 313–325. Paris.
MÖLLER, H., PRÜSSMANN, D. (1983): Zum Einfluß des Fichtenreinanbaus auf Morphologie, C/N-Verhältnis, C- und N-Mengen sowie pH-Wert des Humuskörpers ehemaliger Luzulo-Fagetum-Böden des Deisters. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover 126: 153–172. Hannover.
MÜLLER, E.H. (1956): Die Bodenkartierung zum Zwecke der forstlichen Standorterkundung in Nordrhein-Westfalen. – Allg. Forst- u. Jagdz. 127 (8/9): 157–164. Frankfurt/Main.
NIEDERSÄCHSISCHER MINISTER FÜR BUNDESANGELEGENHEITEN (1985): Reinhaltung der Luft. – Niedersächsisches Landesverwaltungsamt. Hannover. 228 S.
OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. überarb. u. erg. Aufl. – Ulmer, Stuttgart. 1051 S.
RICHTER, R. (1979): Ein Vergleich der rezenten Vegetationsverhältnisse in den Forstabteilungen 6, 7 und 9 der Eilenriede mit dem 1946 von LOHMEYER und ELLENBERG festgestellten Zustand. – Staatsexamenarb. Univ. Hannover, Lehrgebiet für Geobotanik. 132 S.
SACHS, L. (1972): Statistische Auswertungsmethoden. 3. neub. u. erw. Aufl. – Springer; Berlin, Heidelberg, New York. 545 S.
SCHEFFER F., SCHACHTSCHABEL, P. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. 11. neub. Aufl. – Enke, Stuttgart. 442 S.
SCHEFFER, F., ULRICH, B. (1960): Humus und Humusdüngung. Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde II. Teil, 1. Bd.; 2. neub. Aufl. – Enke, Stuttgart.
SCHLICHTING, E. (1960): Typische Böden Schleswig-Holsteins. – Schr.reihe Landw. Fak. Univ. Kiel 26. – Parey, Hamburg u. Berlin. 140 S.
THE SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES (1984): Effects of air pollution on forest land. Outline for a research programme. – Uppsala. 197 S.
TRAUTMANN, W., KRAUSE, A., WOLFF-STRAUB, R. (1970): Veränderungen der Bodenvegetation in Kiefernforsten als Folge industrieller Luftverunreinigungen im Raum Mannheim-Ludwigsburg. – Schr.reihe Vegkde. 5: 193–207. Bonn–Bad Godesberg.
TREPL, L. (1982): Zur anthropogenen Beeinträchtigung stadtnaher Wälder. Das Beispiel der Eilenriede bei Hannover. – Tuexenia 2: 195–208. Göttingen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ULRICH, B., MAYER, R., KHANNA, P.K. (1981) Depositionen von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. – Schr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. Nieders. Forstl. Vers.anst. 58. 2. Aufl. – Sauerländer, Frankfurt/Main. 291 S.
WEBER, E. (1980): Grundriß der biologischen Statistik. 8. überarb. Aufl. – Fischer; Stuttgart, New York. 652 S.
WITTICH, W. (1963): Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfauna unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. – Schr.reihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen 30: 3–60. – Sauerländer, Frankfurt/Main.
ZEZSCHWITZ, E. von (1968): Beziehungen zwischen dem C/N-Verhältnis der Waldhumusformen und dem Basengehalt des Bodens. Ein Beitrag zur Kenntnis der Trophie. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 16: 143–174. Krefeld.
– (1980): Analytische Kennwerte typischer Humusformen westfälischer Bergwälder. – Z. Pflernähr., Bodenk. 143: 692–700. Weinheim.

Anschrift des Verfassers:
Priv.-Doz. Dr. Hans Möller
Lehrgebiet für Geobotanik der Universität
Nienburger Str. 17, D-3000 Hannover

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

UNTERSUCHTE VEGETATIONSTYPEN

A = Corydalis-Buchenmischwald; B = Reiner Ficaria-Buchenmischwald; C = Reiner Anemone nemorosa-Buchenmischwald; D = Convallaria-Buchenmischwald; E = Pteridium-Nadelholzforst

		A							B				C						D								E					
Ökosystem		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Tabellen-Nr.		7	1	2	3	4	5	26	27	24	34	9	40	35	22	8	12	11	15	38	37	36	30	23	17	18	19	29	41	32	33	31	42
Aufnahme-Nr.		400	500	500	600	600	400	600	500	500	600	600	600	400	450	400	300	1200	600	400	500	600	600	700	400	250	800	600	600	600	600	800	600
Höhe der Baumschicht I (m)		35	24	25	23	22	22	27	30	25	27	27	26	33	27	25	28	26	27	32	29	30	27	25	22	26	25	23	23	22	23	22	27
Höhe der Baumschicht II (m)		12	18	17	15	5	18	18	17	12	12	18	17	20	15	14	16	20	21	21	19	19	14	17	17	14	19	15	8	.	18	10	16
Höhe der Baumschicht III (m)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	11	.	.	7	.	11
Kronenschluß d. Baumschicht I (%)		70	80	80	50	50	60	85	30	70	85	60	60	30	15	50	45	75	80	80	70	90	75	60	50	65	80	20	45	20	25	35	15
Kronenschluß d. Baumschicht II (%)		70	40	15	15	5	20	30	70	30	5	25	60	40	60	80	60	25	30	30	10	15	6	70	60	40	60	25	20	.	10	15	5
Kronenschluß d. Baumschicht III (%)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.	30	.	.	.	.	.	.	50	.	.	5	.	15
Vegetationsbedeckung d. Kräuter (%)		30	80	70	80	60	70	90	70	60	35	30	70	70	45	70	50	70	40	60	50	60	40	65	60	65	70	60	70	70	90	90	90
BAUMSCHICHT I:																																	
F	Fagus sylvatica	60	20	60	15	10	3	20	.	.	65	.	.	.	15	10	10	50	30	25	30	55	40	30	.	5	60	.	.	.	.	.	.
Q-F	Quercus robur	.	5	.	.	10	.	20	.	.	.	35	55	30	.	40	30	25	50	25	20	10	30	30	50	60	20	.	20	.	.	.	.
	Acer pseudoplatanus	.	40	.	35	30	15	30	15	15	3	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Carpinus betulus	.	.	.	10	10	5	5	.	.	10	.	.	.	.	.	5	.	.	25	20	20	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
T A,B;F	Fraxinus excelsior	.	5	.	10	.	20	.	.	40	2	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Acer platanoides	.	20	.	.	.	15	10	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
T E	Pinus sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	20	25	35	.
	Tilia spec.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	10	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Larix spec.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
T E	Betula pubescens	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
	Larix decidua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	.	.	15
	Quercus rubra	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Ulmus glabra	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Populus spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Picea abies	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.
BAUMSCHICHT II u.III:																																	
F	Fagus sylvatica	.	20	15	10	.	15	.	50	.	3	5	10	.	.	15	5	15	30	30	20	5	3	.	.	20	20	2	.	.	.	.	.
F	Carpinus betulus	5	5	.	2	.	.	30	15	30	.	10	45	5	15	60	15	5	.	.	5	5	3	5	50	20	40	2	.	.	.	.	.
F	Acer pseudoplatanus	20	10	.	.	3	5	.	5	.	.	10	.	45	20	5	40	.	.	.	5	5	.	5	10	.	.	3	.	.	.	.	.
F	Acer platanoides	10	10	.	.	2	.	.	+	.	.	.	5	40	25	.	.	5	.	.	10	.	.	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	35	10	.	5	10	15
T E	Betula pubescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	10	5	.
F	Ulmus glabra	5	.	.	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Tilia spec.	30	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Quercus rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
T A,B;F	Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q-F	Quercus robur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.
Q-F	Quercus petraea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	.	.	.	.	.
	Betula pendula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
STRAUCHSCHICHT:																																	
	Sambucus nigra	.	1	1	1	2	1	5	1	15	5	.	.	3	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	+	5	.	.	.	.	.	.
F	Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	1	3	10	.	.	.	.	10	.	.	.	5	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2	5	.	.	.	.	.
F	Euonymus europaea	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
T A,B;F	Prunus padus	1	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sambucus racemosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	3	1	+	.	+	.	.
KRAUTSCHICHT:																																	
Trennarten A:																																	
F	Corydalis cava	3	35	60	30	10	25	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q-F	Anemone ranunculoides	1	.	+	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q-F	Hepatica nobilis	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Allium ursinum	.	.	5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten A, B gegen B, C, D:																																	
	Ranunculus ficaria mel.	10	5	20	15	15	20	+	10	5	20	5	+	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Arum maculatum	2	5	5	5	3	10	1	15	.	6	6	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Adoxa moschatellina	5	5	1	+	1	.	.	1	10	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Glechoma hederacea	.	5	.	10	20	.	2	.	.	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennart A, B, C gegen D, E:																																	
F	Lamium galeobdolon	2	5	1	30	20	20	40	2	50	2	10	5	2	10	2	+	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennart D:																																	
Q-F	Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	10	1	10	5	15	3	60	.	.	.	.	.	.
Trennart A, B, C, D gegen E:																																	
Q-F	Anemone nemorosa	10	55	25	30	35	35	30	50	60	5	5	60	70	45	70	50	70	40	60	50	55	40	65	60	65	50	.	.	.	.	.	.
Trennarten E:																																	
	Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60	65	70	90	90	90
	Dryopteris carthusiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	+	+	+	1	+
weitere Kennarten der Ordnung Fagetalia sylvaticae:																																	
	Polygonatum multiflorum	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	+	r	.	1	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.
	Milium effusum	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	1	.	+	.	.	.	.	+	.	1	.	.	+	.	10	+	.	.	.	.	.
	Galium odoratum	+	.	.	r	+	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
weitere Kennart der Klasse Querco-Fagetea:																																	
	Hedera helix	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	6	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
übrige Arten:																																	
	Impatiens parviflora	.	5	1	+	2	+	1	1	1	5	+	r	+	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	+	+	r	+	.	+	5	1	+
	Urtica dioica	.	+	.	+	1	1	1	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	5	+	.
	Sambucus nigra juv.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Rubus fruticosus coll.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	5	5	.	.	.	+	.	.	+	5	.	.	.	.	+	5	10	.	.	.	.
	Maianthemum bifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1	+	6	.	.	.	.	.	.
	Geum urbanum	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
	Geranium robertianum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Athyrium filix-femina	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	Sambucus nigra	.	1	1	1	2	1	5	1	15	5	.	.	3	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	+	5	.	.	.	.	.	.
F	Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	1	3	10	.	.	.	.	10	.	.	.	5	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2	5	.	.	.	.	.
F	Euonymus europaea	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
T A,B;F	Prunus padus	1	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sambucus racemosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	3	1	+	.	+	.	.
KRAUTSCHICHT:																																	
Trennarten A:																																	
F	Corydalis cava	3	35	60	30	10	25	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q-F	Anemone ranunculoides	1	.	+	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q-F	Hepatica nobilis	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Allium ursinum	.	.	5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten A, B gegen B, C, D:																																	
	Ranunculus ficaria mel.	10	5	20	15	15	20	+	10	5	20	5	+	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Arum maculatum	2	5	5	5	3	10	1	15	.	6	6	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	Adoxa moschatellina	5	5	1	+	1	.	.	1	10	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Glechoma hederacea	.	5	.	10	20	.	2	.	.	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennart A, B, C gegen D, E:																																	
F	Lamium galeobdolon	2	5	1	30	20	20	40	2	50	2	10	5	2	10	2	+	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennart D:																																	
Q-F	Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	10	1	10	5	15	3	60	.	.	.	.	.	.
Trennart A, B, C, D gegen E:																																	
Q-F	Anemone nemorosa	10	55	25	30	35	35	30	50	60	5	5	60	70	45	70	50	70	40	60	50	55	40	65	60	65	50	.	.	.	.	.	.
Trennarten E:																																	
	Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60	65	70	90	90	90
	Dryopteris carthusiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	+	+	+	1	+
weitere Kennarten der Ordnung Fagetalia sylvaticae:																																	
	Polygonatum multiflorum	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	+	r	.	1	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.
	Milium effusum	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	1	.	+	.	.	.	.	+	.	1	.	.	+	.	10	+	.	.	.	.	.
	Galium odoratum	+	.	.	r	+	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
weitere Kennart der Klasse Querco-Fagetea:																																	
	Hedera helix	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	6	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
übrige Arten:																																	
	Impatiens parviflora	.	5	1	+	2	+	1	1	1	5	+	r	+	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	+	+	r	+	.	+	5	1	+
	Urtica dioica	.	+	.	+	1	1	1	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	5	+	.
	Sambucus nigra juv.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Rubus fruticosus coll.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	5	5	.	.	.	+	.	.	+	5	.	.	.	.	+	5	10	.	.	.	.
	Maianthemum bifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1	+	6	.	.	.	.	.	.
	Geum urbanum	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
	Geranium robertianum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Athyrium filix-femina	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem kommen vor: i.d. STRAUCHSCHICHT: F Carpinus betulus in 9: +, 13: 1, 16: 5; Sorbus aucuparia in 12: +, 19: 1, 26: +; F Acer platanoides in 2: 1, 26:1; F Fraxinus excelsior in 4: 5, 30: +; F Fagus sylvatica in 19: 3, 28: 1; Quercus rubra in 9: +; Tilia spec. in 11: 1; Q-F Crataegus laevigata (Rz=7,Nz=x) in 11: 1; Frangula alnus (Rz=2,Nz=x) in 28: 5; i.d. KRAUTSCHICHT: Fagetalia-Arten: Viola reichenbachiana (Rz=7,Nz=6) in 4: r, 9: +, 11: +; Circaea lutetiana (Rz=7,Nz=7) in 10: +, 11: +, 17: +; Pulmonaria obscura (Rz=8,Nz=7) in 1: +, 11: +; Scrophularia nodosa (Rz=6,Nz=7) in 1: +, 10: r; Stellaria holostea (Rz=6, Nz=5) in 4: +, 6: +; Impatiens noli-tangere (Rz=7,Nz=6) in 11: +, 14: r; Corydalis intermedia (Rz=7,Nz=7) in 2: 1; Carex sylvatica (Rz=7,Nz=5) in 11: +; Carex remota (Rz=x,Nz=x) in 11: +; Cornus sanguinea juv. (Rz=8,Nz=x) in 11: 1; Fagus sylvatica juv. in 5: +, 16: +, 17: +, 21: +, 26: +, 27: +; Acer platanoides juv. in 2: 2, 5: +, 7: +, 21: 5; Acer pseudoplatanus juv. in 3: 1, 5: +, 10: +, 22: +; Carpinus betulus juv. in 7: +, 16: +, 24: +; Fraxinus excelsior juv. in 11: +; Querco-Fagetea-Art: Quercus robur juv. in 7: +, 9: +, 11: r, 12: +, 16: +, 20: +, 21: +, 22: +, 24: +, 25: +; übrige Arten: Lonicera periclymenum (Rz=3,Nz=4) in 12: 1, 21: r, 27: +; Moehringia trinervia (Rz=6,Nz=7) in 9: +, 12: +; Aegopodium podagraria (Rz=7,Nz=8) in 5: +, 9: 1; Oxalis acetosella (Rz=4, Nz=7) in 12: 1, 22: +; Alliaria petiolata (Rz=7,Nz=9) in 9: +; Taraxacum officinale (Rz=x,Nz=7) in 2: +; Poa trivialis (Rz=x,Nz=7) in 6: r; Galeopsis tetrahit (Rz=x,Nz=7) in 10: +; Epilobium montanum (Rz=6,Nz=6) in 11: +; Poa nemoralis (Rz=5,Nz=3) in 26: +; Sorbus aucuparia juv. in 5: +, 21: +, 22: r, 27: +, 29: 2, 31: +, 32: +; Tilia spec. juv. in 2: +.

T A,B = Trennart A, B gegen C, D, E; T E = Trennart E; F = Kennart der Ordnung Fagetalia sylvaticae; Q-F = Kennart der Klasse Querco-Fagetea; juv. = Jungwuchs; mel. (=melius) = mit höherem Deckungsgrad; Rz = Reaktionszahl; Nz = Stickstoffzahl

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: NS_7

Autor(en)/Author(s): Möller Hans

Artikel/Article: Beziehungen zwischen Vegetation und Humuskörper in der Eilenriede (Hannover), einem Stadtwald mit menschlich beeinflußten Böden 427-446