

VEGETATIONSKUNDLICHE UND IMMISSIONSÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM BAUMFUßBEREICH VON ROTBÜCHEN (*FAGUS SYLVATICA* L.) IM PLANAR-COLLINEN FRANKFURTER STADTWALD

Marion Löhr und Theodor Gies

ABSTRACT

The effects of high acid input by stemflow on species composition was investigated in the herb layer of Melick-Beech forests (*Melico-Fagetum*) in the lowland Frankfurt area.

The plant sociological surveys showed an increase of the acidophytic moss-species *Dicranella heteromalla* at trunk base areas of beeches influenced by the stemflow. At the same time the numbers of nitrophytes, basiphytes and juvenile woody plants were reduced in this area.

These results could be confirmed by applying the indicator value method of ELLENBERG (1979); a significant increase of acid indicators and a decrease of nitrogen indicators was observed in the trunk base area.

The influence of stemflow on chemical soil properties was shown by investigation of soil-pH in the upper soil horizons (0-10 cm). The soil-pH in the trunk base areas was mostly decreased to the Fe buffer range, whereas in 3 m-distance to the stem the Al/Fe buffer range prevailed.

keywords: beech forest, trunk base, stemflow, changes in species composition of a Melick-Beech forest, ecological indicator values, soil-pH, acidophytes

EINLEITUNG

Aufgrund forsthydrologischer Unterschiede erfolgt im baumnahen Bodenbereich von Rotbuchen ein erhöhter Eintrag von Wasser und damit auch von Säure und Schadstoffen, so daß sich diese Bereiche trotz ansonsten gleicher Ausgangsbedingungen (bodenkundliche, klimatische, etc.) in erster Linie durch Immissionseinflüsse stärker als der Restwald verändern.

Läßt sich aufgrund der Veränderungen im baumnahen Bodenbereich die Entwicklung im Restwald vorhersagen?

Um dieser Frage nachzugehen, wurden kleinräumige Vegetationsaufnahmen im Baumfußbereich von Rotbuchen und eine Berechnung der Zeigerwerte von ELLENBERG (1979) durchgeführt. Ferner wurden pH-Werte des Oberbodens und Bleigehalte in Waldkräutern bestimmt.

METHODE

Abgrenzung stammnaher und stammferner Bereiche

Um die betreffende Buche werden zwei nach Norden ausgerichtete Quadrate gelegt. Die innere Untersuchungsfläche - der Baumfußbereich - umfaßt 4 m², sie deckt den hauptsächlich vom Stammablaufwasser beeinflussten Bereich ab. Die äußere Untersuchungsfläche - die Vergleichsfläche - ist 32 m² groß und deckt den Bereich der Kronentraufe ab (siehe Abb. 1).

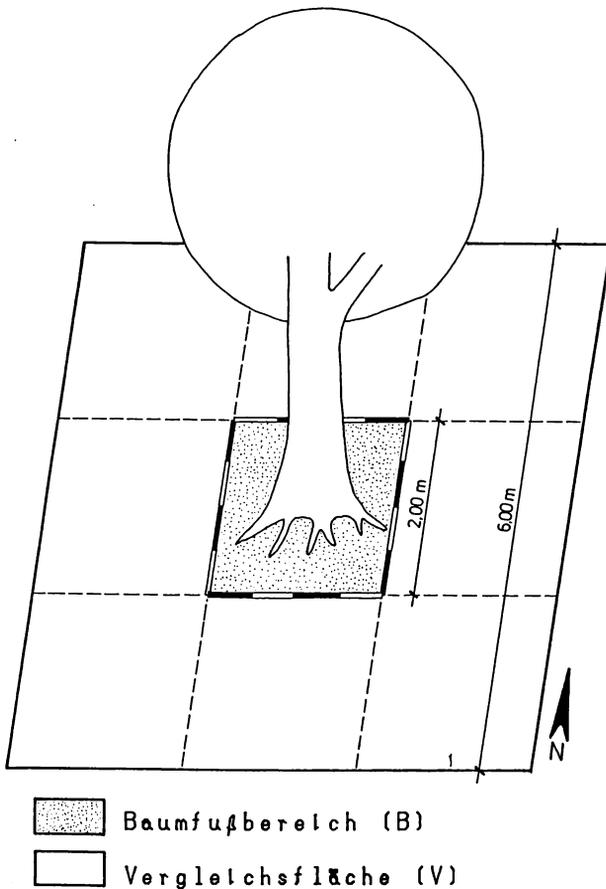


Abb. 1: Abgrenzung der Untersuchungsflächen in den stammnahen Baumfußbereich (B) und die stammfernere Vergleichsfläche (V).

Standortcharakterisierung

Die Untersuchungen wurden im östlichen Teil des Frankfurter Stadtwaldes, dem Oberwald, in naturnahen, frischen und mesotrophen Perlgras-Buchenwäldern durchgeführt. Die Buchen sind im allgemeinen sehr wüchsig (Bonität 1,5 - 2,0) und erreichen Höhen von bis zu 50 m. Sie stocken auf Braunerden und Parabraunerden aus Flugsand, außerhalb der Baumfußbereiche herrscht die Humusform F-Mull vor.

ERGEBNISSE

Untersuchungen zu immissionsökologisch relevanten Parametern: pH-Messungen, Blei-Bestimmung in Waldkräutern

pH (H₂O) und pH (KCl)-Messungen ergaben, daß der Oberboden in beiden untersuchten Forst-abteilungen stark versauert ist, obwohl nahe der Bodenoberfläche (ab ca. 1 m Bodentiefe) Reste fossiler Terra-fusca-Böden und tertiärer Kalkablagerungen zu finden sind (pH (H₂O) - 8,0).

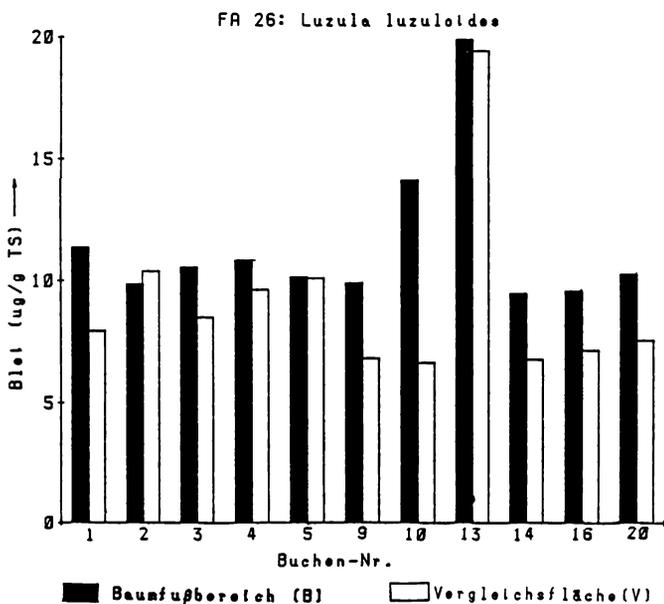
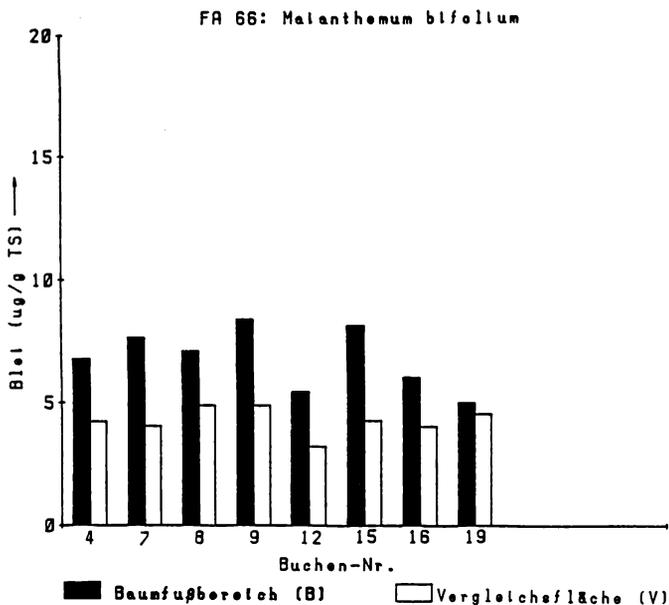


Abb. 2 und 3: Bleikonzentration in $\mu\text{g/g}$ Trockensubstanz (TS) in den oberirdischen Organen von *Maianthemum bifolium* und *Luzula luzuloides* im Baumfußbereich (B) und der Vergleichsfläche (V) eines *Melico-Fagetum typicum* bzw. *Melico-Fagetum luzuletosum* im Oberwald des Frankfurter Stadtwaldes.

In der Vergleichsfläche, ca 3 m, vom Stammittelpunkt entfernt, befindet sich der Ah-Horizont im Aluminium/Eisen-Pufferbereich. Der vermehrte Eintrag von Stammablaufwasser in den Baumfußbereich (Probenentnahme in Baumfußschürze, Abschwemmbereich und unter Säurezeigern, siehe Abb. 4) bewirkt eine weitere Verschiebung der Pufferbereiche bis hin zum Eisen-Pufferbereich, mithin eine weitere extreme Versauerung des Oberbodens in den ohnehin schon stark versauerten Buchenbeständen.

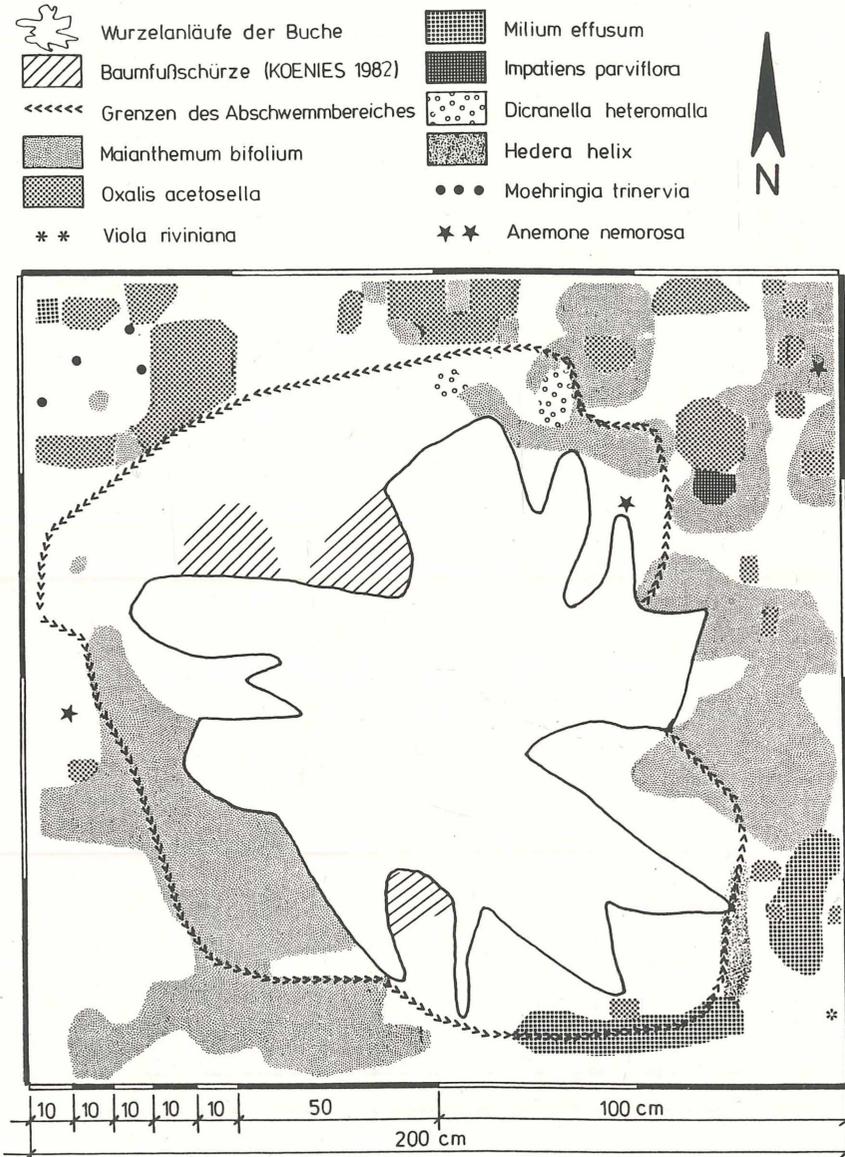


Abb. 4: Detaillierte Darstellung des Baumfußbereiches einer Rotbuche in einem *Melico-Fagetum typicum* mit der Ausdehnung des Abschwemmbereiches, der Baumfußschürze und der Wurzelanläufe der Buche, sowie der Verteilung der Kräuter. Bei einer Auswertung von 20 Kartierungen des Baumfußbereiches konnte ein vermehrtes Auftreten des Säurezeigers *Maianthemum bifolium* in der Himmelsrichtung Süd/Südwesten, der Hauptwindrichtung, nachgewiesen werden.

Die Bleigehalte in den oberirdischen Organen von Waldkräutern (*Maianthemum bifolium* und *Luzula luzuloides*) weisen auf eine höhere Schwermetallbelastung im Baumfußbereich hin (siehe Abb. 2 und 3). Diese Ergebnisse bestätigen die Eignung der hier angewendeten Methode.

Baumfußbereiche

Um die Baumfußbereiche näher zu charakterisieren wurde die Verteilung der Pflanzen und die Ausdehnung der Wurzelanläufe und der Abschwemmbereiche bei 40 Buchen detailliert kartiert (siehe Abb. 4). Der Baumfußbereich ist keine einheitliche Fläche. Im Abschwemmbereich ist die Streu weggeschwemmt, hier verbleiben nur noch Nebenblätter und Knospenschuppen der Rotbuche. Die Baumfußschürzen sind noch stärker vom Stammablaufwasser geprägt, dort ist keinerlei Streu mehr vorhanden. Darüberhinaus sind häufig Humusanreicherungen zu beobachten, die auch unter dem Säurezeiger *Maianthemum bifolium* eine Mächtigkeit von bis zu 7 cm aufweisen können.

Welchen Einfluß haben immissionsbedingte Veränderungen auf die Krautvegetation eines Perlgrasbuchenwaldes?

Verändert sich das Artenspektrum?

Nehmen die Säurezeiger im baumnahen Bereich zu?

Die Vegetationsaufnahmen wurden an je 50 Buchen in einem *Melico-Fagetum typicum* (Forstabteilung 66) und einem *Melico-Fagetum luzuletosum* (Forstabteilung 26) erstellt. Die Ergebnisse werden in einer Stetigkeitstabelle zusammengefasst und in ökologisch-soziologische Artengruppen untergliedert (siehe Tab. 1).

Nur die säuretolerante Moosart *Dicranella heteromalla* nimmt sowohl im *Melico-Fagetum typicum* als auch im *Melico-Fagetum luzuletosum* zu. Gleiche Stetigkeit im Baumfußbereich und Vergleichsfläche weist nur *Maianthemum bifolium* auf. Andere Säurezeiger wie *Viola riviniana*, *Carex pilulifera* und *Luzula luzuloides* weichen sogar aus dem Baumfußbereich zurück. Dieser Rückgang der Arten ist statistisch signifikant (2-Vierfeldertest). Auch bei anderen ökologisch-soziologischen Artengruppen ist vielfach eine geringere Stetigkeit der Arten im Baumfußbereich nachzuweisen. Dies gilt ohne Ausnahmen für den Gehölzjungwuchs, die Zeiger mäßiger Nitrifizierung und auch für einen Teil der Zeiger stärkerer Nitrifizierung. Bei einem Teil der Mullbodenpflanzen, die mit gleicher Stetigkeit in beiden Versuchsflächen auftreten, wie bei *Milium effusum* und *Galium odoratum*, liegt wiederum der Deckungsgrad im Baumfußbereich signifikant niedriger.

Für den Frankfurter Stadtwald kann im baumfußnahen Bereich ein Rückgang der höheren Pflanzenarten beobachtet werden. Es findet jedoch keine säurebedingte Sukzession, zur nächst-sauren Variante, also vom *Melico-Fagetum* zum *Luzulo-Fagetum*, statt.

Können diese kleinräumigen vegetationskundlichen Unterschiede auch anhand der Zeigerwerte von ELLENBERG (1979) nachgewiesen werden?

Die seit langem anerkannte und verwendete Methode der mittleren Zeigerwerte von ELLENBERG (1979) ist mathematisch nicht korrekt, da es sich bei Zeigerwerten um ordinale Größen handelt. Diese sind in der Regel nicht normalverteilt, deshalb dürfte keine Mittelwertbildung und Berechnung der Standardabweichung erfolgen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde diese Methode trotzdem angewandt (siehe Tab. 2 und Abb. 5). Darüberhinaus wurde die Darstellung in Form einer Häufigkeitsverteilung der Zeigerwerte (siehe Abb. 6 und 7) und des Reaktionszahlenindex von MÖLLER (1987) als Auswertungsmethode gewählt. Beide Methoden sind statistisch einwandfrei und erstere berücksichtigt sogar den Anteil der indifferenten Arten.

Tab. 1: Stetigkeitstabelle aus je 50 Vegetationsaufnahmen im Baumfußbereich (B) und der Vergleichsfläche (V) in einem *Melico-Fagetum typicum* (Forstabteilung 66) und einem *Melico-Fagetum luzuletosum* (Forstabteilung 26) im Oberwald des Frankfurter Stadtwaldes.

r = 1- 5 % + = 6-10 % I = 11- 20 % II = 21-40 %
 III = 41-60 % IV = 61-80 % V = 81-100 %

	66 B	66 V	26 B	26 V
Säurezeiger				
Luzula luzuloides	-	-	IV	V
Maianthemum bifolium	V	V	r	r
Viola riviniana	II	V	II	IV
Dicranella heteromalla	III	r	III	II
Carex pilulifera	-	-	I	II
Polytrichum formosum	-	-	I	I
Dicranodontium denudatum	r	-	r	r
Pohlia nutans	r	-	-	r
Sarothamnum scoparium	-	-	-	I
Sorbus aucuparia	-	r	+	r
Avenella flexuosa	-	-	r	+
Mullbodenpflanzen				
Milium effusum	V	V	I	III
Anemone nemorosa	III	III	+	II
Galium odoratum	V	V	+	II
Polygonatum multiflorum	III	V	-	-
Lamium galeobdolon	III	III	-	-
Hedera helix	II	III	-	-
Stellaria holostea	II	III	-	-
Convallaria majalis	II	II	r	r
Melica uniflora	+	II	-	+
Zeiger mäßiger Nitrifiz.				
Mycelis muralis	-	-	I	III
Poa nemoralis	-	II	II	IV
Zeiger stärkerer Nitrifiz.				
Alliaria petiolata	r	r	-	-
Rubus idaeus	+	r	II	IV
Eupatorium cannabinum	-	-	-	+
Urtica dioica	-	+	-	-

	66 B	66 V	26 B	26 V
Oxalis acetosella				
Oxalis acetosella	V	V	I	II
Galeopsis tetrahit	r	III	+	II
Moehringia trinervia	II	IV	+	III
Scrophularia nodosa	r	-	r	I
Circaea luteitana	+	III	-	-
Impatiens parviflora	V	V	IV	V
Calamagrostis epigejos	-	-	+	II
Athyrium filix-femina	-	-	-	I
Pulmonaria obscura	r	r	-	-
Gehölzjungwuchs				
Rubus idaeus K.	I	I	+	I
Sambucus nigra	I	II	-	r
Acer pseudoplatanus	II	V	r	II
Picea abies	-	-	-	I
Quercus robur	I	III	+	II
Carpinus betulus	I	III	r	I
Acer campestre	-	-	r	I
Fagus sylvatica	II	IV	III	V
Prunus padus	+	II	-	+
Acer platanoides	I	II	-	r
Rubus fruticosus agg.	r	I	r	I
Begleiter				
Dryopteris carthusiana	+	-	I	+
Juncus effusus	-	-	r	r
Moosschicht				
Hypnum cupressiforme	+	-	+	r
Atrichum undulatum	r	+	+	+
Isopterygium elegans	I	-	I	r
Mnium hornum	-	-	+	-

Tab. 2: Mittelwerte der mittleren ungewichteten Licht- (mL), Feuchte- (mF), Reaktions- (mR) und Stickstoffzahlen (mN) für die Baumfußbereiche (B) und Vergleichsflächen (V) eines *Melico-Fagetums typicum* (Forstabteilung 66, n = 50) und eines *Melico-Fagetums luzuletosum* (Forstabteilung 26, n = 29) im Oberwald des Frankfurter Stadtwaldes.

	FA 66		FA 26	
	B	V	B	V
mL	3,4	3,8	4,4	4,8
mF	5,3	5,3	5,1	5,2
mR	4,8	5,3	3,8	4,3
mN	5,5	5,8	5,3	5,6

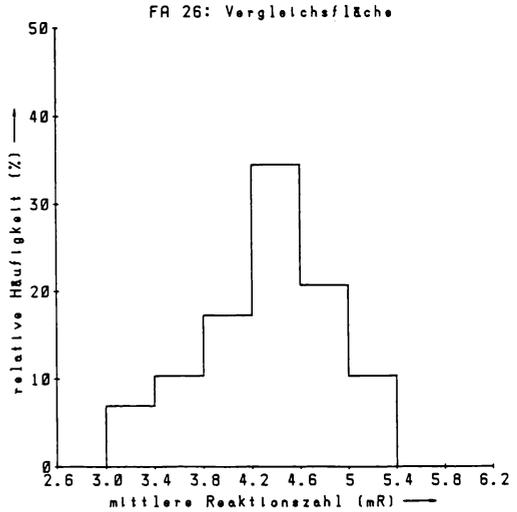
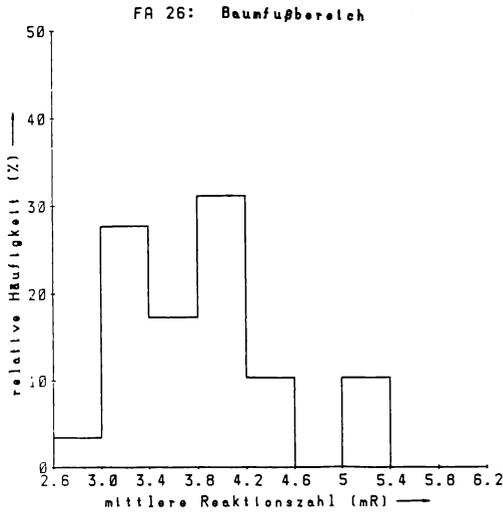
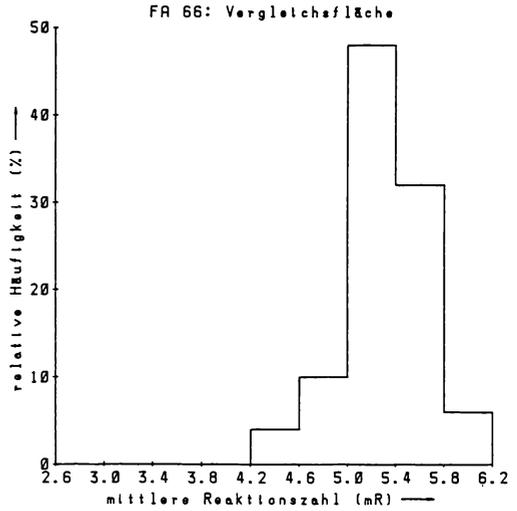
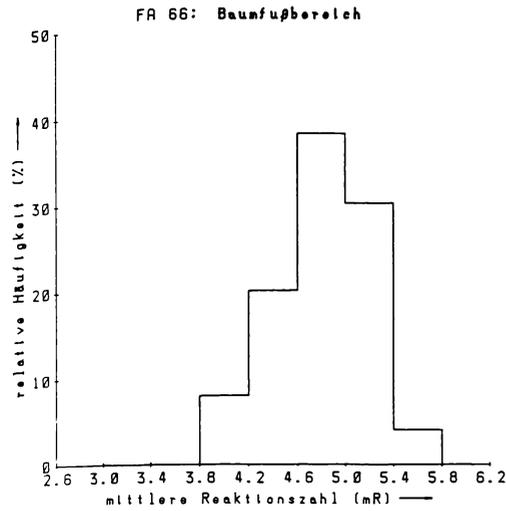
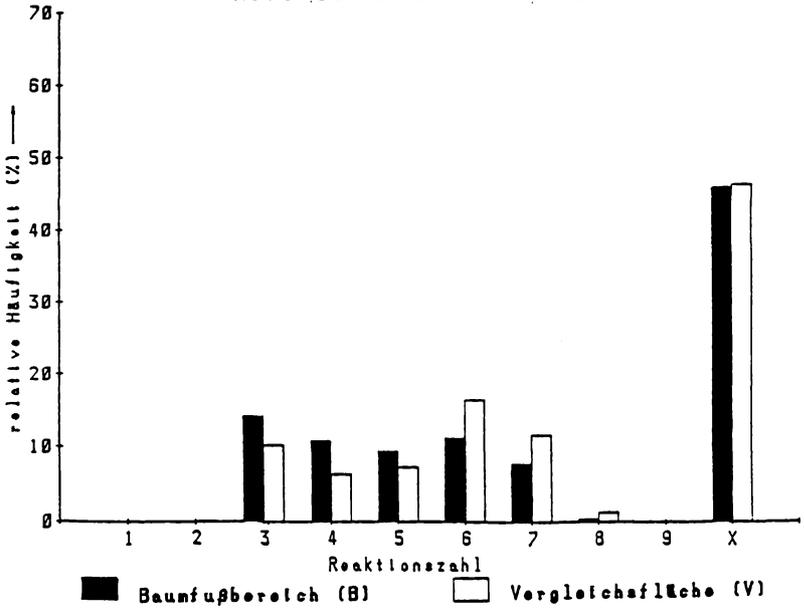


Abb. 5: Relative Häufigkeit der mittleren ungewichteten Reaktionszahlen in den Baumfußbereichen (B) und Vergleichsflächen (V) eines *Melico-Fagetums typicum* (Forstabs. 66, n = 50) und eines *Melico-Fagetums luzuletosum* (Forstabs. 26, n = 29) im Oberwald des Frankfurter Stadtwaldes.

Als Ergebnis konnte bei den Faktoren Licht-, Feuchte-, Stickstoff- und Reaktionszahl ein statistisch signifikanter Unterschied (Wilcoxon-Paardifferenzentest) zwischen Baumfußbereich und Vergleichsfläche nachgewiesen werden. Bei der Feuchtezahl (siehe Tab. 2) liegen die Differenzen der Mittelwerte jedoch unter 0,2 (der Genauigkeitsgrenze der Methode), so daß dieser Unterschied vernachlässigt werden sollte. Aufgrund der Berechnung der mittleren Zeigerwerte, des Reaktionszahlenindex von MÖLLER (1987) und der Häufigkeitsverteilung läßt sich folgendes Ergebnis formulieren: Die Baumfußbereiche sind saurer und stickstoffärmer als die Vergleichsflächen.

Abt. 66: Reaktionszahl



Abt. 26: Reaktionszahl

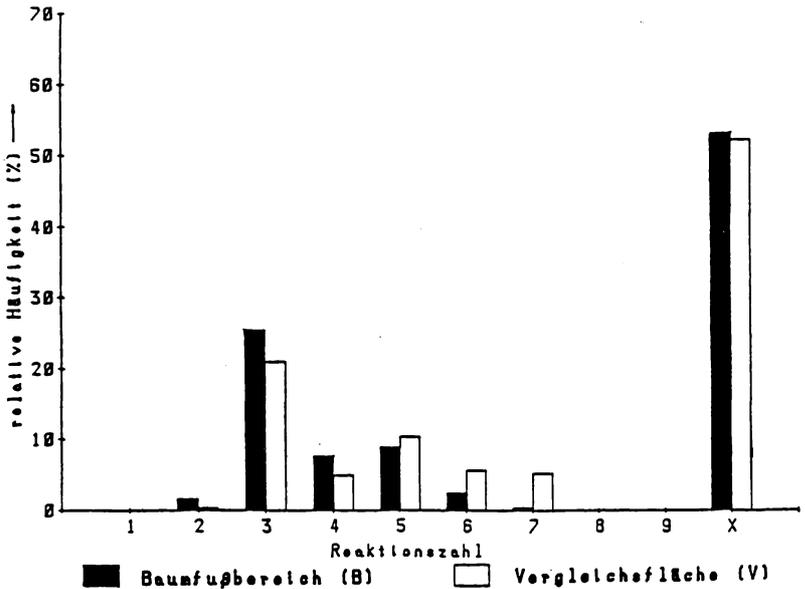


Abb. 6 und 7: Häufigkeitsverteilung der Reaktionszahlen (X = indifferentes Verhalten) in den Baumfußbereichen (B) und Vergleichsflächen (V) eines *Melico-Fagetum typicum* (Forstabeilung 66; B: n = 486, V: n = 850) eines *Melico-Fagetum luzuletosum* (Forstabeilung 26; B: n = 235, V: n = 552) im Oberwald des Frankfurter Stadtwaldes.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Diese Untersuchungen zeigen deutlich, daß für Baumfußbereiche in *Melico-Fageten* des planar-collinen Frankfurter Stadtwaldes erhöhte Säuredeposition, vermehrte Schwermetallgehalte, eine Verschiebung der Artenzusammensetzung der Krautvegetation und somit deutliche Unterschiede zwischen baumnahen Bereichen und dem Restwald nachgewiesen werden konnten.

Diese Veränderungen sind überwiegend auf saure Immissionen zurückzuführen. Gleichzeitig mit dem Eintrag von Säure und Schwermetallen werden zudem auch Schadstoffe wie z.B. Stickoxide eingetragen. Letztere bewirken, neben der Wirkung als Säurebildner, eine Eutrophierung, die aber nicht im Baumfußbereich nachzuweisen ist. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß nur ein Teil der immissionsbedingten Entwicklungen im Restwald mit Hilfe der Veränderungen im Baumfußbereich vorhergesagt werden kann.

LITERATUR

- ELLENBERG H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen. - 2. überarb. Auflage, Scripta Geobot. 9.
MÖLLER H., 1987: Wege zur Ansprache der aktuellen Bodenazidität auf der Basis der Reaktionszahlen von Ellenberg ohne arithmetisches Mittel dieser Werte. - Tuexenia 7: 499-505.

ADRESSE

Marion Löhr
Planungsgruppe Natur- und
Umweltschutz
Königswarterstraße 21
D-W-6000 Frankfurt/M 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19 3 1991](#)

Autor(en)/Author(s): Löhr Marion, Gies Theodor

Artikel/Article: [Vegetationskundliche und immissionsökologische Untersuchungen im Baumfußbereich von Rotbuchen \(*Fagus sylvatica* L.\) im planar-collinen Frankfurter Stadtwald 115-123](#)