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

Vegetationskundliche Untersuchungen in Fichtenwäldern und Fichtenforsten des Nordharzes[1)]

- Stephan Stockmar -

ZUSAMMENFASSUNG

Entlang eines Höhenprofils im Harz zwischen Bad Harzburg und dem Wurmberg werden die Fichtenforste pflanzensoziologisch und bodenkundlich, insbesondere humusmorphologisch, untersucht: Mit zunehmender Höhe steigen der Deckungsgrad der Bodenvegetation und die Anzahl der Moosarten. Die vier tiefer gelegenen Vegetationseinheiten sind gemeinsam durch eine Gruppe eigentlich waldfremder Arten gekennzeichnet, die der Hochlageneinheit (oberhalb 700 m NN) fehlt. Diese weist ihrerseits einige Moose als Trennartengruppe auf und läßt sich dem *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartm. 1953 zuordnen. Gleichzeitig erhöht sich hier fast sprunghaft die Mächtigkeit des Auflagehumus. Zwischen dieser und der Meereshöhe ergibt sich eine enge Korrelation. Wahrscheinlich sind die bei zunehmender Höhe festgestellten Veränderungen in erster Linie klimatisch bedingt. Abschließend wird die Frage nach einer natürlichen Fichtenstufe im Harz diskutiert.

ABSTRACT

Pedological research, especially involving humus, and plant-sociological investigations have been carried out in spruce forests at various altitudes in the Harz Mountains (Lower Saxony, F. R. G.). With increase in altitude there is a corresponding increase in the amount of ground vegetation and in the number of moss species.
The four vegetation types found at lower lewels are all characterized by some species not normally found in forests. These species do not occur in the vegetation above 700 m, which belongs to the *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartm. 1953 and presents a group of new mosses. Simultaneously, there is here almost a quantum increase in the thickness of the humus layer. There is a close correlation between this and the height above sea-level. The changes in vegetation and in thickness of the organic layer observed at the different altitudes are probably climatically related.
Finally, the question of spruce forests growing naturally at a certain level in the Harz Mountains is also discussed.

EINLEITUNG

In großen Teilen des Harzes wie auch anderer Mittelgebirge herrscht heute die Fichte in Form von Reinbeständen absolut vor, so daß das Waldbild von der Baumartenzusammensetzung her über alle Höhenstufen hinweg sehr einheitlich ist. Wenn die Fichte auch im Harz heimisch ist (s. z.B. DENGLER 1913, FIRBAS 1952), so ist dieser heutige Zustand mit Sicherheit durch den Menschen herbeigeführt, der hier die Wälder im Zusammenhang mit dem Bergbau bereits seit dem hohen Mittelalter intensiv genutzt hat (SCHUBART 1978). Bei diesen Verhältnissen ergeben sich aus vegetationskundlicher Sicht folgende Fragen:

1. Läßt sich innerhalb der Fichtenmonokulturen, trotz der Tatsache, daß sich die Fichte durch ihre Streu ein eigenes Milieu schafft, an der Bodenvegetation eine den klimabedingten Höhenstufen entsprechende Differenzierung erkennen?
2. Ändern sich parallel zur Bodenvegetation auch die Boden-, insbesondere die Humusverhältnisse, - unabhängig vom Einfluß primärer edaphischer Faktoren?
3. Falls sich solche den klimabedingten Höhenstufen entsprechende Differenzierungen ergeben: Können diese Anhaltspunkte für die Unterscheidung ehemaliger Laubwaldstandorte von natürlichen Fichtenstandorten liefern?

Daß primäre edaphische Standortfaktoren eine Differenzierung im Artengefüge der Kraut- und Moosschicht unter Fichte bewirken können, ist bereits verschiedentlich gezeigt worden (z.B. HAUFF et al. 1950). Bezüglich der höhenklimatischen Differenzierung fehlen aber bisher systematische Untersuchungen aus einem eng begrenzten Gebiet. Bei den Versuchen, vegetations- und bodenmäßig als natürlich geltende Fichtenwälder von sekundären abzutrennen, scheint für

---

[1)] Die Untersuchungen wurden 1982 im Rahmen einer Staatsexamensarbeit am Lehrgebiet für Geobotanik, Universität Hannover, durchgeführt.

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

erstere in der Regel ein bestimmtes Erscheinungsbild vorgegeben worden zu sein, und man hat jeweils nur relativ wenige "repräsentative" Flächen ausgewählt und verglichen (s. z.B. GENSSLER 1959).

DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

1. L a g e

Das etwa 47 km^2 große Untersuchungsgebiet (USG) erstreckt sich von den höchsten Erhebungen des bundesdeutschen Harzanteiles - Wurmberg (971 m NN) und Achtermannshöhe (926 m NN) - nordwärts entlang der Grenze zur DDR über die Hochmulde des sog. Torfhäuser Hügellandes (ca. 880 bis 800 m NN), die sich hier nach N leicht abdachende Harzhochfläche (650 bis 590 m NN) bis hinab zu Höhen von 350 m östlich von Bad Harzburg.

2. G e s t e i n e

Geologisch gesehen wird der größte Teil des USG von magmatischen Intrusivgesteinen eingenommen, die sich grob in den eigentlichen Brockengranit, den Harzburger Gabbro und den Ilsensteingranit einteilen lassen. Zwischen die beiden ersteren schiebt sich der Eckergneis. Ganz im Norden schließt sich ein Komplex von Ackerbruchberg-Quarzit an. Im Bereich des Brockengranites, besonders in der erwähnten Hochmulde, treten großflächige holozäne Vermoorungen auf (s. Harz - Geologische Wanderkarte).

3. K l i m a

Einen Überblick über die sich mit der Höhe wandelnden klimatischen Verhältnisse vermittelt Tab. 1. Neben den abnehmenden Temperaturen ist die gleichzeitige rasche Zunahme der Niederschläge, deren Maximum sich in das Winterhalbjahr verlagert, entscheidend. Ausschlaggebend hierfür ist, daß der Harz mit seiner steil aus der Ebene aufsteigenden NW-Flanke weit in den maritimen Klimabereich vorgeschoben und voll den westlichen Luftströmungen ausgesetzt ist. Während der Monate Dezember bis Februar gehen oberhalb ca. 600 m die Niederschläge fast ausschließlich als Schnee nieder. Die hohe winterliche Nebelhäufigkeit führt in den Hochlagen oft zu enormen Nebelfrostablagerungen. Die Untergrenze dieser Stufe kann praktisch nur anhand der Auswirkungen der Nebelfrostablagerungen auf die Waldbestockung ermittelt werden: Die starke mechanische Belastung führt vor allem in älteren Fichtenbeständen zu Kronen- und Stammbrüchen und flächigen Unterbrechungen des Bestandesschlusses. Dies gilt besonders für die heute in allen Höhenlagen des Harzes vorherrschenden sog. Kammfichten.

Tab. 1: Klimadaten von Stationen in verschiedenen Höhenstufen in der näheren oder weiteren Umgebung des USG

	Meereshöhe	Mittlerer Jahresniederschlag 1891 - 1930	Mittlere relative Luftfeuchtigkeit	Temperaturen 1881 - 1930: Jahresmittel	Mittel Mai - Juli	Mittleres Datum Beginn Tagesmitteltemperat. ⩾5°	⩾10°	Mittl. Zahl d. Tage m. Tagesmitteltemp. ⩾5°	⩾10°	Mittl. Zahl: Eistage (Tages-max. < 0°)	Frosttage (Tages-min. < 0°)	Mittleres Datum letzter Frost	Mittlere Dauer frostfreie Zeit
	m	mm	%	°C	°C								Tage
Hildesheim[1]	89	634	77	8,8	15,2	23.3.	29.4.	231	161	17,5	71,4	18.4.	189
Bad Harzburg	244	825										21.4.•	183•
Ilsenburg[2]	278	811		7,4	13,8	5.4.	8.5.	211	144	31,4	107,8	27.4.	174
Köhlerloch	400	1124											
Molkenhaus	515	1125											
Clausthal[3]	576	1349	84	5,8	12,2	17.4.	18.5.	187	123	44,0	172,2	6.5.	165
Scharfenstein[4]	615	1153		5,5	11,6	21.4.	24.5.	183	115			8.5.	161
Torfhaus	800	1415											
Königskrug	756	1511										21.5.•	146•
Brocken[5]	1140	1678	89	2,4	8,1	12.5.	--	141	--	100,5	184,0	8.6.	109

Beobachtungszeiträume (soweit nicht anders angegeben):
1) 1905 - 1930
2) 1887 - 1905
3) 1881 - 1930
4) 1887 - 1907
5) 1896 - 1930

Quellen
Reichsamt für Wetterdienst 1939
•Borchers 1964

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

Der Schadensgrad durch solchen Eisbruch ist oberhalb 700 m in allen Hanglagen äußerst hoch. Diese Situation und die mit der Höhe stark abnehmende Dauer der frostfreien Zeit (Spätfröste!) bewirken nach BORCHERS (1964), daß die Buche hier an ihre ökologische Grenze stößt und an Kampfkraft gegenüber der Fichte verliert.

PFLANZENSOZIOLOGISCHE ANALYSE DER FICHTENFORSTE

1. Auswahl der Aufnahmeflächen; Anordnung der Aufnahmen

Die Fichtenforste im USG werden durchweg im Kahlschlagbetrieb bewirtschaftet, d.h. es handelt sich um gleichaltrige, einheitlich aufwachsende Bestände, die ab einem bestimmten Alter zunehmend aufgelichtet werden. Die Entwicklung der Bodenvegetation hängt von der Stärke dieser Auflichtung und vor allem von deren Dauer ab. Dickungsstadien, frisch ausgeholzte Bestände und sehr lichte Bestände mit weniger als 65 % Kronenschluß wurden gemieden, ebenfalls auf vernäßten Flächen bzw. Torf stockende Bestände.
Eine gewisse Schwierigkeit bedeutet die Tatsache, daß sich mit zunehmender Höhe auch die geschilderten Veränderungen im geologischen Untergrund vollziehen. So führt die Ordnung der Aufnahmen nach den Untergrundverhältnissen und innerhalb der so gewonnenen klar unterschiedenen Einheiten nach der Meereshöhe im wesentlichen auch insgesamt zu einer Höhenstufung. Daß letztere für die Differenzierung des Materials entscheidend ist, sollen die Untersuchungen zeigen.

2. Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Übersichtstabelle (Tab. 2) fallen auf den ersten Blick zwei Dinge ins Auge:

1. Es kommen stufenweise von der Einheit I bis zur Einheit V neue Arten hinzu, besonders Moose; einige Arten gewinnen in dieser Richtung auch an Stetigkeit und an Deckungsgrad.
2. Die Einheiten I bis IV sind durch eine gemeinsame Trennartengruppe deutlich gegen die Einheit V abgesetzt.

Dazu kommt, daß in der Einheit III einige Arten einen deutlichen Schwerpunkt haben und zwei weniq stete Arten ganz auf diese beschränkt sind.
Durch *Blechnum spicant* und die Artengruppe von *Calypogeia* (Moose) ist die Einheit V gegen die vorhergehenden tiefergelegenen Einheiten abgegrenzt. Bei deren gemeinsamer Trennartengruppe (*Rumex acetosella*, *Digitalis purpurea*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*) handelt es sich eigentlich um Arten der Waldlichtungs- und Schlagfluren. Sie sind aber nicht nur auf lichtere Bestände beschränkt. *Epilobium* und *Rubus* allerdings wurden ausschließlich als sterile Jungpflanzen vorgefunden. Alle vier Arten kommen besonders dort vor, wo die sonstige Krautschicht Lücken aufweist (s. u.).
Auffallend ist weiterhin, daß *Oxalis acetosella* seinen Schwerpunkt zwar in der Einheit III (Gabbro) hat, aber auch noch in den Hochlagen eine Stetigkeit von 30 % erreicht.
Betrachtet man die Kraut- und die Moosschicht jeweils als Ganzes, so bemerkt man bei beiden ein deutliches Ansteigen des mittleren Deckungsgrades von der Einheit I zur Einheit V. Besonders bei den Moosen ist auch eine Zunahme der Artenzahl bezeichnend (s. Tab. 2).

Einige Bemerkungen müssen noch zu dem Verhalten von *Calamagrostis villosa* und *Avenella flexuosa* gemacht werden: Beide Arten werden als Halbschatten- bis Lichtpflanzen eingestuft (OBERDORFER 1979; ELLENBERG 1979: L = 6). Das mag für blühende Pflanzen auch richtig sein. Nach Beobachtungen im USG kann *Avenella* aber in ziemlich geschlossenen Beständen einen dichten, meist sterilen Rasen bilden. *Calamagrostis villosa* dagegen kommt in größeren Trupps und Herden nur dort vor, wo sich eine deutliche Lücke im Kronendach befindet, bzw. an Hängen mit stärkerem Seitenlichteinfall. Dies heißt aber nicht, daß das Reitgras in einem lückigen Bestand grundsätzlich dominiert. Wenn sich erst einmal in einem früheren Bestandesstadium ein geschlossener *Avenella*-Rasen ausgebildet hat, kann *Calamagrostis* offensichtlich auch nach der Auflichtung nicht richtig Fuß fassen.
Ganz entsprechende Beobachtungen hat HARTMANN (1954) gemacht. Demnach hängt also der Anteil von *Calamagrostis villosa* an der Krautschicht sowohl von den aktuellen Lichtverhältnissen als auch von der Bestandesgeschichte ab. Solange sich *Avenella* noch nicht vorher hat etablieren können, scheint bei ausreichenden Lichtverhältnissen *Calamagrostis* konkurrenzfähiger zu sein, und dies nicht

Tab. 2: Stetigkeitstabelle der Fichtenwälder und -forste des Nordharzes
(Aufnahmen: Stephan Stockmar, Sommer 1982)

Zeigerwerte (n.ELLENBERG 1979) L	F	N		Einheit	I	II	III	IV	V	
				Anzahl der Aufnahmen	13	12	20	16	53	
				Geologischer Untergrund	Acker-Bruch-berg-Quarzit	Ilsenstein-granit	Gabbro	Eckergneis	Brockengranit	
				Höhenbereich (m NN)	350-580	470-600	482-652	561-698	657-960	
				Mittlere Höhenlage (m NN)	445	546	558	622	801	
				Mittl. Deckungsgrad Baumschicht (%)	71	70	73	73	71	
				Mittl. Deckungsgrad Krautschicht (%)	34	27	48	51	78	
				Mittl. Deckungsgrad Moosschicht (%)	+	2	11	14	30	
				Mittl. Artenanzahl (total)	12,2	13,9	23,0	20,3	18,0	Soziolog.Zugehörigkeit(n.ELLENBERG 1979)
				Mittl. Anzahl der Moosarten	1,6	3,5	6,5	8,7	9,2	
				BAUMSCHICHT						
				Picea abies	V.4	V.4	V.5	V.4	V.4	
				Betula pendula	II.1	I.1				
				Larix decidua	I.1-2					
				STRAUCHSCHICHT						
				Picea abies					I.2	
				KRAUT- UND MOOSSCHICHT						
5				Picea abies juv.	V.+	V.+	V.+	V.+	V.+	Vaccinio-Piceion
6		3		Avenella flexuosa	V.2	V.2	V.3	V.3	V.4	
5		3		Dryopteris carthusiana	IV.+	IV.+	V.+	V.+-1	V.1	
6				Sorbus aucuparia juv.	V.+	IV.r-+	V.+	II.+	III.+	
			M	Pohlia nutans	IV.+	V.+	IV.1	V.1	IV.1	
			M	Dicranella heteromalla	IV.+	IV.+	IV.+	V.1	II.1	
6	7	2		Calamagrostis villosa	II.+	III.r	V.1	V.1	V.2	Vaccinio-Piceion
7	5	3		Galium harcynicum	II.+	IV.+	V.1	V.2	V.2	
			M	Plagiothecium spec.[1)]	II.+	IV.1	V.1	V.1-2	V.1	
5		3		Vaccinium myrtillus	I.r	V.1	V.1	V.1	V.2	
5		2		Trientalis europaea	I.+	IV.+	IV.1	V.1	V.1	Vaccinio-Piceetalia
			M	Polytrichum formosum	I.+	III.+	V.1	V.1	V.2	
			M	Plagiothecium undulatum		I.+	III.1	III.1	V.2	
			M	Lophocolea bidentata		I.+	IV.1	III.+	III.+	
			M	Mnium hornum			III.1	III.+	III.1	
			M	Lophocolea heterophylla			II.+	III.+	III.1	

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

			M Lepidozia reptans		I.+	I.+	V.+	IV.+	
			M cf. Chiloscyphus spec.[2]		I.+	I.+	III.+	III.+	
			M Dicranum scoparium			I.+	II.1	IV.1	
			M Dicranum majus				II.+	II.1	
3	6	3	Blechnum spicant					II.+	Vaccinio-Piceion
			M Calypogeia div. spec.			I.+	I.+	III.+	
			M Tetraphis pellucida				I.+	II.+	
			M Barbilophozia floerkei				I.+	II.1	
			M Sphagnum girgensohnii				I.1	II.1	
7	9	2	Carex canescens			I.1	I.1	I.+	Caricion nigrae
8	5	2	Rumex acetosella	IV.1	III.r-+	IV.1	IV.+	+	Nardo-Callunetea
7	5	6	Digitalis purpurea	IV.+	II.r	V.+	V.+	I.r-+	Epilobion angustifol.
8	5	8	Epilobium angustifolium [3]	II.r	IV.+	III.+	IV.+	I.+	Epilobietalia ang.
7	5	8	Rubus idaeus [3]	II.+	II.r-+	III.+	II.+		Epilobietalia ang.
7			Betula pendula juv.	V.+	V.+	II.r	I.r	+	
7			Quercus robur juv.	II.r		I.r			
3	5		Fagus sylvatica juv.	II.r		II.r			Fagion
7	5	8	Senecio fuchsii	I.+	I.+	II.+	I.+		Epilobietalia ang.
4		4	Luzula luzuloides	II.+	II.+	III.1	I.+-1	I.1	Luzulo-Fagion
6	5	5	Calamagrostis arundinacea	III.+	I.+	IV.1		I.r-1	Luzulo-Fagion
7		3	Agrostis tenuis	I.r	II.r	IV.+	I.+	I.+	
1	6	7	Oxalis acetosella	I.+-1	I.+	IV.1	I.1	II.1	
			M Eurhynchium spec.			II.+		I.+	
4	7	6	Athyrium filix-femina			II.+		+	Fagetalia
			Rubus fruticosus agg.			II.+			
6	5	5	Carex pilulifera	I.r	I.r-+	II.+	I.1	I.1	Nardo-Callunetea
7	7	4	Carex leporina		I.r	II.1	III.1	I.+	Nardetalia

[1] exkl. P. undulatum. [2] fast immer im Avenella- oder Calamagrostisrasen. [3] meist sterile Jungpflanzen.
Übrige Arten s. Originaltabelle (beim Verfasser einzusehen).

Angegeben sind jeweils die Stetigkeitsklasse (römische Zahl) und die zentrale Deckungsgradstufe.
Bei den Mittelwertberechnungen ist "+" gleich 0,33 % gesetzt.

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

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

nur in den Hochlagen (im Gegensatz zu den Befunden von SCHLÜTER 1966 aus dem Thüringer Wald).

3. Syntaxonomische Einordnung

Vergleicht man das vorliegende Aufnahmematerial mit dem aus der Literatur und versucht, es dort aufgestellten Einheiten im Sinne des pflanzensoziologischen Systems zuzuordnen, so fügen sich die Aufnahmen der Einheit V zwanglos in das *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartm. 1953 (Unterverband *Eu-Vaccinio-Piceion* Oberd. 1957) ein. Bei HARTMANN (HARTMANN & JAHN 1967[1]) finden sich vergleichbare Aufnahmen in der Typischen Subassoziation und in der Subassoziation nach *Lophozia floerkei* und *Lophozia lycopodioides* (*Lophozia = Barbilophozia*). Letztere Arten sollen einen Schwerpunkt auf sehr frischen und staunassen Böden haben. Dies wird dadurch bestätigt, daß in einer hier nicht berücksichtigten, durch *Molinia caerulea* gekennzeichneten Untereinheit der Einheit V die Stetigkeit von *Barbilophozia floerkei* deutlich ansteigt. Innerhalb des hier berücksichtigten Materials ergibt sich aber kein Anhaltspunkt für eine solche Untergliederung.

Eine entsprechende und gleichnamige Assoziation stellt SCHLÜTER (1969) für den Thüringer Wald auf. Er trennt hier auf etwas nährstoffreicheren und frischeren Böden ein besonderes *Calamagrostio villosae-Piceetum oxalidetosum* ab. Dies ist im USG aber nicht möglich.

Die Aufnahmen der Einheiten I bis IV lassen sich keiner der als natürlich geltenden Fichtenwald-Gesellschaften zuordnen, da sie zum einen sehr regelmäßig Arten enthalten, die eigentlich waldfremd sind (s.o.), zum anderen, wenn auch nur vereinzelt, mehr oder weniger typische Laubwaldpflanzen. Auch ist die Feldschicht oft nur sehr unvollständig entwickelt und, besonders in den Einheiten I und II, sehr artenarm. So können sie höchstens mit von einigen Autoren beschriebenen Forstgesellschaften verglichen werden.
Bei GENSSLER (1959) finden sich entsprechende Aufnahmen von Fichtenbeständen im Bereich der montanen Buchenstufe. Auf Grund der Lage, des Standortes und der Bestandesgeschichte kann er sie mit einiger Sicherheit auf das mehr oder weniger artenarme *Luzulo-Fagetum* als Ausgangsgesellschaft zurückführen. Etwas deutlichere floristische Beziehungen zu Laubwald-Gesellschaften lassen sich aber eigentlich nur bei der Einheit III erkennen, die halbwegs regelmäßig Charakterarten des *Luzulo-Fagion* (*Luzula luzuloides*, *Calamagrostis arundinacea*) bzw. der *Fagetalia* (*Athyrium filix-femina*) enthält (nach ELLENBERG 1979; s. auch Tab. 2).
Allgemein dürfte gelten, daß nach der Abwandlung auf Fichte die Moose an Bedeutung gewinnen (wenn es nicht zu trocken ist) und einige Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in den "natürlichen" Hochlagen-Fichtenwäldern hinzutreten (z.B. *Calamagrostis villosa*, *Trientalis europaea*, *Plagiothecium undulatum*) (s. auch GENSSLER 1959, S. 85). Dazu kommen, wie erwähnt, noch regelmäßig Arten der Waldlichtungs- und Schlagfluren.

DIE BODEN- UND HUMUSVERHÄLTNISSE

In einer Auswahl von Aufnahmeflächen aus jeder Vegetationseinheit wurden einfache bodenkundliche Untersuchungen vorgenommen. Neben dem Profilaufbau im 1 m-Bohrstock wurden insbesondere die Morphologie des Humuskörpers erfaßt und die pH-Werte (H_2O) in den Humushorizonten gemessen [2]. Die Benennung der Horizonte und die bodentypologische Einordnung richtet sich nach der Kartieranleitung der ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE (1971).

1. Bodentypologische Verhältnisse

Aus den stichprobenartigen Bodenprofiluntersuchungen ergibt sich folgendes Bild:

Einheit I: sehr flachgründige Böden auf grobem Quarzitschutt.

Einheit II: substratbedingte Podsole; der A_e-Horizont ist an eine steinig-grusige Deckschicht gebunden.

---

[1] Vergl. die Originaltabelle der Aufnahmen von HARTMANN und besonders die umfangreiche synthetische Tabelle für die hercynisch-sudetischen Mittelgebirge (Tab. II).

[2] Gemessen wurden die naturfeuchten Proben am Tag ihrer Entnahme unter Zusatz von deionisiertem Wasser in der überstehenden Flüßigkeit mit einem WTW-pH-Meter Digi 88.

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

Einheit III und IV: leicht podsolige Braunerden in tiefgründigem, oft skeletthaltigen Lehm.

Einheit V: Podsole mit geringer bis mäßiger Profilentwicklung.

2. H u m u s f o r m e n

Bezüglich der Humusformen ergeben sich beträchtliche Unterschiede: Im Bereich der Einheiten I bis IV liegt Typischer bis Rohhumusartiger Moder vor. Die mittlere Mächtigkeit des Auflagehumus (O_F+O_H) beträgt ca. 5,3 cm. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Einheiten sind hier nur gering und, auf dem 5%-Niveau, nicht signifikant.
In der Hochlageneinheit V (ab ca. 700 m) herrscht durchweg Rohhumus mit einer mittleren Mächtigkeit der Auflagehorizonte von 12,36 cm vor, wobei besonders die Ausbildung der O_H-Lage relativ stark variiert, selbst innerhalb einer Fläche. Der angegebene Mittelwert unterscheidet sich hochsignifikant von dem aller tiefer gelegenen Einheiten (s. Tab. 3).

Korreliert man die Mächtigkeit der Humusauflage für die einzelnen Untersuchungspunkte mit der Meereshöhe, so ergibt sich ein recht enger Zusammenhang (Abb. 1: $r = 0{,}844^{+++}$, B = 71,3%).
Bei den pH-Werten der O_H- und $A_{(e)h}$-Horizonte ergeben sich zwischen den einzelnen Einheiten keine eindeutigen Unterschiede (s. Tab. 3).

INTERPRETATION UND DISKUSSION DER PFLANZENSOZIOLOGISCHEN UND BODENKUNDLICHEN BEFUNDE

Die Interpretation der geschilderten Ergebnisse ist etwas schwierig, weil, wie erwähnt, im USG die Höhenstufung weitgehend mit einer Änderung im geologischen Untergrund einhergeht. Bezogen auf die Fragestellung der Untersuchung gilt es zu klären, inwieweit sich die unterschiedlichen Gesteinsverhältnisse modifizierend auf die Höhenstufung der Bodenvegetation unter Fichte bzw. auf die Humusform auswirken.
Von den chemischen Eigenschaften her fallen nur die Gesteine des Harzburger Gabbromassives deutlich mit ihrem hohen Basengehalt heraus (s. SCHRÖDER & FIEDLER 1975). Trotzdem unterscheidet sich die Humusform als "morphologischer Ausdruck zumindest der im qualitativen Sinne gefaßten biologischen Aktivität des Bodens" (MÖLLER 1981, S. 370) in diesem Bereich nicht signifikant von derjenigen der anderen Einheiten in vergleichbarer oder sogar etwas höherer Lage (s. Tab. 3: Einheit IV). Dagegen sind in der Hochlageneinheit V, wo deutlich schlechtere Humusverhältnisse herrschen, die geologischen Bedingungen sicherlich nicht ungünstiger wie z.B. in den Einheiten II und IV. Offensichtlich beeinflußt also die Gesteinsunterlage im USG die Humusbeschaffenheit kaum. Ebenfalls ist nach GENSSLER (1959) die Andauer des Fichtenreinanbaus für die Mächtigkeit der Humusauflage nicht ausschlaggebend.

Tab. 3: Mittlere Mächtigkeiten der Humusauflage (O_F+O_H) und pH-Verhältnisse der einzelnen Einheiten

	O_F + O_H			pH (H_2O)				
					im O_H		im A_h/ A_{eh}	
Einheit	n	$\bar{x} \pm s$ cm	q-Wert für Differenz zu V	n	Z	Amplitude	Z	Amplitude
I	3	4,80 ± 1,38	$6{,}926^{+++}$	4	3,275	3,1 - 3,5	3,35	3,15 - 3,5
II	5	6,66 ± 2,41	$6{,}333^{+++}$	5	3,3	3,2 - 3,4	3,35	3,3 - 3,8
III	8	4,70 ± 0,71	$9{,}925^{+++}$	8	3,55	3,45- 3,9	3,7	3,45 - 3,9
IV	6	5,28 ± 1,12	$8{,}370^{+++}$	7	3,4	3,2 - 3,75	3,4	3,4 - 3,5
V	12	12,36 ± 3,59		13	3,45	3,1 - 3,6	3,65	3,4 - 3,75

n = Anzahl der Proben
$\bar{x}$ = arithmetisches Mittel
s = Standardabweichung
Z = Zentralwert

q-Wert ermittelt im multiple range-Test von DUNCAN
$^{+++}$ = Überschreitungswahrscheinlichkeit P 0,1 %

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

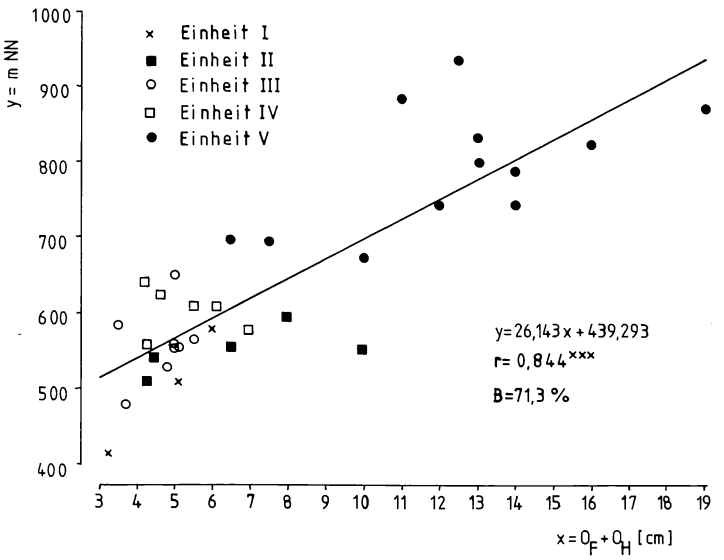


Abb. 1: Einfache Korrelation zwischen der Mächtigkeit der Humusauflage (O_F+O_H) und der Meereshöhe.

Auch in der floristischen Grundausstattung der Einheiten läßt sich kein Einfluß des geologischen Substrates erkennen: Die in der Gabbro-Einheit neu hinzutretenden Moose kommen in gleicher Weise auch in den Einheiten IV und V vor. Andererseits kommt die in der Einheit V ausfallende Artengruppe von *Rumex acetosella* in den übrigen Einheiten ohne wesentliche Unterschiede auf mindestens ebenso armen Gesteinen wie der Brockengranit und auf dem reichen Gabbro vor[1].
Der einzige Befund, der sich unmittelbar auf die Gesteinsverhältnisse zurückführen läßt, ist das schwerpunktmäßige Vorkommen einer zusätzlichen Artengruppe (*Senecio fuchsii* usw.) in der Gabbro-Einheit.

Auf Grund all dieser Erwägungen kann man wohl mit einiger Sicherheit davon ausgehen, daß die Veränderungen in der Humusbeschaffenheit und der Bodenvegetation tatsächlich in erster Linie eine Funktion der Höhe sind, d.h. der sich mit der Höhe verändernden klimatischen Bedingungen: Die abnehmenden Temperaturen und die zunehmenden Niederschläge führen zu einer Hemmung des Streuabbaus und damit zur Bildung von Rohhumus (s. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976, S. 60f; VOGEL 1981).

Dieser Vorgang hat natürlich entsprechende Konsequenzen für die Pflanzen: Mit der Verschlechterung der Humusverhältnisse geht eine Erweiterung des C / N-Verhältnisses einher, d.h. in der Regel eine Verschlechterung der Stickstoffernährung (s. ZÖTTL 1960a, b; PRÜSSMANN 1980). Dies zeigt sich auch, wenn man die Vegetation als Indikator für die standörtlichen Verhältnisse heranzieht: Der Anteil der Pflanzen, die nach ELLENBERG (1979) eine etwas günstigere Stickstoffversorgung anzeigen (Stickstoffzahl N $\geq$ 4), nimmt zu den Hochlagen hin deutlich ab (Abb. 2). Gleichzeitig steigt der Anteil der mehr oder weniger ausgeprägten Feuchtezeiger (F $\geq$ 6) (Abb. 3). In die gleiche Richtung zeigt der erwähnte Anstieg im Deckungsgrad der Moosschicht (s. Tab. 2). Das starke Zurücktreten der Feuchtezeiger und vor allem der weitgehende Ausfall der Moose in den Einheiten I und II ist allerdings wohl nicht ausschließlich klimatisch zu erklären. Hier sind u.U. die bodenphysikalischen Verhältnisse ausschlaggebend: Es ist anzunehmen, daß die Grobschuttdecken (I) bzw. das steinig-grusige Material (II) eine geringere Wasserspeicherfähigkeit haben als die sandig-schluffigen Lehme in den übrigen Bereichen und somit hier eine relative Trockenheit bedingen.

---

[1] Daß die in der Einheit III neu auftretenden Moose in der in ähnlicher Höhe gelegenen Einheit II noch fehlen, hängt wahrscheinlich mit einer edaphisch bedingten Trockenheit in diesem Bereich zusammen (s.u.).

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

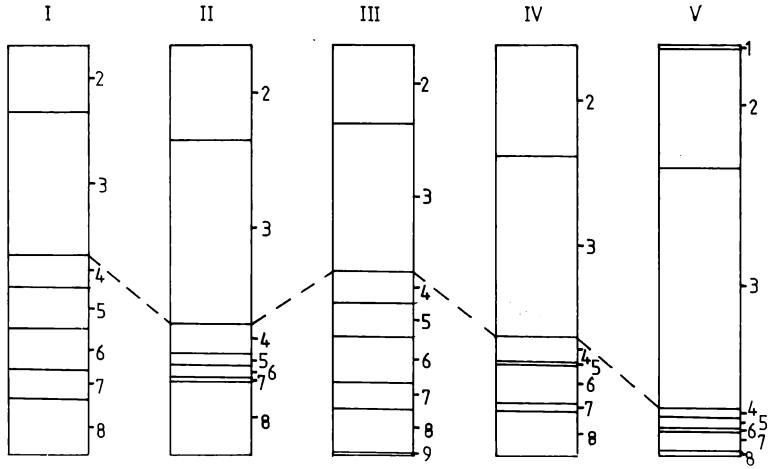


Abb. 2: Die relativen Anteile der Stickstoffzahlen nach ELLENBERG (1979) in den einzelnen Einheiten. Bei der Berechnung wurde für jedes Einzelvorkommen einer Art in der jeweiligen Einheit - unabhängig vom Deckungsgrad - deren Zeigerwert gesetzt.
Es bedeuten:
1 = stickstoffärmste Standorte anzeigend
3 = auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen bis reichen
5 = mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, an armen und reichen seltener
7 = an stickstoffreichen Standorten häufiger als an armen bis mittelmäßigen
8 = ausgesprochene Stickstoffzeiger
9 = an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert
2, 4 und 6 nehmen jeweils Mittelstellungen ein.

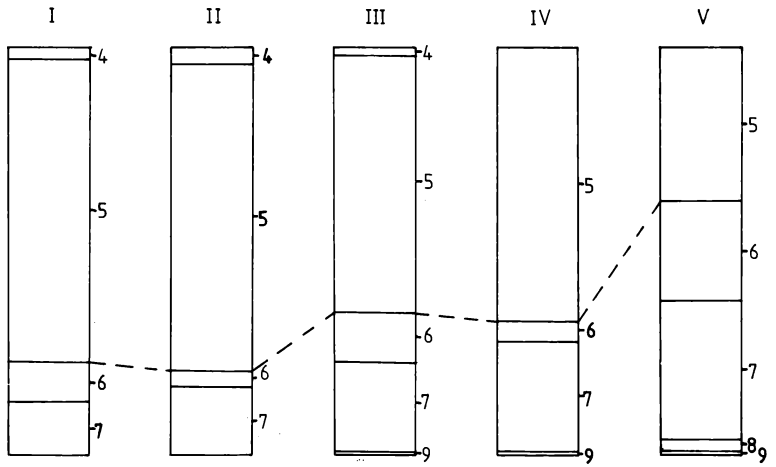


Abb. 3: Die relativen Anteile der Feuchtezahlen nach ELLENBERG (1979) in den einzelnen Einheiten (zur Berechnung s. Abb. 2).
Es bedeuten:
3 = Trockniszeiger
5 = Frischezeiger
7 = Feuchtezeiger
9 = Nässezeiger

4, 6 und 8 nehmen jeweils Mittelstellungen ein.

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

Die erwähnte Gruppe eigentlich waldfremder Arten (*Rumex acetosella*, *Digitalis purpurea*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*) führt zu einem hohen Anteil von Halblicht- und Lichtpflanzen (ELLENBERG 1979: L = 7 bzw. 8) in den Einheiten I bis IV. Es handelt sich bei ihnen um mehr oder weniger ausgeprägte Pionierpflanzen und Rohbodenbesiedler (s. OBERDORFER 1979). Offensichtlich gelingt es ihnen, in den Bestand von den Rändern und Schneisen her einzudringen, sobald durch Auflichtung des Stangenholzes die Lichtverhältnisse es zulassen. Allerdings kommen sie meist nicht zum Blühen. Entwickelt sich dann eine dichtere Krautschicht (*Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*!), so verbleiben ihnen nur noch die kahlen Stellen. Die in den Hochlagen stark geschlossene Krautschicht (s. Tab. 2) mag ein wesentlicher Grund für das Fehlen dieser Artengruppe sein (s. auch SCHLÜTER 1965). Daneben dürfte, abgesehen von *Rumex acetosella*, auch die Stickstoffversorgung eine Rolle spielen.

Der stärkste Einschnitt sowohl pflanzensoziologisch als auch humusmorphologisch vollzieht sich also zwischen den Einheiten IV und V, bei etwa 700 m NN. Die Stufe der Rohhumusbildung fällt in etwa mit der oben erwähnten winterlichen "Nebelstufe" zusammen, in der die Niederschläge bei 1400 bis fast 1700 mm liegen. Ebenfalls ab dieser Höhenlage hat GENSSLER (1959, S. 165) bei seinen Untersuchungen von Fichtenbeständen u.a. im Harz einen fast sprunghaften Anstieg der durchschnittlichen Humusmächtigkeit festgestellt (5,3/5,2 cm in der submontanen/montanen Stufe, 14 cm in den Hochlagen).
Bei etwa 700 m NN wird auch allgemein die Untergrenze der "natürlichen Fichtenwälder, d.h. konkret des *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartm. 1953, für den Harz angegeben (GENSSLER 1959, JAHN 1977). JAHN hält grundsätzlich das *Calamagrostio villosae-Piceetum* für die "klimabedingte Schlußwaldgesellschaft der hochmontanen Lagen" (S. 532) bei ökologisch mittleren Verhältnissen im hercynisch-sudetischen Mittelgebirgsraum.

Um die Bedeutung dieser Grenze besser beurteilen zu können, soll im folgenden noch kurz auf das Problem der Fichtenstufe im Harz aus vegetations- und forstgeschichtlicher Sicht eingegangen werden.

ZUR FRAGE DER NATÜRLICHEN FICHTENSTUFE IM HARZ

Daß der Harz dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte angehört, ist bereits seit Beginn dieses Jahrhunderts unumstritten (z.B. DENGLER 1913; s. auch FIRBAS 1949, 1952). Ebenfalls unumstritten ist aber auch, daß der heutige Zustand, das fast absolute Vorherrschen der Fichte bis in Höhen von 600 bis 500 m hinab, durch den Menschen herbeigeführt ist, der im Zusammenhang mit dem Bergbau mit wechselnder Intensität seit dem 12./13. Jahrhundert die Harzwälder forstlich genutzt hat. Dieser Umstand macht es außerordentlich schwierig zu beurteilen, welche Rolle die Fichte unter natürlichen Bedingungen heute im Harz spielen würde bzw. in geschichtlicher Zeit gespielt hätte.

Aus vegetations- und forstgeschichtlichen Untersuchungen ergibt sich, daß ursprünglich Laubbäume, insbesondere die Buche, deutlich über die bei ca. 700 m festgestellte Grenze hinausgegangen sind und daß mit einer breiten Durchdringungsstufe von Buche und Fichte bis mindestens 800 m NN hinauf gerechnet werden muß (DENGLER 1913, FIRBAS et al. 1939, WILLUTZKI 1962, SCHUBART 1978). Es ist bisher nicht eindeutig geklärt, ob die endgültige Ausbreitung der Fichte seit ca. 1500 allein auf den Menschen zurückgeht, oder ob auch eine leichte Klimaänderung sich in gleicher Richtung ausgewirkt hat (sog. "Kleine Eiszeit") (s. FIRBAS 1952, WILLUTZKI 1962).

Die Ausbreitung der Fichte brachte aber offensichtlich in den Hochlagen - unter deren klimatischen Bedingungen - eine Veränderung der standörtlichen Verhältnisse mit sich. So stellten FIRBAS et al. durch pollenanalytische Untersuchungen fest, daß die Rohhumusauflage zwischen 888 und 1020 m NN im wesentlichen erst ab ca. 1500 gebildet worden ist. Nach ULRICH (1981) ist selbst die Podsolierung in den Hochlagen erst auf den Einfluß des Menschen zurückzuführen.
Falls sich diese Veränderungen tatsächlich so vollzogen haben, kann man wohl annehmen, daß sie irreversibel sind. Es ist sehr fraglich, ob unter den heute herrschenden standörtlichen Verhältnissen in dem ehemaligen Durchdringungsbereich die Buche bei Fortfall jedes weiteren menschlichen Eingreifens noch eine Chance gegen die Fichte hätte. Solche Übergangsbereiche sind ja allgemein ökologisch instabil. Wahrscheinlicher ist es, daß die Fichte hier ihre Herrschaft behalten und sich eine ziemlich scharfe Grenze zwischen Laubwald und Nadelwald ausbilden würde.

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

So kann man wohl davon ausgehen, daß im USG die Fichtenwälder der Einheit V, oberhalb von ca. 700 m NN, also das *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartm. 1953 der "potentiellen natürlichen" Vegetation (TÜXEN 1956, bei ELLENBERG 1978, S. 73) nahekommen.

SCHRIFTEN

ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Bodenforschung der Bundesrepublik Deutschland (1971): Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1: 25 000. - Hannover. 169 S. (Neudruck 1981).

BORCHERS, K. (1964): Die Eis- und Schneebruchlagen des Harzes. - Aus dem Walde. Mitt. Nieders. Landesforstverw. 8: 5-71. Hannover.

DENGLER, A. (1913): Die Wälder des Harzes einst und jetzt. - Zeitschr. Forst- und Jagdwesen 45: 137-174. Berlin.

ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. völlig neu bearb. Aufl. - Ulmer, Stuttgart, 982 S.

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

FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte. - Jena. 480 S.

- (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2. Band: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. - Jena. 256 S.

FIRBAS, F., LOSERT, H., BROIHAN, F. (1939): Untersuchungen zur jüngeren Vegetationsgeschichte im Oberharz. - Planta 30: 422-456. Berlin.

GENSSLER, H. (1959): Veränderungen von Boden und Vegetation nach generationsweisem Fichtenanbau. - Diss. Hann. Münden. 191 S. u. Anlagenband.

HARTMANN, F.K. (1954): Mittelgebirgswaldgesellschaften von Standorten optimaler und extremer Durchfeuchtung im Vergleich zu den alpinen. - Angew. Pflanzensoz. (Festschr. E. Aichinger Bd. II): 901-915. Wien.

- , JAHN, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Ökologie der Wälder und Landschaften Bd. 1. - Stuttgart. 635 S. u. Tabellenteil.

HAUFF, R., SCHLENKER, G., KRAUSS, G.A. (1950): Zur Standortsgliederung im nördlichen Oberschwaben. - Allg. Forst- u. Jagdztg. 122: 37-53. Frankfurt/M.

JAHN, G. (1977): Die Fichtenwaldgesellschaften in Europa. - In: SCHMIDT-VOGT, H.: Die Fichte. Bd. 1: 468-560. Hamburg-Berlin.

MÖLLER, H. (1981): 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.

OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Aufl. - Stuttgart. 996 S.

PRÜSSMANN, D. (1980): Studien zum Einfluß der Fichte (Picea abies) auf Humusform, pH und C/N-Verhältnis des Bodens im Bereich natürlicher Rotbuchenwälder (unter Einbeziehung von eigenen Untersuchungsergebnissen aus dem Sandsteingebiet des Deisters). - Staatsexamensarbeit Univ. Hannover, Lehrgebiet für Geobotanik. 74 S.

REICHSAMT FÜR WETTERDIENST (1939): Klimakunde des Deutschen Reiches Bd. II: Tabellen. - Berlin.

RENNER, E. (1981): Mathematisch-statistische Methoden in der praktischen Anwendung. 2. Aufl. - Berlin-Hamburg. 112 S.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1976): Lehrbuch der Bodenkunde. 9. Aufl. - Stuttgart. 394 S.

SCHLÜTER, H. (1965): Vegetationskundliche Untersuchungen an Fichtenforsten im Mittleren Thüringer Wald. - Die Kulturpflanze 13: 55-99. Berlin.

- (1966): Abgrenzung der natürlichen Fichtenwälder gegen anthropogene Fichtenforste und die Ausweitung des Fichtenareals im Zusammenhang mit dem Tannenrückgang im Thüringer Wald. - In: TÜXEN, R. (Edit.): Anthropogene Vegetation. Ber. Internat. Symposium IVV Stolzenau/Weser 1961: 263-274. Den Haag.

- (1969): Das Calamagrostio villosae-Piceetum des Thüringer Waldes im Vergleich zu anderen Mittelgebirgen. - Vegetatio 17: 157-164. Den Haag.

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

SCHRÖDER, H., FIEDLER, H.-J. (1975): Nährstoffgehalt und Trophiegliederung waldbodenbildender Grundgesteine des Harzes. - Hercynia N.F. 12(1): 40-57. Leipzig.

SCHUBART, R. (1978): Die Verbreitung der Fichte in und am Harz vom hohen Mittelalter bis zur Neuzeit. - Aus dem Walde. Mitt. Niders. Landesforstverw. 28. 294 S. u. 2 Karten. Hannover.

ULRICH, B. (1981): Der Boden als Teil des forstlichen Standorts - Ansprache, Klassifikation, Vergesellschaftung. - Materialien zu Vorlesungen, Übungen und Exkursionen. 4. Aufl. 137 S. Göttingen.

VOGEL, A. (1981): Klimabedingungen und Stickstoffversorgung von Wiesengesellschaften verschiedener Höhenstufen des Westharzes. - Dissert. Bot. 60. 168 S. Vaduz.

WILLUTZKI, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie Rekurrenzflächen im Oberharz. - Nova Acta Leopoldina 25(160). 52 S. Leipzig.

ZÖTTL, H. (1960a): Die Mineralstickstoffanlieferung in Fichten- und Kiefernbeständen Bayerns. - Forstwiss. Cbl. 79: 221-236. Hamburg-Berlin.

- (1960b): Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. - Plant and Soil 13: 166-223.

Harz - Geologische Wanderkarte 1: 100 000. Schaffmann & Kluge Landkartenverlag. Berlin.

Anschrift des Verfassers:

Stephan Stockmar
Fachgebiet für Geobotanik der Universität
Nienburger Straße 17

D - 3000 Hannover 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: NS_4

Autor(en)/Author(s): Stockmar Stephan

Artikel/Article: Vegetationskundliche Untersuchungen in Fichtenwäldern und Fichtenforsten des Nordharzes 267-278