

Pollenanalytische und ^{14}C -Untersuchungen zur Datierung der Kolluvienbildung in einer lößbedeckten Mittelgebirgslandschaft (Nördlicher Siebengebirgsrand)

ULRIKE LESSMANN-SCHOCH, ROSEMARIE KAHRER & GERHARD W. BRÜMMER *)

Holocene, pollenanalytical study, anthropogenic influence,
formation of colluvium, North-Rhine Westphalia

Herrn Prof. Dr. H. ZAKOSEK zum 65. Geburtstag gewidmet

Kurzfassung: Im nördlichen Siebengebirge bei Bonn wurden drei Kolluvien aus Löß über Anmoor- bis Niedermoorbildungen pollenanalytisch untersucht. Die Pollenzusammensetzung deutet auf stark anthropogen beeinflusste Vegetation hin. Dichte Wälder waren zur Zeit der Vermoorung im Untersuchungsgebiet bereits durch Weidewälder verdrängt. Als Ursache für den Beginn der Erosion und der Kolluvienbildung ist die Umwandlung der Weidewälder in Acker- und intensiver genutzte Weideflächen anzusehen. Durch Pollenfunde von *Fagopyrum esculentum* (Buchweizen) kann die Kolluvienbildung im Untersuchungsgebiet in die Zeit nach dem 14. Jahrhundert datiert werden. ^{14}C -Untersuchungen der Anmoor- bis Niedermoorbildungen bestätigen diese Ergebnisse.

[Pollenanalytical and Radio Carbon Dating of the Evolution
of Colluvium in a Loesscovered Low Mountain Range
(Northern Side of the Siebengebirge)]

Abstract: The pollen content of three loessian colluviums overlying fen soil horizons in the Siebengebirge near Bonn were investigated. The reconstructed vegetation shows anthropogenic influence. During fen formation dense forest was already replaced by a grazed forest vegetation. Erosion and formation of colluvium were set off by transformation of extensive pasture to arable land or intensive pasture. *Fagopyrum esculentum* (buckwheat) in the fen horizons indicates that the colluviums in the researched area were formed after the 14th century. Radio carbon dates of the fen horizons confirm these results.

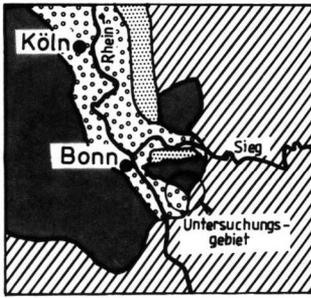
*) Anschrift der Autoren: Dr. U. LESSMANN-SCHOCH, R. KAHRER und Prof. Dr. G. W. BRÜMMER, Institut für Bodenkunde der Universität Bonn, Nußallee 13, D - 5300 Bonn 1.

Wir danken Herrn Prof. SCHMITTEN als Leiter und Herrn Dr. GIESE als Administrator des Versuchsgutes Frankenforst für die stete Unterstützung unserer Geländearbeiten.

1 Einführung

In den Lößlandschaften Mitteleuropas wurden die Böden seit Beginn der Ackernutzung im Neolithikum mehr oder weniger stark durch Erosions- und Umlagerungsprozesse verändert. Dies führte zu einer mosaikartigen Verbreitung von geköpften Böden und Kolluvien (BORK & BORK 1987). Spätestens im Hochmittelalter wurde die Rodungstätigkeit auch auf die Mittelgebirge ausgedehnt. Mit der Zunahme der Bevölkerung in Mitteleuropa von 5 Einwohnern pro km^2 im Jahr 800 auf 15 im Jahr 1150 (HENNING 1979) erreichte die landschaftliche Nutzfläche ihre maximale Ausdehnung (HILLEBRECHT 1986). Wald- und Waldweideflächen der Mittelgebirge wurden in Ackerflächen umgewandelt, und es setzte auch hier Erosion ein. Durch pollenanalytische Untersuchungen konnte verstärkte Erosion in Luxemburg (RIEZEBOS & SLOTBOOM 1974; KWAAD & MÜCHER 1977, 1979) und Süd-Limburg (HAVINGA & VAN DEN BERG VAN SAPAROE 1980) mit der Ausbreitung anthropogener Vegetation nachgewiesen werden. Die Kolluvienbildung setzte in diesen Gebieten im Subatlantikum bzw. in der Nachrömerzeit ein.

Neben der Vegetation bestimmt das Klima entscheidend das Ausmaß der Erosion. Die Witterung ist dabei seit jeher starken Schwankungen unterworfen, die z. T. seit dem Spätmittelalter in historischen Quellen belegt sind (BORK & BORK 1987). Es gab in Mitteleuropa zwei Phasen mit einer Häufigkeit extremer Niederschlagsereignisse, eine im späten Mittelalter (14. und 15. Jahrhundert) und eine in der Neuzeit (18. Jahrhundert). Beide Phasen lassen sich in Lößaufschlüssen in Niedersachsen und Hessen durch Erosionsformen (Kerben, Kerbenfüllungen) (BORK 1988)



- Mesozoikum und Paläozoikum
- Löß
- Flugsand und Dünen
- ebene Schotterterrassen und Hochflutlehm

Abb. 1: Lößbedeckung in der Niederrheinischen Bucht und den angrenzenden Gebieten sowie des Untersuchungsgebietes.

und in den Küstengebieten durch verstärktes Auftreten von Sturmfluten nachweisen (PRANGE 1986).

Bei Kartierarbeiten in lößbedeckten Mittelgebirgslandschaften in der Umgebung von Bonn wurden mehrfach kolluvial überdeckte Anmoore und Niedermoore gefunden. Durch ¹⁴C-Untersuchungen soll der Beginn der kolluvialen Bedeckung und damit der Beginn anthropogen bedingter Erosionsprozesse in diesem Gebiet erfaßt werden. Die Art der Vegetation in der Erosionsphase wird durch Pollenanalyse der Akkumulationsprofile bestimmt.

2 Untersuchungsgebiet und Untersuchungsmethoden

Als ein für lößbedeckte Mittelgebirge typisches Untersuchungsgebiet wurde das Versuchsgut Frankenforst ausgewählt. Das Gut liegt im nördlichen Siebengebirge bei Vinxel, 15 km südöstlich von Bonn (Abb. 1), etwa 165 m ü. NN. Die untersuchten Profile befinden sich an einem mit etwa 11 % Gefälle nach Ostnordost geneigten etwa 800 m langen Hang, der vom Eichen-

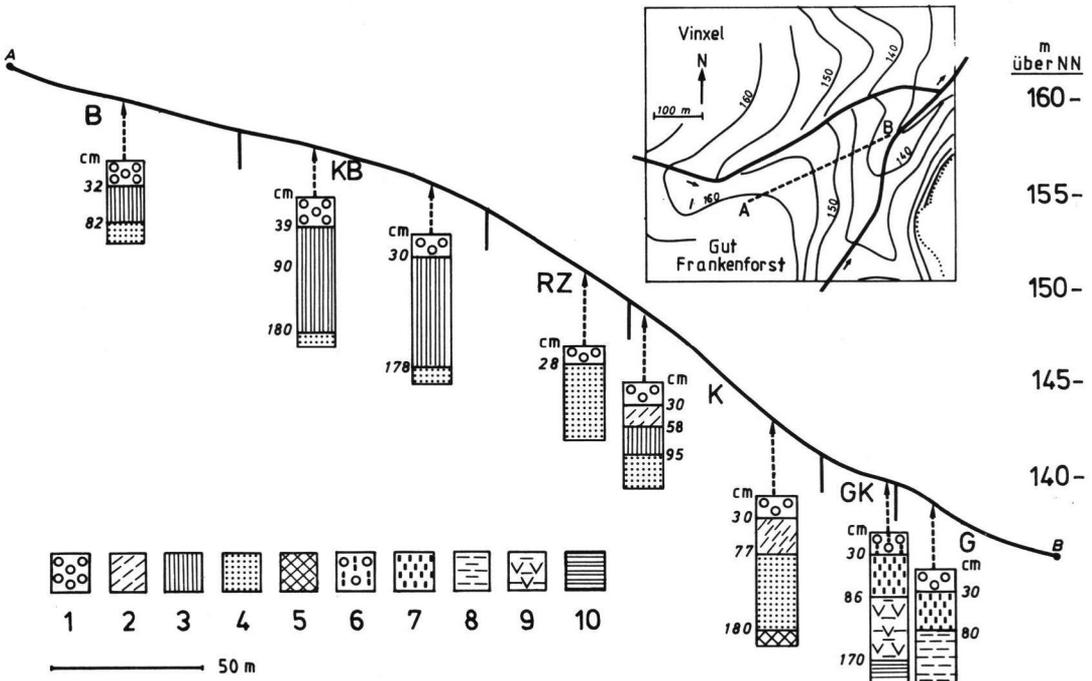


Abb. 2: Bodencatena des untersuchten Hanges mit Lage der Profile Frankenforst 1, 2 und 3.

Bodentypen: B Parabraunerde-Braunerde, KB Parabraunerde-Braunerde mit kolluvialer Überdeckung, RZ Pararendzina, K Kolluvium, GK Gley-Kolluvium über Anmoore, G Gley

Horizonte: 1 Ap, MAp; 2 MBv; 3 (II)Btv, (II)Bvt; 4 (II)C aus Löß; 5 IIbv aus Trachyttuff; 6 GoAp; 7 GoM, MGo; 8 (M)Gr; 9 MGrnH; 10 IIMGr

bach durchschnitten wird (Abb. 2). Die Höhendifferenz beträgt etwa 50 m. Basaltzersatz, Trachytuff und tertiäre Tone bilden den geologischen Untergrund. Löß, Lößlehm und deren Umlagerungsprodukte stehen in durchschnittlichen Mächtigkeiten von 0,6 bis über 7 m an. Auf der Untersuchungsfläche wird intensiv Ackerbau betrieben. Eine landwirtschaftliche Nutzung der Region ist auf Grund der räumlichen Nähe zu einem alten Zisterzienserklöster (Heisterbach) schon für das Hochmittelalter anzunehmen.

Aus schriftlichen Überlieferungen ist ersichtlich, daß auf dem Gebiet der heutigen Gemeinde Vinxel im 12. Jahrhundert 5 Höfe existierten. Das Gut Frankenforst selbst ist erstmals in einer Schenkungsurkunde aus dem Jahre 1475 erwähnt (KELLERMANN & HAVERMANN 1973).

Bei einer Kartierung des Versuchsgutes wurden die geköpften Profile und die Kolluvien flächenhaft erfaßt. Abbildung 2 zeigt einen typischen Schnitt durch das Gelände. Drei repräsentative Kolluvien (Abb. 2; Tab. 1) wurden beprobt. Sie sind bodentypologisch als Gley-Kolluvium (Fr 1, ca. 145 m über NN, R 25 85 550 H 56 20 750) und Kolluvium-Gley (Fr 2, ca. 140 m über NN, R 25 85 550 H 56 20 780; Fr. 3, ca. 134 m über NN, R 25 85 520 H 56 20 630) ange-

Tab. 1: Chemische Bodenkenwerte der Profile Frankenforst 1, 2 und 3

Horizont	Tiefe in cm	pH-Wert (CaCl ₂)	CaCO ₃ %	Org. %
Frankenforst 1				
MAp	0- 45	7,4	2,3	1,5
MGo	45- 70	7,6	1,3	0,6
MGr	70- 80	7,3	0,3	1,1
II GrF	80-105	6,2	0	16,0
II Gr	105-120	7,0	0,4	2,5
II F	120+	7,2	17,3	11,5
Frankenforst 2				
MAp	0- 40	7,5	10,7	1,1
MSBv	40- 60	7,8	13,3	0,6
MBvGo	60- 90	7,7	9,9	0,8
MGr	90-100	7,4	2,1	2,5
MGr 1	100-125	7,4	5,2	2,6
MGr 2	125-145	7,4	14,2	5,8
Gr 1	145-170	7,0	6,7	9,9
Gr 2	170+	7,3	0,4	1,5
Frankenforst 3				
MGo	40- 72	7,4	1,3	0,6
MGr 1	72- 90	7,4	1,3	1,2
MGr 2	90-130	7,4	1,3	1,8

sprochen. Die Profile Fr 1 und 2 liegen am unteren Mittel- beziehungsweise Unterhang an Hangstufen des Kartiergeländes. Das Profil Fr 3 wurde in einer Senke im unmittelbaren Einflußbereich des Eichenbachs entnommen und wird sowohl durch unterirdisch, hangparallel fließendes Wasser (Hangzugwasser) als auch zeitweilig durch Druckwasser und Überflutungswasser geprägt. Bei den Profilen Fr 1 und Fr 2 stehen unterhalb von 80 bis 90 cm Tiefe Horizonte mit geringmächtigen Lagen von Anmoorbzw. Niedermoortorf im Wechsel mit humosen mineralischen Lagen an. Für eine in situ Bildung der organischen Substanz spricht der kontinuierliche Verlauf der Pollenkurven in dieser Profiltiefe, vor allem von Profil Fr 2 (Abb. 4). Die Versumpfung bzw. Vermoorung der Fläche wurde durch Akkumulation von Erosionsmaterial immer wieder gestört. Aus der Geländemorphologie und der Beschaffenheit der Bodenhorizonte folgt, daß die Vermoorung auf einen Überschuß an Hangzugwasser, der auch rezent im tieferen Profilbereich wirksam ist, zurückgeführt werden kann. Die Erosion am Oberhang setzte möglicherweise schon während, aber spätestens nach der Niedermoorbildung ein und führte schließlich zum Abbruch der Vermoorung.

Die Probenahme erfolgte an der Profilwand, die in 3 bis 5 cm mächtigen Schichten beprobt wurde. In Profil Fr 1 wurden ausschließlich die humusreichen Horizonte und Schichten beprobt, in Fr 2 zusätzlich das überlagernde Kolluvium (Tab. 2, 3). Profil Fr 3 weist ebenfalls unter 132 cm Tiefe Niedermoorhorizonte auf. Infolge austretenden Hangzugwassers konnten hier allerdings nur mineralische Horizonte ohne Anzeichen von Vermoorung bis zu einer Tiefe von 130 cm entnommen werden.

Für die pollenanalytischen Untersuchungen wurden die Proben nach FRENZEL (1964), modifiziert nach URBAN (1978) aufbereitet. Dabei werden mit Salzsäure und Natronlauge Kalk und lösliche Huminstoffe entfernt. Durch Schwerrettennung wird die organische Substanz von den Mineralien getrennt und anschließend azetolytisiert. Die Pollenkörner wurden mikroskopisch bestimmt und der Anteil der einzelnen Pollentypen bezogen auf die Basissumme (Gesamtpollensumme ohne *Cyperaceae*) in Diagrammen gegen die Profiltiefe aufgetragen (Abb. 3, 4, 5).

Die ¹⁴C-Bestimmungen wurden im Ordinariat für Bodenkunde der Universität Hamburg durchgeführt.

3 Pollenerhaltung in Kolluvien

Wie bei allen mineralischen Böden hängt die Pollenerhaltung in Kolluvien vom Pollentyp sowie der

biologischen Aktivität, dem Kalkgehalt, dem pH-Wert und dem Wassergehalt der Böden ab (HAVINGA 1971, ZAKOSEK, KAHRER & LESSMANN-SCHOCH 1991). Bei der Kolluvienbildung wird die Bodenoberfläche, auf der der Pollen der Vegetationsperiode liegt, durch Erosionsmaterial überdeckt. Wenn größere Materialmengen in kurzer Zeit aufgelagert werden und der fossile A-Horizont damit unter der sich neu entwickelnden Zone hoher biologischer Aktivität liegt, sind die Erhaltungsbedingungen für den Pollen in den begrabenen Horizonten gut. Bei langsam ablaufender Erosion mit jährlichen Ablagerungen von einigen mm oder cm Mächtigkeit wird der Pollen dagegen durch die ackerbauliche Tätigkeit und biologische Aktivität in der Krume mehr oder weniger stark zerstört. Kolluvien sind daher nur zum Teil als Archiv für die Vegetationsgeschichte geeignet. Das wurde bei Untersuchungen an kolluvial überdeckten Smonitzen (LESSMANN 1983) und einem überdeckten Braunen Tschernosem in Rheinhessen (ZAKOSEK, KAHRER & LESSMANN-SCHOCH 1991) sowie an Kolluvien auf der Hauptterrasse des Rheins bei Meckenheim (unveröff.) belegt. Diese Böden enthielten, ebenso wie ein rein terrestrisches Kolluvium auf dem Versuchsgut Frankenforst (Institut für Bodenkunde der Universität Bonn, unveröff.), keinen auswertbaren

Pollengehalt. Die gute Pollenerhaltung in den hier vorgestellten Profilen Fr 1 bis 3 ist aus der relativ hohen Anzahl der Sporen- und Pollentypen (um 30) in den einzelnen Proben ersichtlich (Tab. 2 bis 4). Die Zahl der Formentypen ist umso höher, je geringer die Pollenzersetzung ist und damit die selektive Anreicherung einzelner, besonders resistenter Pollentypen (FRENZEL 1964). Die gute Erhaltung des Pollens in den Profilen Fr 1 bis 3 ist auf den Hangwasser-einfluß zurückzuführen, der die biologische Aktivität hemmte. Durch den Kalk wurden die Pollenkörner in stabilen Aggregaten fixiert und so vor mikrobieller Zersetzung geschützt (ZAKOSEK, KAHRER & LESSMANN-SCHOCH 1991).

4 Pollenanalytische Ergebnisse

Profil Frankenforst 1 (Fr 1)

Das Profil wurde zwischen 80 und 125 cm Tiefe in 5 cm mächtigen Schichten beprobt. Die zwischen 80 und 100 cm Tiefe entnommenen Schichten sind pollenfrei. Das Pollenspektrum in 100 bis 125 cm Tiefe ist durch einen stark schwankenden Kurvenverlauf gekennzeichnet (Abb. 3). Der Gehalt an organischer

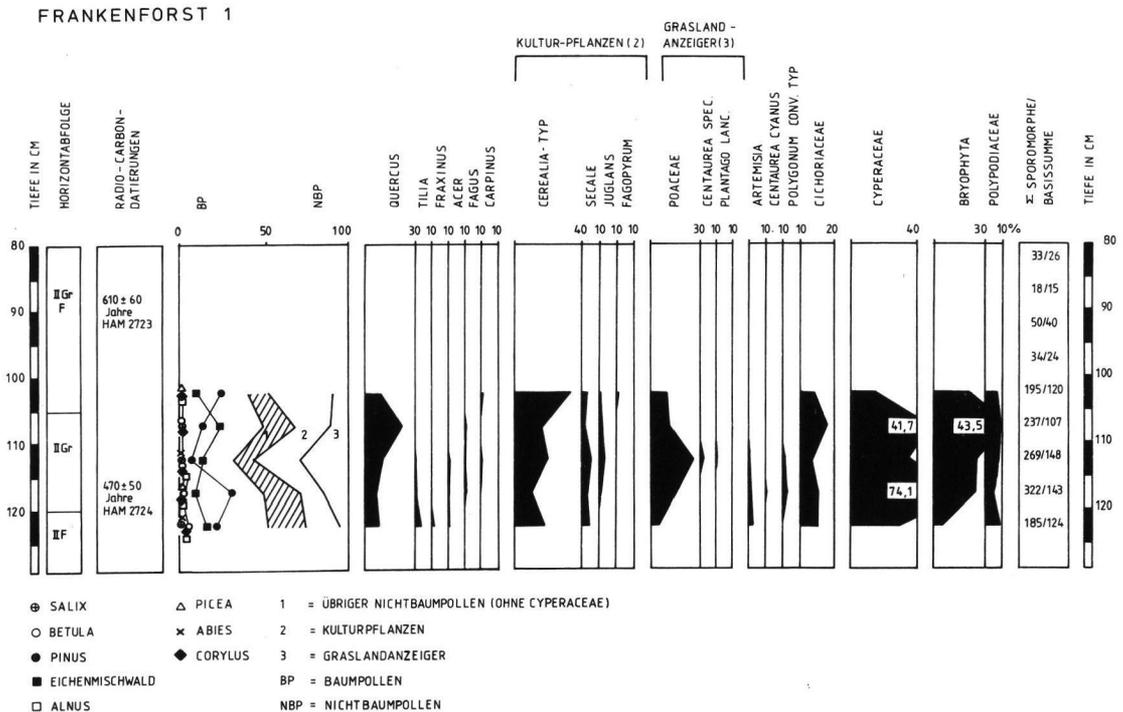


Abb. 3: Pollendiagramm in 105—125 cm Tiefe von Profil Frankenforst 1.

Tab. 2: Frankenforst 1
Kohlenstoffgehalte, Anzahl der Sporen- und Pollentypen und Anteile einzelner NBP-Typen an der NBP-Summe

Tiefe in cm	C %	Sporen- und Pollentypen	Anteile einzelner NBP-Typen und NBP-Gruppen an der NBP-Summe in %				
			Cerealia-Typ	Secale	Poaceae	Kulturbegleiter	indiff. NBP
80- 85	14,5	19	-	-	-	-	-
85- 90	20,5	14	-	-	-	-	-
90- 95	13,8	16	-	-	-	-	-
95-100	10,3	15	-	-	-	-	-
100-105	6,15	24	56	5	16	1	22
105-110	1,79	28	30	3	20	0	47
110-115	2,3	36	29	8	38	1	24
115-120	5,36	31	22	5	29	4	40
120-125	14,5	32	37	8	10	3	42

Substanz weist ebenfalls starke Unterschiede auf (Tab. 1 und 2). Beides deutet auf gestörte Sedimentationsbedingungen hin. Phasen mit in situ Bildung von organischer Substanz wechselten mit Akkumulationsphasen von vorwiegend mineralischem Erosionsmaterial ab.

Die Pollenzusammensetzung in 105 bis 125 cm Tiefe zeigt eine Versumpfung der damaligen Oberfläche an. Pollen von wasserbegleitenden Pflanzen bzw. von Feuchtpflanzen (*Cyperaceae*, Sauergräser; *Equisetum* sp., Schachtelhalm) sind vorhanden; reine Wasserpflanzen dagegen fehlen. Da die meisten Pollenkörner mit dem Wind oder durch Insekten verbreitet werden, ist im Pollendiagramm eines Feuchstandortes auch immer Pollen der umgebenden terrestrischen Standorte zu finden. In diesem Diagramm ist die Vegetation der umliegenden terrestrischen Standorte durch hohe Nichtbaumpollen (NBP)-Werte zwischen 48 und 68 % gekennzeichnet.

Eichen- und Kiefernpollen dominiert bei dem Baumpollen (BP). Die übrigen Bäume sind nur durch Einzelpollen vertreten. Bei dem NBP dominiert der Pollen der Gräser (*Poaceae*) und der Getreide (*Cerealia*-Typ). Roggenpollen (*Secale cereale*) ist mit 2 bis 5 % vertreten. Als weiterer Kulturpflanzenpollen kommt Walnuß- (*Juglans regia*; nur in 100 bis 120 cm Tiefe) und Buchweizenpollen (*Fagopyrum esculentum*; nur in 100 bis 105 cm Tiefe) vor. An Hand des Pollenspektrums wird deutlich, daß die Kolluviumbildung unter offener Vegetation erfolgte, in der Gräser und vor allem Getreide dominierten.

Profil Frankenforst 2 (Fr 2)

An diesem Profil wurden die Anmoor- bzw. Niedermoorhorizonte (84 bis 157 cm Tiefe) und drei Proben aus dem oberen Teil des Kolluviums untersucht (Abb. 4). Die Probe aus 127—129 cm Tiefe war pollenfrei. Es handelt sich um kalkfreies Material, ebenso bei der Probe aus 155—157 cm Tiefe, in einem ansonsten kalkhaltigen Boden. Die Pollenzerstörung ist durch biologische und chemische Oxidation bedingt, beispielsweise nach Absenkung des Grundwasserstandes und folgender Mineralisation der organischen Substanz.

Die lokale Vegetation im Anmoor- bzw. Niedermoorbereich bestand, analog zu Profil Fr 1, vorwiegend aus wasserbegleitenden und Feuchtpflanzen. Ein Pollenkorn von Laichkraut (*Potamogeton* sp.) weist darauf hin, daß sich hier zeitweilig, wahrscheinlich unter dem Einfluß von Hangzugwasser, ein offenes Gewässer befand. Der Pollenanteil der Feuchtvegetation im Diagramm (Abb. 4) ist deutlich geringer als in Profil Fr 1 und nimmt nach oben hin ab. In dem höher gelegenen mineralischen Bereich des Kolluviums ist er erwartungsgemäß unbedeutend.

Die Pollenassoziation aus den umgebenden terrestrischen Standorten läßt sich in drei lokale Diagrammabschnitte (DA) unterteilen, DA 1 von 157 bis 128 cm, DA 2 von 128 bis 104 cm und DA 3 von 104 bis 40 cm Tiefe (Abb. 4).

DA 1 ist der einzige Abschnitt des Diagramms, der auf einen größeren Baumbestand am Standort hinweist. Es handelt sich um einen lichten Eichen-

FRANKENFORST 2

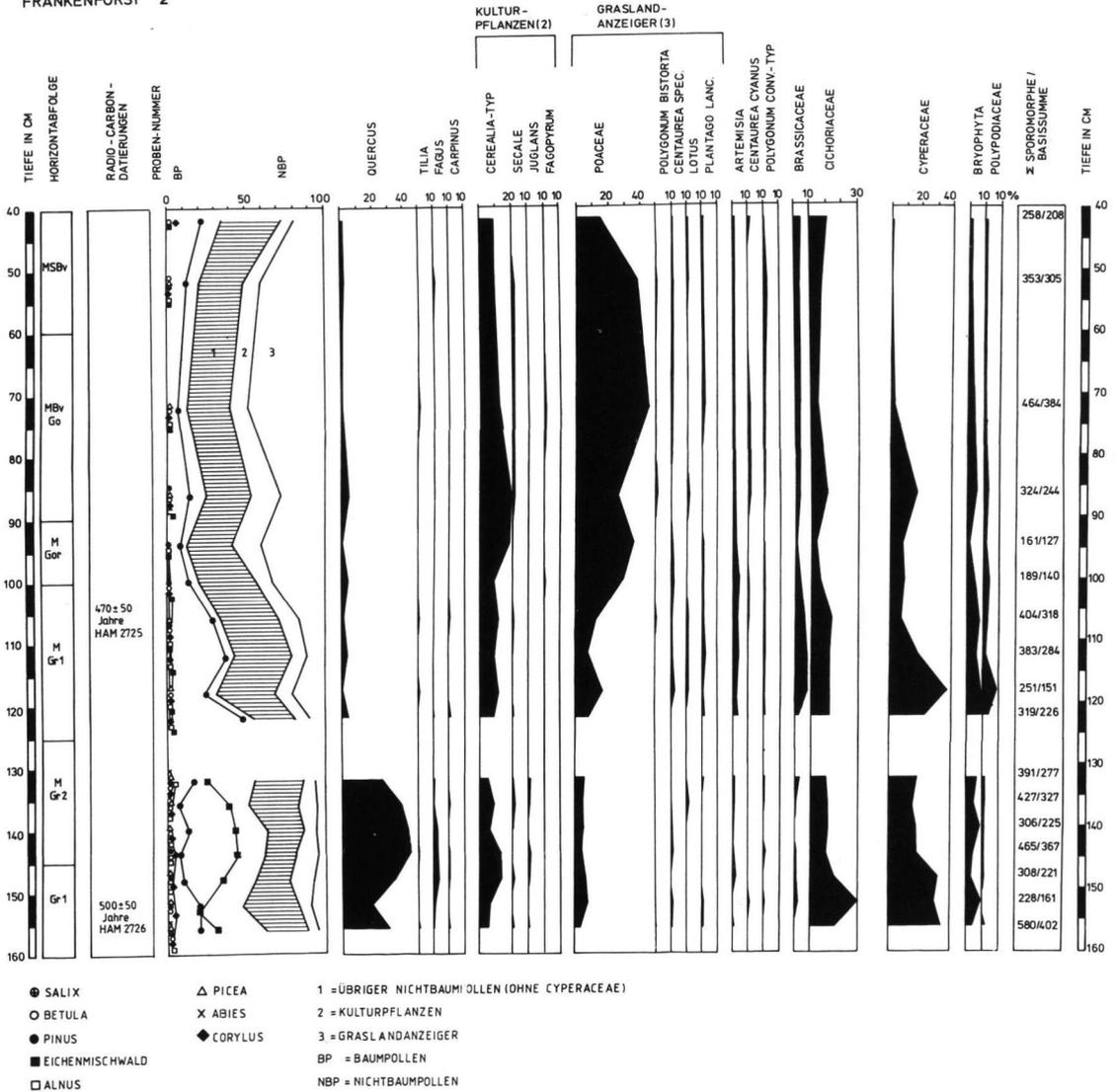


Abb. 4: Pollendiagramm von 40 bis 157 cm Tiefe von Profil Frankenforst 2.

bestand, wahrscheinlich um einen beweideten Wald. Neben diesem Weidewald gab es große Flächenanteile offener Vegetation, hauptsächlich Ackerland. Der Anteil des *Cerealia*-Typ-Pollens an der NBP-Summe (Tab. 3) erreicht in diesem Abschnitt den höchsten Wert im Profil. Daneben sind die Anteile des indifferenten NBP's sehr hoch. In dieser Gruppe ist Pollen von feuchtigkeitsliebenden oder gewässerbegleitenden Pflanzen relativ häufig vertreten (*Ranunculus aquaticus*, *Symphytum* sp.). Walnußpollen wurde vereinzelt in DA 1 gefunden (155—157 cm, 147—149 cm Tiefe).

Zwischen DA 1 und DA 2 liegt ein Hiatus. Er zeichnet sich durch eine pollenfreie Schicht und den fehlenden Übergang von der eichenreichen und kiefernarmen Vegetation in DA 1 zur kiefernreichen und fast eichenfreien Vegetation in DA 2 aus. DA 2 ist gekennzeichnet durch hohe NBP-Werte, die zu den oberen Profilbereichen hin weiter ansteigen. Bei den Baumpollen dominiert der Kiefernpollen mit Werten zwischen 24 und 48 %. Die Umgebung des damaligen Bodens war sicher waldfrei, da solche Kiefernpollenanteile bei einem Fehlen anderer Baumpollen auf Fernflug zurückzuführen sind. Der Anteil des *Poaceae*-Pollens

Tab. 3: Frankenforst 2
Kohlenstoffgehalte, Anzahl der Sporen- und Pollentypen und Anteile einzelner NBP-Typen an der NBP-Summe

Tiefe in cm	C %	Sporen- und Pollentypen	Anteile einzelner NBP-Typen und NBP-Gruppen an der NBP-Summe in %				
			Cerealia-Typ	Secale	Poaceae	Kulturbegleiter	indiff. NBP
40- 44	0,7	40	13	0	24	13	50
50- 54	0,66	41	12	1	48	4	35
70- 74	1,14	51	13	1	52	4	30
84- 88	2,13	38	25	1	34	5	35
92- 96	2,41	31	21	0	42	5	32
99-102	1,68	31	12	0	38	6	44
105-108	2,29	45	18	1	21	8	52
111-114	2,81	33	16	1	14	9	50
117-120	2,94	36	17	0	25	10	48
123-125	5,60	30	21	1	20	8	50
127-129	9,65	10	-	-	-	-	-
131-133	10,85	41	12	1	13	7	67
135-137	9,95	38	19	3	10	5	63
139-141	10,55	31	19	1	15	5	60
143-145	9,85	38	34	0	12	4	56
147-149	10,90	29	31	2	16	4	47
151-153	11,15	22	13	0	15	1	71
155-157	7,55	48	14	2	9	3	72

am NBP hat gegenüber DA 1 zugenommen, der *Cerealia*-Typ-Anteil ist unverändert (Tab. 3). Der Weidewald wurde verdrängt, lokal zu Gunsten der Weidewirtschaft. Gleichzeitig weist das Pollenspektrum auch auf veränderte Standortbedingungen hin. Der Anteil des *Cyperaceae*-Pollens (Riedgräser) nimmt ab, ebenso der Anteil des indifferenten NBP's, vor allem der feuchteliebenden Pflanzen. Mit zunehmender Mächtigkeit des Kolluviums ist offenbar der Wassereinfluß auf die Vegetation, aber auch auf den Boden (s. abnehmender Humusgehalt, Tab. 3) geringer geworden.

DA 3 läßt sich an Hand des lokalen Pollens in zwei Bereiche unterteilen. Im unteren Abschnitt (104 bis 79 cm Tiefe) sind Feuchtezeiger vertreten (*Cyperaceae*), während im darüberliegenden humusarmen Bereich rein terrestrische Pflanzen vorkommen. Der BP erreicht in diesem Abschnitt die geringsten Anteile im Profil. Der Kiefernpollen ist auf Fernflug zurückzuführen. Beim NBP dominieren die Wildgräser (*Poaceae*) mit bis zu 46%. Der Pollen des Getreide-Typs (*Cerealia*-Typ) umfaßt maximal 19%.

Eine Abschätzung der Acker- und Weideflächenanteile ist aus den Pollenanteilen nicht möglich, da die

Wildgräser als größtenteils Windbestäuber gegenüber den selbstbefruchtenden Getreidearten (alle außer Roggen) überrepräsentiert sind. Auch ist das Pollendiagramm des untersuchten Kolluviums nicht repräsentativ für die gesamte Fläche des Kartiergebietes, da die Pollenzusammensetzung stark von der lokalen Feuchvegetation beeinflusst ist.

Wie schon in Profil Fr 1 wurde auch in diesem Profil Buchweizenpollen (*Fagopyrum esculentum*, in 99 bis 102 cm Tiefe) gefunden. Aus dem Pollenspektrum wird deutlich, daß die Bildung des Kolluviums unter einer offenen, anthropogen beeinflussten Vegetation erfolgte.

Profil Frankenforst 3 (Fr 3)

Bei Profil Fr 3 (Abb. 2) wurden ausschließlich die mineralischen Horizonte beprobt. Das Pollendiagramm (Abb. 5) zeigt einen kontinuierlichen Kurvenverlauf und läßt sich nicht unterteilen. Bei dem BP dominiert Kiefernpollen. Eichenpollen ist im unteren Teil des Profils (95 bis 130 cm Tiefe) mit geringen Anteilen vertreten. Der NBP-Gehalt nimmt von der Basis zum oberen Profilbereich leicht zu. Der Anteil

FRANKENFORST 3

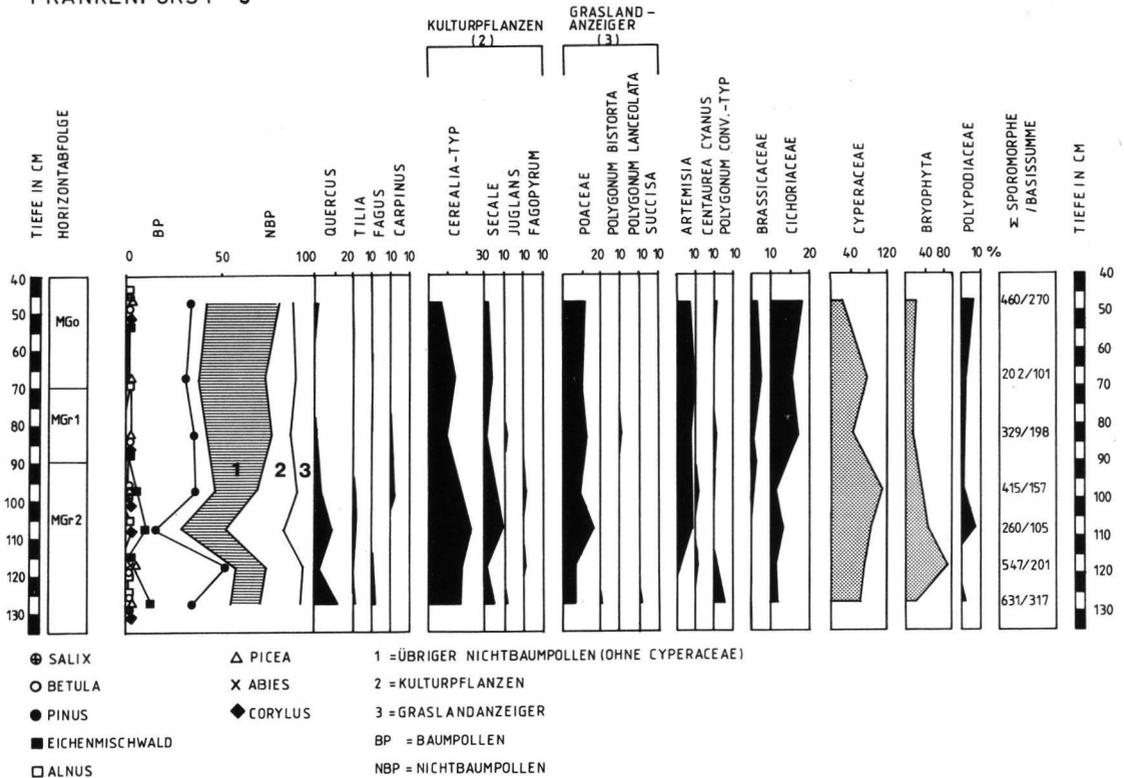


Abb. 5: Pollendiagramm von 40 bis 130 cm Tiefe von Profil Frankenstein 3.

Tab. 4: Frankenstein 3

Kohlenstoffgehalte, Anzahl der Sporen- und Pollentypen und Anteile einzelner NBP-Typen an der NBP-Summe

Tiefe in cm	C %	Sporen- und Pollentypen	Anteile einzelner NBP-Typen und NBP-Gruppen an der NBP-Summe in %				
			Cerealia-Typ	Secale	Poaceae	Kulturbegleiter	indiff. NBP
45- 50	0,6	30	12	1	20	23	44
65- 70	0,7	26	23	5	16	16	40
80- 85	1,5	32	17	1	21	20	41
95-100	1,3	33	33	8	17	19	23
105-110	1,7	22	32	12	23	12	21
115-120	2,2	31	44	2	15	7	32
125-130	1,5	31	37	11	14	0	38

des *Cerealia*-Typ's am NBP (Tab. 4) sinkt zu Gunsten der Kulturbegleiter *Plantago* sp. (Wegerich), *Artemisia* sp. (Beifuß) und *Centaurea cyanus* (Kornblume) sowie des indifferenten NBP's. Zu dem indifferenten NBP gehören der *Cichoriaceae* (Zungen-

blüter)-Pollen, der hier Anteile über 15 % erreicht. Eine relative Zunahme des grobwandigen *Cichoriaceae*-Pollens in den oberen Horizonten von Böden kann durch Zersetzung der weniger resistenten Pollentypen durch die biologische Aktivität bedingt sein.

Da aber in diesem Profil die Anzahl der Sporen- und Pollentypen relativ hoch (um 30) liegt, kann man eine selektive Pollenerhaltung der *Cichoriaceae* ausschließen. *Cichoriaceae* gelten nach BEHRE (1981) auch als Indikatoren für Ruderalgesellschaften, die Ackerränder, Wege und durch Akkumulation gestörte Flächen kennzeichnen. Auffällig sind außerdem die durchweg hohen *Cyperaceae*-Anteile (Riedgräser). Werte über 40 %, wie in Profil Fr 3, werden in den anderen Profilen noch nicht einmal in den Anmoor- bzw. Niedermoorhorizonten erreicht. Während der gesamten Akkumulation muß der Standort vernäßt gewesen sein, was auch die gute Pollenführung und -erhaltung erklärt. Pollen von *Juglans regia* (Walnuß) und *Fagopyrum esculentum* (Buchweizen) sind an der Basis des Profils (125 bis 130 cm bzw. 115 bis 120 cm) vorhanden. Das Bodenmaterial wurde unter baumfreier Vegetation erodiert und — wie bei den Profilen Fr 1 und Fr 2 — unter offener, anthropogen beeinflusster Vegetation abgelagert.

5 Das Alter der Kolluvien

In den Spektren der drei Profile tritt in allen Tiefen eine Kiefernpollendominanz mit teilweise geringen Eichenpollenanteilen bei gleichzeitig hohem Getreidepollenanteil auf. Dies läßt eine Einordnung in das jüngere Subatlantikum zu. Durch Walnußpollen (*Juglans regia*) und Buchweizenpollen (*Fagopyrum esculentum*) ist eine zeitliche Einordnung der Spektren möglich. Die Walnuß wurde durch die Römer in Mitteleuropa eingeführt; Buchweizen gelangte im 15. Jahrhundert nach Deutschland. Walnußpollen wurde in allen Profilen in den unteren Horizonten gefunden. Die Kolluvienbildung ist somit als nachrömisch zu datieren. Vereinzelt auftretender Pollen von *Fagopyrum esculentum* (Buchweizen) in den unteren Horizonten läßt eine weitere zeitliche Einengung der Kolluvienbildung auf die letzten 500 bis 600 Jahre zu. Infolge geringer Pollenproduktivität fehlt *Fagopyrum*-Pollen trotz nachweisbarem Anbau in vielen Sedimenten (BEHRE 1981). Das Fehlen dieses Pollens im tieferen Profildbereich von Fr 2 deutet daher nicht notwendigerweise auf ein wesentlich höheres Alter für die Basis des Profils hin.

Profil Fr 2 weist die am deutlichsten ausgeprägte Horizont- und Schichtenfolge auf und belegt eine relativ kurze, aber kontinuierliche Vegetationsentwicklung für das Untersuchungsgebiet. Die Vegetation änderte sich von einem lichten Eichenweidewald mit großem Ackerflächenanteil hin zu einem waldfreien Areal mit Acker- und Grasland.

Nach HENNING (1979) wurde die Bodennutzung vor allem in der Phase von 1150 bis 1350 n. Chr. ver-

ändert. Die Ackerflächen wurden auf Kosten der Waldweide ausgedehnt. Die Dreifelderwirtschaft mit einem Brachejahr hatte sich in ganz Deutschland durchgesetzt. Durch die Brache fand eine starke Vergrasung und Verunkrautung der Flächen statt. Eine solche Wirtschaftsform kann die hohen *Poaceae*-Pollen-Anteile bei gleichzeitig hohem *Cerealia*-Pollen-Anteil erklären. Die hohen *Cerealia*-Pollen-Gehalte bis 34 % sind vergleichbar mit Werten von JANSSEN (1960) aus mittelalterlichen Ablagerungen in Süd-Limburg.

Die Pollenspektren der beiden anderen Profile lassen sich in das Diagramm von Profil Fr 2 einordnen. Profil Fr 1 weist wesentlich stärkere Schwankungen in der Tiefenverteilung der einzelnen Pollentypen auf. Durch die relativ niedrigen *Poaceae*-Werte und die etwa gleichhohen Gehalte von Kiefern- und Eichenpollen ist das Gesamtdiagramm von Fr 1 mit DA 1 des Profils Fr 2 (157 bis 128 cm Tiefe) zu parallelisieren; eventuell repräsentiert es den Hiatus dieses Profils. Die Basis des Profils Fr 3 kann man an Hand der Eichen- und Kiefernpollengehalte in diesen Hiatus einhängen. Die Standortbedingungen müssen hier allerdings anders gewesen sein. Die hohen Anteile von *Cyperaceae*-Pollen (Riedgräser) deuten auf eine stärkere Vernässung hin, die durch die Senkenlage des Profils und den damit verbundenen Grundwassereinfluß bedingt ist.

An den Anmoor- bzw. Niedermoorhorizonten der Profile Fr 1 und Fr 2 wurden ¹⁴C-Untersuchungen durchgeführt. In Profil Fr 1 wurden Zweige aus der Tiefe 85 bis 95 cm mit 610 ± 60 Jahren (HAM 2723) datiert und die organische Substanz der Anmoor- bis Niedermoorhorizonte aus 115 bis 120 cm Tiefe mit 470 ± 50 Jahren (HAM 2724). Die organische Substanz in Profil Fr 2 hat in 105 bis 111 cm Tiefe ein Alter von 470 ± 50 Jahren (HAM 2725) und in 155 bis 157 cm Tiefe von 500 ± 50 Jahren (HAM 2726). Die ¹⁴C-Alter der organischen Substanz der drei Bodenhorizonte zeigen eine gute Übereinstimmung und datieren die Bildung der Anmoore bzw. Niedermoore in den Zeitraum 1440 bis 1570 n. Chr. Es handelt sich dabei um Mindestalter. Durch Sickerwasser- und Grundwassereinfluß kann die organische Substanz der fossilen Horizonte verjüngt sein. Das Holz aus dem obersten anmoorigen Horizont von Profil Fr 1 (85 bis 95 cm Tiefe) gibt einen früheren Zeitraum für das Ende der Anmoorbildung und den Beginn der kolluvialen Überdeckung an (1320 bis 1440 n. Chr.). Dieser Zeitraum ist methodisch bedingt wahrscheinlich der richtige.

Am Anfang des 14. Jahrhunderts wurden, wie aus historischen Quellen und Erosionsformen in reliefierten Landschaften nachweisbar ist, durch einige

extreme Niederschlagsereignisse die ackerbaulich genutzten Flächen in Mitteleuropa durch Erosion verändert (BORK 1988). Neben Schluchtenreißern und nachfolgender Verfüllung fand die intensivste flächenhafte Bodenerosion der historischen Zeit statt (BORK & BORK 1987). Wahrscheinlich wurde auch der Oberhang der untersuchten Fläche in dieser Phase erodiert und das Kolluvium am unteren Mittelhang sowie in der Senke abgelagert. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen KWAAD & MÜCHER (1977, 1979) in einem anderen Mittelgebirgsbereich, den Luxemburger Ardennen. Ihr Pollendiagramm eines Kolluviums unter Acker ist denen von Frankenforst sehr ähnlich. Allerdings sind die BP-Anteile noch geringer als in Frankenforst. Ähnliche Ergebnisse finden HAVINGA & VAN DEN BERG VAN SAPAROE (1980) in Süd-Limburg/Niederlande. Die Kolluvienbildung setzte im späten Subatlantikum, wahrscheinlich nachrömerzeitlich, unter extensiver ackerbaulicher Bewirtschaftung ein.

Die Ergebnisse dieser Arbeit machen im Zusammenhang mit den aufgeführten Literaturbefunden deutlich, daß auch in lößbedeckten Mittelgebirgslandschaften Mitteleuropas mit dem Anwachsen der Bevölkerung bis zum 14. Jahrhundert und zunehmender ackerbaulicher Nutzung eine verstärkte Erosion und Kolluvienbildung einsetzte.

6 Schriftenverzeichnis

- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. — *Pollen et Spores*, **23**: 225—245; Paris.
- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion. — *Landschaftsgenese und Landschaftsökologie*, H. 13: 249 S.; Braunschweig.
- , & BORK, H. (1987): Extreme jungholozäne hygrische Klimaschwankungen in Mitteleuropa und ihre Folgen. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **37**: 109—118; Hannover.
- FRENZEL, B. (1964): Zur Pollenanalyse von Lössen. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **15**: 5—39; Öhringen.
- HAVINGA, A. J. (1971): A palynological investigation into the decay of pollen and spores in various soil types. — In: BROOKS, J., GRANT, P. R., MUIR, M. D., VAN GIJZEL, P. & SHAW, G. (Hrsg.): *Sporopollenin*: 446—479; London (Academic Press).
- HAVINGA, A. J. & VAN DEN BERG VAN SAPAROE, R. M. (1980): Former vegetation and sedimentation in the Geul valley. — *Mededelingen Landbouwhogeschool*, **80** (8): 47—60; Wageningen.
- HENNING, F.-W. (1979): Landwirtschaft und ländliche Gesellschaft in Deutschland. Bd. 1: 800 bis 1750. — 287 S.; Paderborn (Ulmer).
- HILLEBRECHT, M.-L. (1986): Eine mittelalterliche Energiekrise. — In: B. HERRMANN: *Mensch und Umwelt im Mittelalter*: 275—283; Darmstadt (Fischer).
- JANSSEN, C. R. (1960): On the late-glacial and post-glacial vegetation of south Limburg (Netherlands). — *Wentia*, **4**, 112 S.; Amsterdam.
- KELLERMANN, V. & HAVERMANN, K. (1973): 800 Jahre Vinxel. — 28 S.; Königswinter (Uelpenich).
- KWAAD, F. J. P. M. & MÜCHER, H. J. (1977): The evolution of soils and slope deposits in the Luxembourg Ardennes near Wiltz. — *Geoderma*, **17**: 1—37; Amsterdam.
- & — (1979): The formation and evolution of colluvium on arable land in Northern Luxembourg. — *Geoderma*, **22**: 173—192; Amsterdam.
- LESSMANN, U. (1983): Pollenanalysen an Böden im nördlichen Oberrheinland unter besonderer Berücksichtigung der Steppenböden. — Diss. Bonn, 108 S.; Bonn.
- PRANGE, W. (1986): Die Bedeckungsgeschichte der Marschen in Schleswig-Holstein. — *Probleme der Küstenerforschung im südlichen Nordseegebiet*, **16**: 1—53; Hildesheim.
- RIEZEBOS, P. A. & SLOTBOOM, R. T. (1974): Palynology in the study of presentday hillslope development. — *Geol. Mijnb.*, **53** (6): 436—448; Leiden.
- STRAKA, H. (1975): Die spätquartäre Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. — *Beitr. Landespl. Rheinland-Pfalz*, Beih. 3, 163 S.; Oppenheim.
- URBAN, B. (1978): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Gliederung des Altquartärs der Niederrheinischen Bucht. — *Sonderveröff. Geol. Univ. Köln*, **34**: 165 S.; Köln.
- ZAKOSEK, H., KAHRER, R. & LESSMANN-SCHOCH, U. (1991): Möglichkeiten und Grenzen der Pollenanalyse in Böden. — *Mainzer geowiss. Mitteilungen*; Mainz. — Im Druck.

Manuskript eingegangen am 26. 07. 1990