

Mainzer Naturw. Archiv	23	S. 201–222	3 Abb., 1 Tab., 3 Profile	Mainz 1985
------------------------	----	------------	---------------------------	------------

Pedologisch-stratigraphische Untersuchungen in Flugsanden westlich von Mainz (Sandgrube Walter und Lennebergwald)

LOTHAR HANKE & NEEK MAQSUD

Kurzfassung

Im Lennebergwald und in der Sandgrube Walter, einem Teilbereich des Flugsandgebietes zwischen Mainz und Gau-Algesheim, wurden die Sande an einigen Stellen anhand pedologischer, chemischer und sedimentpetrographischer Untersuchungen sowie ^{14}C -Datierungen von Holzkohle stratigraphisch gegliedert.

Bisher konnten die Sandschichten durch das mittellaterdzeitliche Laacher Bimstufband getrennt werden.

Funde verkohlter Hölzer und Zapfen von *Pinus mugo* und *P. sylvestris* lassen nun an einigen Stellen eine genauere Differenzierung zu.

Die ältesten Flugsandablagerungen können ins Würm-Hochglazial gestellt werden. Die Aktivitäten der Umlagerungen hielten bis ins Subatlantikum an.

Die Bölling- und Alleröd-Interstadiale weisen schwache Bodenbildungen auf. Im Präboreal und Boreal bildeten sich in den Sanden schwarzerdeähnliche Böden, die im Atlantikum durch die Parabraunerde-Dynamik degradiert wurden. Im Subboreal kam es nochmals zu einer schwachen Steppenbodenbildung.

Die meisten rezenten Böden auf Flugsanddecken und -dünen sind subatlantisch. Ferner bildete sich innerhalb der letzten 2000 bis 2500 Jahre eine stark ausgeprägte und tief entwickelte Parabraunerde.

Abstract

Pedological and Stratigraphical Researches on Aeolian Sands West of Mainz (Quarry Walter and Lennebergwald)

In Lennebergwald and the quarry Walter, a part of the aeolian sand-area between Mainz and Gau-Algesheim, sands were stratigraphically classified by pedological, chemical, sedimentpetrographical investigations and ^{14}C -dating.

Up to now the sand-sequences had been divided by the Laach punice tuff of the Middle Alleröd.

Samples of carbonized wood and cones of *Pinus mugo* and *P. sylvestris* now allow a detailed differentiation of some places.

The oldest aeolic sand-deposits belong to the Würm Highglacial. The processes of redeposition continued up to the Subatlanticum.

The Boelling and Alleroed Interstades show slight pedogenesis. Soils, resembling chernozem occur in the sands of the Preboreal and Boreal, degraded by luvisols or acrisols-processes (Parabraunerde-processes) in the Atlanticum. A slight steppe soil formation could be found again in the Subboreal.

Most of the recent soils on aeolic sand fields and -dunes are of subatlantic age. Within the last 2000–2500 years well marked and thickly developed luvisols or acrisols (Parabraunerden) were formed.

1. Einleitung

Die Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen (Bl. 5915 Wiesbaden) und der sich anschließende Lennebergwald (Bl. 5914 Eltville, Bl. 5915 Wiesbaden) sind ein Teilbereich des Flugsandgebietes, das sich vom westlichen Stadtrand von Mainz bis Gau-Algesheim am Nordabfall des West- und Ostrheinhessischen Plateaus erstreckt. Seine größte N–S-Erstreckung erreicht es zwischen Budenheim und Finthen.

Im Rahmen von Geländepraktika und einer pedologischen Untersuchung in der Sandgrube Walter (MAQSUD 1982, 1984) sowie einer über den Lennebergwald angefertigten Diplomarbeit unter Einbeziehung der anschließenden Sandgrube Walter (HANKE 1985) konnten weitere Erkenntnisse über Stratigraphie und Kenndaten der Flugsande erarbeitet werden.

2. Böden und Flugsande in der Sandgrube Walter

Als wichtige Kennmarke in den Flugsandschichten der Sandgrube Walter dient das schon oft beschriebene dunkle dichte Band aus Laacher Bimstuff, das ins mittlere Alleröd (ca. um 11.400 B. P.) datiert wird (BRÜNING 1975, 1977; SONNE & STÖHR 1959; STÖHR 1966, 1967a, 1969; ZIEHEN 1970; IGEL 1984). Bei der vollständig in situ lagernden Tuffabfolge befindet sich der etwa 0,5 bis 1 cm mächtige Frauenkirch oder Mausgraue Tuff an der Basis, darüber folgt ca. 1 bis 5 cm körniger Bims des Laacher Bimstoffes 1 und etwa 5 bis 7 cm dunkler dichter Aschentuff des Laacher Bimstoffes 5. Die Eruptionen von Frauenkirch und Laacher See müssen relativ schnell hintereinander erfolgt sein, da zwischen den primär geschichteten Bimslagen keine Flugsandschichten eingeschaltet sind. Nach Ablagerung der Bimstufte wurden sie bald durch W- und NW-Winde von der Luv- auf die Leeseite der prämittellallerödzeitlichen Dünen verfrachtet (SONNE & STÖHR 1959: 111–112; STÖHR 1966: 1001–1002, 1967 a: 11, 1969: 9), so daß das Band durchschnittlich 30 bis maximal 60 cm (Fuß einer Düne) mächtig wird. Bei den äolischen Tuffumlagerungen wurde auch in unterschiedlichen Mengen Flugsand

eingemischt. Während der Jüngerer Tundrenzeit wurden die Bimstufte mit den Flugsanden kryoturbat verwürgt (SONNE & STÖHR 1959: 111).

Im Frauenkirch Tuff wurden Pflanzenabdrücke von *Calamagrostis epigeios*, Nadeln und Zapfen von *Pinus sylvestris* (STÖHR 1967 a: 11), Nadeln, Nadelbruchstücke und Zapfenabdrücke von *Pinus montana* MILL ssp. *unicata* ANTOINE, verkohlte Reste einer Wurzel von *Pinus* spec. (? *Pinus sylvestris*, *Pinus montana* MILL) und verkohltes Holz von *Juniperus communis* L. aufgefunden (STÖHR 1972: 131–133).

Vor der Tuffablagerung im mittleren Alleröd kann also eine von Kiefern, Wacholder und Gras (Landreitgras) bewachsene Dünenlandschaft angenommen werden. Die Kiefer dürfte die Würmkaltzeit infolge der geänderten Standortverhältnisse in einer Degenerationsform in dem schon immer klimatisch begünstigten Gebiet überdauert haben (STÖHR 1967 a: 11).

An vielen Stellen in der Sandgrube Walter liegen mehrere fossile Böden übereinander, deren Alter mit Hilfe des Laacher Bimstufbandes ins Prämittelalleröd und Postmittelalleröd grob eingeordnet werden kann.

Anhand von zwei charakteristischen Profilen soll versucht werden die einzelnen Phasen der terrestrischen Bodenbildung auf Flugsanden im Raum von Mainz seit dem Würm-Spätglazial zu erläutern.

2.1. Bodenprofil A in der Sandgrube Walter

Im Bodenprofil A sind neben dem Laacher Bimstuf die Holzkohlenreste in 300 bis 350 cm u. GOF eine wichtige Marke zur Einstufung der verschiedenen alten Bodenbildungen. Die starke Holzkohlenanreicherung liegt 50 bis 100 cm unter dem allochthonen Laacher Bimstuf. Eine ^{14}C -Datierung ergab ein Alter von 15.200 ± 400 a B. P. (d. h. bezogen auf 1950) (PROTSCH 1985: schriftl. Mitt.). Damit ist das Holz in der Ältesten Tundrenzeit verkohlt. Ob die Holzkohlenreste von einer anthropogen angelegten Feuerstelle spätpaläolithischer Siedler oder einem verbrannten Baumstumpf herrühren, ist nicht eindeutig zu klären, da keine Artefakte gefunden wurden. CURSCHMANN (1930: 24) schließt eine paläolithische Besiedlung dieses klimatisch begünstigten Gebiets nicht aus. Auch die Nähe einer Quelle (Bernhardsborn im Lennebergwald) erhärtet diese Vermutung. Sollte es sich um eine Feuerstelle handeln, wären die bisher ältesten Besiedlungsspuren im Mainzer Raum gefunden.

Eine xylotomische Analyse der Holzkohlen ergab, daß es sich um *Pinus sylvestris/mugo* (Waldkiefer/Bergkiefer) handelt, wobei sich holzanatomisch die beiden Kiefernarten nicht trennen lassen (KREUZ 1984: schriftl. Mitt.). Wahrscheinlich handelt es sich um *Pinus mugo* (existiert heute nicht mehr im Lennebergwald). Die Kiefer konnte in der letzten Kaltzeit nur in einer dem Klima angepaßten degenerierten Form existieren. Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) dominiert im angrenzenden Lennebergwald infolge forstwirtschaftlicher Maßnahmen, aber auf bestimmten Standorten wird sie auch natürlich vorkommen (vgl. HANKE 1985). Mit diesem Fund bestätigt sich einmal mehr die Vermutung von STÖHR (1967 a: 11), daß die Kiefer zumindest die letzte Kaltzeit im Mainzer Raum überdauerte. Weiterhin beweist das Alter der Holzkohle, daß die

Profilbeschreibung: Pararendzina über fossiler erodierter Parabraunerde über umgelagertem Laacher Bimstuff über fossiler Braunerde über fossiler Humuszone (**Profil A**)

1. Tag der Aufnahme

12. 11. 1983
2. Witterung am Tag der Aufnahme

schwach bewölkt, sonnig
3. Topographische Lage

Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen, Nähe Autobahnkreuz Mainz, von Westen die 2. derzeitig noch offene Grube, W-Wand; Bl. 5915 Wiesbaden, R 34 41 170, H 55 40 780
4. Relief

schwach geneigter Dünenunterhang; 182 m ü. NN
5. Nutzung

ehemals Obstanbau (Aprikosen)

6.	Horizonte	Bodentyp	Ausgangsgestein	Alter des Ausgangsgesteins	
0	 Ap	R	Flugsand	Subatlantikum - Subboreal	HOLOZÄN
30	 Cv				
120	 IIfBct				
200	 IIfCc	eL	Flugsand	Boreal - Jüngere Tundrenzeit	
220	 IIICkc				
250	 IVCc		Laacher Bimstuff mit Flugsand	Jüngere Tundrenzeit - mittleres Alleröd	WÜRM-SPÄTGLAZIAL
280	 VIbCv	B	Flugsand	frühes Alleröd - Ältere Tundrenzeit	
295	 VCc			Ältere Tundrenzeit - Älteste Tundrenzeit (- Würm-Hochglazial)	
320	 VIbVcCah	H	Flugsand	(Älteste Tundrenzeit) - Würm-Hochglazial	WÜRM-HOCHGLAZIAL
330	 VICc				
410	 VIIICc		Basisschutt aus Kalken der Corbicula-Schichten		WÜRM-FRÜH- oder -HOCHGLAZIAL
430					

Anreicherung von Holzkohle

Bodentypen: R = Pararendzina; eL = erodierte Parabraunerde; B = Braunerde; H = schwache Humuszone

(die in Klammern gesetzten Alter der Ausgangsgesteine sind fragwürdig)

7. Gründigkeit

410 cm
8. Durchwurzelung

mittel 0–30 cm; schwach, örtlich mittel, 30–200 cm; schwach 200–280 cm; keine 280 cm – +
9. Humusform

Mull

10. Trophie	eu- bis mesotroph
11. Geländewasserhaushalt	trocken
12. Staunässe	keine
13. Grundwasser am Tag der Aufnahme	> 410 cm u. GOF
14. Potentielle natürliche Vegetation	Pino-Quercetum
15. Waldgesellschaft	eu- bis mesotropher, trockener Kiefern-Eichenmischwald typischer Ausbildung
16. Wuchsbezirk	Nördlicher Oberrheingraben
17. Wuchszone	Zentrale Eichen-Mischwald-Zone

L	0,5 cm	Laubstreu
Ap	0– 30 cm	msfS; dunkles graubraun (2,5Y 3,5/2); h'; einzelkörnig; mittel durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
Cv	–120 cm	msfS; fahlgelb (2,5Y 7/4); c'''–c'''; einzelkörnig; schwach, örtlich mittel durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IIfBct	–200 cm	1' msfS–msfS; bräunlich gelb (10YR 6,5/6) und dunkelbraun (7,5YR 5/6) gefleckt („Brandletten“), im oberen und unteren Teil des Horizonts dominieren dunkelbraune, h' Flecken; c'–c'; einzelkörnig; schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IIfCc	–220 cm	u' msfS; fahlgelb (2,5Y 7/4); c'''–c̄; einzelkörnig bis schwach verkittet; besonders im unteren Bereich vereinzelt Bimslinsen eingelagert; schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IIICkc	–250 cm	umsfS; umgelagerter (sekundärer) Laacher Bimstuff mit Flugsandbeimengung; gelblich braun (10YR 5/4); c'''–c̄ (mit Kalkröhren durchzogen); einzelkörnig bis verkittet; an der Untergrenze kryoturbat mit Flugsand verwürgt, z. T. tropfenartige Ausbildung; örtlich schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IVCc	–280 cm	fsmS; hellgrau (10YR 7/1); c'''–c̄; einzelkörnig bis schwach verkittet; örtlich schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
VfBcv	–295 cm	fsmS; leicht rötlich braun (5YR 6/4); c'''–c̄; einzelkörnig; kryoturbat mit Holzkohlebröckchen verwürgt, z. T. tropfenartige Ausbildung; undeutliche Begrenzung
VCc	–320 cm	fsmS; hellgrau (10YR 7/1); c'''–c̄; einzelkörnig bis schwach verkittet; unterbrochen von einer starken Anreicherung von Holzkohle (Pinus mugo/sylvestris), die als anthropogene Feuerstelle oder als verkohlter Baumstumpf gedeutet werden kann; undeutliche Begrenzung
VIIfVcCAh	–330 cm (335)	fsmS; hellbraungrau (2,5Y 6/2); h'–h'; c'''–c̄; einzelkörnig; kryoturbat mit Holzkohlebröckchen verwürgt; unterbrochen von einer starken Holzkohleanreicherung (wie bei VCc); undeutliche Begrenzung
VICc	–410 cm	fsmS; hellgrau (10YR 7/1); c'''–c̄; einzelkörnig bis schwach verkittet; bis in 350 cm u. GOF unterbrochen von einer starken Holzkohleanreicherung (wie bei VCc und VIIfVcCAh); deutliche, etwas wellige Begrenzung
VIICc	–430 cm +	sL; X; hellbräunlichgelb (5Y 8/5); c'''–c̄; kohärent; Grubensohle.

Flugsande zwischen der Kohlenanreicherung und dem Basisschutt offenbar während des Würm-Hochglazials (vgl. BRÜNING 1975) aus den Terrassen ausgeweht und hier abgelagert wurden. In welche Zeit die in der Mitte des Vertikalprofils der Feuerstelle anschließenden schwachen Humuszone zu stellen ist, muß vorerst offenbleiben.

Der 15 bis 20 cm mächtige kryoturbat beanspruchte und mit Holzkohlebröckchen vermischte VfBcv-Horizont hat sich möglicherweise während des 300 bis 500 Jahre anhaltenden Bölling-Interstadials (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979: 379; WALTER 1973) gebildet. Von dieser Überlegung ausgehend waren nach dem Brand während der Ältesten Tundrenzeit noch rund 2000 bis 2800 Jahre Zeit, um über die Holzkohlenstelle weiteren Flugsand zu akkumulieren. ZIEHEN (1970: 76) stellt eine nur 0,5 bis 1 cm starke schwache Verbraunungszone 87 cm unter der Basis des Laacher Bimstufes in der Sandgrube Nikolai bei Uhlerborn (heute nicht mehr aufgeschlossen) in die Böllingzeit. SONNE & STÖHR (1959: 115) fanden an einer anderen Stelle in der Sandgrube Walter (heute rekultiviert) zwischen 23 und 25 cm unter der Bimsbasis „kohlige organische Reste“ und zwischen 31 und 38 cm (unter Bimstufbasis) eine sehr schwache Verbraunungszone im Flugsand, die als allerödzeitlich angesehen wird. Möglicherweise könnte daher die Bildung des VfBcv-Horizonts aber auch in die erste Hälfte des Alleröds gestellt werden, womit 400 bis 600 Jahre (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979: 379; WALTER 1973) für die Ausbildung übrig bleiben.

Die 30 cm mächtige Flugsandaufwehung bis zur Basis des Laacher Bimstuffs müßte kurz vor dem Ausbruch im Mittleren Alleröd erfolgt sein. Die fehlende schwache allerödzeitliche Bodenbildung unter dem Tuff erhärtet diese Annahmen. An anderen Stellen in der Sandgrube Walter und auch im Raum Kelsterbach (IGEL 1984; MAQSUD 1982, 1984; PLASS 1980: 122) ist direkt unter dem Laacher Bimsband ein schwach humoser und verbraunter, relativ holzkohlereicher fAhBv von 5–20 cm Mächtigkeit im Flugsand ausgebildet. Auch SONNE & STÖHR (1959: 115) schließen eine überall geschlossene Vegetationsdecke im Alleröd aus, so daß es zu Umlagerungen kommen konnte.

Von den Ausbrüchen Laacher See und Frauenkirch ist nur noch der Laacher Bimstuf 5 in äolisch umgelagerter Form vorhanden. Während der Jüngerer Tundrenzeit wurde der Laacher-Bimstuf kryoturbat beansprucht.

Die über dem Tuff lagernden 100 cm Flugsand sind zwischen dem mittleren Alleröd und dem Atlantikum, wahrscheinlich aber in der Jüngerer Tundrenzeit und/oder dem Präboreal, ein- oder mehrphasig aufgeweht worden. Durch die zunehmende Bewaldung kamen die Flugsande im Boreal und/oder Atlantikum zur Ruhe. In diese Flugsande konnte sich im Atlantikum (wird im folgenden noch erläutert) ein relativ intensiver, heute 80 cm mächtiger, bräunlich gelber und dunkelbraun fleckiger IfBt-Horizont entwickeln. Diese fleckige Ausbildung des meist fossil vorliegenden Bodens ist fast überall in der Sandgrube Walter in verschiedenen Mächtigkeiten (10 bis 120 cm) und daher wahrscheinlich verschiedenen Erosionsformen vorzufinden. An einigen Stellen zeigt der noch mächtig erhaltene Horizont im oberen Teil Lessivierungserscheinungen (fBtAl bzw. fAlBt). Nach dem Alleröd kommt für die Bildung eines tief entwickelten und für Flugsande relativ stark ausgeprägten Bodens zunächst nur die Zeit des Klimaoptimums (warmfeuchtes Klima) während des Holozäns, d. h. also das

Jüngere Ältere und Ältere Jüngere Atlantikum, in Frage (vgl. auch STÖHR 1967 a: 12; ZIEHEN 1970: 81).

Mehrere Untersuchungen unterstützen diese Annahme. SONNE & STÖHR (1959: 109) fanden in der Kiesgrube Uhlerborn (heute nicht mehr aufgeschlossen) getrennt von einer unverbraunten Flugsandschicht über einem 20 cm mächtigen „leuchtend rostbraunen, kalkfreien, tonigen Flugsand“, der über dem Laacher Bimstuff liegt, einen graubraunen Flugsand mit Scherben und Knochenresten, die aus der Wende Bronze/Eisenzeit ($\cong$ spätes Subboreal) stammen. Das Alter kann aufgrund von weiteren Funden gestützt werden (BERNHARD 1931: Abb. 7; CURSCHMANN 1930: Abb. 1). Außerdem konnte für diesen Zeitabschnitt auch in der Nähe ein Flächenbrand nachgewiesen werden, der durchaus anthropogen verursacht sein könnte (vgl. Kap. 3.1. Bodenprofil bei Uhlerborn). Der fBt-Horizont in der Kiesgrube Uhlerborn (SONNE & STÖHR 1959: 109) müßte daher aus klimatischer Sicht im Atlantikum gebildet worden sein. Auffallend in den fleckigen fBt-Horizonten über dem Laacher Bimstuff sind die dunkel- bis schwarzbraunen humusreicheren Flecken, die häufig (auch in Bodenprofil A) in den oberen und unteren Bereichen des Horizonts dominieren (s. auch Tab. 1). Der Humus könnte durch die vor und nach dem Atlantikum erfolgte Schwarzerdebildung angereichert worden sein. In Rheinhessen und im Oberrheintal waren erstmals im Präboreal die klimatischen Voraussetzungen für die Bildung von Steppenböden gegeben. Die Hauptbildungsphase lag im Boreal und klang im frühen Atlantikum langsam aus. Vor allem im mittleren Teil des Atlantikums wurden die Steppenböden degradiert, indem die Dynamik der Parabraunerdebildung vorherrschte. An der Wende Atlantikum/Subboreal befanden sich diese bereits wieder in der Regradations-

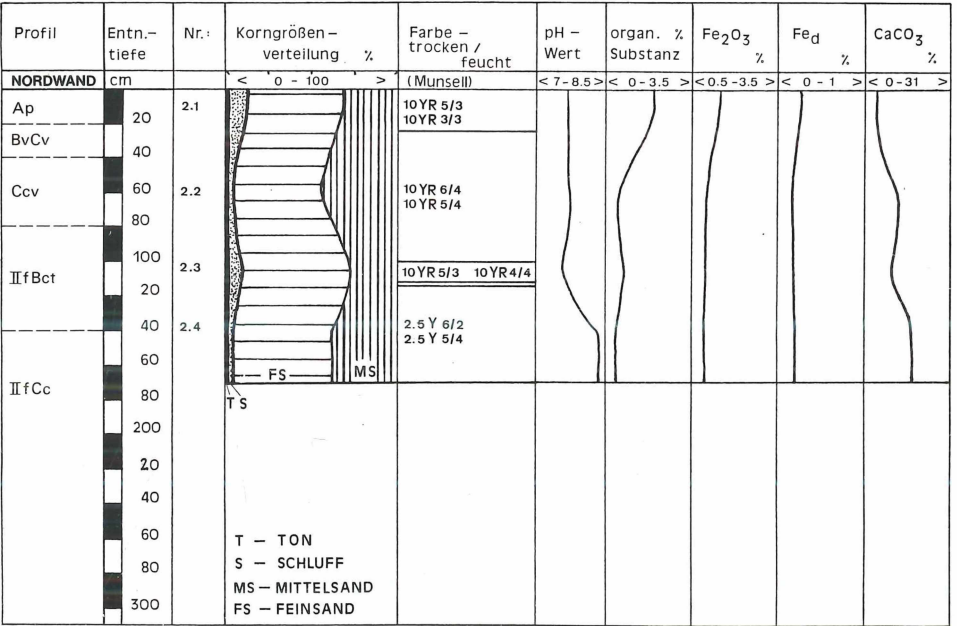


Abb. 1: Pedologisch-sedimentologisches Profil der Nordwand in der Sandgrube Walter.

phase (MÜLLER 1982: 18; ZAKOSEK 1962: 30–31). LESER & MAQSUD (1975: 128) sind der Auffassung, daß die Steppenbodenbildung schon im Alleröd einsetzte. Die von LESER & MAQSUD (1975); MÜLLER (1982) und ZAKOSEK (1962) beschriebenen Steppenböden sind alle in Löß oder Hochflutlehm entwickelt.

Nur im Kern einiger Trockengebiete haben sich auch Schwarzerden auf anderen Substraten gebildet. FINK (1958: 336) beschreibt Schwarzerden auf kalkhaltigem Flugsand in Niederösterreich. Die Klimaverhältnisse von Niederösterreich können auch auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden. Der mittlere Jahresniederschlag der Station Finthen (existiert heute nicht mehr) hatte 499 mm (Periode 1891–1930) betragen, wovon 48,3 % während der Vegetationsperiode fielen (ZIEHEN 1970: 172). Das deutet darauf hin, wie niedrig im Mainzer Raum die Niederschläge im Boreal gelegen haben müssen. So ist es nicht auszuschließen, daß sich auf dem kalkhaltigen Flugsand zumindest ein schwarzerdeähnlicher Boden entwickelt hat. Im Jüngeren Älteren und Älteren Jüngeren Atlantikum wird dieser zumindest im Boreal gebildete Boden einer Degradationsphase (Parabraunerdebildung) unterlegen haben, die nicht voll bis zur Basis durchgreifen konnte, da hier vermehrt die dunklen Partien dominieren. Zu Beginn des Subboreals kam es wahrscheinlich nach der Deflation des Al-Horizonts der atlantischen Parabraunerde zu einer abgeschwächteren Regradationsphase der schwarzerdeähnlichen Böden, die durch die dunklen Partien an der Oberkante des IIfBct-Horizonts dokumentiert wird.

Allerdings könnten auch die dunklen Partien an der Oberkante des IIfBct-Horizonts von einer Ah-Bildung bei nicht mehr steppenartigem Klima im Ausgang des Subboreals oder aus dem Subatlantikum stammen. Ein weiterer Hinweis für die Einstufung des IIfBct-Horizonts und die schwarzerdeähnliche Bildung wird im folgenden anhand von Profil B gegeben.

Infolge der vermehrten Besiedlung um und im Lennebergwald im Subboreal (CURSCHMANN 1930; LAUB 1977, SCHERMER & STÜMPEL 1955; STÜMPEL 1962) kam es zu anthropogenen Eingriffen (Waldbrände, Holzentnahme etc.), so daß die Umlagerungen von Flugsanden erneut aktiviert wurden.

Auch in der Sandgrube Walter bei Profil A muß es im Subboreal und/oder Subatlantikum zu größeren Flugsandumlagerungen gekommen sein, da über dem erodierten IIfBct-Horizont noch 120 cm Flugsand liegen, in dem rezent eine Pararendzina entwickelt ist.

Der Wald wurde 1869 auf dem Gelände der heutigen Sandgrube Walter gerodet, um Spargelfelder anzulegen. Danach ließ man die Felder bis zur Bepflanzung mit Obstbäumen längere Zeit brach liegen, dabei wurden die Flugsande nochmals umgelagert (ZIEHEN 1970: 83).

2.1.1 Pedologisch-sedimentologische Eigenschaften der Nord-, West- und Ostwand

Folgende drei Profile in derselben Grube sollen anhand von physikalischen und chemischen Daten die einzelnen Horizonte der Flugsande in ihren unterschiedlichen Mächtigkeiten und pedologisch-sedimentologischen Eigenschaften charakterisieren. (Abb. 1, 2 und 3).

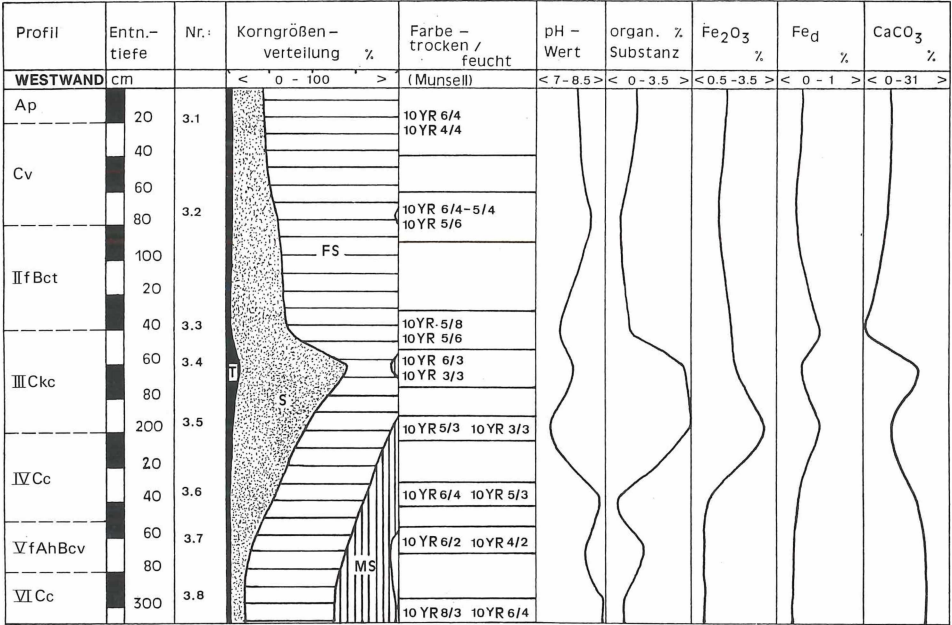


Abb. 2: Pedologisch-sedimentologisches Profil der Westwand in der Sandgrube Walter; III Ckc: Laacher Bimstuf.

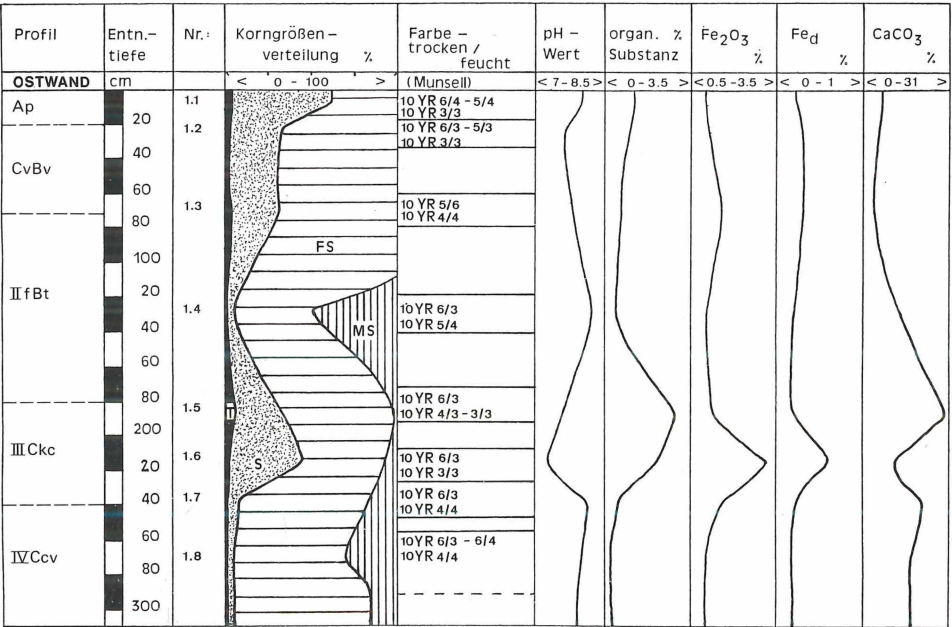


Abb. 3: Pedologisch-sedimentologisches Profil der Ostwand in der Sandgrube Walter; III Ckc: Laacher Bimstuf.

2.2. Bodenprofil B in der Sandgrube Walter

Ein weiteres Profil soll nochmals auf die Möglichkeit der Bildung eines schwarzerdeähnlichen Horizonts im Boreal auf kalkhaltigen Flugsanden hinweisen. Der 40 cm mächtige IIfBct-Horizont über dem Laacher Bimstuffband scheint erodiert zu sein (regradiert subborealer schwach schwarzerdeähnlicher Horizont fehlt), da die dunkelbraunen Flecken in seinem oberen Bereich gering sind. Nach unten setzen sie vermehrt ein und dominieren am Übergang IIfBct/?IIIfAch. Nur sehr vereinzelt kommen im oberen Teil des ?IIIfAch-Horizonts die bräunlich gelben Flecken des IIfBct vor. In dem schwarzerdeähnlichen Horizont sind Krotowinen entwickelt, die offenbar präatlantisch sind, da der darüber liegende IIfBct (atlantisch) keine bioturbate Beeinflussung aufweist.

Ein weiteres Charakteristikum für Steppenböden ist nach MÜLLER (1982: 16) der hohe Kalkgehalt im Ah-Horizont. Der über dem schwarzerdeähnlichen Horizont liegende IIfBct ist an Carbonat ärmer (0,84 bis 6,03 % CaCO_3) als der ?IIIfAch (10,82 % CaCO_3). Ob es sich nun um einen vollständig erhaltenen Steppenboden handelt oder der Kalkgehalt nach einer Degradationsphase (? Atlantikum) durch aufsteigende Wässer aus den carbonathaltigen bis -reichen Flugsanden stammt, ist in diesem Falle nicht zu klären.

Anhand der Körnung kann keine Schichtung der Flugsande zwischen dem IIfBct (msfS bis l'msfS) und dem ?IIIfAch (msfs) unterschieden werden. Da die Flugsande über dem primären und sekundären Laacher Bimstuff liegen, sind diese postmittelallerödzeitlichen Alters (Jüngere Tundrenzeit und/oder Präboreal). Durch das fehlende jungtundrenzeitliche Decksediment könnten sie ins Präboreal eingeordnet werden. So dürfte der schwarzerdeähnliche Horizont in der Hauptbildungsphase der Steppenböden, im Boreal, entstanden sein. Die Degradation der Steppenböden im Jüngeren Älteren und Älteren Jüngeren Atlantikum konnte hier nicht bis zur Basis durchgreifen.

Eine andere, weniger wahrscheinliche Möglichkeit wäre infolge einer Konservierung der „Schwarzerde“ an der Wende Boreal/Atlantikum oder im frühen Atlantikum durch zumindest geringmächtig aufgeblasene Flugsande gegeben. Allerdings ist als Ursache der erneuten Flugsandbewegungen ein Brand auszuschließen, da keine Holzkohleschmitzen im ?IIIfAch oder IIfBct in der gesamten Profilwand vorkommen.

2.3. Diskussion der bodenchemischen Kennwerte von Profil A und B in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen

Durch einige bodenchemische Untersuchungsmethoden soll nochmals versucht werden die Bildung des gefleckten IIfBct-Horizonts aus einem borealen schwarzerdeähnlichen Ah-Horizont und dessen subboreale Degradation zu erklären (s. Tab. 1). Der pH-Wert liegt bei allen Horizonten im schwach alkalischen Bereich. Der Gehalt an organischer Substanz ist in den dunklen Partien gegenüber den helleren um 13 bis 46 % höher, wobei an der Basis des IIfBct-Horizonts immer die höchsten Werte auftreten. Im ?IIIfAch-Horizont des Profils B wird der größte Wert mit 1,40 % organischer Substanz erreicht.

Profilbeschreibung: Pararendzina über erodierter fossiler Parabraunerde über fossilem schwarzerdeartigen Boden über Laacher Bimstuff (**Profil B**)

1. Tag der Aufnahme 5. 11. 1983
2. Witterung am Tag der Aufnahme bewölkt, teils sonnig
3. Topographische Lage Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen, Nähe Autobahnkreuz, von Westen die dritte mit Bauschutt verfüllte Grube, E-Wand; Bl. 5915 Wiesbaden, R 34 41 420, H 55 40 960
4. Relief fast ebene, z. T. schwach gewellte Flugsanddecke; 173,75 m ü. NN
5. Nutzung Obstanbau

Horizonte	Bodentyp	Ausgangsgestein	Alter des Ausgangsgesteins	
0				
40	Ap	R		
	Cv	Flugsand	Subatlantikum - Subboreal	
170	IIIfBct	eL	? frühes Atlantikum - ? spätes Boreal	
210	?IIIfAch	(T)	?	
225	?IIIfCkc	Flugsand	Präboreal - Jüngere Tundrenzeit	
340	IVCkc	Laacher Bimstuff (umgelagert)	Jüngere Tundrenzeit - mittleres Alleröd	
375	VCc	Laacher Bimstuff	mittleres Alleröd	
380	VICc	Flugsand		
400				

HOLOZÄN

WÜRM-SPÄTGLAZIAL

Bodentypen: R = Pararendzina; eL = erodierte Parabraunerde;
(T) = schwarzerdeartiger Boden

7. Gründigkeit 340 cm
8. Durchwurzelung mittel 0-40 cm; stark 40-70 cm; schwach 70-340 cm
9. Humusform Mull
10. Trophie eu- bis mesotroph
11. Geländewasserhaushalt trocken
12. Staunässe keine
13. Grundwasserstand am Tag der Aufnahme > 500 cm u. GOF
14. Potentielle natürliche Vegetation Pino-Quercetum

15. Waldgesellschaft	eu- bis mesotropher, trockener Kiefern-Eichenmischwald, typische Ausbildung	
16. Wuchsbezirk	Nördlicher Oberrheingraben	
17. Wuchszone	Zentrale Eichen-Mischwald-Zone	
L	0,5 cm	Laubstreu
Ap	0– 40 cm	msfS; dunkles graubraun (2,5Y 3,5/2); h'; einzelkörnig; mittel durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
Cv	–170 cm	msfS; fahlgelb (2,5Y 7/4); c''–c'''; einzelkörnig; im oberen Teil stark, sonst schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IIfBct	–210 cm	1'msfS-msfS; bräunlich gelb (10YR 6,5/6) und dunkelbraun (7,5YR 5/6) gefleckt („Brandletten“); c'–c'; einzelkörnig, schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung, die im unteren Teil fließend mit den dunkelbraunen Partien in den schwarzerdeartigen Boden übergeht
?IIIfAch	–225 cm (235)	msfS; grau (2,5Y 4/0); h''; c̄; einzelkörnig; bioturbate Strukturen (Steppenbodenzeit); wellige und undeutliche Begrenzung
?IIIfCkc	–340 cm	msfS; fahlgelb (2,5Y 7/4); c'''–c̄ (örtlich Osteokollen); einzelkörnig bis stark verkittet; schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
IVCkc	–375 cm	u'msfS; umgelagerter (sekundärer) Laacher Bimstuff mit Flugsandbeimengung; gelblich braun (10YR 5/4); c'''–c̄ (starke Kalkausfällungen im oberen Bereich, mit Kalkröhren durchzogen); einzelkörnig bis stark verkittet; verfestigt; örtlich schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
VCc	–380 cm	fsU; primärer Laacher Bimstuff; sehr dunkelgrau (2,5Y 3/0); c'''; plattenartig (schichtig) bis stark verkittet; stärker verfestigt als IVCkc; örtlich schwach durchwurzelt; undeutliche Begrenzung
VICc	–400 cm +	fsmS; hellgrau (10YR 7/1); c̄; einzelkörnig.

Da in allen sechs dunklen humosen Partien immer gegenüber den helleren Bereichen ein weitaus höherer Carbonatgehalt auftritt, ist zu vermuten, daß er von der primären Schwarzerdedynamik im Boreal (untere Bereiche) und Subboreal (obere Bereiche) resultieren könnte.

Die Gesamtgehalte an Phosphor zeigen in den Proben ein enges Verhältnis zur organischen Substanz und nehmen im IIIfAch mit 0,085% den höchsten Wert an. In den dunklen Partien sind die P₂O₅-Gehalte immer höher als in den helleren Bereichen, da mehr als 50% der Gesamtphosphate in organischer Form gebunden sind, wobei die größten Anteile als Ca- und Mg-Salze der Phytinsäure (Inosithexaphosphorsäure) vorliegen (ALDAG et al. 1979: 237–238; MENGEL 1979: 330, 336). Der verbleibende Rest ist in Form von Ca-Phosphaten, vor allem als Hydroxyl- und Fluorapatit, gebunden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979: 236–237; WELP et al. 1981: 287). Außerdem kann auch eine Bindung des Phosphats an und in den Fe-Oxiden stattfinden (WELP et al. 1983: 45).

Auch der Stickstoff ist besonders in den dunklen Partien angereichert, da der größte Teil (bis zu 95%) organisch gebunden ist (FIEDLER et al. 1973: 89). Die hohe

Auswaschungsrate in den relativ durchlässigen Sanden hat die Gehalte verringert, wobei jedoch die gewisse Differenzierung nicht verloren ging.

Bei den an Ton armen Horizonten ($< 8\%$) wirkt sich entscheidend für die potentielle Austauschkapazität der Humusgehalt aus (vgl. BOR 1974: 10). Durch die schwach alkalische Reaktion ist die potentielle Austauschkapazität (AK_{pot}) identisch mit der effektiven Austauschkapazität (AK_{eff}) (ULRICH 1966: 144). Hierbei erhalten die an der Basis des IIfBt-Horizonts befindlichen schwarzen Partien bzw. der ?IIIfAch-Horizont infolge des höheren Humusgehaltes auch die größere AK_{pot} .

Der höhere Gehalt an organischer Substanz in den dunklen Partien wirkt auf Alterung und damit Kristallisation der amorphen Eisenoxide (Fe_o) hemmend (vgl. SCHWERTMANN 1964: 194–202); so daß im Gegensatz zu den helleren Bereichen stärker Fe_o angereichert ist, das einen verhältnismäßig hohen Aktivitätsgrad bedingt.

Tabelle 1: Bodenchemische Ergebnisse der Bodenprofile A (IIfBct) und B (IIfBct, ?IIIfAch) in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen

Bodenprofil	A			B		
Horizont	IIfBct o. dkl.	IIfBct u. dkl.	IIfBct m. hell	IIfBct o. dkl.	IIfBct m. hell	?IIIfAch
pH (0,1n KCl) bei 20 °C	7,65	7,75	7,50	8,00	7,95	7,95
CaCO ₃ nach SCHEIBLER %	2,46	1,52	0,73	6,03	0,84	10,82
Organische Substanz %	0,88	1,14	0,78	0,78	0,62	1,40
C/N	12,75	33,00	22,50	22,50	18,00	20,25
C/P	18,00	20,18	22,93	17,20	15,01	21,86
N gesamt %	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
P ₂ O ₅ gesamt %	0,065	0,075	0,045	0,060	0,055	0,085
Fe gesamt (Fe ₂ O ₃) %	1,42	1,67	1,61	1,38	1,48	1,61
Fe _d %	0,34	0,44	0,43	0,25	0,32	0,29
Fe _o %	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,04
Aktivitätsgrad Fe _o /Fe _d	0,12	0,14	0,07	0,12	0,09	0,14
AK _{pot} mmol/z/100 g	4,15	7,30	3,85	3,50	3,45	4,60

Abkürzungen der Horizonte:
o. dkl. = dunkles humoses Material aus dem oberen Teil des Horizontes
u. dkl. = dunkles humoses Material aus dem unteren Teil des Horizontes
m. hell = helleres Material aus dem mittleren Teil des Horizontes

Bei den meisten erarbeiteten Faktoren (organische Substanz, P_2O_5 gesamt, Fe gesamt, Aktivitätsgrad Fe_o/Fe_d , AK_{pot}) sind die höheren Werte in den humosen Partien an der Basis der beiden IIfBct-Horizonte zu finden, was eine sekundäre Einwaschung ausschließen lassen könnte, da sonst die Situation umgekehrt sein müßte. Diese Kriterien erhärten die Annahme einer intensiven und mächtigen schwarzerdeähnlichen Ah-Bildung im Boreal, wobei im anschließenden Atlantikum die Degradation nicht bis zur Basis durchgreifen konnte. Die dunklen Partien im oberen Bereich der beiden IIfBct-Horizonte weisen einen geringeren Anteil an organischer Substanz auf, da die Regradation der Schwarzerdedynamik im Subboreal nicht mehr so stark war wie im Boreal. Außerdem ist bei Profil B eine Deflation nicht auszuschließen.

3. Böden und Flugsande im Lennebergwald

3.1. Bodenprofil bei Uhlerborn

Einen weiteren Hinweis zur Einstufung des fossilen Bt-Horizonts in der Sandgrube Walter könnte ein ähnlich gefleckter IIIBv-Horizont in 120 bis 155 cm u. GOF des untersuchten Bodenprofils liefern.

In 92 cm u. GOF wurde im Flugsand ein verkohlter ein- bis zweijähriger Kiefernzapfen (*Pinus sylvestris*) gefunden (Bestimmung LESCHIK 1982; mündl. Mitt.). Das Alter des Zapfens beträgt 2710 ± 85 Jahre vor 1950 (GEYH 1983: schriftl. Mitt., Hv-Nr. 12099). Damit ist die Flugsandschicht im späten Subboreal umgelagert worden. Im Profil selbst und dessen weiterer Umgebung weisen Kohleschmitzen und der verkohlte *Pinus-sylvestris*-Zapfen in ca. 65 bis 120 cm u. GOF auf einen flächenhaften Waldbrand hin. Die Ursache des Brandes kann durchaus anthropogen bedingt sein, da während der Urnenfelderzeit (ca. 1200 bis 600 v. Chr.) ca. 900 m entfernt von dem Profil eine Siedlung bestand und ca. 600 m im NE ein Brandgrab aus dieser Zeit gefunden wurde (CURSCHMANN 1930: Abb. 1; STÜMPEL 1978: 97, 1980: 231–260). Außerdem führt der Heiligenweg in der Nähe des Profils vorbei, der in prähistorischer Zeit eine wichtige Handelsverbindung darstellte (CURSCHMANN 1930: 30). Die Korngrößenverteilung zeigt (genaue Werte bei HANKE 1985: 224–225), daß oberhalb und unterhalb der 75 cm mächtigen spätsubborealen Flugsandschicht noch eine jüngere und eine ältere Umlagerungszone aus Flugsanden über der Terrasse t_3 (KANDLER 1970) liegen. Die zu der datierten hangende Schicht kann nur noch ins Subatlantikum eingestuft werden. Die liegende präspätsubboreale Flugsandschicht III, in der auch der gefleckte IIIBv-Horizont entwickelt ist, kann aufgrund des abnehmenden Schluffgehalts im Vergleich zur spätsubborealen Schicht nicht als jungtundrenzeitliches Decksediment (vgl. SEMMEL 1968; PLASS 1980) angesehen werden. Die äolische Umlagerung müßte also zwischen dem Präboreal und dem späten Subboreal liegen.

Nach den Altersbestimmungen an Osteokollen von ZIEHEN (1972: 353–357) können die armdicken Osteokollen, die den IIICkc-Horizont des Profils vertikal durchziehen, als atlantisch angenommen werden. Das beweist einmal mehr, daß hier eine intensive atlantische Bodenbildung erfolgt sein kann, die durch den IIIBv-Horizont (?IIIfBv) u. U. dokumentiert wird. Dieser Horizont wird entsprechend denen in der Sandgrube

Profilbeschreibung: Parabraunerde mit gebändertem und fleckigem unteren Unterboden

1. Tag der Aufnahme	14. 6. 1982	
2. Witterung am Tag der Aufnahme	bewölkt, sonnig	
3. Topographische Lage	Lennebergwald, Gemarkung Heidesheim, Waldabt. 4, 100 m südwestlich Ecke Grenzweg/Heiligenweg, Bl. 5914 Eltville, R 34 39 210, H 55 41 890	
4. Relief	nicht geneigt, 98 m ü. NN	
5. Nutzung	129jährige Kiefern, III. bis IV. Bonität	
6. Ausgangsgestein	Subatlantischer über spätsubborealem über präspätsubborealem (jedoch postjungtundrenzeitlichem) Flugsand über pleistozänem Terrassensand und -kies (der Terrasse t ₃ nach KANDLER 1970).	
7. Bodentyp	Parabraunerde mit Bänderung und Fleckung im unteren Unterboden	
8. Entwicklungstiefe	155 cm	
9. Gründigkeit	> 400 cm	
10. Durchwurzelung	sehr stark 0–6 cm, stark 6–45 cm, mittel 45–65/75 cm, mittel bis schwach 65/75–120 cm, schwach 120–152 cm, sehr stark 152–155 cm	
11. Humusform	Mullartiger Moder, stellenweise feinhumusarmer Moder	
12. Trophie	mesotroph, stellenweise meso- bis oligotroph	
13. Geländewasserhaushalt	mäßig frisch	
14. Staunässe	keine	
15. Mittlerer Grundwasserstand und -schwankung	> 400 cm u. GOF	
16. Potentielle natürliche Vegetation	Typischer Buchen-Eichenwald (Fago-Quercetum typicum), mäßig frische Variante	
17. Standortstyp	Mäßig frischer, mesotropher, örtlich meso- bis oligotropher, Typischer Buchen-Eichenwald auf Parabraunerde, örtlich Podsol-Parabraunerde, mit Bänderung und Fleckung im unteren Unterboden, aus jüngerem über älterem über ältestem holozänen Flugsand über pleistozänem Terrassensand und -kies	
18. Wuchsbezirk	Nördlicher Oberrheingraben	
19. Wuchszone	Zentrale Eichen-Mischwaldzone	
L	0,5 cm	Kiefernadelstreu
Of	0,2–0,4 cm	teilersetzte Kiefernadelstreu, braunschwarz
Oh	0,1–0,2 cm	schwarzer Moder
Ah	0– 6 (8) cm	fsmS; dunkelgrau; sehr dunkelgrau (10YR 4/1; 3/1); h'; einzelkörnig bis schwach kohärent; sehr stark durchwurzelt; sehr deutliche, etwas wellige, örtlich zapfenartige Begrenzung
Al	– 45 cm	fsmS; sehr hellbraun; braun (10YR 5,5/3; 4,5/3); äußerst schwach fleckig; in Wurzelnähe h''; einzelkörnig; stark durchwurzelt; deutliche, wellige Begrenzung

IIBtvb	– 65 (75)	cm cm	l'fsmS; rötlichgelbbraun; dunkelbraun (7,5YR 5,5/6; 4/4); sehr schwach fleckig; einzelkörnig bis schwach kohärent; mittel durchwurzelt; undeutliche, wellige Begrenzung Bänder: 0,2–1,0 cm stark, l'fsmS; gelblichrot; rötlichbraun (5YR 5/6; 4/4); schwach kohärent; 3 deutliche Bänder im Abstand von 3–10 cm girlandenförmig aufeinanderfolgend, in manchen Bereichen sich aufspaltend
IIBt	–120	cm	1'S; gelbrötlichbraun; rötlichbraun (5YR 5/6; 4/4); schwach fleckig; stellenweise Holzkohleschmitzen, in 92 cm u. GOF verkohlter Pinus sylvestris-Zapfen; einzelkörnig bis schwach kohärent; mittel bis schwach durchwurzelt; welliger, undeutlicher Übergang zum IIIBv
IIIBv	–155	cm	msfS; stark braun; dunkelbraun (7,5YR 5/6; 4/4) bis u'msfS; bräunlichgelb; dunkelgelblichbraun (10YR 6,5/6; 4/4) pantherfleckig; 151 cm u. GOF 0,2 cm starkes gelbes Band; einzelkörnig; schwach durchwurzelt, 152–155 cm u. GOF sehr stark durchwurzelt; deutliche Begrenzung
IIICkc	–260	cm	msfS; hellgrau; graubraun (10YR 7/1; 5/2); c̄, stellenweise c̄c̄ (armdicke Osteokollen vertikal bis an 5–10 mm starkes, leicht gewelltes Kalkband, das Grenze zu IVCc bildet); einzelkörnig bis verkittet (Osteokollen); nicht durchwurzelt; Grubensohle
IVCc	–350 +	cm	gsmS; fg'–mg' (260–280 cm u. GOF), fg–ḡg, stellenweise mX aus tertiären Kalken (280–300 cm u. GOF), fg–mg (300–350 cm u. GOF) aus tertiären Kalken (dominant), Quarziten, Quarzen, Lyditen; hellgrau; grau (10YR 7/1; 5,5/1); c'; einzelkörnig; nicht durchwurzelt.

Walter bedeutend mächtiger gewesen sein. Die Deflation könnte somit im Subboreal erfolgt sein, also kurz vor jener Zeit als die Flugsandschicht II mit dem heutigen IIBt aufgelagert wurde. Aber auch die auffallend ähnliche Fleckung (Pantherfleckung), wie sie immer bei den fBt-Horizonten in der Sandgrube Walter ausgeprägt ist, läßt eine präspätsubboreale, also atlantische Bodenbildung vermuten. Allerdings kann die Einstufung der Bodenbildung nicht eindeutig geklärt werden, da im IIIBv-Horizont datierbare Holzkohle fehlt.

Es besteht noch eine zweite Möglichkeit der IIIBv-Entwicklung in der untersten Flugsanddecke. Dieser Horizont könnte auch eine rezente noch nicht voll ausgeprägte Bodenbildung des sich nach der Tiefe entwickelnden IIBt-Horizonts darstellen.

Für diese eindeutig präspätsubboreale Flugsandschicht III könnte aufgrund der Bodenausprägung und der Osteokollen ein präatlantisches Alter angenommen werden. Daher bleibt nur das Präboreal und Boreal zur Umlagerung übrig, was auch aus klimatischer Sicht zu erklären ist (Niederschlagsarmut, geringe Durchfeuchtung der Flugsande fördert Deflationsprozesse).

3.2. Weitere Ergebnisse aus dem Lennebergwald

Im östlichen Teil des Lennebergwaldes konnte an einer Catena, die durch eine Düne gelegt wurde (Bl. 5915 Wiesbaden, R 34 42 230, H 55 42 620) festgestellt werden, daß über dem jungtundrenzeitlichen Decksediment (695 bis 745 cm u. GOF) ein 85 cm mächtiger VfAl und VfBtv-Horizont liegt, der in der Beschreibung dem gefleckten fBt-

Horizont über dem Laacher Bimstuff in der Sandgrube Walter und dem IIIBv des Bodenprofils bei Uhlerborn gleicht (ausführliche Beschreibung bei HANKE 1985).

Darüber liegen noch 610 cm Flugsande, die in vier Schichten durch fAh-Horizonte gegliedert werden können.

Die Flugsandschicht V ist nach der Jüngeren Tundrenzeit aufgeweht worden. Als Zeit der Bodenbildung kommt wiederum das Atlantikum in Frage, da auch hier die etwas humoseren Flecken, im unteren Teil, die Möglichkeit einer degradierten Schwarzerde aus dem Boreal nicht ausschließen lassen.

Die überlagernden vier Flugsandschichten sind im Subboreal und/oder Atlantikum umgelagert worden.

Eine wichtige Rolle dürfte die intensive römische Besiedlung (mehrere villae rusticae) auf dem nur wenige 100 m entfernten Gebiet des heutigen Kalkbruchs bei Budenheim für Flugsandumlagerungen spielen. Aber auch die nahen ehemaligen Fluren (heute Steinbruchgelände) mit den aus dem Mittelalter stammenden Flurnamen „Schafäcker“ und „Kuhäcker“ weisen auf intensive Eingriffe in den Holzbestand hin (CURSCHMANN 1930: Abb. 1).

Als letzte eindeutige Phase der Flugsandumlagerungen kommt für die untersuchte Düne und vor allem für den östlichen Teil des Lennebergwaldes die Zeit um 1800 in Frage. Infolge der Belagerung von Mainz durch tausende von Soldaten der französischen, österreichischen und preußischen Heere aus dem Teil des Waldes östlich der Linie Budenheim–Finthen ab dem Jahre 1792 wurde der vorher geschlossene Bestand in einzelstehende Baum- und Strauchgruppen aufgelichtet, so daß es in den folgenden Jahren zu Flugsandumlagerungen kommen konnte (DOKUMENTE HESSISCHES STAATSARCHIV 1795, LAUB 1978: 63; MÜLLER 1793, 1795). In den Jahren 1831 bis 1844 sind die gerodeten Flächen von den nun neu eingerichteten Forstämtern wieder aufgeforstet worden (DOKUMENTE HESSISCHES STAATSARCHIV 1831–1844). Auf den um 1800 devastierten Flächen dominieren heute Pararendzinen, die oft fossile Braunerden und Parabraunerde überdecken.

Die mächtigen Flugsanddecken und -dünen tragen im Lennebergwald kein jungtundrenzeitliches Decksediment (HANKE 1985), so daß es während des Holozäns und hier besonders während der klimatisch relativ trockenen Borealzeiten zu großen Flugsandumlagerungen gekommen sein muß. Dazu haben die anthropogenen Eingriffe infolge der zunehmenden Besiedlung um und im Lennebergwald seit der Bandkeramik (ca. 5000 bis 3000 v. Chr.) einen entscheidenden Beitrag geleistet (BAYER 1967; CURSCHMANN 1930; HAFEMANN & PFEFFER & STÜMPPEL 1957; LAUB 1977, 1978; SCHERMER & STÜMPPEL 1955; SCHUHMACHER 1908, 1921; STÜMPPEL 1958, 1962, 1965/66, 1971, 1972/73, 1975, 1978, 1980).

Nur die Terrassen und Basisschutte im Lennebergwald mit einer geringmächtigen oder fehlenden Flugsandschicht weisen ein jungtundrenzeitliches Decksediment/Deckschutt mit einer örtlich auftretenden Solimixtionszone (jungtundrenzeitliche Vermischungszone in situ durch Kryoturbation) auf, das verschieden stark durch Deflation verkürzt sein kann (HANKE 1985).

Wie das Bodenprofil bei Uhlerborn zeigt, kann sich seit den letzten Flugsandumlagerungen im Spätsubboreal (Flugsandschicht II) und Anfang Subatlantikum (Flugsandschicht I) innerhalb von 2000 bis 2500 Jahren bei den derzeitigen klimatischen Verhältnissen im Subatlantikum eine stark ausgeprägte und tief entwickelte Parabraunerde in ehemals carbonathaltigen Flugsanden bilden (vgl. MÜCKENHAUSEN 1977: 96).

Daher ist anzunehmen, daß die Bildungszeit aller anderen rezenten terrestrischen Bodentypen auf den mächtigen holozänen Flugsanden im Lennebergwald ins Subatlantikum fällt.

4. Danksagung

Wir danken herzlich Herrn Prof. Dr. W. PLASS (Professur Bodenkunde, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Frankfurt/Main) für wertvolle fachliche Hinweise sowie Herrn Prof. Dr. M. A. GEYH (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover) und Herrn Prof. Dr. R. PROTSCH (Institut für Anthropologie, Universität Frankfurt/Main) für ¹⁴C-Bestimmungen. Sehr dankbar sind wir Frau Dipl. Biol. A. KREUZ (Seminar für Vor- und Frühgeschichte, Universität Frankfurt/Main) für xylotomische Analysen von Holzkohlen und Herrn Prof. Dr. LESCHIK (Didaktik der Biologie, Universität Frankfurt/Main) für die genaue Bestimmung eines verkohlten Kiefernzapfens.

5. Schriftenverzeichnis

- ALDAG, R. & BECKER, K.-W. & FREDE, H. G. & HUGENROTH, P. & KLAGES, F.-W., & MEYER, B., & WILDHAGEN, H. (1979): Bodenkunde. Aspekte und Grundlagen. – 319 S., Göttingen (Institut für Bodenkunde).
- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE (1971): Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1 : 25 000. – 2. Aufl., 169 S., 4 Abb., 30 Tab., 1 Taf., Hannover.
- ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1 : 25 000. – 3. Aufl., 331 S., 19 Abb., 98 Tab., 1 Beil., Hannover.
- BAYER, H. (1967): Die ländliche Besiedlung Rheinhessens und seiner Randgebiete in römischer Zeit. – Mainzer Z., **62**: 125–175, 15 Abb., Mainz.
- BERNHARD, G. (1931): Das nördliche Rheinhessen. – Arb. Anst. hessische L. – Forsch. Univ. Gießen geogr. R., **5**, 158 S., 13 Abb., Gießen.
- BOR, J. (1974): Über die Austauschkapazität einiger Sandböden in Rheinland-Pfalz. – Mainzer geowiss. Mitt., **3**: 5–12, 4 Tab., Mainz.
- BRÜNING, H. (1975): Paläographisch-ökologische und quartärmorphologische Aspekte im nördlichen und nordöstlichen Mainzer Becken. – Mainzer naturwiss. Arch., **14**: 5–91, 37 Abb., 1 Tab., Mainz.
- BRÜNING, H. (1977): Zur Oberflächengenese im zentralen Mainzer Becken. – Mainzer geogr. Stud., **11**: 227–243, 4 Abb., Mainz.

- CURSCHMANN, J. (1930): Die älteste Besiedlung der Gemarkung Budenheim bei Mainz.
– In: SCHUMACHER-Festschrift, 298 S., 187 Abb., 48 Taf., Mainz
- DOKUMENTE HESSISCHES STAATSARCHIV (1795): Position de la II^{me}-division de l'armee de Rhin & Moselle devant Mayence aux ordres du général Renaud. – P 1/1154, Darmstadt.
- (1831–1844): Karte von dem Großherzogthume Hessen 1 : 50 000, Bl. 12 Mainz, Bl. 16 Kastel. – P 2 Nr. 2/1–31 A, Darmstadt.
- FINK, J. (1958): Die Böden Österreichs. – Mitt. geogr. Ges. Wien, **100**: 316–360, 8 Abb., 1 Kt., Wien.
- GEYH, M. A. (1983): ¹⁴C-Bestimmung eines *Pinus sylvestris*-Zapfens aus dem Lennebergwald, Bl. 5914 Eltville R 34 39 210, H 55 41 890,92 cm u. GOF. – Schriftl. Mitt. vom 6. 4. 1983, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- HAFEMANN, D. (1957): Beiträge zur historischen Geographie des nördlichen Rheinhes-sen. – Mitt.-Bl. rheinhessische Landeskd., **6**: 1–10, 1 Abb., Mainz.
- HAFEMANN, D., & PFEFFER, W., & STÜMPEL, B. (1957): Beiträge zur vor- und frühgeschichtlichen Besiedlung der Finther Gemarkung. – Mainzer Z., **52**: 83–102, 7 Abb., Mainz.
- HANKE, L. (1985): Boden- und vegetationskundliche Untersuchungen im Lennebergwald bei Mainz. – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt/Main, 372 S., 90 Abb., 38 Tab., 14 Kt., Frankfurt/Main.
- IGEL, W. (1984): Paläogeographie durch Sediment-Morphoskopie. Grundlage, Methodik und Anwendung. – Diss. Fachber. Geowiss. der Univ. Mainz, 430 S., 4 Abb., 11 Taf., 30 Tab., Mainz.
- KANDLER, O. (1970): Untersuchungen zur quartären Entwicklung des Rheintales zwischen Mainz, Wiesbaden und Bingen, Rüdesheim. – Mainzer geogr. Stud., **3**, 92 S., 35 Abb., 1 Tab., Mainz.
- KREUZ, A. (1984): Xylotomische Analyse von Holzkohle aus einer prämittelalterlichen Feuerstelle in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen. – Schriftl. Mitt. vom 7. 3. 1984, Univ. Frankfurt, Frankfurt/Main.
- LAUB, J. K. (1977): Historisches Heimatbuch Budenheim. – 299 S., 62 Abb., Mainz.
- (1978): 1200 Jahre Budenheim. – 248 S., 19 Abb., Mainz.
- LESCHIK, G. (1982): Bestimmung eines verkohlten Zapfens aus dem Profil bei Uhlerborn (92 cm u. GOF). – Mündl. Mitt. vom 16. 11. 1982, Didaktik der Biologie Univ. Frankfurt, Frankfurt/Main.
- LESER, H., & MAQSUD, N. (1975): Spätglaziale bis frühholozäne Steppenbodenbildung und Klimaentwicklung im südlichen rheinhessischen Tafel- und Hügelland. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **26**: 118–130, 4 Abb., 1 Tab., Öhringen/Württ.
- MAQSUD, N. (1982): Geländepraktikum in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen. – Unveröff. Ms., Geogr. Inst. Univ. Mainz, Mainz.
- (1984): Bestimmung von pH-Wert, CaCO₃, organischer Substanz, N gesamt, P₂O₅ gesamt, Fe gesamt, Fe_d, Fe_o und AK_{pot} der Sediment- und Bodenprofile in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen. – Unveröff. Ms., Geogr. Inst. Univ. Mainz, Mainz.
- MENGEL, K. (1979): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. – 5. Aufl.: 446 S., 144 Abb., 102 Tab., 20 Taf., Stuttgart, New York.

- MÜCKENHAUSEN, E. (1977): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. – 2. Aufl., 300 S., 14 Abb., 60 Prof., Frankfurt/Main.
- MÜLLER, E. (1982): Die nacheiszeitliche Bodenentwicklung in den Trockengebieten Nordrhein-Westfalens und der Oberrheinischen Tiefebene und die Eigenschaften tiefhumoser, auch aufgefüllter Böden. – Geol. Jb., F, **11**: 9–31, 1 Tab., Hannover.
- MÜLLER, J. (1793): Plan der Belagerung von Maynz nebst dem Lager der vereinigten Deutschen Armee, Verschanzungen, Parallelen, wie dieselbigen den 22ten July 1793 als am Tage der Übergabe der Stadt, gestanden haben. – Dokumente Stadtarchiv Mainz, Nr. 88 B, Mainz.
- (1795): Karte der französischen Belagerung von Mainz 1795. – Dokumente Stadtarchiv Mainz, Nr. 358 C, Mainz.
- PLASS, W. (1980): Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1 : 25 000, Bl. 5917 Kelsterbach: 117–134, 3 Abb., Wiesbaden.
- PROTSCH, R. (1985): ^{14}C -Bestimmung von Holzkohle aus einer paläolithischen Feuerstelle in der Sandgrube Walter bei Mainz-Finthen. – Schriftl. Mitt. vom 01. 02. 1985, Inst. Anthropologie Univ. Frankfurt, Frankfurt/Main.
- SCHAEFFER, F., & SCHACHTSCHABEL, P. (1979): Lehrbuch der Bodenkunde. – 10. Aufl.: 394 S., 153 Abb., 77 Tab., 1 Farbt., Stuttgart.
- (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. – 11. Aufl. (neu bearbeitet): 442 S., 186 Abb., 97 Tab., 1 Taf., Stuttgart.
- SCHERMER, H., & STÜMPPEL, B. (1955): Bericht der rheinhessischen Bodendenkmalpflege für die Zeit vom 1. April 1953 bis 31. März 1954. – Mainzer Z., **50**: 98–116, 31 Abb., Mainz.
- SCHUMACHER, K. (1908): Archäologische Karte der Umgebung von Mainz. – Mainzer Z., **3**: 19–41, 6 Abb., 1 Taf., Mainz.
- (1921): Beiträge zur Siedlungs- und Kulturgeschichte Rheinhessens. – Mainzer Z., **15/16**: 1–25, 7 Abb., Mainz.
- SCHWERTMANN, U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch photochemische Extraktion mit saurer Ammoniumoxalat-Lösung. – Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkd., **105**: 194–202, 4 Tab., Weinheim/Bergstr.
- SEMMEL, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. – Frankfurter geogr. H., **45**, 133 S., 35 Abb., Frankfurt/Main.
- SONNE, V., & STÖHR, W. T. (1959): Bimsvorkommen im Flugsandgebiet zwischen Mainz und Ingelheim. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **41**: 103–116, 6 Abb., Stuttgart.
- STÖHR, W. T. (1966): Die Bimseruption im Laacher-See-Gebiet, ihre Bedeutung für die Quartärforschung und Bodenkunde im Mainzer Becken und in den südlichen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges. – Z. dt. geol. Ges., **116**: 994–1003, 2 Abb., 1 Tab., Hannover.
- (1967a): Der Mainzer Sand und seine Randgebiete im Wandel der Erd- und Landschaftsgeschichte. – Mainzer naturwiss. Arch., **5/6**: 5–15, 3 Abb., Mainz.
- (1967 b): Rheinland-pfälzischer Teil. – Erl. Boden-Kt. Hessen 1 : 25 000, Bl. 5915 Wiesbaden, 73–117, 14 Tab., 15 Prof., Wiesbaden.
- (1969): Ergebnisse boden- und standortkundlicher Untersuchungen im Rheintal westlich von Mainz. – Mainzer naturwiss. Arch., **8**: 5–24, 7 Tab., Mainz.

- (1972): Über Funde von Großresten der allerödzeitlichen Berg- oder Hakenkiefer und des Wacholders aus dem Mainzer Sand. – Mainzer naturwiss. Arch., **11**: 129–140, 6 Abb., Mainz.
- STÜMPPEL, B. (1958): Bericht des Landesdienstes für Vor- und Frühgeschichte im Regierungsbezirk Rheinhessen und im Kreis Kreuznach für die Zeit vom 1. April 1956 bis 31. März 1957. – Mainzer Z., **53**: 61–73, 26 Abb., Mainz.
- (1962): Aus Ur- und Frühgeschichte der Gemarkung Heidesheim. In: Festschrift zur 1200-Jahr-Feier von Heidesheim, 108 S., 15 Abb., Gau-Algesheim/Rhein.
- (1965/66): Bericht des staatlichen Amtes für Vor- und Frühgeschichte für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1964. – Mainzer Z., **60/61**: 155–189, 19 Abb., Mainz.
- (1971): Bericht des staatlichen Amtes für Vor- und Frühgeschichte Mainz für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1968. – Mainzer Z., **66**: 132–157, 25 Abb., Mainz.
- (1972/73): Bericht des staatlichen Amtes für Vor- und Frühgeschichte Mainz für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1969. – Mainzer Z., **67/68**: 286–312, 22 Abb., Mainz.
- (1975): Bericht des staatlichen Amtes für Vor- und Frühgeschichte für die Zeit vom 1. Januar 1972 bis 31. Dezember 1973. – Mainzer Z., **70**: 194–235, 9 Abb., Mainz.
- (1978): Ein Urnengrab der späten Bronzezeit aus Budenheim am Rhein. – In: LAUB, J. K. [Hrsg.], 1200 Jahre Budenheim, 248 S., 19 Abb., Mainz.
- (1980): Bericht des staatlichen Amtes für Vor- und Frühgeschichte Mainz für 1977. – Mainzer Z., **75**: 231–260, 25 Abb., Mainz.
- ULRICH, B. (1966): Kationen-Gleichgewichte in Böden. – Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkd., **113**: 141–159, 13 Abb., Weinheim/Bergstr.
- WALTER, H. (1973): Allgemeine Geobotanik. – UTB, **284**, 256 S., 135 Abb., 22 Tab., Stuttgart.
- WELP, G., & HERMS, U., & BRÜMMER, G. (1981): Der Einfluß von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und organischer Substanz auf die Phosphatgehalte der Bodenlösung. – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **32**: 287–294, 6 Abb., Göttingen.
- (1983): Einfluß von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und organischer Substanz auf die Phosphatgehalte der Bodenlösung. – Z. Pflanzenern., Bodenkd., **146**: 38–52, 9 Abb., Weinheim/Bergstr.
- ZAKOSEK, H. (1962): Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im nördlichen Oberrheintal. – Abh. hessisches L.-Amt Bodenforsch., **37**, 46 S., 1 Abb., 19 Tab., Wiesbaden.
- ZIEHEN, W. (1967): Wald und Steppe in Rheinhessen. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturlandschaft. – Unveröff. Diss. Univ. Mainz, 275 S., 30 Beil., Mainz.
- (1970): Wald und Steppe in Rheinhessen. – Forsch. dt. Landeskd., **196**, 154 S., 2 Abb., 26 Tab., 2 Kt., Bonn – Bad Godesberg.
- (1972): Altersbestimmungen an Osteokollen. – Natur u. Mus., **102**: 353–357, 1 Abb., Frankfurt/Main.
- Deutsche Normen (Beuth-Vertrieb; Berlin, Köln, Frankfurt/Main):
- DIN 19683, Teil 1 (1973): Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung durch Siebung.
- DIN 19683, Teil 2 (1973): Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach Vorbehandlung mit Natriumpyrophosphat.

- DIN 19 684, Teil 1 (1977): Bestimmung des pH-Wertes des Bodens und Ermittlung des Kalkbedarfs.
- DIN 19 684, Teil 4 (1977): Bestimmung des Gehaltes an Gesamt-Stickstoff im Boden.
- DIN 19 684, Teil 5 (1977): Bestimmung des Carbonatgehaltes im Boden.
- DIN 19 684, Teil 6 (1977): Bestimmung des Gehaltes an oxalatlöslichem Eisen im Boden.
- DIN 19 684, Teil 8 (1977): Bestimmung der Austauschkapazität des Bodens und der austauschbaren Kationen.

Anschrift der Verfasser: Lothar Hanke, Am Stollhenn 28, D-6500 Mainz,
Dr. Neeck Maqsud, Geomorphologisch-pedologisches Labor, Geographisches Institut der Universität Mainz, Saarstr. 21, D-6500 Mainz.

Manuskript eingegangen am 02. 09. 1985

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Hanke Lothar

Artikel/Article: [Pedologisch-stratigraphische Untersuchungen in Flugsanden westlich von Mainz \(Sandgrube Walter und Lennebergwald\) 201-222](#)