

Aus dem VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betriebsteil Halle

Quartäre Deckschichten im Raum Elbingerode - Rübeland (Harz)¹

Von

Manfred Altermann und Klaus Rabitzsch²

Mit 23 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 8. Juli 1975)

1. Einleitung

Das Gebiet des Mittelharzes im Raum Elbingerode – Rübeland ist geologisch durch die in weiter Verbreitung auftretenden devonischen Kalksteine, Keratophyre und Schalsteine gekennzeichnet, an die sich randlich unterkarbonische Tonschieferseerien anschließen. Sie werden in nordsüdlicher Richtung von Gesteinsgängen (Mittelharzer Gänge), die vorwiegend aus Granitporphyren und Enstatitporphyriten bestehen, durchsetzt (Abb. 1 und 2).

Das geologische Festgesteinsprofil wird im Hangenden durch die Lockersedimente der im allgemeinen etwa 1 bis 2 m mächtigen quartären Deckschichten abgeschlossen. Örtlich treten im Verbreitungsgebiet des Kalksteins z. T. über 50 m mächtige känozoische Ablagerungen auf. Die Anreicherung dieser sehr mächtigen Lockersedimente muß im Zusammenhang mit der intensiven Verkarstung des Kalksteins in känozoischer Zeit gesehen werden und ist daher an Karstformen (Dolinen) gebunden.

Der periglaziale Gebirgsschutt im Harz war in der Vergangenheit schon mehrfach Gegenstand geologischer, geomorphologischer und pedologischer Untersuchungen (z. B. Schilling & Wiefel 1962; Altermann & Ruske 1970; Schröder 1972). Nach bisherigen Kenntnissen besteht er aus drei Einheiten und wird in Anlehnung an Semmel (1968) in Basis-, Mittel- und Deckschutt gegliedert. Im Verbreitungsgebiet des Kalksteins und z. T. auch des Keratophyrs wird auf der Hochfläche der Mittelschutt durch Gebirgslöß vertreten. Deckschutt ist im Untersuchungsraum nur lokal (in der Nähe von Keratophyrklippen) vorhanden. In Abweichung von der genannten Deckschichtengliederung ist die Abfolge innerhalb des Kalksteingebietes im Liegenden des Gebirgslösses wesentlich stärker differenziert.

In den folgenden Ausführungen soll versucht werden, auf der Grundlage von Feld- und Laboruntersuchungen³ (Fazies-, Korngrößen-, bodenchemische, chemische und Schwermineral-Analyse) die quartären Deckschichten auf der Elbingeröder Hochfläche des Mittelharzes zu charakterisieren und abzugrenzen. Zu diesem Zweck sind in einer Vielzahl von Schurfgräben (150 bis 160) in einem Höhenniveau von 410 bis 535 m über NN Deckschichten auf Kalkstein, Keratophyr, Schalstein, Tonschiefer und Ganggesteinen sowie Dolinenfüllungen im Gebiet zwischen Königshütte, Elbingerode und Rübeland untersucht worden (s. Abb. 1 und 2).

¹ Herrn Prof. Dr. R. Hohl zum 70. Geburtstag gewidmet.

² Für Hinweise und Diskussionen danken die Verfasser Frll. Dr. R. Ortman und Herrn Dr. R. Ruske, VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle.

³ An der Dokumentation der Schurfaufnahmen war Geol.-Ing. S. Panterodt wesentlich beteiligt. Die Korngrößen- und bodenchemischen Analysen wurden im Bodenzentrum (Leiter: Dr. D. Münch), die chemischen Analysen im chemischen Labor (Leiter: Dr. G. Neigenfindt) und die Schwermineralanalysen im mineralogischen Labor (Leiterin: Dr. R. Ortman) des VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betriebsteil Halle, ausgeführt.

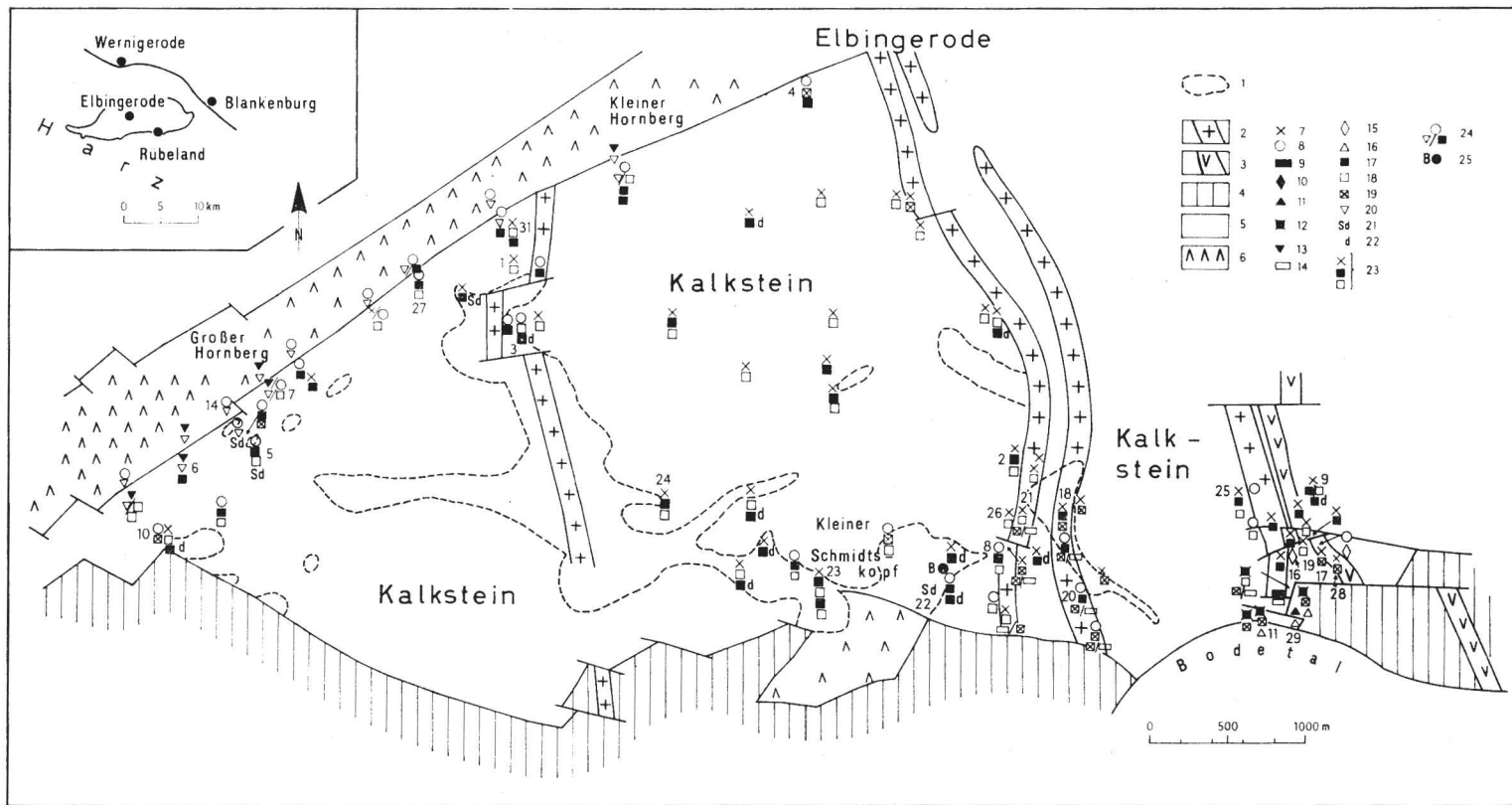


Abb. 1

Abb. 1. Die Verbreitung und der Aufbau der quartären Deckschichten im Bereich des Kalksteinvorkommens von Elbingerode – Rübeland (Harz).

Anstehendes im Liegenden der quartären Deckschichten:

- 1 Verbreitungsgebiet der größeren Dolinen;
- 2 Granitporphyr (Mittelharzer Gänge);
- 3 Enstatitporphyrit (Mittelharzer Gänge);
- 4 Tonschiefer und Grauwacken; 5 Kalkstein (Massenkalk); 6 Keratophyr und Schalstein.

Quartäre Deckschichten:

- 7 Gebirgslöß, überwiegend skelettfrei; 8 Gebirgslöß, skeletthaltig; 9 Porphyrmittelschutt;
- 10 Porphyritmittelschutt; 11 Tonschiefermittelschutt; 12 Kalksteinmittelschutt; 13 Keratophyrmittelschutt; 14 Porphyrbasisschutt; 15 Porphyritbasisschutt; 16 Tonschieferbasisschutt;
- 17 Braunlehm; 18 Kalkstein-Braunlehm-Schutt; 19 Kalksteinbasisschutt; 20 Keratophyrbasisschutt;
- 21 Sand in Dolinen; 22 Dolinen- und Karstspaltenfüllung; 23 Aufbau der Deckschichtenprofile; die Lage der Schürfe ist aus dem obersten Symbol ersichtlich; 24 Mischschutt im Liegenden des Gebirgslösses; 25 Lage der Bohrung.

Die Ziffern an den Deckschichtenprofilen geben die Schurfnummern an

Die Kartendarstellungen (Abb. 1 und 2) sind auf der Grundlage der entsprechenden Meß-
tischblätter sowie der Ergebnisse eigener Untersuchungen entstanden.

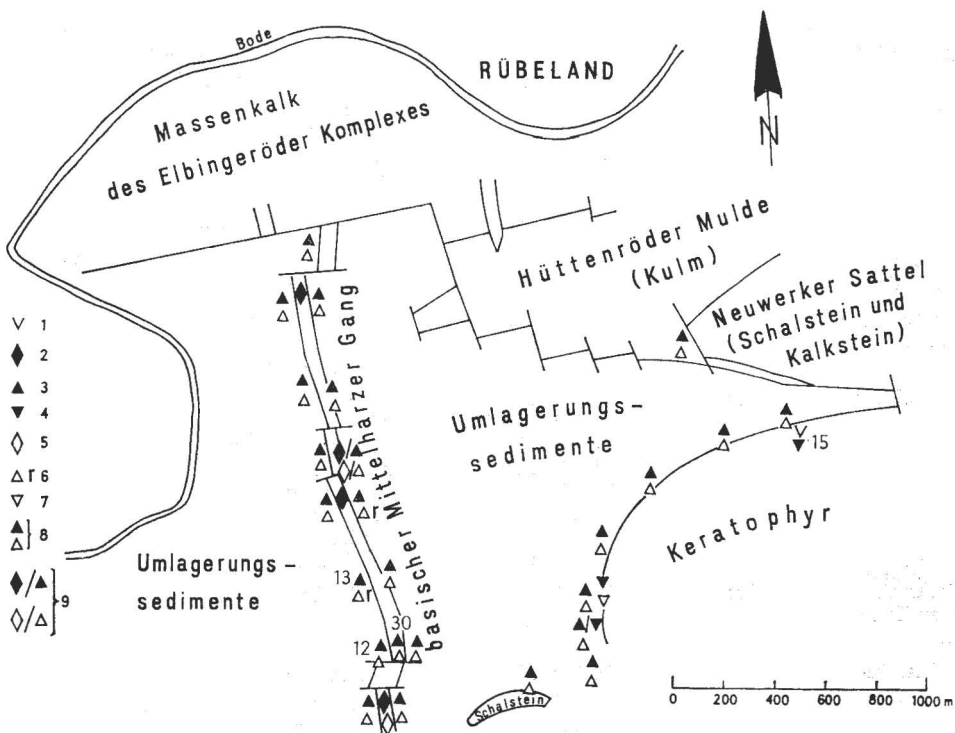


Abb. 2. Die Verbreitung und der Aufbau der quartären Deckschichten im Bereich des Tonschiefervorkommens südlich von Rübeland (Harz).

- 1 Keratophyrdeckschutt; 2 Porphyritmittelschutt; 3 Tonschiefermittelschutt; 4 Keratophyrmittelschutt; 5 Porphyritbasisschutt; 6 Tonschieferbasisschutt, r \triangle mit Fließerderelekten;
- 7 Keratophyrbasisschutt; 8 Aufbau der Deckschichtenprofile; die Lage der Schürfe ist aus dem obersten Symbol ersichtlich; 9 Mischschutt.

Die Ziffern an den Deckschichtenprofilen geben die Schurfnummern an

2. Kennzeichnung der quartären Deckschichten (vgl. Abb. 15 bis 22 und Tab. 1)

2.1. Gebirgslöß

Der Gebirgslöß kommt im Untersuchungsgebiet in skelettfreier bis skelettarmer Ausprägung (auch mit dem Substratbegriff „Berglöß“ bezeichnet) mit einem Skelettanteil (> 2 mm) von unter 5 Vol.‰ und als skeletthaltiger Gebirgslöß (Skelettanteil bis maximal 25 Vol.‰, auch mit dem Substratbegriff „Schuttlöß“ bezeichnet) vor. Die Skelettanteile des Gebirgslösses hängen von den liegenden Substraten ab. Über Braunlehm bzw. Kalkstein-Braunlehm-Schutt ist der Gebirgslöß meistens skelettfrei bis skelettarm, über Keratophyren dagegen mehr oder weniger skeletthaltig. Die Skelettanteile gelangten überwiegend sekundär durch vertikale und laterale Umlagerungen in die äolische Decke. Braunlehm und Kalkstein-Braunlehm-Schutt schieden auf Grund ihrer Zusammensetzung und Konsistenz als Skelettliefersubstrate weitgehend aus und sind somit die Ursache für die großflächige Verbreitung überwiegend reiner Gebirgslösse in diesem Teil des Harzes.

Tabelle 1. Zusammenstellung der dominierenden Farbwerte der quartären Deckschichten und Bodenhorizonte im Raum Elbingerode–Rübeland (Harz)

Schicht	Horizont	Farbsymbol nach Munsell	Farbbezeichnung
Gebirgslöß	Bv	10 YR 3/3–4	dunkelbraun–dunkelgelblichbraun
		10 YR 4/3–4	braun–dunkelgelblichbraun
	Et	10 YR 4/3	braun
		10 YR 5/3–4	braun–gelblichbraun
	Bt	10 YR 6/3	fahlbraun
		7,5 YR 4/4	dunkelbraun
Tonschiefermittelschutt	Bv	7,5 YR 3/2	dunkelbraun
		10 YR 4/4	dunkelgelblichbraun
		10 YR 3/2–3	sehr dunkelgraubraun–dunkelbraun
Keratophyrmittelschutt	Bv	10 YR 4/3–4	braun–dunkelgelblichbraun
		7,5 YR 4/4	dunkelbraun
Braunlehm	fBt	10 YR 3/3	dunkelbraun
		10 YR 4/4	dunkelgelblichbraun
		5 Y 7/3	hellgelb
		5 YR 4/4–6–8	rötlichbraun–gelblichrot
		5 YR 3/3	dunkelrötlichbraun
		7,5 YR 3/2	dunkelbraun
		7,5 YR 4/4	dunkelbraun
		7,5 YR 5/6	stark braun
Kalkstein-Braunlehm-Schutt	fBt	10 YR 4/4	dunkelgelblichbraun
		10 YR 5/6–8	gelblichbraun
Kalksteinbasisschutt	Bt	7,5 YR 4/4	dunkelbraun
		10 YR 4/3–4	braun–dunkelgelblichbraun
Tonschieferbasisschutt	C	10 YR 5/4	gelblichbraun
		2,5 Y 5/2	graubraun
Keratophyrbasisschutt	C	2,5 Y 4/2	dunkelgraubraun
		7,5 YR 3/2	dunkelbraun
		7,5 YR 4/4	dunkelbraun
		10 YR 5/4–4/4	gelblichbraun–dunkelgelblichbraun

Die Feinerde (< 2 mm) des Berglösses setzt sich aus lehmigem Schluff bis Schlufflehm zusammen, selten kommen schluffige Tone (beschränkt auf Bt-Horizonte) vor

(Körnungsartenansprache nach Ewald u. a. 1967). Er ist durch das Grobschluffmaximum (Abb. 3) (durchschnittliche Grobschluffgehalte 36 %, Maximalwerte bei 45 %) und Sandanteile unter 20 % gekennzeichnet (Abb. 5 A). Der Mittelschluffanteil des Berglösses von Elbingerode ist gegenüber den Lössen des Harzvorlandes deutlich erhöht. Berglöß zeigt stark schwankende Mächtigkeiten (s. Abb. 6) mit Maxima zwischen 30 und 70 cm. In Hohlformen wurde darüber hinaus verlagerter Berglöß in einer Mächtigkeit von mehr als 3 m beobachtet. Der Berglöß liegt ausschließlich über Braunlehm oder Kalkstein-Braunlehm-Schutt oder Kalksteinbasisschutt und ist karbonatfrei.

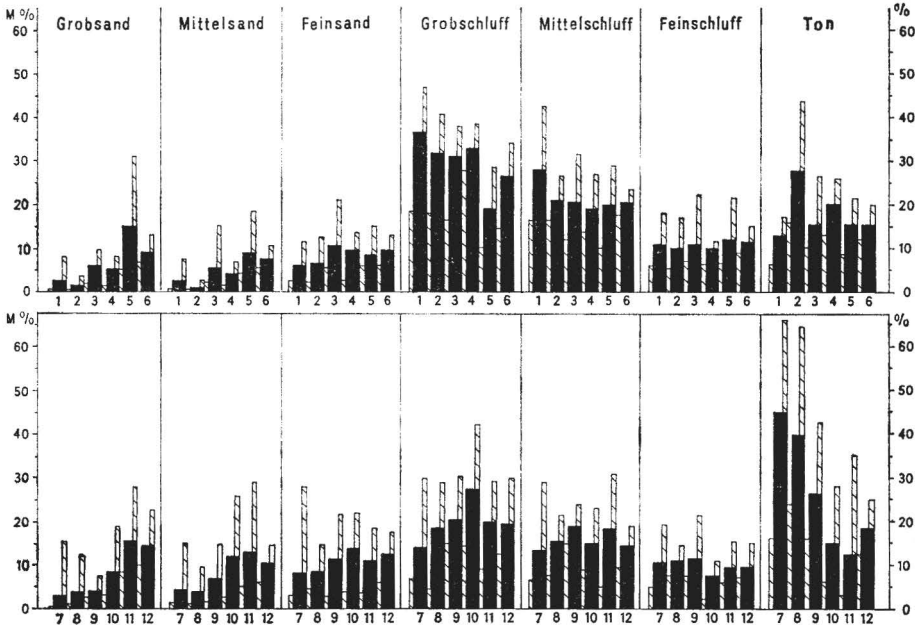


Abb. 3. Die Korngrößenzusammensetzung (Minima, Mittelwerte, Maxima) der Feinerde (< 2,0 mm) der verschiedenen quartären Deckschichten (Korngrößenfraktionen nach TGL 23 984).

1 Gebirgslöß, skelettfrei bis -arm, Ah-, Bv-, Et-Horizonte (n = 21); 2 Gebirgslöß, skelettfrei bis -arm, Bt-Horizonte (n = 14); 3 Gebirgslöß, skeletthaltig, Ah-, Bv-, Et-Horizonte (n = 25); 4 Gebirgslöß, skeletthaltig, Bt-Horizonte (n = 6); 5 Tonschiefermittelschutt (n = 16); 6 Keratophyrmittelschutt (n = 5); 7 Braunlehm (n = 28); 8 Kalkstein-Braunlehm-Schutt (n = 24); 9 Kalksteinbasisschutt, Bt-Horizonte (n = 7); 10 Kalksteinbasisschutt, Cc-Horizonte (n = 9); 11 Tonschieferbasisschutt (n = 12); 12 Keratophyrbasisschutt (n = 7)

Der Schuttlöß schwankt im Skelettanteil meistens zwischen 10 und 15 Vol.-% (Abb. 4). Über Keratophyren nimmt mit sinkender Mächtigkeit der äolischen Decke der Skelettanteil zu. Die Übergänge zum Mittelschutt sind fließend, was auch im Sand/Schluff/Ton-Verhältnis der Feinerden zum Ausdruck kommt (Abb. 5 A). Der Sandanteil ist im Schuttlöß gegenüber Berglöß deutlich höher (Abb. 5 A) und liegt meistens über 15 %, überwiegend sogar über 20 %. Als Körnungsarten der Feinerden des Schuttlösses kommen neben lehmigem Schluff und Schlufflehm auch Lehm und sandiger Lehm vor. Die Schluffanteile unterscheiden sich nur wenig vom Berglöß, statistisch gesicherte Unterschiede ließen sich für die Sandfraktionen und den Tongehalt nachweisen (s. Abb. 14). Schuttlöß hat bei 50 cm ein deutliches Mächtigkeitsmaximum (s. Abb. 6). Er lagert überwiegend auf Keratophyrbasisschutt.

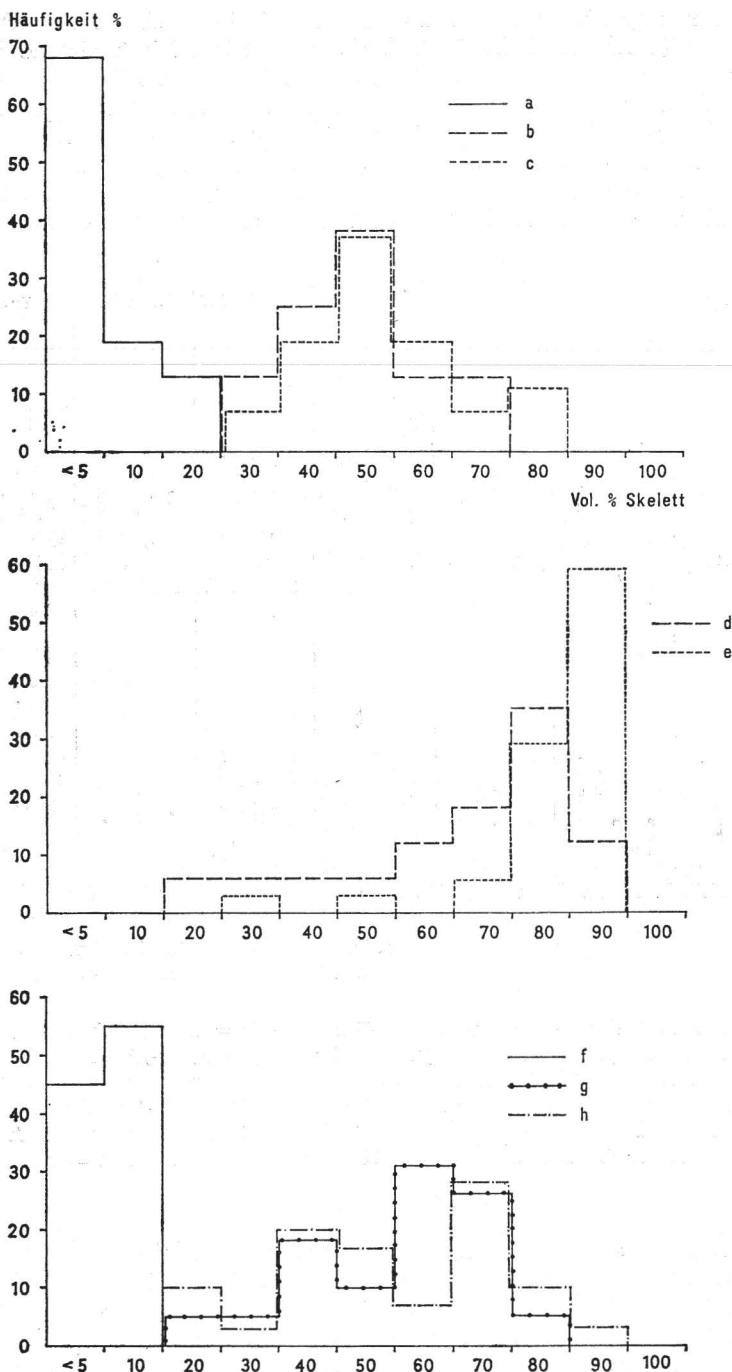


Abb. 4. Die geschätzten Skelettgehalte (> 2,0 mm) der verschiedenen quartären Deckschichten.

a Gebirgslöß ($n = 84$); *b* Keratophyrmittelschutt ($n = 8$); *c* Tonschiefermittelschutt ($n = 27$);
d Keratophyrbasisschutt ($n = 17$); *e* Tonschieferbasisschutt ($n = 34$); *f* Braunlehm ($n = 19$);
g Kalkstein-Braunlehm-Schutt ($n = 40$); *h* Kalksteinbasisschutt ($n = 29$)

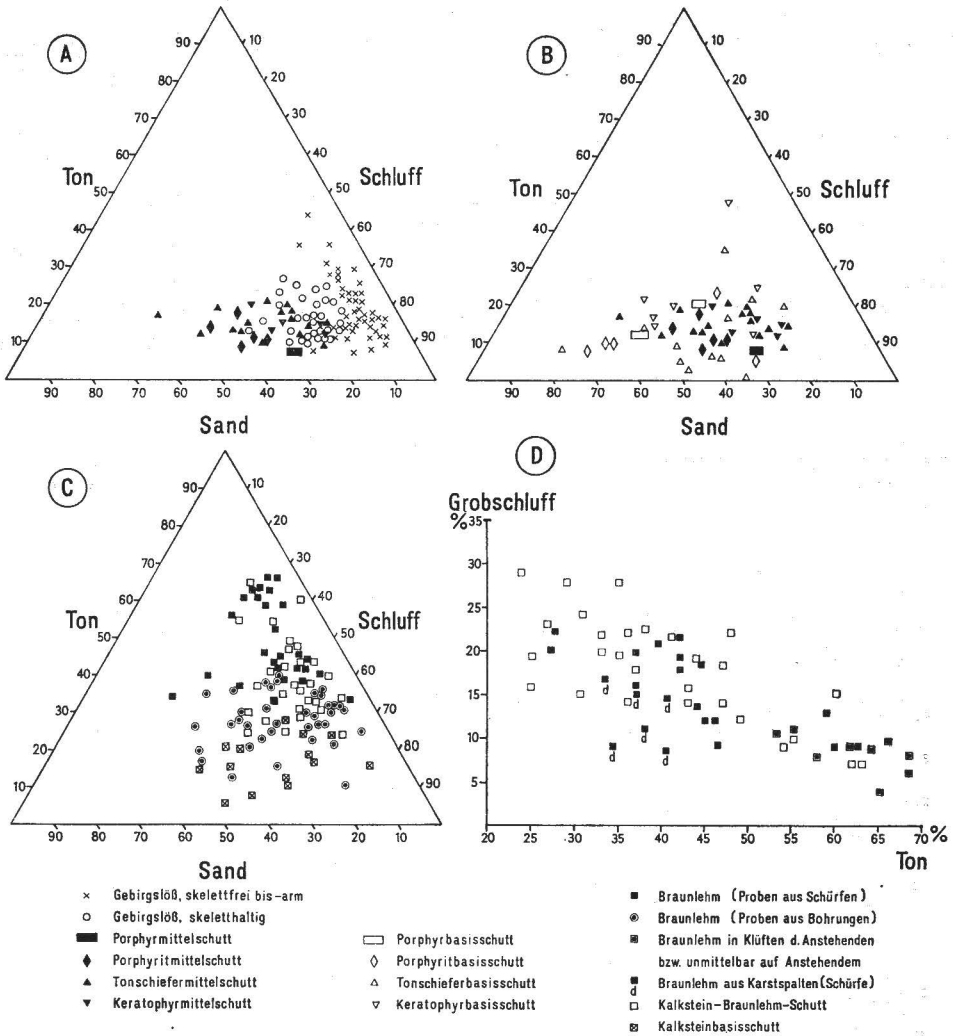


Abb. 5. Die Korngrößenzusammensetzung der Feinerde (< 2,0 mm) der verschiedenen quartären Deckschichten.

A Gebirgslöss und Mittelschutte;

B Vergleich der Basisschutte mit den dazugehörigen Mittelschutten;

C Braunlehme und Schutte auf Kalkstein;

D Ton- und Grobschluffgehalte verschiedener Braunlehme und der Kalkstein-Braunlehm-Schutte

Die Untergrenze des Gebirgslösses ist meistens wellig, und oft reichen taschenartige und keilartige Vertiefungen (Kryoturba­tionen) in die liegenden Sedimente. Der Gebirgslöß ist im Vertikalprofil inhomogen aufgebaut. Für die Mittelsand- und Mittelschluffgehalte ließen sich statistisch gesicherte Unterschiede nachweisen (s. Abb. 14). Nach Auswertung der Kornquotienten der Feinerde (z. B. Feinsand/Grobsand-Quo­tient, Grobschluff/Mittelsand-Quo­tient) wurden erhebliche Schwankungen der Korn­zusammensetzung festgestellt. Sie sind sedimentär und nicht durch bodenbildende Pro­zesse bedingt. Im basalen Bereich ist der Gebirgslöß z. T. sandiger, z. T. auch skelett­reicher und dichter als in der oberen Zone der äolischen Decke. Diese deutliche Diffe­renzierung wurde allerdings nur in einigen Profilen insbesondere im Keratophyrgebiet beobachtet. Die Mehrphasigkeit der äolischen Sedimentation wird dadurch angedeutet.

Nach der chemischen Analyse (s. Abb. 7) betragen im Gebirgslöß die Fe_2O_3 -Gehalte im Durchschnitt 4 bis 5 %, die Al_2O_3 -Anteile 11 bis 12 %, und SiO_2 ist mit etwa 65 bis 70 % enthalten. Die Bt-Horizonte liegen im Fe_2O_3 -Gehalt gegenüber den Ah-, Bv- und Et-Horizonten erwartungsgemäß höher. In der Dreiecksdarstellung der chemischen Parameter liegen die Gebirgslößproben mit den Mittelschutten eng zusammen (s. Abb. 7).

Der Gebirgslöß zeigt ein für pleistozäne Sedimentationsgebiete typisches Schwermineralspektrum mit hohen Anteilen von Granat, Epidot und Hornblende. Die geringen Gehalte der stabilen Mineralien Turmalin, Zirkon und Rutil (Abb. 8 und 9) wie auch die lokal hohen Augit- bzw. Anataswerte über den Porphyrit- bzw. Porphyrgängen verdeutlichen den ortsständigen Anteil. In der Dreiecksdarstellung der Schwermineralanteile lassen die Gebirgslöße gegenüber den anderen Proben keine große Streuung erkennen (Abb. 9).

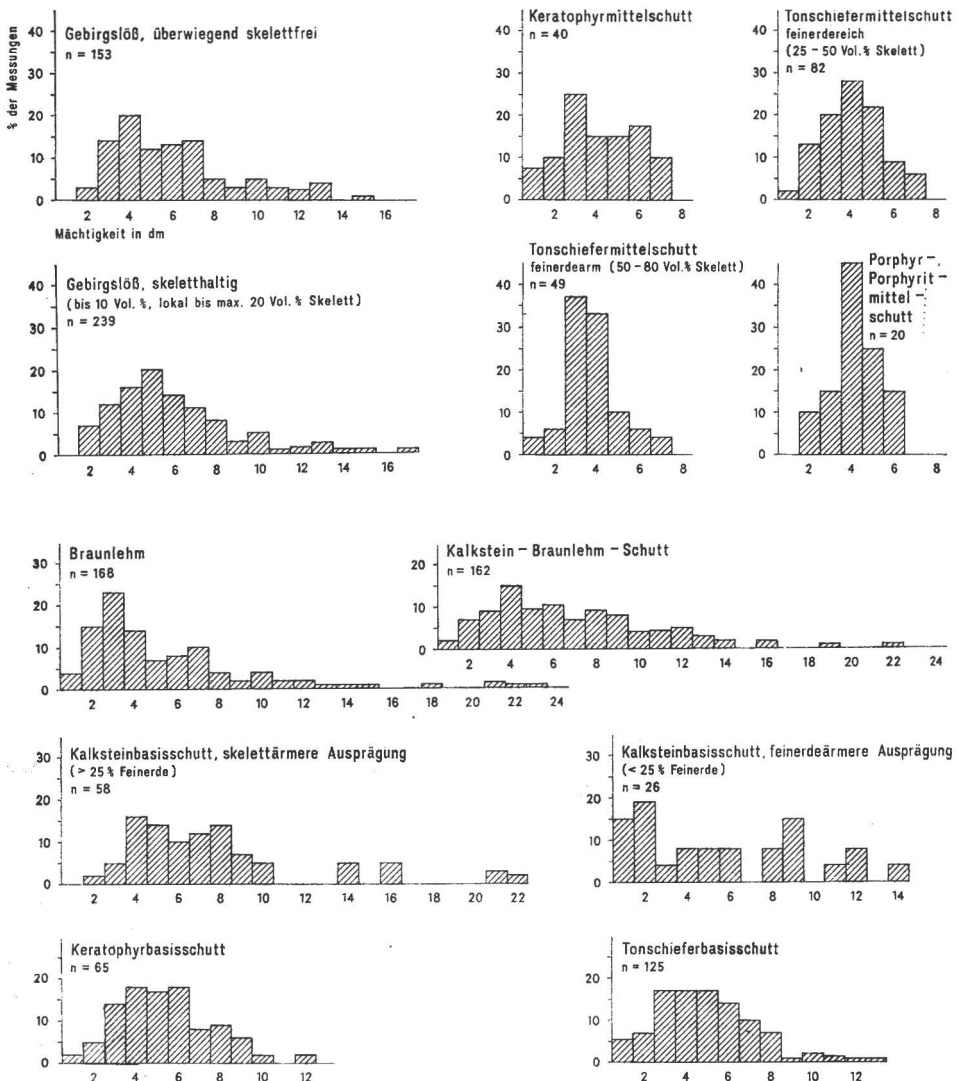


Abb. 6. Die Verteilung der Mächtigkeiten der verschiedenen quartären Deckschichten

2.2. Mittelschutt

Die auf Tonschiefern, Keratophyren und Ganggesteinen untersuchten Mittelschutte (meistens als Lößschutte ausgebildet) haben bei einem Skelettanteil von 50 Vol. % ein deutliches Häufigkeitsmaximum, wobei die Keratophyrmittelschutte etwas skelettärmer als die Tonschiefermittelschutte sind (Abb. 4). Die Feinerde des Keratophyrmittelschutt setzt sich aus lehmigem Schluff, Schlufflehm bis Lehm, der Tonschiefermittelschutt außerdem aus sandigem Lehm zusammen. Die Körnungsart der Feinerde der Mittelschutte über Ganggesteinen besteht überwiegend aus sandigem Lehm. Der Feinboden des Tonschiefermittelschutt zeigt hohe, stark schwankende Grobsandgehalte, der Mittelschluffanteil übersteigt dabei den Durchschnitt der Grobschluffprozentage. Im Keratophyrmittelschutt sind dagegen die Grobschluffwerte wesentlich höher (Abb. 3).

Die Mächtigkeiten der Mittelschutte schwanken in ihren Maxima von 30 bis 50 cm, wobei die des Keratophyrmittelschutt gegenüber den anderen stärker streuen (Abb. 6). Die Mittelschutte reichen oft keil- oder taschenartig ins Liegende (Kryotur-bationen). Die Skelettanteile im Mittelschutt sind meistens hangwärts plattig eingeregelt. Porphy- und Porphyritmittelschutte enthalten gut gerundete Steine.

Mittelschutte kommen im Kalkverbreitungsgebiet nur an stärker geneigten Hängen (über 20° Neigung) vor. In diesen Fällen lagern in einer Schlufflehm-Feinerde kantengerundete Kalksteine mit Anteilen von 25 bis 60 Vol. %. Tonschiefermittelschutte enthalten im Bereich der jeweiligen Gesteinsgrenzen Porphyrite, Porphyre und Keratophyre. Für letztere konnte ein Transportweg von mindestens 40 m nachgewiesen werden. Dagegen wurden Keratophyrmittelschutte als geschlossene Decke weniger als 25 m vom Liefergebiet transportiert.

Die Fe_2O_3 -Gehalte des Tonschiefermittelschutt liegen im Durchschnitt bei 5 %, die Al_2O_3 -Anteile bei 13 %, und SiO_2 wurde im Durchschnitt zu 67 % ermittelt (Abb. 7).

Die Untersuchung der Schwermineralzusammensetzung führte zu gleichen Ergebnissen wie im Gebirgslöß (s. Abb. 8 und 9).

Die Mittelschutte unterscheiden sich von den jeweiligen Basisschutten aus gleichem Gestein durch geringere Skelettgehalte (Abb. 4) und meistens höhere Grobschluffanteile (Abb. 3). Die hohen Skelettanteile im Tonschieferbasisschutt verwischen allerdings die Feinbodenunterschiede zum Tonschiefermittelschutt. Statistisch gesicherte Unterschiede in der Feinbodenzusammensetzung beider zuletzt genannter Schutte konnten lediglich im Mittelsandanteil nachgewiesen werden (s. Abb. 14).

2.3. Fließerden

Im Liegenden des Gebirgslösses treten im Verbreitungsbereich des Kalksteins häufig umlagerte skelettarme Sedimente auf, die nicht als Schutte angesprochen werden können. Im Untersuchungsgebiet sind derartige Fließerden als „Braunlehme“ weit verbreitet. Da im Braunlehm Sedimente verschiedener Genese und Zusammensetzung enthalten sein können (Kalksteinbraunlehm, Verwitterungsprodukte benachbarter Gesteine, löstartige Sedimente), soll dieser Begriff lediglich deskriptiv verwandt werden.

Braunlehm hat meistens einen Skelettgehalt von < 5 bis 10 Vol. %, seltener erreicht er 20 Vol. % (Abb. 4). Er besteht aus lehmigem Ton, schluffigem Ton oder Ton (Abb. 5 C), wobei die Proben aus Bohrprofilen tonärmer und sandiger sind. Als Körnungsarten der Feinerde kommen außerdem Schlufflehm und Lehm vor. Die Braunlehme der mächtigen Dolinenfüllungen haben offenbar durch intensive Umlagerung mehr Fremddanteile aufgenommen als die der Hochflächen. Die Braunlehme erreichen im Durchschnitt (ausgenommen Braunlehme aus Bohrprofilen) 45 % Ton, Maximalwerte übersteigen 65 %. Kennzeichnend für den Braunlehm sind die starken Schwankungen der Sand- und Grobschluffgehalte (Abb. 3). Schluffreiche (löstartige) Braunlehme wurden in einigen Schürfen angetroffen (z. B. Schurf 18, Abb. 20). Der

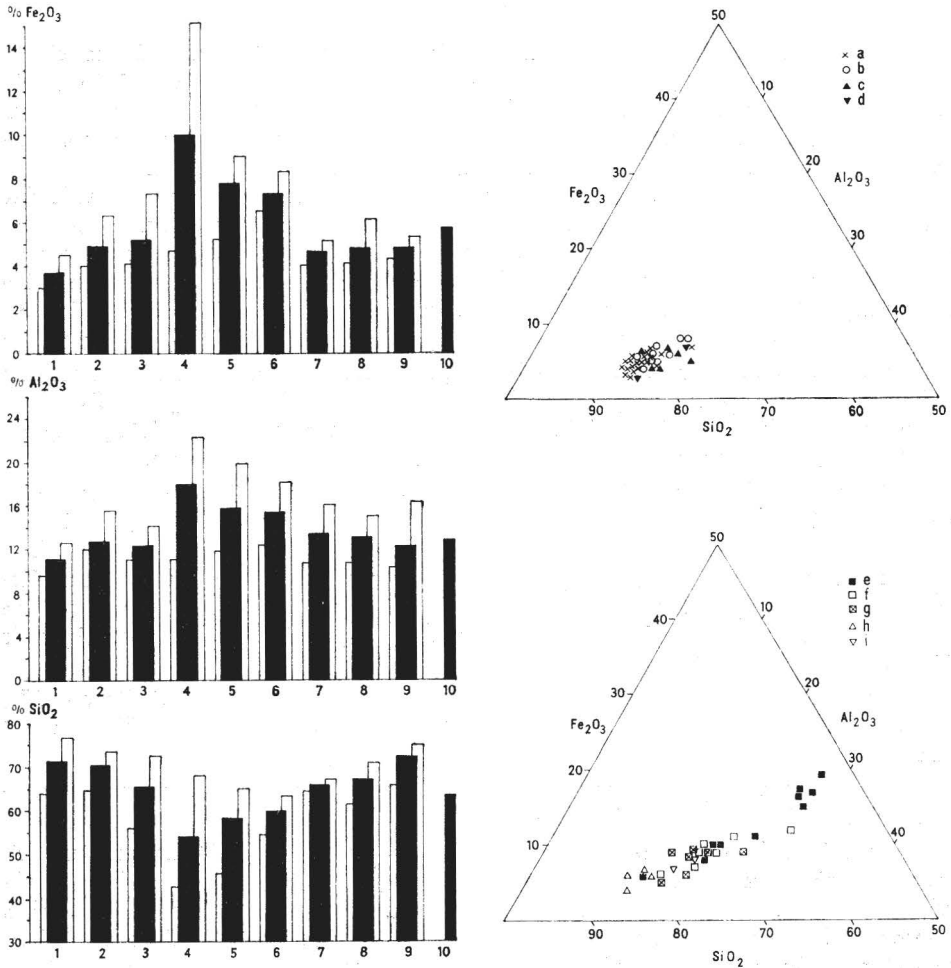


Abb. 7. Die Fe₂O₃-, Al₂O₃- und SiO₂-Gesamtgehalte aus der chemischen Vollanalyse (Minima, Mittelwerte, Maxima) der Feinerde (< 2,0 mm) und deren Relativanteile in der Dreiecksdarstellung der verschiedenen quartären Deckschichten.

1 Gebirgslöß, skelettfrei bis -arm, Ah-, Bv-, Et-Horizonte ($n = 14$); 2 Gebirgslöß, skelettfrei bis -arm, Bt-Horizonte ($n = 7$); 3 Gebirgslöß, skeletthaltig ($n = 7$); 4 Braunlehm ($n = 9$); 5 Kalkstein-Braunlehm-Schutt ($n = 7$); 6 Kalksteinbasisschutt, Bt-Horizonte ($n = 5$); 7 Kalksteinbasisschutt, Cc-Horizonte ($n = 2$); 8 Tonschiefermittelschutt ($n = 6$); 9 Tonschieferbasisschutt ($n = 5$); 10 Tonschiefer (Resedimente).

a Gebirgslöß, skelettfrei bis -arm; b Gebirgslöß, skeletthaltig; c Tonschiefermittelschutt; d Keratophyrmittelschutt; e Braunlehm; f Kalkstein-Braunlehm-Schutt; g Kalksteinbasisschutt; h Tonschieferbasisschutt; i Keratophyrbasisschutt

Braunlehm ist in tonreicher Ausprägung zäh, plastisch und dicht gelagert. Bei Austrocknung wird er von Trockenrissen durchzogen. Makro- und Mikrogefüge stimmen weitgehend mit den Beschreibungen von Kubiěna (1948, 1950) überein. Braunlehm in den Klüften des Kalksteins ist meist wesentlich grobschluffärmer und tonreicher als der darüber lagernde (Abb. 5 D). Er ist oft in großer Mächtigkeit in die Karsthohlformen (vgl. Abschn. 2.5; Abb. 10 u. 11) eingespült. Außerhalb der Dolinen kommt er nur in geringer Mächtigkeit vor mit einem deutlichen Maximum bei 30 cm (Abb. 6).

In der chemischen Zusammensetzung sind die Braunlehme durch hohe Fe_2O_3 - und Al_2O_3 -Gehalte gekennzeichnet. Dabei schwanken die Fe_2O_3 -Anteile erheblich und erreichen maximal 15 % (Abb. 7). Eisenkonkretionen verschiedener Größe sind im Braunlehm häufig enthalten. In der Dreiecksdarstellung wird die Streuung der genannten chemischen Parameter für Braunlehme verdeutlicht (Abb. 7).

In der Schwermineralzusammensetzung sind die Braunlehme nicht einheitlich: Es kommen sowohl die Granat-Epidot-Hornblende-Gruppe als auch die stabilen Mineralien (Turmalin, Zirkon, Rutil) und in der Nähe der Gänge als ortsständige Anteile Anatas und Augit mit z. T. sehr unterschiedlichen Gehalten vor (Abb. 8 und 9).

2.4. Basisschutt

In Abhängigkeit von der Verbreitung der verschiedenen Festgesteine sind über diesen (bzw. deren Auflockerungszonen bzw. Verzugshorizonten) verschiedene Basisschutte verbreitet.

2.4.1. Kalkstein-Braunlehm-Schutt, Kalksteinbasisschutt

Die Differenzierung dieser beiden Schutte erfolgte nach der Zusammensetzung des Feinerdeanteils: Wird dieser aus Braunlehmmaterial gebildet, erfolgte die Ansprache als Kalkstein-Braunlehm-Schutt (vollständige Bezeichnung: Kalkstein-Braunlehm-Basisschutt). Der Skelettanteil dieser Schutte schwankt im wesentlichen zwischen 40 und 70 Vol.%, wobei zwei Maxima, und zwar bei 40 Vol.% und bei 60 bzw. 70 Vol.% hervortreten (Abb. 4). Die größeren Steine im Kalkstein-Braunlehm-Schutt sind meistens deutlich kantengerundet, die kleineren Skelettanteile scharfkantig. Der Skelettanteil des Kalksteinbasisschutts ist dagegen meist kaum kantengerundet. Die Schutte haben im Verbreitungsbereich der Ganggesteine zum Teil erhebliche Anteile von Grus aufgenommen.

Die Kornzusammensetzung der Feinerde dieser Schutte unterliegt (auch im Vergleich zum Braunlehm) erheblichen Schwankungen. Der Kalkstein-Braunlehm-Schutt ist im Durchschnitt tonärmer als der Braunlehm. Dagegen hat der Kalksteinbasisschutt höhere Sandanteile und fällt im Tongehalt deutlich gegenüber den vorher genannten Sedimenten ab (Abb. 5 C). Bemerkenswert ist ferner der höhere Grobschluffanteil der Feinerde im Kalkstein-Braunlehm-Schutt und Kalksteinbasisschutt gegenüber Braunlehm, was statistisch gesichert ist (Abb. 3 und 14).

Angaben über die Mächtigkeiten der Schutte gehen aus Abb. 6 hervor. Ein breites Häufigkeitsspektrum der Mächtigkeit weist der Kalkstein-Braunlehm-Schutt auf. Auch die Kalksteinbasisschutte zeigen eine breite Schwankung der Mächtigkeit. Dabei zeichnet sich die Tendenz ab, daß die feinerdereicheren Kalksteinbasisschutte mächtiger sind als die feinerdeärmeren (Abb. 6).

Die Feinerde der Kalkstein-Braunlehm-Schutte ist durch etwas geringere Gehalte an Fe_2O_3 und Al_2O_3 gegenüber den Braunlehmen gekennzeichnet (Abb. 7). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang der hohe Durchschnittsanteil von Fe_2O_3 und Al_2O_3 für die Kalksteinbasisschutte mit verwittertem, karbonatfreiem Feinerdematerial (Bt-Horizonte, durch Bodenbildung überprägt), die somit ähnlich den Werten des Kalkstein-Braunlehm-Schutts sind. Die Kalksteinbasisschutte mit karbonathaltiger Feinerde (Cc-Horizonte) fallen dagegen im Fe_2O_3 - und Al_2O_3 -Anteil deutlich ab (Abb. 7). Die Feinerde des Kalkstein-Braunlehm-Schutts ist karbonatfrei, dagegen die des Kalksteinbasisschutts karbonhaltig (Cc-Horizonte), sofern die Entkalkungsgrenze oberhalb dieser Schuttdecke liegt. Die Karbonatgehalte des Kalksteinbasisschutts schwanken in der Feinerde meistens nur zwischen 5 und 20 %.

Das Schwermineralspektrum dieser Basisschutte spiegelt ähnliche Verhältnisse wie bei den Braunlehmen wider (Abb. 8 und 9).

Für Kalkstein-Braunlehm-Schutte und Kalksteinbasisschutte wurde ein Transportweg von mindestens 30 m in die Ganggesteinszonen festgestellt.

Lage der Profile		südlich Elbingerode Schurf 23	südlich Elbingerode Schurf 8	südlich Elbingerode Schurf 24
Schicht				
Gebirgsloß		T Z R A G E H Au	T Z R A G E H Au	T Z A G E H Au
		T Z A G E H Au	T Z A G E H Au	T Z A G E H Au
		T A G E H Au		
Braunlehm als Schutt ausgebildet		T Z A G E H Au	T Z R A G E H Au	T Z R A G E H Au
		T Z A G E H Au		
		T Z R E H Au		
Kalkstein-Braunlehm-Schutt		T Z R G E H Au	Z R A Au	T Z A G E H Au
Braunlehm in Klüften des Kalksteins grauer Lehm in Klüften des Kalksteins			T Z R A Au	
			A	
Feinerde in Klüften des Kalksteins				T Z A G E H Au
Anstehendes		Kalkstein	Kalkstein	Kalkstein

Lage der Profile		südlich Elbingerode Schurf 18	nordöstlich Königshütte Schurf 10	westlich Rübeland Schurf 28
Schicht				
Gebirgsloß		T Z R G E H Au	T Z A G E H Au	T Z G E H Au
Braunlehm		T Z G E H Au		
Kalksteinbasisschutt ä = älterer j = jüngerer		A	T Z G E H Au	Au
			T Z G E H Au	?
Porphyritgrus				Au
Anstehendes		(Granitporphyr)	Kalkstein	Porphyrit

Lage der Profile		westlich Rübeland Schurf 29	südlich Rübeland Schurf 13	südlich Rübeland Schurf 30
Schicht				
Tonschiefer-mittelschutt		T Z R G E H Au	T Z H Au	T Z E H Au
Fließerdest im Tonschieferbasisschutt			T Z R G E H Au	
Tonschiefer-basisschutt		Z A G E H Au		T Z G E H Au
Porphyritgrus				Au
Anstehendes		Tonschiefer	Tonschiefer	Porphyrit

westlich Rübeland Schurf 25	südlich Elbingerode Schurf 26	nordöstlich Königshütte Schurf 27	südlich Elbingerode Schurf 2
T Z A G E H Au R	T Z A G E H Au R	T Z A G E H Au R	T Z A G E H Au R
T Z A G E H Au R	T Z A G E H Au R	T Z R A G E H Au R	
T Z R A G E H Au		T Z R A G E H Au G E Au	Z A G E H Au R
T Z R A G E H Au	Z A G E H Au R		T Z A G E H Au R
T Z A G E H Au R			
Kalkstein	Kalkstein	Kalkstein	Kalkstein

westlich Rübeland Schurf 17	Lage der Profile	
	westlich Rübeland Schurf 9	nordöstl. Königshütte Schurf 31
Z R A G E H Au		T Z A G E H Au R
mit Porphyritanteil Au	oberer Teil Braunlehm in Karstspalten T Z A G E H Au R	
Z R A (a) ? Au	unterer Teil T Z R A G E H Au R	R Z A
Porphyrit	Anstehendes	Kalkstein
		Kalkstein

0 20 40 60 80 100 rel.Korn-% ohne Opakanteil

Abb. 8. Die Schwermineralzusammensetzung der Feinerden (Fraktion 0,1–0,063 mm) der verschiedenen quartären Deckschichten ausgewählter Schurfprofile. Lage der Profile siehe Abb. 1 und 2

- T = Turmalin
- Z = Zirkon
- R = Rutil
- A = Anatas
- G = Granat
- E = Epidot
- H = Hornblende
- Au = Augit

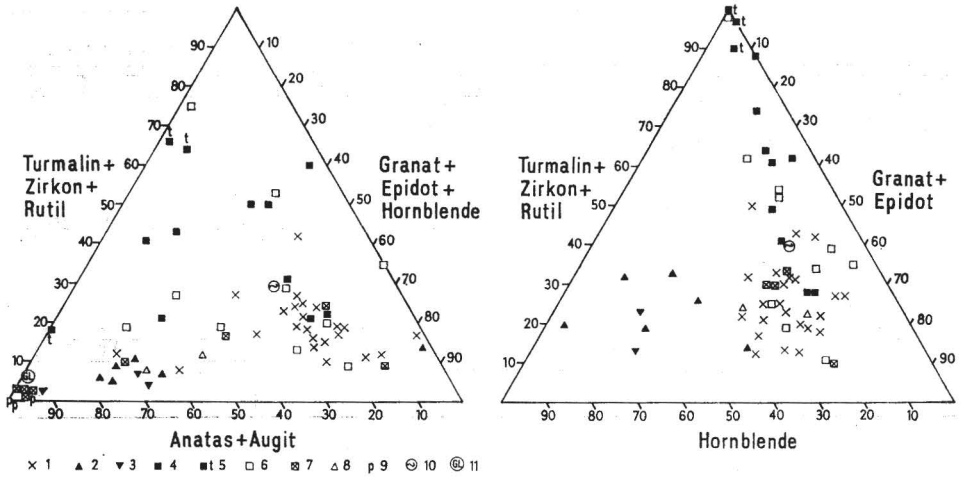


Abb. 9. Das Verhältnis der Schwermineralanteile (ohne Opakanteile) in den Feinerden (Fraktion 0,1–0,063 mm) der verschiedenen quartären Deckschichten.

1 Gebirgslöß; 2 Tonschiefermittelschutt; 3 Keratophyrmittelschutt; 4 Braunlehm (Pleistozän); 5 Braunlehm (Tertiär); 6 Kalkstein-Braunlehm-Schutt; 7 Kalksteinbasisschutt; 8 Tonschieferbasisschutt; 9 Porphyritgrus; 10 Fließederest im Tonschieferbasisschutt; 11 Grauer Lehm in Klüften des Kalksteins

2.4.2. Tonschieferbasisschutt, Keratophyrbasisschutt

Tonschieferbasisschutt und Keratophyrbasisschutt sind die skelettreichsten Sedimente im Untersuchungsgebiet. Die Maxima der Skelettanteile liegen bei 90 bzw. 80 Vol.-% (Abb. 4). Jedoch sind diese Basisschutte nicht einheitlich aufgebaut. In ihnen sind taschenartig schluffreiche, skelettarme Fließederelikte (s. Abb. 18: Schurf 13) und z. T. auch Graulehmreste und Tonanreicherungspartien (oft in den basalen Teilen vermehrt gegenüber dem oberen Teil der Schuttdecken) eingelagert. Das Skelettmaterial im Basisschutt ist hangwärts deutlich eingeregelt.

An Gesteinsverbreitungsgrenzen zeigt der Basisschutt eine vertikale Zweiteilung. Die Feinerde der genannten Basisschutte schwankt in der Zusammensetzung stark: Überwiegend sind sandiger Lehm und Lehm, weniger lehmiger Schluff und Schlufflehm vertreten. Hohe Grobschluff- und Mittelschluffanteile, die im Durchschnitt jeweils zwischen 15 und 20 % schwanken, und besonders hohe Grobsandgehalte kennzeichnen diese Basisschutte. Die Abweichungen vom Mittelwert sind bei diesen Schutten allerdings geringer als bei Braunlehm, Kalkstein-Braunlehm-Schutt und Kalksteinbasisschutt (Abb. 3).

Keratophyrbasisschutte und Tonschieferbasisschutte schwanken in ihrer Mächtigkeit überwiegend zwischen 30 und 60 cm, die Häufigkeitsverteilung zeigt einen flachen und breiten Verlauf (Abb. 6). Keratophyrbasisschutte sind an Störungszonen tiefgründig entwickelt.

Für die Basisschutte wurden im Untersuchungsraum Transportwege vom Liefergebiet zwischen 15 und 30 m festgestellt.

In der chemischen Zusammensetzung (Abb. 7) unterscheiden sich die Tonschieferbasisschutte nur unwesentlich vom Tonschiefermittelschutt und vom karbonathaltigen Kalksteinbasisschutt (Cc-Horizonte).

Im Schwermineralspektrum der Tonschieferbasisschutte treten neben Granat, Epidot und Hornblende sowie einem geringeren Anteil stabiler Mineralien im Verbreitungsgebiet der Enstatitporphyritgänge vor allem hohe Augitgehalte in Erscheinung (Abb. 8 und 9).

Vergleicht man die Kornzusammensetzung der Feinerde aller Basisschutte mit den Mittelschutten, so ist die stärkere Streuung der Basisschutte deutlich zu erkennen (Abb. 5 B).

2.5. Dolinenfüllungen

Durch die Verkarstungserscheinungen liegt im Verbreitungsgebiet des Kalksteins eine sehr unebene Kalksteinoberfläche vor. Neben den vielen oberflächennahen Karstspalten (z. B. Abb. 15: Schurf 1; Abb. 16: Schurf 9) treten stellenweise auch tieferreichende Karstformen auf, die z. T. bis über mehrere 100 m im Gelände morphologisch als schmale oder auch breiter angelegte Senken zu verfolgen sind. Diese nach oben sich dolinenartig öffnenden Karstsenken können mit bis über 10 m mächtigen Lockersedimenten, vor allem Braunlehm, gefüllt sein. Sie erreichen lokal, aber auch in schmalen, sehr tieferreichenden Karstspalten Braunlehm-mächtigkeiten bis über 50 m. Südlich Elbingerode läßt sich aus dem Gebiet des Hainholzes bis in den Raum östlich des Kleinen Schmidtkopfes am Südrand des Kalksteinvorkommens ein aus Verkarstungszonen hervorgegangener, breit angelegter, geschlossener Dolinenzug verfolgen (Abb. 1). Die Lockermassen der Dolinenfüllung waren bei 78,6 m noch nicht durchteuft. In dieser sich z. T. stark verbreiternden und trichterförmig nach oben öffnenden Karstform ist der unterlagernde Kalkstein nicht erbohrt worden (Abb. 10).

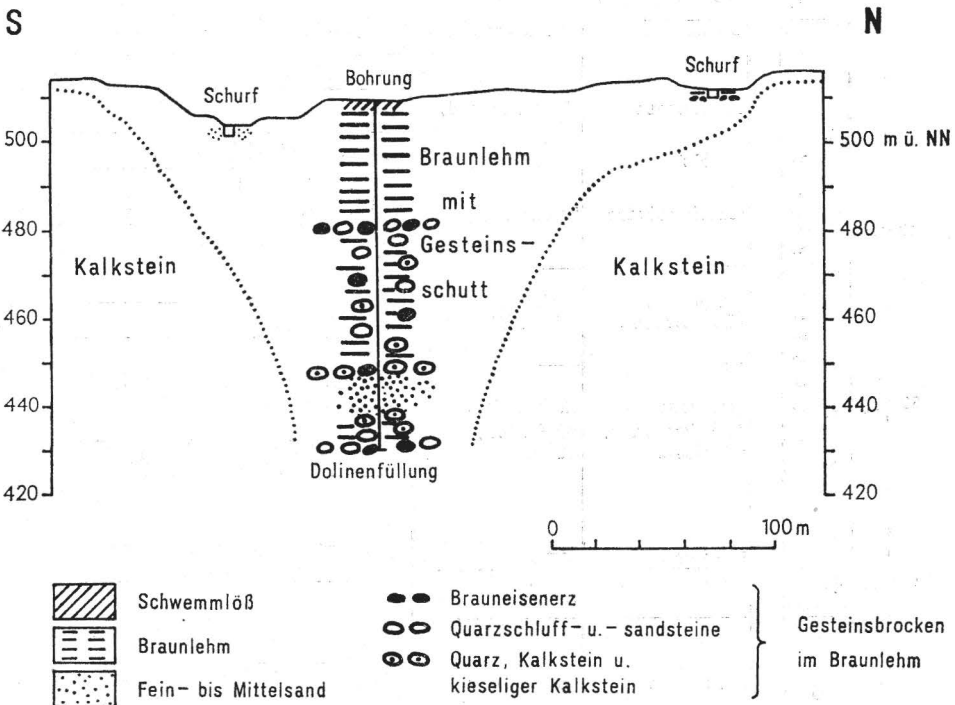


Abb. 10. Schematischer Schnitt durch die Doline am Kleinen Schmidtkopf (s. Abb. 1; detailierte Darstellung der Bohrung s. Abb. 11)

Das Karstphänomen und seine Folgeerscheinungen hat bereits Steinmüller (1962) an Beispielen aus dem Gebiet östlich Rübeland dargelegt. Auch U. & W. Steiner (1969) greifen diese Problematik auf und weisen besonders für den Vergleich mit den quartären Höhlensedimenten im Elbingeröder Raum auf die Notwendigkeit der geologisch-faziellen Betrachtung der über Tage anstehenden jungen Deckschichten in den Dolinen und Karstspalten hin.

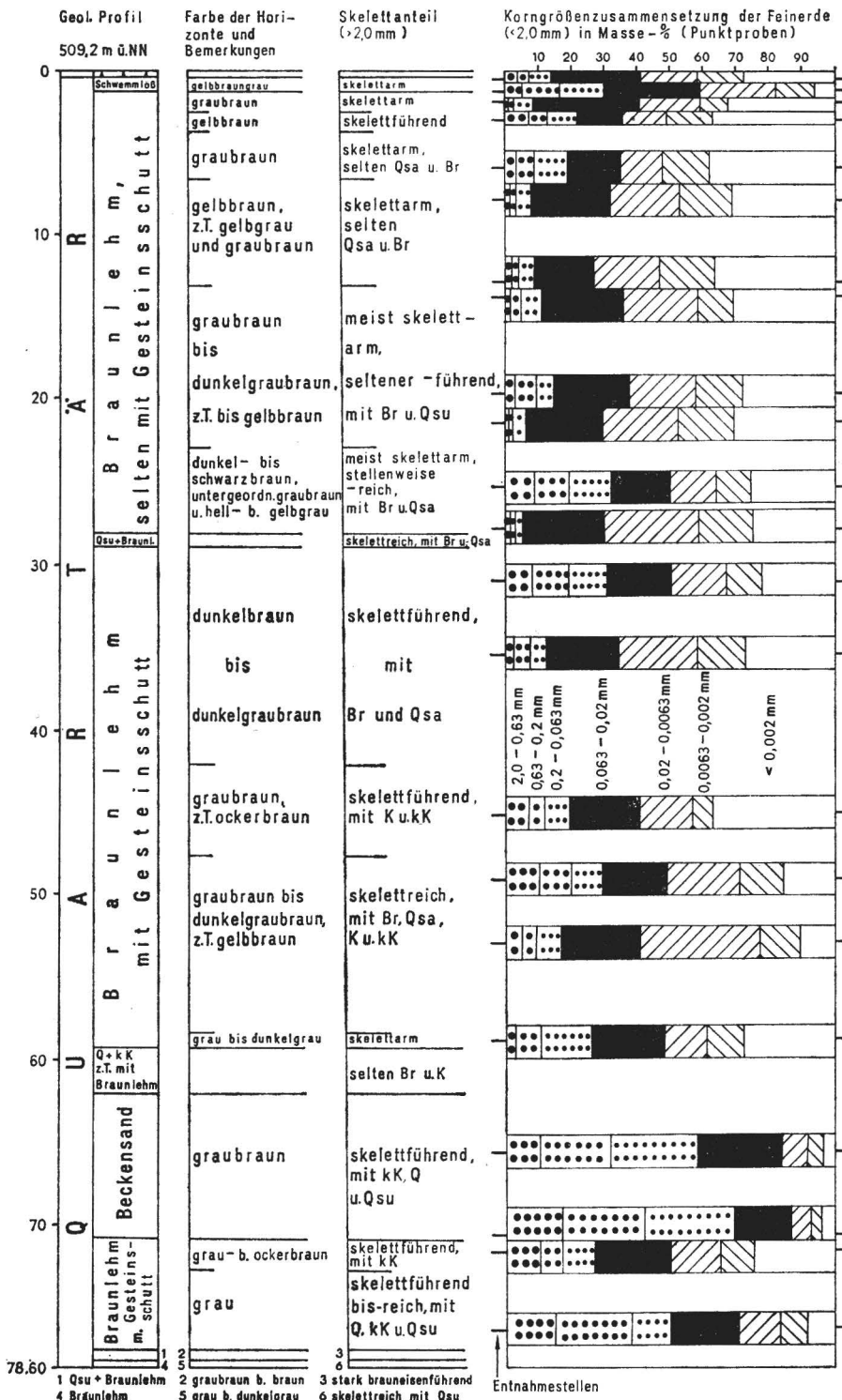
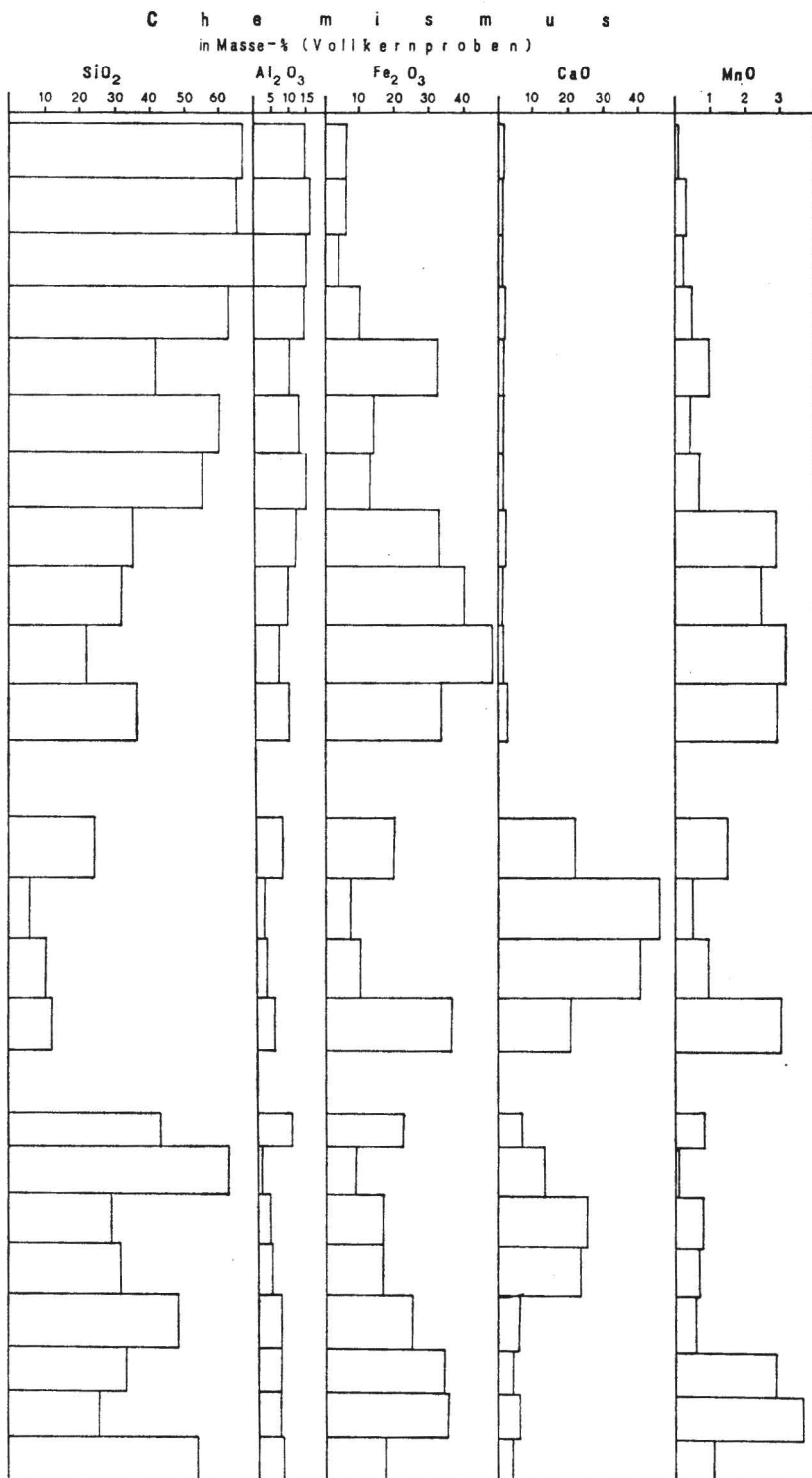


Abb. 11. Geologisches Profil, Korngrößenzusammensetzung und Chemismus der Kernboh-



zung in der Doline östlich des Kleinen Schmidkopfes südlich von Elbingerode (Lage: s. Abb. 1, Position B)

Die Dolinen sind in erster Linie mit dem dunkel-, grau- und gelbbraunen sowie z. T. grauen, stark schluff- und tonhaltigen, sandigen Braunlehm mit vorherrschender Schluffkomponente als Umlagerungsprodukt gefüllt. Wie die Ergebnisse der Bohrung zeigen (Abb. 10 und 11), sind in die Braunlehme mit unterschiedlicher Häufigkeit Brauneisenerz-, Quarzschluff- und Quarzsandstein-, Quarz-, Kalkstein- und kieselige Kalksteinbrocken sowie seltener Schiefer-, Grauwacken-, Porphyr-, Schalstein- sowie Keratophyrbrocken eingelagert. Im oberen Profilabschnitt (bis 28,0 m) treten sie nur untergeordnet bzw. selten auf. Im unteren Abschnitt ist der Braunlehm mit dem im Niveau von 62 bis 71 m eingelagerten, graubraunen und stark schluffigen Fein- bis Mittelsand skelettreich. Die Gesteinsbrocken sind meist unregelmäßig verteilt, z. T. aber auch in geringmächtigen Horizonten (0,1 – 0,8 m erbohrt) angereichert. In der Hauptmasse handelt es sich dabei also um Gesteine des umgebenden Paläozoikums.

Das Brauneisenerz ist als spezifische Neubildung in den Karstsenken anzusehen. Die Fe- und die damit im Zusammenhang stehenden Mn-Ausfällungen führten zu konkretionären Vererzungen, wie sie von Steinmüller (1962) ausführlich beschrieben und in einer Vielzahl von Bohrungen und Schürfen angetroffen worden sind. Diese Verwitterungserze – lagerstättenkundlich dem sog. Hundsrücktypus im Sinne von Schneiderhöhn (1955) zuzuordnen – lagern einzeln oder als Erzbrocken in einem Horizont angereichert unregelmäßig im Braunlehm verteilt. Sie haben im Chemismus der Gesamtfazies zu erhöhten, horizontweise auch sehr hohen Fe_2O_3 -Gehalten (maximal 48 %) geführt (Abb. 11). Die Anreicherungshorizonte mit Brauneisenerz haben sogar Anlaß zur bergbaulichen Tätigkeit gegeben (Susenburger Eisenerzrevier nach Erdmannsdörffer 1913), worauf heute noch einige Pingen im Gebiet des Kleinen Schmidtkopfes südlich Elbingerode und im westlich anschließenden Gebiet hinweisen.

Die meist stark brauneisenführenden und zum Teil gebänderten Schluff- und Sandsteine bestehen vornehmlich aus Quarzkörnern ohne Bindemittelsaum. Die Quarzkörner können unter Zufuhr SiO_2 -haltiger Lösungen weiter gewachsen sein, was zu einem sehr festen Gefüge ohne Zement geführt hat. Die Dünnschliffuntersuchungen (durchgeführt von Dipl.-Min. Ch. Büchner) haben zwar keine typischen „Tertiärquarzitgefüge“ nachgewiesen, aber der Befund zeigt doch, daß es sich bei den Quarzschluff- und Quarzsandsteinen im Sinne von Füchtbauer (1959, 1970) auch um in känozoischer Zeit verfestigte Schluffe und Sande handeln kann, die anschließend als Festgesteine umgelagert worden sind.

Entsprechende Sand- und Schluffvorkommen treten örtlich zusammen mit Tonhorizonten und auch kiesigen Anteilen im Braunlehm auf. Bereits Lasius (1789) und später auch andere Autoren (z. B. Becksmann 1930) haben auf das Sandvorkommen an der Susenburger Straße südlich Elbingerode hingewiesen. Eine Schurfaufnahme aus dieser Sandgrube (s. Abb. 23) deutet aus der lokalen Situation die örtlich komplizierten Sedimentations- und Lagerungsverhältnisse während der Dolinenfüllung an. Die im Schurf in den z. T. gebänderten Beckensanden mit Ton- und Schluff- sowie braunkohleführenden Sandeinlagerungen erkannten Strukturen (Steilstellung, Bruchstrukturen, Erosionsdiskordanz) weisen auf Schichtverstellungen und Umlagerungsvorgänge während der Sedimentation hin. Pollenanalytische Untersuchungen an zwei kohligen Sandproben (durchgeführt von Dipl.-Biol. Dr. Lenk) ließen zwar zellige (?) Splitterchen vom Aussehen zerriebener Blatt- oder Epidermisreste erkennen, Sporomorphen konnten allerdings nicht nachgewiesen werden, so daß keine stratigraphischen Aussagen möglich sind. Die mechanische Beanspruchung weist nur auf die mögliche Umlagerung des Materials hin.

3. Genese der Deckschichten

Auf Grund der umfangreichen Schurfaufnahmen im Raum Elbingerode – Rübeland konnten ein schematischer Profilschnitt und ein stratigraphisch-genetisches Schema zum Aufbau der Deckschichten entworfen werden (Abb. 12 und 13). In Abhängig-

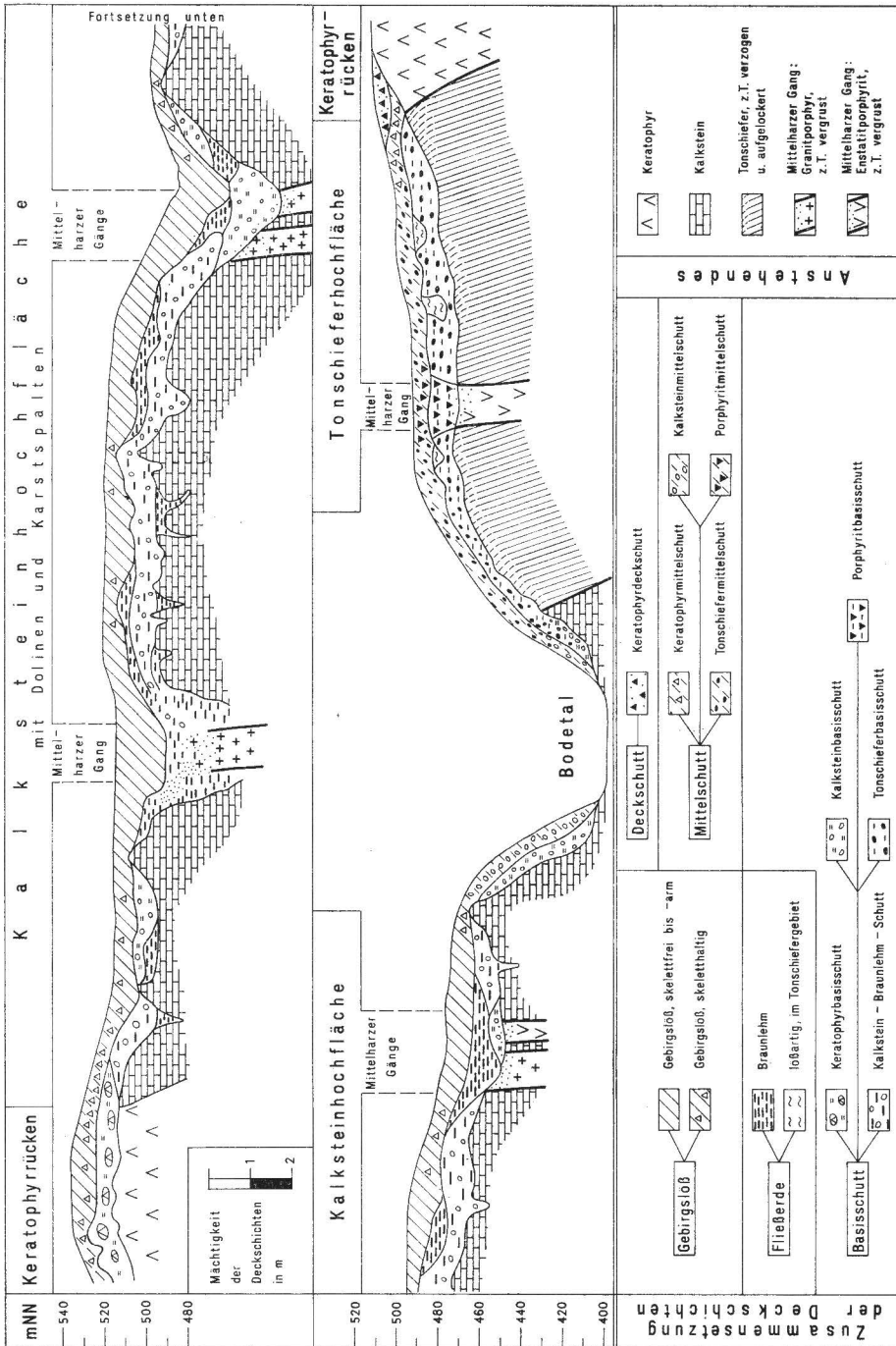


Abb. 12. Schematischer Profilschnitt zum Aufbau der quartären Deckschichten im Gebiet der Kalksteinhochfläche des Mittelharzes

keit von der geologisch-morphologischen Position kam es zu sehr unterschiedlich entwickelten Deckschichtenabfolgen. Während auf Tonschiefern und Keratophyren das

weit verbreitete Zweischichtprofil des Gebirgsschutttes mit Basisschutt und Mittelschutt (bzw. Gebirgslöß als Äquivalent) entwickelt ist, tritt im Verbreitungsgebiet des devonischen Kalksteins eine wesentlich stärkere Differenzierung der Schichtabfolgen auf.

3.1. Die Vorgänge im Tertiär

Die tropischen und subtropischen Klimaverhältnisse im Tertiär bedingten eine intensive chemische Verwitterung. Diese führte im Kalkstein zu Karsterscheinungen, die in Form von Höhlen, Dolinen sowie flachen und tiefreichenden Karstspalten zum Ausdruck kommen. Es bildete sich Kalksteinbraunlehm (Terra fusca) (Kubiěna 1948). Kalksteinrotlehm sind nicht auszuschließen, wie aus der Zusammenstellung der Farben der verschiedenen Sedimente zu entnehmen ist (s. Tab. 1). Gerstenhauer & Pfeffer (1966) stellten fest, daß die Lösungsfreudigkeit des Kalksteins mit zunehmendem CaCO_3 -Anteil ansteigt und bei Anwesenheit von MgCO_3 stark herabgesetzt wird. Die sehr reinen Massenkalksteine im Elbingeröder Raum (im Durchschnitt 98 % CaCO_3) waren somit die Voraussetzung für die Verkarstung und Bildung von Kalksteinbraunlehm.

Die Produkte der tertiären Verwitterung liegen umgelagert vor allem im Braunlehm vor. In diesem dürfte der aus der Lösungsverwitterung des Kalksteins stammende Kalksteinbraunlehm-Anteil nur geringfügig enthalten sein, der aber auf das Sedimentationsprodukt stark prägend gewirkt hat. Die Massenbilanzen aus dem Kalksteingebiet der Schwäbischen Alb von Werner (1958) erlauben diese Schlußfolgerung, denn nach seinen Darlegungen kann aus 1 m hochprozentigem Kalkstein etwa 1 m Kalksteinbraunlehm als Lösungsrückstand entstehen. Eine aus dem Kalkstein hervorgegangene mächtigere Kalksteinbraunlehm-Bildung müßte auch deutliche morphologische Spuren hinterlassen haben.

Die tertiären Verwitterungsdecken wurden von der Hochfläche bis auf geringfügige Teile abgetragen. Sie sind heute in wechselnden Anteilen zusammen mit Verwitterungsprodukten aus silikatischen Gesteinen (Relikte von Graulehmen mit über 50 % Tongehalt wurden angetroffen) der im allgemeinen höher gelegenen Umgebung in der Braunlehmfüllung der Karstspalten und Dolinen sowie in Höhlen erhalten. Darauf weisen in den tertiären Braunlehmrelikten sowohl das Schwermineralspektrum als auch die Tonmineralanteile hin. Im Schurf 9 (s. Abb. 16) liegt eine mit Braunlehm und einzelnen Gesteinsbrocken gefüllte Karstspalte vor. Der Braunlehm im unteren Teil der Karstspalte zeichnet sich im Schwermineralspektrum durch einen hohen Gehalt stabiler Mineralien aus (Turmalin, Zirkon, Rutil), die kaum aus dem hochprozentigen Kalkstein resultieren können, sondern auf die silikatischen Gesteine der näheren Umgebung zurückzuführen sind (s. auch Abb. 8: Schürfe 9 u. 31).

Karstspaltenfüllungen wurden wiederholt in Schürfen angetroffen (Abb. 15: Schurf 3). Örtlich sind auch auf der Hochfläche in Klüften des Kalksteins Braunlehmrelikte mit hohem Anteil stabiler Schwermineralien vorhanden (vgl. Abb. 16: Schurf 8; Abb. 8). Die Braunlehmrelikte in diesen Karstspalten sind durch hohe Ton- (über 60 %) und geringe Grobschluffgehalte gekennzeichnet (Abb. 5 D). Unter den Tonmineralien dominieren dabei Illit und Montmorillonit, während Kaolinit nur in der Nähe von Gesteinsgängen in erhöhten Anteilen vertreten ist (z. B. Schurf 9: 35 %; Schurf 31: 15 % Kaolinit in der Tonfraktion). Dabei gewinnt der Kaolinitgehalt an Bedeutung, da er sich vorwiegend unter den Klimabedingungen des Alttertiärs gebildet haben wird. Als Ausgangsgestein für den Kaolinit dürfte im wesentlichen der Granitporphyr der Mittelharzer Gänge in Betracht kommen. Kaolinitisierte Feldspäte im Grus weisen darauf hin. Östlich des Kleinen Schmidtkopfes sind in einem Schurf (Abb. 23: Schurf 22) im Randbereich einer Doline kaolinitreiche Tone und Feinsande (Quarzsande) mit geringmächtigen sandigen, braunkohleführenden Lage angetroffen worden, die den Anteil tertiärer Verwitterungsprodukte belegen. U. & W. Steiner (1969) beschreiben kaolinitreiche Höhlenlehme.

Stratigraphische Stellung d. Deckschichten		Idealisierte Sedimentabfolge der quartären Deckschichten für den Raum Elbingerode - Rübeland (Harz)					
Holoän		Bodenbildung					
Weichselzeit	Frostverwitterung / Solifluktion						Keratophyrdeckschutt
	Löbseimentation / Solifluktion/Aufarbeitung	Kalkstein-mittel-schutt	Gebirgslöß	Gebirgslöß	Gebirgslöß; z.T. als mächtiger Schwemm-löß	Tonschiefer - mittel-schutt	Gebirgslöß Kerato-phyrmittel-schutt
Kaltzeit	Frostverwitterung / Aufarbeitung	Kryoturbation Soli-fluktion	jüngerer Kalksteinbasisschutt (z.T. mit Braunlehm): im Grenzbereich durch entsprechende Schutte (z. B. Keratophyr-basisschutt) vertreten.	jüngerer Kalksteinbasisschutt (?)		Tonschiefer -	Kerato-phyr -
	Erosion						
Praewechselzeit	Bodenbildung? Löbseimentation? Aufarbeitung	Soli-fluktion	Fließerde : Braunlehm	Braunlehm, z.T. mit Grus		Fließerde basis-	basis -
	Erosion						
Altpleistozän bis Alttertiär	Bodenbildung / Löbseimentation / Aufarbeitung	Soli-fluktion	Kalkstein-Braunlehm-Schutt	Kalkstein-Braunlehm-Schutt, z.T. mit Grus		schutt	schutt
	Solifluktion						
Anstehendes	Verwitterung, Vergrusung	aufgelockertes Anstehendes	Grus	älterer Kalksteinbasisschutt mit Grus		aufgelockertes Anstehendes	aufgelockertes Anstehendes
	Erosion						
Anstehendes	Verwitterung (Verkarstung) / Bodenbildung / Umlagerung	Braunlehm in Karstspalten	Kalkstein	Ganggestein	Dolinen- (und Höhlen-) füllungen: Umlagerungssedimente als Braunlehm mit Gesteinsschutt, sowie örtlich tertiäre Sande u. Tone	Tonschiefer	Keratophyr, Schalstein

Abb. 13. Stratigraphisch-genetisches Schema zur Sedimentation der quartären Deckschichten

Mit der Entstehung der jungtertiären Verebnungsflächen bildeten sich im Bereich der Ganggesteinszonen durch die teilweise Ausräumung der oberflächennah vergrusten Anteile meistens heute noch morphologisch erkennbare Senken.

3.2. Die Sedimentation der quartären Deckschichten

Auf der Hochfläche wurden die Kalksteine durch Frostverwitterung aufgelockert und zum Teil aus dem Gesteinsverband herausgelöst. Dabei erfolgte in den Randbereichen zu den Ganggesteinszonen – bedingt durch markante Reliefunterschiede – eine Verlagerung von Kalksteinmaterial. Dies führte zur lokalen Schuttakkumulation in den Senken. Diese alten Schuttdecken (älterer Kalksteinbasisschutt, siehe Schurf 18, Abb. 20) sind an die Ganggesteinszonen gebunden und unmittelbar über den Gängen als Mischschutt aus Gangmaterial und Kalkstein ausgebildet (Schürfe 16, 17, 20, 21; Abb. 20–22). Auch im Schwermineralspektrum der Feinerde dieses Schutts wird die Beziehung zum Untergrund deutlich: Über sauren Gängen wurde hoher Anatasgehalt, über basischen Gängen hoher Augitgehalt ermittelt (Abb. 8: Schürfe 17, 18 und 28).

Auf der Hochfläche liegt über dem Kalkstein Kalkstein-Braunlehm-Schutt (Schürfe 1, 2 und 8: Abb. 15 und 16). Durch Frostwechselprozesse und Solifluktion wurden aufgelockerter Kalkstein und Braunlehm vermischt und mehr oder weniger verlagert. Die Kalksteinbrocken zeigen im Gegensatz zu denen in Kalksteinbasisschutten intensive Lösungserscheinungen und sind gut gerundet. Im Feinerdeanteil der Kalkstein-Braunlehm-Schuttdecke sind häufig hohe Grobschluff- und Mittelschluffanteile enthalten (Abb. 3 und 5 D). Darüber hinaus zeigt das Schwermineralspektrum in den meisten Fällen neben den stabilen Mineralien auf Grund der Anteile von Granat, Epidot und Hornblende einen deutlichen Einfluß von Fremdmaterial. Auch die hohen Braunlehmanteile im Verhältnis zur Gesamtmächtigkeit der Schuttdecke weisen auf Zuführung von Fremdmaterial in der Feinerde hin. Die Braunlehmanteile können nicht allein als Verwitterungsrückstand des Kalksteins erklärt werden (Werner 1958). Der Fremdanteil in der Feinerde des Kalkstein-Braunlehm-Schutts wird auf eine Lößakkumulation zurückgeführt. Sie läßt sich aus der Korngrößenzusammensetzung der Feinerde (hoher Grobschluffgehalt: Abb. 5 D) und aus dem Epidot-, Hornblende- und Granatanteil im Schwermineralspektrum ableiten (Franz 1961; Rotsche 1973 u. a.). Neben diesem Lößanteil im Kalkstein-Braunlehm-Schutt ist aber auch der lokale Einfluß (einschließlich des Anteils von älterem Braunlehm, s. Abschn. 3.1.) aus dem Schwermineralspektrum (höhere Anteile stabiler Mineralien, höhere Anatas- und Augitgehalte) sowie aus z. T. hohen Tongehalten (Abb. 5 D) erkennbar.

Die intensive Braunfärbung des Kalkstein-Braunlehm-Schutts ist möglicherweise auf die Anteile des älteren Braunlehms zurückzuführen. Es ist aber auch eine Bodenbildung nach der Lößsedimentation mit erneuter Bildung von Kalksteinbraunlehm anzunehmen. In Bodendünnschliffen, auf die in einer gesonderten Arbeit näher eingegangen wird, konnte der Braunlehm eindeutig als solcher identifiziert werden. Die Bildung von Kalksteinbraunlehm in den pleistozänen Warmzeiten haben z. B. Brunacker (1964), Košťálík (1973), Schmidt-Lorenz (1957) sowie Smolíková & Ložek (1962) beschrieben.

Der Kalkstein-Braunlehm-Schutt wurde nach einer Erosionsphase von einer Braunlehmdecke überlagert (Schürfe 2 und 5: Abb. 15). Der Braunlehm besteht wahrscheinlich im wesentlichen aus sortierten Umlagerungsprodukten des Kalkstein-Braunlehm-Schutts. Außerdem sind erneut eingewehte Lößsedimente nicht auszuschließen, die durch Bodenbildung überprägt sein können und mit Braunlehm durchmischt wurden. Der pleistozäne Braunlehm und Kalkstein-Braunlehm-Schutt zeigen somit eine gleichartige Schwermineralführung (Abb. 8 und 9), die sich von den tertiären Braunlehmrelikten (Abb. 8: Schürfe 8, 9, 31: Braunlehme im unteren Teil) deutlich unterscheidet. Häufig sind im Braunlehm Eisenerzkonglomerationen zu finden. Kalkstein-Braun-

lehm-Schutt und Braunlehm treten auch im Bereich der Ganggesteinszonen im Hangenden des lokalen, älteren Kalksteinbasisschutts auf.

Durch eine erneute Erosionsphase (durch mehrere Schürfe belegt, Beispiel Schurf 4: Abb. 15) wurde in morphologisch exponierten Bereichen (z. B. Anstieg der Kalksteinhochfläche zum Keratophyrrücken) das anstehende Gestein freigelegt. Aus diesem entstand durch Frostverwitterung und Verlagerung eine Schuttdecke, die auf ihrem Transportweg mehr oder weniger Braunlehmmaterial bzw. Kalkstein-Braunlehm-Schuttmaterial aufgenommen hat. Im Grenzbereich zum Keratophyr kann diese jüngere Kalksteinbasisschuttdecke Keratophyranteile enthalten oder sogar durch Keratophyrbasisschutt (über Braunlehm) vertreten werden (Schurf 6: Abb. 15). Der jüngere Kalksteinbasisschutt wurde gegenüber dem älteren in einem höheren morphologischen Niveau nachgewiesen. Beide Basisschutte unterscheiden sich auch grundsätzlich in der Schwermineralführung (jüngerer Kalksteinbasisschutt: pleistozänes Schwermineralspektrum mit geringen Anteilen von stabilen Mineralien, Schurf 10: Abb. 8; älterer Kalksteinbasisschutt: ortsgebundener Einfluß mit hohen Anatas- bzw. Augitgehalten, Schürfe 17, 18 und 28: Abb. 8). Für die Bereiche der Kalksteinhochfläche, wo es nicht zur Akkumulation des jüngeren Kalksteinbasisschutts kam, ist eine Überprägung (im wesentlichen Umlagerung) des vorher gebildeten Kalkstein-Braunlehm-Schutts bzw. Braunlehms nicht auszuschließen.

Die lithologisch differenzierte Abfolge der Deckschichten innerhalb des Kalksteingebietes ist geologisch (Substratabhängigkeit) und morphologisch bedingt. Die Initialphase der Braunlehm-Bildung ist an das Verbreitungsgebiet des Kalksteins gebunden. In den mit tonreichem Braunlehm selbst in geringster Mächtigkeit und nur partiell bedeckten und dadurch feuchteren Bereichen wurde hier in größerem Maße akkumulierter Löß festgehalten als in den mit überwiegend schuttreichen, durchlässigen Sedimenten bedeckten Keratophyr- und Tonschiefergebieten. Möglicherweise spielten für die Lößakkumulation auch unterschiedliche Vegetationsverhältnisse eine Rolle.

Die Dolinen haben umgelagertes Material des Braunlehms, der verschiedenen alten Lössen (Schluffe) und der verschiedenen Basisschutte aufgenommen.

Im Verbreitungsgebiet des Tonschiefers und Keratophyrs tritt die Differenzierung der basalen Deckschichten weitgehend zurück. Sie werden hier durch Tonschieferbasisschutt bzw. Keratophyrbasisschutt vertreten. Örtlich enthalten die Tonschiefer- bzw. Keratophyrbasisschutte feinerdereiche, tonige Verlehmungsreste, die sich durch wesentlich geringeren Skelettanteil (etwa 20 Vol.-% und darunter) vom benachbarten Schutt unterscheiden. Auch die Tonbeläge auf den Gefügekörpern sowie die Hahnenkammstruktur der Augite als deutliches Verwitterungsanzeichen weisen auf die enthaltenen verlagerten Bodenrelikte hin. In einem Tonschieferschurf (Schurf 13: Abb. 18) sind im Basisschutt größere Taschen, die mit skelettärmerem, lößartigem Schlufflehm gefüllt sind, als Fließerdeeste erhalten. Im Schwermineralspektrum dieses Horizontes treten vor allen Dingen durch den hohen Epidotgehalt zusammen mit Granat und Hornblende die Fremdanteile deutlich in Erscheinung (Schurf 13: Abb. 8). Auf die Beeinflussung der Basisschutte durch sie weisen auch weitere Schwermineralanalysen hin (z. B. Schurf 29: Abb. 8). Die Fremdanteile können analog zum Kalksteingebiet als geringe Lößbeimengungen im Feinerdeanteil der Schutte gedeutet werden. Andererseits sind durch die hohen Augitgehalte die Beziehungen der Basisschutte zum Anstehenden dokumentiert (z. B. Schurf 30: Abb. 8).

Im Bereich von Gesteinsgrenzen (Tonschiefer/Kalkstein-Ganggestein) (z. B. Schurf 11: Abb. 17) wurde in Hanglage die Zweiteilung des Basisschutts beobachtet, wodurch die Mehrphasigkeit der Basisschuttbildung speziell für die Hangpositionen angedeutet wird.

Basisschutte bzw. Fließerden werden im Untersuchungsgebiet durch Gebirgslöß oder Mittelschutt überlagert. Auf der Kalksteinhochfläche wurde mit der (wahrscheinlich mehrphasigen) Lößsedimentation das durch Abtragungsvorgänge geschaffene Re-

lief nivelliert und durch eine zusammenhängende Decke aus Gebirgslöß überzogen (z. B. Schurf 2: Abb. 15). In den Dolinen konnte sich Schwemmlöß akkumulieren. Syn- und postsedimentär kann Gebirgslöß durch Frostwechselprozesse und Umlagerungen Skelettanteile in Abhängigkeit von der primären Lößmächtigkeit, vom Relief und vom unterlagernden Material aufgenommen haben und verunreinigt sein. Skeletthaltiger Gebirgslöß tritt vorwiegend im Keratophyrgebiet auf, seltener im Kalksteingebiet.

Mittelschutte vertreten im Tonschiefer- und z. T. im Keratophyrgebiet den Gebirgslöß. Kalksteinmittelschutt wurde nur an Steilhängen beobachtet. Die Mittelschutte entstanden durch Aufarbeitung und Verlagerung von Basisschuttmaterial sowie durch Lößeinwehung. Dies ist durch Körnungsanalysen (Abb. 5 A und B) und im Schwermineralspektrum (Abb. 8) dokumentiert.

Mit der Sedimentation von Gebirgslöß bzw. Mittelschutt wird das pleistozäne Deckschichtenprofil im allgemeinen abgeschlossen. Deckschutt im Hangenden des Mittelschutts wurde lokal unterhalb einer Keratophyrklippe beobachtet (Schurf 15: Abb. 19). Unterhalb der verquarzten Kalksteinklippen am nach Süden geneigten Bodetalhang deutet Blockbestreuung die Deckschuttbildung an.

Zwischen den verschiedenen Deckschichten bestehen in der Kornzusammensetzung der Feinerde statistisch gesicherte Unterschiede (Abb. 14), auf die bereits wiederholt eingegangen wurde. Neben den oben dargelegten Kriterien wird damit die Differenzierung der Decken untermauert.

Deck - schichten	Gebirgslöß skelettfrei/ -arm Bt-Hor.					Gebirgslöß skeletthaltig					Tonschiefer mittelschutt					Braunlehm					Kalkstein- Braunlehm- Schutt					Kalkstein- basisschutt					Tonschiefer basisschutt									
	GS	MS	FS	GZ	MZ	FS	GZ	MZ	FZ	T	GS	MS	FS	GZ	MZ	FS	GZ	MZ	FZ	T	GS	MS	FS	GZ	MZ	FS	GZ	MZ	FZ	T	GS	MS	FS	GZ	MZ	FS	GZ	MZ	FZ	T
Gebirgs- löß, skelett- frei/-arm Bt-Horiz.	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gebirgslöß, skeletthaltig						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tonschiefer- mittelschutt											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Braunlehm																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kalkstein- Braunlehm-Schutt																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kalkstein- basisschutt																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Abb. 14. Ergebnisse des Homogenitätstestes (t -Test) aus der Kornzusammensetzung (Feinerde $< 2,0$ mm) der verschiedenen quartären Deckschichten.

× \triangle statistisch gesicherte Unterschiede vorhanden.

Die Zahl der ausgewerteten Körnungsanalysen geht aus der Legende zu Abb. 3 hervor.

Korngrößenfraktionen nach TGL 23 984:

GS Grobsand; MS Mittelsand; FS Feinsand; GZ Grobschluff; MZ Mittelschluff; FZ Feinschluff; T Ton

4. Zur Altersstellung der Deckschichten

Die bisherigen Darlegungen lassen erkennen, daß die Deckschichten aus einem tertiären und quartären Bildungsprozeß resultieren. Die Initialphase der Kalksteinbraunlehm-Bildung im Alttertiär wurde durch die Verwitterungsbereitschaft (Lösung) des Kalksteins ermöglicht.

Vor allem die örtlich erhöhten Kaolinitanteile im Braunlehm weisen neben anderen Belegen (s. Abschn. 3.1) auf den tertiären Bildungsprozeß hin. Nach den Untersuchungen von Ortmann (1962) weisen auch die hohen Anteile der stabilen Mineralien im Schwermineralspektrum (Zirkon, Turmalin, Rutil) auf alttertiäres Alter hin, da die tiefgründig verwitterten Rumpfflächen nur noch stabile Schwermineralien geliefert haben dürften.

Die heute vorliegenden Sedimente des Deckschichtenprofils wurden im wesentlichen im Quartär unter Aufnahme älteren Verwitterungsmaterials (Braunlehm, Grus) akkumuliert. Der Raum Elbingerode – Rübeland lag im Periglazialgebiet der pleistozänen Kaltzeiten. In kaltzeitlichen Perioden des Quartärs sind Schutte, Fließerden und Löss sedimentiert worden, in Warmzeiten kam es zur Bodenbildung (Braunlehmbildung, Tondurchschlammung).

Die älteste (lokale) Schuttakkumulation (älterer Kalksteinbasisschutt) wird einer altpleistozänen Kaltzeit zugeordnet. Einerseits tritt mit dem höheren Kaolinitgehalt (10–20 % in der Tonfraktion der Feinerde) die Beziehung zu älteren Bildungsphasen des Deckschichtenprofils hervor, andererseits fehlen in dem Schutt noch die im Hangenden auftretenden pleistozänen Braunlehmenteile. Dagegen sind Kalkstein-Braunlehm-Schutt, Fließerden (Braunlehm), jüngerer Kalksteinbasisschutt sowie die Basisschutte außerhalb des Kalksteingebietes durch deutliche Fremdanteile infolge Lößsedimentation geprägt. Die Anteile von Granat, Epidot und Hornblende im Schwermineralspektrum der Feinerde dieser Sedimentationsabfolge sind typisch für pleistozäne Bildungen (Ortmann 1962).

Zur gesicherten stratigraphischen Einstufung der verschiedenen quartären Deckschichten liegen aus dem Untersuchungsgebiet keine Belege vor. Auf Grund des lithostratigraphischen Vergleichs mit den Ergebnissen der Lößstratigraphie (Haase, Lieberoth, Ruske u. a. 1970) wird der Gebirgslöß bzw. dessen Äquivalent, der Mittelschutt, in das Hochglazial der Weichsel-Kaltzeit gestellt. Feuchtere Klimaverhältnisse gegenüber den trockenen Lößprovinzen im Harzvorland während und nach der Akkumulationszeit begünstigen solifluidale Umlagerungen und Kryoturbationen des Gebirgslösses und der Mittelschutte.

Durch den differenzierten Aufbau der Sedimente im Liegenden des Gebirgslösses bzw. Mittelschutts (Abb. 13) wird der Hinweis gegeben, daß diese Ablagerungen einen längeren Zeitraum repräsentieren als die Frühweichselzeit, wie sonst im allgemeinen für Basisschutte postuliert wurde (Schilling & Wiefel 1962; Altermann & Ruske 1970; Richter, Ruske & Schwanecke 1970 u. a.). Somit könnte der jüngere Kalksteinbasisschutt als Produkt einer feuchtkalten Periode der Frühweichselzeit gegenüber den unter kaltariden Bedingungen des Weichsel-Hochglazials sedimentierten Gebirgslösses aufgefaßt werden. Die pleistozänen Braunlehme und Kalkstein-Braunlehm-Schutte könnten einem präweichselzeitlichen Bildungsprozeß zugeordnet werden, der jünger ist als der altpleistozäne Basisschutt (älterer Kalksteinbasisschutt). Eine weichselzeitliche Überprägung (Umlagerung) der vorher entstandenen Braunlehme und Kalkstein-Braunlehm-Schutte kann nicht ausgeschlossen werden, sofern eine Bedekung mit jüngerem Kalksteinbasisschutt fehlte.

Diese Sedimentfolge auf Kalkstein wird im Tonschiefer- und Keratophyrgebiet im wesentlichen durch den jeweiligen Basisschutt vertreten. Fließerden sind hier nicht großflächig erhalten geblieben. Die in diesen Schutten lokal vorhandenen lößartigen Schlufflehmflaschen lassen eine Beziehung zur pleistozänen Braunlehmdecke erkennen, wodurch sich eine zeitliche Parallelisierung dieser Sedimente andeutet (Abb. 13). Danach dürften auch außerhalb des Kalksteinverbreitungsgebietes präweichselzeitliche Basisschutte bzw. Anteile davon vertreten sein.

Der nur vereinzelt vorgefundene Deckschutt (Keratophyrdeckschutt) wird in Anlehnung an Semmel (1968) in die Jüngere Dryaszeit gestellt.

Durch Umlagerungsvorgänge sind die im Tertiär angelegten Karstsenken (weiträumige Dolinen) im wesentlichen mit Braunlehm tertiären und pleistozänen Alters sowie Schuttanteilen aufgefüllt worden. Die Entstehung der Brauneisenerze durch Anreicherung und Ausfällung aus Verwitterungslösungen ist an die Braunlehme gebunden und durch seine geringe Durchlässigkeit und Sauerstoffzutritt an der jeweiligen Oberfläche bedingt (s. auch Strebel 1961).

Auf im Tertiär gebildete Anteile in den Dolinen weisen auch die Sedimente im Schurf 22 (s. Abb. 23) hin.

5. Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Feld- und Laboruntersuchungen sind die quartären Deckschichten auf der Elbingeröder Hochfläche des Mittelharzes untersucht worden. Im Ergebnis der umfangreichen Schurfauftnahmen konnten ein schematischer Profilschnitt und ein stratigraphisch genetisches Schema zum Aufbau der Deckschichten entworfen werden.

Während auf Tonschiefern und Keratophyren das weit verbreitete Zweischichtprofil des Gebirgsschutts mit Basisschutt und Mittelschutt (bzw. Gebirgslöß als Äquivalent) entwickelt ist, tritt im Verbreitungsgebiet des devonischen Kalksteins eine stärkere Differenzierung der Schichtabfolge mit älterem Kalksteinbasisschutt, Kalkstein-Braunlehm-Schutt, Braunlehm und jüngerem Kalksteinbasisschutt im Liegenden des Gebirgslösses auf. Die heute vorliegenden Sedimente des Deckschichtenprofils wurden im wesentlichen im Quartär unter Aufnahme älterer Verwitterungsprodukte und Zufuhr von Fremdmaterial (Lößsedimentation) in mehreren Bildungsphasen des Pleistozäns akkumuliert.

Die Initialphase der Braunlehm-Bildung wird ins Alttertiär gestellt. Der überwiegende Teil des Braunlehms in den Schutt- und Braunlehmdecken der Hochfläche wurde im Pleistozän gebildet.

Schrifttum

- Altermann, M., und R. Ruske: Beitrag zur Lithologie, Gliederung und Verbreitung des Gebirgsschutts. *Geologie* 19 (1970) 895–908.
- Becksmann, E.: Geologische Untersuchung an paläozoischen und tertiären Landoberflächen im Unterharzgebiet. *N. Jahrb. f. Min. ect., Beil.-Bd.* 64 B (1930) 79–146.
- Brunnacker, K.: Grundzüge einer quartären Bodenstratigraphie in Süddeutschland. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 15 (1964) 224–228.
- Erdmannsdörffer, O. H.: Über Eisenerze in der Umgebung von Elbingerode. *Jahresber. niedersächs. geo. Ver.* 6 (1913) 60–69.
- Ehwald, E., D. Kopp, I. Lieberoth und E. Vetterlein: Körnungsartendreieck, in I. Lieberoth, E. Ehwald u. a.: *Bildung, Kennzeichnung und Benennung der Hauptbodenformen der landwirtschaftlich genutzten Standorte*. Eberswalde 1967.
- Franz, H.: Die Hochalpenexkursion, in J. Fink und H. Franz: *Exkursionen durch Österreich*. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 6 (1961) 79–122.
- Füchtbauer, H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. *Erdöl und Kohle* 12 (1959) 605–613.
- Füchtbauer, H., und G. Müller: *Sedimente und Sedimentgesteine*. Teil 2 von W. v. Engelhardt, H. Füchtbauer und G. Müller: *Sediment-Petrologie*. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhlg. 1970.
- Gerstenhauer, A., und K. H. Pfeffer: Beiträge zur Frage der Lösungsfreudigkeit von Kalksteinen. *Abh. z. Karst- und Höhlenkunde, Reihe A, Speläologie* 2. Blaubeuren (Württemberg) 1966.
- Haase, G., I. Lieberoth, R. Ruske u. a.: *Sedimente und Paläoböden im Lößgebiet*. Aus: H. Richter, G. Haase, I. Lieberoth und R. Ruske: *Periglazial – Löß – Paläolithikum im Jungpleistozän der DDR*. *Peterm. Geogr. Mitt., Ergänzungsheft* 274 (1970) 99–212.
- Košťálik, J.: Beitrag zur Charakterisierung und Stratigraphie der „Terra calcis-Böden“ in der Umgebung von Dreveník in der Slowakei. *Geologický Zborník – Geologica Carpathica* XXIV/2 (1973) 425–439.
- Kubiěna, W.: *Entwicklungslehre des Bodens*. Wien: Springer 1948.
- Kubiěna, W.: *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*. Stuttgart: Enke 1950.
- Lasius: *Beobachtungen über die Harzgebirge (Sandgrube am Wege von Elbingerode nach der Trogfurter Brücke)*. Hannover 1789, S. 152.

- Ortmann, R.: Schwermineralanalytische Untersuchungen des Tertiärs der Mulden von Egelndorf und Oschersleben sowie der angrenzenden Gebiete. Dissertation. Halle/S. 1962.
- Richter, H., R. Ruske und W. Schwanecke: Die periglaziäre Fazies im lößfreien Hügelland und im Mittelgebirge. Aus: H. Richter, G. Haase, I. Lieberoth und R. Ruske: Periglazial – Löß – Paläolithikum im Jungpleistozän der DDR. *Peterm. Geogr. Mitt., Ergänzungsheft* 274 (1970) 57–97.
- Rotsche, J.: Die Schwermineralzusammensetzung periglazialer Deckschichten des Thüringer Buntsandsteingebietes in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial. *Chemie der Erde* 32 (1973) 259–269.
- Schilling, W., und H. Wiefel: Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. *Geologie* 11 (1962) 428–460.
- Schmidt-Lorenz, R.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Terra fusca im Südniedersächsischen Bergland. Dissertation. Göttingen 1957.
- Schneiderhöhn, H.: *Erzlagerstätten*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1955.
- Schröder, H.: *Geologische und bodenkundliche Grundlagen der Standortsbeurteilung im Harz*. Unveröff. Diplomarbeit. Tharandt 1972.
- Semmel, A.: Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. *Frankf. geogr. Hefte* 45. Frankfurt a. M. 1968.
- Smolíková, L., und V. Ložek: Zur Altersfrage der mitteleuropäischen „Terra calcis“. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 13 (1962) 157–177.
- Steiner, U., und W. Steiner: Zur Genese der Rübelder Höhlen (Harz). *Geologie* 18 (1969) 198–203.
- Steiner, U., und W. Steiner: Ergebnisse der Grabungen 1962 in den quartären Sedimenten und Bemerkungen zur Genese der Rübelder Höhlen/Harz. *Jshr. mitteldt. Vorgesch.* 53 (1969) 103–140.
- Steinmüller, A.: Fossile Karst- und Verwitterungserscheinungen im Unterharz. *Z. Geomorph., NF* 6 (1962) 70–92.
- Strebel, O.: Tertiäre Bodenbildungen und Verwitterungsreste im Frankenwald. *Geol. Jahrbuch* 78 (1961) 609–620.
- Werner, J.: Zur Kenntnis der Braunen Karbonatböden (Terra fusca) auf der Schwäbischen Alb. *Arb. a. d. Geol.-Paläont. Inst. TH Stuttgart, NF* 16. Stuttgart 1958.

Dr. Manfred Altermann
DDR - 402 Halle (Saale)
Kefersteinstraße 3

Dr. Klaus Rabitzsch
DDR - 402 Halle (Saale)
Rannische Straße 13

Unterschriften der Abbildungen 15–20

Abb. 15. Dokumentation der Schürfe 1–7 (Lage s. Abb. 1, Legende s. Abb. 21).

Schurf 1: Verkarstungserscheinungen (Karstspalten) an der Kalksteinoberfläche;

Schurf 2: Erosionsphasen nach der Sedimentation des Kalkstein-Braunlehm-Schutts und des Braunlehms;

Schurf 3: Kalkstein-Braunlehm-Schutt über älterer Braunlehm-Karstspaltenfüllung;

Schurf 4: Jüngerer Kalksteinbasisschutt über Braunlehmrest;

Schurf 5: Braunlehmdecke über Erosionsresten des Kalkstein-Braunlehm-Schutts auf Dolinenfüllung mit Kalksand (CaCO_3 93,7 %);

Schurf 6: Keratophyrbasisschutt über Karstspalte mit Braunlehmfüllung;

Schurf 7: Gesteinsabhängige Ausbildung der quartären Decken, Mischschutt im Grenzbereich

Abb. 16. Dokumentation der Schürfe 8 und 9 mit Profilbeschreibung und Analyseergebnissen (Lage s. Abb. 1, Legende s. Abb. 21).

Schurf 8: Normalprofil der quartären Deckschichten auf der Kalksteinhochfläche;

Schurf 9: Jüngere Braunlehmdecke über älterer Braunlehmfüllung einer Karstspalte

Abb. 17. Dokumentation der Schürfe 10 und 11 mit Profilbeschreibung und Analyseergebnissen (Lage s. Abb. 1, Legende s. Abb. 21).

Schurf 10: Auf Grund der Hangneigung sind Braunlehm und Kalkstein-Braunlehm-Schutt abgetragen, und nur vermutlich jüngerer Kalksteinbasisschutt ist in größerer Mächtigkeit vorhanden;

Schurf 11: Bei starker Hangneigung sind lokal im Kalksteingebiet statt Gebirgslöß Kalksteinmittelschutte ausgebildet; gesteinsabhängige Zweiteilung des Basisschutts

Abb. 18. Dokumentation der Schürfe 12 und 13 mit Profilbeschreibung und Analyseergebnissen (Lage s. Abb. 2, Legende s. Abb. 21).

Schurf 12: Normalprofil der quartären Deckschichten im Tonschiefergebiet;

Schurf 13: Tonschieferbasisschutt enthält taschenartig skelettarme, schluffreiche Fließerde-
relikte

Abb. 19. Dokumentation der Schürfe 14–15 mit Profilbeschreibung und Analyseergebnissen (Lage s. Abb. 1 und 2, Legende s. Abb. 21).

Schurf 14: Normalprofil der quartären Deckschichten im Verbreitungsgebiet des Keratophyrs; skelettreicher Gebirgslöß wird bei Abnahme der Mächtigkeit auch von Mittelschutt vertreten (s. Abb. 15, Schurf 7);

Schurf 15: Lokale Ausbildung von Keratophyrdeckschutt unterhalb einer Keratophyrkuppe;

Abb. 20. Dokumentation der Schürfe 17 und 18 mit Profilbeschreibung und Analyseergebnissen (Lage s. Abb. 1, Legende s. Abb. 21).

Schurf 17: Profil der quartären Deckschichten über Porphyritgang mit Mischschuttbildung (Kalksteinschutt und Porphyritgrus) ohne Braunlehmdecke;

Schurf 18: Mächtiger, zusammengeschwemmter Gebirgslöß über Braunlehm und älterem Kalksteinbasisschutt als Dolinenfüllung

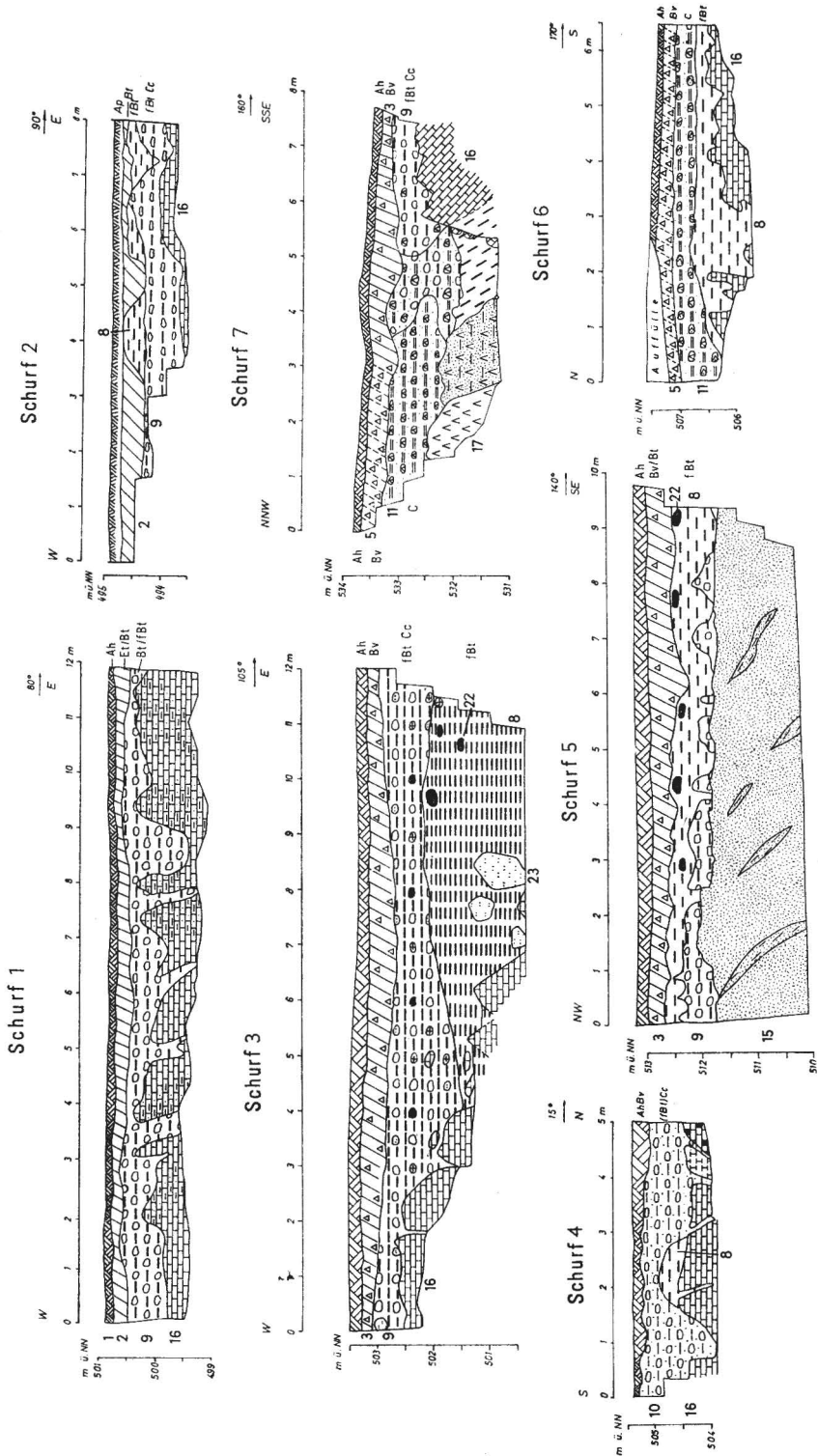
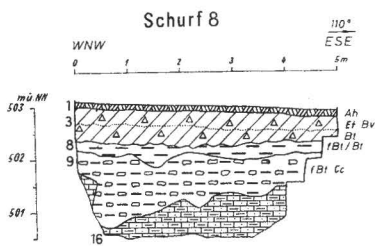
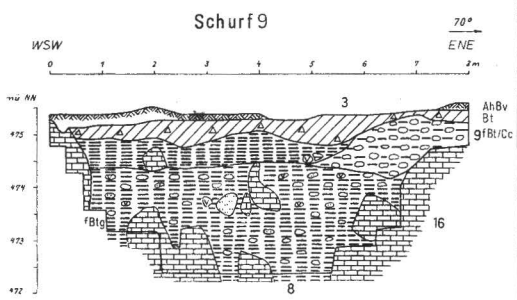


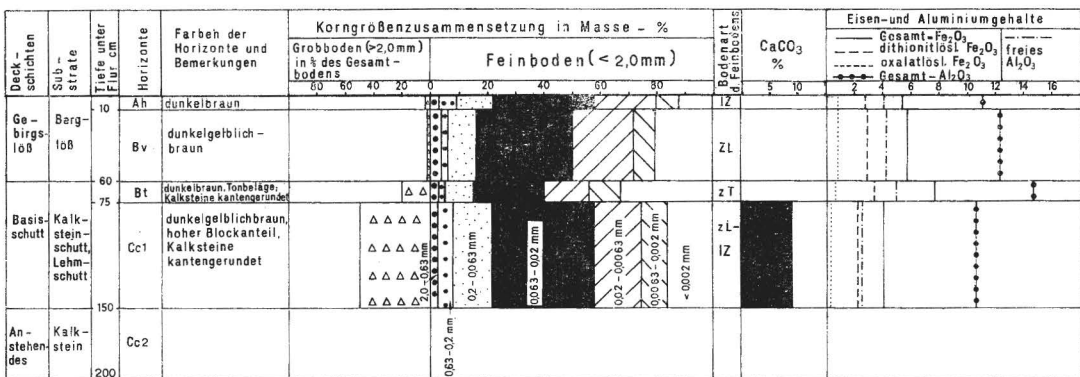
Abb. 15



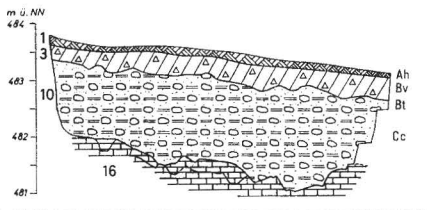
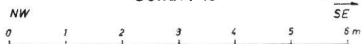
Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %		Bodenart (Feinboden)	Eisen- und Aluminiumgehalte		
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamt-bodens	Feinboden (< 2,0mm)		Gesamt-Fe ₂ O ₃	dithionitlös. Fe ₂ O ₃	freies Al ₂ O ₃
Ge- birgs-loß	Berg-loß	10-40	Ah Et Bv	schwarz dunkelgelblich-braun	n.b.	0,2-0,063 mm	IZ			
loß		40-60	Bt	dunkelbraun, Tonbeläge		0,063-0,02 mm 0,02-0,0063 mm < 0,002 mm	ZL			
Fließ-erde	Braun-lehm	60-110	fBt/Bt	dunkelbraun, Tonbeläge, Fe-Mn-Konkr., dicht		0,0063-0,002 mm	ZT			
Ba- stein-schutt	Braun-lehm-schutt	110-190	fBt Cc	dunkelbraun, Blockanteil ca. 60 Vol.%, kantengerundet, Feinerde plastisch, zäh	Δ Δ Δ Δ		T			
An- ste- hen- des	Braun-lehm-grauer Lehm-stein	190-200 200-220 220-240	Cc fBt Cc	dunkelbraun plastisch, Fe-Mn-Konkr., gelbgrau	Δ Δ Δ Δ	20-0,63 mm 0,63-0,2 mm	T IT			



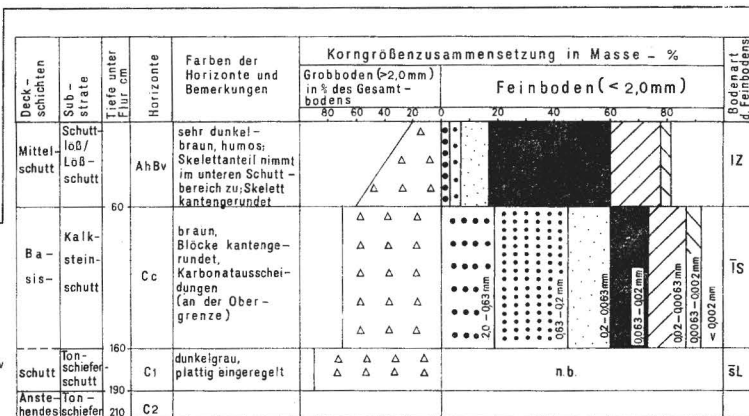
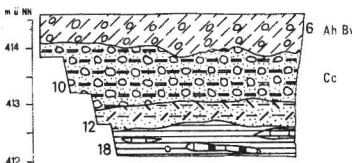
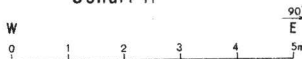
Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %		Bodenart (Feinboden)	Eisen- und Aluminiumgehalte		
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamt-bodens	Feinboden (< 2,0mm)		Gesamt-Fe ₂ O ₃	dithionitlös. Fe ₂ O ₃	freies Al ₂ O ₃
Ge- birgs-loß	Berg-loß	10-40	Ah Ah Bv Bt	schwarz braun braun	n.b.					
Fließ-erde	Braun-lehm	40-120	fBtg1	braun bis dunkelbraun, Tonbeläge, Fe-Mn-Beläge	Δ Δ Δ Δ		ZT			
Karst- spalten- fül- lung	Braun-lehm mit Kalk-stein- brok- ken	120-250	fBtg2	dunkelbraun Fe-Mn-Beläge, Porphyritgrus enthaltend, Fe-Konkretionen	Δ Δ Δ Δ	0,2-0,063 mm 0,063-0,02 mm 0,0063-0,002 mm 0,002 mm	IT			



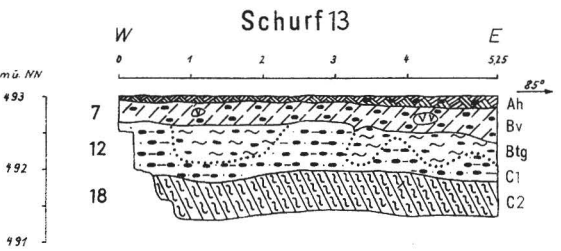
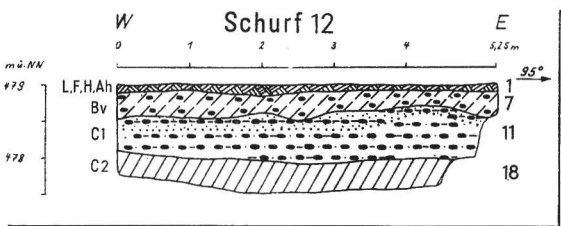
Schurf 10



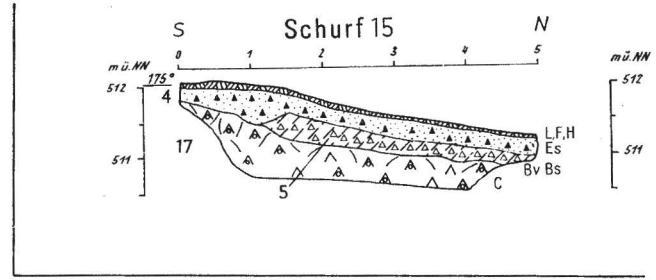
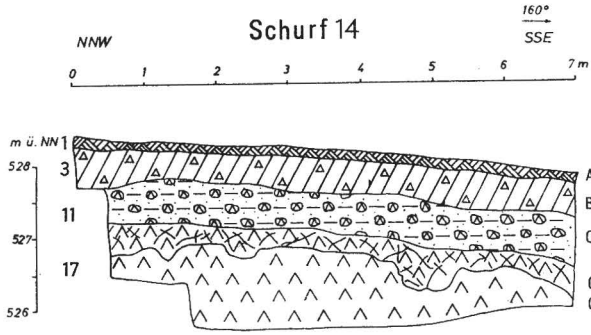
Schurf 11



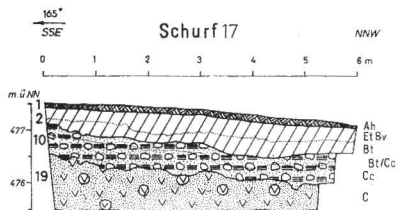
Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %						Bodenart d. Feinbodens	Eisen- und Aluminiumgehalte									
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamtbodens		Feinboden (< 2,0mm)					Gesamt-Fe ₂ O ₃	dithionitlös. Fe ₂ O ₃	oxalatlos. Fe ₂ O ₃	freies Al ₂ O ₃						
					80	60	40	20	0	20						40	60	80			
Mittelschutt	Ton-schiefer-schutt	10	L, F, H, Ah	schwarzbraun																	
	Loß-schutt	50	Bv	dunkelbraun, überwiegend Gruse enthaltend			Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	
Basis-schutt	Ton-schiefer-schutt	110	C1	braun, Skelettanteil nimmt zur Basis zu		Δ Δ	Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	
An-stehendes	Ton-schiefer	150	C2																		



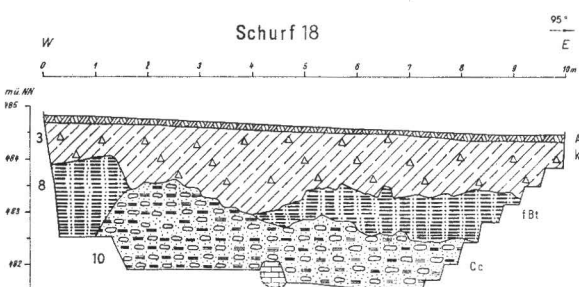
Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %						Bodenart d. Feinbodens										
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamtbodens		Feinboden (< 2,0mm)														
					80	60	40	20	0	20		40	60	80							
Mittelschutt	Ton-schiefer-schutt	20	Ah Bv	sehr dunkel-graubraun, humos			Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	L-ZL
	Loß-schutt	50	Bv	dunkelgelblichbraun, kryogene Strukturen			Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	ZL
Fließ-erde	loß	90	Btg	dunkelgelblichbraun, rostfleckig, in Taschen ausgebildet, Tonbeläge			Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	ZL
Basis-schutt	Ton-schiefer-schutt	120	C1	dunkelgraubraun		Δ Δ Δ Δ	Δ Δ	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	• •	
An-stehendes	Ton-schiefer	150	C2																		



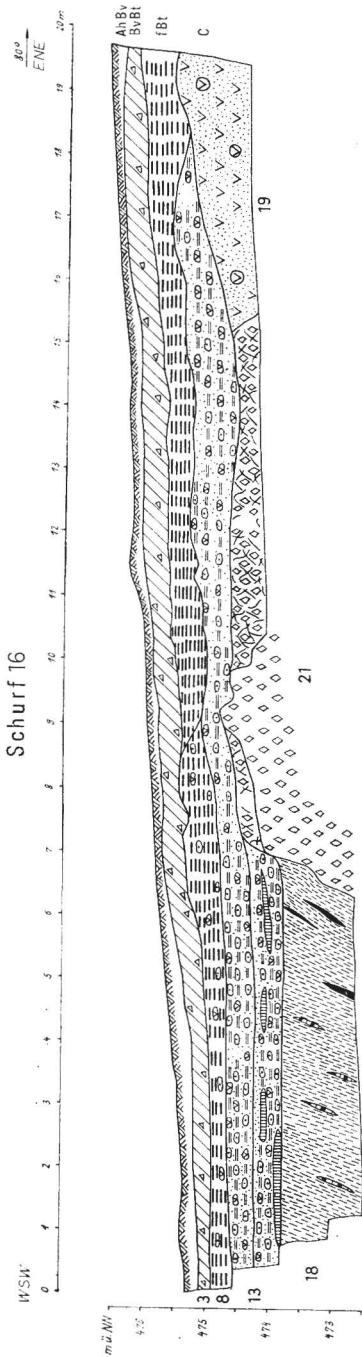
Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Fluß, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %								Eisen- und Aluminiumgehalte							
					Grobboden (>2,0mm) in 1/4 des Gesamtbodens				Feinboden (<2,0mm)				Gesamt-Fe ₂ O ₃		dithionitlösl. Fe ₂ O ₃		oxalatlösl. Fe ₂ O ₃		freies Al ₂ O ₃	
					80	60	40	20	0	20	40	60	80	2	4	6	8	10	12	14
Gelöb	Schutt-Übergang zu Mittelschutt	15	Ah	schwarzbraun																
		50	Bv1	dunkelgelblichbraun bis dunkelbraun, keilartig ins Liegende reichend																
		70	Bv2	Liegende reichend																
Basis-schutt	Kerato-phyr-schutt	120	C1	dunkelbraun, hangwärts eingeregelt																
Anstehen des	aufgelockert. Keratophyr	150	C2																	
		220	C3																	



Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %				Bodenart d. Feinbodens	CaCO ₃ %	Eisen- und Aluminiumgehalte													
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamt-bodens		Feinboden (<2,0mm)				Gesamt-Fe ₂ O ₃	dithionitlös. Fe ₂ O ₃	freies Al ₂ O ₃											
					80	60	40	20	0	20	40	60	80	5	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
Gebirgsloß	Bergloß	15	F, H, Ah	braunschwarz																				
		40	Ah EtBv	braun-dunkelbraun																				
		70	Bt	braun, Tonbeläge																				
Basisschutt	Kalkstein-schutt, Lehmschutt	90	Bt/Cc	dunkelrötlichbraun, Tonbeläge																				
		130	Cc	braun, Blockanteil: 50 Vol. % Kalksteine + Porphyrite gerundet, Porphyritgerüstanteil hoch, kaduimisierte Feldspäte enth.																				
Anstehen-grus	Porphyrit-grus	180	C	Braungrus ist völlig zu Sand zerfallen, kaolinisierte Feldspäte enthaltend																				



Deck-schichten	Sub-strate	Tiefe unter Flur, cm	Horizonte	Farben der Horizonte und Bemerkungen	Korngrößenzusammensetzung in Masse - %				Bodenart d. Feinbodens	CaCO ₃ %	Eisen- und Aluminiumgehalte												
					Grobboden (>2,0mm) in % des Gesamt-bodens		Feinboden (<2,0mm)				Gesamt-Fe ₂ O ₃	dithionitlös. Fe ₂ O ₃	freies Al ₂ O ₃										
					80	60	40	20	0	20	40	60	80	5	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Gebirgsloß	Bergloß kolluvial anreicher- chert	10	Ah	schwarz																			
		8	kxBtg	dunkelbraun, schwach rost-flechtig, deutlich kolluvial überprägt																			
Fließ-erde	Braunlehm	110	fBt	gelbbraun																			
		200	Cc	gelbgrau, stark karbonat-haltig																			



Legende zu den Schürfen 1–21 (auf Abb. 15–22)

- 1 Humushorizont;
- 2 Gebirgslöß, überwiegend skelettfrei;
- 3 Gebirgslöß, skeletthaltig;
- 4 Keratophyrdeckschutt;
- 5 Keratophyrmittelschutt;
- 6 Kalksteinmittelschutt;
- 7 Tonschiefermittelschutt;
- 8 Braunlehm;
- 9 Kalkstein-Braunlehm-Schutt;
- 10 Kalksteinbasisschutt;
- 11 Keratophyrbasisschutt;
- 12 Tonschieferbasisschutt, z. T. mit Flieserderelikten;
- 13 Quarz-/Porphyritbasisschutt (Mischschutt);
- 14 Porphy-/Kalksteinbasisschutt (Mischschutt);
- 15 Kalksand;
- 16 Kalkstein, z. T. verkarstet;
- 17 Keratophyr, z. T. zersetzt, z. T. mit Keratophyrmandelstein;
- 18 Tonschiefer, z. T. mit Kalk- und Kieselschieferinlagerungen;
- 19 Enstatitporphyrit, vergrust;
- 20 Granitporphy, z. T. vergrust und aufgelockert;
- 21 Gangquarz, z. T. aufgelockert;
- 22 Brauneisenerzbrocken;
- 23 Quarzsandsteinblöcke.

Erläuterung der Bodenhorizonte:

- L, F, H Humusaufgabe bei Waldböden;
- Ah Humushorizont;
- Ap Ackerkrume;
- Bv Verbraunungshorizont;
- Et Fahlorizont, Tonverarmungshorizont;
- Es Auswaschungshorizont (Aschhorizont, Sesquioxidhorizont);
- Bt Tonanreicherungshorizont (Tonhäutchenhorizont);
- Btg Marmorierungshorizont (durch Staunässe überprägt);
- Bs Sesquioxidanreicherungshorizont (Orthhorizont);
- C durch Bodenbildung nicht/kaum beeinflusstes Substrat;
- Cc Karbonathorizont;
- f fossiler bzw. reliktscher Horizont;
- k kolluvial überprägter Horizont;
- Et/Bt Beispiel für Verzahnung von Horizonten;
- AhBv Beispiel für Mischhorizonte;
- (Bt) Beispiel für schwach ausgeprägten Horizont

Abb. 21. Dokumentation des Schurfes 16 (Lage s. Abb. 1) und Legende für die Schürfe 1–21. Schurf 16: Vermutlich ältere Basisschutte werden von Braunlehm überlagert; gesteinsabhängige Ausbildung der Basisschutte (Mischschutte)

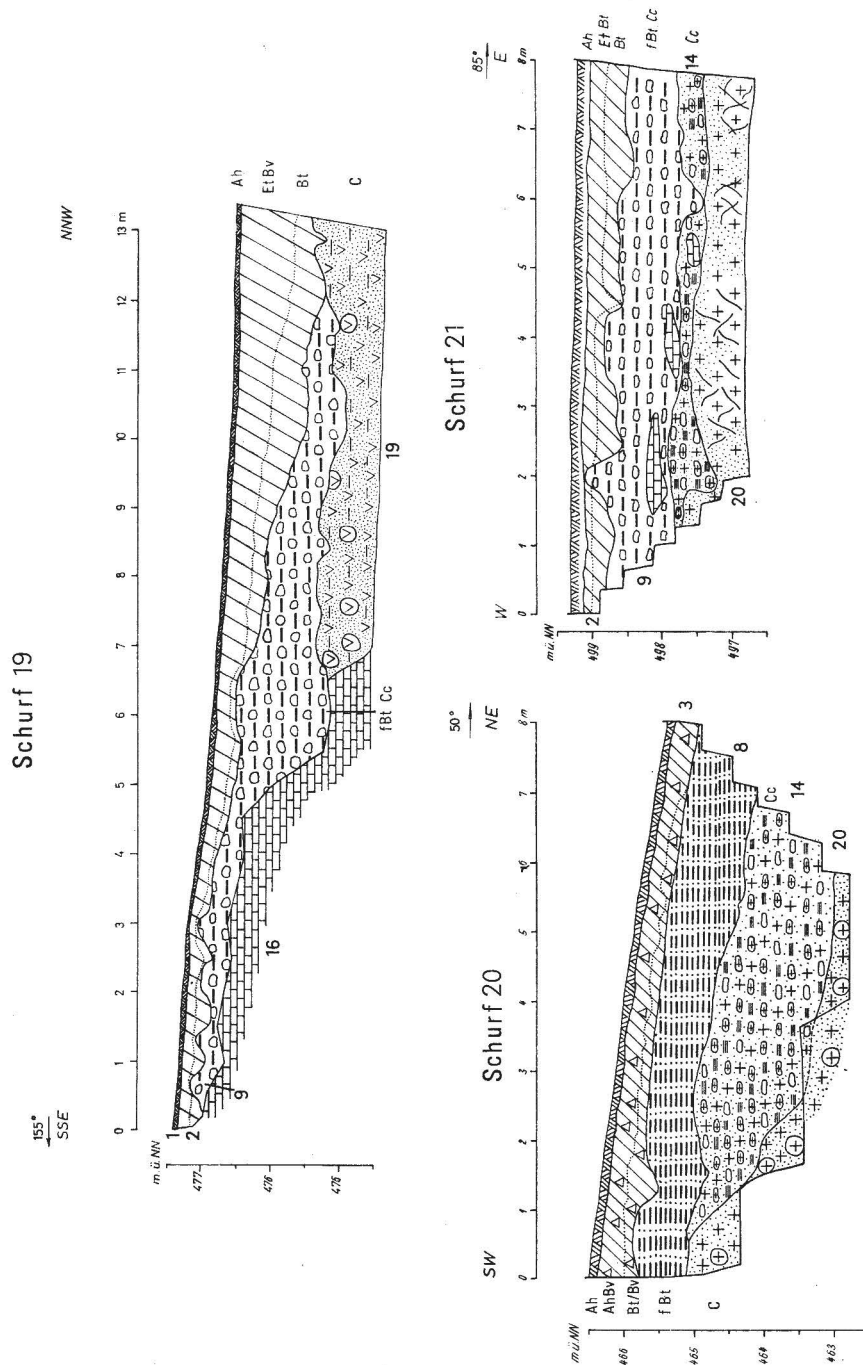


Abb. 22. Dokumentation der Schürfe 19–21 (Lage s. Abb. 1, Legende s. Abb. 21)

Schurf 19: Nivellierung des Reliefs durch Lößakkumulation; reliefabhängige Mächtigkeit und Verlagerung des Kalkstein-Braunlehm-Schutts;

Schürfe 20 und 21: Älterer Basisschutt (Mischschutt) von grau-sandiger Braunlehmdecke bzw. Kalkstein-Braunlehm-Schutt überlagert

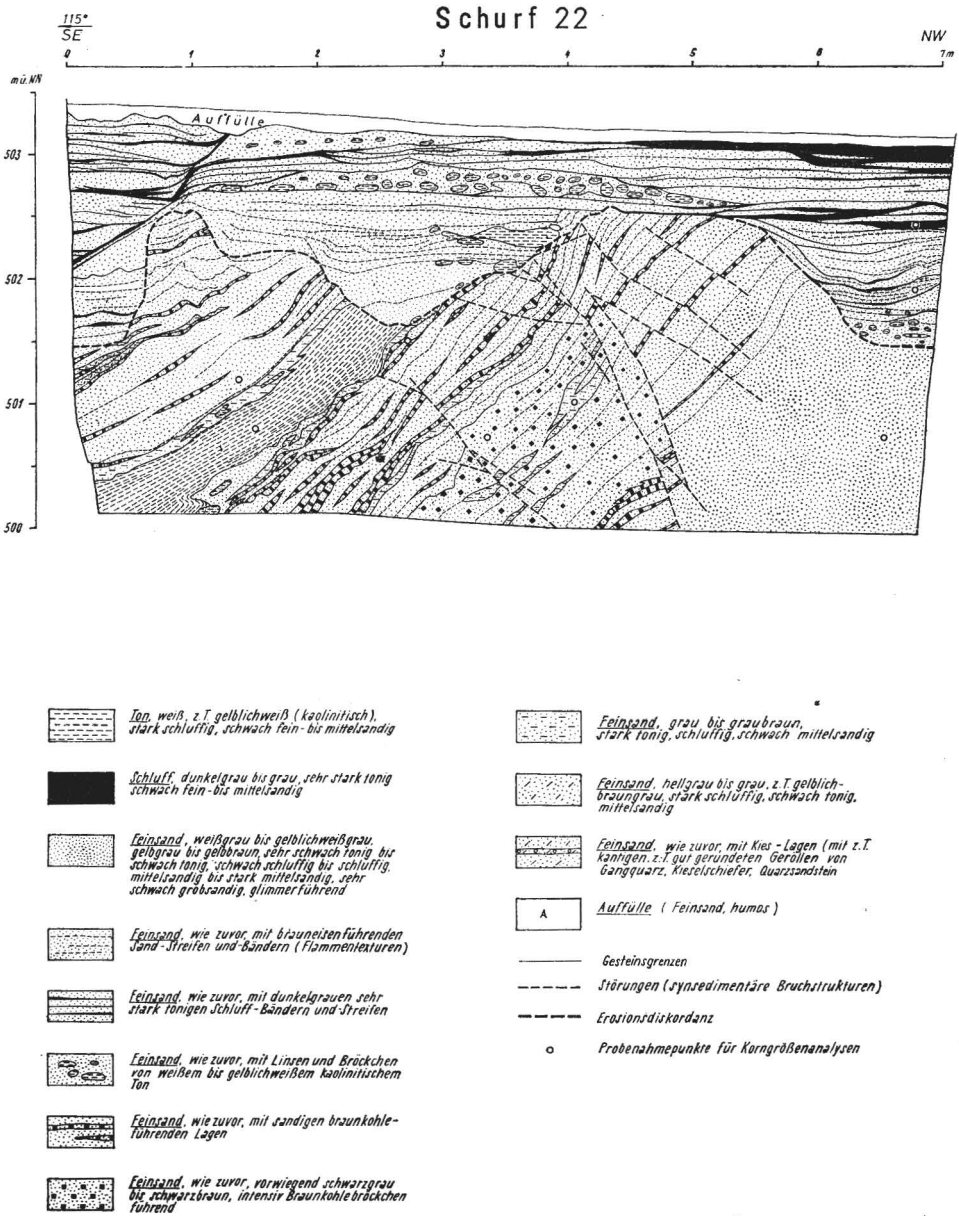


Abb. 23. Dokumentation des Schurfs 22 in der Sandgrube südlich Elbingerode (Lage siehe Abb. 1). – Tertiäre Sedimentationsreste als Dolinenfüllung (s. auch Abschn. 2.5)