

Zusammenfassung

Zur Sedimentation des Rotliegenden im Nordteil der Saale-Senke

Es werden die paläogeographische Entwicklung während des Unterperms im N-Teil der Saale-Senke dargestellt und das Ablagerungsmilieu charakterisiert. Im Autun und tieferen Saxon zeigt der Sedimentationsraum eine deutliche Längserstreckung in SW–NE-Richtung, zeitweise quergegliedert durch herzynisch orientierte Schwellen im Bereich der Hermundurischen Scholle und Halleschen Störungslinie. Im höheren Saxon ändert sich die Beckenkonfiguration. Über ein weitgehend peneplainisiertes Relief breiten sich von N her die Eislebener Schichten in einem großräumigeren und flachen Sedimentationsbecken nach S aus, wobei sie auf verschieden alten Untergrund übergreifen. Im Strömungs- und Faziesmuster spiegeln sich die jeweiligen Beckenformen wider. Die Ablagerung erfolgte überwiegend aquatisch (Schwemmfächer, Schwemmebenen, Seen, Stromgeflechte), untergeordnet auch äolisch.

Summary

Sedimentation of the Rotliegend in the northern part of the Saale depression

The paleogeographic development during the Lower Permian in the northern part of the Saale depression is shown and the depositional environment is characterized. In the Autunian and the deeper Saxonian, the basin exhibits a distinct longitudinal extent in SW–NE direction, sometimes transversely structured by NW–SE oriented swells in the region of the Hermundurian block and the Halle fault. The basin configuration changes in the higher Saxonian. Across a largely peneplained relief, the Eisleben formation spreads from N to S in a wide and flat sedimentary basin, overlapping an underground of various ages. The basin shapes involved are reflected in paleocurrent and facies patterns. Deposition was mainly aquatic (alluvial fans, flood plains, playas, braided rivers), occasionally also aeolian.

¹ Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Physik der Erde, Mitteilung Nr. 712.

Zur Sedimentation des Rotliegenden im Nordteil der Saale-Senke – Hallesche bis Hornburger Schichten

Mit 9 Abbildungen, 2 Photos und 2 Tabellen im Text

Dr. FRITZ FALK,
Dr. JÜRGEN ELLENBERG,
Dr. sc. EBERHARD GRUMBT,
Dr. sc. HARALD LÜTZNER¹
Akademie der Wissenschaften der DDR,
Zentralinstitut für Physik der Erde,
Institutsteil Jena,
69 Jena,
Burgweg 11

Dr. habil. ALFRED O. LUDWIG¹
Akademie der Wissenschaften der DDR,
Zentralinstitut für Physik der Erde,
Institutsteil Potsdam,
15 Potsdam,
Telegrafenberg

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 4

Seite 3...22

VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1979

О седиментации красного лежня в северной части Заальский прогиб

Излагается палеогеографическое развитие северной части Заальского прогиба во время нижнепермской эпохи и характеризуются условия накопления осадков. В отзне и в более глубокой части саксона пространство седиментации показывает ярко выраженное продольное простираение в направлении с юз на св, временами поперечно расчленённое поперечным порогом в области Хермундурийского блока и Галльской линии разлома. В более раннем саксоне изменяется конфигурация впадины. Над почти полностью пенепленизованным рельефом с севера на юг распространяются Эйслебенские слои в крупноразнообразной и плоской впадине седиментации. Они переходят в подслои различного возраста. В образцах потоков и фаций отражаются формы котловины. Накопление осадков происходило преимущественно под влиянием воды (конусы и котловины выноса, наносные равнины, озёра, речные системы), а также в меньшей мере ветра.

Einleitung

Der N-Teil der Saale-Senke, d. h. der Raum zwischen Harz und Halle (Abbildung 1), kann als klassisches Gebiet der Erforschung des Permosiles in Mitteleuropa gelten. Überdeckung mit jüngeren Schichten und dadurch bedingte Aufschlußlücken erschweren allerdings die Bearbeitung, so daß es trotz einer Vielzahl von Veröffentlichungen in manchen, vor allem stratigraphischen Fragen keine einhellige Meinung gab bzw. bis heute gibt. Erinnerung sei nur an die unterschiedliche Beurteilung der Hornburger Schichten und die Frage intrarotliegender Diskordanzen. Die verstärkte Bohrtätigkeit der letzten zwei Jahrzehnte brachte jedoch einen erheblichen Wissenszuwachs, der seinen Niederschlag in zusammenfassenden Arbeiten von KUNERT (1966), SCHWAB (1969), KATZUNG (1970), KNOTH und SCHWAB (1972), STEINER und BROSI (1974), SCHWAB (1977) u. a. gefunden hat.

So liegt heute in teils publizierter, teils unpublizierter Form Datenmaterial vor, mit dessen Hilfe es möglich ist, die paläogeographische Entwicklung während des Unterperms in diesem Gebiet genauer zu untersuchen. Das soll in der vorliegenden Arbeit geschehen. Die zu diesem Zweck angefertigten Mächtigkeitsarten (Abbildung 2) beruhen auf der Auswertung aller zur Verfügung stehenden Angaben aus Bohrungen und Übertageprofilen, wobei im Falle der Bohrungen teils Nachinterpretationen nötig waren, teils Gliederung und stratigraphische Zuordnung im Sinne der Erstbearbeiter übernommen werden konnten. Daneben erfolgte unter sedimentologischen Aspekten eine Neubearbeitung von Tagesaufschlüssen in den Hornburger, Brachwitzer und Eislebener Schichten, wodurch für diese Zeitabschnitte zusätzlich Aussagen zur Genese und zum Milieu möglich sind (Abschnitte 4...6).

Die hier vorgelegten Ergebnisse sind Teil einer in größerem Rahmen durchgeführten Untersuchung über das Rotliegende zwischen Thüringer Wald und Flechtingen-Roßlauer Scholle (vgl. LÜTZNER u. a. 1977). Sie werden ergänzt durch großräumigere Betrachtungen der Beckenentwicklung an Hand von Schnitten (bezogen auf Zechstein-Basis), die an anderer Stelle publiziert werden (GRUMBT u. a., im Druck).

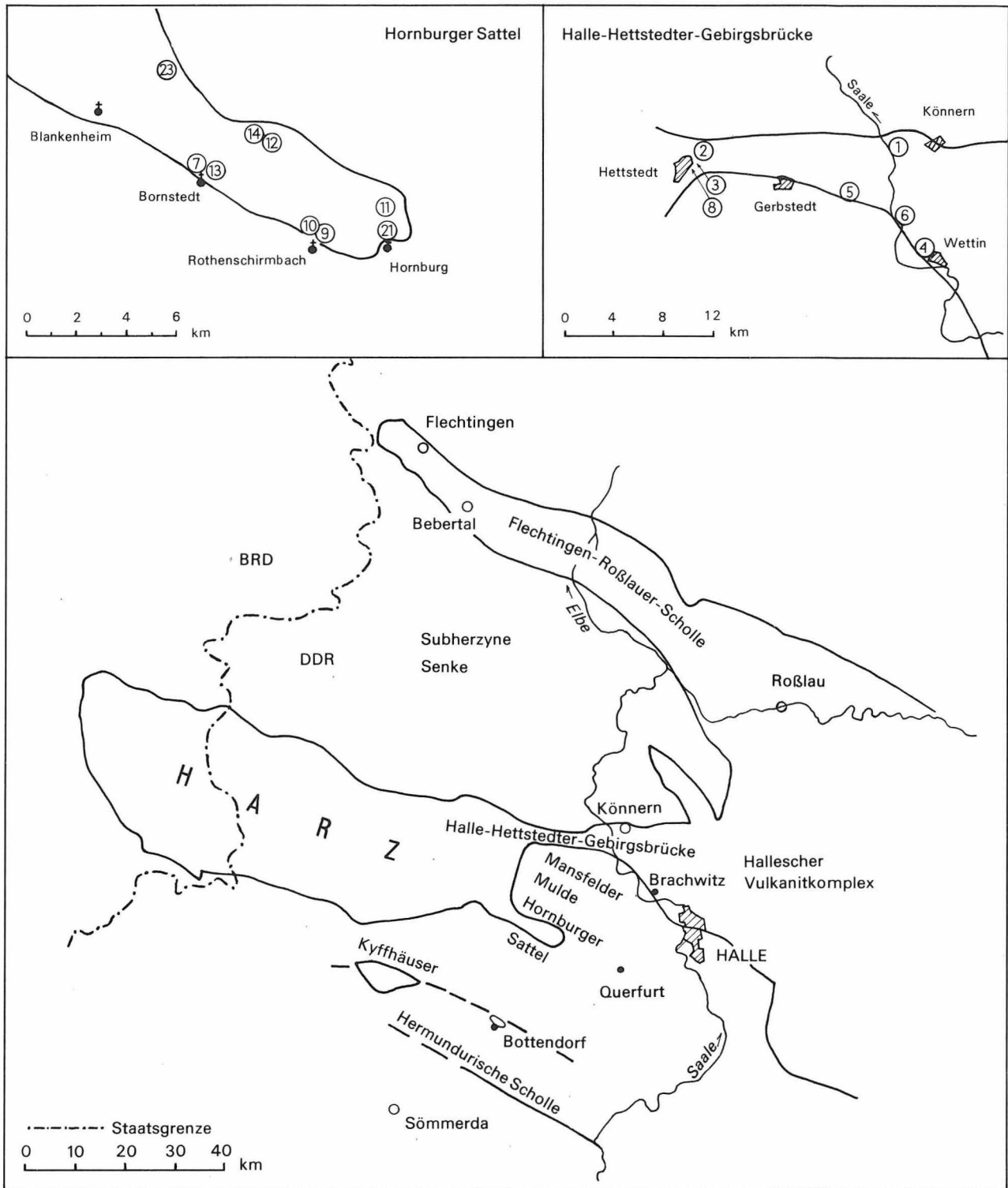
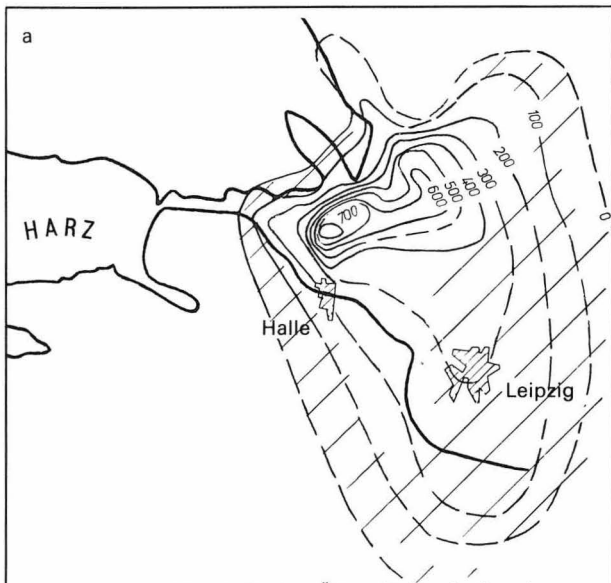


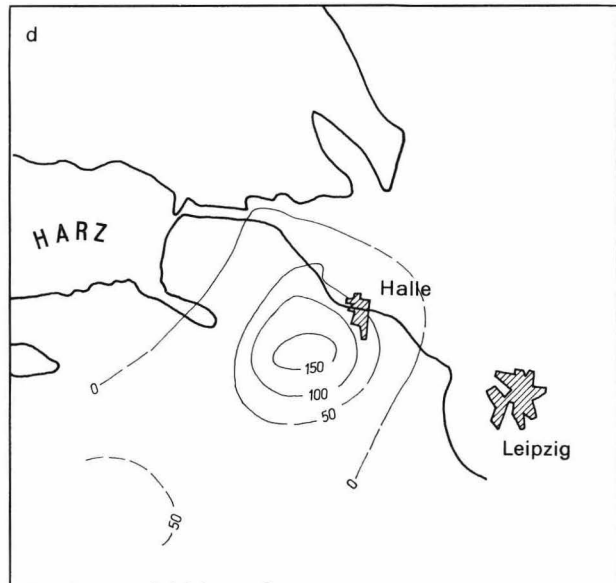
Abbildung 1
 Übersichtskarte
 Nebenkarten: Lage und Nummer der im Text erwähnten Tagesprofile

Dem VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle möchten wir für die vielfältige Unterstützung danken, dies gilt auch besonders für Herrn Dr. R. KUNERT.

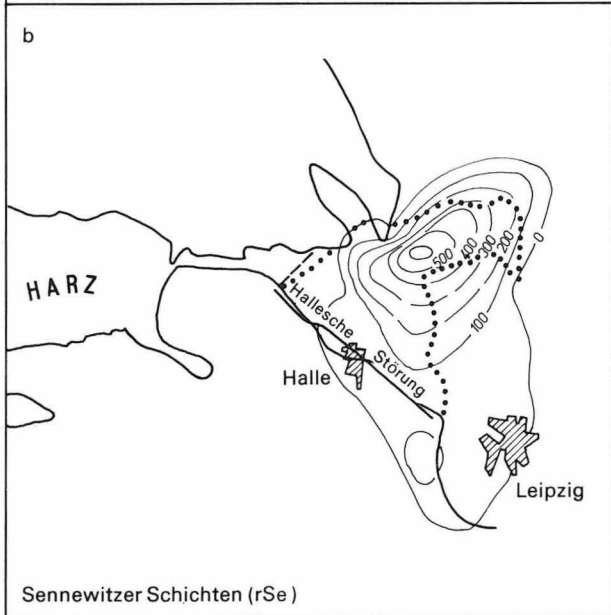
Dank gebührt ferner Herrn Prof. Dr. sc. K.-B. JUBITZ, Berlin, für wertvolle fachliche Hinweise sowie Herrn Dr. habil. M. SCHWAB, Halle, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.



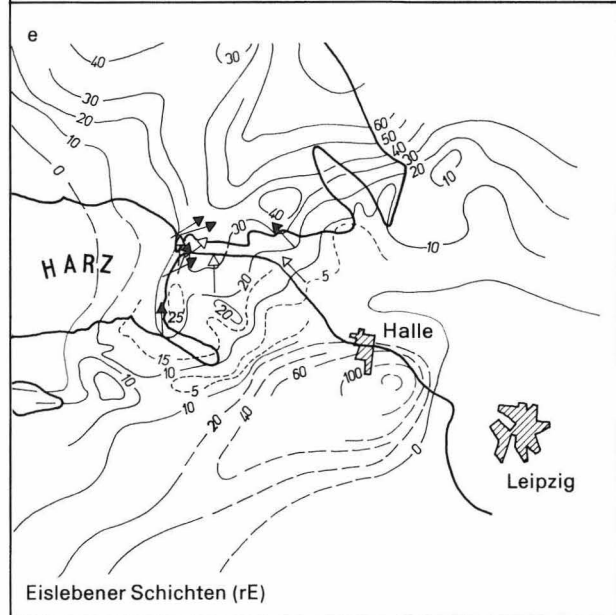
Hallesche Schichten (rHl) ohne Ältere Hallesche Porphyre



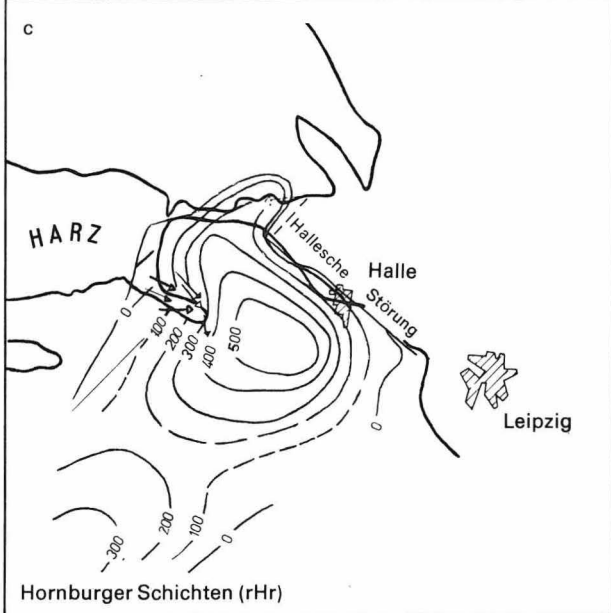
Brachwitzer Schichten (rB)



Sennewitzer Schichten (rSe)






Eislebener Schichten (rE)



Hornburger Schichten (rHr)

Transportrichtung:

-  nach Strömungsmarken
-  nach Schrägschichtung
-  nach Geröllorientierung
-  intrarotliegende Abtragung
-  Grenze des Halleschen Vulkanitkomplexes

0 10 20 30 40 50 km

Abbildung 2
Isopachenkarten

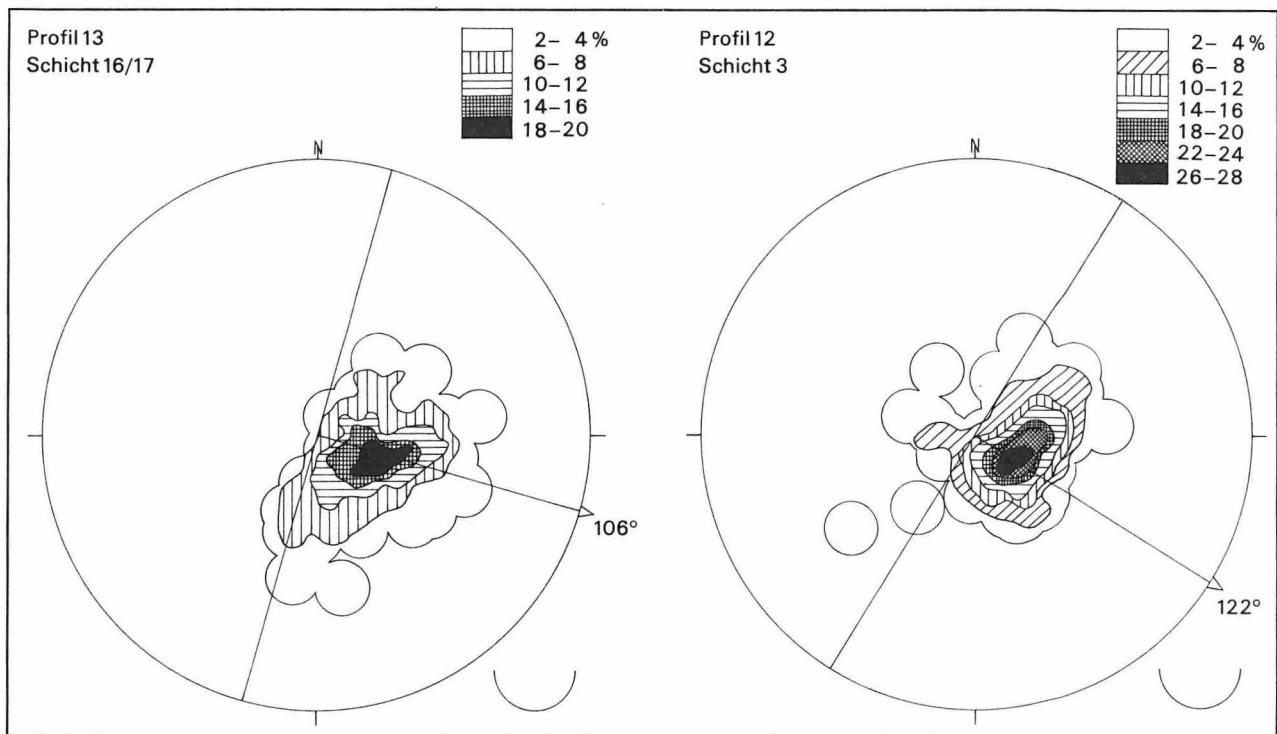


Abbildung 3
Hornburger Schichten. Orientierung plattiger Gerölle. Isopyknen von 50 C-Achsen im SCHMIDT'schen Netz
Links: Unteres Quarzitkonglomerat, rHr 1'c
Rechts: Oberes Quarzitkonglomerat, rHr 2'c

2. Arbeitsmethodik

Mit dem Ziel einer sedimentologischen Bestandsaufnahme wurden Tagesaufschlüsse in den Hornburger, Brachwitzer und Eislebener Schichten neu aufgenommen. Eine Auswahl der Profile ist dieser Arbeit beigegeben. Die Dokumentation der Aufschlüsse erfolgte nach der von LÜTZNER u. a. (1974) beschriebenen tabellarischen Methode. Um die Profile in dem hier zur Verfügung stehenden Maßstab darstellen zu können, waren Vereinfachungen und Zusammenfassungen nötig.

Sämtliche Korngrößenangaben in den Profilen beziehen sich auf Feldbeobachtungen, die unter Zuhilfenahme von Meßlupen (Fadenzählupen mit 1/10 mm-Skala) gemacht worden sind. Die Spalte „Mengenanteil der Teilkörper“ zeigt neben der materialmäßigen Zusammensetzung an, ob die betreffende Schicht homogen ist oder ob es sich um eine Wechsellagerung handelt. Im letzteren Fall gibt die vertikale Teilung den prozentualen Anteil der einzelnen Teilkörper innerhalb der Wechsellagerung an (z. B. Verhältnis Sandstein–Tonsteinstraten in einer Sandstein–Tonstein–Wechsellagerung). In der Spalte „Schichtgefüge“ wird zwischen Schichtung (= Wechselform der Teilkörper) und Lamination (= Interngefüge der Teilkörper) unterschieden. Eine

strenge Trennung zwischen beiden ist aber bei dem hier zur Verfügung stehenden Darstellungsmaßstab nicht immer möglich.

Zur Bestimmung der Transportrichtung wurden die Schrägschichtung der Sandsteine, die Geröllorientierung in Konglomeraten sowie gelegentliche Funde von Strömungsmarken herangezogen. Die Auswertung der Schrägschichtungsmessungen geschah in Sammeldiagrammen, wie sie den Richtungspfeilen in der Kartendarstellung (Abbildung 2) zugrundeliegen, durch die von WÜRSTER (1964, S. 26) beschriebene visuelle Methode. Für kleinere Meßreihen aus Einzelschichten oder Schichtgruppen diente der Summenvektor der Einfallrichtung als Berechnungsgrundlage der mittleren Richtung. Methodische Angaben zur Auswertung der Geröllorientierung finden sich bei LÜTZNER (1974). Wie die Beispiele von Gefügediagrammen (Abbildung 3) zeigen, sind die plattigen Gerölle in bezug auf die Schichtung deutlich eingekippt. Monokline Diagrammsymmetrie herrscht vor. Die mittlere Richtung wurde teils visuell, teils rechnerisch (LÜTZNER und MAAZ 1969) bestimmt.

Bei den Geröllanalysen wurde der Korngrößenbereich zwischen 6,3 und 10 mm Durchmesser aus-

Spät- molasse	Saxon 2	10 ... 40 m	Eislebener Schichten	rE
	Saxon 1	50 ... 100 m	Brachwitzer Schichten	rB
Hauptmolasse	Autun 2	Hornburger Schichten 200 ... 400 m	Sennewitzer Schichten 100 ... 400 m	rHr/ rSe
	Autun 1	100 ... 600 m	Hallesche Schichten	rHI
	Stefan		Wettiner Schichten	

Tabelle 1
Gliederung des Rotliegenden im NE-Teil der Saale-Senke

gezählt, und zwar je Analyse 250...400 Gerölle (max. über 700 Stück).

Für genetische Aussagen wurden insgesamt 85 Korngrößenanalysen angefertigt. Nach der Aufbereitung (Pressen, Kochen in HCl, Trocknen) wurden die Proben geteilt und davon je nach Korngrößenspektrum 100...200 g mit einem Siebabstand von $\frac{1}{3}$ Phi gesiebt. Bei einem Silt-/Tonanteil von über 25 Vol.-% ist von der Pelitfraktion zusätzlich eine Pipetteanalyse nach ANDREASEN angefertigt worden (Fraktionsbreite 1 Phi). Die Ergebnisse wurden schließlich als Summenkurven auf Wahrscheinlichkeitspapier dargestellt und die statistischen Parameter nach FOLK und WARD (1957) berechnet. Zur Interpretation der Korngrößenverteilung kamen vor allem die Vergleichskurven von VISHAR (1969) zur Anwendung.

3. Die Beckenentwicklung vor Ablagerung der Hornburger Schichten (Überblick)

Die Sedimentation beginnt im N-Teil der Saale-Senke im Siles. Sie ist ab Westfal (Grillenberger Schichten) überliefert und erreicht im Stefan mit den Mansfelder Schichten ein erstes Maximum. Ein großes, zusammenhängendes Sedimentationsbecken, das bis zum Thüringer Wald verfolgt werden kann, ist entstanden. Diese einheitliche Entwicklung endet im höchsten Siles während der Bildung der Wettiner Schichten. Vulkanismus setzt ein. Die ihn auslösenden tektonischen Bewegungen führen gemeinsam mit den vulkanischen Akkumulationen

zu einer neuen Reliefgliederung und zu einer Differenzierung der Sedimentationsräume.

So zeigt die Verbreitungskarte der Halleschen Schichten (Unteres Autun) ein ausgeprägtes Mächtigkeitmaximum im Raum nördlich und nordöstlich von Halle, d. h. im Bereich des Halleschen Vulkanitkomplexes (Abbildungen 2a, b). Die teilweise erheblichen Absenkungen bzw. sehr großen Mächtigkeiten in den inneren Teilen dieses Beckens stehen im Zusammenhang mit der Förderung magmatischer Schmelzen, die dort den Hauptteil des Profils ausmachen (vulkanotektonische Senke). Die Beckenachse verläuft SW-NE und läßt darin die Weiterführung der generellen Senkungstendenz in der Saale-Senke erkennen. Das Becken ist jedoch gegenüber den Konturen der stefanischen Ablagerungen bedeutend eingeeengt und unsymmetrisch: Einer steilen Nordwestflanke steht ein weit nach SE ausufernder Rand gegenüber.

Südwestlich von Halle klingt das Sedimentationsgebiet der Halleschen Schichten bei fehlendem Vulkanismus schnell aus (Abbildung 2a).² STEINER und BROSIN (1974) rechnen auch im Inneren des Thüringer Beckens mit der Verbreitung von Halleschen Schichten, jedoch sind hier noch einige Fragen der stratigraphischen Korrelation problematisch.

Diese Differenzierung des Sedimentationsraums bleibt verstärkt während der Ablagerung der Sennewitzer Schichten bestehen. Abbildung 2b zeigt seine enge Begrenzung nordöstlich der Halleschen Bruchlinie in der vulkanotektonischen Senke der Oberen Halleschen Porphyre.

Südwestlich des Hochgebiets, das im Bereich der Halleschen Bruchlinie infolge des Aufstiegs des Unteren Halleschen Porphyrs entstand, begann sich zur gleichen Zeit der Sedimentationsraum der Hornburger Schichten zu entwickeln (Abbildung 2c). Das heißt, es ist mit einer zumindest teilweisen Altersgleichheit beider Ablagerungsbecken zu rechnen (SCHWAB 1969). Auch die Iso-pachenkarten, auf denen sich beide Folgen in ihrer Verbreitung praktisch ausschließen (Abbildung 2b, c), lassen eine derartige Interpretation zu.

² Die in der Bohrung Querfurt (Abbildung 1) von HAGENDORF und SCHWAHN (1969) ausgeschiedenen Halleschen Schichten sind nach unserer Auffassung unterste Hornburger Schichten (vgl. Abschnitt 4 und Tabelle 2).

Die Hornburger Schichten waren – wie die darüber folgenden Brachwitzer und Eislebener Schichten – Gegenstand spezieller Untersuchungen und werden etwas ausführlicher in den nachfolgenden Kapiteln behandelt.

4. Hornburger Schichten

Autoren:	SCHRÖDER 1935, v. HOYNINGEN-HUENE 1960 a.
Alter:	Höheres Autun (HAUBOLD und KATZUNG 1972).
Leitfossilien:	Rotliegendes Alter belegt durch <i>Calopteris conferta</i> , <i>Walchia</i> . Höheres Autun belegt durch Fährtenfauna: <i>Amphisauropus latus</i> , <i>Amphisauropus</i> cf. <i>imminutus</i> , <i>Gilmoreichnus</i> sp., <i>Dromopus lacertoides</i> .
Verbreitung:	Hornburger Sattel (Typusgebiet), Mansfelder Mulde, Bohrung Querfurt 1; äquivalente Sedimente bis zum Thüringer Becken verfolgbar.
Lithologische	Rotsedimente: Konglomerate, Sand-, Silt- und
Ausbildung:	Tonsteine in mehrfacher zyklischer Abfolge; lokal Tuffe.
Mächtigkeit:	150...400 m.
Bearbeiter:	SCHRÖDER (1935), GALLWITZ (1956), v. HOYNINGEN-HUENE (1960a), KUNERT (1966), LÜTHKE (1969), HAGENDORF und SCHWAHN (1969), KUNERT (1970, 1976) u. a.

Die Verbreitung der Hornburger Schichten war zuerst an den Rändern und im Inneren der Mansfelder Mulde bekannt (SCHRÖDER 1935, v. HOYNINGEN-HUENE 1960 a) und wurde danach durch Bohrungen weiter abgesteckt (KUNERT 1970). Eine Übersicht nach dem heutigen Kenntnisstand gibt Abbildung 2c.

Am westlichen Beckenrand ging die primäre Verbreitung der Sedimente über den heutigen Ausbiß noch etwas hinaus. Der nördliche Rand des Beckens ist nördlich der Halle–Hettstedter Gebirgsbrücke durch Bohrergebnisse belegt. Im NE finden die Hornburger Schichten etwa an der Saale bzw. an der Halleschen Störung ihre Verbreitungsgrenze. Die Natur dieser Begrenzung ist im einzelnen noch etwas unsicher. Nach SCHWAB (1969)

	HAGENDORF und SCHWAN 1969	KUNERT 1976	diese Arbeit
Eislebener Schichten	rE 67,4 m	ca. 2 m rE ca. 65 m rB	67,4 m rE
Brachwitzer Schichten	rB 163,1 m	746,8 m rHr	163,1 m rB
Hornburger Schichten	rHr 437,8 m		583,7 m rHr
Hallesche Schichten	rHl 145,9 m		
Wettiner Schichten	cW 329,4 m	329,4 m cW	329,4 m cW

Tabelle 2
Gliederung des Profils Querfurt

hatte sich östlich dieser Linie durch den Aufstieg des Unteren Porphyrs eine Schwelle gebildet, die das Hornburger Becken paläomorphologisch begrenzte.

Geringe Sicherheit besteht wegen großer Aufschlußlücken hinsichtlich der östlichen Verbreitungsgrenze.

Nach SW können die Hornburger Schichten vom Hornburger Sattel über die Bohrung Bottendorf 1 (KUNERT 1970) bis zum Thüringer Becken verfolgt werden, wobei die Mächtigkeit der Hornburger Schichten vom Hornburger Sattel zum Gebiet Bottendorf zunächst ab- und dann wieder zunimmt (Abbildung 2c). Der Mächtigkeitswechsel betrifft alle Hornburger Sedimentationszyklen annähernd gleichmäßig, wobei die reduzierte Mächtigkeit der Bohrung Bottendorf mit höherem Konglomeratanteil und geringerem Anteil an Sandsteinen und Silt-/Tonsteinen verknüpft ist. Der Bohrung Bottendorf (Abbildung 1) kommt somit eine Schwellenposition zu. Daraus ergibt sich ein erster Hinweis, daß im Bereich der saxonisch herausgehobenen Hermundurischen Scholle bereits im Autun eine Achse mit aufsteigender Tendenz gelegen hat (STEINER und BROSIN 1974, S. 504; GRUMBT u. a., im Druck).

Die Konturen des Hornburger Sedimentationsraums lassen unter Einbeziehung der Bohrungen im Thüringer Becken insgesamt eine Längsstreckung in erzgebirgischer Richtung erkennen. Vom Raum Querfurt zur nördlichen Mansfelder Mulde verläuft eine Zone maximaler Mächtigkeiten in herzynischer Richtung. Sie bildet eine Achse parallel zur Scharung der Isopachen am nordöstlichen

Beckenrand. Insgesamt ergibt sich das paläogeographische Bild eines erzgebirgisch konturierten Beckens, das durch eine Schwellenzone in zwei Senkungsfelder gegliedert wird. Das nordöstliche grenzt mit einer Bruchlinie an den Halleschen Vulkanitkomplex und ist im Vorfeld dieser Störung besonders stark abgesunken. Nordöstlich davon liegt, wie dargestellt wurde, der Sedimentationsraum der Sennewitzer Schichten (Abbildung 2b), die nach SCHWAB (1969) als annähernd altersgleich anzusehen sind, während sie KUNERT (1970) älter einstuft. Folgt man der erstgenannten Auffassung (also Altersgleichheit), so ergibt sich bei einer synoptischen Betrachtung von Sennewitzer und Hornburger Schichten insgesamt eine Dreigliederung der Saale-Senke im Untersuchungsgebiet.

Die höchste Mächtigkeit der Hornburger Schichten wurde bisher in der Bohrung Querfurt (Abbildung 1) angetroffen. In die hier vorgelegten Isopachenkarten ist das zuerst von HAGENDORF und SCHWAHN (1969) bearbeitete Profil eingegangen, allerdings mit der wesentlichen Änderung, daß die von den Erstbearbeitern ausgeschiedenen Halleschen Schichten unter Berücksichtigung der Argumente KUNERTS (1976) als tiefster Teil der Hornburger Schichten angesehen werden (nach Zusammensetzung, Zyklizität, Farbe usw.; Tabelle 2).

Lithologisch bestehen die Hornburger Schichten überwiegend aus Konglomeraten, Sand- und Siltsteinen sowie Tonsteinen, die ausschließlich in Rotfazies vorliegen. Sie bilden mehrere Sedimentationszyklen, die sich durch Kartierung (v. HOYNINGEN-HUENE 1960 a, b) und Tiefenaufschlüsse verfolgen lassen (GRUMBt u. a., im Druck).

In der randnahen Ausbildung am Hornburger Sattel besteht das Profil aus zwei Zyklen, die jeweils mit einem Quarzitkonglomerat beginnen und mit einem Sandstein bzw. Tonstein enden (Mächtigkeiten nach v. HOYNINGEN-HUENE 1960 a):

Blättertön	rHr2't -80 m
Feinkörniger Sandstein	rHr2'sf -25 m
Rundkörniger Sandstein	rHr2's -10 m
Oberes Quarzitkonglomerat	rHr2'c -70 m
Blankenheimer Sandstein	rHr1's-50 m
Unteres Quarzitkonglomerat	rHr1'c-70 m

Einzelheiten des lithologischen Aufbaus zeigen die feinstratigraphischen Profile (Abb. 4, 5, 8, 9).

In seiner lateralen Entwicklung erweist sich der obere Zyklus (rHr2) als der beständigere. Das Obere Quarzitkonglomerat keilt beckenwärts aus, so daß der obere Zyklus im Beckenzentrum (Querfurt) mit geröllführenden Sandsteinen (rHr2's) beginnt, die von vorwiegend siltig-tonigen Sedimenten überlagert werden. Der untere Zyklus (rHr1) spaltet sich vom Rand zum Inneren des Beckens in drei Teilzyklen auf, die aus dem Unteren Quarzitkonglomerat hervorgehen. Diese Aufspaltung ist bereits in der noch relativ „randnahen“ Bohrung Hornburg erkennbar (KUNERT 1970, Abbildung 20) und wird im Beckenzentrum noch deutlicher (6 Teilzyklen im Profil Querfurt, GRUMBt u. a. im Druck, Abbildung 10).

Insgesamt ergeben sich aus der zyklischen Gliederung für das Hornburger Sedimentationsbecken mehrere Absenkungsimpulse, die zunächst in geringeren zeitlichen Abständen aufeinander folgen und vorwiegend den am stärksten abgesunkenen Teilbereich zwischen Hermundurischer Scholle und Halleschem Vulkanitkomplex erfaßten. Der jüngste Impuls war kräftiger und weiter gespannt, ohne daß die interne Gliederung des Beckens verlorenging.

Die Grundzüge der faziellen Differenzierung wurden bereits erwähnt. Vom NW-, N- und NE-Rand ist die überwiegend konglomeratische Randfazies bekannt (vgl. hierzu auch Abbildung 12), das Beckeninnere zeichnet sich dagegen durch feinkörnige Sedimente aus. Tonig-siltige Horizonte setzen bereits an der Beckenflanke (Hornburger Sattel) ein und erreichen im Bereich der höchsten Mächtigkeiten einen deutlich größeren Anteil. Für Teile der Mansfelder Mulde haben SCHRÖDER (1935), v. HOYNINGEN-HUENE (1960 b) und KUNERT (1970) mehrere Faziesgrenzen kartenmäßig dargestellt. Für eine Erweiterung auf den gesamten Beckenraum reicht heute der Kenntnisstand durch Tiefenaufschlüsse noch nicht aus. Insgesamt ist jedoch ein konzentrisches Faziesmuster erkennbar, wobei der Faziesgradient vor der paläotektonischen Halleschen Störung, die den nordöstlichen Beckenrand markiert, steiler ist als an der nordwestlichen Beckenflanke.

Die Strömungsrichtung konnte nur am Hornburger Sattel und auf der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke (bei Könnern) mit ausreichender Sicherheit direkt aus dem Sedimentgefüge ermittelt werden. Am Hornburger Sattel ergab sich einheit-

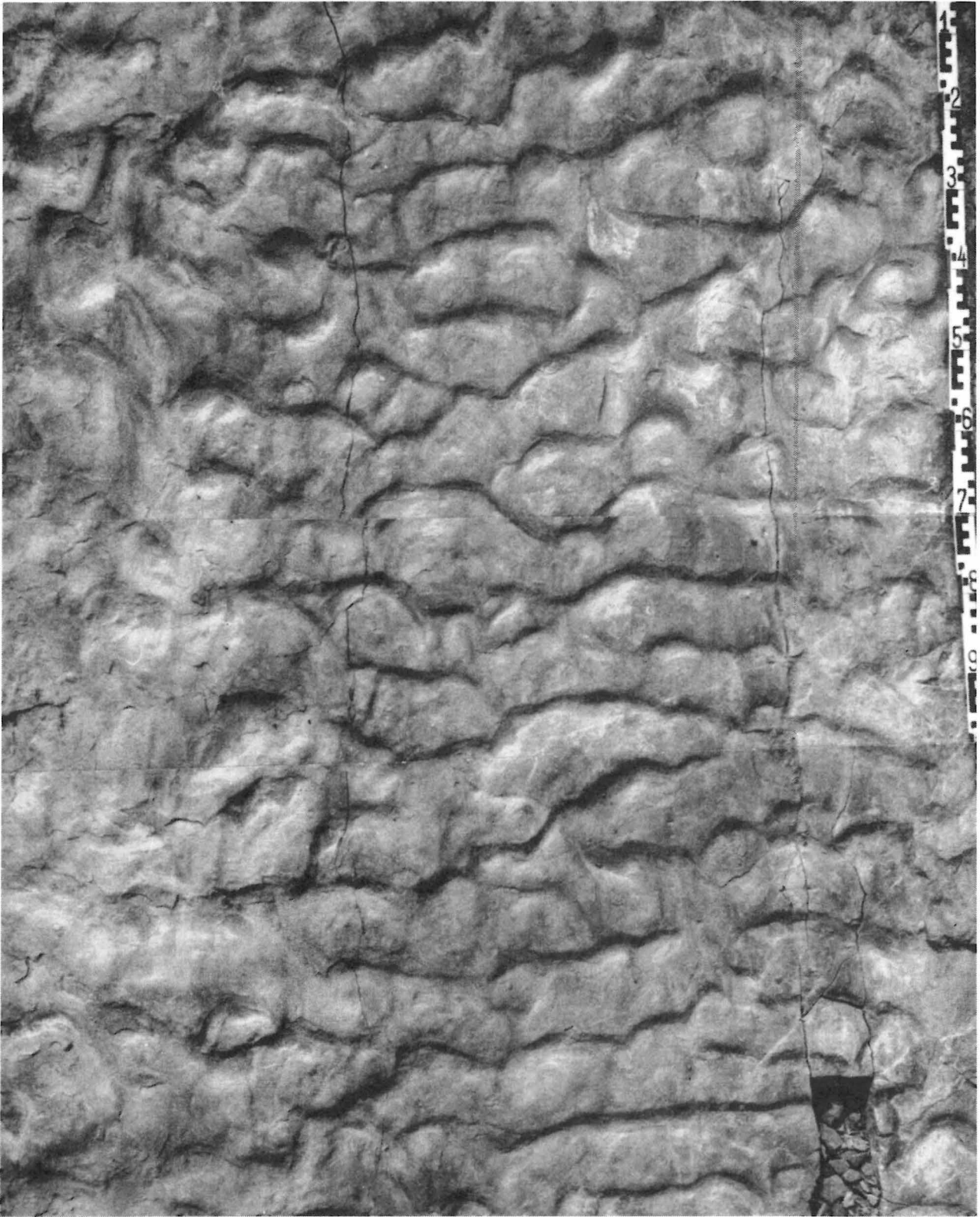


Photo 1
Kolkmarken, Strömungsrichtung von oben nach unten (113°). Blankenheimer Sandstein, rHr1's
(= Profil 7, Schicht 70, vgl. Abbildung 8)

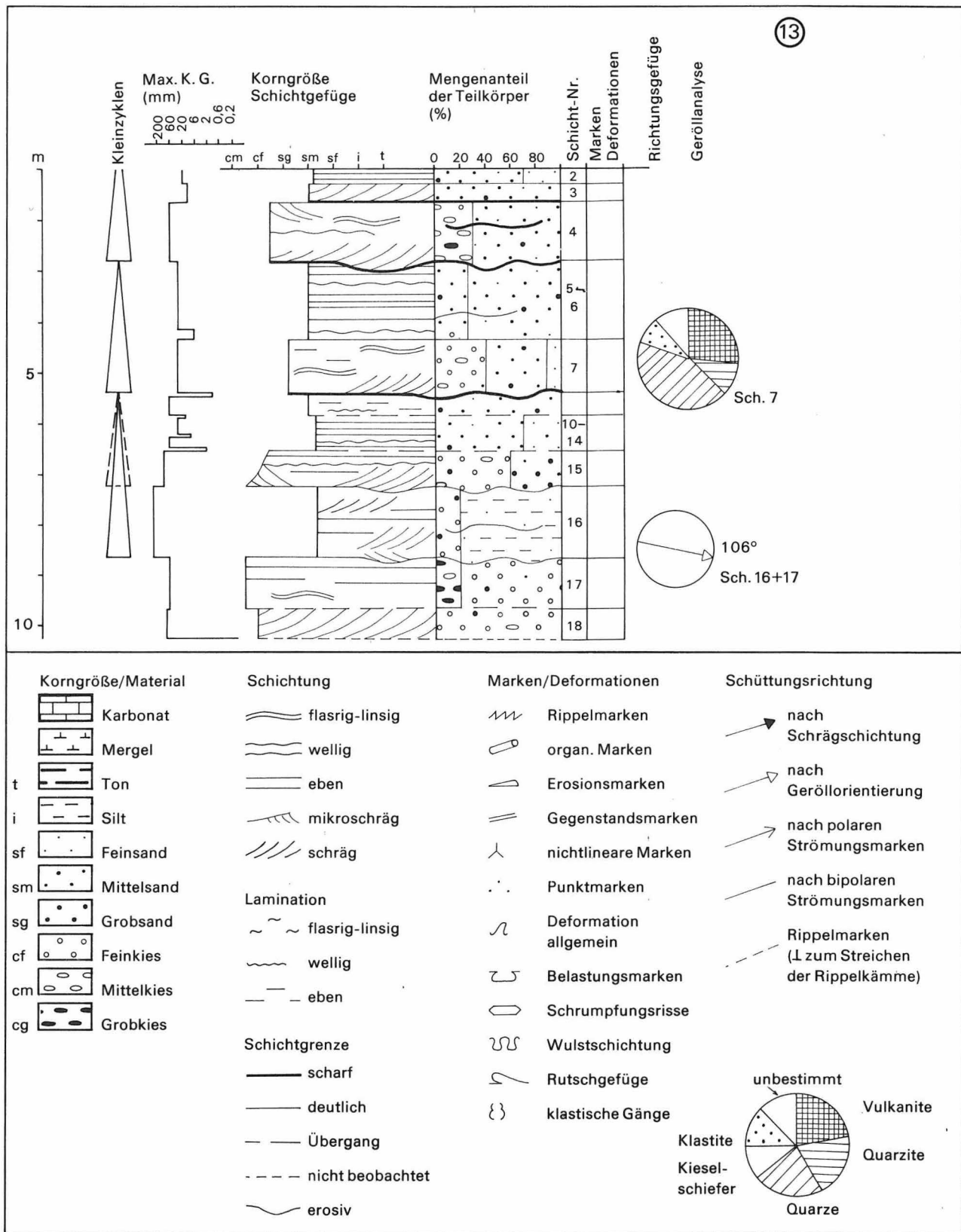
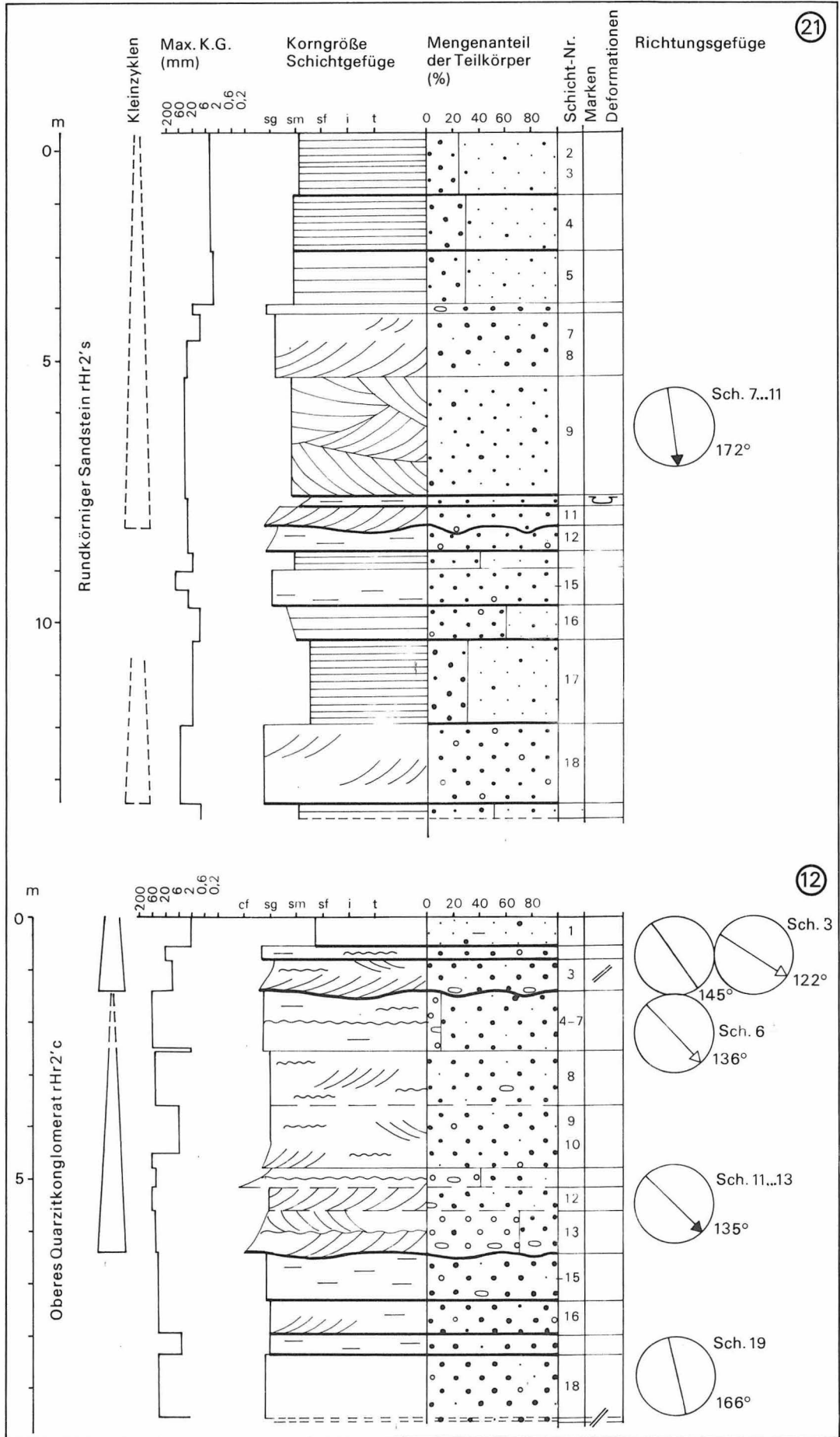


Abbildung 4
Hornburger Schichten. Unteres Quarzitkonglomerat, rHr1'c.
Profil 13: Steinbruch NE Bornstedt
(Mbl. Allstedt)

Abbildung 5
Hornburger
Schichten
Oberes Quarzit-
konglomerat
rHr2'c und
Rundkörniger
Sandstein rHr2's.
Profil 12:
östlicher
Steinbruch im
Neckendorfer
Grund
nordwestlich
Bischofrode
(Mbl. Erdeborn)
Profil 21:
Steinbruch am
Wickenberg
nördlich Hornburg
(Mbl. Erdeborn)



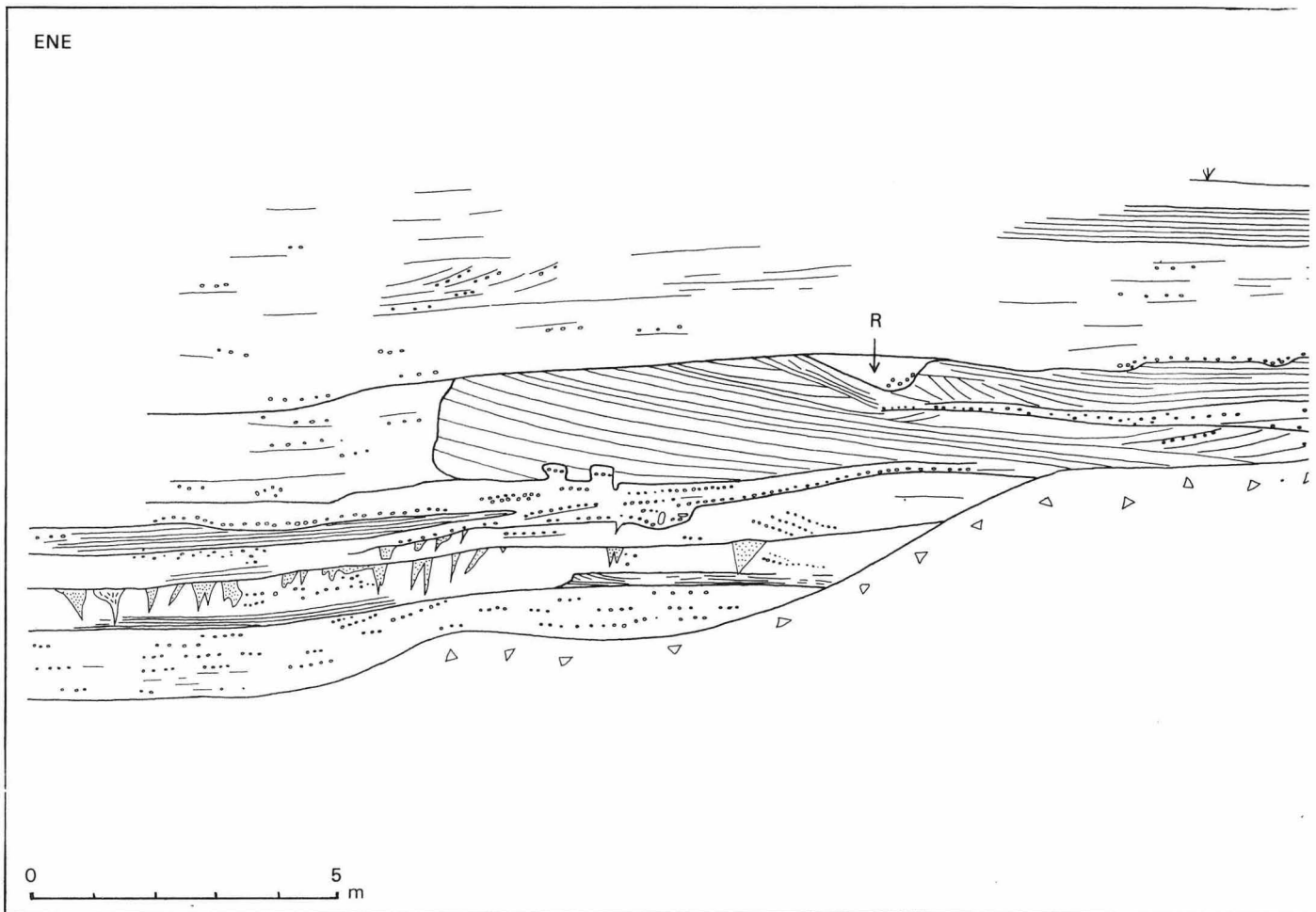


Abbildung 6
 Oberes Quarzitkonglomerat der Hornburger Schichten rHr2'c.
 Aufschlußskizze.
 Westlicher Steinbruch im Neckendorfer Grund
 nordwestlich Bischofrode
 (Mbl. Erdeborn)

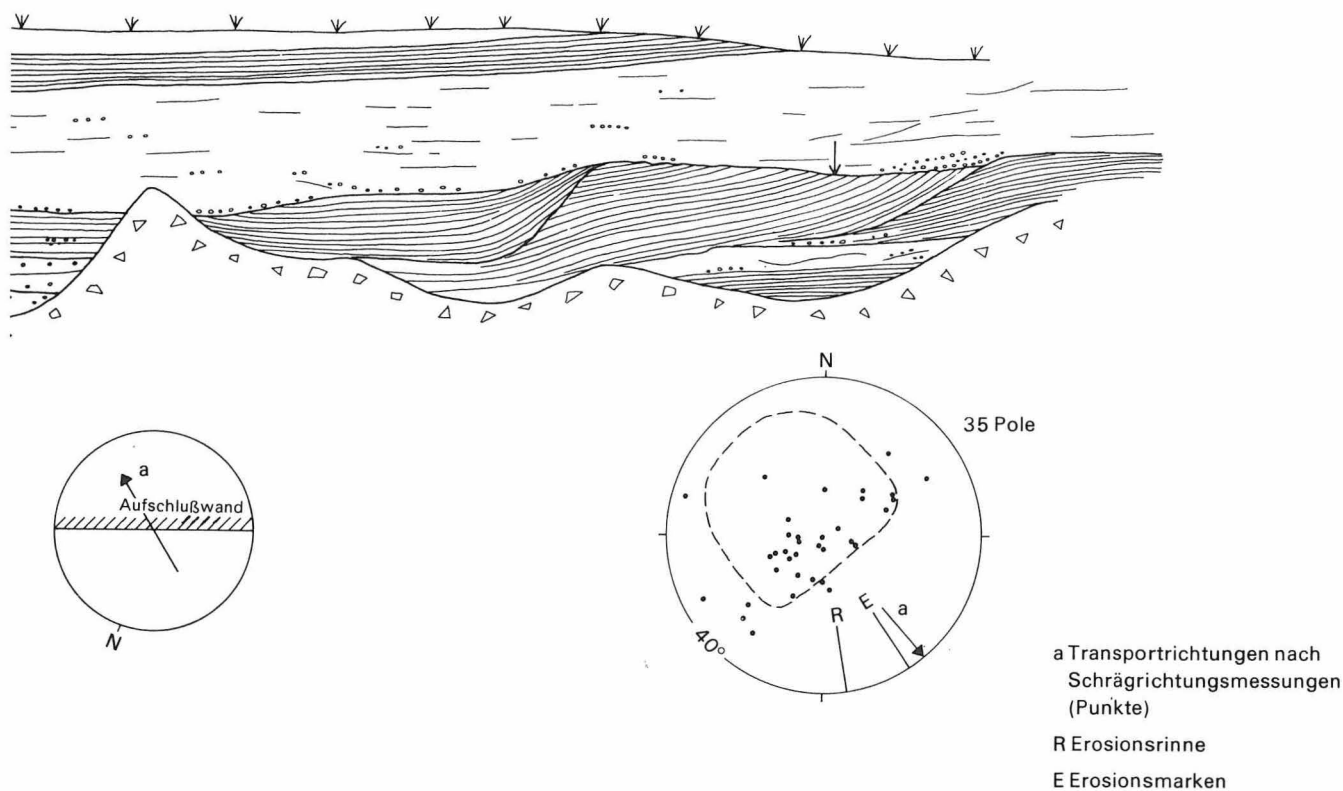
lich eine Schüttung nach SE mit Streuung in Richtung ESE bis SSE, wie die den Aufschlußprofilen auf den Abbildungen 4, 5 und 8 beigegebenen Schüttungspfeile zeigen (vgl. hierzu auch Abbildung 3, Photo 1). Diese Richtung folgt dem morphologischen Gefälle an der nordwestlichen Beckenflanke (Abbildung 2c) und bestätigt die schon aus Geröllzusammensetzung (Quarz-Quarzit-Assoziation) und Korngrößenveränderungen abgeleitete Herkunft des Materials aus dem Unterharz (SCHRÖDER 1935, v. HOYNINGEN-HUENE 1960 b u. a.). Bei Könnern ergaben die aus Schrägschichtung und Geröllorientierung ermittelten Vektoren eine mittlere Transportrichtung nach W (Abbildung 2c und Abbildung 12).

Am nordöstlichen Beckenrand (bei Könnern, Brachwitz) kann aus der porphyrischen Geröll-

fazies (vgl. Abbildung 12) auf eine Herkunft des Materials aus dem Halleschen Vulkanitkomplex geschlossen werden, und für die Bohrung Botten-dorf nimmt KUNERT (1970, Abbildung 18) eine Geröllzufuhr aus dem Thüringer Raum an. Das Strömungsmuster war im Nordostteil des Hornburger Sedimentationsraums also insgesamt zentripetal zum Beckeninnern gerichtet. Über die Transportrichtungen im südwestlichen Beckenteil gibt es noch keine Anhaltspunkte.

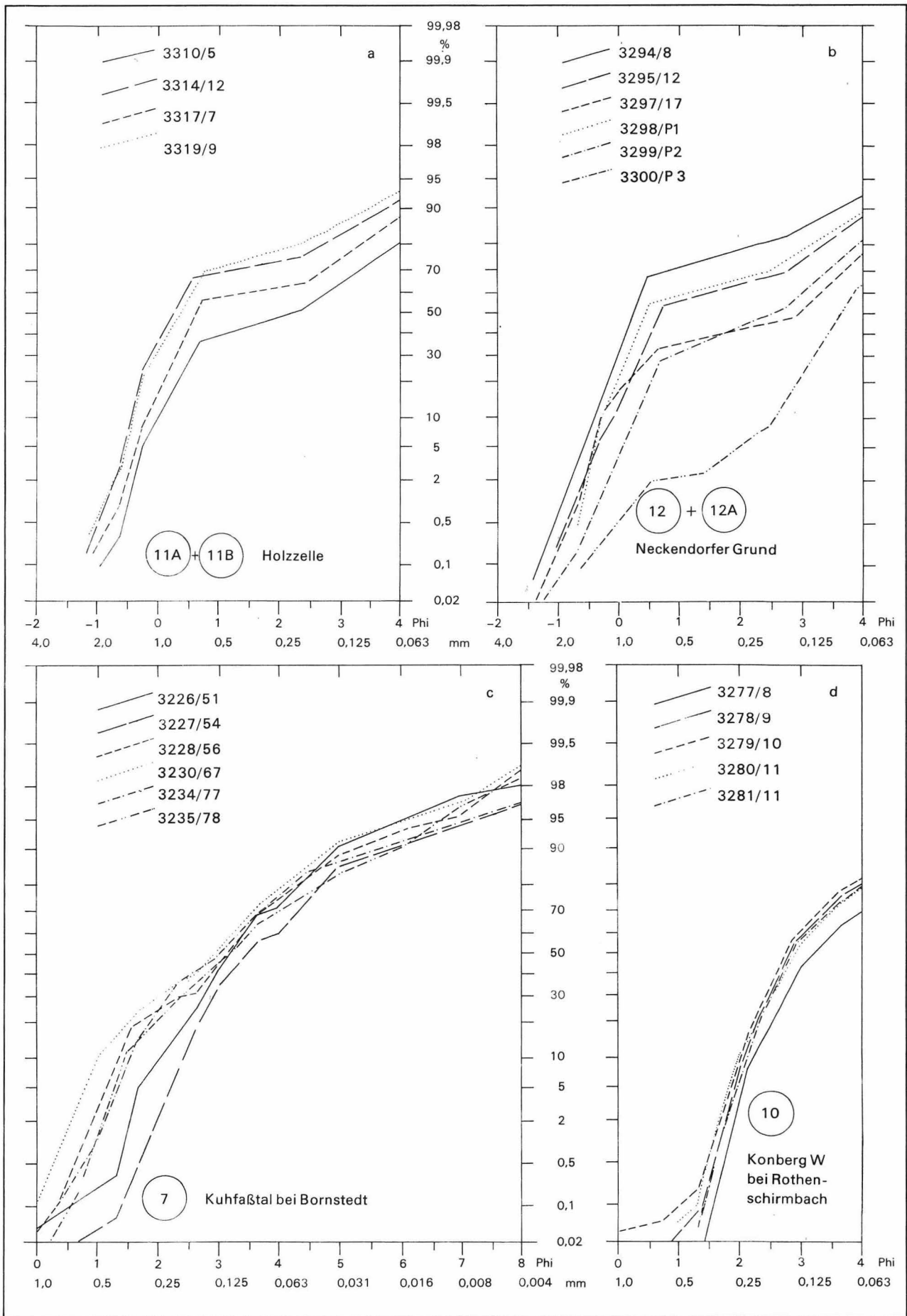
Die am Rand des Sedimentationsraums vorherrschenden Konglomerate, wobei hier in erster Linie an die die Unterharzschwelle unmittelbar flankierenden Ablagerungen gedacht ist, sind genetisch als bergnahe Schwemmfächer zu deuten.

Beispiele für die lithologische Ausbildung der Konglomerate liefern die Profile 13 (Abbildung 4)



und 12 (Abbildung 5). Charakteristisch sind stark sandige Konglomerate bzw. konglomeratische Sandsteine mit geringer Rundung der Gerölle sowie undeutlicher Abgrenzung von Schichteinheiten. Andererseits weisen wellige erosive Schichtfugen auf häufige Umlagerungen hin. Kleinzyklische Einheiten lassen sich lokal abgrenzen; lateral verlieren sie sich jedoch häufig schon im Aufschlußbereich. Das Aufschlußbild der Hornburger Konglomerate an der nordwestlichen Beckenflanke gleicht weitgehend dem Konglomerattyp C nach LÜTZNER (1978). Eine etwas andere Ausbildung (Typ G) tritt im Nelbener Grund auf (Abbildung 12). Diese aus östlicher Richtung geschütteten Konglomeratbänke sind besser sortiert und fast stets schräggeschichtet. Die Schwemmfächersedimente verzahnen sich

beckenwärts mit fluviatilen, bevorzugt sandigen Bildungen. So dürfte das in Abbildung 6 dargestellte Aufschlußbild in den distalen Bereich eines Schwemmfächers gehören. Einerseits sind noch die für Schwemmfächer typischen Merkmale vorhanden: sehr unregelmäßige Lagerung, rascher lateraler Fazieswechsel, mangelhafte Klassierung, Anordnung der Gerölle usw. Andererseits belegen die eingeschalteten schräg geschichteten Sandsteine zunehmenden rein fluviatilen Einfluß. Wie das Punktdiagramm (Abbildung 6, rechts unten) zeigt, ergibt sich aus der Schrägschichtung für den Aufschlußbereich eine generelle Transportrichtung nach SE. Die ermittelte Richtung von 140° weicht von der Blickrichtung auf die Aufschlußwand nur wenig (30°) nach links ab (Kreisdarstellung in Abbildung 6). Die Breite der Strömungsrinnen ist



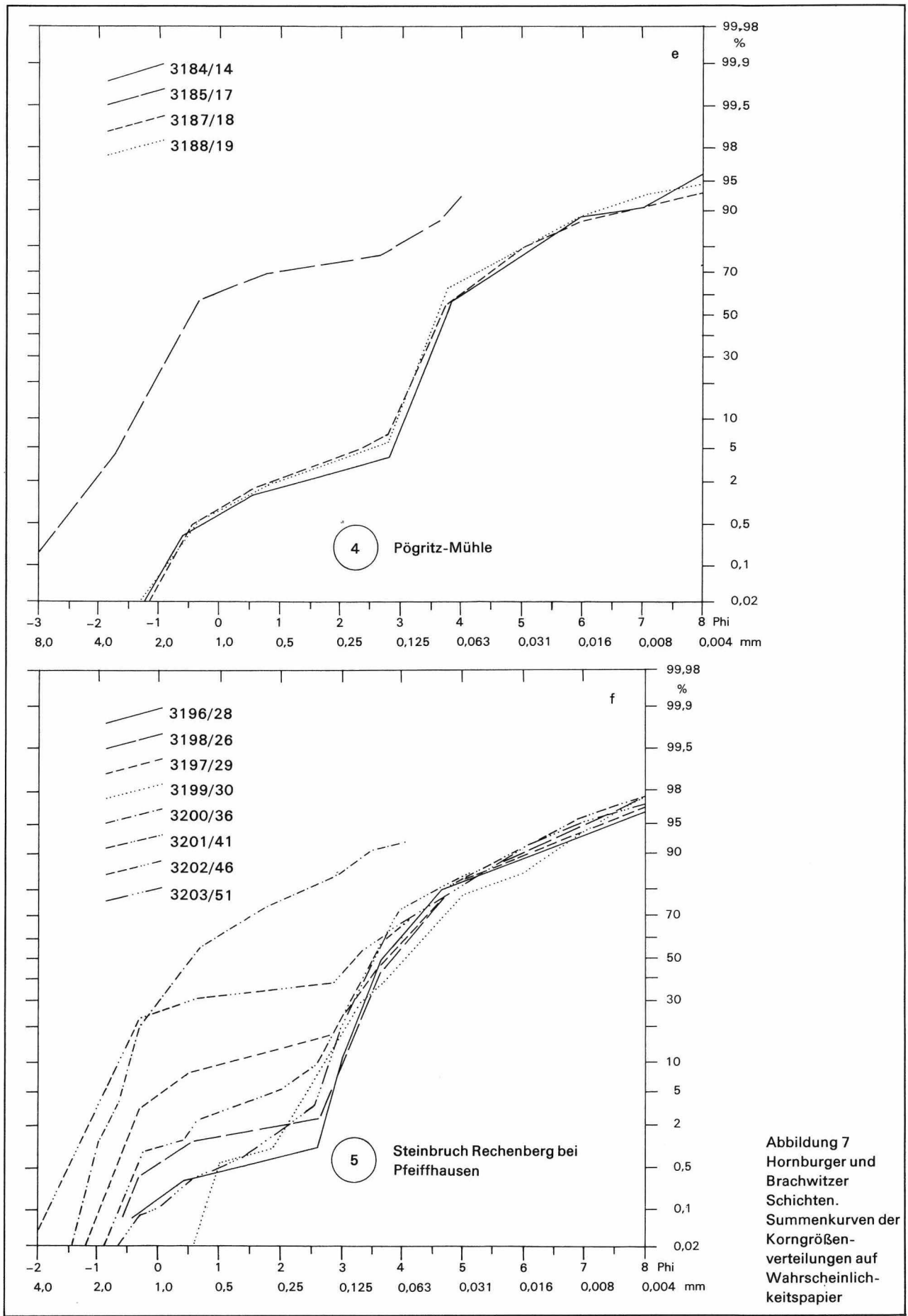
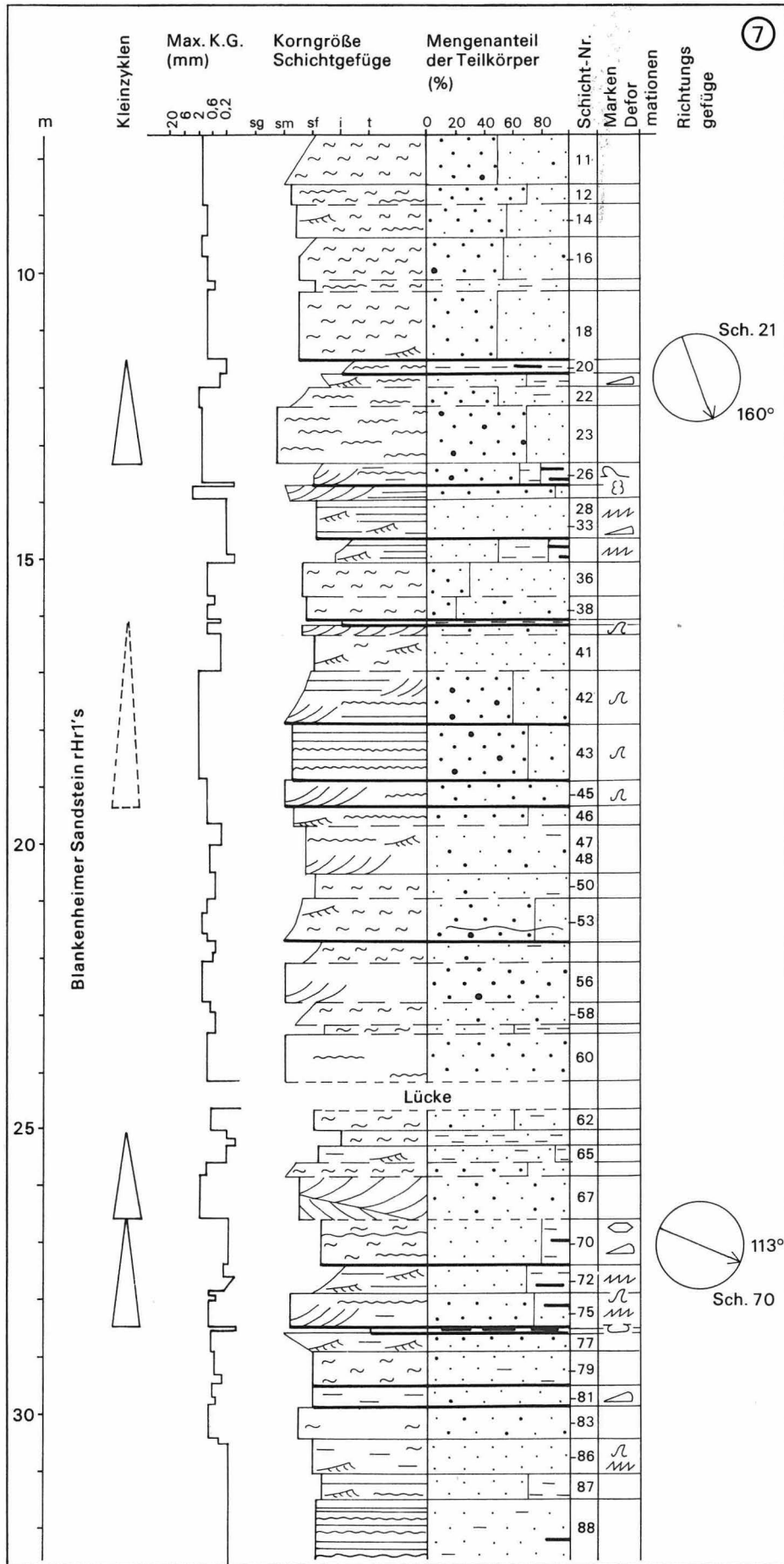


Abbildung 7
Hornburger und
Brachwitzer
Schichten.
Summenkurven der
Korngrößen-
verteilungen auf
Wahrscheinlich-
keitspapier

Abbildung 8
Hornburger Schichten.
Blankenheimer Sandstein rHr1's.
Profil 7: Steinbruch im Kuhfaßtal
nordwestlich Bornstedt
(Mbl. Allstedt)



7

Korngröße/Material

- Karbonat
- Mergel
- t Ton
- i Silt
- sf Feinsand
- sm Mittelsand
- sg Grobsand
- cf Feinkies
- cm Mittelkies
- cg Grobkies

Schichtung

- flasrig-linsig
- wellig
- eben
- mikroschräg
- schräg
- Lamination
- flasrig-linsig
- wellig
- eben

Schichtgrenze

- scharf
- deutlich
- Übergang
- nicht beobachtet
- erosiv

Marken/Deformationen

- Rippelmarken
- organ. Marken
- Erosionsmarken
- Gegenstandsmarken
- nichtlineare Marken
- Punktmarken
- Deformation allgemein
- Belastungsmarken
- Schrumpfungsrisse
- Wultschichtung
- Rutschgefüge
- klastische Gänge

mit 15...30 m relativ gering. Die asymmetrischen Rinnenquerschnitte sprechen für gebogene Strömungsbetten, wobei die Altersfolge der erosiv auflagernden Rinnen einheitlich von rechts nach links angeordnet ist. Der Abfolge der flachen Erosionsschnitte auf der rechten Seite steht ein steil eingeschnittener Rinnenrand an der linken Seite gegenüber. Das Bild ist als Querschnitt durch ein nach rechts gebogenes Flußbett zu interpretieren, das sich unter Abtragung des Prallhangs nach links verlagerte. An der rechts angeschnittenen flachen Böschung des Gleithangs bildete sich Schrägschichtung, die zur Flußbettmitte einfällt (point bar deposit). Diese Position zahlreicher Schrägschichtungsmessungen erklärt auch die breitgezogene Punktverteilung in der b-Achse des Gefügediagramms. Bei nachlassender Transportkraft wurde die Strömungsrinne mit Sand aufgefüllt.

Eine Besonderheit dieses Aufschlusses stellen die nach unten keilförmig zulaufenden klastischen Gänge dar, die unterhalb von zwei Schichtflächen ausgebildet sind. Ihre Füllung besteht aus relativ gut sortiertem Feinsand. Die genetische Deutung ist noch problematisch und soll an anderer Stelle diskutiert werden.

Die Summenkurven der Korngrößenanalysen aus den rein sandigen Schichten des Quarzitkonglomerats zeigen die für eine fluviatile Ablagerung typische Form, d. h. sie bestehen nur aus einem Suspensions- und einem Saltationsanteil (Abbildungen 7a, b). Der Punkt des Abbrechens der Suspension (truncation) liegt mit 0,7 mm (0,5 Phi) allerdings in einem wesentlich gröberen Bereich als bei „normalen“ fluviatilen Verhältnissen (0,17 mm/2,5 Phi und feiner nach VISHNER 1969). Das entspricht einer starken Transportkraft bei einem zwangsläufig starken Gefälle.

Derartige Bedingungen lassen auch eine Deutung für recht auffällige Marken zu, wie sie lokal im Oberen Quarzitkonglomerat auf einer etwa 10 m² großen Schichtoberseite zu beobachten sind (Abbildung 5, Profil 12, Schicht 19). Die gesamte Fläche ist dicht mit 4...8 cm breiten, schlängelartig verlaufenden und sich z. T. kreuzenden Rillen überzogen. Zwischen den bis 2 cm tiefen Rillen und z. T. auch in den Rillen finden sich in großer Menge rundliche bis eckige Vertiefungen gleichen Durchmessers. Es dürfte sich hier um Schleifspuren von großen Geröllen handeln, wobei rundliche Vertiefungen vorübergehende Ruhelagen anzeigen. Als Transportrichtung läßt sich ein Mittelwert von 166° bestimmen, der in das generelle Strömungsbild gut paßt. Diese Deutung

setzt allerdings ein ausreichend plastisches Substrat voraus, das bei der grobsandigen Ausbildung der betreffenden Schicht bestenfalls im feuchten Zustand erwartet werden kann. Denkbar wäre, daß sich hinter einem lokalen Stau eine Schotterzunge bildete, die nach plötzlicher Beseitigung der Abdämmung wieder in Bewegung geriet. Die dabei erzeugten Schleifspuren könnten infolge rasch sinkenden Wasserstandes erhalten geblieben sein.

Vor den Fächern kam es in breiten Schwemmebenen zur Ablagerung von schlecht sortierten Sandsteinen, die bei Nachlassen der Reliefenergie randlich auf die Schwemmfächer übergriffen (Blankenheimer Sandstein, Abbildung 8, Rundkörniger Sandstein, Abbildung 5). Sie entstanden, wenn man den recht charakteristischen Kurvenverlauf der Korngrößenverteilung zugrunde legt, im wesentlichen aus „Schwebstoff-Sanden“ nach SINDOWSKI (1958) oder verschiedenen „Suspensionen“ nach VISHNER (1969) (Abbildung 7c). Der Anteil an Mittel- und Grobsand sowie an ebener und welliger Horizontalschichtung weisen auf eine relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit hin. Weitere Hinweise auf fluviatiles Milieu sind kleindimensionale Schrägschichtung, Strömungsmarken (Furchenmarken, Kolkmarken, Photo 1) und Wellenrippeln. Stark wechselnde Strömungsgeschwindigkeiten spiegeln sich in Korngradierungen wider.

Die in Photo 1 ausschnittsweise dargestellte Schichtfläche wird von wellenförmigen Strömungskolken (wave-like flute marks) bedeckt, die teilweise in breitparabolische (broad parabolic) Formen übergehen (Benennung der Formen in Anlehnung an ALLEN 1971). Charakteristisch sind die transversal zur Strömungsrichtung orientierten Kolk-Girlanden, die am stromaufwärts gerichteten Ende mit einem scharfen Erosionsschnitt beginnen und stromab flach ausklingen. Diese Kolkformen treten in sandig-siltigen Rotsedimenten des Rotliegenden, z. B. in Tambacher Schichten (LÜTZNER, im Druck) häufig auf und zeigen flachgründige Wasserströmungen an (ALLEN 1971). Die linke Seite von Photo 1 wird vom Rand des Strömungsbettes beeinflusst. Hier bildeten sich unter dem Einfluß abgelenkter Fließvektoren unregelmäßige und schmalparabolische Kolkformen.

Eine fazielle Sonderstellung nimmt der Feinkörnige Sandstein (rHr2'sf) ein. Er hat geringere Verbreitung als die anderen Schichtglieder. Am Hornburger Sattel kommt er nur im Ostteil vor. Es handelt sich um ausgesprochen gleichkörnige, sehr dickbankige, schrägschichtete Sandsteine

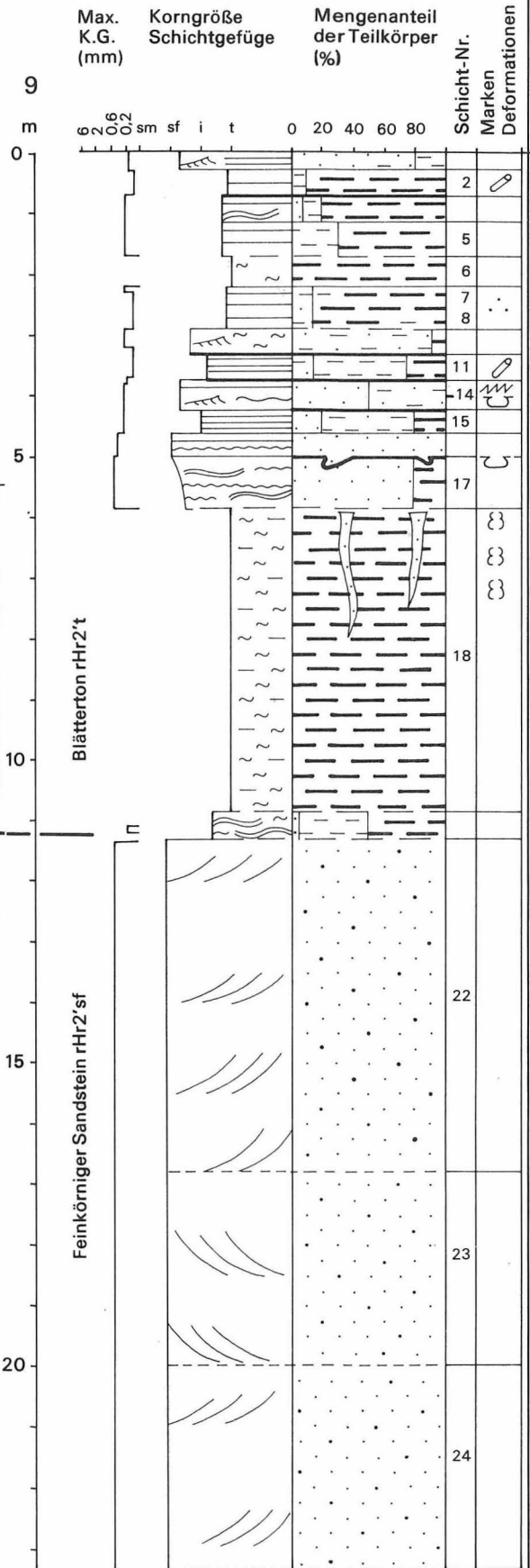
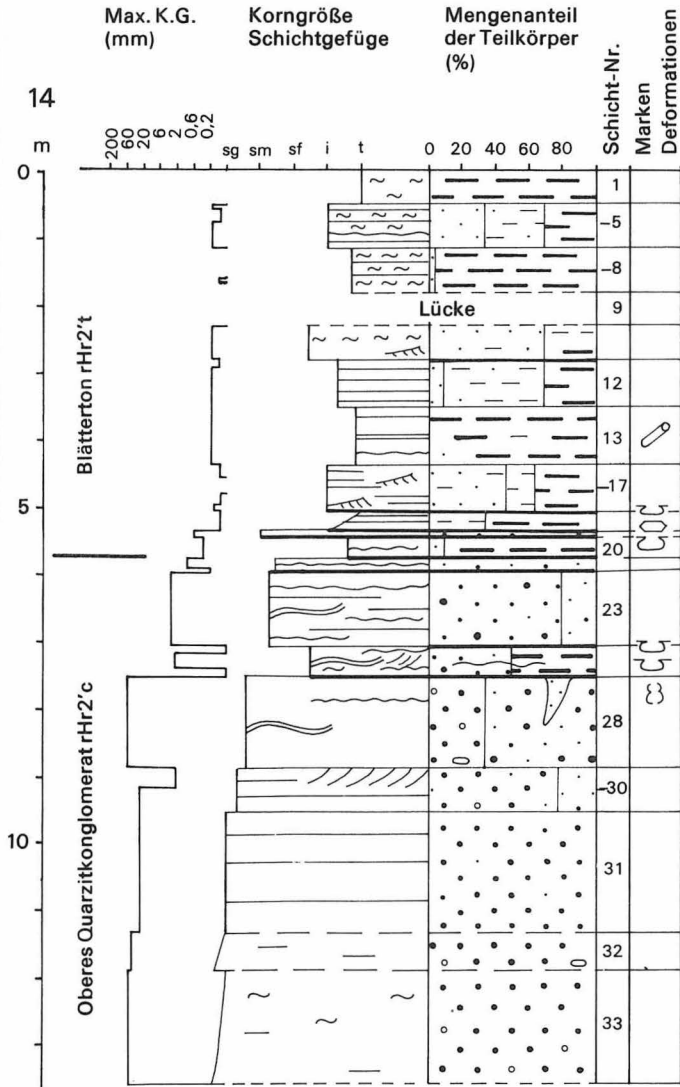
Abbildung 9

Hornburger Schichten.

Blätterton, rHr2't über Oberem Quarzitkonglomerat, rHr2'c bzw. Feinkörnigem Sandstein, rHr2'sf.

Profil 14: nördlicher Steinbruch im Neckendorfer Grund nordwestlich Bischofrode (Mbl. Erdeborn)

Profil 9: östlicher Steinbruch am Konberg bei Rothenschirmbach (Mbl. Erdeborn)



Schüttungsrichtung

- nach Schrägschichtung
- nach Geröllorientierung
- nach polaren Strömungsmarken
- nach bipolaren Strömungsmarken
- Rippelmarken (L zum Streichen der Rippelkäme)

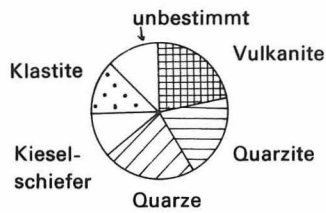




Photo 2
Klastischer Gang (Erläuterung im Text).
Blätterton der Hornburger Schichten, rHr2't
(= Profil 9, Schicht 18, vgl. Abbildung 9)

(Typ Rothenschirmbach, Abbildung 9, Profil 9). Die Geometrie der Schrägschichtungskörper ist vergleichbar mit der des Flechtinger Bausandsteins (ELLENBERG u. a. 1976), die Korngrößenverteilung (Abbildung 7d) zeigt ebenfalls ähnliche Kurvenbilder. UDDEN (1914) beschreibt speziell leeseitige Sande von Binnendünen mit dieser Korngrößenverteilung, die nach FOLK (1971) einen durchschnittlichen Medianwert (Md) von 2,6 Phi besitzen. In Abbildung 7d schwankt der Medianwert zwischen 2,7 und 2,9 Phi. Aufgrund dieser Merkmale einschließlich des Fehlens pelitischer Zwischenlagen und des Vergleichs mit ähnlichen Ergebnissen dürften diese Sandsteine vom Typ Rothenschirmbach eine äolische Ablagerung darstellen. Es muß offen bleiben, ob die in einigen Untertage- und Bohrprofilen (z. B. Bhg. Querfurt) als „Feinkörniger Sandstein“ eingestuft Profilschnitte die gleiche Genese haben.

Am Ende der Hornburger Zeit kam es zu einer weitgehenden Nivellierung des Ablagerungsraums. Der wasserbedeckte Beckenbereich weitete sich aus. Lakustrische Tone (Blätterton) greifen peripher auf die verschiedenen Glieder der Randfazies über und können lokal sogar auf Konglomeraten liegen (v. HOYNINGEN-HUENE 1960 a, S. 76). Die etwa 5 km voneinander entfernten Profile 9 und 14 (Abbildung 9) zeigen einmal die Auflage auf Feinkörnigem Sandstein (mit sehr scharfer Grenze!), zum anderen die auf Oberem Quarzitkonglomerat. Der im letzteren Fall (Profil 14) erkennbare fazielle Übergang zwischen Oberem Quarzitkonglomerat und Blätterton paßt zu dieser Auffassung (gegenseitige laterale Vertretung der Schichtglieder) und spricht gegen eine größere Zeitlücke an dieser Stelle im Profil. Die Wasserführung wechselte örtlich sicher mit Zeiten völligen Trockenfallens. Darauf weisen einmal die von HAUBOLD (1973) beschriebenen Fährten hin, speziell *Dromopus lacertoides* (GEINITZ 1861), die zu einer mit terrestrischen Eidechsen vergleichbaren Reptilgruppe gehören. Zum anderen sind in dem noch plastischen Ton Trockenrisse entstanden.

Als solche werden die im Steinbruch bei Rothenschirmbach (Abbildung 9, Profil 9) in der etwa 5 m mächtigen homogen-tonigen Schicht 18 auftretenden, recht großen klastischen Gänge gedeutet. Sie setzen alle im gleichen Niveau, an der Grenze zur überlagernden sandigen Schicht 17 ein und reichen von dort ein bis über zwei Meter tief nach unten in den Tonstein (Photo 2). Die durchschnittliche Gangbreite beträgt 10...15 cm. Die am Stoß scheinbar isoliert auftretenden klastischen Keile hängen zumindest teilweise zusammen und bilden recht große Gangsysteme mit angedeutet polygonartigem Grundriß. Die Gangfüllung besteht aus feinkörnigem, geschichtetem Sandstein und unterscheidet sich z. B. in der Korngröße deutlich vom Sandstein der Schichten 16 und 17. In den Gängen ist also Material erhalten, das nach Ablagerung von Schicht 18 aber vor der Sedimentation von Schicht 17 im Bildungsraum zur Verfügung stand und offensichtlich in die klaffenden Trockenrisse geweht bzw. gespült worden ist.

Ein mit dem Hornburger Sedimentationsraum vergleichbares Gebiet stellt z. B. das von VAN DE KAMP (1973) untersuchte Salton Basin in Kalifornien dar. Bei 5...130 km Breite und 200 km Länge ist es mit mächtigen klastischen Ablagerungen pleistozänen und holozänen Alters gefüllt. Randlich (Höhengradient 6...25 m/km) liegen Schwemmfächerbildungen, die faziell mit den

Quarzitkonglomeraten der Hornburger Schichten zu vergleichen sind. Zum Beckeninnern hin kommen neben fluviatilen und äolischen Ablagerungen vor allem lakustrische Tone vor, wobei die letzteren sich mit den übrigen Bildungen verzahnen bzw. diese überlagern, so wie es auch aus den Hornburger Schichten zu belegen ist.³

³ Der 2. Teil der Arbeit – Brachwitzer und Eislebener Schichten – erscheint im Hall. Jb. f. Geowiss. 5/1980. Dort findet sich auch das Literaturverzeichnis.