

**Die einheitliche Gliederung  
des deutschen Buntsandsteins in der  
südlichen Beckenfazies**

Von  
**Gerhard Gunzert**  
Hannover

Mit 14 Abbildungen und 7 Tabellen

Herausgegeben von  
der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1958

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Straße 25

Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.	24	61 S.	14 Abb.	7 Tab.	Wiesbaden, 20. 2. 1958
--------------------------------	----	-------	---------	--------	------------------------

**Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung**

Herausgegeben von  
der Direktion des Hessischen Landesamtes  
für Bodenforschung

**Heft 24**

# **Die einheitliche Gliederung des deutschen Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies**

Von  
**Gerhard Gunzert**  
Hannover

Mit 14 Abbildungen und 7 Tabellen

Herausgegeben von  
der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1958

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Straße 25

Abb. hess. L.-Amt Bodenforsch.	24	61 S.	14 Abb.	7 Tab.	Wiesbaden, 20. 2. 1958
--------------------------------	----	-------	---------	--------	------------------------



## Inhalt

I. Einleitung . . . . .	7
II. Zur Frage eines einheitlichen Gliederungsprinzips . . . . .	9
III. Die Gliederung des Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies . . . . .	13
1. Der erste Zyklus — S 1 — die Stufe des Bröckelschiefers . . . . .	13
2. Der zweite Zyklus — S 2 — die Fränkische Stufe . . . . .	18
3. Der dritte Zyklus — S 3 — die Hessische Stufe . . . . .	26
4. Der vierte Zyklus — S 4 — die Thüringische Stufe . . . . .	32
5. Der fünfte Zyklus — S 5 — die Hannoversche Stufe . . . . .	36
6. Der sechste Zyklus — S 6 — die Stufe des Röts . . . . .	44
7. Die Schüttungszyklen und ihre Faziesverschiebungen . . . . .	50
IV. Die bisherigen Gliederungen und ihre Einordnung in die sechs Zyklen . . . . .	53
V. Das dreistufige und das neue sechsstufige zyklische Gliederungssystem . . . . .	54
VI. Zusammenfassung . . . . .	57
Schriftenverzeichnis . . . . .	57
Tabellen 1-7	

## I. Einleitung

Für den deutschen Buntsandstein eine einheitliche Gliederungsgrundlage zu schaffen, ist ein dringendes Erfordernis. Es gibt wohl kaum eine Formationsabteilung der germanischen Beckenentwicklung, in der die Aufteilungen und Abgrenzungen so stark divergieren wie gerade hier. Eine Verständigung zwischen den verschiedenen Gliederungsauffassungen ist schon kaum mehr möglich, wie auch die Korrelierung der Schichten durch die abweichenden Grenzen und Namensgebungen bereits auf große Schwierigkeiten stößt.

Die heute vorliegenden Kartendarstellungen unserer Buntsandsteingebiete — mögen sie auch die gleichen Stufenbezeichnungen Unterer, Mittlerer und Oberer Buntsandstein ausweisen — stellen ein Kompositum sehr verschiedener Aufteilungen dar, die nicht nur gebietsweise, sondern oft schon von Spezialkarte zu Spezialkarte voneinander abweichen. Besonders die Prägung gleicher Namen für stratigraphisch verschiedene Schichten und umgekehrt die Einführung verschiedener Bezeichnungen für die gleichen Serien, haben neben der Fülle zwangsläufig auftretender Verwechslungen nicht nur die Verständigung schwierig gemacht, sondern auch mancherlei Verwirrung gestiftet. Die Situation ist durch die Anwendung von Symbolen nur noch verwickelter geworden, haben sie doch — durch die uneinheitliche Durchführung — Verschiedenes zu scheinbar Gleichem werden lassen und auch faziell zusammengehörende Schichten voneinander getrennt. Welche mannigfachen Gliederungsdiskrepanzen im Buntsandstein der südlichen Beckenfazies im einzelnen bestehen, geht aus den Tabellen 6 und 7 am Schluß dieser Abhandlung hervor. Sie zeigen beispielsweise, daß die so unterschiedlichen Symbole wie  $sm_1$  —  $mbs_1$  —  $sm_3$  —  $sm_1b$  —  $su_2$  —  $su$  usw. immer auf die gleichen, faziell zusammengehörenden Schichten angewendet wurden. Als weiteres Beispiel ist anzuführen, daß unter den Namen „Thüringischer Chirotheriensandstein“ — „Niederhessischer Chirotheriensandstein“ — „Oberer Chirotheriensandstein“ — „Unterer Chirotheriensandstein“ — „Karneolbank“ — „Karneol-Bausandstein“ — „Grenzkarneol“ — „Chirotheriensandstein i. e. S.“ — „Grüne Grenzbank“ — „Tonige Grenzsichten“ immer der gleiche Schichthorizont verstanden wird, während andererseits z. B. der Name „Bausandstein“ im Unteren, Mittleren und Oberen Buntsandstein mehrfach und auf ganz verschiedene Sedimentserien Anwendung gefunden hat. Die uneinheitliche Namensgebung, die abweichenden Symbole und die verschiedenen, dem petrographischen Aufbau der einzelnen Gebiete angepaßten Grenzziehungen überschneiden sich in vielfacher Weise und bedingen die Unstimmigkeiten, die heute unsere Buntsandsteingliederung auszeichnen.

Man ginge fehl in der Annahme, daß wenigstens die Aufteilung in die drei althergebrachten Stufen nach einheitlichen Grenzen erfolgt ist. Unterer, Mittlerer und Oberer Buntsandstein sind keine — wie man erwarten könnte — stratigraphisch oder auch nur faziell festumrissenen Begriffe, sie stellen vielmehr regionale Aufteilungen

Abb. 1. Die wichtigsten Stufenabgrenzungen im südlichen Teil  
des deutschen Buntsandsteinbeckens

	Grenzziehung nach:	Hauptverbreitungsgebiete	
Grenzziehung zwischen:	so — mu	Unterkante Wellenkalk	allgem., außer Ostthür.
	so — mu	Unterkante Cölestinschichten	Ostthüringen
	sm — so	Oberkante Unterer od. Thür. Chirotherien Sandstein	Hessen, Südhann., Thür.
	sm — so	Unterkante Unterer od. Thür. Chirotherien Sandstein	Bayern, Südwestdeutschland
	sm — so	Oberkante Oberer od. Hauptgeröllhorizont	Süddeutschland, Pfalz, Odenwald, Taubergebiet
	su — sm	Unterkante Stubensandstein od. Mittl. Geröllhorizont	östl. u. nördl. Hessen, Südhann., Thüringen
	su — sm	Unterkante Aviculaführung	Marburg, Kellerwald mittl. Hessen, Südhannover, Thüringen
	su — sm	Unterkante Eck'sches Konglomerat	Südwestdeutschld., Odenwald, Bayern (neu)
	z — su	Oberkante Bröckelschiefer	Bayern (alt), nordöstl. Hessen, Ostrd. Rhein. Schiefergebirge
	z — su	Unterkante Bröckelschiefer	allgemein

dar, die in den verschiedenen Gebieten des Beckens etwas ganz anderes bedeuten (vgl. Abb. 1, Tab. 7). Die Auswirkungen, die sich aus dieser Situation für Wissenschaft und Praxis ergeben, sind leicht vorstellbar und besonders verhängnisvoll dort, wo die Bereiche unterschiedlicher Gliederungsauffassungen aneinanderstoßen.

Wenn auch für manche Schichtserien die stratigraphisch-fazielle Position noch ungeklärt ist, so ist doch unverkennbar, daß die Sedimente des Buntsandsteins geordnete, in gewisser Richtung entwickelte Fazieszusammenhänge aufweisen. Trotz aller petrographischer Unterschiedlichkeiten in der Horizontalen und dementsprechend auch in der Vertikalen besitzt der Buntsandstein einen Aufbau, der eine zumindest im Großen einheitliche Gliederung zuläßt und damit eine Verständigung zwischen allen Teilen des Beckens ermöglicht. Das Gliederungsproblem für den Buntsandstein südlicher Fazies ist also weniger eine Frage der Möglichkeit bzw. Durchführbarkeit als vielmehr der Übereinkunft, nach welchem Prinzip die Aufteilung am zweckmäßigsten vorgenommen wird.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden, insbesondere seinem derzeitigen Direktor, Herrn Prof. Dr. F. MICHELS, für die uneingeschränkte Förderung der Arbeit und ihre Drucklegung auf das herzlichste zu danken. Außerdem fand ich große Unterstützung durch die Wintershall A. G. in Kassel und die Gewerkschaft Brigitta in Hannover, die mir in freudlichster Weise Schichtenverzeichnisse und Bohrproben zur Auswertung zugänglich machten. Mit aufrichtiger Dankbarkeit gedenke ich stets meinem lieben Kollegen Dr. AHLBORN (†), der an dem Entstehen der Arbeit regen Anteil nahm und mir durch die Salzdetfurth A. G., Hannover, jede gewünschte Hilfe zuteil werden ließ. Nicht zuletzt gilt mein Dank der Preußischen Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft für die Genehmigung, die Studien fortzusetzen und die Ergebnisse niederzulegen.

## II. Zur Frage eines einheitlichen Gliederungsprinzips

Die heute vorliegenden Gliederungen, speziell die hier interessierenden Stufenaufteilungen, sind nach ganz verschiedenen Prinzipien durchgeführt worden. In der Hauptsache waren petrographische, daneben aber auch paläontologische Gesichtspunkte maßgebend.

In vielen Fällen sind *tonige Schichten* zur Abgrenzung der Stufen herangezogen worden. So läßt man ja überhaupt den Buntsandstein mit den tonigen und wechselweise marinen Sedimenten des „Bröckelschiefers“ beginnen, sieht man von den schon alten Bestrebungen einmal ab, diesem als Übergangsfazies zum Zechstein eine Sonderstellung einzuräumen (F. MOESTA 1876, 1886; H. STILLE 1904). In Bayern war es bis vor kurzem noch üblich, nur die tonigen Schichten des Bröckelschiefers als Unteren Buntsandstein aufzufassen. Nach dieser Aufteilung wird die Unterkante brackisch-mariner Sedimente zur unteren Grenze der ganzen Formationsabteilung und ihre Oberkante zur Grenze zwischen *su* und *sm* (M. SCHUSTER 1932). Das Einsetzen toniger Sedimente ist in manchen Gebieten auch für die Trennung von Mittleren gegen Oberen Buntsandstein maßgebend gewesen. Dies gilt speziell für die Gebiete Nordhessens und Südhannovers, wo eine entsprechende Fazies entwickelt ist.

Eine große Rolle hat von jeher die *Körnigkeit der Sedimente* für die Stufenabgrenzungen gespielt. In manchen Gebieten ist nach dem Grundsatz verfahren worden, die Grenze zwischen *su* und *sm* dorthin zu legen, wo nach feinkörnigen Sandsteinen die ersten grobkörnigen Schichtlagen auftreten. Da nun solche grobkörnigen oder konglomeratischen Einschüttungen besonders am Rande des Beckens häufiger sind und auch schon in stratigraphisch tieferen Niveaus auftreten, ist es verständlicherweise zu stark differierenden Abgrenzungen und bei Verkennung dieser Verhältnisse auch zu bedeutenden Fehlkorrelierungen gekommen. In Südwestdeutschland und neuerdings auch auf bayerischem Gebiet läßt man den *sm* mit der Basis des „Eck'schen Konglomerats“ beginnen, während in Teilen Hessens und Südhannovers die erste grobkörnige Schicht stratigraphisch viel höher liegt und hier dann der „Stubensandstein“ oder „Volpriehausener Sandstein“ zur Grenzziehung verwendet wird. Aufteilungen nach der Korngröße bzw. nach grobkörnigen oder geröllführenden Einschaltungen haben auch sonst Verbreitung gefunden, die größte Bedeutung hat dieses Gliederungsprinzip jedoch bei der Trennung von *su* und *sm* erlangt.

Außer den genannten Unterscheidungsmerkmalen sind örtlich noch *andere petrographische Gesichtspunkte* für die Stufenteilungen maßgebend gewesen. In Ostthüringen hat K. KOLESCH (1908) zum Beispiel die Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein dorthin gelegt, wo auf kalkführende Sandsteine kaolinreiche Schichten folgen. Merkmale wie eben der Kaolingehalt, der Kalkgehalt, die Farbe der Gesteine, Manganflecken, Pseudomorphosen, Kugelbildungen und anderes mehr sind auch sonst verschiedentlich zur Gliederung herangezogen worden. Mögen diese Kennzeichen manchen Schichtserien auch ein charakteristisches Gepräge geben, so läßt sich eine einheitliche Gliederung der Buntsandsteinsedimente danach nicht durchführen. Erst recht gilt dies für alle Versuche, die zum Ziele hatten, die Grenzen der Stufen lediglich nach der Art und Dicke der Bänke oder auch nach den Sedimentmächtigkeiten im Vergleich zu benachbarten Gebieten festzulegen.

Schließlich ist die Aufteilung der Stufen auch nach *paläontologischen Gesichtspunkten* vorgenommen worden. In Hessen z. B. hat A. DENCKMANN (1902) erstmalig auf dem Blatt Gilserberg (Kellerwald) die Grenze von *su/sm* nicht an grobkörnige Schichten, sondern an die Basis *Avicula* führender Lagen — seiner „Gervillienplatten“ — gelegt. In der Meinung, daß die Muschel *Avicula murchisoni* GEIN. eine leitende Form des Mittleren, keinesfalls aber des Unteren Buntsandsteins darstellt, ist dieses Gliederungsprinzip dann auch auf andere Gebietsteile Hessens und wohl auch Südhannovers und Thüringens ausgedehnt worden. Hierdurch entstanden gegenüber der Grenzziehung nach grobkörnigen Schichtpaketen gebietsweise recht erhebliche Abweichungen, die nicht zur Vereinheitlichung der Buntsandsteinstratigraphie beigetragen haben. Im übrigen ist geltend zu machen, daß eine *Avicula*-führung ja nur in brackisch-marinen Sedimenten erwartet werden kann, indessen in den sandigen und grobsandigen Schichtfolgen des südlichen Beckenteils nicht mehr auftritt. Eine für den Gesamtbereich gültige Abtrennung von *su* und *sm* ist daher auf der Grundlage der *Avicula*-führung nicht möglich, wenn ihr auch regional, besonders im nördlichen Gebiet, in der Übergangszone zur Nordfazies und in dieser selbst eine stratigraphische Bedeutung nicht abgesprochen werden soll (G. GUNZERT 1954).

Faunistische sowie floristische Merkmale haben auch sonst bei der Gliederung des Buntsandsteins Berücksichtigung gefunden. Von größerer Bedeutung sind in dieser Beziehung z. B. die Chirotherienfährten, die besonders bei der Abgrenzung von *sm* gegen *so* eine Rolle spielen. Und doch ist es auch hier so, daß die Tapfen in verschiedenen Schichthorizonten angetroffen werden, auch in solchen, die den Namen nicht tragen. Gerade diese mangelnde Horizontbeständigkeit hat dann auch dazu geführt, daß es mehr Verwechslungen und Verwirrungen in ihrer stratigraphischen Einordnung gibt als eigentliche Chirotherienhorizonte.

Prinzipiell ähnlich verhält es sich mit den anderen organischen Resten, die in den Sedimenten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins gefunden wurden. Wohl ausnahmslos handelt es sich bei der ohnehin nicht großen Artenzahl um Formen, die stratigraphisch nur wenig aussagen und bei der mehrfachen Wiederkehr analoger Lebens- und Sedimentationsbedingungen auch in verschiedenen Niveaus der Buntsandsteinfolgen auftreten. Nur die teilweise an Arten reichere und an Formen bezeichnendere Lebensgemeinschaft im Röt stellt einen deutlichen Gegensatz zu den tieferen Partien des Buntsandsteins dar, wengleich sich — besonders im oberen Teil — bereits eine Muschelkalkfauna einstellt, die ihrerseits die Grenze zu dieser Formationsabteilung unscharf werden läßt.

Die Zahl der Merkmale, die im Buntsandstein zur Stufenaufteilung herangezogen worden sind, ließe sich noch um vieles vermehren. Im allgemeinen ist gerade dasjenige Gliederungsprinzip zur Anwendung gekommen, das sich am besten in die örtliche und regionale Ausbildung der Schichtenfolge einfügte. Auf diese Weise entstanden lokal die nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten unterteilten Profile, und regional durch den Wechsel der petrographischen Ausbildung der Schichten die Fülle der Gliederungsdiskrepanzen, auf die schon einleitend hingewiesen wurde.

Es ist verständlich, daß die Stufengliederungen — zumal im wesentlichen nur petrographische Merkmale zur Verfügung stehen — von den regionalen Profilentwicklungen ausgegangen sind. Es muß aber ebenso einleuchten, daß manche Gebiete für die Aufstellung einer für das gesamte Becken südlicher Fazies gültigen Stufengliederung einfach nicht tauglich sind. Hierunter fallen schon alle jene Beckenteile, die sehr küstennah gelegen sind, wo manche Schichtserien nur verkümmerte Mächtigkeiten besitzen oder gar fehlen und wegen der Nachbarschaft zum Liefergebiet eine besondere, beckenwärts bald nicht mehr vertretene Fazies aufweisen. Wenn z. B. im südwestdeutschen Raum und nun neuerdings auch in Bayern die Basis des „Eck'schen Konglomerats“ gliederungsmäßig besonders ausgehalten wird, so ist dies zwar absolut berechtigt, doch wenig glücklich, ihr die Bedeutung einer Stufengrenze zuzusprechen.

Für die Erstellung einer einheitlichen Stufengliederung wird man also von Gebieten ausgehen müssen, in denen die Sedimente in voller Entwicklung vorliegen und auch die lokalen Einflüsse der Liefergebiete sich nicht mehr in so starkem Maße geltend machen. Soweit es den südlichen Faziesbereich des Beckens anbetrifft, sind diese Voraussetzungen am ehesten im Gebiet von Nordhessen und Südhannover gegeben. Diesem Raum kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als er paläogeographisch

gerade im Übergangsbereich zwischen der nördlichen und südlichen Fazies des Buntsandsteinbeckens liegt und damit nach beiden Richtungen gewissermaßen optimale Korrelationsmöglichkeiten verspricht (vgl. Abb. 2).

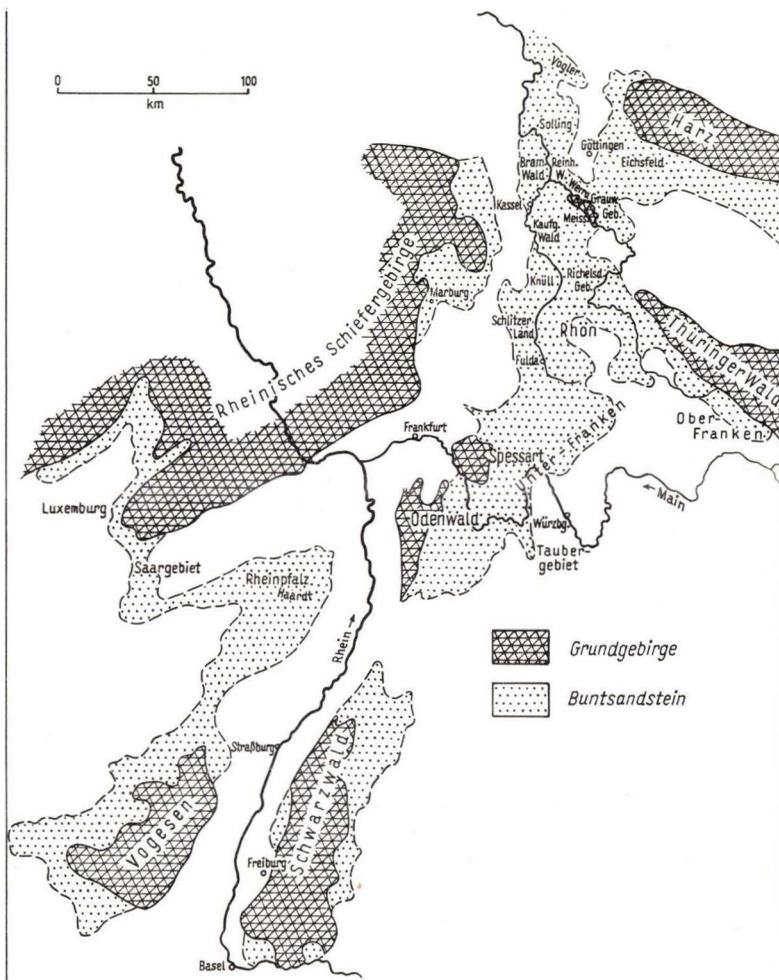


Abb. 2

Übersicht über die Verbreitung des Buntsandsteins zwischen Harz und Schwarzwald

Gewiß — alle Gliederungen — und dies braucht eigentlich nicht besonders betont zu werden — können nur Faziesgliederungen sein, die sich von einer Altersgleichheit mehr oder weniger weit entfernen. Im allgemeinen werden wohl die im Süden vorhandenen Ablagerungen älter sein als die im scheinbar gleichen Niveau abgesetzten Bildungen weiter nördlich. Um so mehr muß das Bestreben dahin gehen, solche

Schichtserien für die Aufteilung in Stufen auszuwählen, die eine möglichst große Horizontbeständigkeit besitzen und innerhalb der wechselnden Faziesentwicklungen als Leithorizonte besonders hervortreten.

Die Untersuchungen der letzten Jahre haben nun immer mehr in den Vordergrund treten lassen, daß die Sedimente des Buntsandsteins einen *zyklischen Aufbau* besitzen, der sich aus mehreren ähnlich entwickelten Sedimentabfolgen zusammensetzt. Ich selbst habe auf diese Sachlage schon früher aufmerksam gemacht und deshalb auch vorgeschlagen, die Grenze von *su* und *sm* an die Basis des „Mittleren Geröllhorizontes“ (= „Volpriehausener Sandstein“) zu legen, der als der Beginn eines neuen großen Zyklus aufzufassen ist (G. GUNZERT 1954). Auch H. BOIGK (1956) hat inzwischen seine anfangs petrographische Gliederung des Mittleren Buntsandsteins am Rhüdener Sattel in eine zyklische umgestellt und als Erster eine für ganz Südhannover gültige Zyklenaufteilung der mittleren Stufe geschaffen.

Bei den einzelnen Zyklen des Buntsandsteins handelt es sich um die mehrfache Wiederkehr von Serien, die jeweils mit grobklastischen Einschüttungen beginnen, nach oben dann zunehmend in sandige und schließlich mehr tonige Sedimente übergehen, die auch chemische Ablagerungen enthalten können. Dabei kann die Feststellung gemacht werden, daß im Bereich der Becken-Südentwicklung die grobklastischen Schichten am horizontbeständigsten sind, während sich die sandige und tonige Fazies schon früher bzw. schneller verändern und bei gegenseitiger Verzahnung oder Ablösung schräge Faziesgrenzen bilden. In den grobkörnigen Einschüttungen haben wir also den Beginn einer neuen Zyklenfolge und damit einen bedeutenden Umschwung im Sedimentationsablauf zu erblicken, der — wie ich meinen möchte — weniger auf klimatische als tektonisch-epirogene Ursachen zurückgeht.

Durch die generell von SW nach NO erfolgte Einschüttung des klastischen Materials tritt die zyklische Folge ebenso stark in der Horizontalen wie in der Vertikalen in Erscheinung, so daß die grobkörnige und sandige Ausbildung zugleich auch am Beckenrand, die tonig-marine dagegen im Beckeninnern vorherrscht. Mögen nun in Küstennähe gewisse Schwierigkeiten in der genauen Abgrenzung der einzelnen Zyklen auftreten, was bei jeder Gliederung und in allen Formationen in gleicher Weise der Fall ist, so ist doch eine Anpassung an diesen Zyklenaufbau als das *natürlichste Gliederungsprinzip* anzusehen. Nach dieser zyklischen Wiederkehr petrographisch ähnlicher Sedimentserien ist auch die nachfolgend dargestellte Gliederung des Buntsandsteins durchgeführt.

### III. Die Gliederung des Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies

#### 1. Der erste Zyklus - S 1 - die Stufe des Bröckelschiefers

(vgl. Abb. 3 und Tabelle I)

##### a) Die Grenze zwischen Zechstein und Buntsandstein

Schon bei der Festlegung der unteren Grenze des Buntsandsteins gehen die Meinungen nicht unerheblich auseinander. Im wesentlichen handelt es sich um die stratigraphische Einordnung des „Bröckelschiefers“ beziehungsweise der ihn faziell vertretenden

Schichten. Es sind hauptsächlich vier Auffassungen, die sich hier gegenüberstehen, nämlich den Bröckelschiefer zum Zechstein zu ziehen, ihn wegen seiner Zwischenstellung zu einem stratigraphisch selbständigen Schichtenkomplex zu machen, ihn als alleinigen Vertreter des Unteren Buntsandsteins und schließlich nur als unteren Teil des Unteren Buntsandsteins aufzufassen.

In denjenigen Gebieten, wo der Bröckelschiefer in seiner charakteristischen Ausbildung vorliegt und auch der Zechstein in den faziell oft ähnlichen „Oberen Letten“ entwickelt ist, erscheint eine stratigraphische Trennung beider Schichtglieder und damit von Perm und Trias nicht recht angezeigt. So haben sich auch früher O. GRUPE (1935) und G. RICHTER (1941) dafür ausgesprochen, den Bröckelschiefer zweckmäßigerweise in den Zechstein einzustufen.

Umgekehrt kann nicht bestritten werden, daß der Bröckelschiefer zum Rande seines Verbreitungsgebietes hin in sandige und sogar grobklastische Schichten übergeht, die faziell gesehen in den Buntsandstein gehören. Diese Zwischenstellung hatte schon F. MOESTA (1876 u. 1886) veranlaßt, dem Bröckelschiefer auf einigen geologischen Karten des nordöstlichen Hessens eine Sonderstellung einzuräumen, d. h. — versehen mit dem Symbol „zs“ — ihn sowohl vom Zechstein wie vom Buntsandstein zu lösen.

In Bayern und in manchen Teilen Südwestdeutschlands sind der Bröckelschiefer und seine faziellen Vertretungen dem Unteren Buntsandstein gleichgesetzt worden. Dies geschah unter besonderem Hinweis darauf, daß dem genannten Horizont faziell eine ausgesprochene Eigenständigkeit zukommt, ganz besonders gegenüber den ihn überlagernden Sandsteinfolgen. Erst kürzlich ist von dieser u. a. von H. THÜRACH und M. SCHUSTER vorgenommenen Einstufung abgegangen worden, und zwar zugunsten der sonst in Südwestdeutschland vorherrschenden Abgrenzung von *su* und *sm* nach dem „Eck'schen Konglomerat“.

Am weitesten verbreitet ist aber die vierte Variante, nach der der Bröckelschiefer nur den unteren Teil des Unteren Buntsandsteins repräsentiert. Es kann dabei unberücksichtigt bleiben, daß der Begriff „Unterer Buntsandstein“ in den einzelnen Gebieten stratigraphisch oft ganz verschieden weit ins Hangende hinaufreicht. Diese Einstufung hat in Südwestdeutschland ebenso wie in den ausgedehnten Buntsandsteingebieten des Odenwaldes, Niederhessens, Südhannovers etc. Anwendung gefunden.

Betrachtet man den Horizont des Bröckelschiefers vom Standpunkt des hier angestrebten zyklischen Gliederungsprinzips, so muß die Feststellung gemacht werden, daß er eine in sich abgeschlossene, selbständige Sedimentabfolge bildet. Diese ist angezeigt durch die sandige und z. T. grobklastische Fazies am Beckenrand und durch die tonigen Schichten mit Dolomiteinlagerungen und Gipsen in den mehr küstenferneren Teilen des Troges. In diesem Faziesaufbau unterscheidet er sich sowohl von den Schichtenfolgen in seinem Hangenden als auch von den Sedimenten des Z 4 in seinem Liegenden. In den Sandsteinen über ihm ist der Beginn eines neuen, nächst höheren Zyklus zu erblicken, der seinerseits nach oben und beckenwärts sich zu einer eigenen tonigen und wechselweise marinen Fazies hin entwickelt. Gegenüber seinem Liegenden tritt die Eigenständigkeit des Bröckelschiefers vielleicht erst dann deutlicher hervor, wenn er über ein größeres Gebiet hinweg, insbesondere über den Ablagerungsraum der

„Oberen Letten“ hinaus, einer Betrachtung unterzogen wird. Am Rande des Beckens sind es die sandigen Schichten vom Typus Buntsandstein und das — wenigstens in Südwestdeutschland festzustellende — transgressive Auftreten, das den Horizont vom Liegenden abhebt. Mehr im Beckeninneren, z. B. im Hannoverschen, wird die Gegensätzlichkeit beider Schichtenglieder dadurch hervorgehoben, daß der Bröckelschiefer noch in der für ihn charakteristischen Ausbildung vorliegt, der Z 4 unter ihm aber eine saline Entwicklung besitzt (vgl. Abb. 3).

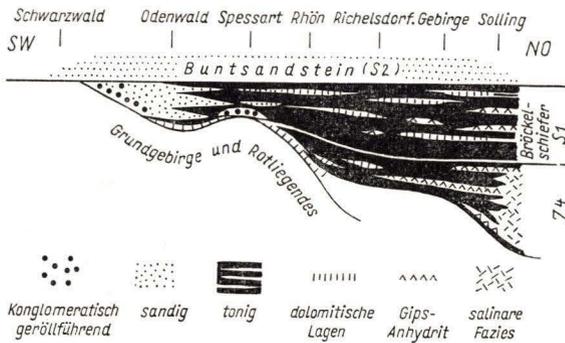


Abb. 3. Der fazielle Aufbau des ersten Schüttungszyklus (S1 – Bröckelschiefer) im Buntsandstein der südlichen Beckenentwicklung; schematisch.

So gibt sich der Bröckelschiefer also als ein selbständiger Sedimentationszyklus zu erkennen, als eine Abfolge, die gegenüber den im Liegenden und Hangenden auftretenden Schichten eine eigene fazielle Entwicklung aufweist. Bei der Frage nach einer einheitlichen Abgrenzung der unteren Trias kann es daher nur darum gehen, ob der Bröckelschiefer als ein Zyklus des Zechsteins oder als ein solcher des Buntsandsteins aufzufassen ist. Die Tatsache, daß der stratigraphisch so umstrittene Horizont noch vorwiegend in mariner Fazies vorliegt, ist allein kein ausreichendes Argument, den Bröckelschiefer in den Zechstein einzustufen.<sup>1)</sup> Mag dieser faziell eigenständige Zyklus in mancher Hinsicht eine Zwischenstellung einnehmen und selbst auch im südlichen Teil des Beckens eine vorwiegend marine Entwicklung haben, so muß er unter Berücksichtigung seiner petrographisch-faziellen Ausbildung doch als der unterste Zyklus des Buntsandsteins angesehen werden. Diese Einstufung scheint mir dadurch gerechtfertigt, daß mit dem Bröckelschiefer die Sedimentation von Schichten beginnt, die ihrem Charakter nach bereits in den Buntsandstein gehören. Dies wird so recht deutlich

<sup>1)</sup> Die von mir auf der Herbsttagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Freiburg, 1957, propagierte Einstufung des Bröckelschiefers in den Zechstein muß danach revidiert werden. Es ist zu bedenken, daß schließlich alle Zyklen des Buntsandsteins beckenwärts in eine tonig-marine Fazies übergehen, nur mit dem graduellen Unterschied, daß dieser Übergang im Bröckelschiefer, unmittelbar im Anschluß an den Zechstein, noch sehr küstennah erfolgt.

am Beckenrand, wo er durch echte Buntsandsteinsedimente vertreten ist und gilt letztlich auch für die sich aus diesen entwickelnde feinsandig-tonige und marine Fazies in den randferneren Teilen des Troges.

Bezeichnend für diesen ersten Zyklus des Buntsandsteins ist die Situation, daß die eigentlich sandige Fazies noch nicht sehr weit gegen das Beckeninnere vorstößt, daß also im weitaus größten Teil des Troges noch eine tonige und wechselweise marine Fazies dominiert. Gegenüber dem Z 4 zeichnet sich damit aber schon eine beginnende Versandung des Beckens ab, die besonders auch dort kenntlich wird, wo die Schichten unter dem Bröckelschiefer eine saline Ausbildung besitzen. Für den Buntsandstein gesehen ist aber der erste Zyklus eine Epoche noch vorherrschend mariner Absatzbedingungen, die im weiteren Ablauf der Sedimentation durch das schrittweise Vorrücken sandiger Einschüttungen immer mehr beckenwärts zurückgedrängt werden.

#### b) Die fazielle Entwicklung des S 1

Am *südwestlichen Beckenrand*, in der Pfalz, in den Nordvogesen und im Nordschwarzwald wird der Bröckelschiefer durch mehr oder weniger geschlossene Sandsteinfolgen und örtlich auch durch konglomeratische Sedimente vertreten. Wenig weiter beckenwärts spalten sich diese sandigen Einschüttungen immer mehr auf, sie bilden dann nur noch einzelne Bänke zwischen den tonigen und tonig-sandigen Ablagerungen, bis schließlich ganz die eigentliche Bröckelschieferfazies vorliegt. Allerdings sind die Ansichten darüber, wie dieser fazielle Übergang erfolgt und welche Schichten am Rande speziell den Bröckelschiefer vertreten, noch geteilt. So sehen H. THÜRACH (1894 und 1895) und M. SCHUSTER (1932) z. B. in den (unteren) „Tigersandsteinen“ des Nordschwarzwaldes eine im Odenwald sich verlierende sandige Fazies des Bröckelschiefers, während demgegenüber A. VOLLRATH (1939) die Auffassung vertritt, daß der (untere) „Tigersandstein“ mit dem „Heigenbrücker Sandstein“ (= [oberer] „Tigersandstein“) über dem Bröckelschiefer zu verbinden ist. Beide Anschauungen sind schematisch in der Abb. 4 gegenübergestellt worden.

In der *Pfalz* wird der S 1 durch den „Annweiler Sandstein“ vertreten. Es handelt sich um feinkörnige, dickbankige, rote Sandsteine, die nach unten sowohl wie nach oben dünnplattig werden und reichlich Tonzwischenlagen aufnehmen („Untere“ und „Obere Leberschiefer“). Hier will es also scheinen, daß der „Annweiler Sandstein“ dem (unteren) „Tigersandstein“ M. SCHUSTERS faziell entspricht, um so mehr, als über den bis 5 m mächtigen „Oberen Leberschiefern“, aber noch unter dem „Eck'schen Horizont“ sich die sog. „Geröllfreien Sandsteine“ einschieben, die dann als Vertretung der (oberen) „Tigersandsteine“ bzw. des „Heigenbrücker Sandsteines“ aufzufassen sind. In der nördlichen Pfalz werden die Schichten des „Annweiler Sandsteines“ („Unterer Buntsandstein“) nach Ansicht von GÜMBEL, REIS, SCHUSTER, FORCHE u. a. durch das „Staufer Konglomerat“ vertreten. Es ist dies eine etwa 20 m mächtige, rotviolette Serie wenig gerundeter Gerölle von Rotliegendgesteinen.

Im *Odenwald* herrscht bereits schon die eigentliche Bröckelschieferfazies vor. Immerhin treten hier noch verhältnismäßig reichlich Einschaltungen fleckiger, karbona-

tischer Sandsteine auf. An der Basis befindet sich häufig ein Grundkonglomerat, eine meist dolomitisch verkittete Brekzie aus älterem Gesteinsmaterial. Die obere Grenze des „Bröckelschiefers“ bzw. der „Schieferletten“ ist durch einen Übergang zu den hangenden Schichten gekennzeichnet. So stellen sich immer häufiger Sandsteinbänke ein, die schließlich sehr bald in die (oberen) „Tigersandsteine“ oder — wie man im Spessart dann sagt — in die „Heigenbrücker Sandsteine“ (unseres S 2) überleiten.

Aus den Faziesverhältnissen am südwestdeutschen Beckenrand geht hervor, daß während der Sedimentation im S 1 die sandige Fazies sich von unten nach oben beckenwärts stetig vorschiebt bzw. am Rande auf zunehmend tiefere Schichten übergreift. Da auch die Sedimente des S 2 darüber sandig entwickelt sind, kommt es am Rande zu einer faziellen Verschmelzung der unteren mit den oberen Tigersandsteinen und mithin von S 1 und S 2. Man wird den Gegebenheiten wohl am ehesten gerecht, wenn man die in Abb. 4 gegenübergestellten Auffassungen SCHUSTERS und VOLLRATS miteinander kombiniert. Die Vorstellung, daß mit Einsetzen des Bröckelschieferhorizontes, unseres S 1, die allmähliche Versandung des Beckens beginnt, die dann von Zyklus zu Zyklus immer weiter fortschreitet, würde mit einer solchen Faziesdeutung auch sehr gut in Einklang stehen.

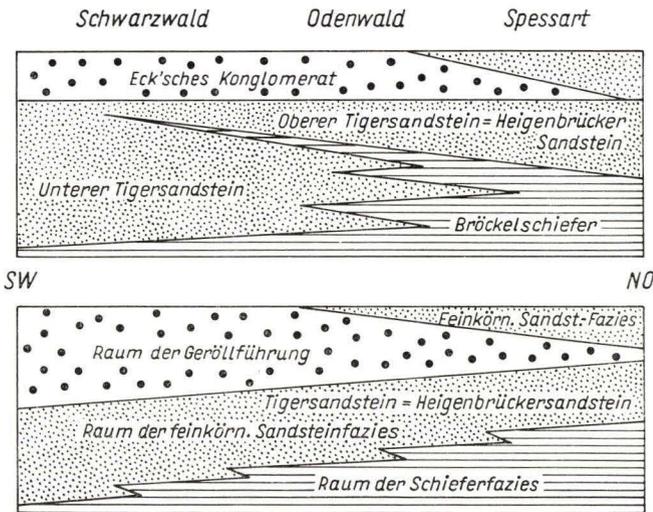


Abb. 4. Die faziell-stratigraphische Stellung des Bröckelschiefers in Südwestdeutschland nach der Auffassung von M. SCHUSTER, 1932 (oben) und A. VOLLRATH, 1939 (unten).

Eine ähnliche Faziesausbildung wie am südwestdeutschen Beckenrand zeigt der S 1 auch am Südrand der *Böhmischen Masse*. Ob die in Südthüringen und Oberfranken im Hangenden der tonigen Bröckelschiefer, aber noch unter dem „Kulmbacher Konglomerat“ auftretenden „Feinkörnigen Sandsteine“ ausschließlich und überall dem

(oberen) „Tigersandstein“ bzw. dem „Heigenbrücker Sandstein“ entsprechen oder doch in ihrem unteren Teil dem S 1 zuzuweisen sind, scheint mir noch nicht völlig entschieden. Noch randnäher werden die untersten Schichten des Buntsandsteins von den konglomeratisch-terrestrischen Ablagerungen der „Permotrias“ mit vertreten. Konglomeratische Einschaltungen kommen auch in den randnah gelegenen Bröckelschiefern Ostthüringens nördlich des Thüringer Waldes vor.

Gewisse Schwierigkeiten der Zuordnung zum S 1 ergeben sich bislang noch für die untersten Schichten des Buntsandsteins am *Ostrand der Rheinischen Masse* (H. L. F. MEYER, 1910, O. GRUPE, 1935). Einstweilen muß noch offenbleiben, ob die Bröckelschiefer durch den sog. „Bausandstein“ mitvertreten werden, der z. B. zwischen Marburg und dem Kellerwald direkt über dem konglomeratischen Zechstein Frankenger Fazies entwickelt ist. Weiter nördlich, bei Marsberg, sollen nach GRUPE die dortigen „Grenzsande“ nicht nur den Horizont der „Oberen Zechsteinletten“, sondern auch den Bröckelschiefer mit umfassen. Die stratigraphische Einstufung der Schichten dicht am Beckenrande macht verschiedentlich eben noch Schwierigkeiten und daher weitere Spezialuntersuchungen erforderlich.

Im übrigen *Hessen* und in *Unterfranken* herrscht überall die eigentliche Bröckelschieferfazies vor. Die im Odenwald noch vorhandenen Sandsteinpartien verlieren sich beckenwärts immer mehr, wenn auch sandige Zwischenschaltungen in den feinsandigen, glimmerigen Tonsteinen immer wieder enthalten sind. Daneben treten reichlich dolomitische Einlagerungen auf und schließlich, besonders weiter nördlich, auch Gips und Anhydrit. Interessant ist, daß im Gebiet *Nordhessens* und *Südhanovers* an der Basis des Bröckelschiefers meist grobkörnige Sandsteine anzutreffen sind. Sie stellen eine brauchbare Grenzschiefer zur Fazies der Oberen Zechsteinletten dar, die im gleichen Gebiet beginnen, eine saline Ausbildung anzunehmen. Faziell gesehen werden die Schichten des Bröckelschiefers durch die Einschaltung von chemischen, speziell salinischen Sedimenten dem Zechstein immer ähnlicher. Trotz dieser Faziesangleichung ist nach dem Obengesagten in den Bröckelschiefern der erste Zyklus des Buntsandsteins zu erblicken, der mit seiner weit verbreiteten sandigen Randfazies und der entsprechend beckenwärts weiter zurückgedrängten salinischen Entwicklung gegenüber dem Zechstein den Beginn einer neuen Sedimentationsperiode anzeigt.

## 2. Der zweite Zyklus – S 2 – die Fränkische Stufe

(vgl. Abb. 5 und Tabelle 2)

Über den Schichten des „Bröckelschiefers“ bzw. seiner randlichen Bildungen stellen sich teils durch gewisse Übergänge verbunden, meist aber recht scharf begrenzt, die sandigen Folgen des zweiten Zyklus ein. Grobkörnige Einschüttungen fehlen im allgemeinen an seiner Basis, was darauf schließen läßt, daß der Wechsel von den tonig-marinen zu den mehr festländisch-sandigen Ablagerungen ziemlich stetig erfolgt ist. Dennoch zeichnet sich der Beginn der sandigen Einschüttungen recht deutlich ab, die — wie schon die Abb. 3 zeigte — weit über die tonigen Schichten des Bröckelschiefers hinweg praktisch durch das ganze südliche Becken des Buntsandsteins aushalten.

Diese sandige Einschüttung stellt nun ihrerseits den Beginn eines selbständigen Sedimentationszyklus dar, in dem das Material nach oben und auch in nördlicher Richtung zunehmend feiner und toniger wird, bis eine plötzlich einsetzende Grobsandeinschüttung — sie wird „Stubensand“, „Stubensandstein“, „Volpriehausener Sandstein“ und „Mittlerer Geröllhorizont“ genannt — den Ablauf unterbricht (vgl. Abb. 5). In dieser gleichsinnig sich verändernden Schichtenfolge von sandig nach tonig zwischen Oberkante Brückelschiefer und Unterkante der genannten Grobsandeinschüttung kommt eben ein neuer, der zweite große Zyklus zum Ausdruck — die „Fränkische Stufe“ — wie sie hier genannt sei, weil in Franken, speziell im Spessart, gerade die Schichten dieses Zyklus weit verbreitet sind.

a) Die konglomeratisch-sandige Fazies des S 2

Am Rande des Buntsandsteinbeckens, in Nachbarschaft der Liefergebiete, liegen die Schichten des S 2 in geschlossenen und ziemlich grobkörnigen, ja gebietsweise auch konglomeratischen Sandsteinfolgen vor. Diese Ausbildung ist in den Vogesen und im Schwarzwald entwickelt und hält in nördlicher Richtung bis in die Pfalz und geröllführend auch bis in den Odenwald hinein an. Die konglomeratisch-sandige Fazies dürfte aber auch den Nordrand der Vindelizischen Schwelle begleiten und wird, in ähnlicher Entwicklung wie im SW, dann auch am Südrand der Böhmisches Masse angetroffen.

Im *Schwarzwald* und in den *Vogesen* (vgl. Tab. 2) setzt der S 2 gleich an der Basis mit geröllführenden und konglomeratischen Schichten ein („Unteres“ oder „Eck’sches Konglomerat“), und auch die darüberfolgenden, ziemlich geschlossenen Sandsteinserien weisen neben hohem Kaolingehalt eine immer noch schwache Geröllführung auf. Die Grenze zum nächsthöheren Zyklus ist im Schwarzwald wegen der zunehmenden Gleichartigkeit der Schichten allerdings nicht genau festzulegen, dagegen läßt sich die Trennung von S 2 und S 3 in den mehr beckenwärts gelegenen Vogesen meist überall durchführen.

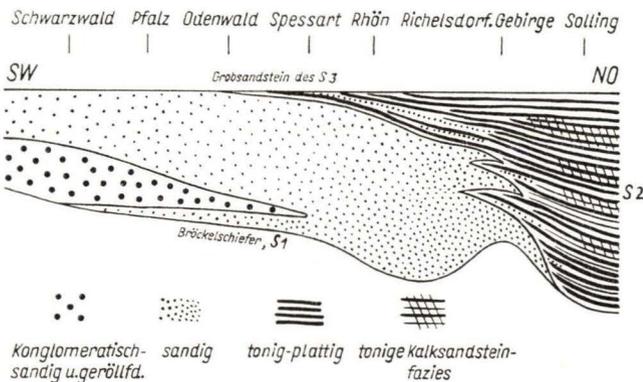


Abb. 5. Der fazielle Aufbau des zweiten Schüttungszyklus (S 2) im Buntsandstein südlicher Beckenentwicklung; schematisch.

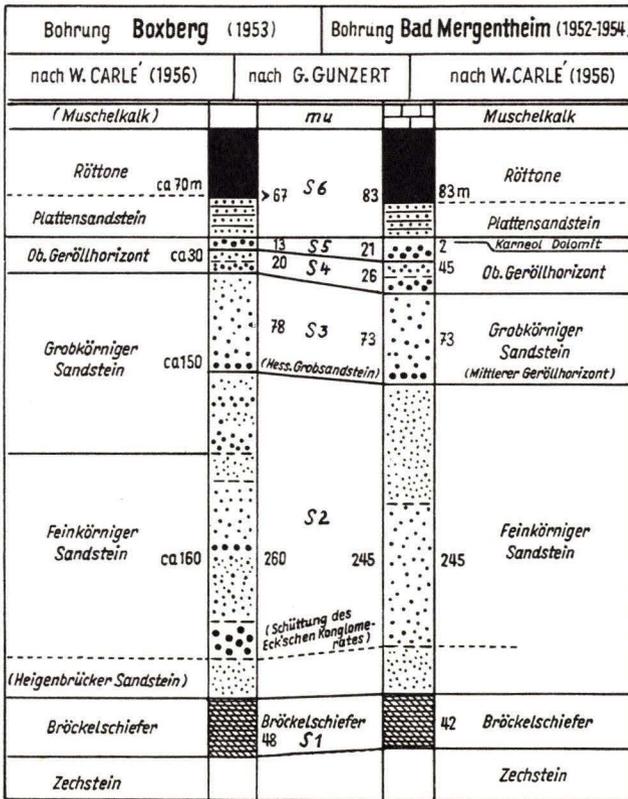
In der *Pfalz*, wo die Sedimente bereits eine bessere Klassierung erfahren haben, gehören die sogenannten „Trifels“- und „Rehbergsschichten“ dem zweiten Zyklus des Buntsandsteins an. Es handelt sich auch hier noch um ziemlich geschlossene, grobkörnige Sandsteinsfolgen, die teils quarzitisch sind und in denen Tonzwischenlagen entweder fehlen oder doch stark zurücktreten. Im unteren Teil der „Trifelsschichten“ sind geröllführende Sandsteine entwickelt, die faziell dem „Eck'schen Konglomerat“ gleichzusetzen sind (H. THÜRACH 1894, A. STRIGEL 1929).

Ganz ähnlich entwickelt ist der S 2 auch im *Odenwald*, doch stellen sich hier schon häufiger feinkörnige Sandsteine und tonige Zwischenschichten ein. Über den 10 – 40 m mächtigen (oberen) „Tigersandsteinen“, die übrigens auch in der *Pfalz* entwickelt sind, folgen wieder die grobkörnigen, geröllführenden Sandsteine des „Eck'schen Konglomerats“. Sie sind wechselnd mächtig und verlieren nach NO und O mehr und mehr an Bedeutung. Die Hauptmasse des S 2 wird durch mittelkörnige Sandsteine vertreten, die nun bezeichnenderweise nach oben feinkörniger werden und reichlich Tonzwischenlagen aufnehmen. Es sind dies die sogenannten „Oberen Pseudomorphosen-Sandsteine“ oder — wie sie W. HOPPE (1926) später nannte — die „Feinkörnigen Sandsteine mit Lettenbänken“. In dieser tonigen Ausbildung der obersten 40 – 60 m mächtigen Serie zeichnet sich bereits recht deutlich der zyklische Aufbau der zweiten Sedimentabfolge ab, eine Entwicklung, die noch weiter vom Beckenrand entfernt, zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Eine ebenfalls konglomeratisch-sandige Ausbildung besitzt der S 2 offenbar auch am *Nordrand der Vindelizischen Schwelle*. Darauf deuten die Ergebnisse der Bohrungen hin, die zum Beispiel im Gebiet der Tauber und bei Nürnberg niedergebracht worden sind.

In der *Bohrung Mergentheim*, deren Profil W. CARLÉ (1956) kürzlich mitgeteilt hat, gehört die ganze dort als „Feinkörniger Sandstein“ bezeichnete Folge unserem S 2 an. Diese wird hier von rund 240 m mächtigen, hell- bis rotfarbigen Sandsteinen gebildet, die in den unteren beiden Dritteln teilweise grobkörniger, im oberen Drittel aber feinkörnig entwickelt sind. Das „Eck'sche Konglomerat“ soll nach Ansicht von CARLÉ fehlen. Ich möchte dieser Auffassung nur insofern beipflichten, als diese grobklastische Einschüttung nicht als „Horizont“, d. h. als nach unten und oben scharf begrenzter, geröllführender Schichtkomplex in Erscheinung tritt. Dafür setzen aber nach den mir von der Gewerkschaft Brigitta freundlicherweise vorgelegten Proben in entsprechender Position über dem „Bröckelschiefer“ sehr plötzlich ziemlich grobkörnige Sandsteine ein (Korndurchmesser von 1 mm), die mehr oder weniger deutlich über eine 80 m mächtige Partie anhalten, also den ganzen mittleren Teil unseres S 2 einnehmen (vgl. Abb. 6). In diesem Einsetzen größeren Materials 20 – 30 m über dem Bröckelschiefer zeichnet sich eben doch das „Eck'sche Konglomerat“ in gewisser Weise ab, nur daß die Vergrößerung geringer und auch weiter ins Hangende hinein anhält. Ein stärkerer Einfluß vom Rande her, der sich ja ganz allgemein in einer Vergrößerung der Sedimente ausdrückt, ist danach unverkennbar.

Die Proben der Bohrung Mergentheim sind zudem ziemlich stark zerrieben, so daß auch dahingestellt bleiben muß, ob sie so ganz die wirklichen Verhältnisse wiedergeben. Bessere Daten liefert deshalb vielleicht die von der Gewerkschaft Brigitta nie-



bearbeitet von der Gewerkschaft Brigitta | bearbeitet von W. CARLÉ

Abb. 6. Die stratigraphisch-faziellen Beziehungen des Buntsandsteins in den Bohrungen Boxberg und Bad Mergentheim in der Deutung nach W. CARLÉ (1956) und G. GUNZERT; vereinfacht.

dergebrachte *Bohrung Boxberg*, die etwa 12 km westsüdwestlich von der Bohrung Mergentheim liegt. Jene zeigt bei ganz ähnlichen Mächtigkeitsverhältnissen des S 2 ebenfalls rund 30 m über dem „Bröckelschiefer“ den Einsatz grobkörniger und geröllführender Sandsteine, die hier sogar bei wechselnder Ausbildung bis zur Basis des S 3 anhalten und auch zwischendurch noch Bänke mit Geröllen von 6 mm Durchmesser aufweisen. Der S 2 liegt also im Bereich des Taubergebietes in ziemlich grobkörniger Fazies vor, die — da nach Norden und auch schon bei Mergentheim eine Verfeinerung des Kornes zu beobachten ist — eine Abhängigkeit zu einem südlicher gelegenen Schüttungsgebiet deutlich macht.

Ähnlich sind auch prinzipiell die Profile in den *Bohrungen bei Nürnberg* zu deuten. Wenn auch nach den von A. WURM (1929) mitgeteilten Ergebnissen eine zyklische Zuordnung nicht möglich ist, so scheinen sich doch auch hier grobklastische Sedimente in stärkerem Maß am Schichtenaufbau des tieferen Buntsandsteins zu beteiligen.

In Form grober Konglomerate liegt der S 2 dann weiter in *Oberfranken* und in der *Oberpfalz* vor. Die nahe Nachbarschaft zum Liefergebiet und die Anlagerung der Schichten mit basalen Konglomeraten setzt auch hier der stratigraphischen Zuordnung mitunter Schwierigkeiten in den Weg. Sicher ist zumindest, daß das „Kulmbacher Konglomerat“ — vielleicht auch nur dieses allein — den S 2 vertritt. Fazill-stratigraphisch ist es mit dem „Eck'schen Konglomerat“ Südwestdeutschlands, also mit der gleichen Einschüttungsphase grobklastischer Sedimente gleichzusetzen, worauf auch schon P. DORN (1931) hingewiesen hat.

#### b) Die sandige Fazies des S 2

Mehr beckenwärts verlieren sich die geröllreichen und konglomeratischen Einschaltungen, und es stellen sich zunächst rein sandige Folgen ein, die anfänglich noch mittelkörnig sind, aber dann schon reichlicher feinkörnige Partien und auch tonige Zwischenlagen enthalten. Das Gebiet, in dem der S 2 vorwiegend sandig ausgebildet ist, umfaßt in der Hauptsache den Spessart, Mainfranken und das östliche Hessen mit Vogelsberg und Rhön.

Die Schichtenfolge des S 2 im *Spessart* besteht aus vorherrschend mittelkörnigen (0,4 – 0,6 mm) und auch nur mittel- bis dickbankigen Sandsteinen, die — verglichen mit den gleichen Serien am unteren Neckar — in der Pfalz usw. schon häufiger Tonzwischenlagen und sandig-tonige, glimmerreiche, parallelschichtige Einschaltungen führen. Mehr nach der Farbe als nach lithologischen Gesichtspunkten ist hier eine Zweiteilung gegeben, und zwar in die untere hellfarbige Partie der „Heigenbrücker Sandsteine“ und die obere rotfarbige Partie der „Miltener Sandsteine“. Die Grenze beider ist nicht sonderlich horizontbeständig, fällt aber nach einigen spärlichen Geröllfunden, die im Spessart noch über dem Heigenbrücker Sandstein gemacht worden sind, mit dem Niveau des Eck'schen Konglomerates zusammen. Ganz ähnlich wie im Odenwald stellen sich — dem zyklischen Aufbau folgend — in der oberen Partie zunehmend reichlicher tonige Zwischenlagen ein.

Im *Fliedegebiet* und in der *Rhön* nimmt der Anteil feinkörniger Sandsteine weiter zu. Auch stellen sich, besonders in der mittleren Partie der hier 320 m mächtigen S 2-Stufe, immer mehr lichtrosa und helle Sandsteine ein, die reichlich Glimmer führen und weniger fest sind. Im oberen Drittel kommen neben reichlicher tonigen Zwischenlagen nun auch schon plattige Sandsteine vor, d. h., es vollzieht sich allmählich der Übergang in die eigentlich tonig-plattige Fazies des S 2, die weiter nördlich immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Etwa nördlich der Linie Gießen–Hünfeld–Salzungen (?) beginnt die sandige Fazies des S 2 zugunsten der von oben her sich einstellenden tonigen Entwicklung an Mächtigkeit zu verlieren. Im großen gesehen, bildet sich zunächst eine Zweiteilung heraus in eine untere sandige und obere tonig-plattige Partie, wobei letztere nach Norden stetig an Mächtigkeit gewinnt und schließlich die gesamte Schichtenfolge des S 2 vertritt.

Während im *Haunetal* nördlich von Hünfeld und auch z. B. im *Schlitzerland* die obere tonige Fazies noch geringmächtig ist, nehmen im hessischen *Werra-Kaligebiet*

die sandigen Schichten der unteren Partie über dem Bröckelschiefer nur noch  $\frac{2}{3}$  der gesamten, hier 360 m betragenden S 2-Mächtigkeit ein. Ihre nur noch mittelbankigen Sandsteine sind von lichtroter und weißer Farbe, feinkörnig (0,1 – 0,3 mm), oft mürbe und reich an Glimmer, der manchen Bänken eine rhythmische Feintextur verleiht. Dazwischen treten auch schon häufiger rote tonige und tonig-sandige Lagen auf.

In ganz ähnlicher Ausbildung liegt der S 2 dann auch im *Knüllgebiet* bei Neukirchen und in der Gegend von Alsfeld vor, nur daß die milden hellen Sandsteine der tieferen Partie des S 2 hier einen noch geringeren Anteil an der Gesamtmächtigkeit der Stufe ausmachen dürften.

Im *Richelsdorfer Gebirge* und nach Westen bis in das Gebiet der Fulda zwischen Rotenburg und Melsungen beginnt auch der untere sandige Teil durch tonige Zwischenschaltungen aufzuspalten. Nach den feinstratigraphischen Aufnahmen von G. RICHTER (1941) läßt sich über dem Bröckelschiefer zunächst eine untere tonreichere, rötliche Serie aus feinkörnigen, dünn- bis mittelbankigen Sandsteinen aushalten, denen nach oben mehr feste weiße Sandsteine mit weniger Tonzwischenlagen folgen („Alheimer Sandstein“). Beide Parteien, die zusammen etwa  $\frac{2}{3}$  der S 2-Mächtigkeit ausmachen, spalten aber weiter auf, um der tonig-plattigen Fazies Platz zu machen.

Im Raum von *Eschwege* dürften die hellen, milden, glimmerreichen und von tonigen Zwischenlagen unterbrochenen Sandsteine des unteren S 2 nur noch  $\frac{3}{5}$  der Gesamtmächtigkeit einnehmen. Die Zunahme der tonig-plattigen Fazies auf Kosten der sandigen erfolgt aber dann weiter zum Beckeninneren sehr plötzlich, so daß im nordwestlichen *Werra-Grauwackengebirge* und am *Meißner*, also in Richtung auf den Kaufunger Wald und Bramwald zu, schließlich nur noch unmittelbar über dem Bröckelschiefer eine 20 bis 50 m mächtige Sandsteinserie vorhanden ist. Die ganze übrige Folge des S 2 von etwa 200 – 300 m Mächtigkeit liegt bereits in der tonig-plattigen Fazies vor.

In petrographisch etwas anderer Ausbildung, aber ebenfalls dem zyklischen Aufbau folgend, ist die sandige Fazies des S 2 am *Ostrand der Rheinischen Masse* zwischen Marburg und dem Kellerwald entwickelt. Über dem hier konglomeratischen Zechstein Frankenberger Fazies liegt zunächst eine 15 – 25 m mächtige Serie mittel- bis dickbankiger, feinkörniger Sandsteine („Bausandstein“), die reichlich ebenschichtige, glimmerreiche Sandsteinschiefer enthalten und auch dünne Lagen konglomeratischen Materials des Grundgebirges einschließen. Ob diese Sandsteine eine Randfazies des Bröckelschiefers darstellen oder ganz dem S 2 zuzuweisen sind, ist noch nicht geklärt. Interessant ist aber, daß sandige Schichten auch hier den unteren Teil des Profils bilden, während sich nach oben durch Aufnahme dünnschichtiger und tonreicher Lagen allmählich die „Lettensandsteine“ O. H. SCHINDEWOLF's (1928) einstellen. Nördlich des Kellerwaldes — auf die hessisch-westfälische Landesgrenze zu — werden die tonigen Zwischenschichten immer häufiger, so daß hier, vielleicht mit Ausnahme der untersten Meter, wieder der ganze S 2 in der tonig-plattigen Ausbildung vorliegt.

Rückblickend ergibt sich also, daß die konglomeratisch-sandigen Folgen des Beckenrandes zum Innern hin zunächst in sandige Serien übergehen, die ihrerseits nach Norden an Mächtigkeit immer mehr verlieren. Von oben her stellen sich, dem zyklischen

Aufbau folgend, auf Kosten der sandigen Schichten die tonig-plattigen Serien ein, die im nördlichen Teil des Südbeckens schließlich allein den zweiten Zyklus des Buntsandsteins vertreten.

### c) Die tonig-plattige Fazies des S 2

Die ersten Anzeichen der tonig-plattigen Fazies im oberen Teil des S 2 lassen sich bereits im *Odenwald* und *Spessart* sowie in gewisser Weise auch in der Bohrung Mergentheim erkennen. Hier sind es zunächst noch feinkörnige Sandsteine mit meist reichlicherer Beteiligung toniger Zwischenlagen. In der *Rhön* stellen sich dann schon mehr plattige Sandsteine ein und schließlich erfolgt der Übergang in die eigentlich tonig-plattige Fazies, die nördlich der Linie Gießen-Hünfeld immer mächtiger wird.

Beträgt die Mächtigkeit nördlich Hünfeld im Haunetal und im *Schlitzerland* zunächst noch 30 – 40 m, so nehmen die tonigen Schichten bei Alsfeld, im Knüll, im Richelsdorfer Gebirge bei Eschwege und im Werra-Kaligebiet — also im *nordöstlichen Hessen* — schon  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{2}{3}$  der Gesamtmächtigkeit des S 2 ein. Es handelt sich ziemlich gleichbleibend um eine dunkelrote Wechselfolge durchweg feinkörniger (bis 0,2 mm), plattiger, harter Sandsteine mit reichlich Glimmer und roten, ebenfalls glimmerigen Tonschichten, die sich vielleicht bis zu 30% am Aufbau der Gesteinsfolgen beteiligen.

Im *Werra-Grauwackengebirge*, besonders in seinem nordwestlichen Teil gegen den Kaufunger Wald und Bramwald zu, wird mit Ausnahme der untersten 20 bis 50 m mächtigen Sandsteinpartie der ganze S 2 durch diese tonig-plattige Fazies vertreten. Hier schalten sich auch weiße, quarzitishe Sandsteinplatten ein sowie braunrote Sandsteinbänkchen, die mit Eisen-Manganflecken ausgestattet sind und einen primär vorhanden gewesenen Karbonatgehalt verraten.

Auch am *Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges* ist die tonig-plattige Fazies des S 2 vertreten. Sie beschränkt sich bei Marburg noch deutlich auf den obersten Teil, gewinnt aber nach Norden mehr und mehr die Oberhand, um schließlich die ganze Folge einzunehmen. Während die tieferen Partien noch als milde „Lettensandsteine“ vorliegen, stellen sich zuoberst plattige Sandsteine ein, in denen *Avicula purchisoni* GEIN. vorkommt. A. DENCKMANN (1902) nannte diese unter seinen Stubensanden auftretenden muschelführenden Schichten „Gervillienplatten“. Sie wurden später von E. KAYSER (1915), W. DIENEMANN (1915), O. H. SCHINDEWOLF (1928), M. BLANCKENHORN (1950) u. a. im ganzen Gebiet zwischen Marburg und Treysa festgestellt und übereinstimmend — eben wegen ihrer Aviculaführung — dem Mittleren Buntsandstein zugeordnet. Ich möchte vorläufig noch, soweit nicht neue Untersuchungen zu einer Abkehr von dieser Auffassung zwingen, diese „Gervillienplatten“ zum S 2 rechnen, der damit regional auch die Phase brackisch-mariner Schichtabsätze erreichen würde. Abgesehen von diesem speziellen Fall vermag ich auch nicht einzusehen, warum die brackisch-marine Aviculafazies grundsätzlich nicht auch im Unteren Buntsandstein im seitherigen, sehr wechselnden Sinne oder allgemeiner, im unteren Teil der Formationsabteilung auftreten sollte, wo doch im Bereich der nördlichen Beckenentwicklung gerade in diesen Schichten durch die Rogensteine oder das Auftreten von Gips respektive Anhydrit marine Verhältnisse angezeigt sind.

In Nähe der Küstenregion tritt etwa zwischen den „Lettensandsteinen“ und den „Gervillienplatten“ häufig auch eine 5 – 15 m mächtige Grobsandeinschüttung auf. M. BLANCKENHORN bezeichnete diese zwischen Marburg und Treysa entwickelten Schichten auf Blatt Wetter als „Untere Stubensande“, im Gegensatz nämlich zu den „Oberen“, die dem Stubensand DENCKMANN's identisch sind. Jene mit dem „Eck'schen Konglomerat“ Südwestdeutschlands in stratigraphische Beziehung zu setzen, wozu offenbar M. BLANCKENHORN (1950) neigte, halte ich nicht für angängig, obwohl damit ja die Zugehörigkeit der „Unteren Stubensande“ sowie der darüber folgenden „Gervillienplatten“ zum S 2 klar zum Ausdruck gebracht wäre.

Die tonig-plattige Fazies herrscht dann weiter nördlich auch im Gebiet von *Kassel* und in *Südhanover* vor. Die Ausbildung erfährt nur insofern eine Veränderung, als neben den tonigen und plattigen, teils quarzitischen Schichten sich auch Kalksandsteine einstellen. Nach O. GRUPE (1912) werden Kalkgehalte von 15 – 20% erreicht, die nicht nur an das Bindemittel geknüpft sind, sondern auch in feinoolithischer Form vorliegen. Neuere Bohrungen im Reinhardswald — Bramwald und im Solling lassen erkennen, daß unter dem „Volpriehausener Sandstein“ als Basisschicht des S 3 auch reichlicher weiße Sandsteinplatten auftreten und solche, die den „Gervillienplatten“ oberhalb der genannten S 3-Basis vollkommen ähnlich sehen (Bohrung Fredelshagen, 1955). Hier, im obersten Teil des S 2, also eine ganz analoge brackisch-marine, eventuell aviculaführende Fazies zu erblicken, wie dies auch für die „Gervillienplatten“ bei Marburg geschehen ist, liegt doch immerhin nahe.

Die tonig-plattige Kalksandsteinfazies des Sollinggebietes ist als eine Übergangsentwicklung zur *nördlichen Beckenfazies* aufzufassen. Schon bei Freden und Lamspringe, im Hildesheimer Wald und weiter im Harzvorland, im östlichen Thüringen und anscheinend ganz allgemein in Norddeutschland, haben sich aus den Kalksandsteinen echte Rogensteine entwickelt, zwischen denen, wie dies z. B. in Nordwestdeutschland der Fall ist, auch Gips- bzw. Anhydritablagerungen eingeschaltet sein können (A. BENTZ, 1926; J. WOLBURG, 1956).

Der Überblick läßt erkennen, daß die gesamte Schichtenfolge zwischen Oberkante Bröckelschiefer und Unterkante der basalen Grobsandeinschüttung des S 3 einem einzigen Großzyklus angehört und daher auch organisch sich zu einer selbständigen Stufe der Buntsandsteinformation zusammenschließt. Es zeichnet sich deutlich ab, daß die vorhandenen Stufentrennungen — es handelt sich um die Trennung zwischen *su* und *sm* nach der „Bröckelschiefer“-Oberkante, nach der Basis „Eck'sches Konglomerat“, nach der Basis „Untere Stubensande“ und schließlich nach der Basis „Aviculaführung“ — dem faziellen Aufbau der Schichtenfolgen nicht gerecht werden. Zweifellos behalten diese ihre Bedeutung für die regionalen Subgliederungen, für die Abgrenzung und Zusammenfassung zu einer Stufe aber ist der aufgezeichnete Großzyklus von der konglomeratisch-sandigen bis zur brackisch-marinen Entwicklung wirklich konsequent und von vornherein vorgezeichnet. Damit kommt die Abgrenzung des S 2 im Endergebnis auf den „Unteren Buntsandstein“ hinaus, wie ihn zu Anfang der geologischen Landesaufnahme schon F. MOESTA (1876 und 1886) im nordöstlichen Hessen ausgehalten hat.

### 3. Der dritte Zyklus — S 3 — die Hessische Stufe

(vgl. Abb. 7 und Tabelle 3)

Die Abgrenzung des dritten Zyklus ist ebenfalls recht eindeutig markiert. In vieler Hinsicht ergeben sich auffallende Parallelen im Aufbau der Schichtenfolgen zu dem vorangegangenen zweiten Zyklus. Die neue Abfolge beginnt mit einer Grobsandeinschüttung, über der in den küstennäheren Bereichen eine sandige Fazies entwickelt ist, die beckenwärts — ähnlich wie im S 2 — in eine tonig-plattige und brackisch-marine Ausbildung übergeht (vgl. Abb. 7). Die obere Grenze des dritten Zyklus bildet eine erneute Grobsandeinschüttung, die die brackisch-marine Phase plötzlich beendet und zum viertenmal einen ähnlichen Sedimentationsablauf einleitet. Wegen der weiten Verbreitung der Schichten des dritten Zyklus gerade in Hessen, soll dieser den Namen „Hessische Stufe“ erhalten.

#### a) Die basale Grobsandeinschüttung des S 3

Die Grobsandeinschüttung an der Basis des dritten Zyklus ist — wenn auch verschieden benannt und stratigraphisch unterschiedlich eingestuft — eine hervorragende Leitschicht. Allerdings trifft die von O. GRUPE (1912) vertretene und auch heute mitunter noch zu findende Auffassung nicht zu, wonach die hier besprochene grobklastische Schicht dem „Eck'schen Konglomerat“ identisch sein soll. Diese irrtümliche Korrelation ist von süddeutscher Seite aufgedeckt und richtiggestellt worden (A. STRIGEL 1929; M. SCHUSTER 1932; A. VOLLRATH 1939; u. a.), was für die gesamte Stratigraphie des deutschen Buntsandsteins von fundamentaler Bedeutung war, aber leider auch zu den bis heute nicht überwundenen Gegensätzen zwischen der norddeutschen und süddeutschen Stufengliederung geführt hat.

Obwohl nun die groben Sandsteine an der Basis unseres S 3 keine Fortsetzung im „Eck'schen Konglomerat“ finden, so haben sie doch eine überraschend weite Ver-

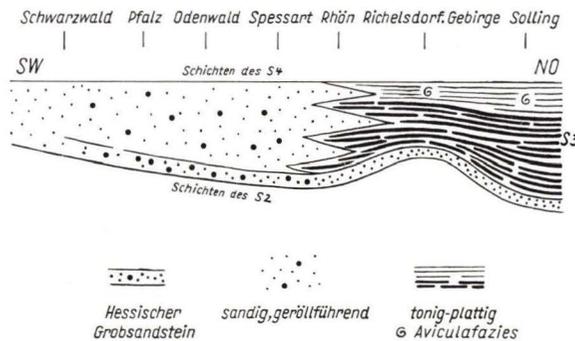


Abb. 7 Der fazielle Aufbau des dritten Schüttungszyklus (S 3) im Buntsandstein der südlichen Beckenentwicklung; schematisch.

breitung. Sieht man wieder von den üblicherweise schwierigen Deutungsmöglichkeiten in den engeren Küstenregionen ab, so ist der Basissandstein des S 3 praktisch im ganzen Bereich der südlichen Beckenfazies und auch in weiten Gebieten des nördlichen Troges entwickelt. Ich habe schon früher auf die große Bedeutung dieser Leitschicht hingewiesen und ihre Basis als die natürlichste Grenze von *su* und *sm* — oder wie wir in der neutralen Bezeichnungsweise jetzt sagen müssen — von S 2 und S 3 besonders herausgestellt (G. GUNZERT 1954).

Im südwestdeutschen Küstengebiet, im *Schwarzwald* und auch noch in den *Vogesen* tritt die basale Grobsandsteinzone wegen der allgemeinen Vergrößerung der Sedimente als selbständiges Schichtglied nicht besonders in Erscheinung. Immerhin ist der Einsatz des S 3 in den etwas mehr beckenwärts gelegenen *Vogesen* im allgemeinen schon deutlich angezeigt. Er fällt ungefähr zusammen mit dem Beginn der „Oberen Vogesensandsteine“, in denen ebenschiebtige und dünnbankige Serien schon häufiger werden und der Gehalt an Kaolin und Feldspat sowie das Auftreten von Eisen-Manganflecken in den Hintergrund treten.

Dort, wo bereits eine bessere Klassierung der Sedimente erfolgt ist, tritt der Basissandstein des S 3 schon deutlicher hervor. In der *Pfalz* wird er durch die „Konglomeratartigen Lagen“ GÜMBEL's (1897) an der Basis der Karlstalschichten vertreten, und in ähnlicher Ausbildung liegt der Horizont im *Odenwald* vor, wo er durch die (unteren) „KLEMM'schen Geröllagen“ markiert ist. In beiden Gebieten kann die Geröllführung auch noch in höhere Schichtlagen aufsteigen, d. h., es treffen auch hier ganz ähnliche Verhältnisse zu, wie sie schon beim „Eck'schen Konglomerat“ in den Bohrungen Mergentheim und Boxberg erörtert wurden.

Im *Spessart* nimmt die Häufigkeit und Größe der Gerölle schon merklich ab. Dennoch tritt der basale Grobsandstein, den M. SCHUSTER (1932) den „Mittleren Geröllhorizont“ nannte, wegen der im Liegenden (S 2) und Hangenden wesentlich feinkörniger entwickelten Schichten, besonders deutlich in Erscheinung.

Nach E. HILDEBRAND (1924) wird die gleiche Grobsandsteineinschüttung, sogar in geröllführender Ausbildung, auch bei *Wertheim* angetroffen. Bemerkenswert ist, daß durch die beiden Bohrungen *Boxberg* und *Mergentheim* das Vorhandensein des „Mittleren Geröllhorizontes“ nun auch im südlichen Taubergebiet bestätigt worden ist. Der S 3 setzt hier mit grobkörnigen Sandsteinen ein, die nach den Bohrproben Gerölle bis 8 mm Durchmesser enthalten und damit eine schon randlichere Lage der beiden Aufschlüsse anzeigen.

Die Auffassung H. SCHUSTER's, daß der im *Odenwald* und *Spessart* noch gut entwickelte „Mittlere Geröllhorizont“ bereits schon im östlichen und nördlichen *Spessart* und erst recht in der *Rhön* allmählich zu verschwinden scheint, besteht nur hinsichtlich des Auftretens von eigentlichen Geröllern zu Recht. Der Horizont als solcher, d. h. die grobsandige Einschüttung, hält nach Norden weiter an und tritt in Nordhessen und Südhannover sogar besonders deutlich in Erscheinung. Sie besteht hier ziemlich gleichbleibend aus einer 10–30 m mächtigen Folge vorwiegend heller und auch eisen-schüssiger, ziemlich kaolinreicher Sandsteine, denen gelegentlich auch einmal kleine Einzelgeröllchen eingeschaltet sein können.

Im *östlichen und nordöstlichen Hessen*, also vom Spessart bis an die Werra bei Eschwege und Witzenhausen, ist der hier als die unterste Schicht des „Mittleren Buntsandsteins“ angesehene Horizont überall durchgängig und deutlich entwickelt. Ebenso tritt er in Oberhessen, im Schlitzerland, im Knüll und Kaufunger Wald auf und ist in Bohrungen auch im *Kasseler Gebiet* regelmäßig angetroffen worden.

Am *Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges* müßten, in Konsequenz der stratigraphischen Deutung wie sie oben im S 2 aufgezeichnet worden ist, die mürben grobkörnigen „Stubensande“ DENCKMANN's den basalen Schichten des zweiten Zyklus entsprechen. Die hier entwickelte Fazies unten mehr bräunlicher oben mehr weißer, grober, mürber Sandsteine und Sande von etwa 50–60 m dürfte in ihrem höheren Teil bereits schon den S 3 über der basalen Grobsandsteinzone vertreten. In mürber Ausbildung wird der basale Horizont auch *nördlich des Kellerwaldes* angetroffen, wo Lagen mit Korngrößen von 2–3 mm festzustellen sind.

Aus den Untersuchungen H. BOIGK's geht hervor, daß die Grobsandeinschüttung an der Basis unseres S 3 auch in ganz *Südhanover* und im *Eichsfeld* verbreitet ist. Das hier als „Volpriehausener Sandstein“ bezeichnete Schichtglied besitzt eine Mächtigkeit von meist 8–20 m, wobei die Korngrößen in nördlicher Richtung etwas abzunehmen scheinen. Auch in den Bohrungen, die im Reinhardswald und Solling in letzter Zeit niedergebracht wurden, sind die Basisschichten des S 3 stets in charakteristischer Ausbildung angetroffen worden.

Die Übersicht zeigt, daß der den dritten Zyklus einleitende Grobsandstein praktisch im ganzen südlichen Teil des Buntsandsteinbeckens entwickelt ist und darüber hinaus auch im Bereich der Nordfazies als charakteristisches Schichtpaket noch weiter anhält. Diese ausgezeichnete Horizontbeständigkeit kommt durch die vielen unterschiedlichen Namen, die diese Leitschicht erhalten hat, jedoch in keiner Weise zum Ausdruck. Gerade bei dieser wohl wichtigsten Korrelationslinie des deutschen Buntsandsteins sollte aber eine einheitliche Bezeichnung angewendet werden. Der von M. SCHUSTER (1932) für den südwestdeutschen Bereich gewählte Name „Mittlerer Geröllhorizont“ ist unangebracht, weil nämlich zwischen dem „Unteren“ oder „Eck'schen Geröllhorizont“ und dem sogenannten „Oberen Geröllhorizont“ (= „Hauptkonglomerat“) wenigstens zwei, z. Tl. ebenfalls geröllführende Grobsandsteineinschaltungen von weiter Verbreitung entwickelt sind. Die Bezeichnung „Stubensand“ sollte, da dieser Name schon im Keuper Verwendung gefunden hat, besser vermieden werden und auch der Name „Volpriehausener Sandstein“ ist — mögen historische Gesichtspunkte vorgebracht werden können — nicht gerade einprägsam. In umschreibender Form handelt es sich eben um die Grobsandsteinschichten an der Basis unseres dritten Zyklus. Bezeichnen wir diesen wegen seiner in Hessen an der Oberfläche weiten Verbreitung als Hessische Stufe des Buntsandsteins, so wäre es wohl am einfachsten, dieser bedeutenden Leitschicht auch den Namen „Hessischer Grobsandstein“ zu geben.

#### b) Die sandige Fazies des S 3 (über dem Hessischen Grobsandstein)

Entlang der den Trog flankierenden Küstenregionen sind die Schichten des S 3 über dem Hessischen Grobsandstein in sandiger Fazies entwickelt. In einem randlichen

Saum nehmen die im allgemeinen mittel- bis grobkörnigen Sandsteine auch Gerölle auf, während sich zum Innern des Troges eine Verfeinerung des Kornes und schließlich ein Übergehen in eine tonig-plattige und brackisch-marine Fazies vollzieht.

Im süddeutschen Raum ist die Abgrenzung der zum dritten Zyklus gehörenden Schichten nach oben, d. h. die Festlegung der Basis der „Thüringischen Stufe“ oft schwierig, aber auch noch nicht überall systematisch versucht worden. Die bestehenden Gliederungen fassen im allgemeinen die ganze Folge zwischen unserem „Hessischen Grobsandstein“ und dem sogenannten „Oberen Geröllhorizont“ = „Felsandstein“ = „Bausandstein“ zu einem einzigen Schichtenkomplex zusammen (vgl. Tab. 6), so daß eine Zuweisung zu dem einen oder anderen Zyklus ohne neue Profilaufnahmen noch nicht überall mit Sicherheit durchgeführt werden kann. Fraglos wird die Abgrenzung beider Zyklen in den Randgebieten auch aus faziellen Gründen manchmal unsicher bleiben müssen, obwohl die erst begonnenen Versuche einer zyklischen Aufteilung der Schichten bereits zu erkennen geben, daß sich die in Südhannover und Nordhessen klar abzeichnende Grenze beider Zyklen auch weit in den süddeutschen Raum hinein festlegen läßt. Im übrigen stehe ich grundsätzlich auf dem Standpunkt, daß dort, wo die einmal ausgewählten Stufengrenzen nicht mehr faßbar sind, es besser ist, die Stufen, in unserem Falle die betreffenden Zyklen, zusammenzufassen, als — wie bisher — die Grenzen dann an andere, mehr oder weniger nur örtlich entwickelte Schichtenausbildungen zu legen.

Im *Schwarzwald* ist der S 3 durch den oberen Teil des sogenannten „Mittleren, geröllfreien Buntsandsteins“ vertreten, während in den *Vogesen* etwa die „Oberen Vogesensandsteine“ auf diese Stufe entfallen. In beiden Fällen handelt es sich um ziemlich grobkörnige Sandsteinfolgen, die gegenüber den zum S 2 zu stellenden Serien darunter seltener Gerölle führen und weniger Kaolin und Eisen-Manganflecken aufweisen.

In ebenfalls grobkörnigen, gelegentlich Gerölle führenden Sandsteinfolgen liegt der S 3 auch in der *Pfalz* vor. Sie werden hier als „Karlstalschichten“ bezeichnet, wobei die „Konglomeratartigen Lagen“ GÜMBEL's an ihrer Basis als Äquivalent unseres „Hessischen Grobsandsteins“ aufzufassen wären. Eine ähnliche Fazies ist auch im *Odenwald* entwickelt, nur daß hier die 30 – 50 m mächtige oberste Partie, der sogenannten „Grobkörnigen Sandsteine mit dem Kugelhorizont“ bereits dem nächst höheren Zyklus zuzuordnen ist.

Im *Taubergebiet* sehe ich die ganze rund 70 m mächtige und von W. CARLÉ (1956) in der Bohrung Mergentheim mit „Grobkörniger Buntsandstein“ bezeichnete Folge als Vertretung des S 3 an. Außer den geröllführenden, grobkörnigen Schichten unseres „Hessischen Grobsandsteins“ an der Basis, besteht auch sonst die ganze Schichtenfolge aus bunten, wechselnd mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen, die neben reichlich Kaolin und gelegentlichen Tonzwischenlagen noch kleinere Geröllchen enthalten können.

In sandiger Fazies liegt der S 3 dann weiter im *Spessart* vor. Es ist der größte Teil der von H. BÜCKING als „Vorwiegend grobkörniger Sandstein“ bezeichneten Abteilung mit Ausnahme der obersten, bis heute noch nicht näher abgegrenzten Partie.

Analog liegen die Verhältnisse in der *Rhön*. Gegenüber den mehr randlich gelegenen Profilen z. B. der Pfalz und des Odenwalds ist hier schon eine merkliche Zunahme an feinkörnigen und selbst plattig-dünnbankigen Sandsteinen sowie tonigen Zwischenlagen festzustellen. Bereits in der Nordrhön und weiter westlich im mittleren Hessen wird der feinklastische Anteil schließlich so groß, daß der S 3 mit Ausnahme der basalen Serie des „Hessischen Grobsandsteins“ in der tonig-plattigen Fazies vorliegt.

In rein sandiger Ausbildung treffen wir den S 3 dann weiter am Ostrand des *Rheinischen Schiefergebirges* an, und zwar vom Süden kommend etwa bis zum Kellerwald. Es handelt sich hier um eine Fazies, die in mancher Hinsicht der im Odenwald und in der Pfalz recht ähnlich ist. Über den hellen lockeren grobkörnigen Sanden des oberen Teils der DENCKMANN'schen „Stubensandzone“ wird bei Marburg eine fast geschlossene Folge mittel- bis grobkörniger Sandsteine von rund 80 m Mächtigkeit angetroffen, die besonders nach oben hin reichlicher geröllführende Lagen enthalten. In nördlicher Richtung schalten sich häufiger Tonzwischenlagen und plattige, feinkörnige Sandsteine ein, die ebenso wie in der Rhön zu der tonig-plattigen Fazies des S 3 überleiten. Nach der alten Gliederung würde unserem S 3 der größte Teil des dortigen „Bausandsteins“ entsprechen, der, obwohl er fälschlicherweise bis zur Unterkante des Röts reichen soll, nicht mit dem „Bausandstein“ Nordhessens und Südhannovers identisch ist.

Ein Analogon zur sandigen Randausbildung des S 3 am Ostabbruch der Rheinischen Masse stellt die Entwicklung in *Südthüringen* und in *Oberfranken* am südlichen Küstenrand des Beckens dar. Auch hier sind es mittel- bis grobkörnige, rote, teils mürbe Sandsteine mit tonigen und feinsandigen Zwischenlagen, die mit Annäherung an die Liefergebiete grobkörniger werden und auch geröllführende Lagen aufnehmen.

Zusammenfassend ist also zu erkennen, daß die Schichten des dritten Zyklus oberhalb des „Hessischen Grobsandsteins“ in nördlicher Richtung bis ins mittlere Hessen und nach Südthüringen hinein in einer sandigen Fazies vorliegen. In Randnähe treten Konglomerate und Gerölle auf, während beckenwärts die Schichten des S 3 zunehmend feinkörniger werden und tonige Zwischenlagen aufnehmen. So bildet sich generell von SW nach NO, modifiziert durch die flankierenden Küstenregionen, schließlich die tonig-plattige Fazies des S 3 heraus.

### c) Die tonig-plattige Fazies des S 3

(über dem Hessischen Grobsandstein)

Die Grenze, südlich der die sandige Fazies des S 3 in die tonig-plattige übergeht, verläuft etwa vom Kellerwald durch das nördliche Nordhessen, d. h. südlich des Knülls vorbei und weiter über die Nordrhön ins thüringische Werragebiet. Sie überdeckt damit den ganzen nordhessischen und teilweise thüringischen Raum und ist auch die vorherrschende Faziesentwicklung in Südhannover. In allen diesen Gebieten besteht der S 3 oberhalb der grobkörnigen Basiszone — unseres „Hessischen Grobsandsteins“ — aus einer eintönigen Serie von vorwiegend sehr feinkörnigen, plattig bis dünnbankigen festen Sandsteinen, glimmerreichen, dunkelroten Tonsteinen und gelegentlich eingeschalteten auch stärkeren und grobkörnigeren Bänken. Die Farbe der Sandsteine ist braunrot, fleischrot und häufig auch von schwach violetter Tönung. Bezeichnend

sind eine oft feinstreifige Schichtung, die den plattigen Zerfall begünstigt, sowie zarte weiße Reduktionsflecken und -streifen, wiewohl auch gelegentlich weiße quarzitisches Platten eingelagert sind. Der Anteil an sandigen und reineren Tonsteinen dürfte besonders nach Norden bis zu 20%<sub>0</sub> ausmachen. Das Aussehen der Schichten kann denen der tonig-plattigen Fazies des S 2 sehr ähnlich werden. In beiden Fällen handelt es sich eben um Absätze ähnlicher Entstehungsbedingungen.

Die zyklische Entwicklung erreicht in den tonig-plattigen Schichten der dritten Abfolge ein brackisch-marines Stadium, dessen Höhepunkt durch das Auftreten von *Avicula purchisoni* GEIN. angezeigt ist. In Südhannover ist die muschelführende Fazies vornehmlich im oberen Teil der „Volpriehausener Gruppe“ BOIGK's (1956), unseres S 3, entwickelt. In gleicher Weise ist dies auch in Nordhessen der Fall, wenn auch nach M. BLANCKENHORN (1950) hier mehrere Aviculahorizonte vorhanden sein sollen (vgl. unten).

Die tonig-plattige Fazies des S 3 ist besonders gut im *nordöstlichen Hessen*, also im Werragebiet, Richelsdorfer Gebirge und im Raum von Eschwege – Witzenhausen erschlossen. Die gleichen Schichten sind auch im *nordwestlichen Hessen* abzugrenzen, wo sie Mächtigkeiten von 70 – 100 m erreichen. Um so überraschender wäre es, wenn in dem dazwischenliegenden Gebiet, zum Beispiel im *Knüll*, die sonst so eintönige Folge eine Änderung erfahren haben sollte. Dies müßte nämlich aus den Untersuchungsergebnissen H. BLANCKENHORN's (1950) geschlossen werden, der auf engem Raum wechselnd verschiedene Aviculahorizonte unterschied, die sich mit fluviatilen Sanden des „Stubensandes“ verzahnen sollen. Es ist sicher, daß BLANCKENHORN recht verschiedene Schichtserien in seinem „Avicula-führenden Hauptbuntsandstein (sm<sub>1</sub>)“ vereinigt hat, und zwar nachgewiesenermaßen auch Schichten unseres S 2 bzw. des auf den östlich angrenzenden Kartenblättern dargestellten *su*. Meines Erachtens sind in den Avicula-führenden Schichten mit Stubensanden im Sinne von BLANCKENHORN nicht nur Vertretungen der „Unteren“ und der „Oberen Stubensande“ zu erblicken (vgl. oben), sondern es beteiligen sich auch vom westlichen Beckenrand stammende grobkörnige Sandeinschüttungen des S 3 sowie schließlich die grobkörnig entwickelte Basis des nächsthöheren vierten Zyklus, die damals als solche noch gar nicht bekannt war und in den Gliederungen Nordhessens deshalb auch irgendwie untergeht.

Interessant ist, und zwar gerade auch im vorliegenden Zusammenhang, daß in dem nördlich des Knülls gelegenen *Kaufunger Wald* nach den Untersuchungen BOIGK's (1956) und K. KREYSING's (1957) die tonig-plattigen Schichten des S 3 absolut gleichmäßig und normal entwickelt sind. Die Basis der Stufe bildet der sogenannte „Volpriehausener Sandstein“ — unser „Hessischer Grobsandstein“ — während die oberste Partie der plattigen Folge — das „Haupt-Gervillienlager“ in der BOIGK'schen Ausdrucksform — Aviculiden enthält. In ganz analoger Faziesausbildung ist der S 3 auch in *Südhannover* entwickelt.

Die tonig-plattigen Schichten, die im Bramwald, im Göttinger Gebiet und im Soling einschließlich des „Haupt-Gervillienlagers“ eine Mächtigkeit von 100 – 150 m erreichen, setzen sich auch weiter ins Becken nördlicher Fazies fort, wobei sich die Aviculiden in zunehmend tieferen Niveaus einzustellen scheinen.

Zusammenfassend zeigt die Hessische Stufe einen sehr klaren zyklischen Aufbau, der regional wie in seiner petrographischen Ausbildung manche Ähnlichkeit mit dem zweiten Zyklus besitzt. Über dem Grobsandstein an der Basis, der im größten Teil des südlichen Buntsandsteinbeckens durchzuverfolgen ist, entwickeln sich im südlichen Abschnitt sowie entlang des Beckenrandes sandige und auch geröllführende Schichtenfolgen, die beckenwärts feinkörniger werden und schließlich in die tonig-plattigen Serien mit *Avicula murchisoni* GEIN. überleiten. Diese brackisch-marine Fazies liegt im ganzen nordhessisch-südhanoverschen Raum vor und setzt sich auch in den norddeutschen Beckenteil hinein fort.

#### 4. Der vierte Zyklus — S 4 — die Thüringische Stufe

(vgl. Abb. 8 und Tabelle 3)

Die Schichtenfolge oberhalb des S 3 bis zur Unterkante des „Felsandsteins“, „Oberen Geröllhorizontes“ bzw. „Bausandsteins“ hat noch bis vor kurzem keinen selbständigen Bestandteil der Gliederungen gebildet. Die ganze Abteilung steckte in allen möglichen, und zwar gebietsweise in ganz verschieden abgegrenzten Schichtenfolgen des Mittleren Buntsandsteins.

Bei den Untersuchungen im nordöstlichen Hessen machte ich die Beobachtung, daß die tonig-plattige Serie des S 3 mit scharfer Grenze von einem geringmächtigen Paket wieder grobkörniger Sandsteine überlagert wird, die sich dann auch in Nord- und Teilen Mittelhessens als horizontbeständiges Schichtglied feststellen ließen. In meiner 1954 gegebenen tabellarischen Übersicht bilden sie die Basis der dort als „Bausandsteinzone i. w. S.“ abgetrennten und nicht näher unterschiedenen Serie. Unabhängig hiervon hat auch BOIGK die gleiche grobe Sandsteinlage in ganz Südhannover angetroffen, die von ihm 1952 noch als „Zwischenschicht“ (über den „Haupt-Gervillienbänken“), später, 1956, dann als „Detfurther Sandstein“ (sm D's) bezeichnet wurde.

Diese grobkörnige Sandeinschüttung stellt — ähnlich wie der Hessische Grobsandstein — einen bedeutenden Schnitt im Sedimentationsablauf dar (vgl. Abb. 8). Sie beendet die bis zur brackisch-marinen Phase fortgeschrittene Entwicklung des S 3 und leitet selbst einen neuen Zyklus ein, der seinerseits wieder ein pelitisches Stadium erreicht. Der Beginn dieser neuen vierten Epoche, die zugleich auch die Zusammenfassung zu einer neuen Stufe rechtfertigt, kommt auch in der Art der nun folgenden Sedimente zum Ausdruck. Mit Beginn der basalen grobklastischen Schichten, die zweckmäßig gleich als „Thüringischer Grobsandstein“ bezeichnet werden, treten recht unvermittelt andere Farbtönungen auf. Es erscheinen ausgesprochen lavendelfarbige, violette, auch kräftig ziegelrote und weiße Gesteine, was auf veränderte klimatische Verhältnisse zurückgeführt werden muß. Bezeichnend sind ferner ein hoher Kaolin-gehalt, das häufige Auftreten von Eisen-Manganflecken sowie karbonatische Sandsteine, die an der Oberfläche ein poröses Gefüge erhalten.

Die obere Grenze des vierten Zyklus, der „Detfurther Gruppe“ BOIGK's, wird durch das Einsetzen wieder mächtigerer Sandsteine angezeigt. Die Grenze ist in Südhannover und Nordhessen, wo reichlich tonige Schichten den obersten Teil der Thüringischen Stufe kennzeichnen, deutlicher ausgeprägt als in den weiter südlich gelegenen

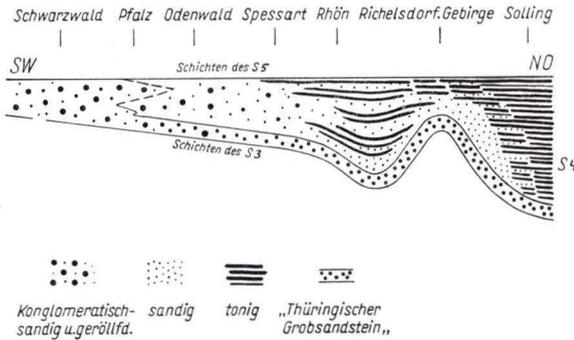


Abb. 8 Der fazielle Aufbau des vierten Schüttungszyklus (S 4) im Buntsandstein der südlichen Beckenentwicklung; schematisch.

Gebieten, in denen eine sandige und auch grobsandige Ausbildung vorherrscht. BOGK (1956) wies aber schon darauf hin, daß der sehr charakteristische Gesteinstypus jedoch weitgehend unverändert bleibt, und dies gilt in gleicher Weise auch noch in den mehr randlichen Arealen des Beckens.

a) Der S 4 im südlichen Beckenteil

Die Kenntnis des Schichtenaufbaus der vierten Abfolge ist in den mehr randlichen Gebieten der Becken-Südfazies noch etwas mangelhaft. Die Ableitung dieses Zyklus hat — wie schon erwähnt wurde — weiter nördlich ihren Ausgang genommen, so daß seine Grenzen erst schrittweise nach Süden weiterverfolgt werden müssen. In vielen Fällen können also vorerst nur Vermutungen angestellt werden, die — soweit sie auf Beobachtungen beruhen — mit angeführt seien.

Es spricht alles dafür, daß am südwestdeutschen Küstenrand, im *Schwarzwald* und in den *Vogesen*, die „Thüringische Stufe“ faziell mit dem sogenannten „Oberen“ oder „Hauptkonglomerat“ (S 5) verschmolzen ist. Bestärkt wird diese Auffassung durch die Ergebnisse der Bohrung Mergentheim, wo beide noch deutlich zu trennenden Schüttungszyklen (vgl. Abb. 6) petrographisch schon so weit zusammenwachsen, daß CARLÉ sich bewogen fühlte, sie gliederungsmäßig zu einer einzigen Partie zu vereinigen. Die Aufspaltung beider Schüttungszyklen scheint nach dem petrographischen Befund etwa im Odenwald und Neckargebiet zu erfolgen. Ich halte es für nicht ganz zufällig, daß die Sandsteine mit den Kugelbildungen z. B. im Schwarzwald, in den Vogesen und in der Pfalz dicht unter dem „Hauptkonglomerat“ liegen, während der wohl stratigraphisch gleiche Horizont im Odenwald dann schon 30 – 50 m tiefer dicht unter den (oberen) KLEMM'schen Geröllagen angetroffen wird. Im *Odenwald* scheint mir deshalb die Partie zwischen diesen beiden Horizonten zur „Thüringischen Stufe“ zu gehören, wobei die (oberen) KLEMM'schen Geröllagen der sog. „Grobkörnigen Sandsteine mit dem Kugelhorizont“ unserem „Thüringischen Grobsandstein“ gleichzusetzen wären.

In der *Bohrung Mergentheim* gehört ein großer Teil der von CARLÉ als „Oberer Geröllhorizont“ zusammengefaßten Serie der „Thüringischen Stufe“ an (vgl. Abb. 6). Die in ihrem unteren Teil besonders grobkörnige und geröllführende Partie ist speziell dem „Thüringischen Grobsandstein“ gleichzusetzen. Eine durchaus analoge Abgrenzung ist auch in dem Profil der *Bohrung Boxberg* angezeigt. Mächtigkeit und Ausbildung der Schichten sind in beiden Aufschlüssen sehr ähnlich.

Einen selbständigen Schuttstrom bildet die „Thüringische Stufe“ dann auch im *Spessart*, wo unter dem „Felsandstein“ mehr rotviolette und auch feinkörnigere Sandsteine auftreten. In der *Rhön* erreichen die Schichten des vierten Zyklus schon eine Mächtigkeit von etwa 60 m, um im hessisch-thüringischen *Werragebiet* sogar auf 100 bis 120 m anzuschwellen. Die Folge beginnt hier mit dem etwa 10 bis 20 m starken „Thüringischen Grobsandstein“, der aus mittel- bis dickbankigen, kaolinreichen, grobkörnigen Sandsteinen besteht und durch die wechselnd helle, grauviolette Farbtonung und die zahlreichen Eisen-Manganflecken ausgezeichnet ist. Die Serie darüber setzt sich aus einer Wechselfolge zusammen, an der sich neben tonigen Schichten grobkörnige, oft mürbe und lockere Sandsteine, aber auch feinkörnige, plattige Sandsteine violetter Farbe und allgemein hohen Glimmergehaltes beteiligen.

Eine ähnliche Wechselfolge bildet die „Thüringische Stufe“ auch im *mittleren Hessen*, wobei sich nach Süden hin mehr und mehr grobkörnige Sandsteine entwickeln, die von den hier ebenfalls sandigen Folgen des S 3 oft nur schwer zu trennen sind (Schlitzerland). Im *nordwestlichen Hessen*, bei Marburg bzw. am Westrand des Kirchhainer Beckens sind die Basisschichten des vierten Zyklus sogar konglomeratisch entwickelt. Die abgerundeten Gerölle, die Hühnerei-Größe erreichen, bestehen aus Material des Schiefergebirges. Nach unten sind die Bänke morphologisch mit den ebenfalls geröllführenden Sandsteinpaketen des S 3 eng verbunden. Die Schichten über der konglomeratisch entwickelten Basiszone sind mürbe und bestehen aus einer vielfachen Wechselfolge, die sich aus dünn- bis mittelbankigen, kaolinreichen, teils fein- bis grobkörnigen Sandsteinen und sandigen Tonzwischenlagen zusammensetzt. Eisen-Manganflecken, hoher Glimmergehalt und geröllführende Bänke sind neben den violetten und weißen Farbabstufungen für die ganze Schichtenserie sehr bezeichnend.

#### b) Der S 4 im nördlichen Beckenteil

Die mächtige, überwiegend noch sandige Entwicklung der „Thüringischen Stufe“ im hessisch-thüringischen *Werragebiet* nimmt in nördlicher Richtung, speziell im Bereich der alten Hunsrück-Oberharzschwelle, eine andere Ausbildung an. Über der basalen Grobsandsteinzone, die hier, also im *Richelsdorfer Gebirge*, bei *Eschwege-Witzenhausen* und *Göttingen* sowie im *Eichsfeld* überall durchgängig mit 5–10 m Mächtigkeit entwickelt ist, stellen sich dünnbankige, meist helle, milde, glimmerreiche Sandsteine ein, die nach oben immer reichlicher rote Tonschichten aufnehmen (vgl. Abb. 9). Die Gesamtmächtigkeit der Stufe, die hier 30–40 m nicht überschreitet und bei Göttingen nur rund 20 m erreicht, schrumpft im mittleren *Eichsfeld* nach Untersuchungen von A. HERRMANN (1956) sogar auf 5–7 m zusammen, die ausschließlich unseren „Thüringischen Grobsandstein“ vertreten.

Am nördlichen Abfall der Schwelle, mit der zweifellos dieser starke Mächtigkeitsrückgang bzw. Schichtenausfall in Beziehung steht, erreicht der S 4 wieder seine volle Entwicklung. Im *Kaufunger Wald* sowie im Gebiet des *Bramwaldes* und *Reinhardswaldes* ist die Stufe schon wieder rund 80 m mächtig. An der Basis ist der „Thüringische Grobsandstein“ entwickelt, während die obere Partie von hellen und roten, auch violetten Sandsteinen mit Tonzwischenlagen aufgebaut wird.

Nach den eingehenden Untersuchungen BOIGK's (1956) zeigt die vierte Stufe, seine „Detfurther Gruppe“, in *Südhannover* eine weitere schwache Zunahme der Mächtigkeit nach Norden und zugleich die deutliche Herausbildung einer von grobsandig über sandig nach tonig verlaufenden Abfolge. Interessant ist, daß in gleicher Richtung die sandigen Schichten zugunsten der oberen tonigen Partie an Mächtigkeit verlieren. Während am Ostrand des Sollings, in der Bohrung Fredelshagen, der grobkörnige Basissandstein noch 40 m dick ist, schrumpft dieser im Vogler auf 6–12 m

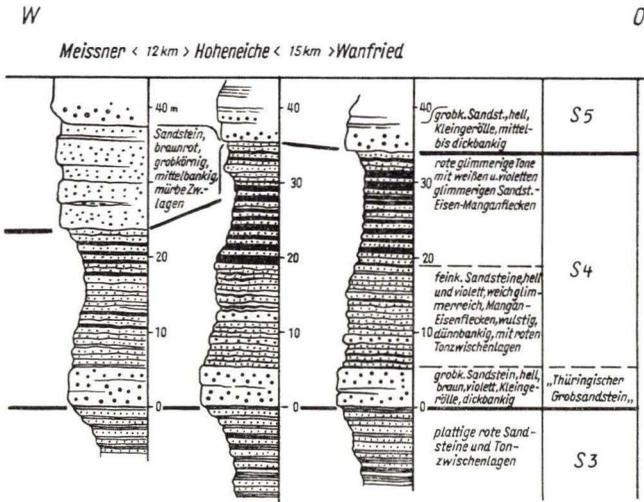


Abb. 9 Spezialprofile durch die Schichten der Thüringischen Stufe (S 4) des Buntsandsteins zwischen Meißner und Werra.

zusammen. Und auch die darüberfolgende feinsandige Serie („Detfurther Wechselfolge“) ist nach BOIGK nur noch 10–40 m stark entwickelt, wobei dünne, meist etwas quarzitisches, karbonatische Sandsteine mit Schieferntonlagen vorherrschen. Dafür ist der obere tonige Teil, den BOIGK „Detfurther Ton“ nennt, im Vogler 60 m mächtig. Feinkörnige, dünne, quarzitisches Sandsteinbänkechen und glimmerige Feinsandsteinlagen treten dann nur noch vereinzelt auf.

### 5. Der fünfte Zyklus — S 5 — die Hannoversche Stufe

(vgl. Abb. 10, 11 und Tabelle 4)

Im nordhessisch-südhanoverschen Sedimentationsraum schaltet sich zwischen die Schichten der „Thüringischen Stufe“ und den „Bausandstein“ eine Sandsteinfolge ein, deren Stellung im großzyklischen System verschieden aufgefaßt werden kann (vgl. Abb. 10). In Südhannover, vom Vogler südwärts bis zum Solling, bildet diese bis 200 m Mächtigkeit anschwellende, sogenannte, „Hardegseiner Gruppe“ nach BOIGK (1956) sehr wohl einen vollständigen Zyklus, der Anlaß geben könnte, ihn zu einer eigenen Stufe zu machen. Südlich des Sollings jedoch verschmilzt die Folge mit dem darüberliegenden „Bausandstein“ zu einer schwer trennbaren Serie, was auch BOIGK schon veranlaßte, hier beide zur sogenannten „Bramwaldgruppe“ zusammenzufassen. Bezüglich ihrer faziellen Stellung ist weiterhin von Bedeutung, daß die „Hardegseiner Gruppe“ im Eichsfeld mit Ausnahme ihrer obersten tonigen Partie ausfällt (A. HERRMANN 1956) und dies auch im Göttinger Gebiet ähnlich zu sein scheint, indem der „Bausandstein“ praktisch direkt den Gesteinen des S 4 auflagert. Will man die Korrelierung einzelner Schichten nicht überspitzen und mit irgendwelchen Lagen kühne Vergleiche ziehen, was im Buntsandstein ebenso leicht wie gefährlich ist, so bin ich der Auffassung, daß der „Hardegseiner Gruppe“ gleichzusetzende Sedimente auch bei Eschwege und im Richelsdorfer Gebirge fehlen. Das gleiche gilt m. E. beziehungsweise erst recht für den süddeutschen Beckenraum, d. h. die „Hardegseiner Schichtenfolge“ ist als selbständige „Gruppe“ eine — soweit es den Bereich der südlichen Beckenfazies anbetrifft — nur auf den nordhessisch-südhanoverschen Raum beschränkt bleibende Fazies. In dem Bestreben, dem Buntsandstein eine möglichst einheitliche und auch für Süddeutschland gültige Gliederung zu geben, ist es aus diesen Gründen nicht angebracht, die „Hardegseiner Gruppe“ zu einer selbständigen Stufe zu machen.

Wenn betont wurde, daß die hier betrachtete Schichtenserie in großen Teilen des Trogs fehlt bzw. faziell nicht mehr sicher nachweisbar oder abzugrenzen ist, so erhebt sich zwangsläufig die Frage nach der Wurzel dieser Einschüttung. Es müssen schließlich ja Sedimente vorhanden sein, die den jetzigen Ablagerungsraum mit den Schüttungsgebieten verbinden, will man nicht große Umlagerungen annehmen oder eine vollkommene Abtragung der gesuchten Schichten akzeptieren.

Die Schichten der „Hardegseiner Gruppe“ als Abspaltung aus den Sedimenten der „Thüringischen Stufe“ aufzufassen, ist nicht geboten, da für eine solche Deutung jegliche Anzeichen fehlen. Im Gegenteil — ihre aus Feinsandsteinen und tonigen Schichten bestehenden Folgen sind in gleicher Weise da entwickelt, wo die „Hardegseiner Gruppe“ fehlt oder bis zu 200 m mächtig vorliegt. Gegen eine Herleitung aus den Schichten der „Thüringischen Stufe“ spricht auch das mancherorts übergreifende Auftreten der Hardegseiner Gesteine, zumindest ihrer oberen Partie. Es muß deshalb gefolgert werden, daß die Sedimente der „Hardegseiner Gruppe“ sich aus dem „Bausandstein“ bzw. aus dem „Oberen Geröllhorizont“ weiter südlich abspalten und damit den unteren von zwei Schüttungsstäben bilden, die in Nordhessen noch vereinigt sind, im Solling aber sich voneinander trennen. Für die Erstellung einer einheitlichen

Gliederung des Buntsandsteins bedeuten diese Zusammenhänge, daß beide Teilzyklen zu einer einzigen Stufe zu vereinigen sind, die hier — es ist die fünfte — den Namen „Hannoversche“ erhalten hat. In dieser faziell begründeten Abgrenzung wird man auch den praktischen Belangen am ehesten gerecht, ist doch nun die Basis des „Oberen Geröllhorizonts“ in Hessen und Franken etwa gleichzusetzen mit der Basis der „Hardegseiner Gruppe“, die gemeinsam das Hangende der „Thüringischen Stufe“ bilden (vgl. Abb. 10).

Eine weitere grundsätzliche Frage der Buntsandsteingliederung ist nun auch die Festlegung der oberen Grenze der Hannoverschen Stufe. Ausgehend von der Schichtenentwicklung in Hessen und Franken neigte ich anfänglich zu der Vorstellung, daß unter dem Aspekt einer zyklischen Gliederung der konglomeratische oder geröllführende „Obere Geröllhorizont“ bzw. „Felsandstein“ nicht als Kopf des früheren *sm*, sondern als Basisschicht des *so* aufgefaßt werden müßte. Die meist gut abgrenzbare Schichtserie besitzt in den genannten Gebieten nur eine geringe Mächtigkeit von 10 bis 50 m und könnte deshalb — ähnlich der Stellung des „Hessischen“ oder „Thüringischen Grobsandsteins“ die geröllführende-grobsandige Phase eines im Röt marin sich fortsetzenden großen Zyklus darstellen. Alle Schwierigkeiten einer Grenzziehung zwischen *sm* und *so* wären in dieser Form leicht zu umgehen gewesen.

Der beachtliche Mächtigkeitszuwachs der Schichten des „Oberen Geröllhorizontes“ nach Norden auf maximal 400 m und seine Aufspaltung in zwei Schüttungszyklen lassen nun eine Vereinigung der „Hannoverschen Stufe“ mit dem „Röt“ jedoch nicht richtig erscheinen. Besonders sind es geologisch-fazielle Überlegungen, die dazu zwingen, gliederungsmäßig beide scharf voneinander zu trennen. Alle unsere bisher betrachteten Großzyklen — und dies trifft auch für den noch zu besprechenden sechsten Zyklus zu — zeigen nämlich, daß der Ablauf von Grobsandig über Feinsandig nach Pelitisch und Brackisch-marin ganz allmählich oder schrittweise erfolgt. Überall

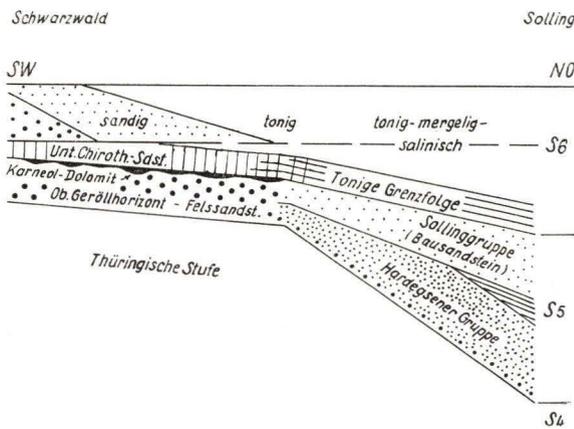


Abb. 10 Die faziellen Beziehungen der Schichten oberhalb der Thüringischen Stufe und die Abgrenzung des fünften und sechsten Schüttungszyklus (S 5 und S 6); schematisch.

ist diese Entwicklung sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen festzustellen. Demgegenüber bestehen nun zwischen den Schichten unserer „Hannoverschen Stufe“ und dem „Röt“ ganz andere Beziehungen. Es liegt nämlich zwischen beiden gar kein zyklischer Übergang vor, sondern ein sehr abrupter Wechsel, indem die marinen Schichten des Röts in gleicher Weise über die sandige wie über die grobklastische Fazies des S 5 hinweggreifen.

Verständlicherweise kommt dieser Gegensatz im südlichen Teil des Beckens, wo die randliche geröllführende Ausbildung im S 5 verbreitet ist, deutlicher zum Ausdruck als weiter nördlich. Wir müssen sogar annehmen, daß vor der Ingression des Rötmeeres der nicht mehr voll ausgereifte Zyklus der „Hannoverschen Stufe“ zumindest im Süden eine Abtragung erfahren hat und zeitweilig eine Landoberfläche bildete. Diese Auffassung wird dadurch bestärkt, daß zwischen den Sedimenten des fünften Zyklus und des marinen Röts Gesteine entwickelt sind, die nach wohl allgemeiner Ansicht im wesentlichen Oberflächenbildungen darstellen und zeitweise einer tiefreichenden Verwitterung unterworfen waren. Sie bestehen aus tonig-sandigen Letten und mürben Sandsteinen mit mehr oder weniger reichlicher Beteiligung von Dolomit und Karneol. Ihre Mächtigkeit beträgt nur selten mehr als 2–3 m, wobei sie speziell im südwestdeutschen Raum, wo der S 5 also geringmächtig und grobklastisch entwickelt ist, eine weite Verbreitung besitzen. Regional fehlen die „Karneol-Dolomitschichten“ aber auch ganz, sei es, daß sie nie gebildet wurden, sei es, daß sie durch die Sedimentation der nächst höheren Schichten wieder zerstört worden sind. Der erste über dem S 5 wieder durchgängige Horizont ist der „Untere oder Thüringische Chirotheriensandstein“, der fast im ganzen Becken südlicher Fazies eine wichtige Leitschicht abgibt.

Was ferner dazu berechtigt, dem „Röt“ als Stufe seine Eigenständigkeit zu belassen, ist die Tatsache, daß seine Schichten eine von den Sedimenten der tieferen Stufe unabhängige, also eigene sandige Randfazies besitzen (vgl. Abb. 10). Schon bei der Frage, ob der „Bröckelschiefer“ als Teil des Buntsandsteins oder des Zechsteins anzusehen ist, hat dieser Gesichtspunkt eine große Rolle gespielt. Die Verhältnisse liegen im Röt insofern ähnlich, als in diesem Falle der Übergang der sandigen in die tonige Fazies beim S 5 ganz im Norden, sogar erst nördlich des Sollings erfolgt, während im Rötzyklus der gleiche Übergang ganz im Süden liegt und sich hier sogar in sehr randnahen Regionen zu vollziehen beginnt.

Ziehen wir die Schlußfolgerungen, die sich aus all diesen Betrachtungen für die Erstellung einer einheitlichen Gliederung ergeben, so ist das Röt auch unter dem Blickpunkt einer zyklischen Aufteilung nach alter Gepflogenheit als selbständige Stufe aufzufassen. So bilden also die Hardegseener Gruppe und der Bausandstein sowie ihre mehr randlichen Äquivalente die fünfte und das Röt allein die sechste Stufe des Buntsandsteins.

Nicht gelöst ist damit aber die Frage, an welche Schichten die Grenze zwischen beiden Stufen zu legen ist, ein Problem, das von jeher Schwierigkeiten und Meinungsverschiedenheiten hervorgerufen hat. So klar und eindeutig die alten Bezeichnungen *sm* und *so* auch sein mögen, so verbirgt sich in diesen in praxi eine Fülle von Über-

schneidungen und Diskrepanzen, die zu mancherlei Mißverständnissen und Unge-  
nauigkeiten in der Abgrenzung geführt haben (vgl. Tab. 6).

Die Schwierigkeiten liegen eigentlich nur in der Zuordnung der oben erwähnten  
„Karneol-Dolomitschichten“, die als Bildungen einer am Ausgang des S 5 sich ein-  
stellenden Landoberfläche aufzufassen sind. An dieser Stelle — und m. E. nicht erst  
in höheren Schichten — muß der Schnitt zwischen beiden Stufen gezogen werden.  
Damit würden der „Untere oder Thüringische Chirotheriensandstein“ beziehungsweise  
seine Äquivalente, mithin auch die „Tonigen Grenzsichten“ GRUPE'S (1914 und  
1926) zum „Röt“, d. h. zu unserer sechsten Stufe gehören. Diese Zuordnung scheint  
mir schon deshalb berechtigt, weil der „Untere Chirotheriensandstein“ nach der Land-  
werdung als erste durchgängig entwickelte Schicht die Sedimentfolgen des neuen  
Zyklus einleitet. Es kommt also im wesentlichen darauf hinaus, entweder dem Vor-  
bild von ECK (z. T.), REIS, HILDEBRAND, SCHUSTER u. a. zu folgen, d. h. den Chiro-  
theriensandstein als Basis des sechsten Zyklus aufzufassen, oder aber die „Karneol-  
Dolomitschichten“ noch einzubeziehen und die Grenze dann an die Oberkante des  
„Bausandsteins“ — „Felsandsteins“ — „Oberen Geröllhorizonts“ usw. zu legen, wie  
dies ebenfalls in Südwestdeutschland vielfach gehandhabt wurde. Im Grunde geht  
dieser Streit um etwa 2–3 m, manchmal vielleicht um 5 m, soweit die „Karneol-Dolo-  
mitschichten“ überhaupt entwickelt sind. Hinzu kommt, daß diese auch nur selten  
übertage angetroffen werden und, wenn die darüberliegenden Schichten gleichfalls Kar-  
neole enthalten oder nicht in Form kompakter Bänke anstehen, sich ohnehin nicht  
scharf abgrenzen lassen. Praktisch würde der Schnitt beider Stufen also doch mehr  
oder weniger mit der Oberkante der kompakten Sandsteine darunter zusammenfallen.  
Grundsätzlich aber ist der wohl zuletzt von SCHUSTER (1933) verfochtenen und für das  
bayerische Gebiet maßgebend gewordenen Auffassung beizupflichten, die „Karneol-  
Dolomitschichten“ als Bildungen einer Landoberfläche dem S 5 zuzuteilen und den  
6. Zyklus mit dem „Unteren Chirotheriensandstein“ beginnen zu lassen (vgl. Ab. 10).

#### a) Die südliche, konglomeratisch-sandige Fazies des S 5

(vgl. Abb. 11 und Tabelle 4)

Im südlichen Teil des Troges wird die fünfte Stufe durch eine geschlossene Folge  
mittel- bis grobkörniger Sandsteine vertreten, die mehr oder weniger reichlich Gerölle  
führen oder konglomeratische Ausbildung annehmen. Dicht am Beckenrande ver-  
schwimmen die Grenzen, indem die gleiche grobklastische Entwicklung auch auf die  
liegenden und hangenden Schichten übergreift. Nach Norden verfeinert sich das  
Korn, die Gerölle werden zunehmend seltener und kleiner, und schließlich wächst  
auch die Mächtigkeit stark an, d. h. es vollzieht sich auf diese Weise allmählich der  
Übergang in die nördliche Fazies des S 5 (vgl. Abb. 11).

Im *Schwarzwald* werden die grobkörnigen, z. Teil große Gerölle führenden Sand-  
steine bis rund 60 m mächtig, wobei sie — wie oben erörtert — auch die Schichten  
der tieferen Stufe (S 4) einschließen. Zu oberst treten in ziemlich weiter Verbrei-  
tung die Bildungen der alten Landoberfläche auf (s. o.), die wechselnd und gering-  
mächtig aus violettrot gefärbten Sandsteinen mit Dolomit und Karneol bestehen oder

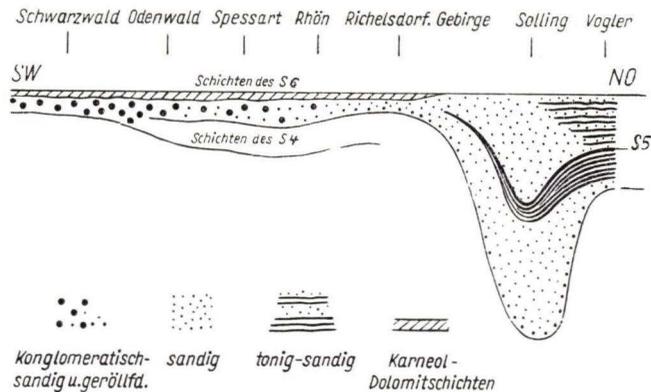


Abb. 11 Der fazielle Aufbau des fünften Schüttungszyklus (S 5) im Buntsandstein der südlichen Beckenentwicklung; schematisch.

— wie zwischen Calw und Schramberg — linsenförmige Einschaltungen eines Bonebed von Labyrinthodonten-Knochen enthalten können (M. BRÄUHÄUSER und A. SCHMIDT 1908).

In den *Vogesen* und in der *Pfalz* ist die Ausbildung des S 5 grundsätzlich ähnlich. Auch hier sind zu oberst tonig-sandige Letten und mürbe, schmutzig violettgraue Sandsteine mit Dolomit und Karneol entwickelt („Karneolbank“). F. FORCHE (1935) weist aber darauf hin, daß sie in großen Teilen des Gebietes fehlen und örtlich als Abtragungsprodukte in den nächst höheren Schichten angetroffen werden. Im *Saargebiet* können die karneol- und dolomitführenden Schichten sogar 5 m mächtig werden, wobei die Abtragung vor Einsetzen der wieder normalen Sedimentation im S 6 hier besonders stark gewesen zu sein scheint (O. M. REIS und L. V. AMMON 1903; E. M. MÜLLER 1954).

Die geröllführende Ausbildung des S 5 setzt sich auch bis in den *Odenwald* hinein fort. Die Mächtigkeiten schwanken hier ziemlich erheblich, doch möchte ich bezweifeln, daß die von Michelstadt vermerkten 100 bis 140 m wirklich der wahren Ablagerungsdicke entsprechen. Am unteren Neckar, bei Zwingenberg, ist nach W. HASEMANN (1930) der „Obere Geröllhorizont“ nur noch 15 m mächtig, ja er soll neckaraufwärts zwischen Lindach und Neckargerach sogar auf 2–3 m abnehmen. Zu oberst treten auch im Gebiet des weiteren Odenwalds wenige Meter z. T. karneol-führende Sandsteine auf, die zumindest teilweise Bildungen der alten Landoberfläche, also Vertretungen der „Karneol-Dolomitschichten“ im Sinne von SCHUSTER darstellen.

Im *Taubergebiet*, bei Wertheim, steht unser S 5 nach E. HILDEBRAND (1924) in Form einer etwa 25 m mächtigen Folge aus roten, quarzitischen Sandsteinen an, die nur noch selten größere Gerölle führen. Ähnliche Verhältnisse scheinen mir auch in der *Gegend von Bad Mergentheim* vorzuliegen. In dem von CARLÉ (1956) mitgeteilten Bohrprofil möchte ich nur etwa in den oberen 17 m seines „Oberen Geröllhorizontes“ oder „Felssandsteins“ die Vertretung der 5. Stufe erblicken, während der tiefere,

rund 27 m mächtige Teil — wie schon ausgeführt — in den S 4 einzustufen ist. In der Bohrung Boxberg, rund 12 km südwestlich von Bad Mergentheim, sind etwa die gleichen Relationen gegeben. Hier entsprechen die hell- und rosafarbenen, mittel- bis grobkörnigen Sandsteine in der Teufe von etwa 67–80 m, also von rund 13 m, dem S 5. Der S 4 zeichnet sich in einer Mächtigkeit von ungefähr 20 m ab. In der Abbildung 6 sind beide Bohrungen gegenübergestellt worden. Die „Karneol-Dolomitschichten“ sind auch im Taubergebiet entwickelt. CARLÉ weist ihnen in der Bohrung Mergentheim eine Mächtigkeit von 1,8 m zu, die aus Sandstein und Tonstein mit dolomitischem Bindemittel bestehen sowie Quarzsandkörner und reichlich Glimmer enthalten.

Teils geröllführend, teils sogar konglomeratisch ist der S 5 dann im *Spessart* entwickelt, wo er die Bezeichnung „Konglomeratischer Sandstein“ und „Felssandstein“ erhalten hat. In ähnlicher Ausbildung setzt er sich auch in die *Rhön* hinein fort. Mancherorts hat hier die hellfarbige Sandsteinserie durch zwischengeschaltete Tone eine Zweiteilung erfahren. Der Felssandstein der Bayern hat auf hessischem Gebiet den Namen „Bausandstein“ erhalten, oder ist — wie im Fuldaischen — auch „Chirotheriensandstein im weiteren Sinne“ genannt worden, von dem nur der untere Teil — der sogenannte „Pilgerzeller Bausandstein“ BÜCKING's (1911) unserem S 5 entspricht. Stratigraphisch-faziell bildet auch der „Untere oder Hessische Chirotheriensandstein“ BLANCKENHORN's einen Teil des Pilgerzeller Bausandsteins, also unseres S 5. (BLANCKENHORN's „Unterer oder Hessischer Chirotheriensandstein“ ist nicht identisch mit dem „Niederhessischen“ GRUPE's oder dem „Unteren = Thüringischen Chirotheriensandstein“!). Die Mächtigkeiten des S 5 schwanken im Spessart-Rhöngebiet zwischen etwa 10 und 40 m. Die zuoberst auftretenden karneol- und dolomitführenden sandigen und lettigen Schichten sind besonders auf der fränkischen Seite fast lückenlos verbreitet und hier von M. SCHUSTER (1933) im einzelnen beschrieben und korreliert worden.

In der Gegend von *Bad Kissingen und Mellrichstadt* wird die „Hannoversche Stufe“ durch feinkörnige, seltener grobkörnige Sandsteine roter Farbe vertreten, die keine Gerölle führen und zudem zur plattigen Absonderung neigen. Die Ausbildung ist hier immerhin schon so verändert, daß L. v. AMMON (1900) bei der stratigraphischen Ausdeutung der Bohrung Mellrichstadt diese Schichten irrtümlicherweise als Platten-sandsteine des Rötts auffaßte. Vertretungen der „Karneol-Dolomitschichten“ kommen auch hier noch vor.

Nach *Südthüringen* hinein hält die feinkörnige Ausbildung der S 5-Sandsteine weiter an. Die Karneol-Dolomitschichten sind hier indessen nicht mehr oder nur noch sporadisch in Form von dünnen Letteneinlagerungen entwickelt. Demzufolge verschmilzt auch die dem Felssandstein oder Bausandstein äquivalente Serie mit dem darüberliegenden „Thüringischen Chirotheriensandstein“ zu einer mehr oder weniger geschlossenen Folge.

In *Oberfranken*, noch mehr zum Rande des Beckens hin, entwickelt sich der S 5 wieder mehr zu einer Folge grobkörniger roter Sandsteine von etwa 20 m Mächtigkeit. Wie in Südthüringen gehen diese nach oben in den hellen „Karneol-Bausandstein“ über, der stratigraphisch-faziell dem „Thüringischen Chirotheriensandstein“ identisch ist.

Die südthüringische Entwicklung setzt sich beckenwärts in den Raum *Nordosthessens* und von *Göttingen* fort, wo der meist hellfarbene Bausandstein durch geringmächtige Zwischenschaltung toniger Schichten von dem karneolführenden „Thüringischen Chirotheriensandstein“ getrennt ist.

In dem hessisch-thüringischen *Werra-Kaligebiet* sind bereits schon Anklänge an die nördliche Rhönausbildung festzustellen. In dem um 10 m mächtigen Bausandstein, der aus grobkörnigen, hellen und violettfarbigen, dickbankigen Sandsteinen besteht, treten vereinzelt auch Lagen mit kleinen Geröllen auf. Zuerst stellen sich 1–2 m mächtige, mürbe, rote, sandige Schichten, aber auch zähe, rote und graue Letten ein, die vom „Thüringischen Chirotheriensandstein“ überlagert werden.

Im ganzen *mittleren Hessen* bis an den Schiefergebirgsrand im Westen ist der S 5 als heller, grobkörniger, dickbankiger Sandstein entwickelt, der regional — wie z. B. im Knüll — reichlich und sogar bis Hühnergröße große Gerölle führen kann. Nach unten sind die Sandsteine meist intensiv rotviolett und durch häufiger werdende Tonzwischenlagen ausgezeichnet, die zu den Schichten des S 4 überleiten. Über die Ausbildung und das Vorhandensein der obersten Schichtlagen liegen nur wenige Angaben vor. Im allgemeinen werden unter den eigentlichen Schichten des Rötts, unserer sechsten Stufe, bis einige Meter mächtige, plattige, rote und auch helle, mürbe, glimmerreiche Sandsteine erwähnt, in denen am Kellerwald auch Karneol gefunden wurde. Sie dürften in der Hauptsache den weiter nördlich als „Tonige Grenzschichten“ bezeichneten Ablagerungen entsprechen.

#### b) Die nördliche, sandige und sandig-tonige Fazies des S 5.

Die Hauptentwicklung der 5. Stufe des Buntsandsteins liegt im nordhessisch-südhanoverschen Raum. Während die Schichten dieses Zyklus im südlichen Trogtell nur selten 50–60 m Mächtigkeit überschreiten, wächst diese hier auf 300–400 m an. Die bei Kassel erbohrte große Mächtigkeit des (Unteren und Mittleren) Buntsandsteins von fast 1000 m geht in erster Linie auf den Schichtenzuwachs des S 5 zurück. Diese Zunahme geschieht dabei recht plötzlich und unter gleichzeitiger Herausbildung einer Aufspaltung in zwei sich nordwärts voneinander trennende Schichtenserien (vgl. Abb. 11), die als unterer und oberer Teilzyklus des S 5 aufzufassen sind.

Die Kenntnis des Schichtenaufbaus sowie der faziellen Zusammenhänge geht auf die Arbeiten von v. KOENEN (1915), O. GRUPE (1911, 1912, 1926) und W. HAACK (1923) zurück sowie ganz besonders auf die neuen Untersuchungen, die durch H. BOIGK (1952, 1956) und v. GÄRTNER durchgeführt wurden. Auf ihre Ergebnisse sei im einzelnen verwiesen, zumal hier nur kurz die faziellen Zusammenhänge betrachtet werden sollen.

Die Schichten des *Unteren Teilzyklus*, der mit BOIGK's „Hardeggener Gruppe“ zusammenfällt, beginnen sehr häufig wieder mit grobkörnigen Sandsteinen (bis 2 mm Korndurchmesser). Die Hauptmasse besteht aber aus einer Wechselfolge mittel- bis dickbankiger Sandsteine fleischroter und lichtrosa Farbe. Im allgemeinen sind sie sehr kaolinreich und oft von quarzitischer Beschaffenheit. Schiefertonreiche Partien gliedern die Sandsteinfolgen auf. Nach Norden stellen sich im obersten Teil erst tonig-

sandige, dann tonige Sedimente mit Kalksandsteinen ein, die von GRUPE und HAACK noch als „Tonige Zwischenschichten“ ( $sm_2\alpha$ ) bezeichnet wurden, in der zyklisch aufgebauten Gliederung BOIGK's aber jetzt den Namen „Hardegseener Ton“ ( $sm\ H'ts$ ) erhalten haben.

Über dieser klargegliederten unteren Abfolge setzt der *obere Teilzyklus* des S 5 — BOIGK's „Sollinggruppe“ — wieder mit einer Folge fein- und mittelkörniger Sandsteine ein. Sie tragen seit altersher den Namen „Bausandstein“ (v. KOENEN 1915). Abgesehen von gebleichten Partien besitzen die Sandsteine eine dunkle, violette Farbe. Sie sind kaolin- und glimmerreich und meist ein wenig karbonatisch. Der Glimmergehalt kann eine plattige Absonderung der Gesteine verursachen, doch treten auch mürbe Partien sowie mächtigere sandige Tonpakete auf, die häufig zusammengeschwemmte Pflanzenreste führen.

Im *nordhessischen Gebiet* bilden beide Teilsysteme des S 5 noch ein einheitliches Ganzes. Von Westen, Süden und Osten findet aber auf Kassel zu eine stetige Mächtigkeitzunahme statt, der eine allmähliche Abnahme der Korngröße und ein Rückgang und schließlich Verschwinden der Geröllführung parallel geht. Am Westrand der Kasseler Senke, an der Nordostecke des Schiefergebirges, z. B. bei Marsberg, wird die Mächtigkeit des hier noch geröllführenden „Bausandsteins“ schon mit 50 m angenommen; sie dürfte aber gegen Osten schnell zunehmen. Im Nordteil des Knüll erreichen die beiden Äste des S 5 schätzungsweise schon 100 m. Im nordwestlichen Werra-Grauwackengebirge entwickelt sich aus der noch 10 bis 20 m mächtigen, farblich zerteiligen Partie am Meißner eine etwa bis 100 m anschwellende Serie, die dann weiter im Kaufunger Wald auf 200 m zunimmt. Die größte Entwicklung wird aber wohl im Kasseler Gebiet und nördlich davon im *Reinhardswald und Bramwald* erreicht, wo beide noch schwer abtrennbare Abteilungen („Bramwaldgruppe“) nach BOIGK über 300 m mächtig werden können.

Erst im südlichen *Solling* lösen sich die beiden Äste des S 5 deutlich voneinander ab. Der untere entwickelt seine vollzyklische Ausbildung, die durch die grobkörnigen Sandsteine an der Basis, die mittelkörnigen und schon feinkörnigen Sandsteine im mittleren Teil und die obere tonreiche Partie der „Hardegseener Tone“ gekennzeichnet ist. Die Mächtigkeit beider Teilzyklen beträgt im Solling noch 250 m, nimmt aber in nördlicher Richtung und auch auf Göttingen-Northeim zu schnell ab (s. ob.). An der *Ahlsburg* sind beide nach BOIGK etwa 150–200 m mächtig, um im *Vogler* dann schon auf 100 m zurückzugehen. Der untere Teilzyklus liegt hier schon vorwiegend in der sandig-tonigen Fazies der „Hardegseener Tone“ vor und auch der Bausandstein zeigt bereits eine starke Aufgliederung durch tonige Zwischenlagen sowie einen Übergang in die kieslige Kalksandsteinfazies der nördlichen Beckenentwicklung.

Aus der Übersicht geht hervor, daß die 5. Sedimentabfolge vom Schwarzwald bis nach Thüringen und Mittelhessen in Form konglomeratischer, geröllführender oder doch grobkörniger Sandsteine vorliegt, die nur eine relativ geringe Mächtigkeit aufweisen. Die Hauptsedimentation verschob sich in dieser Epoche weiter nach Norden in den Raum von Nordhessen und Südhannover. Die Sandsteine werden feinkörniger und es entwickelt sich ein unterer und oberer Teilzyklus heraus, die nach Norden in die tonig-kieslige Kalksandsteinfazies des nördlichen Buntsandsteinbeckens übergehen.

## 6. Der sechste Zyklus — S 6 — die Stufe des Röts

(vgl. Abb. 12 und Tabelle 5)

Bei der Erörterung der oberen Grenze des fünften Zyklus wurden im einzelnen schon die Gründe angeführt, die maßgebend waren, die vorwiegend rote, tonige und marine Schichtenfolge des Röts zu einer selbständigen Stufe zusammenzufassen, bzw. ihr die bisherige Eigenständigkeit zu belassen. Deuteten die sandigen und tonigen Karneol-Dolomitschichten über den Sandsteinfolgen des S 5 z. T. wenigstens auf Bildungen der Oberfläche und auf eine zwischenzeitliche Unterbrechung des „normalen“ zyklischen Sedimentationsablaufs, so stellt der darüber einsetzende Horizont des „Unteren oder Thüringischen Chirotheriensandsteins“ mit seinen faziellen Vertretungen die erste wieder horizontbeständige Schicht dar. Sie kann fast durch das ganze Becken südlicher Fazies verfolgt werden, d. h. sie repräsentiert weitgehend eine Zeitmarke im Sedimentaufbau des Buntsandsteins. Dieser Beginn einer sich wieder weiträumig einstellenden, gleichmäßigen Sedimentation läßt es sinnvoll erscheinen, den „Unteren Chirotheriensandstein“ — wie dies schon in Bayern seit langem geschieht — zur Basisschicht des 6. Zyklus zu machen.

Auch das Röt hat nun verschiedentlich weitere Unterteilungen erfahren. Meist wurde die Trennung in ein Unteres und Oberes Röt vorgenommen oder — wie beispielsweise in Südhannover — eine Dreiteilung durchgeführt. Bei allen diesen Untergliederungen wurden die Grenzen fast immer an mehr oder weniger markante Gesteinswechsel gelegt, und zwar meist an die Basis sandiger und toniger Schichten oder — wie z. B. im Emsland — auch an die Unterkante des Salzgebirges. Da nun aber die Sedimente des Röts ebenfalls großen faziellen Veränderungen unterworfen sind, deren Faziesgrenzen meist schräg beckenwärts die Schichtenfolgen durchschneiden, mußten die auf petrographischer Basis erstellten Gliederungen zwangsläufig ganz unterschiedlich ausfallen (vgl. Tab. 6 und 7).

Betrachtet man die Rötssedimente in einem mehr großräumigen Zusammenhang, so kann die Feststellung gemacht werden, daß auch diese einen klaren zyklischen Aufbau besitzen. Dieser ist sogar besonders deutlich ausgeprägt, was vielleicht mit dem Vorwalten mariner Absatzbedingungen in Zusammenhang gebracht werden darf. Im Bereich der Becken-Südfazies lassen sich zwei große Teilzyklen erkennen, die im Gegensatz zu den rein petrographischen Abgrenzungen sehr viel besser geeignet sind, die Rötstufe weiter zu unterteilen.

Die untere Sedimentabfolge reicht von der Basis der Stufe bis zur Unterkante des Plattensandsteins bzw. der ihn faziell vertretenden Schichten. Im Süden und beckenrandlich tritt der tiefere Teilzyklus allerdings kaum mehr als selbständiger Schichtenkomplex in Erscheinung. Ihm gehören lediglich noch die geringmächtigen Sedimente des Unteren Chirotheriensandsteins an (vgl. Abb. 12). Beckenwärts — und dies ist schon in Unterfranken der Fall — stellen sich dann auch tonige Gesteine dunkelgrauer Farbe ein, die mehr in nördlicher Richtung bei zunehmender Mächtigkeit Gipslager aufnehmen und schließlich in das mächtige Salzgebirge des Leinegebietes übergehen. Die Abgrenzung dieser Schichten zu einem selbständigen Teilzyklus drängt sich um so mehr auf, als sich darüber wieder Sedimentserien aufbauen,

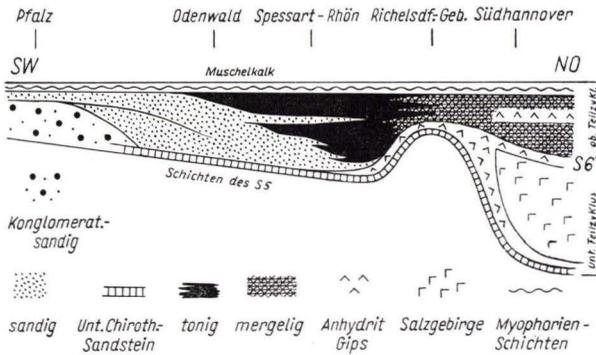


Abb. 12 Der fazielle Aufbau des sechsten Schüttungszyklus (S 6) im Buntsandstein südlicher Beckenentwicklung; schematisch.

die randnah durch Konglomerate und dann sandige Schichten, beckenwärts aber durch Tone und Mergel vertreten werden, also eine für sich geschlossene Abfolge bilden. Die obersten Schichten der Rötstufe zeigen faziell und faunistisch schon Anklänge an den Muschelkalk. Diese Entwicklung setzt beckenwärts zunehmend früher ein (Ost-Thüringen z. B.), d. h. auch die obere Grenze des Buntsandsteins ist über einen größeren Raum hinweg als Faziesgrenze zu betrachten.

a) Die Basisschichten des Röts

(Der „Untere oder Thüringische Chirotherien-Sandstein“ und seine faziellen Vertretungen.)  
(vgl. Tab. 5)

Die Verwirrungen und Verwechslungen, die um den Namen „Chirotherien-Sandstein“ entstanden sind, können kaum mehr überblickt und enträtselt werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß Chirotherienfährten in recht verschiedenen Horizonten vorkommen können, auch in solchen, die den Namen nicht tragen. Heute ist es wohl üblich, im wesentlichen drei Chirotherienhorizonte zu unterscheiden, auf die die Fährten zwar nicht beschränkt sind, die aber dennoch in gewissem Sinne als stratigraphische Begriffe gewertet werden können. Der die Basis des Röts bzw. unseres S 6 bildende „Untere oder Thüringische Chirotherien-Sandstein“ ist der klassische Horizont, in welchem im ersten Drittel des vorigen Jahrhunderts in Hildburghausen/Thüringen jene Fährten erstmals entdeckt wurden.

Im südwestdeutschen Raum ist der Untere Chirotherien-Sandstein nicht überall vorhanden, sei es nun, daß er gebietsweise niemals sedimentiert wurde, sei es, daß er vor Ablagerung der darüber folgenden Schichten wieder abgetragen worden ist. Im Schwarzwald gehören diesem Horizont plattige Sandsteine mit Karneol oder glitzernde weiße Sandsteine an. Im Saargebiet, in der Pfalz sowie in den Vogesen fehlt der Horizont großenteils, während im Odenwald nach Auffassung von M. SCHUSTER (1933) in der dort von HOPPE (1926) ausgeschiedenen „Karneolbank“ ein Äquivalent des Unteren Chirotherien-Sandstein zu erblicken ist.

Im *Spessart- und Rhöngebiet* ist die Basisschicht des Röt's jedenfalls auf fränkischem Gebiet von M. SCHUSTER überall als 0,50-2,00 m mächtiges, oft durch Tonlagen geteiltes Sandsteinpaket festgestellt worden. In *Oberfranken*, zwischen Kulmbach und Kronach, erreicht der „Thüringische Chirotherien-Sandstein“, der hier auch unter dem Namen „Karneol-Bausandstein“ oder „Grenzkarneol“ bekannt ist, eine Mächtigkeit von 14-20 m. In ähnlich mächtiger Entwicklung wird der gleiche Horizont auch in *Südthüringen* angetroffen, wo er mit den darunter liegenden roten Sandsteinen des S 5 häufig eine geschlossene Einheit bildet.

Herrscht in Oberfranken und Südthüringen ähnlich wie in Südwestdeutschland die sandige Ausbildung vor, so stellen sich schon in Unterfranken und verstärkt in großen Teilen *Hessens* und *Südhanovers* zunehmend tonige Schichten ein. In Südhannover sind es die 12 bis 15 m mächtigen „Tonigen Grenzschichten“ GRUPE's, die BOIGK neuerdings als „Tonige Grenzfolge“ bezeichnet. Diese als Äquivalent des „Thüringischen Chirotherien-Sandstein“ aufzufassenden Schichten sind bisher zum „Mittleren Buntsandstein“ gezogen worden, d. h. das Röt beginnt hier erst mit der obersten sandigen Bank dieser Folge, mit dem sog. „Grenzsandstein“, in welchem GRUPE (1926) schon echte Rötffossilien nachweisen konnte.

Mag auch in manchen Gebieten, speziell am Beckenrand, die Horizontierung des „Unteren Chirotherien-Sandsteins“ noch nicht immer befriedigend geklärt sein, so ist doch sichergestellt, daß dieses Schichtglied nach der vorangegangenen zumindest gebietsweise erfolgten Unterbrechung der Sedimentation erstmals wieder eine weite Verbreitung besitzt. Mit dem „Unteren Chirotherien-Sandstein“ beginnt daher eine neue Sedimentationsepoche und gerade darauf gründet sich die Auffassung, diesen Horizont — wie dies seit langem schon in Bayern geschieht — gliederungsmaßig zum Röt zu ziehen, also mit dem „Unteren Chirotherien-Sandstein“ den sechsten Zyklus des Buntsandsteins beginnen zu lassen.

#### b) Der untere Teilzyklus des Röt's

(vgl. Tab. 5)

In *Südwestdeutschland* ist der untere Teilzyklus nur durch den geringmächtigen Unteren Chirotherien-Sandstein vertreten. In *Unterfranken* aber stellen sich im Hangenden der Basisschichten des Röt's schon dunkelgraue Tone und Mergel ein, die sulfidische Erze führen können und in gewisser Weise der Kupferschieferfazies oft recht ähnlich sehen. Außerdem sind in diesen hier bis 10 m Mächtigkeit erreichenden sog. „Chirotherienschiefern“ auch reichlich Steinsalz pseudomorphosen anzutreffen sowie Zellenkalke und Gips.

Eine ganz ähnliche Entwicklung vollzieht sich im *oberfränkischen Gebiet*, wo sich in beckenwärtiger Richtung im Hangenden des Unteren Chirotherien-Sandsteins allmählich die „Hellen Pseudomorphosenschichten“ F. HEIM's (1933) bzw. die „Übergangsschichten“ im Sinne von H. LORETZ (1885, 1895) einstellen. Bei Kulmbach liegt dieser 6-20 m mächtige Schichtenkomplex noch in sandiger Ausbildung vor, während er sich bei Kronach bereits schon aus grüngrauen Tonen und Sandschiefern zusammensetzt.

Im nördlichen Unterfranken, im Werra-Gebiet sowie im nördlichen Niederhessen sind über den Schichten des Unteren Chirotherien-Sandsteins gleich mächtigere Gipslager entwickelt. Soweit aufgeschlossen und nicht abgelautet, bilden diese einen breiten Streifen, der aus dem Kasseler Raum über das Werra-Grauwackengebirge bis in das Gebiet von Eschwege durchzuverfolgen ist, wo er dann Anschluß an die west- und südthüringischen Gipslager erhält. Ob die von DENCKMANN (1902) erwähnten Gipseinschlüsse bei Winterscheid am Kellerwald mit denen von Kassel in Verbindung zu bringen sind und dem gleichen Horizont angehören, mag dahingestellt bleiben. Nach seiner Verbreitung und der geologischen Position im Profil muß dieser „Untere Gips“ GRUPE'S (1912 und 1926) als sulfatische Randfazies des sich in Südhannover und Thüringen im gleichen Niveau einstellenden Salzgebirges aufgefaßt werden. Mit Auftreten der chemischen Sedimente nimmt auch die Mächtigkeit des unteren Zyklus sehr schnell zu. Im Leinegebiet Südhannovers ist eine 200 bis 300 m dicke Schichtenfolge entwickelt, die allein dem unteren Teil der Rötstufe angehören dürfte.

Die Tatsache, daß gleich zu Anfang des 6. Zyklus Sulfate und Chloride zum Absatz gekommen sind, ist immerhin bemerkenswert. Die gerade in dieser Zeit günstigen Ausscheidungsbedingungen sind mit der einsetzenden Rötingressoion in Zusammenhang zu bringen, der zumindest gebietsweise eine Sedimentationsunterbrechung bzw. Verlandung des Beckens vorausging. Gerade in diesem Stadium war auch die Einschüttungsintensität noch gering, deuten doch der Mangel grobklastischen Materials in den Randgebieten sowie auch die dem Kupferschiefer ähnlichen Sedimente des Chirotherienschiefer-Horizontes auf eine nur schwache Abtragungstätigkeit in den Liefergebieten hin. Es fügt sich auch sehr gut in das Bild der beginnenden Rötingressoion ein, daß der untere Teilzyklus seine Hauptentwicklung in Südhannover und im Bereich nördlicher Beckenfazies besitzt, dagegen weiter südlich und bereits schon in einiger Entfernung vom Beckenrand nur noch durch den geringmächtigen Chirotheriensandstein vertreten ist. Mit dem oberen Teilzyklus ändern sich dann die Verhältnisse, indem auch das südwestdeutsche Gebiet wieder stärker in den Sedimentationsraum einbezogen wird, und zwar extensiv über die Ablagerungsgrenzen aller tieferen Stufen des Buntsandsteins hinaus.

### c) Der obere Teilzyklus des Röts

(vgl. Abb. 12 und Tab. 5)

Über den Sedimenten des bis zur Abscheidung von Chloriden fortgeschrittenen unteren Teilzyklus baut sich ein Schichtenstoß auf, der im Bereich der Becken-Südfazies eine eigene, in sich geschlossene Abfolge bildet. Sie zeigt eine stetige Entwicklung von der konglomeratischen Fazies über die sandige bis zu Tonen und Mergeln, und zwar sowohl in der Horizontalen wie in der Vertikalen. Da die Schichten des unteren Teilzyklus extensiv eine weniger weite Verbreitung besitzen, wird in den randlichen Gebieten die fünfte Stufe meist gleich von den Sedimenten des oberen Teilzyklus überlagert. Überhaupt erreicht der Buntsandstein mit dem oberen Zyklus des Röts seine größte Ausdehnung, d. h. in manchen Gebieten bildet er nur noch allein die Vertretung dieser Formationsabteilung.

In den *Vogesen*, im *Saargebiet* und in der *Pfalz*, wo größtenteils der „Untere Chirotherien-Sandstein“ fehlt, bestehen die Schichten des oberen Rötzyklus vorwiegend aus Konglomeraten und geröllführenden Sandsteinen. Es handelt sich um feldspatreiche Gesteine schmutzig-braunroter Farbe mit zwischengeschalteten Tonlagen und sog. Dolomitbröckelbänken („Zwischenschichten“ BENECKE'S 1877). Nach oben geht diese bis 60 m mächtig werdende Folge in feinkörnige Sandsteine und Tone über, die unter dem Begriff „Votziensandstein“ zusammengefaßt werden. Ihr unterer Teil besteht aus festgefügteten Sandsteinbänken, die reichlich Pflanzenreste (*Voltzia heterophylla* BROGN.) und auch marine Fossilien enthalten. Zum Hangenden stellen sich dann zunehmend tonige Schichten ein, denen bis zur Unterkante des Muschelkalks noch 2 m sandige rote Letten mit spärlichen Myophorienlagen folgen. Die gleiche Abfolge von grobklastischen, sandigen und tonigen Schichten ist auch in *Luxemburg* entwickelt (M. LUCIUS, 1951) und wird in ähnlicher Weise noch in großen Teilen der *Eifelstraße* angetroffen (E. SCHRÖDER, 1951).

Im *Schwarzwald* zeigen sich bereits einige petrographische Abweichungen gegenüber den Profilen der oben genannten Gebiete. Statt der grobklastischen „Zwischenschichten“ BENECKE'S liegen hier dünn- bis mittelbankige, überwiegend feinkörnige Sandsteine vor. Sie haben eine dunkelrote und violettrote Farbe und enthalten neben losen Sanden, dolomitischen Lagen und gelegentlichen Karneolen auch reichlicher tonige Einschaltungen. Zum Hangenden wird die Folge zunehmend pelitischer und auch im Schwarzwald bestehen die obersten 3-4 m der Stufe aus blutroten und blau-roten, sandigen Letten und mergligen Tonen, die dünne Dolomitbänkechen führen. Die ganze Serie bis zu diesen sogenannten „Röttonen“ oder „Rötmergeln“ wird wegen ihrer dünnbankigen, feinkörnigen Ausbildung als „Plattensandstein“ bezeichnet. M. SCHUSTER (1934) hat darauf aufmerksam gemacht, daß der Plattensandstein nicht einfach als eine aus den grobklastischen Zwischenschichten sich entwickelnde Fazies aufzufassen ist. Die letzten hält er vielmehr für einen Delta-artigen Schuttkegel, über den hinweg die Schichten des Plattensandsteins abgelagert wurden.

Im Gebiet des *Odenwalds* gewinnt die feinklastische und pelitische Ausbildung weiter an Bedeutung. Etwa zwischen dem mittleren und oberen Drittel der hier 80 m mächtigen Stufe entwickelt sich ein rund 5 m starker kiesliger heller oder violetter Sandstein — der „Fränkische oder Obere Chirotheriensandstein“ — heraus, der bis in die Rhön hinein als charakteristischer Horizont anhält. Die rund 40-50 m mächtige Folge unter ihm liegt in der Plattensandsteinfazies vor, die zuoberst mürbe Sandsteine mit dolomitischen Lagen führt („Oberer Dolomithorizont“). Das obere Drittel der Stufe, welches im Schwarzwald noch stark sandig ausgebildet ist, wird im Odenwald schon ganz durch rote Schiefertone ersetzt, die nur gelegentlich Sandsteinbänkechen führen und dicht unter dem Muschelkalk wieder fossilreichere Lagen einschließen („Rote Schiefertone“ oder „Röt“). Diese pelitische Fazies greift nun weiter beckenwärts auch auf die Schichten unter dem „Fränkischen Chirotherien-sandstein“ über, und zwar im unterfränkischen Maingebiet zunächst bis zum „Grenzquarzit“ und weiter nördlich sogar hinab bis zu den hier tonigen Schichten des unteren Zyklus.

Ein ganz analoger Übergang von einer grobklastischen und sandigen Fazies in eine zunehmend und schließlich vorherrschend pelitische treffen wir auch in *Oberfranken* am Südrand der Böhmisches Masse an. Bei Kulmbach z. B. liegt die ganze Stufe mit Ausnahme der obersten 3-5 m mächtigen mergeligen „Myophorienschichten“ in Plattensandsteinfazies vor, der im oberen Teil der „Fränkische Chirotherienhorizont“ eingeschaltet ist. In Kronach — etwa 17 km nordwestlich von Kulmbach — ist dagegen die gleiche Folge bis zum Muschelkalk überwiegend tonig entwickelt.

Es wurde schon erwähnt, daß im Odenwald bereits die ganze Folge über dem „Fränkischen Chirotherien-Sandstein“ durch tonige Schichten vertreten wird. Im *Mainfränkischen Gebiet* setzt die tonige Ausbildung noch früher und schon über dem sog. „Grenzquarzit“ oder „Mittleren Chirotherien-Sandstein“ ein, der nun die oberste Schicht der Plattensandsteinfazies bildet. Hier beginnt man von „Unteren“ und „Oberen Röttonen“ zu sprechen je nach ihrer Lage unter oder über dem Horizont des „Fränkischen Chirotherien-Sandsteins“. Die dicht unter dem Muschelkalk liegenden Schichten, die schon in den Randgebieten reichlicher marine Fossilien führen, treten auch im Mainfränkischen Gebiet faunistisch besonders hervor. Faziell gleiche Verhältnisse sind nach dem von CARLÉ (1956) beschriebenen Profil der Bohrung Mergentheim auch im *Taubergebiet* vertreten.

In der *Rhön* und anscheinend auch im mittleren *Hessen* verändert sich das Bild schon sehr wesentlich, indem nun auch die Plattensandsteinfazies zunehmend einer tonigen weicht und zugleich der „Fränkische Chirotherien-Sandstein“ auskeilt oder doch beginnt, seine Bedeutung als charakteristische Leitschicht zu verlieren. Hier vollzieht sich also der Übergang in die reine tonige und mergelige Fazies des oberen Teilzyklus.

Die in der *Rhön* und im nordwestlichen *Oberfranken* sich einstellende tonig-mergelige Fazies setzt sich dann weiter beckenwärts in das Gebiet von *West- und Südthüringen* fort. Die Hauptmasse der zum oberen Teilzyklus gehörenden Schichten, deren Mächtigkeit bei Eisfeld etwa 70 m beträgt und beckenwärts noch zunimmt, bilden bunte Mergel und Tone mit Quarziten und Sandsteineinschaltungen. Interessant ist ferner, daß das Röt in seinem obersten Teil immer mehr Muschelkalkcharakter annimmt. Aus den in Südwestdeutschland tonig-sandigen und in *Franken* mehr tonig-mergeligen Myophorienschichten entwickeln sich in *West- und Südthüringen* schon die „Myophorien- und Modiola-Kalke“ heraus, also Kalk-Mergelplatten mit einer ausgesprochenen Muschelkalkfauna. In *Ostthüringen* setzt diese Muschelkalkfazies noch früher ein. Schon dicht über dem „Unteren Röt“, das Gipslager und Steinsalz führt und zumindest teilweise unserem unteren Teilzyklus entspricht, treten bereits Bänke mit echter Muschelkalkfauna auf („Mittleres Röt“ und Oberes Röt“). Der oberste Teil — die „Myophorienschichten“ oder „Cölestinschichten“ — werden faunistisch und petrographisch dem Wellenkalk schließlich schon so ähnlich, daß sie früher als Bestandteil des Muschelkalkes aufgefaßt wurden.

Die tonig-mergelige Fazies mit grünen Quarziten, Sandsteinbänkchen und Gipslagen ist auch im *nördlichen Hessen* verbreitet. Auffallend ist die große Mächtigkeit des Röts von über 250 m speziell im Kasseler Gebiet, wo sich bereits im S 5 schon

besonders große Absenkungstendenzen feststellen ließen. Eine ähnliche petrographische Ausbildung besitzen die Schichten des oberen Rötzyklus auch im nördlich anschließenden Gebiet von *Südhannover*. Folgen wir dem von GRUPE aufgestellten Standardprofil, so besteht die Hauptmasse der Stufe über dem zum unteren Zyklus gehörenden Salzgebirge, also GRUPE's „Mittlerer Röt“, aus roten Mergeln mit Dolomit- und Quarzitbänkchen sowie eingeschalteten Gipslagern. Die obersten Schichten unter dem Muschelkalk, GRUPE's „Oberer Röt“, setzt sich auch in Südhannover aus grauen Mergeln und dolomitischen Kalken zusammen, in denen u. a. *Myophoria vulgaris* und *Modiola hirudiniformis* vorkommen.

Der Überblick zeigt, daß die obere Abfolge des Röt's einen ebenfalls klaren zyklischen Aufbau besitzt. Prinzipiell liegt das gleiche fazielle Bild vor, wie bei den tieferen Stufen des Buntsandsteins, jedoch mit dem graduellen Unterschied, daß durch die weitreichende Ingression des Rötmeeres der Wechsel von den marinen feinklastischen Schichten in die am Rande entwickelten sandigen und grobklastischen Ablagerungen sich nicht im Norden der Becken-Südfazies, sondern im Süden, schon sehr viel küstennäher vollzieht. Selbst die zuoberst entwickelten „Myophorienschichten“ halten — wenn auch geringmächtig, in lettig-sandiger Ausbildung und mit artenarmer Fauna — bis in die Randregionen des Beckens aus. Im übrigen geht aus der Abb. 12 und der Tab. 5 klar hervor, daß bei den schräg durch die Schichtenfolgen verlaufenden Faziesgrenzen nur durch Anpassung an die zyklisch faziellen Zusammenhänge eine einheitliche und korrelierbare Gliederung des Röt's erzielt werden kann.

### 7. Die Schüttungszyklen und ihre Faziesverschiebungen

Die so mannigfachen Faziesentwicklungen des Buntsandsteins im südlichen Beckenbereich können nach den vergleichenden Betrachtungen also sechs großen Schüttungszyklen zugeordnet werden. Es ist dabei auffallend, daß jeder dieser Zyklen eine prinzipiell ähnlich aufgebaute Sedimentabfolge besitzt und mithin gleichartige Schichtserien mehrfach wiederkehren. Die Entwicklungstendenz geht stets von anfangs grobsandigen Absätzen zu feinsandig-tonigen und tonig-mergligen Ablagerungen, denen schließlich auch Karbonate und Evaporite eingeschaltet sein können. Im allgemeinen entspricht dieser petrographischen Abfolge eine fazielle von fluviatil-festländischen Entstehungsbedingungen zu brackisch-marinen Verhältnissen.

Die im Becken generell von SW nach NO gerichtete, allerdings von den seitlichen Flanken des Trogs modifizierte Schüttungsrichtung bedingt eine auch in der Horizontalen ausgebildete Aneinanderreihung dieser petrographisch-faziellen Stadien. Ihre durch Auflagerungen und Verzahnungen gekennzeichneten Grenzen haben meist eine zum nördlichen Beckenteil abfallende Neigung, so daß den in den Randgebieten konglomeratisch und grobsandig entwickelten Ablagerungen im Troginnern zunehmend tonige, karbonatische und unter Umständen auch saline Sedimente gegenüberstehen.

Abweichungen bezüglich des zyklischen Aufbaus bestehen unter den sechs Einschüttungsphasen jedoch insofern, als ihre einzelnen Faziesausbildungen jeweils sehr unterschiedlich weit in das Beckeninnere hineinreichen, d. h. also, daß sich die Über-

SW

NO

Schwarzwald

Rheinpfalz

Odenwald

Spessart

Rhön

Richelsdf. Gebirge

Solling

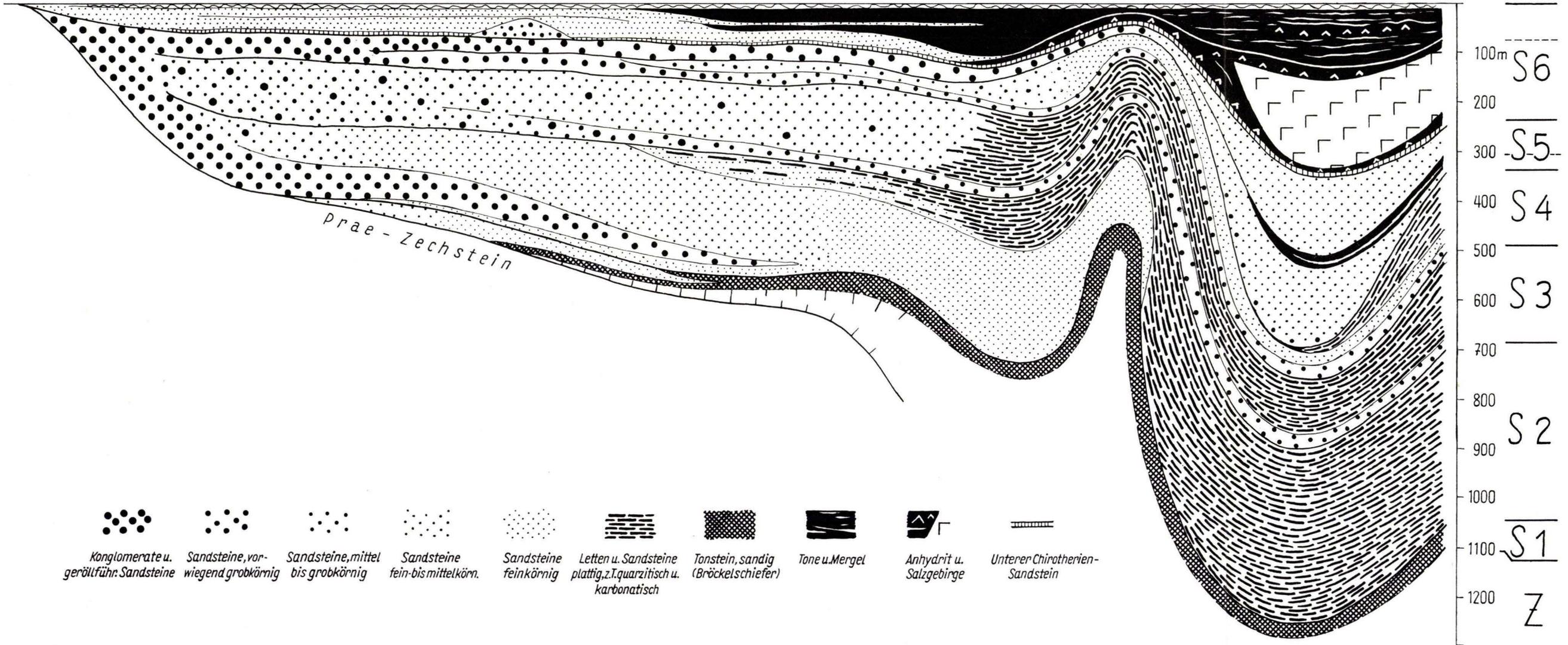


Abb. 13. Schematische Darstellung der Faziesverhältnisse des Buntsandsteins in der südlichen Beckenentwicklung

gänge z. B. von der sandigen in die mehr tonigen Gesteine von Zyklus zu Zyklus verschieben. Es ist dabei die an sich nicht sonderlich überraschende Feststellung zu machen, daß in jenen Einschüttungszyklen, in denen die sandige Fazies beckenwärts sehr weit vorgeschoben ist, auch die konglomeratische oder geröllführende Ausbildung entsprechend weit aushält. Umgekehrt werden in den Fällen, wo der Übergang von der sandigen in die tonige Entwicklung sehr küstennah erfolgt — wie dies im Bröckelschiefer und im S 6 gegeben ist — die chemischen Sedimente, speziell Karbonate und Sulfate, schon viel beckenrandlicher angetroffen.

Auf die Bedeutung der Fazieswanderung ist auch schon früher hingewiesen worden (A. STRIGEL 1926), wengleich nur immer die Gegensätzlichkeit zwischen Unterem Buntsandstein (gemeint ist Bröckelschiefer bis Unterkante Eck'sches Konglomerat), Mittlerem Buntsandstein und Röt herausgestellt wurde. Eine speziellere Analyse war auch nicht möglich, weil die bestehenden, nicht nach Zyklen aufgeteilten Gliederungen die einzelnen Einschüttungsabschnitte gar nicht zu erkennen gaben. Da diese uns zwingen, die Schichtenfolgen in anderer Weise zusammenzufassen und heute andere Stufengrenzen zu ziehen, so müssen auch manche Vorstellungen vom Entwicklungsgang der Sedimentation im Buntsandstein revidiert werden.

Interessant ist nun, daß die von Zyklus zu Zyklus auftretenden Faziesverschiebungen nicht willkürlich angeordnet sind, sondern ebenfalls einer ganz bestimmten Tendenz folgen, die sich in den Sedimentationsablauf sehr gut einpaßt. In der Abb. 13 sind die sechs Großzyklen des Buntsandsteins mit ihren konglomeratischen, sandigen und tonig-salinischen Faziesbereichen noch einmal etwas schematisch in Form eines von SW nach NO verlaufenden Profils zur Darstellung gebracht worden. Darin kommt zum Ausdruck, daß im *Bröckelschiefer* die Faziesgrenze Sandig gegen Tonig-marin noch sehr nah am Beckenrand liegt. Demgegenüber vollzieht sich der gleiche Wechsel in der darüberfolgenden *Fränkischen Stufe* (S 2) erst im Gebiet des mittleren und nördlichen Hessens. Die konglomeratischen bzw. geröllführenden Einschüttungen reichen dementsprechend schon bis in den unterfränkischen Raum hinein („Eck'sches Konglomerat“).

Das Zurückdrängen der tonig-brackischen Fazies ins Beckeninnere hat in der nächsthöheren *Hessischen Stufe* (S 3) einen weiteren, wenn auch nicht großen Fortschritt zu verzeichnen. Etwas eingengt durch die grobsandige Fazies entlang der Rheinischen Masse und der südlich begrenzenden Küstenregionen setzt die tonig-plattige Ausbildung im S 3 ebenfalls in Nordhessen und im hessisch-thüringischen Werragebiet ein. Die geröllführenden Lagen, die sich in dieser Stufe mehr über das ganze Profil der Schichtenfolge verteilen, reichen bis nach Unterfranken und sind selbst im mittleren Hessen noch weit verbreitet.

In der *Thüringischen Stufe* (S 4) gewinnt die sandige und grobsandige Fazies noch mehr an Boden. Lassen wir die tonige Entwicklung mit dem Einsetzen des „Detfurter Tons“ im Sinne von BOIGK beginnen, so rückt die sandige Fazies hier schon bis in das Gebiet des Solling vor.

Das Zurückweichen der brackisch-marinen, stark tonigen Schichten zugunsten der sandigen geht in der *Hannoverschen Stufe* (S 5) noch weiter, d. h. hier wird schließlich

das Maximum der Reichweite der sandigen Fazies überhaupt erreicht. Aus der Darstellung der faziellen Zusammenhänge ging ja hervor, daß der vierte Zyklus sich nach Norden in zwei Schüttungsäste aufgabelt, und es ist nun interessant, daß ganz entsprechend der nördlichen Verschiebungstendenz der untere Teilzyklus früher beginnt in die tonige Fazies überzugehen als der obere. Im oberen Ast stellt sich erst im Vogler eine vorherrschend tonig-plattige bzw. kieslige Kalksandsteinfazies ein. Ebenso wie die sandige Einschüttung ist auch die konglomeratische und geröllführende Fazies viel weiter ins Becken hinein zu verfolgen als in den vorangegangenen Zyklen. Können wir an den Rändern und in der Beckenachse bis in den Spessart und die südliche Rhön hinein eine teilweise konglomeratische Ausbildung feststellen, so treten geröllführende Sandsteine im S 5 sogar noch im nördlichen Nordhessen auf. Überhaupt verlagert sich der gesamte Sedimentationsraum des fünften Zyklus weiter nach Norden, beträgt doch die Mächtigkeit seiner Schichten südlich des Kasseler Beckens nur selten mehr als 50 m und treten auch bereits Anzeichen auf, die auf eine Abtragung in diesem Gebiet und eine Sedimentationslücke schließen lassen.

Mit dem Einsetzen des *Röts* (S 6) findet das stetige Vorrücken der sandigen Fazies nach Norden schlagartig ein Ende. Es erfolgt ein neuer Vorstoß des Meeres, der — in zwei Teilzyklen aufgegliedert — regional sogar über die Beckenränder der tieferen Schüttungszyklen hinweggreift. Der untere Teilzyklus hat entsprechend der von Nord nach Süd fortschreitenden Ingression besonders im nördlichen Beckenteil bis nach Nordhessen hinein seine Hauptentwicklung, wo neben Gips auch Chloride zur Abscheidung gekommen sind. Mit dem oberen Teilzyklus erreicht der Buntsandstein extensiv seine überhaupt größte Verbreitung, wobei die Grenze zwischen dem sandigen und tonigen Faziesbereich etwa in das Gebiet des Odenwaldes gelegt werden kann. Entsprechend bleiben die zu diesem Teilzyklus gehörenden konglomeratischen Bildungen ganz auf den unmittelbaren Küstensaum beschränkt.

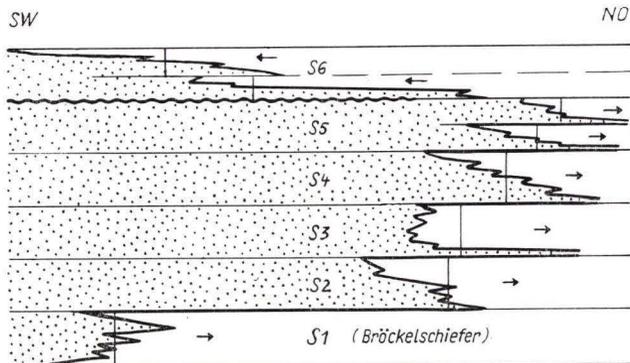


Abb. 14 Die sechs Schüttungszyklen des deutschen Buntsandsteins südlicher Beckenentwicklung und ihre Faziesverschiebungen (sandig/tonig); schematisch.

Der Ablauf der Faziesverschiebungen ist in der Abb. 14 nochmals in schematischer Weise zur Darstellung gebracht worden. Sie veranschaulicht, wie mit dem Bröckelschiefer allmählich die marinen Verhältnisse des Zechsteins verdrängt werden und wie nun — die Tendenz fortsetzend — die sandigen Einschüttungen des Buntsandsteins sich von Zyklus zu Zyklus bis zum S 5 hinauf weiter vorschieben. Mit dem S 6 reißt die Entwicklung ab und es entstehen Verhältnisse, wie sie ähnlich im Bröckelschiefer zu Beginn des Buntsandsteins vorgelegen haben.

Die mehrfache Wiederkehr in ihrer Abfolge ähnlicher Schichtenserien und die in bestimmtem Sinne sich vollziehenden Faziesverschiebungen sind immerhin überraschend, bedenkt man, daß die Buntsandsteinformation ja fast ausschließlich von klastischen Sedimenten vertreten wird, bei denen eine solche Regelmäßigkeit nicht von vornherein zu erwarten ist. Allerdings wird gern übersehen, daß diese klastischen Ablagerungen auch in der Beckensüdfazies zu einem großen Teil unter Wasser, und zwar wahrscheinlich unter salzigem Wasser entstanden sind, soweit nicht — wie bei den aviculaführenden Schichten und anderen tonigen Absätzen mit und ohne Karbonate und Sulfate — überhaupt brackische und marine Bedingungen geherrscht haben. Darin ist wohl in erster Linie die Erklärung für die weite Verbreitung und Horizontbeständigkeit mancher Ablagerungen des Buntsandsteins zu suchen. Im übrigen glaube ich, daß der so klare zyklische Aufbau mit tektonischen Bewegungen in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden muß. Mögen klimatische Einflüsse und der unterschiedliche Stoffbestand der in Aktion getretenen Liefergebiete für den petrographischen Charakter, z. B. für die Zusammensetzung und Farbe der Gesteine ausschlaggebend gewesen sein, so müssen in der sechsfachen Wiederkehr ähnlich struierter Sedimentabfolgen und in der aufgezeigten Fazieswanderung die Auswirkungen epirogener Vorgänge gesehen werden.

#### IV. Die bisherigen Gliederungen und ihre Einordnung in die sechs Zyklen

(vgl. Tabelle 6 und 7)

Die vielen bestehenden unterschiedlichen Buntsandsteingliederungen dem sechsstufigen Einteilungssystem einzuordnen, ist keine leichte Aufgabe. Die Schwierigkeiten liegen nicht etwa so sehr in der Korrelierung der faziell wechselnden Schichtenserien — wie oben gezeigt werden konnte — sondern in der Parallelisierung der vorhandenen Gliederungsnamen und -begriffe. Oft ist es nicht einmal mehr möglich, zu entscheiden, welche Schichtenserien unter der betreffenden Bezeichnung eigentlich zusammengefaßt sein sollten, abgesehen davon, daß die im Buntsandstein unausbleiblichen Verwechslungen in einigen Fällen selbst eine Nachprüfung illusorisch machen. Dieser Sachlage sieht man sich recht häufig bei der Ausdeutung der Gliederungen nördlich des Mains gegenüber, und zwar trifft dies in verhängnisvoller Weise besonders in Niederhessen und wohl auch in manchen Teilen Thüringens zu.

Weitere Komplikationen ergeben sich bei einer Korrelierung der Gliederungen und Einordnung in die sechs Stufen verständlicherweise auch in der Nachbarschaft der Küstenregionen. Hier können manche Schichtenserien überhaupt fehlen und die

Sedimente aller Stufen eine mehr oder weniger grobklastische und konglomeratische Ausbildung annehmen. Die Grenzen der mehr beckenwärts gut abzutrennenden Gesteinsfolgen und mithin auch die Grenzen unserer Stufen werden zum Rande also immer undeutlicher und gehen schließlich ganz verloren. Solche Verhältnisse sind aber in den Küstenregionen aller Formationen in gleicher oder doch ähnlicher Weise anzutreffen. In diesen Fällen und solchen, bei denen die Abgrenzung der Stufen vielleicht aus anderen Gründen versagt bleibt, muß eben eine Zusammenfassung von mehreren Zyklen in Kauf genommen werden. Um die Einheitlichkeit der Gliederung nicht zu gefährden, ist es in jedem Falle richtiger, eher auf die Zuordnung eines Schichtenkomplexes zu einer bestimmten Stufe zu verzichten als nun — wie das bisher meist geschehen ist — die Stufengrenze an irgendeine petrographisch gerade deutlich markierte Schicht zu legen, die faziell und stratigraphisch einer ganz anderen Position entspricht.

Es soll schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß für die Einstufung mancher Schichtenserien erst noch die notwendigen geologischen Daten erarbeitet werden müssen. Überhaupt hat die zyklische Betrachtungsweise der Sedimentfolgen des Buntsandsteins manche bisher unerkant gebliebene Fehldeutung ans Tageslicht gebracht und damit eine Fülle von Gliederungsfragen aufgeworfen, deren Klärung weitere umfangreiche Untersuchungsarbeiten voraussetzt.

Wenn also in den beigefügten Tabellen 6 und 7 eine Gegenüberstellung der bisherigen Gliederungsauffassungen und ihre Einordnung in das sechszyklische System vorgenommen wurde, so mag dies als ein Versuch gewertet werden, der sicherlich noch mancher Korrektur bedarf. Man erkennt aber, welche Diskrepanzen allein die wenigen hier ausgewählten Gliederungen aufweisen und wie berechtigt und notwendig es ist, dem deutschen Buntsandstein eine einheitliche und neutrale Gliederungsbasis zu geben.

## V. Das dreistufige und das neue sechstufige, zyklische Gliederungssystem

Nachdem die vergleichenden Faziesbetrachtungen zu dem Ergebnis geführt haben, daß die Schichtenfolgen des südlichen Beckenbereiches einen sechszyklischen Aufbau besitzen, muß die Frage aufgeworfen werden, ob es überhaupt zweckmäßig ist, die alte Dreiteilung im Unteren, Mittleren und Oberen Buntsandstein beizubehalten. Grundsätzlich bestehen keine Schwierigkeiten, die betreffenden Großzyklen den alt-hergebrachten *drei Stufen* zuzuordnen. Die Stufen S 1 und S 2 könnten zum Unteren Buntsandstein zusammengefaßt werden, S 3 bis S 5 würden dann den mittleren Teil der Formationsabteilung vertreten, während S 6 dem Oberen Buntsandstein gleichzusetzen wäre. Die Grenze von *su* und *sm* würde dann die gleiche sein wie sie z. B. von MOESTA und BEYNSCHLAG im vorigen Jahrhundert gezogen wurde und später dann in großen Teilen Hessens und Südhannovers Anwendung gefunden hat (G. GUNZERT; 1954). Die Grenze *sm/so* käme indessen nach bayerischem Vorbild, besonders nach dem Vorschlag M. SCHUSTER'S (1933), an die Basis des „Unteren“ oder „Thüringischen Chirotherien-Sandsteins“ zu liegen. Es ergäbe sich also eine Kombination aus ver-

schiedenen bisher gültigen Regionalabgrenzungen, allerdings unter besonderer Berücksichtigung des oben dargelegten zyklischen Aufbaus der Sedimentfolgen:

Oberer Buntsandstein	S 6
	S 5
Mittlerer Buntsandstein	S 4
	S 3
Unterer Buntsandstein	S 2
	S 1

Dennoch spricht manches dagegen, an einer Aufteilung des Buntsandsteins in drei Stufen festzuhalten. Nachdem sich im Bereich der Becken-Südfazies *sechs große Schüttungsphasen* abzeichnen, von denen jede einzelne einen selbständigen und gewissermaßen gleichwertigen Abschnitt im Sedimentationsablauf darstellt, würde eine Dreiteilung schlechterdings sehr willkürlich sein. Auch der petrographische Aufbau der einzelnen Sedimentabfolgen zeigt keine so grundsätzlichen Unterschiede, die dazu berechtigen könnten, beispielsweise zwischen dem 2. und 3. Zyklus einen schärferen Schnitt zu ziehen als zwischen der 1. und 2. oder 3., 4. und 5. Abfolge. Die früher immer wieder gemachte Gegenüberstellung eines mehr feinkörnigen Unteren und mehr grobkörnigen Mittleren Buntsandsteins mag für gewisse Gebiete ihre Gültigkeit besitzen, im größeren Zusammenhang betrachtet, besteht ein solcher Unterschied jedoch nicht. Wie im einzelnen dargestellt wurde, kommen feinkörnige und grobkörnige Sedimente in allen Großzyklen in gleicher Weise vor, ja es ist ja gerade das Wesen des zyklischen Aufbaus, daß in jeder Abfolge alle faziellen Stadien von der grobklastischen bis zur feinklastischen und durch chemische Sedimente gekennzeichneten Ausbildung vertreten sind.

Noch viel weniger läßt sich eine Dreiteilung des Buntsandsteins herleiten, wenn man die Fazieswanderung in der Aufeinanderfolge der Zyklen betrachtet. Gerade hier zeigt sich von Anbeginn des Buntsandsteins eine konsequente Verschiebungstendenz in Form einer stetigen Progression der sandigen Fazies bis hinauf zum 5. Zyklus, ohne daß sich auch nur andeutungsweise eine Änderung im Entwicklungsgang, die eine Teilung in einen Unteren und Mittleren Buntsandstein rechtfertigte, feststellen ließe. Erst mit dem Röt erfolgt eine Umkehr im Verlauf der Fazieswanderung, und dieser neuen Situation ist in der sechsstufigen Gliederung ebenso Rechnung getragen wie bei den Gliederungen früherer Zeit. In Konsequenz all dieser Gesichtspunkte glaube ich, daß den einzelnen Sedimentabfolgen eine Eigenständigkeit zuerkannt werden muß und mithin die sechs Großzyklen als Stufen der Formationsabteilung aufzufassen sind.

Wir wissen, daß nach Norden, in der Becken-Nordfazies, sich noch weitere Schüttungszyklen einstellen. Schon im Übergangsgebiet, im nordhessisch-südhamoverschen Raum, beginnt der S 5 sich in zwei Teiläste aufzuspalten, und eine analoge Tendenz ist auch bei den anderen Zyklen zu erwarten beziehungsweise in einigen Fällen schon festgestellt worden. Soweit diese neu sich einschaltenden Abfolgen dem Schuttstrom angehören, der über Südwestdeutschland in generell nordöstlicher Richtung verläuft, stellen sie eben nur Abspaltungen aus den gleichen Großzyklen dar, die

weiter südlich eine noch ungeteilte Einschüttung bilden und zur Grundlage der sechsstufigen Gliederung gemacht wurden. Es wäre also verfehlt, die Stufenaufteilung des Buntsandsteins an diese in der Beckensüdfazies nicht entwickelten und dann auch gliederungsmäßig hier nicht auszuhaltenden Teilzyklen zu knüpfen. In dem Bestreben, für einen möglichst großen Teil des deutschen Buntsandsteinbeckens ein einheitliches Aufteilungssystem zu erstellen, ist es indessen richtiger, von den großen Sedimentationszyklen auszugehen, die in beiden Teilen des Beckens vorhanden sind und die Wurzel der sich regional entwickelnden Teiläste darstellen.

Vergleicht man noch einmal an Hand der Tabellen 6 und 7 die Grenzen der neuen sechs Stufen mit den Aufteilungen aus früherer Zeit, so ergeben sich allenthalben irgendwelche Abweichungen und Unterschiede. Unter diesen Umständen erscheint es nicht — oder doch nur in bestimmten Fällen — angebracht, die Stufen der neuen Einteilung mit Namen und Symbolen zu belegen, die schon früher irgendwie Anwendung gefunden haben. Man darf ja nicht übersehen, daß bei aller Uneinheitlichkeit der Nomenklatur, wie sie die vorhandenen Gliederungen auszeichnet, manche Bezeichnungen und Namen zu fest verwurzelten Begriffen geworden sind, die nun im anderen Sinne wieder verwendet, die Verständigung nur noch schwieriger machen würden.

Die für die sechs Stufen neu zu wählenden *Namen und Symbole* — und nur um diese soll es im Rahmen der vorliegenden Abhandlung gehen — müssen ebenso einfach wie einprägsam sein. Sie müssen die Möglichkeit weiterer Unterteilungen, z. B. auch in Subzyklen, eröffnen und umgekehrt Zusammenziehungen gestatten für die Fälle, wo eine Abgrenzung der einzelnen Stufen nicht mehr möglich ist oder notwendig erscheint.

Die hier vorgeschlagene und oben bereits angewandte einheitliche Stufengliederung des Buntsandsteins (südlicher Beckenfazies) läßt sich in folgender Weise zusammenfassen:

Formation	Abteilung		Stufe
Trias	Buntsandstein S	S 6	Röt
		S 5	Hannoversche Stufe
		S 4	Thüringische Stufe
		S 3	Hessische Stufe
		S 2	Fränkische Stufe
		S 1	Bröckelschiefer

Das große „S“ bedeutet das Symbol für den Buntsandstein als Formationsabteilung der Trias, während die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 die Großzyklen entsprechend ihrer geologischen Aufeinanderfolge, also die Stufen der Formationsabteilung bezeichnen. Bei der Wahl der Namen wurde zum Teil auf Länder oder Landschaften Bezug genommen, in denen die betreffende Stufe eine besonders weite Verbreitung an der Oberfläche besitzt. Bei der ersten und sechsten Stufe wurde an den alten Bezeich-

nungen festgehalten, weil der Bröckelschiefer und das Röt in ihren Abgrenzungen im Vergleich zu den älteren Gliederungen nur geringfügige oder kaum zu Verwirrungen Anlaß gebende Abweichungen aufweisen und das Röt speziell eine gewisse Sonderstellung unter den Stufen des Buntsandsteins einnimmt.

## VI. Zusammenfassung

Die Tatsache, daß der deutsche Buntsandstein in der südlichen Beckenfazies, also etwa zwischen dem Schwarzwald und Südhannover lokal und regional ganz unterschiedlich aufgeteilt und bezeichnet wird, gab Veranlassung, sich der brennend notwendigen Aufgabe zu widmen, eine einheitliche Gliederung zu erstellen. Grundlage des hier abgehandelten neuen Gliederungssystems ist der zyklische Aufbau der Buntsandsteinsedimente, d. h. die mehrfache Wiederkehr ähnlich struierter Schüttungsfolgen, die vom Liegenden zum Hangenden und von Süden nach Norden mit grobklastischen Gesteinen beginnen und zunehmend in pelitisch-marine Sedimente mit teils chemischen Absätzen überleiten. Die Untersuchungen führten zur Ausscheidung von sechs großen Einschüttungsphasen, die bis hinauf zum fünften Zyklus eine Progression der sandigen Fazies erkennen lassen, während mit dem sechsten Zyklus die tonig-marine Entwicklung wieder fast das ganze Becken beherrscht. Der Bröckelschiefer ist nach der neuen Gliederung ein Bestandteil des Buntsandsteins, und zwar als erster Zyklus dieser Formationsabteilung aufzufassen. In knapper Form wurde ein Abriß der faziellen Zusammenhänge der Schichten jedes einzelnen Zyklus gegeben und der Versuch unternommen, die Vielheit der bestehenden Gliederungen dem zyklischen Gliederungssystem zuzuordnen. Es erwies sich als folgerichtig, von der althergebrachten Einteilung in drei Stufen abzugehen und statt dessen die sechs Einschüttungszyklen zu Stufen des Buntsandsteins zu erklären, denen neutrale, von den alten Gliederungen nicht benutzte Symbole und teilweise auch neue Namen gegeben wurden.

## Schriftenverzeichnis

- AMMON, L. von: Über eine Tiefbohrung durch den Buntsandstein und die Zechsteinschichten bei Mellrichstadt an der Rhön. — Geogn. Jahresh., **13**, 1900, S. 149–193, München 1901.
- u. REIS, O. M.: Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken der Geognostischen Karten des Königreiches Bayern. München 1903.
- BENECKE, E. W.: Über die Trias in Elsaß-Lothringen und Luxemburg. — Abh. geol. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen, S. 491–825, Straßburg 1877.
- BENTZ, A.: Über das Mesozoikum und den Gebirgsbau im Preußisch-Holländischen Grenzgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **78**, S. 381–500, Stuttgart 1926.
- BILHARZ, A. (und HASEMANN, W.): Erl. geol. Spezialk. v. Baden, Bl. Baden, Nr. 67, Freiburg i. B. 1934.

- BLANCKENHORN, M.: Erl. geol. Kte. v. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. **198**, Blatt Neukirchen, Berlin 1919 und Blatt Niederaula, Berlin 1920.
- Über Fossil- und Fährtenhorizonte im Buntsandstein. — Z. deutsch. geol. Ges., **76**, Mon.-Ber., 1924, S. 269–278, Berlin 1925.
- Über den hessischen Chirotheriensandstein. — Cbl. Mineral. usw., Abt. B, S. 94–96, Stuttgart 1927.
- Das Tertiär Niederhessens (Endergebnisse der geologischen Aufnahmen in Niederhessen von 1911–1946). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**, S. 7–82, Wiesbaden 1950.
- BOIGK, H.: Möglichkeiten und Wege zu einer Feingliederung im Mittleren Buntsandstein erläutert an den Verhältnissen des nordwestlichen Vorharzes. — Z. deutsch. geol. Ges., **103**, (1951), S. 102–105, Hannover 1952.
- Vorläufige Mitteilung über eine neue Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im Raume Südhannover. — Geol. Jb., **72**, S. 325–339, Hannover 1956.
- BRÄUHÄUSER, M.: Erl. geol. Spezialk. Württemberg, Bl. Schramberg (Nr. 129), Stuttgart 1909.
- u. SCHMIDT, A.: Erl. geol. Spezialk. Württemberg, Blatt Simmersfeld (Nr. 79), Stuttgart 1908.
- BRINKMANN, R.: Tektonik und Sedimentation im deutschen Triasbecken. — Z. deutsch. geol. Ges., **78**, S. 52–74, Berlin 1927.
- BÜCKING, H.: Der nordwestliche Spessart. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **12**, Berlin 1892.
- Erl. geol. Kte. v. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. *184*, Bl. Fulda, Berlin 1911.
- CARLÉ, W.: Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Tiefbohrung in Bad Mergentheim. — Jb. f. Statistik u. Landeskunde von Baden-Württemberg, **3/1956**, S. 229–260, Stuttgart 1956 (1956a).
- Neue Beobachtungen und Erkenntnisse über den Bröckelschiefer des unteren Buntsandsteins. — Neues Jb. Geol. u. Paläontol., Mh., S. 282–289, Stuttgart 1956 (1956b).
- DENCKMANN, A.: Erl. z. geol. Kte. v. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. **116**, Bl. Gilsberg, Berlin 1902.
- DIENEMANN, W.: Das oberhessische Buntsandsteingebiet. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1913, **34**, II, S. 317–403, Berlin 1915.
- DORN, P.: Der oberfränkisch-oberpfälzische Buntsandstein. — Z. deutsch. geol. Ges., **83**, S. 14–37, Berlin 1931.
- ECK, H.: Erl. geogn. Kte. der Umgegend von Lahr. Lahr 1884
- Zur Gliederung des Buntsandsteins im Odenwald. — Z. deutsch. geol. Ges., 1884.
- Geognostische Beschreibung der Gegend von Baden-Baden usw. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **6**, Berlin 1892.
- ERB, L.: Erl. geol. Spezialk. Baden, Bl. Nassig (Nr. 2) u. Blatt Wertheim (Nr. 3) mit Beitr. v. C. SCHNARRENBERGER, O. M. REIS u. M. SCHUSTER, Freiburg i. B. 1928.
- FORCHE, F.: Stratigraphie und Paläogeographie des Buntsandsteins im Umkreis der Vogesen. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **15**, S. 15–55, Hamburg 1935.
- FRANTZEN, W.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Bl. Meiningen, Berlin 1889.
- GRUPE, O.: Zur Stratigraphie der Trias im Gebiet des oberen Wesertals. — 4. Jber. nieders. geol. Ver., 1911, S. 1–102, Hannover 1911.
- Zur Gliederung des deutschen Buntsandsteins. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1912, **33**, I, S. 397–421, Berlin 1914.

- GRUPE, O.: Voltziensandstein, Chirotheriensandstein und Bausandstein und ihre stratigraphische Stellung innerhalb der Buntsandsteinformation. — Cbl. Mineral. usw., B, 1926, S. 129–145, Stuttgart 1926.
- Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges in E. FULDA: Handbuch der vergleichenden Stratigraphie Deutschlands, Zechstein. Preuß. geol. L.-A., Berlin 1935.
- GRUPE, O. u. HAACK, W.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Hildesheimer Waldes. — 7. Jber. nieders. geol. Ver., S. 145–200, Hannover 1914.
- GÜMBEL, C. W.: Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebietes. — Bavaria, 4, I, S. 3–77, München 1866.
- Geologie von Bayern, II. Kassel 1894.
- Kurze Erläuterungen zu dem Geognostischen Blatte Speyer (Nr. 18). Kassel 1897.
- GUNZERT, G.: Die Grenzziehung zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 32, S. 138–151, Wiesbaden 1954.
- HAACK, W.: Zur Stratigraphie und Fossilführung des Mittleren Buntsandsteins in Norddeutschland. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1921, 42, S. 560–594, Berlin 1923.
- HASEMANN, W.: Erl. geol. Spezialk. Baden, Bl. Zwingenberg (Nr. 25), Freiburg i. B. 1930.
- HEIM, F.: Gliederung und Faziesentwicklung des Oberen Buntsandsteins im nördlichen Oberfranken. — Abh. geol. Landesuntersuchg. am Bayer. Oberbergamt, 11, München 1933.
- HERRMANN, A.: Schichtausfälle im Mittleren Buntsandstein des nordwestlichen Eichsfeldes und deren mögliche Deutung. — Geol. Jb., 72, S. 341–345, Hannover 1956.
- HILDEBRAND, E.: Geologie und Morphologie der Umgebung von Wertheim am Main. Dissertation, Freiburg i. B. 1924.
- Die stratigraphische Stellung des Karneolhorizontes. — Cbl. Mineral. usw., Abt. B, Nr. 2, S. 41–49, Stuttgart 1929.
- HOPPE, W.: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald; I. Stratigraphie und Fossilführung. — Notizbl. Ver. f. Erdkunde u. hess. geol. L.-A. zu Darmstadt f. 1925 (V) 8, S. 7–112, Darmstadt 1926.
- Die hydrogeologischen Grundlagen der Wasserversorgung in Thüringen. Gustav Fischer-Verlag, Jena 1952.
- KARRENBERG, H.: Der ostfränkische Raum in seiner postvariszischen paläogeographischen Entwicklung und tektonischen Gestaltung. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch., 60, Berlin 1939.
- KAUTZSCH, E.: Der Einfluß der Böhmisches Masse auf die Entwicklung des Buntsandsteins an ihrem Nordwestrand. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd., B, 70, 1933.
- KAYSER, E.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. 212, Bl. Marburg, Berlin 1915.
- KLEMM, G.: Erl. geol. Kte. Hessen, Blätter Erbach und Michelstadt, Darmstadt 1928.
- KLEMM, G. u. CHELIUS, C.: Zur Gliederung des Buntsandsteins im Odenwald und Spessart. — Notizbl. Ver. f. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 15, Darmstadt 1894.
- KOENEN, A. v.: Über den Bausandstein des Mittleren Buntsandsteins. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1913, 34, II, Berlin 1915.
- KOLESCH, K.: Beitrag zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins im Gebiete des Blattes Kahla (S.-A.). — Jb. preuß. geol. L.-A., 40, II, S. 307–382, Berlin 1921.
- KREYSING, K.: Zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins in Südhannover und Nordhessen. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., B, 2, Stuttgart 1957.

- LORETZ, H.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Blätter Eisfeld 1885, Neustadt a. d. Heide 1885, Steinach 1895.
- LOTZE, F.: Steinsalz und Kalisalze, Geologie; aus: Die wichtigsten Lagerstätten der „Nicht-Erze“, Bd. III, 1, Berlin 1938.
- LUCIUS, M.: Übersicht über die Geologie Luxemburgs. — Z. deutschen geol. Ges., **103**, Stuttgart 1951.
- MEYER, H. L. F.: Frankenberger Zechstein und grobklastische Bildungen an der Grenze Perm/Trias. — Jb. preuß. geol. L.-A. (1910), I, Berlin 1913.
- MOESTA, F.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. 8, Berlin 1876.  
— Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. 23, Berlin 1886.
- MÜLLER, E. A.: Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Oberen Buntsandsteins im Saar-Lothringischen Raum. — Annales Univ. Sarav., Naturwiss. **3**, III, Saarbrücken 1954.
- PRÖSCHOLDT, H.: Über die Gliederung des Buntsandsteins am Westrand des Thüringer Waldes. — Z. deutsch. geol. Ges., **39** (1887), S. 343–359, Berlin 1887.  
— Erl. z. geol. Kte. v. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. 56, Blätter Hildburghausen u. Themar, Berlin 1892.
- REGELMANN, K.: Erl. geol. Spezialk. Württemberg, Blätter Enzklosterle (Nr. 78), II. Aufl., Stuttgart 1934, Wildbad (Nr. 66) II. Aufl., Stuttgart 1934, Baiersbronn (Nr. 92) II. Aufl., Stuttgart 1935.
- REIS, O. M.: Erl. geol. Kte. Bayern, Bl. Kissingen (Nr. 41), München 1914.  
— Erl. geol. Kte. Bayern, Bl. Brückenau-Geroda, München 1923.  
— Der unterfränkische Buntsandstein in: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., herausgegeben v. M. SCHUSTER, VI, S. 21–28. — Der oberfränkische Buntsandstein, ebenda, S. 84–87, München 1928.
- REIS, O. M. u. PFAFF, F. W.: Erl. geol. Karte Bayern, Bl. Mellrichstadt v. d. Rhön (Nr. 22), München 1917.
- RICHTER, G.: Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im hessischen Raum. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch. f. 1940, **61**, S. 283–332, Berlin 1941.
- SAUER, A.: Erl. geol. Spezialk. Baden, Bl. Neckargemünd, Heidelberg 1898.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Studien aus dem Marburger Buntsandstein III–VII. — Senckenbergiana, **10**, S. 16–54, Frankfurt 1928.
- SCHRÖDER, E.: Die Trierer Bucht als Teilstück der Eifeler Nord-Süd-Zone. — Z. deutsch. geol. Ges., **103**, 1951.
- SCHUSTER, M.: Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. — Abh. geol. Landesuntersuchg. am Bayer. Oberbergamt, **7**, München 1932, **9**, München 1933, **15**, München 1934, **22**, München 1935, **23**, München 1936.
- SÖFNER, R.: Zur Entstehung des Thüringischen Buntsandsteins. — Chemie der Erde, **11**, 1938.
- STEINLEIN, H.: Das Buntsandsteingebiet zwischen Kulmbach und Bayreuth. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **180**, Berlin 1938.
- STILLE, H.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. B.-St., Lfg. 70, Bl. Kleinenberg, Berlin 1904.
- STRIGEL, A.: Paläogeographisches vom süddeutschen Triasbecken. — Cbl. Mineral. usw., B, S. 492–506, Stuttgart 1926.
- Das süddeutsche Buntsandsteinbecken. — Verh. naturhist. Med. Ver. Heidelberg, N. F. **16**, S. 80–465, Heidelberg 1929.

- THÜRACH, H.: Bericht über die Exkursionen am 29. und 30. März und 1. April (betreffd. Pfälzer Haardt). — Ber. Vers. oberrhein. geol. Ver., 27, Vers. Stuttgart 1894.  
— Bemerkungen über die Gliederung des Buntsandsteins im Spessart. — Ber. Vers. oberrhein. geol. Ver., 28, Vers., 1895, S. 44–50, Stuttgart 1895.  
— Erl. geol. Spezialk. Baden, Bl. Heidelberg, II. Aufl., Heidelberg 1909 und III. Aufl., Heidelberg 1918.
- VOLLRATH, A.: Der Untere Buntsandstein zwischen Odenwald und Oberhessen. — Zbl. Mineral. usw., 1939, B, S. 263–277, Stuttgart 1939.
- WALTHER, J.: Geologische Heimatkunde von Thüringen, 6. Aufl., Jena 1927.
- WEBER, H.: Einführung in die Geologie Thüringens. Berlin 1955.
- WOLBURG, J.: Das Profil der Trias im Raum zwischen Ems und Niederrhein. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., 7, S. 305–330, Stuttgart 1956.
- WURM, A.: Die Nürnberger Tiefbohrungen und ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung. — Abh. geol. Landesunters. am bayer. Oberbergamt, 1, München 1929.
- Außerdem: Die Erläuterungen zu den Geologischen Karten von Preußen, Thüringen, Hessen, Bayern, Baden und Württemberg etc., soweit sie Buntsandstein betreffen.

Adresse des Autors:

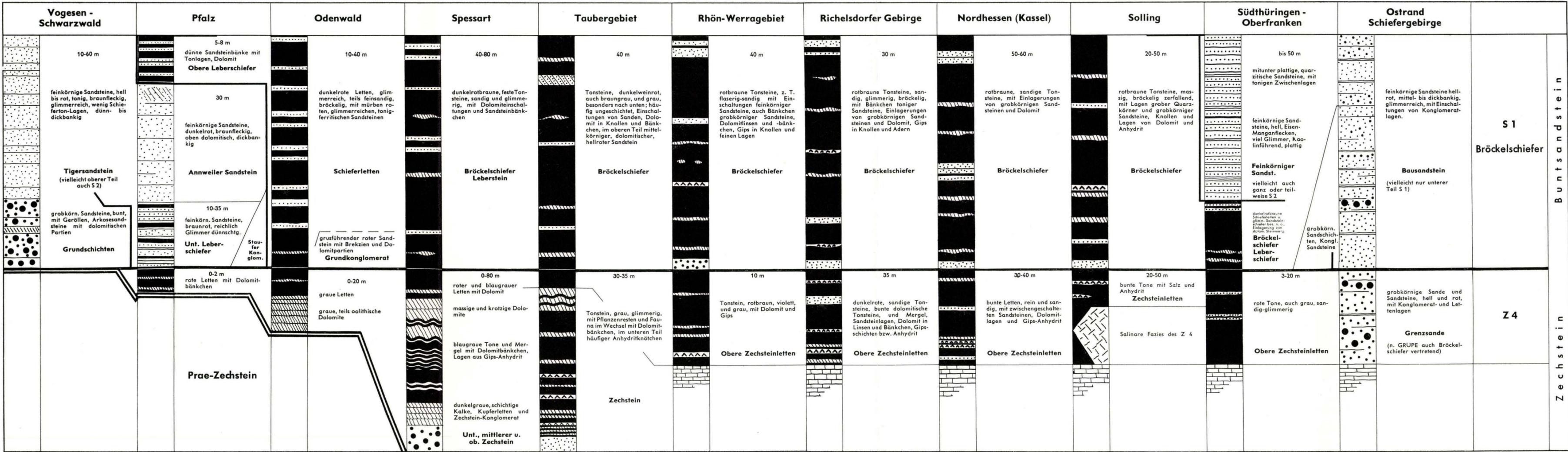
Dr. GERHARD GUNZERT, Regierungsgeologe a. D.

i. Fa. Preußische Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft, Hannover, Leibnizufer 9

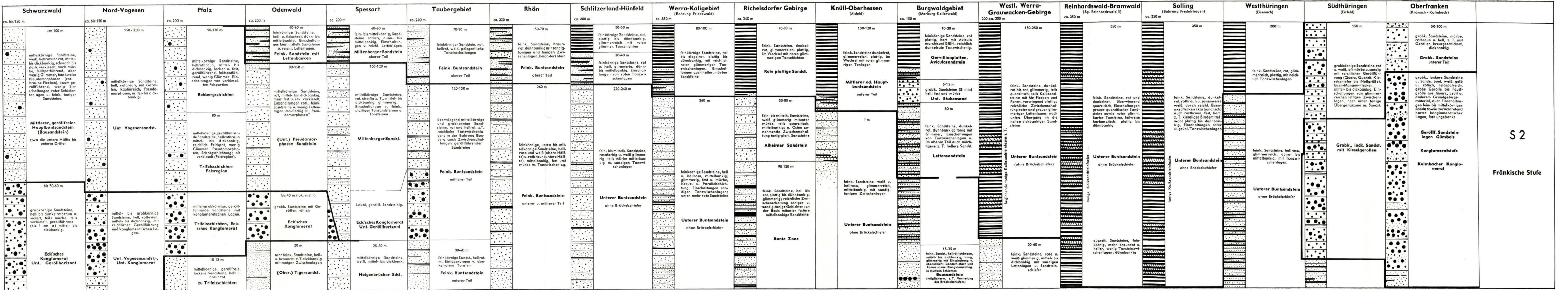
Manuskript eingegangen am 26. Juni 1957

Für die Redaktion verantwortlich:

Dipl.-Geol. Dr. FRITZ KUTSCHER, Oberregierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Straße 25



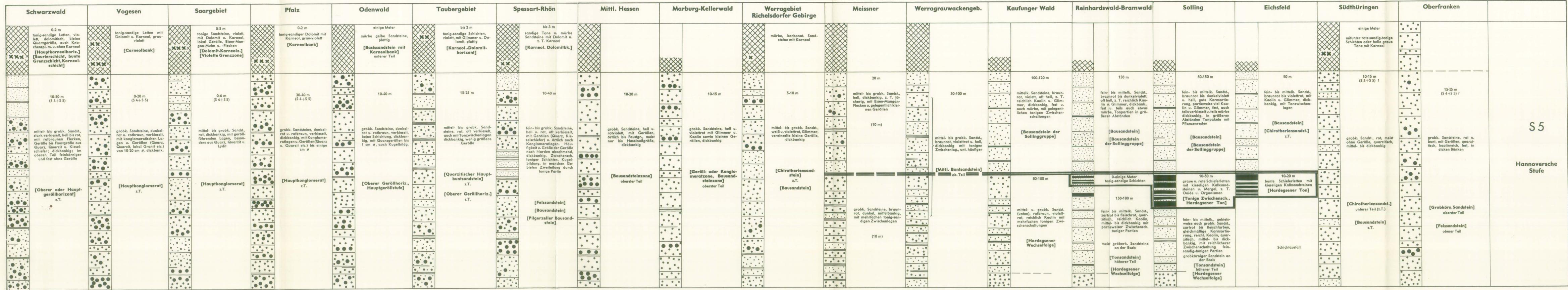
Tab. 1. Schichtenaufbau und Faziesbeziehungen in der Bröckelschiefer-Stufe des Buntsandsteins (S 1)



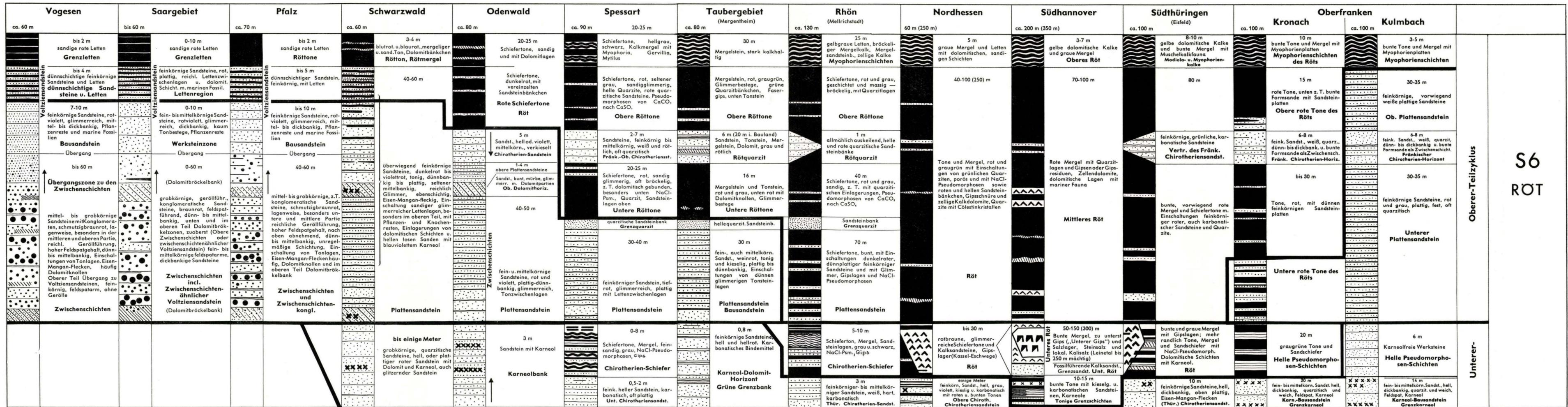
Tab. 2. Schichtenaufbau und Faziesbeziehungen in der Fränkischen Stufe des Buntsandsteins (S 2)

Schwarzwald	Vogesen	Pfalz	Odenwald	Spessart	Taubergebiet	Rhön	Marburg - Mittelhessen	Hess.-Thür. Werrageb.	Richelsdorf - Eschwege	Werra - Grauwacken- gebirge	Kaufunger Wald	Bramwald - Reinhardswald	Solling	Eichsfeld	Ostthüringen	Südthüringen (Eisfeld — Hildburghausen)	Oberfranken (Kronach — Kulmbach)			
<p>10-50 m (S 4 + S 5)</p> <p>mittel- bis grobkörnige Sandsteine, stark verkieselt, hell bis rot mit rotbraunen Flecken, Gerölle bis Faustgröße aus Quarz, Quarzit und Kieselschiefer, dickbankig</p> <p>Oberer oder Hauptgeröllhorizont z. T.</p>	<p>0-20 m (S 4 + S 5)</p> <p>grobkörnige Sandsteine, dunkelrot und rotbraun, verkieselt, mit konglomeratischen Lagen und Geröllten (Quarz, Quarzit, lokal: Granit) von 10-20 cm ø, dickbankig</p> <p>Hauptkonglomerat z. T.</p>	<p>20-40 m (S 4 + S 5)</p> <p>grobkörnige Sandsteine, dunkelrot und rotbraun, verkieselt, mit Konglomeratlagen und Geröllten bis einige cm Durchmesser</p> <p>Hauptkonglomerat z. T.</p>	<p>30-50 m</p> <p>grobkörnige Sandsteine, mattrot, mittel- bis dickbankig</p> <p>Grobkörn. Sandstein m. d. Kugelhorizont oberer Teil (KLEMM'S [obere] Gerölllage)</p>	<p>30-50 m</p> <p>grobkörnige Sandsteine, mittel- bis dickbankig</p> <p>Mittel- bis grobkörn. Sandstein oberer Teil</p>	<p>ca. 20-40 m</p> <p>fein- bis mittelkörnige Sandsteine mit Tüstenlagen, hellrot bis fleischrot, auch weiß</p> <p>fein- bis grobkörnige Sandsteine mit Geröllten und Feinsandsteinen, hellrot u. Tonsteinlagen Ob. Geröllhorizont unterer Teil</p>	<p>30-60 m</p> <p>Wechselfolge feinkörniger, glimmerreicher, roter, feinschichtiger Sandsteine, grobkörniger, violetter, heller manganfleckiger Sandstein, mürbe und fest, mittelbankig, mit reichlichen, z. T. sandigen, glimmerreichen Tonzwischenlagen, besonders nach oben</p> <p>Hauptbuntsandstein z. T.</p>	<p>80 m</p> <p>Wechselfolge feinkörniger, glimmerreicher, roter, weiß-violetter Sandsteine mit schwarzbraunen Manganflecken, grobkörnige Sandsteine, mürbe, kaolinreich, mit Geröllten, mittelbankig, und glimmerreiche, sandige Tonzwischenlagen</p> <p>10 m grobkörn. Sandstein, hellrot-violette Körnung, kaolinreich, mürbe und fest, schlechte Korrosionierung, mittelbankig Mittlerer od. grobkörniger Buntsandstein z. T.</p>	<p>80-100 m</p> <p>Wechselfolge feinkörniger, glimmerreicher, roter, weißer, violetter Sandsteine und hellvioletter und ziegelroter, grobkörniger Sandsteine, bis mittelbankig, mürbe, Eisen-Mangan-Flecke, reichlich violette rote bis ziegelrote, glimmerreiche Tonzwischenlagen (10-12 m)</p> <p>10-15 m grobkörnige Sandsteine, hell, rotviolett, kaolinreich, mürbe und fest, schlechte Korrosionierung, mittelbankig Mittlerer od. grobkörniger Buntsandstein z. T.</p>	<p>25-30 m</p> <p>rote, glimmerreiche, z. T. sandige Tone mit dünnem, meist hellen u. violett-fleckigen, milden, glimmerreichen Sandsteinbänken (10-12 m)</p> <p>5 m mittel- bis grobkörnige Sandsteine, hellrotbraunviolett, wenig fest, kaolinreich, mittelbankig</p>	<p>20 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, weiß, grau, violett, Eisen-Mangan-Flecken, milde, glimmerreich, wulstige Schichtung, mit roten Tonzwischenlagen, dünnbankig</p> <p>5-10 m grobkörnige Sandsteine, hell, violetter, Eisen-Mangan-Flecken, kaolinreich, wenig fest, mittelbankig</p>	<p>20-30 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, weiß, grau, violett, Eisen-Mangan-Flecken, milde, glimmerreich, wulstige Schichtung mit roten Tonzwischenlagen</p> <p>20 m sehr grobkörnige Sandsteine, hell, rot, violett, fest u. mürbe, mittelbankig, kaolinreich</p> <p>Def. Sandstein</p>	<p>30-40 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, weiß, grau, viol., quarzit. und milde, glimmerreiche, wulstige Schichtung, mit Tonzwischenlagen, besonders oben.</p> <p>Def. Sandstein</p>	<p>50-60 m</p> <p>Sandige rote Tone, glimmerreich, mit Einschaltungen feinkörniger, glimmerreicher Feinsandsteine, weiß, violett, rot, grau, karbonatisch, porig</p> <p>Def. Sandstein</p> <p>20-30 m (40 m) grobkörnige Sandsteine, ziegelrot, hellrotbraun, mürbe und fest, mittelbankig, kaolinreich</p> <p>Def. Sandstein</p>	<p>Schichtausfall</p> <p>5-7 m grobkörnige Sandsteine, ziegelrot, hellrotbraun, mürbe und fest</p> <p>Defurthner Sandstein</p>	<p>40 m</p> <p>sandige rote Tone mit fleckigen hellen und violetten karbonatischen Sandsteinen</p> <p>30 m</p> <p>Lotharische Sandsteine, weich, und Schiefer-tone</p> <p>5-8 m grobkörnige Sandsteine mit Geröllten</p> <p>Geröllführender Sandstein</p>	<p>10-15 m (S 4 + S 5)!</p> <p>grobkörn. Sandsteine, rot, meist ohne Gerölle, quarzisch, mittel- bis dickbankig</p> <p>Chirotherlensandstein unterer Teil</p> <p>Bausandstein</p>	<p>15-25 m (S 4 + S 5)!</p> <p>grobkörn. Sandsteine, rot und bunl, mit Geröllten, quarzisch, kaolinreich, fest, in dicken Bänken</p> <p>Grobkörn. Sandstein oberer Teil</p> <p>Felsandstein</p>	<p>S 4</p> <p>Thüring. Stufe</p> <p>Thüringischer Grobsandstein</p>		
<p>-100 m</p> <p>mittel- bis grobkörniger Sandstein, hellrot, rot, auch weiß, fest, verkieselt und auch mürbe, nur selten kleine Gerölle, mittel- bis dickbankig, Einschaltungen feinkörniger, toniger, dunkelroter Sandsteine und Tonzwischenlagen; zu oberst einige Meter Kugelhorizont</p> <p>Mittlerer, geröllf. Buntsandstein (Bausandstein) ob. Teil</p>	<p>-100 m</p> <p>grobkörnige Sandsteine, hellrot, sehr vereinzelt Gerölle, oft locker, wenig Feldspat und keine Eisen-Mangan-Flecke (Pseudomorphosen), mittel- bis dickbankig, auch Einschaltungen dünnbankiger Sandsteine</p> <p>Oberer Vogesen-sandstein</p> <p>vielleicht ist der Basisgrob-sandstein des S 3 im oberen Teil der Unteren Vogesen-sandsteine verborgen</p>	<p>100-120 m</p> <p>grobkörnige Sandsteine, hellrot und rot, schwach geröllführend, bes. im unteren Teil; teils fest und auch mürbe, nur selten kleine Gerölle, mittel- bis dickbankig, Einschaltungen feinkörniger Sandsteine u. sandig-toniger Zwischenlagen</p> <p>Karsthsalsschichten</p>	<p>100-120 m</p> <p>grobkörnige Sandsteine, mattrot mit einzelnen Geröllten, überwiegend kiesliges Bindemittel, mittel- bis dickbankig, mit Einschaltungen feinkörniger Sandsteine und dünner Lettenbänken, oben Kugelhorizont</p> <p>Grobkörn. Sandstein ohne oberen Teil</p>	<p>100-120 m</p> <p>wechselnd fein- bis grobkörnige Sandsteine, rotbraun, hell, teils mürbe, teils fest und verkieselt, vereinzelt Gerölle, wenig Glimmer, mittel- bis dickbankig, Einschaltungen feinkörniger Sandsteine u. sandig-toniger Zwischenlagen</p> <p>Mittel- bis grobkörn. Sandstein unterer Teil</p>	<p>70-80 m</p> <p>mittel-, überwiegend sehr grobkörnige Sandsteine, nach oben etwas feinkörniger, rosa und rötlich, hell, kaolinreich, z. T. toniges Bindemittel</p> <p>Grobkörniger Buntsandstein</p>	<p>120-150 m</p> <p>fein-, mittel- und grobkörnige Sandsteine, braunrot, dünn-, mittel- und dickbankig, teils plattig, fest, tonig, Schrägschichtung, Einschaltungen sandiger Tonzwischenlagen, selten Gerölle</p> <p>Hauptbuntsandstein z. T.</p>	<p>80-120 m</p> <p>mittelkörnige, auch feinkörnige Sandsteine, rotbraun, rosarot, hart, plattig bis dünnbankig, feinschichtig, im Wechsel mit roten glimmerigen Tonsteinen; oben mehr tonig, schwach dunkelviolettrot; im oberen Teil Aviculiden</p> <p>Bausandstein im mittleren Hessen: unten mehr feinkörnige Sandsteine, rot, plattig, mit reichlichen Tonzwischenlagen, auch Einschaltungen weißer mürber Sande und Sandsteine</p> <p>Mittl. od. grobkörn. Buntsandstein z. T.</p>	<p>100-120 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, rot und schwachviolettrot, hart, glimmerreich, mit reichlich roten Tonzwischenlagen; Avicula murch. GEIN.</p> <p>Mittl. Buntsandstein</p>	<p>80-100 m</p> <p>mittelkörnige Sandsteine, rot und schwachviolettrot, hart, glimmerreich, mit reichlich roten Tonzwischenlagen; Avicula murch. GEIN.</p> <p>Mittl. Buntsandstein</p>	<p>30-40 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, rot und schwachviolettrot, hart, plattig bis dünnbankig, feinschichtig, im Wechsel mit sandigen, roten, glimmerreichen Tonsteinen</p> <p>Mittl. Buntsandstein</p>	<p>70-80 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, rotbraun, rosarot, hart, plattig bis dünnbankig, feinschichtig, im Wechsel mit sandigen, roten, glimmerreichen Tonsteinen</p> <p>Mittl. Buntsandstein</p>	<p>70 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, rotbraun und rosarot, weiß, hart, plattig bis dünnbankig, feinschichtig, im Wechsel mit sandigen, roten, glimmerreichen Tonsteinen</p> <p>Volpriehausener Wechselfolge</p>	<p>40 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, z.T. quarzisch, rotbraun, dunkel und weiß, quarzische Sandsteine, plattig, glimmerreicher Tonstein. Avicula murch. GEIN.</p> <p>Haupt-Gervillienlager</p>	<p>100-120 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, z.T. quarzisch, rot und rotbraun, dunkel, weiß, dünnbankig bis plattig, Tonsteinzwischenlagen</p> <p>Volpriehausener Wechselfolge</p>	<p>30-40 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, z.T. quarzisch, rotbraun, dunkel, mit reichlich Tonsteinzwischenlagen, besonders im unteren Teil Avicula murch. GEIN.</p> <p>Haupt-Gervillienlager</p>	<p>30-40 m</p> <p>feinkörnige Sandsteine, rot und weiß, mit Tonzwischenlagen; Avicula murch. GEIN.</p> <p>Oberer Gervillien-schichten</p>	<p>ca. 100 m</p> <p>grobkörn. Sandsteine, rot, fest, ohne Gerölle, dünn- bis dickbankig, daneben Partien mit feinkörnigen Sandsteinen und reichlichen Tonzwischenlagen</p> <p>Grobkörn. Sandstein ohne obersten Teil</p>	<p>50 m</p> <p>fein- bis mittelkörnige Sandsteine, grau, mit sehr reichlich Kaolin, wenig fest, bis dickbankig</p> <p>Kaolinschichten</p>	<p>10-15 m</p> <p>grobkörnige, hellrotbraune Sandsteine</p> <p>Kaolinschichten Basis</p>	<p>S 3</p> <p>Hessische Stufe</p> <p>Hessischer Grobsandstein</p>

Tab. 3. Schichtenaufbau und Faziesbeziehungen in der Hessischen und Thüringischen Stufe des Buntsandsteins (S 3 und S 4)



Tab. 4. Schichtenaufbau und Faziesbeziehungen in der Hannoverschen Stufe des Buntsandsteins (S 5)



Tab. 5. Schichtenaufbau und Faziesbeziehungen in der Röt-Stufe des Buntsandsteins (S 6)

Einheitliche Stufengliederung	Vogesen (F. FORCHE 1935)	Schwarzwald (württembergisch (z. T.))	Pfalz (H. THORACH 1894)	Odenwald (Bl. Heidelberg badisch: (H. THÜRACH 1918) hessisch: (W. HOPPE 1926))	Spessart (Bl. Nassig u. Wertheim badisch: (L. ERB 1928) bayer.: (M. SCHUSTER 1932) preuß.: (H. BÜCKING 1892))	Rhön (Blatt Fulda preuß.: (H. BÜCKING 1911) Blatt Brückenau bayer.: (O. M. REIS 1923))	Oberhessen (Blatt Lauerbach (O. DIEHL 1935))	Marburg - Gemünden (Bl. Gilsberg u. Marburg (A. DENCKMANN 02, (O. SCHINDENWOLF 28) Bl. Marburg (E. KAYSER, W. DIEMANN 1915))	Marsberg (Bl. Marsberg (O. GRUPE, W. PAECKELMANN 1934))	Mittleres Niederhessen (Bl. Niederaula (M. BLANCKENHORN 1920))	Werra-Kalibgebiet (Blatt Vacha (A. v. KOENEN, H. BÜCKING 1928))	Richelsdorf. Geb. (Blatt Sontra (F. MOESTA 1876))	Kassel (Bl. Wilhelmshöhe (F. BEYSLAG, M. BLANCKENH. 1908))	Trendelburg (Bl. Trendelburg u.a. (O. v. LINSTOW 1928))	Südhannover (Solling) (O. GRUPE, W. HAACK (1923) (H. BOIGK 1956) (K. KREYSING 1957))	Rhüdener Sattel (H. BOIGK 1952)	Ost-Thüringen (K. KOLESCH 1922) z. T.	Süd-Thüringen (Blatt Eisfeld (H. LORETZ 1885))	Oberfranken (P. DORN 1931) (F. HEIM 1933, 1936)	Einheitliche Stufengliederung		
S6 Röt	so Volztien-Sandst. Gneissletten Sandst. u. Letten Bausandstein Übergangszone Zwischenschichten mit Konglomerat Karneolbank	so Rötmergel-ten Plattensandstein Glitz. Sandst. od. pl. Sdt. Karn. Saurierschicht	obs Rötöne Zwischenschichten Karneolbank	so Röt Chiroth. Sandst. Ob. Dolomith. Zwischensch. (Hauptteil) Karneolbank (U. Dolom.-H.)	so Röttone Chir. Sandstein Plattensandstein (Zwischenschicht.) Belom.-Karr.-Horiz.	so Röt Chiroth. Sandst. i. e. S.	so Obere Röttone Fränk. Chir. Sdt. Untere Röttone Plattensandstein Chiroth. Schiefer Unt. Chir. Sandst. Karneol-Dolomit	so Röt Chiroth. Sandstein	so Röt Chiroth. Sandstein i. e. S.	so Röt Chiroth. Sandst.	so Röt Chirotherien Sandst.	so Obere bunte Sandsteine Röt	so Röt Röt (Thür. Chir. S.)	so Röt Mittleres Röt Unteres Röt	so Oberes Röt Mittleres Röt Unteres Röt	so Tönige Graessdicht. Bausandstein Tönige Zwischenschicht.	so (Röt)	so (Röt)	so Mittleres Röt Unteres Röt	so Röt Röt i. e. S. Myophorianschichten Plattensandsteinstufe = Fränk. Chirotheriumzone Bausandst. Karneol-Bausandst. Thür. Chiroth. Sdt.	S6 Röt	
S5 Hannoversche Stufe	h Hauptkonglomerat	smc Oberes oder Hauptkonglomerat	mbds Hauptkonglomerat	smc Ob. Geröllh. (Hauptkongl.)	sm Ob. Hauptbuntst. (Obere Geröllstufe)	sm Koglomeratischer Sandstein	sm Bausandstein	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Tönige Graessdicht. Bausandstein Tönige Zwischenschicht.	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	S5 Hannoversche Stufe
S4 Thüringische Stufe	sm (Kugelfelszone)	sm Mittlerer oder Hauptbuntsandstein	mbs Obere Abteiling Kugelfelschichten	sm Mittlerer Hauptbuntsandstein (Kugelfelschichten)	sm Mittlerer Hauptbuntsandstein (Kugelfelschichten)	sm Vorherrschend Grobkörniger Sandstein	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Tiefere Hauptteil des Mittler. Buntsandsteins	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	S4 Thüringische Stufe
S3 Hessische Stufe	sm Oberer Vogesensandstein	sm Mittlerer, geröllfreier Hauptbuntsandstein (Bausandst.)	mbs Kugelfelschichten (Kongl. Lg. GUMBEL's)	sm Ob. Hauptbuntst. (Kugelfelschichten) (Pseudomorphosen-freier Sandstein)	sm Mittlerer Hauptbuntsandstein (Kugelfelschichten)	sm Hauptbuntsandstein	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Tiefere Hauptteil des Mittler. Buntsandsteins	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	S3 Hessische Stufe
S2 Fränkische Stufe	sm Unterer Vogesensandstein (Unt. Kongl.)	sm Unt. od. ECK'scher Geröllhorizont	mbs Untere Abteiling (Pa) Trifelschichten (Unt. Pseud.-S.) (ECK'scher H.) Geröllf. Sandst.	sm Unt. Hauptbuntst. (Pseudomorphosensandst.)	sm Mittlerer Hauptbuntsandstein (Kugelfelschichten)	sm Hauptbuntsandstein	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Bausandsteinzone	sm Tiefere Hauptteil des Mittler. Buntsandsteins	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	sm Bausandstein	S2 Fränkische Stufe
S1 Bröckelschiefer	su Sdt. u. Tonst. (nördl. Straßburg)	su Tigersandst. (nördl. Schw.-wald)	ubs Schieferone Annweiler Sandst. Stauf.-Kongl.	su Tigersandstein	su Tigersandstein	su Bröckelschiefer (Leberschief.)	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	su Bröckelschiefer	S1 Bröckelschiefer

Tab. 6. Gleichstellung deutscher Buntsandsteingliederungen und ihre Einordnung in das sechs-zyklische Stufensystem

Tab. 7

	Schwarzwald		Odenwld.	Neckar-Tauber	Spessart		Niederhessen	Südhannover			Ost-Thür.	Oberfranken	
	badisch	württemb.	hessisch	badisch	bayerisch	preussisch		GRUPE, HAACK	BOIGK	KREYSING			
S6 Röt	SO <sub>2</sub>	SOR	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> b	SO	SO	ob. SO	(SO)	(SO)	mu	SO	
	SO <sub>1</sub>	SO		X	SO <sub>2</sub> a			mittl. SO			ob. SO		
			SO <sub>1</sub>	δ	SO <sub>1</sub>	unt. SO	mittl. SO	unt. SO					
S5 Hannov. Stufe	smc <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	sm c <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	sm <sub>5</sub>	sm <sub>3</sub>	sm <sub>3</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>3</sub>	smS	'ts	sm <sub>2</sub>	sm <sub>2</sub>	
								sm <sub>2</sub> β		'st			sm <sub>2</sub>
								sm <sub>2</sub> α	smH	'ts	sm <sub>1e</sub>		(Lücke) sm <sub>1,0</sub>
								sm <sub>1</sub>		'st			
S4 Thüring. Stufe	sm	sm	sm <sub>4</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>1</sub>	sm <sub>1</sub>		smD	'ts	sm <sub>1c</sub>	g	
								'st		sm <sub>1b</sub>			sm <sub>1m</sub>
								's		sm <sub>1a</sub>			sm <sub>1u</sub>
S3 Hess. Stufe	sm	sm	sm <sub>4</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>2</sub>	sm <sub>1</sub>	sm <sub>1</sub>	smV	'ts	sm <sub>1a</sub>	sm <sub>1u</sub>		
									'st				
S2 Fränkische Stufe	sm	sm	sm <sub>3</sub>	sm <sub>1</sub>	sm <sub>1b</sub>	SU <sub>2</sub>	SU <sub>2</sub>	SU <sub>2</sub>	(su)	(su)	su	sm <sub>1</sub>	
			sm <sub>2</sub>								su ob. Abt.		
			sm c <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	sm c <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	sm <sub>1</sub>	SU <sub>2</sub>	sm <sub>1a</sub>	SU <sub>2</sub> (su)	(su)	(su)	su	unt. Abt.	
S1 Brückelschf.	SU	SU	SU <sub>1</sub>	SU <sub>1</sub>	SU	SU <sub>1</sub>	SU <sub>1</sub>	ZS	SU <sub>1</sub>			SU	

Tab. 7. Gleichstellung der Symbolbezeichnungen einiger deutscher Buntsandsteingliederungen