

Erweiterung der Feinstratigraphie der Werraanhydrite (Z 1) im südöstlichen Harzvorland

VON GÜNTER JANKOWSKI & WOLFGANG JUNG, Sangerhausen

Mit 2 Abbildungen

1. Einleitung

Auf Grund textueller Unterschiede wurden von RICHTER-BERNBURG (1955), v. HOYNNIGEN-HUENE (1957) und JUNG (1958) die Werraanhydrite in der Umgebung des Harzes mit Ausnahme der Schwellenregionen (Bereich der Eichsfeld- und Kyffhäuserschwelle) feinstratigraphisch untergliedert. Nach JUNG (1958) werden im Unteren Werraanhydrit 8 (A1 α bis A1 ϑ_1) und im Oberen Werraanhydrit 2 bis 6 (A1 ϑ_2 bis A1 ν) lithostratigraphische Zonen aus-
geschieden. Weiter wurde darauf hingewiesen, daß die Zone A1 ϑ_1 eine Drei- und die Zonen A1 α , A1 γ und A1 ϑ_2 jeweils eine Zweiteilung erkennen lassen.

Diese Feingliederung konnte sowohl im Untersuchungsgebiet als auch im Subherzyn (vgl. KNAK & PRIMKE 1963) und im Bereich der Scholle von Calvörde (vgl. REICHENBACH 1963) immer wieder bestätigt werden und war bei Ausrichtungsarbeiten im Kupferschieferbergbau, vorwiegend bei gestörten Lagerungsverhältnissen, von großem praktischem Wert, da wir mit ihrer Hilfe die Teufenlage des Kupferschieferflözes recht genau angeben konnten.

Die konsequente Befolgung des von JUNG (1958) vorgeschlagenen Schemas zur Bezeichnung von Anhydritgesteinen nach textuellen Gesichtspunkten hat nun zur weiteren Unterteilung mehrerer Zonen geführt. Wir geben nachstehend die Ergebnisse bekannt, die besonders an Bohrkernen gewonnen und danach in Gruben des Mansfeld Kombinats überprüft wurden.

2. Kurzbeschreibung der neu ausgeschiedenen Subzonen

Die Zone β kann in die Subzonen β_1 , β_2 und β_3 unterteilt werden. Die Subzone β_1 ist vorzugsweise durch eine feine bis teilweise grobe dolomitische Maserung charakterisiert. Da im Liegenden zusätzlich eine feine Aderung auftritt und sich im Hangenden feine bis grobe, unregelmäßige Streifen und schmale Bänder einschalten, ist eine weitere Aufteilung angedeutet. Die Subzone β_2 erhält ihr Gepräge durch das Auftreten sehr breiter dolomitischer Bänder (bis 60 cm). Zwischen den Bändern kommen sowohl eine feine Aderung als auch eine feine bis grobe Maserung sowie untergeordnet eine unregelmäßige feine bis mittlere Streifung vor. Die Subzone β_3 weist im Prinzip dieselbe Ausbildung wie die Subzone β_1 auf, jedoch konzentrieren sich hier die unregelmäßigen Streifen und schmalen Bänder im Liegenden. Öfter treten im oberen Meter Streifen und Bänder auf, wobei sich ein Basisband von durchschnittlich 10 cm Dicke, das lediglich im Otto-Brosowski-Schacht nicht zu beobachten war, besonders markant abhebt. Damit deutet sich auch in dieser Subzone eine weitere Unterteilung an.

In der Zone δ ist eine Dreiteilung ebenfalls deutlich durchzuführen. Ähnlich wie in der Zone β hebt sich der mittlere Teil, die Subzone δ_2 , durch eine Konzentration grober Streifen und schmaler, seltener breiter Dolomitbänder ab. Verschiedentlich ist an der unmittelbaren Basis der Subzone δ_1 auch die Einschaltung grober Streifen bis schmaler Dolomitbänder zu beobachten.

Die Zone ζ läßt bei Normalausbildung eine Vierteilung erkennen. Während die Subzone ζ_1 eine weite, unregelmäßig verlaufende feine bis grobe Streifung zeigt,

sind die Abstände zwischen den unregelmäßigen Streifen in der Subzone ζ_2 enger, und außerdem treten öfter schmale Dolomitbänder auf. Die Subzone ζ_3 ist wiederum durch eine weite, unregelmäßig verlaufende feine bis grobe Dolomitstreifung gekennzeichnet, während in der Subzone ζ_4 der vorherrschende Texturtyp unregelmäßig verlaufende schmale Bänder sind.

Bereits von JUNG (1958) wurde darauf hingewiesen, daß in der Zone ζ Abweichungen von der Normalausbildung vorkommen. In den zurückliegenden Jahren konnten weitere derartige Beobachtungen gemacht werden. Es hat sich herausgestellt, daß in erster Linie Partien regelmäßig eng und fein gestreiften Anhydrits

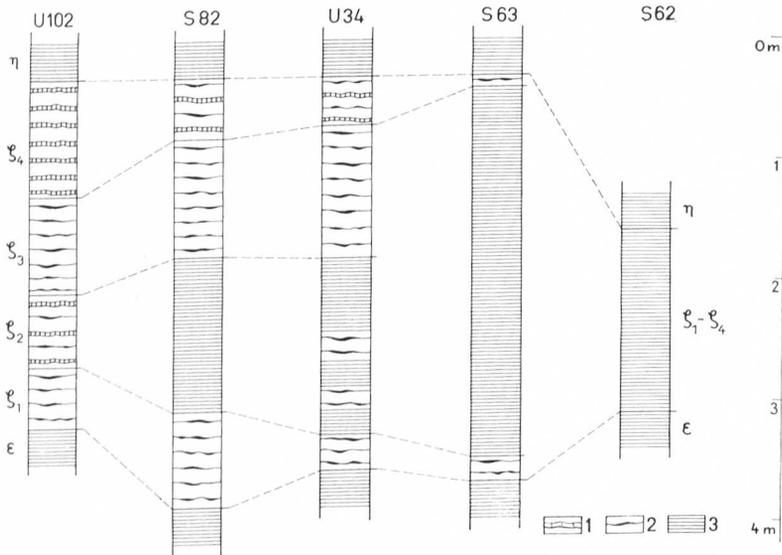


Abb. 1. Halbschematisches Profil durch die Zone ζ

U 102 — Bohrung Uderleben 102, S 82 — Bohrung Sangerhausen 82, U 34 — Bohrung Uderleben 34, S 63 — Bohrung Sangerhausen 63, S 62 — Bohrung Sangerhausen 62

1 — unregelmäßige Dolomitbänder, 2 — unregelmäßige Dolomitstreifen, 3 — regelmäßig feine Dolomitstreifen (bei Abb. 2 im Salz: Scherung von Anhydritlagen)

im Niveau der Subzone ζ_2 auftreten. Daneben gibt es Profile, welche die Einschaltung regelmäßig eng und fein gestreifter Partien im Niveau der Subzonen ζ_1 bis ζ_3 zeigen, und schließlich solche, wo die gesamte Zone ζ durch derartige Anhydrite vertreten wird. Im letztgenannten Fall ist bisher eine eindeutige Abgrenzung der Zonen ϵ und η nicht möglich gewesen. Mit Hilfe der Durchschnittsmächtigkeiten können lediglich ungefähre Grenzen angegeben werden. Die unterschiedlichen Verhältnisse sind in Abb. 1 nochmals dargestellt.

Bisher wurde die Zone ϑ in die zum Unteren Werraanhydrit gehörende Subzone ϑ_1 und die den Basisteil des Oberen Werraanhydrits bildende Subzone ϑ_2 untergliedert. Der weiteren Untergliederung dieser Subzonen wurde nomenklatorisch nicht Rechnung getragen. Durch genaue Kenntnisse über das Steinsalzäquivalent ist es nun möglich, auch die weitere Aufteilung konsequent in das

Gliederungsschema einzubauen. Die früher ausgeschiedenen Subzonen ϑ_1 und ϑ_2 erhalten jetzt eine andere Bedeutung. Die Subzone ϑ_1 umfaßt den durch eine grobe Streifung bis breite Bänderung charakterisierten liegenden Teil. Die darüber folgende, unregelmäßig eng fein und seltener grob gestreifte Partie ist die Subzone ϑ_2 . Das anhydritische Äquivalent des Werrasteinsalzes erhält die Bezeichnung Subzone ϑ_3 . Die geringmächtigen, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreiften Partien in unmittelbarer Nachbarschaft des Salzes haben sich auch

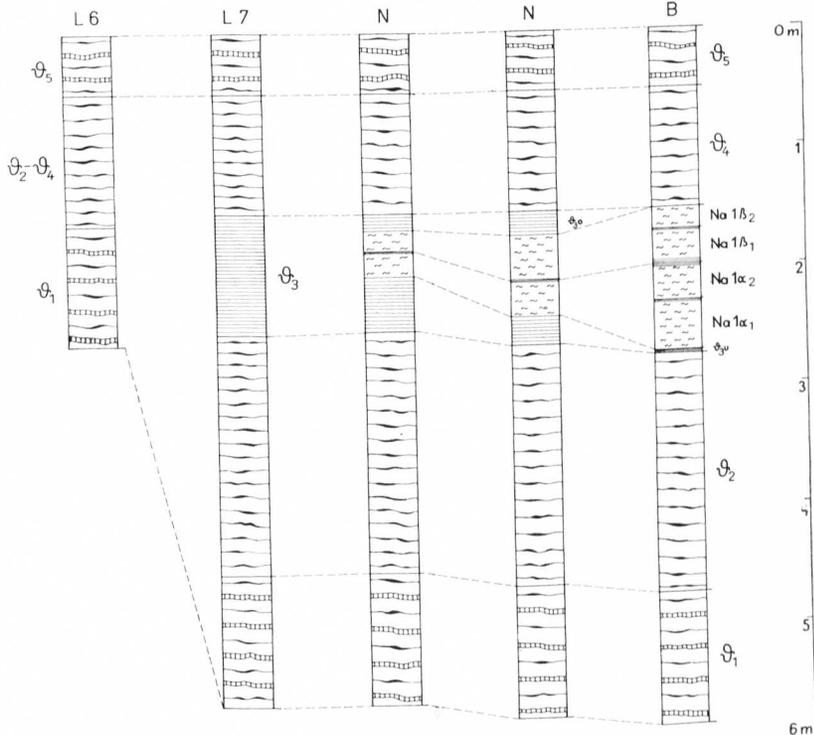


Abb. 2. Halbschematisches Profil durch die Zone ϑ
(Mächtigkeit des Steinsalzes auf $\frac{1}{10}$ reduziert)

L 6 — Bohrung Lengefeld 6; L 7 — Bohrung Lengefeld 7; N — Schacht Nienstedt, Umfassung 10, Sohle Nord;
B — Schacht „Otto Brosowski“, 10, Sohle

nach den neueren Untersuchungen von SCHWARZKOPF (1963a) als Teiläquivalente des Na I ergeben. Damit ist die Auffassung von JUNG (1959) bestätigt worden. Das liegende Teiläquivalent wird mit ϑ_{3u} und das obere mit ϑ_{3o} bezeichnet. Die darüber folgende unregelmäßig gestreifte Partie ist die Subzone ϑ_4 . Subzone ϑ_5 hebt sich durch die Einschaltung schmaler bis teilweise breiter dolomitischer Bänder ab.

Da das Steinsalzäquivalent nicht immer deutlich regelmäßig eng und fein gestreift ist (vgl. JUNG 1959) und nach den Untersuchungen von SCHWARZKOPF (1963a) sich im texturellen Habitus in Einzelfällen von den liegenden und hangen-

den unregelmäßig gestreiften Partien nicht augenscheinlich abhebt, verschmelzen in derartigen Profilen die Subzonen ϑ_2 bis ϑ_4 zu einer textuellen Einheit. Die unterschiedlichen Verhältnisse im Bereich der Zone ϑ sind in Abb. 2 unter Berücksichtigung der Gliederung des Werrasteinsalzes nach SCHWARZKOPF (1963 b) dargestellt.

Ergänzend zu den bisher genannten größeren Faziesunterschieden in den Zonen ζ und ϑ müssen hier nochmals die Befunde der Bohrungen Burgsdorf 31 E und Burgsdorf 48 erwähnt werden (vgl. JUNG 1958 und BLEI & JUNG 1962). Im erstgenannten Profil wurde zwischen der Zone ζ und dem Stinkschiefer ein 13,38 m mächtiger, „undeutlich gefleckter“ Anhydrit mit teilweise von Steinsalz gefüllten Kavernen angetroffen. Wir müssen annehmen, daß das durchschnittlich etwa 1 m mächtige Steinsalzäquivalent hier in lokaler Sonderausbildung vorliegt. Im Falle der Bohrung Burgsdorf 48 wurde über der anomal mächtigen Zone ε von 7,37 m und einer nur 40 cm mächtigen Zone ζ Steinsalz erbohrt. Unabhängig davon, ob man bei diesem Profil die Sedimentation des Na1 im Bereich der Zone ζ beginnen läßt (vgl. JUNG 1958 und BLEI & JUNG 1962) oder ob man in der extremen Mächtigkeit der Zone ε eine Vertretung der Zonen ζ bis ϑ_2 sehen will, bleiben größere Abweichungen bestehen. Es ergeben sich damit Analogien zum Thüringer Becken, da nach SEIDEL (1963) über der Zone ζ stellenweise das Untere Werrasteinsalz zur Abscheidung gelangte.

Den Faziesdifferenzierungen im Bereich der Zonen ζ bis ϑ im Prinzip entgegen gerichtet ist der Befund, daß in der Zone ι ca. 20 cm über der Unterkante eine 2 bis 5 mm mächtige bräunlichgraue, schluffig-dolomitische Lage niveaubeständig zu verfolgen ist, worauf SCHWARZKOPF (1963) erstmalig hingewiesen hat.

Die Zone z kann zweigeteilt werden. Die Subzone z_1 ist unregelmäßig grob gestreift und schmal gebändert. Der obere Teil, die Subzone z_2 , erhält sein Gepräge durch eine schmale bis sehr breite dolomitische Bänderung. In der Mansfelder Fazies treten in diesem Niveau dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreifte, stärker geperlte Anhydrite auf.

Ebenso kann eine Zerteilung bei der Zone λ vorgenommen werden. Die Subzone λ_1 weist gegenüber der Subzone λ_2 eine wesentlich stärkere Perlung auf. Verschiedentlich tritt in den hangenden 50 cm von λ_1 eine feine Maserung und vereinzelt auch eine breite dolomitische Bänderung auf. Die Dolomitbänder sind durch große Anhydritperlen gekennzeichnet.

In der Bottendorfer Fazies wurde bisher die 1 bis 3 m mächtige Zone μ als dolomitisch unregelmäßig eng bis weit fein gestreift und schmal gebändert beschrieben. Es läßt sich nachweisen, daß bei Fehlen dieser unregelmäßigen Textur (Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Fazies) im gleichen Niveau und in den darüberliegenden 1,0 bis 1,5 m dickere Anhydritaugen auftreten. Wir bezeichnen diese Partie als Subzone μ_1 und den darüberliegenden Teil, der nur vereinzelt bis mäßig geperlt ist, als Subzone μ_2 .

In der Zone ν kann eine Dreiteilung vorgenommen werden. Die Subzone ν_1 ist stark geperlt. Stellenweise ist die Perlung so stark, daß eine feine Maserung und gelegentlich auch eine Marmorierung zu beobachten ist. Die Subzone ν_2 ist im allgemeinen vollkommen frei von Perlen, während in der Subzone ν_3 entweder eine starke Perlung oder eine feine unregelmäßige Streifung bzw. Maserung auftritt. Im ersten Fall ist eine weitere Aufteilung der Subzone ν_3 möglich, da sich sowohl an der Basis als auch am unmittelbaren Übergang zum Stinkschiefer stärker geperlte Partien abheben (vgl. JANKOWSKI & JUNG 1964).

Für den Bereich der Bottendorfer Fazies ergibt sich jetzt insgesamt folgendes detailliertes Profil:

Zone	Subzone	Texturtyp	Durchschnittsmächtigkeit m
v	v ₃	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, mehr oder weniger stark geperlt bzw. fein bis grob gemasert	1,0—1,5
	v ₂	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, minimal geperlt	2,0—6,0
	v ₁	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, stark geperlt bzw. fein gemasert	0,5—3,0
μ	μ ₂	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, vereinzelt bis mäßig geperlt	1,5—2,5
	μ ₁	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, stark geperlt bzw. unregelmäßig gestreift bis schmal gebändert	2,5—4,0
λ	λ ₂	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, vereinzelt bis mäßig geperlt	8,0—10,0
	λ ₁	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, stark geperlt bzw. fein gemasert	1,5—2,5
z	z ₂	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig schmal bis breit gebändert	1,0—1,5
	z ₁	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig gestreift und schmal gebändert	0,5—1,5
ι		Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, mitunter vereinzelt geperlt	1,0—2,0
θ	θ ₅	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig grob gestreift bis schmal gebändert	0,2—0,8
	θ ₄	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig eng gestreift	1,0—2,0
	θ ₃	Anhydrit, dolomitisch verschwommen regelmäßig eng und fein gestreift, bzw. Steinsalz	0,3—1,3 bzw. 0,0—12,0
	θ ₂	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig eng gestreift	1,5—3,0
	θ ₁	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig grob gestreift bis breit gebändert	1,0—1,5
γ		Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, ± geperlt	1,5—2,0
ζ	ζ ₄	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig schmal gebändert	0,9—1,4
	ζ ₃	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig weit gestreift	0,4—0,8
	ζ ₂	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig eng gestreift bzw. schmal gebändert	0,4—0,8
	ζ ₁	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig weit gestreift	0,5—0,8
ε		Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, ± geperlt	2,0—3,0
δ	δ ₃	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig gestreift	3,0—3,8
	δ ₂	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig grob gestreift bis schmal gebändert	0,7—3,0
	δ ₁	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig gestreift	2,0—2,4

Zone	Subzone	Texturtyp	Durchschnittsmächtigkeit m
γ	γ_2	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, \pm geperlt	3,0—4,0
	γ_1	Anhydrit, dolomitisch regelmäßig eng und fein gestreift, stark geperlt bzw. mit Anhydritaugen	3,0—4,0
β	β_3	Anhydrit, dolomitisch gemasert und unregelmäßig gestreift bis schmal gebändert	0,8—3,7
	β_2	Anhydrit, dolomitisch unregelmäßig sehr breit gebändert	0,6—2,3
	β_1	Anhydrit, dolomitisch gemasert und unregelmäßig gestreift bis schmal gebändert	1,1—3,7
α	α_2	Anhydrit, dolomitisch gemasert, vorzugsweise großwolkig	1,0—1,5
	α_1	Anhydrit, dolomitisch gemasert, vorzugsweise kleiwolkig	0,5—1,0

3. Bemerkungen zur zyklischen Gliederung

Die Anhydrite des Zechsteins 1 wurden von RICHTER-BERNBURG (1955) in fünf Zyklen untergliedert. Jeder seiner Zyklen besteht aus einer Abfolge von Flaser-, Perl- und feinschichtigem Linienanhydrit. Diese Gliederung wurde von JUNG (1958) abgelehnt, weil sie nicht voll den Beobachtungsbefunden gerecht wird und damit teilweise schematisch ist.

Die vorstehend wiedergegebene detailliertere Feinstratigraphie nach beschreibenden Gesichtspunkten ermöglicht es, die Untergliederung in Zyklen erneut zu überprüfen.

Erkennt man dem Zechstein 1 die Rangordnung eines Großzyklus zu, dann ist zunächst die gesamte Werraserie in zwei Unterzyklen erster Ordnung zu unterteilen. Der progressiv aufgebaute erste Unterzyklus besteht aus Zechsteinkonglomerat, Kupferschiefer, Zechsteinkalk, Unterem Werraanhydrit und Werrasteinsalz, während der rezessiv ausgebildete zweite Unterzyklus nur den Oberen Werraanhydrit und die Zone α des Stinkschiefers umfaßt.

Folgt man im Prinzip der Auffassung RICHTER-BERNBURGS (1955) und faßt jeweils eine unregelmäßig und eine regelmäßig texturierte Partie zusammen, so ergeben sich für die Bottendorfer Fazies der Werraanhydrite die nachstehend mit ihren Durchschnittsmächtigkeiten genannten 6 Unterzyklen zweiter Ordnung.

Zonen α bis γ	12 — 15 m
Zonen δ bis ε	9 — 11 m
Zonen ζ bis η	4,5 — 5 m
Zonen θ bis ι	4,0 — 5 m
Zonen κ bis λ	8 — 12 m
Zonen μ bis ν	12 — 15 m

In den Bereichen der Sangerhäuser und Mansfelder Fazies ist an der Basis des 6. bzw. des 5. und 6. Unterzyklus eine auffällige Unregelmäßigkeit der Textur nicht zu erkennen. Sie wird dort lediglich durch den Perlenreichtum und die da-

durch bedingte feine Maserung angedeutet, ohne daß der regelmäßige texturale Habitus verlorengeht.

Bezogen auf die Mächtigkeit entsprechen sich die Unterzyklen 1 und 6, 2 und 5 sowie 3 und 4, und es ergibt sich ein symmetrisches Bild. Bei Berücksichtigung der Texturen trifft das nicht mehr zu, da in den liegenden drei Unterzyklen etwa $\frac{2}{3}$ der Mächtigkeit unregelmäßige Texturen zeigen und in den hangenden drei Unterzyklen mindestens $\frac{2}{3}$ regelmäßig texturiert sind.

Versucht man eine weitere zyklische Aufteilung, dann müßte die Grenzlegung in den unregelmäßig texturierten Zonen oberhalb der Dolomitbänder erfolgen, da diese in sich meistens regelmäßig eng und fein gestreift sind und damit am ehesten dem Abschluß der Unterzyklen entsprechen. Unter diesen Gesichtspunkten wären die Grenzen, von den stellenweise auftretenden Bändern am unmittelbaren Übergang zu den regelmäßig texturierten Zonen (δ_1 , ζ_4 , ϑ_1 , ϑ_5) abgesehen, an die Oberkante der Subzonen β_2 , δ_2 , ζ_2 und ϑ_3 zu legen. Danach sind in den liegenden vier Unterzyklen zweiter Ordnung jeweils zwei Kleinzyklen erster Ordnung zu erkennen, wobei der „regelmäßige“ Abschluß der drei liegenden Kleinzyklen nach oben an Deutlichkeit abnimmt. Für die hangenden zwei Unterzyklen erster Ordnung würden die Kleinzyklengrenzen mit den Zonengrenzen zusammenfallen, d. h., der unregelmäßig texturierte Basisteil ist stark verkümmert bzw. vollkommen unterdrückt.

Im Gegensatz zu RICHTER-BERNEBURG (1955) legt LANGBEIN (1962) auf Grund der mikroskopischen Untersuchungen von drei Profilen des Untersuchungsgebietes die Zyklengrenze an die Oberkante der unregelmäßig texturierten Zonen. Die Grenze zwischen zwei Zyklen ist dann jeweils durch einen hohen Gehalt an klastischer Substanz gekennzeichnet, und stellenweise setzt an der Oberkante der entsprechend fein gestreiften Zonen sprunghaft ein Magnesitgehalt ein, dem bald Tonmineralneubildungen folgen. Der erste Zyklus umfaßt nach LANGBEIN (1962) die Zonen α und β und beginnt vermutlich im Zechsteinkalk. Auch nach seinen Untersuchungen sind die Zyklen im Oberen Werraanhydrit verkümmert.

Insgesamt kommen wir zu dem Schluß, daß zwar auch eine Zyklengliederung (für den oberen Werraanhydrit allerdings nur bedingt) möglich ist, räumen aber nach wie vor dem beschreibenden Gliederungssystem den Vorrang ein, da es die Details erfaßt und damit den Belangen der Praxis besser gedient wird.

Zusammenfassung

In Erweiterung der von JUNG (1958) aufgestellten Feinstratigraphie der Werraanhydrite werden die neu ausgeschiedenen Subzonen kurz beschrieben, und der Kenntnisstand wird in einem detaillierten Profil dargestellt. Die größeren Faziesunterschiede in den Zonen ζ und ϑ werden genauer charakterisiert und anhand von zwei Abbildungen erläutert. Nach einem genetischen Gliederungssystem lassen sich sechs Unterzyklen zweiter Ordnung und teilweise innerhalb dieser je zwei Kleinzyklen erster Ordnung ausscheiden. Dem beschreibenden Gliederungssystem ist der Vorrang einzuräumen.

Summary

In extension of the fine stratigraphy of Werra anhydrites established by JUNG (1958), the newly eliminated subzones are briefly reviewed and their status of knowledge is described in a detailed section. Major facies differences in the zones ζ and ϑ are characterized more exactly and discussed by means of two figures. A system of genetic classification enables six secondary subcycles to be eliminated, with partly two respective small primary cycles within them. The descriptive system of classification must be given priority.

Резюме

Расширяя установленную ЮНГОМ (1958) тонкостратиграфию ангидритов слоев Верра, коротко описываются заново расчлененные подзоны и показывается состояние знаний при помощи детального разреза. Более существенные различия фацций в зонах ζ и θ детально охарактеризованы и разъяснены двумя рисунками. По генетической системе расчленения можно различать шесть подциклов второго порядка и отчасти внутри этих по два микроцикла первого порядка. Описывающую систему расчленения следует предпочесть.

Literatur

- BLEI, W., & W. JUNG: Über die anomalen Zechsteinprofile im Bereich der Mansfelder Mulde. — Freiberger Forsch.-H., C 133, Berlin 1962.
- HOYNINGEN-HUENE, E. v.: Die Texturen der subsalinaren Anhydrite im Harzvorland und ihre stratigraphische und fazielle Bedeutung. — Geologie, **6**, Beih. 18, 48 S., Berlin 1957.
- JANKOWSKI, G., & W. JUNG: Die Ausbildung des Stinkschiefers (Ca₂st) im südöstlichen Harzvorland. — Geologie, **13**, 8, 929—941, Berlin 1964.
- JUNG, W.: Zur Feinstratigraphie der Werraanhydrite (Zechstein 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. — Diss., Jena 1957; Geologie, **7**, Beih. 24, 88 S., Berlin 1958.
- Das Steinsalzäquivalent des Zechsteins 1 in der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde und daraus resultierende Bemerkungen zum Problem der „Jahresringe“. — Ber. geol. Ges. DDR, **4**, 313—325, Berlin 1959.
- KNAK, I., & G. PRIMKE: Stratigraphie und Fazies des Zechsteins im südöstlichen Subherzyn. — Exkursionsführer 10. Jahrestagung Geol. Ges. DDR, 12—20, Berlin 1963.
- LANGBEIN, R.: Über Dünnschliffuntersuchungen an Anhydritgesteinen des Zechstein 1 (und 2) aus Kupferschieferuntersuchungsbohrungen der Sangerhäuser Mulde. — Unveröff. Bericht, Jena 1962.
- REICHENBACH, W.: Zechstein der Scholle von Calvörde. — Exkursionsführer 10. Jahrestagung Geol. Ges. DDR, 5—12, Berlin 1963.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Über saline Sedimentation. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, 593—645, Hannover 1955.
- SCHWARZKOPF, H.: Fazieswechsel Steinsalz / Anhydrit im Zechstein 1 der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. — Unveröff. Arb., Mansfeld-Kombinat, Eisleben 1963 [1963a].
- Untersuchungen über den Ablauf der Sedimentation des Werrasteinsalzes (Na 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. — Unveröff. Arb., Mansfeld-Kombinat, Eisleben 1963 [1963b].
- SEIDEL, G.: Buntsandstein und Zechstein des östlichen Thüringer Beckens. — Exkursionsführer 10. Jahrestagung Geol. Ges. DDR, 32—35, Berlin 1963.