

# Stratigraphischer Vergleich des Zechsteins von Thüringen mit dem Zechstein angrenzender Gebiete

Mit 1 Abbildung und 6 Tabellen

GERD SEIDEL

## Abstract

SEIDEL, G.: The Thuringian Zechstein in comparison with the Zechstein development in adjoining regions

Thuringian Zechstein profiles are well-comparable with Zechstein sections in the neighbouring federal States. Paleogeographical features which appear in the Thuringian Zechstein show equivalents in adjoining regions.

*Key words:* Stratigraphy, Zechstein, Thuringia

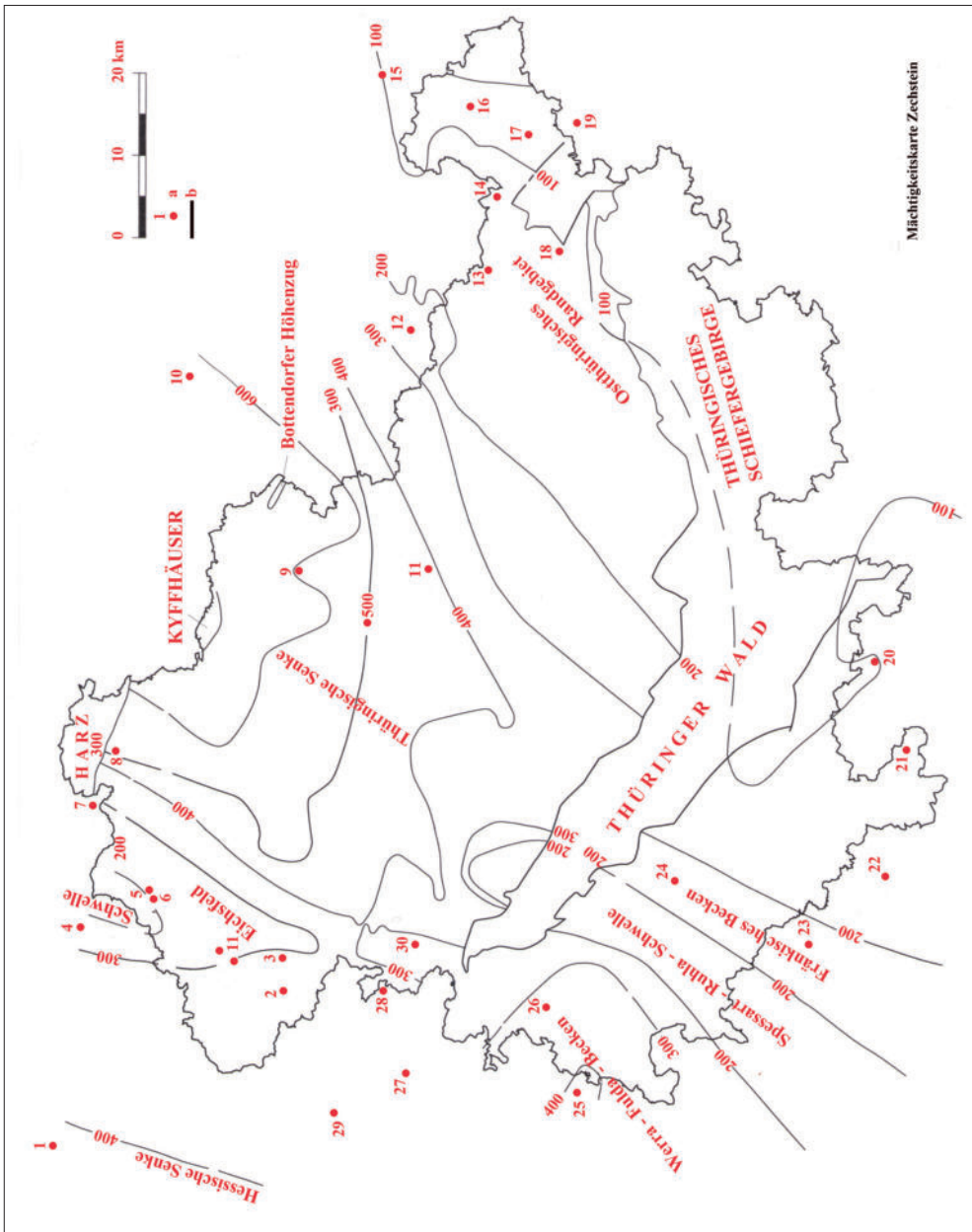
## Kurzfassung

Die thüringischen Profile zeigen eine gute Vergleichbarkeit mit den Profilen der benachbarten Bundesländer. Die paläogeographischen Elemente des thüringischen Zechsteins besitzen eine Verbindung zu entsprechenden Elementen der angrenzenden Gebiete.

*Schlüsselwörter:* Stratigraphie, Zechstein, Thüringen

## 1 Einleitung

Die stratigraphische Unterteilung des Zechsteins erschweren der z.T. engräumige Fazieswechsel, die Tektonik sowie die Auslaugung. Der Vergleich zwischen benachbarten Profilen trägt zur Verifizierung von Profilen bei. Es werden 10 thüringische Zechsteinprofile 10 Profilen aus benachbarten Bundesländern gegenüber gestellt. Die Lage der Profile zeigt Abb. 1. Mächtigkeiten einiger Profile in den Tabellen 1 – 3 mußten an gezeichneten Profilen abgegriffen werden. Da die Profile einen unterschiedlichen Kenntnisstand besitzen, ist in den Tabellen 1 bis 6 kein einheitliches Zahlenformat möglich. Zum Teil machten sich stratigraphische Umstufungen und nomenklatorische Anpassungen notwendig. Die Beschlüsse der Deutschen Stratigraphischen Kommission 1991-2010 zu Perm und Trias in Mitteleuropa (MENNING et al. 2011) wurden weitgehend bei der Nomenklatur berücksichtigt.



**Abb. 1:** Mächtigkeitkarte des Zechsteins (Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an) und Lageplan der im Text angegebenen Profile und Orte. 1: Uslar; 2: Küllstedt; 3: Küllstedt 2; 4: Pöhlder Becken; 5: Holungen 2; 6: Holungen 1; 7: Walkenried; 8: Niedersachswerfen 3; 9: Udersleben 76; 10: Querfurt; 11: Ballstedt; 12: Jena 111; 13: Pohlitz; 14: Pölzig; 15: Borna; 16: Altenburg; 17: Schmölln; 18: Gera-Lusan; 19: Crimmitschau; 20: Mittelberg; 21: Bad Colberg; 22: Königshofen; 23: Mellrichstadt; 24: Metzels; 25: Mansbach 2; 26: Kieselbach 3; 27: Sontra; 28: Großer Kurfürst; 29: Küchen; 30: Buchenau. Gerissene Mächtigkeitslinien geben extrapolierte Zechsteinmächtigkeit in Auslaugungsgebieten an.

## 2 Ausbildung des Zechsteins im Grenzgebiet Thüringen-Niedersachsen

Im Raum Uslar (1) kommen in der Werra-Formation Unterer Werraton, Werrakarbonat (Zechsteinkalk-Fazies) und Werrasulfat vor. Die wechselnden Mächtigkeiten des Werrasulfates im Profil Uslar sprechen einerseits für Beckenfazies (70 m) und andererseits für Plattformfazies (200 m). LEPPER (1979) gibt in der Bohrung Solling 4 (nördlich von Uslar) Werrasalz an. Im Profil Küllstedt 2 (3) fehlt der Untere Werraton. Auch das mächtige Werrakarbonat (Werradolomitfazies) deutet auf die Eichsfeldschwelle hin. Weiterhin sind Unteres Werrasulfat, Werrasalz, Oberer Werraton und Oberes Werrasulfat entwickelt.

Im Pöhlder Becken (4) treten Unterer Werraton, Unteres Werrakarbonat und Werrasulfat auf. Die geringe Mächtigkeit (30 m) kann man im Profil von HERRMANN (1964, S. 457) der Eichfeldschwelle und die erhöhte Mächtigkeit (120 m) bereits der Anhydritplattform zurechnen. In den Bohrungen Holungen (5,6) fehlen Unterer Werraton und Werrakarbonat.

Das Profil Holungen 1 (6) zeigt Unteres Werrasulfat, Werrasalz und Oberes Werrasulfat, das Profil Holungen 2 (5) nur Oberes Werrasulfat. Beide Profile liegen auf der Eichsfeldschwelle. SEIDEL (1965, Abb. 38) weist im Profil Niedersachsen 3 (8) im Unteren Werrasulfat vier Kleinzyklen und im Oberen Werrasulfat zwei Kleinzyklen nach. RICHTER-BERNBURG (1985) scheidet am Südrand des Harzes im Unteren Werrasulfat vier Kleinzyklen und im Oberen Werrasulfat einen Kleinzyklus aus. Die von RICHTER-BERNBURG beschriebene feinschichtige sowie flasrige Fazies des Werrasulfates zwischen Walkenried (7) und Kyffhäuser wird in der Anhydritplattform von ausschließlich flasrigen Anhydriten unterbrochen (s. Profil Niedersachswerfen 3 (8) in SEIDEL 1965, Abb. 38).

Im Raum Uslar (1) fällt im Profil der Staßfurt-Formation die hohe Mächtigkeit des Staßfurtsalzes auf, die für eine becken tiefe Fazies spricht. Das Profil Küllstedt 2 (3) erreicht auf der Eichsfeldschwelle nur 30 m Staßfurtsalz. Im Kaliflöz Staßfurt des Profils Küllstedt 2 ist auch das Decksteinsalz enthalten. Im Profil Pöhlder Becken (4) ist das Staßfurtsalz ausgelaugt. Das mächtige Staßfurtkarbonat (in Hauptdolomitfazies) dieses Profils spricht für den Westabhang der Eichsfeldschwelle. Die geringe Mächtigkeit des Staßfurtkarbonates in den Profilen Holungen (5,6) beweist die Lage auf der Eichsfeldschwelle. Der Obere Staßfurtton und der Untere Leineton wurden in den Profilen der Tab. 1 nicht abgetrennt. Dazu eignet sich die Sandflaserlage an der Basis des Unteren Leinetones (s. LANGBEIN 1963, SEIDEL 2004). Der Leineanhydrit zeigt in den Profilen von Tab. 1 ähnliche Mächtigkeiten. Das Leinesalz weist im Profil Uslar (1) eine etwas höhere Mächtigkeit als in den Profilen Küllstedt 2 (3) und Holungen (5,6) auf. Oberer Leineton und Unterer Allerton zeigen in Tab. 1 keine Abgrenzung. Im Roten Salzton treten ein oder zwei grau-grüne, z.T. sandige Tonsteinlagen (bzw. Wechsellagerungen von roten und grau-grünen Tonsteinen) auf (s. SEIDEL 1965, Abb. 31 und 32). Da die obere grau-grüne Tonsteinlage weiter aushält, sollte man deren Basis zur Unterfläche des Unteren Allertones wählen. Das Allersalz erreicht im Raum Uslar (1) in der Beckenfazies wesentlich höhere Mächtigkeiten als in den Profilen Küllstedt 2 (3) und Holungen (5,6) / Brehme auf der Eichsfeldschwelle. Das Untere Allersulfat besitzt Mächtigkeiten von 0,3 – 2 m, das Obere Allersulfat im Profil Küllstedt 2 (3) kann man durch Auslaugung des oberen Teiles des Allersalzes mit dessen sulfatischen Rückständen erklären. Das 2 m mächtige Allersulfat im Profil Pöhlder Becken (4) ergibt sich aus den Sulfatrückständen des ausgelaugten Allersalzes, dem Unteren Allersulfat sowie dem Oberen Allersulfat. Oberer Allerton, Ohreton und Frieslandton konnten in Tab. 1 nicht getrennt werden. Die grau-grüne Grenzbank bildet im Thüringer Becken (SEIDEL 1965) und im angrenzenden Niedersachsen (BRÜNING 1988) die oberste Schicht der Friesland-Formation. Der Fuldaton

erreicht im Raum Uslar (1) wesentlich höhere Mächtigkeiten als in den übrigen Profilen von Tab. 1. Eine Gliederung führten in Thüringen SEIDEL (1965) und in Niedersachsen (BRÜNING 1988) durch.

**Tab. 1:** Profile im Grenzgebiet Thüringen/Niedersachsen. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Formationen	Raum Uslar (1), Bl. 4323, KÄDING 1977	Bohrung Küllstedt 2/66 (3), RÖHLING & NOLTE (2004)	Pöhlde Becken (4), RÖHLING & SEIDEL (2008)	Bohrungen Holungen 1 (6) u. 2 (5), Brehme 1 u. 2, LANGBEIN & SEIDEL (1960)
Fulda-F.	Fuldaton 58	Fuldaton 24	Fuldaton ca. 30-35	Fuldaton ca. 20
Friesland-F. Ohre-F. Aller-F.	Frieslandton u. Ohreton 30-35  Allersalz 40-70 Unt. Allersulfat 1 Unt. Allerton u.	Frieslandton 8 Ohreton u. Ob. Allerton 7 Ob. Allersulfat 2 Allersalz 9 Unt. Allersulfat. 0,3 Unt. Allerton u.	Frieslandton, Ohreton u. Ob. Allerton ca. 4 Allersulfat 2 (Allersalz ausgel.)  Unt. Allerton u.	Frieslandton, Ohreton u. Ob. Allerton. ca. 10 Ob. Allersulfat 0,10 Allersalz ca. 19 Unt. Allersulfat 1-2 Unt. Allerton u.
Leine-F.	Ob. Leineton 25-30 Leinesalz 50-80 Leinesulfat 40-50  Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 1,5 ? Leinesalz 38 Leinesulfat 38,4 Leinekarbonat 3,75 Unt. Leineton u.	Ob. Leineton ca.20 Leinesalz abgel. Leinesulfat 50-70 Leinekarbonat ca. 20 Unt. Leineton u.	Ob. Leineton ca. 1-2 Leinesalz 47 Leinesulfat ca. 40  Unt. Leineton u.
Staßfurt-F.	Ob. Staßfurtton 5-10 (u. Ob. Staßfurtsulfat) Ob. Staßfurtsalz 2,5-3,5 Kaliflöz Staßfurt 4-6 Unt. Staßfurtsalz 200-500 Unt. Staßfurtsulfat 2-4 Staßfurtkarbonat 20-40 (Hauptdolomit)	Ob. Staßfurtton 5,05 Ob. Staßfurtsulfat 1,7  Kaliflöz.Staßfurt 13,45 Unt. Staßfurtsalz 29,95 Unt. Staßfurtsulfat 9,1 Staßfurtkarbonat 38,95 (Hauptdolomit)	Ob. Staßfurtton 10 (u. Ob. Staßfurtsulfat)  Kaliflöz Staßfurt u. Staßfurtsalz abgelaugt  Staßfurtkarbonat 40-60 (Hauptdolomit) Unt. Staßfurtton 0-1	Ob. Staßfurtton u. Ob. Staßfurtsulfat 8 Ob. Staßfurtsalz 0,5-1,8 Kaliflöz.Staßfurt 8-12 Unt. Staßfurtsalz 16-40 Unt. Staßfurtsulfat 2-9 Staßfurtkarbonat 38 (Hauptdolomit)
Werra-F.	Werrasulfat 70-200   Unt. Werrakarbonat 15-17 (Zechsteinkalk) Unt. Werraton 0,5	Ob. Werrasulf. 3,4 Ob. Werraton 2,65 Werrasalz 24,2 Unt. Werrasulfat 22,75 Unt. Werrakarbonat 61,85 (Werradolomit) Unt. Werraton	Ob. Werrasulfat 30-120   Unt. Werrakarbonat 4-12 (Werradolomit) Unt. Werraton 0-0,3	Ob. Werrasulfat 2   Werrasalz 0-5 Unt. Werrasulfat 0-27,5

### 3 Ausbildung des Zechsteins im Grenzgebiet Thüringen/Sachsen-Anhalt

Unterer Werraton und Werrakarbonat (in Zechsteinkalk-Fazies) besitzen in allen Profilen eine ähnliche Ausbildung. Die Profile Udersleben 76 (9) und Querfurt (10) zeigen im Werrasulfat die engschichtige und flasrige Beckenfazies der inneren Thüringischen Senke. Das sonst in dieser Fazies etwa 10 m mächtige Werrasalz wird in diesen Profilen vom Anhydrit vertreten.

Das Profil Ballstedt (11) zeigt vorwiegend flasriges und stärker mächtiges Werrasulfat

der Anhydritplattform. Es treten vier Kleinzyklen mit zwei Steinsalzlagen im Unteren Werrasulfat und zwei Kleinzyklen im Oberen Werrasulfat auf. Die unteren vier Kleinzyklen des Werrasulfates der Beckenfazies (s. JUNG & KNITZSCHKE 1960) im SE-Harzvorland können mit der Anhydritplattform vom Profil Schneidtal 2 (SEIDEL 1964) verglichen werden. Im Oberen Werrasulfat gelingt der Vergleich nicht.

Das geringer mächtige Werrasulfat des Profils Jena 111 (12) mit dem Oberen Werratton sprechen für eine randliche Lage im Zechsteinbecken. Das mächtige Werrasalz im dritten Kleinzyklus des Werraanhydrites gehört zur Naumburger Bucht der Thüringer Wald-Vorsenke (s.a. SEIDEL 2010).

Die Profile Udersleben 76 (9) und Querfurt (10) liegen mit der Stinkschieferfazies und mit ihren hohen Mächtigkeiten des Staßfurtsalzes in der inneren Thüringischen Senke. In Kernbohrungen kann man hier einen unteren Teil des Staßfurtsalzes mit Anhydritlagen (Anhydritregion) und einen oberen Teil des Staßfurtsalzes ohne diese Anhydriteinlagerungen (Südharzsatz) unterscheiden. Aus den Anhydritlagen der Anhydritregion entsteht bei Ablaugung das Staßfurtsalzes der Sangerhäuser Anhydrit (s.a. LANGBEIN & SEIDEL 1960). Hauptdolomitfazies und geringmächtiges Staßfurtsalz der Profile Ballstedt (11) und Jena (12) deuten eine randliche beeinflusste Stellung an.

Das Obere Staßfurtsulfat kann man i.d.R. aushalten. In randlichen Gebieten fehlt es zum Teil. Oberer Staßfurton und Leineton sind an der Basis der Grauen Sandflaserlage voneinander zu trennen. Eine Gliederung dieser Tonsteinschichten führten LANGBEIN (1963) und SEIDEL (1965) durch.

Die Profile Udersleben 76 (9) und Querfurt (10) zeigen große Mächtigkeiten im Leinesulfat und Leinesalz. Im Profil Ballstedt (11) kommt Leinekarbonat neben geringer mächtigem Leinesulfat vor. Das Profil Jena 111 (12) enthält Leinekarbonat und Leinesulfat. Leinesalz fehlt wahrscheinlich primär. SEIDEL (1964) konnte im Thüringer Becken und JUNG et al. (1969) im SE-Harzvorland drei Kleinzyklen im Leinesulfat nachweisen. Die Faziesvertretung des Leinesulfates durch Leinekarbonat trifft man am Beckenrand und an der Eichsfeldschwelle an (SEIDEL 1965, Abb. 43). Oberer Leineton und Unterer Allerton sind in den Profilen Tab. 2 nicht getrennt. Eine Abgrenzung kann man z.T. an der Basis einer graugrünen, sandigen Lage im oberen Teil des roten Tonsteinkomplexes vornehmen.

Allersalz tritt nur in den drei beckennahen Profilen auf. Hier kann man auch ein Unteres und Oberes Allersulfat aushalten. Das randliche Profil Jena 111 (12) enthält nur ein Allersulfat.

Die Tonsteine über dem Allersulfat bis zur Friesland-Folge kann man in Bohrkern-Profilen an der Oberfläche der graugrünen Grenzbank abgrenzen. SEIDEL (1992) führte folgende Gliederung dieser Tonsteine im Leinekarbonatbruch Pohlitz (13) durch (Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an):

1,6	Tonstein, rotbraun, feinsandig	Fulda-Formation
0,7	Sandstein, rotbraun, feinkörnig	
0,7	Sandstein, grau, feinkörnig	
<hr/>		
0,1	Tonstein, graugrün, feinsandig (graugrüne Grenzbank)	Friesland-Formation
0,8	Tonstein, rotbraun, feinsandig	
0-0,05	Tonstein, graugrün, mit Kalkaschen	
0,6	Tonstein, rotbraun, feinsandig	
0,7	Tonstein, rotbraun, z.T. feinsandig, mit bis 1 cm großen Kalkknollen	
0,1	Sandstein, gelbbraun, feinkörnig	

1,0	Tonstein, z.T. feinsandig	
0,15-0,2	Dolomitknollenlage, grau, gelblich verwitternd	
0,5	Tonstein, rotbraun	
<hr/>		
0,2	Sandstein, rotbraun, feinkörnig, stark tonig	
0,15	Tonstein, rotbraun, schwach feinsandig	
0,03	Sandstein, rotbraun und braungelb, feinkörnig, tonig	Ohre- und Aller-Formation
<hr/>		
0,6	Tonstein, rotbraun, schwach feinsandig	
0,25	Tonstein, grau bis graugrün, z.T. karbonatisch verhärtet	
3,5	Tonstein, rotbraun, feinsandig, mit Dolomitknollen	Leineformation
0,2	Tonstein, graugrün, mit Residualbildungen	
0,5	Tonstein, rot, mit Dolomitknollen	
0,2	Tonstein, graugrün, feinsandig	
0,1	Sandstein, grau, feinkörnig	
1,2	Tonstein, grau	
0,1	Dolomit, grau	
0,3	Tonstein, grau	
	Leinekarbonat	

Der Fuldaton besitzt in den Profilen von Tab. 2 eine Mächtigkeit von 20-37 m. Eine Gliederung mit drei Kleinzyklen führte SEIDEL (1965) im nördlichen Thüringer Becken durch. Während hier Tonsteine und Sandsteine vorkommen, treten in der Schmöllner Mulde (HECHT 1980) Tonsteine, Sandsteine und Konglomerate auf. Im Profil Pölzig (14) kann man drei Kleinzyklen erkennen, im randnahen Profil Schmölln nur noch zwei Kleinzyklen.

**Tab. 2:** Profile im Grenzgebiet Thüringen/Sachsen-Anhalt. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Formationen	Bohrung Udersleben 76 (9), Bl. 4733 Bearbeiter: Jung, Jankowski	Bohrung Querfurt (10) und Erläuterungen Bl. 4636 RADZINSKI (2004)	Bohrung Ballstedt (11), Bl. 4933, SEIDEL (1965)	Bohrung Jena 111/63 (12), Bl. 4937, STEINMÜLLER (1993)
Fulda-F.	?	Fuldaton 20-28	Fuldaton 36,5	Fuldaton 23
Friesland-F. Ohre-F. Aller-F.	?  Ob. Allersulfat 0,6 Allersalz 13,6 Unt. Allersulfat 1,4 Unt. Allerton u.	Frieslandton bis  Ob. Allerton 14-16 Ob. Allersulfat 0,5 Allersalz 16 Unt. Allersulfat 1 Unt. Allerton u.	Frieslandton (oben graugrüne Grenzbank 0,15) bis Ob. Allerton 7,05 Ob. Allersulfat 0,1 Allersalz 8,4 Unt. Allersulfat 0,8 Unt. Allerton u.	Fieslandton bis  Ob. Allerton 5 Allersulfat 1  Unt. Allerton u.
Leine-F.	Ob. Leineton 6,9 Leinesalz 63 Leinesulfat 42,9  Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 12,5 Leinesalz 52 Leinesulfat 43,5  Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 4,6 Leinesalz 36 Leinesulfat 15,3 Leinekarbonat 14,25 Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 1,5  Leinesulfat 4 Leinekarbonat 18,5 Unt. Leineton u.
Staßfurt-F.	Ob. Staßfurtton 4,3 Ob. Staßfurtsulfat 4,7 Ob. Staßfurtsalz 1,2 Kaliflöz Staßfurt 15,2 Unt. Staßfurtsalz 285,4 Unt. Staßfurtsulfat 1 Staßfurtkarbonat 7,7 (Stinkschiefer)	Ob. Staßfurtton 2,3 Ob. Staßfurtsulfat 4,7 Ob. Staßfurtsalz u. Kaliflöz Staßfurt 38,9 Unt. Staßfurtsalz 412,4 Unt. Staßfurtsulfat 2 Staßfurtkarbonat 5,5 (Stinkschiefer)	Ob. Staßfurtton 15,9  Staßfurtsalz 36,3 Unt. Staßfurtsulfat 3,1 Staßfurtkarbonat 42,3 (Hauptdolomit)	Ob. Staßfurtton 5,5   Unt. Staßfurtsulfat 13,5 Staßfurtkarbonat 27
Werra-F.	Werrasulfat 77,95   Unt. Werrakarb. 3,37 (Zechsteinkalk) Unt. Werratron 0,4	Werrasulfat 69,1   Unt. Werrakarb. 2,78 (Zechsteinkalk) Unt. Werratron 0,44	Ober Werrasulfat 133,6   Werrasalz 19,3 Unt. Werrasulfat 87,05 (mit Steinsalz) Unt. Werrakarb. 2,3 (Zechsteinkalk) Unt. Werratron 0,42	Ob. Werrasulfat 10,5 Ob. Werratron 5 Unt. Werrasulfat (Ob. Teil) 18 Werrasalz 76,9 Unt. Werrasulfat (Unt. Teil) 42,1 Unt. Werrakarb. 1,8 Unt. Werratron 0,8

## 4 Ausbildung des Zechsteins im Grenzgebiet Thüringen/Sachsen

Der Zechstein im Grenzgebiet Thüringen/Sachsen zeigt eine z. T. extreme Randfazies (s.a. EISSMANN 1970, Abb. 5). Die Werra-Formation enthält im Profil Altenburg (16) Tonsteine, Dolomite, Anhydrite und ein Basis-Konglomerat. Im Profil Borna (15) treten nur noch zwei Tonsteinhorizonte, das Obere Werrasulfat und ein Basiskonglomerat auf. Die Basiskonglomerate sind nicht mit dem Zechsteinkonglomerat zu vergleichen. Sie liegen höher in unterschiedlichen Horizonten. Das Profil Gera-Lusan (18) enthält das Zechsteinkarbonat (Zechsteinkalk und Unterer Werradolomit), zwei Werratone und zwei Werrasulfate. Im Profil Crimmitschau (19) treten nur noch der Mittlere und Obere Werratone in der Werra-Formation auf. Der Mittlere Werratone besteht aus konglomeratischen Sandsteinen.

Von der Staßfurt-Formation ist nur der Staßfurtton entwickelt. Der Untere Leineton konnte in drei Profilen vom Staßfurtton abgetrennt werden. Leinekarbonat zeigt sich in allen Profilen. Man kann das Leinekarbonat i.d.R. in die Platte (unten) und die Runkel (oben) trennen. Im thüringisch-sächsischen Grenzgebiet transgrediert z.T. Leinekarbonat auf Grundgebirge. Das Leinesulfat kommt nur z.T. auf Blatt Altenburg vor (16) vor. Die Zechsteintone vom Oberen Leineton bis zum Frieslandton waren nur im Profil Gera-Lusan (18) z.T. zu trennen. Hier ergab sich eine Grenze an der Basis der Aller-Formation durch eine graugrüne, sandige Tonsteinlage (SEIDEL & WIEFEL 1981, Abb. 2). Die Fulda-Formation erreicht in den Profilen von Tabelle 3 eine Mächtigkeit von 27-40 m. SEIDEL & WIEFEL (1981, Abb. 3) konnten im Profil Gera-Lusan (18) drei Kleinzyklen in der Fulda-Formation nachweisen. Die Fulda-Formation besteht vorwiegend aus Sandsteinen und Konglomeraten sowie selten aus Tonsteinen.

**Tab. 3:** Profile im Grenzgebiet Thüringen/Sachsen. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Formationen	Sammelprofil Bl. Altenburg (16), Nr. 5040 (GLÄSSER et al. 1995 u. SEIDEL 2011)	Bohrung Borna (15), Bl. 4840, ULLRICH (1964)	Bohrung Gera-Lusan (18), Bl. 5138 (SEIDEL & WIEFEL 1981)	Crimmitschau (19), Bl. 5140, ULLRICH (1964)
Fulda-F.	Fulda-Formation (Sandst., Konglomerat) 30	Fulda-Formation (Sandst., Konglomerat) 27,1	Fulda-Formation (Sandstein) 40	?
Friesland-F. Ohre-F. Aller-F.	Frieslandton bis	Frieslandton bis	Frieslandton bis Allerton 5	Frieslandton bis
Leine-F.	Ob. Leineton 6 Leinesulfat 0-7 Leinekarbonat 3-10 Unt. Leineton 1-7	Ob. Leineton 10,4  Leinekarbonat 12,5 Unt. Leineton 3,8	Ob. Leineton 5  Leinekarbonat 12 Unt. Leineton 2	Ob. Leineton 7-12  Leinekarbonat 2,5-6 Unt. Leineton bis
Staßfurt-F.	Staßfurtton 0,7-10	Staßfurtton 7,3	Staßfurtton 4	
Werra-F.	Ob. Werrasulfat 0-10 Ob. Werrakarbonat 0-5 (Ob. Werradolomit) Ob. Werraton 4-23 Unt. Werrasulfat 0-1 Mittl. Werraton 0-22 Unt. Werrakarbonat 0-9 (Unt. Werradolomit) Wechsellagerung Dolomit/Tonst. 0-15 Basiskonglomerat 0-20	Ob. Werrasulfat 8,1  Ob. Werraton 7  Mittl. Werraton 23,7  (Sandstein mit Kongl. u. Tonsteinen) Basiskonglomerat 0,5	Ob. Werrasulfat 10  Ob. Werraton 5 Unt. Werrasulfat 6 Mittl. Werraton 10 Unt. Werrakarbonat 15 (Unt. Werradolomit) Unt. Werrakarb. 15 (Zechsteinkalk)	Ob. Werraton 12-22  Mittl. Werraton ca. 70 (konglomeratische Sandsteine)

## 5 Ausbildung des Zechsteins im Grenzgebiet Thüringen/Bayern

In den Profilen der Werra-Formation treten Unterer Werraton, Werrakarbonat, Unteres Werrasulfat, Oberer Werraton und Oberes Werrasulfat auf. In den beiden randnahen Profilen Mittelberg (20) und Bad Colberg (21) fehlt das Werrasalz. Im Profil Mittelberg (LEITZ 1976) kommen Ton-Anhydrit-Breccien vor, die für eine Auslaugung des primär vorhandenen



Werrasalzes sprechen. Das mächtige Werrasalz der Profile Mellrichstadt (23) und Metzels (23) gehört zur Fränkischen Senke. Nach JUNGWIRTH & SEIDEL 1966 treten im Werrasulfat und Steinsalz des Profils Metzels (24) die Kleinzyklen 2 bis 5 auf, die Kleinzyklen 1 und 6 fehlen.

Von der Staßfurtformation kommt nur der Staßfurtton vor. Er konnte in den Profilen Mittelberg, Bad Colberg (21) und Metzels (24) vom Unteren Leineton abgetrennt werden. Im Leinekarbonat erreichen das Profil Metzels (24) 17 m Mächtigkeit und die randlichen Profile Bad Colberg (21) und Mittelberg (20) reichlich 4 m. Das Leinesulfat findet man in allen Profilen. Im Profil Colberg (21) hielt HECHT (1994) Oberen Leineton, Unteren Allerton, Allersulfat und Oberen Allerton aus. Ohre- und Frieslandton fasste er zusammen. In den anderen drei Profilen erfolgte keine Trennung der Tonsteine vom Oberen Leineton bis zum Frieslandton. Die Fulda-Formation erreicht in den vier Profilen von Tab. 4 22 - 28 m. Sie besteht nach JUNGWIRTH (1969, Abb. 2) zwischen Metzels (24) und Döhlau (nördlich von 20) im unteren Teil aus Tonsteinen sowie Sandsteinen sowie im oberen Teil fast ausschließlich aus Sandsteinen. Man kann zwei Kleinzyklen erkennen.

**Tab 4:** Profile im Grenzgebiet Thüringen/Bayern. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Formationen	Bohrung Metzels (25), JUNGWIRTH & SEIDEL (1966)	Sammelprofil Bohrg. Mellrichstadt (23) (BLANKENHORN 1901) u. Bohrung Königshofen (KLARE et al. 1986)	Bohrung Bad Colberg 1994 (21), nach HECHT (1999)	Bohrung Mittelberg DITTRICH (1966) u. LEITZ (1976)
Fulda-F.	Fulda-Formation 28 (Sandstein, Tonstein)	Fulda-Formation 23	Fuldaton 27,5	Fulda-Formation 21,8
Friesland-F. Ohre-F. Aller-F.	Frieslandton bis	Frieslandton bis	Frieslandton u. Ohreton 5 Ob. Allerton 1 Allersulfat 1 Unt. Allerton 6	Frieslandton bis
Leine-F.	Ob. Leineton 12,5 Leinesulfat 1,6 ? Leinekarbonat 17 Unt. Leineton 3	Ob. Leineton 7 Leinesulfat 1 Leinekarbonat, Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 1 Leinesulfat 7 Leinekarbonat 4,5 Unt. Leineton 2,5	Ob. Leineton 6,8 Leinesulfat 6,6 Leinekarbonat 4,2 Unt. Leineton 1,1
Staßfurt-F.	Staßfurtton 18	Staßfurtton 16	Staßfurtton 8	Staßfurtton 6,4
Werra-F.	Ob. Werrasulfat 4 Ob. Werraton 8 Werrasalz 120 Unt. Werrasulfat 17 Unt. Werrakarbonat 7 (Zechsteinkalk) Unt. Werraton 1	Ob. Werrasulfat 24 Ob. Werraton 4 Werrasalz 167,04 Unt. Werrasulfat 13,86 Unt. Werrakarbonat u. (Zechsteinkalk) Unt. Werraton 13,33	Ob. Werrasulfat 6,5 Ob. Werraton 28  Unt. Werrasulfat 45,5 Unt. Werrakarbonat 7,5 (Zechsteinkalk) Unt. Werraton 0,5	Ob. Werrasulfat 4,9 Ob. Werraton 11,8  Unt. Werrasulfat 23,3 Unt. Werrakarbonat 9,8 (Zechsteinkalk) Unt. Werraton 2,8

## 6 Ausbildung des Zechsteins im Grenzgebiet Thüringen/Hessen

Die Bohrung Mansbach 2 (25) liegt im hessischen Teil des Werra-Fulda-Beckens. Vom thüringischen Teil des Werra-Fulda-Beckens wurde ein Sammelprofil (26) aufgestellt. Unterer Werraton, Unteres Werrakarbonat (Zechsteinkalk-Fazies) und Unteres Werrasulfat zeigen in beiden Profilen eine ähnliche Ausbildung. DITTRICH (1961) und KÄSTNER (1969) gliederten das Untere Werrasulfat im thüringischen Werrakalgebiet. Das mächtige Werrasalz des

Werra-Fulda-Beckens trennt man in das Untere Werrasalz, das Kaliflöz Thüringen, das Mittlere Werrasalz, das Kaliflöz Hessen und das Obere Werrasalz. DITTRICH (1961) führte eine weitere Untergliederung des Unteren, Mittleren und Oberen Werrasalzes durch (s.a. KÄSTNER 1969). Der Obere Werraton (ehemals Braunroter Salzton) und das Obere Werrasulfat zeigen in beiden Profilen des Werra-Fulda-Beckens eine ähnliche Ausbildung. Darüber folgt das Jüngere Werrasalz (i. S. von HOPPE 1960) in mehreren Profilen des Werra-Fulda-Beckens. Vielleicht ist die Breccie aus Ton und Anhydrit im Profil Mansbach 2 (25) eine Auslaugungsbreccie des Jüngeren Werrasalzes. JUNGWIRTH & SEIDEL (1966) scheiden im Werrasulfat und Werrasalz des thüringischen Werra-Beckens fünf Kleinzyklen aus.

Die Bohrung Obermehler 1 (26) steht mit 374 m Werrasalz am E-Abhang der Eichsfeldschwelle in der Ebelebener Bucht der Thüringer Wald-Vorsenke (s.a. SEIDEL 2010). Im E begrenzt diese Bucht die Anhydritplattform, die den inneren Teil der Thüringischen Senke begrenzt. Auf der südlichen Eichsfeldschwelle liegt die Werrasalzmächtigkeit zwischen 0 und 72 m. Die große Mächtigkeit des Werrasalzes von 117 m im Profil Großer Kurfürst 3 (28) deutet den W-Abhang der Eichsfeldschwelle an. Die Bohrungen Großer Kurfürst 3 (28) und Küllstedt 3 (2, mit 144 m Werrasalz) stehen in einer Bucht des Werrabeckens, die von der Eichsfeldschwelle und der Anhydritplattform um den inneren Teil der Hessischen Senke (Weser-Senke) begrenzt wird.

Die Hauptdolomit-Fazies des Staßfurtkarbonates besitzt im Profil Obermehler 1 (26) eine doppelt so hohe Mächtigkeit wie im Profil Blatt Sontra (27). Unteres Staßfurtsulfat kommt in beiden Profilen vor. Staßfurtsalz tritt nur im Profil Obermehler 1 (26) auf. Das Fehlen des Staßfurtsalzes, Leinesalzes und Allersalzes im Profil Sontra (27) ist wahrscheinlich primär (KULICK 1987). Der Obere Staßfurtanhydrit erreicht im Profil Sontra bis 4 m. Im Profil Obermehler 1 (26) liegt er wahrscheinlich in dem ausgehaltenen Oberen Staßfurtton. Oberer Staßfurtton und Unterer Leineton wurden im Profil Sontra (27) abgegrenzt. Das Leinekarbonat erreicht im Profil Sontra eine größere Mächtigkeit als im Profil Obermehler 1. Dafür ist das Leinesulfat im Profil Obermehler 1 (26) mächtiger. Der Untere Leineton konnte im Profil Sontra (27) vom Unteren Allerton abgegrenzt werden. Hier erfolgte auch eine Abgrenzung des Oberen Allertones, des Ohretones und des Frieslandtones mit der graugrünen Grenzbank. Der Fuldaton kommt in allen Profilen vor. Tab. 6 soll eine Übersicht über die Feingliederung der Ohre-, Friesland- und Fulda-Formation (KÄDING 2000) im Grenzgebiet Hessen/Thüringen geben.

KULICK (1987), BRÜNING (1988) sowie SCHÜLER & SEIDEL (1991) halten die graugrüne Grenzbank (SEIDEL 1965) im Grenzgebiet Hessen, Niedersachsen sowie Thüringen für identisch und stellen sie in die Friesland-Formation. Darüber (z.T. durch wenige Dezimeter Tonstein getrennt) beginnt die Fulda-Folge (früher Bröckelschiefer bzw. Übergangsfolge). Sie besteht aus drei Kleinzyklen (s. Tab. 6). Da in Südthüringen die Fulda-Formation aus zwei Kleinzyklen besteht, stuft KÄSTNER (2000) den Kleinzyklus 1 der Fulda-Formation von Nordthüringen in die Friesland-Formation um (s. Tab. 6). Er behauptet, dass die Bröckelschieferbank (SEIDEL 1965) in den oberen undeutlich geflaserten Schichten (Tab. 6) in Nordthüringen mit der graugrünen Grenzbank der Profile Sontra (27) und Küchen (29) identisch ist. Das stimmt auf Grund der Schichtenabfolge nicht. Die Bröckelschieferbank liegt zwischen den Schichten der Bröckelfazies und der Bänderfazies in Thüringen (s. Tab. 6). Die graugrüne Grenzbank befindet sich aber in allen drei Profilen unter der Bröckelfazies. Damit erweist sich die graugüne Grenzbank von Thüringen und Hessen (und sicherlich auch von Niedersachsen) als identisch und die Umstufung des ersten Kleinzyklus der Fulda-Formation in Thüringen als falsch.

**Tab. 5:** Profile im Genzgebiet Thüringen/Hessen. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Formationen	Kombinations-Profil Bl. Sontra (27), Nr. 4925 (KULICK 1987) u. Bohrung Großer Kurfürst 3(28), Bl. 4826	Bohrung Obermehler 1/61 (26), Bl. 4729, GRUMBT et al. 1997	Bohrung Mansbach 2 (25), KADING 1968 (in LAEMMLEN 1975)	Thüringisches Werra kaligebiet (B. Kieselbach 3 u.a., 26), HOPPE 1960, DITTRICH 1966, JAHNE 1966
Fulda-F.	Fuldaton 25- 30	Fuldaton,	Fuldaton,	Fuldaton 22,7
Friesland-F.	Frieslandton 3-5	Frieslandton,	Frieslandton,	Frieslandton,
Ohre-F.	Ohreton 5-7	Ohrton u.	Ohreton u.	Ohreton u.
Aller-F	Oberer Allerton 1,7 Allersulfat 0,5-2  Unt. Allerton 2,5	Ob. Allerton 36 Ob. Allersulfat u. Allersalz 16 Unt. Allersulfat, Unt. Allerton u.	Ob. Allerton 40,7 Allersulfat 0,9  Unt. Allerton u.	Ob. Allerton 5-10 Allersulfat 0-1  Unt. Allerton u.
Leine-F.	Ob. Leineton 3-8  Leinesulfat 0-35 Leinekarbonat 14-30 Unt. Leineton 2-8	Ob. Leineton 3,5 Leinesalz 35,5 Leinesulfat 36,5 Leinekarbonat, Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 6,8  Leinekarbonat 21,8 Unt. Leineton u.	Ob. Leineton 4-6  Leinekarbonat 15-25 Unt. Leineton 2-5
Staßfurt-F.	Ob. Staßfurtton ca 1-4 Ob. Staßfurtsulfat 1-4  Unt. Staßsulfat 0-15 Staßfirkarbonat 0-30 (Hauptdolomit)	Ob. Staßfurtton 8  Kaliflöz Staßfurt 13,5 Unt. Staßfurtsalz 20 Unt. Staßfurtsulfat 9 Staßfurtkarbonat 60,2 (Hauptdolomit)	Staßfurtton 28,5	Staßfurtton 22-28
Werra-F.	Ob. Werrasulfat 28  Werrasalz 117  Unt. Werrasulfat 38 Unt. Werrakarbonat 4 (Zechsteinkalk) Unt. Werratton 0,5	Ob. Werrasulfat 12,8  Werrasalz 374,5  Unt. Werrasulfat 26,9 Unt. Werrakarbonat 1,8 (Zechsteinkalk) Unt. Werratton 0,6	Breccie Ton u. Anhydrit 2 Ob. Werrasulfat 4,9 Ob. Werratton 8,7 Ob. Werrasalz 155,29 Kaliflöz Hessen 1,06 Mittl. Werrasalz 33,69 Kaliflöz Thüringen 2,46 Unt. Werrasalz 88,9  Unt. Werrasulfat 11,2 Unt. Werrakarbonat 12,8 (Zechsteinkalk) Unt. Werratton 0,3	Jüngeres Werrasalz 5-10 Ob. Werrasulfat 5-8 Ob. Werratton 6-13 Ob. Werrasalz 90-110 Kaliflöz Hessen 2-3 Mittl. Werrasalz 50-70 Kaliflöz Thüringen 2-4 Unt. Werrasalz 100-120  Unt. Werrasulfat 7-10 Unt. Werrakarbonat 7-9 (Zechsteinkalk) Unt. Werrat.0,5-0,9

**Tab. 6:** Gliederung der Ohre-, Friesland- und Fulda-Formation im Grenzgebiet Hessen/Thüringen. Zahlen geben Mächtigkeiten in Metern an.

Zechstein-Formationen	Bohrung 236 (RO45), Bl. Sontra (27), Nr. 4925 (KULICK 1987)	Bohrung Küchen (29), Bl. 4824 (BRÜNING 1988)	nördliches Thüringer Becken (SEIDEL 1965)
	Calvörde-Formation	Calvörde-Formation	Calvörde-Formation
Kleinzyklus 3 (Fulda-F.)	Tonstein und Sandstein 6,7	Tonstein und Sandstein 14,56	weitschichtig, deutlich gefaserte Schichten 10 (Tonstein und Sandstein)
Kleinzyklus 2 (Fulda-F.)	Bänderschieferfazies 7,9  Tonstein und Sandstein 2,9	Bänderschieferfazies 3,5  Tonstein und Sandstein 6,8	engschichtig, deutlich gefaserte Schichten 5 (Bänderschieferfazies) obere undeutliche gefaserte Schichten 3-8 (im oberen Teil z.T. 0,1-0,2 m mächtige Bröckelschieferbank)
Kleinzyklus 1 (Fulda-F.)	Bröckelschieferfazies 7,5  Sandstein und Tonstein 5	Bröckelschieferfazies 12  Übergang Basissandstein 1,06 Basissandstein 7,04	Tonsteinzwischenmittel 3-6 (Bröckelschieferfazies) untere undeutlich gefaserte Schichten 4-10 (Tonstein mit Sandsteinflasern)
Friesland-F.  Ohre-F.  Aller-F.	graugrüne Grenzbank 0,25 (Ob. Frieslandton) Frieslandton 3-5 Ohreton 5-7  Ob. Allerton 1,7 Allersulfat 0,5-2	Tonstein, rotbraun 0,52 graugrüne Grenzbank 0,83 Tonstein 5,5 Sandstein 0,77 Tonstein, rot 2,78 Tonstein, graugrün 0,3 Tonstein, rot 1,6  Allersulfat 1,28	graugrüne Grenzbank 0,2-0,5 (Ob. Frieslandton) Tonstein, rotbraun 4-7  Tonstein, graugrün und rot 0,2-2  Ob.Allersulfat 0,1-0,2

## 7 Geologische Stellung des Zechsteins von Thüringen zu den benachbarten Gebieten

Im Grenzgebiet zwischen Thüringen und Niedersachsen zeigen die Eichsfeldschwelle, die Anhydritplattformen und die Hessische Senke Einfluss auf die Ausbildung des Zechsteins.

Zwischen Thüringen und Sachsen-Anhalt spielt die innere Thüringische Senke mit der geringmächtigen Werra-Formation und den großen Staßfurt Salzmächtigkeiten die wichtigste Rolle. Eine große Bedeutung hat auch die Anhydritplattform, die den inneren Teil der Thüringischen Senke halbkreisförmig umschließt. Das thüringisch-sächsische Grenzgebiet wird beherrscht von der Randfazies des Zechsteins. Im Grenzgebiet Thüringen-Bayern nehmen der Zechsteinrand, das Fränkische Becken und die Spessart-Schwelle Einfluss auf die Ausbildung des Zechsteins. Zwischen Thüringen und Hessen sind die Spessart-Ruhla-Schwelle, das Werra-Fulda-Becken und dessen nach N abzweigende Bucht (Bohrungen Großer Kurfürst 3 und Küllstedt 3) in der Hessischen Senke sowie die Eichsfeldschwelle von Bedeutung.

Fast alle paläogeographischen Elemente des Zechsteins von Thüringen besitzen eine Verbindung zu den entsprechenden Elementen der Nachbarbundesländer. Deshalb erweist sich die Parallelisierung der Profile zwischen Thüringen und den benachbarten Bundesländern als wichtig für die Zechstein-Stratigraphie dieser Gebiete.

## 8 Danksagung

Der Autor dankt Herrn Dr. Johannes Jungwirth, Jena, für die Durchsicht des Manuskriptes und für Hinweise.

## 9 Literatur

- BLANKENHORN, M. (1901): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 Blatt Ostheim v. d. Rhön, Nr. 5527, Preuß. geol. L. A.: 1-50, Berlin.
- BRÜNING, U. (1986): Stratigraphie und Lithofazies des Unteren Buntsandsteins in Südniedersachsen und Nordhessen. – Geol. Jb. **90**: 3-125, Hannover.
- BRÜNING, U. (1988): Die Zechstein/Buntsandstein-Grenze in Niedersachsen und Hessen. – Geol. Jb. Hessen **116**: 23-44, Wiesbaden.
- DITTRICH, E. (1962): Zur Gliederung der Werra-Serie (Zechstein 1) im Werra-Kaligebiet. – Ber. Geol. Ges. DDR **6**: 296-301, Berlin.
- DITTRICH, E. (1966): Einige Bemerkungen über Rand- und Schwellenausbildungen im Zechstein Südwestthüringens. – Ber. D. geol. Wiss. A. Geol. Paläont. **11**: 185-198, Berlin.
- EISSMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig, eine Übersicht. – Natura Lipsiensis, Heft **1** u. **2**: 1-76, Leipzig.
- GLÄSSER, W. et al. (1995): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Thüringen Blatt Altenburg, Nr. 5040. – 1-288, Thür. Landesanstalt f. Geologie, Weimar.
- GRUMBT, E.; KÄSTNER, H.; LÜTZNER, H. et al. (1997): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 Blatt Schlotheim, Nr. 4729 und Blatt Ebeleben, Nr. 4730. – Thür. Landesanstalt f. Geologie: 1-262, Weimar.
- HECHT, G. (1980): Höherer Zechstein und unterer Buntsandstein in der Zeitz-Schmöllner Mulde. – Z. geol. Wiss. **8**: 645-667, Berlin.
- HECHT, G. (1999): Die geologischen Ergebnisse der Thermalwasserbohrung Bad Colberg 1994. – Geowiss. Mitt. von Thür. **7**: 29-49, Weimar.
- HERRMANN, A. (1964): Gips- und Anhydritvorkommen in Norddeutschland. – Silikat-Journal **3** (6): 442-466.
- HOPPE, W. (1960): Die Kali- und Steinsalzlagerstätten des Zechsteins in der DDR, Teil 1: Das Werrakaligebiet. – Freib. Forschungshefte **C 97**: 1-166, Berlin.
- JAHNE, H. (1966): Der Aufschluß des Zechsteins im Schacht „Marx-Engels“ II (Werrakaligebiet). – Ber. d. D. Ges. d. Geol. Wiss., Reihe A **11**: 439-460, Akademie-Verlag Berlin.
- JORDAN, H. (1995): Quartäre Tektonik und Gipskarst am Südharz, Niedersachsen. – Beitr. z. Geol. v. Thür. NF **2**: 75-96, Jena.
- JUNG, W. & KNITZSCHKE, G. (1960): Kombiniert feinstratigraphisch-geochemische Untersuchungen der Anhydrite des Zechstein 1 im SE-Harzvorland. – Geologie **9**: 58-72, Berlin.
- JUNG, W.; GERLACH, R. & KNITZSCHKE, G. (1969): Zur Feingliederung des Hauptanhydrites (A3) im zentralen Zechsteinbecken. – Geologie **18**: 1164-1172, Berlin.
- JUNGWIRTH, J. (1969): Zur Stratigraphie und Fazies des Unteren und Mittleren Buntsandsteins in Südthüringen (Wasungen-Sonneberg). – Geologie **18**, Beiheft **66**: 1-79, Berlin.
- JUNGWIRTH, J. & SEIDEL, G. (1966): Die faziellen Änderungen der Zechsteintone Thüringens. – Jb. Geol. **2**: 271-280, Berlin.
- KÄDING, K.-Ch. (1997): 3.2. Salinarformation des Zechsteins. – In: LEPPER, J. et al. (1977): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Hessen Blatt Uslar, Nr. 4323: 13-15, Niedersächs.

- Landesamt f. Bodenf., Hannover.
- KÄDING, K.-Ch. (1978): Stratigraphische Gliederung des Zechsteins im Werra-Fulda-Becken. – Geol. Jb. Hessen **106**: 123-130, Wiesbaden.
- KÄDING, K.-Ch. (2000): Die Aller-, Ohre-, Friesland und Fulda-Folge (vormals Bröckelschiefer). – Glückauf **136**: 760-770, Kassel.
- KÄSTNER, H. (1969): Zur Geologie der Kali- und Kohlensäurelagerstätten im südlichen Werra-Kaligebiet. – Abh. ZGI **11**: 1-96, Berlin.
- KÄSTNER, H. (1969): Über schwankende Sedimentationsbedingungen im subsalinaren Zechstein I des Werra-Kaligebietes. – Geologie **18**: 828-835, Berlin.
- KÄSTNER, H. (2000): Sedimentologisch-fazielle und stratigraphische Probleme an der Zechstein-Buntsandstein-Grenze in Thüringen- eine Kenntnisstandsanalyse. – Beitr. Geol. Thüringen N.F. **7**: 7-13, Jena.
- KLARE, B.; GROSSKOPF, H.; LAUE-RIETH, B. & SCHRÖDER, B. (1986): Die Gliederung der Tiefbohrung Bad Königshofen/Ufr. – Geol. Bl. NO-Bayern **36**: 279-292, Erlangen.
- KOBER, M. & VOIGT, Th. (2009) : Untergrundmodell der Thüringer Mulde. – Beitr. Geol. Thüringen NF **16**: 51-83, Jena.
- KULICK J. (1987): Zechstein. – In: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Hessen Blatt Sontra, Nr. 4925: 37-97, Hess. Landesamt f. Bodenforschung, Wiesbaden.
- LAEMMLEN, M. et. al. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Hessen Blatt Geisa, Nr. 5225: 1-272, Hess. Landesamt f. Bodenforschung, Wiesbaden.
- LANGBEIN, R. (1963): Geochemische Untersuchungen an Salzionen des Zechsteins im Südharzkalirevier. – Chemie der Erde **23**: 1-70, Jena.
- LANGBEIN, R. & SEIDEL, G. (1960): Zur Geologie im Gebiet des Holungen Grabens. – Geologie **9**: 36-57, Berlin.
- LANGBEIN, R. & SEIDEL, G. (1960): Zur Frage des „Sangerhäuser Anhydrits“. – Geologie **9**: 778-787, Berlin.
- LEITZ, F. (1976): Lithostratigraphie des Zechsteins und Buntsandsteins bei Coburg-Kronach (Nordost-Bayern). – Diss. d. Abt. Geowiss. d. Ruhr-Universität Bochum: 1-185.
- LEPPER, J. (1979): Zur Struktur des Solling- Gewölbes. – Geol. Jb. A **51**: 51-57, Hannover.
- MENNING, M. et al. (2011): Beschlüsse der Deutschen Stratigraphischen Kommission 1991-2010 zu Perm und Trias in Mitteleuropa. – Z. dt. Ges. Geowiss. **162**: 1-18, Stuttgart.
- RADZINSKI, K.-H. (2004): 3.3.2 Zechstein. – In: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 von Sachsen-Anhalt Bl. Müheln, Nr. 4636: 20-28, Landesamt f. Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle.
- RADZINSKI, K.-H. (2008): 4.8.3 Zechstein. – In: BACHMANN G. H. , EHLING, B.-C., EICHNER, R. & SCHWAB, M. (Hrsg.): Geologie von Sachsen-Anhalt: 160-178, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1985): Zechstein-Anhydrite, Fazies und Genese. – Geol. Jb. A **85**: 3-82, Hannover.
- RÖHLING, H.-G. & NOLTE, L. (2003): Die Solebohrung „Heiligenstädter Martinsbrunnen“... – Beitr. Geol. Thür. NF **10**: 17-36, Jena.
- RÖHLING, H.-G. & SEIDEL, G. (2008): Geologische Übersicht über das Eichsfeld. – Exkursionsführer Geologie des Eichsfeldes des TGV: 5-26, Jena.
- ROTH, H.: Staßfurt-Salinar im Werragebiet. – Geol. Jb. Hessen **106**: 117-122, Wiesbaden.
- SCHÜLER, F. & SEIDEL, G. (1991): Zur Ausbildung der Zechstein-Buntsandstein-Grenze in Ostdeutschland. – Z. f. Geol. Wiss. **19**: 539-547, Berlin.
- SEIDEL, G. (1964): Geologischer Aufbau, chemische Zusammensetzung und Eignung der Kalziumsulfathorizonte von Thüringen. – Zeitschr. f. angew. Geologie **10**: 514-523, Berlin.

- SEIDEL, G. (1965): Zur geologischen Entwicklungsgeschichte des Thüringer Beckens. – *Geologie* **14**, Beiheft 50: 1-115, Berlin.
- SEIDEL, G. (1992): Thüringer Becken. – *Geologischer Führer* Nr. **85**: 1-204. Borntraeger-Verlag Berlin-Stuttgart.
- SEIDEL, G. (2004): Zur Faziesdifferenzierung des Zechsteins in Nordthüringen. – *Beitr. Geol. Thüringen* N.F. **11**: 5-17, Jena.
- SEIDEL, G. (2009): Zur Fazies und Auslaugung des Zechsteins und Buntsandsteins auf der Eichsfeldschwelle. – *Beitr. Geol. Thüringen* **16**: 85-97, Jena.
- SEIDEL, G. (2010): Zur Stratigraphie, Fazies und Genese der Werra-Folge (Zechstein1) in Thüringen. – *Beitr. z. Geologie von Thüringen* **17**: 101-123, Jena.
- SEIDEL, G. (2011 im Druck): Faziesänderungen im Zechsteinrandgebiet zwischen Gera und Altenburg. – *Beitr. z. Geol. von Thüringen* **18**, Jena.
- SEIDEL, G. & WIEFEL, J. (1981): Zur Ausbildung des Zechsteins und Buntsandsteins im Gebiet von Gera. – *Ztschr. f. Geol. Wiss.* **9**: 479-488, Berlin.
- STEINMÜLLER, A. (1993): Geologische Karte 1:25000 von Thüringen Bl. Osterfeld, Nr. 4937, Thüringer Landesanstalt für Geologie, Weimar.
- STOLLE, E. (1962): Zur Faziesdifferenzierung im Südharz-Kalirevier. – *Ber. D. Geol. Ges.* **6**: 266-287, Berlin.
- ULLRICH, H. (1964): Zur Stratigraphie und Paläontologie der marin beeinflussten Randfazies des Zechsteinbeckens in Ostthüringen und Sachsen. – *Freib. Forsch. – H. C* **169**: 1-163, Leipzig.

Eingegangen am 10.08.2011

Prof. Dr. GERD SEIDEL  
Ernst-Bloch-Ring 22  
D-07743 Jena