

Ber. Naturhist. Ges. Hannover	142	7–77	Hannover 2000
-------------------------------	-----	------	---------------

## Die allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen/Nordhessen

Geologische Kartierung, Beschreibung und Deutung

Martin HOLZAPFEL

mit 10 Abbildungen., 6 Tabellen und 2 Karten

Kurzfassung

Vorwort

- 1 Einführung
- 2 Bearbeitungsgeschichte
- 3 Schichtenfolge
- 3.1 Paläozoikum
  - 3.1.1 Devon und Karbon
    - 3.1.1.1 Mittel- bis Oberdevon und Unterkarbon (do+cd)
  - 3.1.2 Perm
    - 3.1.2.1 Rotliegendes (ro)
    - 3.1.2.2 Zechstein (z)
      - 3.1.2.2.1 Werra-Serie (z1)
      - 3.1.2.2.2 Staßfurt-Serie (z2)
      - 3.1.2.2.3 Leine-Serie (z3)
      - 3.1.2.2.4 Höherer Zechstein (z4 - z6)
      - 3.1.2.2.5 Bröckelschiefer (zB)
- 3.2 Mesozoikum
  - 3.2.1 Trias
    - 3.2.1.1 Buntsandstein
      - 3.2.1.1.1 Unterer Buntsandstein (su)
      - 3.2.1.1.2 Mittlerer Buntsandstein (sm)
      - 3.2.1.1.3 Oberer Buntsandstein (so)
    - 3.2.1.2 Muschelkalk
      - 3.2.1.2.1 Unterer Muschelkalk (mu)
      - 3.2.1.2.2 Mittlerer Muschelkalk (mm)
      - 3.2.1.2.3 Oberer Muschelkalk (mo)
    - 3.2.1.3 Keuper
- 3.3 Känozoikum
  - 3.3.1 Tertiär
    - 3.3.1.1 Sedimentäres Tertiär
    - 3.3.1.2 Vulkanisches Tertiär
  - 3.3.2 Quartär
    - 3.3.2.1 Pleistozän

- 3.3.2.2 Holozän
- 3.4 Subrosion
- 4 Modell zur Entstehung der allochthonen Triasschollen
- 4.1 Voraussetzungen
  - 4.1.1 Geländebefunde und Interpretation
  - 4.1.2 Streichlinienkarte und Interpretation
- 4.2 Verbreitung und Mächtigkeit von Salinargesteinen
  - 4.2.1 Verbreitung von Salinargesteinen im Zechstein
  - 4.2.2 Verbreitung von Salinargesteinen im Oberen Buntsandstein (Röt)
  - 4.2.3 Verbreitung von Salinargesteinen im Mittleren Muschelkalk
- 4.3 Ableitung eines Genesemodelles
- 4.4 Alterseinstufung der Salzkeilbildung
- 5 Schriftenverzeichnis
- Anhang: Verzeichnis der Bohrungen

### **Verzeichnis der Abbildungen**

- Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes am Unterlauf der Werra.
- Abb. 2. Geologische Übersichtskarte des Unterwerra-Sattels und angrenzender Bruchstrukturen.
- Abb. 3. Subrosions-„Tektonik“ im Ausstrichbereich des Zechsteins.
- Abb. 4. Verbreitung der allochthonen Triasschollen östlich von Hundelshausen zwischen Altmorschen-Lichtenauer- und Leinetal-Graben.
- Abb. 5. Der Aufschluß an der Westseite des Gottesberges zeigt eine der allochthonen Triasschollen.
- Abb. 6. Übersichtskarte der Steinsalzverbreitung im Zechstein in Südniedersachsen und Nordhessen.
- Abb. 7. Genese der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen in drei Stadien.
- Abb. 8. Ausdehnung des Salzkeils bei Hundelshausen entlang nordöstlich einer (konstruierten) herzynisch streichenden Sockelstörung.
- Abb. 9. Rekonstruktion des Einzugsgebietes des Salzkeiles von Hundelshausen.
- Abb.10. Die Umorientierung des Stressfeldes im Niedersächsischen Becken vom Karbon bis heute (aus BETZ et al 1987: 136).

**Verzeichnis der Tabellen:**

- Tab. 1. Übersicht über die geologischen Bearbeitungen des Kerngebietes um die Triasschollen von Hundelshausen und Deutungen zu deren Genese.
- Tab. 2. Übersicht über die Schichtfolge des Arbeitsgebietes (zusammengestellt nach eigenen Angaben und der regionalen Literatur).
- Tab. 3. Übersicht über die tektonischen Strukturen des Arbeitsgebietes.
- Tab. 4. Verbreitung und Mächtigkeit von Sulfatgestein des Zechsteins in der Umrandung des Werra-Grauwackensattels.
- Tab. 5. Alterseinstufung der Tektonik am nördlichen Leinetalgraben.
- Tab. 6. Gegenüberstellung tektonischer Phasen in Südniedersachsen sowie Nordhessen und der Entstehungsgeschichte der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen.

**Verzeichnis der Anlagen**

- Anlage 1. Geologische Karte von Hessen (1:25 000). Umgebungskarte von Hundelshausen (westliches Werra-Grauwackengebirge).
- Anlage 2. Streichlinienkarte der Zechstein- bzw. Buntsandsteinbasis (1:25 000). Umgebung von Hundelshausen (westliches Werra-Grauwackengebirge).

### **Kurzfassung**

In Nordhessen treffen der herzynisch streichende Werra-Grauwackensattel, der rheinisch streichende Altmorschen-Lichtenauer- sowie der rheinisch streichende Leinetal-Graben zusammen. Eine Besonderheit im Gebiet des Aufeinandertreffens sind die allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen.

Zur Erklärung der Schollen wurde das Gebiet um Hundelshausen für die vorliegende geologisch kartiert; die nicht abgedeckt dargestellte Karte wurde unter Einbeziehung von 32 Bohrerergebnissen interpretiert.

Aus der Kartierung ergeben sich neue Erkenntnisse in der regionalen Gliederung des Zechsteins. Dies betrifft besonders die Ausbildung des Staßfurt-Karbonates in zwei Faziestypen und die Steinsalzverbreitung (Staßfurt- und möglicherweise auch Leine-Steinsalz) im Bereich des Werra-Grauwackensattels. Die Kartierung zeigt für den Unteren Buntsandstein eine um ein Drittel geringere Mächtigkeit gegenüber der Normalausbildung.

Die Erfassung der Oberflächenmorphologie mit der Abgrenzung quartärer Ablagerungen erlaubt, Subrosion bzw. quartäre gravitative Massenverlagerungen zu erkennen und die betroffenen Flächen von tektonisch überprägten Gebieten zu unterscheiden. Der Kartierbefund belegt stockwerksabhängige Tektonik innerhalb des postvaristischen Deckgebirges.

Mit Hilfe des Streichlinienplans läßt sich ein halotektonisches Modell zur Entstehung der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen entwickeln:

Geringmächtiges Zechsteinsalz wanderte aus Südwesten an eine herzynisch streichende Sockelstörung südlich von Hundelshausen. An dieser Rampe akkumulierte sich das Steinsalz und erreichte Dimensionen, die die Bildung eines Salzkeiles erlaubten. Während der Salzkeilbildung wurden Triasschollen von der Tiefscholle der Sockelstörung mitgerissen und nach Nordosten über ca. 4 km in den Zechstein der Hochscholle geschoben.

Die postvaristische Tektonik des Untersuchungsgebietes begann mit einem rheinisch streichenden Rotliegend-Graben. Subaquatische Rutschungen im Werra-Anhydrit und die geringe Mächtigkeit des Unteren Buntsandsteins deuten auf eine aktive Schwelle bis in die Untere Trias hin.

Die Datierung der Halotektonik erfolgt anhand von Analogieschlüssen aus dem Leinebergland und dem Leinetalgraben:

Eine erste Hebungsphase des Werra-Grauwackengebirges mit herzynischer Bruchtektonik im Oberjura (möglicherweise bis zur Unterkreide) bewirkte eine Mobilisation und Akkumulation von Staßfurt-Steinsalz. Die Inversion in der Oberkreide (möglicherweise bis ins Alttertiär) mobilisierte das angestaute Steinsalz, das als Salzkeil in den Zechstein des Werra-Grauwackengebirges bis an den Südrand des Leinetal-Grabens intrudierte.

Die Hebung des Werra-Grauwackengebirges im Tertiär führte zur Subrosion und Erosion der Salzkeilstruktur.

### **Abstract**

In northern Hessia (Central Germany), the NW-SE trending Werra-Grauwackensattel joins the Rhenish (NNW-SSW) trending Altmorschen Lichtenauer and Leinetal-graben. A

particular feature of interest in this region is the occurrence of allochthonous Triassic blocks within the Zechstein formation (e.g. at Hundelshausen). The area around these allochthonous Triassic blocks was geologically mapped and the compiled map interpreted with data from 32 boreholes.

The results of this mapping project provide new information for the regional discrimination of the Zechstein formation, in particularly the development of the Staßfurt carbonate into two facies types, and the distribution of rock-salt (z2 and possibly z3) in the region of the Werra-Grauwackengebirge; moreover the thickness of the lower Bunter is reduced by a third compared to the normal average thickness.

Certain features visible in the field, together with the discrimination of the overlying Quarternary deposits, allow the identification of numerous structures as being caused by subsrosion and by gravitative mass transport mechanism. Such features can now be excluded from a tectonic origin.

The field data prove that level-dependant tectonism occurs within the post-Variscan orogen. Furthermore, a contour map provides evidence that a halotectonic model can be used to explain the formation of the allochthonous Triassic blocks at Hundelshausen:

Salt of the Zechstein formation migrated from an area south of the Werra-Grauwackensattel towards the north and accumulated against a NW-SE trending ramp in the region south of Hundelshausen. The accumulated salt reached such proportions to allow the formation of a salt wedge. During the formation process of this wedge Triassic blocks from the south were dragged along in a north-eastern direction and invaded the Zechstein formation within a length of about 4 km.

Post-Variscian tectonic movements in the Werra-Grauwackengebirge started along Rhenish trending graben structures. Subaquatic slides, documented in slumping structures within the Werra-Anhydrit and a reduced thickness of lower Bunter sediments suggest a local high during the Zechstein and Bunter era.

The halotectonic movements in the investigation area can be dated with the help of the tectonic history in the Leinebergland and the Leinetal-graben:

A first uplift in the Werra-Grauwackengebirge along NW-SE trending faults during late Jurassic to early Cretaceous period triggered the movement and accumulation of Staßfurt (z2) rocksalt. Inversion during the late Cretaceous to early Tertiary reactivated the rock salt to a salt-wedge. The salt intruded into areas northeast of Hundelshausen and reached the southern rim of the Leinetal- graben. Prograding uplift beginning in the late Tertiary enhanced the erosion and subsrosion of the salt structure.

## **Vorwort**

Geologische Untersuchungen des Autors zur Steinbruchserweiterung der Kurhessischen Gipswerke in Hundelshausen bildeten den Ausgang der vorliegenden Arbeit.

Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse konnten im Rahmen einer Dissertation an der Universität Würzburg mit einer geologischen Kartierung über das engere Steinbruchsgebiet hinaus in einen größeren Rahmen gestellt werden.

Mein Dank gilt der Firma Gebr. KNAUF, Westdeutsche Gipswerke, und den Kurhessischen Gipswerken ORTH, die die Durchführung der vorliegenden Arbeit in logistischer Hinsicht unterstützten und insbesondere die Bohrerergebnisse aus dem Raum Hundelshausen zur Verfügung stellten (eine Auswahl der wichtigsten Bohrerergebnisse ist im Anhang zusammengestellt).

Besonders gedankt sei hier Herrn Dr. REIMANN, Gebr. KNAUF, Iphofen, für sein wissenschaftliches Interesse, seine Ratschläge und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Ohne sein kollegiales Verständnis wäre die Durchführung dieser Arbeit sicherlich unmöglich gewesen.

Für sein unermüdliches Interesse am Fortgang der Arbeit, seine stetige Diskussions- und Hilfsbereitschaft, die er trotz schwerer Krankheit bis zu seinem Tode im Dezember 1994 nie erlahmen ließ, danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. HERRMANN; danken möchte ich Herrn Prof. Dr. H. VOSSMERBÄUMER (Univ. Würzburg), der spontan die weitere Betreuung übernahm.

Den Herren Dr. M. HORN (†, ehem. Hess. Landesamt für Bodenforschung), Dr. J. LEPPER (Niedersächs. Landesamt für Bodenforschung) und Dr. U. BRÜNING sei herzlich gedankt für ihre Anregungen während gemeinsamer Geländebegehungen.

Besonders freut es mich, Herrn Kart. Ing. W. MUSOLD (ehem. Niedersächs. Landesamt für Bodenforschung) danken zu dürfen, der die Reinzeichnung einiger Abbildungen und Karten übernahm.

Den Herren Dr. S. RITZKOWSKI und Prof. Dr. V. JACOBSHAGEN möchte ich danken, daß sie mir alle den Unterwerra-Sattel betreffende Diplomarbeiten der Universitäten Göttingen und Berlin zur Einsicht überließen.

Herr Prof. Dr. HOEFFS von der Universität Göttingen führte die Bestimmung der Schwefelisotopen durch.

## **1 Einführung**

Südlich und südwestlich der nordhessischen Stadt Witzenhausen (Abb. 1) kreuzt der herzynisch streichende Werra-Grauwackensattel die rheinisch streichende Altmorschen- bzw. die Leinetal-Grabenzone (Abb. 2). Neben der Vergitterung der rheinischen und herzynischen Strukturen in diesem Gebiet sind es besonders die allochthonen Triasschollen auf Zechsteinuntergrund östlich von Hundelshausen, deren Erklärung die verschiedensten geologischen Bearbeiter herausforderte (s. Kap. Bearbeitungsgeschichte).

Die vorliegende Bearbeitung hat zum Ziel, die allochthonen Triasschollen zu erklären; die Herleitung eines Genesemodelles stützt sich hauptsächlich auf die geologische Kartierung der Umgebung von Hundelshausen sowie begleitende Auswertungen von Kern- und Meißelbohrungen (s. Anhang).

Die postulierte halotektonische Entstehungsgeschichte der Triasschollen verlangte sowohl in stratigraphischer, als auch in tektonischer Hinsicht Voraussetzungen, die mit dem regionalgeologischen Hintergrund in Einklang gebracht werden mußten; insbesondere erforderte dies, die paläogeographischen Verhältnisse im salinaren Zechstein in der Umrahmung des Werra-Grauwackengebirges zu überprüfen.



Abb. 1.: Lage des Untersuchungsgebietes am Unterlauf der Werra.

## 2 Bearbeitungsgeschichte

Beginnend mit den Kartierungen von MOESTA (1876-1878; die Blätter der Gradabteilung 55: No. 39 Ermschwerd (heute 4624 Hedemünden), No. 40 (heute 4625) Witzenhausen, No. 45 (heute 4724) Großalmerode und No. 46 (heute 4725 Allendorf)) hat das Bearbeitungsgebiet eine mehr als hundertjährige, sehr wechselhafte Erforschungsgeschichte (s. Tab. 1). Noch vor der Publikation von MOESTAS Kartenblättern durch BEYSLAG (1886 a, b, c, d) erscheint als Beilage zu einer Spezialarbeit von MOESTA (1884) ein Kartenausschnitt mit dem Titel „Störungserscheinungen beim Durchsetzen der Göttinger Triasfalte durch das alte Gebirge an der Werra in Hessen“. MOESTA erfaßt hier als erster im Detail das nördliche Ende des rheinisch streichenden Altmorschen-Lichtenauer-Grabens und das südliche Ende des ebenso

rheinisch verlaufenden Leinetal-Grabens im Kreuzungsbereich mit dem Werra-Grauwackengebirge. Dabei kartierte er die auf Zechsteinuntergrund „schwimmenden“, ausschließlich aus Röt und verschiedenen Muschelkalk-Schichtgliedern aufgebauten Triasschollen von Hundelshausen mit einer detaillierten Interngliederung. Allerdings erkannte er deren allochthone Lagerung auf Zechsteinuntergrund noch nicht, sondern erklärte seinen Kartierbefund durch einen stratigraphischen Hiatus zwischen Zechstein und Röt.

LACHMANN (1912: 53) erkennt erstmals die allochthone Lagerung der Triasschollen und deutet, gestützt auf eine Fülle von Geländebeobachtungen, diese „...*diskordant auf Zechstein auflagernden Triasschollen* ...“, gänzlich dem damaligen Zeitgeist widersprechend, als Folge von Salzbeziehung. Die zur Entstehung der Schollen führenden Bewegungsabläufe und die geologisch-tektonische Gesamtstruktur bleiben dabei unklar.

LACHMANN wird mit seiner Theorie in den folgenden Jahren von verschiedenen Bearbeitern z.T. nachdrücklich abgelehnt (GRUPE 1923: 602), obwohl die Profildarstellungen aus dem Mittleren Leinetal durch RENNER (1914, Taf. 6, Anl. 6 und 7) bereits zwei Jahre später die LACHMANNschen Theorien stützen; die dortigen Profilschnitte zeigen, daß Überschiebungen und Einschuppungen - im heutigen Sinne als Salzkeile zu bezeichnen - sowohl in Untertageaufschlüssen als auch in Bohrungen des Kalisalzbergbaues bekannt sind.

SCHROEDER widmet sich 1925 erneut dem Gebiet (S. 58), „... *wo eine der bedeutendsten niederhessischen Grabenzonen unter eigenartigen Begleiterscheinungen von dem Grauwacken-Gebirge der unteren Werra gequert wird* ...“. Seine Profilschnitte (SCHROEDER 1925, Fig. 1), zeigen, daß er zur Erklärung der Triasschollen an mehrere kilometerlange, flache Störungsbahnen denkt. Dabei lehnt er (S. 68) Salz als treibende Kraft des tektonischen Geschehens und damit die LACHMANNsche Entstehungstheorie ab.

KLOHN (1930: 140) faßt diese kilometerlangen Störungsbahnen später sogar als Deckenbahnen auf. In jedem Falle sieht SCHROEDER, wie auch schon MOESTA (1884), den Altmorschen- und Leinetal-Graben als eine Einheit, deren „Verbindung“ durch die Triasschollen über dem Grauwackengebirge gegeben ist.

BOSSE (1931), PETRASCHEK (1931) und LOTZE (1932) beschäftigten sich in ihren Studien an den hessischen Grabenzonen mit dem südlichen Leinetal-Graben und dessen Ausklängen am Werra-Grauwackengebirge, jedoch ohne die Triasschollen bei Hundelshausen näher zu betrachten.

STILLE & LOTZE (1933) fügen bei der Veröffentlichung der „Geologischen Übersichtskarte der Umgebung von Göttingen“ 1:100.000 (Hochschulexkursionskarte) wichtige, bislang bei den Kartierungen übergangene Schichtgrenzen ein und vermuten (Erläuterungen zur Hochschulexkursionskarte, S. 36) ebenfalls eine im Zusammenhang mit der Grabenbildung stehende Genese der Triasschollen.

KIENOW (1935: 146) zieht, wie schon LACHMANN (1912), Steinsalz als Ursache für die komplizierten Lagerungsverhältnisse bei Hundelshausen in Betracht. Während jedoch LACHMANN von einer aktiven Rolle des Salzes (= Halokinese, sensu TRUSHEIM 1957) ausgeht, versucht KIENOW die Vorgänge zur Bildung der Hundelshäuser Triasschollen durch ein passives Verhalten des Steinsalzes zu erklären: Bei der Aufwölbung des Werra-Grauwackengebirges sei das Salz zu den Flanken des Sattels abgewandert, die hier besonders starke Subrosion rufe chaotische Lagerungsverhältnisse hervor und erkläre die Triasschollen auf Zechsteinuntergrund.

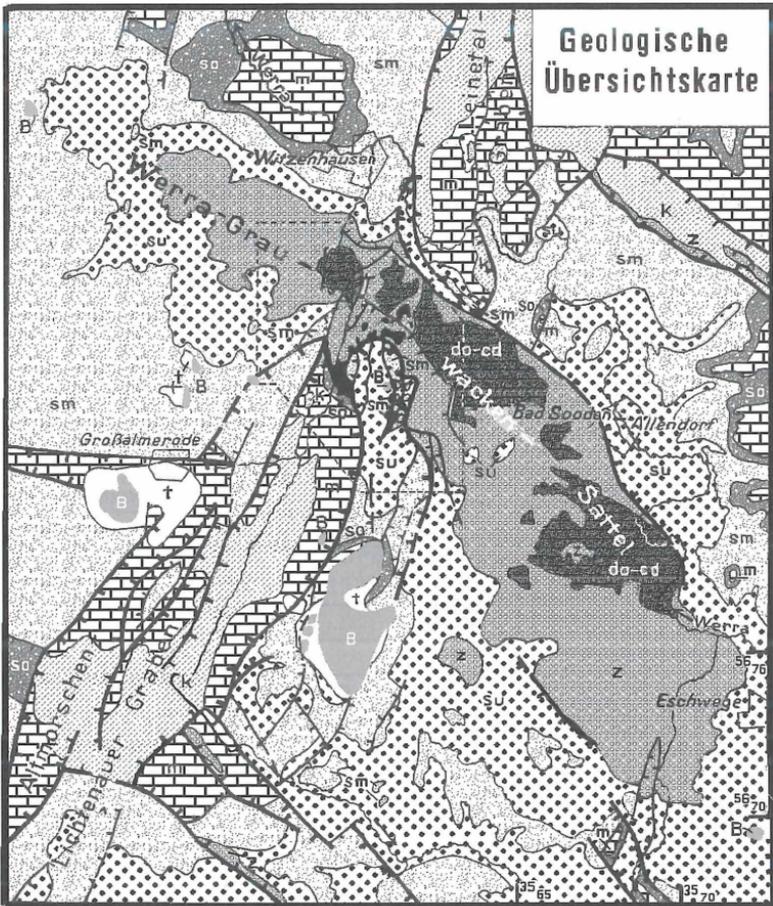


Abb. 2. Geologische Übersichtskarte des Unterwerra-Sattels und angrenzender Bruchstrukturen (zusammengestellt nach BEYSLAG 1886a, b, c, d, HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1979, JACOBSHAGEN et al. 1989, MOESTA 1884, RITZKOWSKI 1978, STILLE & LOTZE 1933, dem amtlichen Geologischen Kartenwerk (s. Literatur- und Abbildungsverzeichnis) und anhand eigener Beobachtungen.

Tab. 1.Übersicht über die geologische Bearbeitung des Kerngebietes um die Triasschollen von Hundelshausen und Deutungen zu deren Genese.

Deutung der Triasschollen			Kartengrundlage
Orthotektonisch	halotektonisch bzw. halokinetisch	(?quartäre) Rutschmassen	
MOESTA 1876 – 1878 1884			eigene Aufnahme
LACHMANN 1912			Aufnahme MOESTA, ergänzt
GRUPE 1923 (unterstützt durch BEYNSCHLAG)			Aufnahmen v. JOSEPH 1912 und KROESCHEL 1914 (zitiert in GRUPE 1923)
SCHROEDER 1925			eigene Aufnahme
PETRASCHEK 1931			unbekannt
STILLE & LOTZE 1933			vermutlich eigene Aufnahme
	KIENOW 1935		unbekannt
KLINGNER 1935			SCHROEDER 1925
		FAUPEL 1971, 1973 RITZKOWSKI 1978	eigene Aufnahme

**ohne Interpretation:**

NÖLL (1973), SCHALOW (1978), WEIK (1989), HELDMAIER (1992), VOGT (1992).

Ebenfalls im Jahre 1935(a) greift KLINGNER „*Das Problem der Triasschollen auf dem Grauwackensattel der unteren Werra bei Hundelshausen*“ in einer ausführlichen Arbeit noch einmal auf. Bei seiner Interpretation zur Genese der Triasschollen vereinigt er die Wirkung von (geringmächtigem) Salz und unterschiedlich sprödem Verhalten des Deckgebirges bei der Heraushebung des Werra-Grauwackensattels. Auch hier bleibt die Frage nach der Entstehung der Triasschollen offen.

Nach einer beinahe dreißig Jahre andauernden Bearbeitungspause wurde das Werra-Grauwackengebirge und seine mesozoische Umrandung in zahlreichen Diplomarbeiten nahezu flächendeckend neu aufgenommen:

Dabei konzentrieren sich die Universität Frankfurt (GANGEL 1970, GRABNER 1970, KUNZ 1962, MARTIN 1968) und vor allem die FU Berlin (AMIRI 1976, BALDSZUHN-STARKA 1987, CHAUDARI 1963, HERRMANN 1986, YOUSSEFI 1977, WEIK 1989) auf das Gebiet von Eschwege bis nördlich des Hohen Meißners.

JACOBESHAGEN et al. (1989) und JACOBESHAGEN (1993) resümieren mit den Publikationen der Geologischen Karte 1:25.000 des Hohen Meißners und der Geologischen Karte der Umgebung von Eschwege 1:50.000 die von Berlin aus betreuten Arbeiten. Damit erweitern sie die von PFLANZL (1953) erarbeitete Karte des Hohen Meißners nach Norden. Die seit 1979 für dieses Gebiet erschienene amtliche Karte des Hohen Meißners (HESS. LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1979) ist damit ebenfalls überarbeitet.

Von der Universität Göttingen aus (BRANDT 1974, FAUPEL 1971 und 1973, KOLTZE 1975, NIEBERDING 1972, NÖLL 1973, SCHALOW 1978) wurde das Kerngebiet um Hundelshausen selbst und der nördliche Anschluß bis in die Unterwerra-Mulde (nördlich des Werra Grauwackengebirges) kartiert. FAUPEL publiziert 1973 „*Neue Beobachtungen zu den allochthonen Triasvorkommen („Schollen“) auf dem Unterwerra-Sattel bei Hundelshausen/Nordhessen*“. Er formuliert die jüngste und bislang akzeptierte (RITZKOWSKI 1978, KULICK & PAUL 1987) Theorie zur Entstehung der Triasschollen; danach seien die aus Unterem Buntsandstein, Röt und Muschelkalk aufgebauten Triasschollen (?quartäre) Hangrutschkörper von den höchsten, heute nicht mehr mit entsprechenden Schichtenfolgen bedeckten umliegenden Höhen (Roggen- und Hellenberg).

HELDMEIER (1992) und VOGT (1992) von der Universität Marburg kartieren Teile des Kerngebietes um die Triasschollen bei Hundelshausen. Sie äußern aber keine selbständigen Vorstellungen über die Genese der Triasschollen.

Die bisher für das Kerngebiet vorliegenden Bearbeitungen und Kartierungen werden in größerem Rahmen ergänzt durch die modernen Kartenaufnahmen der Blätter 5024 Rothenburg a. d. Fulda (MOTZKA 1974), 4925 Sontra (MOTZKA-NÖRING 1987), 4823 Melsungen (KUPFAHL 1975), 4723 Oberkaufungen (KUPFAHL 1981) und die Zusammenstellung der GÜK Blatt CC 4718 Kassel (1979) und Blatt CC 5518 Fulda (1988).

### **3 Schichtenfolge**

Die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossene Schichtenfolge (Tab. 2) beginnt mit dem paläozoischen Grundgebirge. Darauf lagert diskordant das Deckgebirge, das mit der Zechsteintransgression beginnt und nach dem Perm die gesamte Germanische Trias bis zum Unteren Keuper umfaßt. Stratigraphisch höhere Schichtglieder streichen südlich und nördlich (Mittlerer und Oberer Keuper im Altmorschen-Lichtenauer- und Leinetalgraben) sowie nordöstlich (Lias im Eichenberg-Gothaer Graben) des Arbeitsgebietes aus. Ablagerungen des Mittleren Jura bis zum Paleozän sind nicht bekannt, die Schichtenfolge setzt erst im Eozän wieder ein und reicht bis ins Holozän.

### **3.1 Paläozoikum**

#### **3.1.1 Devon und Karbon**

##### **3.1.1.1 Mittel- bis Oberdevon und Unterkarbon (do+cd)**

##### **Werra-Grauwacke (inklusive Werra-Kieselschiefer und Diabas)**

Das varistisch gefaltete Grundgebirge tritt im Kern des Unterwerra-Sattels großflächig zutage. Als geographisches Bindeglied zwischen dem Varistikum im Oberharz und im Hunsrück erfuhr es eingehende Bearbeitungen durch MOESTA (1884, in BEYSLAG 1886b, 1886c, 1886d), SCHUBART (1955) und WITTIG (1968, 1970). Danach werden die im Grundgebirge des Unterwerra-Sattels ausstreichenden Sedimentgesteine gesichert in das Mittel- bis Oberdevon gestellt. Die zeitliche Einstufung der Diabase des Grundgebirges in das Unterkarbon ist noch in Diskussion (WITTIG 1968, 1970).

Tab. 2: Übersicht über die Schichtenfolge des Arbeitsgebietes (zusammengestellt nach eigenen Abgaben und der regionalen Literatur); die verwendete Nomenklatur ist in den jeweiligen Unterkapiteln erläutert.

System	Serie	Stufe	Schichtenfolge	Symbol in		Mächtigkeit	
				Erläut.	Geol. Karte		
QUARTÄR	HOLOZÄN		Füllung von Talböden <span style="float:right">eben nicht eben</span>	,eb, Tb ,a	,eb, Tb ,a	?	
			Schwemmfächer	..sf	..sf	?	
			Hangrutschmassen	..hs	..hs	?	
			Schuttbildungen	..s	..s	?	
	PLEISTOZÄN		Löß Lößlehm Fließerde <span style="float:right">ohne Lößlehm mit Lößlehm</span>	..Lo ..Lou ..fl (res) ..fl (Lo)	..Lo ..Lou ..fl (res) ..fl (Lo)	bis 15m	
TERTIÄR	EÖZÄN – MIOZÄN		Vulkanite	t, B	t, B	-	
			Schwerspatgänge	t, Ba	t, Ba	-	
			Quarzite	t, Q	t, Q	-	
TRIAS	KEUPFER	Unterer Keuper	ungegliedert	ku	ku	> 20m	
				MUSCHEL- KALK	Oberer Muschelkalk	Ceratiten-Schichten Trochiten-Kalk	mo2 mo1
	Mittlerer Muschelkalk	ungegliedert	mm		mm	ca. 40m	
	Unterer Muschelkalk	ungegliedert	mu		mu	ca. 110m	
	BUNTSAND- STEIN	Oberer Buntsandstein	Röt-Folge		so	so	ca. 70m
				Solling-Folge	smS		40 – 50m
		Mittlerer Buntsandstein	Hardeggen-Folge	smH, st	smH	ca. 15m	
				Detfurth-Folge	smD, st smD, s	smD	33m 7m
		Unterer Buntsandstein	Volpriehausen-Folge	smV, st	smV, st	90m	
				smV, s	smV, s	10m	
PERM	ZECHSTEIN	Bröckelschiefer	Salmünster-Folge	suSA	suSA	100 - 110m	
			Gelnhausen-Folge	suGE	suGE	90 - 120m	
		Friesland-Folge	Oberer Bröckelschiefer	zB2	zB	ca. 45m 15 – 20m	
				Ohre-Folge	zB1		
		Aller-Folge	ungegliedert	z6	z4 – z6		
				Leine-Folge		z5 z4	
		Staufurt-Folge	Leine-Karbonat (=Plattendolomit)	Ca3	Ca3	bis 15m	
				Leine-Ton (= Grauer Salztzn)	T3	T3	bis 30m
			Staufurt-Sulfat	wohlgeschichteter Gipsmergel	A2T	A2	15m
				Basalanhydrit	A2		6m
		Staufurt-Karbonat (=Hauptdolomit)	Rauhwanke	Ca2, R	Ca2, R	30 – 35m	
			Stinkdolomit	Ca2, St	Ca2, St		
		Werra-Folge	Staufurt-Ton (= Braun. Salztzn)	T2	T2	bis 15 m	
				Residualgest. Sulfat	A1	A1	bis 30m >155m
			Werra-Karbonat (=Zechsteinkalk)	Ca1	Ca1	2 - 10m	
Werra-Ton (=Kupferschiefer)	T1		bis 0,30m				
Zechstein-Konglomerat	C1		bis 0,15m				
ROT-LIEGENDES OBERERDE UND UNTERKARBON				ro do+cd	ro do+ cd	? ?	

Den größten Flächenanteil an Grundgebirge im Untersuchungsgebiet nimmt die **Werra-Grauwacke** ein.. In die Grauwacke eingeschaltete Kieselschiefer, Tonschiefer und kleinere Diabasvorkommen (SCHUBART 1955, WITTIG, 1968, HELDMAIER 1992) wurden in der vorliegenden Arbeit kartographisch mit der Werra-Grauwacke zusammengefaßt, da sie für die Thematik der vorliegenden Arbeit ohne Belang sind.

### 3.1.2 Perm

#### 3.1.2.1 Rotliegendes (ro)

Das einzige im gesamten Werra-Grauwackengebirge bekannte, mindestens 70m mächtige Rotliegendevorkommen streicht am nordöstlichen Rand des Untersuchungsgebietes im Rabental aus. Von SCHUBART (1955) entdeckt und von WITTIG (1970) als Rotliegend eingestuft ist es höchstwahrscheinlich grabenartig an rheinisch streichenden Verwerfungen in das Grauwackengebirge eingebrochen.

#### 3.1.2.2 Zechstein

Die stratigraphische Benennung der einzelnen Zechstein-Schichtglieder und ihrer stratigraphischen Kurzsymbole folgen der von KULICK et al. (1984: 18 ff.) erweiterten Untergliederung von RICHTER-BERNBURG (1955a). Die Schichtenfolge ist in Tab.2 zusammengestellt.

##### 3.1.2.2.1 Werra-Serie

###### Zechsteinkonglomerat (C1)

Als Lesestein an der Zechsteinbasis gelegentlich anzutreffen wird das Konglomerat von BEYSCHLAG (1866: 11) und HELDMEIER (1992: 14) mit einer Mächtigkeit von 0.05m - 0.15m beschrieben. Sie kann nach Ritzkowski (1978: 190) bis zu 1.5m erreichen.

###### Werra-Ton /T1 = Kupferschiefer)

Der Werra - Ton zeigt sich im Aufschluß als 0.3m mächtiger, schwarzgrauer bis -brauners, ebenschichtiger Tongestein. Gelegentlich sind auf den Schichtflächen makroskopisch Anflüge verschiedener Erzminerale zu beobachten (KULICK et al 1984).

###### Werra-Anhydrit (A1)

Der Werra-Anhydrit ist im Gipssteinbruch der Firma ORTH, ca. 1km nordöstlich Hundelshausen und in dessen Umfeld, im Anstehenden und in zahlreichen Bohrungen (s. Anhang) gut aufgeschlossen. Die Bohrung Gottesberg 29 erschließt mit 155,1m die im Untersuchungsgebiet maximal bekannte Mächtigkeit des Sulfatgesteines (bei tektonisch unterdrückter Hangendgrenze und sehr variablem Schichtfallen von bis zu 50° im Bohrkern). Die untersten 7,1 Meter des Sulfatgesteines sind hier mit dunkelgrauen Karbonatschlieren durchsetzt. Darüber folgt blaugraues und grauweißes, teils feinlaminiertes, teils flaserig geschichtetes, brekziertes und „wolkiges“ Sulfatgestein.

Im Zentrum des Steinbruches ORTH sind Faltenstrukturen mit Längen bis zu 40 m ausgebildet, wie sie von HERRMANN & RICHTER-BERNBURG (1955) aufgrund ihrer Regellosigkeit und ihrer teils laminierten, teils brekzierten Petrographie als Folge von subaquatischen Rutschvorgängen gedeutet wurden.

Das Werra-Sulfat zeigt im Untersuchungsgebiet extreme, wahrscheinlich überwiegend durch Auslaugung bedingte Mächtigkeitsschwankungen. Dem Steinbruchsgebiet der Firma ORTH

mit hohen Mächtigkeiten von Werra-Sulfat, stehen große Flächen (z.B. Rabental oder nördlich des Schnellerskopfes) gegenüber, in denen das Werra-Sulfat nur in Relikten vorhanden ist bzw. völlig fehlt. Hier tritt anstelle des Werra-Sulfats eine Subrosionsbrekzie auf (s. Kap. 3.4 Subrosion).

### 3.1.2.2 Staßfurt-Serie (Z2)

#### Staßfurt-Ton (T2 = Braunroter Salzton)

Der Staßfurt-Ton tritt als rotbrauner bis rotvioletter Tonstein im Nordwesten (zwischen Dohrenbach und Roßbach), sowie im Südosten des Untersuchungsgebietes (südlich Hilgershausen) mit einer Mächtigkeit von ca. 15 Metern auf. In der Umgebung der allochthonen Triasschollen ist er nicht nachweisbar. Sein Fehlen kann einerseits auf eine primäre Sedimentationslücke zurückzuführen sein, andererseits gibt es auch eine tektonische Erklärungsmöglichkeit (s. Kap. 4.1.2).

#### Staßfurt-Karbonat (Ca2 = Hauptdolomit)

Das Staßfurt-Karbonat ca. 30-35m mächtig, zeigt eine petrographische Zusammensetzung, die teils durch primäre Faziesunterschiede, teils durch verschiedengradige sekundäre Überprägung gekennzeichnet ist (zur Nomenklatur für die stratigraphische und fazielle Bezeichnung einzelner Faziestypen: HERRMANN (1956: 30-31)).

Innerhalb des Staßfurt-Karbonates lassen sich zwei Faziestypen unterscheiden:

- a) An der Basis der Karbonate tritt über weite Flächen oftmals „**Stinkdolomit**“ (**Ca2,St**) auf. Während dieser Stinkdolomit im Nordwesten des Untersuchungsgebietes nicht mehr charakteristisch ausgebildet ist, nimmt er im Zentrum und vor allem im Südosten bis zur Hälfte der Gesamtmächtigkeit der Staßfurt-Karbonatfolge ein. Das dunkelgrau-braune, durchwegs mikritische Dolomitgestein verwittert bis hin zu einer hellgrauen, aschfahlen Farbe. Auch im angewitterten Zustand bleibt sein charakteristischer, bituminöser Geruch beim frischen Anschlag bestehen. Die feine horizontale Schichtung und die Bankung im dm-Bereich bewirken quaderförmige charakteristische Lesesteine. Das Gestein ist manchmal sehr ähnlich dem Leine-Karbonat (Ca3) ausgebildet (s. Kap. 3.1.2.2.3). Das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal ist dann das Fehlen jeglicher Schalenbruchstücke von Makrofossilien im Stinkdolomit.
- b) Im Gegensatz dazu steht die **Rauhacke (Ca2,R)**, die den Stinkdolomit im Süden des Untersuchungsgebietes überlagert und ihn nach Norden hin zunehmend ersetzt. Die Rauhacke bildet bis zu 20 m hohe, scharfe Geländekanten oder -kuppen

Petrographisch zeigt die Rauhacke in ihrer typischen Erscheinungsform Zentimeter bis mehrere Dezimeter große eckige, quaderförmige, aschgraue, mikritische Dolomit-„Klasten“ in einer kalzitisch rekristallisierten Matrix. Deren Größe und Häufigkeit wechselt sowohl vertikal als auch lateral zwischen intensiver, regelloser Durchsetzung, schichtiger Anordnung sowie „klastenfreien“, dolomitischen Partien innerhalb weniger Zehner Meter. Die klastenfreien Dolomitzone sind im Meter-Bereich gebankt.

Die Dolomit-„Klasten“ sind oftmals verwittert und hinterlassen eckige Hohlräume, die gelegentlich mit „Verwitterungsgrus“ gefüllt sind (= Dolomitische nach BEYSCHLAG 1887).

Die Rauhacken werden als Folge von Subrosion aus einer Karbonat-Sulfat Wechselfolge erklärt (BRÜCKNER 1941, LEINE 1971, ROEHL 1963).

Das über große Flächenanteile im Bearbeitungsgebiet vertretene Neben- und Übereinander von "Stinkdolomit" und "Hauptdolomit (= Rauhwacke)" deutet auf lokal engräumig wechselnde paläogeographische Verhältnisse zur Ablagerungszeit der Staßfurt-Karbonate hin.

#### **Staßfurt-Sulfat (A2 = Basalanhydrit und A2T = „wohlgeschichtete Gipsmergel“)**

Das Staßfurt-Sulfat ist im Untersuchungsgebiet im Oberflächenausstrich nicht eindeutig belegbar. Bei zwei sehr kleinen Aufschlüssen, ca. 700 m südwestlich Hilgershausen (R 3561800 / H 5681750) und ca. 500 m südlich der Höhe Sulzberg (R 3560120 / H 5687300) bleibt die stratigraphische Zuordnung unsicher, da beide Vorkommen an größere tektonische Verwerfungslinien gebunden sind. Neben einer Einstufung in die Werra-Serie, wie in der Anlage 1 dargestellt, könnte auch eine Einstufung in die Staßfurt-Serie in Frage kommen (SCHALOW 1978, HELDMAIER 1992).

Sicher ist das Vorkommen von Staßfurt-Sulfaten A2 und A2T in der Bohrung 65 zu belegen, da hier petrographische Unterschiede zum Werra-Anhydrit deutlich zu erkennen sind:

Der Basalanhydrit (A2) ist im Bohrkern als 6,0 m mächtiges grauweißes Sulfatgestein in „chicken-wire“ Textur ausgebildet; er wird überlagert von den „wohlgeschichteten Gipsmergeln“ (A2T), einer mehr als 15,5 m mächtigen, zur Hangendgrenze gestörten Wechsellagerung von grauweißem Sulfat- mit dunkelgrauem Ton- und Mergelgestein.

#### **3.1.2.2.3 Leine-Serie (z3)**

##### **Leine-Ton (T3 = Grauer Salzton)**

Der Leine-Ton tritt im Untersuchungsgebiet nördlich des Schmachteberges (R 3559680 / H 5686940), westlich der Ortslage Dohrenbach und südlich von Hilgershausen flächenhaft auf, während er im Zentrum des Untersuchungsgebietes - rund um den Gipssteinbruch der Fa. ORTH - nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden kann (gegenteiliger Meinung sind HELDMAIER 1992 und VOGT 1992). Eine tektonische Interpretation für das Fehlen gibt Kap. 4.1.2. Nach dem Lesesteinbefund streicht der Leine-Ton in einer Mächtigkeit von bis zu 30m als durchwegs rotbrauner, sehr plastischer Ton auf den Feldern aus. Ca. 1 km südöstlich der Ortslage Roßbach sind im Niveau des Leine-Tones graugrüne, feinsandige Ton(lese-)steine zu beobachten.

##### **Leine-Karbonat (Ca3 = Plattendolomit)**

Die zusammenhängende Verbreitung des Leine-Karbonates bzw. sein Fehlen deckt sich in etwa mit der Verbreitung des Leine-Tones (s. auch Kap. 4.1.2). FRICK (1969: 13, 92, Abb. 26) führt in seiner großregionalen Untersuchung paläogeographische Gründe für die lückenhafte Verbreitung des Leine-Karbonates im Unterwerra-Gebiet an.

In seinem geschlossenen Verbreitungsgebiet hat das Leine-Karbonat eine Mächtigkeit (aus der geologischen Karte konstruiert) von bis zu 15 m.

Die überwiegend dünnplattigen Lesesteine sind, ähnlich wie die des basalen Stinkdolomites des Staßfurt-Karbonates (Ca2,St), von dunkelgrauer bzw. brauner Farbe, die bis zum Schwarz variieren kann. Gelegentlich tritt eine leichte Grüngräufärbung auf. Beim frischen Anschlag ist, wie beim Stinkdolomit der Staßfurt-Serie, der ausströmende bituminöse Geruch auffallend.

Im Unterschied zum Staßfurt-Karbonat zeigt das Leine-Karbonat als überwiegend mikritischer Dolomit oft Schill-Lagen und Steinkerne von Bivalven.

Im Ausstrichbereich des Leine-Karbonates treten neben den ebenplattigen mikritischen Lesesteinen auch unregelmäßig geformte Rauhdecken als Lesesteine auf. In den meisten Fällen scheint diese Rauhdecke im Hangenden der Mikrite ausgebildet zu sein. Die Rauhdeckenlesesteine zeigen im Gegensatz zur hellgrauen Rauhdeckenfazies des Stafffurt-Karbonates meist dunkelgraue bis schwarze Farbe, die Hohlräume sind hier wesentlich feiner und zahlreicher. Stets sind (aufgearbeitete oder ?eingespülte) Reste von roten Tonen in einigen Hohlräumen dieses Rauhdeckentyps zu finden.

#### **3.1.2.2.4 Höherer Zechstein (z4 - ?z6)**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die ca. 15-20 m mächtige, überwiegend rotbraune, feinklastische Schichtenfolge zwischen dem Leine-Karbonat im Liegenden und dem Bröckelschiefer im Hangenden als Höherer Zechstein (z4 - ?z6) ungegliedert zusammengefaßt.

Im Nordwesten des Arbeitsgebietes, ca. 1 km südöstlich der Ortslage Roßbach treten im Höheren Zechstein neben klastischen Sedimenten Dolomitknollen auf. Diese sind durchschnittlich 10-30 cm groß und zeigen im frischen Bruch zahlreiche 2 - 5 mm große, eckige Hohlräume, die ihnen ein „schaumiges“ Aussehen verleihen. Bereits LACHMANN (1912: 25) kannte diese Dolomitknollen, die er noch in den unteren Bröckelschiefer stellt.

Mit dem Auftreten der überregional verbreiteten Dolomitknollen (KÄDING 1978: 128) läßt sich im Arbeitsgebiet belegen, daß mindestens die sechste der insgesamt acht bisher bekannten Zechstein-Serien sedimentiert wurde.

#### **3.1.2.2.5 Bröckelschiefer (zB)**

Seit der Konferenz der SUBKOMMISSION PERM-TRIAS 1993 wird der Bröckelschiefer stratigraphisch in den höchsten Zechstein gestellt. Der vor dem Beschluß der SUBKOMMISSION PERM-TRIAS auf geologischen Karten allgemein mit dem Symbol „suB“ versehene Bröckelschiefer wurde in Ermangelung anderer Vorschläge aus der Literatur in der vorliegenden Arbeit mit dem Symbol „zB“ abgekürzt. Mit diesem Vorschlag wird er nicht in der numerischen Auflistung der Zechstein-Serien 1-8 erfaßt und behält eine Sonderstellung innerhalb des Zechsteins, bis seine Relation zum Zechstein 4-8 unter Berücksichtigung von lateralen Faziesverzahnungen geklärt ist (BRÜNING 1988).

Im Nordwesten und im Südosten des Arbeitsgebietes flächenhaft anstehend, beträgt die Gesamtmächtigkeit des Bröckelschiefers ca. 45 m. Im Lesesteinbefund erweist sich der Bröckelschiefer als schokoladen- bis rotbrauner, schluffiger Tonstein; er läßt keinerlei Sedimentstrukturen oder Schichtungstypen erkennen. Eindeutig charakterisiert jedoch (allenfalls mit Röt 3 zu verwechseln) ist er durch seinen im cm- bis mm-Bereich polygonal scherbigen Bruch, der keine vorherrschende Bruchrichtung erkennen läßt.

Ein beinahe vollständiges Profil im Bröckelschiefer ist ca. 200 m südlich der Ortslage Roßbach, unmittelbar am Nordwestrand des Arbeitsgebietes entlang von Hohlwegen (R 3556700 / H 5686600) erschlossen: Die hier aufgeschlossenen Einschaltungen von mittelkörnigen Grobsandsteinen in den Bröckelschiefer wurden auch in der Bohrung 64 (R 3560335 / H 5685544) am Nordhang des Roggenberges, ca. 150 m südöstlich des Gipssteinbruches ORTH, angetroffen (s. Anhang).

Unter den gegebenen Aufschlußverhältnissen jedoch lassen sich diese, in Bohrungen üblicherweise zur Untergliederung des Bröckelschiefers herangezogenen, Grobsandsteineinschaltungen (BRÜNING 1986) bei der Kartierung nicht flächenhaft erfassen.

## 3.2 Mesozoikum

### 3.2.1 Trias

#### 3.2.1.1 Buntsandstein

##### 3.2.1.1.1 Unterer Buntsandstein (su)

BRÜNING (1986: 61-65) belegt überregional mit Parallelisierungen von Sedimentationszyklen und exemplarisch ausgewählten Geländekartierungen nördlich des Hohen Meißners eine Einteilung des Unteren Buntsandsteins in Nordhessen in Untere und Obere Folge. Seine Grenzziehung erfolgt ca. 30m stratigraphisch unter der Abgrenzung der vorher in Nordhessen gebräuchlichen Einteilung in Gelnhausen- und Salmünster-Folge (vgl. auch Beschluß der SUBKOMMISSION PERM-TRIAS 1993.). BRÜNING (1986: 59-61 und 98-99, Abb. 16, 17) gibt für das hier untersuchte Gebiet als Mächtigkeit für die Untere Folge knapp 170 Meter, für die Obere Folge 110-130 Meter, d.h. eine Gesamtmächtigkeit des Unteren Buntsandsteins von ca. 300 Metern an.

Im Untersuchungsgebiet bestehen Abweichungen zu BRÜNING (1986) vor allem in der Mächtigkeitsverteilung. Eine im Vergleich zu den Werten BRÜNINGs etwa um ein Drittel geringere Gesamtmächtigkeit von ca. 230 Metern belegt eine paläogeographische Sonderstellung des Arbeitsgebietes.

Der Untere Buntsandstein des Untersuchungsgebietes entspricht als feinklastische Abfolge von Ton-, Schluff- und feinkörnigen Sandsteinen petrographisch in ihrem tiefsten und höchsten Drittel etwa der Unteren bzw. Oberen Folge von BRÜNING; im verbleibenden mittleren Drittel, in dem eine Abgrenzung zwischen Oberer und Unterer Folge erwartet würde, bildet ein Geländeknick etwa 120 Meter über der Buntsandsteinbasis das praktikabelste und sicherste Kriterium zur Grenzziehung: Damit wäre eine untere abzugrenzende Einheit ca. 120 Meter, eine obere abzugrenzende Einheit ca. 110 Meter mächtig.

Wahrscheinlich geht die Reduktion der gesamten Mächtigkeit des Unteren Buntsandsteins im Untersuchungsgebiet zu Lasten der Unteren Folge; ihr Äquivalent wäre hier um ca. 50-100 Meter geringmächtiger ausgebildet als BRÜNING abschätzt.

Ältere Arbeiten im Umland des Meißner (gegenübergestellt in BRÜNING 1986: 59 sowie JACOBSHAGEN et al. 1989) verzeichnen eine Gesamtmächtigkeit des Unteren Buntsandsteins am Nordhang des Meißner von insgesamt ca. 170 Metern. Davon entfallen ca. 90-100 Meter auf die Gelnhausen-, ca. 60-70 Meter auf die Salmünster-Folge.

Nach einer zunächst rein lithologisch-morphologischen Geländekartierung wurde für das Untersuchungsgebiet als Lokal-Untergliederung ebenfalls die Einteilung in Gelnhausen- und Salmünster-Folge gewählt. Dafür sprachen die Kompatibilität besonders hinsichtlich der Mächtigkeitsverteilung zu den vorliegenden Meißnerkartierungen und vor allem auch die offenstehende Parallelisierung einer Grenzziehung zwischen Unterer und Oberer Folge in der mächtigkeitsreduzierten Schichtenfolge mit den Profilen BRÜNINGs.

#### Gelnhausen-Folge (suGE)

Über den steilen Bröckelschieferhängen setzt die Gelnhausen-Folge des Unteren Buntsandsteins meist mit einer Hangverflachung ein. Im Süden des Arbeitsgebietes noch ca. 120 Meter mächtig, verliert sie gegen Norden allmählich an Mächtigkeit und umfaßt südlich Roßbach nur noch knapp 90 Meter; westlich von Kleinalmerode und Hubenrode, ca. 3 km

außerhalb des Arbeitsgebietes, zeigen Übersichtsbegehungen nur noch Mächtigkeiten von ca. 70 Metern (großräumige Vergleiche in BRÜNING 1986 und HAAN 1984: 39).

Unter günstigen Aufschlußbedingungen (z.B. nördlich von Frankenhain, wenige hundert Meter südlich des Untersuchungsgebietes (WALTHER 1978)) ist eine ca. 15 Meter mächtige Zone mit feinkörnigen, rotbraunen, feinporigen Sandsteinen an der Basis der Gelnhausen-Folge kartierbar. Mit einem Steilanstieg folgen darüber feinkörnige, fahlweiße, dickbankige, teils schräg, teils horizontal-geschichtete Sandsteine in einer Mächtigkeit von ca. 35-40 Metern (Lesesteinbefund südwestlich Hilgershausen).

Ohne scharfe Grenze folgt eine 45-75m mächtige Wechselfolge von feinkörnigen, teils rotbraunen, teils bräunlich weißen, zumeist flaserig geschichteten Tonsteinen mit rotbraunen Ton- und Siltsteinen (Lesesteinbefund nördlich Dudenrode). Aus spärlichen Aufschlüssen läßt sich vermuten, daß der Anteil an Toneinschaltungen zum Hangenden hin zunimmt.

### **Salmünster-Folge (suSA)**

Ohne lithologisch scharfe Grenze, kartiertechnisch am sichersten durch einen Geländeknick zu fassen, folgt die 100-110 Meter mächtige Salmünster-Folge auf die Gelnhausen-Folge (zur Mächtigkeitsverteilung in Südhüringen und Nordost-Hessen BUCHSTEIN 1984: 49).

Sie zeichnet sich gegenüber der obersten, tonigen Gelnhausen-Folge durch vermehrte feinkörnige Sandsteineinschaltungen aus. Die Sandsteine sind in der Regel ebenschichtiger und als Lesesteine regelmäßiger geformt als die der Gelnhausen-Folge.

Nach oben hin setzt im Lesesteinbefund ein charakteristischer Wechsel von rotvioletten und braunweißen, feinkörnigen Sandsteinen ein. Eingelagert in die Sandsteine treten im oberen Drittel neben rotbraunen, glimmerführenden Siltsteinen auch graugrüne, selten rotviolette, glimmerführende Ton- und Siltsteine auf.

### **3.2.1.1.2 Mittlerer Buntsandstein (sm)**

Die Nomenklatur und Gliederung des Mittleren Buntsandsteins (Tab. 2) richtet sich im Arbeitsgebiet (Tab. 2) nach den Richtlinien zur Gliederung des westdeutschen Buntsandsteins (ARBEITSAUSSCHUß BUNTSANDSTEIN DER GEOLOGISCHEN LANDESÄMTER (1974) und RICHTER-BERNBURG (1974)). (Zur Mächtigkeitsverteilung am Ost-Rand der Hessischen Senke vgl. HERRMANN 1962, HERRMANN & HÖFRICHTER 1963a, 1963b).

### **Volpriehausen-Folge mit -Basissandstein (smV,s) und -Wechselfolge (smV,st)**

Mit einem ca. 10 m mächtigen, rot- bis gelbbraunen, mittelmäßig sortierten, mittelkörnigen Grobsandstein, dem Volpriehausener Basissandstein (smV,s), setzt der Mittlere Buntsandstein in einer Schichtstufe über den feinklastischen Sedimenten des Unteren Buntsandsteins ein.

Auffällig ist, daß das Korngrößenspektrum im Westen des Arbeitsgebietes (z.B. nördlich und nordwestlich des Roten Sees) generell feiner als im Osten (z.B. am Roggenberg) ausgebildet ist.

In den wenigen Aufschlüssen (z.B. an der Ortsverbindungsstraße Dudenrode-Weißenbach am Südrand des Arbeitsgebietes oder entlang von Forststraßen am Osthang des Roggenberges) ist er im Meterbereich gebankt. Intern zeigen die Bänke im Aufschluß und in häufigen Lesesteinen Schrägschichtung im Bereich der Bankungmächtigkeit.

Zu seinem Hangenden hin schalten sich immer mehr einzelne feinkörnige Lagen ein, bis die Grobsandfolgen allmählich an Dominanz verlieren; dieser Übergangsbereich, der die Grenzziehung zwischen dem Basissandstein und der überwiegend feinkörnigen Volpriehausener Wechselfolge erschwert, nimmt eine Mächtigkeit von ca. 5 - 8 Metern ein.

Die Volpriehausener Wechselfolge (smV,st) zeigt im Westen des Arbeitsgebietes - nur hier steht das Hangende als Bezugshorizont an - eine Gesamtmächtigkeit von ca. 90 Metern.

Blaßviolette, rotbraune und weiße, feinkörnige, selten Mittelsand führende Sandsteine, darin verbreitet braungraue bis schwarze und mm-große weiße (Entfärbungs-) Flecken bauen zusammen mit cm- bis dm- dicken Tonsteinbänken die Wechselfolge auf. Die Feinsandsteine sind meist horizontal geschichtet, gelegentlich ist Schrägschichtung zu beobachten. Häufig sind Tongallen, Rippeln oder Belastungsmarken auf den Schichtflächen ausgebildet.

Die Volpriehausener Wechselfolge ist hinsichtlich ihrer petrographischen Ausbildung leicht mit dem feinklastischen Unteren Buntsandstein zu verwechseln. Liegen beide Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen tektonisch nebeneinander, so kann zur Unterscheidung zum einen die Korngrößenverteilung und zum anderen das Farbspektrum herangezogen werden; gelegentliche, bis zu 2 cm mächtige Einlagerungen von Mittelsand in die feinsandigen Lesesteine und ein gehäuftes Nebeneinander von blaßvioletten und weißen Farbvarietäten sind dabei ein Hinweis für die Volpriehausener Wechselfolge.

Hervorragenden Leitcharakter für die Volpriehausener Wechselfolge besitzt die Muschel *Avicula murchinsoni* (GEINITZ), die im unteren Teil der Wechselfolge gelegentlich, in den obersten Metern der Wechselfolge jedoch mancherorts in regelrechten Pflastern in Steinkernerhaltung vorkommt.

### **Detfurth-Folge mit -Basissandstein (smD,s) und -Wechselfolge (smD,st)**

Die Detfurth-Folge beginnt mit zwei im Vergleich zur Volpriehausen-Folge morphologisch wesentlich weniger auffälligen, zusammen ca. 7 m mächtigen Detfurther-Basissandsteinhorizonten (smD,s), getrennt durch ein ca. 1 m mächtiges, blaßviolettes, scherbilig brechendes Tonsteinzwischenmittel.

Die auf den Basissandstein in einer Mächtigkeit von ca. 33 m auflagernde Detfurther-Wechselfolge (smD,st) ist petrographisch durch eine Wechsellagerung von grauweißen und blauvioletten („lavendelfarbenen“) feinkörnigen Sandsteinen mit dazwischengelagerten rotbraunen bis rotvioletten Tonsteinen charakterisiert.

### **Hardeggen-Folge (smH)**

Der Hardeggen Basissandstein ist im Lesesteinbefund rotbraun bis braungrau, grob bis mittelkörnig und petrographisch nicht von den anderen Basissandsteinen des Mittleren Buntsandsteins zu unterscheiden. Er streicht im Arbeitsgebiet nur an einer Stelle, nämlich ca. 300m westlich des Friedhofes Hundelshausen (R 3558600 / H 5684600) aus.

Da dieser Ausstrich in einem tektonisch intensiv gestörten Bereich liegt, ist die stratigraphische Zuordnung zur Hardeggen-Folge nicht mit letzter Sicherheit zu klären.

Der dort großflächige Ausstrich des Basissandsteins läßt infolge unbekannter Schichtlagerung keine Mächtigkeitsangaben zu.

Die Hardegsener Wechselfolge ist speziell durch die blaßrote bis ziegelrote Färbung der feinkörnigen, oftmals gelb gefleckten Sandsteine eindeutig von den anderen Wechselfolgen zu unterscheiden. Gelegentlich sind in die meist eben horizontal, selten schräggeschichteten, gebankten Feinsandsteine einzelne cm-dicke, ebenfalls hell- bis ziegelrote Tonsteine eingelagert. Die Wechselfolge ist im Arbeitsgebiet an der Westflanke des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens durch Tektonik vom Basissandstein im Liegenden abgetrennt; als Mindestmächtigkeit ergeben sich aus dem Kartenbild ca. 12 Meter.

Basissandstein und Wechselfolge wurden in der Kartierung als Hardegsen-Folge (smH) zusammengefaßt.

### **Solling-Folge (smS)**

Die Solling-Folge streicht an den Flanken des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens innerhalb des Arbeitsgebietes aus. An der Ostflanke des Grabens zeigt sie sich nur in kleinen Resten tektonisch von der liegenden Hardegsener-Wechselfolge getrennt. An der Westflanke des Grabens streicht sie, bedingt durch ihr Einfallen mit dem Hang, großflächig aus. Ihre Gesamtmächtigkeit dürfte, westlich von Ellingerode, nordwestlich des Arbeitsgebietes, in tektonisch ungestörter Umgebung, ca. 40 - 50 Meter betragen.

Im Lesesteinbefund und im Aufschluß an der Thomasmühle (R 355920 / H 5679760) ca. 1 km südwestlich des Arbeitsgebietes ist die Solling-Folge aus grauweißem bis gelbweißem, selten hellvioletter mittelkörnigem Grobsandstein aufgebaut. Häufig sind z.T. herausgewitterte Tongallen und Quarzgerölle von 3 mm bis zu 2 cm Größe in den braun bis violett gefleckten Sandsteinen. Dickbankigkeit und häufige Schrägschichtung bestimmen die Form der bis zu 0,5 m<sup>3</sup> großen, weit streuenden Lesesteine.

### **3.2.1.1.3 Oberer Buntsandstein (so)**

#### **Röt-Folge (so)**

Obwohl der Obere Buntsandstein im Arbeitsgebiet südlich von Hundelshausen großflächig austreicht, lassen sich keine gesicherten Angaben über seine Gesamtmächtigkeit oder die seiner einzelnen Schichtglieder aus der Kartierung ableiten. Die Ausstrichbereiche sind durchwegs durch Subrosion überprägt oder liegen in tektonisch beanspruchten Zonen. Daher wurden in der Karte sämtliche Schichtglieder mit „Röt, ungegliedert (so)“ dargestellt, obwohl sie im Gelände in einigen Fällen unterscheidbar sind; so läßt sich, der Rötgliederung von HINZE (1967) folgend, in Bohrungen und in fließerdefreien Flächen südlich von Hundelshausen zweifelsfrei Röt 1, Röt 3 und Röt 4 nachweisen:

Das Röt 1 streicht etwa 400 Meter südlich des Ortsendes von Hundelshausen, ca. 200 m östlich der Gelster, an der Oberfläche aus. Es ist vor allem anhand der grau, bis graugrünen Tonsteine und insbesondere durch die braungrauen, feinklastischen Auslaugungsrückstände seiner ehemals eingelagerten Salinarhorizonte zu erkennen.

Die Bohrung 65 (s. Anhang), in der Gipsgestein des Röt 1 auf Hauptdolomit des Zechsteins 2 liegt, zeigt, daß Salinargestein aus dem Röt 1 als petrologische Schwächezone von tektonischen Bewegungsbahnen genutzt wurde.

Röt 2 läßt sich infolge der starken Quartärüberdeckung im möglichen Ausstrichgebiet nicht eindeutig identifizieren.

Das Röt 3, ebenfalls auf den Äckern südlich von Hundelshausen erschlossen, weist sich besonders durch seine braunroten Tonsteine aus, die - sehr ähnlich dem „Brückelschiefer“ des

höchsten Zechsteins - infolge von Verwitterung in charakteristisch polygonale Lesesteine zerfallen.

Hinweise auf das Röt 4 geben die violettroten Tonsteinfarben wenige Meter südlich der mit Resten von Unterem Muschelkalk bedeckten Kuppe (R 3559550 / H 5638070), ca. 1 km südöstlich von Hundelshausen.

Nordwestlich des Iberges läßt sich für das Röt zwischen Solling-Sandstein und Unterem Muschelkalk eine Gesamtmächtigkeit von ca. 60-70 m aus der geologischen Karte konstruieren. RITZKOWSKI (1978: 195) spricht von mehr als 150 m Gesamtmächtigkeit westlich von Witzenhausen, wahrscheinlich ist dort noch Röt-Sulfat in größeren Mächtigkeiten erhalten.

### **3.2.1.2 Muschelkalk**

#### **3.2.1.2.1 Unterer Muschelkalk (mu)**

Der Untere Muschelkalk tritt als Grabenfüllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens bei der Ortslage Trubenhausen, am südlichen Rand des Arbeitsgebietes, in seiner vollen Mächtigkeit auf. Hier läßt sich zwischen dem Rötausstrich ca. 1 km nordöstlich von Trubenhausen und der Grenze zum Mittleren Muschelkalk bei Trubenhausen eine Gesamtmächtigkeit von ca. 110 m ermitteln. MOESTA (1876-1878, herausgegeben von BEYSCHLAG 1886a,b,c,d), NÖLL (1973) und WEIK (1989), die durch ihre Kartierungen des südlichen Anschlußgebietes großflächigere Beurteilungsmöglichkeiten hatten, geben eine Gesamtmächtigkeit von ca. 115-130m an. LAEMMLEN (1958) stellt bei Hausen am Meißner eine Mächtigkeit von 103-110m fest.

Darüber hinaus kommt Unterer Muschelkalk zusammen mit Röt 4 in einigen allochthonen Trias-Schollen zwischen Hundelshausen und Wendershausen tektonisch ausgedünnt vor.

Der Lesesteinbefund zeigt meist graue, manchmal gelblich-graue, mikritische Kalksteine, selten treten schillführende Einlagerungen auf.

WEIK (1989) kartiert und beschreibt den Unteren Muschelkalk vom Iberg (R 3559750 / H 5681800) bis Trubenhausen am südlichen Rand des Arbeitsgebietes.

#### **3.2.1.2.2 Mittlerer Muschelkalk (mm)**

Der Mittlere Muschelkalk, ca. 40m mächtig, setzt sich zusammen aus hellgrauen, dolomitischen Mergeln, gelbgrauen Rauhewacken und gelbgrauem, tonsteindurchsetztem Sulfatgestein.

Er streicht in der Grabenfüllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens großflächig und in geschlossener Verbreitung aus. In einigen Triasschollen bei Hundelshausen lagert er allochthon auf Zechsteinuntergrund. Er ist nur am Gottesberg und im Steinbruch südlich der Flur „Steinbusen“, ca. 1 km nördlich Trubenhausen, aufgeschlossen.

In beiden Aufschlüssen charakteristisch sind gelblich-graue, mergelige Tonsteine. Am Ostrand des Steinbruches ORTH in Hundelshausen treten darüber hinaus in Verbindung mit den dort auf Werra-Sulfat auflagernden Trias-Schollen gelbe Rauhewacken auf, die mit größter Wahrscheinlichkeit dem Mittleren Muschelkalk zuzuordnen sind.

Das Gipsgestein des Mittleren Muschelkalkes am Gottesberg ist anhand seiner ausgeprägten Horizontalschichtung und Tonsteindurchsetzung vom unterlagernden Gipsgestein aus der

Werra-Serie des Zechsteins zu unterscheiden; die Schwefelisotopen-Zusammensetzung von 2 Proben aus den ebenschichtigen, obersten ca. 8 m des Gipsgesteins aus dem Aufschluß auf der Westseite des Gottesberges haben Werte von 19,48  $\delta^{34}\text{S}$  und 20,03  $\delta^{34}\text{S}$ . In der Bohrung 29 (s. Anhang) werden dagegen im selben Niveau Schwefelisotopenwerte von 11,31  $\delta^{34}\text{S}$  bis 11,48  $\delta^{34}\text{S}$  festgestellt. Nach Vergleichswerten von NIELSEN (1965) und NIELSEN & RICKE (1964) handelt es sich bei den beiden ersten Werten eindeutig um Sulfatgesteine aus dem Mittleren Muschelkalk, während die im Bohrkern gemessenen Isotopenverhältnisse typisch für Werte aus dem Zechstein sind. Dieses Nebeneinander verschiedener Isotopenwerte läßt sich am plausibelsten infolge tektonischer Ineinanderschuppung der verschiedenen Sulfatgesteine (s. Kap. 4 ff) erklären.

In der allochthonen Triasscholle am Behälterskopf streicht im Niveau des Mittleren Muschelkalkes entlang einer Forststraße (R 3561200 / H 5684450) eine wahrscheinlich sehr dünne Lage von rotbraunen Tonsteinen aus. Die Verbreitung dieser Gesteine im Mittleren Muschelkalk wurde bereits von LOTZE (1933: 393, Abb. 1) beschrieben.

### 3.2.1.2.3 Oberer Muschelkalk (mo)

Der Obere Muschelkalk tritt zum einen als Grabenfüllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens südlich von Hundelshausen, zum anderen als Bestandteil einiger Triasschollen zwischen Hundelshausen und Wendershausen in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 55 Metern auf.

#### Oberer Muschelkalk 1 (mo1 = Trochitenkalk)

Sehr charakteristisch, sowohl im geschlossenen Schichtverband der Grabenfüllung als auch in den Triasschollen setzt mit einer ca. 10 m mächtigen Hangversteilung der Trochitenkalk über dem Mittleren Muschelkalk ein; über der Versteilung folgen noch ca. 5m Oberer Muschelkalk (Gesamtmächtigkeit nach LAEMMLEN 1958: 18-20 m).

Der im frischen Anschlag graue, teils mikritische, größtenteils aber biosparitische Kalkstein verwittert mit einer charakteristischen gelbbraunen bis braungrauen Farbe.

Die Lesesteine zeigen neben nicht näher bestimmbar Schillresten vor allem die charakteristischen Stielglieder von Krinoiden (*Encrinus cf. liliformis*).

#### Oberer Muschelkalk 2 (mo2 = Ceratitenkalk)

Der Obere Muschelkalk 2 (mo2 = Ceratitenkalk) ist nur sehr kleinflächig Bestandteil der allochthonen Schollen bei Hundelshausen; er streicht dagegen großflächig in der Grabenfüllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens aus, wo er eine Gesamtmächtigkeit von ca. 45 m zeigt (nach LAEMMLEIN 1958: 45- 47m).

Nirgendwo im Aufschluß anstehend, läßt sich der Ceratitenkalk jedoch unschwer an seinem hohen Anteil an grauen Tonsteinen und „seifenförmigen“, d.h. rundlich ovalen, etwas asymmetrischen Lesesteinen aus grauem, mikritischem, gelegentlich schillführendem Kalkstein erkennen.

### 3.2.1.3 Keuper

Der Untere Keuper (ku) streicht als stratigraphisch höchstes Schichtglied des mesozoischen Füllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens ca. 500 m nordwestlich von Trubenhausen aus.

Dort fehlt die stratigraphische Obergrenze und der Untere Keuper liegt nahezu ohne Morphologiewechsel auf dem Ceratitenkalk. Die hier anstehende Mächtigkeit läßt sich mit

nur wenigen Metern vermuten. Im Süden, außerhalb des Kartiergebietes, erreicht er mindestens 20 m.

Der schwarze bis schwarzgraue, tonige Feinsandstein, gelegentlich auch als feinsandiger Tonstein ausgebildet, zeigt Hellglimmer auf den Schichtflächen. Leicht angewittert auf Feldwegen läßt er horizontale Schichtung aus der damit verbundenen feinblättrigen Lesesteinform erkennen.

### **3.3 Känozoikum**

#### **3.3.1 Tertiär**

Das Tertiär im Untersuchungsgebiet setzt sich aus Gesteinen sedimentären und magmatischen Ursprungs zusammen.

##### **3.3.1.1 Sedimentäres Tertiär (t,Q)**

Das sedimentäre Tertiär tritt südlich des Untersuchungsgebietes am Hohen Meißner und westlich von Großalmerode zutage. PFLANZL (1953), RITZKOWSKI (1967) und JACOBSHAGEN et al. (1989) beschreiben eingehend die vom Mittleren Eozän und Oligozän (Großalmerode) bis ins Miozän (Hoher Meißner) reichenden sedimentären Ablagerungen.

Im Kartiergebiet sind als einzige Reste des Tertiärs, ca. 1 km bis 1,5 km nördlich und nordwestlich von Hundelshausen, westlich des Gelstertales, wenige dm<sup>3</sup> bis 1 m<sup>3</sup> große, gelblich-weiße, kantengerundete Quarzitblöcke verbreitet. Durch Fließerden umgelagert liegen sie als Lesesteine auf von Zechsteinablagerungen und Werra-Grauwacke gebildeten Flächen.

##### **3.3.1.2 Vulkanisches Tertiär (t,Ba und t,B)**

Zu den magmatischen Bildungen des Tertiärs zählen im Gebiet des Werra-Grauwackensattels vulkanische Komplexe, aufgebaut aus Tuffen, Tuffiten und Basalten, wie sie am Hohen Meißner und am Hirschberg südlich des Kartiergebietes großflächig anzutreffen sind.

Nach JACOBSHAGEN et al. (1989: 68) intrudierte der Meißner-Basalt an der Wende von Mittel- zu Ober-Miozän subeffusiv, aber oberflächennah in die klastischen und kohligen Sedimente des Miozäns.

Rund um den Roten See (R 3556750 / H 5683150), am äußersten Südwestrand und am Schwimelstein (R 3560800 / H 5683150) im Zentrum des Kartiergebietes sind die entsprechenden Gesteine (t,B) kleinflächig auch innerhalb des Kartiergebietes vertreten.

Neben den vulkanischen Komplexen im engeren Sinn gehören auch die zumeist herzynisch streichenden, überwiegend mit Schwerspat (t,Ba), selten mit Kalkspat gefüllten Gänge zum Tertiär (GUNDLACH & STOPPEL 1966, SCHUBART 1955).

Im Ausstrichbereich der Grauwacke und am Grenzbereich Grundgebirge / Deckgebirge im Kartiergebiet entlang des Gelstertales gut aufgeschlossen, reichen diese Gänge bis maximal in den Hauptdolomit (Ca<sub>2</sub>) des Deckgebirges hinein (GUNDLACH & STOPPEL 1966).

Wie im Bergwerk Grube GUSTAV bei Albugen, ca. 30 km SE des Untersuchungsgebietes auf Blatt 4725 Bad Sooden-Allendorf (R 3566500 / H 5676900), eindrucksvoll zu sehen ist, zeichnen diese hydrothermalen Gänge oftmals Bruchzonen nach, die das Deckgebirge an seiner Basis versetzen.

### 3.3.2 Quartär

Größere Flächen des Kartiergebietes sind oftmals von quartären Ablagerungen in einer so großen Mächtigkeit überdeckt, daß das darunter anstehende Gestein von einer Oberflächenkartierung nicht erfaßt werden kann.

Für die Geländeaufnahme galt es von Quartär verhüllte Flächen möglichst umfassend, d.h. bei einer Quartärbedeckung von mehr als ca. 1m, darzustellen. Quartäre Ablagerungen in größeren Mächtigkeiten ließen sich dabei morphologisch gut abgrenzen.

#### 3.3.2.1 Pleistozän

Das Pleistozän weist im Kartiergebiet stark unterschiedliche Mächtigkeiten von bis zu etwa 15 Metern Mächtigkeit auf (Bohrung 45, s. Anhang). Neben Löß- („Lo) und Lößlehmderivaten („Lou) sind es vor allem ausgeprägte Fließerden, die von morphologisch hoch gelegenen Arealen mit anstehendem Buntsandstein aus oftmals die tieferliegenden Gebiete im anstehenden Zechstein in einer hohen Mächtigkeit überdecken.

Steinige Fließerderelikte („fl(res)) auf bekanntem Untergrund stehen solchen mit eingearbeitetem Lößlehm („fl(Lo)) gegenüber. Darüber hinaus treten am Roten See (R 3556750 / H 5683150) Fließerden mit Basalt- oder Buntsandsteingrundmasse auf („fl(B)).

Einzig am Nordostrand des Steinbruches ORTH im Zentrum des Kartiergebietes tritt in einer Fließerde neben Buntsandsteinmaterial oder Basalt auch Mittlerer und Oberer Muschelkalk auf.

#### 3.3.2.2 Holozän

Zum Holozän zählen Talfüllungen zumeist nicht ebener („a), selten ebener („eb.Tb) Talböden sowie Hangschutt („s), der in Abhängigkeit vom Schuttlieferanten von dünner Bestreuung (z.B. ausgehend vom Leine-Karbonat) bis hin zu geschlossenen Schuttfußkörpern (z.B. ausgehend von Grauwacke, Werra-Karbonat, Staßfurt-Karbonat) variieren kann. Karbonatgesteine im Hangenden von Tonsteinen (z.B. Staßfurt-Karbonat auf Braunrotem Salzton bzw. auf Werra-Anhydrit oder Unterer Muschelkalk auf Röt) neigen dazu, an Talhängen großvolumige Hangrutschmassen („hs) zu bilden.

Daneben gehören in das Holozän noch Schwemmfächer („sf), die ausgeprägt im Gelstertal an der Mündung schuttführender Seitentälchen ausgebildet sind.

### 3.4 Subrosion

Insbesondere die Schichtenfolge des Zechsteins wird infolge ihres hohen Anteils an löslichen Gesteinen (Karbonat-, Sulfat- und (?) Chlorid-Gesteine) in hohem Maße sekundär durch Subrosion überprägt. Dabei ist der Zeitraum der Subrosion nur schwer einzuengen.

Rauhackenbildung (s. Kap. 3.1.2.2.2) spricht für z.T. sehr früh angelegte Lösungsprozesse.

Späte, möglicherweise schon im Tertiär beginnende und bis ins Rezente aktive Subrosion des Zechsteins hinterläßt Residualbrekzien. Sie modifiziert durch das Nachsacken der nicht gelösten Schichtanteile und des Hangenden die Lagerungsverhältnisse.

Abb. 3 zeigt ein schematisiertes Profil durch einen Hang im Ausstrichbereich des Zechsteins. Am Hangfuß wird deutlich, daß die vollständige oder teilweise Auslaugung des bis zu wenigstens 155m mächtigen Werra-Sulfates (und ? eventuell zusätzlich vorhandenen

Chlorides) ein Residualgebirge (= A1') hinterläßt, das als eigenständiges, bis zu 30 m mächtiges "Schichtglied" zwischen dem Werra- und dem Staßfurt-Karbonat im Auslaugungsbereich auftritt.

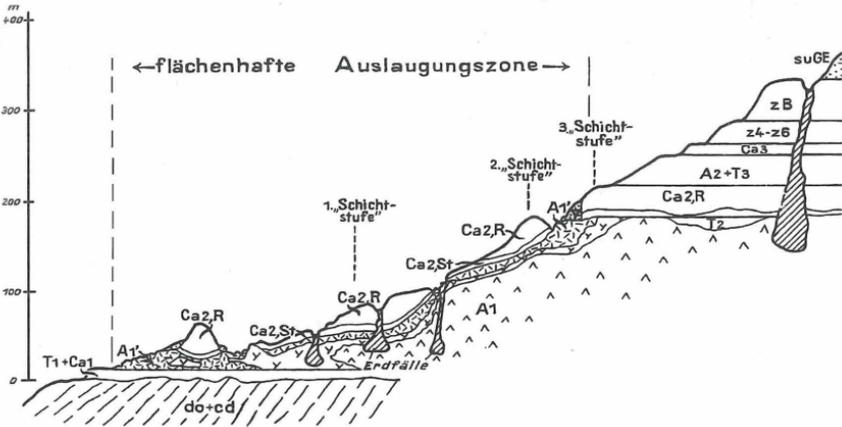


Abb. 3: Subrosions-, "Tektonik" im Ausstrichbereich des Zechsteins. Erklärung der stratigraphischen Abkürzungen in Tab. 2.

Charakteristisch für diesen Residualhorizont ist die chaotische Lagerung von Verbruchmaterial aus der hangenden Staßfurt-Folge zwischen rötlich, braunen, lehmigen Tonen. Häufig matrixgestützt ("mud-supported") treten überwiegend schlecht sortierte, eckige Komponenten aus der basalen Stinkdolomit-Fazies (Ca2,St), seltener aus der Rauhwacken-Fazies (Ca2,R) des Staßfurt-Karbonates in allen Größen auf.

Der Übergang aus der ausgelaugten Zone zur intakten Schichtstufe führt über mehrere – im Einzelfall oft nur subjektiv voneinander unterscheidbare – Zwischenstadien; kleinere "Zeugenberge" (Abb. 3), die isoliert über einem vollständig ausgelaugten Plateau auftreten, stehen dabei neben 1-2 km langen, im ursprünglichen Schichtenverband stehenden Karbonatstufen. Diese Stufe wird von teilausgelaugtem Sulfat unterlagert und ist der eigentlichen, nicht von Auslaugung betroffenen Schichtstufe vorgelagert (besonders z.B. nördlich Dohrenbach).

Infolge verschiedengradiger Auslaugung können sogar Zechsteinkarbonate unterschiedlicher stratigraphischer Positionen an der heutigen Erdoberfläche nebeneinander vorkommen (z.B. wenige hundert Meter südlich von Dohrenbach).

#### 4 Modell zur Entstehung der allochthonen Triasschollen

„... wir müssen uns damit abfinden, daß zwischen Hundelshausen und Wendershausen .... Muschelkalk (und Röt, Anm. des Autors) auf Zechstein aufliegt. ....“

So umreißt LACHMANN (1912: 56) bereits das Kernphänomen und -problem der tektonischen Verhältnisse bei Hundelshausen.

Klippenartige Reste von höherer Trias auf Zechstein sind - gleichwohl von einigen Autoren angezweifelt - der augenfälligste „Initial-Befund“, der die verschiedensten Bearbeiter (s. Kap. 2) veranlaßte, sich mit den tektonischen Verhältnissen zwischen Leinetal-, Altmorschen-Lichtenauer-Graben und dem Werra-Grauwackengebirge, zu beschäftigen.

Die vorliegende Bearbeitung zeigt, daß neben tektonischen Klippen eine Reihe weiterer Geländebefunde vorhanden sind, die eine Rekonstruktion der tektonischen Bewegungsabläufe bei Hundelshausen ermöglichen.

## 4.1 Voraussetzungen

### 4.1.1 Geländebefunde und deren Interpretation

Durch die Geländeaufnahme läßt sich eine ca. 5 km<sup>2</sup> große Fläche abgrenzen, die zwischen dem südlichen Ortsausgang von Hundelshausen, dem Gips-Steinbruchsareal der Firma ORTH, der Höhe Behälterkopf sowie dem nördlichen Ausläufer des Mittelberges das Verbreitungsgebiet der allochthonen Triasschollen umfaßt (Abb. 4). Die in Nordost-Südwest Richtung ausgedehnte Fläche verbindet den Altmorschen-Lichtenauer- mit dem Leinetal-Graben. Innerhalb dieser Fläche liegen allochthone Schollen aus Röt- und Muschelkalksedimenten durchwegs mit reduzierter Mächtigkeit auf Zechsteinuntergrund.

Das Material der allochthonen Schollen entstammt ausschließlich den stratigraphischen Niveaus der Trias, in die primär Salinarhorizonte eingelagert waren; dabei treten die im Normalprofil vertikal durch Salinarhorizonte getrennten Sedimentabfolgen als Schollen lateral nebeneinander auf: Die Verbreitung von Röt zusammen mit Unterem Muschelkalk, nie jedoch zusammen mit seinem Liegenden, dem Solling-Sandstein, deutet auf eine mechanische Schwächezone innerhalb des Röt hin. Welche Rolle dabei neben den im Röt I erbohrten Sulfatgesteinen (Bohrung 65) eventuell eingeschaltetes Röt-Steinsalz gespielt haben könnte, läßt sich aus den verfügbaren Daten des regionalen Umfeldes nicht rekonstruieren. Die in der Bohrung 65 an der Basis einer Rötsscholle durchteufte haselgebirgsartige (SPOETL 1988) Brekzie aus Tonstein mit Gipsgeröllen könnte auf Röt-Steinsalz, ebensogut aber auch auf intrudiertes Zechstein-Steinsalz (siehe Kap. 4.3) hindeuten.

Der höhere Mittlere Muschelkalk bildet zusammen mit Oberem Muschelkalk eigenständige Triasschollen. Das Fehlen von Unterem zusammen mit höherem Mittlerem Muschelkalk bedeutet eine mechanische Schwächezone innerhalb des Mittleren Muschelkalkes. Als Ursache dieser Schwächezone kommen die Sulfatgesteine des Mittleren Muschelkalks (s. Bohrung 29) in Frage. Die auch an der Basis einer Schollen aus Mittlerem Muschelkalk erbohrte haselgebirgsartige Brekzie (Abb. 10; Bohrung 29) könnte auf Steinsalz des Mittleren Muschelkalks oder aber Zechsteinsalz (s. Kap. 4.3) hindeuten.

Es fehlen gänzlich Hinweise auf Schollen aus nicht salinaren Sedimentabschnitten, nämlich aus dem stratigraphischen Niveau des Unteren und Mittleren Buntsandsteins. (Die „Buntsandsteinscholle“ in FAUPEL 1973: 658, 1. Abs. muß nach der vorliegenden Kartierung als Buntsandstein-Fließerde betrachtet werden!).

Alle allochthonen Triasschollen liegen auf **autochthonem** Zechstein und dabei ausschließlich auf Sulfatgesteinen der Werra-Serie (bzw. deren Residualgesteinen) oder Karbonatgesteinen der Staßfurt-Serie.

Eine Sonderstellung in ihrer Lage auf **parautochthonem** Zechstein nimmt die große Röt-Scholle südlich von Hundelshausen ein (Bohrung 65, Profilschnitt A-A' auf der geologischen Karte und in Abb. 7).

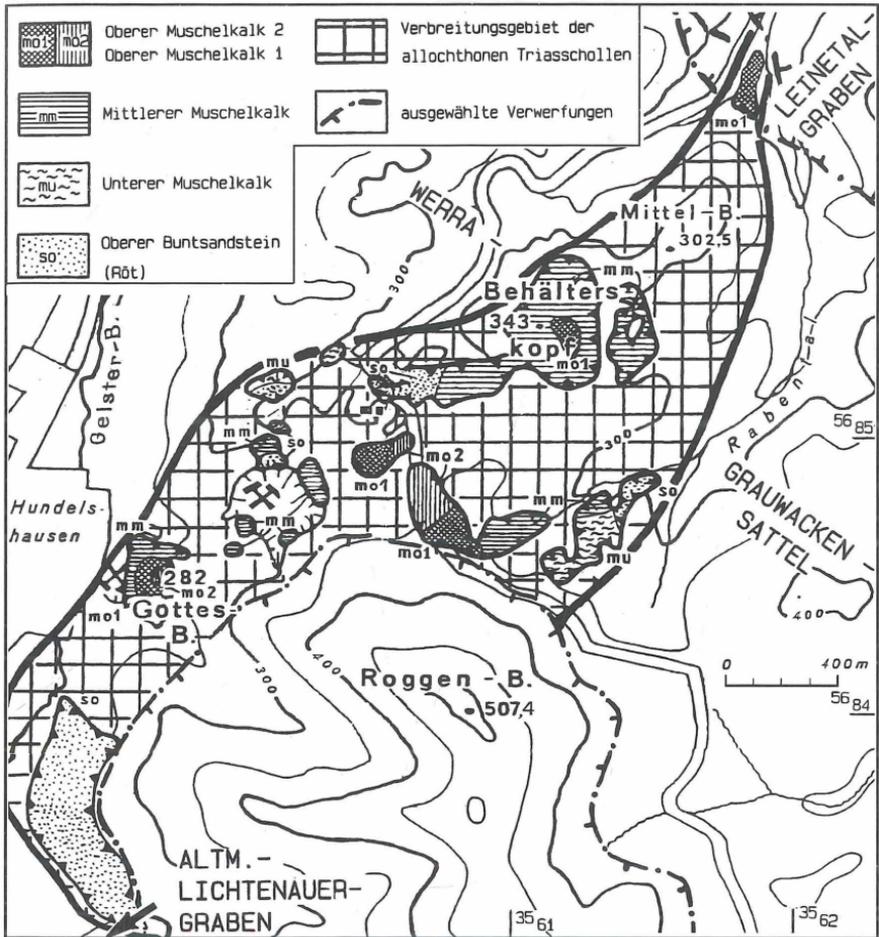


Abb. 4. Eine ca 5km<sup>2</sup> große Fläche umfaßt die Verbreitung der allochthonen Triasschollen östlich von Hundelshausen. Die NE-SW gestreckte Zone verbindet den Altmorschen-Lichtenauer- und den Leinetalgraben.

An mehreren Stellen innerhalb des Arbeitsgebietes läßt sich der Kontakt der auf Zechstein auflagernden Triasschollen im Aufschluß beschreiben:

- ◆ Für einen heute verschütteten **Schurf** in der großflächigen Scholle am **Behälterskopf** beschreibt FAUPEL 1973 (S. 661) als Befund:

*„... Die Unterlage bildet der Hauptdolomit mit einer unruhigen, karstreliefähnlichen Oberfläche mit verheilter Lochverwitterung und ohne Schichtungsmerkmale. Darauf folgt stark aufgelockerter, ungeschichteter grauer Salztön (z). Der im Zechstein-Normalprofil zwischengeschaltete Basalanhydrit ist nicht vorhanden. Im grauen Salztön eingelagert und teilweise auch mit ihm vermischt sind mehrere dicht gepackte Schuttkörper aus Material des Oberen Muschelkalks ( $mo_1$  und  $mo_2$ ). Sie haben schüsselförmige Umrisse mit gegen Norden halbkreisförmig gebogenen Umgrenzungen. Die einzelnen Muschelkalk-Bruchstücke und -Blöcke erreichen eine Kantenlänge bis etwa 30 cm und zeigen eine unregelmäßige und ungeordnete Lagerung. Bruchstücke und Blöcke der verschiedenen  $mo$ -Schichten liegen beziehungslos durcheinander. Beim Aufklopfen größerer Stücke wurden Ceratiten gefunden (*C. compressus*, *C. spinosus*, *C. evolutus*). Die im Schurfprofil auftretenden roten Tonkörper und -schlieren unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung erheblich von dem umgebenden Material und bilden ebenso isolierte Fremdkörper wie die Schutt-“Nester“ des Oberen Muschelkalks...“*

- ◆ Im **alten Gipssteinbruch an der Westseite des Gottesberges** (Abb. 5) und in den Bohrungen 29 und 30 (s. Anhang) auf dem Gottesberg ist der Kontakt von Gipsstein des Mittleren Muschelkalks zur unterlagernden Werra-Serie erschlossen.
- ◆ In der **Kernbohrung 65**, ca. 850 m südlich des Ortsausganges von Hundelshausen überlagern Sulfatgesteine des Röt 1 (bestimmt durch Schwefelisotopenwerte von  $\delta^{34}S = 2126,55$ ) mit einer 4,5 Meter mächtigen, in grauen Tonsteinen ausgebildeten Störungszone Sulfatgesteine der Werra-Serie ( $\delta^{34}S = 11,49$ ).
- ◆ In der Kernbohrung 39 (s. Anhang) am Nordrand des Steinbruches Orth liegt Röt2 und Röt3 in einer Mächtigkeit von insgesamt 24,55 Metern auf Werra-Anhydrit.
- ◆ Die Ergebnisse der Spülbohrungen 1, 16, 37 und 48 (s. Anhang) lassen sich im Sinne von Triasschollen auf Werra-Anhydrit interpretieren.

Schwefelisotopenuntersuchungen am Gottesberg belegen (in Handstücken:  $\delta^{34}S = 19,48 - 20,03$ ; aus der Bohrung 29 im entsprechenden Niveau:  $\delta^{34}S = 11,31 - 11,48$ ) eine Ineinanderschuppung von Sulfatgesteinen des Mittleren Muschelkalkes und des Zechsteins. Vergleichswerte für Schwefelisotopenwerte der verschiedenen Altersstufen geben NIELSEN (1965) NIELSEN & RICKE (1964) und NIELSEN (in HERRMANN et al. 1967: 455-456).

Unter der beprobten, tonsteinführenden Gipssteinzone des Gottesberges folgt eine haselgebirgsartige Brekzie (SCHAUBERGER 1955, SPOETL 1988) aus Tonstein und schwach kantengerundeten Gipssteinbruchstücken.

Aus der Position der allochthonen Triasschollen auf Werra-Sulfat oder Staßfurt-Karbonat läßt sich eine Trennung der Zechsteinschichtglieder in einen tektonisch weitgehend immobilen (=autochthonen) tiefen Zechstein (Werra- und Staßfurt-Serie) und einen mobilen höheren Zechstein (Leine-Serie und Höherer Zechstein) ableiten. Darauf deutet zudem das Fehlen des Höheren Zechsteins im Verbreitungsgebiet der Triasschollen hin.

Aus den bisher genannten Befunden wird abgeleitet, daß die Entstehung und heutige Verbreitung der allochthonen Triasschollen zum einen eng mit den tektonischen Ereignissen am Altmorschen-Lichtenauer- bzw.- Leinetal-Graben verbunden ist; zum anderen, daß Salinargesteine als mechanische Schwächezonen den stratigraphischen Aufbau der Schollen bewirken und für deren klar definierte Lage auf Werra-, bzw. Staßfurt-Sedimenten verantwortlich sind.

Beobachtungen eines ineinander geschuppten Auftretens von Zechstein und Trias sind aus dem Salzbergbau im Anstehenden seit RENNER (1914) dokumentiert. HERRMANN et al. (1967) und HERRMANN et al. (1968) erkennen aufgrund von Oberflächenkartierungen und -beobachtungen an der Elfes- bzw. der Ahlsburg-Überschiebung den halotektonischen Mechanismus der Salzkeilbildung, der die horizontalen Massenverlagerungen und das Eindringen verschiedener salinärer Stockwerke ineinander erklärt.

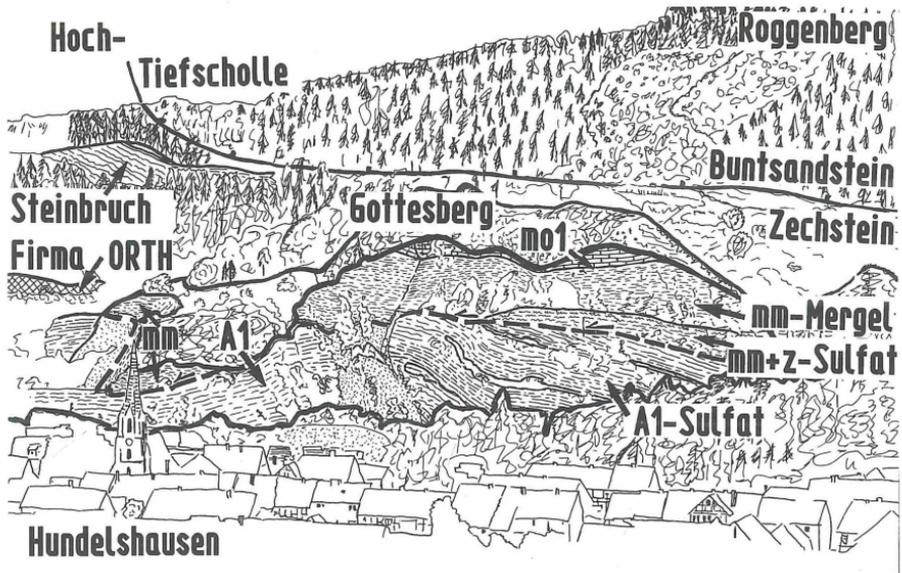


Abb. 5: Der Aufschluß an der Westseite des Gottesberges zeigt eine der allochthonen Triasschollen. Sie ist aus Mittlerem und Oberem Muschelkalk aufgebaut und liegt teilweise mit Gips-, teilweise mit Mergelstein des Mittleren Muschelkalkes auf Gipsstein der Werra-Serie; Photo von West nach Ost.

Werra- und Staßfurt-Serie wären im Arbeitsgebiet analog der Differenzierung von HERRMANN et al. (1967) als **prächloridischer Zechstein** aufzufassen, während alle höheren, heute im Arbeitsgebiet anstehenden Zechsteineinheiten zu dem Oberbegriff **postchloridischer Zechstein** zugerechnet würden.

Salzkeile wurden inzwischen in all ihren Entwicklungsstadien durch Seismik und Tiefbohrungen in das anstehende Steinsalz vornehmlich in Nordwest-Deutschland (z.B. KOCKEL 1984, KOCKEL 1996, JORDAN & KOCKEL 1991, JORDAN 1984, BRÜNING et al. 1987) nachgewiesen und zur Interpretation von Strukturen entsprechenden Baustils herangezogen (z.B. HOLLÄNDER 1993, REIMANN 1987).

#### 4.1.2 Streichlinienkarte und Interpretation

Zur übersichtlichen Beschreibung des tektonischen Baues werden einige Struktur-Namen in der vorliegenden Arbeit mit nachstehender Tabelle eingeführt (Tab. 3). Die Lage der Strukturen ist aus Abb. 8 und dem Streichlinienplan in Anlage 2 ersichtlich.

Tab. 3: Übersicht über die neu eingeführten Namen für tektonische Strukturen des Arbeitsgebietes.

<i>Großalmeroder-Mulde</i> : Muldenstruktur im Altmorschen-Lichtenauer-Graben mit nach Südwesten tauchender Achse.
<i>Rückeroder-Mulde</i> : nordöstliche Fortsetzung der Großalmeroder-Mulde in der Zechstein-Basisfläche.
<i>Söhre-Hoch</i> : Regionales Hochgebiet der Zechstein-Basisfläche
<i>Klepperberg-Hoch</i> : Regionales Hochgebiet der Zechstein-Basisfläche
<i>Schnellerskopf-Hoch</i> : Regionales Hochgebiet der Zechstein-Basisfläche
<i>Hundelshäuser-Sporn</i> : Antiklinorium der Zechstein-Basisfläche, Ausläufer des Klepperberg-Hochs; wahrscheinlich durch Verwerfungen (NW-einfallende Abschiebungen) intern gegliedert.
<i>Gelstertal-Mulde</i> : nördliche Fortsetzung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens in der Zechstein-Basisfläche; klingt zwischen Klepperberg- und Söhre-Hoch aus.
<i>Hundelshäuser-Rampe</i> : hercynisch streichende Bruchstruktur südlich von Hundelshausen, nördliche Begrenzung des Altmorschen- Lichtenauer Grabens.

Die Streichlinien beziehen sich im Norden des Untersuchungsgebietes (Ausstrich von Grundgebirge und Perm) auf die Zechsteinbasis, im Süden des Untersuchungsgebietes (Ausstrich von Trias und Jüngerem) auf die Buntsandsteinbasis. Diese Unterscheidung ist bedingt durch die Stockwerkstektonik, die eine Extrapolation von Konstruktionspunkten zwischen Perm und Trias verbietet.

Die bei der Konstruktion der Streichlinien aus der geologischen Karte ableitbaren Höhen reichen für die Zechsteinbasis von 40m unter NN bis 400m über NN, für die Buntsandsteinbasis von 360m unter NN bis 32m über NN. Gegenüber den Trends dieser großen Höhenunterschiede von 440m bzw. 392m spielt die verschiedengradige Auslaugung der Zechsteinsulfate bei der Konstruktion der Streichlinien eine untergeordnete Rolle..

In Arealen, in denen heute die Zechsteinbasis bereits vollständig erodiert ist und die Werra-Grauwacke ansteht, wurde die Höhenlage der Zechsteinbasis knapp über der heutigen

Erdoberfläche konstruiert; die Hochlagen (Söhre- und Klepperberg-Hoch) der Zechsteinbasis sind dementsprechend nur als Mindesthöhen zu verstehen.

Für beinahe alle Verwerfungen läßt sich die Steilheit des Einfallens weder aus dem Gelände, noch aus dem Kartenbild eindeutig ableiten. Ihre Lage im Streichlinienplan ist deshalb entsprechend dem Oberflächenausbiß eingetragen, d.h. nicht auf das Bezugsniveau (Zechstein- bzw. Buntsandsteinbasis) projiziert.

Der Streichlinienplan ergänzt die bisherigen Befunde:

Alle Triasschollen sind entlang einer sowohl lateral als auch vertikal verbogenen Muldenachse der Zechsteinbasis, der Rückeroder-Mulde (Anlage 2), angeordnet. Diese Mulde ist die nordöstliche Fortsetzung der Großalmeroder-Mulde, einer in ihrem nördlichen Teil asymmetrischen und durch rheinische Brüche gestörten Mulde im Altmorschen-Lichtenauer-Graben, deren Achse nach Süden taucht. In der Rückeroder-Mulde steigt die Zechsteinbasis aus dem Gelstertal heraus an und erreicht am Behälterskopf ihre höchste Kulmination. Sie überwindet hierbei einen Höhenunterschied von ca. 300 Metern; in ihrem weiteren Verlauf fällt sie nach Nordosten zwischen den mindestens 70-140 m (im Bezug zur Muldenachse) höher liegenden Hochgebieten „Klepperberg“ und „Schnellerskopf“ bis zum Leinetal-Graben hin ab. Damit bildet diese rheinisch streichende Mulde über den herzynisch streichenden „Riegel“ des Werra-Grauwackensattels hinweg eine Verbindung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens zum Leinetal-Graben.

Für die Salzkeilbildung bei Hundelshausen bedeutet dies einen ansteigenden Potentialgradienten, der eine Salzwanderung aus der Großalmeroder-Mulde heraus nach Nordosten zum Behälterskopf hin unterstützt.

Die rheinischen Randverwerfungen des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens treten an seinem Nordende an einer herzynischen Störung aus dem post-permischen Deckgebirge in das nur vom Zechstein überlagerte Grundgebirge über (MEIBURG 1982: 225 spricht dagegen von unmittelbarem Ausklingen dieser Störungen dort). Mit diesem Übertritt verlieren die Störungen bedeutend an Sprunghöhe, um nach einigen hundert Metern im Gelstertal bzw. im „Hundelshäuser-Sporn“ dann tatsächlich völlig auszuklingen (s. Anlage 2).

Die Fortsetzung der rheinischen Brüche aus der Trias des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens in das Werra-Grauwackengebirge zeigt, daß zumindest einige der Grabenrandstörungen im Grundgebirge wurzeln.

Die geringen Versatzbeträge im Grundgebirge gegenüber den hohen Versätzen im post-zechsteinzeitlichen Deckgebirge weisen auf zweierlei hin:

Zum einen sind die rheinischen Verwerfungen möglicherweise durch Stockwerkstektonik (?Halotektonik) im Deckgebirge zu größeren Sprunghöhen überprägt.

Zum anderen wird die Hundelshäuser Rampe, eine herzynische Verwerfung am südlichen Ortsrand von Hundelshausen bedeutsam, an der sich die Versatzbeträge der rheinischen Störungen in deren Streichen verringern; diese herzynische Störung ist kartographisch in einem kurzen Stück am Südrand der Ortslage Hundelshausen durch das Aneinandergrenzen von Röt an Zechstein zu erfassen. Der Autor interpretiert diese Störung als die für die Entstehung der allochthonen Triasschollen wesentliche Rampe (s. Kap.4.3). Diese Rampe versetzte zur Zeit der Entstehung der allochthonen Schollen die Zechsteinbasis südlich von Hundelshausen um wenigstens 600 Meter (s. Kap 4.3.).

Neben der herzynisch streichenden Nordbegrenzung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens fällt auch die unmittelbar östlich davon gelegene, parallel zum Graben orientierte Einbruchsstruktur des Kümmeletrioskopfes und Roggenberges in der Verlängerung des Dudenroder-Sattels auf.

Den Bereich „Kümmeletrioskopf-Roggenberg“ könnte man aus dem durch Verwerfungen und Verbiegungen gekennzeichneten Streichlinienbild der Buntsandsteinbasis (s. Anlage 2) als parautochthon, d.h. zumindest teilweise von Steinsalz unterfahren, deuten (s. Abb. 8). Der parautochthone Bereich ist vom autochthonen Buntsandstein entlang der Hundelshäuser Rampe abgekoppelt (s. Abb. 8). Diese Rampe hat in ihrem Ausstrichbereich südlich der Ortslage Hundelshausen möglicherweise höhere Versatzbeträge als unter dem Dudenroder-Sattel, wo sie sich durch das post-zechsteinzeitliche Deckgebirge in Form von Verbiegungen der Sattelachse durchpaust.

#### **4.2 Verbreitung und Mächtigkeit von Salinargesteinen**

Die bisher diskutierte Entstehung der Triasschollen durch Halotektonik erfordert eine gesonderte Betrachtung der Verfügbarkeit von Salinargesteinen.

Dabei kommt dem Steinsalz eine außerordentliche Bedeutung zu. Als aktives Medium verformt und durchbricht es sein Deckgebirge bei isostatischen Ausgleichsbewegungen (Halokinese, vgl. TRUSHEIM 1957, 1960, JARITZ 1973.). Als passives Medium zeichnet es der regionalen Tektonik mechanische Schwächezonen vor. Durch Tektonik mobilisiert, überprägt es vorgegebene Störungsbahnen bei seinem isostatischen Aufstieg (Halotektonik). Intrusionstektonik (JORDAN 1986) entsteht, wenn Steinsalz bei seinem Aufstieg in Form eines Salzkeiles in andere saline Stockwerke eindringt. Inwieweit Sulfatgestein bei ausreichender Mächtigkeit, mobilisiert durch Tektonik oder höhere geothermische Gradienten, in der Lage ist, eigene Dynamik zu entwickeln (BAUMANN 1984, SCHWEDNER & OSADETZ 1983), ist unklar; in jedem Fall bildet es, ebenso wie das Steinsalz, mechanische Schwächezonen im Schichtenverband des Deckgebirges.

Für das Gebiet des Werra-Grauwackengebirges sind die Salinarfolgen aus dem Zechstein, dem Röt und dem Mittleren Muschelkalk zu betrachten:

##### **4.2.1 Verbreitung von Salinargesteinen im Zechstein**

Die Kenntnisse der paläogeographischen Verhältnisse des Zechsteins mit dessen fazieller Entwicklung in Deutschland sind seit den Kartendarstellungen von RICHTER (1941) immer wieder modifiziert worden; dabei verdichtete sich der Kenntnisstand zunehmend in den umliegenden Zechstein-Becken (Werra-, Thüringer-Becken) und am Harzrand durch die Explorations- und Aufschlußarbeiten der Erdöl- und der Kali-Industrie sowie des Bundesbohrprogrammes für Kupferschiefer (KULICK et al. 1984).

Der Raum des Unterwerra-Sattels dagegen wird in seiner paläogeographischen Position am Rande des Hochgebietes der Hunsrück-Oberharz- bzw. der Buchenauer-Schwelle (KULICK et al. 1984, Taf. 14) aufgrund fehlender Untersuchungen auf paläogeographischen Karten bis heute sehr unscharf dargestellt.

##### **Verbreitung von Sulfatgesteinen**

Die Verbreitung und Mächtigkeit von Sulfatgesteinen im Zechstein in der Umrahmung des Unterwerra-Sattels zeigt Tabelle 4:

Tab. 4: Verbreitung und Mächtigkeit von Sulfatgestein des Zechsteins in der Umrandung des Werra-Grauwackensattels (Zusammengestellt nach KULICK et al. 1984 und Bohrunterlagen der Fa. KNAUF).

	Werra	Staßfurt	Leine
<b>Bohrung Hundelshausen 29</b> (nördlich des Hohen Meißners) TK 4624 Hedemünden R 3559705 / H 5684470	> 155 m (A1)	—	—
<b>Bohrung Abterode 14, 16</b> (östlich des Hohen Meißners) TK 4725 Bad Sooden-Allendorf Bhg. 14: R 3562300 / H 5676575 Bhg. 16: R 3565200 / H 5676875	ca. 89 m (Bhg 14) (A1)	ca. 1 m (Bhg 16) (A2)	—
<b>Bohrung Eschwege 45</b> (südöstlich des Hohen Meißners) TK 4826 Eschwege R 3571015 / H 5672735	—	—	ca. 35 m (A3)
<b>Bohrung Escherode</b> (nordwestlich des Werra-Grauwacken-Gebirges) TK 4624 Hedemünden R 355218 / H 568120	204,95 m (T1r+A1r+ A1+A1Ca)	—	13,4 m (A3)
<b>Bohrung Küchen</b> (südwestlich des Werra-Grauwacken-Gebirges) TK 4824 Hessisch-Lichtenau R 355791 / H 567311	70,7 m (T1r+A1r+ A1+A1Ca)	42,17 m (T2r+A2T+ T3)	—

### Verbreitung von Steinsalz

Die Möglichkeit einer ursprünglichen Steinsalzverbreitung im Zechstein im Raum des Unterwerra-Sattels wird in der Literatur bisher teils abgelehnt, teils vorsichtig in Erwägung gezogen (RITZKOWSKI 1978: 191, LEMMER & RAMBOW 1994: 18-19). Die bis heute von verschiedenen Autoren zumeist großmaßstäblich geäußerten Vorstellungen über die paläogeographische Verbreitung von Steinsalz im Zechstein sind in Abb. 6 zusammengefaßt. STEINER & SEIDEL (1974: 817-818) und RICHTER-BERNBURG (1985, Abb. 6, 18, 41) modifizieren die von RICHTER (1941, Abb. 18) dargestellten Vorstellungen der Steinsalzverbreitung nur unwesentlich; danach ist der Raum des Werra-Grauwackengebirges von Steinsalzablagerungen völlig frei.

Von Süden reicht die nördliche Verbreitungsgrenze des Werra-Steinsalzes (Na<sub>1</sub>) maximal bis in das Richelsdorfer Gebirge; im Norden endet die südliche Verbreitungsgrenze der Steinsalzablagerungen aus dem Zechstein 2 und Zechstein 3 wenige Kilometer nordöstlich des Werra-Grauwackengebirges (KULICK et al. 1984: 14).

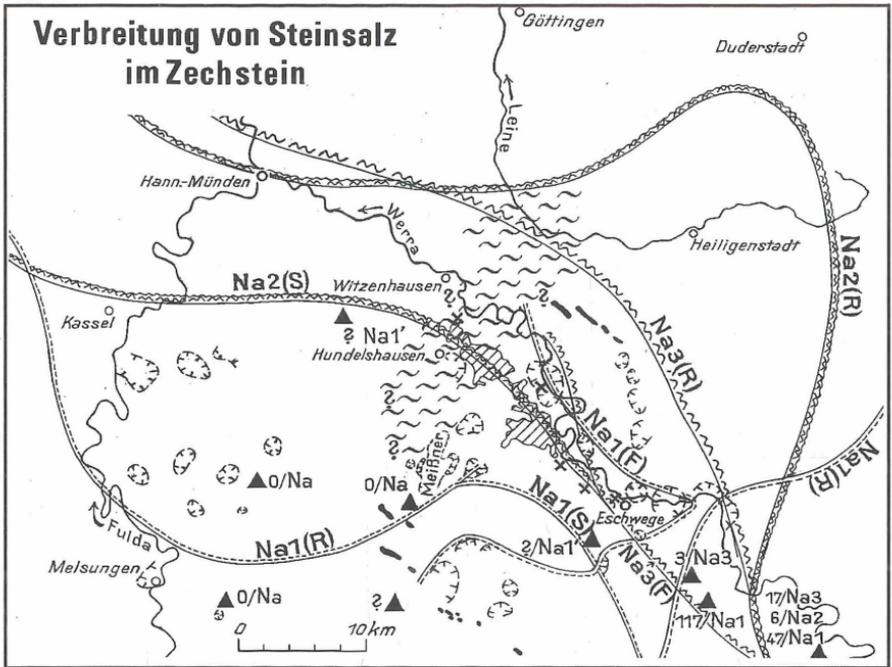


Abb. 6: Übersichtskarte der Steinsalzverbreitung im Zechstein in Südniedersachsen und Nordhessen; zusammengestellt nach STILLE & LOTZE (1933), RICHTER (1941), FINKENWIRTH (1970), MOTZKA (1974), STEINER & SEIDEL (1974), RITZKOWSKI (1978), KUPFAHL (1981), WOLFF (1982), RICHTER-BERNBURG (1985), STÄBLEIN & MÖLLER (1986), MOTZKA-NÖRING (1987) und JACOBSHAGEN et al. (1989). Auslaugungsmorphologie ergänzt nach eigenen Beobachtungen. Die extrapolierte Verbreitung von Staßfurt- (und ? Leine-) Steinsalz ergibt sich aus dem in dieser Arbeit vorgestellten Genesemodell der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen.

FINKENWIRTH (1970: 216, Abb. 1 und: 219-220) variiert kartographisch als bisher einziger die Steinsalzverbreitungsgrenzen RICHTER-BERNBURGS, insbesondere die des Werra-Steinsalzes. Aufgrund hydrogeologischer Erkenntnisse postuliert er eine Steinsalz-Verbreitung wesentlich näher als bisher vermutet an das Gebiet des Werra-Grauwackensattels heran.

Vermutungen über das Vorhandensein von Werra-Steinsalz am südlichen Ende des Werra-Grauwackengebirges äußern außerdem KULICK et al. (1984: 49 und Taf. 10-14).

STÄBLEIN (1986: 60-62) und STÄBLEIN & MÖLLER (1986: 308) führen Hebungs- und Senkungsvorgänge am Hohen Meißner aus geomorphologischen Überlegungen auf Subrosion von Salz zurück.

JACOBSHAGEN (1993: 42;1997: 257-259) führt die z. T. großflächigen Auslaugungsformen am Hohen Meißner und im Raum Eschwege überwiegend auf Subrosion des (ca. 90m mächtigen) Werra-Anhydrites (s. Tab. 4) zurück. JACOBSHAGEN et al. (1989: 68) sprechen für das Gebiet des Hohen Meißner von einer vormiozänen Subrosion größeren Ausmaßes, die die vormiozäne Reliefbildung wesentlich beeinflusste; im Gegensatz zur regionaltektonischen Absenkung großer Teile der Niederhessischen Senke beginne das Gebiet des Hohen Meißner nicht schon im Eozän, sondern erst im Unteren und Mittleren Miozän wieder abzusinken.

Der Hohe Meißner führt also im Vergleich zu seinem Umfeld hinsichtlich Hebungs- und Senkungstendenzen ein gewisses Eigenleben, das möglicherweise auf halokinetische Bewegungen im Untergrund (oder auf Vulkanismus) zurückzuführen ist.

Auch Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten stark auf eine über die bisher bekannten Ablagerungsräume hinausgehende Verbreitung von Steinsalz im Zechstein<sup>2</sup>, möglicherweise auch im Zechstein<sup>3</sup> (Abb. 6) hin. Die in den folgenden Kapiteln dargestellte Modellvorstellung der Genese der Triasschollen von Hundelshausen setzt sogar Zechstein-Steinsalz am Ort des tektonischen Geschehens in größerer Mächtigkeit voraus.

#### **4.1.4.2 Verbreitung von Salinargesteinen im Oberen Buntsandstein (Röt) Verbreitung von Sulfatgesteinen**

Sulfatgesteine im Ausstrichbereich des Röt sind selten aufgeschlossen; in einer Bohrung der Fa. ORTH ca. 1km nördlich von Witzenhausen beträgt die Mächtigkeit 37m. In der Bohrung 65 (s. Anhang) beträgt die tektonisch reduzierte Mächtigkeit 6,4m.

#### **Verbreitung von Steinsalz**

Für Steinsalz im Röt gibt es keine Hinweise aus dem Gelände oder der Literatur.

#### **4.1.4.3 Verbreitung von Salinargesteinen im Mittleren Muschelkalk Verbreitung von Sulfatgesteinen**

Außerhalb des Arbeitsgebietes kommen Sulfatgesteine des Mittleren Muschelkalks z.B. nördlich des Hohen Meißners mit einer geschätzten Mächtigkeit von etwa 20m bei Birkenfeld vor. Am Gottesberg bei Hundelshausen sind in der Bohrung 29 ca. 8m, bei tektonisch unterdrückter Liegendgrenze, durchteuft worden; über die genaue Mächtigkeit des Sulfatgesteins lassen sich keine Angaben machen.

#### **Verbreitung von Steinsalz**

Über Steinsalz im Mittleren Muschelkalk ist aus der bearbeiteten Region nichts bekannt.

### **4.3 Ableitung eines Genesemodelles**

Wie in den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigt und diskutiert, deuten Gelände- und Kartierbefunde auf eine halotektonische Entstehung der allochthonen Triasschollen durch einen Salzkeil bei Hundelshausen hin. Die Möglichkeit zur Verbreitung von ausreichend zechsteinzeitlichem Steinsalz im Arbeitsgebiet erscheint dabei grundsätzlich möglich (s. Kap. 4.2).

Bei den Salzkeilstrukturen des niedersächsischen Raumes (z.B. Profildarstellungen von JORDAN & KOCKEL 1991, KOCKEL 1996) steigt Steinsalz aus dem Zechstein entlang von Schwächezonen auf und wandert in das Röt- oder Mittlere Muschelkalk-Salinar ein. Bei Hundelshausen liegen die beim Intrusionsvorgang mitgerissenen Triasschollen auf

autochthonem, prächloridischem Zechstein (Ca<sub>2</sub>, seltener Al). Diese Lage deutet auf Steinsalz im Zechstein 2 hin.

Geht man bei der Salzkeilbildung von zechsteinzeitlichem Steinsalz als Hauptkomponente des Salzkeiles aus, so verursacht die Konstruktion einer Intrusion von Zechsteinsalz in den Zechstein selbst, unter Mitreißen von stratigraphisch 600 Meter höherliegenden Triasschollen, erhebliche geometrische Probleme. Mehrphasige Tektonik (s. Kap. 4.4) bei der Entstehung der Triasschollen ist naheliegend.

Bei der Konstruktion des Salzkeiles von Hundelshausen wird zunächst von einer relativ geringen primären Staßfurt-Steinsalzmächtigkeit von ca. 50 Metern hypothetisch ausgegangen. Für bedeutend höhere Steinsalzmächtigkeiten gibt es in der Umrandung des Werra-Grauwackengebirges keine Hinweise. Eventuell vorhandenes Leine-Steinsalz wird vernachlässigt, da es bei der Konstruktion nicht unbedingt erforderlich ist. Ausgehend von einer anfangs flach gelagerten Schichtenfolge des Deckgebirges läßt sich die Salzkeilbildung, und damit die Entstehung der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen, in mehreren Stadien erklären (s. Abb. 7). Möglicherweise sind diese Teilschritte zeitlich eng miteinander verzahnt und nicht in einzelnen voneinander abzugrenzenden Phasen abgelaufen (s. Kap. 4.4):

#### **Stadium a:**

Eine Salzkeilbildung bei Hundelshausen setzt größere Steinsalzmassen in unmittelbarer Nähe des späteren Salzkeiles voraus. Dies bedeutet bei geringen primären Steinsalzmächtigkeiten eine Akkumulationsphase des Steinsalzes.

Anreicherungsmöglichkeiten entlang eines ansteigenden Potentialgradienten sieht der Autor in einer Wanderung des Steinsalzes aus dem Südwesten des Arbeitsgebietes; die Großalmeroder Mulde weist mit ihrer nach Südwesten tauchenden Achse auf einen von Großalmerode bis Hundelshausen ansteigenden Potentialgradienten hin. Die Rückeroder Mulde setzt diesen Trend von Hundelshausen bis zum Behälterskopf fort.

Der Anstau des aus dem Südwesten mobilisierten Steinsalzes erfolgte an einer herzynisch streichenden Sockelstörung (Hundelshäuser Rampe), die der Autor südlich von Hundelshausen vermutet (vgl. Kap. 4.2). Möglicherweise hängt die Ausbildung des Potentialgradienten und die Ausbildung von herzynischer Bruchtektonik mit einer Hebungsphase des herzynisch streichenden Werra-Grauwackengebirges zusammen (s. Kap. 4.4).

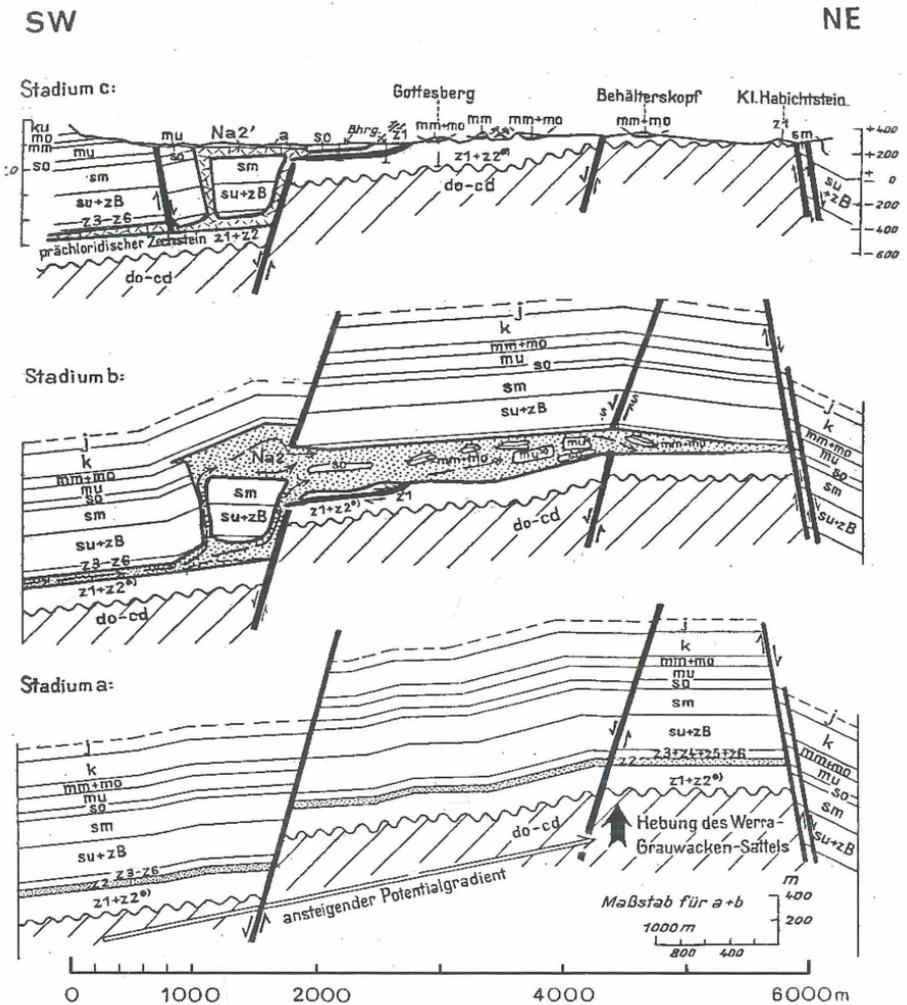
#### **Stadium b:**

Die herzynisch streichende Sockelstörung (Hundelshäuser Rampe) zeichnet in ihrer Fortsetzung aus dem Grundgebirge durch das Deckgebirge den weiteren Aufstiegsweg des angestauten Zechsteinsalzes vor. Beim Aufstieg des Na<sub>2</sub>-Steinsalzes entlang der Verwerfung wurde ein Span prächloridischen Zechsteins (vgl. Bohrung 65 und 66) sowie die Triasschollen mitgerissen. Nach Überwinden des Sockelsprunges drang das Steinsalz in Form eines Salzkeiles über mindestens 4km in den chloridischen Zechstein (Na<sub>2</sub>) der Hochscholle ein. Dabei wurde wahrscheinlich neben der durch die heutige Verbreitung der allochthonen Triasschollen gekennzeichneten Fläche auch der Buntsandstein des Roggenberges bis zum Krückenkopf vom Zechsteinsalinar unterfahren (siehe Kap. 4.1.2. und Abb. 8).

**Stadium c:**

Nach der Erosion des Deckgebirges und der Ablaugung des Salzkeiles ergibt sich das heutige Oberflächenbild. Das herzynische Streichen des Iberges und die Weitung des Gelsterales bei Trubenhagen lassen sich nach dem erläuterten Modell als Folge des Salzkeiles interpretieren.

In Abbildung 8 sind die Bewegungen des Steinsalzes in einer Strukturkarte zusammengefaßt.



<sup>a)</sup>prächloridische Anteile des z2+T2+Ca2+A2

<sup>x)</sup>allochthone Triasschollen in die Schnittebene projiziert

Abb. 7 (umseitig): Genese der allochthonen Triasschollen bei Hundelshausen in Einzel-Stadien:.

Die Lage des Profilschnittes entspricht der Schnittlinie A-A' auf der geol. Karte Anl. 1 und in Abb. 8. [Zur Datierung siehe Kap. 4.4.]

- **Stadium a** (Oberjura bis Unterkreide \*): Ausgangssituation ist eine flache Schichtlagerung des prä-oberjurassischen Deckgebirges über dem Werra-Grauackengebirge (ohne graphische Darstellung). Es erfolgte eine Hebung des Werra-Grauackengebirges, dabei trat herzynisch streichender Bruchtektonik auf (Hundelshäuser Rampe). Das Steinsalz des Zechstein 2 wurde mobilisiert und wanderte aus Süden entlang eines ansteigenden Potentialgradienten an die Sockelstörung bei Hundelshausen (Hundelshäuser Rampe), wo es sich zunächst anstaute.
- **Stadium b** (Oberkreide bis Alttertiär \*): das angestaute Steinsalz wird im Rahmen großräumiger Inversionsbewegungen reaktiviert und in den Zechstein der Hochscholle der Hundelshäuser Rampe gedrückt. Die allochthonen Triasschollen und ein Span prächloridischen Zechsteins wurden dabei mitgerissen.
- **Stadium c** (Jungtertiär bis rezent ): Das heutige Oberflächenbild ergibt sich nach Erosion und Subrosion der Salzstruktur.

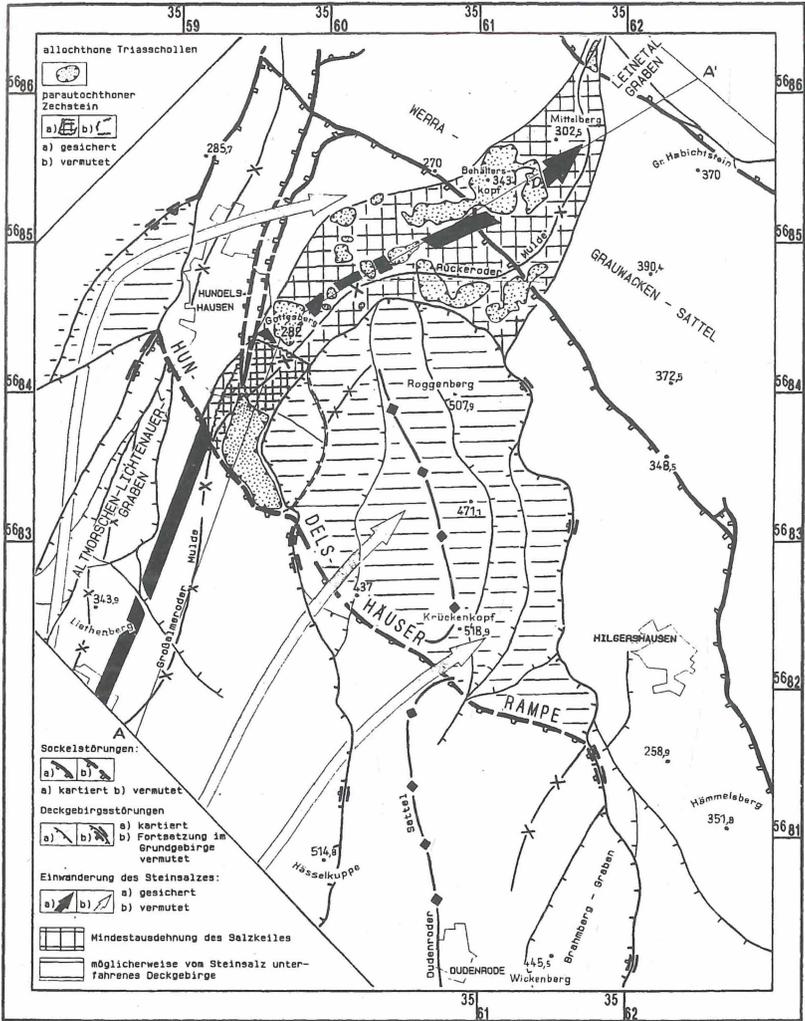


Abb. 8. Ausdehnung des Salzkeiles bei Hundelshausen nordöstlich der Hundelshäuser Rampe, einer herzynisch streichenden Socketstörung.

Aus der Rekonstruktion der Bewegungsabläufe läßt sich mit einer hier zunächst hypothetisch angenommenen Mächtigkeit des z2-Steinsalzes das Einzugsgebiet des Salzkeiles von Hundelshausen zurückrechnen:

Die Verbreitung der allochthonen Triasschollen zwischen Hundelshausen und Wendershausen deutet auf eine Mindestausdehnung des Salzkeiles vor seiner Ablaugung von ca. 5 km<sup>2</sup> hin. (Abb. 9). In einem Profilschnitt parallel zur Bewegungsrichtung des Salzkeiles könnte eine

angestaute Mindestmächtigkeit an Steinsalz innerhalb des Salzkeiles von ca. 300 bis 350 Metern realistisch sein (Abb. 7 Stadium b). Daraus errechnet sich überschlägig ein Volumen  $V$  von  $1,6\text{km}^3$  für den Salzkeil:

$$V = \text{Grundfläche} \times \text{Mächtigkeit}$$

$$V = 5,0 \text{ km}^2 \times 0,325 \text{ km} \sim 1,6 \text{ km}^3$$

Bei ca. 50 Metern primärer Steinsalzmächtigkeit im Zechstein wäre größenordnungsmäßig eine Fläche  $F$  von  $32 \text{ km}^2$  als Einzugsgebiet zur Steinsalzzakkumulation notwendig:

$$F = \text{Gesamtsalzvolumen} : \text{primäre Mächtigkeit}$$

$$F = 1,6 \text{ km}^3 : 0,05 \text{ km} \sim 32 \text{ km}^2$$

Wie vorstehend ausgeführt, zeigt die Großalmeroder-Mulde (Anlage 2), ausgehend etwa von Großalmerode über Hundelshausen bis zum Behälterskopf, einen ansteigenden Potentialgradienten. In der Umgebung dieser Mulde wäre das Reservoir zur Steinsalzzakkumulation für den Salzkeil bei Hundelshausen zu vermuten (s. Abb. 9).

In Abhängigkeit von der Lage der östlichen Grabenrandstörung (Abb. 9) lassen sich verschiedene Einzugsgebiete mit ca.  $32 \text{ km}^2$  Fläche ermitteln:

- a) Bei der Begrenzung durch die Abschiebung westlich des Hohen Meißners (Grabenbreite  $\varnothing$  ca. 4 km) ergibt sich eine Länge  $L_1$  des Einzugsgebietes von ca. 8 km:

$$L_1 = \text{Gesamtfläche des Einzugsgebietes} : \text{Breite des Einzugsgebietes}$$

$$L_1 = 32 \text{ km}^2 : 4 \text{ km} = 8 \text{ km}$$

- b) Bei der Begrenzung durch die Abschiebung östlich des Hohen Meißners (Grabenbreite  $\varnothing$  ca. 6 km) ergibt sich eine Länge  $L_2$  des Einzugsgebietes von ca. 5 km:

$$L_2 = \text{Gesamtfläche des Einzugsgebietes} : \text{Breite des Einzugsgebietes}$$

$$L_2 = 32 \text{ km}^2 : 6 \text{ km} = 5,3 \text{ km}$$

Wie aus Abb. 9 ersichtlich, reicht damit das hypothetisch rekonstruierte Einzugsgebiet zur Steinsalzzakkumulation südlich Hundelshausen 8 km bzw. 5 km nach Süden in einen Bereich, in dem sich rheinische und herzynische Bruchstrukturen vergittern.

Besonders auffällig ordnen sich hierzu die beiden Vorkommen von tertiären Sedimenten bei Großalmerode (Eozän, Oligozän und Miozän) und auf dem Hohen Meißner (Miozän) an (s. Abb. 2). Vielleicht sind sie als Relikte asymmetrischer tertiärer Randsenken (sensu TRUSHEIM 1957) zu deuten, deren Bildung mit der Steinsalzabwanderung im Untergrund assoziiert ist.

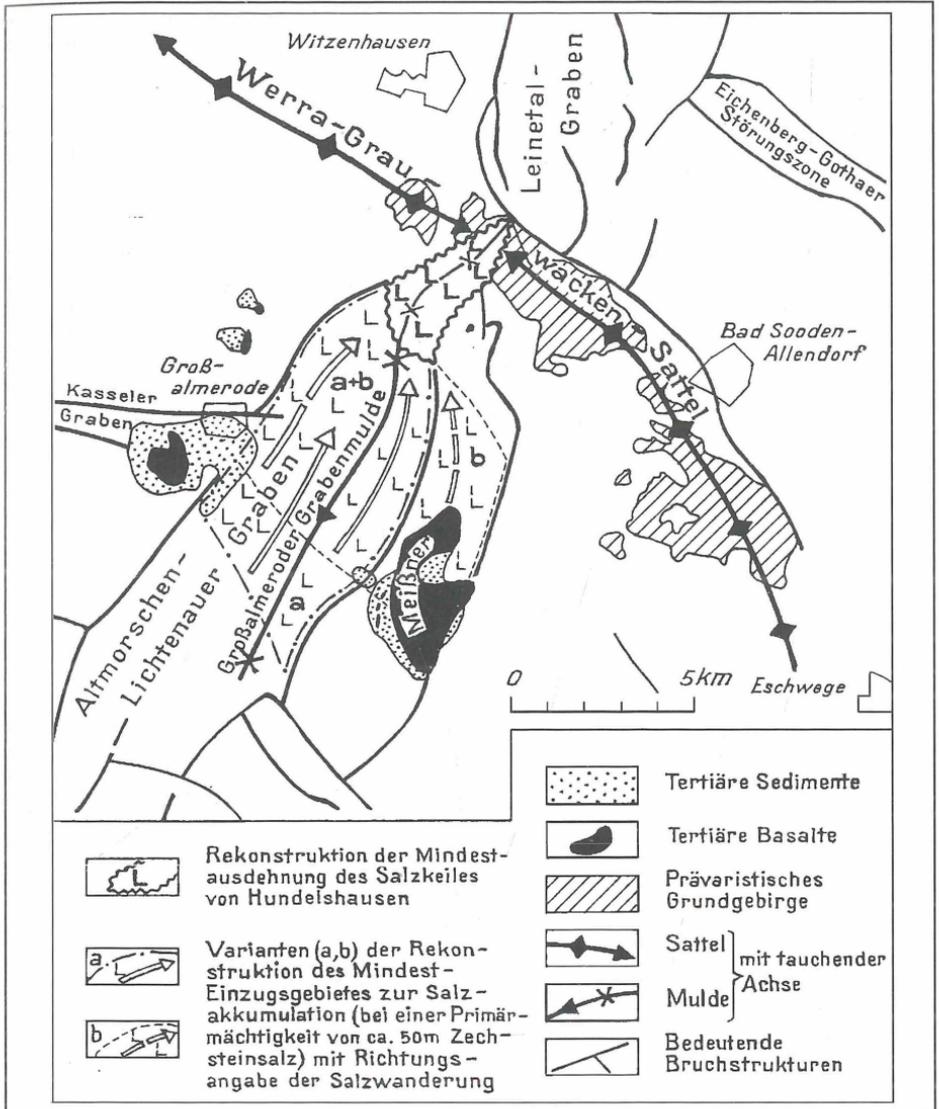


Abb. 9: Rekonstruktion des Einzugsgebietes des Salzkeiles von Hundelshausen

#### 4.4 Alterseinstufung der Salzkeilbildung

Die geologische Kartierung und die Modellvorstellung der Salzkeilbildung geben Hinweise auf eine relative Alterseinstufung der Tektonik. Eine absolute Alterseinstufung der Tektonik aus dem Arbeitsgebiet und dessen engerem Umfeld heraus ist jedoch nicht möglich, da jungmesozoische Schichtglieder fehlen und das Tertiär nur lückenhaft verbreitet sind. Die Inversionstektonik (VOIGT 1962) des benachbarten Niedersächsischen Beckens, insbesondere die Tektonik des Leinetalgrabens ermöglicht jedoch einige Analogieschlüsse:

BALDSCHUHN et al. (1991: 151-152) fassen die tektonischen Bewegungen in Nordwest-Deutschland in zwei Zyklen, den triadischen und den jurassischen-spät-kretazischen Inversions-Zyklus zusammen:

##### a) Triadischer (?)Inversions-Zyklus:

Oftmals schon prä-oberpermischen angelegt (BALDSCHUHN et al. 1985:130) entstanden, vornehmlich in NNE (rheinischer) bis NNW (eggischer), untergeordnet in WNW (herzynischer) Richtung im Mittleren Buntsandstein Halbgräben; diese Entwicklung war spätestens zu Beginn der Solling-Folge abgeschlossen. Im Oberen Buntsandstein, Muschelkalk und Unteren Keuper zeigten sich zwischen den Gräben und den umgebenden Hochgebieten keine Sedimentationsunterschiede mehr. Während des Mittleren Keupers invertierten viele Gräben zu Hochgebieten und die ehemaligen Grabenschultern sanken ab. Die Bewegungsbahnen waren oftmals durch Diapire des Zechstein-Salzes markiert. Während des späten Mittleren Keupers endeten die Bewegungen.

##### b) Jurassisch-spätkretazischer Inversionszyklus:

Während des Lias und frühen Doggers bildeten sich meist in herzynischer, untergeordnet in rheinischer Richtung einzelne Senkungs- und Hochgebiete. Im späten Kimmeridge und Portland setzte sich die Entwicklung der Senkungsgebiete zu Gräben und der Hochgebiete zu Horsten fort. „...An den sich öffnenden Grabenstörungen kommt es örtlich zum ersten Aufstieg mobilisierten Zechsteinsalzes in der Form von gestreckten schmalen Diapirzonen...“ (BALDSCHUHN et al. 1985: 131). Die Subsidenz der Gräben dauerte bis in die Unterkreide und endete im Apt. Vom späten Apt bis zum Turon war eine tektonische Ruhephase. Im Zentrum des Niedersächsischen Beckens im Coniac, in Randbereichen im späten Santon bis frühen Campan begann die Inversion, d.h. die Heraushebung der eingebrochenen Gräben entlang der ursprünglichen Störungen. „...Während der Inversionsphase wandert gelegentlich auch Steinsalz in den Kern der Aufwölbungsstruktur ein. In den Fällen, in denen diapirische Salzintrusionen schon längs der ehemaligen Grabenränder vorhanden waren, kommt es zu einer Reaktivierung der Salzaufstiegsbewegungen, zur Bildung von Salz-Überhängen und oft zur Abquetschung der schmalen Diapirstiele... . Im höchsten Santon ist die mit Überschiebungsbewegungen verbundene Inversion weitgehend abgeschlossen. Nachbewegungen mit weiterer Aufwölbung der Strukturfirste, begleitet von der Einsenkung der Randtröge auf den ehemaligen Grabenschultern, halten jedoch - in vielen Fällen beeinflusst durch Einströmen von Salz in die Struktur - bis in die höchste Oberkreide, oft sogar bis in das Alttertiär an...“ (BALDSCHUHN et al. 1985: 131).

ZIEGLER (1982, 1987) interpretiert die Inversionstektonik aus der großtektonischen Situation: Die frühpermische Tektonik erfolgte danach zusammen mit rechtshändigen Blattverschiebungen zwischen Afrika und Europa und wurde zum Teil im Mesozoikum und

Känozoikum wiederbelebt. Die Dilatation im Oberjura in Zentral- und Westeuropa ist eine Folge des Rifting im Atlantik- und Alpenraum beim Auseinanderbrechen von Pangäa. Die Inversion in der Oberkreide ist auf Kompression gleichlaufend mit der Alpenogenese zurückzuführen.

BETZ et al. (1987) führen die Dilatationsphase im Oberen Jura auf Reaktivierung permokarbonischer Bruchsysteme durch „*divergent wrenching*“, ebenso im Zusammenhang mit dem Rifting in der Nordsee, zurück. Die Hebung (Inversion) in der Oberkreide bis ins Alttertiär durch die Umorientierung des Stressfeldes (Abb. 10) geht Hand in Hand mit der Alpenogenese und wird als Folge von „*intraplate compressional stress*“ mit „*sinistral convergent wrenching*“ gedeutet. Gerade die wiederholt reaktivierten, der Ausweitung und Einengung ausgesetzten hercynisch verlaufenden Bruchstrukturen stellen dabei die Beziehung von großtektonischen Übersichtsbetrachtungen zum Lokalphänomen der Hundelshäuser Rampe her.

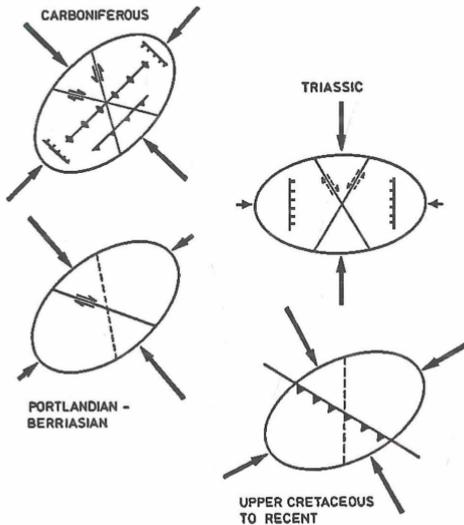


Abb. 10: Die Umorientierung des Stressfeldes im Niedersächsischen Becken von Karbon bis heute (aus BETZ et al. 1987: 136).

VOIGT (1963), KOCKEL (1984) und BALDSCHUHN et al. (1991) sehen die Inversionstektonik weniger durch Vorgänge im Alpenraum als durch in situ-Bewegungen im Erdmantel unter den Inversionsstrukturen begründet.

JORDAN (1986: 53-54), BRÜNING et al. (1987: 65) und JORDAN & KOCKEL (1991: 190 ff) stellen für die tektonischen Vorgänge im Leinebergland die Bewegungsphasen fest, die den triadischen und jurassisch-spätkretazischen Inversionszyklen von BALDSCHUHN et al. (1991) entsprechen:

Der Leinetal-Graben ist an eine bereits im Mittleren Buntsandstein aktive Schollengrenze gebunden (BRÜNING et al. 1987: 78). Der Salzaufstieg beispielsweise an der an der herzynischen Weenzener-Störung fand im Oberjura statt. Während der höheren Oberkreide entstanden Salzintrusionen an wiederbelebten Störungen, z.B. an den herzynischen Überschiebungen 'Salzderhelden' und 'Leinetal' (JORDAN 1986: 78), 'Elfas' (HERRMANN et al. 1967) und 'Ahlsburg' (HERRMANN et al. 1968). Ab dem Maastricht kam es, kurzzeitig unterbrochen im Oligozän, zu einer generellen Hebung, die bis heute andauert. Die Salzstrukturen gelangten dabei z.T. in den Grundwasserbereich und wurden abgelaut.

JORDAN (1984: 81-82; 1986: 79-80), MURAWSKI (1953, 1956) und WUNDERLICH (1953, 1956, 1957, 1970), nehmen, z.T. aus Analogieschlüssen aus dem Ohmgebirgsgraben (DIETZ 1925, LANGBEIN & SEIDEL 1960) und der Harz-Westrand-Störung (HINZE & JORDAN 1981) die in Tab. 5 zusammengestellten Bewegungsphasen im Leinetalgraben an:

Tab. 5: Alterseinstufung der Tektonik am nördlichen Leinetalgraben nach DIETZ (1925), HINZE & JORDAN (1981), JORDAN (1984, 1987), LANGBEIN & SEIDEL (1960), MURAWSKI (1953, 1956), und WUNDERLICH (1953, 1956, 1957, 1970).

			Ohmgebirgsgraben		Harz	Leinetalgraben		
			Dietz (1925)	Langbein & Seidel (1960)	Westrandstörung	Wunderlich (1957)	Murawski (1953, 1956)	Jaritz (1973)
QUARTÄR	Pleistozän					—	—	
TERTIÄR	Pliozän					—	—	
	Miozän	Ober-				—	—	
		Mittel-			∨	∧	—	—
		Unter-					—	—
	Oligozän		∨					
Eozän								
Paläozän								
KREIDE	Ober-Kreide	Maastrichtium			∧			
		Campanium						
		Santonium			—			
		Coniacium						
		Turonium						
		Cenomanium		—				
	Unter-Kreide	Albium		∧				
		Aprium						
		Barremium						
		Hauterivium			∨			
		Vanlangium						
	Berissium							
JURA	Malm	Tithonium						
		Kimmeridgium						
		Oxfordium			∧			

∧ = jünger als

∨ = älter als



KÄDING (frdl. mündliche Mitteilung) geht bei der z.T. durch Steinsalz überprägten Tektonik im Werra-Kaligebiet von jungkimmerischem Alter aus.

Aus der gut untersuchten Tektonik des Leinetalgrabens und der geologischen Bearbeitung des Untersuchungsgebietes lassen sich Analogieschlüsse zur Salzkeilbildung bei Hundelshausen ziehen (s. Tab. 6):

Im Bereich des Werra-Grauwacken-Sattels, des Hohen Meißners und des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens begann die postvaristische Tektonik mit dem Einbruch des rheinisch streichenden Rotliegend-Grabens im Rabental (WITTIG 1970).

Die subaquatischen Rutschungen im Werra-Anhydrit des Steinbruches ORTH und die niedrigen Mächtigkeiten des Unteren Buntsandsteins deuten auf eine zechsteinzeitliche Schwelle hin, die bis zum Unteren Buntsandstein Bestand hatte. GAERTNER (1963) und KREYSING (1957) vermuten die Fortsetzung der rheinisch streichenden Eichsfeld-Schwelle zwischen Eschwege und Bad Sooden-Allendorf. Nach KULICK et al (1984:54, Taf.14) liegt das Arbeitsgebiet auf der Achse der Buchenauer Schwelle, die bereits die Zechstein-Paläogeographie beeinflusste.

Nach JACOBSHAGEN (1997: 259) erfolgte Hebung und Bruchbildung am Hohen Meißner erstmals während des Malm, eine zweite Hebung während der Oberkreide bis ins Alttertiär statt.

Als wichtige Zeitmarke in der Nähe des Arbeitsgebietes dienen die bei Großalmerode erhaltenen, diskordant auf der Füllung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens lagernden Eozän-Sedimente (SCHRÖDER 1925), die eine prä-eozäne Bildung des Altmorschen-Lichtenauer-Grabens belegen.

Post-oberoligozäne, mehrphasige Tektonik erkennen GUNDLACH & STOPPEL (1966) in den größtenteils herzynisch streichenden Schwerspatgängen des Werra-Grauwackengebirges.

Die auf ein prä-miozänes Relief abgelagerten, marinen Miozän-Sedimente des Hohen Meißners (JACOBSHAGEN et al. 1989) beweisen mit ihrer heutigen Höhenlage von über 770 m NN eine post-miozäne Hebung des Meißner Gebietes (RITZKOWSKI 1978).

Die Basalte des Meißners mit einem Intrusionsalter von ca. 11,2 Mio. Jahren (WEDEPOHL zitiert in RITZKOWSKI 1978) bilden die letzte, absolut datierbare Marke des geologisch-tektonischen Geschehens im engsten Umkreis des Arbeitsgebietes.

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellte Salzkeilbildung bei Hundelshausen ergänzt den oben durch die Regionalliteratur gesteckten Rahmen:

a) Die nach Süden erweiterte Verbreitung des z2-Steinsalzes (Abb. 6):

Die Na<sub>2</sub> - Verbreitung wurde aufgrund der halotektonischen Vorgänge bei Hundelshausen gegenüber den Grenzen von RICHTER (1941) und STEINER & SEIDEL (1974) nach Süden ausgeweitet. Die Verbreitung ließe sich durch eine zechsteinzeitliche Vorzeichnung des Leinetal- und Altmorschen-Lichtenauer Grabens als rheinische Verlängerung des Na<sub>2</sub>-Beckens von Niedersachsen nach Süden interpretieren. Die rheinisch streichende Rotliegend-Tektonik im Rabental stützt diese Interpretation.

b) Die Ausbildung eines Potentialgradienten zur Steinsalzwanderung und die Steinsalzmobilisation und -akkumulation südlich von Hundelshausen:

Eine erste Hebungsphase des Unterwerra-Sattels und damit ein Gefälle der Zechstein-Basis zu seinen Sattelflanken hin könnte während einer Dilatationsphase wie im Niedersächsischen Becken im Oberjura (bis Unterkreide) stattgefunden haben. Mit der Hebung verbunden waren herzynische Sockelstörungen. Durch die oberjurassische Tektonik wurde das Zechsteinsalz mobilisiert und wanderte entlang eines ansteigenden Potentialgradienten bis zur Hundelshäuser Rampe, an der sich das Salz anstaute.

- c) Die Steinsalzmobilisation aus dem Anstauereich südlich von Hundelshausen zur Salzkeilbildung:

Mit einer Wiederbelebung der herzynischen Sockelstörung südlich von Hundelshausen während der Inversionsphase könnte die angestaute Salzmasse in der Oberkreide (bis Alttertiär) ausgequetscht worden sein. Das Steinsalz wanderte in die Hochscholle der Sockelstörung ein, wobei es die Triasschollen mitschleppte. Die Wirksamkeit der Rückeroder Mulde in der Oberkreide läßt den Schluß zu, daß die Zechstein-Basis im Werra Grauwacken-Gebirge zu dieser Zeit schon in einzelne Hoch- und Tiefgebiete gegliedert war.

- d) Die Hebung der Salzstruktur in den Grundwasserbereich und die damit verbundene Subrosion des Steinsalzes und die Erosion der Hangendbereiche des Salzkeiles:

Analog zur Tektonik im Leinetalgraben und mit der Heraushebung des Werra-Grauwackengebirges im Tertiär (KULICK et al 1984:11) könnte die Hebung der Salinarstruktur und die damit verbundene Subrosion und Erosion ab dem Miozän oder ab dem Mittleren Pliozän stattgefunden haben. Der an rheinische Störungen gebundene jungtertiäre Vulkanismus deutet auf eine späte Wiederbelebung dieser Brüche hin.

## 5 Schriftenverzeichnis

- ARBEITSAUSSCHUSS BUNTSANDSTEIN DER GEOLOGISCHEN LANDESÄMTER (1974): Richtlinien zur Gliederung des westdeutschen Buntsandsteins. - Geol. Jb., A, **25**: 123-125; Hannover.
- AMIRI, G. (1976): Geologie des Südostrandes des Unterwerra-Sattels bei Eschwege (Niederhessen). - Diplomarbeit FU Berlin: 53 S., 11 Abb., 2 Karten; Berlin.
- BALDSCHUHN, R., BEST, G. & KOCKEL, F. (1991): Inversion Tectonics in the North-West German Basin. - AAPG Special Pub., **1**: 149-159, 10 Abb.; Oxford.
- BALDSCHUHN, R., FRISCH, U. & KOCKEL, F. (1985): Inversionsstrukturen in NW-Deutschland und ihre Genese. - Z. dt. geol. Ges., **136**: 129-139, 4 Abb.; Hannover.
- BALDSCHUHN-STRAKA, D. (1987): Geologische Untersuchungen des nordwestlichen Meißner-Gebietes. - Dipl.-Arbeit FU Berlin: 132 S., 27 Abb., 1 Beil.; Berlin.
- BAUMANN, W. (1984): Rheologische Untersuchungen an Gips. - Eclogae geol. Helv., **77**: 301-325, 17 Abb., 2 Tab.; Basel.
- BETZ, D., FÜHRER, F., GREINER, G. & PLEIN, E. (1987): Evolution of the Lower Saxony Basin. - Tectonophysics, **137**: 127-170, 18 Abb.; Amsterdam.
- BEYSCHLAG, F. (1886 a): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. - Preuß. Geol. L.-A., Lfg. **23**, Bl. 39, Ermschwerd (= Hedemünden): 17 S.; Berlin.
- BEYSCHLAG, F. (1886 b): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. - Preuß. Geol. L.-A., Lfg. **23**, Bl. 40, Witzenhausen: 37 S.; Berlin.
- BEYSCHLAG, F. (1886 c): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. - Preuß. Geol. L.-A., Lfg. **23**, Bl. 45, Großalmerode: 55 S., 1 Taf., 1 Karte; Berlin.
- BEYSCHLAG, F. (1886 d): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. - Preuß. geol. L.-A., Lfg. **23**, Bl. 46, Allendorf: 66 S.; Berlin.
- BOSSE, H. (1931): Tektonische Untersuchungen an niederhessischen Grabenzonen südlich des Unterwerrassattels. - Abh. preuß. geol. L.-A., N.F., **128**: 1-37, 10 Abb., 1 Tafel; Berlin.
- BRANDT, K. H. (1974): Geologie der Unterwerra-Mulde zwischen Witzenhausen und Hedemünden (Trias Nordhessen). - Diplomarbeit Universität Göttingen: 45 S., 4 Abb., 1 Karte; Göttingen.
- BRÜCKNER, W. (1941): Über die Entstehung der Rauhwacken und Zellendolomite. - Eclogae geol. Helv., **34**: 117-134, 4. Taf.; Basel.
- BRÜNING, U. (1986): Stratigraphie und Lithofazies des Unteren Buntsandsteins in Südniedersachsen und Nordhessen. - Geol. Jahrbuch, **A 90**: 3-125, 18 Abb., 9 Tab., 8 Taf.; Hannover.
- BRÜNING, U. (1988): Die Zechstein/Buntsandstein-Grenze in Niedersachsen und Hessen - Schwermineraluntersuchungen als Beitrag zur Geologie des Bröckelschiefers. - Geol. Jb. Hessen, **116**: 23-44, 3 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- BRÜNING, U., JORDAN, H. & KOCKEL, F. (1987): Exkursion 2: Strukturgeologie Leinebergland, Harzvorland. Deutsch. Geol. Ges., 139. Hauptversammlung: 39-111, 31 Abb.; Hannover.
- BUCHSTEIN, H. (1984): Zur Lithostratigraphie der Salmünster-Folge bei Eschwege (Nordhessen). - Dipl.-Arb. FU Berlin: 1-130, 42 Abb.; Berlin.
- CHAUDARI, S. (1963): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen unter Berücksichtigung der Klufftektonik im Gebiet zwischen Witzenhausen und Eschwege/Hessen. - Diss. Univ. Berlin: 148 S., 16 Abb., 5 Beil.; Berlin.
- DIETZ, C. (1925): Tektonik und Salze des unteren Eichsfeldes. - Abh. preuß. geol. L.-A., N.F., **95**: 83-109, 2 Abb., 5 Taf.; Berlin.

- FAUPEL, J. (1971): Geologische Untersuchungen im NW-Teil des Unterwerra-Sattels. - Diplomarbeit Univ. Göttingen: 106 S., 14 Abb., 3 Tab., 3 Anl., 1 Karte; Göttingen.
- FAUPEL, J. (1973): Neue Beobachtungen zu den allochthonen Triasvorkommen („Schollen“) auf dem Unterwerra-Sattel bei Hundelshausen/Nordhessen. - N. Jb. Geol. Paläont., MH., Jh. 1973: 654-666, 5 Abb.; Stuttgart.
- FINKENWIRTH, A. (1970): Hydrogeologische Neuerkenntnisse in Nordhessen. - Notizblatt Hess. Landesamt für Bodenforschung, **98**: 212-233, 1 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- FRICK, F. (1969): Feinstratigraphische und mikrofazielle Untersuchungen im Plattendolomit (Ca 3 Leine-Serie) des Nordosthessischen Zechsteins. - Diss. Univ. Aachen: 106 S., 28 Abb., 3 Tab., 1 Taf., 3 Photo-Taf.; Aachen.
- GAERTNER, H. (1963): Zur Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im thüringisch-nordhessischen Grenzgebiet. - Geol. Jb., **80**: 741-770, 4 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- GANGEL, L. (1970): Geologische Untersuchungen auf Blatt 4826 Eschwege (NE) und auf Blatt 4726 Grebendorf (SE) mit besonderer Berücksichtigung des Mittleren und Oberen Buntsandsteines und des Quartärs. - Diplomarbeit Univ. Frankfurt/Main: 175 S., 26 Abb., 9 Tab., 10 Diagr., 12 Prof., 2 Karten; Frankfurt.
- GRABNER, J. (1970): Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Wanfried. - Diplomarbeit Frankfurt/M.: 150 S., 31 Abb., 7 Textprof., 3 Karten; Frankfurt.
- GRUPE, O. (1923): Zur Entstehung des Göttinger Leinetalgrabens, ein Beitrag zur Tektonik unserer mitteldeutschen Gräben. - Jb. preuß. geol. L.-A., **42**: 595-620, 3 Abb.; Berlin.
- GUNDLACH, H. & STOPPEL, D. (1966): Zur Geologie und Geochemie der Schwerspatlagerstätten im Unterwerra-Grauwackengebirge. - Notizbl. Hess. Landesamt für Bodenforschung, **94**: 310-337, 22 Abb., 5 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- HAAN, K. (1984): Zur Lithostratigraphie des Unteren Buntsandsteins bei Eschwege in Niederhessen. - Dipl.-Arb. FU Berlin: 137 S., 23 Abb.; Berlin.
- HELDMAIER, W. (1992): Teil A (Kartierung): Zur Geologie am Nordende des Werra-Grauwacken-Sattels, Witzenhausen, Nordhessen. - Teil B (Diplomarbeit) Mikrofazies des Zechsteinkalkes auf der Nordhessischen Zechsteinplattform (Buchenuer Schwelle). - Dipl.-Arb. Univ. Marburg: 92 S., 19 Abb., 17 Taf., 3 Beil.; Marburg.
- HERRMANN, A. (1956): Der Zechstein am südwestlichen Harzrand (seine Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Tektonik). - Geol. Jb., **72**: 1-72, 4 Taf., 14 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- HERRMANN, A. (1962): Epirogene Bewegungen im germanischen Buntsandsteinbecken und deren Bedeutung für lithostratigraphische Parallelisierungen zwischen Nord- und Süddeutschland. - Geol. Jb., **81**: 11-72, 13 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- HERRMANN, A. (1972/1973/1976/1981/1984/1988): Schichtenverzeichnisse der Bohrungen für die Firma PETER ORTH. - Gutachten GEBR. KNAUF, Westdeutsche Gipswerke, unveröff.
- HERRMANN, A., HINZE C., HOFRICHTER, E. & STEIN, V. (1968): Salzbewegungen und Deckgebirge am Nordostrand der Sollingscholle (Ahlzburg). - Geol. Jb., **85**: 147-164, 2 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- HERRMANN, A., HINZE, C. & STEIN, V. (1967): Die halotektonische Deutung der Elfes-Überschiebung im südniedersächsischen Bergland. - Geol. Jb., **84**: 407-462, 10 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Hannover.
- HERRMANN, A. & HOFRICHTER, E. (1963a): Die Hardeggen-Folge (Abfolgen 1-4) des Mittleren Buntsandsteins in der nördlichen hessischen Senke. - Geol. Jb., **80**: 561-652, 8 Abb., 1 Taf.; Hannover.

- HERRMANN, A. & HOFRICHTER, E. (1963b): Die Faziesgliederung der tieferen Solling-Folge des Mittleren Buntsandsteins Südniedersachsens. - Geol. Jb., **80**: 653-740, 5 Taf., 9 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- HERRMANN, A. & RICHTER-BERNBURG, G. (1955): Frühdiagenetische Störungen der Schichtung und Schichtlagerung im Werra-Anhydrit (Zechstein 1) um Südwestharz. - Z. dt. geol. Ges., **105**: 689-702, 5 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- HERRMANN, R. (1986): Geologische Untersuchungen des nordöstlichen Meißnergebietes. - Dipl.-Arb. FU Berlin: 95 S., 22 Abb., 2 Beil.; Berlin.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1979): Geologische Karte des Meißner, 1:25000; Wiesbaden.
- HINZE, C. (1967): Der Obere Buntsandstein (Röt) im südniedersächsischen Bergland. - Geol. Jb., **84**: 637-716, 4 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- HINZE, C. & JORDAN, H. (1981): Die Westrandstörung des Harzes. - Z. dt. geol. Ges., **132**: 17-28, 3 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- HOLLÄNDER, R. (1993): Tektonische Untersuchungen und geodynamische Interpretation der Elfas-Überschiebung im untertägigen Gipsabbau Bützeberg/Holenberg bei Stadtoldendorf. - Diplomarbeit und Kartierung Univ. Braunschweig: 84 S., 24 Abb., 3 Tab., 7 Kart.; Braunschweig.
- JACOBSHAGEN, V. (1993): Zur Geologie der Umgebung von Eschwege in Nordhessen.- Berliner Geogr. Abh., **56**: 1-49, 11 Abb., 3 Tab., 1 Karte; Berlin (erschienen 1997).
- JACOBSHAGEN, V. (1997): Fossile und rezente Subrosion von Zechstein-Evaporiten der Region Eschwege-„Hoher Meißner“ (Nordhessen).- Z. geol. Wiss., **25** (3/4): 253-261, 5 Abb.; Berlin.
- JACOBSHAGEN, V., KORTNIG S., RITZKOWSKI, S., RÖSING, F., WITTIG, R & WYCISK, P. (1977): Der Unterwerra-Sattel: sein Deckgebirge (Perm-Tertiär) und der gefaltete paläozoische Kern. - Exkursionsführer Geotagung '77, II. Exk. C: 1-34; Göttingen.
- JACOBSHAGEN, V., KUHNERT, C. & WYCISK, P. (1989): Geologie des Hohen Meißners in Nordhessen. - Berliner geowiss. Abh. (A), **114**: 9-76, 8 Abb., 5 Tab., 2 Beil.; Berlin.
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. - Geol. Jb., A **10**: 77 S., 3 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- JORDAN, H. (1984): Geol. Karte Niedersachsen 1:25000, Erl. Blatt 4325, Nörten-Hardenberg, 1985, 12 Abb., 13 Tab., 8 Kt.; Hannover.
- JORDAN, H. (1986): Geol. Karte Niedersachsen 1:25000, Erl. Blatt 4225, Nordheim-West: 144 S., 13 Abb., 13 Tab., 7 Kt.; Hannover.
- JORDAN, H. mit Beiträgen von BUCHNER, K., NIELSEN, H. & PLAUMANN, S. (1986): Halotektonik am Leinetalgraben nördlich Göttingen. - Geol. Jb., A **92**: 3-66, 13 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- JORDAN, H. & KOCKEL, F. (1991): Die Leinetalstruktur und ihr Umfeld - ein tektonisches Konzept für Niedersachsen. - Geol. Jb., A **126**: 171-196, 12 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- KÄDING, K. CH. (1978): Stratigraphische Gliederung des Zechsteins im Werra-Fulda-Becken. - Geol. Jb. Hessen, **106**: 123-130, 1 Tab.; Wiesbaden.
- KIENOW, S. (1935): Leinetalgraben und Werragrauwackengebirge, ein Beitrag zur Tektonik von Hebungsgeländen. - Geol. Rundsch., **26**: 145-146; Stuttgart.
- KOCKEL, F. (1984): Der strukturelle Bau des Hildesheimer Waldes - eine Neuinterpretation geologischer und geophysikalischer Befunde. - Geol. Jb., A **75**: 489-499, 8 Abb., 1 Taf.; Hannover.

- KOCKEL, F. (ed.) (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland, 1: 300 000.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: 8 S. Erl. (Teil 1+2), 7 Taf., 17 Karten; Hannover.
- KOLTZE, E. (1975): Geologische Untersuchungen am Unterwerra-Sattel zwischen Bad Sooden - Allendorf, Hilgershausen und Oberrieden. - Diplomarbeit Univ. Göttingen: 163 S., 30 Abb., 14 Tab., 3 Karten; Göttingen.
- KLINGNER, F. (1935a): Das Problem der Triasschollen auf dem Grauwackensattel der unteren Werra bei Hundelshausen. - Z. dt. geol. Ges., **87**: 48-56, 3 Abb.; Berlin.
- KLOHN, H. (1930): Der Eichenberg - Gothaer Graben unter vergleichender Betrachtung der Viernauer Dislokationzone südlich Schmalkalden. - Abh. preuß. geol. Landesamt, NF **116**: 113-162, 18 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- KREYSING, K. (1957): Zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins in Süd-Hannover und Nord-Hessen. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh. **1957**: 72-82, 3 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- KULICK, J., LEIFELD, D., MEISL, S., PÖSCHL, W., STELLMACHER, R., STRECKER, G., THEUERJAHR, A. K. & WOLF, M. (1984): Petrofazielle und chemische Erkundung des Kupferschiefers der Hessischen Senke und des Harz-Westrandes. - Geol. Jb., **D 68**: 3-223, 37 Abb., 15 Tab., 34 Taf.; Hannover.
- & PAUL, J. (1987): Int. Symp. Zechstein 87, Exk. f. II, **1**: 15-140, 20 Abb.; Wiesbaden.
- KUNZ, H. (1962): Geologische Untersuchungen auf Blatt 4726 Grebendorf (Nordhessen). - Diplomarbeit Univ. Frankfurt/M.: 193 S., 13 Abb., 14 Tab., 30 Taf., 1 Karte; Frankfurt.
- KUPFAHL, H. (1958): Die Abfolge des Buntsandsteins am östlichen Meißner-Gebirge. - Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch., **86**: 202 - 214, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUPFAHL, H. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4823, Melsungen: 195 S., 27 Abb., 22 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUPFAHL, H. (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4723, Oberkaufungen, 2. Aufl.: 212 S., 15 Abb., 17 Tab., 3 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- LACHMANN, R. (1912a): Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen. - Jber. schles. Ges. vaterl. Cult. für 1913, **90**: 13-61, VI. Abt., 8 Abb.; Breslau.
- LAEMMLEN, M. (1958): Ein Buntsandstein-Muschelkalkprofil bei Hausen am Südwesthang des Hohen Meißners in Nordhessen. - Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforschung, **86**: 215-240, 3. Abb.; Wiesbaden.
- LANGBEIN, R. (1983): Über diagentisch entstandene Gefüge in Gips- und Anhydritgesteinen. - Z. geol. Wiss., **11** (12): 1453-1469, 15 Abb. 1 Tab.; Berlin.
- LANGBEIN, R. & SEIDEL, G. (1960): Zur Geologie des Holunger-Grabens (Ohmgebirgsgrabenzone). - Geol., **9**: 36-57, 11 Abb.; Berlin.
- LANGHEINRICH, G. (1978): Der Göttinger Leinetalgraben in tektonischer Sicht. - Der Aufschluß, Sonderband **28**: 146-155, 5 Abb.; Heidelberg.
- LEINE, L. (1971): Rauhacken und ihre Entstehung. - Geol. Rdsch., **60**: 488-524, 6 Abb.; Stuttgart.
- LEMMER, F. & RAMBOW, D. (1994): Die Höhenlage der Rötbasis im Raum Kassel und über Zechsteinaufsprengungen an nordhessischen Gräben. - Geol. Jb. Hessen, **122**: 13-21, 1 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- LOTZE, F. (1932): Überschiebungserscheinungen auf der Nordostseite der Ahlsburgachse bei Hillerse (südwestlich Northeim). - Abh. preuß. geol. Landesamt, N F, **139**: 87-99, 9 Abb.; Berlin.
- LOTZE, F. (1933): Die Verbreitung roter Gesteine im Mittleren Muschelkalk Nordwestdeutschlands. - N. Jb. Min., Geol. Paläont., Abh., Bg. Bd. **69 B**: 388-396, 2 Abb.; Stuttgart.

- MARTIN, W. (1968): Geologie der Umgebung von Weißenborn auf Blatt 4826 Eschwege (Nordhessen). - Diplomarbeit Univ. Frankfurt/M.: 90 S., 3 Abb., 19 Taf., 1 Karte; Frankfurt.
- MEIBURG, P. (1982): Saxonische Tektonik und Schollenkinematik am Ostrand des Rheinischen Massivs. - Geotekt. Forschung, **62**: 1- 267 S., 84 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- MOESTA, F. (1884): Das Liasvorkommen bei Eichenberg (Hessen), in Beziehung auf allgemeine Verhältnisse des Gebirgsbaues im Nordwesten des Thüringer Waldes. - Jb. Kgl. preuß. Geol. Landesamt und Bergakademie für 1883: 57-80, 3 Taf., 1 Karte; Berlin.
- MOTZKA, R. (1974): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 5024, Rotenburg a. d. Fulda, 2. Aufl.: 186 S., 19 Abb., 7 Tab., 5 Taf., 1 Beil.; Wiesbaden.
- MOTZKA-NÖRING, R. (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4925 Sontra, 2. Aufl.: 296 S., 91 Abb., 14 Tab., 6 Taf., 1 Beil.; Wiesbaden.
- MURAWSKI, H. (1953): Die Entwicklungsgeschichte des jüngeren Tertiärs westlich des Leinetalgrabens. - Geol. Jb., **67**: 495-528, 11 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- MURAWSKI, H. (1956): Das Ausmaß der Vertikalleistung jungtertiärer Tektonik im Gebiet des Leinetalgrabens. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1955**: 297-308, 1 Abb.; Stuttgart.
- NIEBERDING, F. (1972): Geologische Untersuchungen am Südennde des Leinetalgrabens (Top. Karte 4625 Witzenhausen). - Diplomarbeit Univ. Göttingen: 66 S., 9 Abb., 4 Tab., 2 Anl., 1 Karte; Göttingen.
- NIELSEN, H. (1965): Schwefelisotope im marinen Kreislauf und das  $\delta^{34}\text{S}$  der früheren Meere. - Geol. Rdsch., **55**: 160-172, 5 Abb.; Stuttgart.
- NIELSEN, H., & RICKE, W. (1964): Schwefel-Isotopen-Verhältnisse von Evaporiten aus Deutschland; ein Beitrag zur Kenntnis von  $\delta^{34}\text{S}$  im Meerwasser-Sulfat. Geochim. cosmochim. Acta, **28**: 577-591; Oxford, London.
- NÖLL, T. (1973): Die Geologie im Bereich des nördlichen Teiles des Altmorschener-Lichtenauer-Grabens bei Trubenhagen. - Diplomarb. Univ. Göttingen: 76 S., 13 Abb., 7 Tab., 3 Anl.; Göttingen.
- PETRASCHECK, W. E. (1931): Entstehungsarten saxonischer Gräben. - Z. dt. geol. Ges., **83**: 421-431, 5. Abb.; Berlin.
- PFLANZL, E., (1953): Die Geologie des Meißners in Hessen. - Diss. Univ. Marburg, unveröff.: 301 S., 49 Abb., 6 Anl.; Marburg.
- RENNER, O. (1914): Salzlager und Gebirgsbau im Mittleren Leinetal. - Arch. Lagerst. Forsch., **13**: 123 S., 17 Abb., 12 Taf., 8 Anl.; Berlin.
- REIMANN, M. (1987): Geologie, Petrographie und Vergipung der Zechsteinsulfatvorkommen von Stadtoldendorf und Osterode/Harz. - Ber. naturhist. Ges. Hannover, **129**: 57-84, 13 Abb., 1 Tab., 2 Anl.; Hannover.
- RICHTER, G. (1941): Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im hessischen Raum. - Jb. Reichsst. Bodenforsch., **61**: 283-332, Taf. 23-25, 19. Abb.; Berlin.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1955a): Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. - Z. dt. geol. Ges., **105**: 843-854, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1955b): Der Zechstein zwischen Harz und Rheinischem Schiefergebirge. Bericht über eine Exkursion zu den Zechsteinaufschlüssen dieses Gebietes anlässlich der Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Goslar 1953. - Z. dt. geol. Ges., **105**: 876-899, 8 Abb.; Hannover.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974): Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. - Geol. Jb., **A 25**: 127-132, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1985): Zechstein Anhydrite - Fazies und Genese. - Geol. Jb., Reihe A, **85**: 3-82, 50 Abb., 7 Taf.; Hannover.

- RITZKOWSKI, S. (1967): Mittel-Oligozän, Ober-Oligozän und die Grenze Rupel/Chatte im nördlichen Hessen. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **127**: 293-336; Stuttgart.
- RITZKOWSKI, S. (1978): Geologie des Unterwerra-Sattels und seiner Randstrukturen zwischen Eschwege und Witzenhausen (Nordhessen). - Der Aufschluß, Sonder-Bd. **28**: 187-204, 5 Tab., 1 Karte; Heidelberg.
- ROEHL, E. (1963): Zur Fazies, Petrographie und Lithogenese der Zechstein 2 -Karbonate in der nördlichen Hessischen Senke. - Diss. Univers. Kiel: 129 S., 7 Taf., 5 Abb.; Kiel.
- SCHALOW, G. (1978): Geologie des Gebietes zwischen Hilgershausen und Frankershausen auf der Südwestflanke des Unterwerra-Sattels. - Diplomarbeit Univ. Göttingen: 177 S., 21 Abb., 7 Anl.; Göttingen.
- SCHAUBERGER, O. (1955): Zur Genese des Alpenen Haselgebirges. - Z. dt. geol. Ges., **105**: 736-750, 2 Abb., 3 Taf.; Hannover
- SCHROEDER, E., (1925): Tektonische Studien an niederhessischen Gräben. - Abh. preuß. geol. Landesamt, N F, **95**: 57-82, 2 Abb., 3 Tab.; Berlin.
- SCHUBART, W. (1955): Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. - Abh. Hess. Landesamt f. Bodenforschung, **10**: 675 S., 8 Abb., 4 Taf.; Wiesbaden.
- SCHWERDTNER, W. & OZADETZ, K. (1983): Evaporite diapirism in the Sverdrup Basin: New Insights and unsolved Problems. - Bull. Can. Petroleum Geol., **31**:27-36, Calgary.
- SPOETL, CH. (1988): Sedimentologisch fazielle Analyse tektonisierter Evaporitserien. Eine Fallstudie am Beispiel des alpinen Haselgebirges (Permoskyth, nördliche Kalkalpen. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **15**: 59-69; Innsbruck.
- STÄBLEIN, G. (1986): Zechstein Leaching and Karst Landforms in the Werra-Meißner-Area/Northern Hessen. - Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. **59**: 49-65; 1 Tab., 1 Karte; Berlin, Stuttgart.
- STÄBLEIN, G. & MÖLLER, K. (1986): Subrosionsformen im Bereich des Meißners in Nordhessen. - Geol. Jb. Hessen, **114**: 295-310, 4 Abb., 1 Tab., 1 Karte; Wiesbaden.
- STEINER, W. & SEIDEL, G. (1974): Permosiles - In: HOPPE, W. & SEIDEL G. (Hrsg.): Geologie von Thüringen: 811-827, 4 Abb.; Gotha-Leipzig (Haack).
- STILLE, H. & LOTZE, F. (1933): Geologische Übersichtskarte der Umgebung von Göttingen, 1:100.000, mit Erläut. - Hrsg. Preuß. Geol. Landesamt: 67 S., 14 Abb., 1 Karte; Göttingen/Berlin.
- SUBKOMMISSION PERM-TRIAS (1993): Beschlüsse zur Festlegung der lithostratigraphischen Grenzen Zechstein/Buntsandstein/Muschelkalk und zu Neubennungen im Unteren Buntsandstein in der Bundesrepublik Deutschland. - Nachr. Dt. Geol. Ges., **49**: 76-80; Hannover.
- TRUSHEIM, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - Z. dt. geol. Ges., **109**: 111-151, 14 Abb.; Hannover.
- TRUSHEIM, F. (1960): Mechanism of salt migration in Northern Germany. - Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull., **44**: 1519-1540; Tulsa.
- VOGT, A. (1992): Zur Geologie des Gebietes östlich von Hundelshausen (Werra-Grauwacken-Gebirge, Nord-Osthessen); Teil I Kartierbericht; Teil II Gefährdungsabschätzung im Sulfatkarst östlich von Hundelshausen (Kartierung, Hydrogeologie, Petrographie und Geophysik). - Dipl.-Arb. Univ. Marburg: 71 S., 50 Abb., 6 Tab., 7 Beil.; Marburg.
- VOIGT, E. (1962): Über Randtröge vor Schollenrändern und ihre Bedeutung im Gebiet der Mitteleuropäischen Senke und angrenzender Gebiete. - Z. dt. geol. Ges., **114**, 2: 378-418, 15 Abb.; Hannover.

- WALTHER, M. (1978): Geologie des nördlichen Hohen Meißners (TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf, Nordhessen). - Diplomarbeit Universität Göttingen, unveröffentlicht: 151 S.; Göttingen.
- WEIK, S. (1989): Geologie des nördlichen Meißner-Vorlandes, Nord-Hessen. - Diplomarbeit FU Berlin: 47 S., 7 Abb., 3 Karten; Berlin.
- WITTIG, R. (1968): Stratigraphie und Tektonik des gefalteten Paläozoikums im Unterwerra-Sattel. - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 31-67, 6 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- WITTIG, R. (1970): Rotliegend im Unterwerra-Sattel (Nordhessen). - Gött. Arb. Geol. Paläont., **5** (H. MARTIN-Festschrift): 135-144, 5 Abb.; Göttingen.
- WOLFF, P. (1982/83): Der Salzgehalt des Salzaches und die Entstehung von Erdfällen und Landsenken in der Gemarkung Witzenhausen-Wendershausen. Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Arbeiten und Berichte Nr. 2: 9 S., 4 Tab., 1 Karte.; Witzenhausen.
- WUNDERLICH, H. (1957): Tektogenese des Leinetalgrabens und seiner Randschollen. - Geol. Rdsch., **46**: 372-413, 7 Abb.; Stuttgart.
- WUNDERLICH, H. (1970): Jüngste Tektonik im Gebiet des Leinetalgrabens. - Geol. Rdsch., **63**: 78-92, 4 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- YOUSSEFI, H. (1977): Geologie des Wellingröder Plateaus bei Eschwege (Nordhessen). - Diplomarbeit FU Berlin: 48 S., 12 Abb., 2 Anl., 1 Karte; Berlin.
- ZIEGLER, P. A. (1982): Geological Atlas of Western and Central Europe. Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. - 130 S., 29 Abb., Tafelbd.; Den Haag.
- ZIEGLER, P. A. (1987): Late Cretaceous and Cenozoic intra-plate compressional deformation in the Alpine foreland - a geodynamic modell. - Tectonophysics, **137**: 389-420, 11 Abb.; Amsterdam.

### **Kartenwerk:**

amtliche geologische Karten:

Geologische Karte 1: 25 000 (GK), Blätter:

- 4624 Hedemünden (kartiert als Gradabteilungsblatt 39, Ermschwerd), Berlin 1886.  
 4625 Witzenhausen (kartiert als Gradabteilungsblatt 40, Witzenhausen), Berlin 1886.  
 4724 Großalmerode (kartiert als Gradabteilungsblatt 45, Großalmerode), Berlin 1886.  
 4725 Sooden-Allendorf (kartiert als Gradabteilungsblatt 46 Allendorf), Berlin 1886.  
 4723 Oberkaufungen, Wiesbaden 1981 (2. Aufl.).  
 4823 Melsungen, Wiesbaden 1975.  
 4925 Sontra, Wiesbaden 1987.  
 5024 Rothenburg a.d. Fulda, Wiesbaden 1974.

Geologische Übersichtskarte 1: 200 000 (GÜK), Blätter:

CC 4781 Kassel, Hannover 1979.

CC 5581 Fulda, Hannover 1988.

112 Cassel, Berlin 1919.

Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, 4. Aufl., Wiesbaden 1989.

Topographische Karten 1: 25 000 (TK):

4624 Hedemünden

4625 Witzenhausen

4724 Großalmerode

4725 Sooden-Allendorf

4723 Oberkaufungen

4823 Melsungen

4925 Sontra

5024 Rothenburg a.d. Fulda

Luftbildauswertung (ca. 1:33 000) und Steinbruchsvermessung (1:1 000) der Firma ORTH im Bereich der Kartenanlage 2.

Manuskript eingegangen am 4. Mai 2000

Anschrift des Autors:

Dr. Martin Holzapfel

Gebr. Knauf Westdeutsche Gipswerke

Postfach 10

97343 Iphofen

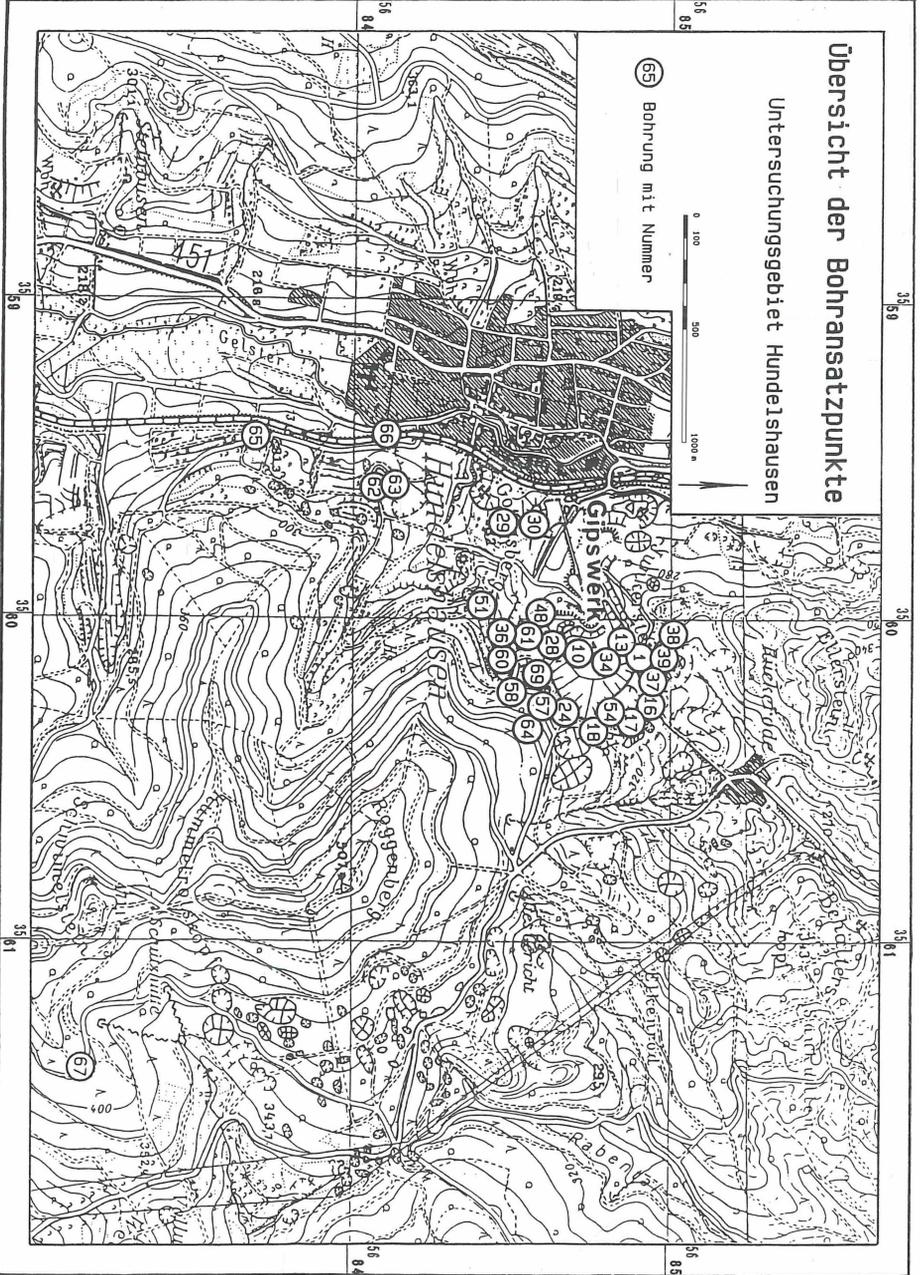
## **Anhang**

Ausgewählte Bohrerergebnisse aus dem Untersuchungsgebiet Hundelshausen.

# Übersicht der Bohransatzpunkte

## Untersuchungsgebiet Hundelshausen

65 Bohrung mit Nummer



R = Rechtswert in Gauß Krüger-Koordinaten

H= Hochwert in Gauß Krüger-Koordinaten

NN = Ansatzhöhe der Bohrung über Normal Null

ET = Endteufe der Bohrung

Die Bohrungen lagern, soweit es sich um Kernbohrungen handelt, im Kernarchiv der Firma  
GEBR. KNAUF, WESTDEUTSCHE GIPSWERKE, Postfach 10, 97343 Iphofen.

Bohrung: Hundelshausen 1

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560112 H: 5684909NN: 306,4 m ET: 40,0 m 0 m – ET Meißelbohrung

Lage: ca. 800 m südl. der Höhe Ellerstein

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1973 (nach "Bohrmeisterangaben" und chem. Analysen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 8,5 m)	8,5	?	"Überdeckung" (Gesteinsausbildung und stratigraphische Stellung nicht mehr zu ermitteln)	?
( - 19,0 m)	10,5	? so	"Ton, rot, mit Fasergips"	(?) Röt
( - 21,0 m)	2,0 m	? so	"Ton, rot"	(?) Röt
( - 40,0 m)	19,0	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, hellgrau"	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 5

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559936H: 5684819NN: 283,3 m ET: 40,0 m 0 m – ET Meißelbohrung

Lage: ca. 100 m südlich der Höhe Junkerstein

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1973 (nach "Bohrmeisterangaben" und chem. Analysen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 19,0 m)	19,0 m	?	"Überdeckung" (Gesteinsausbildung und stratigraphische Stellung nicht mehr zu ermitteln)	?
( - 23,0 m)	4,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, hellgrau", schwach kalkhaltig	
( - 32,0 m)	9,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, hellgrau"	Werra-Anhydrit
( - 40,0 m)	8,0 m	A <sub>1</sub>	"Karsthothraum"	

Bohrung: Hundelshausen 10

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560113H: 5684697NN: 267,0m ET: 21,5 m 0 m – ET: Meißelbohrung

Lage: Etwa im Zentrum des Steinbruches Fa. ORTH auf einer Steinbruchsohle

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1973 (nach "Bohrmeisterangaben" und chem. Analysen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 21,0 m)	21,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein"	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 13

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560078H:5684824 NN: 267,3 m ET: 34,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Im nördlichsten Teil des Steinbruches Firma ORTH auf einer Steinbruchsohle

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1972 (nach "Bohrmeisterangaben" und chem. Analysen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 34,0 m)	34,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, weißgrau"	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 16

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560276H: 5684918NN: 310,2 m ET: 30,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Etwa 400 m südwestlich der Domäne Rückerode

Schichtlagerung: Nicht feststellbar.

Bearbeiter: HERRMANN 1976 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 0,6 m)	0,6 m	? su'	"Tonstein, rot"	? Buntsandstein-Fließerde
( - 2,4 m)	1,8 m	? mu	"Kalkstein"	? Unt. Muschelkalk
( - 9,0 m)	6,6 m	? so	"Tonstein, rot"	? Röt
( - 30,0 m)	21,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, weißgrau"	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 17

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560316H: 5684868NN: 314,0 m ET: 43,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Etwa 400 m südwestl. der Domäne Rückerode, ca. 75 m südöstlich der Bohrung 16

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1976 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächebegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 5,5 m)	5,5 m	? su'	"Tonstein, rot"	(?) Buntsand-
( - 11,5 m)	6,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, weißgrau"	Werra-Anhydrit
( - 23,5 m)	12,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, weißgrau", karbonat-haltig	
( - 25,5 m)	2,0 m	?	"Dolomitstein, gipshaltig"	
( - 27,5 m)	2,0 m	?	"Sandstein", gipshaltig	
( - 37,0 m)	9,5 m	?	"Sulfatgestein", z.T. dolomitisch	
( - 39,0 m)	2,0 m	?	"Sandstein", dolomitisch, gipshaltig	
( - 40,5 m)	1,5 m	?	"Sulfatgestein", dolomitisch	
( - 43,0 m)	2,5 m	?	"Sulfatgestein"	

Bohrung: Hundelshausen 18

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560360H: 5684762NN: 325,4 m ET: 36,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Zwischen zwei großen Erdfällen ca. 120 m nördlich der Straße Hundelshausen-Altes Gericht

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1976 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 6,0 m)	6,0 m	?	"Überdeckung" (Gesteinsausbildung und stratigraphische Stellung nicht mehr zu ermitteln)	?
( - 36,0 m)	30,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, weißgrau"	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 24

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 560291 H: 5684640NN: 332,9 m ET: 50,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 15 m nördl. der Straße Hundelshausen - Altes Gericht

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1976 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 40,0 m)	40,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein"	Werra-Anhydrit
( - 50,0 m)	10,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, "Karbonatgestein"	

Bohrung: Hundelshausen 28

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560088H: 5684622NN: 290,3 m ET: 45,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Im südlichen Steinbruchsbereich der Firma ORTH, ca. 75 m südöstlich der Höhe 302,9 m auf einer Steinbruchsohle

Schichtlagerung: Im Steinbruch inzwischen aufgeschlossen; infolge subaquatischer Rutschungen variabel

Bearbeiter: HERRMANN 1981 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 10,0 m)	10,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, hellgrau"	Werra-Anhydrit
( - 20,0 m)	10,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, schwach Tonstein führend"	
( - 35,0 m)	15,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein", karbonathaltig	
( - 45,0 m)	10,0 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein", in den obersten Metern, karbonathaltig, dann lehm durchsetzt	

Bohrung: Hundelshausen 29

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559705H: 5684470NN: ca. 280 m ET: 234 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Auf der Höhe Gottes-Berg, 282,0 m, ca. 250 m südöstlich des Gipswerkes der Firma ORTH, Hundelshausen

Schichtlagerung: ± sölhig im Mittleren Muschelkalk, im Werra-Sulfat überwiegend 45° - 50° gegen Bohrkernachse.

Bearbeiter: HERRMANN 1984, HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 18,5 m)	18,5 m	mo1	schillföhrrender, grauer Kalkstein	Oberer Mu- schelkalk 1
( - 57,0 m)	38,5 m	mm	mergelige Kalksteine	Mittlerer Muschelkalk Zechstein + Mittlerer Muschelkalk
( - 85,0 m)	28,0 m	mm	laminiert-brekiiziertes, gelbliches Sulfatgestein ( $\delta^{34}\text{S} = 11,31 - 11,48 =$ Zechstein). Im Handstück aus dem Aufschluß am Gottesberg ca. 4m unter den mergeligen Kalksteinen entnommen: $\delta^{34}\text{S} = 19,48; 20,03 =$ Mittlerer Muschelkalk.	
( - 86,9 m)	1,9 m	?	haselgebirgsartige Brekzie aus Tonstein und Gips-"Geröllen"	? Störungsbrekzie
( - 91,0 m)	4,1	A1	Sulfatgestein, brekiiziert	Werra-Karbonat
( - 103,0 m)	12,0 m	A1	Sulfatgestein, wolkig	
( - 126,5 m)	23,0 m	A1	Sulfatgestein, faserig geschichtet, mit 45° Einfallen	
( - 128,2 m)	1,7 m	A1	Sulfatgestein, wolkig	
( - 133,1 m)	4,9 m	A1	Sulfatgestein, faserig, mit einzelnen wolkigen Abschnitten mit ca. 50° Einfallen	
( - 155,0 m)	21,9 m	A1	Sulfatgestein, faserig geschichtet, mit ca. 50° Einfallen	
( - 155,5 m)	0,5 m	?	Störungsbrekzie	
( - 172,5 m)	17,0 m	A1	Sulfatgestein, faserig laminiert	
( - 209,0 m)	36,5 m	A1	Sulfatgestein, fein laminiert	
( - 219,6 m)	10,6 m	A1	Sulfatgestein, wolkig bis fein	
( - 224,3 m)	4,7 m	A1	Sulfatgestein, fein laminiert, mit dm-großen Verfaltungen	
( - 225,0 m)	0,7 m	A1	Sulfatgestein, faserig bis wolkig	
( - 232,1 m)	7,10	A1	Sulfatgestein mit einzelnen Karbonatschlieren	
( - 234,0 m)	1,9	Ca1	Karbonatgestein,* dunkelgrau	

\* Detaillierte Ansprache und mikrofazielle Untersuchung HELDMAIER (1993).

Bohrung: Hundelshausen 30

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559707H: 5684565 NN: ~ 252 m ET: 48,0 m 0 m - 27,0 m Meißelbohrung  
27,0 m - ET Kernbohrung

Lage: Am Nordhang des Gottes-Berges, ca. 100 m nördl. der Höhe 282,0

Schichtlagerung: Variabel

Bearbeiter: HERRMANN 1984 (nach "Bohrmeisterangaben", eigenen Kernaufnahmen und chem. Analysen)

HOLZAPFEL 1992 (gekernte Teilstrecken)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 27,0 m)	27,0 m	mm	"Mergel, grau mit geringmächtigen Karbonateinlagerungen"	Mittlerer Muschelkalk
(- 30,0 m)	3,0 m	mm	Sulfatgestein mit Tonstein durchsetzt; bei 27,3m: $\delta^{34}\text{S} = 16,37 =$ Mittlerer Muschelkalk	? Mittlerer Muschelkalk
(- 32,6m)	2,6 m	? mm	Tonstein, grau, mit Sulfatgestein, haselgebirgsartig brekziiert; bei 30,7m: $\delta^{34}\text{S} = 16,46 =$ Mittlerer Muschelkalk	
(- 48,0 m)	15,4 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein; bei 35,0m: $\delta^{34}\text{S} = 14,70$ , bei 47,40m: $\delta^{34}\text{S} = 11,30 =$ Zechstein	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 34

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560120H: 5684796NN: 267,5 m ET: 35,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Im zentralen Steinbruchsbereich der Firma ORTH auf einer Steinbruchsohle

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 32,0 m)	32,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein	Werra-Anhydrit
(- 35,0 m)	3,0 m	?	? Karbonatgestein	(?) Werra-Karbonat

Bohrung: Hundelshausen 35

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560030H: 5684500NN: ~ 275 m ET: 51,0 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Ca. 100 m südlich des Gipssteinbruches der Firma ORTH in einer Ost-West verlaufenden Auslaugungssenke

Schichtlagerung: Variabel

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (nach „Bohrmeisterangaben“ und chem. Analysen) HOLZAPFEL 1993

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 16,3 m)	16,3 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, feinkristal- lin, faserig bis wolkig; bei 13,20m: $\delta^{34}\text{S} = 11,77 = \text{Zechstein}$	Werra-Anhydrit
( - 33,4 m)	17,1 m	A1	Sulfatgestein, hellgrau, fein laminiert mit dm-großen Verfaltungen; bei 22,80m: $\delta^{34}\text{S} = 11,19 = \text{Zechstein}$	Werra-Anhydrit
( - 37,4 m)	4,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, mit grauem Tonstein durchsetzt; bei 36,40m: $\delta^{34}\text{S} = 10,54 = \text{Zechstein}$	Werra-Anhydrit
( - 37,8 m)	0,4 m	?	Haselgebirgsartige Brekzie aus Tonstein, grau und "Gipsgeröllen"	Störungsbrekzie
( - 42,2 m)	4,4 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau/wolkig bis faserig	Werra-Anhydrit
( - 43,1 m)	0,9 m	?	Tonstein, gelbgrau	?
( - 48,2 m)	5,1 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau laminiert bis faserig, mit dm-großen Verfaltungen; bei 45,30m: $\delta^{34}\text{S} = 10,28 = \text{Zechstein}$	Werra-Anhydrit
( - 51,0 m)	1,8 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, wolkig bis faserig	

Bohrung: Hundelshausen 36

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560082H: 5684463NN: ~290 m ET: 57,4 m

0 - 20,0 m Meißelbohrung 20,0 m - ET Kernbohrung

Lage: An der Verbindungsstraße Hundelshausen - Altes Gericht, ca. 400 m östl. des Gottes-Berges (282,0 m)

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 8 m)	8,0 m	? su <sup>1</sup>	"Tonstein, rot"	Buntsandstein-Fließerde,
( - 20,0 m)	12,0 m	? Ca <sub>2</sub>	"Tonstein, rot, Karbonatgestein und Hohlräume"	nachgebrochen in Hauptdolomit
( - 36,5 m)	16,5 m	A <sub>1</sub>	"Sulfatgestein, hellgrau"	Werra Anhydrit
( - 44,5 m)	8,0m	A1	Sulfatgestein, wolkig, bis flaserig	Werra Anhydrit
( - 47,3 m)	10,8m	?	Tonstein, grau, haselgebirgsartig, mit Sulfatgestein und Kalkstein durchsetzt	Störungsbrekzie mit Gesteinen des Bröckelschiefers
( - 48,7 m)	1,4m	?	Tonstein, grau, mit eckigen Kanten und Bröckelschiefer	
( - 52,7 m)	4,0m	?	Brekzie aus Tonstein, grau, durchsetzt mit Bröckelschiefer	Störungsbrekzie mit Gesteinen des Bröckelschiefers
( - 53,2 m)	0,5m	?	Sulfatgestein, rot, feinkristallin, (Sekundärbildung)	
( - 53,8 m)	0,6m	?	Brekzie aus Tonstein, grau, mit Bröckelschiefer und Fasergips	dito
( - 57,4 m)	3,6m	? A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, flaserig laminiert mit Tonsteindurchsetzung	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 37

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560154H: 5684932NN: ~ 307 m ET: 60,0 m

0 - 3,50 m Meißelbohrung 3,5 m - ET Kernbohrung

Lage: Ca. 50 m nördlich des Steinbruchs ORTH, ca. 175 m westlich der Höhe Junkerstein

Schichtlagerung:

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (Meißelabschnitt nach "Bohrmeisterangaben" und Oberflächenbegehungen) HOLZAPFEL  
1994 (gekernte Teilstrecken)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 3,0 m)	3,0 m	? so	Tonstein, rot	? Röt
( - 3,5 m)	0,5 m	? so	Tonstein, graugrün	? Röt
( - 4,3 m)	0,8 m	? mm	Sulfatgestein, gelblich, mit Tonstein durchsetzt; bei 4,0m $\delta^{34}\text{S}= 11,58 =$ Zechstein -	(?)Werra-Anhydrit
( - 4,5 m)	0,2 m	? A <sub>1</sub>	Tonstein, grau und gelb, mit Fasergips	Auslaugungsrückstände
( - 4,8 m)	0,3 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, wolkig	Werra-Anhydrit
( - 5,5 m)	0,7 m	?	Brekzie aus Tonstein, rot, Sandstein, graugrün, feinkörnig und Fasergips	Störungsbereich mit Gesteinen des Röt und Werra-Anhydrits
( - 6,0 m)	0,5 m	?	Sulfatgestein, massig., dicht; bei 5,9m: $\delta^{34}\text{S}= 11,22 =$ Zechstein	
( - 11,6 m)	5,6 m	?	Brekzie aus Tonstein, grau und hellrot, Fasergips und dm-mächtigem Sulfatgestein, hellgrau, flaserig	
( - 57,0 m)	45,4 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau; bei 11,9m: $\delta^{34}\text{S}= 11,23 =$ Zechstein	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 38

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560069H: 5684993NN: ~306 m ET: 32,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 125 m östlich der Höhe Junkerstein

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (nach "Bohrmeisterangaben")

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 0,3 m)	0,3 m	h	"Mutterboden"	Quartär
( - 9,0 m)	8,7 m	mm	"Mergel, graugrün"	Mittlerer Muschelkalk
( - 13,5 m)	4,5 m	? Ca <sub>2</sub>	"Karbonatgestein"	Staßfurt-Karbonat
( - 32,0 m)	18,5 m	? Ca <sub>2</sub>	"Kalkmergel"	Staßfurt-Karbonat

Bohrung: Hundelshausen 39

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560120H: 5684954NN: ~306,5 m ET: 51,0 m

0 - 11,0m Meißelbohrung 11,0m - ET Kernbohrung

Lage: Ca. 150 m ost-südöstlich der Höhe Junkerstein

Schichtlagerung: variabel.

Bearbeiter: HERRMANN 1988 (nach "Bohrmeisterangaben", chem. Analysen und Oberflächenbegehungen)

HOLZAPFEL 1992 (gekernte Teilstrecken)

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 0,3 m)	0,3 m	h	"Mutterboden"	
( - 11,3 m)	11,0 m	so	"Tonstein, rot"	(?) Röt 3
( - 20,7 m)	9,4 m	so	Tonstein, schluffig, mit grünlich grauen und violetten Schlieren, rotbraun, ab 14,3 m örtlich violett. Von 12 bis 17 m stark mit Fasergips durchzogen.	Röt 3 Röt 3
( - 24,55)	3,85 m	so	Sandstein, feinkörnig, hellrotbraun bis graugrün. Von 23,0 m - 20,7 m Vergrößerung nach oben. Zwischen 23,0 m und 23,9 m strukturloser Schluffstein. Von 23,9 m bis 24,55 m Schluffstein, rotviolett mit Fasergips	Röt 2
( - 26,0 m)	1,45 m	so	Sulfatgestein, hellgrau, massig kristallin; bei 24,6m: $\delta^{34}\text{S} = 11,44 =$ Zechstein	? Werra- Anhydrit
( - 26,70 m)	0,7 m	A <sub>1</sub>	Haselgebirgsartige Brekzie aus Tonstein, hellgrau und hellrot und Gips-Geröllen	Störungsbrekzie
( - 51,0 m)	24,4 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, bei 28,5m: $\delta^{34}\text{S} = 12,53$	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 48

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560000H: 5684570NN: ~265 m ET: 18,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 225 m ostnordöstlich des Gottes-Berges (282,0 m)

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 3,0 m)	3,0 m	mm	Tonstein und Tonmergelstein, grauschwarz	
( - 3,6 m)	0,6 m	mm	Tonstein und Tonmergelstein, grauschwarz, sulfatgesteinsführend	Mittlerer Muschelkalk
( - 6,6 m)	3,0 m	mm	Tonstein und Tonmergelstein, grauschwarz	
( - 10,6) m	4,0 m	?	Kein Spülgut	?
( - 12,6 m)	2,0 m	? A <sub>1</sub>	Lehm und Wasser (Karstschlottenfüllung)	(?) Werra- Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 51  
 TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf  
 R: 3559961H: 5684417NN: ~ 287 m ET: 24,0 m 0 - ET Meißelbohrung  
 Lage: Ca. 275 m östlich des Gottes-Berges  
 Schichtlagerung: Nicht feststellbar  
 Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 11,0 m)	11,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit
( - 17,0 m)	6,0 m	? A <sub>1</sub>	Kein Spülgut	
( - 18,0 m)	1,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, mit To stein, rotbraun (= ? Karstschlottenfüllung)	
( - 24,0 m)	6,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	

Bohrung: Hundelshausen 54  
 TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf  
 R: 3560335H: 5684816 NN: ~ 318 m ET: 37,0 m 0 - ET Meißelbohrung  
 Lage: Am Westrand der großen Erdfallkette, ca. 400 m südlich der Domäne Rückerode  
 Schichtlagerung: Nicht feststellbar  
 Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 5,0 m)	5,0 m	su <sup>1</sup>	Tonstein, rotbraun und Sandstein, feinkörnig, rotbraun	Buntsandstein- Fließerde
( - 37,0 m)	32,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, weißgrau	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 57  
 TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf  
 R: 3560308H: 5684610NN: ~ 330 m ET: 37,0 m 0 m - ET Meißelbohrung  
 Lage: An der Verbindungsstraße "Altes Gericht - Hundelshausen", ca. 900 m NW des Roggenberges  
 Schichtlagerung: Nicht feststellbar  
 Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 7,0 m)	7,0 m	su <sup>1</sup>	Tonstein, rotbraun, Sandstein, rotbraun, feinkörnig; Tonstein, gelbgrau	Buntsandsteinschutt (bzw. -fließerde) in einer Karstschlotte
( - 37,0 m)	30,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 58  
 TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf  
 R: 3560217H: 5684491NN: ~ 315 m ET: 17,0 m 0 m - ET Meißelbohrung  
 Lage: An der Verbindungsstraße "Altes Gericht" - Hundelshausen ca. 900 m westnordwestlich des Roggenberges.  
 Schichtlagerung: Nicht feststellbar.  
 Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 17,0 m)	17,0 m	su <sup>1</sup> , ? su	Tonstein, rotbraun und Sandstein, feinkörnig, rotbraun	Buntsandstein- Fließerde und(?) anstehender Buntsandstein

Bohrung: Hundelshausen 60

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 356110 H: 5684463NN: ~ 292 m ET: 37,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 425 m östlich des Gottes-Berges an der Verbindungsstraße Hundelshausen - "Altes Gericht"

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 5,0 m)	5,0 m	su'	Tonstein, rotbraun Sandstein, feinkörnig, rotbraun	Buntsandstein-Fließerde
( - 18,5 m)	13,5 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomitstein, dunkelgrau bis bräunlich schwarz, bituminös riechend	Staßfurt-Karbonat in Stinkdolomitausbildung
( - 37,0 m)	18,5 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, weißgrau	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 61

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560030H: 5684538NN: ~ 270 m ET: 37,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 350 m östlich des Gottes-Berges

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 37,0 m)	37,0 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomitstein, dunkelgrau bis bräunlich schwarz, bituminös riechend	Staßfurt-Karbonat in Stinkdolomitausbildung

Bohrung: Hundelshausen 62

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559586H: 5684075NN: ~ 249 m ET: 16,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 500 m südlich der Ortschaft Hundelshausen

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 2,0 m)	2,0 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomitstein, dunkelgrau bis bräunlich schwarz, bituminös riechend	Staßfurt-Karbonat in Stinkdolomitausbildung
( - 16 m)	14,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit

Bohrung: Hundelshausen 63

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559590H: 5684095NN: ~ 247 m ET: 37,0 m 0 m - ET Meißelbohrung

Lage: Ca. 500 m südlich der Ortschaft Hundelshausen

Schichtlagerung: Nicht feststellbar

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 7,0 m)	7,0 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomitstein, dunkelgrau bis bräunlich schwarz, bituminös riechend	Staßfurt-Karbonat in Stinkdolomitausbildung
(- 36,0 m)	29,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit
(- 37,0 m)	1,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau mit Tonstein, rotbraun	Werra-Anhydrit mit Karstschlottenfüllung

Bohrung: Hundelshausen 64

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560335H: 5684544NN: ~ 348 m ET: 143,6 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Wenige Meter südl. eines Erdfalls, ca. 600 m östlich des Gottes-Berges (282,0 m)

Schichtlagerung: Am Bohrkern gemessenen 45° Einfallen läßt sich durch Schichtlagerungsmessung im nahen Erdfall 145° Streichen zuordnen.

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 75,0 m)	durchteuft: 75,0 m (bei 0°:53,0 m)*	suGE	Sandstein, feinkörnig, rotbraun bis graubraun, z.T. schräggeschichtet, z.T. strukturlos; z.T. horizontal ebenschichtig mit eingelagerten dünnen Tonsteinbänken	Unterer Buntsandstein, Gelnhausen- Folge
(- 94,0 m)	durchteuft 19,0 m (bei 0°:13,2 m)*	z B	Schluffstein, rotbraun, polygonal, zerbrechend, strukturlos, mit wenigen cm mächtigen, feinkörnigen, weißgrau bis hellbraunen Sandsteinbänkchen. Zwischen 92,3 und 94,0 m mittelkörniger, rotbrauner Sandstein (Basissandstein des Oberen Bröckelschiefers)-	Oberster Zechstein, Oberer Bröckelschiefer mit Basissandstein
(- 143,6)	49,6 m (bei 0°:35,2 m)*	z B <sub>1</sub>	Schluffstein, rotbraun, polygonal  zerbrechend, strukturlos, mit einzelnen dm mächtigen Einlagerungen von weißen bis hellgrauen mittelkörnigen Sandsteinen (bei Bohrtiefen 114,3 m, 117,25 m, 119,0 m, 120,6 m). Einzelne schwach kalkhaltige Dolomitknollen treten auf bei Bohrtiefe 113,7 m, 114,3 m, 119,6 m. Feine Fasergipslagen treten gehäuft ab 131,2 m auf. Zwischen 121,7 m und 123,1 m Bohrteufe ist eine Bank von graugrünem Ton eingelagert.	Unterer Bröckelschiefer, Oberster Zechstein

\*) Der in Klammern angegebene Wert entspricht der um den Fallwinkel korrigierten, wahren Mächtigkeit

Bohrung: Hundelshausen 65

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559428H: 5683708NN: 332 m ET: 84 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Ca. 850 m südlich der Ortschaft Hundelshausen, ca. 50 m östlich der aufgelassenen Bahntrasse

Großalmerode-Witzenhausen

Schichtlagerung: ± söhlig

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1992

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 28,9)	28,9	so	Tonstein, rotbraun, polyedrisch brechend, mit viel Kernverlust bis Teufe 24,0 m,	Röt 1
( - 35,3)	6,4 m	so	darunter Ton, grauweiß bis rötlich Sulfatgestein, grauweiß in Wechsellagerung, mit Tonstein, grauschwarz; bei 30,7 m: $\delta^{34}\text{S} = 26,55 = \text{Röt}$	Röt 1
( - 37,0 m)	1,7 m	so	Tonstein, grau mit Fasergips	Röt 1
( - 39,9)	2,9 m	?	Ton bis Tonstein, stark brekziiert	Störungsbrekzie
( - 43,6 m)	3,8 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, z.T. laminiert, z.T. mit subaquat. Rutschungen; bei 43,2 m: $\delta^{34}\text{S} = 11,49 = \text{Zechstein}$	Werra-Anhydrit
( - 44,8 m)	1,2 m	?	Ton, weißgrau bis rötlich-weiß, stark brekziiert, gestörter Bereich	Störungsbrekzie
( - 60,3)	15,5 m	A <sub>2</sub> T	Sulfatgestein, hellgrau, ab 48,6 m Wechsellagerung mit Tonstein, grauschwarz, und Mergeln; bei 54,08 m: $\delta^{34}\text{S} = 11,78 = \text{Zechstein}$	Wohlgesch Gipsmergel.
( - 66,3)	6,0 m	A <sub>2</sub>	Sulfatgestein, hellgrau in "chicken wire" Textur	Basalanhydrit
( - 72,2)	5,9 m	?	Ton, rotbraun mit gelben und grauen Schlieren, die untersten 20 cm Auslaugungsrückstand Kalkstein mit Hohlräumen (Rauhucke)	? Karstfüllung
( - 84,0)	11,8 m	Ca <sub>2</sub>		Staßfurt-Karbonat

Bohrung: Hundelshausen 66

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3559416H: 5684117NN: - 210 m ET: 116,4 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Ca. 200 m südl. Hundelshausen, im Gelstertal, ca. 10 m östl. der Gelster

Schichtlagerung: ± söhlig

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1993

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 6,0 m)	6,0 m	Ca <sub>2</sub> R	Dolomit, stark brekziiert, grauweiß	Staufurt-Karbonat in Rauhackenfazies
( - 24,0 m)	18,0 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomit, bräunl. schwarz, bituminös riechend	Staufurt-Karbonat in Stinkdolomitfazies
( - 40,65 m)	16,65 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, weißgrau, mit subaquat. Rutschungen, 0,75 m Tonstein, grauschwarz, brekziiert zwischen 24,45 und 25,20 m -	Werra-Anhydrit
( - 41,2 m)	0,55 m	?	Tonstein grauschwarz, brekziiert	? Störungbrekzie
( - 42,25m)	1,05 m	? T <sub>3</sub>	Ton, weißgrau bis rötlich	Grauer Salztou
( - 54,90 m)	12,65 m	A <sub>2</sub> T	Sulfatgestein, hellgrau, in Wechsellagerung mit Mergel und Tonsteinen	Wohlgesch. Gipsmergel
( - 61,40 m)	6,50 m	A <sub>2</sub>	3 m Sulfatgestein in „chicken-wire“ Textur, 0,40 m Tonstein, schwarz, mit Fasergips	Basal-Anhydrit
		A <sub>2</sub> Ca	2,10 m Sulfatgestein, hellgrau, mit Karbonat durchsetzt, Karbonat- fazies des Basalanhydrit	
( - 75,25 m)	13,85 m	Ca <sub>2</sub>	Dolomit, dunkelgrau, mit einzelnen Sulfatgesteins-Linsen	Hauptdolomit in Rauhackenfazies
( - 99,25 m)	24,00 m	Ca <sub>2</sub> St	Dolomit, bräunl.-schwarz, bituminös riechend	Hauptdolomit in Stinkdolomitfazies
( - 116,40 m)	> 17,15 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein hellgrau, die obersten 1,50 m schwach Karbonat-durchsetzt, 2,55 m schwarze Tonsteine zwischen 103,20 und 105,75 m	Werra-Anhydrit

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3561430H: 5683150NN: ~ 420 m ET: 90,00 m 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Am östlichen Abhang des Roggenberges, ca. 1 km nordwestlich der Ortslage Hilgershausen

Schichtlagerung: Am Bohrkern gemessen, ~35°, die Kartierung belegt eine Fallrichtung nach Nordost

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1993

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 28,3 m)	durchteuft 28,3 m (bei 0° 23,2 m)*	smV, s	Sandstein, grobkörnig, braunrot bis - violett schräggeschichtet	Volpriehausener Basissandstein
( - 54,9 m)	durchteuft 26,0 m (bei 0° : 21,3 m)*	suSA	Sandstein, feinkörnig, rotbraun, z.T. flaserig, z.T. ebenschichtig	Unterer Bunt- sandstein, Salmünster-Folge
( - 90,0 m)	durchteuft 35,1 m (bei 0°:28,75 m)*	suSA	Sandstein, feinkörnig, rotbraun, z.T. flaserig, z.T. ebenschichtig, darin eingelagert 50 - 70 cm mächtige (am Kern gemessen), hellweiße bis grauweiße, mürbe, feinkörnige und ebenschichtige Sandsteinbänke	Unterer Bunt- sandstein, Salmünster-Folge

\*) Der in Klammern angegebene Wert entspricht der, um den Fallwinkel korrigierten, wahren Mächtigkeit!

Bohrung: Hundelshausen 69

TK 25, Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf

R: 3560135 H: 5684550 NN: 315 m ET: 75,00 m

Schrägbohrung mit 20° Einfallen in Richtung 135° (Südost) 0 m - ET Kernbohrung

Lage: Am Südostrand des Gipssteinbruches der Firma ORTH auf der obersten Steinbruchsohle

Schichtlagerung: Variabel

Bearbeiter: HOLZAPFEL 1994

Bohrteufe	Mächtigkeit	Kürzel	Beschreibung	Stratigr. Einordnung
(0 - 34,8 m)	34,8 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit
( - 37,6 m)	2,8 m	?	Tonstein, grau und rot, mit Fasergips	(?) Braunroter Salzton
( - 50,6 m)	13,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau	Werra-Anhydrit
( - 54,6 m)	4,0 m	?	Tonstein, graugrün und rot, mit Fasergips, teilweise haselgebirgsartig brekziiert	Störungsbrekzie
( - 72,0 m)	17,4 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein, hellgrau, mit Tonstein, Hohlräumen und Karstschlottenfüllungen -	Werra-Anhydrit
( - 75,0 m)	3,0 m	?	Tonstein und Kernverlust	Störungsbrekzie
( - 78,0 m)	3,0 m	A <sub>1</sub>	Sulfatgestein hellgrau	Werra-Anhydrit
( - 78,5 m)	0,5 m	?	Ton, graugrün, plastisch	?
( - 84,0 m)	5,5 m	suGE	Sandstein, rotbraun, mittelkörnig, schräggeschichtet und	Unterer Buntsandstein, Gelnhausen Folge
( - 90,20 m)	6,2 m	zB	Tonstein, rotbraun, schluffig, in polygonale Scheiben zerbrechend	"Bröckelschiefer"