

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



Endlagerung stark
wärmeentwickelnder
radioaktiver Abfälle in tiefen
geologischen Formationen
Deutschlands

Untersuchung und Bewertung
von Salzformationen

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

**Endlagerung stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in tiefen
geologischen Formationen Deutschlands**

Untersuchung und Bewertung von Salzformationen

Projektleitung: Dr. F. Kockel, Dr. P. Krull

Sachbearbeiter:

Marina Fischer
Ursula Frisch
Dr. Wolf Heßmann
Dr. Horst Stiewe

Auftraggeber:

Bundesministerium
für Umwelt, Natur-
schutz und Reaktor-
sicherheit

Datum:

August 1995

Archiv-Nr.Hannover:

111 089

Archiv Nr. ABerlin:

2025041

Tagebuch-Nr.:

11 187

Anlagen:

4 + 1 Anhang

Abbildungen:

5

Tabellen:

16

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorwort, Auftrag, Ziele und Arbeitsabläufe	5
2 Rahmenbedingungen für die Errichtung von Endlagern wärmeentwickelnder Abfälle in Salinarstrukturen	8
2.1 Bemerkungen zu den Auswahlkriterien	11
2.1.1 Klassifizierung der Strukturtypen	11
2.1.2 Sockeltektonik und Tiefenlage der Zechsteinbasis	11
2.1.3 Alter der Salinargesteine	12
2.1.4 Strukturgröße und Morphologie	12
2.1.5 Caprock und Tiefenlage der Zechsteinoberfläche	13
2.1.6 Salzspiegel und Subrosion	13
2.1.7 Innentektonik der Salzstrukturen	14
2.1.8 Flächenbedarf in den Salzstrukturen für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes	15
2.1.9 Temperaturfeld in Norddeutschland	16
2.1.10 Erdbebengefährdung	17
2.1.11 Quartäre Rinnen und Permafrost-Problematik	18
2.1.12 Hydrogeologische Gliederung des Aquifersystems im Deckgebirge	19
2.1.13 Konkurrierende Nutzung	20
3 Das Datenmaterial	21
3.1 Das Datenmaterial in Nordwestdeutschland	21
3.2 Das Datenmaterial in Ostdeutschland	22
4 Technische Durchführung der Kartierung	23
4.1 Methodik, Geschwindigkeitsmodell	23
4.2 Durchführung und Darstellung	25
4.2.1 Nordwestdeutschland	25
4.2.2 Ostdeutschland	27
5 Die salinaren Gesteine in Norddeutschland	29
6 Grundzüge des Baues Norddeutschlands und sein Bezug zu den Salinarstrukturen	32
7 Beurteilung der Untersuchungswürdigkeit der Salzstrukturen	34
7.1 Geologisch-strukturelle Kriterien	35
7.1.1 Volumetrische Kriterien	35
7.1.2 Kriterien, die auf das Vorhandensein möglichst ungestörter Steinsalzvolumina hinweisen	35
7.1.3 Stoffliche Kriterien des Wirtsgesteins	36
7.1.4 Bewertung der Barrierefunktion des Deckgebirges	37
7.1.5 Strukturelle Komplikationen im Dachbereich	37

7.2 Anthropogene Kriterien	38
7.2.1 Nutzung des potentiellen Wirtskörpers oder seines Umfeldes als Rohstoffquelle	38
7.2.2 Nutzung der Erdoberfläche über der Struktur	38
8 Die Anwendung der Kriterien auf die untersuchten Strukturen	39
8.1 Klassifizierung nach volumetrischen Kriterien	39
8.2 Klassifizierung nach potentiell großen und möglichst ungestörten Salzvolumina	39
8.3 Klassifizierung nach Alter und Ausbildung der aufbauenden Salinare	40
8.4 Klassifizierung nach den Barriere-Funktionen des Deckgebirges	40
8.5 Klassifizierung nach strukturellen Komplikationen im Dachbereich	40
8.6 Anderweitige Nutzung des Wirtskörpers oder seines Umfeldes	41
8.7 Klassifizierung nach Oberflächennutzung	41
8.8 Klassifizierung nach Bundesländern	42
9 Schlußfolgerungen	42
10 Schriftenverzeichnis	45

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1	Wärmeleitung in Salzstrukturen am Beispiel der Strukturen Peckensen - Groß-Gerstedt - Lüge - Liesten (nach GLÄSER 1983)
Abbildung 2	Die Erdbeben-Epizentren im Zeitraum 1000-1989 in der Bundesrepublik Deutschland (LEYDECKER 1994)
Abbildung 3	Die Epizentren der bekannten Schadenbeben (Intensität >6-7) im Zeitraum 1000-1993 in der Bundesrepublik Deutschland (LEYDECKER 1994)
Abbildung 4	Vergleich der geologischen Interpretation reflexionsseismischer Profile aus den Jahren 1969 (dreifache Überdeckung) und 1989/90 (3D, migriert). Struktur TAAKEN, TK 25: 2821, C 3118
Abbildung 5	Filtercharakteristik für Lokalfeldberechnungen der Bouguer-Schwere

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1	Temperatur-Tiefenfunktion $T(z)$ für Ostdeutschland (nach GLÄSER 1983)
Tabelle 2	Bezeichnung, Zuordnung und Korrelierbarkeit der Reflexionshorizonte in Ostdeutschland
Tabelle 3	Salzstrukturen, nach Höhe der Kulmination geordnet
Tabelle 4	Salzstrukturen, nach der Größe der Dachfläche geordnet

Tabelle 5	Salzstrukturen, nach Größe der nutzbaren Fläche in ca. 700 m Tiefe geordnet
Tabelle 6	Salzstrukturen, nach möglichen Komplikationen im Innenbau geordnet
Tabelle 7	Salzstrukturen, nach der stratigraphischen Zuordnung ihrer Salinare geordnet
Tabelle 8	Salzstrukturen, geordnet nach der Qualität der Barrieren
Tabelle 9	Salzstrukturen, nach Komplikationen in den Decksedimenten geordnet
Tabelle 10	Salzstrukturen, nach der untertägigen Nutzung geordnet
Tabelle 11	Salzstrukturen, nach konkurrierender Oberflächennutzung geordnet
Tabelle 12	Salzstrukturen, nach Bundesländern geordnet
Tabelle 13	Salzstrukturen, nach Namen geordnet
Tabelle 14	Bewertung der Salzstrukturen in Norddeutschland (in alphabetischer Reihenfolge)
Tabelle 15	Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000-1989 (52° N - 55° N und 6° E - 14° E)
Tabelle 16	Erläuterungen zum Erdbebenkatalog

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1.1	Übersicht der neu untersuchten Salzstrukturen in den alten und neuen Bundesländern
Anlage 1.2	Schollengliederung des Sockels in Nordwestdeutschland
Anlage 1.3 W	Temperaturverteilung für Nordwestdeutschland in 1000 m Tiefe unter Gelände. - R. SCHELLSCHMIDT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung /Geologische Gemeinschaftsaufgaben, Hannover 1994
Anlage 1.3 E	Temperaturen in Nordostdeutschland in einer Tiefe von 1000 m u. NN (nach FÖRSTER & HURTIG, 1992)
Anhang	Einzelbeschreibungen der bearbeiteten Salzstrukturen

1 Vorwort, Auftrag, Ziele und Arbeitsabläufe

In der Bundesrepublik Deutschland wird ca. ein Drittel der öffentlichen Stromversorgung durch Kernkraftwerke gedeckt. Die Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle ist neben dem sicheren Betrieb der Kraftwerke eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung der Kernenergie. Nach dem „Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren“ (Atomgesetz) ist der Bund zuständig für die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle.

Das Entsorgungskonzept des Bundes sieht vor, alle Arten radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen endzulagern. Dabei sind für die verschiedenen Kategorien des radioaktiven Abfalls auch unterschiedliche Endlager-Wirtsgesteine vorgesehen.

Die **Schachtanlage Konrad** soll als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung dienen. Unter dieser Kategorie von Abfällen sind solche zu verstehen, die das umgebende Gestein um nicht mehr als 3° C erwärmen und die dadurch an ein Endlager bezüglich der Beurteilung der thermischen und thermomechanischen Auswirkungen keine besonderen Anforderungen stellen. Die Entscheidung über die Inbetriebnahme des ehemaligen Eisenerzbergwerkes Konrad als Endlager wird voraussichtlich Mitte der neunziger Jahre fallen. Es wird etwas 95% der Menge aller radioaktiver Abfälle aufnehmen können.

Für hochradioaktive Abfälle sieht die Bundesregierung ebenfalls eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen vor. Der zu dieser Kategorie gehörende Abfall soll am **Standort Gorleben** im Salzgestein endgelagert werden. Die untertägige Erkundung im Salzstock Gorleben begann 1986 mit dem Abteufen der Schächte. Nach deren Fertigstellung sollen die für die weiteren Erkundungsarbeiten notwendigen Grubenräume aufgefahren werden und die nachfolgenden Untersuchungen sollen klären, ob radioaktive Abfälle sicher endgelagert werden können. Nach dem gegenwärtigen Zeitplan kann das geplante Endlager Gorleben nach positivem Planfeststellungsbeschluß den Betrieb nicht vor 2008 aufnehmen.

Das Endlager für radioaktive Abfälle **Morsleben (ERAM)** in einer Salzstruktur in Sachsen-Anhalt wird auf der Grundlage der am 22. April 1986 erteilten Dauerbetriebsgenehmigung betrieben. Diese gilt aufgrund des Einigungsvertrages und nach einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 25. Juni 1992 bis zum 30. Juni 2000 fort. Es werden schwach- und mittelaktive Abfälle mit geringen Konzentrationen von Alphastrahlern endgelagert.

Unbeschadet der Fortführung des Genehmigungsverfahrens Gorleben ist 1990 in der Koalitionsvereinbarung zur 12. Legislaturperiode zwischen CDU/CSU und F.D.P. eine Erkundung möglicher weiterer Standorte für hochaktive, stark wärmeentwickelnde Abfälle vorgesehen. Das heißt, daß vorsorglich zu den bereits abgeschlossenen Forschungsarbeiten im Sedimentgestein (Konrad) und der noch laufenden Erkundung im Salz aus Gründen der Entsorgungsvorsorge die vorhandenen Kenntnisse über Salzformationen ergänzt und auch andere Gesteinsformationen zur Vervollständigung des Kenntnisstandes über potentielle Endlagerwirtsgesteine überprüft werden sollen.

Mit Erlaß vom 02.04.1992 (RS III 6 - 15700/3) beauftragte der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe eine Studie über Salzstrukturen in den alten und den neuen Bundesländern durchzuführen.

In den alten Bundesländern sollten die in den Studien "Bewertung von Salzformationen außerhalb Niedersachsens zur Errichtung von Endlagern" (BEST et al. 1982, BGR-Archiv-Nr. 92 433) und "Eignung von Salzstöcken in Niedersachsen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle" (JARITZ 1983, BGR-Archiv-Nr.94 770) als interessant und weiter untersuchungswürdig ausgewiesenen 28 Salinarstrukturen (16 Salzstöcke in Niedersachsen, 6 Salzstöcke in Schleswig-Holstein und 6 Münder-Mergel-Salinare, siehe Anl. 1.1) auf der Basis vorhandenen Datenmaterials nochmals untersucht und ihre Eignung als potentielle Deponiestandorte neu bewertet werden.

Dabei sollten die Erkenntnisse aus den o.a. Studien aus den Jahren 1982 und 1983 berücksichtigt werden, sowie alle seit 1983 neu hinzugewonnenen Basiskenntnisse (Seismik, Bohrungen) durch die Aktivitäten der deutschen Erdölindustrie sowie alle Ergebnisse des Geotektonischen Atlas von NW-Deutschland 1:100 000)

In den neuen Bundesländern sollten die 1991 in einer 1. Bearbeitungsphase mit der Studie von KRULL: "Bewertung der Salzformationen der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen für die Errichtung von Endlagern wärmeentwickelnder Abfälle" (KRULL, 1991, BGR/Aberlin-Archiv-Nr. 20 24 209) begonnenen Arbeiten in einer 2. Bearbeitungsphase fortgesetzt werden. Darin sollte das vorhandene Datenmaterial über die in der ersten Studie von November 1991 in "Kategorie 1" eingestuften 6 voraussichtlich am untersuchungswürdigsten Standorte gesammelt und ausgewertet, sowie für die in "Kategorie 2" genannten 6 Standorte die eignungsmindernden Parameter überprüft und weiter konkretisiert werden.

Die hier vorgelegte Studie stellt die Kriterien für eine Vorauswahl untersuchungswürdiger Salzstrukturen dar und beschreibt und bewertet anhand von Literatur und Archivmaterial aus geowissenschaftlicher Sicht für die Endlagerung stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle möglicherweise geeigneten Strukturen.

In den alten Bundesländern waren folgende Arbeitsschritte vorzunehmen:

- Überprüfung und gegebenenfalls Präzisierung des Kriterienkataloges für die Vorauswahl potentieller Endlagerstandorte in Salinar-Formationen
- Auswertung aller im "Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland" interpretierten Daten für die Darstellung der Salinarstrukturen
- Ergänzende bzw. revidierende strukturelle Darstellung der ausgewählten Salinarstrukturen und deren Umfeld durch neue, nach 1983 gewonnene strukturelle Daten (Seismik, Bohrungen)
- Einzelbeschreibung der in den o.a. Berichten aufgeführten 28 als "untersuchungswürdig" angesehenen Strukturen anhand von Kartendarstellungen der Dachregion im Maßstab 1:50 000 und des Umfeldes im Maßstab 1:100 000, sowie anhand von Schnitten durch die Salzkörper im Maßstab 1:50 000. Revision und Überprüfung der Angaben

über Ausdehnung, Volumen, Morphologie, Innenbau, Deckschichten und Flankenbereiche, quartäre Rinnen, konkurrierende Nutzung und Risiko-Abschätzung

- Abgleichung des Untersuchungstiefganges mit der für die neuen Bundesländer geplanten Studie
- Erstellung einer Prioritätenliste von potentiellen Standorten in Nordwestdeutschland

In den neuen Bundesländern waren unter den anderen Voraussetzungen folgende Schritte vorzunehmen:

- Beschaffung der notwendigen Hard- und Software für die Interpretation der Reflexionsseismik in Berlin
- Beschaffung der Basis-Daten (Bohrungen, seismische Sektionen, Geschwindigkeitsdaten) bei den Geologischen Landesämtern sowie den Erdöl/Erdgas- und Geophysikunternehmen
- Schaffung einer einheitlichen digitalen Datenbasis (Bohrungen und Seismik) aus dem komplexen Archivmaterial in Form von Datenspeichern für stratigraphische Bohrungsdaten, Geophon-Versenkmessungen und im Ergebnis der gesamten Arbeiten für struktureologische Flächendaten
- Einarbeitung in die komplizierte Software und erste Darstellungsversuche an einer ausgewählten Struktur (siehe Zwischenbericht KRULL, Juni 1993)
- Kartierung der ausgewählten Strukturen der Kategorie 1 und deren Umfeld (Randsenken und Nachbarstrukturen) anhand von Tiefenlinienplänen
- Einzelbeschreibung der 6 als "untersuchungswürdig" angesehenen Strukturen anhand von Kartendarstellungen ihres Umfeldes im Maßstab 1:100 000, sowie Schnitten durch die Salzkörper im Maßstab 1:50 000. Angaben über Ausdehnung, Volumen, Morphologie, Innenbau, Deckschichten und Flankenbereiche, quartäre Rinnen, konkurrierende Nutzung und Risiko-Abschätzung
- Konkretisierung der eignungsmindernden Parameter für die 6 in Kategorie 2 eingestufteten Salzstrukturen

Im Zuge der Bearbeitung der Strukturen der Kategorie 1 wurden die Salzstöcke Wredenhagen, Zechlin und Waddekath zusätzlich in die Detailuntersuchungen einbezogen. Dagegen wurde auf eine Spezialuntersuchung des Salzstockes Jahrstedt verzichtet, da er aufgrund der Tiefenlage seiner Caprock-Oberfläche für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes von vornherein ungeeignet ist.

2 Rahmenbedingungen für die Errichtung von Endlagern wärmeentwickelnder Abfälle in Salinarstrukturen

Um Vergleiche mit den vorangegangenen Studien bei der Bewertung zu ermöglichen, wurden die gleichen Auswahlkriterien verwendet, die in den Berichten BEST et al. (1982) (BGR-Archiv-Nr. 92 433), und JARITZ (1983) (BGR-Archiv-Nr. 94 770) definiert und auch im Bericht KRULL (1991) (BGR-Berlin-Archiv-Nr. 20 24 209) aufgegriffen wurden. Sie lauten für Salzstöcke und andere Salzstrukturen:

- Stratiforme Lager in Hessen, Baden-Württemberg, Thüringen und Nordrhein-Westfalen waren nicht zu berücksichtigen. Diese Salzvorkommen waren schon in den vorangegangenen Studien wegen ihrer geringen Mächtigkeit als ungeeignet verworfen worden
- Die zu untersuchenden Strukturen beschränken sich daher auf die Länder Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt
- Die Salzstrukturen im deutschen Festlandssockel der Nord- und Ostsee sollten ebenfalls nicht berücksichtigt werden, da ihre potentielle Nutzung nicht dem Stand der derzeitigen Technik entspricht
- Die zu untersuchenden Salinarstrukturen sollten vor allem für die Endlagerung "wärmeentwickelnde Abfälle" geeignet sein
- Es sollten vor allem Strukturen berücksichtigt werden, die aus Zechsteinsalzen aufgebaut sind, da die geochemische und ingenieurgeologischen Daten für andere Salinargesteinen nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen
- Es sollte bei der Auswahl ausschließlich das „Bergwerkskonzept“ der Endlagerung berücksichtigt werden. Dieses Konzept bedingt einige wichtige geologische Grenzparameter:
 - a) Begrenzung auf eine max. Gebirgstemperatur von ca. 50 °C, d.h. eine Maximaltiefe von ca. 1000 m
 - b) Existenz von Festen von 200 m im Flankenbereich, Salz-Schwebe von 300 m Mächtigkeit. Die Mindestschwebe von 300 m bedeutet bei einer maximalen Endlagertiefe von 1000 m und einer Mindestmächtigkeit der Deckschichten über dem Dach des Salzstockes, daß die Salzstockoberfläche nicht tiefer als 500 m unter Gelände liegen darf, weil sonst nur eine nutzbare Salzhöhe für das Endlagerbergwerk von <200 m übrig bleibt
 - c) Existenz eines minimalen Volumens der Endlagerungsbereiche von ca. $20 \times 10^8 \text{ m}^3$ (= 2,0 km³), innerhalb dessen ein Bergwerk zu errichten ist. Extrem schmale Salzrücken sind aufgrund des sehr kleinen Querschnitts gesondert zu betrachten.
- Die Deckgebirgsmächtigkeit über dem Salzstockdach sollte mindestens 200 m betragen, keine tiefgreifenden quartären Ausräumungszonen aufweisen und wasserstauende Horizonte enthalten

- Deckgebirge und Sockel sollten möglichst ungestört sein
- Die Struktur und ihr Umfeld sollten in einem erdbeben-inaktiven Gebiet liegen
- Konkurrierende Nutzung der Struktur und ihres näheren Umfeldes sollten berücksichtigt werden

In der Studie sollten für die Bewertung auch folgende Punkte bearbeitet werden:

- Seismizität (Entfernung zu Lokalitäten letzter historischer Beben)
- Ressourcen (z.B. Öl, Gas, Kreidevorkommen, Frischwasser)
- sonstige Nutzung (Schachtanlagen, Kavernen, geothermische Nutzung, balneologische Nutzung, Trinkwasserschutzgebiete, Natur/Landschaftsschutzgebiete, größere Verkehrsanlagen)
- eventuelle Einschränkungen (militärische Anlagen oder kerntechnische Anlagen z.B. sind nicht zu werten)

Die Vorauswahlgesichtspunkte resultieren aus der Festlegung auf das Bergwerkskonzept. Dieses hat gegenüber anderen Endlagerstrategien den Vorteil, daß es das einzige, dem heutigen Stand der Technik entsprechende Konzept ist. Dies gilt für die in den vorangegangenen Studien schwerpunktmäßig betrachteten "nichtwärmeentwickelnden" Abfallstoffe ebenso wie für die hier besonders berücksichtigten "wärmeentwickelnden" Abfälle.

Um diesen Vorauswahlkriterien zu entsprechen, wurde bei der Neubearbeitung auf die möglichst vollständige Erfassung folgender geologischer und nicht-geologischer Parameter besonderes Gewicht gelegt:

- Aussagen über den **Strukturtyp** (Diapir: d.h. primäres sedimentäres Dach durchbrochen, Salzmauer oder Teil einer solchen; Salzkissen: d.h. primäres sedimentäres Dach nicht durchbrochen oder andere Strukturtypen, z.B. stratiformes Lager, salzgefüllte Störung, salinarbeeinflusste Inversionsstruktur etc.)
- Aussagen über die **regionale tektonische Position**
- Aussagen über die **Strukturierung** des prä-salinaren **Sockels** (Tiefenlage, Zerblockung, Störungen etc.)
- Aussagen über die **strukturellen Verbindungen** zu Nachbar-Strukturen (z.B. über eine Inversionsstruktur, über eine tief liegende Kissenbrücke, über eine Sockelfuge im prä-salinaren Untergrund etc.)
- Aussagen über die am Strukturaufbau **beteiligten Salinare** (z.B. Zechstein-Salinare, Rotliegend-Salinare, Keuper-Salinare oder Oberjura-Salinare)

- Aussagen über die **Form und maximale Ausdehnung** sowie die **Vertikalerstreckung** des Salzkörpers
- Aussagen über die **maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches** in km²
- Aussagen über die **Kulmination** der Dachfläche, über die **Dachmorphologie**, über das Vorhandensein von **Scheitelstörungen** oder **Scheitelgräben** sowie über **quartäre Rinnen** oder **Subrosionssenken** im Dachbereich
- Aussagen über die **verfügbare Fläche im Horizontalschnitt** bei 300 m unter Kulmination und bei 1000 m unter Gelände
- Aussagen über **Stratigraphie und Mächtigkeiten** der die Dachfläche **überlagernden Sedimente** (die Lithologie der Decksedimente entspricht dabei den allgemeinen, bekannten Faziesentwicklungen in Norddeutschland)
- Aussagen über **Lithologie und Mächtigkeiten des Caprock**
- Aussagen über die **Innentektonik**, soweit bekannt
- Aussagen über die **Form und Entwicklung der Flankenbereiche** des Salzkörpers (z.B. das Vorhandensein von Überhängen und ihre Ausdehnung, von Kissenfüßen oder Salzkeilen bzw. Salzintrusionen in Salinarhorizonte des Nebengebirges)
- Aussagen über **Alter und Ausformung der** primären und sekundären sowie nachschubbedingten **Randsenken** (nach der Methode von TRUSHEIM 1957)
- Aussagen über den zeitlichen **Beginn der Kissenbildung** sowie **den Beginn des Diapirstadiums**
- Aussagen über den zeitlichen **Ablauf der Strukturgenese** auf der Basis von beobachteten morphologischen Ist-Daten, von Mächtigkeitsanalysen im Nebengebirge, der Überdeckung und der Abschätzung der quantitativen Auswirkungen von Abtragungsperioden etc.
- Auflistung aller **Bohrungen** im Strukturbereich und in der unmittelbaren Nachbarschaft sowie aller **Schächte, Grubengebäude, Kavernen** oder **Tagebaue**
- Aussagen über **konkurrierende Nutzung** (d.h. vor allem Nutzung von Lagerstätten oder Anlage von Deponien bzw. Kavernen etc., balneologische Nutzung)
- Aussagen über das **regionale Temperaturfeld** im Strukturbereich in einem Tiefenschnitt von 1000 m u. NN
- Aussagen über die **potentielle Erdbebengefährdung**

- Möglichst vollständige Erfassung und Auswertung von *Veröffentlichungen* und *unveröffentlichter Berichte*, die sich mit der Untersuchung und Beschreibung der Einzelstrukturen befaßt haben

2.1 Bemerkungen zu den Auswahl Gesichtspunkten

2.1.1 Klassifizierung der Strukturtypen

In die Betrachtung sind fast ausschließlich Salzstöcke oder Abschnitte von Salzmauern einbezogen worden, weil die Dachregionen der meisten Salzkissen zu tief liegen. Die flachen Salzlager und Salzkissen aus Oberjurasalinaren im westlichen Niedersachsenbecken stellen einen Sonderfall dar.

2.1.2 Sockeltektonik und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Als Sockel wird hier das Liegende der Salinarstruktur bezeichnet, dessen Oberfläche mit der Oberfläche des "nicht-chloridischen Zechstein", d.h. dem Kupferschiefer-Flöz, Werra-Karbonat, Werra-Anhydrit, Staßfurt-Karbonat und Staßfurt-Anhydrit (insgesamt allgemein ca. 50 m) identisch ist. Dieses Gesteinspaket stellt einen sehr guten seismischen Reflektor dar, der beckenweit verfolgt werden kann. Allerdings ist dieser Reflektor oft unmittelbar unter den Strukturen nicht sichtbar und kann nur dann genau rekonstruiert werden, wenn reflexionsseismische Spezialuntersuchungen (Salzstock- bzw. Salzstockflanken-Unterschießungen) vorgenommen wurden, was selten der Fall ist.

Bislang wurde das Vorhandensein von Störungen im subsalinaren Sockel unterhalb der Salzstruktur wegen der potentiell erhöhten Erdbebengefahr als Negativkriterium angesehen. Durch die neuen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß es kaum eine Salzstruktur gibt, die nicht von einer Sockelstörung unterlagert ist (siehe auch Kap. 6). An diesen Störungen vollzogen sich wiederholt Bewegungsvorgänge im Laufe des Mesozoikum und Tertiär, deren genaue Datierung nicht immer möglich ist.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Bewegungen an den Sockelfugen die halokinetischen, autonomen Salzaufstiegsbewegungen initiierten. Auf keinen Fall sollte man Störungen im präsalinaren Untergrund ohne konkrete Belege in das postsalinare Stockwerk projizieren oder umgekehrt, von Scheitelstörungen im Dachbereich von Diapiren auf Sockelstörungen schließen. In vielen Fällen hat man beobachtet, daß die Sockelstörungen sich in den sedimentären Oberbau nicht durchpausen, sondern die Bewegungen an ihnen durch das Salz abgepuffert werden. Allerdings sind besonders in Nordwestdeutschland zahlreiche Strukturen bekannt geworden, die asymmetrisch gebaut sind. Als Ursache werden unterschiedliche Bewegungen der Sockelschollen unter dem Diapir angenommen. Dies ist vor allem bei solchen Strukturen zu beobachten, die bedeutenden, mehrfach bewegten Lineamenten aufsitzen. Besonders in der Nordsee, aber auch auf dem Festland, könnten nach dem Mittelmiozän entstandene Scheitelgräben im Dach der Strukturen darauf hinweisen, daß möglicherweise noch jungtertiäre Bewegungen an den Sockelfugen stattfanden.

Häufig aber sind Scheitelstörungen lediglich halokinetisch bedingt. Infolge der Salzaufstiegsbewegungen ist das Deckgebirge einer Dehnungsbeanspruchung unterworfen. Dabei entstehen Bruchstrukturen (überwiegend Abschiebungen und Grabenbildungen) im Postsalinaren auch ohne

Störungsvorzeichnung im Subsalinar. Voraussetzung ist, daß der Salznachschub nicht durch Ablaugung am Salzspiegel kompensiert wird.

Würde man den generellen Nachweis von Sockelstörungen als entscheidendes Negativ-Kriterium ansehen, würden sehr viele untersuchte Strukturen als ungeeignet aus der Betrachtung herausfallen. Entscheidend erschien uns jedoch der Zeitpunkt, für den die letzten Bewegungen an derartigen Sockelverwerfungen nachzuweisen sind. Viele der in Anlage 1.2 dargestellten Sockelfugen haben sich seit dem Keuper bzw. seit der mittleren Oberkreide nachweislich nicht mehr bewegt. Daß derzeit und in der überschaubaren Vergangenheit Bewegungen an diesen Störungen nicht auftreten, zeigt die Karte der historisch belegten Beben in Norddeutschland (Tab. 15 und 16). Die historisch belegten Beben sind den bekannten Sockelstörungen im allgemeinen nicht zuzuordnen.

Salzstrukturen, die mehrfach bewegten großen Lineamenten aufsitzen, treten in der nordostdeutschen Salzstock-Provinz weit weniger häufig als in der nordwestdeutschen auf.

Es gilt in jedem Einzelfall zu prüfen, welche Bedeutung den beobachteten Sockelstörungen beizumessen ist. In keinem Fall sollten sie aber unter Berücksichtigung der Pufferwirkung der Salinargesteine und dem schnellen Verheilen von Rissen und Spalten im Salz in ihrer Bedeutung als Gefahrenpotential überbewertet werden.

2.1.3 Das Alter der Salinargesteine

Die in den Vorläuferstudien genannten Beschränkungen auf die Zechsteinsalze werden in der vorliegenden Bewertung nicht durchgehalten. Ein Teil der untersuchten Salzstöcke in Schleswig-Holstein und Niedersachsen werden sowohl von Zechstein- als auch von Rotliegendesalinaren aufgebaut. Auf eine Betrachtung der Doppelsalinar-Strukturen kann also nicht verzichtet werden. Auch die stratiformen Salinare des Oberjura werden in die Betrachtung einbezogen, da sie u.U. interessante Möglichkeiten bieten können. Nicht näher untersucht wurden hingegen Salzakkumulationen (stratiforme und kissenförmige Salzvorkommen) von Keupersalzen. Diese stellen jedoch, wenngleich recht tief lagernd, ein interessantes Potential dar.

Allerdings tritt bei der Berücksichtigung von Nicht-Zechstein-Salinaren ein erhöhter, bislang noch kaum überschaubarer Forschungsbedarf auf, da die petrophysikalischen Eigenschaften dieser Salinare (Verformungsverhalten, Bruchverhalten, Wärmeleitfähigkeit, geochemisches Verhalten, Dichtigkeit etc.) nicht im gleichen Umfang wie die der Zechsteinsalze untersucht worden sind.

2.1.4 Strukturgröße und Morphologie

In den alten Bundesländern sind alle in die Studie einbezogenen Strukturen hinreichend durch digitale reflexionsseismische Sektionen überdeckt und in vielen Fällen auch durch Bohrungen erkundet, sodaß die Darstellung der äußeren Morphologie im vorgegebenen Maßstab als ziemlich gesichert bezeichnet werden kann.

In den neuen Bundesländern hat der geologisch-geophysikalische Erkundungsgrad ebenfalls einen hohen Stand erreicht, die Kenntnisse über Form und Größe der Salinarstrukturen sind aber insgesamt heterogen, begründet durch die stark variierende Untersuchungsdichte und -qualität. Seit 1972 steht auch in den neuen Bundesländern moderne, digital registrierte Seismik zur Verfügung, die allerdings vornehmlich auf die Erforschung des prä-Zechstein-Stockwerkes angesetzt war, da das mesozoische Erkundungsprogramm bereits eingestellt worden war. Für die Untersuchung der steilen Salzstockflanken liefert die Seismik deshalb z.T. nur unbefriedigende Ergebnisse. Dies wird in den Einzelbeschreibungen der Strukturen berücksichtigt, unter Hinweis auf Kenntnislücken und Untersuchungsdefizite. Anders als in den alten Bundesländern wurden zusätzlich in jedem Einzelfall die Ergebnisse der hier sehr viel dichteren und genaueren gravimetrischen Vermessung zugezogen, um Aussagen über die Morphologie der Strukturen und ihres Deckgebirges zu erhalten.

2.1.5 Caprock und Tiefenlage der Zechsteinoberfläche

Als "Caprock" oder "Hutgestein" werden die oberen Teile der diskonformen (durchbrochenen) Salzstrukturen bezeichnet, die durch Salzablaugung und chemische Umwandlungsprozesse entstanden sind. Der Caprock besteht im allgemeinen aus z.T. verkarsteten und wassererfüllten Residualgipsen und Anhydriten mit Beimengungen von Tonen. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 0 m und mehreren 100 m. Die Oberfläche kann ein stark gegliedertes Relief aufweisen, je nach der Löslichkeit des zur Ablaugung zur Verfügung stehenden Ausgangsgesteins. Die Tiefenlage der Caprock-Oberfläche, die hier als Salzstock-Oberfläche bezeichnet wird, kann in der Regel recht genau aus den seismischen Profilen abgelesen werden. Im allgemeinen haben über den Salzstrukturen angesetzte Bohrungen auch die Oberfläche des Caprock erreicht.

Wesentlich weniger genau kann der "Salzspiegel" festgestellt werden, d.h. die Fläche unter dem Caprock, die den intakten Salzkörper von dem abgelaugten Teil der Salzstruktur trennt. Dieser ist nur in Bohrungen nachweisbar und geophysikalisch nicht zu orten (siehe auch Kap. 2.1.6). Gleichwohl ist der Salzspiegel die wichtigste Referenzfläche, von der ab gegen die Tiefe technische Parameter wie vertikale Schwebelage und Tiefenlage des Endlagerbergwerks berechnet werden sollten. Wenn hier trotzdem auf die Salzstockoberfläche Bezug genommen wird, dann deshalb, weil diese Fläche bei allen Strukturen relativ genau bekannt ist.

Für die Strukturen in den alten Bundesländern wird die Tiefenlage der Salzstock-Oberfläche jeweils in einem gesonderten Isobathenplan ausgewiesen. Für die Strukturen in den neuen Bundesländern ist ein Isobathenplan "Zechsteinoberfläche" entworfen worden, aus dem gleichzeitig die Amplitude der Struktur, d.h. die Tiefendifferenz zwischen Zechsteinoberfläche im Strukturumfeld und der Kulmination im Dachbereich ersichtlich wird.

2.1.6 Salzspiegel und Subrosion

Die Subrosion (Aus- und Ablaugungsprozesse) eines Salzkörpers setzt ein, sobald die Salzgesteine mit dem Grundwasser in Berührung kommen. Die subterranean Auflösungsprozesse greifen je nach hydrodynamischen Gegebenheiten in unterschiedliche Tiefen hinab. Die dabei erzeugte Subrosionsunterfläche des Salzkörpers wird bei horizontaler Lagerung als "*Salzspiegel*", bei geneigter Lagerung als "*Salzhang*" bezeichnet. Salzspiegel mit regionaler Ausdehnung treten im

Untersuchungsgebiet nicht auf. Lokale Salzspiegel sind an die Salzstockdächer gebunden. Sie liegen als Flächen mit geringem Relief in der Regel unterhalb des Hutgesteins ("*Caprock*") und nur dort, wo dieses erodiert wurde, besteht ein unmittelbarer Kontakt zum sedimentären Deckgebirge.

Bei abnehmender Grundwasserzirkulation bildet sich ein Gleichgewichtszustand der Auslaugung heraus, der bewirkt, daß sich über der Salzspiegeloberfläche konzentrierte gesättigte Salzlauge (z.B. im Gipshut) ansammelt, die eine weitere in die Tiefe greifende Auslaugung verhindert. Weiter hinzutretende Süßwässer bzw. ungesättigte Laugen kommen infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes nicht mehr mit dem Salzgestein in Berührung.

Geringfügige Reliefunterschiede des Salzspiegels (im m-Bereich) hängen mit der unterschiedlichen Löslichkeit der Salzminerale zusammen. Streichen leichter lösliche Kali-Salze, wie z.B. Carnallit, am Salzspiegel aus, kann die Subrosion partiell mehrere Dekameter tiefer reichen. Nach der Sättigungsphase erfolgt jedoch kein weiteres Eindringen in den Salzkörper.

Die Lage und Morphologie des Salzspiegels läßt sich mit den hier eingesetzten Methoden der industriellen Reflexionsseismik kaum oder nicht bestimmen. Nur Bohrungsaufschlüsse können hier Sicherheit schaffen.

Es sind jedoch auch aktive Salzspiegel bekannt, bei denen sich entweder kein natürlicher Gleichgewichtszustand einstellen konnte oder kann (abfließende Sole) oder durch anthropogene Eingriffe ein Ungleichgewicht hervorgerufen wurde.

In jedem Falle ist die Kenntnis des Auslaugungsumfanges und der Salzspiegel einer Struktur von großer Bedeutung für die Projektierung, Abteufung und Sicherheit eines Bergwerkbetriebes.

Subrosion, d.h. Ablaugung des Dachbereiches, schlägt bei der Bewertung negativ zu Buche. Es wurden deshalb aufmerksam alle Subrosionserscheinungen im Dachbereich, soweit sie erkennbar waren, registriert, auch solche, die heute unter tertiärer oder kretazischer Bedeckung liegen und wahrscheinlich inaktiv sind.

2.1.7 Innentektonik der Salzstrukturen

Die Salzformationen des Zechstein, auf 800 bis >1000 m primäre Mächtigkeit geschätzt, aber auch die Salinare des Oberrotliegend und z.T. die Salinare des Keuper und des Oberjura gerieten als massen-beweglicher, plastisch verformbarer und spezifisch relativ "leichter" Gesteinsverband durch Scherspannungen in Bewegung und hatten, zunächst über das beulenartige Salzkissenstadium in mehreren Schüben schließlich die heutige Diapirform erreicht. Dabei haben die ursprünglich flachlagernden Schichtverbände äußerst komplizierte Lagerungsformen angenommen, deren Faltenachsen aufgrund der Geometrie der Diapire jede beliebige Richtung einnehmen können. Diese Interndeformation der Salinarabfolgen ("Salztektonik" oder "Halokinese") gehorcht rheologischen Gesetzmäßigkeiten, ist also vom Fließverhalten der Salinare abhängig. Das tektonische Inventar, das aus anderen Sedimentgesteinen bekannt ist, tritt hier kaum oder nur modifiziert auf.

Durch die partiellen Zuwanderungsraten der Salzmassen werden die zunächst noch im intakten Verband lagernden jüngeren Zechsteinserien (Leine, Aller etc.) mit angehoben, was zum Zerreißen und Zerblocken ihrer mehr elastisch und nicht fließend reagierenden nicht-chloridischen Schichtglieder (Salztone, Anhydrite und Karbonate) führte. Zusätzliche Komplikationen können durch fazielle Inhomogenitäten entstehen, wie z.B. durch das Auftreten von „riffartigen“ Strukturen der Anhydritkomplexe, was zur Verstärkung der Inkompetenz bei der Deformation führt.

Durch komplizierte Spezialfaltung können die geringmächtigen Kaliflöze stark ausgedünnt und über weite Strecken tektonisch völlig unterdrückt sein, sodaß älteres Staßfurt-Steinsalz unmittelbar neben jüngerem Leine-Steinsalz liegen kann.

Das für die Anlage eines Endlagerbergwerkes in erster Linie in Frage kommende Staßfurt-Steinsalz ist oft (aber nicht immer) in einem Zentralsattel mit erheblichem Mächtigkeitsanstieg zusammengeflossen. Von großer Bedeutung für den Bau der oberen Strukturbereiche ist die Höhe des heutigen Anschnitt-Niveaus, denn mit den intensivsten Einfaltungen jüngerer, allgemein weniger reinen Salzserien ist primär an den Salzstockflanken und im Topbereich zu rechnen.

Im Detail hat jede Struktur ihr eigenes "Innenleben", das durch Tiefbohrungen allein nicht aufgeklärt werden kann, zumal deren Anzahl aufgrund des um jede Bohrung zu legenden Sicherheitspfeilers gering gehalten werden muß. Genaue Kenntnisse über den inneren Strukturbaue sind nur durch bergmännisches Auffahren von Schächten und Strecken in einem späten Erkundungsstadium zu gewinnen. Im Rahmen der hier vorgelegten Untersuchungen werden die bislang bekannten Fakten für die einzelnen Strukturen zusammengetragen und kurz kommentiert.

In den bereits für den Westteil des Untersuchungsgebietes vorliegenden Studien wurde die Abschätzung der Komplexität des Innenbaues nicht berücksichtigt. Der Grund hierfür war die geringe Kenntnis über die Salzstockmorphologie (Flankenbau, Überhänge etc.) und des Innenbaues bei unverritzten oder nur punktuell durch Bohrungen untersuchten Salzkörpern. In der vorliegenden Studie wird der Versuch unternommen, diese Kriterien, ebenso wie es für den Ostteil geschieht, mehr zu gewichten.

Der Innenaufbau von Salzstocküberhängen ist nach allen Erfahrungen im allgemeinen hochkomplex, sodaß die Anlage eines Endlagers, das ja ein besonderes Volumen möglichst reinen Steinsalzes (möglichst Staßfurt-Steinsalz Na₂) erfordert, in solchen Überhängen problematisch ist. Zudem neigen Salzstöcke mit extremen Überhängen zur Ausbildung von nur sehr schmalen Stielen in größerer Tiefe. Diese dünnstieligen, mit breiten Überhängen versehenen Salzstrukturen sind charakteristisch für stark tektonisierte Zonen, wie sie sich über bedeutenden Sockelfugen oder Lineamenten ausbilden. Die Lage der Strukturen in Bezug auf das erkannte Sockelstörungsmuster ist demnach zu beachten. Über langzeitaktiven Sockelstörungen können in den Diapirkörpern im allgemeinen verheilte, aber auch gelegentlich klaffende oder mit Laugen gefüllte Störungszonen auftreten, die negativ zu bewerten sind.

2.1.8 Flächenbedarf in den Salzstrukturen für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes

Die für den Bergwerksbetrieb genannten maximalen Gebirgstemperaturen von ca. 50°C bedeuten, daß die Einlagerungssohlen nicht tiefer als ca. 1000 m liegen dürfen. Daraus und aus der geforderten Mindestsalzschwebe von 300 m folgt, daß die Salzstock-Oberfläche über dem End-

lagerbergwerk nicht tiefer als 500 m unter Gelände liegen darf. Denn dann verbleibt unter der postulierten Salz-Mindestschwabe von 300 m nur noch eine potentiell nutzbare Bergwerkshöhe von 200 m. Die Forderung nach einem Mindestvolumen der Endlagerbereiche muß so in eine Aussage über eine in 300 m Tiefe unter Kulmination und in 1000 m unter Flur benötigte Mindestfläche übersetzt werden. Hierfür werden die in der KPE-Studie (KPE = Konsortium Planung Endlager) verwendeten Abmessungen zugrunde gelegt. Dort wurde - standortunabhängig - von einer Fläche von $900 \times 6000 \text{ m} = 5,4 \text{ km}^2$ ausgegangen. Da in jedem Salzstock mit Bereichen gerechnet werden muß, die für die Endlagerung nicht geeignet sind - z.B. Hauptanhydrit (A3), Kaliflöze (K2 und K3), Laugenvorkommen, stark tektonisierte Bereiche etc. - und zu diesen Bereichen auch angrenzende Sicherheitsfesten einzuhalten sind, scheint ein Aufschlag von wenigstens 20 % erforderlich zu sein, was im Bereich 700 m unter Gelände einer Horizontal-Fläche von $6,5 \text{ km}^2$ entspricht. Im vorgesehenen Endlager-Niveau sollte ein Horizontalschnitt bei zusätzlicher Berücksichtigung der Festen im Flankenbereich wenigstens 9 km^2 umfassen.

2.1.9 Temperaturfeld in Norddeutschland

Die in *Nordwestdeutschland* heute in 1 km Tiefe unter NN auftretenden Temperaturen sind der Anlage 1.3 W zu entnehmen, die vom Referat Geothermik der Geowissenschaftlichen Gemeinschaftsaufgaben (GGA, Hannover) zugeliefert wurde (SCHELLSCHMIDT 1994). Zur Methodik siehe SCHULZ & WERNER (1989). Das Temperaturniveau in diesem Tiefenschnitt liegt zwischen ca. 40°C und ca. 50°C , der Maximalwert bei $60,5^\circ\text{C}$. Das Niedersachsen-Becken mit der ihm zuzurechnenden Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone (= "Gifhomer Trog") weist mit $>50^\circ\text{C}$ im allgemeinen ein höheres Temperaturniveau auf als die nördlich anschließende Pompeckj-Scholle mit einem Niveau um 40°C . Allerdings treten auch hier positive Temperaturanomalien, z.B. SW Stade und bei Wilhelmshaven mit Temperaturen über 50°C auf. Dennoch steigen die Temperaturen lokal nie so stark an, daß man örtliche positive Temperaturanomalien als Negativ-Kriterium bei der Auswahl der untersuchungswürdigen Salzstrukturen in Rechnung stellen müßte.

In *Ostdeutschland* wurden seit Anfang der 60er Jahre regionale Untersuchungen zur Temperaturverteilung in größeren Tiefen durchgeführt. Die Temperaturdaten - vermessen wurden fast alle Tiefbohrungen - wurden im Zentralinstitut für Physik der Erde gesammelt und nach dem Stand der Kenntnisse korrigiert und für die Konstruktion von Temperatur-Tiefenkarten verwendet (Anl. 1.3 E). Das Temperaturniveau für die Tiefenfläche 1000 m u. NN liegt zwischen $<30^\circ\text{C}$ (auf NE-Rügen) und Werten von $>50^\circ\text{C}$ in Teilbereichen der nordostdeutschen Senke. Zum Südrand des Beckens, d.h. in Annäherung an den Mitteldeutschen Hauptabbruch werden wieder Werte $<40^\circ\text{C}$ erreicht. Auf der Scholle von Calvörde können Werte $<35^\circ\text{C}$ auftreten.

Die zusammengefaßte Temperatur-Tiefenfunktion $T(z)$ für Ostdeutschland zeigt folgende Werte (nach GLÄSER 1983):

Tabelle 1: Temperatur-Tiefenfunktion T(z) für Ostdeutschland

Tiefe in m unter Gelände	Temperaturen in °C und Streubereich	Anzahl der Messungen
500	25,2 (+/- 13)	314
1000	41,5 (+/- 14)	365
1500	57,7 (+/- 16)	188
2000	70,9 (+/- 17)	151
3000	109,0 (+/- 20)	106

Es ist seit langem bekannt, daß im Bereich von Salinarstrukturen abweichende Temperaturverhältnisse herrschen. Die höhere Wärmeleitfähigkeit des Salzes gegenüber dem Nebengestein führt dazu, daß in tieferen Strukturbereichen größere Wärmemengen relativ schnell nach oben abgeleitet werden, sich dort aber an den darüberliegenden Sedimenten stauen. Dadurch entsteht im unteren Teil des Salzstockes ein Wärmedefizit, das sich im Verlauf der Isothermen als eine Temperaturemniedrigung widerspiegelt, d.h. es kehren sich die positiven Anomalien aus den oberen Schichten in negative Anomalien in den unteren Schichten um. Die von GLÄSER (1983) ermittelten Temperaturverhältnisse auf einem Profil vom Salzstock Peckensen im W zur Struktur Lüge-Liesten im E mit unterschiedlichen Salzmächtigkeiten zeigt Abb. 1.

Nach ZIEGENHARDT et al. (1980) sind ausgesprochen große Temperaturanomalien an Salzstöcken zu erwarten, die einen breit ausgebildeten Fuß besitzen, weit aufgedrungen sind und von einem Deckgebirge mit großem Wärmewiderstand (trockener Gipschut, Braunkohle, Tone) überlagert werden.

Bei Salzkissen und Salzlagern, die nicht oder nur schwach halokinetisch deformiert wurden, wird die genannte Grenztemperatur von 50°C erst in größerer Tiefe erreicht. Endlagerungssohlen könnten daher hier noch etwas tiefer liegen als in Salzstöcken, vielleicht bis etwa 1200 m. Darunter ist, als Folge der hohen Temperaturen und wegen des mit fortschreitender Tiefe zunehmenden Gebirgsdrucks und erhöhter Fließfähigkeit des Salzes, auch hier mit schwierigen Arbeitsbedingungen zu rechnen.

2.1.10 Erdbebengefährdung

Bei der Errichtung kerntechnischer Anlagen (Kraftwerke, Wiederaufbereitungsanlagen und Endlager radioaktiver Stoffe) wird der Seismizität große Beachtung geschenkt. Sowohl die Kenntnis der seismischen Gefährdung (einschließlich historischer Beben) des vorgesehenen Objektstandortes, als auch das Wissen über die Wirkung von Erdbeben sind Voraussetzungen für eine risikoarme Standortauswahl, d.h. einer geringeren Eintrittswahrscheinlichkeit eines Bebens von bestimmter Stärke. Auf die unterschiedlichen Erdbebenarten, ihre Entstehungsursachen und den Kenntnisstand der Erdbebenaktivität in Deutschland wurde ausführlich in den Berichten von LEYDECKER & HARJES (1978), BEST et al. (1982) und KRULL (1991) hingewiesen.

Die Lage der Erdbeben-Epizentren in Deutschland und die Intensität der Beben in den vergangenen 990 Jahren sind den Darstellungen von LEYDECKER (1994) zu entnehmen (siehe Abb. 2 und 3, sowie Tab. 15 und 16). Daraus geht hervor, daß im Gegensatz zum Niederrhein-Gebiet,

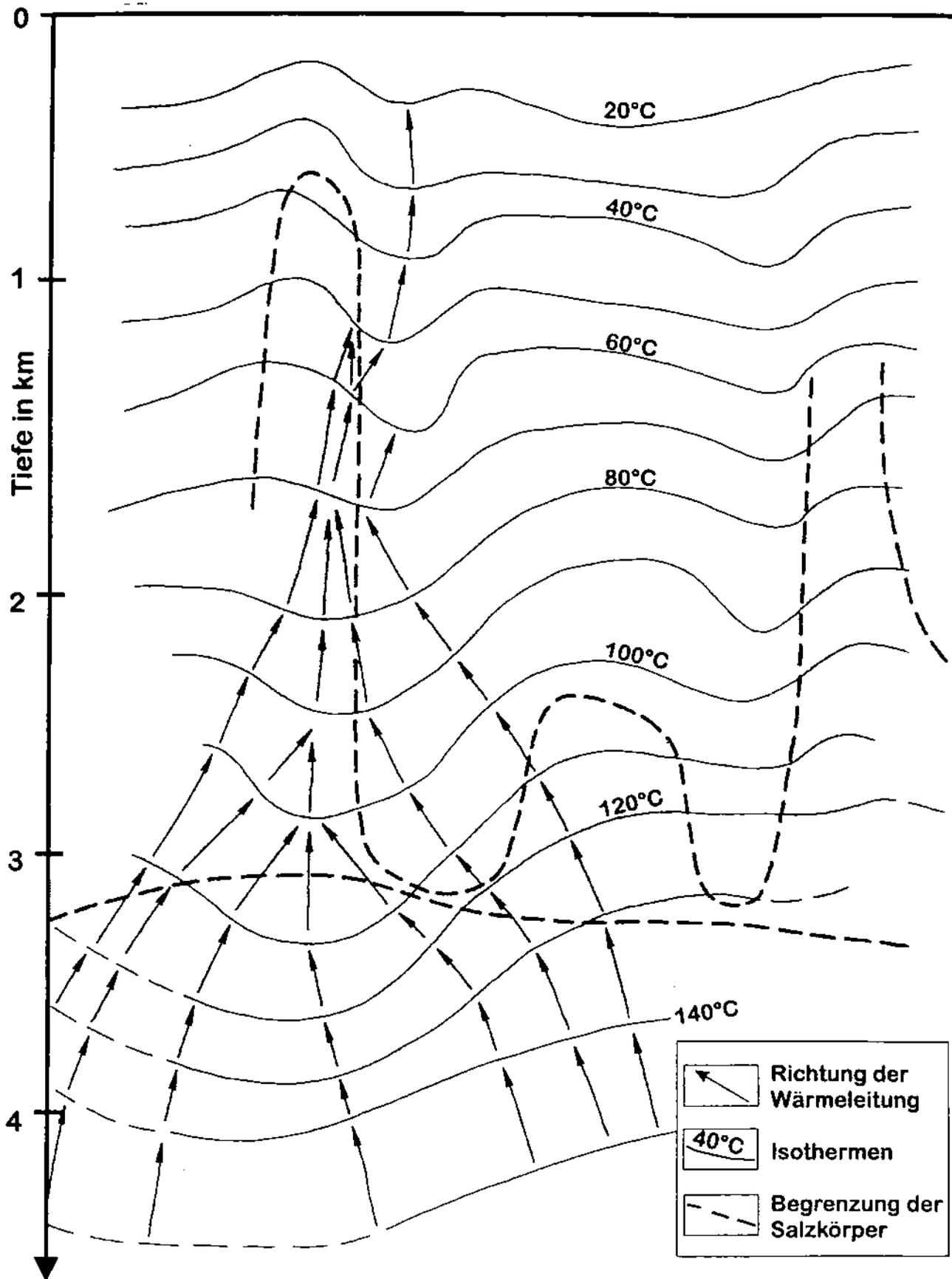
Salzstock
PeckensenStruktur
Gr. GerstedtStrukturzug
Lüge-Liesten

Abb. 1: Wärmeleitung in Salinarstrukturen am Beispiel der Strukturen Peckensen - Gr. Gerstedt - Lüge-Liesten (nach GLÄSER 1983)

Abb. 2

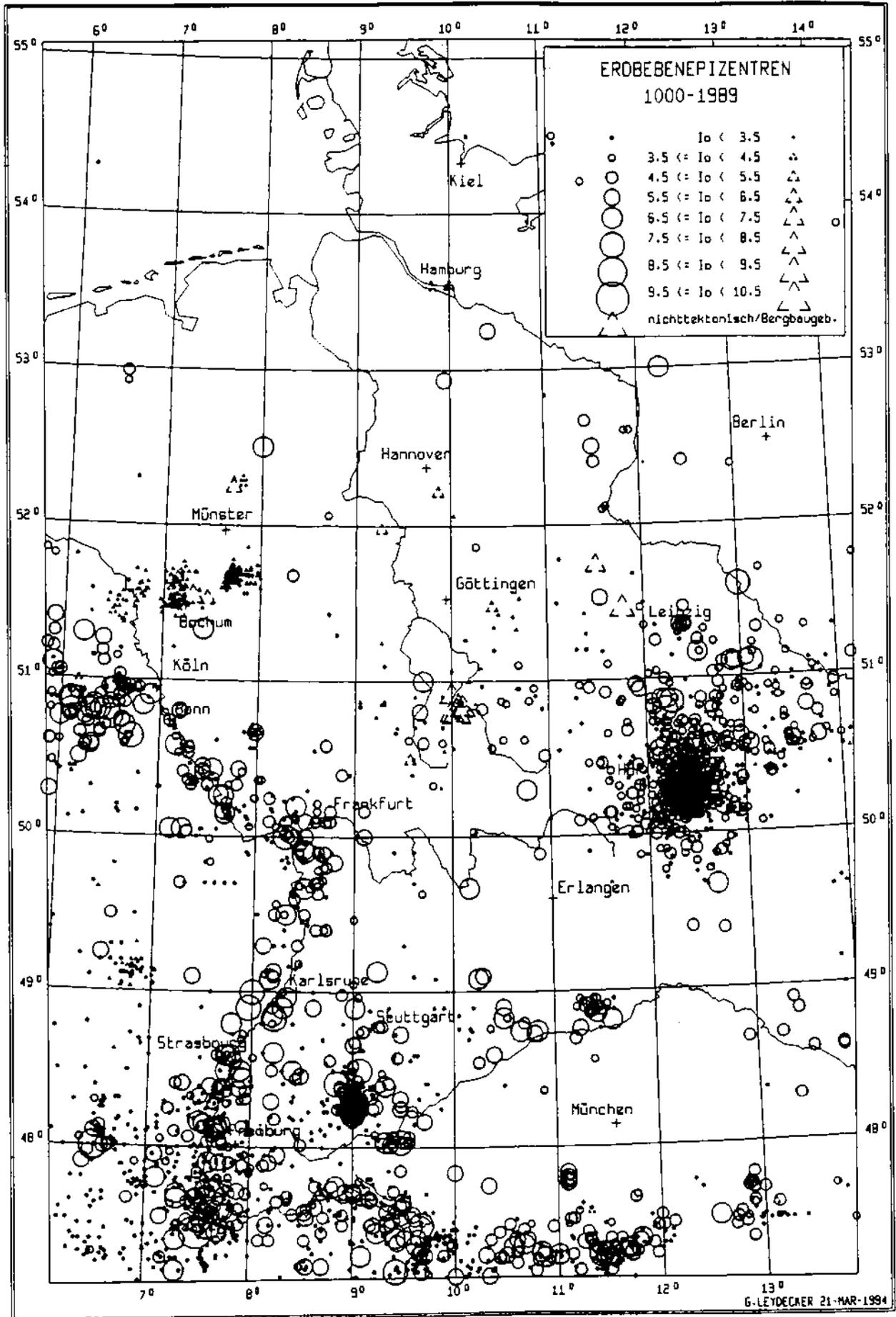
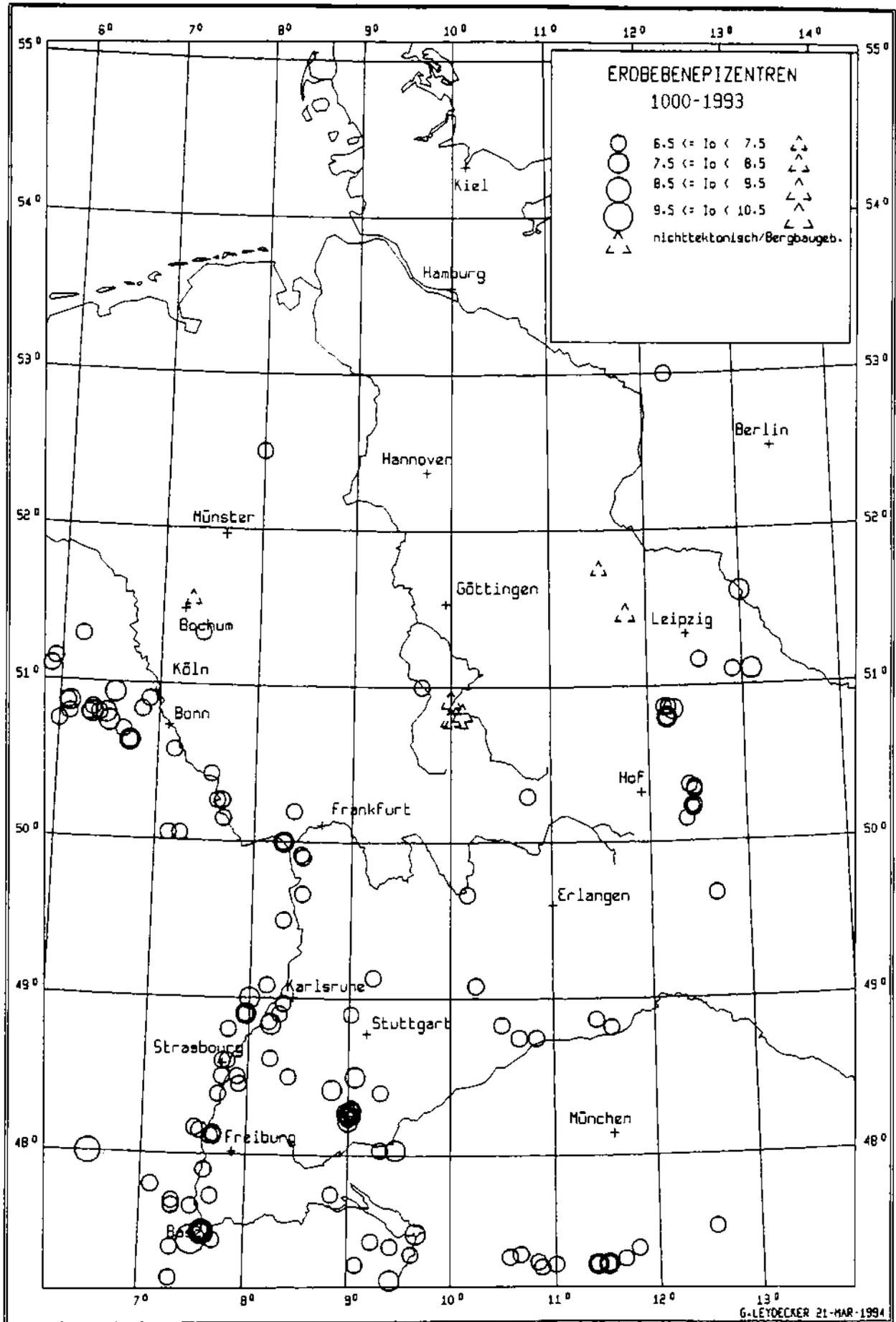


Abb. 3



dem Oberrhein-Graben und der Schwäbischen Alb sowie Sachsen die Erdbebendichte und -frequenz in Norddeutschland außerordentlich gering ist.

Allerdings kennt man auch Schadenbeben (Priegnitz 1410 und Alfhausen 1770). Dabei überwiegen in diesem Raum auch noch die Beben, die auf Einsturzereignisse (Hamburg, Alfhausen?) oder Bergbau (Ibbenbüren ?) zurückzuführen sind. Das Beben bei Salzwedel in der Altmark am 21.12.1984 mit einer Intensität von <3,0 könnte möglicherweise mit der Erdgasförderung in der Lagerstätte Salzwedel-Peckensen in Verbindung stehen (LEYDECKER im Druck). Nur in Ausnahmefällen (Soltau) kann auf Beben mit größerer Herdtiefe geschlossen werden (LEYDECKER & STEINWACHS 1980).

Damit kann Erdbebengefährdung als Negativkriterium für die Untersuchungswürdigkeit von Salzstrukturen weitgehend ausgeschlossen werden. Im übrigen wird auf die Arbeit von LEYDECKER (1980) verwiesen.

2.1.11 Quartäre Rinnen und Permafrost-Problematik

Große Aufmerksamkeit wurde - in Abweichung von den zitierten Studien aus den 80er Jahren - der Barriere-Funktion des Deckgebirges gewidmet. Eine flächenhafte Überdeckung des Caprock einer Salzstruktur mit wasserhemmenden Unterkreidetonen und einer ungestörte Decke aus Sedimenten der Oberkreide und des Alttertiär (z. B. Rupel-Tone) würde ein optimales geologisches Barriere-System darstellen. Dies ist aufgrund der für das Bergwerkskonzept geforderten geringen Tiefenlage des Caprock im allgemeinen nicht gegeben. Jedoch erscheint auch eine unverritzte und möglichst ungestörte Überdeckung allein durch die Tone des Alttertiär (Eozän, Rupel) akzeptabel.

Verschiedentlich durchschneiden jedoch quartäre Rinnen, die sich in Ausnahmefällen über 500 m in die quartären und präquartären, insbesondere die tertiären Sedimente eintiefen können, die Dachregion der Diapire und verletzen diese geologischen Barrieren.

Das Relief der Quartär-Unterfläche spiegelt die Erosions- und Exarationsprozesse sowie die bruch- und salttektonischen Bewegungen, die Einbrüche über Auslaugungen und die glazigenen Deformationen seit dem Beginn des Pleistozän wider. Die vorwiegend in der Eis-Zerfallsphase des 1. Elsterglazials hydromechanisch subglazial entstandenen Rinnen folgen in ihrem Verlauf dem radialen Spaltensystem und marginalen Querverbindungen der Eisloben, d.h. ihre Anlage und Verschüttung erfolgten rückschreitend von S nach N entsprechend dem fortschreitenden Eiszerfall.

Bei einem generellen Anstieg der Quartärbasis von N nach S weisen die meisten quartären Ausräumungszonen (QAZ) eine nordnordöstliche (untergeordnet N-S) bis nordöstliche Streichrichtung auf.

Nach EISSMANN & MÜLLER (1979) ist bei einer angenommenen Eismächtigkeit von 2000-3000 m mit Destruktionszonen bis max. 700 m zu rechnen. Die mächtigsten Rinnenprofile Ostdeutschlands wurden in SW-Mecklenburg in der Bohrung SW M 4/65 Hagenow mit 427 m (ca. 400 m u. NN) und in Brandenburg in der Bohrung Karstädt N 8/58 mit 532 m (465 m u. NN) angetroffen.

Die Erosion erfaßte unterschiedliche stratigraphische **Bereiche**. Während zumeist nur das **jüngste Tertiär** (Miozän) angekratzt wurde, reicht die Erosion lokal z.T. bis in das Prätertiär (QAZ Jerichow-Wittstock). Die Rinnenfüllung besteht überwiegend aus **Schmelzwasser-** und **Beckensedimenten** und nur untergeordnet aus Geschiebemergeln.

Den Rinnen stehen nach v. BÜLOW (1967) Hochflächen und reliefarme Flächen in Tiefenlagen zwischen 0 und 100 m u. NN gegenüber.

Die Ortung derartiger quartärer Rinnen ist nicht immer einfach und erfordert z.T. spezielle geophysikalische Verfahren (Geoelektrik, Flachseismik). Dennoch ist es gelungen, einige der Rinnen auch im Bild der kommerziellen Reflexionsseismik - ausgelegt für die viel tiefergreifende Kohlenwasserstoff-Prospektion - zu erkennen und auszukartieren. In Ostdeutschland wurden daneben noch spezielle, engständige Gravimeter-Messungen herangezogen. Das sicherste Mittel, um quartäre Rinnen zu orten, ist jedoch ein dichtes Netz von wenig tiefen Bohrungen, wie es sich bei der großflächigen Prospektion auf Grundwasser ergibt (Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung in Nordwestdeutschland und vergleichbare Projekte in Ostdeutschland) (KUSTER & MEYER 1979).

Die Wirksamkeit der Salinarstrukturen während des Quartär war sehr unterschiedlich und muß in jedem Einzelfall genau untersucht werden.

An einigen Strukturen kam es offensichtlich während des jüngeren Tertiär und älteren Pleistozän zu starken Subrosionserscheinungen und damit verbundenen Einsenkungen. Dies führte teils zur Bildung isolierter Subrosionssenken (vermutlich Struktur Kraak) bzw. zu zusätzlichen Vertiefungen des Rinnenniveaus (z.B. Salzstock Demmin und eventuell Schönwalde).

Das Aufreißen von klaffenden Brüchen im höheren Teil von Salzkörpern als Folge der Einwirkung des Permafrostes während des Pleistozän und ihre spätere Verfüllung mit pleistozänem Lockermaterial ist von BAUER (1992) nachgewiesen worden. Mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln war dieses Phänomen nicht nachzuweisen. Doch kann man davon ausgehen, daß die Salzstock-Dachlagen bis in eine Tiefe von 400 m unter der Quartärbasis durchaus solchen Permafrost-Beanspruchungen ausgesetzt gewesen sein könnten. Wir haben dieses Kriterium wegen unzureichender Datenbasis nicht in unsere Betrachtungen einbezogen, möchten aber auf diese negative Tatsache aufmerksam machen (vgl. auch DUPHORN 1986).

2.1.12 Hydrogeologische Gliederung des Aquifersystems im Deckgebirge

Eine für das gesamte Verbreitungsgebiet der zu bewertenden Salzstrukturen gültige hydrogeologische Stockwerksgliederung kann aufgrund der Heterogenität der Decksedimente nicht vorgenommen werden. Sie ist für jeden Strukturbereich gesondert zu betrachten. Hier soll lediglich eine prinzipielle Grobgliederung gegeben werden.

Die Tone des Rupel, eine küstenferne, tonig-schluffige Beckenfazies des Mitteloligozän (Alttertiär), gelten allgemein als die nichtleitende Basis des süßen Grundwasserstockwerks. In ihrem regionalen Verbreitungsgebiet liegt die Salz/Süßwassergrenze in der Regel an der Oberkante der Rupeltone. Im Falle einer tonig-schluffigen Ausbildung des tiefen Oberoligozän (in

SW-Mecklenburg die Plater Schichten) oder des mittleren Oberoligozän (Sülsdorfer Schichten in SW-Mecklenburg, W-Brandenburg und der Altmark) kann sie auch darüber liegen.

Die tieferen Grundwasserstockwerke (Rhät bis Paläogen, Mittlerer Keuper, Buntsandstein etc.) enthalten Salzwasser bzw. -lösungen mit Gesamtkonzentrationen von 1 bis weit über 300 g/l.

Bei ausreichender Mächtigkeit und lückenloser Verbreitung bildet der Rupelton eine zuverlässige hydrogeologische Barriere und schützt die neogenen und pleistozänen Grundwasserleiter vor Versalzung durch aufsteigende mineralisierte Tiefenwässer.

In umgekehrter Richtung minimieren oder unterbinden diese Grundwasserhemmer, wo sie über den Salzstockdächern noch unverritzelt vorhanden sind, den Fortgang der Subrosion der Salzstockfirsten.

Im jüngeren Tertiär folgen über diesen basalen Grundwasserhemmern weitere Grundwasserleiter und Grundwasserhemmer. Von besonderer Bedeutung ist der sogenannte "Hamburger Ton" des Hemmoorium (Untermiozän) (= Untere Mallißer Schichten), ebenfalls ein wichtiger Grundwasserhemmer.

Bei den quartären Abfolgen ist aufgrund der Akkumulationsbedingungen eine entsprechende Schematisierung nur sehr bedingt möglich. Prinzipiell können die glazifluvialen und glazilimnischen Sande der Elster-, Saale- und Weichselkaltzeiten als weitere Grundwasserleiter angesehen werden. Die tonig-schluffigen Ablagerungen der Warmzeiten (Interglaziale) sowie die glazigenen Bildungen der Kaltzeiten (Grundmoränen, Geschiebemergel etc.) bilden dagegen Grundwasserhemmer und -nichtleiter.

Entscheidend für die konkrete Objektsituation ist der Grad der Intaktheit dieser Regime. So können über hoch aufragenden Salinarstrukturen die verschiedenen Grundwasserleiter und -stauer teilweise oder völlig fehlen, sei es primär oder durch spätere Abtragung. Auch quartäre Rinnen können sich - wie bereits ausgeführt - tief in das Deckgebirge einschneiden und so eine hydraulische Verbindung zwischen dem Salzwasser- und dem Süßwasserstockwerk geschaffen haben. Über solchen "Erosionsfenstern", die ungünstigstenfalls auch in jüngeren quartären Bildungen auftreten, besteht gegebenenfalls hydraulische Verbindung zwischen den höheren, nicht versalzten und mit der Biosphäre in Kontakt stehenden Grundwasserleitern und möglicherweise bis zu den Oberflächenwässern.

2.1.13 Konkurrierende Nutzung

Unter konkurrierender Nutzung werden hier sowohl die untertägige Nutzung des Salzstockes als auch die Nutzung des Geländes über dem Salzstock verstanden, die der Anlage eines Endlagerbergwerkes entgegenstehen bzw. eine Interessenabwägung erforderlich machen.

Untertägige konkurrierende Nutzungen sind z.B. fördernde oder stillgelegte Bergbaubetriebe oder Kavernenfelder. Auch Kohlenwasserstofflagerstätten an den Flanken bzw. im Liegenden eines Salzstockes sind zu berücksichtigen. Zum einen können sich rechtliche Probleme mit den Nutzern dieser Lagerstätten ergeben, zum anderen können durch Setzungsvorgänge bei der För-

derung erdbebenartige Erschütterungen ausgelöst werden (Beben von Salzwedel, LEYDECKER, im Druck), die ein abzuwägendes Risiko darstellen.

In der hier vorgelegten Betrachtung werden auch die bekannten geplanten Vorhaben für anderweitige Nutzungen aufgeführt.

Bergrechtliche Mutungen und Gerechtsame, also Abbau-Optionen, die für die Strukturen und für das Gelände über ihnen gewährt wurden, sind hier nicht in Betracht gezogen worden. Dieser Bereich untersteht der Fachaufsicht der zuständigen Bergämter.

Die Nutzung des Geländes über einem Salzstock schließt neben der Land- und Forstwirtschaft militärische Übungsgebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Siedlungsräume, größere Industriebauten und Verkehrswege ein. Allerdings sind diese in der Beschreibung der Einzelstrukturen mit aufgeführten Nutzungen nicht kohärent erfasst worden, weil die Angaben z.T. nur unvollständig vorlagen und auch von Bundesland zu Bundesland in ihrer Qualität variieren können. Zuständig für diese Angaben sind die jeweiligen Landesplanungsbehörden.

Als weiterer Gesichtspunkt der "Oberflächennutzung" ist die Bedeckung der Strukturen durch Wasser zu berücksichtigen, denn die Errichtung eines Endlagers in Salzstöcken unter dem Wattenmeer oder unter einem großen Binnengewässer ist nicht zu vertreten. Deshalb wurde keine der zahlreichen gut untersuchten Salinarstrukturen unter dem deutschen Festlandsockel oder in der Drei-Meilen-Zone in die Betrachtung einbezogen.

3 Das Datenmaterial

Das geologische und geophysikalische Datenmaterial, auf das sich die vorliegende Studie stützt, ist von sehr unterschiedlicher Qualität und Dichte. Es muß zwischen Nordwestdeutschland und Ostdeutschland unterschieden werden.

3.1 Das Datenmaterial in Nordwestdeutschland

In Nordwestdeutschland stützt sich die Studie im wesentlichen auf die reflexionsseismischen Messungen, die im Auftrage der deutschen Erdölindustrie durchgeführt wurden, auf die Bohrprotokolle der Tiefbohrungen zur Exploration von Kohlenwasserstoffen, Schwefel, Eisenerz, Salz und Grundwasser, sowie auf Forschungsbohrungen. Hinzu kommen die bereits in den Jahren 1978-1985 erfolgten Strukturkartierungen im Rahmen des "Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland im Maßstab 1:100 000" (siehe KOCKEL 1985) (BGR-Archiv-Nr.98 866) und dessen Teilberichte (siehe Schriftenverzeichnis), die Untersuchungen im Rahmen des Salznutzungsplanes 1974-1979 (KOCKEL 1979) (BGR-Archiv-Nr.83 182), die Studie über die Lagerung tertiärer Horizonte in Nordwestdeutschland (FRISCH & KOCKEL 1993) (BGR-Archiv-Nr. 110 084), die Studie über Genese und Migration von Erdölen im Niedersächsischen Becken (BINOT et al.1988 und 1989) (BGR-Archiv-Nr. 103 853 und 106 255) und die Studie über die Paläogeographie des Oberjura im Niedersachsen-Becken (DULCE et al. 1993) (BGR-Archiv-Nr.110 820).

Es zeigte sich bei der Überprüfung der Salzstöcke in Niedersachsen (16 Strukturen) und Schleswig-Holstein (6 Strukturen), daß nach der Erstkartierung im Rahmen der Arbeiten am "Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland", die in den Jahren 1980 bis 1985 durchgeführt wurden, durch die weiterführende Explorationstätigkeit der in Deutschland operierenden Erdgas-Firmen in allen Fällen umfangreiches und sehr verbessertes Basismaterial (Seismik und Bohrungen) neu zur Verfügung stand. Dieses Material war bei der Erstkartierung ebensowenig wie bei den ersten Standorteignungsstudien bekannt.

Neben 2D-seismischen Messungen konnte nun z.T. auch in Einzelfällen auf die qualitativ sehr viel bessere 3D-Seismik zurückgegriffen werden, sowie auf Vibroseis-Messungen in dicht besiedelten Stadtgebieten, z.B. im Raum Bremen. Auch wurden im Zuge der Exploration zahlreiche neue Bohrungen niedergebracht, die neu zu gliedern waren und in das vorhandene Netz seismischer Messungen eingefügt werden mußten.

Insgesamt wurden 1.500 Profilkilometer neue Reflexionsseismik ausgewertet und 35 neue Tiefbohrungen (ab 1983) berücksichtigt.

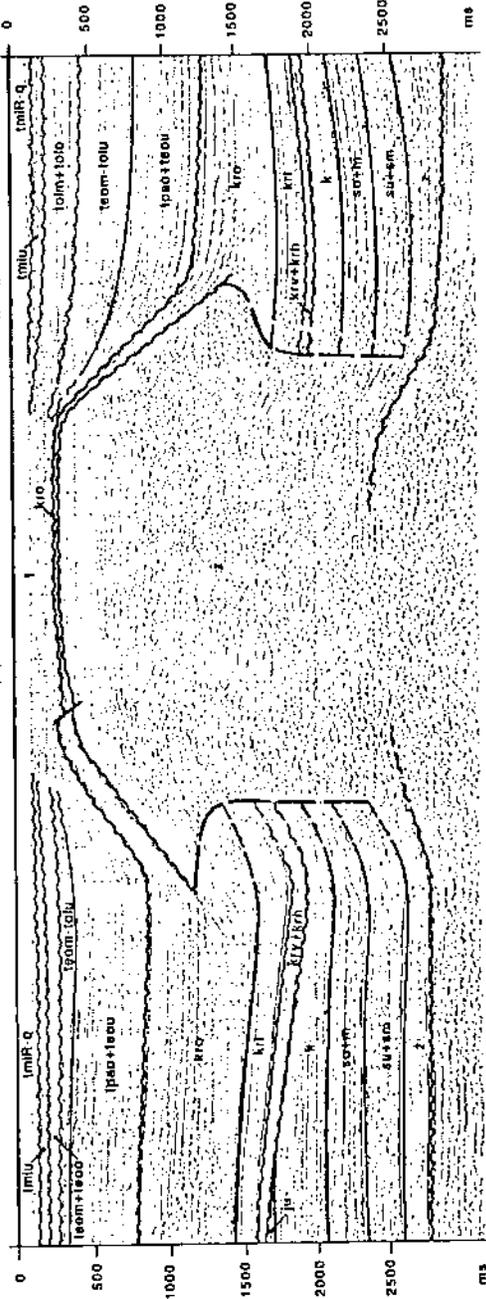
Dieses umfangreiche neue Datenmaterial sowie in den vergangenen 10 Jahren neu gewonnene grundsätzliche Erkenntnisse über den Bau und das Bewegungsmuster der Strukturen in Nordwestdeutschland (z.B. Beeinflussung der Salzstockmorphologie durch die santonen kompressiven Inversionsvorgänge, die Erkenntnis des Auftretens von Zechstein-Salzkeilen im Nebengebirge etc.) führte in den meisten Fällen zu neuen und z. T. abweichenden Erkenntnissen über die Salzstockmorphologie und damit auch zu einer neuen Bewertung ihrer Eignung. Die moderne, hochauflösende Reflexionsseismik ermöglichte darüber hinaus eine Präzisierung der Morphologie der Salzstockflanken unter den meist großen Überhängen (Abb. 4). Die Salzkörper unterhalb der Überhänge sind im allgemeinen wesentlich schmaler als bislang angenommen. Diese Befunde konnten in Einzelfällen durch moderne Tiefbohrungen abgesichert werden, die im zentralen Teil des Salzkörpers angesetzt waren und in der Tiefe wieder in das Nebengebirge gerieten.

Die hochauflösende Reflexionsseismik ermöglichte es auch in Einzelfällen, quartäre Rinnen zu erkennen und ihren Verlauf zu kartieren. Allerdings wurde diese Kartierung aus Kapazitätsgründen nicht flächenhaft durchgeführt und beschränkt sich vorwiegend auf die Salzstockbereiche und ihre unmittelbare Umgebung.

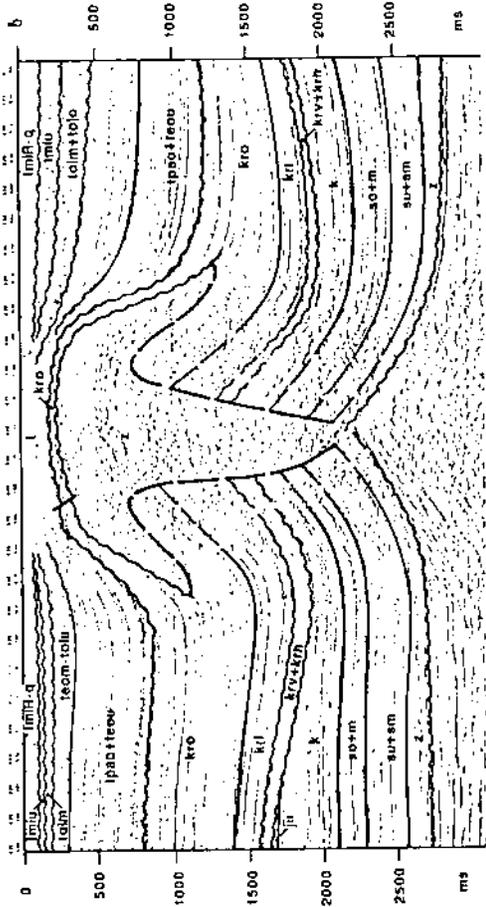
Im Gegensatz zu den erneut untersuchten Salzstöcken in Niedersachsen und Schleswig-Holstein wurden im Bereich der innerhalb des zentralen Niedersachsen-Beckens gelegenen Münders-Mergel-Salzkissen (6 Strukturen) keine neuen, über die Ausarbeitungen in den oben angeführten Studien hinausgehenden geologischen und geophysikalischen Daten beigebracht.

3.2 Das Datenmaterial in Ostdeutschland

Ausgewertet wurden alle Bohrungen, die das Quartär durchteuften oder zumindest wesentliche Teile des Quartär aufgeschlossen haben. Von wesentlicher Bedeutung sind die Tiefbohrergebnisse der Erdöl-Erdgas-Industrie, sowie Forschungsbohrungen und Erkundungsbohrungen für Eisenerz (Prignitz), Kali (Scholle von Calvörde), Geothermie und Untergrund-Speichervorhaben, die allein gesicherte Angaben über den tiefen Untergrund liefern. Die meisten Bohrkarten sind im



Reflexionsseismik TAAKEN 1969, Profil 55 (3 lach-Überdeckung, SEISMOS-GmbH), Archiv-Nr. BGR 2592
 (Horizontalmassstab 1:15 625, Zeitmaßstab 10cm = 1s, verkleinert)



Reflexionsseismik ROTENBURG - TAAKEN 3D 1989/90, Profil 620 NS (3D FD-Migration, PRAKLA-SEISMOS),
 Archiv-Nr. BGR 107 559 (Horizontalmassstab 1:25 000, Zeitmaßstab 10cm = 1s, verkleinert)

Vergleich der geologischen Interpretation reflexionsseismischer Profile aus den Jahren 1969 (dreifache Überdeckung) und 1989/90 (3D, migriert). Struktur TAAKEN, TK 25 Blatt 2831.

Archiv der BGR-Außenstelle Berlin archiviert, zu einem geringeren Teil wurden sie von den Geologischen Landesämtern der neuen Bundesländern entliehen.

Für jedes Untersuchungsgebiet wurde eine rechnergestützte Bohrdatei angelegt, die alle verfügbaren Bohrungen enthält, die das Quartär durchteuften oder mindestens in einer Mächtigkeit von 75 m erschlossen.

Ausgegangen wurde von einem Datenspeicher Geologischer Grunddaten (GGA) für das Gebiet der ehemaligen DDR, die die sogenannten "Kopfdaten" (Name, Nummer, Jahr, Hoch- und Rechtswert, TK25-Nr., Höhe ü. NN, Bohrlochabweichung und erreichte Tiefe) enthält. Die stratigraphischen Angaben wurden so detailliert wie möglich nach der Maske der Niedersächsischen Bohrdatei mit Hilfe des "Symbolschlüssels Geologie" (Hannover, 1991) nach der jeweils letzten zugänglichen Bohrungsbearbeitung umgesetzt und ergänzt, was den Anforderungen dieser Analyse an die Genauigkeit entsprach.

Auch die Festlegung der Quartärbasis war in den Bohrungen im allgemeinen ausreichend (Ausnahme: Bohrungen mit geringer Endtiefe, bei denen ein Verdacht auf glazial verschleppte Tertiärschollen nicht ausgeschlossen werden kann). Ergänzt wurde die Bohrdatei durch Angaben aus der bestehenden Datei HYRA, in denen die hydrogeologischen Bohrungen gespeichert sind.

Darüber hinaus wurden alle Berichte und Angaben über die Salzstöcke und ihr Umfeld, soweit sie in den Archiven zugänglich waren, genutzt.

Aus den verschiedenen geophysikalischen Untersuchungsprogrammen der Erdöl- und Erdgaserkundung wurden vor allem die digital registrierten seismischen Messungen für die strukturgeologischen Untersuchungen herangezogen. Auf die analog registrierten seismischen Messungen wurde wegen der schlechten Qualität weitgehend verzichtet.

Als Ergänzung der seismischen Unterlagen wurden gravimetrische Ergebnisse insbesondere für Fragestellungen der Salzstockkonfiguration und quartärer Rinnensysteme herangezogen. Grundlage dafür waren Karten der Bouguerschwere im Maßstab 1:50 000, die auf einer generellen gravimetrischen Aufnahme in einem Punktabstand von 200 - 500 m basieren. In den Untersuchungsgebieten wurden diese Karten digitalisiert, auf ein einheitliches Gitter gebracht und spezielle Filteroperationen zur Verdeutlichung der interessierenden Anteile des Schwerefeldes vorgenommen.

4 Technische Durchführung der Kartierung

4.1 Methodik, Geschwindigkeitsmodell

Die Arbeiten für die erste Bewertung der Salinarstrukturen in den *alten Bundesländern* liegen mehr als 10 Jahre zurück. Zusätzliche Erkenntnisse wurden durch die Erarbeitung des "Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland" gewonnen (KOCKEL et al. 1985). Die im Rahmen der vorliegenden Studie vorgenommene intensive Überarbeitung aller Strukturen durch Einbindung weiterer, neuer Bohr- und geophysikalischer Ergebnisse hat den Kenntnisstand weiter verbessert. So sind die hier vorgelegten Resultate mit denen aus den neuen Bundesländern durchaus vergleichbar und für eine einheitliche Gesamtbetrachtung geeignet.

Die Kartierung der Dachmorphologie, der Flanken und des Umfeldes der Salinarstrukturen erfolgte gleichermaßen auf der Basis der geologischen und geophysikalischen Rohdaten über eine Tiefenwandlung der Registrierzeiten der seismischen Wellen (für methodische Einzelheiten wird auf KOCKEL et al., 1985, verwiesen).

Für die Bearbeitung in den alten Bundesländern wurden die erforderlichen Rechenoperationen, die auf der Basis der abgelesenen Laufzeiten und des bestehenden Geschwindigkeitsmodells (JARITZ et al. 1979, 1991) zur Zeit-Tiefenwandlung führten, mit einem Apple PC und einem selbst entworfenen Rechenprogramm ausgeführt. Die gewonnenen Daten wurden per Hand auf Schußlinienpläne 1:25 000 übertragen und die Tiefenlinienkonturierung ebenfalls konventionell per Hand durchgeführt. Seitliche Migration wurde nach der Tangentenmethode zur Konstruktion der Profilschnitte angewendet.

In den *neuen Bundesländern* konnten modernere rechentechnische Hilfsmittel einschließlich Software eingesetzt werden. Die volle Ausschöpfung der damit angebotenen Bearbeitungs- und Darstellungsmöglichkeiten erfordert zwar einerseits den zeitaufwendigen Aufbau der verschiedensten Datenspeicher bietet aber andererseits die zukunftsorientierte Möglichkeit der schnellen Laufendhaltung und anderweitigen Nutzung der erzielten Ergebnisse (siehe Kap. 9).

Auch in den neuen Bundesländern war Grundlage für die Zeit-Tiefenwandlung der Zeitschnitte bzw. Isochronenpläne der regionale Geschwindigkeitsansatz für Nordwestdeutschland (JARITZ et al. 1979, 1991). Diesem Ansatz liegt eine lineare Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe zugrunde, charakterisiert durch den Gradienten dieser Geschwindigkeitsfunktion und einer ortsvariablen Anfangsgeschwindigkeit.

Bei der Konstruktion der Anfangsgeschwindigkeitskarten wurden sowohl die Ergebnisse vorliegender regionaler Geschwindigkeitszusammenfassungen in Form eines kombinierten Geschwindigkeitsansatzes (REINHARDT 1968) als auch die Ergebnisse der im jeweiligen Blattschnitt liegenden bohrlochseismisch vermessenen Bohrungen berücksichtigt.

Für die einzelnen Untersuchungsgebiete erfolgte dabei eine Aufbereitung und Umsetzung der Ergebnisse bohrlochseismischer Messungen und Vertikalprofilierungen in einem Datenspeicher mit der im NLFb üblichen Datenstruktur für Geophonversenkmessungen.

Ein besonderer Aspekt der Bearbeitung ergab sich bei solchen Strukturen, deren Umfeld über die Grenzen der neuen Bundesländer nach W reicht. Erstmals wurden hier Ergebnisse aus den alten und den neuen Ländern in eine zusammengefaßte Untersuchung einbezogen und damit gleichzeitig der Anschluß an den "Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland" hergestellt. Diese Anpassung konnte nur auf der Basis der Reflexionszeiten ausgewählter Horizonte und ihrer Umsetzung in Tiefen über einen einheitlichen Geschwindigkeitsansatz seismischer Wellen erfolgen. Deshalb waren die seismischen Profilergebnisse in Form der CDP-Zeitschnitte und daraus abgeleiteten Lotzeit-Karten von Reflexionshorizonten Ausgangspunkt der Interpretationsarbeiten.

Der Aufbau der Bohrungsdatei und die Recherche-Arbeiten in den Datenspeichern "Geologische Grunddaten" und "HYRA-Bohrungsspeicher", sowie die Kommunikation mit den Datenspeichern in Hannover erfolgte auf der zentralen Datenverarbeitungsanlage VAX 4000, das Plotten der Ergebniskarten auf einem Versatec-Farbplotter. Für spezifische Erfassungs-, Bearbeitungs- und Interpretationsarbeiten des geologischen und geophysikalischen Datenmaterials standen eine

graphische Workstation (VAX 4000/60), an die ein A1-Digitalisierungsgerät angeschlossen war, sowie PC's zur Verfügung.

Software-Grundlage und wesentlichstes Arbeitsinstrument für die Erarbeitung und Ergebnispräsentation von Profilschnitten und Karten der geologischen Zielhorizonte war das interaktive seismische Processingsystem ISP003 (Sattlegger GmbH). Dieses auf einer Workstation installierte System realisiert neben dem Input von Punkt-, Profil- und Flächendaten, den Aufbau und die Verwaltung einer Datenbasis für Vektor- und Gitterdaten, die Umsetzung von reflexionsseismischen Zeitfeldern in den Tiefenbereich mit Hilfe moderner Migrationsalgorithmen und umgekehrt die Modellierung von Zeitfeldern aus geologischen Modellsituationen sowie die Ausgabe von Profilen und Tiefenlinienkarten.

Zentrale Elemente dieses Processing-Systems sind die Komponenten für zwei- und dreidimensionale Migration, mit deren Hilfe aus Zeitschnitten bzw. Isochronenplänen Tiefenprofile bzw. Tiefenlinienpläne konstruiert wurden. Wichtig dabei ist, daß diese Zeit-Tiefenwandlung unter Berücksichtigung von horizontalen und vertikalen Schichtgeschwindigkeitsvariationen (gekrümmte Strahlenwege) und der Brechung an den Schichtgrenzen erfolgt. Das ist gerade für die Transformation des Laufzeitbildes seismischer Wellen in ein reales Tiefenbild im nahen Umfeld von Salzstrukturen von wesentlicher Bedeutung.

Im Ergebnis der Arbeiten mit dem ISP003-System wurde eine Gitterdatenbasis für ausgewählte Schichtgrenzen erstellt. Sie ist die Grundlage der Strukturkartendarstellung und ermöglicht darüber hinaus die Konstruktion von beliebigen Profilschnitten sowie Pseudo-3D-Abbildungen der strukturellen Situation.

Umfangreiche Editierungsmöglichkeiten garantierten die Einpassung neuer Interpretationsergebnisse in die Datenbasis und damit eine Korrektur und Laufendhaltung der Kartenausgaben.

Ergänzend dazu wurde über spezielle Programme der Datentransfer von Gitterdaten in und aus PC-betriebenen Gitterverarbeitungsprogrammen realisiert. Damit war es z.B. möglich, die Lokalfeldableitungen der gravimetrischen Daten außerhalb des ISP003-Systems vorzunehmen, zugleich aber alle Systemressourcen hinsichtlich Digitalisierung, Gitterung, Kartenbearbeitung und -präsentation in Anspruch zu nehmen und die integrative Bewertung verschiedener geologisch-geophysikalischer Ergebnisse innerhalb des ISP003-Systems zu erweitern.

4.2 Durchführung und Darstellung

4.2.1 Nordwestdeutschland

Die Dachmorphologie einschließlich der auftretenden Scheitelgräben und -störungen der 22 Permsalz-Strukturen wurden im Maßstab 1:50 000 in Form von Tiefenlinienplänen der Dachfläche kartiert und an Bohrbefunden abgeglichen. Die Formationen, die dem Caprock direkt aufliegen, sind mit Symbolen in den Plänen angegeben.

Darüber hinaus wurden bis zu 8 Tiefenlinienpläne des unmittelbaren Umfeldes der Salinarstrukturen ebenfalls in Form von Tiefenlinienplänen kartiert und im Maßstab 1:100 000 dargestellt:

- Isobathenplan Basis Zechstein (z)

- Isobathenplan Basis Unterer und Mittlerer Buntsandstein (su + sm)
- Isobathenplan Basis Röt und Muschelkalk (so+m)
- Isobathenplan Basis Keuper (k)
- Isobathenplan Basis Lias (juhe-jutcu)
- Isobathenplan Basis Dogger (jutco-jmcl)
- Isobathenplan Basis Malm (jo+Wd)
- Isobathenplan Basis Unterkreide (kru)
- Isobathenplan Basis Oberkreide (kro)
- Isobathenplan Basis Tertiär (tpao-teou)

Nur in wenigen Fällen wurden zusätzliche Tiefenlinienpläne beigefügt:

- Isobathenplan Basis Mittelmiozän bis Quartär (tmim - q)
- Isobathenplan Basis Untermiozän (tmiu)
- Isobathenplan Basis Mittel- und Oberoligozän (tolm + tolo)
- Isobathenplan Basis Mitteleozän bis Basis Unteroligozän (teom-tolu)

Die seismischen Strukturkartierungen wurden auch in diesen Karten mit den Befunden aus benachbarten Tiefbohrungen abgeglichen.

Aus den Umfeldkarten und den Plänen der Dachmorphologie wurden je Struktur mehrere geologische Schnitte konstruiert und ihr Verlauf so festgelegt, daß die Schnitte die Struktur queren und Aufschluß über den Flanken- und Firstaufbau sowie die Differenzierung des präsalinaren Sockels geben.

Die Darstellung der 6 stratiformen Oberjura-Salzlager erfolgte in Form einer Übersichtskartierung im Maßstab 1 : 200 000 für die Mächtigkeiten der Obermalm-Salze und einer Suite von 9 Profilschnitten im gleichen Maßstab.

Zusätzlich wurden sowohl die industrielle Reflexionsseismik als auch die Pläne der Tiefenlage der Quartärbasis dahingehend überprüft, ob sich Anzeichen für quartäre Rinnen oder junge Subrosionssenken finden lassen. Auf eine generelle Revision der bereits vorliegenden Karten der Tiefenlage des Quartär wurde allerdings verzichtet.

Jede Struktur wurde im Anhang nach einem einheitlichen Schema beschrieben.

- Die **Strukturkarte des Daches** (1:50 000) enthält die Lagepunkte aller Bohrungen, die die Dachfläche untersuchten bzw. durchörterten mit Angabe deren Tiefenlage und dem stratigraphischen Symbol für die dem Caprock auflagernde Schicht. Darüber hinaus ist die Lage und Nummer der Profilschnitte angegeben.
- Die **Tiefenlinienpläne ausgewählter geologischer Horizonte des Umfeldes** (1:100 000) enthalten ebenfalls alle Bohrungen, die in diesem Bereich abgeteuft wurden mit Angaben der Namenskürzel. Tiefenwerte u. NN wurden nur den nach 1983 niedergebrachten Bohrungen beigefügt. Aus diesen Plänen sind die räumliche Morphologie der Flankenbereiche, die räumliche Morphologie des präsalinaren Sockels (im Isobathenplan z), das Auftreten und die Ausdehnung von Kissenfüßen (im Isobathenplan su+sm) und von Salzkeilen (im Isobathenplan so+m) zu entnehmen.

- **Aus den geologischen Schnitten** (1:50 000) läßt sich eine Vorstellung von dem vorhandenen Salzvolumen gewinnen. Ferner sind die Morphologie der Flankenbereiche, das Vorkommen von Kissenfüßen und Salzkeilen, die lokalen und überregionalen Diskordanzen, Lage und Alter der primären und sekundären Randsenken sowie die strukturelle Genese in Raum und Zeit ersichtlich. Bohrungen, die auf der Profiltrasse stehen, sind eingezeichnet.

4.2.2 Ostdeutschland

Die bearbeiteten ostdeutschen Salzstrukturen wurden in folgender Weise dargestellt:

- Bohrkarte 1:50 000
- Lageplan der seismischen Profile und geologischen Schnitte 1:100 000
- Karte der Bouguer-Schwere 1:100 000
- Isobathenpläne 1 : 100 000 für folgende Horizonte:
 - Isobathenplan Basis Zechstein (z)
 - Isobathenplan Oberfläche Zechstein
 - Isobathenplan Basis Röt (so)
 - Isobathenplan Basis Keuper (ku)
 - Isobathenplan Basis Lias (ju)
 - Isobathenplan Basis Dogger (jm)
 - Isobathenplan Basis Malm (jo)
 - Isobathenplan Basis Unterkreide (kru)
 - Isobathenplan Basis Oberkreide (kro)
 - Isobathenplan Basis Tertiär (tpa-teou)
 - Isobathenplan Basis Obereozän bis Basis Unteroligozän (teoo-tolu)
 - Isobathenplan Basis Rupel (tolm)
 - Isobathenplan Basis Quartär (q)

Hinzu treten ein oder mehrere geologische Schnitte durch die Struktur im Maßstab 1:50 000 horizontal und vertikal.

- **Die Bohrkarte** 1:50 000 enthält alle für das jeweilige Kartenblatt in den Bohrungsspeicher aufgenommenen Bohrungen, die das Quartär durchteuft bzw. mindestens mit einer Tiefe von 75 m aufgeschlossen haben. Die Bohrpunkte wurden nach den höchsten Hoch- und Rechtswerten nummeriert. Namen, Koordinaten und Quartär-Tiefen sind einer Liste im Erläuterungstext zu entnehmen.
- **Der Lageplan der seismischen Profile und geologischen Schnitte** basiert auf der bis Ende 1989 vom ehemaligen VEB Kombinat Geophysik Leipzig geführten RX-Profilkarte 1: 25 000. Übernommen wurden nur die digitale seismisch vermessenen Profile (Profilname und Schußpunkte). Zusätzlich enthält diese Karte die Lage der geologischen Profilschnitte.

- Die **Karte des Lokalfeldes der Bouguer-Schwere** enthält vornehmlich die gravimetrischen Anomalien oberflächennaher Dichteinhomogenität. In ihr sind vor allem Abbilder von eng begrenzten Störkörpern (> 2 -facher Gitterabstand) wie quartäre Ausräumungsrinnen in ihrer typischen langgestreckten schmalen Anomalienform und Salzakkumulationen (kreisrunde bis langgestreckte Anomalien) im Zusammenspiel mit der Konfiguration des Hutgesteins erkennbar. Zur Ausgliederung der Lokalfeldanteile aus den Bouguer-Schwerekarten kamen kreissymmetrische Hochpaßfilter zum Einsatz (Abb. 5), die mit Grenzwellenlängen von 10 km und 5 km unterschiedliche Abbildungstiefen repräsentieren.
- Bei der Konstruktion des **Isobathenplanes Basis Quartär** (q) wurde von dem Kartenwerk "Verbreitung, struktureller Bau und Tiefenlage der Quartärbasis im Nordteil der DDR 1:100 000" von RUTHSATZ (1979-1982), RUTHSATZ & BACH (1981) und RUTHSATZ (1990) ausgegangen. Da dieses Kartenwerk vorwiegend auf seismischen, gravimetrischen und geomagnetischen Daten aufbaut und nur teilweise oder gar nicht durch die vorhandenen Bohrungen verifiziert wurde, kann es nur einen groben Überblick vermitteln. Ferner wurde die Darstellung der Quartärbasis aus den Lithofazieskarten Quartär (LKQ) 1:50 000 berücksichtigt, soweit diese zugänglich waren, sowie kleinere Gebietskarten aus Erkundungs- und Forschungsberichten. In jedem Falle erfolgte eine Überarbeitung unter Berücksichtigung der in den Bohrspeicher aufgenommenen Bohrungen und der Lokalfeldkarte der Bouguer-Schwere.
- In dem gewählten Isolinienabstand von 50 m wurde die Tiefenfarbgebung so gewählt, daß alle Gebiete von 100 m u. NN und flacher mit brauner Farbe und die tieferen Bereiche unterhalb 100 m u. NN mit gelben und grünen Abstufungen belegt sind. Letztere markieren die quartären Tieflagen, zu denen auch die quartären Rinnen zählen. Die von 100 m u. NN bis über NN liegenden Bereiche entsprechen den reliefarmen Flächen und Hochflächen nach v. BÜLOW (1967). Die Markierung der Tiefenlage bei 100 m u. NN ist mehr oder weniger willkürlich, sie sollte aber nicht flacher als 75 m u. NN (sinnvoll bei 25 m Isolinienabstand) gelegt werden.
- Als Belegpunkte für die Isobathenpläne Basis Quartär wurden repräsentative Bohrungen ausgewählt. In den tieferen Isobathenplänen konnten aufgrund der geringeren Zahl in der Regel alle Bohrungen dargestellt werden.
- Die **Isobathenpläne der ausgewählten Schichtgrenzen unterhalb der Quartärbasis** basieren i.a. auf Lotzeitplänen, die, ausgehend vom Bohranschluß durch die Korrelation charakteristischer Reflexionshorizonte (Tabelle 2) auf den digitaleismischen Zeitschnitten erarbeitet wurden. Im Ergebnis eines 3D-Migrationsprozesses ergaben sich tiefenmigrierte Reflektorpläne, die Ausgangspunkt für die Konstruktion der ausgewählten Tiefenlinienpläne waren. Dabei wurden sowohl Ergebnisse ausgewählter Profilbearbeitungen in Problemgebieten (2D-Migration) einbezogen wie auch Anpassungen an benachbarte Kartenunterlagen (Ergebnisse des Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland und des regionalen Kartenwerkes der Reflexionsseismik und regionaler geophysikalischer Ergebnisberichte der ehemaligen DDR) vorgenommen.

- Mit Hilfe des Sattlegger-Programms wurden aus den Tiefenlinienkarten *Profilschnitte* konstruiert. Sie geben über die Kausalbeziehungen der Schichtmächtigkeiten und Erosionsdiskordanzen, des Beginns und Endes der Randsenkenentwicklung (primäre und sekundäre) sowie des Querschnitts des Salzstockes Auskunft, und lassen Aussagen über die zeitliche und räumliche Entwicklung der Struktur sowie das annähernde Volumen des in den Salzkörper migrierten Salzes zu.

Tabelle 2: Bezeichnung, Zuordnung und Korrelierbarkeit der Reflexionshorizonte in Ostdeutschland

Horizont-bezeichnung	Stratigraphische Zuordnung	Korrelierbarkeit Korrelationsicherheit
A1	Grenzbereich Eozän/Oligozän	Überwiegend sicher zu verfolgen, teilweise nicht vorhanden (Pleistozän-Rinnen) bzw. Qualitätsverschlechterung über Salzstrukturen
A2	Grenzbereich Ober-/Untereozän	siehe A1
T1	Transgressionsfläche Känozoikum	Transgressionshorizont mit unterschiedlichem stratigraphisch-lithologisch Liegenden bedingen große Qualitätsschwankungen
B2	Cenoman-Basis	gute Qualität
T2	Transgressionsfläche Hauterive bis Unteralb	gute Qualität
T4	Diskordanzfläche Wealden bis Valangin	wechselnde Qualität, überwiegend fraglich und nicht durchgängig verfolgbar
L4	Lias-Basis	wechselnde Reflexionsqualität
K2	Oberfläche oberer Gipskeuper	unterschiedliche Reflexionsqualität
M1	etwa Oberfläche Muschelkalk	gute Reflexionsqualität, sichere Korrelation
M3	Basis Muschelkalk	Reflexionsqualität wechselnd, Korrelation im Minimum
S1	Oberste Anhydrite des Röt-Salinars	allgemein sichere Korrelation möglich
X1	Oberfläche Zechstein	Reflexionsqualität überwiegend gut, in Randbereichen von Salzstöcken Korrelationsverschlechterung
Z1	Oberfläche Basalanhydrit	überwiegend sichere Korrelation, l. Maximum einer kräftigen doppelphasigen Reflexion, Beeinflussung des Wellenbildes durch Interferenzen in Salzauswanderungsgebieten mit X1, Qualitätsverschlechterung bis Ausfall der Reflexionen unter Salzstrukturen oder im Bereich komplizierter suprasalinärer Bedeckung

5 Die salinaren Gesteine in Norddeutschland und ihre Eignung als Deponiewirtsgesteine

Salinargesteine (d.h. Anhydrit, Gips, Steinsalze, Kalisalze, Magnesiumsalze und zwischengeschaltete Tone) treten in sehr unterschiedlich alten Formationen in Norddeutschland auf.

Salinare im *Devon* oder *Unterkarbon* sind in Deutschland im Gegensatz zu Belgien und den Niederlanden bislang nicht bekannt, werden aber vermutet, vor allem im Bereich des Niederrhein und der deutschen Nordsee (HEDEMANN & PAPROTH 1991).

Die ältesten in Norddeutschland bekannten Salinare treten im **Oberrotliegend** auf, vorwiegend in der Helgoland-Formation (= Obere Elbe-Formation Ostdeutschlands). Ihr Vorkommen beschränkt sich regional auf den erweiterten Unterelberaum, das südliche Schleswig-Holstein, Westmecklenburg bis zur Müritz, Ostfriesland und die innere Deutsche Bucht. Es handelt sich, je nach regionaler Lage zum Subsidenzzentrum des Oberrotliegend, um einzelne oder bis zu 15 Steinsalz-Horizonte von unterschiedlicher Mächtigkeit, die durch rote Tonstein- und Sandstein-Pakete voneinander getrennt sind (TRUSHEIM 1971, GEBHARDT & PASTERNAK 1993). Diese Steinsalzlager eignen sich im primären Schichtverband nicht für die Anlage eines Endlagers, da sie allgemein nicht mächtig genug sind und zudem meist in großer Tiefe liegen (2000-5000 m). Im Zuge der Diapirbildung im südlichen Schleswig-Holstein, in Ostfriesland, dem Unterelberaum und der Deutschen Bucht wurden die Salinare zusammen mit den Tonmitteln jedoch halokinetisch beansprucht und stiegen als Tektonit ("Haselgebirge") in Form eines Salz-Ton-Gemisches in den Kernen der Diapire bis an die Oberfläche auf. Diese Diapire werden deshalb auch als Doppelsalinare bezeichnet. Oft kam es zur Überwältigung der im allgemeinen randlich in den Diapiren auftretenden Zechsteinsalze, sodaß das Haselgebirge gelegentlich über dem jüngeren Zechsteinsalinar zu liegen kommt. Eine Mobilisierung der Rotliegend-Salinare des westmecklenburgischen Subsidenzzentrums wurde bisher nicht nachgewiesen.

Die Eignung der Oberrotliegend-Salinare als Deponiewirtsgesteine ist umstritten. Infolge des hohen Tonanteils im „Haselgebirge“ ist im Vergleich zum reinen Steinsalz des Zechstein 2 von verminderten petrophysikalischen Eigenschaften in Bezug auf Standfestigkeit und Konvergenzverhalten auszugehen. Auch dürfte die thermische Belastbarkeit des Salz-Ton-Gemisches wesentlich geringer einzuschätzen sein als die des reinen Steinsalzes. Untersuchungen darüber, die in ihrer Erkenntnistiefe mit denen an den Na₂-Salzen vergleichbar wären, stehen allerdings aus.

Wie oben dargelegt, tritt in den Doppelsalinen auch ein - quantitativ schlecht abschätzbarer - Anteil an Zechsteinsalz auf. Nach den vorliegenden Erkenntnissen findet sich dieser Zechsteinanteil allgemein im nahen Flankenbereich, während der Kern des Salinarkörpers aus Rotliegend-Salinar besteht. Das liegt am Mechanismus der Diapirbildung. Zuerst wird während des halokinetischen Strukturbildungsprozesses das sehr mobile Staßfurtsteinsalz (Na₂) mobilisiert, im weiteren Verlauf der Halokinese des Rotliegend-Salinar, das nun im Zentrum der Struktur aufsteigt und das Zechsteinsalz gegen oben und gegen die Flanken hin verdrängt. Es besteht deshalb die Möglichkeit, daß das petrophysikalisch ideale Na₂ schon in der Diapirphase oben aus der Struktur ausgestoßen wurde und somit quantitativ nicht mehr zur Verfügung steht, während sich die weniger mobilen Zechsteinanteile, angereichert mit Anhydriten und Karbonaten aus dem basalen Teil, stark deformiert, als „coating“ in den Flankenbereichen konzentrieren.

Dies sind die Überlegungen, die eine Eignung der Doppelsalinarstrukturen für die Anlage von Endlagern stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle generell als gemindert erscheinen lassen. Hinzu kommt der Umstand, daß der Innenbau der Doppelsalinarstrukturen im Vergleich zu den reinen Zechsteinstrukturen, sehr viel weniger durch Bohrungen und Grubengebäude untersucht ist.

Im Oberperm finden sich in ganz Norddeutschland die **Zechstein-Salinare**. Sie werden allgemein als die interessantesten Salzlager für die Anlage eines Endlagers angesehen. Es handelt sich um zyklische Abfolgen, bestehend aus Tonen, Karbonaten (Kalken, Magnesit), Sulfaten (Anhydrit, Gips) und Chloriden (Steinsalz, Kalisalze, Magnesiumsalze). Insgesamt werden in Nordwestdeutschland im zentralen Subsidenzraum des Unterelbe-Bereiches 7 Zyklen gezählt (BEST 1986

b), deren Verbreitung wahrscheinlich bis in das westliche Mecklenburg reicht. Weiter östlich und südlich werden nur noch 6 bzw. 5 Salinare gezählt. Das mächtigste Steinsalz findet sich im zweiten Zyklus (Staßfurt-Steinsalz, Na₂), weitere interessante Steinsalzlager treten im dritten Zyklus auf (Leine-Steinsalz). Die Steinsalzpakete in den anderen Zyklen, besonders im ersten und vom vierten bis siebten Zyklus sind sehr viel geringmächtiger und deshalb für die Anlage eines Endlagers ungeeignet. Die Salze des Zechstein sind vor allem deshalb von Bedeutung für die Anlage von Speichern bzw. Endlagern, weil sie infolge halokinetischer Prozesse sekundäre Akkumulationen in Form von Salzkissen oder Salzstöcken bilden, in denen reine Steinsalzkörper von mehreren km Höhe und großer lateraler Ausdehnung anzutreffen sind.

Besonders das Staßfurt-Steinsalz, dessen primäre, also halokinetisch noch nicht beeinflusste Mächtigkeit in weiten Gebieten Norddeutschlands 600 m übersteigt, eignet sich aus lithologischen und petrophysikalischen Gründen besonders gut für die Anlage von Endlagern stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. Der Untersuchungsstand dieser Salze ist, im Vergleich mit anderen Salzgesteinen, auf einem sehr hohen Stand. Die Aussicht, große und kaum verunreinigte Volumina dieses Steinsalzes in den Zechsteinsalzstrukturen anzutreffen, ist bei ausreichender Größe und geringer kompressiver Deformation recht hoch.

Im *Oberen Buntsandstein (Röt)* treten zwei stratiforme Salzlager auf, eines an der Basis mit durchschnittlich 100 m Mächtigkeit, das andere im Röt 2 ist nur um die 10 m mächtig (RÖHLING 1991). Sie bilden fast nie sekundäre Akkumulationen und kommen deshalb für die Anlage eines Endlagers nicht in Frage.

Gleiches gilt für die Salinare des *Mittleren Muschelkalk*, die sich zwar überall in Nordwestdeutschland, sowie in Westmecklenburg, der Altmark, der Scholle von Calvörde und in Thüringen finden, aber allgemein geringmächtig sind. Insgesamt sind bis zu 5 Salinarhorizonte erkannt worden (GAERTNER & RÖHLING 1993), überregionale Verbreitung besitzen allerdings nur die beiden unteren.

Von Interesse sind die Salinare des *Mittleren Keuper*, besonders in Nordwestdeutschland, weil sie allgemein aus sehr reinem Steinsalz ohne Einschaltung von Kalisalzen bestehen und nur relativ wenig Anhydrit enthalten. Ihre Verbreitung in relativ reiner Form ist weitgehend, ähnlich der der Rotliegend-Salze, auf den Unterelberaum, Ostfriesland, das südliche Schleswig-Holstein und die Deutsche Bucht beschränkt. In Ostdeutschland sind die Salinare des Mittleren Keuper zwar ebenfalls weit verbreitet, aber wesentlich unreiner und geringmächtiger. Im Unteren Gipskeuper wurden bis zu 5 Salinarlager von überregionaler Bedeutung ausgeschieden, im Oberen Gipskeuper insgesamt bis zu 3. Die primären Mächtigkeiten der Steinsalzlager sind sehr unterschiedlich und erreichen Werte zwischen 10 und 500 m. Sie werden durch Tonsteinmittel und Sulfathorizonte unterschiedlicher Mächtigkeit voneinander getrennt (BEUTLER, frdl. mündl. Mitt. 1994, TRUSHEIM 1972). Besonders mächtige und reine Steinsalzpartien finden sich in den höheren Salinaren, insbesondere im Salinar H. Die Keupersalze neigen, ähnlich den Zechsteinsalzen, zu sekundärer, halokinetisch bedingter Akkumulation. Sie können Salzkissen bilden, in denen mehr als 1700 m mächtige reine Steinsalzkörper enthalten sein können. Oft kommt es am Rande von Zechsteinsalzstöcken oder Doppelsalinaren zur Anschweißung derartiger Keupersalzkissen, besonders im Unterelberaum und im südlichen Schleswig-Holstein. Eigenständige Keupersalzdapiere wurden jedoch nicht beobachtet.

Obwohl sich die Keupersalze nach heutigem Kenntnisstand wegen ihrer Reinheit zur Anlage von Endlagern stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle generell gut eignen würden, stehen ihrer Nutzung zwei Hindernisse entgegen:

1. Sie sind im Vergleich zu den Zechsteinsalzen bislang sehr wenig auf ihre petrophysikalischen Eigenschaften und ihre Langzeitverhalten bei thermischer Beanspruchung untersucht worden.
2. Die Salzkörper, die aus Keupersalzen aufgebaut werden, liegen allgemein sehr tief (>1200 m u. NN) und scheiden deshalb bei Anwendung des Bergwerkskonzeptes als Wirtskörper aus.

Eine weitere Salzformation tritt in nur Nordwestdeutschland im *Oberjura* auf, genauer im Obermalm 3 und Obermalm 5 (Münder Mergel). Die Salinare sind auf die tief abgesunkenen Teile des Niedersachsen-Beckens beschränkt, also auf den Raum zwischen dem Emsland im W und der Weser nördlich des Weser-Wiehengebirges im E und südlich einer Linie Boertange-Nienburg. Östlich der Weser treten die Salinare nur geringmächtig und auf lokale Senken beschränkt auf. Es handelt sich um zahlreiche Steinsalzhorizonte, die durch Zwischenmittel aus grauen Tonen und Anhydritlagen voneinander getrennt sind. Die primäre Gesamtmächtigkeit des Münder Mergel-Salinars kann 1000 m überschreiten. Ähnlich wie bei den Keupersalinaren kann auch das Münder Mergel-Salinar sekundäre, halokinetisch bedingte Akkumulationen in Form von Salzkissen bilden.

Die enge Salz-Tonstein-Anhydrit-Wechselagerung mindert generell die petrophysikalischen Eigenschaften dieses Wirtsgesteins, wengleich hierzu Detailuntersuchungen ausstehen. Die langfristige Reaktion der Tonsteinhorizonte auf thermische Belastung ist gleichfalls nicht untersucht, obwohl vorhersagbar ist, daß diese Tonsteine ein sehr viel schlechteres thermisches Verhalten zeigen werden als reines Steinsalz. Tonstein innerhalb von Salzformationen neigen darüber hinaus dazu, starke Überdruck-Reaktionen zu zeigen, da infolge der sedimentären Überdeckung durch Salzlager das primäre Porenwasser während der Kompaktions- und Diagenese-Prozesse nicht abgeführt werden konnte. Dieses Porenwasser könnte sich in einem Endlagerbergwerk sammeln.

Es kann deshalb kein Zweifel daran bestehen, daß die Münder-Mergel-Salze sehr viel schlechtere Wirtsgesteinseigenschaften aufweisen als die reinen Steinsalze des Zechstein 2.

Im Gegensatz zum Oberrhein-Graben treten im norddeutschen Tertiär keine Salinare auf.

6 Grundzüge des Baues Norddeutschlands und sein Bezug zu den Salinar-Strukturen

Bis vor wenigen Jahren war man allgemein mit TRUSHEIM (1957) und SANNEMANN (1963) der Ansicht, daß das Auftreten von Salzstöcken nur in besonderen Fällen, aber nicht allgemein eine direkte Beziehung zur Block-Strukturierung des prä-salinaren Sockels aufweist (Theorie der Halokinese), daß es also zu Diapirbildung allein als Folge von Salzmächtigkeit, Versenkungstiefe und Neigung des Subsalinars kommen könne. Durch die verbesserten reflexionsseismischen Methoden und die systematische Untersuchung aller Salinar-Strukturen in Norddeutschland kann diese Theorie als überwunden gelten. Das autonome Fließen des Salzes und die daraus resultierende Salzstrukturbildung bedürfen in jedem Falle eines tektonischen Impulses, der durch Bewegungen an Sockelschollenrändern im Subsalinar ausgelöst wird. Hierauf hatten vor TRUS-

HEIM (1957) bereits MEINHOLD (1956) und danach MEINHOLD (1959) sowie RICHTER-BERNBURG & SCHOTT (1959) u. a. hingewiesen. Unter fast allen in Norddeutschland und der deutschen Nordsee untersuchten Salzstöcken haben sich Sockelstörungen oder Sockelflexuren nachweisen lassen, deren Bewegungen zu den unterschiedlichsten Zeiten die Salzstrukturbildung auslösten oder beeinflussten. Dies gilt nicht unbedingt mit gleicher Ausschließlichkeit auch für die Salzkissen, vor allem nicht für die Keuper- und Oberjura-Salzkissen. Das bedeutet jedoch nicht, daß über jeder nachweisbaren Sockelstörung sich auch ein Diapir gebildet haben muß. Oft finden sich über den erkannten Sockelfugen Inversionsstrukturen, die aus schmalen Grabenzonen entstanden und z.T. heute durch Salz modifiziert lateral in Diapire einmünden, die sich über der Sockelstörung wie Perlen auf einer Schnur anordnen.

Wenn sich unter den meisten Diapiren bzw. in deren unmittelbarer Nachbarschaft eine Sockelstörung oder -flexur im Subsalinar sicher nachweisen läßt, ist das Verteilungsmuster der Salzstöcke in Norddeutschland auch ein ungefähres Abbild des Sockelschollenmusters im Untergrund. Anl. 1.2 zeigt die Haupt-Sockelschollenränder in Norddeutschland und damit das Grundmuster der Störungen, die seit der Einrumpfung des variszischen Faltengebirges und Abtragungen in seinem Vorland unter Norddeutschland, erstmals aktiv mit Beginn des Stefan, verstärkt im Unterrotliegend und dann während des gesamten Mesozoikum und Tertiär, den präsalinaren Sockel durchsetzen. Die Bewegungsabläufe an diesen Sockelfugen waren sehr unterschiedlich, oft bewegten sich die Fugen mehrfach im Verlauf des Mesozoikum, oft auch gegenläufig. Die Bewegungen waren im wesentlichen vertikal gerichtet, aber auch horizontale Bewegungen sind nicht auszuschließen. Das Stressfeld, das diese Bewegungen erzeugte, war im Jungpaläozoikum und während des Mesozoikum und Tertiär fast ausschließlich ein transtensionales, das eine Dehnung bewirkte. Deshalb sind die meisten Sockelstörungen Abschiebungen. Nur während der höheren Oberkreide (Coniac bis Campan) herrschte ein transpressionales Stressfeld vor. Dabei kam es zu Auf- und Überschiebungsbewegungen an den Sockelfugen und auch im Oberbau, die auch die bereits existierenden Salinarstrukturen beeinflussten und deformierten.

In Norddeutschland lassen sich die Phasen, während der es zu Bewegungen an den Sockelfugen kam, ziemlich exakt datieren.

- Die ersten post-variszischen Bewegungen fanden intra-stefanisch statt
- Die meisten Störungen wurden im Unterrotliegend erstmalig angelegt
- Bewegungen während des Zechstein sind wahrscheinlich, aber nicht belegbar
- Die ersten bedeutenden Bewegungen und damit die Anfänge der Salinar-Strukturbildung, erfolgten im Mittleren Buntsandstein, vor allem vor der Solling-Transgression
- Lokal sind auch Bewegungen an den Sockelfugen für den Oberen Buntsandstein und den Muschelkalk zu belegen
- Bedeutende Bewegungen lassen sich für die Zeit des Unteren Gipskeuper und des Oberen Gipskeuper nachweisen, die fast alle bereits mit Beginn des Steinmergelkeuper ausgeklungen waren

- Sockelbewegungen begannen erneut im Mittleren Jura und setzten sich bis in das Apt (höhere Unterkreide) fort
- In der höheren Oberkreide (Coniac bis Campan) erfolgten in Norddeutschland bedeutende Inversionsbewegungen, in deren Folge ehemalige Senkungsräume (Becken, Tröge, Gräben) zu Hochgebieten (Horste, "Wälle", Schwellen) durch Kompressionsbewegungen umgestaltet wurden. Gleichzeitig wandelten sich ehemalige Hochgebiete zu Senkungsräumen mit mächtigen Sedimentfüllungen (Randtröge): Niedersachsen-Becken und seine Randbereiche → Niedersachsen-Scholle, Prignitz-Altmark-Brandenburg-Senke → Prignitz-Lausitzer Wall, Grimmen-Senke → Grimmener Wall, Altmark-Senke mit ihren charakteristischen schmalen Senken- und Antiklinalzügen als komplexer Randtrog vor der invertierten Flechtinger Scholle. Die Kompressionsbewegungen lassen sich aber auch andernorts, z.B. auf dem südlichen Pompeckj-Block und im Bereich der Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone nachweisen
- Sockelbewegungen im Alttertiär sind wahrscheinlich, aber schlecht belegt
- Bedeutende Bewegungen an den Sockelfugen ereigneten sich in Nordwestdeutschland und in der deutschen Nordsee im Mittel-Miozän

Diese Phasen intensiver Bewegungen an den Sockelstörungen besonders ab Keuper sind gleichzeitig die Zeiten, in denen der Eintritt der verschiedenen Salzstrukturen in die diapirische Phase einsetzte. Die überwiegende Zahl von Salzstöcken in Nordwestdeutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor trat entweder während des Unteren oder während des Oberen Gipskeuper in das diapirische Stadium. In Ostdeutschland sind diese "alten" Diapire (Keuper und Jura) die Ausnahme. Die meisten sind in der Unterkreide, besonders aber in der Oberkreide und im Tertiär entstanden.

Auffallend ist, daß es kaum Salzstrukturen gibt, die sich während der im Niedersachsenbecken besonders wirksamen oberkretazischen Kompressionsphase zu Diapiren entwickelten. Vielmehr wurden bestehende, während des Oberjura oder früher entstandene Salzstöcke durch diese Kompressionsbewegungen umgeformt, zerquetscht und es bildeten sich oft riesige Überhänge aus, die eigentlich als Salzüberschiebungen bezeichnet werden müßten. Diese tektonisch überprägten Salzstöcke sind allgemein auch sehr hoch aufgepreßt und bilden einen hohen Prozentsatz innerhalb der hier betrachteten Auswahl. Sie müssen von vornherein aufgrund ihrer zweiphasigen Entstehungsgeschichte als weniger geeignet eingestuft werden.

7 Die Beurteilung der Untersuchungswürdigkeit der Salzstrukturen

Die Unterteilung der Salzstrukturen in "untersuchungswürdige" und "nicht geeignete" Strukturen zur Unterstützung der Suche nach Ersatzstandorten in Norddeutschland zur Endlagerung stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfallstoffe erweist sich als komplex und schwierig, da eine Vielzahl von Kriterien zu berücksichtigen ist, die sich jedoch oft in ihrer positiven oder negativen Wertung widersprechen. Die hier als negativ eingestufteten Kriterien bedeuten nicht in jedem Fall eine „Nichteignung“, sondern sind als eignungsmindernd oder als Untersuchungsdefizit zu verstehen.

Grundsätzlich sind zu unterscheiden zwischen:

- geologisch-strukturellen, also geogenen Kriterien und
- anthropogenen, also nicht-geogenen Kriterien

7.1 Geologisch-strukturelle Kriterien

7.1.1 Volumetrische Kriterien

positiv zu bewerten sind:

- große Dachfläche im nutzbaren Teufenbereich bis 1000 m unter Flur (min. 9 km²)
- hohe Herauswölbung = geringe Tiefe der Kulmination unter NN
- flache Dachwölbung
- großes nutzbares Volumen unter der Schwebe.

negativ zu bewerten sind:

- kleine Dachfläche
- starke Wölbung des Daches
- tiefliegende Kulmination = Verringerung des nutzbaren Volumens (Strukturen, deren Kulmination tiefer als 500 m u. NN liegt, sind nicht untersuchungswürdig, da, bei Postulierung einer vertikalen Salzscheibe von 300 m unter der Kulmination, nur noch <200 m nutzbares Vertikalvolumen verbleibt).

7.1.2 Kriterien, die auf das Vorhandensein möglichst ungestörter Steinsalzvolumina hinweisen

positiv zu bewerten sind:

- Nachweis mächtiger ungestörter Steinsalzpartien in Bohrungen
- großer Querschnitt
- Flanken gegen die Tiefe divergierend, bzw. nur schwach konvergierend, symmetrisch
- möglichst keine komplex gebauten Überhänge
- flach gewölbtes Dach.

negativ zu bewerten sind:

- Anzeichen von kompressiver Spätbeanspruchung und Überprägung durch Inversionstektonik
- hohe Komplexität des Innenbaues
- Weitreichende, flache Überhänge
- Salzkeile im Nebengebirge (in großen Tiefen möglicherweise unschädlich)
- schmale Stiele (in großen Tiefen möglicherweise unschädlich)
- stark gegen die Tiefe konvergierende Flanken
- geringer Querschnitt
- starke Wölbung des Daches
- deutliche Inversionstektonik in Nachbarbereichen.

Da der Innenbau aller hier untersuchten Salzstrukturen im allgemeinen nicht ausreichend bekannt ist, um Vorhersagen über nutzbare Steinsalzvolumina zu machen, werden indirekte Kriterien angewendet.

Salzstrukturen, die während der Inversionsphase eine Kompressionsbeanspruchung erfahren haben und sich dazu noch durch sehr dünne abgequetschte Stiele, durch weit ausladende, flache Überhänge und durch Salzkeile im Nebengestein auszeichnen, lassen einen meist hochkomplexen Innenbau erwarten, in dem große Volumina nutzbaren reinen Steinsalzes nicht sehr wahrscheinlich sind.

7.1.3 Stoffliche Kriterien des Wirtsgesteins

positiv zu bewerten sind:

- Große Volumina reinen Steinsalzes, dessen Fließ- und Standfestigkeitsverhalten untersucht ist (möglichst Na₂) (heutiger Stand der Technik und Wissenschaft).

negativ zu bewerten sind:

- Starke Beimengungen nicht-halitischen Materials (Tonstein-Mittel, Anhydrite, Kalisalze), Salinare des höheren Zechstein (z4-7)
- Salinare des Rotliegend in den Diapiren
- Salinare des Oberen Jura.

Die Salze der Oberrotliegend- und Oberjura-Salinare sind in ihrem Standfestigkeitsverhalten bzw. ihren rheologischen Parametern ungenügend untersucht. Ebenso wenig ist bislang das Verhalten der Zwischenmittel unter thermischer Belastung oder ihre Fluid-Konduktivität hinreichend bekannt. Für die Untersuchungen solcher Salinare wäre erheblicher Forschungsaufwand zu treiben, um einen vergleichbaren Forschungstiefgang wie bei den Untersuchungen der Zechsteinsalinare zu erreichen.

Strukturen, die teilweise oder ganz von Nicht-Zechstein-Salinaren aufgebaut werden, sind demnach als weniger untersuchungswürdig zu klassifizieren.

7.1.4 Die Bewertung der Barrierefunktion des Deckgebirges

positiv zu bewerten ist (von oben nach unten abnehmende Qualität) :

- Vollständige Überdeckung des Caprock mit tonigen Unterkreidesedimenten
- Vollständige Überdeckung des Caprock durch Oberkreidesedimente
- Vollständige oder weitestgehende Überdeckung mit alttertiären Tonen, insbesondere durch den mitteloligozänen Rupelton.

negativ zu bewerten ist:

- Überdeckung mit sandigem Alttertiär ohne Rupelton (am S-Rand des Beckens)
- Überdeckung des Caprock nur mit oberoligozänen, neogenen oder quartären Sedimenten (Süßwasserführung, Kontakt mit den genutzten Grundwasserstockwerken und zur Biosphäre möglich).

7.1.5 Strukturelle Komplikationen im Dachbereich

positiv zu bewerten ist:

- intakte, ungestörte Dachregion mit Decksedimenten.

negativ zu bewerten sind:

- Scheitelstörungen oder Scheitelgräben, vor allem, wenn die Störungen in den Caprock einschneiden
- quartäre Rinnen, die sich tief in die Dachsedimente einschneiden
- Anzeichen von rezenter Subrosion im Firstbereich der Struktur.

7.2 Anthropogene Kriterien

7.2.1 Nutzung des potentiellen Wirtskörpers oder seines Umfeldes als Rohstoffquelle

positiv zu bewerten ist:

- eine unverritzte Struktur mit möglichst wenig Bohrungen, die den Salzkörper durchörtern.

negativ zu bewerten sind:

- Kavernenanlagen
- Salzbergwerke
- Solegewinnung
- Nutzung des Daches oder des näheren Umfeldes im Zuge der Rohstoffgewinnung (Erdöl- und Erdgas, Zementrohstoffe, andere Rohstoffe)
- Nachweis der Existenz ausbeutbarer, aber heute nicht gewonnener Rohstoffe als Zukunftsreserve (Kali, Eisenerze, Braunkohle).

7.2.2 Nutzung der Erdoberfläche über der Struktur

positiv zu bewerten sind :

- dünne Besiedlung, land- und forstwirtschaftliche Nutzung

negativ zu bewerten sind:

- Naturparks (zuständig sind die Landesbehörden)
- Natur- und Landschaftsschutzgebiete unterschiedlicher Kategorien (zuständig sind die Landesbehörden)
- Wasserschutz- und Gewinnungsgebiete der verschiedenen Kategorien
- dichte Besiedlung
- industrielle Nutzung
- Militärische Nutzungsgebiete wurden nicht ausgewiesen, da es politische Entscheidungen erfordert, diese als negativ oder positiv zu bewerten
- Eigentums- und Schürfrechte auf Salz und andere Rohstoffe. Diese Fragen fallen nicht in die Kompetenz der BGR

- Wasserüberdeckung durch Flüsse, Seen oder Meere (nicht anthropogene Nutzung).

8 Die Anwendung der Kriterien auf die untersuchten Salzstrukturen

(siehe dazu Tabelle 3 - 14)

8.1 Klassifizierung nach volumetrischen Kriterien (siehe Tabellen 3, 4, 5, 13 und 14)

Die Dächer folgender Strukturen besitzen eine geringere Sedimentüberdeckung als die vorgegebenen min. 200 m:

COLBITZ, KREMPE, LILIENTHAL, NEUSUSTRUM, OBERLANGER TENGE, SCHNEFLINGEN, WEESEN-LUTTERLOH und WREDENHAGEN

um 200 m Sedimentmächtigkeit weisen auf:

Teile von GÜLZE-SUMTE und NETZEBAND

Bei folgenden Strukturen liegt die Kulmination der Dachfläche tiefer als die vorgegebenen 500 m u. NN:

Teile von LOHNE, STEMMEN-OTTER-TODTSHORN und WERLE

Im für die Errichtung eines Endlagerbergwerkes günstigen Teufenbereich zwischen 300 und 1000 m Tiefe unter NN, besitzen folgende Salzstrukturen eine geringere Flächenausdehnung als die geforderten ca. 9 km²:

COLBITZ, DEMKER-GRIEBEN, EITZENDORF, JAHRSTEDT, MÜTZEL-VIESEN, NEUSUSTRUM, OBERLANGER TENGE, SCHNEFLINGEN, SIEK, THEDINGHAUSEN, WITTINGEN und ZOBENITZ

8.2 Klassifizierung nach potentiell großen und möglichst ungestörten Steinsalzvolumina (siehe Tabelle 6 und 13)

Strukturen mit möglicherweise stark gestörtem oder komplizierten Innenbau und vermutlich ohne ausreichende Steinsalz-Volumina:

BAHNSEN, DEMKER-GRIEBEN, EITZENDORF, LILIENTHAL, MÜTZEL-VIESEN, NEUSUSTRUM, NETZEBAND, OBERLANGER TENGE SCHNEFLINGEN STEMMEN-OTTER-TODTSHORN, TAAKEN, THEDINGHAUSEN, VOLKWARDINGEN, VORHOP WEESEN-LUTTERLOH, WITTINGEN

8.3 Klassifizierung nach Alter und Ausbildung der aufbauenden Salinare (siehe Tabellen 7, 13 und 14)

Folgende Salzstrukturen enthalten neben Zechsteinsalz auch Rotliegend-Salz:

EISENDORF-GNUTZ, HAMDORF, HARSEFELD, HENNSTEDT, KREMPE, SIEK und STERUP

Folgende Salinarstrukturen enthalten nur Oberjura-Salz:

BACCUM, BERSENBRÜCK, BIPPEN, DAMME, HERZLAKE und LOHNE

8.4 Klassifizierung nach den Barriere-Funktionen des Deckgebirges (siehe Tabellen 8, 13 und 14)

Folgende Strukturen sind nicht ausreichend durch tonige Schichten der Unterkreide, durch Oberkreide oder Tone des Rupel abgedeckt.

Nur von **sandigem**, keine geologische Barriere bildenden Alttertiär und Quartär überdeckt sind:

BERSENBRÜCK, DAMME, COLBITZ, HERZLAKE, LOHNE und ZOBENITZ

Nur von **sandigem**, keine geologische Barriere bildenden jüngerem Tertiär oder von Quartär überdeckt sind:

KRAAK, KREMPE, NETZEBAND, NEUSUSTRUM, WREDENHAGEN und ZEHLIN.

GÜLZE-SUMTE weist wahrscheinlich nur lokal Lücken in den tonigen, alttertiären Barrierschichten auf.

8.5 Klassifizierung nach strukturellen Komplikationen im Dachbereich (siehe Tabelle 9 und 13)

Scheitelgräben bzw. Scheitelstörungen weisen die Dachbereiche folgender Strukturen auf:

BERSENBRÜCK, DAMME, DEMKER-GRIEBEN, EISENDORF-GNUTZ, EITZENDORF, GÜLZE-SUMTE, HAMDORF, HARSEFELD, HENNSTEDT, KREMPE, LILIENTHAL, LOHNE, MÜTZEL-VIESEN, NEUSUSTRUM, PECKENSEN, SCHNEFLINGEN, SIEK, STEMMEN-OTTER-TODTSHORN, STERUP, TAAKEN, THEDINGHAUSEN, VOLKWARDINGEN, VORHOP, WADDEKATH, WAHN, WEESEN-LUTTERLOH, WERLE, WITTINGEN und ZWISCHENAHN

Quartäre Rinnen weisen auf:

BAHNSEN (?), EITZENDORF, GÜLZE-SUMTE, KRAAK, KREMPE, LILIENTHAL, SIEK (?), STEMMEN-OTTER-TODTSHORN, THEDINGHAUSEN, WEESEN-LUTTERLOH und ZEHLIN

Subrosionssenken weisen auf:

BAHNSEN, COLBITZ, DEMKER-GRIEBEN, HARSEFELD, HENNSTEDT, KRAAK, KREMPE, MÜTZEL-VIESEN, PECKENSEN, SCHNEFLINGEN, STERUP, VORHOP und WITTINGEN

8.6 Anderweitige Nutzung des Wirtskörpers oder seines Umfeldes (siehe Tabellen 10, 13 und 14)

Folgende Strukturen bzw. ihr Umfeld werden bereits anderweitig genutzt bzw. es ist eine Nutzung geplant:

Kavernen:

HARSEFELD, KRAAK (geplant), PECKENSEN (geplant)

Kohlenwasserstoffgewinnung:

BAHNSEN, OBERLANGER TENGE, PECKENSEN, TAAKEN, VORHOP und WITTINGEN

8.7 Klassifizierung nach Oberflächennutzung (siehe Tabellen 11 und 13)

Zu 100 % in Natur- und Landschaftsschutzgebieten liegen die Strukturen:
SIEK, STEMMEN-OTTER-TODTSHORN und WEESEN-LUTTERLOH

zu > 50 % in Natur- und Landschaftsschutzgebieten liegen die Strukturen:
BERSENBRÜCK, DAMME, EISENDORF-GNUTZ, PECKENSEN und VORHOP

zu 100 % in Wasserschutzgebieten liegen die Strukturen:
BACCUM, COLBITZ und WEESEN-LUTTERLOH

zu > 50 % in Wasserschutzgebieten liegen die Strukturen
VOLKWARDINGEN, VORHOP und WITTINGEN

> 25 % der Fläche ist bei folgenden Strukturen überbaut:
BACCUM, DAMME und LILIENTHAL

8.8 Klassifizierung nach Bundesländern (siehe Tabelle 12)

Von den untersuchten Strukturen liegen 21 in Niedersachsen, 1 im Stadtstaat Bremen und in Niedersachsen, 6 in Schleswig-Holstein, 2 in Mecklenburg-Vorpommern, 1 in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, 1 in Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen, 3 in Brandenburg, 5 in Sachsen-Anhalt und 1 in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen.

9 Schlußfolgerungen (siehe Tabelle 14)

Die in Kap. 8 angestellten Betrachtungen zeigen, daß keine der untersuchten Strukturen bei Vorgabe der in Kap. 2 aufgeführten Auswahlkriterien und bei Vorgabe des Bergwerkskonzeptes alle Anforderungen optimal erfüllt. Es muß allerdings auch konstatiert werden, daß für die Einschätzung einzelner Parameter der einen oder anderen Struktur gegenwärtig der Kenntnisstand für eine hinreichend untermauerte Vorauswahl nicht ausreicht, weil die erforderlichen geologischen Informationen fehlen (Bohrungen, Qualitätsseismik). Ebenso wurde auf eine Wichtung der nicht-geologischen Kriterien verzichtet.

Aus geologischer Sicht erscheinen folgende Negativkriterien am bedeutungsvollsten:

- Nicht ausreichende Tiefenlage des Daches, zu große Tiefenlage des Daches oder nicht ausreichendes Volumen im Teufenbereich 300 - 1000 m u. NN (Volumen-Kriterium)
- Fehlen einer ausreichend vollständigen Überdeckung mit Rupelton oder älteren tonigen Sedimenten (Barriere-Kriterium)
- Anderweitig existierende oder geplante Nutzung des Wirtskörpers oder seines Umfeldes (Kriterium der „Unverritztheit“)

Legt man diese drei Kriterien als einzige zugrunde, um Strukturen als wahrscheinlich ungeeignet auszuschließen, verbleiben in der in Tab. 14 aufgeführten Strukturen nur (z.T. mit Einschränkungen) folgende:

BACCUM, BERSENBRÜCK, BIPPEN, DAMME, EISENDORF-GNUTZ, GÜLZE-SUMTE, HAMDORF, HERZLAKE, LOHNE, STERUP, THEDINGHAUSEN, WADDEKATH, WAHN und ZWISCHENAHN (in alphabetischer Reihenfolge)

Ein stark deformiertes Innengefüge und damit möglicherweise das Fehlen ausreichender, reiner Steinsalzvolumina ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit für die Struktur THEDINGHAUSEN, möglicherweise auch für die Strukturen WAHN, WADDEKATH und ZWISCHENAHN zu befürchten. Das ist aber bislang nicht beweisbar. Diese Strukturen wurden im oberkretazischen kompressiven Streßfeld deformiert.

Zieht man in Betracht, daß der Aufbau durch Salinare des Oberjura und Rotliegend nicht den definierten Vorgaben entspricht, verbleiben WADDEKATH, WAHN und ZWISCHENAHN, und mit Vorbehalten GÜLZE-SUMTE. Es wird empfohlen, diese vier Strukturen in die weitere Diskussion einzubeziehen.

Andere Negativkriterien können in ihrer prinzipiellen Bedeutung beim derzeitigen Erforschungstiefgang noch nicht abgewogen werden und erfordern im Einzelfall genauere Untersuchung, so z.B. die Existenz von quartären Rinnen, deren exakter Tiefgang und somit die Möglichkeit des Kontaktes mit dem Wirtskörper nicht abgeschätzt werden kann oder die Existenz von Scheitelstörungen im Dachbereich, von denen nicht sicher gesagt werden kann, ob sie hydraulische Wegsamkeiten darstellen.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

im Auftrage



Dr. W. Stahl

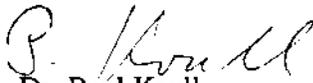
-Direktor u. Professor-

Projektleitung:



Dr. Franz Kockel

-Geologiedirektor-



Dr. Paul Krull

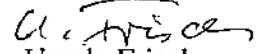
-Geologierat-

Sachbearbeiter:

Marina Fischer

-techn. Angestellte-

(gez. M. Fischer)



Ursula Frisch

-techn. Angestellte-

Dr. Wolf Heßmann

-wiss. Angestellter-

(gez. W. Heßmann)



Dr. Horst Stiewe

-wiss. Angestellter-

10 Schriftenverzeichnis

- BAUER, G. (1991): Kryogene Klüfte in norddeutschen Salzdiapiren? - Zbl. Geol. Paläont., Teil I, 1991, 4: 1247-1261, 9 Abb.; Stuttgart
- BEST, G., BORNEMANN, O., KOCKEL, F. & LEYDECKER, G. (1982): Bewertung von Salzformationen außerhalb Niedersachsens für die Errichtung von Endlagern. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 92 433: 48 S., 1 Anhang, 6 Anl.; Hannover
- BEST, G. (1986): Die Grenze Buntsandstein/Zechstein nach Bohrlochmessungen (Gamma Ray und Sonic Log) im Nordwestdeutschen Becken. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 98 933: S., 58 Anl.; Hannover
- BINOT, F., GERLING, P., HILTMANN, W., KOCKEL, F. & WEHNER, H. (1988): Genese und Migration von Erdölen im Niedersächsischen Becken (östlicher Teil). Entwicklung einer integrierten geologisch-geochemischen Explorationsmethode auf Kohlenwasserstoffe. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 103 853: 60 S., 31 Abb., 99 Anl.; Hannover
- BINOT, F., GERLING, P., HILTMANN, W., KOCKEL, F. & WEHNER, H. (1989): Genese und Migration von Erdölen im Niedersächsischen Becken (westlicher Teil). Entwicklung einer integrierten geologisch-geochemischen Explorationsmethode auf Kohlenwasserstoffe. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 106 255: 54 S., 21 Abb., 120 Anl.; Hannover
- v. BÜLOW, W. (1967): Zur Quartärbasis in Mecklenburg. - Ber. dt. Ges. geol. Wiss. A, Geol. u. Paläontol., 12, 3: 405-413, 3 Abb.; Berlin
- DULCE, G., HARMS, F. & KATSCHOREK, T. & KOCKEL, F. (1993): Paläogeographie und synsedimentäre Tektonik im Oberjura des Niedersachsenbeckens; Abschlußbericht DFG-Projekt Ko 499/2-1. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 110 820: 112 S., 47 Anl.; Hannover
- DUPHORN, K. (1986): Das subrosive Sicherheitsrisiko bei der geplanten Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Salzstock Gorleben aus quartärgeologischer Sicht. - Z. dt. geol. Ges., 137: 105-120, 5 Abb.; Hannover
- EISSMANN, L. & MÜLLER, A. (1979): Leitlinien der Quartärentwicklung im Norddeutschen Tiefland. - Z. f. geol. Wiss. 4, 3 Abb.; Berlin
- FRISCH, U. & KOCKEL, F. (1993): Geotektonischer Atlas von Nordwestdeutschland: Das Tertiär 1:100 000/1:300 000. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 110 084: 24 S., 189 Anl.; Hannover
- FÖRSTER, & HURTIG (1992): Temperaturen in Nordostdeutschland in einer Tiefe von 1000 m u. NN. - unveröff. Manuskript Geoforschungszentrum (Potsdam)

- GEBHARDT, U. & PASTERNAK, M. (1993): **Stratigraphische Neubearbeitung des sedimentären Rotliegend des Norddeutschen Beckens.** - Unveröff. Bericht NLFb, Archiv-Nr. 111 734: 24 S., 2 Abb., 3 Tab., 29 Anl.; Hannover
- GAERTNER, H. & RÖHLING, H.-G. (1993): Zur lithostratigraphischen Gliederung und Paläogeographie des Mittleren Muschelkalks im Nordwestdeutschen Becken. - in: HAGEDORN & SEILACHER (Hgb.): Muschelkalk - Schönthaler Symposium 1991: 85-103, 15 Abb.; Stuttgart
- GLÄSER (1983): Karten der Temperatur-Tiefenverteilung für das Territorium der DDR als Grundlage für die Höffigkeitsabschätzung „Geothermischer Energie“. - Unveröff. Bericht Archiv der DDR, ZIPE, 33 Anl., 19 Abb.; Potsdam
- HEDEMANN, H.-A. & PAPROTH, E. (1991): Ein Devon-Salinar im Unterelbe-Nordseegebiet als Ursprung der Rotliegend-Salze?. - DGMK-Berich, **468**: 53-74, 5 Abb.; Hamburg
- JARITZ, W. (1983): Eignung von Salzstöcken in Niedersachsen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 94 770: 20 S., 1 Anhang, 1 Anl.; Hannover
- JARITZ, W., BEST, G., HILDEBRAND, G. & JÜRGENS, U. (1979): Regionale Analyse der seismischen Geschwindigkeiten in Nordwestdeutschland.- Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 82 954: 37 S., 53 Anl.; Hannover
- JARITZ, W., BEST, G., HILDEBRAND, G. & JÜRGENS, U. (1991): Regionale Analyse der seismischen Geschwindigkeiten in Nordwestdeutschland. - Geol. Jb., **E 45**: 23-57, 25 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Hannover
- KOCKEL, F. (1979): Erläuterungen zum Salznutzungsplan. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 83 182: 42 S., 1 Anl., 15 Abb., 6 Tab.; Hannover
- KOCKEL, F. et al. (1985): Geotektonischer Atlas von Nordwestdeutschland, Abschlußbericht. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 98 866: 68 S., 74 Abb., 3 Tab., 4 Anl.; Hannover
- KRULL, P. (1991): Bewertung der Salzformationen der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen für die Errichtung von Endlagern wärmeentwickelnder Abfälle. - Unveröff. Bericht BGR/ABerlin, Archiv Nr. 2024209: 133 S., 7 Abb., 3 Anl.; Berlin
- KRULL, P. (1993): Endlagerung stark wärmeentwickelnder Abfälle in Salinarstrukturen. - Struktur Gülze-Sumte. - Unveröff. Bericht BGR, BGR/ABerlin Archiv Nr.*****, 22 Anl.; Berlin
- KUSTER, H. & MEYER, K.-D. (1979): Glaziäre Rinnen im mittleren und nordöstlichen Niedersachsen. - Eiszeitalter und Gegenwart, **29**: 135-156, 5 Abb., 3 Tab.; 1 Kt.; Hannover
- LEYDECKER, G. & HARJES, H. P. (1978): Seismische Kriterien zur Standortauswahl kern-technischer Anlagen (mit einem Katalog der Erdbeben der BRD mit Randgebieten für die

- Jahre 1000 - 1974). - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 81 577 (Abschlußbericht RS 170); Hannover
- LEYDECKER, G. (1980): Erdbeben in Nord-Deutschland. - Z. dt. geol. Ges., **131**: 547-555; Hannover
- LEYDECKER, G. & STEINWACHS, M. (1980): Das Erdbeben vom 2. Juni 1977 in der norddeutschen Tiefebene bei Soltau. - Geol. Jb., **E 18**: 18 S., 5 Abb., 3 Tab.; Hannover
- LEYDECKER, G. (1986): Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000 - 1981. - Geol. Jb., **E 36**, 83 S., 7 Abb., 2 Tab.; Hannover
- LEYDECKER, G. (1994): im Druck
- MEINHOLD, R. (1956): Bemerkungen zur Frage des Salzaufstieges. - Freiburger Forschungshefte, **C 22**: 65-67; Berlin
- MEINHOLD, R. (1959): Salzbewegung und Tektonik in Norddeutschland. - Ber. geol. Ges. DDR, **4**: 157-168; Berlin
- REINHARDT, H.-G. (1968): Bohrlochseismische Geschwindigkeiten im Nordteil der DDR. - Geophysik und Geologie, **12**: 67-82, 15 Abb.; Leipzig
- RICHTER-BERNBURG, G. (1953): Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. - Z. dt. geol. Ges., **105**: 843-854; Hannover
- RICHTER-BERNBURG, G. & SCHOTT, W. (1959): Die nordwestdeutschen Salzstöcke und ihre Bedeutung für die Bildung der Erdöllagerstätten. - Erdöl & Kohle, **12**: 294-303; Hamburg
- RÖHLING, H.-G. (1991): A lithostratigraphic subdivision of the Early riassic in the North West German Lowlands and the German sector of the North Sea, based on Gamma Ray and Sonic Logs. - Geol. Jb., **A 119**: 3-24, 1 fig., 12 plates; Hannover
- RUTHSATZ, H. (1979-82): Verbreitung, struktureller Bau und Tiefenlage der Quartärbasis im Nordteil der DDR - 1. Teilbericht 1979, 2. Teilbericht 1982. - Unveröff. Bericht ZGI; Berlin
- RUTHSATZ, H. (1990): Verbreitung, struktureller Bau und Tiefenlage der Quartärbasis im Nordteil der DDR. - 5. unvollend. Teilbericht. - Unveröff. Bericht ZGI; Berlin
- RUTHSATZ, H. & BACH, D. (1981): Verbreitung, struktureller Bau und Tiefenlage der Quartärbasis im Nordteil der DDR - 3. Teilbericht Ostteil und Westteil. - Unveröff. Bericht ZGI; Berlin

- SANNEMANN, D. (1963): Über Salzstock-Familien in Nordwestdeutschland. - Erdöl-Zt., **79**, 11: 499-506; Hamburg
- SCHACHL, E. (1968): Mine Mariagluck, Höfer. - Intern. Symposium Geol. Saline deposits, Excursion guide: 3 S.; Hannover
- SCHULZ, R. & WERNER, (1990)
- TRUSHEIM, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - Z. dt. geol. Ges., **110**: 111-158, 14 Abb.; Hannover
- TRUSHEIM, F. (1972): Zur Bildung der Salzlager im Rotliegend und Mesozoikum Mitteleuropas. - Geol. Jb., **112**: 51 S., 10 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Hannover
- ZIEGENHARDT, W., SCHÖN, W. & GILCH, W. (1980): Einige Ergebnisse der struktureologischen Erkundung von Untergrundspeichern. - Z. angewandte Geol., **26**,4: 165-171, 6 Abb.; Berlin

Tabelle 3:

Salzstrukturen, nach Höhe der Kulmination geordnet

Name	Kulmination in m u. NN
Krempe	30
Weesen-Lutterloh	49 u. 100 (2x) **
Wredenhagen	73
Gülze-Sumte	111 u. 305 (2x) **
Colbitz	125
Netzeband	140
Oberlanger Tenge	140
Volkwardingen	150
Jahrstedt	150 u. 200 (2x) **
Bahnsen	160
Neusustrum	180
Lilienthal	183
Wittingen	190
Vorhop	200
Bersenbrück (Alfhausen)	200
Zobbenitz	200
Damme	200
Siek	200
Zechlin	200
Taaken	200 u. 250 (2x) **
Eisendorf-Gnutz	200 u. 480 (2x) **
Bippen (Ohrte)	200-500 *
Peckensen	236 u. 240 (2x) **
Schnelllingen	240
Harsefeld	240
Kraak	249
Sterup	260
Thedinghausen	275 u. 380 (3x) **
Wahn	290 (2x) **
Zwischenahn	290 u. 380 (2x) **
Waddekath	300 u. 300 (2x) **
Baccum	300-500 *
Lohne	300-800 *
Herzlake (Haselünne)	340-500 *
Hamdorf	350
Mützel-Viesen	384 u. 310 (2x) **
Eitzendorf	389
Hennstedt	390 (2x) **
Demker-Grieben	500 u. 250 (2x) **
Werle	511
Stemmen-Otter-Todtshorn	600 (3x) **

* = geneigte Dachfläche ohne Kulmination

** = mehrere Kulminationen (Anzahl)

Tabelle 4:

Salzstrukturen, nach Größe der Dachfläche geordnet

Name	Dachfläche in km ²	Fläche 300 m u. Kulmination in km ²	Fläche 1000 m unter Flur in km ²
Eisendorf-Gnutz	114,0	65,0	92,0
Hennstedt	103,0	58,5	70,0
Stemmen-Otter-Todtshorn	90,0	25,5	43,0
Hamdorf	88,0	18,0	48,0
Zwischenahn	69,0	38,0	26,0
Krempe	65,0	26,5	62,0
Bersenbrück (Alfhausen)	58,0	58,0	58,0
Gülze-Sumte	55,0	60,0	90,0
Bippen (Ohrte)	52,0	52,0	52,0
Lilienthal	50,5	20,0	38,0
Harsefeld	50,0	37,0	40,0
Weesen-Lutterloh	44,0	15,5	40,5
Peckensen	43,8	46,0	42,0
Volkwardingen	43,0	14,0	25,0
Wahn	40,0	23,0	36,5
Lohne	38,0	38,0	38,0
Werle	38,0	40,0	40,0
Taaken	31,0	12,0	23,0
Herzlake (Haselünne)	30,0	30,0	30,0
Vorhop	26,0	23,0	21,0
Bahnsen	26,0	11,0	21,0
Sterup	25,5	15,3	25,5
Kraak	25,0	27,7	18,4
Eitzendorf	23,0	6,5	13,0
Mützel-Viesen	20,0	8,5*	8,5*
Thedinghausen	17,7	9,0	11,0
Demker-Grieben	17,5	5,6*	5,6*
Waddekath	16,8	16,5	16,5
Neusustrum	16,0	3,0	15,0
Baccum	15,0	15,0	15,0
Damme	15,0	15,0	15,0
Siek	15,0	6,5	14,0
Zechlin	14,4	14,8	16,0
Wittingen	14,0	8,0	12,0
Netzband	14,0	14,9	14,1
Wredenhausen	12,0	12,0	11,0
Zobbenitz	12,0	11,0	0,0
Oberlanger Tenge	10,5	10,0	8,5
Colbitz	9,5	14,8	6,9
Schnefflingen	7,2	6,0	9,0
Jahrstedt	6,5	5,5	9,9

* bei einer Mindestbreite von >1000 m

Tabelle 5:

Salzstrukturen, nach Größe der nutzbaren Fläche geordnet

Name	Fläche 1000 m unter Flur in km ²	Fläche 300 m unter Kulmination in km ²	Dachfläche gesamt in km ²
Eisendorf-Gnutz	92,0	65,0	114,0
Gülze-Sumte	90,0	60,0	55,0
Hennstedt	70,0	58,5	103,0
Krempe	62,0	26,5	65,0
Bersenbrück (Alfhausen)	58,0	58,0	58,0
Bippen (Ohrte)	52,0	52,0	52,0
Hamdorf	48,0	18,0	88,0
Stemmen-Otter-Todtshorn	43,0	25,5	90,0
Peckensen	42,0	46,0	43,8
Weesen-Lutterloh	40,5	15,5	44,0
Harsefeld	40,0	37,0	50,0
Werle	40,0	40,0	38,0
Lilienthal	38,0	20,0	50,5
Lohne	38,0	38,0	38,0
Wahn	36,6	23,0	40,0
Herzlake (Haselünne)	30,0	30,0	30,0
Zwischenahn	26,0	38,0	69,0
Sterup	25,5	15,3	25,5
Volkwardingen	25,0	14,0	43,0
Taaken	23,0	12,0	31,0
Vorhop	21,0	23,0	26,0
Bahnsen	21,0	11,0	26,0
Kraak	18,4	27,7	25,0
Waddekath	16,5	16,5	16,8
Zechlin	16,0	14,8	14,4
Damme	15,0	15,0	15,0
Baccum	15,0	15,0	15,0
Neusustrum	15,0	3,0	16,0
Netzband	14,1	14,9	14,0
Siek	14,0	6,5	15,0
Eitzendorf	13,0	6,5	23,0
Wittingen	12,0	8,0	14,0
Wredenhausen	11,0	12,0	12,0
Thedinghausen	11,0	9,0	17,7
Jahrstedt	9,9	5,5	6,5
Schneflingen	9,0	6,0	7,2
Oberlanger Tenge	8,5	10,0	10,5
Mützel-Viesen	8,5	8,5	20,0
Colbitz	6,9	14,8	9,0
Demker-Grieben	5,6*	5,6*	17,5
Zobbenitz	0,0	11,0	12,0

* bei einer Mindestbreite von >1000 m

Tabelle 6:

Salzstrukturen, nach möglichen Komplikationen im Innenbau geordnet

Name	Inversions- anzeichen, Pressung	Überhänge	Salzkeile	Sockelstörung
Hamdorf	nein	nein	nein	ja
Wredenhagen	nein	leicht	nein	nein
Kraak	nein	leicht	nein	nein
Peckensen	nein	ja	nein	ja
Jahrstedt	nein	nein	nein	ja
Siek	nein	nein	nein	ja
Sterup	nein	nein	nein	ja
Krempe	nein	nein	nein	ja
Harsefeld	nein	ja	nein	ja
Netzeband	nein	ja	nein	ja
Gülze-Sumte	nein	leicht	nein	ja
Eisendorf-Gnutz	nein	ja	nein	ja
Waddekath	nein	leicht	nein	nein
Colbitz	nein	nein	nein	ja
Werle	nein	leicht	nein	nein
Zechlin	nein	ja	nein	ja
Zobbenitz	nein	nein	nein	ja
Hennstedt	nein	ja	nein	ja
Damme	leicht	nein	nein	ja
Herzlake (Haselünne)	leicht	nein	nein	ja
Bippen (Ohrte)	leicht	nein	nein	ja
Bersenbrück (Alfhausen)	leicht	nein	nein	ja
Lohne	leicht	nein	nein	ja
Baccum	leicht	nein	nein	ja
Volkwardingen	ja	ja	nein	ja
Bahnsen	ja	ja	ja	ja
Zwischenahn	ja	ja	nein	ja
Wittingen	ja	ja	ja	ja
Weesen-Lutterloh	ja	ja	nein	ja
Wahn	ja	ja	ja	ja
Demker-Grieben	ja	nein	nein	ja
Neusustrum	ja	ja	ja	ja
Eitzendorf	ja	ja	ja	ja
Mützel-Viesen	ja	nein	ja	ja
Thedinghausen	ja	ja	ja	ja
Taaken	ja	ja	ja	ja
Stemmen-Otter-Todtshorn	ja	ja	nein	ja
Schneflingen	ja	ja	nein	ja
Oberlanger Tenge	ja	ja	nein	?
Lilienthal	ja	ja	nein	ja
Vorhop	ja	ja	ja	ja

Tabelle 7:

Salzstrukturen, nach der stratigraphischen Zuordnung
ihrer Salinare geordnet

Name	Alter der Salinare
Neusustrum	z
Bahnsen	z
Colbitz	z
Demker-Grieben	z
Gülze-Sumte	z
Eitzendorf	z
Jahrstedt	z
Kraak	z
Lilienthal	z
Netzeband	z
Wredenhagen	z
Oberlanger Tenge	z
Peckensen	z
Schnefflingen	z
Stemmen-Otter-Todtshorn	z
Zobbenitz	z
Werie	z
Weesen-Lutterloh	z
Wittingen	z
Wahn	z
Waddekath	z
Vorhop	z
Volkwardingen	z
Mützel-Viesen	z
Thedinghausen	z
Zwischenahn	z
Taaken	z
Zechlin	z
Hennstedt	ro, z
Eisendorf-Gnutz	ro, z
Hamdorf	ro, z
Harsefeld	ro, z
Sterup	ro, z
Krempe	ro, z
Siek	ro, z
Lohne	jo
Damme	jo
Baccum	jo
Bippen (Ohrte)	jo
Bersenbrück (Alfhausen)	jo
Herzlake (Haselünne)	jo

ro = Rotliegend, z = Zechstein, jo = Oberjura

Tabelle 8:

Salzstrukturen, geordnet nach Qualität der Barrieren

Name	vollständige Überdeckung durch kru	vollständige Überdeckung durch kro	vollständige Überdeckung durch tpg	vollständige Überdeckung durch tng
Hamdorf	ja	ja	nein	nein
Eisendorf-Gnutz	ja	ja	nein	nein
Wahn	ja	nein	ja	ja
Bippen (Ohrte)	ja	nein	ja	nein
Damme	ja	nein	ja	nein
Baccum	ja	nein	ja	nein
Werle	überwiegend	nein	ja	ja
Thedinghausen	nein	ja	ja	ja
Lilienthal	nein	ja	ja	nein
Hennstedt	nein	ja	nein	nein
Siek	nein	ja	ja	nein
Stemmen-Otter-Todtshorn	nein	ja	ja	ja
Taaken	nein	ja	ja	ja
Zwischenahn	nein	ja	ja	nein
Weesen-Lutterloh	nein	ja	ja	nein
Sterup	nein	ja	nein	nein
Gülze-Sumte	nein	nein	ja*	ja
Jahrstedt	nein	nein	ja*	nein
Herzlake (Haselünne)	nein	nein	ja	ja
Bahnsen	nein	nein	ja	nein
Bersenbrück (Alfhausen)	nein	nein	ja	nein
Demker-Grieben	nein	nein	ja	nein
Colbitz	nein	nein	ja	nein
Kraak	nein	nein	nein	nein
Neusustrum	nein	nein	nein	ja
Eitzendorf	nein	nein	ja	nein
Harsefeld	nein	nein	ja	ja
Volkwardingen	nein	nein	ja	nein
Zobbenitz	nein	nein	ja *	nein
Zechlin	nein	nein	nein	ja
Wittingen	nein	nein	ja	nein
Lohne	nein	nein	ja	nein
Vorhop	nein	nein	ja	nein
Krempe	nein	nein	nein	nein
Mützel-Viesen	nein	nein	ja	nein
Schneflingen	nein	nein	ja	nein
Peckensen	nein	nein	ja	nein
Oberlanger Tenge	nein	nein	ja	ja
Wredenhagen	nein	nein	nein	ja
Netzeband	nein	nein	nein	ja
Waddekath	nein	nein	ja	ja

ja* = Rupel fehlt lokal bzw. vollständig

kru = Unterkreide, kro = Oberkreide
tpg = Alttertiär (+ Rupel), tng = Jungtertiär

Tabelle 9:

Salzstrukturen, nach Komplikationen in den Decksedimenten geordnet

Name	Rinnen	Subrosionssenken	Scheitel gestört
Harsefeld	nein	ja	ja
Wredenhausen	nein	nein	nein
Netzeband	nein	nein	nein
Baccum	nein	nein	nein
Jahrstedt	nein	nein	nein
Oberlanger Tenge	nein	nein	nein
Hennstedt	nein	ja	ja
Neusustrum	nein	nein	ja
Hamdorf	nein	nein	ja
Eisendorf-Gnutz	nein	nein	ja
Demker-Grieben	nein	ja	ja
Damme	nein	nein	ja
Colbitz	nein	ja	nein
Bippen (Ohrte)	nein	nein	nein
Bersenbrück (Alfhausen)	nein	nein	ja
Herzlake (Haselünne)	nein	nein	nein
Vorhop	nein	ja	ja
Zwischenahn	nein	nein	ja
Zobbenitz	nein	nein	nein
Wittingen	nein	ja	ja
Werie	nein	nein	ja
Wahn	nein	nein	ja
Lohne	nein	nein	ja
Waddekath	nein	nein	ja
Peckensen	nein	ja	ja
Volkwardingen	nein	nein	ja
Mützel-Viesen	nein	ja	ja
Taaken	nein	nein	ja
Sterup	nein	ja	ja
Schneflingen	nein	ja	ja
Bahnsen	ja ?	ja	nein
Siek	ja ?	nein	ja
Kraak	ja	ja	nein
Thedinghausen	ja	nein	ja
Krempe	ja	ja	ja
Eitzendorf	ja	nein	ja
Lilienthal	ja	nein	ja
Weesen-Lutterloh	ja	nein	ja
Stemmen-Otter-Todtshorn	ja	nein	ja
Zechlin	ja	nein	nein
Gülze-Sumte	ja	nein	ja

Tabelle 10:

Salzstrukturen, nach der untertägigen Nutzung geordnet

Name	untertägige Nutzung
Hamdorf	nein
Netzeband	nein
Baccum	nein
Lilienthal	nein
Krempe	nein
Jahrstedt	nein
Wredenhausen	nein
Hennstedt	nein
Neusustrum	nein
Gülze-Sumte	nein
Eitzendorf	nein
Eisendorf-Gnutz	nein
Demker-Grieben	nein
Damme	nein
Colbitz	nein
Bippen (Ohrte)	nein
Bersenbrück (Alfhausen)	nein
Herzlake (Haselünne)	nein
Thedinghausen	nein
Weesen-Lutterloh	nein
Wahn	nein
Lohne	nein
Zechlin	nein
Zobbenitz	nein
Werle	nein
Mützel-Viesen	nein
Waddekath	nein
Sterup	nein
Stemmen-Otter-Todtshorn	nein
Siek	nein
Schneflingen	nein
Zwischenahn	nein
Volkwardingen	nein
Kraak	Kavernen geplant
Harsefeld	Kavernenfelder
Wittingen	Erdöl
Vorhop	Erdöl
Peckensen	Erdgas, Kavernen geplant
Oberlanger Tenge	Erdgas
Taaken	Erdgas
Bahnsen	Erdgas

Tabelle 11:

Salzstrukturen, nach konkurrierender Oberflächennutzung geordnet

Name	Dachfläche in km ²	Naturschutz		Wasserschutz		dichte Bebauung	
		in km ²	in %	in km ²	in %	in km ²	in %
Neusustrum	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	9,3
Colbitz	9,5	0,0	0,0	9,5	100,0	0,2	1,7
Demker-Grieben	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7
Gülze-Sumte	55,0	0,0	0,0	1,8	3,3	0,8	1,5
Herzlake (Haselünne)	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	13,3
Jahrstedt	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,2
Kraak	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Baccum	15,0	0,0	0,0	15,0	100,0	4,0	26,7
Netzeband	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	8,6
Wredenhagen	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oberlanger Tenge	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Schneflingen	7,2	0,0	0,0	1,5	20,8	1,0	13,8
Sterup	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	19,6
Wittingen	14,0	0,0	0,0	8,0	57,1	1,5	10,7
Thedinghausen	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	14,1
Mützel-Viesen	20,0	0,0	0,0	4,6	23,0	1,0	5,0
Zobbenitz	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,7
Taaken	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	16,1
Waddekath	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2
Wahn	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	7,5
Werle	38,0	0,0	0,0	2,0	5,7	1,5	3,9
Hennstedt	103,0	2,5	2,4	28,0	27,2	20,5	19,9
Hamdorf	88,0	3,0	3,4	0,0	0,0	11,0	12,5
Krempe	65,0	3,0	4,6	17,5	26,9	6,5	10,0
Eitzendorf	23,0	2,0	8,7	6,5	28,2	3,5	15,2
Lohne	38,0	10,0	26,3	0,0	0,0	2,0	5,3
Bippen (Ohte)	52,0	14,0	26,9	3,0	5,7	2,0	3,8
Volkwardingen	43,0	12,0	27,9	30,0	69,7	3,0	6,9
Harsefeld	50,0	15,0	30,0	0,0	0,0	6,0	12,0
Zwischenahn	69,0	24,5	35,5	7,0	10,1	11,0	15,9
Lilienthal	50,5	20,0	40,0	0,0	0,0	13,0	25,7
Zechlin	14,4	6,3	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Bahnsen	26,0	12,0	46,1	0,0	0,0	2,0	7,6
Vorhop	26,0	13,0	50,0	13,0	50,0	1,5	5,7
Peckensen	43,8	22,4	51,1	0,0	0,0	2,0	4,6
Eisendorf-Gnutz	114,0	61,7	54,1	19,0	16,6	16,0	14,0
Bersenbrück (Alfhausen)	58,0	36,0	62,0	4,0	6,8	6,0	10,3
Damme	15,0	11,0	73,3	0,0	0,0	4,0	26,0
Stemmen-Otter-Todtshorn	90,0	90,0	100,0	8,0	8,8	7,0	7,7
Siek	15,0	15,0	100,0	0,0	0,0	3,0	20,0
Weesen-Lutterloh	44,0	44,0	100,0	44,0	100,0	8,0	18,2

Tabelle 12:

Salzstrukturen, nach Bundesländern geordnet

Name	Bundesland
Mützel-Viesen	Brandenburg
Netzeband	Brandenburg
Zechlin	Brandenburg
Lilienthal	Bremen, Niedersachsen
Kraak	Mecklenburg-Vorpommern
Wredenhagen	Mecklenburg-Vorpommern
Werle	Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg
Gülze-Sumte	Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen
Baccum	Niedersachsen
Bahnsen	Niedersachsen
Bersenbrück (Alfhausen)	Niedersachsen
Bippen (Ohrte)	Niedersachsen
Damme	Niedersachsen
Eitzendorf	Niedersachsen
Harsefeld	Niedersachsen
Herzlake (Haselünne)	Niedersachsen
Lohne	Niedersachsen
Neusustrum	Niedersachsen
Oberlanger Tenge	Niedersachsen
Schneflingen	Niedersachsen
Stemmen-Otter-Todtshorn	Niedersachsen
Taaken	Niedersachsen
Thedinghausen	Niedersachsen
Volkwardingen	Niedersachsen
Vorhop	Niedersachsen
Wahn	Niedersachsen
Weesen-Lutterloh	Niedersachsen
Wittingen	Niedersachsen
Zwischenahn	Niedersachsen
Colbitz	Sachsen-Anhalt
Demker-Grieben	Sachsen-Anhalt
Jahrstedt	Sachsen-Anhalt
Peckensen	Sachsen-Anhalt
Zobbenitz	Sachsen-Anhalt
Waddekath	Sachsen-Anhalt, Niedersachsen
Eisendorf-Gnutz	Schleswig-Holstein
Hamdorf	Schleswig-Holstein
Hennstedt	Schleswig-Holstein
Krempe	Schleswig-Holstein
Siek	Schleswig-Holstein
Sterup	Schleswig-Holstein

Tabelle 13:

Salzstrukturen, nach Namen geordnet

Name	Dachfläche in km ²	Kulmination in m u. NN	Fläche 300 m u. NN in km ²	Fläche 1000 m u. NN in km ²	Salinar- alter	Überhänge	Kompression Infolge Inversion	Sockel- störung	Salzkeile	Scheitel- störungen	Rinnen	Subrosions- senken	durch kru	Vollständige durch kro	Überdeckung durch tpg	durch tng	Naturschutz		Wasserschutz		Bebauung		TK25	TK100 (C)	Bundesland
																	lm km ²	in %	lm km ²	in %	lm km ²	in %			
Baccum	15,0	300-500 *	15,0	15,0	jo	nein	leicht	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	0,0	0,0	15,0	100,0	4,0	26,7	3410, 3510	3510	Niedersachsen
Bahnsen	26,0	160	11,0	21,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	7	ja	nein	nein	ja	nein	12,0	46,1	0,0	0,0	2,0	7,6	3028	3126	Niedersachsen
Bersenbrück (Alfhausen)	58,0	200	58,0	58,0	jo	nein	leicht	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	36,0	62,0	4,0	6,8	6,0	10,3	3412, 3413, 3414, 3513, 3514	3510, 3514	Niedersachsen
Blippen (Ohrte)	52,0	200-500 *	52,0	52,0	jo	nein	leicht	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	14,0	26,9	3,0	5,7	2,0	3,8	3311, 3312, 3411, 3412	3510	Niedersachsen
Colbitz	9,5	125	14,8	6,9	z	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	0,0	0,0	9,5	100,0	0,2	1,7	3635	3934	Sachsen-Anhalt
Damme	15,0	200	15,0	15,0	jo	nein	leicht	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	11,0	73,3	0,0	0,0	4,0	26,0	3414, 3415, 3514	3514	Niedersachsen
Demker-Grieben	17,5	500 u. 250 (2x) **	5,6***	5,6***	z	nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	3537	3534	Sachsen-Anhalt
Eisendorf-Gnutz	114,0	200 u. 480 (2x) **	65,0	92,0	ro, z	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	61,7	54,1	19,0	16,5	16,0	14,0	1724, 1725, 1824, 1825, 1924, 1925	1922	Schleswig-Holstein
Eitzendorf	23,0	389	6,5	13,0	ro, z	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	2,0	8,7	6,5	29,2	3,5	15,2	3120, 3121	3118	Niedersachsen
Gülze-Sumte	55,0	111 u. 305 (2x) **	60,0	90,0	z	leicht	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja****	nein	0,0	0,0	1,8	3,3	0,8	1,5	2630, 2631, 2731	2730	Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen
Hämsdorf	98,0	350	18,0	48,0	ro, z	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	3,0	3,4	0,0	0,0	11,0	12,5	1722, 1723	1922	Schleswig-Holstein
Harsfeld	50,0	240	37,0	40,0	ro, z	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	15,0	30,0	0,0	0,0	6,0	12,0	2522, 2523	2722	Niedersachsen
Hienstedt	103,0	390 (2x) **	58,5	70,0	ro, z	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	2,5	2,4	28,0	27,2	20,5	19,9	1620, 1621, 1720, 1271, 1620	1918	Schleswig-Holstein
Herzlake (Haselünne)	30,0	340-500 *	30,0	30,0	jo	nein	leicht	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	13,3	3310, 3311	3510	Niedersachsen
Jahrstedt	6,5	150 u. 200 (2x) **	5,5	9,9	z	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja****	nein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,2	3431, 3432	3530	Sachsen-Anhalt
Kraak	25,0	249	27,7	18,4	z	leicht	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2533, 2534, 2633, 2634	2730, 2734	Mecklenburg-Vorpommern
Krempe	65,0	30	26,5	62,0	ro, z	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	3,0	4,6	17,5	26,9	6,5	10,0	2121, 2122, 2222	2318, 2322	Schleswig-Holstein
Lilienthal	50,5	183	20,0	38,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	20,0	40,0	0,0	0,0	13,0	25,7	2819	3118	Bremen, Niedersachsen
Lohne	38,0	300-800 *	38,0	38,0	jo	nein	leicht	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	10,0	26,3	0,0	0,0	2,0	5,3	3409, 3509	3506	Niedersachsen
Mützel-Viesen	20,0	384 u. 310 (2x) **	6,5***	8,5***	z	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	0,0	0,0	4,6	23,0	1,0	5,0	3639, 2640	3938	Brandenburg
Netzeband	14,0	140	14,9	14,1	z	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	8,6	2941, 2942, 3041, 3042	3138, 3143	Brandenburg
Neusturum	16,0	180	3,0	15,0	z	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	9,3	3008, 3009, 3109	3108	Niedersachsen
Oberlanger Tenge	10,5	140	10,0	8,5	z	ja	ja	7	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3109	3108	Niedersachsen
Peckensen	43,8	236 u. 240 (2x) **	46,0	42,0	z	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	22,4	51,1	0,0	0,0	2,0	4,6	3131, 3231	3139, 3530	Sachsen-Anhalt
Schnellfingen	7,2	240	6,0	9,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	0,0	0,0	1,5	20,8	1,0	13,8	3330	3530	Niedersachsen
Siek	15,0	200	6,5	14,0	ro, z	nein	nein	ja	nein	ja	ja	7	nein	nein	ja	ja	15,0	100,0	0,0	0,0	3,0	20,0	2327, 2328, 2427, 2428	2326, 2726	Schleswig-Holstein
Stemmen-Ötter-Todtshorn	90,0	600 (3x) **	25,5	43,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	ja	90,0	100,0	8,0	8,8	7,0	7,7	2723, 2724, 2725, 2823, 2824, 2825	2722, 3122	Niedersachsen
Sterup	25,5	260	15,3	25,5	ro, z	nein	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	19,6	1224, 1324	1122, 1522	Schleswig-Holstein
Taaken	31,0	200 u. 250 (2x) **	12,0	23,0	z	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	16,1	2821	3118	Niedersachsen
Thedinghausen	17,7	275 u. 380 (3x) **	9,0	11,0	z	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	14,1	2919, 2920, 3019, 3020	3118	Niedersachsen
Volkwardingen	43,0	150	14,0	25,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	nein	12,0	27,9	30,0	69,7	3,0	6,9	2825, 2826	3122, 3126	Niedersachsen
Vorhop	26,0	200	23,0	21,0	z	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	13,0	50,0	13,0	50,0	1,5	5,7	3329, 3330, 3429, 3430	3526, 3530	Niedersachsen
Waddekath	16,8	300 u. 300 (2x) **	16,5	16,5	z	leicht	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	3230	3530	Sachsen-Anhalt, Niedersachsen
Wahn	40,0	290 (2x) **	23,0	36,5	z	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	7,5	3009, 3010, 3110	3108	Niedersachsen
Weesen-Lutterloh	44,0	49 u. 100 (2x) **	15,5	40,5	z	ja	ja	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein	44,0	100,0	44,0	100,0	8,0	18,2	3126, 3127, 3227	3126	Niedersachsen
Werie	38,0	200	40,0	40,0	z	leicht	nein	nein	nein	ja	nein	nein	überwiegend	nein	ja	ja	0,0	0,0	2,0	5,7	1,5	3,9	2735, 2736, 2835	2734, 3134	Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg
Wittingen	14,0	190	8,0	12,0	z	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	0,0	0,0	8,0	57,1	1,5	10,7	3230, 3330	3530	Niedersachsen
Wredenhagen	12,0	73	12,0	11,0	z	leicht	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2640, 2740	2738	Mecklenburg-Vorpommern
Zechlin	14,4	200	14,8	16,0	z	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	6,3	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2842	3143	Brandenburg
Zobbenitz	12,0	200	11,0	0,0	z	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja****	nein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,7	3534, 3634	3534, 3934	Sachsen-Anhalt
Zwischenahn	69,0	290 u. 380 (2x) **	38,0	26,0	z	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein	24,5	35,5	7,0	10,1	11,0	15,9	2713, 2714, 2813, 2814	2710, 2714, 3108, 3114	Niedersachsen

- * = geneigte Dachfläche ohne Kulmination
- ** = mehrere Kulminationen (Anzahl)
- *** = bei einer Mindestbreite von >1000 m
- **** = Rupel fehlt lokal oder vollständig

Tabelle 14:

**Bewertung der Salzstrukturen in Norddeutschland
(in alphabetischer Reihenfolge)**

Name	Kulmination in m u. NN	Deckge- birgsmäch- tigkeit in m (min.)	Fläche 300 m u. Caprockober- fläche in km ²	Fläche 1000 m u. NN in km ²	Tiefe des Salz- spiegels in m u. NN	Salin- nar- al- ter	Überdeckung im Scheitel- bereich (Formation)	kon- kurr. Nutz- ung
Baccum	300-500 *	340-540	15,0	15,0	?	jo	kru, tpg, q	nein
Bahnsen	160	220	11,0	21,0	180-208	z	tpg, q,	ja
Bersenbrück (Alfhausen)	200	240	58,0	58,0	?	jo	kro, tpg, q	nein
Bippen (Ohrte)	200-500 *	225-525	52,0	52,0	?	jo	kru, tpg, q	nein
Colbitz	125	187	14,8	6,9	180-250	z	tpg, q	nein
Damme	200	240-260	15,0	15,0	?	jo	kru, kro, tpg, q	nein
Demker-Grieben	250 u. 500 (2x) **	285 u. 580	5,6 ***	5,6 ***	?	z	tpg, q	nein
Eisendorf-Gnutz	200 u. 480 (2x) **	230 u. 505	65,0	92,0	411 u. 686	ro, z	kru, kro, q	nein
Eitzendorf	389	403	6,5	13,0	440	z	tpg, q	nein
Gülze-Sumte	111 u. 305 (2x) **	122 u. 345	60,0	90,0	165 u. 367	z	tpg, tng, q	nein
Hamdorf	350	360	18,0	48,0	498	ro, z	kru, kro, q	nein
Harsefeld	240	270	37,0	40,0	300-340	ro, z	tpg, tng, q	ja
Hennstedt	390 (2x) **	395	58,5	70,0	663	ro, z	kro, tpg, q	nein
Herzlake (Haselünne)	340-500 *	355-515	30,0	30,0	?	jo	tpg, tng, q	nein
Jahrstedt	150 u. 200 (2x) **	220	5,5	9,9	?	z	tpg, q	nein
Kraak	249	280	27,7	18,4	340	z	q	ja
Krempe	30	32	26,5	62,0	75	ro, z	q	nein
Lilienthal	183	186	20,0	38,0	205	z	kro, tpg, q	nein
Lohne	300-800 *	330-830	38,0	38,0	?	jo	tpg, q	nein
Mützel-Viesen	384 u. 310 (2x) **	347 u. 420	8,5 ***	8,5 ***	?	z	tpg, q	nein
Netzeband	140	180-210	14,9	14,1	ca. 500?	z	tng, q	nein
Neusustrum	180	191	3,0	15,0	250-280	z	tng, q	nein
Oberlanger Tenge	140	152	10,0	8,5	157-180	z	tpg, tng, q	ja
Peckensen	236 u. 240 (2x) **	285	46,0	42,0	340-400	z	tpg, q	ja
Schneffingen	240	130	6,0	9,0	265	z	tpg, q	nein
Siek	200	260	6,5	14,0	400	ro, z	kro, tpg, q	nein
Stemmen-Otter-Todtshorn	600 (3x) **	640-660	25,5	43,0	?	z	kro, tpg, tng, q	nein
Sterup	260	320	15,3	25,5	>277	ro, z	kro, q	nein
Taaken	200 u. 250 (2x) **	225 u. 280	12,0	23,0	260-270	z	kro, tpg, tng, q	ja
Thedinghausen	275 u. 380 (3x) **	284 u. 290	9,0	11,0	300-410	z	kro, tpg, tng, q	nein
Volkwardingen	150	250	14,0	25,0	?	z	tpg, q	nein
Vorhop	200	260-270	23,0	21,0	260	z	tpg, q	ja
Waddekath	300 u. 300 (2x) **	440	16,5	16,5	363-441	z	tpg, tng, q	nein
Wahn	290 (2x) **	300-310	23,0	36,5	315-330	z	kru, tpg, tng, q	nein
Weessen-Lutterloh	49 u. 100 (2x) **	130 u. 170	15,5	40,5	114-145	z	kro, tpg, q	nein
Werle	511	545	40,0	40,0	700	z	kru, tpg, tng, q	nein
Wittingen	190	270	8,0	12,0	218-290	z	tpg, q	ja
Wredenhausen	73	150	12,0	11,0	293	z	tng, q	nein
Zechlin	200	260-300	14,8	16,0	>500?	z	tng, q	nein
Zobbenitz	200	250	11,0	0,0	219	z	tpg, q	nein
Zwischenahn	290 u. 380 (2x) **	300 u. 390	38,0	26,0	340 u. 430?	z	kro, tpg, q	nein

entspricht nicht den Vorgaben	<200 >500	<200 >500	<8,5	<8,5	<200 >700		nur q bzw q + tng	ja
entspricht annähernd den Vorgaben	ca 200	ca 200	8,5 - 9,0	8,5 - 9,0	600-700	ro + z jo	tpg bzw älter, unvollständig	
entspricht den Vorgaben	>200 <500	200 - 500	>9,0	>9,0	200-600	z	tpg bzw älter, vollständig	nein

- * = geneigte Dachfläche ohne Kulmination
- ** = mehrere Kulminationen (Anzahl)
- *** bei einer Mindestbreite von >1000 m

- ro = Rotliegend, z = Zechstein, jo = Oberjura, kru = Unterkreide
- kro = Oberkreide, tpg = Alttertiär (+ Rupel), tng = Jungtertiär
- q = Quartär

Tabelle 15: AUSZUG AUS DEM ERDBEBENKATALOG FÜR DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
MIT RANDGEBIETEN FÜR DIE JAHRE 1000 - 1989

für den Bereich 52°N - 55°N und 6°E - 14°E

DATUM	HERDZEIT	KOORDINATEN	TIEFE	REGION	STÄRKE	REF	LOKATION
JAHR MO TA ST M S	BREITE	LÄNGE OE	H Q	SR PR	ML INT RS		
1012		52 30. 11 30. 4		AM AH	5.5 100	S40	ALTMARK
1202		52 36.0 11 54.0 4		AM AH	3.5	GRU	ALTMARK
1298		52 6.0 11 36.0 4		AM AH	4.0	GRU	MAGDEBURG
1323		53 15. 10 25.		NX ND	6.0	STW	LUENEBURG
1410 08 23 22		53 .0 12 15.0 4 15 5		AM BR	7.0 180	GRU	PRIGNITZ
1562		52 24.0 11 31.8 4		AM AH	4.5	GRU	ALTMARK
1576 04 27 10:30		52 7.8 11 38.4 3		AM AH	4.0 30	GRU	MAGDEBURG
1612 10 01		52 04. 8 42. 3		TW NW	4.0	S40	BIELEFELD
1680		52 40.8 11 26.4 4		AM AH	4.5	GRU	ALTMARK
1736 11 00		52 36.6 11 51.6 3		AM AH	3.5	GRU	ALTMARK
1770 09 03 11:45		52 30. 08 00.		TW ND	7.0	S40	ALFHAUSEN
1771 08 08		53 33. 10 00. 3 1 1		NX ND	5.0	S40	HAMBURG
* Einsturzbeben;							
1789 05 17		52 24.0 12 27.0 3		ND BR	5.0	GRU	PLAUE a.d.HAVEL
1876 10 31 11:50		52 22.8 12 58.2 3		ND BR	4.0	GRU	WERDER/POTSDAM
1888 05 16		54 12.0 11 27.0 3		ND OS	4.0	GRU	S-OSTSEE
1904 12 07		53 33.0 9 59.4 3		NX ND	2.5	GRU	HAMBURG
* Einsturzbeben;							
1905 07 27		53 57.6 10 52.2 2		ND OS	3.0	GRU	S-OSTSEE
1906 09 14		54 30.0 11 9.0 4		ND OS	4.0	GRU	S-OSTSEE
1907 01 16 23:15		53 34.2 9 48.0 2		NX ND	3.0	GRU	HAMBURG
* Einsturzbeben;							
1907 04 30		54 27.0 11 10.2 3		ND OS	3.0	GRU	S-OSTSEE
1929 09 29		53 32.8 9 49.4 1 1 1		NX ND	4.0	HAM	HAMBURG-GR.FLOTTBECK
* Einsturzbeben;							
1976 10 09 13:31:26		52 18. 6 42.		TI NL	3.0	LDG	SW ENSCHEDE/NL
1977 06 02 13:22:23		52 56.9 9 56.7 2 8 5		NX ND	4.0 5.5 30	LSS	SOLTAU, MUNSTER
* R5= 7;							
1980 08 10 21:54:28		52 04. 10 02.	1 G	SX ND	1.6 3.0	IFT	Bad Salzdetfurt
* Ereignis in Bergbaugebiet;							
1980 10 06 19:54:31		52 18. 7 48.	1 G	TW NW	2.8 4.0 6	BNS	Mettingen, Ibbenbuehren
* Ereignis in Bergbaugebiet;							
1981 07 13 08:12:44		52 15.7 07 42.5 2 2 4		TW NW	4.1 6.0 9	HHC	Ibbenbuehren
* Ereignis in Bergbaugebiet; R5= 3;							
1982 11 22 18:00:41		52 16. 7 48.	1 G	TW NW	2.7 4.0	BNS	Mettingen
* Ereignis in Bergbaugebiet;							
1982 12 28 03:54:01		52 18. 7 42.		TW NW	2.7	BNS	Ibbenbuehren
* Ereignis in Bergbaugebiet;							
1983 04 19 15:46:23		52 13.4 9 52.8 1 1		SX ND	1.8 5.0 3	IFT	Ahrbergen, N Hildesheim
* Ereignis in Bergbaugebiet;							
1983 05 04 10:25:58		54 30.0 10 12.0 0		NX ND	2.2	ISC	Laboe, N Kiel
1984 12 21 0:33:46		52 50.1 11 01.0 9 2		AM ND	2.6	BGR	Salzwedel
1986 12 26 07:47:51		52 59.4 6 33. 1		NX NL	2.8 4.5	CRO	S Assen/NL
1987 12 14 20:49:48		52 55.8 6 33. 2		NX NL	2.5 4.0	CRO	HOOGHALEN/NL
1988 4 15 10:49:29		54 18.9 6 7.9 10 G		NS	3.7	ISC	Nordsee, NW Borkum

Tabelle 16: Erläuterungen zum Erdbebenkatalog

DATUM

JAHR: Jahr
 MO: Monat
 TA: Tag

HERDZEIT (vor 1900 Ortszeit, ab 1900 GMT)

ST: Stunde
 M: Minute
 S: Sekunde (gerundet)

KOORDINATEN (Grad, Minuten mit Zehntelminuten)

BREITE: nördliche geographische Breite
 LÄNGE: östliche geographische Länge
 OE: Genauigkeit des Epizentrums

- 1: ±1 km
- 2: ±5 km
- 3: ±10 km
- 4: ±30 km
- 5: >±30 km

TIEFE

H: Herdtiefe in km
 Q: Genauigkeit der Herdtiefe
 G: Herdtiefe unsicher, vom Bearbeiter fest eingesetzt
 1 oder 4: ±2 km
 2 oder 5: ±5 km
 3 oder 6: ±10 km
 Angabe 4,5 oder 6 beruht auf makroseismischer Tiefenbestimmung

STÄRKE

ML: lokale Magnitude (nach C.F.Richter)
 INT: maximal gefühlte Intensität oder Epizentralintensität;
 Skala MSK 1964 (SPONHEUER, 1965)
 RS: Schütterradius in km

optional

DIST: Entfernung in km zwischen Epizentrum und dem vorgegebenen Ort

LOKATION: geographische Beschreibung des Epizentrums

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN

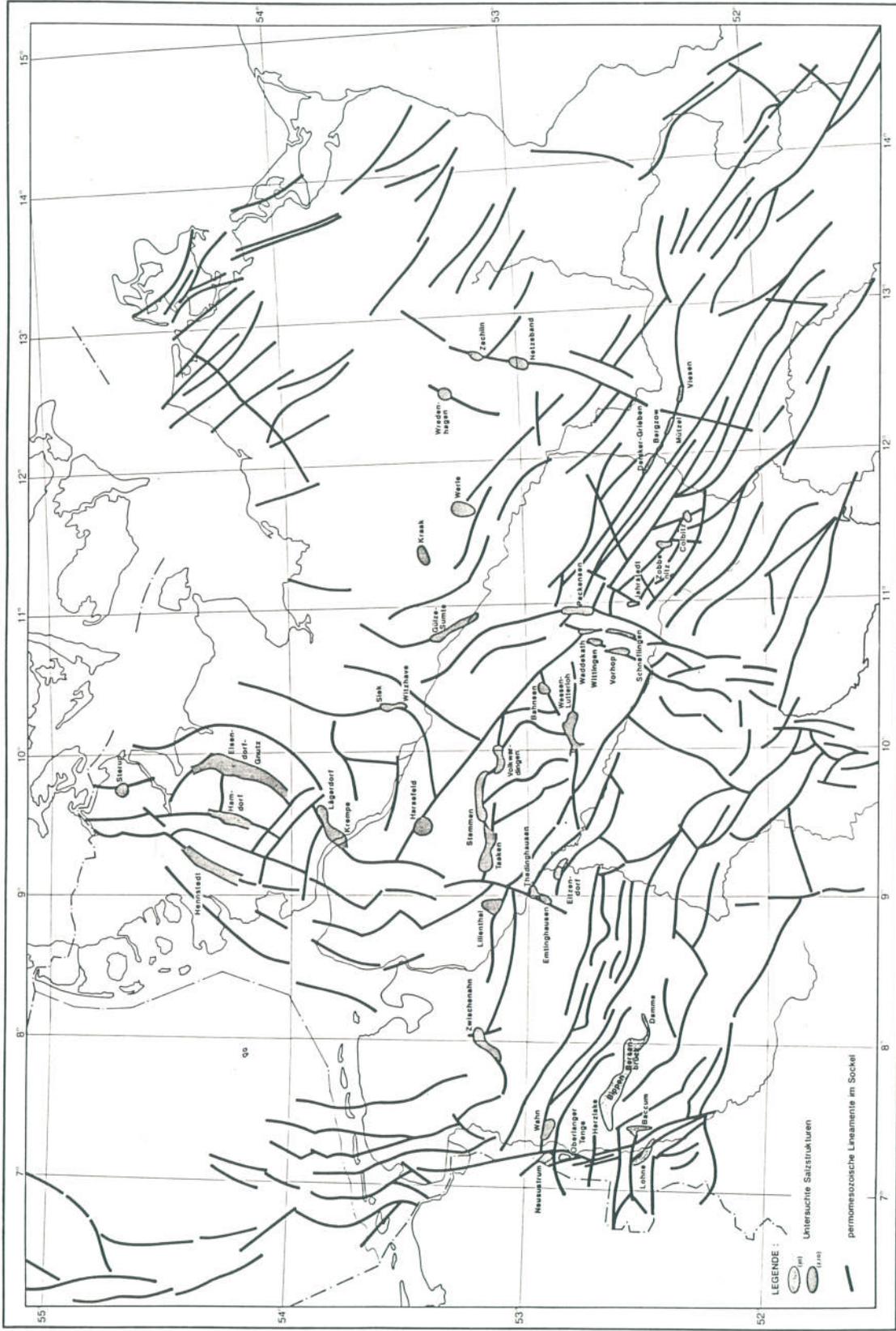
Die mit * gekennzeichnete Kommentarzeile enthält zusätzliche, das vorausgehende Beben betreffende Informationen. Folgende Kommentare bzw. Abkürzungen sind möglich:

MS: Oberflächenwellen Magnitude
 Schäden: "Verletzte", "Tote", "Erdspalten", "Veränderungen an Quellen", "Erdrutsch", "Bergsturz"
 Bebenarten: im Normalfall tektonisches Beben (ohne Kennzeichnung); "Einsturzbeben", "Gebirgsschlag", "Ereignis im Bergbaugesamt"

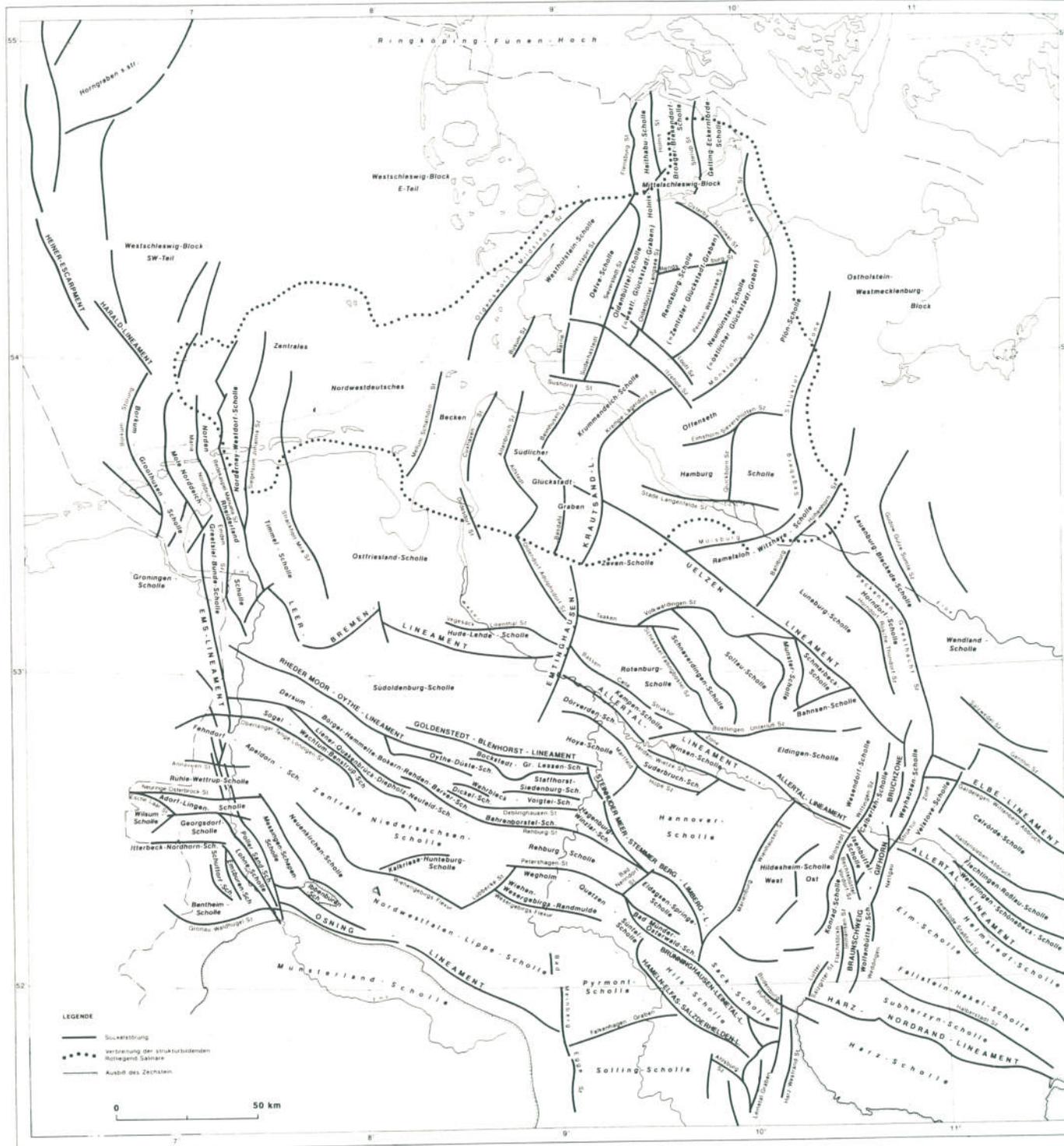
Kurzform der zwölfteligen makroseismischen Intensitätsskala
 MSK 1964 (Sponheuer 1965)

Intensität Beobachtungen

Intensität	Beobachtungen
I	Nur von Erdbebeninstrumenten registriert
II	Nur ganz vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen
III	Nur von wenigen verspürt
IV	Von vielen wahrgenommen. Geschirr und Fenster klirren
V	Hängende Gegenstände pendeln. Viele Schlafende erwachen
VI	Leichte Schäden an Gebäuden, feine Risse im Verputz
VII	Risse im Verputz, Spalten in den Wänden und Schornsteinen
VIII	Große Spalten im Mauerwerk; Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein
IX	An einigen Bauten stürzen Wände und Dächer ein. Erdrutsche
X	Einstürze von vielen Bauten. Spalten im Boden bis im Breite
XI	Viele Spalten im Boden, Erdrutsche in den Bergen
XII	Starke Veränderungen an der Erdoberfläche



Übersicht der neu untersuchten Salzstrukturen in den alten und neuen Bundesländern
 (R.BALDSCHUHN, U.FRISCH, F.KOCKEL, P.KRULL; BGR 1994)

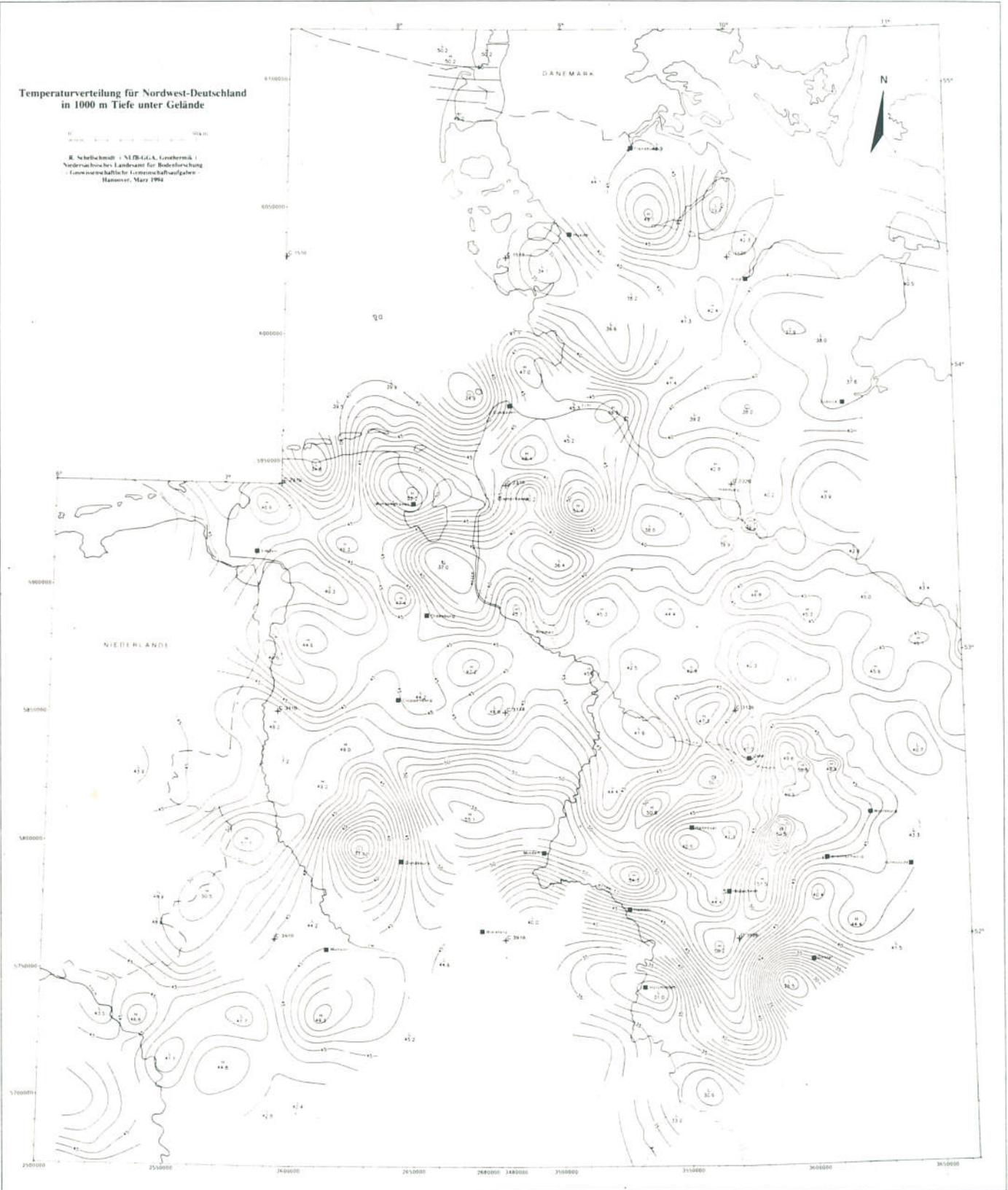


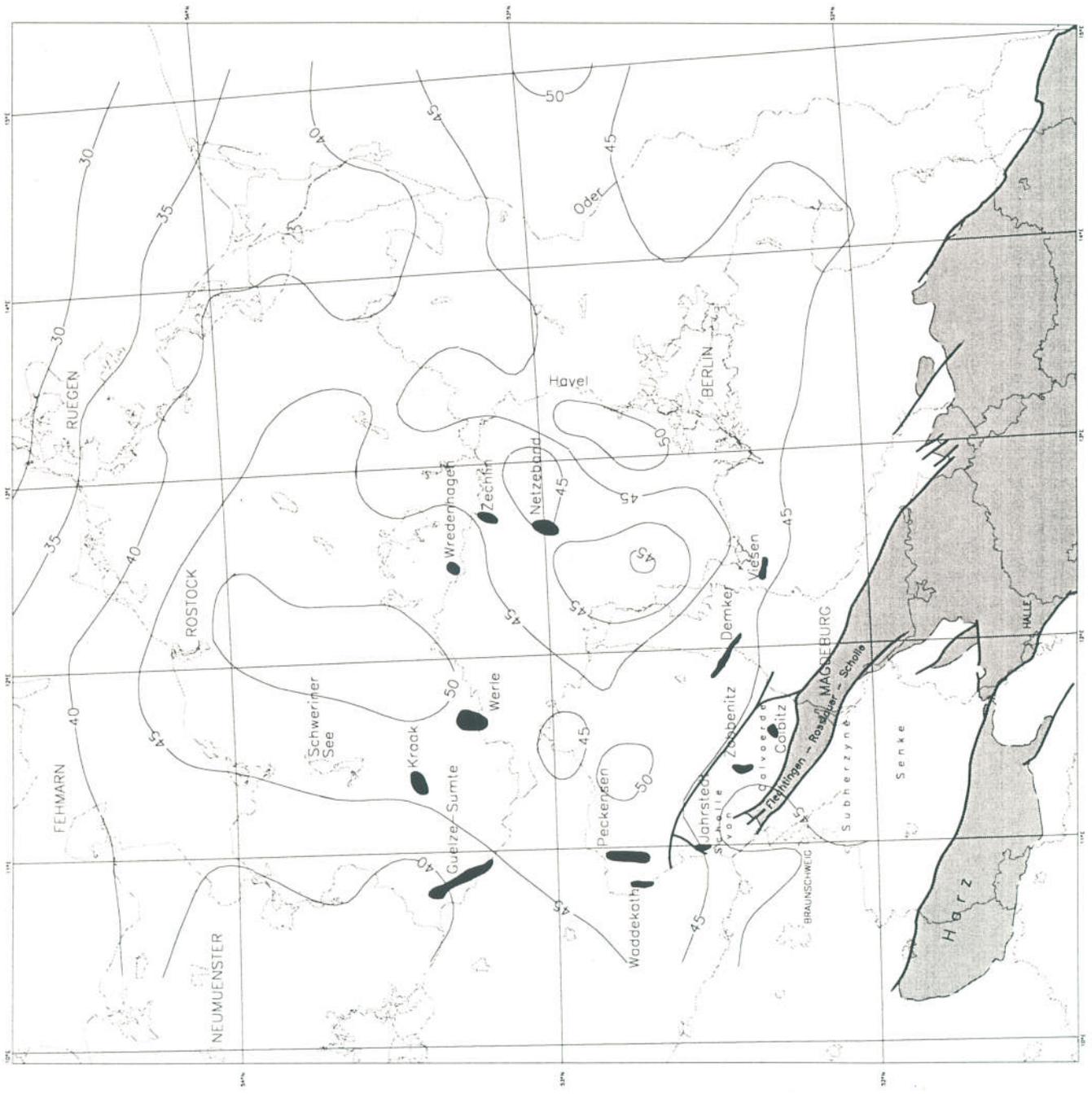
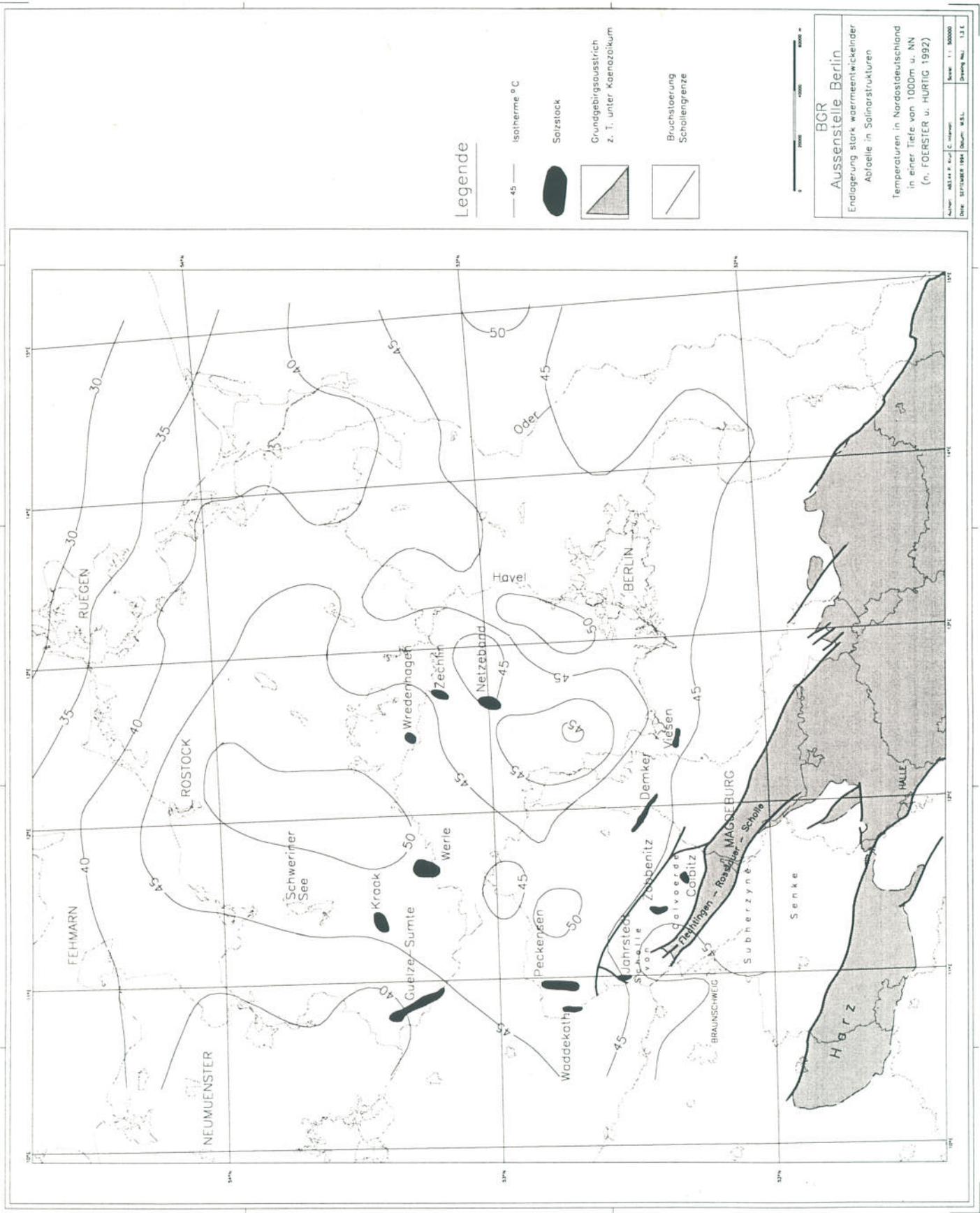
Schollengliederung des Sockels in Nordwestdeutschland

(R.BALDSCHUHN, U.FRISCH, F.KOCKEL, BGR 1994)

Temperaturverteilung für Nordwest-Deutschland in 1000 m Tiefe unter Gelände

R. Seifelschmid / N.D.B.G.A. Geothermie /
Niederrheinisches Landesamt für Bodenforschung /
Forschungsschichtliche Lerngemeinschaftaufgabe /
Hannover, März 1992





BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

**Endlagerung stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in tiefen
geologischen Formationen Deutschlands**

Untersuchung und Bewertung von Salzformationen

Anhang

Beschreibung der untersuchten Salzstrukturen

Sachbearbeiter:

R. Baldschuhn
Marina Fischer
Ursula Frisch
Dr. W. Heßmann
Dr. F. Kockel
Dr. P. Krull
Dr. H. Stiewe

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
BACCUM	4
BAHNSEN	5
BERSENBRÜCK (ALFHAUSEN)	6
BIPPEN (OHRTE)	7
COLBITZ	8
DAMME	9
DEMKER-GRIEBEN	10
EISENDORF-GNUTZ	11
EITZENDORF	13
EMTINGHAUSEN (siehe auch THEDINGHAUSEN)	14
GÜLZE-SUMTE	16
HAMDORF	17
HARSEFELD	19
HENNSTEDT	21
HERZLAKE (HASELÜNNE)	23
JAHRSTEDT	24
KRAAK	25
KREMPE (siehe auch LÄGERDORF)	26
LÄGERDORF (siehe auch KREMPE)	28
LILIENTHAL	30
LOHNE	32
MÜTZEL-VIESEN	32
NETZEBAND	34
NEUSUSTRUM	35
OBERLANGER TENGE	36
PECKENSEN	38
SCHNEFLINGEN	39
SIEK (siehe auch WITZHAVE)	41
STEMMEN-OTTER-TODTSHORN	43
STERUP	44
TAAKEN	46

VOLKWARDINGEN.....	49
VORHOP	50
WADDEKATH.....	52
WAHN	53
WEESEN-LUTTERLOH.....	55
WERLE.....	57
WITTINGEN	58
WITZHAVE (sieh auch SIEK)	60
WREDENHAGEN.....	61
ZECHLIN.....	62
ZOBBENITZ.....	64
ZWISCHENAHN.....	65

BACCUM

Strukturtyp

Stratiformes Salzlager mit leicht erhöhter jo-Mächtigkeit gegenüber der Umgebung, über der invertierten Messingen-Schäpen-Scholle.

Geographische Lage

TK 25: 3410, 3510

TK 100: C 3510

Regionaltektonische Lage

Westliches Niedersachsen-Becken, Messingen-Schäpen-Scholle.

Strukturelle Verbindungen

Durch E-W-streichende Inversionsstrukturen von dem stratiformen Salzlager HERZLAKE im NE und der Kissenstruktur LOHNE im SW getrennt.

Aufbauende Salinare

Münder Mergel-Salinar (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

NNW-SSE-gestreckt, ca. 12 km lang und durchschnittlich 1,5 km breit. Maximal-Mächtigkeit des joOM-Salinars ca. 1200 m

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches mit >1000 m joOM-Salinar

ca. 15 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben Rinnen

Im ENE jo-Oberfläche bis auf ca. 300 m u. NN aufsteigend; im Bereich der größten Mächtigkeit Top jo bei ca. 500 m u. NN.

Sedimente des Deckgebirges

Im E transgressives Tertiär und Quartär, gegen W schalten sich höherer Malm (joOM 6), Wealden und marine Unterkreide ein.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

Flache Lagerung, gegen ENE ansteigend. Der Innenbau des Salzlagers ist unbekannt. In Analogie zu anderen Vorkommen wird angenommen, daß das Steinsalz beim Aufbau überwiegt, daß aber zahlreiche Tonstein- und Anhydrit-Zwischenmittel eingeschaltet sind.

Genese

Während des Obermalm 3-5 wurden in dem sich rasch absenkenden zentralen Niedersachsen-Grabenbecken und seinen westlichen Teilbecken mächtige Steinsalz-Anhydrit-Tonstein-Folgen abgelagert.

Während der Inversionsphase des Niedersachsen-Beckens im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der oberjurassische Inhalt des Grabenbeckens herausgehoben und im S randlich erodiert.

Tertiär lagerte sich über den am weitesten herausgehobenen Beckenabschnitten diskordant ab.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

keine

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 0 %, Wasserschutz 100 %, dichte Bebauung 26,7 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 15 km², in 1 km Tiefe: 15 km², Salzspiegellage unbekannt, Deckgebirgsmächtigkeit 340-540 m, ekien Sockelstörung, keine Komplikationen des Innenbaues zu erwarten, jo-Salinar nicht ausreichend untersucht, keine Komplikationen im Dachbereich zu erwarten, Abdeckung durch Paläogen vollständig.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

BAHNSEN

Strukturtyp

Salzstock über Sockelstörung, beeinflusst durch Inversionstektonik.

Geographische Lage

TK 25: 3028

TK 100: C 3126

Schnitt: Anl. 2.2

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle, Teil der Faßberg-Klein Süstedt-Strukturzone zwischen Schmarbeck-Scholle im N und BahnSEN-Scholle im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der z-Basis)

Eine von Staffelbrüchen begrenzte Horstscholle unterlagert mit WSW-ENE-Streichen den Salzstock und die benachbarten Strukturen. Tiefenlage der z-Basis 4200 - 4300 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im SW verbunden mit der Inversionsstruktur FASSBERG, im NE mit der Inversionsstruktur KLEIN SÜSTEDT.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Rund bis oval, in NE-SW-Richtung gestreckt, 6 km lang, 4,5 km breit, im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 2,4 km breit; Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4000m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

26 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Eine zentrale, ovale Kulmination, 160-200 m u. NN. Scheitelregion flach, ein Scheitelgraben mit geringem Verwurf an den Randstörungen, darüber ein quartäre Subrosionssenke, verbunden mit einer quartären Rinne, die >150 m u. NN in das tertiäre Deckgebirge einschneidet.

Sedimente des Deckgebirges

Auf der Kulmination 60 m Tertiär, darüber 60-200 m Quartär; auf den Überhängen randlich höhere Oberkreide (krsa-kрма), im SE auch Alb sowie Oberpaläozän bis Oligozän und Quartär.

Caprock

Hutanhydrit 20-48 m.

Innentektonik

Der Salzstock wurde durch BahnSEN 3 bis 2185 m und durch BahnSEN 4 bis 2330 m durchteuft. Normales Zechstein-Profil mit Na2 und K2 (Hartsalz).

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Steile Flanken, abgeflacht unter den Überhängen, gegen die Tiefe konvergierend. Überhänge in der Unter- und Oberkreide, im SE bis 2000 m mächtig (BahnSEN 5), besonders breit im NE und NW. Kissenfüße umgeben den gesamten Stock. Z-Salzkeile im RötSalinar sind an der NW- und an der SE-Flanke vorhanden.

Randsenken

Primäre Randsenken

Keuper und Lias, Dogger? (k, ju, jm?)

Sekundäre Randsenken

Wealden, Unterkreide, Campan (Wd - krc). Die Randsenken umgeben den Salzstock im N, NW, im S und SE

Nachschubbedingte Randsenken

Paläozän bis Mitteloligozän (tpao - tolm), schwach im Miozän

Beginn des Kissenstadiums

Keuper (k)

Beginn des Diapirstadiums

Wealden (Wd)

Genese

Über den SSW-NNE-streichenden Sockelstörungen der Faßberg-Klein Süstedt-Störungszone entstand seit dem Keuper ein Salzkissen, dessen Flanken während der epirogenen Hebung der Pompeckj-Scholle im Oberjura bis auf den Unteren Keuper, bzw. den Muschelkalk erodiert wurden.

Im Wealden durchbrach das Salz das Kissendach. Das Diapirstadium hielt noch während der Unterkreide an, jedoch wurde das Salzstockdach bereits im Alb randlich überdeckt. Einen neuen tektonischen Impuls erhielt der Diapir durch NW-vergente Sockelbewegungen im Coniac-Santon, der den Salzaufstieg erneut stimulierte. Dadurch wurde das Salzstockdach bis in das Maastricht steil aufgewölbt.

Die durch die mittelpaläozäne Regression ausgelöste Erosion, begünstigte, ebenso wie die unteroligozäne Abtragung, bis in das Miozän hinein den weiteren Salzaufstieg. Erst im Quartär wurde die Hebung durch Subrosion, bzw. die rinnenförmige Erosion kompensiert.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Bahnsen 1-4 und BAN 2 erreichten das Dach des Salzstockes, Bahnsen 5 durchteufte den Überhang, Bahnsen 3, 4 und NW Z3 durchörterten die oberen Teile des Salzkörpers, Böddenstedt Z1 durchteufte den gesamten Salzstock bis hinab zum Rotliegenden.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

Kalialze (Hartsalz) sind erbohrt worden. Unter dem Salzstock liegt der Erdgasfund Böddenstedt (Böddenstedt Z 1) im Oberrotliegenden. Die Produktion wurde 1992 eingestellt. Das Erdgasfeld Bahnsen-NW liegt außerhalb der Struktur.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 46,1 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 7,6 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 11,0 km², in 1 km Tiefe: 21 km², Salzspiegel bei 180-208 m u. NN, Mächtigkeit des Deckgebirges 220 m, Sockelstörung vorhanden, Komplikationen des Innenbaues wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge, Salzkeile), z-Salinar ausreichend untersucht, Abdeckung durch Paläogen vollständig, Scheitelgraben, Subrosionssenke, quartäre Rinne.

Bearbeiter

BALDSCHUHN & STANCU-KRISTOFF (1993)

BERSENBRÜCK (ALFHAUSEN)**Strukturtyp**

stratiformes Salzlager, schwach entwickeltes Kissen mit diapirischer Scheitelzone, Teilabschnitt eines Kissenzuges; infolge der Inversion im SW von einer Aufschiebung (= nicht voll kompensierten ehemaligen syndementären Abschiebung) begrenzt.

Geographische Lage

TK 25: 3412, 3413, 3414, 3513, 3514

TK 100: C 3510, C 3514

Regionaltektonische Lage

Zentrales Niedersachsen-Becken

Strukturelle Verbindungen

im E Verbindung mit dem jo-Salzkissen DAMME, im WNW mit dem leicht kissenartig modifizierten stratiformen jo-Salzlager BIPPEN (OHRTE).

Aufbauende Salinare

Oberjura (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

WNW-ESE-gestreckt, max. 8 km breit und 25 km lang, die störungsbegrenzte diapirische Scheitelzone ist ca. 1,5 km breit und 14 km lang. Im Kulminationsbereich beträgt die Mächtigkeit des jo-Salinars >1500 -2100 m.

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches >1000 m Mächtigkeit der joOM-Salinare

ca. 58 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben

Kulmination bei ca. 200 m u. NN; Scheitelstörungen sind vorhanden.

Sedimente des Deckgebirges

Höhere Oberkreide (krca), Tertiär und Quartär im Bereich der anerodierten, diapirischen Scheitelzone; zur Kissenflanke im N schalten sich Unterkreide, Wealden und Serpulit ein. Die am stärksten entlang einer unterkompensierten, im Oberjura syndementär als Abschiebung wirksamen Aufschiebung herausgehobene südliche Kissenflanke wird nur von Alttertiär und Quartär überdeckt.

Caprock

unbekannt

Innentektonik

unbekannt, wahrscheinlich kaum gestörte Wechselfolge von Steinsalz, Anhydrit und grauer Tonstein. In der Bohrung Alfhausen 3 wurde folgendes Profil angetroffen (von o. nach u.): 165 m relativ reines Steinsalz, 10 m Anhydrit, 50 m Tonstein, 220 m Steinsalz, vorwiegend durch Tonstein verunreinigt, 240 m Steinsalz, vorwiegend durch Anhydrit verunreinigt, 110 m Steinsalz, vorwiegend durch Tonstein verunreinigt. Die Bohrung Besten 1 ergab folgenden Schichtaufbau (von o. nach u.): 115 m relativ reines Steinsalz, 56 m Tonstein, 65 m relativ reines Steinsalz, 40 m Tonstein, 416 m Steinsalz, durch dünne Anhydrit- und Tonsteinlagen verunreinigt.

Genese

Während des Oberalm 3-5 wurden in dem sich rasch absenkenden zentralen Niedersachsen-Grabenbecken mächtige Steinsalz-Anhydrit-Tonstein-Folgen abgelagert.

Während der Inversionsphase des Niedersachsen-Beckens im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der oberjurassische Inhalt des Grabenbeckens herausgehoben und im S randlich erodiert.

Campan und Tertiär lagerten sich über der herausgehobenen Beckenfüllung diskordant ab.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Alfhausen 2 im NW und 3 im zentralen Strukturbereich sowie Besten 1 im SW durchteufen das gesamte Lager. Alfhausen 1 wurde im höheren Teil des Lagers eingestellt.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 62,0 %, Wasserschutz 6,8 %, dichte Bebauung 10,3 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 58,0 km², in 1 km Tiefe: 58 km². Lage des Salzspiegels unbekannt. Mächtigkeit des Deckgebirges 240 m, keine Sockelstörung, Komplikationen des Innenbaues möglich (invertiertes., teilweise diapirisches Salzkissen), jo-Salinar nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch jüngere Oberkreide (krca) und Paläogen vollständig, Scheitelstörungen.

Bearbeiter

FRISCH (1994)

BIPPEN (OHRTE)**Strukturtyp**

Stratiformes Salzlager, kissenförmig aufgewölbt, von Inversionstektonik überprägt.

Geographische Lage

TK 25: 3311, 3312, 3411, 3412

TK 100: C 3510

Regionaltektonische Lage

Zentrales Niedersachsen-Becken

Strukturelle Verbindungen

im NW Übergang in das Salzlager HERZLAKE (HASELÜNNE), im ESE Verbindung mit dem diapirischen Salzkissen BERSENBRÜCK (ALFHAUSEN); im SW von einer Aufschiebung (= unterkompensiert, ehemalige synsedimentär im Oberjura wirksame Abschiebung) begrenzt.

Aufbauende Salinare

Münder Mergel-Salinar (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

NW-SE verlaufend, ca. 15 km lang und max. 7 km breit; max. Mächtigkeit des Oberjura bis 1800 m, ca. 1000 m Salinar-Mächtigkeit.

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches >1000 m Mächtigkeit der joOM-Salinare

ca. 52 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben

jo-Oberfläche im SW bis auf 400 m u. NN ansteigend, gegen NE auf ca. 600 m u. NN absinkend; im Bereich der größten Mächtigkeiten ca. 500 m u. NN (ca. 1200 m südlich der Bohrung Menslage 4).

Sedimente des Deckgebirges

Im gekappten Bereich nordwestlich der Südrandstörung lokal transgressive höhere Oberkreide (krca), Tertiär und Quartär, im NE höchster Malm (Serpulit, jOM 6), Wealden und marine Unterkreide.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

weitgehend flachlagernd, gegen SW einfallend. Das Salz wird von einer Unzahl dünner Anhydrit- und Tonsteinmitteln durchsetzt. Die Bohrung Besten 1 (Struktur BERSENBRÜCK/ALFHAUSEN) ergab folgenden Schichtaufbau (von o. nach u.): 115 m relativ reines Steinsalz, 56 m Tonstein, 65 m relativ reines Steinsalz, 40 m Tonstein, 416 m Steinsalz, durch dünne Anhydrit- und Tonsteinlagen verunreinigt. Bohrung Menslage-Berge 1: 1216 m Oberjura, davon 808 m joOM3-5 in nahezu reiner Salzabfolge mit nur einem kompakten Tonmittel von ca. 30 m Mächtigkeit. Das Salz wird durch zahlreiche dünne Tonstein- und Anhydritlagen verunreinigt.

Genese

Während des Obermalm 3-5 wurden in dem sich rasch absenkenden zentralen Niedersachsen-Grabenbecken mächtige Steinsalz-Anhydrit-Tonstein-Folgen abgelagert.

Während der Inversionsphase des Niedersachsen-Beckens im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der oberjurassische Inhalt des Grabenbeckens herausgehoben und im S randlich erodiert.

Tertiär lagerte sich über den am weitesten herausgehobenen Beckenabschnitten diskordant ab.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Menslage 4 im zentralen Bereich der Struktur erreicht nur den Top des Salzlagers (ET 521 m u. NN), Menslage-Berge 1 im N durchteufte das gesamte Lager (ET 1549 m u. NN im jmc1).

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 26,9 %, Wasserschutz 5,7 %, dichte Bebauung 3,8 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 52,0 km², in 1 km Tiefe: 52 km², Lage des Salzspiegels und bekannt, Mächtigkeit des Deckgebirges 225-525 m, keine Sockelstörung, Komplikationen des Innenbaus unwahrscheinlich, Jo-Salinar nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch Paläogen vollständig.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

COLBITZ**Strukturtyp**

embryonaler Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 3635; TK 25 AS: N-32-144-A-a; TK 100: C 3934

Regionaltektonische Lage

Der Salzstock liegt auf der Scholle von Calvörde.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Sockelstörungen sind nicht sicher nachgewiesen, aber zu vermuten. Sie weisen allerdings geringe Sprunghöhen auf. Die Zechsteinbasis fällt von 800 m u. NN im NE auf 1400 m u. NN im SW ab.

Strukturelle Verbindungen

Die Struktur ragt gar nicht oder nur unbedeutend aus dem konform lagernden umgebenden Salinar heraus.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: länglich oval mit E-W streichender Längsachse

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 7 km, Querachse 2,7 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 3,5 km, Querachse ca. 2,5 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins: ca. 600 - 900 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Kulmination liegt ca. 122 m u. NN. Die Strukturoberfläche ist nach S und SW geneigt und fällt auf 400 - 500 m u. NN am SW-Rand ab. Scheitelstörungen, -gräben und Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Flächendeckend wird die Struktur von Eozän und Rupelton mit guten Barriereigenschaften überdeckt. Höhere Oberkreide (Campan-Maastricht) sowie Paläozän sind nicht flächendeckend vorhanden.

Caprock

Die erbohrten Caprockmächtigkeiten schwanken zwischen 11 und 53 m.

Salzspiegel

Der Salzspiegel liegt zwischen 180 und 200 m u. NN. Zu den Rändern fällt er auf über 250 m u. NN ab.

Innentektonik

Die jüngeren Salinarzyklen sind weitgehend abgelaut, so daß im Strukturkern überwiegend Staßfurtsalinar erhalten ist. Mit partiellen Einfaltungen jüngerer Serien ist aber zu rechnen.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Südflanke fällt relativ steil zur Bülstringen-Farslebener Mulde ein. Die übrigen Seiten weisen kaum Höhenunterschiede zum umgebenden Salinar auf. Überhänge, Kissenfüße und Salzkeile sind nicht ausgebildet.

Randsenken**primäre Randsenken**

nicht ausgebildet bzw. nicht mehr erhalten

sekundäre Randsenken

nicht ausgebildet bzw. nicht mehr erhalten.

Das Oberkreide- und Paläozänvorkommen wird als Subrosionssenkenfüllung gedeutet.

Beginn des Kissenstadiums

nicht bekannt

Beginn des Diapistadiums

nicht bekannt

Genese

Vermutlich fanden schon präkretazisch analog zu den Verhältnissen in der Altmark Salzbewegungen statt. Dieser Vorgang wurde aber durch die Herausbildung der Scholle von Calvörde frühzeitig unterbrochen. Die Nachinversionsentwicklung ist seit der höheren Oberkreide vorwiegend durch Subrosionsvorgänge gekennzeichnet. Da die känozoische Nachschubphase fehlt, hat die Struktur einen embryonalen Charakter, von der aufgrund der Ablagerung lediglich der Strukturstumpf erhalten ist.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

4 Bohrungen wurden auf der Struktur niedergebracht. Schächte, Gruben und Kavernen existieren nicht.

Lagerstätten

östlich und südöstlich angrenzend die Kalilagerstätte Zielitz

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Wasserschutzgebiet 100 %, dichte Bebauung 1,7 %

Bewertung

Nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche 14,8 km², in 1000 m Tiefe 6,9 km, der Salzpsiegel liegt bei 180-250 m u. NN, die Mächtigkeit des Deckgebirges beträgt 187 m, ein Sockelstörung ist nicht bekannt. Da die Salinarbasis in der nordöstlichen Hälfte der Struktur flacher als 1000 m liegt, verringert sich das nutzbare Volumen reinen Steinsalzes erheblich und ist wahrscheinlich nicht ausreichend.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

DAMME**Strukturtyp**

invertiertes Salzkissen, im Zentrum mit Übergängen zum Diapir

Geographische Lage

TK 25: 3414, 3415, 3514

TK 100: C 3514

Regionaltektonische Lage

Zentrales Niedersachsen-Becken

Strukturelle Verbindungen

Im E Verbindung mit dem Oberjura-Salzkissen LEMBRUCH, im W Übergang in das Oberjura-Salzkissen BERSENBRÜCK (ALFHAUSEN).

Aufbauende Salinare

Münder Mergel-Salinar (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

NE-SW gestreckt, relativ schmal, max. 13 km lang und max. 2,5 km breit; Vertikalausdehnung max. ca. 1700 m.

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches >1000 m Mächtigkeit der joOM-Salinare

ca. 15 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben,**Rinnen**

Im Bereich der Bohrung Damme 1 109 m u. NN, im Gebiet größter Salinarmächtigkeit <800 m u. NN. Der Axialbereich wird von einer NNE-SSW verlaufenden Aufschiebung durchzogen.

Sedimente des Deckgebirges

Im Scheitelbereich transgressives Tertiär und Quartär und höchster Malm (joOM 6), gegen die Flanken transgrediert höhere Oberkreide (krea), marine Unterkreide und Wealden.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

Der Innenbau des Salzkissens ist unbekannt. Aus der Bohrung Damme 1 ist zu entnehmen, daß reines jo-Steinsalz nur in Lagen von wenigen m Mächtigkeit auftritt. Im Normalfall wird das Steinsalz von sehr zahlreichen dünnen Ton- und Anhydrit-Mitteln durchsetzt, auch mächtigere Tonstein- und Anhydrit-Partien treten auf. Es ist anzunehmen, daß durch halokinetiche Prozesse das ehemals schichtige Münder Mergel-Salinar zusammengeflossen und intensiv mit den zwischengeschalteten Tonsteinen und Anhydritlagen verfaltet ist.

Genese

Während des Obermalm 3-5 wurden in dem sich rasch absenkenden zentralen Niedersächsischen Grabenbecken und seinen westlichen Teilbecken mächtige Steinsalz-Anhydrit-Tonstein-Folgen abgelagert.

Während der Inversionsphase des Niedersachsen-Beckens im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der oberjurassische Inhalt des Grabenbeckens herausgehoben und im S randlich erodiert. Entlang einer bis in den prä-permischen Sockel reichenden NW-SE-streichenden Störung akkumulierte im

Strukturabschnitt Damme das Münder Mergel-Salinar zu einem länglichen Salzkissen. Dies führte auch zur internen Verfaltung des Münder Mergel-Salinars. Diese Bewegungen sind auch noch im Alttertiär zu verfolgen.

Die Überlagerung der invertierten Struktur durch Obercampan ist fast geschlossen, darüber folgt transgressives Miozän.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue
Damme }

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine. An der Nordflanke der Struktur größere Vorräte armen Eisenerzes im campanen Deckgebirge, die heute nicht genutzt werden.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 73,3 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 26,0 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: $15,0 \text{ km}^2$, in 1 km Tiefe $15,0 \text{ km}^2$, die Lage des Salzspiegels ist nicht bekannt, die Mächtigkeit des Deckgebirgs beträgt 240-260 m, eine Sockelstörung existiert nicht, Komplikationen des Innenbaues möglich (Salzkissen, Übergänge zum Diapir), vollständige Abdeckung durch Paläogen, Scheitelstörung.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

DEMKER-GRIEBEN

Strukturtyp

Salzmauer

Geographische Lage

TK 25: 3537, 3538; TK 25 AS: N-32-132-B-c, N-32-132-D-a-b, N-33-121-C-a; TK 100: C 3534

Regionale tektonische Lage

Teilstruktur des NW-SE streichenden Strukturzuges von Altmersleben-Viesen im Bereich der Salzwedel-Genthiner Störung

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Sockelstörung (Genthiner Störung) mit ca. 100 m Sprunghöhe. Die Zechsteinbasis steigt von NW (>3700 m u. NN) nach SE (<3700 m u. NN) an.

Strukturelle Verbindungen

Über einem antiklinalartigen Salzrücken bestehen strukturelle Verbindungen zur Struktur Altmersleben-Berkau im NW und Bergzow im SE.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: schmale NW-SE-streichende Salzmauer

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse ca. 18 km, Querachse 0,7 km im NW und 1,7 km im SE

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse ca. 18 km, Querachse ca. 0,7 km im NW und 1,7 km im SE. Eine Breite von >1000 m ist lediglich auf ca. 4,5 km Länge im Bereich der Teilstruktur Grieben realisiert.

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins ca. 3400 u. NN m im NW und ca. 3450 m u. NN im SE

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

2 Kulminationen, im NW (Demker) ca. 500 m u. NN, im SE (Grieben) ca. 250 m u. NN. Die genaue Tiefenlage ist wegen fehlender Bohrungen nicht bekannt. Zwischen den beiden Kulminationen liegt die Caprockoberfläche über 600 m tief. Scheitelstörungen sind bis an die Rupelbasis zu verfolgen. Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Vermutlich Eozän direkt über dem Caprock. Darüber folgt nach der Geophysik flächendeckend Rupelton sowie Quartär.

Caprock

Die Caprockmächtigkeit ist nicht bekannt.

Salzspiegel

Die Tiefenlage ist nicht bekannt.

Innentektonik

Die Innentektonik ist nicht bekannt. Es ist jedoch mit einer für Pressungsstrukturen typischen komplizierten Tektonik zu rechnen.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind steil. Mit schmalen Überhängen und gebietsweise vorhandenen Salzkeilen ist zu rechnen. Ein schmaler Kissenfuß ist vorhanden.

Randsenken

primäre Randsenken

nicht vorhanden bzw. von der sekundären Randsenke nicht zu trennen. Möglicherweise sind die Unterkreideablagerungen an der Basis der Randsenken einem primären Randsenkenstadium zuzurechnen.

sekundäre Randsenken

Sekundäre Randsenken sind nordöstlich (Mulde von Genthin-Redekin) und südwestlich (Mulde von Schönwaide-Parchen) der Strukturen entwickelt und mit mächtigen Sedimenten der Oberkreide (Coniac-Campan) gefüllt.

Beginn des Kissenstadiums

Hauterive

Beginn des Diapirstadiums

Coniac

Genese

Die Mobilisierung des Salzes wurde durch die jungkimmerischen Bewegungen im Bereich der Salzwedel-Genthiner Störungszone ausgelöst und hatte ihren Höhepunkt im Zeitraum Coniac-Campan. Zu Beginn des Tertiär war die Strukturentwicklung weitgehend abgeschlossen.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Bohrungen haben das Salinar nicht erreicht. Schächte, Gruben und Kavernen sind nicht vorhanden.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

dichte Bebauung ca. 1,7 %

Bewertung

Nutzbare Fläche in 300 m unter Caprockoberfläche 19,8 km², in 1000 m Tiefe 19,8 km², die Lage des Salzspiegels ist unbekannt, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 285 und 580 m, eine Sockelstörung ist nicht bekannt. Eine Mindestbreite von 1000 m weist die Struktur nur auf einer Länge von ca. 4,5 km auf, so daß sich die Fläche für beide Teufenintervalle auf ca. 5,6 km² reduziert und damit unzureichend ist. Die Tiefenlage des überwiegenden Teils der Struktur von 500 m u. NN und mehr ist ein weiterer Grund für eine Unterschreitung des geforderten Mindestvolumens.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

EISENDORF-GNUTZ

Strukturtyp

Salzstock (Doppelsalinar) mit zwei Kulminationen, Teil einer Salzmauer über einem bedeutenden, NNE-SSW-verlaufenden Sockelschollenrand.

Geographische Lage

TK 25: 1724, 1725, 1824, 1825, 1924, 1925

TK 100: C 1922

Regionaltektonische Lage

Teil der Peissen-Osterby-Strukturzone zwischen Rendsburg-Scholle im WNW (= zentraler Glückstadt-Graben) und Neumünster-Scholle (= östlicher Glückstadt-Graben) im ESE.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Die Zechsteinbasis ist durch ein starkes Relief gekennzeichnet. Unter der Salzmauer ist sie über einem schwach asymmetrischen Oberrotliegend-Restsalzkissen aufgerissen. Im W der Strukturzone ist sie bis 7400-7800 m u. NN aufgebogen. Über eine Entfernung von 6 km fällt sie zum Zentrum der Rendsburg-Scholle auf 10500 m u. NN ab und bildet hier die Basis des zentralen Glückstadt-Grabens. Dies ist die größte Tiefe, die die Zechsteinbasis im gesamten südlichen Zechsteinbecken erreicht. Als Ursache für diese starke Versenkung sind Rifting-Vorgänge in der tiefen und höheren Trias anzunehmen, die zur Bildung des Glückstadt-Grabens führten, aber auch nicht unerhebliche Abwanderungsbewegungen des Oberrotliegend-Salzes in die Strukturzüge hinein.

Im E der Peissen-Osterby-Strukturzone ist die Zechsteinbasis bis auf 6800-7000 m u. NN aufgewölbt und fällt gegen das Zentrum der Neumünster-Scholle nur schwach auf max. 7600 m u. NN ab.

Strukturelle Verbindungen

Die eigenständig kulminierende Struktur EISENDORF-GNUTZ bildet mit den Diapirstrukturen WEEZEN-PEISSEN im SSW und WESTENSEE-SCHINKEL-OSTERBY im NNE eine nahezu homogene, 60 km lange Salzmauer, die sich über der Sockelfuge zwischen der Neumünster-Scholle im ESE und der Rendsburg-Scholle im WNW akkumulierte.

Aufbauende Salinare

Zechstein und Oberrotliegend (z. ro)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Grundriß: langgestreckt in NNE-SSW-Richtung. Längserstreckung ca. 20 km. Breite im Niveau des Strukturscheitels max. 6,6 km (davon Rotliegend-Salz maximal 3,9 km). Im Niveau der tiefen Trias ist die Struktur ca. 2,5 km breit, der Rotliegend-Salzkern wahrscheinlich nicht breiter als 1,2 km. Die Vertikalerstreckung oberhalb des Rotliegend-Kissenfußes beträgt max. 6500 m.

maximale Flächenausdehnung des Daches

ca. 114 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Struktur besitzt zwei Kulminationen: im S GNUTZ bei 200 m u. NN und im Nordabschnitt EISENDORF bei ca. 480 m u. NN. Die Dachfläche fällt gegen die Flanken, bedingt durch das diapirisch im Kern auftretende Oberrotliegend-Salinar, unregelmäßig ab. Während über dem Oberrotliegend-Salz geformten Strukturkern das Dach flach aufgewölbt ist, fällt es randlich über dem Zechsteinmantel, von Abschiebungen unterstützt, zu Westflanke hin gleichmäßig auf ca. 1000 m u. NN, zur Ostflanke hin im Abschnitt GNUTZ sehr steil auf ca. 1600 m u. NN ab. Der Versatz der Dachfläche am Kontakt Oberrotliegend-Zechsteinmantel beträgt lokal 300-350 m. Quartäre Rinnen konnten nicht festgestellt werden. Die überhöhte Mächtigkeit des Quartär in der Bohrung Eisendorf 11 dürfte halotektonisch bedingt sein.

Sedimente des Deckgebirges

Der Caprock besitzt eine geschlossene Unterkreidebedeckung, die in Flankennähe ca. 100-130 m mächtig wird. Randlich greift Braucisenerzgerölle führendes Hauterive transgressiv auf das Strukturdach über, mit Annäherung an den Kulminationsscheitel sind es nur noch maximal 50 m transgressives Apt oder Alb. Darüber lagern schwach mächtigkeitsreduzierte aber lückenlose Oberkreidesedimente (durchschnittlich 450 m). Im Firstbereich sind diese Kreideschichten bis auf das Campan hinab aneroziert und werden von Quartär überlagert (Nortorf 1: 355 m kro). Randlich schaltet sich noch geringmächtiges Tertiär ein, das aber vor Erreichen der Scheitellinie unter dem Quartär ausstreicht. Das Quartär ist allgemein um 100 m mächtig, lokal bis 200 m (Eisendorf 11: 191 m q).

Caprock

Drei Bohrungen durchörterten den Residualton des Oberrotliegend-Salinars, der zwischen 134 m und 181 m mächtig angetroffen wurde (Eisendorf 1, 4 und 5).

Der Mantelanhydrit des den Oberrotliegend-Strukturkern flankierenden Zechstein ist in den Bohrungen Eisendorf 3 und 7 in der Osthälfte des Dachbereiches 73 m bzw. 62 m mächtig.

Innentektonik

Wenig bekannt, da nur drei Bohrungen im zentralen Bereich des diapirischen Oberrotliegend-Salinar max. 181 m Haselgebirge durchörterten. Die Bohrung Eisendorf 2 durchteufte 982 m Zechsteinsalinar der östlichen Ummantelung, das mehrere typische Horizonte der Staßfurt-, Leine- und Aller-Serie enthielt.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Gestaltung der Flanken im unteren Bereich (Niveau der tiefen Trias) ist asymmetrisch, im höheren Teil ab Gipskeuper (km1) einheitlich. Überhänge sind nicht vorhanden, statt dessen findet eine enge Verschmelzung der Permsalinare mit den mächtigen Keupersalinaren in den beidseitig die Struktur begleitenden sekundären Randsenken statt. Im Liegenden der Struktur wird ein asymmetrischer Kissenfuß aus Oberrotliegend-Salinar vermutet, über dessen Höhe keine Aussagen möglich sind. Salzkeile treten nicht auf.

Randsenken

primäre Randsenken

stark asymmetrisch, unterer Buntsandstein bis unterer Keuper (su-ku). Im W über dem Zentrum der Rendsburg-Scholle (= zentraler Glückstadt-Graben) mit 10 000 m außergewöhnlich mächtig (allein 3000-4000 m Unterer und Mittlerer Buntsandstein). Diese Mächtigkeiten werden jedoch nicht allein durch Salzabwanderungsvorgänge erreicht, sondern auch durch taphrogenetische Absenkung der Rendsburg-Scholle.

sekundäre Randsenken

Mittlerer Keuper bis Rhät (km1-ko). Im Axialbereich sowohl der westlichen wie der östlichen sekundären Randsenke werden Mächtigkeiten bis 5400 m erreicht, wovon im Abschnitt EISENDORF allein bis 4300 m auf den mit mächtigen Salzlagern angereicherten Gipskeuper entfallen. Der höhere Mittelkeuper und das Rhät werden 900 bis 1300 m mächtig.

nachschubbedingte Randsenken

Höhere Oberkreide bis Pliozän (kro-tpl) = Oberrotliegend-Diapirismus

Beginn des Kissenstadiums

Unterer Buntsandstein (su)

Beginn des Diapirstadiums

Unterer Mittelkeuper (km1)

Genese

Über einer bedeutenden Schollenrandstörung zwischen zwei NNE-SSW verlaufenden Schollen, der gekippten Rendsburg-Scholle im WNW und der Neumünster-Scholle im ESE akkumulierte ab dem Unteren Buntsandstein ein mächtiger, langgestreckter Salzkissenzug aus Oberrotliegend- und Zechsteinsalz mit asymmetrischen Flanken, der sich bis zum Unteren Keuper weiter ausformte. Die Subsidenz und primäre Randsenkenbildung vollzog sich im W sehr viel rascher als im E. Die Absenkung durch die Salzabwanderung wurde hier durch Grabenbildung (Glückstadt-Graben) und Schollenkipfung sehr unterstützt (vgl. auch die Strukturbeschreibungen HENNSTEDT und HAMDORF).

Vermutlich durch die Verbreiterung des Glückstadt-Grabens durch Einbeziehung von Randschollen in den taphrogenetischen Prozess (BEST 1987) zu Beginn des Mittleren Keuper (km1) wurden tektonische Impulse ausgelöst, die den Eintritt der Struktur in das diapirische Stadium verursachten. Diskordant griff der Gipskeuper an den hohen Flanken im W und im E bis auf den tief anerozierten Unteren Buntsandstein über. Das im Scheitelbereich austretende Permsalz wurde in den über den einsinkenden Flanken der Kissenfüße bildenden sekundären Randsenken sofort wieder resedimentiert. Die Mächtigkeiten des Gipskeuper in den sekundären Randsenken ist beträchtlich (4000-5000 m). Obwohl sich die Absenkungsgeschwindigkeit im höheren Mittelkeuper verlangsamte, betragen die Mächtigkeiten von Schilfsandstein bis Rhät immer noch 800-1300 m.

Während der vom Oberjura bis in die tiefe Kreide hinein währenden allgemeinen Hebungs- und Abtragungsperiode wurde die Salzstruktur stark eingerumpft und die Randsenken bis auf das Niveau des Lias bis Rhät abgetragen. Marines Hauterive bedeckte transgressiv Salinarstruktur und Nebengebirge.

Nachbewegungen begannen, wie auch an anderen, benachbarten Strukturen, erst wieder in der jüngeren Oberkreide und hielten bis in das Pliozän an. Insbesondere war bei diesen Nachbewegungen das Oberrotliegend-Salinar beteiligt, das, ummantelt von Zechsteinsalz, im zentralen Teil der Struktur sehr kräftig aufstieg und das Strukturdach aufwölkte. Der Kontakt mit der Zechsteinummantelung wurde z.T. aufgerissen und der Oberrotliegend-Kern lokal bis 350 m gegenüber dem Zechsteinmantel emporgehoben.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Insgesamt 12 Erdölaufschlußbohrungen (Eisendorf 1-11, Nortorf 1) untersuchten das Deckgebirge und den Caprock auf ihre Erdölführung und gelangten bis max. 1750 m u. NN in den Salzkörper (Eisendorf 2).

Mit den Bohrungen Eisendorf 1, 4, 5, 8, 9, 10 und 11 wurde ein breiter, aus Oberrotliegend-Sedimenten (Residualton und Haselgebirge) bestehender Strukturkern erkannt, dessen Flanken von einem Zechsteinmantel umgeben sind (Bohrungen Eisendorf 2, 3, 6 und 7). Die Bohrung Eisendorf 12 steht im Bereich der östlichen sekundären Randsenke und erreichte das Unterrhät. Außerdem wurden 8 flache Erkundungsbohrungen niedergebracht (Eisendorf 1001-1008), mit denen die Schreibkreide des Maastricht auf ihre Ölführung untersucht wurde.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 54,1 %, Wasserschutz 16,6 %, dichte Bebauung 14,0 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 65,0 km², in 1 km Tiefe: 92 km², der Salzspiegel liegt bei 411 und 686 m u. NN., die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 230 und 505 m, eine Sockelstörung ist nachgewiesen, Komplikationen des Innenbaues wahrscheinlich (Doppelsalinare, Überhänge), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch Unter- und Oberkreide vollständig, Scheitelstörungen.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

EITZENDORF**Strukturtyp**

Salzstruktur über Sockelstörung, stark durch Inversionstektonik geprägt.

Geographische Lage

TK 25: 3120, 3121

TK 100: C 3118

Schnitte: Anlagen 6.2 - 6.5

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle: Teil der MARTFELD-HOPE-Strukturzone, die die Hoya-Scholle im NE begrenzt.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der z-Basis)

WNW-streichende, im SSW störungsbegrenzte Sockelantiklinale (Dörverden Scholle), die im W von einer bedeutenden, WSW-abschiebenden, NW-streichenden, nach W umbiegenden Störungszone (Eminghausen-Krautsand-Lineament) begrenzt wird. z-Basis im Top der Antiklinale bei 4300m u. NN, im SW der Hauptstörung bis 4700 m u. NN abgesenkt.

Strukturelle Verbindungen

Im SE Verbindung mit der von Salz intrudierten Inversionsstruktur EYSTRUP, im W Verbindung mit der Inversionsstruktur MARTFELD.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Bohnenförmiges, in W- und SE-Richtung gestrecktes Dach, ca. 11 km lang, max. 2,3 km breit; Vertikalerstreckung des Salzkörpers einschließlich Kissenfuß 4200 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

23 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Kulmination bei 389 m u. NN (Eitzendorf Süd 1). Dachmorphologie stark asymmetrisch, gegen N auf 1700 m u. NN abfallend, im SW auf 1000 m u. NN, im SSW gestörter Kontakt. Eine quartäre Rinne überquert den Salzstock in N-S-Richtung.

Sedimente des Deckgebirges

Im kleinen Kulminationsbereich Eozän und Mitteloligozän, über dem gegen N einfallenden Überhang Campan und Maastricht.

Caprock

50 m Anhydrit und Dolomit

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Stark asymmetrischer Bau. NNE-Flanke steil gegen SSW einfallend, SSW-Flanke wird durch das hochgeschleppte Dach eines mächtigen Kissenfußes gebildet, der durch Salzintrusionen stark aufgesplittert ist. Überhänge im NNE im Santon-Campan sowie im Alb (übereinander) bis max. 1 km dick und max. 1,5 km breit. Ausgeprägter Kissenfuß im SSW, max. 2600 m hoch und 2000-3000 m breit. Salzkeile an der SSW-Flanke im Niveau des Röt und des Mittleren Muschelkalk ausgebildet.

Randsenken**Primäre Randsenken**

im NNE: Keuper - Lias (k-ju)

Sekundäre Randsenken

im SSW: Unterkreide (kru)

im NNE: Oberkreide (kro) (Randtrog im Sinne von VOIGT (1962))

Nachschubbedingte Randsenken

Alttertiär (tpg)

Beginn des Kissenstadiums

Keuper (k)

Beginn des Diapirstadiums

1. Marine Unterkreide (kru), 2. Oberkreide (Inversion)

Genese

Über einer SE-NW-streichenden Sockelstörung bildete sich im Verlauf des Keuper ein Salzkissen aus, das wahrscheinlich schon von Anfang an asymmetrisch war. Die Kissenbildung setzte sich bis in den Dogger fort.

Im Zeitraum Oberjura-Wealden bildete dieses Kissen die NE-Begrenzung des Oberjura-Ablagerungsraumes auf der Hoya-Scholle.

Im Zeitraum Valangin bis Alb durchbrach das Salz das Kissendach. Der Salzzustrom erfolgte vorwiegend aus NNE. Im NNE bildete sich ein erster Überhang, der von Alb überdeckt wurde. Im SSW wurde das Kissendach sehr stark herausgehoben und gekappt, ein großer Kissenfuß blieb erhalten.

Während der Oberkreide erfolgte, wohl im Zuge der Inversionsbewegungen im nahen Niedersachsen-Becken, ein erneuter Impuls, der zur Bildung eines weiteren, gegen NNE gerichteten Überhanges führte. Dieser wurde im Campan überdeckt.

Während der Oberkreide und im Alttertiär strömte Salz vor allem in den südsüdwestlichen Kissenfuß, hob diesen samt seiner unterkretazischen Überdeckung an, was zusätzlich zu Zechsteinsalzintrusionen in die Salinarhorizonte des Röt und des Mittleren Muschelkalk führte. Salz stieg bis an die Oberfläche auf und wurde von marinem Oberpaläozän bzw. Untercozän im Bereich der kleinen Kulmination überdeckt. Vor der Mitteloligozän-Transgression erlahmten die Aufwärtsbewegungen, sodaß dieser Horizont kaum noch verstellt ist.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Eitzendorf 1, Eitzendorf Süd 1 und Süd 2 erreichten das Dach der Struktur, Eitzendorf T1 und T2 durchbohrten das angehobene Dach des südsüdwestlichen Kissenfußes.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 8,7 %, Wasserschutz 28,2 %, dichte Bebauung 15,2 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 6,5 km², in 1 km Tiefe: 13,0 km², der Salzspiegel liegt bei 440 m u. NN, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 403 m, eine Sockelstörung ist bekannt, Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge, mehrere Salzkeile), Abdeckung durch Paläogen vollständig, Scheitelstörungen, quartäre Rinne.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

EMTINGHAUSEN (siehe auch THEDINGHAUSEN)**Strukturtyp**

Salzstock über Sockelstörung, bzw. Salzintrusion in eine Störung.

Geographische Lage

TK 25: 3019

TK 100: C 3118

Schnitt: Anlage 7.4

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle: Emtinghausen-Krautsand-Lineament zwischen Südoldenburg-Scholle im W und Hoya-Scholle im E.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

ENE-WSW-streichendes, gestaffeltes, WNW-abschiebendes Sockelstörungssystem. Tiefenlage der z-Basis auf der E-Scholle 4550 m u. NN, auf der W-Scholle 4700 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im NNE mit der Salzstruktur THEDINGHAUSEN, im W Anbindung an die Inversionsstruktur BASSUM.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

oval, NE-SW-gestreckt, Länge 6,3 km, max. Breite 3,1 km, Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4000 m. Im Niveau der tiefen Trias beträgt die Breite des Salzkörpers ca. 1000 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches15 km²**Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen**

Kulmination bei ca. 375 m u. NN; Dach gewölbt, randlich abfallend auf 700-1000 m u. NN; eine NE-streichende westfallende Störung, die gegen N in einen WNW-streichenden asymmetrischen Scheitelgraben übergeht, dessen Randstörungen Caprock bis Untermiozän durchsetzen. Auf der östlichen, höher gelegenen Firste hat eine von NW kommende quartäre Rinne das Tertiär teilweise bis zum Untereozän ausgeräumt (ca. 180 m).

Sedimente des Deckgebirges

Hohe Oberkreide (krca?-krma? min. 140 m) überdeckt das gesamte Dach. Darüber folgt, nach Sedimentunterbrechung im Unter- und Mittelpaläozän, mächtigkeitsreduziertes Oberpaläozän bis Mittelcozän (min. ca. 300 m), tief herabgreifendes transgressives Mitteloligozän und, erneut transgressiv, Untermiozän und Quartär (durchschnittlich 30 m q, in der Rinne 191 m erbohrt (UWO 197)).

Caprock27 m Hutanhidrit, darunter Na₂ (Emitinghausen I)**Innentektonik**

keine Angaben

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

stark asymmetrisch, gegen die Tiefe schwach konvergierend; Überhänge beidseitig schwach in der Oberkreide, Kissenfüße (schwach) beidseitig erhalten; Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken**Primäre Randsenken**

nicht erkennbar

Sekundäre Randsenken

im W: Lias (ju)

im E: Oberkreide? (kro?)

Nachschubbedingte Randsenken

sehr schwach im Alltertiär (tpg)

Beginn des Kissenstadiums

nicht bekannt (Keuper ?) (k?)

Beginn des Diapirstadiums

Keuper bis Lias? (k-ju?)

Genese

Erster Nachweis von Bewegungen an der Sockelstörung lassen sich für den Zeitraum Keuper erkennen. Dabei senkte sich die W-Scholle (Bremer Graben) stark ab. Wahrscheinlich ist es bereits zu diesem Zeitpunkt zur Intrusion des Salzes in die aufgerissene Deckgebirgsstörung gekommen.

Im Zeitraum Oberjura-Wealden kehrte sich der Bewegungssinn an der Sockelstörung um, die E-Scholle sank ab und es konnten sich über ihr Reste des Dogger und geringmächtige Sedimente aus diesem Zeitabschnitt erhalten, während die Westscholle bis auf den Lias abgetragen wurde.

Die Transgression der marinen Unterkreide dürfte das Dach des Salzkörpers bereits überdeckt haben, doch hoben Salznachschübe, besonders aus E, stimuliert durch die regionalen Inversionsbewegungen, das Dach weiter an, sodaß kleine Überhänge in der Oberkreide entstehen konnten und die Firste endgültig erst im Campan? überdeckt wurde.

Weiterer Aufstieg, wenngleich abgeschwächt, erfolgte nach dem unter- und mittelpaläozänen Meeresrückzug im Untereozän, vor dem Mitteloligozän und vor der Untermiozän-Transgression. Schwache Nachbewegungen hielten auch noch im Jungtertiär an.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Emitinghausen I erschließt das Dach, durchteufte den Caprock und gelangte bei 589 m u. NN in das Na 2 (ET: 666 m u. NN).

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Bearbeiter

FRISCH (1993)

GÜLZE-SUMTE

Strukturtyp
Salzstock

Geographische Lage
TK 25: 2630, 2631, 2730, 2731, TK 25 AS: N-32-94-D-c, N-32-106-B a-d, TK 100: C 2730

Regionaltektonische Lage
Isolierte Struktur am Südrand des Holstein-Westmecklenburg-Troges, am Ostrand der Lauenburg-Bleckede-Scholle

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis
Die Struktur liegt über einer lokalen Sockelstörung, die eine westliche Scholle (Lauenburg-Bleckede-Scholle) mit einer Tiefenlage der Zechsteinbasis von 4200 - 4300 m u. NN von einer östlichen mit einer Tiefenlage der Zechsteinbasis von 4500 - 4700 m u. NN trennt.

Strukturelle Verbindungen
Isolierte Struktur ohne Verbindung zu Nachbarstrukturen

Aufbauende Salinare
Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur
Grundriß: langgestreckt in NW-SE-Richtung
Ausdehnung in 300 m Tiefe unter Caprockoberfläche: Längsachse: ca. 22 km, Querachse: ca. 3 km
Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse: ca. 25 km, Querachse: ca. 4 km
Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins: ca. 3500 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen
Die Struktur besitzt zwei Kulminationen; im NW 111 m u. NN, im SE 305 m u. NN. Eine Scheitelstörung mit vermutlich geringer Sprunghöhe durchsetzt dem Caprock bis zur Eozänbasis bzw. bis ins untere Oligozän. Im SE Abschnitt quert möglicherweise eine quartäre Rinne mit über 200 m Tiefe die Struktur. Sichere Informationen liegen nicht vor.

Sedimente des Deckgebirges
Während Paläozän und Eozän über dem Caprock nur lückenhaft erhalten sind, überdeckt der Rupelton vermutlich den überwiegenden Teil der Struktur (Frage der Rinne im SE). Kreidesedimente sind nur lokal aufgeschleppt (im SE erbohrt).

Caprock
Der Caprock wurde im Bereich der NW-Kulmination mit 52 m Mächtigkeit und im Bereich der SE-Kulmination mit 89 bzw. 55 m Mächtigkeit erbohrt.

Salzspiegel
Im Bereich der NW-Kulmination ca. 165 m u. NN, im überwiegenden Teil der Struktur tiefer als 200 m u. NN.

Innentektonik
Wenig bekannt, aufgrund der Strukturentwicklung sind keine extrem komplizierten Lagerungsverhältnisse zu erwarten.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile
Relativ steile Flanken, leichte Überhänge vermutlich nur im NW-Teil im Bereich der Tertiärbasis, unbedeutender Kissenfuß, umgeben von Gebieten völliger Salzabwanderung. Salzkeile sind nicht erkennbar.

Randsenken
primäre Randsenken
westlich und südwestlich schwach erkennbar ab Mittlerem Keuper (Bewegungen im Mittleren Buntsandstein sind fraglich) sowie im Jura

sekundäre Randsenken
Beginn im Wealden, Hauptphase in der höheren Oberkreide (Campan) und im Tertiär

Beginn des Kissenstadiums
mittlerer Buntsandstein?, mittlerer Keuper

Beginn des Diapirstadiums
Wealden, Oberkreide

Genese
Eine schwache "H"-Diskordanz sowie Schichtausfälle an der Keuperbasis deuten auf tektonische Aktivitäten hin, die vermutlich Auslöser der Salz- bewegungen waren. Mächtigkeitszunahmen sind ab Mittlerem Keuper und im Jura erkennbar. In der Frühphase des Diapirstadiums begann der Salznachschub im Wealden von SE. An der Westseite begann die Herausbildung der sekundären Randsenke in der höheren Unterkreide (Alb). Die Hauptphase der Diapirbildung lag in der Oberkreide und im Tertiär. Für quartäre Nachbewegungen gibt es keine Belege.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen
6 Bohrungen haben den Caprock bzw. das Salinar erreicht. Die tieferen Diapirbereiche sind nicht erschlossen. Schächte, Gruben oder Kavernen sind nicht vorhanden.

Lagerstätten
keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)
Wasserschutz 3 %, dichte Bebauung 1,5 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: ca. 60 km², in 1000 m Tiefe: 90 km², die Toplage des Salzspiegels liegt im Bereich der NW-Kulmination kleinflächig unter 200 m Tiefe, im überwiegenden Teil über 200 m Tiefe, das gleiche trifft für die minimale Deckgebirgsmächtigkeit von 200 m zu, großflächige Abdeckung durch den Rupelton, lokaler Ausfall im Bereich einer möglichen Rinne, unbedeutende Sockel- und Scheitelstörung.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

HAMDORF

Strukturtyp

Salzstock (Doppelsalinar), Teil einer aus vier eigenständig kulminierenden Strukturabschnitten bestehenden Salzmauer über einer N-S-verlaufenden Sockelfuge zwischen gekippten Schollen.

Geographische Lage

TK 25: 1722, 1723
TK 100: C 1922

Regionaltektonische Lage

Teil der Oldenbüttel-Langsee-Holnis-Strukturzone. Die darunter liegende Sockelfuge trennt die Oldenbüttel-Scholle (= westlicher Glückstadt-Graben) im W von der Rendsburg-Scholle (= zentraler Glückstadt-Graben) im E.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Zechsteinbasis ist lebhaft strukturiert und über einem asymmetrischen Oberrotliegend-Salzkissen stark aufgebogen und über dessen Scheitel spaltenförmig aufgerissen. Über der schmalen, nach W und SW einkippenden Oldenbüttel-Scholle ist die Zechsteinbasis bis auf 5000 m u. NN aufgerichtet und fällt gegen W, unterstützt durch eine Störung, bis auf max. 6400 m u. NN ab (etwa Axial-Bereich der westlichen primären Randsenke).

Unter dem Ostrand der Struktur wird die Zechsteinbasis an der Sockelstörung um >1500 m gegen E auf ca. 7000 m u. NN abgesenkt. Im Nordabschnitt, unterhalb des Strukturteiles FÖHRDEN wird an dieser Sockelstörung sogar eine Sprunghöhe von 3000 m vermutet.

Gegen das Zentrum der Rendsburg-Scholle (= zentraler Glückstadt-Graben) fällt die Zechsteinbasis bei Neigungen bis 30° auf ca. 10500 m u. NN steil ab. Das ist die tiefste Lage der Zechsteinbasis in NW-Deutschland und vermutlich auch des gesamten Zechsteinbeckens.

Strukturelle Verbindungen

Im N mit dem Strukturabschnitt FÖHRDEN, im S mit den Strukturteilen OLDENBÜTTEL und OLDENBÜTTEL SÜD als Teile einer einheitlichen Salzmauer, der Oldenbüttel-Langsee-Holnis-Strukturzone, verbunden und nur durch schwache Depressionen im Dachbereich voneinander getrennt.

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend, Zechstein (ro, z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Im Grundriß langgestreckt-oval, mit nahezu parallelen Flanken, leicht gebogen aus der N-S-Richtung in die SSW-Richtung einschwenkend. Längsachse max. 10,5 km, Breite im Dachbereich max. 6,5 km, im Niveau der tiefen Trias max. 2,5 km. Im Dachbereich ist der Oberrotliegend-Kern ca. 4,5 km breit, im Niveau der tiefen Trias verengt er sich zu einer schmalen Zone von ca. 1 km Breite. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers oberhalb des Kissenufußes beträgt ca. 5500 m.

maximale Flächenausdehnung des Daches

ca. 88 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Oberfläche des Salzkörpers kulminiert bei ca. 350 m u. NN. Zur Westflanke hin fällt die Dachfläche auf ca. 1100 m u. NN ab, gegen E auf 1500-1600 m u. NN. In Richtung der Längserstreckung ist ein Scheitelgraben entwickelt, dessen Randstörungen die Deckschichten ab Caprock max. 100 m versetzen.

Sedimente des Deckgebirges

Der Diapir wird vollständig von transgressiver Unterkreide bedeckt, im zentralen Teil von Mittelalb (Bohrung Hamdorf 1: 15 m krlm + krlo), zu den hohen Flanken schalten sich im W und im E ältere Unterkreide vom Hauterive bis zum Apt ein (max. 50 m). Darüber lagern Oberkreide-Sedimente, die randlich ca. 650 m mächtig sind, aber zum Strukturtop hin ausdünnen und dort unter Quartärbedeckung bis auf das Mittelcampan anerodiert sind. Im Strukturscheitel beträgt die Oberkreidemächtigkeit nur noch 250 m (Bohrung Hamdorf 1: 270 m). Über den tiefer abgesunkenen Teilen der Dachfläche im E sind noch Sedimente des Paläogen erhalten geblieben (Bohrung Hamdorf 1: 115 m tpa-teou3), die über dem westlichen Strukturteil mit Annäherung an die Firste unter Quartär rasch auskeilen. Jüngere Tertiärstufen beißen beidseitig schon in Flankennähe aus. Das Quartär wird 70-80 m mächtig (Bohrung Hamdorf 1: 78 m), quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Caprock

Die Bohrung Hamdorf 1 gelangte bei 466 m u. NN in den Zechstein-Mantelanhydrit, den sie durchhörte. Er ist in dieser Position 69 m mächtig. In anderen Abschnitten dürften an der Oberfläche des Salinarkörpers Residualtone des Oberrotliegend anzutreffen sein in Analogie zu den Befunden in

den Bohrungen Föhrden 1 (105 m Residualton) und Föhrden 2 (112 m Residualton) im Nordabschnitt des Strukturzuges und in der Bohrung Oldenbüttel 1 (138 m Residualton) im S.

Der Grund für das Fehlen von Oberrotliegend-Residualsedimenten ausgerechnet in der auf dem Strukturtop stehenden Bohrung Hamdorf 1 ist nicht bekannt. Die Beschreibung der Salz-Folge durch HAAK & SCHOTT (1937) läßt nicht erkennen, welche Salze des Zechstein angetroffen wurden. Ein Deutung als Keupersalinär erscheint ebenfalls möglich (BEST 1987).

Innentektonik

Unbekannt. In Analogie zu den angrenzenden Strukturabschnitten der Salzmauer - OLDENBÜTTEL im S und FÖHRDEN im N, wo Oberrotliegend-Sedimente erbohrt wurden, ist auch die Struktur HAMDORF ein Doppelsalinär und besitzt einen Kern aus Oberrotliegend-Sedimenten, die im Inneren des Zechstein-Diapirs bis an die Oberfläche aufgestiegen sind und randlich auch Überhänge im Zechstein gebildet haben könnten (vgl. Strukturbeschreibung HENNSTEDT).

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch gebaut und relativ steil. Überhänge des Zechstein im Flankenbereich sind nicht bekannt. Flache Überhänge des Oberrotliegend-Salzes wie sie z.B. an der Struktur HENNSTEDT mehrfach durch Bohrungen nachgewiesen wurden, sind jedoch auch in der Struktur HAMDORF wahrscheinlich.

Die Struktur HAMDORF sitzt einem asymmetrischen Kissenfuß aus Oberrotliegend-Salz auf, über dessen Ausdehnung und Mächtigkeit keine genauen Angaben gemacht werden können. Salzkeile in mesozoischen Horizonten wurden nicht beobachtet.

Randsenken

primäre Randsenken

Mittlerer Buntsandstein bis Gipskeuper (sm - km1)

Im E über der Rendsburg-Scholle infolge der Addition taphrogen und halokinetisch bedingter Subsidenz mit 6000-7000 m bedeutend mächtiger (Zentralabschnitt des Glückstadt-Grabens) als im W.

sekundäre Randsenken

Schilfsandstein bis Steinmergelkeuper (km2 - km4)

Im W etwas mächtiger als im E (im Axialbereich ca. 2500 m). Infolge der sekundären Mobilisation der eingeschalteten km3-Salinare bildet die westliche Randsenkenfüllung ab Basis Rhät bis zur jüngeren Oberkreide eine eigenständige Kulmination.

nachschubbedingte Randsenken

Jüngere Oberkreide bis Pliozän (krca? - pl)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

im N: Gipskeuper (km1)

im S: Schilfsandstein (km2)

Genese

Die frühtriadischen Rifting-Bewegungen im Bereich des Mittelholstein-Blocks führten ab Mittlerem Buntsandstein bis zum Unteren Keuper zur Anlage und Ausformung des Glückstadt-Grabens mit Hauptsubsidenzraum über der Rendsburg-Scholle. Die Einsenkung vollzog sich synsedimentär an rheinisch streichenden Sockelbrüchen, an denen lange Streifenschollen extrem verkippt und verstellt wurden. An der die Oldenbüttel-Langsec-Holnis-Strukturzone unterlagernden Sockelfuge waren diese Bewegungen besonders stark. Während die Oldenbüttel-Scholle westlich der Sockelstörung gegen W bis SW einkippte, verkippte die Rendsburg-Scholle gegen E mit starker Neigung (bis 30°). Die Sprunghöhe an der Sockelfuge zwischen den beiden Schollen summierte sich auf >1500 m.

Während über der Sockelfuge eine Hochlage entstand, über der ein langgestrecktes Oberrotliegend-Zechstein-Salzkissen akkumulierte, konnten sich auf der einsinkenden Rendsburg-Scholle, bedingt sowohl durch taphrogenetische Absenkung und Kippung als auch durch halokinetische Salzabwanderung in die begleitenden Salzkissenzüge, gewaltige Sedimentmengen ablagern (3000-3500 m Unterer + Mittlerer Buntsandstein, 1500-1800 m Röt und Muschelkalk sowie ca. 3000 m älterer Keuper). Dies sind die größten Mächtigkeiten, die je in Deutschland in der Germanischen Trias gemessen wurden.

Bis in den Gipskeuper (km1) hinein formte sich der Salzkissenzug weiter aus, im Scheitelpunkt wurden die Deckschichten teilweise bis zum Unteren Buntsandstein oder sogar Zechstein wieder abgetragen.

Im Gipskeuper (km1) wurde der Glückstadt-Graben umgestaltet und die Randschollen mit in die Grabenbildung einbezogen. Die Bewegungen an den Sockelschollenrändern initiierten verstärkt die Fließbewegungen der Permsalze. Es kam jedoch lokal nur zu begrenzten Durchbrüchen des Salzes durch die Deckschichten, denn deutliche sekundäre Randsenkenbildungen sind für diese Zeit nicht zu erkennen.

Ungefähr zur Zeit des Schilfsandstein (km2) waren die Ausgleichsbewegungen an den Sockelfugen abgeschlossen und die Kompensation aller Vertikalbewegungen durch Sedimentation vollzogen. Die tektonischen Verhältnisse im gesamten nordelbisch-holsteinischen Raum veränderten sich plötzlich in ganz charakteristischer Weise. Die ehemaligen Senkungsräume wurden zu relativen Hochlagen, die ehemaligen Hochlagen begannen abzusinken (Inversion). Es bildeten sich über das alte Schollenmuster hinaus zwei E-W-verlaufende, synsedimentär seit dem oberen Mittelkeuper wirksame Abschiebungen auf der Rendsburg-Scholle, an denen auch Lateralbewegungen vermutet werden: die südabschiebende Rendsburg-Störung (in Höhe des Nordabschnittes der Struktur HAMDORF) und die nordabschiebende Looft-Störung (in Höhe des Strukturabschnittes OLDENBÜTTEL SÜD), die den Zentralbereich des Glückstadt-Grabens zusätzlich akzentuieren.

Dieser strukturelle Umbau im Sockel bewirkte den endgültigen diapirischen Durchbruch der Struktur HAMDORF. Die Kissenflanken sanken ein, als sich das Salz in dem Diapir nach oben bewegte, über den einsinkenden Flanken bildeten sich die sekundären Randsenken, in denen sich über 2000 m Sedimente des jüngeren Mittelkeuper ablagerten, und die die aus Zechstein- und Oberrotliegend-Salinaren aufgebaute, langgestreckte Salzmauer flankieren.

Bereits im Rät klang die diapirische Phase aus. In der Hebung- und Abtragungsperiode vom Oberjura bis zur tiefen Unterkreide wurde die Salzmauer eingerumpft und auch Teile der Randsenkenfüllung wieder erodiert. Die Unterkreidetransgression (Hauterive bis Mittelalb) überdeckte die eingerumpfte Struktur.

Nachbewegungen der Struktur erfolgten in der jüngeren Oberkreide, die bis in das Jungtertiär hinein anhielten. Verantwortlich hierfür ist wahrscheinlich das durch einen erneuten tektonischen Impuls mobilisierte Oberrotliegend-Salz, das in den Kern der Struktur aufstieg und den Dachbereich nach oben wölbte und dabei einen Scheitelgraben aufreißen ließ. Vermutlich verblieb der Struktur über der Oldenbüttel-Scholle im W noch ein Restsalzkissen aus Oberrotliegend-Salz.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Die Bohrung Hamdorf 1 (1937) untersuchte den Caprock im Scheitelbereich auf seine Erdölführung (ET bei 781 m u. NN im Zechsteinsalz?).

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 3,4 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 12,5 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 18,0 km², in 1 km Tiefe: 48,0 km², der Salzspiegel liegt bei 498 m u. NN, die Mächtigkeit des Deckgebirges beträgt 360 m, eine Sockelstörung ist bekannt, Komplikationen des Innenbaues möglich (Doppelsalinar), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch Unterkreide und Oberkreide vollständig, Scheitelstörungen, quartäre Rinne nicht bekannt.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

HARSEFELD

Strukturtyp

Salzstock, eigenständige Kulmination über einem NW-SE-streichenden Lineament im präsalinaren Sockel.

Geographische Lage

TK 25: 2522, 2523

TK 100: C 2722

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle: Halbantiklinale im Zuge der NW-Verlängerung des Uelzen-Lineaments, der Trennfuge zwischen Hamburg-Scholle im N und Zeven-Scholle im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Zechsteinbasis unterhalb der Struktur über einem kräftigen Rotliegend-Salinar-Kissen entlang einer NW-SE-streichenden Störung bis auf ca. 2200 m u. NN steil aufgebogen. Gegen die Flanken des rundlichen Rotliegend-Salinar-Kissens auf max. 5800 m u. NN abtauchend.

Strukturelle Verbindungen

Über das Uelzen-Lineament im Sockel besteht Verbindung mit der weiter im SE auf der gleichen Sockelfuge aufsitzenden Struktur MOISBURG.

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend (ro), Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Nähezu kreisrund, Durchmesser im Dachbereich max. 8,5 km. Vertikalerstreckung des Salzkörpers über dem ro-Salzkissen 2000-2500 m. Der Durchmesser des Salzkörpers im Niveau der tiefen Trias beträgt ca. 5,5 km.

maximale Flächenausdehnung des Daches

50 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Das schwach gewölbte Dach kulminiert bei ca. 240 m u. NN und sinkt gegen die Flanken im W und NE auf max. 800 m u. NN ab, im S auf max. 350 m u. NN. Ein Kranz konzentrischer Scheitelstörungen umgibt das Kulminationszentrum, die die Dachsedimente ab Caprock unterschiedlich stark versetzen. Dabei entstand eine Subrosionswanne im zentralen Teil der Struktur. Quartäre Rinnen im Dachbereich sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Der Caprock wird transgressiv überlagert von schluffigen, glaukonitführenden Tonen des Mittel- bzw. Obereozän. Diese sind im zentralen Dachbereich ca. 50 m mächtig. Sie werden transgressiv von Miozän und Quartär in einer Mächtigkeit von 150-200 m überlagert. Gegen die Flanken schaltet sich unter dem Miozän nach bis ca. 100 m mächtiges Mitteloligozän ein.

Caprock

60-100 m vergipster Anhydrit.

Innentektonik

Vgl. Bohrungen Hollenbeck K 21 (Archiv-Nr. 107 904) und Ohrensen K 12 (Archiv-Nr. 92 018)

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch gebaut und konvergieren zur Tiefe hin; ein kleiner, umlaufender Überhang im Untereozän ist besonders im W und N deutlich; Salzkeile sind nicht vorhanden. Unterlagert wird die Salzstruktur von einem leicht ovalen, NW-SE-gestreckten kräftig entwickelten Kissenfuß aus Rotliegend-Salinaren, der im Zentrum max 3000 m mächtig ist und einen Durchmesser von max. 10 km hat. Die Oberrotliegend-Mächtigkeiten in der im S der Struktur liegenden Bohrung Harsefeld Z 1 betragen 849 m.

Randsenken**primäre Randsenken**

prä-unterkretazisch (k?) + Oberkreide (kro)

sekundäre Randsenken

Untereozän I bis Mitteleozän (teou I - teom), im N Paläozän bis Mitteleozän (tpa - teom), hier besonders mächtig (ca. 3000 m)

nachschubbedingte Randsenken

Miozän (tmí)

Beginn des Kissenstadiums

Keuper (k)?

Beginn des Diapirstadiums

Paläozän (tpa)

Genese

Bereits während der Trias bildete sich, initiiert durch die Vertikalbewegungen am Uelzen-Lineament (Kippung der Hamburg-Scholle) ein ovales Salzkissen, vermutlich bereits unter Beteiligung von Rotliegend-Salinaren.

Während der Regression im Zeitabschnitt Oberjura-tiefste Unterkreide wurde das Gebiet flächenhaft tiefgründig abgetragen.

Transgredierendes Alb überdeckte den bis auf den Muschelkalk bzw. Oberen Buntsandstein erodierten Strukturscheitel und die ebenfalls tiefgründig abgetragene primäre Randsenke.

Regionale Bewegungen an den Sockelfugen im Campan? brachten einen neuen Impuls, durch den besonders das Rotliegendsalinar erneut mobilisiert wurde und das Salzkissen sich stark vergrößerte und aufwölbte.

Ab dem tiefen Paläozän durchbrach das Zechsteinsalinar seine zentrale Überdeckung. Die Salzzufuhr erfolgte zunächst von N, von der Hamburg-Scholle her. Ab dem Untereozän I strömte Salz auch von der südlichen Zeven-Scholle her in die Struktur ein. Über den Salzabwanderungsgebieten bildete sich eine mächtige sekundäre Randsenke.

Der Diapir-Aufstieg verlangsamte sich jedoch gegen Ende des Untereozän und der Diapir-Scheitel wurde bereits im jüngeren Mitteleozän, also zur Zeit eines Meeresspiegel-Hochstandes, überdeckt. Bis in das Oligozän hinein wölbte sich der Scheitel weiter auf, die Decksedimente wurden vor dem Miozän teilweise wieder abgetragen. Subrosion verursachte im Zentrum des Strukturscheitels die Ausbildung eines von Störungen begrenzten Senkungsraumes, an dessen Rändern die schwerer löslichen Salinaranteile höher aufragten.

Ab dem Miozän intensivierten sich die Aufstiegsbewegungen im Scheitelbereich erneut. Weiteres Salz konnte aus den noch intakten Kissenfüßen mobilisiert werden und strömte in die Struktur ein.

Da sich noch sehr große Mengen mobilisierungsfähigen Salzes in den breiten Kissenfüßen erhalten haben, ist zu erwarten, daß in Zukunft auch noch weiter Salz in der Struktur aufsteigen wird.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Außer einigen frühen Erdölerkundungsbohrungen (Harsefeld 1, Bargstedt 1 und 2), die die Decksedimente erkundeten, wurden zwei Kavernenfelder im Na 2 der Struktur angelegt, die von der Dow Chemical betrieben werden: Die Kavernenanlage Ohrensen mit den Bohrungen Ohrensen K 1 - K 16 und die Kavernenanlage Hollenbeck mit den Bohrungen Hollenbeck K 1 - K 21. Die Kavernen liegen im Teufenbereich 600 - 2108 m (Hollenbeck K 21).

Die Bohrung Harsefeld Z 1 im S der Struktur durchteufte den Bereich der primären Randsenke. In der Bohrung wurde ein vollständiges Alttertiärprofil mit 60 m Mont angetroffen.

Lagerstätten, wirtschaftliche Nutzung

Die o. g. Kavernen wurden zur Gewinnung von Sole angelegt und später zur Lagerung von Produkten der chemischen Industrie genutzt.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 30,0 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 12,0 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 37,0 km², in 1 km Tiefe: 40,0 km², die Salzspiegel liegt bei 300-340 m u. NN, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 270 m, eine Sockelstörung ist bekannt. Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Doppelsalinar, Überhänge), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch Paläogen und Neogen vollständig, Scheitelstörungen, Subrosionssenken, Untertägige Nutzung durch Kavernenanlage.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

HENNSTEDT

Strukturtyp

Salzstock (Doppelsalinar) mit zwei Kulminationen, Mittelabschnitt einer Salzmauer über einem bedeutenden Sockelschollenrand.

Geographische Lage

TK 25: 1620, 1621, 1720, 1721, 1820

TK 100: C 1918

Regionaltektonische Lage

Teil der Marne-Süderstapel-Strukturzone zwischen Westholstein-Scholle im WNW und Delve-Scholle (westliche Grabenschulter des Glückstadt-Grabens) im ESE.

Sockel (Struktur und und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Zechsteinbasis zeigt ein lebhaftes Relief. Unter der Struktur HENNSTEDT ist sie infolge der halokinetischen Bewegungen des Rotliegend-Salinars spaltenförmig in NNE-SSW-Richtung aufgerissen. Über der Flanke eines schwach asymmetrischen Oberrotliegend-Restsalzkissens ist sie bis in Höhen von 5800-6000 m u. NN aufgebogen und fällt gegen das Zentrum der gegen WNW eingekippten Westholstein-Scholle auf max. 7300 m u. NN ab und bildet auf dieser Scholle eine langgestreckte NNE-SSW-verlaufende schmale Syncline.

Über der im ESE gelegenen Delve-Scholle lagert sie relativ flach, entlang der E-Flanke der Struktur HENNSTEDT fällt sie von ca 5800 m u. NN im NNE gegen SSW auf maximal 6800 m u. NN ab.

Strukturelle Verbindungen

Als eigenständig kulminierender Mittelabschnitt einer ca. 50 km langen Salzmauer, die leicht gewunden von NNE nach S verläuft, steht die Struktur HENNSTEDT im NNE mit dem Abschnitt SÜDERSTAPEL und im S mit den Abschnitten HEIDE-MELDORF-MARNE in Verbindung. Nur leichte Depressionen im Dach und Verschmälerungen des Salzkörpers machen eine Differenzierung in Einzelstrukturen möglich. Die gesamte Salzmauer gehört der Marne-Süderstapel-Strukturzone an.

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend (ro), Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Der Grundriß ist langgestreckt und leicht gewunden mit einer Streichrichtung NNE-SSW. Die Längserstreckung beträgt max. 20 km, die Breite beträgt im Dachbereich des Nordabschnittes max. 4,5 km, wovon max. 3,3 km auf die Ausdehnung des Oberrotliegend entfallen; im Südabschnitt sind es max. 6 km Dachbreite bei ca. 4,3 km Oberrotliegend-Anteil.

Im Niveau der tiefen Trias beträgt die maximale Breite des Salzkörper 2,5 km, wovon der Anteil des Rotliegend-Salinars im Strukturkern nicht mehr als 1,2 km breit sein dürfte.

Die Vertikalerstreckung der Salinarstruktur oberhalb des Rotliegend-Salzkissenfußes beträgt 5500 m.

maximale Flächenausdehnung des Daches

ca. 103 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Zur Interpretation der Dachmorphologie sowie der Innentektonik des Salzkörpers wurden die Schichtenverzeichnisse der im Dachflächenplan 1 : 50 000 (Anlage 10.1) eingetragenen Untersuchungsbohrungen verwendet.

Die Salzstruktur HENNSTEDT bildet zwei Kulminationen bei ca. 390 m u. NN, die durch eine schwache Depression in der Dachfläche voneinander getrennt sind (Bohrung Hennstedt 3: 559 m u. NN). Die Dachmorphologie ist außerordentlich differenziert. Auf die gesamte Länge ist die Strukturfirste relativ flach gewölbt und wird von einem Scheitelhorst durchzogen. Innerhalb dieses ca. 20 km langen und ca. 3-4,5 km breiten störungsbegrenzten Streifens sinkt die Dachfläche gegen die Randstörungen des Horstes beiderseits auf maximal 1000-1300 m u. NN ab. Auf diesem schwach welligen und sanft abfallenden Horst stehen die Residualtonne des Oberrotliegend an. Das Rotliegend-Haselgebirge hat nicht nur das Zechsteinsalz im Kern der Salzstruktur diapirisch aufgebrochen, sondern auch innerhalb der Struktur Überhänge gebildet, sodaß Rotliegend über Zechstein zu liegen kommt, wie in zahlreichen Bohrungen nachgewiesen werden konnte. Am Kontakt zwischen dem diapirischen Oberrotliegend und dem Caprock des Zechstein sind in der jüngeren Oberkreide Störungsflächen entstanden, an denen die zentrale Dachfläche unterschiedlich weit emporgedrückt wurde. Besonders ausgeprägt ist dies im Bereich der südlichen Kulmination. Hier hat das Rotliegend-Salinar seine Überdeckung teilweise an einer Störung um 800 m über das Niveau des Zechstein-Caprock im W emporgehoben (vgl. Schnitt Nr. 10.4 und Bohrungen Hennstedt 6 und 7).

Über der westlich vor dieser Störung gelegenen, nur maximal 1 km breiten Zechsteinummantelung lagern die Deckschichten in 1600 m Tiefe und fallen gegen die Flanke auf max. 2000 bis 2200 m u. NN ab.

Die östliche Dachhälfte ist nicht so stark differenziert. Die Störungsfläche am Kontakt Oberrotliegend-Zechstein wird morphologisch durch einen Versatz von nur 100-150 m in der Dachfläche markiert. Um diesen Betrag sind die Decksedimente im Verbreitungs-Bereich des Oberrotliegend-Salinars angehoben worden. Nur im Nordabschnitt wächst der Versatz örtlich auf 450 m. Allgemein sinkt die Dachfläche relativ gleichförmig gegen den Ostrand der Struktur auf 1500-1800 m u. NN ab.

Sedimente des Deckgebirges

Über dem langgestreckten Kulminationszentrum (Scheitelhorst) der Struktur HENNSTEDT lagert allgemein transgressive und mächtigkeitsreduzierte jüngere Oberkreide (Campan und Maastricht) auf den Residualtonnen des Oberrotliegend. Randlich greifen ältere Oberkreide sowie lückenhafte und geringmächtige Unterkreide auf die Diapiroberfläche über. Geringmächtiges Paläogen ist flächenhaft verbreitet und fehlt nur im Bereich der südlichen Kulmination. Die jungtertiären Folgen beißen vor Erreichen der Strukturfirste unter dem Quartär aus. Nur in der Depression im Mittelabschnitt des Strukturzuges sind vor einer Störung geringfügige Reste von Jungtertiär erhalten geblieben (Bohrung Hennstedt 3) (Subrosion?). Quartäre Sedimente in Mächtigkeiten von durchschnittlich 75-100 m überdecken die gesamte Struktur. Örtlich sind höhere Quartärmächtigkeiten bekannt geworden (z.B. Hennstedt 4: 140 m, Hennstedt 15: 220m, Hennstedt 8: 155 m). Auffällig ist, daß diese überhöhten Quartärmächtigkeiten dort anzutreffen sind, wo im Untergrund der Kontakt Oberrotliegend/Zechstein liegt (Subrosion/Halotektonik ?, quartäre Rinne ?).

Caprock

Die zahlreichen Bohrungen, die den zentralen Strukturbereich erkundeten, durchteuften unterschiedlich mächtige Schuttbildungen und Residualtone des diapirischen Oberrotliegend (Hennstedt 3: 13 m, Hennstedt 10: 288 m) und gelangten danach in das Haselgebirge. Caprockbildungen des Zechstein mit Mächtigkeiten von 45 m in der westlichen Ummantelung wurden in der Bohrung Holstein 109 unter 27 m Oberrotliegend-Schuttbildungen durchörtert.

Innentektonik

Über die Innentektonik des oberen Salzstockbereiches können einige verlässliche Aussagen gemacht werden, da 30-35 Bohrungen den Zechstein-Caprock bzw. die Residualtone des Oberrotliegend durchteuften. Am tiefsten in den Salzstock gelangten die Bohrungen Holstein-Hennstedt T 2 (ET 2057 m u. NN im Zechstein: 71 m z1 und z2 in überkippter Lagerung), Holstein Weddingstedt 1 (ET 1997 m u. NN im Zechstein, 88 m überkippter Zechstein), Hennstedt 5 (ET 1708 m u. NN im Zechstein, 9,6 m Stinkschiefer des z2 und 1,2 m Anhydrit des basalen Zechstein).

Die Bohrung Holstein-Weddingstedt 1 ist repräsentativ für 13 weitere Bohrungen, die in den größtenteils überkippten Folgen der westlichen Zechstein-Ummantelung einen aus Rotliegend-Sedimenten (Residualtone und Haselgebirge) bestehenden Überhang durchteuften. Der Überhang ist in der Bohrung Holstein-Weddingstedt 1 1036 m mächtig, davon entfallen 285 m auf Residualtone, in die 751 m Haselgebirge eingedrungen ist (Anlage 10.4). Alle anderen durchbohrten Überhänge besitzen bei weitem nicht diese Mächtigkeit und sind eher weit ausladend aber schmal ausgebildet. Ein Rotliegend-Überhang wird auch an der E-Flanke vermutet.

Im zentralen Bereich der Struktur HENNSTEDT, wo das Rotliegend-Salinär diapirisch in eine schmale Zone eingedrungen ist, gelangten zahlreiche Bohrungen unter dem Residualton in das Haselgebirge. Exemplarisch hierfür sei die Bohrung Hennstedt 8 aufgeführt (ET 1400 m u. NN), die 728 m Haselgebirge durchteufte.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Der Flankenbau ist asymmetrisch, zur Tiefe hin ist ein leichtes Konvergieren zu beobachten. Überhänge im Zechstein sind nicht festzustellen, vermutlich waren keine vorhanden oder sie wurden bereits vor der Transgression der höheren Oberkreide wieder erodiert. Überhänge bildet nur das Oberrotliegend-Salinär, das in einer zweiten, in der jüngeren Oberkreide erfolgenden Phase erneut diapirisch aufstieg. Diese Überhänge sind sowohl im W (durch Bohrungen belegt), als auch im E (vermutet) innerhalb des Zechstein entwickelt. Die horizontale Ausdehnung dieser Überhänge beträgt max. 1500 m, ihre Mächtigkeit wenige m bis mehr als 1000 m (vgl. Anlage 10.3 und 10.4, Bohrung Holstein 53: 13 m Überhang, Bohrung Holstein-Weddingstedt 1: 1036 m Überhang).

Die Salzstruktur wird unterlagert von einem asymmetrischen, im W ausgeprägteren, max. 3 km breiten und max. 1500 m hohen Kissenfuß aus Oberrotliegend- und Zechstein-Salinär.

Salzkeile im Nebengebirge konnten nicht festgestellt werden.

Randsenken

primäre Randsenken

Mittlerer Buntsandstein bis älterer Mittelkeuper (sm - km1)

sekundäre Randsenken

auffallend asymmetrisch.

a) Ostflanke, Nordabschnitt: Lias bis Dogger (ju-jm) max. 2200 m mächtig.

Ostflanke, Südabschnitt: Jüngerer Mittelkeuper bis Lias (km3 - ju), max. 3000 m mächtig, wovon bis 2400 m auf den Keuper entfallen.

b) Westflanke: Lias bis Dogger (ju-jm), max. 2000 m

nachschubbedingte Randsenken

jüngere Oberkreide (Campan?) bis Pliozän, eventuell Quartär (krca-tp1)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

1.: Zechstein-Diapirismus: jüngerer Mittelkeuper (km3)

2.: Oberrotliegend-Diapirismus: jüngere Oberkreide (krca)

Genese

Über einem NNE-SSW-streichenden Sockelschollenrand des eingekippten westlichen Mittelholstein-Blocks akkumulierte im Mittleren Buntsandstein ein ca. 50 km langer Salzkissenzug, dessen Dach sich bis in den Mittleren Keuper (km1, Unterer Gipskeuper) kontinuierlich aufwölbte. Der Salzzustrom (Zechstein- und auch Oberrotliegend?-Salz) erfolgte vorwiegend von der im W gelegenen Westholstein-Scholle, über der sich auch die primäre Randsenke ausbildete, während über der sich normal epirogen absenkenden Delve-Scholle im E keine Salzabwanderung stattfand. Auslösender Impuls für die Kissenbildung waren die Schollenbewegungen des Sockels im Zuge der taphrogenetischen Bildung des Triassischen Glückstadt-Grabens (Absenkung des Mittelholstein-Blocks; vgl. die Entwicklung an den Strukturen EISENDORF-GNUTZ und HAMDORF).

Im jüngeren Mittelkeuper (km3) erfolgte vermutlich eine Umkehr des Bewegungssinnes an der Sockelfuge. Die Delve-Scholle begann stärker abzusinken und gegen ESE einzukippen. Dieser tektonische Impuls leitete das diapirische Stadium ein. Die Permsalinäre durchbrachen zuerst im Südabschnitt der Struktur HENNSTEDT das Deckgebirge. Der Salzzustrom erfolgte von der Tiefscholle (Delve-Scholle) im E, wo sich über der rasch absinkenden Kissenflanke eine sekundäre Randsenke bildete, die mächtige Steinsalzlager des km3 aufnahm. Gegen Ende des Keuper oder zu Beginn des Lias trat auch der Nordabschnitt in sein diapirisches Stadium. Bei allgemeiner Absenkung des gesamten Gebietes setzte sich die Diapirbildung vermutlich bis in den Malm hinein fort. Die Ausgestaltung der sekundären Randsenken während des Lias verlief beiderseits der Struktur relativ einheitlich.

Während der allgemeinen Hebungsphase im Dogger, Oberjura und der tiefsten Kreide wurden die Struktur und die sie begleitenden sekundären Randsenken tiefgründig abgetragen. Auf dem Strukturdach setzte Subrosion ein. In dieser Zeit muß sich der Bewegungssinn an der Sockelfuge erneut verändert haben. Wieder, wie schon in der tiefen Trias, sank nun die Westholstein-Scholle im W schneller ab als die Delve-Scholle. Daher konnten sich über der anerodierten westlichen Randsenke limnische Sedimente des Wealden erhalten, die östlich der Struktur fehlen.

Die Bewegungen an der Sockelfuge wurden in der jüngeren Oberkreide immer stärker und erreichten im Jungtertiär ihren Höhepunkt. Der tektonische Impuls bewirkte eine erneute Mobilisierung der Oberrotliegend-Salze auf dem Mittelholstein-Block, die dann diapirisch in einer zweiten Phase in den Kern der Struktur eindrangen. Dabei wurde das Zechsteinsalz im zentralen Bereich nach der Seite weggedrückt und überkippt. Gleichzeitig bildeten sich in diesem Zechsteinsalz Überhänge des Rotliegend-Haselgebirges aus. An Störungsflächen, die am Kontakt Rotliegend-Zechstein aufrissen, wurde der zentrale Teil des Daches weit nach oben angehoben. Zusätzlich entstand ein Scheitelgraben, dessen Randstörungen die Deckschichten ab den Residualtonen versetzten.

Im Westen der Mame-Süderstapel-Strukturzone, der die Struktur HENNSTEDT angehört, sank die Westholstein-Scholle epirogen bedingt besonders stark ab, sodaß über ihr wesentlich mächtigere Oberkreide als im E abgelagert werden konnte sowie 2500-3000 m Tertiärsedimente ("Westholstein-Trog"). Welchen Anteil an dieser raschen Absenkung dabei die zusätzliche Salzabwanderung in benachbarten Diapire hatte, ist schwer abzuschätzen. Sicher aber war dies nicht der entscheidende Faktor. Es ist zu vermuten, daß hier seit der Unterkreide Inversionsbewegungen im Gange sind, die den triassischen Glückstadt-Graben herausheben und die westliche Grabenschulter absinken lassen.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Nach der Erschließung des benachbarten Erdölfeldes Heide im Jahre 1935 wurden auch im Dach der Struktur HENNSTEDT mehr als 100 Untersuchungsbohrungen abgeteuft, um die klüftigen Kalksteine der Oberkreide und die kavernenösen Caprock-Bildungen des Zechstein auf ihre Erdölführung zu untersuchen. Der Erfolg blieb zwar aus, doch wurden grundlegende Kenntnisse über die Innentektonik des oberen Strukturbereiches und des Deckgebirges gewonnen.

Die Bohrungen Hennstedt T 2 (ET 2057 m u. NN im Zechstein 2), Holstein-Weddingstedt 1 (ET 1997 m u. NN im oberen Zechstein) und Hennstedt 5 (ET 1708 m u. NN im Zechstein) gelangten am weitesten in den westlichen Zechsteinmantel. Die zentraler gelegenen Bohrungen erreichten das Oberrotliegend-Salinar, das den Hauptanteil des Salzkörpers ausmacht. Sie wurden bald nach Erreichen des Haselgebirges eingestellt. Unter dem Rotliegend-Überhang wurden max. 114 m Zechstein 1 und 2 in überkippter Lagerung durchteuft (Holstein 66).

Zahlreiche Bohrungen der Vorhaben Hennstedt CFK und Hennstedt FW untersuchten nur das Deckgebirge und wurden in der jüngeren Oberkreide eingestellt, ohne den Caprock zu erreichen.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 2,4 %, Wasserschutz 27,2 %, dichte Bebauung 19,9 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 58,5 km², in 1 km Tiefe: 70,0 km², der Salzspiegelliegt bei 683 m u. NN, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 395 m, eine Sockelstörung ist vorhanden, Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Doppelsalinar, Überhänge), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, Abdeckung durch Oberkreide vollständig, durch Tertiär unvollständig, Scheitelstörungen, Subrosionssenken.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

HERZLAKE (HASELÜNNE)

Strukturtyp

Stratiformes Salzlager, Teilabschnitt eines invertierten Trogsystems.

Geographische Lage

TK 25: 3310, 3311

TK 100: C 3510

Regionaltektonische Lage

Zentrales Niedersachsen-Becken

Strukturelle Verbindungen

Im SE in das Salzlager BIPPEN übergehend.

Aufbauende Salinare

Münder Mergel-Salinar (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

flachlagerndes Salzlager, ca. 13 km lang und max. 4 km breit, E-W-streichend, gegen SW einbiegend; ca. 1200 m - 1600 m Mächtigkeit des gesamten Oberjura

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches mit >1000 m Mächtigkeit der joOM-Salinare

30 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben

Auf 340 m u. NN. ansteigend; im Bereich der größten Oberjura-Mächtigkeit ca. 500 m u. NN.

Sedimente des Deckgebirges

Im gekappten Bereich im SW der Struktur Tertiär und Quartär, gegen N schalten sich höchster Malm (joOM 6), Wealden und marine Unterkreide ein.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

Relativ flache Mulde, die sich im S stärker heraushebt als im N. Der Innenaufbau ist nicht bekannt und kann nur aus randlich stehenden Bohrprofilen extrapoliert werden. In der Bohrung Menslage-Berge 1 (Strukturabschnitt BIPPEN) ist die 808 m mächtige Salinarfolge recht rein und weist nur ein 30 m mächtiges Tonmittel auf. Das Salz ist jedoch von zahlreichen dünnen Tonstein- und Anhydritlagen verunreinigt.

Genese

Während des Obermaalm 3-5 wurden in dem sich rasch absenkenden zentralen Niedersachsen-Grabenbecken mächtige Steinsalz-Anhydrit-Tonstein-Folgen abgelagert.

Während der Inversionsphase des Niedersachsen-Beckens im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der oberjurassische Inhalt des Grabenbeckens herausgehoben und im S randlich erodiert.

Tertiär lagerten sich über der herausgehobenen Beckenfüllung diskordant ab.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Randlich durch die Bohrung Menslage-Westrum 1 erschlossen, die Bohrung Menslage 4 erreichte nur den Top des Salzlagers.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 0 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 13,3 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Kulmination: 30 km², in 1 km Tiefe: 30 km², die Lage des Salzspiegels ist unbekannt, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 355-515 m, eine Sockelstörung existiert nicht, keine Komplikationen des Innenbaues zu erwarten, jo-Salinar nicht ausreichend untersucht, keine Komplikationen im Dachbereich zu erwarten, Abdeckung durch Paläogen und Neogen vollständig.

Bearbeiter

FRISCH (1994)

JAHRESTEDT**Strukturtyp**

Salzstock/Salzkissen

Geographische Lage

TK 25: 3431, 3432, TK 25 AS: N-32-130-B-d, N-32-131-A-c, TK 100: C 3530

Regionaltektonische Lage

Die Struktur gehört zum Ristedt-Jahrestedter Strukturzug, der die NW-Begrenzung der Scholle von Calvörde bildet.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Sockelstörungen sind östlich der Struktur bekannt. Die Zechsteinbasis steigt von 1600 m u. NN am Nordrand auf 1100 m u. NN am Südrand an.

Strukturelle Verbindungen

Über einen schmalen Salzrücken in einer Störungszone besteht eine Verbindung zum Salzstock Ristedt.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: Ovale, nach Süden schmaler werdende N-S streichende Form
Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 5,8 km, Querachse 1,2 km
Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 6,0 km, Querachse 2,0 - 2,2 km
Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins: 1000 - 1200 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Vermutlich zwei Kulminationen, im N bei ca. 150 m u. NN, im S bei ca. 200 m u. NN. Das Dach fällt zu den Rändern auf über 600 m u. NN ab. Scheitelstörungen und Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Das Deckgebirge ist im Bereich der nördlichen Kulmination ca. 220 m und im Bereich der südlichen Kulmination ca. 250 m mächtig. Eine flächendeckende Überdeckung ist nur durch Eozän gegeben. Rupel fehlt und Oberkreide reicht nur im Südteil bis auf die Struktur.

Caprock

Die Mächtigkeit ist nicht bekannt.

Salzspiegel

Die Tiefenlage ist nicht bekannt.

Innentektonik

Die Innentektonik ist nicht bekannt. Während im N-Teil mit salzstocktypischer **Verformung zu rechnen** ist, weist der **salzkissenähnliche Südteil** vermutlich einfachere Lagerungsverhältnisse auf.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind am Westrand steil, nach Osten fallen sie flacher ein. Überhänge sind nicht vorhanden. **Ein Kissenfuß bzw. Restsalze** sind allseitig vorhanden. Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken

primäre Randsenken
nicht vorhanden

sekundäre Randsenken

Eine sekundäre Randsenke mit Sedimenten des Campan bis Maastricht ist am Ostrand der Struktur angedeutet.

Beginn des Kissenstadiums

Prä-Oberkretazisch

Beginn des Diapirstadiums

Oberkreide

Genese

Die tiefgründige Abtragung jungmesozoischer Schichten auf der Scholle von Calvörde erschwert eine Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte. Der verstärkte Aufstieg der Struktur erfolgte postliassisch. Campan und Maastricht in der Randsenke am Strukturostrand belegen Aufstiegsbewegungen in der höheren Oberkreide. Der salzkissenartige Südteil der Struktur ist in der Oberkreide gekappt worden. Zu Beginn des Eozän war die Strukturentwicklung weitgehend abgeschlossen.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

1 Bohrung hat am Ostrand das Salinar durchteuft. Schächte, Gruben und Kavernen existieren nicht.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

dichte Bcbauung 6,2 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche 5,5 km², in 1000 m Tiefe 9,9 km². Die geforderte minimale Nutzfläche wird erst nahe der kritischen Teufe von 1000 m erreicht, so daß das Nutzvolumen wahrscheinlich nicht ausreicht.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

KRAAK**Strukturtyp**

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 2533, 2534, 2633, 2634; TK 25 AS: N-32-95 - D-a - d; TK 100: C 2730, C 2734

Regionaltektonische Lage

Nördlichster Salzstock des westmecklenburgischen Salzstockverbreitungsgebietes im Randbereich des mesozoischen Depozentrums des Holstein-Westmecklenburg-Trogcs

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Eine Sockelstörung ist nicht erkennbar, die wenig gegliederte Zechsteinbasis liegt zwischen 4600 m u. NN im S und 4900 m u. NN im N.

Strukturelle Verbindungen

Strukturelle Verbindungen zu Nachbarstrukturen bestehen nicht

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: oval mit 60° streichender Längsachse

Ausdehnung in 300 m Tiefe unter Caprockoberfläche: Längsachse: ca. 7,5 km, Querachse: ca. 4,7 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse: ca. 6,5 km, Querachse: ca. 3,6 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins: ca. 4500 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Der Caprock wurde zwischen 249 m und 293 m u. NN erbohrt. Die Dachmorphologie ist durch eine Subrosionsdepression gekennzeichnet. Eine Scheitelstörung existiert nicht. Im N reicht eine markante quartäre Rinne an den Salzstockrand heran.

Sedimente des Deckgebirges

Quartär liegt großflächig direkt über dem Caprock

Caprock

Der Caprock wurde durch 4 Bohrungen erbohrt. Seine Mächtigkeit schwankt in den Bohrungen zwischen 47 m und 85 m.

Salzspiegel

Der Salzspiegel liegt in den Bohrungen zwischen 333 m und 340 m u. NN.

Innentektonik

Unter dem Caprock wurde über 700 m mächtiges Steinsalz erbohrt. Die Lagerungsverhältnisse sind salzstocktypisch.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind relativ steil, mit umlaufenden 200 - 1200 m ausladenden Überhängen im Tertiär ist zu rechnen, unbedeutender bis fehlender Kissenfuß, Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken**primäre Randsenken**

Eine primäre Randsenke ist nicht eindeutig abgrenzbar.

sekundäre Randsenken

Eine ausgeprägte umlaufende sekundäre Randsenke ist besonders mit Oberer Oberkreide und Tertiär gefüllt.

Beginn des Kissenstadiums

vermutlich Mittlerer Keuper

Beginn des Diapirstadiums

Oberkreide, genauer Zeitpunkt ist nicht bekannt.

Genese

Der Salzstock ist vermutlich aus einem großen Salzkissen hervorgegangen, das sich seit dem Mittleren Keuper entwickelt hatte. Während der Unterkreide fanden kaum Salzbewegungen statt. Die Hauptphase der Salzzakkumulation lag in der Oberkreide, Nachschubphasen sind für den Zeitraum Paläozän-Eozän und Mittleres Oligozän bis Miozän belegt.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

3 Bohrungen haben den Salzstock bis in eine Tiefe von über 1000 m aufgeschlossen. Schächte und Gruben sind nicht bekannt. Kavernen sind geplant.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

keine

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: ca. 27,7 km², in 1000 m Tiefe ca. 18,4 km², Tiefenlage der Caprockoberfläche 249 - 293 m u. NN, Tiefenlage des Salzspiegels 333 - 340 m u. NN, großflächige Auflage des Quartärs auf Caprock, geplante Nutzung für Kavernenspeicher

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

KREMPE (siehe auch LÄGERDORF)**Strukturtyp**

Salzstock. Eigenständige Kulmination im Mittelabschnitt eines Strukturzuges über einem SW-NE-verlaufenden Sockel-Lineament.

Geographische Lage

TK 25: 2121, 2122, 2222

TK 100: C 2318, C 2322

Regionalektonische Lage

Krempe-Lägerdorf-Strukturzone: Grenzfuge zwischen Krummendeich-Scholle im NNW (= südlicher Glückstadt-Graben) und Hamburg-Scholle im SSE (= nördliche Pompeckj-Scholle).

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Im näheren Umfeld liegt die z-Basis zwischen 6700 und 7300 m u. NN. Über den Flanken eines kräftigen, aus Oberrotliegend-Salinaren gebildeten Salzkissens ist sie jedoch allgemein bis auf 4000 m u. NN angehoben, über der NW-Flanke nur bis 5000 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im SW über eine Einschnürung des Salzkörpers (Kissenbrücke) unter der Unterkreidediskordanz und eine Depression in den Deckschichten mit der Salinarstruktur HAMELWÖRDEN (ro, z, km) verbunden, im NE mit der Struktur LÄGERDORF ebenfalls über eine Kissenbrücke und eine Depression in den Deckschichten. Im Sockel besteht eine Verbindung mit dem Emtinghausen-Krautsand-Lineament (= Ostrand des südlichen Glückstadt-Grabens).

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend (ro), Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Länglich-ovaler Grundriß, leicht bananenförmig gebogen, SW-NE-streichend, ca. 15 km lang und max. 6,5 km breit. Im Zentralbereich oberhalb des ro-Salzkissens beträgt die Vertikalausdehnung des Salzkörpers ca. 5000 bis 6000 m. Die durchschnittliche Horizontalausdehnung im Niveau der Trias beträgt ca. 3500 m. Auf den aus ro-Salinaren bestehenden Strukturkern entfallen davon ca. 1500 m, auf die randlichen, aus Zechsteinsalz bestehenden Bereiche je 1000 m. Die verkarstete Oberfläche des aus ro-Sedimenten bestehenden Strukturkernes hat eine Ausdehnung von ca. 1,2 x 7 km.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

65 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Dachmorphologie wird geprägt von typischen Karsterscheinungen in den Rotliegend-Sedimenten, die in einer nahezu ebenen Subrosionsfläche von 1,2 x 7 km Ausdehnung in einer Tiefe von etwa 30 m u. NN im Bereich der Strukturfirste auftreten.

Gegen die Flanken fällt die Dachfläche über der Zechsteinsalzzummantelung, von mehreren Störungen unterstützt, gleichmäßig auf ca. 1200 m u. NN im NW und auf ca. 1000 m u. NN im SE ab. Eine quartäre Rinne, die sich >100 m tief bis in das Untereozän einschneidet, quert von NNW kommend, den östlichen Abschnitt der Dachfläche (Bohrung Krempe 3: 200 m q).

Sedimente des Deckgebirges

Die zentrale Subrosionsfläche wird gleichmäßig von ca 30 m Quartär bedeckt. Über dem Rand des Salzkörpers im NW und SE, der aus den ummantelnden Zechsteinsalinaren besteht, sind geringmächtige, limnische (Wd) und marine Unterkreide-Sedimente, mächtigkeitsreduzierte und lückenhafte Oberkreide erhalten geblieben. Nach einem Hiatus (Obermaastricht bis Mittelpaläozän) folgen Oberpaläozän bis Untereozän und Quartär. Neogene Sedimente fehlen.

Die Bohrung Krempe 1101 (Erkundungsbohrung für eine geplante Erdgas-Hochdruck-Kaverne) durchörterte eine Deckgebirgsstörung, die den Grenzbereich zwischen den ro- und den z-Salinaren markiert, darunter 90 m Holozän und Paläogen und 462 m Oberkreide bis Oberturon, darunter 552 m Residualtone und Haselgebirge des Oberrotliegend.

Caprock

43 m Residualtone, sandfrei, mergelig, anhydritisch, gelegentliche Einschaltungen von kristallinem Dolomit (Krempe 1101).

Innentektonik

Im Kern ro-Haselgebirge, ummantelt von z-Salinaren.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Asymmetrische, inhomogene Flanken, zur Tiefe leicht konvergierend. Anzunehmen ist eine Durchdringung der Permsalinare des Salzstockes mit den mobilisierten Keupersalinaren in den sekundären Randsenken.

Überhänge sind nicht vorhanden, ebenfalls keine Salzkeile. Der Salzstock wird von einem asymmetrischen Salzkissen aus ro-Salinaren unterlagert, das im südöstlichen Flankenbereich mit max. 2500 m mächtiger ist als im NW.

Randsenken**Primäre Randsenken**

Buntsandstein bis Gipskeuper (s - km1). Die besonders großen Mächtigkeiten des Buntsandstein (bis 2000 m) sind auf die taphrogenetische Subsidenz des südlichen Glückstadt-Grabens zurückzuführen. Ursache der teilweise hohen Gipskeuper-Mächtigkeiten (km1) ist die sekundäre Mobilisierung während der Oberkreide, was zur Bildung eigenständiger Keupersalz-Kissen führte (OTTENBÜTTEL max. 2500 m km1 im NW, ELBE-GLÜCKSTADT mit max. 1200 m km1 im SW).

Sekundäre Randsenken

In Flankennähe transgrediert Mittlerer Keuper des Rote Wand-Bereiches (km3) als Basis der sekundären Randsenken auf Unteren bzw. Mittleren Buntsandstein.

im NW km3 - ju (max. 4500 m)

im SE km3 - ju (max. 3500 m), im Hangenden diskordant von Wealden überlagert.

Nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide bis Quartär (kro-q)

Beginn des Kissenstadiums

Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Jüngerer Mittelkeuper (km3)

Genese

Bis zum älteren Mittelkeuper (km1) baute sich über der nordwestabschiebenden Südost-Begrenzung des Glückstadt-Grabens ein asymmetrisches, langgestrecktes Salzkissen auf.

Ab dem jüngeren Mittelkeuper (km3) kam es syngenetisch mit Inversionsbewegungen an der im NW gelegenen Krummendeich-Scholle (= Südostrand des triassischen Glückstadtgrabens), die an der Krempe-Lägerdorf-Störung herausgehoben wurde, zur Entwicklung des bis in den Jura hinein anhaltenden diapirischen Stadiums.

Die Salzzufuhr erfolgte zunächst noch von NW her, später auch von SE. Der jüngere Mittelkeuper (km3) transgredierte auf die **rasch einsinkenden** ehemaligen Kissenflanken und griff im Zentrum der sich beiderseits bildenden sekundären Randsenken lokal bis auf den **Unteren Buntsandstein** über.

Über der Diskordanzfläche wurde das aus dem Diapir ausfließende Permsalz resedimentiert.

Flächenhafte Abtragung des Strukturscheitels und der Flankenbereiche erfolgte im Zeitraum Malm bis Valangin (jungkimmerische Bewegungen). Der Salzzustrom aus SE von der einsinkenden und gegen NW einkippenden Hamburg-Scholle in die Struktur KREMPE setzte sich jedoch unvermindert fort. Das läßt sich an der Diskordanz zwischen Wealden und Lias im oberen Abschnitt der südöstlichen sekundären Randsenke beweisen (Bohrung Krempe 2).

Transgredierende Unterkreide überdeckte schließlich die Struktur.

Erneut einsetzende Sockelbewegungen ab der Oberkreide mobilisierten nun auch das Rotliegend-Salinar in dem noch vorhandenen Salzkissen. Dies stieg in dem zentralen Teil des Diapirs auf. Die Salzzufuhr erfolgte vorwiegend aus der NW-Flanke. Der Salzaufstieg führte zur Erosion der Unterkreide- und tiefen Oberkreide-Bedeckung im zentralen Teil der Firste.

Besonders seit dem Jungtertiär wölbte sich die Firste weiter auf und wurde bis heute der Erosion ausgesetzt. Das ist auf die Intensivierung der Vertikalbewegungen an der Sockelfuge und die Inversions- und Kippbewegungen der Hamburg-Scholle zurückzuführen.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Krempe 1, 2, 1001 und 1002 untersuchten im südöstlichen Kulminationbereich die Schreibkreide auf ihre Ötführung. Die Bohrungen Krempe 1 und Krempe 2 trafen bei 685 bzw. 1123 m u. NN unter limnischer Unterkreide das Salzstockdach an.

Die Aufschlußbohrung Krempe 1101 untersuchte den nordöstlichen Kulminationsbereich. Unter 30 m Quartär traf sie 60 m Paläogen und 462 m Untermaastricht bis Oberturon an. Nach Durchfahren einer Störung gelangte sie bei 552 m u. NN in den Caprock über dem salinaren Rotliegend. Die Bohrung wurde bis auf 1800 m vertieft. Die angetroffenen Salze sind für die Anlage von Kavernen geeignet, zum Bau eines Kavernenfeldes ist es aber bislang nicht gekommen.

Die Bohrungen Glückstadt 1 und 2 untersuchten die Kulmination über der aus km1-Salinar der primären Randsenke bestehenden Kissenstruktur GLÜCKSTADT. Sie gelangten bis in den Rhätsandstein.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 4,6 %, Wasserschutz 26,9 %, dichte Bebauung 10,0 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 26,5 km², in 1 km Tiefe: 62,0 km², der Salzspiegel liegt bei 75 m u. NN, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 32 m, eine Sockelstörung ist nachgewiesen, Komplikationen des Innenbaues möglich (Doppelsalinar), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, Abdeckung weder durch Kreide noch durch Tertiär vollständig, Scheitelstörungen, quartäre Rinne, Subrosionssenke.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

LÄGERDORF (siehe auch KREMPE)

Strukturtyp

Salzstock, eigenständige Kulmination als nordöstlichstes Endglied eines Strukturzuges über einem SW-NE-verlaufenden Sockellineament.

Geographische Lage

TK 25: 2023, 2123

TK 100: C 2322

Regionalektontische Lage

Krempe-Lägerdorf-Strukturzone; im Grenzbereich zwischen Krummendeich-Scholle (= Südostabschnitt des Glückstadt-Grabens) im N und Hamburg-Scholle (= nördliche Pompeckj-Scholle) im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Im näheren Umkreis liegt die z-Basis in einer Tiefe zwischen 6700 und 7300 m u. NN. Über den Flanken der die Struktur unterlagernden kräftigen Rotliegendesalzkissens ist die z-Basis steil aufgebogen. Im NE wird sie vor der Itzehoe-Störungszone bis auf 4000 m u. NN herausgehoben. Der Versatz an der Itzehoe-Störung, einem bedeutenden Sockelscharnier, an dem sich sowohl vertikale als auch horizontale Bewegungen vollzogen, beträgt lokal bis 1000 m.

Strukturelle Verbindungen

Im Oberbau gegen SW Anbindung an den Strukturabschnitt KREMPE, mit diesem über eine Einschnürung des Salzkörpers (Kissenbrücke) und eine Depression in den Deckschichten strukturell verbunden. Im NE begrenzt von der NW-SE-verlaufenden, im Keuper angelegten Itzehoe-Störung. Im Sockel besteht Verbindung zum Emtinghausen-Krautsand-Lineament (= Ostbegrenzung des südlichen Glückstadt-Grabens)

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend (ro), Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Rundlich-ovaler Grundriß, NE-SW-gestreckt, maximal 10 km lang und 5,5 km breit. Die verkarstete Oberfläche des aus Rotliegendesedimenten gebildeten Strukturkernes hat unter der Unter- bzw. Oberkreide-Diskordanz eine Ausdehnung von 3x6,5 km. Im Niveau der tiefen Trias oberhalb der Kissenfüße ist der ro-Salzkörper ca. 1500-2000 m breit, die maximale Gesamtbreite des Salinarkörpers beträgt hier 3500 m. Der Salzstock hat in seinem Zentralbereich oberhalb des ro-Salzkissens eine Vertikalerstreckung von ca. 3500-4000 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

31 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Das schwach gewölbte Salzstockdach kulminiert bei 250 m u. NN und taucht zu den Flanken gleichmäßig auf 400-500 m u. NN ab. Einige Scheitelstörungen durchsetzen die Strukturfirste. In den Deckschichten über dem Kulminationszentrum bildet sich der aus dem Doppelsalinar aufgebaute Untergrund ab: Um die zentrale Subrosionswanne (ca. 3x6,5 km) schlingt sich ein Hebungskranz mit zahlreichen Erdfällen und rundlichen, in sich geschlossenen Hohlformen. Über dem randlichen Zechsteinmantel hat sich eine periphere Senke gebildet. Eine quartäre Rinne quert in NNE-SSW-Richtung den Grenzbereich zwischen den Strukturen LÄGERDORF und KREMPE. Sie schneidet sich >100 m tief bis in das Untereozän ein (vgl. Bohrung Krempe 3).

Sedimente des Deckgebirges

Im Scheitelbereich lagert transgressive Oberkreide (Coniac bis Untermaastricht, 100-150 m) auf Oberrotliegend-Haselgebirge. Randlich und über der Zechsteinummantelung in Flankennähe schaltet sich noch diskordant auflagernde Unterkreide ein. Tertiär wurde nur in der Nähe der SE-Flanke nachgewiesen (Krempe 1003 mit 225 m tpa0-teou 4). Über der nordöstlichen Dachregion werden paläogene Erosionsreste in Senken bzw. Subrosionsbereichen am Übergang vom ro- zum z-Caprock vermutet (vgl. Bohrung Krempe 1101, Struktur KREMPE). Abschließend lagern ca. 50 m quartäre Sedimente auf dem Dach.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Flanken asymmetrisch und gegen die Tiefe schwach konvergierend. Sie sind nur schlecht zu erkennen als Folge der Verschmelzung der Perm-Salinare des Salzstockes mit dem km3-Salinar der die Struktur flankierenden sekundären Randsenken. Das Keupersalinar in der nordwestlichen sekundären Randsenke bildet als Folge späterer Mobilisierung eine eigenständige Kulmination (Struktur ITZEHOE).

Überhänge oder Salzkeile sind nicht vorhanden.

Der Salzstock wird unterlagert von einem rundlichen, leicht SW-NE-gestreckten, kräftig entwickelten asymmetrischen Kissenfuß aus Rotliegend-Salinaren. Dieser ist maximal 9000 m breit und im SE max. 3000 m mächtig.

Randsenken**Primäre Randsenken**

Buntsandstein bis Gipskeuper (s - km1). Besonders mächtig im NW (5500 - 6000 m). Die Buntsandsteinmächtigkeiten von max. 2500 m sind teilweise bedingt durch die taphrogenetische Subsidenz des südlichen Glückstadt-Grabens.

Zusätzlich wurden während der Oberkreide die km1-Salinare mobilisiert, was zur Bildung einer eigenständigen Kulmination (Struktur OLDENBÜTTEL) führte (Salinarmächtigkeiten bis 3000 m).

Im SE hat sich im Bereich der ehemaligen primären Randsenke die km1-Kissenstruktur GLÜCKSTADT mit max. 1000 m mächtigem Salinaren gebildet.

Sekundäre Randsenken

Im Flankenbereich transgrediert km3 als Basis der sekundären Randsenke auf Mittlerem bzw. Unterem Buntsandstein.

Im NW: Mittlerer Keuper des Rote Wand-Bereiches (km3). Ab Oberkreide Bildung der eigenständigen Keupersalzstruktur ITZEHOE mit max. 3000 m mächtigem Salinar

im SE: Mittlerer Keuper des Rote Wand-Bereiches bis Lias (km3 - ju). Max. 2500 m mächtig, im Hangenden überdeckt von diskordant auflagerndem Wealden (Bohrung Glückstadt 3: 309 m Wealden)

Nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide bis Quartär (kro - q)

Beginn des Kissenstadiums

Buntsandstein (s)

Beginn des Diapirstadiums

Mittlerer Keuper (km3)

Genese

Bis zum älteren Gipskeuper (km1) baute sich über dem nordwestabschiebenden Sockelabbruch ein asymmetrisches, langgestrecktes Salzkissen auf. Die Salzeinwanderung erfolgte vorwiegend von der Tiefscholle (Krummendeich-Scholle) im NW.

Ab dem jüngeren Mittelkeuper (km3) kam es syngenetisch mit Inversionsbewegungen an der im NW gelegenen Krummendeich-Scholle (= Südostabschnitt des triassischen Glückstadtgrabens) zur Entwicklung des bis in den Lias anhaltenden diapirischen Stadiums. In diesen Zeitabschnitt fallen besonders kräftige vertikale und auch horizontale Bewegungen an der die Struktur im NE flankierenden Itzehoe-Störung, an der sich der gestaffelte Abbruch in den vorwiegend mit km3 gefüllten Kellinghusen-Halbgraben vollzieht.

Die Salzzufuhr erfolgte zunächst von NW her, später auch von SE. Der jüngere Mittelkeuper (km³) transgredierte auf die rasch einsinkenden ehemaligen Kissenflanken und griff im Zentrum der sich beiderseits bildenden sekundären Randsenken lokal bis auf Unteren Buntsandstein über.

Über der Diskordanzfläche wurde das aus dem Diapir ausfließende Permsalz resedimentiert.

Flächenhafte Abtragung des Strukturscheitels und der Flankenbereiche erfolgte im Zeitraum Malm bis Valangin (jungkimmerische Bewegungen). Der Salzzustrom aus SE von der einsinkenden und gegen NW einkippenden Hamburg-Scholle in die Struktur LÄGERDORF setzte sich jedoch unvermindert fort. Das läßt sich an der Diskordanz zwischen Wealden und Lias im oberen Abschnitt der südöstlichen sekundären Randsenke nachweisen (Bohrung Glückstadt T3).

Transgredierende Unterkreide überdeckte schließlich die Struktur LÄGERDORF.

Erneut einsetzende Sockelbewegungen ab der Oberkreide mobilisierten nun auch das Rotliegend-Salinar in dem noch vorhandenen Salzkissen. Dies stieg in dem zentralen Teil des Diapirs auf. Das führte zur Erosion der Unterkreide- und tiefen Oberkreide-Bedeckung im zentralen Teil der Firste. Die Salzzufuhr erfolgte vorwiegend aus dem nordwestlichen Flankenbereich.

Besonders seit dem Jungtertiär wölbte sich die Firste weiter auf und wurde bis heute der Erosion ausgesetzt. Das ist auf erneute Intensivierung der Vertikalbewegungen an der Sockelfuge und die Inversions- und Kippbewegungen der Hamburg-Scholle zurückzuführen.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Die Bohrung Krempe 1005 untersuchte die Strukturfirste, die Bohrungen Krempe 1004 und 1003 die SE-Flanke, die Bohrungen Krempe 1006 und 1007 stichen nordwestlich der Struktur und untersuchten die Deckschichten des km³-Salzkissens in der nordwestlichen sekundären Randsenke (Struktur ITZEHOE). Die Bohrung Glückstadt 3 untersuchte die oberen Schichten der südöstlichen sekundären Randsenke, die Bohrung Krempe 3 durchhörte 200 m Füllung einer von NNW heranlaufenden quartären Rinne und anschließend die Deckschichten des km¹-Salzkissens OTTENBÜTTEL.

Alle Bohrungen hatten die Erkundung der Maastricht-Schreibkreide auf Ölführung zum Ziel, keine erreichte den Caprock der Struktur.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

Abbau der Oberkreide in 3 Tagebauen (Schinkel, Heidstraße und Kröpke), sowie in der aufgelassenen Grube Saturn bei Kronsmoor. Die Gruben werden von den Firmen Alsen-Breitenburg Zement- und Kalkwerke GmbH und Vereinigte Kreidewerke Dammann KG betrieben und liefern Schlammkreide für technische und pharmazeutische Zwecke sowie Düngekalk und Zementrohstoff.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

LILIENTHAL

Strukturtyp

Salzstock über Sockelstörung, durch Inversionstektonik beeinflusst.

Geographische Lage

TK 25: 2819

TK 100: C 3118

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle, Teil der Vegesack-Lilienthal-Strukturzone im SE-Abschnitt der Ostfriesland-Scholle.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

WNW-ESE-streichende, im NNE von einer NNE-abschiebenden Störung begrenzte Halbantiklinale, vor der im WNW ein NNE-streichender, tief versenkter Sockelhorst (Bremer Graben) lagert. z-Basis auf der Halbantiklinale ca. 4300 m u. NN, auf dem Tiefhorst 4700-4900 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im SE mit der Inversionsstruktur BREMEN verbunden, im W mit der Inversionsstruktur WÜHRDEN in Verbindung, die in den Salzstock LESUM überleitet, im E des nördlichen Abschnittes schließt sich die nicht störungsbegrenzte flachgründige Inversionsstruktur WILSTEDT an.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Unregelmäßig oval, in N-S-Richtung und gegen SE ausgelängt; ca. 10 km lang und max. 7 km breit; Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4000 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper 1,5 - 2 km breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

50,5 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Kulmination ca. N-S-gestreckt, bei 183 m u. NN. Dach aufgewölbt, randlich auf 1100 bis 1900 m u. NN abfallend. NNE-SSW-streichender Scheitelgraben, dessen Randstörungen den Caprock bis Untereozän durchsetzen. Vermutlich wird die östliche Dachhälfte von einer N-S-verlaufenden quartären Rinne überquert, die die Dachsedimente bis zum Mitteloligozän ausgeräumt hat (Wasserbohrung UWO 167: 142 m q) Im reflexionsseismischen Bild ist auch über der westlichen Dachhälfte eine solche Rinne zu erkennen, die vermutlich noch tiefer ist und sich bis in das Untereozän einschneidet.

Sedimente des Deckgebirges

Maastricht (min. 100 m) überdeckt das gesamte Salzstock-Dach, randlich Campan. Darüber, nach Schichtlücke, tief erodiertes Oberpaläozän und Untereozän (min. 75 m), darüber randlich transgressives Mitteloligozän und Untermiozän, im Kulminationsbereich Quartär (Lilienthal Z I: 30 m q) direkt dem Untereozän auflagernd.

Caprock

9 m dolomitischer Kalkstein, darunter 103 m Anhydrit (Lilienthal Z I)

Innentektonik

Lilienthal Z I durchörterte den gesamten Salzstock und traf den Zechstein in normaler Ausbildung an. Mangels orientierter Kerne sind keine Angaben über die Innentektonik möglich.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Satzkeile

Flanken ab 2000 m Tiefe konvergierend. Allseitig Überhänge im Campan und Maastricht, bis 2 km breit und max. 1200 m mächtig (im Bereich der Bohrung Lilienthal I: >549 m); Kissenfuß (max. 900 m) nur im südlichen Abschnitt der NW-Flanke. Satzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken**Primäre Randsenken**

Mittlerer Buntsandstein bis Keuper (sm - k)

Sekundäre Randsenken

Im SE: Keuper (k), sonst: Wealden bis Campan (Wd - krea)

Nachschubbedingte Randsenken

Maastricht bis Untereozän (krma - teou)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Wealden bis marine Unterkreide (Wd - kru), gegen die Struktur BREMEN Keuper (k).

Genese

Über einer NNE-streichenden Sockelstörung bildete sich ein asymmetrisches Salzkissen in NNE-Richtung, auf dessen ESE-Flanke die Solling-Diszordanz stärker einschneidet als auf der WNW-Flanke. Im Keuper kehrte sich der Bewegungssinn an dieser Sockelstörung um, der ESE-Flügel sank stärker ab, höhere Mächtigkeiten wurden sedimentiert. Es handelt sich bei dieser Störung wohl um den westlichen Rand des Bremer Grabens (die südlichste Fortsetzung des Glückstadt-Grabens). Gleichzeitig bewegte sich die SE-NW-streichende Sockelstörung NE-abschiebend. Die Kissenbildung hielt bis in den Lias (Dogger?) an.

Während der oberjurassischen Hebung der Pompeckj-Scholle wurde das Kissendach im E bis auf den Keuper, im W bis auf den Lias erodiert.

Der diapirische Durchbruch des Kissens erfolgte ab Wealden, besonders aber während der Unterkreide. Sekundäre Randsenken bildeten sich, gleichzeitig mit syndementären Gräben, die, vom Diapir nach WNW und ESE ausgehend, im Bereich Wührden und Bremen einsanken. Das diapirische Stadium setzte sich in der Oberkreide fort und erhielt im Campan neue Impulse, die zur Ausbildung der großen Überhänge führten. Annähernd gleichzeitig erfolgte die Inversion der benachbarten ehemaligen Grabenstrukturen WÜHRDEN und BREMEN. Maastricht überlagerte dann transgressiv das Dach.

Durch weiteren Salzzustrom wurde das Dach auch im Tertiär noch stark emporgewölbt und die Decksedimente während der verschiedenen regressiven Phasen stark erodiert.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Lilienthal Z I durchteufte den gesamten Salzstock bis auf den Sockel und erreichte das Westfal C (ET 6738 m). Lilienthal I gelangte an der NE-Flanke in den Überhang, den sie jedoch nicht durchteufte (ET 1458 m).

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 40,0 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 25,7 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 20,0 km², in 1 km Tiefe: 38,0 km², der Salzspiegel liegt bei 205 m u. NN, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 186 m, eine Sockelstörung ist nachgewiesen, Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge), vollständige Abdeckung durch Oberkreide und Alttertiär, jedoch nicht durch Neogen, Scheitelstörungen, quartäre Rinnen.

Bearbeiter

FRISCH (1992)

LOHNE

Strukturtyp

Invertiertes Salzkissen

Geographische Lage

TK 25: 3409, 3509

TK 100: C 3506

Regionaltektonische Lage

Teilscholle im westlichen Niedersachsen-Becken

Strukturelle Verbindungen

im NW mit dem Münder Mergel-Salzkissen GEORGSDORF, im NE begrenzt von der Inversionsstruktur MÜHLENGRABEN.

Aufbauende Salinare

Münder Mergel-Salinar (joOM 3-5)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

NW-SE-gestreckt, ca. 15 km lang und max. 4,5 km breit; Vertikalausdehnung max. 1500 m

Maximale Flächenausdehnung des Bereiches >1000 m Mächtigkeit der joOM-Salinare

ca. 38 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben

Kulmination bei 300 m u. NN, auf ca. 800 m u. NN im Bereich größter Mächtigkeiten absinkend. Im E durch eine NNW-streichende Störung begrenzt, die bis in den Sockel reicht.

Sedimente des Deckgebirges

Quartär, Tertiär, z. T. Wealden und höchster Malm (jo OM 6), an den Flanken schalten sich Wealden und marine Unterkreide ein.

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

Nicht bekannt. In Analogie zu benachbarten Vorkommen kann man annehmen, daß sich Steinsalzpakete mit Anhydrit- und Tonsteinpaketen abwechseln, die Steinsalzpartien aber nicht rein sind, sondern von unzähligen schmalen Schnüren aus Tonstein und Anhydrit durchzogen werden. Mit tektonischen Komplikationen durch das Zusammenfließen des Steinsalzes im Kissen muß gerechnet werden. Entlang der Ostrandstörung ist wahrscheinlich auch Zechsteinsalz in den Oberjura-Salzkörper intrudiert.

Genese

Im Oberjura wurden im Georgsdorfer und Lohner Trog, einer westlichen Ausbuchtung des zentralen Niedersachsen-Beckens, große Mengen von Steinsalz und Tonsteinen abgelagert.

Im Zuge der Inversion wurde die Trogfüllung herausgehoben. Gleichzeitig begann die Salzkissenbildung. Das Dach der Struktur wurde vor Ablagerung des Tertiär erodiert.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

keine, nur randlich die Bohrungen Messingen 5 und Lingen Z 1

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 26,3 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 5,3 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 38 km², in 1 km Tiefe: 38 km², die Lage des Salzspiegels ist unbekannt, die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt 330-830 m, eine Sockelstörung existiert nicht, Komplikationen des Innenbaues möglich (invertiertes Salzkissen), jo-Salinar nicht ausreichend untersucht, Komplikationen im Dachbereich zu erwarten (Scheitelstörung), Abdeckung durch Paläogen vollständig, aber nicht durch Neogen.

Bearbeiter

BALDSCHUHN (1994)

MÜTZEL-VIESEN

Strukturtyp

Salzmauer

Geographische Lage

TK 25: 3638, 3640; TK 25 AS: N-33-121-C-d, N-33-121-D-c, N-33-133-B-a, N-33-134-A-a; TK 100: C 3938

Regionaltektonische Lage

Teilstruktur des NW-SE streichenden Strukturzuges von Altmerleben-Viesen im Bereich der Salzwedel-Genthiner Störung

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Sockelstörung (Genthiner Störung) mit ca. 100 m Sprunghöhe. Die Zechsteinbasis steigt von NW (>3800 m u. NN) nach SE (<3300 m u. NN) an.

Strukturelle Verbindungen

Über einem antiklinartigen Salzrücken bestehen strukturelle Verbindungen zur Struktur Berkzow im NW und Lehnin im E.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: langgestreckt, aus der NW-SE Richtung im Teilbereich Mützel, in die E-W-Richtung im Teilbereich Viesen umbiegend

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse ca. 22 km, Querachse ca. 0,7 km im NW und 1,4 km im SE-E

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 7,5 km, Querachse 1,0 - 1,4 km bei einer Mindestbreite von 1000 m.

Vertikalerstreckung des nichtsalinaren Zechstein ca. 3420 m im NW und ca. 3040 m im E

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

2 Kulminationen; Teilstruktur Mützel 384 m u. NN, Teilstruktur Viesen 310 m u. NN. Zwischen beiden Kulminationen sinkt die Caprockoberfläche auf über 500 m Tiefe u. NN ab. Scheitelstörungen sind vorhanden, Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Das ca. 420 m (Mützel) bzw. 347 m (Viesen) mächtige Deckgebirge besteht aus Paläozän, Eozän, Oligozän und Quartär. Flächendeckend sind Eozän, Rupelton und Quartär vorhanden.

Caprock

Die Caprockmächtigkeit ist nicht bekannt. In beiden Teilstrukturen wurden die Bohrungen im Caprock eingestellt (in Mützel nach ca. 20 m, in Viesen nach ca. 150 m).

Salzspiegel

Die Tiefenlage des Salzspiegels ist nicht bekannt.

Innentektonik

Die Innentektonik ist nicht bekannt. Es ist jedoch mit einer für Pressungsstrukturen typischen komplizierten Tektonik zu rechnen.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind steil. Mit schmalen Überhängen und gebietsweise vorhandenen Salzkeilen ist zu rechnen. Ein schmaler Kissenfuß ist vorhanden.

Randsenken**primäre Randsenken**

Primäre und sekundäre Randsenken sind nicht eindeutig zu trennen. Wahrscheinlich ist der bis zu 800 m mächtige Unterkreideanteil dem Salzkissenstadium zuzurechnen.

sekundäre Randsenken

Die Hauptsalzbewegung erfolgte im Zeitraum Oberkreide-Tertiär aus südwestlicher und südlicher Richtung, wo mit über 1000 m mächtiger Unterer Oberkreide als Randsenkenfüllung zu rechnen ist.

Beginn des Kissenstadiums

Unterkreide

Beginn des Diapirstadiums

Untere Oberkreide

Genese

Die Salzbewegung begann in der Unterkreide im Bereich der Sockelstörung. Sie hatte ihren Höhepunkt im Zeitraum Oberkreide Tertiär. Letzte Salzbewegungen dauerten bis in das Oligozän an.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

In beiden Teilstrukturen wurde die Zechsteinoberfläche in jeweils einer Bohrung erreicht, ohne den Caprock zu durchteufen. Schächte, Gruben und Kavernen sind nicht vorhanden.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Wasserschutz ca. 23 %, dichte Bebauung ca. 5 %

Bewertung

Nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche ca. 20 km², in 1000 m Tiefe 19,0 km². Eine Mindestbreite von 1000 m weist die Struktur nur auf einer Länge von 7,5 km auf, so daß sich die nutzbare Fläche für beide Teufenintervalle auf ca. 8,5 km² reduziert und damit unter dem geforderten Grenzwert liegt. Die Tiefenlage des überwiegenden Teils der Struktur von 500 m und mehr ist ein weiterer Grund für eine Unterschreitung des geforderten Mindestvolumens.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

NETZEBAND

Strukturtyp

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 2941, 2942, 3041, 3042; TK 25 AS: N-33-98-C-d, N-33-110-A-b; TK 100: C 3138, C 3142

Regionale tektonische Lage

Im Bereich einer Schollengrenze im Grund- und Deckgebirge, die von der Flechtingen-Roßläuer Scholle im Süden über die Strukturen Demsin, Kotzen, Friesack, Zechlin bis Brustorf reicht.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Die Struktur liegt über einer regionalen Sockelstörung (s. o.) mit ca. 100 m Sprunghöhe. Die Zechsteinbasis weist eine Tiefenlage von 4500 bis 4600 m u. NN auf.

Strukturelle Verbindungen

Über einen schmalen, N-S gestreckten Salzkissenfuß besteht eine Verbindung zum Salzstock Zechlin im N und Friesack im S.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikaler Streckung der Struktur

Grundriß: Oval, in NNE-SSW-Richtung gestreckt.

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse: 6 km, Querachse 3,5 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 6 km, Querachse 3 km

Vertikaler Streckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins ca. 4200 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Kulmination wird nach Geophysikdaten in 130 - 140 m Tiefe u. NN vermutet. Scheitelstörungen sind nicht erkennbar. Quartäre Rinnen berühren den Salzstock nicht.

Sedimente des Deckgebirges

Die Deckgebirgssedimente sind mangels Bohrungen nicht genau bekannt. Nach der Geophysik scheint unter Quartär geringmächtiges Miozän und Oberoligozän über dem Caprock zu liegen.

Caprock

Die Caprockmächtigkeiten könnten nach Modellrechnungen bis zu 300 m betragen.

Salzspiegel

In Anbetracht der angenommenen Caprockmächtigkeit ist der Salzspiegel in Tiefen >440 m u. NN zu erwarten.

Innentektonik

nicht bekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind steil. Ein sehr breiter Überhang nach Osten wird vermutet. Ein schmaler Kissenfuß ist ausgebildet. Salzkeile sind nicht erkennbar.

Randsenken

primäre Randsenken

Primäre Randsenken mit über 1500 m Keuper, insbesondere Oberkeuper, sind östlich und westlich des Strukturzuges ausgebildet. Die Entwicklung der primären Randsenke endete an der Wende Rät/Lias.

sekundäre Randsenken

Als Basis der sekundären Randsenke wird eine Diskordanzfläche im Bereich Keuper/Jura angesehen. Die z. T. über 2300 m mächtige Füllung besteht vorwiegend aus Lias und Dogger.

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Keuper

Beginn des Diapistadiums

Wende Keuper/Jura

Genese

Der Strukturzug Zechlin-Netzeband ist aus einem großen Salzkissen hervorgegangen, das sich ab Mittlerem Keuper entwickelte. Der Salzzufluß erfolgte sowohl aus westlicher als auch aus östlicher Richtung. Das Diapistadium setzte an der Wende Rät/Lias ein und hatte seine Hauptphase im Lias und Dogger. Kurz nach dem Durchbruch wird eine epirogenetische Hebungphase angenommen, die zu Abtragungen sowohl im Top- als auch im Muldenbereich führte. In der Kreide und im Tertiär erfolgte kein nennenswerter Salzzufluß mehr.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

keine

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

dichte Bebauung 8,6 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 14,9 km², in 1000 m Tiefe 14,1 km², Deckgebirgsmächtigkeit 180 - 200 m, Abdeckung durch Neogen und Quartär, Rupel- und ältere Abdeckungen fehlen. Aufgrund eines großen asymmetrischen Überhanges ist mit komplizierten Lagerungsverhältnissen zu rechnen.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

NEUSUSTRUM**Strukturtyp**

Salzstock, von Inversionstektonik überprägt, über störungsbegrenzter Sockelhochlage.

Geographische Lage

TK 25: 3008 (Niederlande), 3009, 3109

TK 100: C 3108

Regionaltektonische Lage

Nordwestliche Niedersachsen-Scholle (Dersum-Scholle) im Grenzbereich (Ems-Lineament) gegen die im W angrenzende Friesland-Plattform.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Der Sockel wird von NW-SE verlaufenden, NNE-fallenden Störungen gegliedert, die gekreuzt werden von nahezu N-S-streichenden, vermutlich W-abschiebenden Grabenrandstörungen des Ems-Lineaments. Unter dem Salzstock liegt die z-Basis in einer Tiefe von ca. 4100 m u. NN. Im NE der Struktur senkt sie sich in mehreren Staffeln auf ca. 5300 m u. NN ab.

Strukturelle Verbindungen

auf deutscher Seite: keine

auf niederländischer Seite: unbekannt

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

länglich-oval in NNW-SSE-Richtung gestreckt, auf deutschem Gebiet 6,5 km lang und max. 3 km breit; Vertikalerstreckung des Salzkörpers ca. 4100 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 1,6 km breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereichesca 16,0 km² (deutsches Territorium)**Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen**

Das Dach ist sattelförmig aufgewölbt und kulminiert bei ca 180 m u. NN. Die Dachfläche wird, von mehreren, NW-SE-verlaufenden Scheitelstörungen unterstützt, gegen die hohen Flanken allgemein auf 800-900 m u. NN abgesenkt, im NE auf max. 1250 m u. NN. Die Dachsedimente werden an den Störungen vom Caprock bis in das Miozän versetzt. Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Im Firstbereich sind über dem Caprock nur Sedimente des Miozän und Quartär (zusammen ca. 200 m) erhalten geblieben, in einer Subrosionssenke über dem Strukturscheitel ein kleines Miozän?- Vorkommen (Bohrung Neusustrum S4). Sonst überdeckt höhere Oberkreide (Neusustrum T02: bei 303 m u. NN kreca) den Caprock. Nur an den hohen Flanken im SW der Struktur sind vor einer Störung bzw. in einer Subrosionssenke unter transgredierendem Untersanton Sedimente des Unter- bis Oberalb (8 m) erhalten (Neusustrum 1, q hier 114 m mächtig). Nach einem Hiatus folgt lückenhaftes Unterozän-Oligozän. Diese Schichten heißen aber noch unterhalb der Firste unter dem transgredierenden Miozän aus.

Caprock

In Neusustrum S3: 25 m; in Neusustrum T-01: 14 m Kalk- und Mergelstein, mit Asphalt und Schwefel durchsetzt, darunter 88 m Anhydrit.

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch und konvergieren leicht zur Tiefe hin. An der NE-Flanke ist ein kleiner Überhang in Sedimenten der Oberkreide ausgebildet. Ebenfalls an der NE-Flanke ist ein Zechsteinsalzkeil ca. 3,5 km in das Rötalinare eingedrungen und hebt die obertriassische Schichtenfolge an. Im SW ist ein max. 1300 m mächtiger Kissenfuß erhalten geblieben.

Randsenken**Primäre Randsenken**

im NE: Mittlerer Buntsandstein bis Keuper (sm - k), im SW: Lias bis Dogger (ju - jm)

Sekundäre Randsenken

Oberkreide (kro), beidseitig

Nachschubbedingte Randsenken
Mitteloligozän bis Miozän (tolm - tmi)

Beginn des Kissenstadiums
Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums
Oberkreide (kro)

Genese

Die geographische Lage der Salzstruktur direkt auf der deutsch-niederländischen Grenze erschwert die Interpretation der genetischen Entwicklung, da nur unzureichende Daten vorliegen.

Möglicherweise war schon im Mittleren Buntsandstein ein NNW-SSE-verlaufender Sockelabbruch, dem Ems-Lineament zuzuordnen, syndimentär wirksam. Über diesem bildete sich bis in den Keuper hinein ein Salzkissen. Im Zeitraum Lias-Dogger senkte sich das Gebiet relativ schwach und gleichförmig ab. Nach der Kimmeridge-Transgression und bis in die höhere Unterkreide hinein befand sich hier eine regionale Schwelle. Möglicherweise wanderte in dieser Zeit Zechsteinsalz aus dem südwestlichen Kissenbereich in Richtung auf die Schwellenachse, die im heutigen Scheitelbereich der Salzstruktur zu suchen wäre. Ein diapirischer Durchbruch erfolgte aber nicht, was aus dem Fehlen der sekundären Randsenken geschlossen werden kann. Mit dem Alb wurde auch das Salzkissen Neusustrum erneut überflutet.

Im Verlauf der höheren Oberkreide, zur Zeit starker tektonischer Unruhen im Niedersachsen-Becken, riß der Scheitelbereich des Salzkissens an einer Störung auf. Damit begann das Diapirstadium. In abgeschwächter Form wurde der so entstehende Diapir in die Einengungsbewegungen des Niedersachsen-Beckens mit einbezogen. Er erhielt seine asymmetrische, nordvergente Morphologie, der Salzkeil im Röt-Niveau und der Überhang in den Oberkreide-Sedimenten entstanden im NE und unterstreichen die Nordvergenz.

Bereits vor dem Ende des Santon war die Salzstockbildung abgeschlossen, ein vollständiger Abbau der Salzreserven im südwestlichen Kissenfuß erfolgte aber nicht. Das Paläogen überdeckte die Firste.

Erneute Bewegungen, die den Salzkörper überprägten, setzten im Mitteleozän ein, als sich, wohl über dem Ems-Lineament im Sockel, ein von NW heranreichender syndimentärer Graben bildete. Diese Bewegungen mobilisierten erneut das Salz und es kam zu einer weiteren Aufwölbung der Firste, die bis in das Miozän anhielt. Dabei rissen auch die NNE-SSW-streichenden und gegen die Flanken gerichteten Scheitelstörungen auf, die das tertiäre Deckgebirge und auch den Caprock durchsetzten.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Die Bohrungen Neusustrum 1, T-01, T-02, T-03 und S4 untersuchten den Caprock auf seine Schwefelführung. Die Bohrung Neusustrum 1 gelangte bei 517 m u. NN bis in das z4-Salinar.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

Die Schwefelvorkommen in den asphaltführenden Caprock-Gesteinen sind unwirtschaftlich.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0 %, dichte Bebauung 9,3 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 3,0 km², in 1 km Tiefe: 15,0 km², der Salzspiegel liegt bei 250-280 m u. NN, die Deckegebirgsmächtigkeit beträgt 191m, ein Sockelstörung ist nachgewiesen. Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge, Salzkeile), vollständige Abdeckung nur durch Jungtertiär, Scheitelstörungen.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

OBERLANGE TENGE

Strukturtyp

Salzstock, von Inversionstektonik überprägt, über einer störungsbegrenzten Sockelhochlage.

Geographische Lage

TK 25: 3109
TK 100: C 3108

Regionaltektonische Lage

Nordwestliche Niedersachsen-Scholle: Im Kreuzungsbereich der Oberlanger Tenge - Lönigen-Strukturzone mit dem südlichen Ems-Lineament.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Struktur liegt über einer NNW-SSE-streichenden Kippscholle des Sockels, die sich von ca. 4200 m u. NN im S auf ca. 3300 m u. NN im N schräg heraushebt. Dort wird sie an einer schwach gebogenen E-W-verlaufenden Störung bzw. südfallenden Aufschiebung (Bohrung Rütenbrock 14Z) begrenzt. Desgleichen wird sie im W und im E von Störungen begrenzt, die dem Ems-Lineament zuzurechnen sind. So erscheint diese Scholle als allseitig eingengte Horstscholle.

Strukturelle Verbindungen

Die schwach gebogene, E - W verlaufende breite N-Flanke der Struktur liegt im Axialbereich eines invertierten Strukturzuges innerhalb des Niedersachsen-Beckens. Dadurch entsteht eine Verbindung zu der im ESE liegenden Struktur LATHEN. Im WSW ist die Struktur im Oberbau über einen Keuper-gefüllten Kollaps-Graben mit dem Salzkissen RÜTENBROCK verbunden.

Aufbauende Salinare Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Der Grundriß ist keilförmig, im N breiter als im S, leicht gestreckt in der NNW-SSE-Richtung. Da der Salzstock seit seinem Kissenstadium wiederholten tektonischen Beanspruchungen ausgesetzt war (so z.B. im s, k, jo, kro und t), ist seine Gestalt äußerst komplex. An der, seine Nordflanke begrenzenden, W-E-streichenden Überschiebungsfrent (Bohrung Oberlanger Tenge 8) ist der Salzkörper im Niveau der Trias mit ca. 4,5 km am breitesten (im Niveau kro - t nur ca. 3,2 km). Gegen S verringert sich sein Durchmesser auf < 1 km. Die N-S-Er Streckung beträgt max. 4,7 km; die vertikale Ausdehnung des Salzkörpers mißt ca. 3800 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

10,5 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Morphologie des Daches ist einfach, es ist sattelförmig und ungestört aufgewölbt und kulminiert bei 140 m u. NN (Bohrung Oberlanger Tenge S1: 196 m u. NN). Zu den Flanken im E und W fällt die Dachfläche gleichmäßig auf 450-500 m u. NN ab. Quartäre Rinnen wurden nicht festgestellt.

Sedimente des Deckgebirges

Transgressives Oberpaläozän bzw. Untereozän überdeckt vollständig den Caprock. Randlich greift transgressives geringmächtiges Mitteloligozän (Rütenbrock 13Z) auf die Struktur über und beißt vor Erreichen der Firse unter jüngerem Miozän aus, sodaß im Scheitel nur Untereozän, oberes Miozän und Quartär angetroffen wird (q ca. 70-100 m).

Caprock

28 m in Oberlanger Tenge 1, > 32 m in Oberlanger Tenge S1, 17 m in Rütenbrock 13Z

Innentektonik

weitgehend unbekannt. Oberlanger Tenge 1 (ET 789 m) durchteufte unter dem Caprock 509 m Steinsalz (oben wechsellagernd mit Anhydrit, Salzton und Kaliföz Staßfurt. Enge Verfaltung von z2 und z3. Darunter bis ET reines Na2).

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind allseits steil, jedoch sehr unterschiedlich gestaltet. Die Nordflanke ist infolge der nordvergenten Aufschiebungsbewegungen im Zuge der oberkretazischen Inversion vielfach gestört und verstellt, die Flankensedimente sind steil aufgerichtet oder überkippt (Bohrung Oberlanger Tenge 8).

Die taphrogen beanspruchte Westflanke ist nur undeutlich zu erkennen. Anzunehmen ist hier eine Vereinigung der Zechsteinsalinare mit den Mittelkeuper-Salinaren in der sekundären Randsenke. Im E ist in den Schichten der Oberkreide ein schwacher Überhang entwickelt. Salzkeile konnten nicht festgestellt werden. Der Salzstock wird in seiner Nordhälfte von einem Restsalzkissen unterlagert (Rütenbrock 6Z: 1832 m z1-z3).

Randsenken

Primäre Randsenken

Mittlerer Buntsandstein bis Muschelkalk (sm - m)

Sekundäre Randsenken

1. Gipskeuper bis Lias (km1 - ju)

2. die Oberkreide-Senke im N der Struktur ist als Randtrog vor einem Schollenrand zu interpretieren (VOIGT 1962)

Nachschubbedingte Randsenken

Mitteloligozän bis Miozän (tolm - tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Gipskeuper (km1)

Genese

Über einem System von NNW-SSE-verlaufenden, im Mittleren Buntsandstein synsedimentär wirksamen E-abschiebenden Sockelstörungen (südliches Ems-Lineament) kam es zu einer frühen Mobilisation der Zechsteinsalinare. Ein Salzkissenzug bildete sich heraus. Im Scheitelbereich dieses Kissenzuges bildete sich innerhalb des Buntsandstein eine E-abschiebende Verwerfung, was zur Anlage eines NNW-SSE-streichenden Halbgrabens (Ems-Graben) führte. Auf der westlichen Grabenschulter beißen unter dem diskordant auflagernden Keuper von W nach E die Schichten der tiefen Trias bis zum Unteren Buntsandstein aus (Rütenbrock 6Z und 10Z), über einer deutlichen Hochlage lagert Gipskeuper direkt auf Zechstein.

Im Mittleren Keuper trat der Salzstock in das Diapirstadium. Das Salz im Kissen wurde erneut mobilisiert, als sich an der Hauptverwerfung im Sockel, dem Ems-Lineament, der Bewegungssinn umzukehren begann. Die ehemalige Tiefscholle im E wurde nun zur Grabenschulter, über der sich der Salzstock OBERLANGE TENGE zu bilden begann. Die Salzeinwanderung erfolgte von W aus dem kollabierenden Salzkissen heraus. Die stark lückenhaften Deckschichten des ehemaligen Salzkissens senkten sich ein, über ihnen entwickelte sich eine sekundäre, mit bis zu 1800 m mächtigen Keupersedimenten gefüllte Randsenke. Das aus dem Salzstock ausfließende Salz wurde in dieser Senke sofort wieder resedimentiert. Im NW blieb dagegen ein Kissenfuß erhalten (in Rütenbrock 6Z: 1832 m z1-z3).

Im Lias klang die Diapirbildung allmählich aus. Schwache Salzeinwanderung erfolgte von E.

Vom oberen Dogger bis zum Wealden befand sich der Salzstock im Einflußbereich der Fehndorfer Insel, die erst im höheren Malm schwach einzusinken begann und im Obermalm 6 von E her überflutet wurde. Der Salzstock wurde von sehr geringmächtigem Obermalm und Wealden und dann von mariner Unterkreide überdeckt.

Wohl im Santon bekam der Salzstock neue Impulse zur Weiterentwicklung. Erneute Bewegungen an den Sockelstörungen im Zuge der Inversion des Niedersachsen-Beckens mobilisierten die noch in den Restkissen vorhandenen Salzmassen zur Abwanderung in den Salzstock. Hauptmotor waren wohl Bewegungen an der E-W-verlaufenden Sockelstörung, die den Rütenbrocker Sattel im S begrenzt (Rütenbrock 14Z). Das Salz wanderte jetzt besonders von S und SW ein und wölbte das Dach besonders gegen N auf. Gleichzeitig wurde der gesamte Salzstock infolge der Einengungsbewegungen des Niedersachsen-Beckens nach N überschoben und parallel zu der am Nordrand verlaufenden Überschiebungsfrent ausgerichtet, vor der sich ein mehr als 1000 m tiefer Oberkreide-Trog bildete.

Leichte Nachbewegungen erfolgten auch nach den Inversionsbewegungen im Tertiär, die das Dach bis in das Miozän weiter aufwölbten.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Der Salzkörper bzw. seine Deckschichten wurden von insgesamt von 3 Bohrungen untersucht: Oberlanger Tenge 1 erreichte bei 280 m u. NN den Caprock und wurde bei 789 m u. NN im Zechsteinsalz eingestellt; Oberlanger Tenge S1 erreichte den Caprock bei 196 m u. NN und wurde bei 228 m u. NN im Zechstein eingestellt; Rütenbrock 13 Z durchörterte die gesamte E-Flanke und erreichte den Sockel (ET 3090 m u. NN im ro). Weitere Erdgasbohrungen stehen auf der komplexen Sockelhochlage des Rütenbrocker Sattels.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

Gaslagerstätte Oberlanger Tenge mit Speichern im basalen Zechstein (Staßfurt-Karbonat) und im Oberrotliegend des Rütenbrocker Sattels, einer sehr komplexen und stark gestörten Antiklinalstruktur des Sockels. Von insgesamt 15 Bohrungen waren 9 gasföndig und 1991 noch 6 in Produktion.

Die kumulative Förderung von 1969 bis 1991 betrug 2.184.165.860 m³ Vn). Ein Gasfund im Buntsandstein (Oberlanger Tenge Z1) war bereits 1981 erschöpft.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- u. Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 0,0 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 10,0 km², in 1 km Tiefe: 8,5 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge), vollständige Abdeckung durch Paläogen und Jungtertiär, Erdgaslagerstätte in naher Umgebung, Nutzbares Volumen zu gering.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

PECKENSEN

Strukturtyp

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 3131, 3231; TK 25 AS: N-32-118-B-d, N-32-118-D-b+d; TK 100: C 3130, C 3530

Regionaltektonische Lage

Die Struktur liegt im Bereich der Altmark-Schwelle, die vom Unterperm bis zur Unterkreide wirksam war.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Der Sockel ist von mehreren NW-SE bis E-W streichenden Störungen geringer Sprunghöhe durchsetzt. Eine regionale N-S-Störung im Bereich des Salzstockes ist seismisch nicht erkennbar. Die Zechsteinbasis liegt in einer Tiefe von 3300 und 3400 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Der Salzstock stellt eine weitgehend isolierte Struktur dar, die allseitig von Salzabwanderungsgebieten umgeben wird. Schmale, flache Salzrücken stellen Verbindungen zur Struktur Gerstedt in NE sowie zum Salzstock Ristedt im SE her.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: N-S-gestreckter Salzkörper

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 15,5 km, Querachse 3,5 - 2,5 km;

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 14,0 km, Querachse 2,0 - 3,5 km.

Einer schmalen mauerartigen Kernzone von 0,9 - 2,0 km Breite sitzt eine breite asymmetrische Überhangzone auf, die etwa im Bereich der Kreidebasis beginnt.

Vertikalerstreckung des nichtsalinaren Zechsteins: 3000 - 3100 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Zwei Kulminationen mit Tiefen des Caprock von 240 m u.NN im Norden und 236 m u.NN im Süden. Zwischen beiden liegt eine Einmündung von ca. 100 m. Das Dach ist generell aufgewölbt und fällt zu den Rändern auf über 700 m u. NN ab. Scheitelstörungen durchsetzen das Dach bis an die Basis des Rupel. Quartäre Rinnen sind nicht vorhanden.

Sedimente des Deckgebirges

Während Paläozän und Eozän in einem schmalen Firststreifen abgetragen sind, überdeckt der Rupelton die gesamte Struktur. Er wird über 150 m mächtig. Darüber folgen Chatt und Miozän sowie Quartär.

Caprock

Die Caprockmächtigkeit schwankt zwischen <10 m und >100 m.

Salzspiegel

Der Salzspiegel liegt großflächig in Teufen zwischen 340 - 400 m u. NN.

Innentektonik

Die komplizierte Genese des Salzstockes sowie das Vorhandensein teilweise recht mächtiger Überhänge läßt gebietsweise komplizierte tektonische Baustile erwarten.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind steil bis konkav, allseitige unterschiedlich breite Überhänge, kein nennenswerter Kissenfuß, Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken**primäre Randsenken**

Eine primäre Randsenke ist nicht erkennbar, da ein Großteil der Mächtigkeitsdifferenzierungen im Bereich der Altmarkschwelle auf tektonische Bewegungen zurückgeführt werden muß.

sekundäre Randsenken

Eine Absenkung ab Unterkreide markiert den Beginn einer sekundären Randsenkenentwicklung. Für die Westflanke ist erst ab Mittelalb eine Randsenke erkennbar. Die Hauptentwicklung lag in der Oberkreide.

Beginn des Kissenstadiums

unbekannt

Beginn des Diapirstadiums

Zu Beginn der Unterkreide, im Süden präkretazisch

Genese

Zur Zeit Wende Jura/Kreide extrudierte an einer N-S-Störung an der Ostflanke das erste Salz. Der Durchbruch des Salzes aus dem südlichen Salzkissen begann bereits im oberen Jura. Die Hauptentwicklung des Diapirs, die ebenfalls mit Salzextrusionen verbunden war, lag im Ostteil im Campan, im Westteil im Coniac und Santon. Der Diapiraufstieg dauerte bis ins Tertiär an.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

27 Bohrungen haben den Salzstock erreicht, 24 davon haben die Zechsteinbasis durchteuft. Schächte, Gruben und Kavernen existieren nicht.

Lagerstätten

Im Liegenden des Salzstockes befindet sich im Oberrotliegenden eine Erdgaslagerstätte.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Naturschutzgebiete 51,1 %, dichte Bebauung 4,6 %

Bewertung

Nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche ca. 46 km², in 1000 m Tiefe ca. 42 km². Die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt in den Kulminationen ca. 290 m, in den übrigen Bereichen liegt sie darüber. Eine ausreichende Abdeckung ist durch den Rupelton gewährleistet. Im Liegenden der Struktur wird eine Erdgaslagerstätte abgebaut. Die Anlage von Kavernenspeichern ist geplant.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

SCHNEFLINGEN

Strukturtyp

Salzstock, eigenständige Kulmination in einer Reihe von Salinarstrukturen über einem Schollenrand im Sockel.

Geographische Lage

TK 25: 3330

TK 100: C 3530

Regionalgeologische Lage

Nordostausläufer des Niedersachsen-Beckens, Nordabschnitt der Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone zwischen Calberlah-Scholle im W und Weyhausen-Scholle im E.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Zechsteinbasis ist in Schollen zerlegt und zeigt daher ein lebhaftes Relief. Sie liegt unter und in der näheren Umgebung der Struktur SCHNEFLINGEN in einer Tiefe zwischen 2800 und 3400 m u. NN. Unter der Salinarstruktur bildet sie einen schmalen Horst entlang des N-SSW-streichenden Braunschweig-Gifhorn-Bruches. Der Horst hebt sich auf der östlichen Hochscholle (Weyhausen-Scholle) auf max. 2800 m u. NN empor (Schneflingen Z I: 2952 m u. NN) Der Versatz gegen die auf 3400 m u. NN abfallende Tiefscholle im W (Calberlah-Scholle) beträgt ca. 500 m, der Versatz an der Ostrandstörung des Horstes nur max. 150 m.

Strukturelle Verbindungen

Über eine Kissenbrücke im S besteht Verbindung mit den Salzstrukturen EHRA-WEYHAUSEN-EHMEN.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung des Salzkörpers

länglich-oval in N-SSW-Richtung gestreckt (bananenförmig), max. 5 km lang, im Dachbereich max 1,8 km breit, im Niveau der tiefen Trias oberhalb des Kissenfußes ca. 0,9 km breit, einschließlich Kissenfuß (Halbkissen) ca. 2,0 km. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers beträgt 2500 m.

Max. Flächenausdehnung des Dachbereiches

ca. 7,2 km²

Kulmination, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Salzstockoberfläche kulminiert bei ca. 240 m u. NN (Schneflingen Z 1: 325 m u. NN). Die Dachfläche im W der schwach gebogenen, von N nach SSW verlaufenden Scheitelstörung bildet eine flache, mit tertiären und quartären Sedimenten gefüllte, an einer peripheren Randstörung ca. 100-150 m tief gegenüber dem Nebengebirge eingesunkene Subrosionswanne. Das Dach des Salzkörpers in der Subrosionswanne fällt gegen NNW auf ca. 400 m u. NN ab (Schneflingen I1: 384 m u. NN).

Der östliche Teil der Dachfläche liegt durchschnittlich 200-250 m tiefer, da sich der Diapir in diesem Teil nicht weiter entwickelt hat und bereits im Keuper seine Überdeckung erhielt. Entlang der Scheitelstörung liegt die Dachfläche bei 450-500 m u. NN und fällt gegen die Ostflanke gleichmäßig auf ca. 900 m u. NN ab. Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

In der Subrosionssenke lagern Sedimente des Paläozän bzw. Untereozän auf dem Caprock (ca. 160 m), darüber folgen ca. 150 m mächtiges Mittel- und Obereozän, max. 50 m Mitteleozän sowie 80-100 m Quartär. An der Scheitelstörung werden die Decksedimente vom Caprock bis zum Obereozän bis zu 200 m tief abgesenkt. Die Überdeckung der östlichen Dachfläche wird gebildet von 100-250 m mächtigen Keupersedimenten. Darüber folgt Lias, der randlich von der Untereozän-Transgression gekappt wird. Dann folgen die Tertiärsedimente und das Quartär.

Caprock

Schneflingen Z 1: 24 m, Schneflingen I1: 25 m

Innentektonik

Schneflingen Z 1: 1790 m reines Steinsalz (Na 2), darunter 745 m Wechsellagerung von Steinsalz, Anhydrit, Kalisalzen, 1 m Kupferschiefer.

Flanken, Überhänge Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch. Die Westflanke ist steil, die Ostflanke gegen die Tiefe hin stark konvergierend. An der E-Flanke ist im Niveau des jüngeren Keuper ein kleiner Überhang ausgebildet. Den Salzstock unterlagert im E und N (über dem Westrand der Weyhausen-Scholle) ein asymmetrischer Kissenfuß bzw. ein Halbkissen, max. 1000 m hoch und 1500 m breit. Dieser setzt sich im S in einer schmalen Kissenbrücke bis zum Salzstock EHRA fort. Entlang der Westflanke wird ein Salzkeil vermutet, der max. 1700 m weit in das Rötalinare eingedrungen ist.

Randsenken**primäre Randsenken**

Mittlerer Buntsandstein bis Unterer Keuper (sm-ku)

sekundäre Randsenken

stark asymmetrisch, Mittlerer Keuper (km), (besonders mächtig im W bis max. 1600 m)

nachschubbedingte Randsenken

Dogger bis Unterkreide (jm-kru)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Mittlerer Keuper (km)

Genese

Der Salzstock SCHNEFLINGEN lag während aller Phasen seiner Entwicklung in einem Bereich erhöhter tektonischer Mobilität im Nordabschnitt der Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone.

Bereits im Mittleren Buntsandstein war die die Salzstruktur SCHNEFLINGEN unterlagernde Sockelfuge aktiv, an der sich die Weyhausen-Scholle im E gegen die Calberlah-Scholle im W absenkte. Das führte zu einer ersten Mobilisierung der Zechstein-Salinare, die von der Tiefscholle im E zu der im W gelegenen Hochscholle abzuwandern begannen und sich über deren Ostrand zu einem langgestreckten und weit nach S reichenden Salzkissenzug akkumulierten. Die Kissenbildung dauerte bis zum Unteren Keuper an.

Der diapirische Durchbruch an dem Kissenzug erfolgte im Mittleren Keuper. Anstoß zu dieser erneuten Mobilisierung des Salzes war die Umkehr des Bewegungssinns an der Sockelfuge. Die Calberlah-Scholle senkte sich bei gleichzeitiger Einkippung gegen NW schneller ab als die Weyhausen-Scholle. Das zeigt sich aus dem Vergleich der Keuper-Mächtigkeiten in den sekundären Randsenken. Im Axialbereich der westlichen sekundären Randsenke lagern über der ehemaligen Kissenflanke bis 1600 m Keupersedimente. Von E wanderte nur wenig Salz in den Diapir hinein, sodaß über dem Westrand der Calberlah-Scholle noch ein mächtiges Halb-Salzkissen erhalten blieb, das sich in Form einer Kissenbrücke bis zum Salzstock EHRA im SSW fortsetzte und auch heute noch existiert.

Bereits im Keuper war die diapirische Phase beendet und die Struktur wurde von jüngerem Keuper überdeckt. Spätere Salznachschübe im Lias und Dogger steilten die Flanken weiter auf.

Während der jungkimmerischen Bewegungen im Oberjura und in der Unterkreide lag der Salzstock SCHNEFLINGEN ebenso wie die benachbarten Salzstöcke VORHOP und WITTINGEN im Randbereich zwischen der Absenkungszone des nordöstlichen Niedersachsen-Beckens und dem sich hebenden Bereich der östlichen Pompeckj-Scholle. Die Weyhausen-Scholle wurde in dieser Zeit wieder relativ angehoben, während die Calberlah-Scholle als der Nordabschnitt des jurassischen Gifhorn-Grabensystems gegen NW einkippte.

Die Entwicklung der Struktur SCHNEFLINGEN während der Oberkreide läßt sich aufgrund der tiefgreifenden Erosion im Zuge der Inversionsbewegungen in diesem Zeitabschnitt nicht rekonstruieren. In der Umgebung sind nur schwache Reste von Oberkreide-Sedimenten erhalten geblieben. Sicher ist, daß die Salznachschubbewegungen bereits vor dem Untereozän zur Ruhe kamen, obwohl noch genügend Salzvorrat in dem Halbkissen unterhalb der Ostflanke des Diapirs vorhanden ist.

Über der Struktur bildete sich im Alttertiär eine Subrosionssenke, die peripher von einer den Salzstock-Umriß markierenden Störung umgeben ist. Die Subrosionsvorgänge hielten das ganze Eozän über an, waren aber vor der Mitteloligozän-Transgression beendet.

Bohrungen, Schächte

Schneflingen Z 1 durchteufte den zentralen Salzkörper und erreichte die Zechsteinbasis bei 2952 m u. NN (ET bei 3250 m u. NN im Autun). Schneflingen 11 durchteufte die Dachsedimente an der NNW-Flanke und 723 m Zechsteinsalze (ET bei 1107 m u. NN). Schneflingen 1, 3-10 und 12, 1001-1006 untersuchten die Sandsteine des Dogger im Westen der Struktur und gelangten teilweise bis in den Lias und den jüngeren Keuper. Schneflingen 2 untersuchte die Dogger-Sandsteine (jmal) an der Ostflanke (ET bei 924 m u. NN im juhe).

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 1,5 %, dichte Bebauung 13,8 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 6,0 km², in 1 km Tiefe: 9,0 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge), vollständige Abdeckung durch Paläogen, Subrosionssenke, Scheitelstörungen, sehr geringes Nutzvolumen.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

SIEK (siehe auch Struktur WITZHAVE)

Strukturtyp

Salzstock, eigenständige Kulmination in einer Kette von Salinarstrukturen über einem E-einfallenden Sockelbruch.

Geographische Lage

TK 25: 2327, 2328, 2427, 2428

TK 100: C 2326, C 2726

Regionalektonische Lage

Pompeckj-Scholle. Teil der Moissburg-Segeberg-Strukturzone, die den Südostrand der Hamburg-Scholle gegen die Ramelsloh-Witzhave-Scholle bildet.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Zechsteinbasis unter der Struktur SIEK ist über den Flanken eines Oberrotliegend-Salzkissens weit aufgebogen, über der W-Flanke bis max. 3000 m u. NN und über der E-Flanke bis max. 4000 m u. NN. In der näheren Umgebung sinkt die z-Basis infolge der Abwanderung des Oberrotliegend-Salinars in Richtung auf die Moissburg-Segeberg-Strukturzone bis auf 5000 bis 5500 m u. NN ab.

Strukturelle Verbindungen

Im S über eine Einschnürung des Salzkörpers und eine von einem Scheitelgraben geprägten Depression des Daches mit dem Strukturabschnitt WITZHAVE verbunden. Im N besteht über eine vermutlich mit Salz gefüllte Störungszone im Oberbau eine Verbindung mit der Salinarstruktur SÜLFELD.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z), im Kern der Struktur vermutlich auch Oberrotliegend (ro).

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Grundriß rundlich-oval, nach S sich verschmälernd; Längserstreckung in N-S-Richtung max. 6 km, Breite im Niveau des Dachbereiches max. 3,7 km, Breite des Salzkörpers im Niveau der tiefen Trias ca. 2,3 km; Vertikalerstreckung des Salzkörpers oberhalb des Kissenfußes ca. 3500 m.

maximale Flächenausdehnung des Daches

ca. 15 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Salzstockfirste kulminiert bei ca. 200 m u. NN. Gegen die Flanken fällt die Dachfläche gleichförmig auf 1000-1200 m u. NN ab, gegen S bis auf 1800 m u. NN. Die Firste wird von einem N-S-verlaufenden Scheitelgraben durchzogen, dessen Randstörungen die Deckschichten ab Caprock bis zum Miozän schwach versetzen. Vermutlich greift eine von W her kommende quartäre Rinne randlich auf das Salzstockdach über, die sich bis bis 178 m tief in das Miozän einschneidet (Siek 2).

Sedimente des Deckgebirges

Das Salzstockdach wird von transgredierender und mächtigkeitsreduzierter Oberkreide (randlich ca. 400 m, im Scheitel ca. 10 m), im S auch von Alb (<100 m krlm+krlo) überdeckt. An den hohen Flanken beginnt die Oberkreide mit transgredierendem Cenoman, mit Annäherung an die Firste greifen jüngere Oberkreidestufen auf den Caprock über, im Scheitelbereich Campan und Maastricht.

Über der Oberkreide lagert Tertiär (randlich Oberpaläozän bis Miozän), das aber gegen die Firste weitgehend erodiert ist. Im Scheitelbereich findet sich nur noch Untereozän (<200 m) über geringmächtigem Campan und Untermaastricht (Bohrung Siek 1: 13 m). Darüber lagert Quartär, das im Scheitelbereich nur 16 m mächtig ist (Siek 1), randlich jedoch 178 m erreicht (Siek 2).

Caprock

ca. 200 m "Mantelanhydrit" in Siek 2.

Innentektonik

unbekannt. Die Bohrung Siek 2 durchteufte unter dem "Mantelanhydrit" nur noch 18 m Zechsteinsalz (Schwache Schichtung, ca 60° einfallend)

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Der Flankenbau ist asymmetrisch, die Flanken konvergieren leicht zur Tiefe hin. Überhänge sind nicht entwickelt. Unterlagert wird die Struktur von einem Kissenfuß aus Zechstein- und Rotliegend-Salz, der in seiner E-W-Erstreckung ca. 8 km breit ist. Über der westlichen Hochscholle ist er besonders gut entwickelt und erreicht eine Höhe von max. 2500 m. Salzkeile sind nicht beobachtet worden.

Randsenken

primäre Randsenken

Buntsandstein bis Keuper (sm-k)

sekundäre Randsenken

jüngerer Dogger (jmc1?)

nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide bis Miozän (kro-tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

jüngerer Dogger (jmc1?)

Genese

Bei Vertikalbewegungen an der Sockelfuge unter der Moiburg-Segeberg-Strukturzone, durch welche die Hamburg-Scholle relativ gehoben und nach NW eingekippt wurde, setzte vermutlich im Mittleren Buntsandstein die Kissenbildung ein, an der wohl auch die Oberrotliegend-Salinare beteiligt waren. Es bildete sich ein gewundener Salzkissenzug, der sich vom Raum Moiburg im SW bis nach Segeberg im N erstreckte. Die Aufwölbung des Kissens dauerte bis in den Keuper bzw. den Unteren Jura hinein an, obgleich unweit südlich der Kissenabschnitt WITZHAVE bereits im Mittleren Keuper in das Diapirstadium gelangt war.

Der Durchbruch des Strukturabschnittes SIEK erfolgte erst im jüngeren Dogger.

Die weitere Aufwölbung des Diapirs und die Ausbildung sekundärer Randsenken dauerte auch während der vom Oberjura bis in das Valangin hinein anhaltenden regionalen Hebung und flächenhaften Abtragung der gesamten Pompeckj-Scholle an.

Erst die Mittelalb-Transgression überdeckte die eingerumpfte Struktur und deren tiefgründig erodierte sekundären Randsenken.

Während neuerlicher, in der jüngeren Oberkreide einsetzender tektonischer Bewegungen, die sich im Laufe des Tertiär intensivierten, kam es an dem die Strukturzone Moiburg-Segeberg unterlagernden Sockelschollenrand zu einer Bewegungsumkehr. Die bis dahin als relative Hochlage mit reduzierter Sedimentation gekennzeichnete Hamburg-Scholle begann, relativ rasch gegen SSE einzukippen. Dadurch konnten sich über dieser Scholle überdurchschnittlich hohe Oberkreide- und Tertiär-Sedimentmächtigkeiten ablagern ("Hamburger Trog").

Diese regionalen tektonischen Bewegungen lösten eine erneute Mobilisierung insbesondere des Oberrotliegend-Salzes aus. Es erfolgte ein Salznachschub in den Kern der Struktur hinein, durch den sich die Firste rasch stark aufwölbte und die Unterkreidebedeckung erodiert wurde.

Der Salzaufstieg hielt bis in das jüngere Miozän an. Es bildete sich ein markanter, von mehreren Störungen begrenzter Scheitelgraben, der sich auch außerhalb des Salzstockdaches nach N und SSW fortsetzt und die Moiburg-Segeberg-Strukturzone im Untergrund nachzeichnet.

Weiterer Salzaufstieg ist auch in der Gegenwart und in der Zukunft wahrscheinlich, da der Struktur SIEK noch ein relativ mächtigen Kissenfuß aus Zechstein- und Oberrotliegend-Salz verblieben ist.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Das Salzstockdach wurde mit 4 Erdölaufschlußbohrungen erkundet (Siek 1 und 2, Siek S 1 und S 2), von denen die an der Westflanke stehende Bohrung Siek 2 mit 1007 m u. NN am weitesten in den Salzkörper eindrang. Die Bohrung Siek 3 steht im W der Struktur und durchhörte die Schichten der nachschubbedingten Randsenke (ET: 1213 m u. NN im krma).

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 100,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 20 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 6,5 km², in 1 km Tiefe: 14,0 km², Komplikationen des Innenbaues nicht sehr wahrscheinlich, vollständige Abdeckung durch Oberkreide und Paläogen, Scheitelstörungen, hoher Prozentsatz konkurrierender Oberflächennutzung.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

STEMMEN-OTTER-TODTSHORN

Strukturtyp

Salzstock in einer Kette von Salzstrukturen über einem Schollenrand des Sockels.

Geographische Lage

TK 25: 2723, 2724, 2725, 2823, 2824, 2825

TK 100: C 2722, C 3122

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle. Bruchzone zwischen Zevener Scholle im N und Schneverdingen-Scholle im S (Taaken-Volkwardingen-Störungszone).

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Struktur wird von einem E-W-verlaufenden Sockelhorst unterlagert, an dem die z-Basis bis ca. 4400 m u. NN herausgehoben wird. An mehreren Staffeln fällt die z-Basis sowohl nach N als auch nach S auf 4700 bis 4800 m u. NN ab. Im W ist vor einer NNW-fallenden Störung ein flexurhaftes Umbiegen des Sockelhorstes in die NE-SW-Richtung zu beobachten, der flankiert wird von einer zum Salzstock SCHEESSEL ziehenden, S-fallenden Abschiebung. Im E wird der Sockelhorst von einem NNW-SSE-verlaufenden Querlement (W-Rand des Becklingen-Rotliegend-Grabens) begrenzt.

Strukturelle Verbindungen

Im SE über die Struktur REINSEHLEN (invertierte Horst-Graben-Struktur) verbunden mit der Salzstruktur VOLKWARDINGEN. Im W bzw. SW Verbindung über eine Sockel- und Oberbaustörung mit dem Strukturzug SCHEESSEL-OSTERVESEDE.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Länglich-oval, gestreckt in E-W-Richtung, an den Enden nach SW bzw. SE abbiegend; ca. 25 km lang und max. 5 km breit. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers beträgt max. 3800 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper max. 800 m breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

ca. 90 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Dachfläche weist drei Kulminationen bei jeweils 600 m u. NN auf und fällt gegen die Flanken im N und S gleichmäßig auf 1300 bis 1500 m u. NN ab. In Richtung auf das SW-Ende taucht sie auf 1900 m u. NN ab. Das gesamte Dach wird in seiner Längserstreckung von einem markanten, differenziert gestalteten und von mehreren Randstaffeln begleiteten Scheitelgraben durchzogen, in dem der Caprock und seine Decksedimente bis 200 m tief eingesunken sind. Eine von N kommende ca. 200 m tiefe quartäre Rinne tangiert den östlichen Dachbereich.

Sedimente des Deckgebirges

Die Strukturfirste wird transgressiv vollständig von Sedimenten des Obercampan bis Untermaastricht überdeckt, die im Scheitelbereich 200-250 m mächtig sind. Nach einem Hiatus folgen transgressives Oberpaläozän sowie mächtigkeitsreduzierte und lückenhafte jüngere Tertiärstufen und Quartär. Im Kulminationszentrum STEMMEN werden die Schichten ab dem Mitteleozän von transgressivem Mittelmiozän gekappt.

Caprock

unbekannt

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch und konvergieren zur Teufe. Der Salzkörper weist drei Einschnürungen auf, an denen der Flankenabstand sich schätzungsweise auf 200 m verringern dürfte. Überhänge sind in den Schichten der jüngeren Oberkreide (Campan) ausgebildet, sie sind relativ flach, haben aber eine horizontale Ausdehnung von bis 2200 m. Der Salzstock besitzt ein schwaches, leicht asymmetrisches, max. 700 m mächtiges Restkissen. Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken

Primäre Randsenken

Keuper (k)

Sekundäre Randsenken

1. im S: Unterkreide (kru), im N: Wealden bis Unterkreide (Wd-kru)
2. Coniac bis Untercampan (krec-kreau)

Nachschubbedingte Randsenken

Obercampan bis Mitteloligozän (krcuo-tolm)

Beginn des Kissenstadiums

Keuper (k)

Beginn des Diapirstadiums

Wealden (Wd) (Abschnitt OTTER-TODTSHORN), Unterkreide (kru) (Abschnitt STEMMEN)

Genese

Über Sockelstörungen der Taaken-Volkwardingen-Bruchzone, die schon im Mittleren Buntsandstein aktiv waren, entwickelte sich seit dem Keuper ein langgestrecktes Salzkissen parallel zu dem im Buntsandstein angelegten Salzkissen TAAKEN-SCHEESSEL-OSTERVESEDE. Im E ging das Salzkissen in die über dem W-Rand des Becklingen-Rotliegend-Grabens gelegene Grabenstruktur REINSEHLEN über.

Während der im Oberjura einsetzenden Hebung der südlichen Pompeckj-Scholle wurden die Deckschichten des Dogger vollständig, der Lias und der Keuper teilweise abgetragen.

Der Durchbruch des Diapirs begann im Wealden am Strukturteil OTTER -TODTSHORN, gleichzeitig mit dem Durchbruch des Salzstockes VOLKWARDINGEN und der Einsenkung der Grabenstruktur REINSEHLEN. Die Salzzufuhr erfolgte einseitig von der im N liegenden Zevener Scholle und der Grabenstruktur REINSEHLEN im SE. In der tiefen Unterkreide (Valangin/Hauterive) brach auch der Strukturteil STEMMEN durch. Dabei bildete sich vor allem im S eine tiefe sekundäre Randsenke mit mächtiger Sedimentfüllung.

Im Coniac-Santon begann mit der Inversion des Niedersachsen-Beckens die Randtrogentwicklung der südlichen Pompeckj-Scholle. Es entstanden die breiten Überhänge, die erst von höherem Obercampan und Maastricht überdeckt wurden.

In der Phase des Salznachschubes senkten sich auf dem Scheitel des Salzstockdaches Zerrungsgräben ein, deren Randstörungen die Campan/Maastrichtbedeckung durchschlugen. Im Unteren und Mittleren Paläozän führte die Regression des Meeres zu flächenhafter Erosion. Das Oberpaläozän überdeckte die eingerumpfte Struktur. Die Scheitelgrabenbildung setzt sich bis in das Miozän fort, der Salzstock bewegte sich weiterhin aufwärts, nur unterbrochen durch Abtragungsperioden vor dem Mitteloiozän, Untermiozän und Mittelmiozän. Quartäre Rinnen erodierten Teile der tertiären Überdeckung.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Die Bohrungen Otter 1 und Todtshorn 1 + 2 erkundeten den östlichen Dachbereich, erreichten jedoch nur das Obercampan (bei 691 m u. NN). Die Bohrungen Volkens Z1, Kallmoor Z1, Otter Z1 im N des Strukturzuges und die Bohrungen Benkeloh Z1 und Reinsehlen Z1 im S des Strukturzuges durchhörten Bereiche der sekundären Randsenken bis zum Rotliegend im Sockel.

Lagerstätten, wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 100,0 %, Wasserschutz 8,8 %, dichte Bebauung 7,7 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 25,5 km², in 1 km Tiefe: 43,0 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionsanzeichen, Überhänge), vollständige Abdeckung durch Oberkreide, Paläogen und Neogen, Scheitelstörungen, quartäre Rinnen, hoher Prozentsatz konkurrierender Oberflächennutzung.

Bearbeiter

BALDSCHUHN, FRISCH (1993)

STERUP**Strukturtyp**

Salzstock als Teil eines Strukturzuges über einer horstartigen Hochlage der Zechsteinbasis

Geographische Lage

TK 25: 1224, 1324

TK 100: C 1122, 1522

Regionalektontische Lage

Mittelschleswig-Block im Randbereich von Broager-Brekendorf-Scholle (nördlicher Glückstadt-Graben) im W und Getling-Eckernförde-Scholle im E.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Die Morphologie der Zechsteinbasis in der Umgebung der Struktur ist geprägt von intensiver Rotliegend-Halokinese. Über den Flanken eines nierenförmigen, E-W-gerichteten Oberrotliegend-Salzkissens, ist sie, von Störungen unterstützt, bis max. 3000 m u. NN aufgewölbt. Im Scheitelbereich der ro-Beule ist die Zechsteinbasis entlang einer N-S-verlaufenden Störung spaltenförmig aufgerissen. Gegen NW fällt die z-Basis in einer grabenförmigen Senke auf max. 4200 m u. NN ab (ro-Randsenke?). Das deutliche Abfallen der z-Basis von N nach S ist epirogen bedingt (Abfall zum Zentrum des Norddeutschen Beckens).

Strukturelle Verbindungen

Im Liegenden über die Sterup-Störung und im Oberbau über eine im Scheitel gestörte Salzbrücke mit dem im N liegenden Salzkissen KALLEBY strukturell verbunden.

Aufbauende Salinare

Oberrotliegend? (ro?), Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Birnenförmiger Grundriß, Längsachse (N-S) ca. 8 km, Querachse im Dachbereich (W-E) max. 5 km, im Niveau der tiefen Trias oberhalb der Kissenfüße ca. 4 km. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers oberhalb der Kissenfüße beträgt max. 2,7 km.

maximale Flächenausdehnung des Daches25,5 km²**Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen**

Das Dach des Salzkörpers kulminiert bei ca. 260 m u. NN. Die Dachfläche ist schwach gewölbt, Ringförmig angeordnete Scheitelstörungen versetzen die Dachsedimente ab Caprock nur mäßig (Subrosionswanne?). Eine Scheitelstörung verläuft nach N auf die Kissenstruktur KALLEBY zu. Über der verbindenden Kissenbrücke werden an dieser W-abschiebenden, prä-unterkretazisch synsedimentär wirksamen Störung Versätze bis 400 m vermutet.

Die Dachfläche fällt allseits zu den Flanken hin auf max. 900-1100 m u. NN ab, nur im N über der Kissenbrücke taucht sie auf 1800 m u. NN ab. Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Im Zentrum wird die Salzstruktur STERUP überdeckt von ca. 250 m Oberkreide-Sedimenten (Bohrung Sterup 1: 312 m kre-krcau) und 100-120 m quartären Ablagerungen. Zum Rand zu schaltet sich nach max. 30 m mächtige, lückenhafte Unterkreide ein (Bohrung Sterup 1: 10 m krb, 4 m krp, 16 m krl).

Über der schmalen Kissenbrücke lagert diskordant jüngerer Mittelkeuper bzw. Rhät.

Caprock

>17 m (Bohrung Sterup 1)

Innentechnik

Unbekannt. Vermutlich existiert ein Kern aus Oberrotliegend-Salinaren (Hasegebirge), die in die Zechsteinsalinare eingedrungen sind, aber nicht bis an die Oberfläche gelangten.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Der Flankenbau ist asymmetrisch, zur Tiefe hin konvergieren die Flanken. Eventuell ehemals im Lias existierende Überhänge sind infolge der starken präkretazischen Erosion nicht mehr erhalten. Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Umgeben bzw. unterlagert wird die Struktur STERUP von einem ausgedehnten und mächtigen, asymmetrisch gebauten Kissenfuß aus Oberrotliegend- und Zechsteinsalz von max. 8 km Durchmesser in der E-W-Erstreckung. Gegen N erstreckt er sich in Form einer im Scheitel gestörten 7 km langen Kissenbrücke bis zum Salzkissen KALLEBY. Im Kern ist der Kissenfuß max. 2,5 km hoch, der Hauptanteil entfällt auf das Zechstein-Salinar.

Randsenken**primäre Randsenken**

Mittlerer Buntsandstein bis Gipskeuper (sm - km1). Im W über der Broager-Brekendorf-Scholle mächtiger als Folge stärkerer tektonischer Absenkung des nördlichen Glückstadt-Grabens

sekundäre Randsenken

Mittlerer Keuper bis Lias (km3 - ju)

nachschubbedingte Randsenken

Jüngere Oberkreide bis Miozän (krca-tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Oberer Mittelkeuper (km3)

Genese

Über einer N-S-verlaufenden, vermutlich W-abschiebenden Schollenrandstörung im Sockel am Rand des in das triassische Rifting einbezogenen Mittelholstein-Blocks, bildete sich ab dem Mittleren Buntsandstein ein asymmetrischer, langgestreckter Salzkissenzug bei gleichzeitiger Anlage von primären Randsenken. Über der sich gegen W und SW, d.h. gegen das Zentrum des sich entwickelnden Glückstadt-Grabens einkippenden Broager-Brekendorf-Scholle ist die Sedimentakkumulation größer, da sich zu der halokinetisch bedingten Subsidenz die tektonische addiert (vgl. auch die Entwicklung an den Strukturen EISENDORF-GNUTZ, HENNSTEDT und HAMDORF).

Diese Absenkung, die besonders intensiv vor Ablagerung der Solling-Folge war, und die weitere Ausformung und Aufwölbung des Kissenzuges dauerte bis in den älteren Mittelkeuper (km1) an. Die Kissenfirste wölbte sich so weit auf, daß es zu Abtragungen bis hinab auf den Zechstein kam.

Ungefähr zur Zeit des Schilfsandstein (km2) änderte sich das Bewegungsmuster (altkimmerischer Bewegungsimpuls). An der Sockelfuge zwischen Broager-Brekendorf-Scholle und Getling-Eckemförde-Scholle kehrte sich der Bewegungssinn um. Die Broager-Brekendorf-Scholle sank nun weniger stark ab als die Eckemförde-Scholle. Dieser tektonische Impuls löste das diapirische Stadium aus. Die Perm-Salinare durchbrachen das Deckgebirge und die Kissenflanken sanken infolge des Salzabstromes ein. Über ihnen bildeten sich sekundäre Randsenken, die bis 900 m Sedimente des jüngeren Mittelkeuper (km3 = Rote Wand) mit mächtigen Salinareinschlüssen aufnahmen. Die Diapir-Entwicklung dauerte bis in den Lias an.

Im Verlauf des höheren Mitteljura setzte eine regionale Hebung ein, was zu einer flächenhaften Abtragung bis auf Lias und Keuper führte. Nur im Axialbereich der sekundären Randsenken blieben bis zu 600 m Lias-Sedimente erhalten. Die Salzstruktur wurde stark eingerumpft und die eventuell vorhandenen Überhänge abgetragen.

Mit dem Hauterive kam es erneut zu einer regionalen Überflutung der nördlichen Pompeckj-Scholle, in der Umgebung der Struktur STERUP haben jedoch die ersten marinen Unterkreide-Sedimente Barrême-Alder.

Da sich der Scheitel der Struktur auch noch während der höheren Unterkreide weiter aufwölbte, wurden diese Sedimente vor der Mittelcretan-Transgression wieder abgetragen.

Der Salzaufstieg erhielt in der höheren Oberkreide erneute Impulse und setzte sich bis in das Tertiär fort. Die ehemals auf dem Dach abgelagerten Tertiär-Sedimente wurden im Neogen vollständig abgetragen.

Infolge von Subrosion sank die zentrale Dachfläche zu einer kreisförmigen flachen Wanne ein, in der die quartären Sedimente mit >100 m mächtiger sind als in der Umgebung.

Aufgrund des noch vorhandenen Salzpotentials im Kissenfuß (ro, z) ist zu erwarten, daß sich die Struktur auch in der Zukunft noch weiter aufwölben wird.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Die Bohrung Sterup S 1 erkundete nahe der Kulmination die Caprock-Gesteine auf Schwefel-Vorkommen (ET: 373 m u. NN im Caprock). Die Erdölaußschlußbohrung Sterup 1 steht in der südlichen Peripherie der Struktur und erreichte den Mittelrät-Hauptsandstein der sekundären Randsenke (ET: 1879 m u. NN im ko). Die Erdgas-Untersuchungsbohrung Sterup-Steinfeld Z 1 durchhörte mehr als 3000 m Trias-Sedimente (1204 m km²-ko) mit >350 m Salz im km³ und erreichte das Na₃ des Zechstein bei 4315 m u. NN. Das geologische Profil dieser Bohrung überraschte seinerzeit (1958) wegen der unerwartet hohen Triasmächtigkeiten.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 19,6 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 15,3 km², in 1 km Tiefe: 25,5 km², Komplikationen des Innenbaues wahrscheinlich (Doppelsalinar), ro-Salinare nicht ausreichend untersucht, vollständige Abdeckung nur durch Oberkreide, Scheitelstörungen, Subrosionsenke.

Bearbeitung

FRISCH (1993)

TAAKEN

Strukturtyp

Salzstock über Sockelstörung, durch Inversionstektonik beeinflusst.

Geographische Lage

TK 25: 2821

TK 100: C 3118

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle, Westteil der Taaken-Volkwardingen-Strukturzone zwischen Zeven-Scholle im N und Rotenburg-Scholle im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechstein-Basis)

Eine E-W-streichende Monoklinale im Sockel mit nordfallender Begrenzungsstörung unterlagert die Struktur. z-Basis auf der südlichen Hochscholle bis 4600 m u. NN, auf der nördlichen Tiefscholle bis 5100 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Teil einer Salzmauer, nach E übergehend in die Salzstrukturen SCHEESSEL und OSTERVESEDE, im W Verbindung mit der Inversionsstruktur DJPSHORN und westlich, jenseits des Emtinghausen-Krautsand-Lineaments, Fortsetzung in der Strukturkette WILSTEDT-LILIENTAL-WÜHR-DEN-LESUM-VEGESACK.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Oval, E-W-gestreckt, 9,5 km lang, max. 5,2 km breit, Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4200 m. Breite des Salzkörpers im Niveau der tiefen Trias 200-400 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

31 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Zwei W-E-streichende länglich-ovale Kulminationen, getrennt durch eine streichende Störung, bei 200 m u. NN und bei 250 m u. NN. Dach gewölbt, randlich auf 1500 bis 1800 m u. NN abfallend. Eine WNW-ESE-streichende, nordfallende Scheitelstörung, Caprock bis Untermiozän durchsetzend, eine zweite südlichere, südfallend, ebenfalls Caprock bis Untermiozän durchsetzend. Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

Randlich bedeckt Campan, im Kulminationsbereich Maastricht das Salzstockdach (min. 130 m kma), nach einer Schichtlücke im Unter und Mittelpaläozän stark mächtigkeitsreduziertes Tertiär mit Schichtausfall unter dem Untermiozän (Mulmshorn Z3: min. 94 m Paläozän und Untereozän, ca. 60 m tolm und ca. 50 m tmi). Das Quartär ist ca. 25 m mächtig.

Caprock

56 m Anhydrit in Taaken Z1, 20 m Anhydrit in Taaken Z2

Innentektonik

Taaken Z1 und Z2, Mulmshorn Z2 und Z3 durchörterten große Teile des Salzkörpers und seiner Überhänge. Normale Zechstein-Abfolge, Lagerung mangels orientierter Kerne nicht genau bekannt.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Flanken ab 1500 m u. NN stark konvergierend; der Buntsandstein der S-Scholle ist auf die N-Scholle überschoben und von der Bohrung Mulmshorn Z 2 verdoppelt durchteuft worden; Überhänge allseitig im Santon und Campan, bis 1,4 km breit, 700 bis 1200 m mächtig, nachgewiesen durch die Bohrung Taaken Z2. Keine Kissenfüße, Salzkeil im N im Röt-Niveau seismisch erkennbar.

Randsenken**Primäre Randsenken**

Mittlerer Buntsandstein bis Keuper (sm - k)

Sekundäre Randsenken

1. Unterkreide (krv - krl) (bis 950 m mächtig)
2. Santon bis Untercampan (krsa - krcau)

Nachschubbedingte Randsenken

Obercampan bis Maastricht (krcao - krma)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

1. Marine Unterkreide (kru)
2. Santon (krsa) (Inversion)

Genese

Wahrscheinlich bereits in der tiefen Trias bildete sich über einem W-E-streichenden Sockel-Halbhorst ein Salzkissen, das mit den Salzkissen SCHEESSEL und OSTERVESEDE in Verbindung stand. Das Salzkissen wölbte sich bis in den Keuper bzw. Lias? weiter auf.

In der Abtragungsperiode im Oberjura-Wealden wurde als Folge der regionalen Hebung der Pompeckj-Scholle das gesamte Gebiet tiefgründig erodiert und auch der Scheitelbereich des Salzkissens bis auf den tiefen Mittelkeuper abgetragen. Nur in der westlich anschließenden Struktur DIPSHORN blieb unter der marinen Unterkreide Dogger sowie geringmächtiger Oberjura und Wealden erhalten. Möglicherweise war dies auch in der Dachregion des Salzkissens der Fall, Spuren sind aber nicht mehr erhalten.

Mit dem Beginn der marinen Unterkreide trat die Struktur in das Diapirstadium, vermutlich ausgelöst durch erneute Bewegungen an der Sockelstörung im Zuge der tektonischen Ausformung des Niedersachsen-Beckens. Beiderseits senkten sich sekundäre Randsenken ein.

Ein zweites Diapirstadium wurde durch die santone, nordvergente Inversionstektonik ausgelöst. Sie führte zur Überschiebung der S-Scholle über die N-Scholle und zu einer starken Kompression der Salzstruktur. Dabei bildeten sich große Überhänge an der N- und S-Flanke.

Nachbewegungen erfolgten im Zeitraum Obercampan-Maastricht. Das Maastricht überdeckt den Zentraltel des Daches. Nach dem regionalen Meeressrückzug im Unter- und Mittelpaläozän, während dessen es erneut zu einer regionalen Erosion kam, wurde die Dachregion von Oberpaläozän und Untereozän bedeckt. Weitere Salznachschübe wölbten das Dach im Zentralbereich weiter auf, die Mitteloligozän-Transgression sowie die Untermiozän-Transgression erodierten das tiefere Alttertiär weitgehend.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Taaken Z1, Z2 und Mulmshorn Z3 erschließen das Dach und große Teile des zentralen Salzkörpers sowie der Überhänge. Mulmshorn Z2 steht auf der Depression des Daches, die zum Salzstock SCHEESSEL-OSTERVESEDE überleitet, die Bohrung Horstedt 1 erreichte nur das Salzstockdach.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

- Erdgaslagerstätten im Oberrotliegend: 1. Feld Taaken-Bornkamp (Bornkamp Z 1, Taaken Z 1 und Z 2)
2. Feld Mulmshorn-Borchel-Boetersen (Boetersen Z 1 - Z 6, Borchel Z 1, Mulmshorn Z 1, Z 2, Z 4)

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 16,1 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 12,0 km², in 1 km Tiefe: 23,0 km², Komplikationen des Innenbaues sicher (Inversionserscheinungen, sehr breite Überhänge, schmaler Stiel), vollständige Abdeckung durch Oberkreide, Paläogen und Neogen, Scheitelstörungen, wegen des komplexen Innenbaues wohl keine ausreichenden Na₂-Mengen vorhanden, Erdgaslagerstätte im Sockel unter der Struktur.

Bearbeiter

FRISCH (1992)

THEDINGHAUSEN (siehe auch Struktur EMTINGHAUSEN)**Strukturtyp**

Salzstock über Sockelstörung, durch Inversionstektonik überprägt.

Geographische Lage

TK 25: 2919, 2920, 3019, 3020

TK 100: C 3118

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle; Südabschnitt des Emtinghausen-Krausand-Lineament (ESE-Begrenzung der Süd-Oldenburg-Scholle).

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Rundliche Halbantiklinale, die im WNW von einer SW-NE bzw. NNE-streichenden, W-abschiebenden Sockelstörung begrenzt wird. z-Basis auf der östlichen von 4400 m auf 4900 m u. NN, auf der westlichen Tiefscholle von 4900 m auf 5000 m u. NN abfallend.

Strukturelle Verbindungen

Im SSW über eine schmale Kissenbrücke mit dem Salzstock EMTINGHAUSEN, im NNE ebenfalls über eine Kissenbrücke mit dem Salzstock SCHAPHUSEN; im SE mit der Inversionsstruktur WULMSDORF und im NW mit der Inversionsstruktur UPHUSEN verbunden.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Rundlich, leicht WNW-ESE gestreckt. Länge 5,5 km, max. Breite 4,2 km. Vertikaler Streckung des Salzkörpers 4200 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 1000 m breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

17,7 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Drei, durch zwei NNE-streichende Scheitelstörungen getrennte Kulminationen, 275 m bzw. 380 m u. NN. Dach wenig gewölbt, im W auf 1200 bis 1500 m u. NN absinkend, im E auf <500 m u. NN. 3 bedeutendere, W-fallende, parallele Scheitelstörungen durchsetzen Caprock bis Alttertiär, die westlichste möglicherweise auch noch die Untermiozän-Basis. Eine quartäre Rinne, die auch halotektonisch bedingt sein kann, verläuft im Bereich der Firste von NNE in die SW-Richtung (EMTINGHAUSEN). Sie räumte die Dachsedimente bis zum Miozän aus (UWO 197: 191 m q).

Sedimente des Deckgebirges

Über dem westlichen Überhang höhere Oberkreide, im Bereich der Kulmination lagert transgressives Maastricht (min. 45 m) auf dem Caprock, gefolgt von Oberpaläozän und Untereozän. Das Alttertiär wird durch die Mitteloligozän- bzw. die Untermiozäntransgression stark gekappt (min. 250 m). Darüber ca. 30 m Quartär, das in einer Rinne jedoch bis zu 191 m mächtig wird.

Caprock

>15 m Mantelanhydrit (Thedinghausen S 1)

Innentektonik

keine Angaben

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Flanken steil, asymmetrisch, gegen die Tiefe konvergierend; Überhänge im W und im E bis 1,3 km breit, max. 700 m mächtig. Kissenfüße kaum erhalten, Zechsteinsalzkeil im E im Niveau des Röt. Hierdurch mit der Struktur WULMSDORF verbunden.

Randsenken**primäre Randsenken**

nicht erkennbar

sekundäre Randsenken

1. Oberjura bis Wealden (jo - Wd)
2. Coniac bis Untercampan (krcc - krcu) (Inversion)

nachschubbedingte Randsenken

im W: Obercampan (krcao) bis Paläogen (tpg)

Beginn des Kissenstadiums

Keuper? (k?)

Beginn des Diapirstadiums

Oberjura (jo)

Genese

Westlich einer NE bis NNE-streichenden Sockelstörung bildete sich im Keuper ein NNE-streichender Halbgraben (Bremer Graben), in dem sydiamentär höhere Keupermächtigkeiten abgelagert wurden. Es ist nicht zu ermitteln, ob an dem E-Rand dieses Grabens bereits im Keuper Salz an die Oberfläche ausgetreten ist.

Vor dem Oberjura kehrte sich der Bewegungssinn an der Sockelstörung um, die Ostscholle wurde abgesenkt und auf ihr blieb unter dem transgredierenden Kimmeridge Dogger erhalten, der im W fehlt.

Im Zeitraum Oberjura-Wealden kam es zum Durchbruch des Salzes über der Störung und zur Bildung wenig ausgeprägter sekundärer Randsenken.

Im W bildete sich in der älteren Oberkreide ein Überhang aus, der von höherer Oberkreide überdeckt wurde. Vor dem Maastricht kam es erneut zu Bewegungen an der Sockelstörung (Inversion). Dabei wurde die E-Scholle stark herausgehoben und bis auf den Oberjura abgetragen, während im W mächtige prä-Maastricht-Kreide erhalten blieb. Maastricht überdeckte den Strukturscheitel. Nach der Erosionsphase im Unter- und Mittelpaläozän erfolgte eine weitere Überdeckung des Daches.

Intra-paläogen, anhaltend bis zum Untermiozän, setzten erneut Bewegungen des Sockels ein, die die Westflanke weiter absenkten.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Thedinghausen S 1 erreichte den Caprock, die von der Ilseder Hütte auf mitteloligozäne Eisenerze abgeteufte Bohrungen Achim und Horstedt erreichten die Salzstockoberfläche nicht.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 14,1 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 9,0 km², in 1 km Tiefe: 11,0 km², Komplikationen des Innenbaues sicher (Inversionserscheinungen, breite Überhänge, Salzkeil), vollständige Abdeckung durch Oberkreide, Paläogen und Neogen. Scheitelstörungen, quartäre Rinne, wegen des komplexen Innenbaues und des geringen Nutzvolumens wohl keine ausreichenden Na₂-Mengen vorhanden.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

VOLKWARDINGEN**Strukturtyp**

Salzstock über Sockelstörung, durch Inversionstektonik beeinflusst.

Geographische Lage

TK 25: 2825, 2826, 2925

TK 100: C 3122, C 3126

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle: E-Teil der Taaken-Volkwardingen-Strukturzone zwischen Soltauer Scholle im S und Zevener Scholle im N.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechstein-Basis)

Eine störungsbegrenzte E-W-streichende Horstscholle unterlagert den E-Teil der Struktur, ein S-fallender Staffelbruch den W-Teil. Die Tiefenlage der z-Basis beträgt auf der östlichen Horstscholle 4200-4300m u. NN, auf der Tiefscholle 4300-4400 m u. NN, im W 4250-4450 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im NW mit der Struktur REINSEHLEN, im SE mit dem Salzkissen RAUB-KAMMER verbunden. Die Aufschiebungen der Struktur RAUBKAMMER münden in die SE-Flanke des Salzstockes unter dem Überhang. Die Westrandstörung der Struktur AMELINGHAUSEN endet in der östlichen sekundären Randsenke des Salzstockes VOLKWARDINGEN.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Der E-Teil ist kreisrund bis oval. Der W-Teil ist in E-W-Richtung gestreckt und biegt mit der NW-Spitze in die NW-SE-Richtung um. Länge 13 km, Breite im W 3 km, im E 4,5 km. Vertikaler Streckung des Salzkörpers 3800-4000 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 1200 m breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

43 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Kulmination im Ostteil bei 150-250 m u. NN. Das Dach fällt von der Kulmination nach N, E und S steil auf ca. 1600 m u. NN ab. Nach W allmählicher Abfall auf mehr als 1800 m u. NN. Scheitelstörung mit geringem Versatz im E-Teil. Im W-Teil fällt das Dach an einer E-W-streichenden Scheitelstörung nach N ab, eine weitere Scheitelstörung im NW-Teil streicht NW-SE, an ihr ist der nordöstliche Teil des Daches abgesenkt. Eine quartäre Rinne wurde nicht beobachtet.

Sedimente des Deckgebirges

Der NW-Teil, nördlich der E-W-streichenden Scheitelstörung, ist von Alb überdeckt, die Südhälfte des Westteiles von Oberkreide. Im E-Teil tritt Oberkreide nur an den Rändern auf und Oberpaläozän bis Untereozän überdecken den größten Teil des Daches. Über der Kulmination überlagern Miozän und Unteroligozän direkt den Salzstock (min. 200 m).

Caprock

nicht bekannt

Innentektonik

nicht bekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind mittelsteil bis steil und konvergieren im Niveau der Trias. Schmale Überhänge treten im W-Teil, breitere im Ostteil des Salzstockes in der Oberkreide auf. Ein Kissenfuß umgibt nur den W-Teil. Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken**primäre Randsenken**

Keuper und Lias (k - ju), vor allem im N der Struktur

sekundäre Randsenken

Wealden und Unterkreide, Oberkreide (Wd + kru, kro)

nachschubbedingte Randsenken

Maastricht (krma), Paläozän-Untereozän (tpao-teou), im N auch Jungtertiär (tol - tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Keuper (k)

Beginn des Diapirstadiums

Wealden (Wd)

Genese

Über E-W bzw. NW-SE-streichenden Sockelstörungen entwickelte sich im Keuper und Lias ein Salzkissen, auf dessen Nordflanke während der epirogenen Hebungsphase der Pompeckj-Scholle im Oberjura der Dogger weitgehend abgetragen wurde. Auf der S-Flanke wurden darüber hinaus auch der Lias und große Teile des Keuper abgetragen.

Während des Diapirstadiums in der Unter- und Oberkreide wurden in den sekundären Randsenken bis zu 350 m Wealden, 400-500 m Unterkreide und 1000-1200 m Oberkreide (besonders krea und krma) abgelagert. Der NW-Teil des Salzstockdaches wurde bereits im Alb, der SW-Teil im Maastricht und der E-Teil im Unter- bis Mitteleozän überdeckt. Die junge, von Salznachschüben verursachte Hebung wölbte noch die Miozänbasis auf.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

keine

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 27,9 %, Wasserschutz 69,7 %, dichte Bebauung 6,9 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 14,0 km², in 1 km Tiefe: 25,0 km², Komplikationen des Innenbaues wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, breite Überhänge), vollständige Abdeckung durch Paläogen, Scheitelstörungen.

Bearbeiter

BALDSCHUHN (1993)

VORHOP**Strukturtyp**

Salzstock, eigenständige Kulmination in einer Reihe von Salzstrukturen über einer Sockelfuge, überprägt von oberkretazischer Inversionstektonik.

Geographische Lage

TK 25: 3329, 3330, 3429, 3430

TK 100: C 3526, C 3530

Regionaltektonische Lage

Nordostausläufer des Niedersachsen-Beckens, Broistedt-Wittingen-Strukturzone zwischen Wesendorf-Scholle im W und Calberlah-Scholle im E, wird dem Nordabschnitt der Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone zugerechnet.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Generell ist das Einfallen der Zechsteinbasis gegen NNW zu beobachten. Unter dem Salzstock und in dessen näherer Umgebung ist die Zechstein-Basis von zahlreichen Störungen in ein Schollenmosaik zerlegt, in dem NNE-SSW-streichende Streifenschollen vorherrschen. An der die Struktur unterlagernden west-fallenden Randstörung zwischen Calberlah-Scholle (Hochscholle) und Wesendorf-Scholle (Tiefscholle) werden Sprungbeträge zwischen 300 und 500 m vermutet.

Unter dem Südabschnitt der Struktur VORHOP bildet die Zechsteinbasis eine Hochlage bei 2400 m u. NN. Von hier fällt sie treppenförmig gegen das Zentrum der Wesendorf-Scholle im W und NW rasch auf mehr als 4200 m u. NN ab. Auf der Hochscholle im E (Calberlah-Scholle) liegt sie allgemein in Tiefen zwischen 2600 und 3200 m u. NN und ist nur in einer schmalen Depression (in Höhe der Bohrung Vorhop 100) auf 3700 m u. NN abgesenkt.

Strukturelle Verbindungen

Über ein Restsalzkissen und eine Flexur in den postpermischen Deckschichten im NNE strukturell verbunden mit dem Salzstock WITTINGEN, im SSW über eine invertierte jurassische Grabenstruktur (Platendorf-Graben) verbunden mit dem Salzstock GIFHORN.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung des Salzkörpers

länglich-oval (auberginenförmig) in N-S-Richtung gestreckt, maximal 11,5 km lang, im Niveau der Überhänge max. 3,5 km breit, im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 500-700 m breit. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers beträgt 2000-2500 m.

Max. Flächenausdehnung des Dachbereiches

ca. 26,0 km²

Kulmination, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Der von intensiver Subrosion geprägte Zentraltteil der Salzstockoberfläche ist kaum gewölbt und kulminiert bei ca 200 m u. NN. Einige Scheitelstörungen versetzen den Caprock und die Decksedimente nur unwesentlich.

Bedeutender sind die Versätze an der die Subrosionssenke umgebenden Randstörung, die 200 m betragen können, gleichzeitig den Rand des Salzstockes gegen die steil aufgebogenen und z.T überkippten Flanken markierend. Zur Westflanke fällt die Dachfläche auf max. 470 m u. NN ab (Vorhop 20), zur Südwest-Flanke auf max. 750 m (Vorhop 14: 738 m u. NN). Während im südlichen Strukturbereich die Dachfläche fast horizontal lagert und hier zur Ostflanke auf max. 300 m u. NN abfällt (Vorhop Ost 2: 263 m u. NN) fällt sie gegen N, wo sie schnabelförmig ausläuft, auf ca. 1500 m u. NN ab (Vorhop 58: 1411 m u. NN). Quartäre Rinnen sind nicht bekannt.

Sedimente des Deckgebirges

In der zentralen Subrosionssenke kam es zur Ablagerung von insgesamt 250-500 m mächtigen Sedimenten des Tertiär und Quartär, beginnend mit dem Oberpaläozän bzw. Untereozän. Quartär allein ist 80-100 m mächtig. Randlich über den Überhängen schalten sich Reste von Wealden (durchschnittlich ca. 30 m), gelegentlich auch etwas Obermalm und Unterkreide ein.

Im Nordabschnitt der Struktur VORHOP, wo die Dachfläche tief absinkt, beginnt die Überdeckung mit Malm bzw. Wealden. Randlich über den Überhängen nimmt die Mächtigkeit der Unterkreide-Sedimente rasch auf mehr als 500 m zu, auch Oberkreide schaltet sich ein (vgl. Vorhop 52: 104 m kro, 579 m kru, 24 m Wd, 84 m jo).

Caprock

Hutgesteine sind mit Mächtigkeiten bis zu 60 m bekannt geworden.

Innentektonik

Im Zentrum der Struktur durchörterte die Bohrung Vorhop 100 979 m Zechstein (ET bei 1420 m u. NN). Darin wurden Na2 und das Kaliflöz Ronenberg (K3Ro) nachgewiesen.

Flanken, Überhänge Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch und zur Tiefe hin stark konvergierend. Durch zahlreichen Bohrungen ist ein mächtiger, bis 1000 m weit ausladender "Pseudo-Überhang" an der W-Flanke ermittelt worden, der seine Entstehung der oberkretazischen, kompressiven Inversionstektonik verdankt (Bohrung Vorhop 36: 1007 m mächtiger Überhang, vgl. Schnitt 25.3).

Ein Kissenfuß ist nicht vorhanden. Sowohl an der West- als auch an der Ostflanke werden Salzkeile vermutet, die horizontal bis 1500 m in das Niveau des Röt-Salzes eingedrungen sind. An der Westflanke werden auch Salzintrusionen in das Niveau des Mittleren Keuper als wahrscheinlich angesehen.

Randsenken**primäre Randsenken**

Mittlerer Buntsandstein bis Lias (sm-ju)

sekundäre Randsenken

asymmetrisch, Dogger bis Unterkreide (jm-kru)

Im W: deutlich am mächtigsten im Dogger (max. 800 m)

im E: Dogger (max. 500 m), größere Mächtigkeiten als im W ab Oberjura

nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide (kro) (Inversionstektonik)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Dogger (jm)

Genese

Die strukturelle Entwicklung des Salzstockes VORHOP begann mit der Kissenbildung im Zeitraum Mittlerer Buntsandstein, ausgelöst durch Bewegungen an Sockelstörungen, an denen die Calberlah-Scholle im E relativ zur Wesendorf-Scholle im W gehoben wurde. Die Salzeinwanderung in das Kissen erfolgte zuerst einseitig von der Tiefscholle im W her. Der entstehende Salzkissenzug bezog auch den Strukturabschnitt WITTINGEN in NNE mit ein und setzte sich nach SSW bis in den Strukturabschnitt Broistedt (C 3926) fort (Broistedt-Wittingen-Strukturzone).

Im Keuper intensivierten sich die Aufwölbungstendenzen im Scheitel des Salzkissenzuges in vermutlich unterschiedlicher Weise. So wurde die Entwicklung des Abschnittes VORHOP beeinflusst von den benachbarten Salzstöcken im W (WESENDORF, C 3526) und im Osten (SCHNEFLINGEN-EHRA, C 3530), die beide im Keuper in ihr diapirisches Stadium traten. Das Absinken der Flanken dieser Diapire zu sekundären Randsenken hatte ein Aufsteilen der Kissenflanken des Salzkissens VORHOP zur Folge. Eine weitere Ausformung erfuhr das Salzkissen im Lias.

Im Dogger durchbrach das Salz sein Deckgebirge, ausgelöst durch Bewegungen an dem die Struktur unterlagernden Sockelstörungsbündel und weiterer Absenkung der Wesendorf-Scholle im W (tektonisch -epirogene Einsenkung des Gifhorn-Grabensystems). Die diapirische Phase setzte sich bis in den Oberjura und Wealden fort. Im selben Maße, wie sich die Salzabwanderung in den Diapir von der W-Scholle her verlangsamte, intensivierte sie sich an der Ostflanke. So ist es zu verstehen, daß in der westlichen sekundären Randsenke höhere Dogger-Mächtigkeiten anzutreffen sind als in der östlichen Randsenke, wohingegen im Osten die Malm- und Wealden-Mächtigkeiten höher sind. Salzzuwanderung erfolgte auch aus dem

Kissenabschnitt im SSW, über dessen kollabierenden Flanken sich eine syndementäre, mit ca. 1500 m mächtigen Sedimenten des Dogger-Wealden (Vorhop-Platendorf 4) gefüllte Grabenstruktur (Platendorf-Graben) entwickelte. Strukturell war der Salzstock VORHOP während der jung-kimmerischen Bewegungen, die die Ausbildung eines neuen tektonischen Grundmusters bewirkten, in die von mäßiger Einsenkung geprägte Entwicklung des nordöstlichen Ausläufers des Niedersachsen-Beckens einbezogen. Die Horizontal-Flexur in den triassischen Deckschichten, die die strukturelle Verbindung zum Salzstock WITTINGEN herstellt, resultierte wohl aus dem Bewegungsmuster der unter diesen Strukturen liegenden Haupt-Sockelstörungen, die en echelon angeordnet sind und an denen möglicherweise auch Horizontalverschiebungen stattfanden. Diese Horizontal-Flexur bildet die nördliche Grenze des noch dem Niedersachsen-Becken zuzurechnenden Teils der Broistedt-Wittingen-Strukturzone.

Der Salzaufstieg setzte sich auch während dieser komplexen epirogen-tektonisch geprägten Phase der Beckenentwicklung bis in die Unterkreide hinein fort, wenngleich mit geringerer Geschwindigkeit. Der Südabschnitt der Struktur wurde randlich, von S nach N zunehmend, von Resten des Wealden und der sandigen Unterkreide überdeckt, resultierend aus dem Wechselspiel zwischen diapirischem Aufstieg und epirogen-tektonischer Absenkung. Im Nordabschnitt der Struktur VORHOP waren die Aufwölbungsbewegungen so gering und die generelle Absenkung so stark, daß der Salzkörper vollständig mit Wealden (ca. 50 m) und Unterkreide (>500 m) überdeckt werden konnte.

Vom Coniac bis zum Untercampan wurde der Salzstock und seine Umgebung von der allgemeinen Inversion im NE-Teil des Niedersachsen-Beckens mit erfasst und von Kompressionsbewegungen betroffen. Die Wesendorf-Scholle wurden gegen N eingekippt, sodaß die Oberkreide-Mächtigkeiten westlich vor dem Nordabschnitt der Struktur VORHOP wesentlich höher sind als vor dem Südabschnitt, wo außerdem deutliche Schichtlücken nachzuweisen sind (BALDSCHUHN 1984).

Im Zuge der Inversionsbewegungen an der Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone kam es erneut zu einer Intensivierung des Salzaufstieges. Das Salz wurde allseits über die aufgestellten und z.T. überkippten Flanken hinweg auf das Nebengebirge zu "Pseudo-Überhängen" überschoben. Davor bildeten sich typische subsequeunte Randtröge im Sinne von VOIGT (1962) aus. Eine NW-gerichtete Vergenz ist deutlich. Gleichzeitig kam es infolge der Kompression, besonders an der Westflanke, zu Salzeinpressungen in das Nebengebirge, insbesondere in die Salinarhorizonte des Röt und des Mittleren Keuper, die diese Schichten keilförmig auseinandertreiben.

Auf der anerodierten Salzstockoberfläche entwickelte sich ab dem Untereozän eine - peripher von einer den Umriß des Salzstockes nachzeichnenden Randstörung umgeben - großflächige Subrosionssenke, in der sich auch einige Scheitelstörungen bildeten. Seit dem Mitteloligozän sind keine Bewegungen an der Struktur mehr zu beobachten.

Bohrungen, Schächte

Zwei Bohrungen (Vorhop 1, ET 370 m u. NN, und Vorhop 100 ET 1420 m u. NN) durchörterten den zentralen Dachbereich und gelangten unter dem Caprock bis in den Salzkörper. Die weiter randlich stehende Bohrung Vorhop Ost 3 geriet bei 349 m u. NN unter wenig Wealdenbedeckung ebenfalls in den Salzstock (ET bei 1731 m u. NN). Ca. 70 Erdölerkundungsbohrungen untersuchten die Sandsteine des Aaleniums und des tiefen Lias in den steil aufgeschleppten Schichten der sekundären Randsenke an der gesamten Westflanke des Salzstockes. Etwa die Hälfte der Bohrungen durchteufte dabei den mächtigen Überhang, worauf auch die detaillierte Kenntnis des Flankenaufbaues beruht.

Lagerstätten

Nach der Entdeckung der Erdöllagerstätte im Aalenium-Sandstein unter dem Überhang an der SE-Flanke des Salzstockes (Fundbohrung Vorhop 5) im Jahre 1952 wurde die Erkundung auf die gesamte Westflanke ausgedehnt und das Erdölfeld Vorhop (Feldsteile Vorhop und Vorhop-Platendorf) ausgebaut. Von insgesamt 41 ölfündigen Bohrungen waren 1992 noch 21 in Produktion. Aus den zum Salzstock hin aufsteigenden Sandsteinen des tiefen Dogger und tiefen Lias wurden bis Ende 1992 kumulativ 2.483.983 t Erdöl und 126.529.284 m³ (Vn) Erdölgas gefördert. Das Teilfeld Vorhop-Platendorf wurde 1992 abgeschlossen.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 50,0 %, Wasserschutz 50,0 %, dichte Bebauung 5,7 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 23,0 km², in 1 km Tiefe: 21,0 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, Überhänge, Salzkeile), vollständige Abdeckung durch Paläogen, Scheitelstörungen, Subrosionssenke, Erdöllagerstätte.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

WADDEKATH

Strukturtyp

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 3230, TK 25 AS: N-32-118-D-a, N-32-118-D-c, TK 100: C 3530

Regionaltektonische Lage

Die Struktur liegt im östlichen Flankenbereich der Gifhomer Störungszone sowie im Wirkungsbereich der Altmark-Schwelle.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Der Sockel ist durch eine randliche NNE-SSW streichende Störung sowie durch kleinere E-W-streichende Störungen disloziert. Die Zechsteinbasis liegt ca. 3500 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Vermutlich weitgehend isoliert stehende Struktur. Eine schmale Verbindung über einem flachen Salzlücken zur Struktur Schneflingen erscheint möglich.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Eine Beteiligung von Röt- und Mittelkeuper-Salinar ist nicht auszuschließen.

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: ovale Struktur in N-S-Richtung gestreckt

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 7,5 km, Querachse 2,2 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 7,5 km, Querachse 2,2 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins ca. 3100 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Vermutlich existieren zwei Kulminationen im N- und S-Teil in jeweils ca. 300 m Tiefe u. NN. Das Dach ist gewölbt und fällt auf 500 bis 600 m u. NN zum Rand ab. Scheitelstörungen sind vorhanden. Rinnen berühren den Salzstock nicht.

Sedimente des Deckgebirges

Über dem Salzstock sind sowohl Paläogen als auch Neogen sowie Quartär vorhanden. Oberkreidensedimente überdecken den Diapir nur randlich.

Caprock

Die bisher nachgewiesenen Caprockmächtigkeiten betragen 10 - 60 m.

Salzspiegel

Nach den Caprockmächtigkeiten liegt der Salzspiegel großflächig vermutlich im Teufenbereich von 370 - 450 m. Zu den Rändern nimmt die Tiefe zu.

Innentektonik

Aus der Bohrlochmessung der Bohrung Neukeug 1 kann auf mächtiges Steinsalz im Zentrum des Diapirs geschlossen werden. Extreme Komplikationen sind nur zu erwarten, wenn tatsächlich Röt- und Keupersalze beteiligt sind.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind im allgemeinen steil und leicht konkav ausgebildet. Deutliche Überhänge sind nur im NW und SE entwickelt. Ein Kissenfuß fehlt. Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken**primäre Randsenken**

Eine primäre Randsenke ist nicht nachweisbar.

sekundäre Randsenken

Sekundäre Randsenken sind an der Ost- und Westflanke des Salzstockes ausgebildet.

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein

Beginn des Diapirstadiums

Pelitröt

Genese

Regionale Bewegungen im Mittleren Buntsandstein führten zu einem Salzstau an N-S verlaufenden Störungen. Das Diapirstadium mit Salzdurchbruch begann im Pelitröt. Im N wanderte das Salz vor allem von der E-Flanke ein. Während des Dolomitmergelkeupers und Jura war der Salzstock überdeckt. Ein zweiter Durchbruch erfolgte an der Wende Jura/Kreide und führte zur Erosion von Oberkeuper und Jura. Im Top der Struktur liegt Eozän bis fragliches Paläozän über dem Caprock.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

3 Bohrungen haben den Diapir erreicht, zwei im Zentrum, eine randlich. Schächte, Gruben und Kavernen sind nicht vorhanden.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Dichte Bebauung 1,2 %

BewertungNutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche 16,5 km², in 1000 m Tiefe 16,5 km², Deckgebirgsmächtigkeit mindestens 400 m mit ausreichender Barrierewirkung. Im Zentrum wurde mächtiges Steinsalz erbohrt, Scheitelstörungen und eine mögliche Subrosionssenke komplizieren das Dach, partiell könnte die Innentektonik durch Röt und Keupersalze beeinflusst sein.**Bearbeiter:**

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

WAHN**Strukturtyp**

Salzstock, westlichstes Endglied einer Reihe von Salzstrukturen in einem unterschiedlich salzmodifizierten, invertierten Grabensystem über einem Schollenrand im Sockel.

Geographische Lage

TK 25: 3009, 3010, 3110
TK 100: C 3108

Regionale tektonische Lage

Westnordwestliche Niedersachsen-Scholle, Randstörung zwischen Dersum-Börger-Scholle im N und Sögel-Wachum-Benstrup-Scholle im S.

Socket (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Unter dem Salzstock lagert eine horstartig herausgesprezte Socket-Kippscholle, die sich im ESE bis auf 4000 m u. NN heraushebt und gegen NW auf 4500 m u. NN schräg einkippt. Begrenzt wird die Horstscholle von NW-SE-verlaufenden Störungen, an denen die z-Basis staffelförmig auf 4600 m u. NN abgesenkt ist. Im W dieser Scholle wird der Socket an mehreren Abschiebungen rasch auf >5300 m u. NN versenkt.

Strukturelle Verbindungen

Im NW über eine schmale Salzbrücke in der tiefen Trias übergend in die Inversionsstruktur DERSUM. Im E über den Graben von WAHN-BÖRGER, einem bipolar herausgesprezten ehemaligen Graben, der sich durch Salzabwanderung zu einem störungsbegrenzten Subsidenzraum entwickelt hatte, besteht eine Verbindung zum Salzstock BÖRGER.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

oval, leicht bananenförmig in WNW-ESE-Richtung gestreckt; Länge 11 km, max. Breite ca 5,0 km; die Vertikalerstreckung des Salzkörpers beträgt ca 4000 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper vermutlich 1,4 - 2 km breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

40 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

In seinem Zentralteil ist das Dach fast eben und besitzt zwei schwache Kulminationen bei <300 m u. NN (Bohrung Wahn 101 traf den Caprock bei 264 m u. NN an). Zu den Flanken fällt das Dach im N und S auf ca 700 m u. NN ab. Gegen W und E ist das Dach stärker gewölbt und sinkt im W auf 1100 m u. NN und im E auf max. 1500 m u. NN ab. Mehrere Scheitelstörungen und ein kleiner Scheitelgraben in der östlichen Dachhälfte versetzen die Decksedimente vom Caprock bis einschließlich Miozän nur unbedeutend. Quartäre Rinnen wurden nicht festgestellt.

Sedimente des Deckgebirges

Generell nimmt die Mächtigkeit der Decksedimente von W nach E zu. Mit Ausnahme eines kleinen Bereiches vor einer Störung an der SW-Flanke ist durch 7 Bohrungen eine geschlossene Bedeckung des Caprock durch Wealden nachgewiesen. Über der Strukturfirste ist der Wealden 40 m mächtig, nahe der hohen Flanke im E mehr als 100 m (Wahn 102: >107 m). Die darüber liegende marine Unterkreide ist über dem Strukturtop geringmächtig und lückenhaft (<10 m; Wahn 9: 9 m kr_v, Wahn 6: 7 m kr_v), z.T. völlig erodiert (Wahn 5 und 101). In der östlichen Dachregion steigt die Unterkreidemächtigkeit bis auf 200 m an (Wahn 102: 130 m). Oberkreide, bestehend aus transgressivem Maastricht, ist nur randlich erhalten geblieben, über den beiden Kulminationszentren fehlt sie (Wahn 2, 3, 5, 102). An den hohen Flanken gewinnt sie jedoch rasch an Mächtigkeit. An der SE-Flanke werden ca. 500 m Oberkreideablagerungen (kr_c-kr_{ma}?) vermutet. Das transgressive Alttertiär, beginnend mit dem Untereozän, ist geringmächtig und lückenhaft. Auf der Strukturfirste wird Untereozän von transgressivem jüngerem Miozän überlagert, darüber folgt Quartär (zusammen 200 - 250 m). Das Quartär allein ist im Durchschnitt 80 m mächtig.

Caprock

Wippen 1: 40 m, Wahn 103: 24 m, Wahn 6: >30 m

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch und konvergieren deutlich gegen die Tiefe. Überhänge sind nicht vorhanden, der Salzkörper wird vielmehr von steilen Aufschiebungen im N und S gegen die Oberkreide begrenzt. Kissenfüße fehlen. Schwache, max. 1,5 km weit in das Rötsalinar eingedrungene Zechsteinsalzkeile sind im ESE der Struktur zu vermuten.

Randsenken**primäre Randsenken**

im NNE: Mittlerer Buntsandstein bis Dogger (sm - jm)

sekundäre Randsenken

1. Höherer Oberjura bis Unterkreide (jopo - kru)

2. Trogbildung beiderseits der Salzstockflanken (Inversion): Coniac bis Maastricht (krcc - krma)

nachschubbedingte Randsenken

Mittelloligozän bis Miozän (tolm - tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Oberjura, Kimmeridge (jopo)

Genese

Die strukturelle Entwicklung des Salzstockes WAHN ist eingebunden in die Entstehungsgeschichte des gesamten, sich über BÖRGER-LIENER nach SSE fortsetzenden Strukturzuges. Im Mittleren Buntsandstein senkte sich der prä-salinare Socket an einer NNW-SSE-streichenden Störung synsedimentär gegen NNE. Durch diese Bewegungen mobilisiert, formte das Zechsteinsalz einen langgestreckten, asymmetrischen Kissenzug, der in

südöstlicher Richtung bis in den Raum LIENER verlief. Die Bewegungen an der Sockelstörung und der damit verbundene Aufstieg des Salzes waren im Zeitabschnitt Mittlerer Buntsandstein sehr intensiv. Über der südwestlichen Hochscholle wurde der Mittlere Buntsandstein im Scheitelbereich des Salzkissens fast vollständig abgetragen und Röt griff diskordant teilweise bis auf den Unteren Buntsandstein über. Dagegen herrschten auf der nördlichen Scholle normale Absenkungs- und Sedimentationsbedingungen. In der jüngeren Trias und bis zum Dogger wölbte sich das Salzkissen weiter auf.

Mit dem Oberjura (Kimmeridge) begann die taphrogene Einsenkung des Niedersachsen-Beckens: Dieser Senkungsraum gliederte sich in schmale Gräben oder Halbgräben und dazwischenliegende Hochschollen. Auch der Salzkissenzug, aus dem sich der spätere Salzstock WAHN entwickeln sollte, wurde in dieses Strukturmuster eingebunden. An der ehemals nordost-abschiebenden Sockelstörung vollzog sich eine Bewegungsumkehr, es entstand eine SW-gerichtete Abschiebung. Darüber bildete sich ein Trog aus, dessen Achse, von WNW aus dem Bereich DERSUM kommend, weiter gegen SE über dem Scheitel des Salzkissenzuges verlief.

Die fortgesetzten Bewegungen an der tief-triassisch vorgezeichneten Sockelstörung führten erneut zu verstärkter Mobilisierung des Salzes, zum Aufbrechen des Kissendaches und zum diapirischen Durchbruch des Salzstockes WAHN im Obermalm. Der Salzaufstieg verstärkte die Subsidenz des Malmtrages in den flankennahen Randbereichen im N und S, wie auch im ESE. Aus dieser Richtung floß ebenfalls Salz in die Struktur ein und brachte die Kissenbrücke zum Salzstock BÖRGER zum Kollabieren. So entstand das Bild eines von sekundären, mit mächtigen Oberjura-Unterkreidesedimenten gefüllten Randsenken umgebenen Salzstockes im Zentrum eines Graben-Troges. Daß die Subsidenz dieses Troges zeitweise stärker war als die Aufstiegsbewegungen des Diapirs, beweist die Bedeckung des Strukturdaches mit Wealden und tiefer Unterkreide.

Im Zeitabschnitt Coniac-Mittelsanton erfolgte die Inversion des Malm-Unterkreide-Troges. Das Trogzentrum, also der Salzstock WAHN, wurde herausgehoben und im N und S auf die absinkenden Trogflanken aufgeschoben. Da in diesem Falle nicht mesozoische Sedimente, sondern der Salzstock den Kern der Inversionsstruktur darstellt, ergibt sich ein Bild, als ob sich Überhänge in die oberkretazische Füllung der sekundären Randsenken vorgeschoben hätten. Diese Oberkreidetröge sind aber nicht als sekundäre Randsenken, sondern als "Randtröge vor Schollenrändern" im Sinne VOIGTs (1962) anzusehen.

Im Scheitelbereich transgrediert, wie über vielen Inversionsstrukturen, das Maastricht auf tiefe Unterkreide.

Leichte Nachbewegungen, bedingt durch autonomen Salzzufluß, erfolgten im Jungtertiär.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Die Decksedimente des Salzstockes WAHN wurden durch insgesamt 10 Erdölschürfb Bohrungen erkundet: Wahn 2: bis Wd; Wahn 2, 3, 4, 5, 6, 9, 101 und 103 bis Caprock; Wipplingen 1: bis z4. Die Bohrungen Wahn 7 und 8 wurden im Campan bzw. Santon der S-Flanke eingestellt; Wahn 10 gelangte bis in den Obermalm der südlichen sekundären Randsenke (ET 2354 u. NN); Wahn 11 durchörterte die höheren Schichten in der die Salzstöcke WAHN und BÖRGER strukturell verbindenden, invertierten Kollapsstruktur und erreichte den Obermalm (ET: 2293 m u. NN).

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 0,0 %, dichte Bebauung 7,5 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 23,0 km², in 1 km Tiefe: 36,5 km². Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, Überhänge, Salzkeile), vollständige Abdeckung durch Wealden, lückenhafte Abdeckung durch Paläogen und Neogen, Scheitelstörungen.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

WEESEN-LUTTERLOH

Strukturtyp

Salzstock über Sockelstörung, durch Inversionstektonik beeinflusst.

Geographische Lage

TK 25: 3126, 3127, 3227

TK 100: C 3126

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle; im mittleren Abschnitt der Böstlingen-Unterlüß-Strukturzone, zwischen Schmarbeck- und Bahnsen-Scholle im N und Eldingen-Scholle im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Eine E-W-streichende, N-fallende Abschiebung trennt eine Monoklinalstruktur im N von einer flach nach S fallenden Hochscholle. Die z-Basis liegt auf der Hochscholle bei ca. 4250 m u. NN, auf der Tiefscholle im N bei ca. 4300-4500 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im W Übergang zum Salzstock BECKEDORF, im E zur Inversionsstruktur UNTERLÜSS.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z), Na2 und Na3 mit K2 mehrfach verfalltet.

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

unregelmäßig oval, in WNW-ESE-Richtung gestreckt, ca. 11,0 km lang und max. 5,0 km breit; Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4000-4300 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper vermutlich 800 - 1000 m breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereichesca. 44,0 km²**Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen**

Zwei Kulminationen: WEESEN im NW-Teil bei ca. 100 m u. NN, LUT-TERLOH im SE bei 49 m u. NN, zwischen den Kulminationen Einsattelung auf 250 m u. NN. Dach im Scheitelbereich stark aufgewölbt, zur NE-Flanke auf 1000 m u. NN abfallend, auf der S-Flanke auf 1400 m u. NN. WSW-ESE-streichender Scheitelgraben, geht von der W-Spitze in den Dachbereich des Salzstockes BECKEDORF über und verflacht im Bereich der nordwestlichen Kulmination. Der Nordrand der nordwestlichen Kulmination wird von einer N-fallenden Abschiebung begrenzt, die, wie die Grabenrandstörungen Caprock bis Tertiär durchsetzen. Eine >150 m tiefe quartäre Rinne schneidet sich bis zum Caprock ein.

Sedimente des Deckgebirges

Nur auf der SE-Spitze des Salzstockes wurden 30 m Alb über dem Caprock erbohrt. Abgesehen von der südöstlichen Kulmination ist sonst der gesamte Dachbereich von höherer Oberkreide überdeckt (krsa, krca und krma), die aber lückenhaft und im Scheitelbereich sehr geringmächtig ist. Über der nordwestlichen Kulmination lagern nur 13 m Maastricht, 108 m Tertiär und 60 m Quartär über dem Dach. Über der südöstlichen Kulmination wurden ebenfalls nur 13 m Maastricht unter Tertiär und Quartär nachgewiesen. Eine quartäre Rinne quert diese Kulmination in N-S-Richtung und erreicht in Teufen von 166 m den Caprock.

Caprock

Auf der nordwestlichen Kulmination wurden 14 m Mantelanhydrit erbohrt, auf der südöstlichen Kulmination 96 m. In weiteren Bohrungen wurden 100-150 m mächtiger Anhydrit, Mergelton und Tonmergelstein nachgewiesen.

Innentektonik

Nach Lutterloh 1001 isoklinaler, NW-vergenter Faltenbau.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

N- und S-Flanke sind mittelsteil und konvergieren stark im Teufenbereich zwischen 3000 und 4000 m, sodaß hier der Salzkörper nur 800 bis 1000 m breit ist. Die beiderseits entwickelten Überhänge sind 1,5 bis 2 km breit. Im nordwestlichen Überhang wurde Zechstein in 525 m sekundärer Mächtigkeit erbohrt. Im Bereich der nordwestlichen Kulmination durchörterte die Bohrung Hermannsburg Z 2 2000 m Überhang über der sekundären Randsenke. Ein schmaler Kissenfuß wurde unter der N-Flanke angetroffen. Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken**primäre Randsenken**

Röt-Muschelkalk (so - m) im N, Keuper (k) im S und N

Sekundäre Randsenken

Unterkreide (krh-krf), ca. 500 m im S und 800 m im N; Oberkreide (krcc-krca), ca. 600 m im S und ca. 1200 m im N.

Nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide (krca-krma)

Beginn des Kissenstadiums

Röt (so)

Beginn des Diapirstadiums

Unterkreide (kru)

Genese

Über Sockelstörungen der E-W-streichenden Böstlingen-Unterlüß-Störungszone entwickelte sich im Röt-Muschelkalk zunächst im Nordteil ein WNW-ESE-streichendes Salzkissen, das sich im Keuper und vermutlich auch im Zeitabschnitt Lias-Dogger weiter entwickelte. Während des Zeitraumes Oberjura-Berrias sind jedoch diese Schichten infolge der regionalen Hebung der Pompeckj-Scholle flächenhaft abgetragen worden. Zu Beginn der Transgression der marinen Unterkreide stand auf der S-Seite Mittlerer Keuper, auf der N-Seite Röt und Muschelkalk am Meeresboden an.

Seit dem Hauterive durchbruch das Salz das Deckgebirge, und beiderseits des Diapirs entstanden mächtige sekundäre Randsenken. Alb überdeckte bereits den östlichen Rand des Diapirs. Im Zeitraum Co-niac-Campan setzte sich jedoch die Diapirbildung weiter fort, an-geregt durch Sockelbewegungen im Zuge der subherzynen Inversion des Niedersachsen-Beckens, die sich auch im Südteil der Pompeckj-Scholle auswirkte, wie die benachbarten Inversions-Strukturen UNTERLÜSS und FASSBERG zeigen. In diesem Zeitabschnitt entwickelten sich die breiten Überhänge, die seit dem höheren Santon auf der S-Flanke, seit dem höheren Campan auch auf der N-Flanke bei anhaltender Aufwölbung des Daches überdeckt wurden. Die Scheitelregion wurde erst im Untermaastricht abgedeckt.

Die regionale Meeresspiegelabsenkung führte im Mittelpaläozän zu einer flächenhaften Abtragung der höheren Oberkreide. Die im Oberpaläozän erneut einsetzende Sedimentation war im Scheitelbereich infolge weiteren Salznachschubs in ihrer Mächtigkeit reduziert und im Umfang lückenhaft, vor allem vor Ablagerung des Mitteloligozän und Untermiozän.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Hermannsburg 7 durchteufte den nördlichen Überhang und die sekundäre Randsenke bis zum Mittleren Keuper. Hermannsburg Z 2 erfasste den nordwestlichen Überhang, Randsenke, Kissenfuß und Sockel, Hermannsburg 9 den östlichen Überhang und Lutterloh 1001 erkundete die südöstliche Kulmination bis in eine Teufe von 1531 m.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 100,0 %, Wasserschutz 100,0 %, dichte Bebauung 18,2 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 15,5 km², in 1 km Tiefe: 40,5 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, Überhänge), vollständige Abdeckung durch Oberkreide und Paläogen, Scheitelstörungen, quartäre Rinne. Infolge der starken konkurrierenden Oberflächennutzung und des sehr wahrscheinlich komplexen Innenbaues nicht geeignet.

Bearbeiter

BALDSCHUHN (1993)

WERLE**Strukturtyp**

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 2735, 2736, 2835, 2836; TK 25 AS: N-32-108-A-a-d; TK 100: C 2734, C 3134

Regionalektotonische Lage

Am unmittelbaren Rand des Depozentrums des mesozoischen Holstein-Westmecklenburg-Troges im Einflußbereich der abtauchenden Altmark-Schwelle

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

keine sicheren Hinweise auf Sockelstörungen, Tiefenlage der Zechsteinbasis zwischen 4300 und 4450 m u. NN

Strukturelle Verbindungen

Isolierte Struktur ohne Verbindungen zu Nachbarstrukturen

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: oval, schwach in NNE-SSW-Richtung gestreckt

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse ca. 8 km, Querachse ca. 6,3 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse ca. 8 km, Querachse ca. 6,3 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins 3600 - 3800 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Kulmination des Dachbereiches bei 511 m u. NN, zu den Rändern Abfall der Oberfläche auf 1000 - 1500 m u. NN. Die Kulmination wird als Pulischolle mit einer Sprunghöhe von ca. 100 m an einer NNW-SSE streichenden Scheitelstörung gedeutet. Eine flache quartäre Rinne hat bei der Tiefenlage des Caprock keine Bedeutung.

Sedimente des Deckgebirges

Unter Ausfall der Oberkreide bilden das Alb, Abt, Barreme, Obere Hauterive, das Eozän, Paläozän, der Rupelton sowie Geschiebemergel des Quartär grundwasserhemmende bis -nichtleitende Abdeckungen.

Caprock

Die erbohrten Caprockmächtigkeiten schwanken zwischen 30 und 106 m.

Salzspiegel

Da in der Kulmination der Caprock nicht durchteuft wurde, ist die Tiefenlage des Salzspiegels in diesem Bereich nicht bekannt. In weiten Teilen des Diapirs dürfte der Salzspiegel in ca. 700 m Tiefe u. NN liegen.

Innentektonik

Unter dem Caprock wurde z. T. über 1500 m mächtiges Steinsalz erbohrt. Die Lagerungsverhältnisse weisen keine extremen Komplikationen auf.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind steil, Überhänge sind breit und mächtig, ein Kissenfuß ist nicht vorhanden, die Umgebung ist salzfrei, Salzkeile sind nicht bekannt.

Randsenken**primäre Randsenken**

vermutlich ab Mittlerem Keuper, sicher ab Unterem Lias im Bereich Karstädt-Nord, Aulosen; Bernheide und Gorlosen-Grabow-Neustadt-Glewe

sekundäre Randsenken

nahezu umlaufende sekundäre Randsenke, im NE vom Callov bis Tertiär, im SW besonders im Malm

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Keuper?, Unterer Lias

Beginn des Diapirstadiums

Obres Callov

Genese

Das antiklinalartig aufgewölbte Salzkissen wurde vor oder zu Beginn des Callov tiefgründig erodiert. Im Oberen Callov kam es zum Salzdurchbruch und im Oxford schließlich zu oberflächennahen Ablaugungen und Extrusionen. Im unteren Serpult war die Formgebung des Diapirs und die Hauptabsenkung der Randsenke weitgehend abgeschlossen. Nachschübe erfolgten im Wealden sowie in der marinen Unterkreide.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

19 Bohrungen haben den Caprock bzw. das Salinar erreicht (bis 2064 m Tiefe).
Schächte, Gruben und Kavernen existieren nicht.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Wasserschutz 5,7 %, dichte Bebauung 3,9 %

Bewertung

Die nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche beträgt ca. 40 km². Da sie großflächig erst in ca. 1000 m Tiefe beginnt, liegt der Salzstock zu tief. Die Abdeckung durch Unterkreide und Tertiär ist gut.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

WITTINGEN**Strukturtyp**

Salzstock, eigenständige Kulmination als Endglied einer Reihe von Salinarstrukturen über einer Sockelfuge, überprägt von oberkretazischer Inversionstektonik.

Geographische Lage

TK 25: 3230, 3330

TK 100: C 3530

Regionaltektonische Lage

Nordöstlicher Ausläufer des Niedersachsen-Beckens, Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone im Grenzbereich zur südöstlichen Pompekj-Scholle. Nordabschnitt der Broistedt-Wittingen-Strukturzone zwischen Wesendorf-Scholle im W und Calberlah-Scholle im E.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Der Salzstock WITTINGEN wird von einem N-S-gerichteten und gegen S einkippenden Schollenhorst unterlagert. Im spitzwinklig auslaufenden Nordabschnitt des Horstes ist die Zechsteinbasis bis auf 3300 m u. NN angehoben und fällt unter dem Südabschnitt der Struktur auf >3800 m u. NN ab. An den Randstörungen des Horstes werden Versätze von 200 m vermutet. Im NW des Sockelhorstes kulminiert die Zechsteinbasis bei ca. 3350 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Im SSW über eine Horizontalflexur im Bereich der triassischen Horizonte und ein Restsalzkissen strukturell verbunden mit dem Salzstock VORHOP, von dort über eine invertierte Grabenstruktur (Platendorf-Graben) Verbindung zum Salzstock GIFHORN.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung des Salzkörpers

Rundlich-oval, N-S-gestreckt, ca. 5,7 km lang, im Niveau der Überhänge max. 3,3 km breit, im Niveau der tiefen Trias 0-400 m breit. Vertikalerstreckung des Salzkörpers ca. 2700 m.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

ca. 14,0 km²

Kulmination, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Salzstockoberfläche kulminiert bei ca. 190 m u. NN (Wittingen Z 1: 206 m u. NN). Der zentrale Dachbereich bildet infolge intensiver Subrosion eine fast horizontale Fläche, die von 3 ostfallenden Scheitelstörungen im N-S-Richtung durchzogen wird. An diesen Störungen sind die Dachsedimente ab dem Caprock max. 100 m versetzt. Erst in Flankennähe sinkt die Oberfläche allseitig rasch ab, im W bis auf ca. 1000 m u. NN, im E auf ca. 700-800 m u. NN. Quartäre Rinnen wurden nicht beobachtet.

Sedimente des Deckgebirges

Der zentrale Dachbereich wird von insgesamt 250-450 m flach lagerndem Tertiär (Untereozän bis Mitteloligozän?) sowie von Quartär überdeckt. Randlich über den tief absinkenden "Pseudo-Überhängen" schalten sich ca. 200 m mächtige Unterkreide-Sedimente (Wittingen I und Wittingen S 3) sowie jüngere Oberkreide (krea?) ein. Darüber lagert, wie auf dem zentralen Plateau, mächtigkeitsreduziertes und lückenhaftes Tertiär und maximal 110 m Quartär.

Caprock

Wittingen Z 1: 28 m; Wittingen S 3: 43 m; Wittingen S 6: 100 m.

Innentektonik

Die Bohrung Wittingen Z 1 durchörterte unter dem Caprock 542 m Zechsteinsalz. Zwischen 2776 und 3404 m u. NN traf sie Buntsandstein an, der durch Überschiebungsbewegungen verschuppt ist, die Zechsteinbasis wurde bei 3898 m u. NN erreicht.

Flanken, Überhänge Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind asymmetrisch gebaut und konvergieren zur Tiefe hin. Infolge der oberkretazischen Inversionstektonik kam es allseitig zur Bildung weit ausladender und lokal mehr als 1000 m mächtiger "Pseudo-Überhänge" in der Oberkreide (Wittingen S 3A: 1035 m, Wittingen 6: 780 m, Wit-

tingen S 3: 583 m). Im E ist ein schwacher Kissenfuß erhalten geblieben. Beiderseits der Längserstreckung sind max 2000 m weit reichende Salzkeile horizontal in das Röt-niveau eingedrungen, im E vermutlich auch in das Niveau des Mittleren Keuper.

Randsenken

primäre Randsenken

Mittlerer Buntsandstein bis Lias (sm-ju)

sekundäre Randsenken

stark asymmetrisch

1. Dogger (jm), der diskordant bis auf den Muschelkalk hinabgreift, mit max. 1300 m besonders mächtig im W
2. jüngere Oberkreide (krcc-krcau)

nachschubbedingte Randsenken

Alttertiär (tpa-tolm)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

1. Dogger (jm)
2. Oberkreide (krcc) (Inversionstektonik)

Genese

Bereits im Mittleren Buntsandstein kam es über dem Ostrand der Wesendorf-Scholle zur Anlage eines langgestreckten, sich vermutlich gegen SSW über den Strukturabschnitt VORHOP hinaus fortsetzenden Salzkissenzuges mit asymmetrischen Flanken, der sich bis in den Lias hinein weiter entwickelte. Der Salzzustrom erfolgte von der im E gelegenen Calberlah-Scholle, wo sich eine deutliche, mit Keupersedimenten gefüllte primäre Randsenke bildete. Im Lias kam es zu einem Ausgleich der Bewegungen und einer Zunahme der Salzzufuhr auch von W.

Mit Beginn des Dogger, örtlich sicherlich auch bereits im Unter-Toarcium, erfolgte der diapirische Durchbruch, eingeleitet durch erneute Bewegungen an der unterlagernden Sockelfuge (Anlage des Gifhomer Trog-Systems). Die Salzzufuhr erfolgte nunmehr fast ausschließlich von der sich relativ stärker absenkenden und gegen NW einkippenden Wesendorf-Scholle im W. Über der hier rasch einsinkenden ehemaligen Kissenflanke und dem tief bis auf den Muschelkalk anerodierten Scheitel bildete sich eine mächtige, mit max. 1300 m Doggersedimenten gefüllte sekundäre Randsenke. An der E-Flanke hingegen kamen max. nur 400 m Doggersedimente zur Ablagerung (Wittingen Ost 1: 361 m).

Während der vom Oberjura bis in die Unterkreide andauernden jungkimmerischen Bewegungen kam es zu einer Neuorientierung des strukturellen Grundmusters. Der Diapir lag im Übergangsbereich zwischen dem sich absenkenden nordöstlichen Niedersachsen-Becken und der sich relativ hebenden Pompeckj-Scholle. Während dieser Zeit setzte sich der diapirische Aufstieg fort, aber auch die Umgebung wurde regional gehoben, sodaß in den sekundären Randsenken keine Ablagerungen des Malm oder Wealden erhalten geblieben sind. Nur der Befund in der Bohrungen Wittingen 1 weist darauf hin, daß der Salzaufstieg bis in das Neokom angehalten hat (ca. 50 m sandigen Unterkreide unter transgressivem Mittelalb).

Während einer Zeit relativer tektonischer Ruhe, die bis in das Turon anhielt, wurde die Struktur, beginnend mit der Mittelalb-Transgression, wieder von Sedimenten überdeckt.

Im Zeitabschnitt Coniac-Santon wurde der Salzstock in das allgemeine Inversionsgeschehen und damit verbunden, in das durch Kompressionsbewegungen charakterisierte Stressfeld einbezogen. An der unterlagernden Sockelfuge erfolgte erneut eine Umkehr des Bewegungssinnes, die die Calberlah-Scholle im E wieder relativ aufsteigen ließ (Inversion des Gifhomer Trog-Systems). Im Zusammenhang damit wurde der Salzkörper so stark beansprucht und zusammengedrückt, daß sich die Flanken aufstellten und das Salz über sie hinweg ausgepreßt und überhangartig auf die Oberkreide-Sedimente überschoben wurde. Dabei ist eine deutliche NW-Vergenz zu beobachten, denn auf der absinkenden Wesendorf-Scholle kam es zur Ausbildung einer Überschiebungsstruktur mit vorgelagertem Randtrog im Sinne von VOIGt (1962) (vgl. Schnitt 1, Anlage 28.2). Ebenfalls aufgrund der starken Kompression drang Zechsteinsalinär keilförmig in das Röt- bzw. Keupersalinär des Nebengebirges ein. Die tieftriassischen Flankenabschnitte (Mittlerer und Unterer Buntsandstein) wurden, da in diesem Niveau kaum noch Salz vorhanden war, westvergent übereinander geschoben (vgl. Bohrung Wittingen Z 1).

Nach dem Abklingen der Inversionsbewegungen im Campan transgredierte Obercampan auf den Strukturscheitel, das jedoch nur randlich über den "Pseudo-Überhängen" erhalten blieb, denn im Kern der Struktur hielten die Aufstiegstendenzen an und über dem sich weiter aufwölbenden Scheitel wurde bis in das Oligozän hinein immer wieder abgetragen. Das Paläogen ist demzufolge im Kulminationbereich lückenhaft und nur in Resten vorhanden. Dehnungs- oder subrosionsbedingt rissen im Dach drei Störungen auf, die die Deckschichten ab dem Caprock gegen E versetzen. Die Mitteloligozän-Transgression schließlich überdeckte die gesamte Struktur.

Bohrungen, Schächte

5 Bohrungen untersuchten die Deckschichten und durchteuften mit Ausnahme der Bohrung Wittingen 2 auch den Caprock: Wittingen Z 1 durchteufte den gesamten Salzkörper und traf im unteren Strukturbereich überschobene Buntsandsteinschollen an. Wittingen 1, S 3 und S 6 durchörterten den Überhang an der Westflanke und gelangten danach in die sekundäre Randsenke bzw. durchörterten diese (Wittingen 1: ET bei 2137 m u. NN im jmalo, Wittingen S 3: ET bei 2007 m u. NN im jutcu, Wittingen S 6: ET 1711 m u. NN im k). Wittingen S 1, S 2, SE 4 und SE 5 untersuchten die Dogger-Sandsteine in der sekundären Randsenke an der SW- bzw. SE-Flanke. Wittingen E 1 untersuchte die Speicher des Dogger an der Ostflanke (ET bei 1341 m u. NN im juhe).

Lagerstätten

Erdölflankenlagerstätten in den Aalenium-Sandsteinen: Wittingen Süd: kumulative Förderung 1963-1967: 1917 t Erdöl; Wittingen SE: kumulative Förderung 1971-1987: 66.143 t Erdöl.

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 0,0 %, Wasserschutz 57,1 %, dichte Bebauung 10,7 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 8,0 km², in 1 km Tiefe: 12,0 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, Überhänge, Salzkeile, sehr schmaler Stiel), vollständige Abdeckung nur durch Paläogen. Infolge des wahrscheinlich sehr komplexen Innenbaues der relativ kleinen Struktur nicht geeignet.

Bearbeiter

FRISCH (1993)

WITZHAVE (vergleiche auch Struktur SIEK)**Strukturtyp**

Salzstock; eigenständige Kulmination in einer Reihe von Salinarstrukturen, über einem Schollenrand im präsalinaren Sockel.

Geographische Lage

TK 25: 2427

TK 100: C 2726

Regionale tektonische Lage

Pompeckj-Scholle; Abschnitt der Moisburg-Segeberg-Strukturzone über der Sockelfuge zwischen Hamburg-Scholle im NW und Ramelsloh-Witzhave-Scholle im SE.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

Infolge der halokinetischen Mobilisation der Oberrotliegend-Salinare ist die Zechsteinbasis stark verstellt. Unter der von WSW aus dem Raum Reibbrook heranreichenden und an der Struktur WITZHAVE in die N-S-Richtung umschwenkenden Moisburg-Segeberg-Strukturzone wird die Zechsteinbasis über der W-Flanke eines Oberrotliegend-Salzkissens bis 3700 m u. NN aufgebogen, über der E-Flanke bis auf 4700 m u. NN. In der näheren Umgebung ist die Zechsteinbasis beiderseits der Struktur WITZHAVE infolge der Abwanderung der Oberrotliegend-Salze auf 5300 m u. NN abgesunken.

Strukturelle Verbindungen

Im N über eine Einschnürung des Salzkörpers und eine von einem Scheitelgraben geprägte Depression der Deckschichten ab Mittelalb strukturell verbunden mit dem jüngeren Strukturabschnitt SIEK. Im SW über eine deutliche, vermutlich störungsbegrenzte Antiklinale der Schichten ab der Zechsteinbasis strukturelle Anbindung an die Salzstöcke REITBROOK und MECKELFELD.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z), im Kern der Struktur vermutlich auch Oberrotliegend (ro).

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Salzstruktur

Oval, in N-S-Richtung gestreckt, ca. 5 km lang und im Niveau des Dachbereiches max. 2,3 km breit. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzkörper ca. 1,2 km breit. Die Vertikalerstreckung des Salzkörpers oberhalb des Kissenfußes beträgt ca. 3500 m.

maximale Flächenausdehnung des Daches

ca. 9 km²

Dachkulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Oberfläche des Diapirs ist schwach gewölbt und kulminiert bei ca. 1050 m u. NN. Im W fällt die Dachfläche bis ca. 1500 m u. NN ab, auf der E-Flanke bis etwa 1300 m u. NN. Im N senkt sie sich, wahrscheinlich bedingt durch die Salzabwanderung in den jüngeren Strukturabschnitt SIEK, bis auf max. 1800 m u. NN ab (Bohrung Witzhave 3: 1884 m u. NN). Über der Firste ist ein von mehreren Störungen begrenzter, in Richtung der Aufwölbungsachse N-S-verlaufender Scheitelgraben ausgebildet. An dessen Randstörungen sind die Deckschichten vom Caprock bis ins Miozän versetzt. Vermutlich quert eine quartäre Rinne das Strukturdach in NE-SW-Richtung und schneidet sich bis ca. 200 m tief in das Miozän ein (geol. Übersichtskarte Raum Hamburg, Morphologie der Quartärbasis, 1982).

Sedimente des Deckgebirges

Die Bedeckung des Caprock beginnt mit transgressivem Mittelalb (kr1m-kr1o 30-50 m). Darüber lagert mächtigkeitsreduzierte und lückenhafte Oberkreide. Die älteren Oberkreidestufen beißen zum Scheitel hin aus, sodaß im Kulminationszentrum nur noch transgressives Campan und Unter-Maastricht (ca. 150 m) vorhanden sind. Das Tertiär ist ebenfalls geringmächtiger als in der Umgebung der Struktur (im Scheitel ca. 650 m). Den höchsten Teil des Deckgebirges bilden quartäre Sedimente, die allgemein <100 m mächtig sind und nur in der Bohrung Witzhave 2 135 m erreichen.

Caprock

In der Bohrung Witzhave 2 wurden 32 m "Mantelanhydrit" durchörtert.

Innentektonik

Weitgehend unbekannt. Die Bohrung Witzhave 2 durchörterte unter dem "Mantelanhydrit" 12 m "jüngeres Steinsalz", 32 m Anhydrit, 78 m "älteres Steinsalz" (ET: 1232 m u. NN).

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Asymmetrische Flanken, zur Tiefe hin schwach konvergierend. Überhänge sind nicht vorhanden. Unterlagert wird der Salzstock von einem mächtigen, asymmetrischen, max. 5 km breiten Kissenfuß aus Zechstein- und Oberrotliegend-Salz. Über der westlichen Hochscholle des Sockels ist der Kissenfuß noch 2500 m mächtig, über der Sockeltiefscholle im E nur max. 1500 m. Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken**primäre Randsenken**

im W: Mittlerer Buntsandstein bis Keuper (sm-k)

im E: Mittlerer Buntsandstein bis Muschelkalk (sm-m)

sekundäre Randsenken

im E Mittlerer Keuper (km) >3000 m mächtig
im W: nicht zu erkennen

nachschubbedingte Randsenken

schwach in der höheren Oberkreide bis Miozän (kro - tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Beginn des Diapirstadiums

Mittlerer Keuper (km)

Genese

Im Mittleren Buntsandstein begann sich über der SE-Randstörung der Hamburg-Scholle ein langgestreckter Salzkissenzug zu bilden, der sich bis in den Keuper hinein weiter aufwölbte.

Im Mittleren Keuper begann die Hamburg-Scholle gegen WNW entlang der Sockelfuge unter der Moisburg-Segeberg-Strukturzone einzukippen. Dieser tektonische Impuls bewirkte, daß einzelne Abschnitte des Salzkissenzuges in ihr diapirisches Stadium traten, u.a. auch die Struktur WITZHAVE. Das Zechsteinsalz durchbrach die Deckschichten und stieg in Richtung auf die im W gelegene Hochscholle auf. Über der sich rasch einsenkenden E-Flanke bildete sich eine tiefe sekundäre Randsenke aus, in der das oben ausfließende Zechsteinsalz z.T. resedimentiert wurde. Im höheren Gipskeuper (km³) sind nach reflexionsseismischem Befund mehrere mächtige Steinsalzlager eingeschaltet. Die Aufstiegsbewegungen klangen im tieferen Dogger aus.

Erst im Zusammenhang mit der diapirischen Phase des nördlich angrenzenden Salzstockes SIEK im jüngeren Dogger (jmc1) könnten neuerliche Impulse für den weiteren Salzaufstieg erfolgt sein. Dies kann jedoch infolge der tiefgründigen und flächenhaften Abtragung im Zeitabschnitt Oberjura-Valangin nur vermutet werden.

Erst Mittellaib überdeckte transgressiv die tief eingerumpfte Struktur und ihre Flankenbereiche.

Neuerliche Bewegungen an der Sockelstörung, die zur Umkehr des Bewegungssinnes führten (siehe Salzstock SIEK), bewirkten ab der höheren Oberkreide eine Intensivierung des Salzzustroms in die Struktur. Vermutlich wurde erst jetzt das Oberrotliegend-Salz mobilisiert und es begann, in das Zentrum der Struktur einzudringen. Im Zuge dieser neuerlichen Aufwölbung rissen im Dachbereich mehrere Störungen auf, auch ein Scheitelgraben bildete sich, der sich sowohl nach N als auch SW fortsetzt und den Verlauf der darunter liegenden Moisburg-Segeberg-Strukturzone nachzeichnet.

Die diapirische Phase kann noch nicht als abgeschlossen bezeichnet werden, da in dem Kissenfuß noch große Vorräte an Salz vorhanden sind, die in den Diapir einströmen können.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

Mit insgesamt 3 Erdölaufschußbohrungen wurde die Struktur WITZHAVE teilweise untersucht: Witzhave 1 gelangte in den Deckschichten an der E-Flanke bis in das Oberalb. Witzhave 2 durchörterte die Decksedimente im Kulminationsbereich und gelangte bei 1075 m u. NN in den 157 m mächtigen Mantelanhydrit. Die Bohrung wurde bei einer Endteufe von 1232 m u. NN im Na₂ eingestellt. Witzhave 3 sollte an der hohen W-Flanke sandige Schichten des Dogger oder der Unterkreide erschließen. Die Bohrung gelangte aber unter dem transgressiven Mittellaib in den Muschelkalk und danach bei 1884 m u. NN in den Salzkörper.

Lagerstätten

keine

Bearbeitung

FRISCH (1993)

WREDENHAGEN**Strukturtyp**

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 2640, 2740; TK 25 AS: N-33-97-B-b, TK 100: C 2738

Regionaltektonische Lage

Die Struktur liegt über dem Ostelbischen Anomaliengebiet. Während des Mesozoikums gehörte das Gebiet zum Hauptsenkungszentrum.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Der Sockel ist ungestört, die Zechsteinbasis liegt ca. 5000 m u. NN.

Strukturelle Verbindungen

Die Struktur ist über einem breiten Kissenfuß mit dem Salzkissen Königsberg im Süden verbunden.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: rundlich

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 4,5 km, Querachse 3,5 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 4,0 km, Querachse 3,0 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins ca. 4900 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Kulmination liegt in 70 m u. NN und ist vermutlich in E-W-Richtung gestreckt. Nach N und S ist ein deutlicher Abfall auf Werte über 600 m Tiefe u. NN zu verzeichnen; Scheitelstörungen sind nicht nachgewiesen, aber sehr wahrscheinlich vorhanden. Eine quartäre Rinne am Ostrand des Diapirs berührt die Dachregion nicht.

Sedimente des Deckgebirges

Das Deckgebirge ist ca. 150 m mächtig und besteht aus wechsellagernden sandigen, schluffigen und tonigen Sedimenten des Miozän sowie aus Quartär

Caprock

Der Caprock wurde in einer Mächtigkeit von ca. 220 m erbohrt und weist einen ungewöhnlich hohen Ton- und Schluffanteil auf.

Salzspiegel

Der Salzspiegel liegt relativ niveaubeständig in einer Tiefe von ca. 293 m u. NN.

Innentektonik

Das bis in über 1000 m Tiefe erbohrte Salinarprofil ist stark verfaltet und weist einen hohen Ton- und Schluffanteil auf.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Die Flanken sind relativ steil. Die Überhänge sind vermutlich gering. Ein breiter mit dem Salzkissen Königsberg verbundener Kissenfuß ist ausgebildet, dem der Diapir in ca. 2000 m aufsitzt. Salzkeile sind nicht bekannt.

primäre Randsenken

Es besteht eine gemeinsame primäre Randsenke mit dem Salzstock Zechlin im Osten. Eine weitere primäre Randsenke lag im Westen, im Bereich der Schildkrötenstruktur Dannenwalde.

sekundäre Randsenken

Als Basis der sekundären Randsenke wird die Transgressionsfläche des Campan angesehen. Die sekundäre Randsenke an der NW-Flanke ist über 2000 m tief und mit Campan und Maastricht sowie Tertiär gefüllt.

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Keuper

Beginn des Diapistadiums

Campan

Genese

Aus dem gemeinsamen Salzkissen Wredenhagen-Königsberg kam es zu Beginn des Campan zum Durchbruch des Diapirs. Die Hauptakkumulationsphasen des Salzes lagern im Zeitraum Campan-Paläogen. Vermutlich waren anhaltende Ablaugungen im Topbereich der Struktur mit aktiven Hebungen bis in das Quartär und rezent verbunden.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

2 Untergrundspeicher-Bohrungen haben den Salzstock bis in 1035 m u. NN erkundet. Schächte, Gruben und Kavernen sind nicht vorhanden.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

keine

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche 12,0 km², in 1000 m Tiefe ca. 11 km². Der Salzspiegel liegt ca. 293 m u. NN. Das erbohrte Salinarprofil ist intensiv verfaltet und weist einen sehr hohen Anteil an Ton- und Schluffsteinen auf. Erkundungsarbeiten für Kavernenspeicher wurden erfolglos abgebrochen.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

ZECHLIN**Strukturtyp**

Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 2842; TK 25 AS: N-33-A-d, N-33-B-c, N-33-C-b; TK 100: C 3142

Regionaltektonische Lage

Die Struktur liegt über dem Ostelbischen Anomaliengebiet (Massiv) im Bereich einer Schollengrenze im Grund- und Deckgebirge, die von der Flechtingen-Redblauer Scholle im Süden über die Strukturen Demsin, Kotzen, Friesack, Netzeband bis zum Salzkissen Brustorf reicht.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Die Struktur liegt über einer regionalen Sockelstörung (s. o.) mit ca. 100 m Sprunghöhe. Die Zechsteinbasis weist eine Tiefenlage von 4500 bis 4600 m u. NN auf.

Strukturelle Verbindungen

Über einen schmalen, N-S gestreckten Salzkissenfuß besteht eine Verbindung zum Salzstock Netzeband im S und zum Salzstock Wesenberg im NE.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: oval, in NNE-SSW-Richtung gestreckt

Ausdehnung in 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse 7,0 km, Querachse 2,4 km

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Längsachse 7,2 km, Querachse 3,0 km

Vertikalerstreckung oberhalb des nichtsalinaren Zechsteins ca. 4200 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Caprockoberfläche wird in einer Tiefe von 180 - 200 m u. NN vermutet und fällt zum Rand auf Werte von ca. 300 m u. NN ab. Scheitelstörungen sind nicht belegt, aber wahrscheinlich vorhanden. Die Nordhälfte der Struktur wird von einer Rinne gequert, die am Diapirrand bis zu 250 m tief ist.

Sedimente des Deckgebirges

Es wird nach geophysikalischen Befunden mit einer Auflage von Oberoligozän und Miozän unter Ausfall des Rupeltons auf dem Caprock gerechnet, die nur eine eingeschränkte Abdeckung gewährleisten.

Caprock

Nach dem Schwereminimum wird mit relativ mächtigem Caprock gerechnet. Bohrergebnisse fehlen.

Salzspiegel

unbekannt

Innentektonik

unbekannt

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

steile Flanken, schmale bauchige Überhänge bis 2000 m u. NN Tiefe, schmaler Kissenfuß, dessen Oberfläche von ca. 3300 m u. NN am Diapirrand auf ca. 4400 m u. NN im Bereich des Salzabwanderungsgebietes abfällt. Salzkeile sind nicht erkennbar.

Randsenken**primäre Randsenken**

Primäre Randsenken mit über 1500 m Keuper, insbesondere Oberkeuper, sind östlich und westlich des Strukturzuges ausgebildet. Die Entwicklung der primären Randsenke endete an der Wende Rät/Lias.

sekundäre Randsenken

Als Basis wird eine Diskordanzfläche im Bereich Keuper/Jura angesehen. Die z. T. über 2300 m mächtige Randsenkenfüllung besteht vorwiegend aus Lias und Dogger.

Beginn des Kissenstadiums

Mittlerer Keuper

Beginn des Diapirstadiums

Wende Keuper/Jura

Genese

Der Strukturzug ist aus einem großen Salzkissen hervorgegangen, das sich ab Mittlerem Keuper entwickelte. Der Salzzufluß erfolgte sowohl aus westlicher als auch aus östlicher Richtung. Das Diapirstadium setzte an der Wende Rät/Lias ein und hatte seine Hauptphase im Lias und Dogger. Im Malm erfolgten unbedeutende Salznachschübe. Geringe Nachschübe in der Kreide und im Tertiär sind nur noch westlich und nordwestlich von Zechlin zu beobachten.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

keine

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

Naturschutzgebiet 43,7 %

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche 14,8 km², in 1000 m Tiefe 16,0 km². Deckgebirgsmächtigkeit 260 - 300 m. Abdeckung durch Neogen und Quartär, Rupel- und ältere Abdeckungen fehlen, quartäre Rinne am Nordrand der Struktur

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

ZOBENITZ

Strukturtyp

embryonaler Salzstock

Geographische Lage

TK 25: 3534, 3634; TK 25 AS: N-32-131-D-b-d; TK 100: C 3534, C 3934

Regionaltektonische Lage

Die Struktur liegt auf der Scholle von Calvörde.

Sockel und Tiefenlage der Zechsteinbasis

Der Sockel ist durch NW-SE streichende Störungen geringer Sprunghöhe disloziert. Die Zechsteinbasis fällt von 600 m u. NN im N auf Tiefen von 1200 m u. NN im S ab.

Strukturelle Verbindungen

Die Struktur ragt gar nicht oder nur unbedeutend aus dem konform lagernen umgebenden Salinar heraus.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalerstreckung der Struktur

Grundriß: länglich oval, die konvexe Seite ist nach W gerichtet ist. Der Südteil streicht NNW-SSE, der Nordteil biegt in die NE-Richtung um. Ausdehnung 300 m unter Caprockoberfläche: Längsachse ca. 7 km, Querachse ca. 1,5 - 2,5 km.

Ausdehnung in 1000 m Tiefe: Die Zechsteinbasis liegt überwiegend oberhalb 1000 m.

Vertikalerstreckung oberhalb des nicht salinaren Zechsteins: 500 - 800 m

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Die Kulmination wird in ca. 200 m Tiefe u. NN vermutet. Die Dachfläche weist nur ein geringes Relief auf und fällt zu den Rändern auf ca. 300 m u. NN ab. Scheitelstörungen und Rinnen existieren nicht.

Sedimente des Deckgebirges

Über 200 m mächtige Eozänsedimente mit mächtigen Tonlagen sowie Quartär überdecken in einer Gesamtmächtigkeit von über 250 m die Struktur, Rupelton fehlt.

Caprock

Der erbohrte Caprock ist nur 4 m mächtig. In anderen Bereichen sind größere Mächtigkeiten zu erwarten.

Salzspiegel

Der Salzspiegel liegt im Topbereich in ca. 280 m u. NN. Seine Tiefenlage ist wahrscheinlich relativ konstant.

Innentektonik

Das erbohrte Salinar weist steilstehende Lagerung auf. Die jüngeren Salinare (Leine- Ohrezyklus) sind weitgehend abgelaut.

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

Da die Struktur nur unwesentlich bzw. gar nicht aus den umgebenden Salinaren herausragt, existieren weder Flanken noch Überhänge, Kissenfüße und Salzkeile.

Randsenken

primäre Randsenken

nicht vorhanden oder erhalten

sekundäre Randsenken

nicht vorhanden oder erhalten

Beginn des Kissenstadiums

unbekannt

Beginn des Diapirstadiums

unbekannt

Genese

Vermutlich fanden schon präkretazisch analog zu den Verhältnissen in der Altmark Salzbewegungen statt. Dieser Vorgang wurde aber durch die Herausbildung der Scholle von Calvörde frühzeitig unterbrochen. Die Nachinversionsentwicklung ist seit der höheren Oberkreide vorwiegend durch Subosionsvorgänge gekennzeichnet. Da die kanozoische Nachschubphase fehlt, hat die Struktur einen embryonalen Charakter, von der aufgrund der Ablaugung lediglich der Strukturstumpf erhalten ist.

Bohrungen, Schächte, Gruben, Kavernen

1 Bohrung hat den Caprock erreicht. Schächte, Gruben und Kavernen existieren nicht.

Lagerstätten

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % Dachfläche)

dichte Bebauung 1,7 %

Bewertung

nutzbare Fläche in 300 m unter Caprockoberfläche 11 km², die Basis des salinaren Zechsteins liegt überwiegend oberhalb von 1000 m Tiefe, so daß das nutzbare Volumen vermutlich nicht ausreicht.

Bearbeiter:

FISCHER, KRULL, STIEWE (1993/94)

ZWISCHENAHN**Strukturtyp**

Salzstock über Sockelstörungen

Geographische Lage

TK 25: 2713, 2714, 2813, 2814

TK 100: C 2710, C 2714, C 3108, C 3114

Regionaltektonische Lage

Pompeckj-Scholle; Leer-Bremen-Lineament, zwischen Ostfriesland-Scholle im N und Südoldenburg-Scholle im S.

Sockel (Struktur und Tiefenlage der Zechsteinbasis)

SW-NE-streichender Sockelhorst. Unter dem Hauptteil SE-abschiebende, SW-NE-streichende Sockelstörung, z-Basis auf der Hochscholle 4150 bis 4600 m u. NN, auf der Tiefscholle 4300 bis 4600 m u. NN. Am NE-Ende Vergitterung mit einem WNW-ESE-streichenden Störungssystem.

Strukturelle Verbindungen

Im SW über einen invertierten Graben (KAMPERFEHN-ZWISCHENAHN) mit der Salzstruktur KAMPERFEHN. Im ESE über eine salzgefüllte Störungszone mit der salzmodifizierten Inversionsstruktur OLDENBURG NORDOST.

Aufbauende Salinare

Zechstein (z)

Form und Ausdehnung, Vertikalausdehnung des Salzkörpers

Oval, leicht S-förmig, in NE-SW-Richtung gestreckt. 18,7 km lang, max. 4,5 km breit, Vertikalerstreckung des Salzkörpers 4000 m. Im Niveau der tiefen Trias ist der Salzstock ca. 800 - 1000 m breit.

Maximale Flächenausdehnung des Dachbereiches

69 km²

Kulminationen, Dachmorphologie, Scheitelstörungen und -gräben, Rinnen

Zwei in NE-SW-Richtung gestreckte Kulminationen, die südwestliche (WESTERSCHEPS) bei 380 m u. NN, die nordöstliche (ZWISCHENAHNER MEER) bei 290 m u. NN, dazwischen eine Depression des Daches (480 m u. NN). Dach breit gewölbt, randlich abfallend auf 900-1000 m u. NN, an der N-Flanke bis 1800 m u. NN. Quartäre Rinnen wurden nicht festgestellt.

Sedimente des Deckgebirges

Im Bereich der beiden Kulminationen überlagert Maastricht den Salzkörper, an den hohen Flanken Campan. Flankenabwärts schaltet sich noch geringmächtige marine Unterkreide (Alb) ein. Die Überhänge beiderseits des nördlichen Strukturabschnittes werden nur von Campan bedeckt.

Über den Kulminationen folgen nach einem Hiatus Oberpaläozän und Untereozän, die im zentralen Bereich von Quartär gekappt werden. Randlich findet sich auch noch lückenhaftes Oligozän und Miozän. Das Quartär ist <100 m mächtig.

Caprock

48 m Hutanhidrit in Zwischenahner Meer Z1.

Innentektonik

Nicht gut bekannt, Kaliflöz und Hauptanhidrit A3 sowie Na2 und Na3 nachgewiesen

Flanken, Überhänge, Kissenfüße, Salzkeile

wenig asymmetrisch, gegen die Tiefe konvergierende Flanken; Überhang besonders ausgeprägt im NW (bis 1500 m breit, bis 800 m mächtig, vgl. Bohrungen Zwischenahner Meer Z 1 und Zwischenahn 1 und 2), im SE weniger entwickelt. Salzkeile wurden nicht beobachtet.

Randsenken**primäre Randsenken**

Röt bis Muschelkalk (so - m)

sekundäre Randsenken

Oberjura bis Alb (jo - krl), mit 1800 m am mächtigsten im NE

nachschubbedingte Randsenken

Oberkreide bis Miozän (kro - tmi)

Beginn des Kissenstadiums

Röt-Muschelkalk (so-m)

Beginn des Diapirstadiums Kimmeridge (joK1)

Genese

Über einem SW-NE-streichenden Störungssystem des Sockels bildete sich im Zeitraum Röt-Muschelkalk (prä-Solling ist nicht nachzuweisen) ein Salzkissen, das sich bis in den Dogger hinein asymmetrisch verstärkte. Die SE-Flanke war stärker herausgehoben als die NW-Seite.

Zu Beginn des Oberkimmeridge (frdl. mündl. Mitt. Frau Dr. DULCE) begann der diapirische Durchbruch des Salzes durch das Kissendach. Beiderseits bildeten sich sekundäre Randsenken aus, in denen höherer Malm und Wealden abgelagert wurden und erhalten blieben, während in der Umgebung infolge der regionalen Hebung der Pompeckj-Scholle eine tiefgründige Abtragung erfolgte. Gleichzeitig senkte sich in der südwestlichen Verlängerung, im Abschnitt KAMPERFEHN-ZWISCHENAHN, ein komplexer Graben ein. Eine erste Überdeckung des Salzstockes erfolgte im Alb, diese wurde aber teilweise wieder erosiv entfernt.

Vor dem Maastricht wurde im Zuge der allgemeinen Inversionsbewegungen die SE-Flanke stark herausgehoben und z.T. gegen SE überschoben. Die beidseitigen Überhänge am nordwestlichen Abschnitt der Struktur entwickelten sich im Santon und wurden von Campan überdeckt, das zentrale Teil des Daches erneut erst im Maastricht. Die Beruhigung erfolgte vor Ablagerung des Maastricht.

Die Aufwärtsbewegungen hielten, nach der erosiven Phase im Unter- und Mittelpaläozän, bis in das Miozän an, wie die bedeutenden Schichtlücken unter der Miozänbasis im Firstbereich beweisen.

Bohrungen, Schächte, Grubengebäude, Kavernen, Tagebaue

Ohrwege 1 hat die Firne des Salzstockes untersucht, Zwischenahner Meer Z1, Zwischenahn 1 und 2 haben den nördlichen Überhang untersucht, Zwischenahn 5 den Überhang im SE. Zwischenahn-S Z1 sowie Zwischenahn 3 und 4 durchteuften die südöstliche Randsenke.

Lagerstätten/Wirtschaftliche Nutzung

keine

Konkurrierende Oberflächennutzung (in % der Dachfläche)

Natur- und Landschaftsschutz 35,0 %, Wasserschutz 10,1 %, dichte Bebauung 15,9 %.

Bewertung

nutzbare Fläche 300 m unter Caprockoberfläche: 38,0 km², in 1 km Tiefe: 26,0 km², Komplikationen des Innenbaues sehr wahrscheinlich (Inversionserscheinungen, Überhänge innerhalb des Nutzvolumens), vollständige Abdeckung durch Oberkreide und Paläogen, Scheitelstörungen.

Bearbeiter

FRISCH (1993)