

Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben

Verfahrensunterlage

Titel: Untertägige Temperaturmessungen im Rahmen der geowissenschaftlichen Standorterkundung des Endlagers für radioaktive Abfälle in Morsleben

Autor: BGR

Erscheinungsjahr: 1998

Unterlagen-Nr.: I 057

Revision: 00

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verkürzte Zusammenfassung	3
1 Zielsetzung	4
2 Geothermisches Untersuchungsprogramm	4
2.1 Frühere Untersuchungen	4
2.2 Neu durchgeführte Untersuchungen	5
3 Geothermik der Allertalzone	7
3.1 Regionale Geothermik	7
3.2 Geothermisches Modell der Allertalzone	9
4 Lage und Verzeichnis der untertägigen Temperaturmessungen	13
5 Meßtechnik	20
5.1 Bohrloch-Temperaturmessungen	20
5.2 Infrarot-Oberflächentemperatur-Messungen	30
5.3 Wärmeleitfähigkeitsmessungen	30
6 Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine	32
7 Ergebnis der Temperaturmessungen	35
7.1 Überblick über das Temperaturfeld im Salinar	36
7.2 Lokale Temperaturvariationen	42
7.2.1 Betriebsbedingte Temperaturstörungen	45
7.2.2 Lithologiebedingte Temperaturvariationen	47
7.2.3 Feuchtigkeitsbedingte Temperaturvariationen	49
8 Zusammenfassung	57
9 Literaturverzeichnis	60
10 Anlagenverzeichnis	62

Dieser Bericht besteht aus 63 Seiten einschließlich 23 Abbildungen und 7 Tabellen im Text, sowie 53 Anlagen in 5 Anhängen.

Verkürzte Zusammenfassung

Autoren: Grissemann Christoph, Czora Christoph, Koß Günter

Titel: Untertägige Temperaturmessungen im Rahmen der geowissenschaftlichen Standorterkundung des Endlagers für radioaktive Abfälle in Morsleben - Abschlußbericht.

Stichworte: Gebirgstemperatur, Geothermik, Endlager, Morsleben, Salzgestein, Wärmeleitfähigkeit.

Die Gebirgstemperaturen in der Grube Bartensleben sowie in einem Teil der Grube Marie wurden in 45 untertägigen Bohrungen mittels beweglicher Bohrlochsonden ermittelt. Die Temperaturmessungen werden durch Labormessungen der Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine sowie durch eine geothermische Modellrechnung im Bereich der Salzstruktur Allertal ergänzt. Der Isothermenverlauf im Salinar ist durch die Geometrie der Salzstruktur und durch den Kontrast der Wärmeleitfähigkeiten zwischen den Salzgesteinen und den umgebenden Sedimentgesteinen geprägt. Im untersuchten Bereich bewegen sich die Gebirgstemperaturen zwischen 18.1 und 22.4 °C. Der mittlere geothermische Vertikalgradient beträgt ca. 1.2 K / 100m. In Richtung zu den seitlichen Salzflanken nehmen die Temperaturen örtlich mit Horizontalgradienten von bis zu 0.4 K / 100 m zu. Der Übergangsbereich zwischen der Staßfurtserie und der Leineserie ist durch schwache lithologiebedingte Temperaturvariationen gekennzeichnet. Lokale Temperaturermiedrigungen von wenigen zehntel Grad indizieren vereinzelte Feuchtstellen durch Restlaugen im Anhydrit, Anhydritmittelsalz und im Grauen Salzton. Aufgrund der Wärmeaufnahme aus der Bewetterung sind die Gebirgstemperaturen generell im Nahbereich der Strecken und Abbaue erhöht.

1 Zielsetzung

Das AP 9M 212 331 11 hat die Aufgabe, die geowissenschaftliche Standorterkundung der Salzstruktur Allertal durch geothermische Untersuchungen im Grubengebäude Bartensleben zu ergänzen. Insbesondere waren hochauflösende Temperaturlogmessungen in verfügbaren untertägigen Bohrungen durchzuführen. Die Temperaturmeßergebnisse aus dem Salzgebirge sollten

- ein Bild des natürlichen, ungestörten geothermischen Feldes geben,
- Temperaturdaten für geotechnische Untersuchungen und Modellrechnungen bereitstellen, bzw. getroffene Temperaturannahmen bestätigen,
- bergbaubedingte Veränderungen der Gesteinstemperaturen aufzeigen,
- zur Lokalisierung von in Bohrungen auftretenden Lösungszutritten oder Feuchtstellen beitragen.

2 Geothermisches Untersuchungsprogramm

2.1 Frühere Untersuchungen

Für das Endlager Morsleben sind unter der Zuständigkeit der ehemaligen DDR folgende geothermische Untersuchungen durchgeführt worden:

- Bohrloch-Temperaturmessungen zur Ermittlung des natürlichen Temperaturfeldes im Bereich der Grube Bartensleben durch das ehemalige Brennstoffinstitut Freiberg(1972).
- Oberflächengeothermische Testmessungen im Gebiet Morsleben durch den ehemaligen WB Angewandte Geophysik der Bergakademie Freiberg (1988).
- Wärmeleitfähigkeitsmessungen an einzelnen Steinsalzproben aus einer Kernbohrung der Grube Bartensleben durch das ehemalige ZIPE in Potsdam (1975).

Bohrloch-Temperaturmessungen

Noch im Planungsstadium des Endlagers wurde 1972 durch das Brennstoffinstitut Freiberg des VEB Gaskombinat Schwarze Pumpe im Auftrag der Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz eine erste geothermische Vermessung im Grubengebäude Bartensleben vorgenommen. Die Messung der Gebirgstemperaturen fand aus Kostengründen ausschließlich in bereits vorhandenen Kurzbohrungen von 1 bis 4 m Länge statt. Die meisten

Meßstellen befanden sich daher noch in dem von den Wettertemperaturen bestimmten Wärmeausgleichsmantel, so daß Werte des natürlichen, ungestörten Temperaturfeldes nur an einzelnen am Rande des Grubengebäudes gelegenen Meßpunkten abgeschätzt werden konnten. Zum damaligen Zeitpunkt lagen die Wettertemperaturen unter den wahren Gesteinstemperaturen, so daß in bis zu 14 m radiale Entfernung von den Strecken eine Absenkung der Gebirgstemperaturen zu beobachten war.

Infrarot-Testmessungen

Durch Testmessungen (1988) auf zwei obertägigen, das Allertal querenden Profilen, sowie auf einem untertägigen Profil entlang dem Ostquerschlag auf der 4.Sohle Bartensleben wurde vom ehemaligen WB Angewandte Geophysik der Bergakademie Freiberg gezeigt, daß oberflächengeothermische Infrarot- Messungen Hinweise auf geologische Strukturen sowie auf lokale Wärmequellen oder -senken geben können.

Wärmeleitfähigkeitsmessungen

1975 wurden drei Steinsalzproben aus einer nicht näher lokalisierten Kernbohrung im Bereich der Grube Bartensleben auf ihre Wärmeleitfähigkeit im Temperaturbereich zwischen 24° und 91°C untersucht. Die Ergebnisse liegen im Bereich der von BIRCH & CLARK (1949) angegebenen Referenzwerte.

2.2 Neu durchgeführte geothermische Untersuchungen

Das vorliegende Arbeitspaket umfaßte die folgenden Untersuchungen:

- Modellberechnung des natürlichen geothermischen Temperaturfeldes im Bereich der Allertal- Salzstruktur. Auf der Basis der geometrischen Strukturen eines generalisierten geologischen Schnittes durch die Allertalzone wurde durch Zusammenfassung von thermisch ähnlichen Gesteinen und Zuordnung typischer Wärmeleitfähigkeitswerte ein geothermisches Modell erstellt. Die Berechnung des resultierenden Temperaturfeldes und des Verlaufes der Isothermen erfolgte nach der Methode der Finiten Differenzen.
- Erfassung der Gebirgstemperaturen im Salinar durch Aufnahme von Temperaturlogs in 45 untertägigen Bohrungen mittels beweglicher Bohrlochsonden. Die Durchführung der Bohrlochtemperaturmessungen erfolgte - unter Betreuung durch die Markscheiderei des Grubenbetriebes- teilweise durch Mitarbeiter der BGR, zu einem erheblichen Teil durch einen Meßtrupp der DBE (Mewes, Hoppe). Für diese Untersuchungen wurden sowohl die neuen geologischen Erkundungsbohrungen aus dem laufenden geowissenschaftlichen

Erkundungsprogramm genutzt als auch Altbohrungen von vor 1961, die zum Teil 1996/97 für Radar-Vermessungen wiederaufgewältigt worden waren. Um von der jahrzehntelangen Bewitterung möglichst unbeeinflusste, natürliche Gebirgstemperaturen erfassen zu können, wurden für die geothermischen Messungen nur Bohrungen verwendet, die mindestens 40 m, zum Teil auch 150 bis über 350 m von den Strecken ins Gebirge reichen.

- Infrarot-Testmessungen von Gesteinsoberflächen-Temperaturen im Umfeld der Laugentropfstelle im Lager H / Marie. Die Messungen erfolgten im Auftrag des BfS durch das Institut für Geophysik der Bergakademie Freiberg (Prof. Dr. Chr. Oelsner). Dieses Testprogramm wurde nicht durch ein Bohrlochmessprogramm ergänzt, um die Sicherheit des Bereiches nicht durch zusätzliche Verritzung zu beeinträchtigen.
- Laborbestimmung repräsentativer Wärmeleitfähigkeitswerte der Salzgesteine des Allertal-Salinars anhand von 48 Proben aus untertägigen Bohrungen im Grubenfeld Bartensleben. Die beprohten Gesteine umfassen Steinsalz, Anhydrit, Hartsalz, Carnallit, Salzton und Leinekarbonat.

3 Geothermik der Allertalzone

3.1 Regionale Geothermik

Die seit dem Zechstein bis ins Tertiär mehrfach tektonisch aktiv gewesene Allertalzone (BEST & ZIRNGAST 1998) tritt bei großregionaler Betrachtung der geothermischen Untergrundtemperaturen als ein lokales Temperaturminimum in Erscheinung, welches korridorartig einen breiten, von Westen nach Osten durch ganz Norddeutschland streichenden Rücken erhöhter Temperaturen durchschneidet (s. Abb.1; Basiskarten der geothermischen Temperaturen in SCHUSTER 1968 und HURTER & HÄNEL 1998). In 500 m Tiefe unter Gelände (also im Niveau der Salzbasis der Salzstruktur Allertal) sind danach verhältnismäßig niedrige Temperaturen im Bereich von 20° - 25° C und in 1000 m Tiefe Werte unter 35° Celsius zu erwarten. Da sich die geothermische Wärmestromdichte regional nur wenig ändert, sie beträgt im betrachteten Gebiet nach HÄNEL (1979) etwa 60 mW/m², spiegeln lokale Temperaturvariationen vor allem die Verbreitung der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten der geologischen Schichten wider.

Salzgesteine weisen im Verhältnis zu allen anderen Sedimenten teilweise mehr als doppelt so hohe Wärmeleitfähigkeitswerte auf (BIRCH U. CLARK 1949), so daß insbesondere bei hoch aufgewölbten Salzdomen der natürliche geothermische Wärmestrom in einer Art "Kamineffekt" bevorzugt durch die Salzstruktur zur Erdoberfläche abgeleitet wird. Die damit einhergehenden spezifischen Verzerrungen des normalen Temperaturfeldes wurden erstmals von GIESBL & HOLZ (1970) am Beispiel des Benther Salzstockes berechnet. Salzstrukturbedingte Temperatureffekte sind auch im Bereich des Allertalsalinars zu erwarten, wenngleich infolge der geringen Teufenerstreckung nur mit relativ kleinen absoluten Beträgen zu rechnen ist. Bereits THIELE (1972) äußerte zusätzlich die Vermutung, daß die parallel zur Allertalzone auftretende Temperaturenniedrigung zumindest teilweise in ursächlichem Zusammenhang mit dem in dieser Region von SW nach NE gerichteten Aufsteigen des relativ gut wärmeleitenden Präzechstein-Sockels stehen könnte.

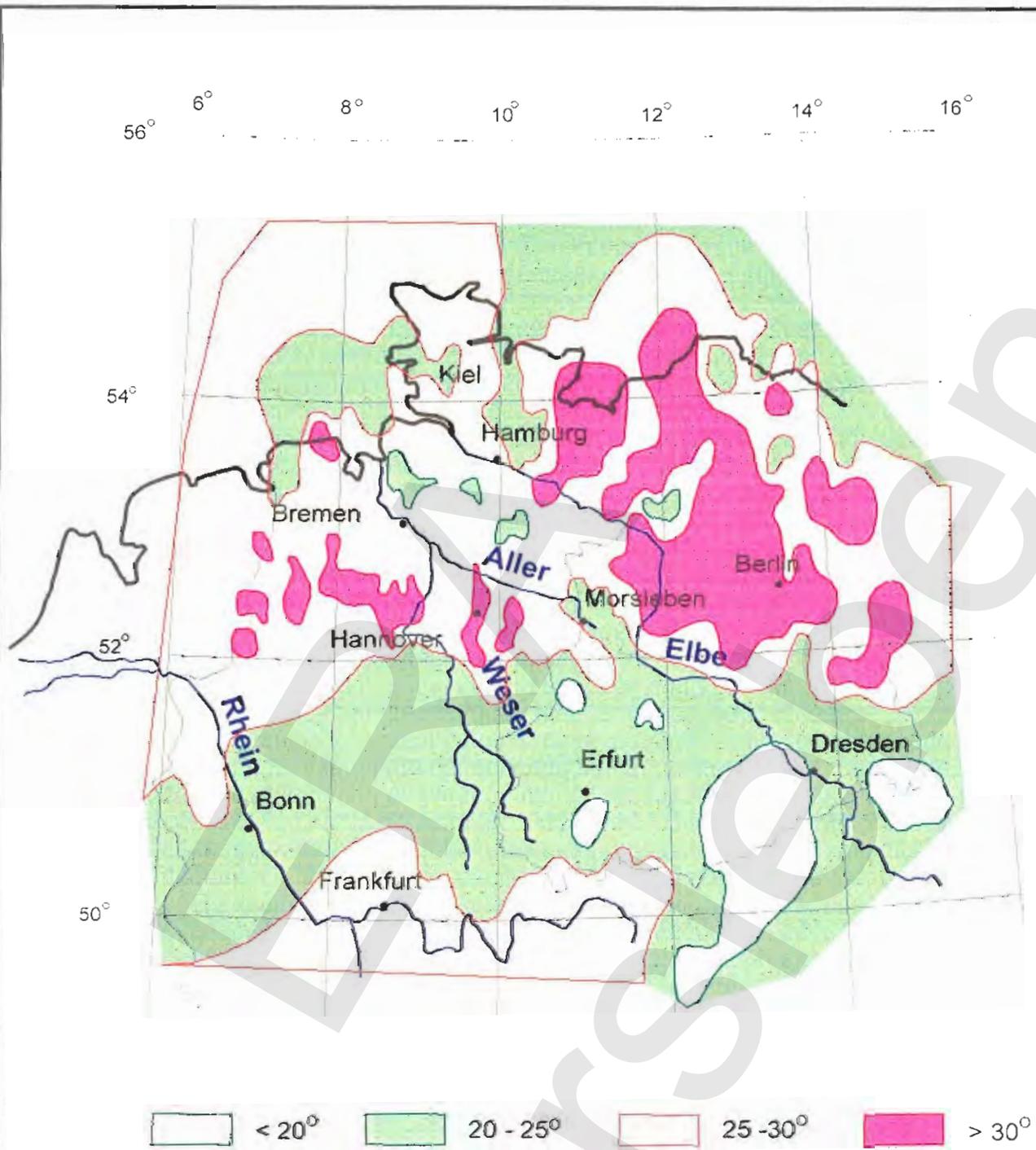


Abb.1: Geothermische Karte von Norddeutschland.
Temperaturverteilung in 500m Tiefe.

Quelle: umgezeichnet nach R. Schellschmidt (GGA)
in Hurter und Hänel 1998

3.2 Geothermisches Modell der Allertalzone

(Unter Mitwirkung von G. Delisle)

Zur Klärung der regionalen geothermischen Temperaturanomale sowie zur Gewinnung einer spezifischen Vorstellung über die Form des im Salinar zu erwartenden natürlichen Temperaturfeldes wurde der Verlauf der Isothermen und des Wärmestromes in einem geothermischen Modell der Allertalzone berechnet. Dem zweidimensionalen Modell liegt ein generalisierter geologischer Schnitt (nach BEST & ZIRNGAST 1997) zugrunde, auf dessen Basis eine geometrische Diskretisierung und Zusammenfassung der lithologischen Einheiten in vier Bereiche mit ähnlichen Wärmeleitungseigenschaften erfolgte (Abb. 2). Die Zuweisung von mittleren Wärmeleitfähigkeitswerten zu den verschiedenen Gesteinsgruppen orientiert sich an eigenen Labormessungen, an Literaturangaben sowie an Erfahrungswerten aus Modellrechnungen in äquivalentem geologischem Umfeld.

Tabelle 1: Wärmeleitfähigkeiten im geothermischen Modell der Allertal-Zone

Gesteinsgruppe	Wärmeleitfähigkeit k in Watt / (m K)
Kompaktierte Gesteine des präsalinaren Sockels	3.2
Buntsandstein	2.4
Jüngere mesozoische und känozoische Schichten, einschließlich Deckgebirge	2.1
Salinar, mit Hauptkomponenten Steinsalz und Anhydrit	5.5 (bei 20°C ^{*)})

^{*)} Die Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine (s. Abb.12) ist im Rechenprogramm zwar enthalten, hat jedoch infolge der geringen Temperaturunterschiede innerhalb des Salinars kaum Bedeutung).

Die numerische Modellrechnung erfolgt nach dem von DELISLE (1980) für Berechnungen am Salzstock Gorleben entwickelten Verfahren. Als rechnerische Randbedingungen werden an der Erdoberfläche eine konstante mittlere Jahrestemperatur von 8°C angesetzt sowie an der Unterkante des Modells in 18 km Tiefe eine vertikale Wärmestromdichte von 60 mWatt/m², die konstant aus dem Erdinneren aufsteigt. Als Startmodell wird in jeder vertikalen Säule des diskretisierten Modells eine Anfangs-Temperaturverteilung angenommen, die sich

- bei zunächst bis an die Oberfläche konstant gedachtem vertikalen Wärmestrom - aus der Sequenz der Wärmeleitfähigkeiten ergibt. Mit Hilfe eines Algorithmus der Finiten Differenzen wird sukzessiv in fiktiven Zeitschritten die instationäre Wärmeleitungsgleichung (1) gelöst bis eine quasistationäres Temperatur- und Wärmestromfeld erreicht ist.

$$(1) \quad \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{\rho \cdot c} \operatorname{div}(\operatorname{grad} T)$$

(T = Temperatur, t = Zeit, k = Wärmeleitfähigkeit, ρ = Dichte, c = Wärmekapazität).

Für $t \rightarrow \infty$ geht unter den getroffenen Randbedingungen $\frac{\partial T}{\partial t} \rightarrow 0$ und es wird $\operatorname{div}(\operatorname{grad} T) = 0$ für das stationäre geothermische Temperaturfeld.

In Abb.3 ist der für das Modell berechnete Verlauf der Isothermen zusammen mit dem generalisierten geologischen Schnitt dargestellt.

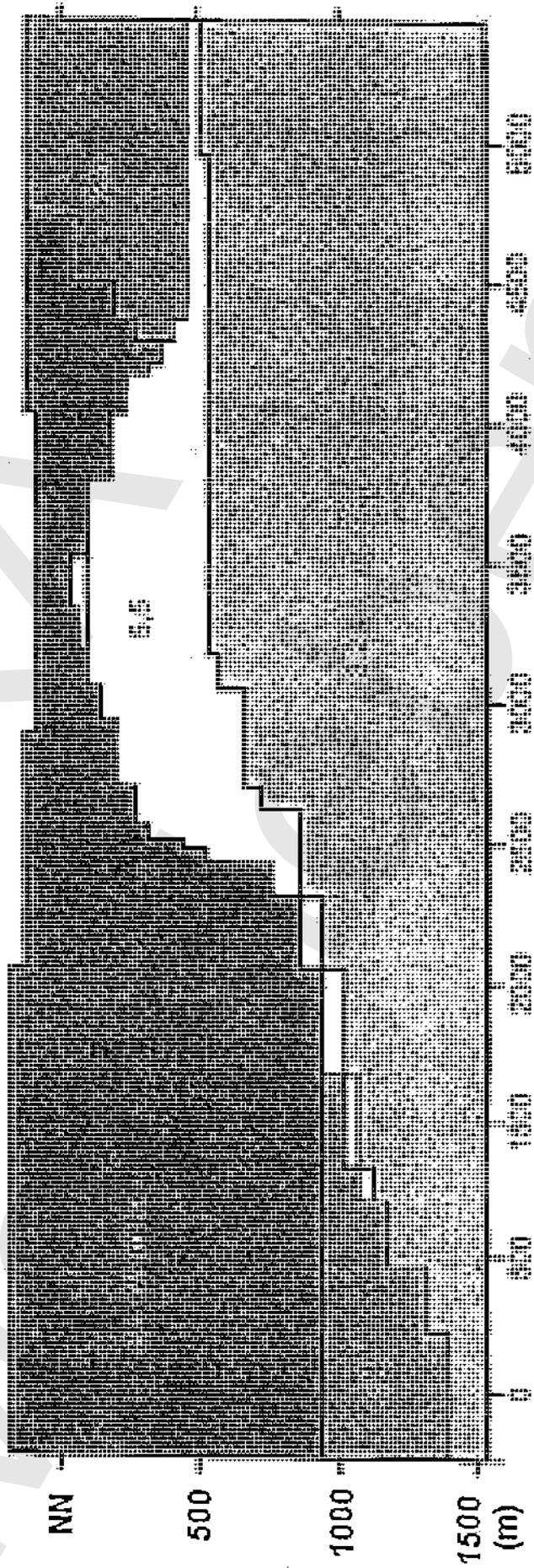
Der Verlauf der Isothermen wird, von der Wirkung des Zechsteinsalinars zunächst abgesehen, im wesentlichen von der Mächtigkeit der mesozoischen und känozoischen Schichten bestimmt. Da diese den aufsteigenden Erdwärmestrom deutlich weniger gut leiten als die liegenden paläozoischen Schichten, wirken sie als Wärmestauer, in deren Verbreitungsgebiet die Temperaturen umso höher liegen, je mächtiger sie sind.

Dementsprechend beträgt z.B. die berechnete Tiefenlage der 40° Isotherme im SE der Allertalzone, wo die Hangendschichten des Zechsteins über 1500 m Mächtigkeit erreichen, nur ca. 1000 m unter Gelände, während sie unter der nur 500 m mächtigen Weferlinger Triasplatte im NE auf ca. 1400 m u. Gelände absinkt. Im Niveau 1000 m u. NN beträgt die Temperaturdifferenz ca. 5 Grad.

Die Sockel-Anomalie wird von der geothermischen Anomalie der eigentlichen Allertal-Salzstruktur überlagert. Abb. 4 zeigt zur Verdeutlichung einen vergrößerten Ausschnitt des Modelltemperaturfeldes aus dem zentralen Teil der Abb. 3, der dem Bereich der Grube Bartensleben entspricht (die kurzwelligen Schwankungen der Isothermen in Abb. 4 sind nicht relevant, sondern durch das Modellgitter und das Interpolationsprogramm bedingt).

Die Modellrechnung ergibt, daß die von anderen Salzstöcken bekannten charakteristischen Eigenschaften auch in der Allertal-Salzstruktur auftreten, die absoluten Anomaliebeträge infolge der verhältnismäßig geringen Teufenerstreckung des Salinars jedoch relativ gering sind.

Abb. 2: Geothermisches Modell der Allertal-Zone



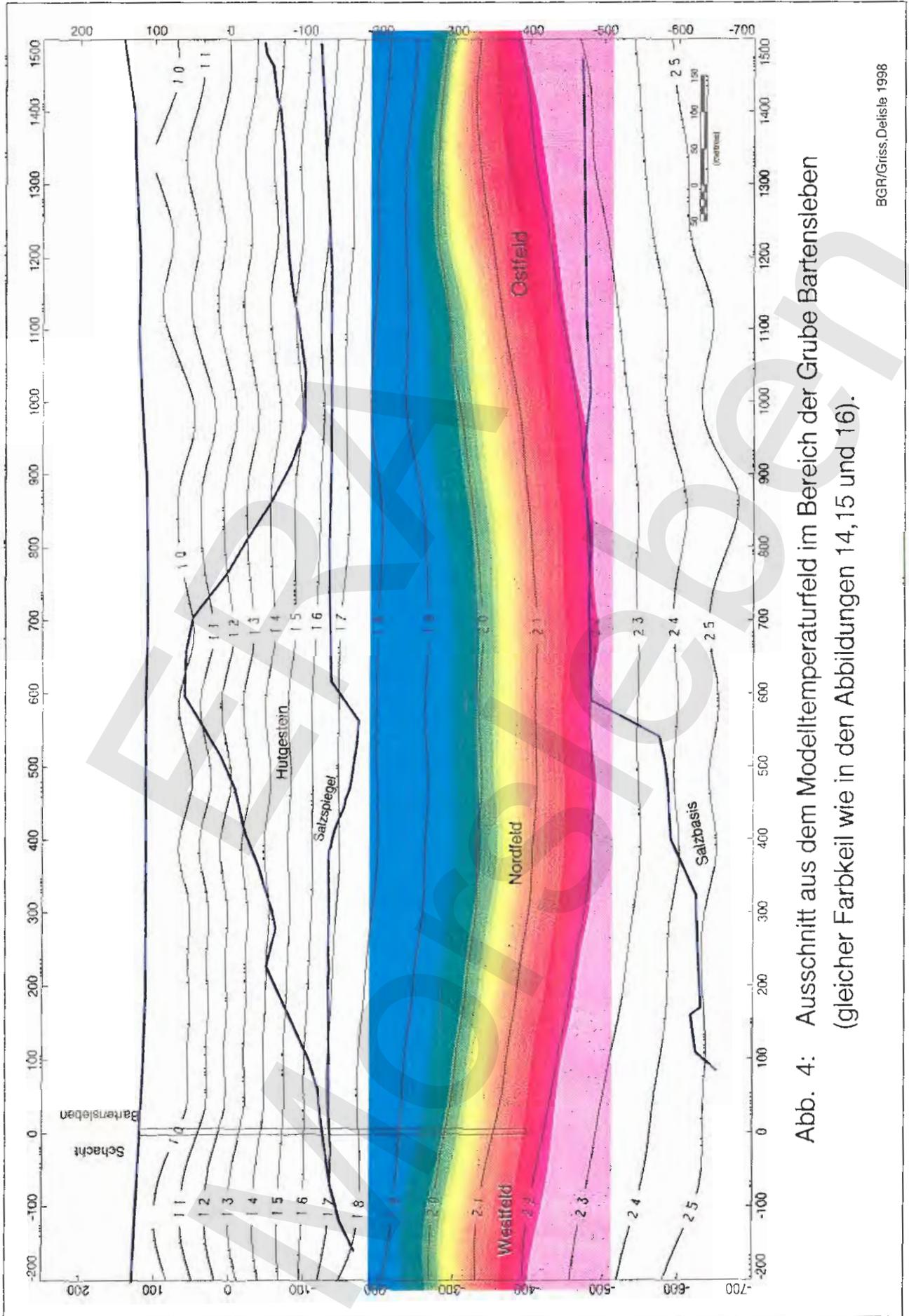


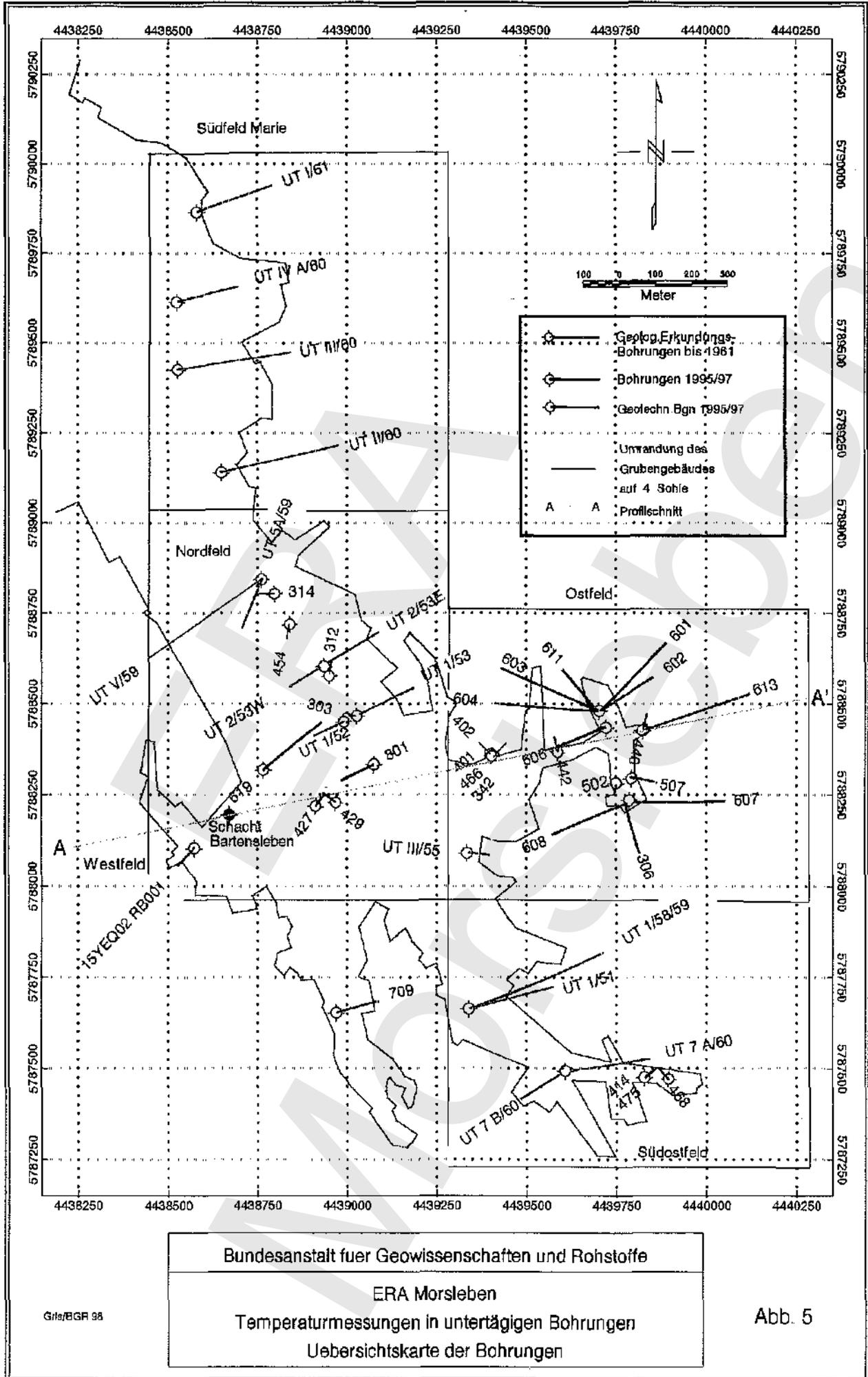
Abb. 4: Ausschnitt aus dem Modelltemperaturfeld im Bereich der Grube Bartensleben
(gleicher Farbkeil wie in den Abbildungen 14, 15 und 16).

Eigenschaften des Modellfeldes

- In den südwestlichen und nordöstlichen Randzonen verlaufen die Isothermen horizontal und parallel, der Wärmestrom fließt ungestört vertikal zur Erdoberfläche (Abb. 3).
- Im Sockel unterhalb des Salinars sowie im unteren Bereich des Salinars selbst sind die Isothermen nach unten gekrümmt. Der Wärmestrom ist aus der Vertikalen zur Achse des Salinars hin geneigt (die nicht dargestellten Stromlinien verlaufen an jeder Stelle orthogonal zu den Isothermen), so daß im oberen Bereich des Salinars sowie in der Deckschicht eine erhöhte Wärmestromdichte entsteht. Im Verhältnis zu den ungestörten Randgebieten herrschen hier erniedrigte Temperaturen. An der Salzbasis beträgt die Temperaturniedrigung etwa 2° . Vom Zentrum des Salinars in Richtung zu den Salzflanken gleicht sich die negative Temperaturanomale durch lateralen Temperaturanstieg mit horizontalen Gradienten von bis zu $0.4 \text{ K}/100 \text{ m}$ aus. An der Flanke selbst tritt sogar eine geringfügige positive Anomalie auf.
- Im Deckgebirge oberhalb des Salinars sind die Isothermen zusammengedrängt, der erhöhte Wärmestrom (die Rechnung ergibt Werte bis $88 \text{ mW}/\text{m}^2$) führt jedoch nur unmittelbar über dem Salinar zu geringfügig höheren Temperaturen als in den ungestörten Randbereichen. Der Isothermenverlauf im Deckgebirge ist zusätzlich durch die Morphologie des Allertales geprägt.

4 Lage und Verzeichnis der untertägigen Temperaturmessungen

Abb. 5 gibt einen Überblick über die Lage der untertägigen Bohrungen, die für das geothermische Untersuchungsprogramm genutzt werden konnten. Ihre Verteilung im Grubengebäude ermöglichte Messungen in den Bereichen Südost-, Ost- und Nordfeld der Grube Bartensleben sowie im Südfeld der Grube Marie. In den Tabellen 2 bis 5 sind die Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte der vermessenen Abschnitte (in der Regel wurde die gesamte Länge vermessen) mit den zugehörigen Temperaturen zusammengestellt



Gife/BGR 98

Abb. 5

Temperaturmessungen im Nord- und Westfeld Bartensleben

Bohrort	Bohrung	Länge Bohrung	Meßbeginn				Meßende				Meßtechniker	Meßdatum
			Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.	Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.		
12YEQ01	RB427	38,00	4438913,30	5788219,20	-288,80	20,13	4438936,20	5788249,41	-284,53	19,80	Hoppe,Mewes	27.08.1996
12YEQ01	RB429	40,00	4438968,60	5788230,30	-288,30	20,41	4438934,92	5788254,78	-283,95	19,75	Mewes,Hoppe	27.08.1996
12YEQ21	RB619	209,00	4438766,78	5788317,67	-283,57	20,42	4438929,65	5788447,86	-292,02	19,86	Hoppe	06.11.1996
12YER22	RB801	100,08	4439074,30	5788332,36	-285,92	20,29	4438986,58	5788290,31	-262,45	19,55	Czora,Kahnt	22.01.1996
15YEQ02	RB001	66,17	4438573,31	5788104,75	-331,17	21,11	4438529,57	5788057,82	-330,78	21,22	Hoppe	24.01.1997
17YER21	RB001 UT I/52W	94,20	4438993,06	5788450,65	-368,00	20,96	4438907,38	5788411,74	-363,47	20,84	Hoppe,Mewes	29.10.1996
17YER21	RB002 UT I/53	174,50	4439036,66	5788471,62	-369,93	20,78	4439193,03	5788547,29	-377,36	20,58	Hoppe	13.06.1997
17YER21	RB003 UT I/53W	100,00	4438924,74	5788599,03	-370,26	20,95	4438839,47	5788546,95	-367,09	20,74	Hoppe,Mewes	29.10.1996
17YER21	RB004 UT I/53E	165,50	4438946,55	5788612,77	-370,22	21,64	4439089,90	5788696,85	-363,77	20,53	Mewes,Hoppe	24.10.1996
17YER21	RB008 UT V/59	380,90	4438760,60	5788844,10	-369,90	20,06	4438450,81	5788630,68	-348,72	20,99	Mewes	21.03.1997
17YER21	RB009 UT VA/59	150,50	4438764,46	5788844,13	-369,22	20,31	4438707,84	5788709,00	-334,83	19,66	Czora	04.04.1997
17YER21	RB303	40,33	4439024,00	5788455,60	-368,30	20,88	4438995,90	5788472,90	-340,39	20,51	Hoppe,Mewes	11.09.1996
17YER21	RB312	39,93	4438951,90	5788582,10	-368,70	21,25	4438958,19	5788616,03	-348,54	20,61	Mewes,Hoppe	11.09.1996
17YER21	RB314	39,93	4438799,20	5788604,00	-370,20	21,04	4438759,57	5788804,00	-366,73	20,95	Mewes,Hoppe	11.09.1996
17YER21	RB454	40,25	4438840,60	5788720,20	-370,00	21,06	4438833,92	5788680,75	-365,92	20,91	Mewes,Hoppe	24.10.1996

Tabelle 2

Temperaturmessungen im Ostfeld Bartensleben

Bohrort	Bohrung	Länge Bohrung	Meibeginn				Meiende				Meitechnik	Meidatum
			Rechtswert	Hochwert	Hhe (NN)	Temp.	Rechtswert	Hochwert	Hhe (NN)	Temp.		
12YER62	RB001 UT III/55	58,29	4439340,10	5788092,50	-287,70	20,37	4439397,90	5788085,58	-281,67	19,71	Hoppe,Mewes	26.08.1996
12YER61	RB601	284,20	4439707,30	5788482,90	-282,50	19,93	4439890,60	5788667,55	-239,00	19,32	Czora,Kahnt	28.09.1995
12YER61	RB602	201,88	4439710,21	5788483,23	-281,88	20,09	4439873,69	5788587,93	-238,90	18,54	CzGrI	16.06.1995
12YER61	RB603	294,90	4439698,00	5788481,30	-282,90	20,49	4439404,50	5788502,25	-283,55	19,45	CzKa	23.05.1995
12YER61	RB604	285,00	4439700,30	5788482,50	-282,80	19,68	4439439,12	5788593,43	-257,45	18,57	Czora	16.10.1995
12YER61	RB606	253,50	4439718,50	5788436,30	-286,60	20,78	4439566,27	5788375,70	-479,93	22,05	Kahnt,Czora	28.05.1997
12YER61	RB610	243,00	4439697,58	5788480,10	-286,62	20,52	4439601,06	5788592,37	-478,88	22,18	Gr,Ka,Cz	13.05.1997
17YEA63	RB306	156,00	4439775,10	5788230,60	-351,40	21,48	4439815,25	5788091,85	-410,10	21,17	Mewes,Hoppe	18.10.1996
17YEA63	RB507	73,43	4439791,35	5788298,32	-342,50	21,09	4439863,40	5788284,25	-344,97	20,63	Mewes,Hoppe	10.09.1996
17YEA63	RB607	270,30	4439803,10	5788230,50	-346,90	20,88	4440053,65	5788233,86	-245,61	19,36	Czora	16.11.1995
17YEA63	RB608	319,60	4439780,08	5788227,94	-349,36	20,67	4439491,64	5788106,46	-285,55	19,42	Mewes,Hoppe	26.09.1996
17YEQ01	RB440	39,93	4439825,50	5788431,60	-369,20	21,40	4439835,28	5788470,33	-367,50	20,93	Mewes,Hoppe	10.09.1996
17YEQ01	RB442	41,08	4439586,90	5788368,30	-370,20	21,44	4439577,35	5788407,99	-365,82	20,70	Mewes,Hoppe	10.09.1996
17YER01	RB613	308,80	4439627,82	5788427,28	-369,34	21,47	4451651,65	5803561,87	-372,79	21,76	Czora	11.01.1996
17YER42	RB342	41,84	4439406,70	5788355,57	-369,35	21,48	4439431,06	5788385,73	-353,64	20,97	Mewes,Hoppe	28.08.1996
17YER42	RB401	38,00	4439404,00	5788363,50	-370,30	20,88	4439433,36	5788388,20	-364,98	20,74	Mewes,Hoppe	28.08.1996
17YER42	RB402	40,80	4439399,50	5788362,30	-370,40	21,09	4439370,44	5788390,66	-366,82	20,79	Mewes,Hoppe	28.08.1996
17YER42	RB466	19,25	4439404,60	5788360,90	-370,50	20,84	4439419,33	5788373,17	-368,49	20,80	Mewes,Hoppe	28.08.1996

Tabelle 3

Temperaturmessungen im Südost- und Südfeld Bartensleben

Bohrort	Bohrung	Länge Bohrung	Meißbeginn				Meißende				Meißtechnikler	Meißdatum
			Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.	Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.		
17YEA52	RB001 UT I/58/59	398,00	4439343,28	5787665,55	-369,57	21,60	4439707,84	5787817,01	-381,10	20,84	Czora	05.02.1997
17YEA52	RB002 UT I/51	241,83	4439343,89	5787665,14	-370,24	21,72	4439572,67	5787725,45	-411,16	21,65	Czora	01.07.1997
17YEQ53	RB414	39,73	4439832,70	5787476,10	-373,40	20,82	4439862,60	5787502,02	-370,72	20,68	Hoppe	19.09.1996
17YEQ53	RB468	39,93	4439896,00	5787471,00	-373,10	20,91	4439869,66	5787601,15	-369,11	20,66	Hoppe	19.09.1996
17YEQ53	RB475	40,18	4439830,50	5787476,20	-373,40	21,13	4439861,26	5787501,99	-372,21	20,69	Hoppe	19.09.1996
17YER31	RB709	120,47	4439972,52	5787655,34	-371,04	21,63	4439088,43	5787686,37	-375,10	21,66	Hoppe,Czora	23.01.1997
17YER51	RB001 UT VIIA/60	208,90	4439621,50	5787495,91	-371,44	20,65	4439827,86	5787525,45	-380,63	20,31	Czora	25.06.1997
17YER51	RB002 UT VIIB/60	133,64	4439596,58	5787487,36	-371,62	19,82	4439482,76	5787417,51	-366,82	20,12	Hoppe	04.03.1997

Tabelle 4

Temperaturmessungen im Südfeld Marie

Bohrort	Bohrung	Länge Bohrung	Meßbeginn				Meßende				Meßtechniker	Meßdatum
			Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.	Rechtswert	Hochwert	Höhe (NN)	Temp.		
07YER85	RB001 UT I/61	220,90	4438584,14	5789866,74	-230,31	19,28	4438792,40	5789939,55	-229,59	19,05	Mewes,Hoppe	27.01.1997
15YEA81	RB001 UT IVA/60	174,60	4438528,99	5789615,69	-327,65	20,84	4438897,88	5789656,93	-312,22	19,71	Mewes	09.12.1996
15YEA81	RB003 UT III/60	322,50	4438526,98	5789426,62	-328,23	21,39	4438844,91	5789473,36	-304,22	19,74	Mewes	02.12.1996
15YER81	RB004 UT II/60	288,60	4438648,08	5789142,00	-327,35	20,95	4438927,30	5789204,02	-289,48	19,80	Mewes,Hoppe	07.01.1997

Tabelle 5

5 Meßtechnik

5.1 Bohrloch-Temperaturmessungen

Um lithologische oder feuchtzonenbedingte lokale Variationen des Temperaturfeldes ausreichend genau zu erfassen, war es erforderlich, die Gebirgstemperaturen nicht nur an einzelnen ausgewählten Stellen zu messen, sondern mit Hilfe von beweglichen Sonden Temperaturlogs entlang der vollen Länge der untertägigen Bohrlöcher aufzunehmen. Die Meßtechnik mußte sich hierfür sowohl hinsichtlich der Bauart der Meßsonden als auch bei der Bewegung der Sonden an zwei Umständen orientieren, die im allgemeinen bei geothermischen Messungen in obertägigen Bohrungen nicht vorkommen, sondern nur im Untertage-Bergbau gegeben sind: Trockene Bohrungen und horizontale bis ansteigende Bohrungen. Im Gegensatz zu geothermischen Standardmessungen in obertägigen, wassergefüllten Bohrungen fehlt hierbei der durch die Flüssigkeitsfüllung sehr gut gegebene Wärmekontakt zwischen dem Temperaturfühler und dem Gestein. Mit Bohrlochtemperatursonden üblicher Bauart kann daher in trockenen Bohrungen die Gebirgstemperatur nur indirekt über die Lufttemperatur im Bohrloch erfaßt werden. Natürliche oder durch die Befahrung verursachte Luftbewegungen können die Messung beeinflussen. Es wurde daher ein neuer Sondentyp konstruiert und in geeigneten Bohrlöchern eingesetzt, mit dem zusätzlich zur Lufttemperatur in der Bohrlochachse die Temperatur in nächster Nähe zur Wand erfaßt werden konnte (Kombisonde). Es zeigte sich, daß Wandfühler Temperaturvariationen in manchen Fällen räumlich etwas schärfer lokalisieren können als Luftfühler, sie sind andererseits störungsempfindlicher durch Reibung und bei Verkrustungen der Bohrlochwand.

Das Bohrlochmeßsystem besteht aus folgenden Komponenten:

- 2 verschiedene Typen Temperatursonden;
- Schubgestänge;
- 7-adriges Meßkabel, auf Handtrommel oder Maschinenwinde;
- digitales Multimeter;
- Steuer- und Registrier-Rechner.

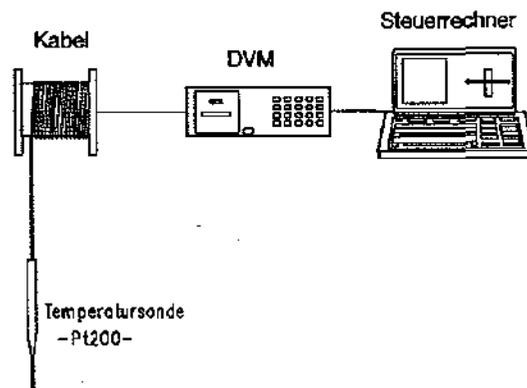


Abb.6 : Schema des Bohrlochmeßsystems

Temperatursonden (Abb. 7 und Abb. 8).

Die eigentlichen Temperaturfühler sind Platin-Widerstände (Pt-100, Pt-200), die in Vier-Leiter-Schaltung mit der Registriereinheit verbunden sind.

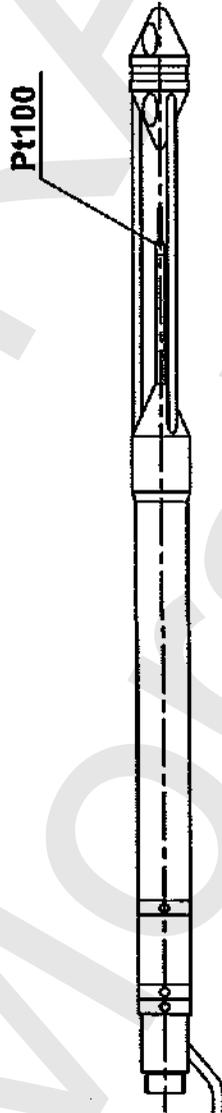
In Bohrungen mit freien Durchmessern kleiner 80 mm kam der einfache Meßkopf Typ A zur Anwendung, der bei einem Durchmesser von 40 mm nur einen zentralen Pt-200 Sensor trägt. Er mißt die Lufttemperatur im Bohrloch, beziehungsweise in flüssigkeitsgefüllten Bohrungen die Temperatur der Flüssigkeit.

In Bohrungen mit freiem Durchmesser größer 86 mm wurde der neu entwickelte Bohrlochsonden-Typ B eingesetzt. Dieser Mehrfachmeßkopf trägt vier elektrisch in Reihe geschaltete Pt-100 Temperatursensoren, von denen sich ein Sensor axial in der Luft befindet, während drei weitere an der Bohrlochwand anliegen und so die Wandtemperatur messen. Der Durchmesser der Kombisonde kann durch Spannung eines Federkorbes Bohrlochdurchmessern zwischen 86 mm und 130 mm angepaßt werden.

Die Wandfühler sind auf gefederten Rahmen montiert, die über kugelgelagerten Rollen an der Wand entlang geführt werden. Durch Stellschrauben wird die Fühleroberfläche so dicht wie möglich an die Wand der Bohrung gebracht, im Idealfall berührt sie diese ohne merklichen Druck. Infolge der bohrtechnischen Wandrauigkeit sowie infolge von Verkrustungen und Verschmutzungen mit Bohrstaub oder Bohrschlamm stehen die Wandfühler in der Praxis in unregelmäßigem Berührungskontakt, wodurch beim Verschieben Reibungswärme entstehen kann.

BGR Temperatur Bohrlochsonden für trockene und laugenführende Bohrungen

Typ A Bohrlochdurchmesser > 50mm



Typ B "Kombisonde" Bohrlochdurchmesser 86 - 130mm

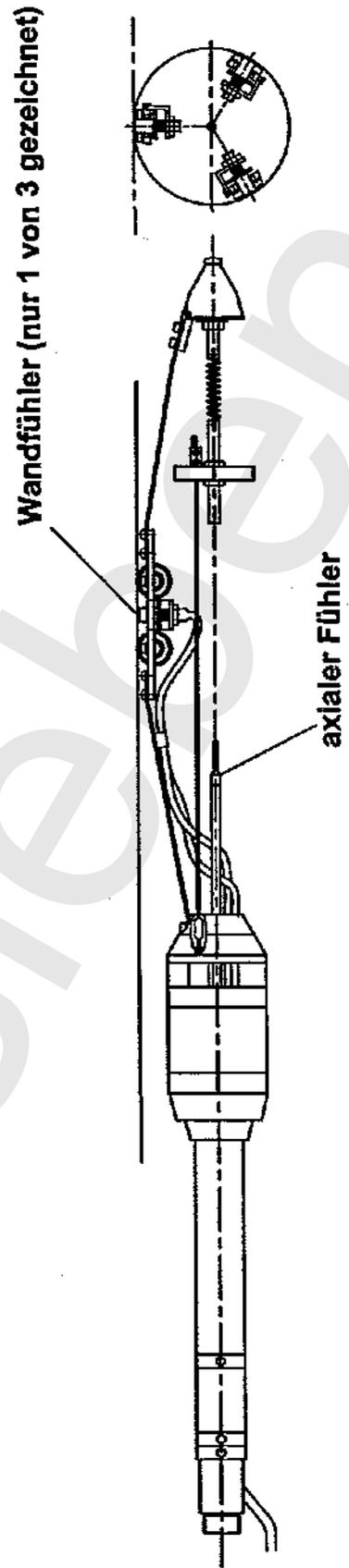
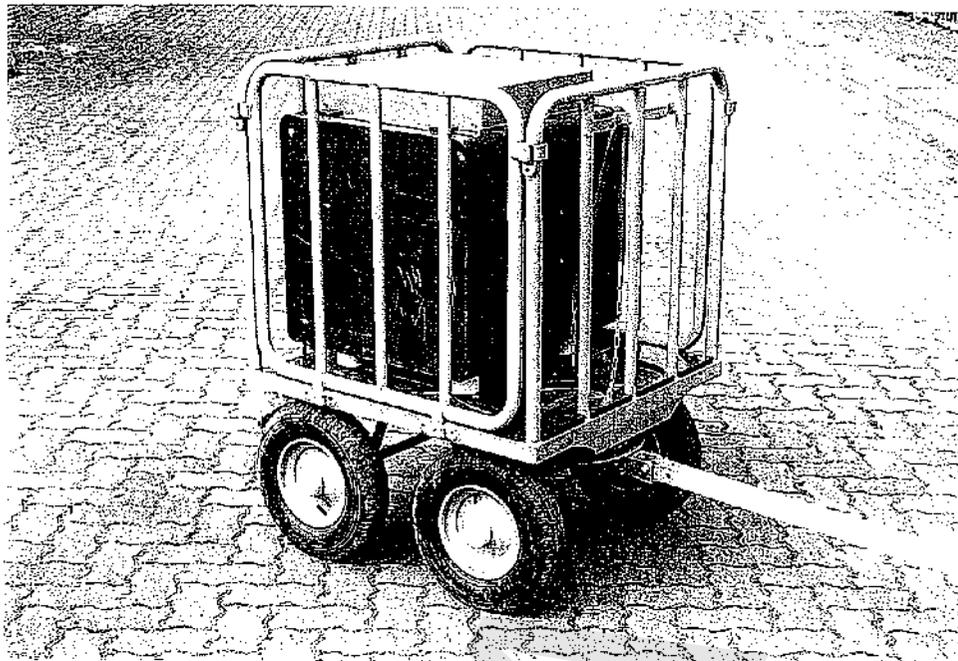
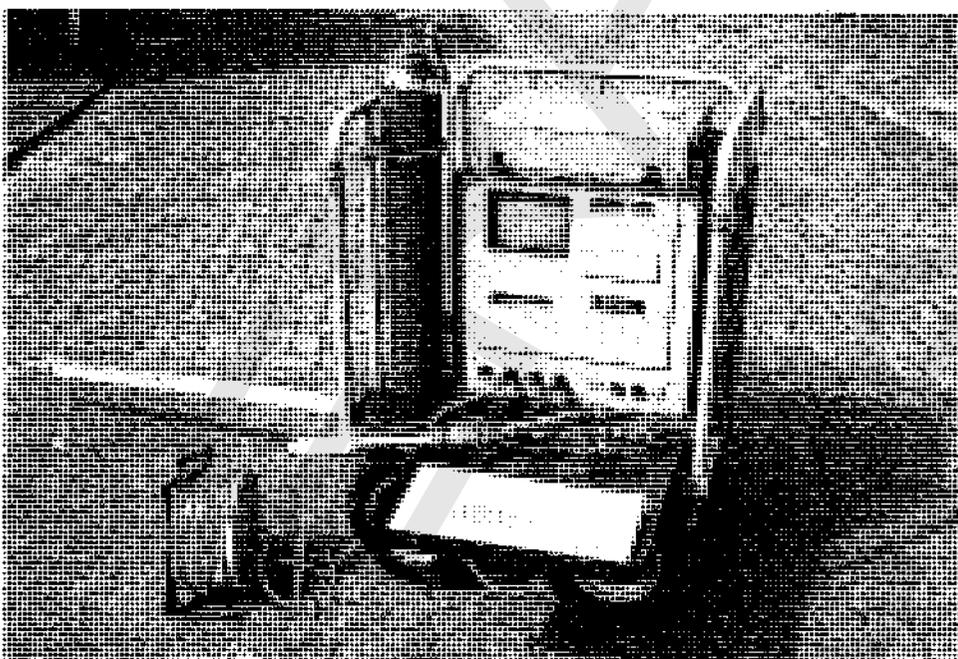


Abb. 7

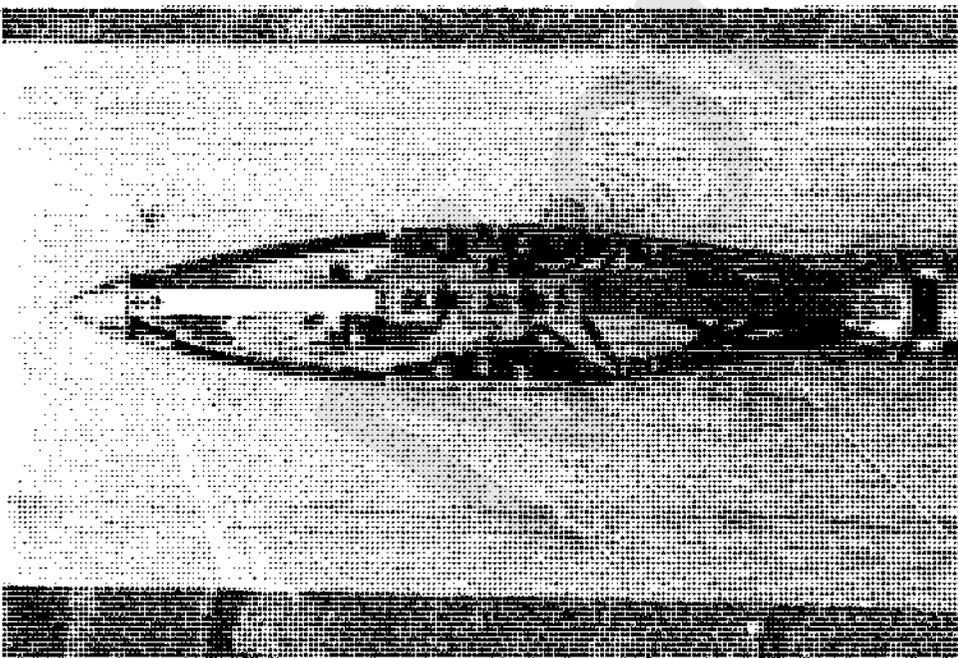


Ex-geschützte
Bohrlochtemperatur-
Meßapparatur:

a)
im Transportzustand



b)
im Meßzustand



c)
die Sonde Typ B
mit 3 Pt-100 Wand-
fühlern und einem
(verdeckten) Pt-100
Luftfühler

Verschubgestänge und Teufenmessung

Die Meßsonde wird mittels eines Gestänges aus stückweise verschraubten Rohren im Bohrloch verfahren. Das Meßkabel wird daneben geführt. Zur thermischen Abkopplung des Sondenkörpers besteht der erste Gestängeabschnitt aus Kunststoff, die übrigen werden von ¾" Wasserleitungsrohren gebildet. Der Verschub erfolgt in kurzen Bohrungen von Hand, in längeren mit Hilfe eines hydraulischen Toolpushers, der ursprünglich für den Verschub von Radar-Bohrlochantennen konstruiert worden war.

Die Teufenposition der Sonden wird durch Registrierung der Verschiebevorgänge um jeweils konstante Beträge bzw. über die abgetrommelte Länge des Meßkabels gemessen.

Registriersystem

Das Registriersystem besteht jeweils aus einer Kombination eines Digitalmultimeters (Keithley KE 2000 oder HP3455) mit einem tragbaren Rechner (Dolch oder HP9825). Bei einigen Bohrungen, in denen laut Bohrprotokoll während der Bohrarbeiten Gaszutritte aufgetreten waren, wurde die in Abb. 8 abgebildete explosionsgeschützte Anlage verwendet. Für jede Gerätekombination wurden gesonderte Kalibrierungsmessungen durchgeführt.

Meßanordnung und Durchführung der Messung.

Die besonderen meßtechnischen Anforderungen in trockenen untertägigen Bohrungen erzwingen vor allem eine erhebliche Reduzierung der Meßgeschwindigkeit. Zur Vermessung einer 200 m langen Bohrung wird in etwa eine volle Schicht benötigt.

Die Sonde wird mit dem Sensor voran im Bohrloch verfahren. Die Messungen erfolgen - zur Minimierung möglicher Einflüsse durch die Befahrung selbst - grundsätzlich beim Einfahren der Sonde. Beim Anfahren der Meßpositionen wird zur Vermeidung von Temperaturstörungen durch Reibung und Luftverwirbelung eine Geschwindigkeit von 2 - 3 m/min möglichst nicht überschritten. Kontinuierlich wird dabei alle 5 sec ein Temperaturwert automatisch erfaßt. Im Abstand von 1.5 m wird angehalten und die Temperaturmessung an dieser Position stationär für 1 - 2 min fortgesetzt. In dieser Zeit nähert sich die Sensortemperatur weitgehend der Gebirgstemperatur an. Der Vorgang wird auf dem Datenbildschirm verfolgt.

Die zunächst in der Registriereinrichtung zwischengespeicherten Daten werden auf Band bzw. Diskette geschrieben und nach Beendigung einer Meßkampagne übertage im PC weiterverarbeitet.

Zwischen der Herstellung der Bohrung (bzw. der Wiederaufwältigung der Altbohrungen) und der Temperaturmessung lag in der Regel eine Wartezeit von mehreren Wochen, in der vom Bohrvorgang herrührende Temperaturstörungen abgeklungen waren. In den meisten Fällen konnte zur Gewährleistung von Störungsfreiheit die Temperaturmessung vor der Befahrung mit anderen Meßsonden durchgeführt werden (Lagevermessung und Radarmessung) oder zumindest eine erneute Wartezeit von einigen Tagen eingeschaltet werden. In fünf Bohrungen fanden mehrere Monate nach der Erstmessung Wiederholungsmessungen zur Überprüfung von auffälligen Temperaturergebnissen statt.

Meßgenauigkeit

Hinsichtlich der Genauigkeit der Meßergebnisse ist zu unterscheiden zwischen der gerätetechnischen Meßgenauigkeit und der Genauigkeit, mit der Bohrlochmeßwerte der wahren Temperatur des Gesteins entsprechen und schließlich der Genauigkeit, mit der durch Extrapolation Aussagen über die Gebirgstemperaturen in nicht unmittelbar von Meßstellen erfaßten Bereichen des Grubengebäudes gemacht werden können.

Die Temperaturwerte werden mit einem Auflösungsvermögen von 0.001 Kelvin registriert. Nach Kalibrierung der Pt-Anzeigen durch Vergleich mit einem Präzisions-Quarzthermometer in einem Thermostat-Wasserbad ist die absolute Genauigkeit der Fühlertemperatur unter Laborbedingungen besser als ± 0.01 Kelvin. Durch Verschmutzungen und mechanische Einwirkungen an Fühlern, Kabeln und Verbindungselementen verändern sich im rauen Meßbetrieb die Gerätekonstanten, so daß im Abstand von einigen Monaten, jedenfalls aber nach jedem Reparatureingriff, Nachkalibrationen durchgeführt werden müssen. Aus dem Mittelwert der dabei festgestellten Änderungen ergibt sich in der Praxis eine Reduktion der absoluten Genauigkeit der Fühlertemperatur auf etwa ± 0.06 K.

Eine Ausnahme zeigte sich mit Kalibrationsunterschieden bis zu 0.4 K an einem einzelnen am Fühler, dessen Daten daher nicht weiter miteinbezogen wurden.

Unabhängig von der Meßgenauigkeit der Fühler selbst kann die Fühlertemperatur von der wahren Gesteinstemperatur aufgrund mehrerer nachstehend diskutierter Faktoren abweichen.

Eintauchen des Temperaturkopfes in Flüssigkeit

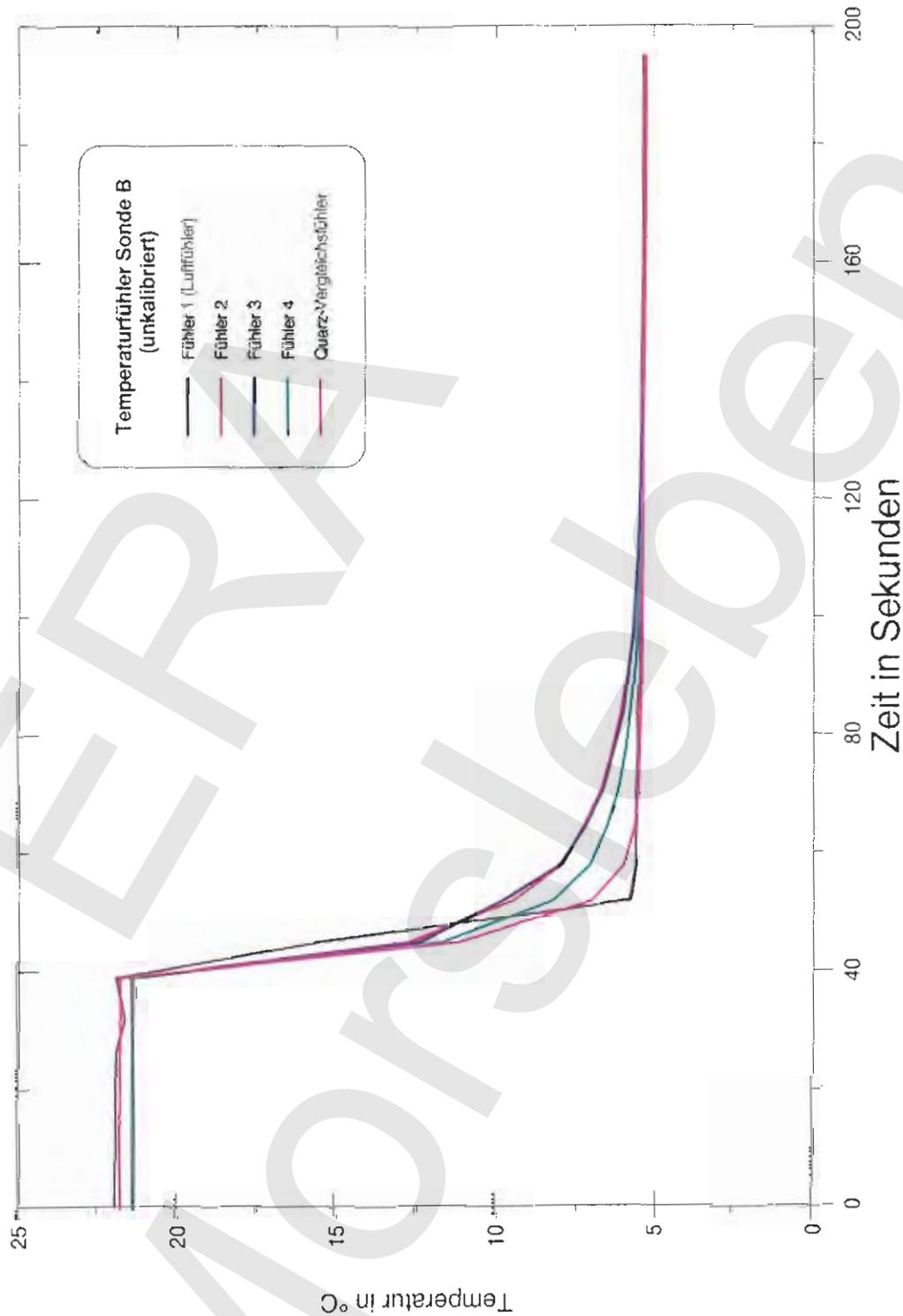


Abb. 9

- Trägheit der Fühler. Nach Anfahren eines neuen Meßpunktes wird die neue Temperatur mit einer gewissen Verzögerung erreicht. Bei in Lauge eingetauchten Fühlern beträgt die Halbwertszeit nur 5 sec, nach 16 sec ist die Temperaturdifferenz nur mehr 10 % (Abb. 9). In ruhiger Luft und in Kontakt mit der Wand wurden als Halbwertszeit rund 46 sec ermittelt. Da im allgemeinen die Temperaturdifferenzen zwischen den Meßpunkten sehr gering sind, gewährleisten die stationären Meßzeiten von 1 bis 2 min an jedem Meßpunkt einen ausreichenden Angleich mit einem Restfehler von wenigen hundertstel Grad.
- Wärmekapazität des Sondenkopfes und des Gestänges. Die relativ großen Massen stellen Wärmespeicher dar, die wesentlich langsamer reagieren, als die Fühler. Sie tragen die vor der Messung während der Lagerung in der Strecke angenommene Temperatur ins Bohrloch hinein, nehmen beim Verschieben zusätzlich Reibungswärme auf und geben einen Überschuß mit Verzögerung ab. Bei langem Verweilen an einem Meßpunkt wird daher eine Temperaturdrift spürbar.
- Zirkulation der Luft im Bohrloch. Nach Untersuchungen u.a. von DIMENT (1967) tritt natürliche Konvektion infolge temperaturbedingter Dichteunterschiede nur bei hohen Temperaturgradienten und nur bei größeren Bohrlochdurchmessern merklich in Erscheinung. Die Länge der Konvektionszellen ist in der Größenordnung des Bohrlochdurchmessers. Es wurden Temperaturosillationen von einigen hundertstel Grad beobachtet. Bei den sehr geringen Temperaturgradienten und den Bohrlochdurchmessern der Morslebenbohrungen ist daher natürliche thermische Konvektion im allgemeinen nicht zu erwarten. Lokale Ausnahmen können infolge der größeren Temperatur- bzw. Dichteunterschiede am Anfang der Bohrungen und im Bereich von Feuchtestellen eintreten. In diesen Zonen ist die durch Verdunstung entstehende Temperaturdifferenz von mehreren zehntel Grad maßgeblich, wobei die Verbreitung der Luftfeuchtigkeit mehr durch Diffusion als durch Konvektion erfolgt. In den ersten Bohrlochmetern sind Schwankungen durch Wetterbewegungen zu erkennen. Deutliche Temperaturschwankungen treten bei rascher Bewegung der Sonden auf, insbesondere wenn die Fühler feucht sind.
- Reibungswärme bei Schleifen der Fühler an der Wand. Dieser Effekt ist bei glatten und sauberen Bohrlöchern gering, da die Fühler so eingestellt werden können, daß ein minimaler Luftspalt bestehen bleibt. In Bohrungen, die mit Bohrmehl oder Bohrschlamm verschmutzt sind oder in denen Salzkrusten stehen, können jedoch bei jedem Verschiebevorgang Temperaturstörungen um mehrere Zehntel Grad entstehen. Abb. 10a zeigt hochaufgelöst den sägezahnartigen Temperaturverlauf in einem solchen Abschnitt über der Zeitachse.

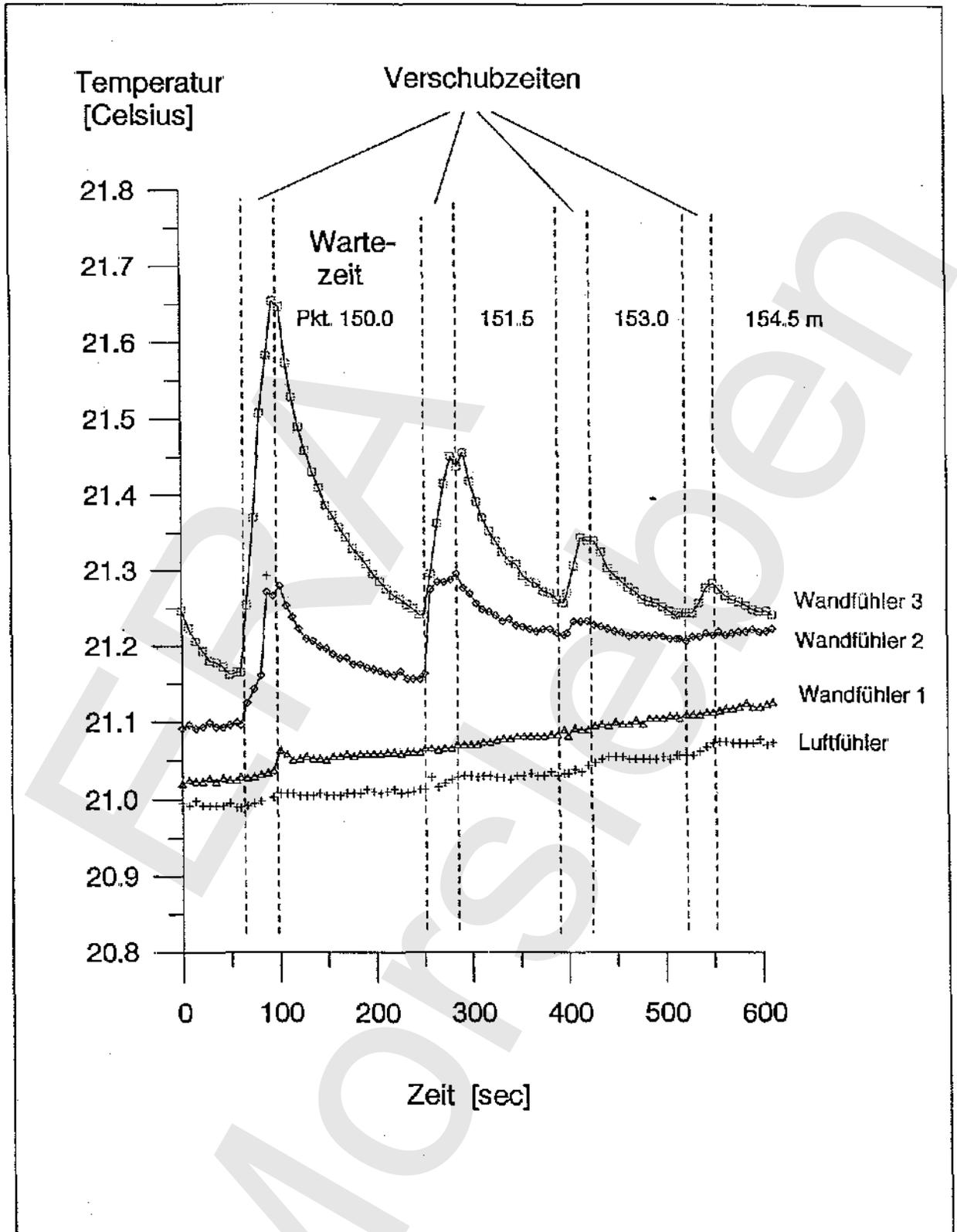


Abb. 10a: Erwärmung der Temperaturfühler während der Verschiebung durch unterschiedlich starke Reibung an der Bohrlochwand. Fühler 2 und 3 sind durch Bohrmehl verschmutzt. Der Störeffekt nimmt beim Weiterschieben allmählich ab. Die Verschiebungsgeschwindigkeit beträgt ca. 2.7 m / min .

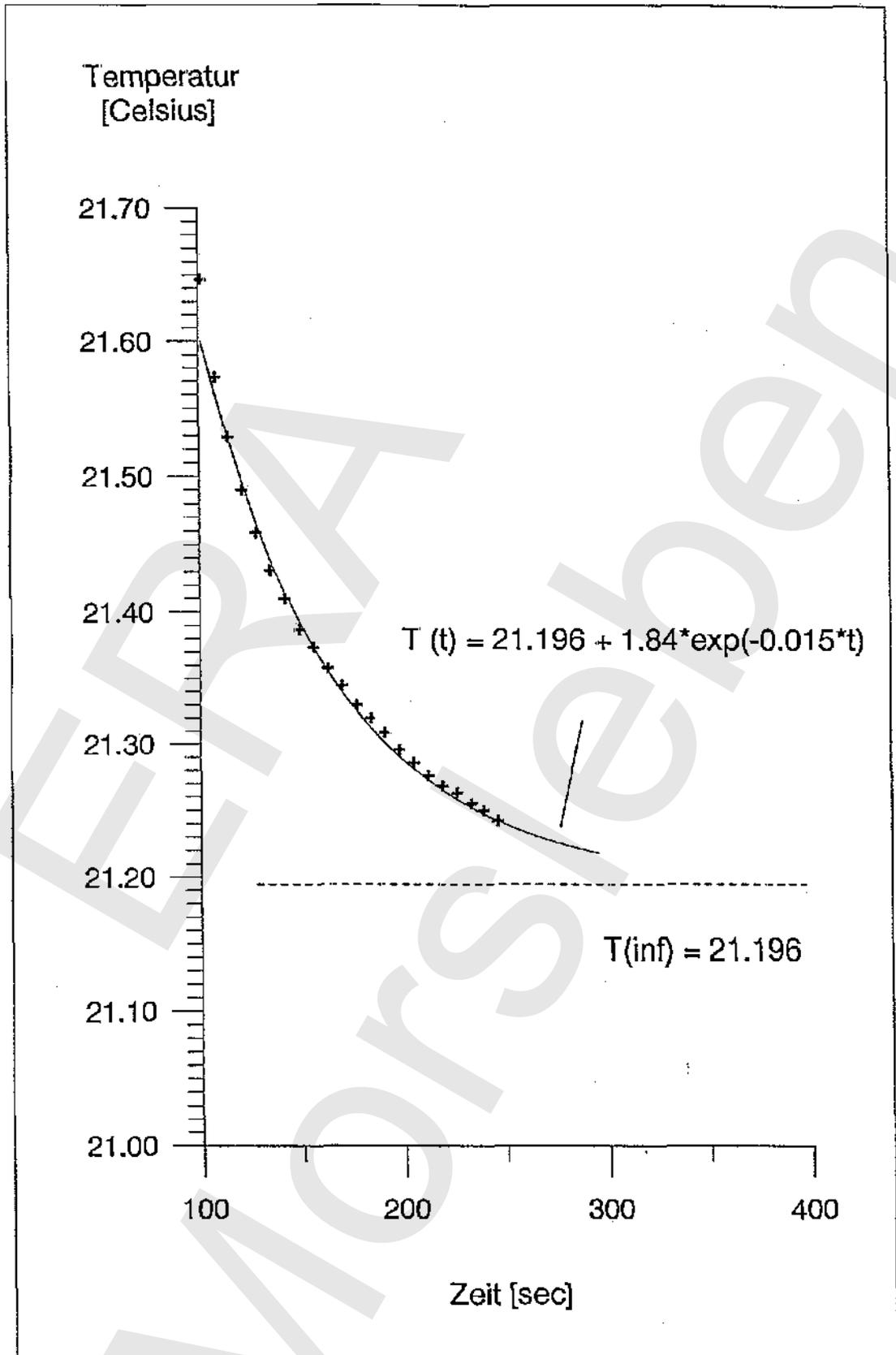


Abb.10b: Rückbildung der Fühlererwärmung in der Wartezeit.
 Die Halbwertszeit beträgt etwa 46 sec.
 Nach 150 sec sind 90 % der Störung abgeklungen.

Während der ein bis zweiminütigen Wartezeit an jedem Meßpunkt klingen die Störungen, die an jedem der Fühler infolge unterschiedlicher Berührungsverhältnisse unterschiedlich stark sind, exponentiell ab und streben quasistationären Niveaus zu (Abb. 10b). Infolge der Summierung der Restwärmern bleibt das Temperaturniveau jedoch im Mittel ständig etwas über der wahren Wandtemperatur.

Alles zusammengenommen wird die absolute Genauigkeit der Gebirgstemperaturbestimmung im Mittel auf ± 0.1 Grad geschätzt. Die relative Genauigkeit, d. h. die Genauigkeit, mit der Temperaturunterschiede im Bohrlochprofil registriert werden, wird auf ± 0.02 Kelvin geschätzt.

5.2 Infrarot-Oberflächentemperatur-Messungen

Versuchsweise wurden in ausgewählten Strecken und Abbaukammern die Strahlungstemperaturen der Gesteinsoberfläche mittels des Infrarot-Meßsystems IRS-3 der Fa. A.Paar/ Graz gemessen. Das in Grad Celsius kalibrierte Gerät mißt gleichzeitig die Infrarot-Strahlungstemperatur der anvisierten Oberfläche und die Lufttemperatur. Die Empfindlichkeit beträgt 0.01° . Die Messungen erfolgten entlang von Stoßprofilen bzw. auf einem quadratischen Meßnetz von 25×25 cm. Nähere Angaben zur Meßtechnik finden sich in AIGNER U. OELSNER (1988).

5.3 Wärmeleitfähigkeitsmessungen

Für die Messung der Wärmeleitfähigkeit von Bohrkernproben der Salzgesteine wurde eine Plattenapparatur für Relativmessungen verwendet (Hersteller Holometrix, Typ C-Matic TCHM-LT, Guarded Heat Flow Meter). Die Wärmeleitfähigkeit der Probekörper (zylindrische Scheiben von 50 mm Durchmesser und 20 mm Dicke) wird im Vergleich zu einer Referenzprobe bekannter Wärmeleitfähigkeit (Pyrex oder Pyroceram, künstlicher Na-Einkristall) bestimmt. In Abb. 11 ist das Meßprinzip schematisch dargestellt. Die Probe wird zwischen zwei Platten gespannt, die durch eine Regeleinrichtung auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden. Der infolge der Temperaturdifferenz ΔT (K) durch die Probe fließende stationäre Wärmestrom Q (W/m^2) wird von einem Wärmeflußgeber gemessen. Die Wärmeleitfähigkeit k der Probe ergibt sich unter Berücksichtigung der in der Vergleichsmessung bestimmten Gerätekonstanten aus der Beziehung

6 Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine

Die Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine aus Morsleben umfaßt bei der Referenztemperatur von 20 ° C einen Wertebereich von ca. 1 bis 7 Watt / (Meter.Kelvin). Die höchsten Werte um 7.4 W/(mK) wurde an zwei Proben Leinekarbonat (z3LK) beobachtet (und in Wiederholungsmessungen bestätigt). Die Wärmeleitfähigkeitswerte von Steinsalz streuen um $\pm 10\%$ um einen Mittelwert von 5.2 W/(mK). Die Wärmeleitfähigkeit der Anhydrite unterscheidet sich mit einem Mittelwerte von 5.3 nicht signifikant von der von Steinsalz. Etwas niedriger liegen Hartsalze in sylvinitischer und kieseritischer Ausbildung mit ca. 4.5 W/(mK). Die niedrigste Werte weisen Carnallitite mit ca. 1.5 und Salzton mit ca. 1.7 W / (mK) auf. In Kaliflözen wechselnder Zusammensetzung ergeben sich entsprechend den Carnallitgehalten örtlich unterschiedliche Mischwerte. Es kontrastieren somit außer dem nur in geringer Mächtigkeit vorkommenden Leinekarbonat im wesentlichen nur der Carnallitit des Kaliflözes Staßfurt (z2SF) sowie der Graue Salzton (z3GT) an der Basis der Leinefolge gegenüber den Hauptgesteinen Steinsalz, Anhydrit und Anhydritmittel.

Feuchtigkeitsgehalte erhöhen gegenüber vollkommen trockenen Proben die Wärmeleitfähigkeit um wenige Prozente, in Ausnahmefällen auch bis zu 25 %.

Die Wärmeleitfähigkeit der Salzgesteine ist deutlich temperaturabhängig, sie sinkt mit steigender Temperatur. Der an den Morsleben-Proben gemessene Temperaturverlauf (Abb. 12) entspricht den aus anderen Salinaren und aus der Literatur bekannten Ergebnissen. Wegen der geringen Temperaturunterschiede im Salinar spielt die Temperaturabhängigkeit jedoch in Morsleben keine merkbare Rolle.

Tabelle 6 : Übersicht der Wärmeleitfähigkeiten der Salzgesteine im Salinar Morsleben bei 20 Grad Celsius in Watt/ (Meter Kelvin)

Gestein	Mittelwert (Anzahl)	Streubereich
Leinekarbonat	7.4 (2)	(7.35 / 7.41)
Anhydrit	5.3 (6)	5.1 - 5.8
Steinsalz	5.2 (15)	4.8 - 5.7
Kaliflöz / Hartsalz	4.5 (14)	3.7 - 5.1
Kaliflöz/ Carnallitit	1.5 (8)	1.0 - 2.1
Salzton	1.7 (3)	1.53-1.75

Tabelle 7: Wärmeleitfähigkeitswerte von 48 Einzelproben

Bohrung RB ...	Bohr- Tiefe m	Gestein	Stratigr. Einheit	Wärmeleitfähigkeit in W / (mK)
311	57.08	Karbonat	z3LK	7.41
306	119.45	Karbonat	z3LK	7.35
311	34.96	Anhydrit	z3HA	5.79
313	36.69	Steinsalz	Bk/Bd	5.67
301	14.29	Steinsalz	HS3	5.66
313	27.05	Steinsalz	Bk/Bd	5.55
301	30.97	Steinsalz	z2HS2	5.54
311	1.72	Anhydrit	z3HA13	5.44
307	5.28	Hartsalz	z2SF	5.43
311	0.40	Steinsalz	z3LS	5.39
311	2.27	Anhydrit	z3HA11	5.35
306	133.23	Steinsalz	z2SF	5.33
311	27.85	Anhydrit	z3HA	5.31
304	5.51	Steinsalz	z3AM3	5.22
301	40.04	Steinsalz	z3HS2	5.19
301	49.10	Steinsalz	z3HS1	5.09
307	4.17	Hartsalz	z2SF	5.09
312	20.55	Steinsalz	z3AM	5.08
307	2.46	Hartsalz	z2SF	5.05
311	1.89	Anhydrit	z3HA12	5.05
311	34.65	Anhydrit	z3HA7	5.05
301	3.57	Steinsalz	HS3	4.99
311	61.88	Steinsalz	DS	4.96
311	1.08	Steinsalz	LS	4.95
304	3.40	Steinsalz	AM3	4.90
308	10.84	Hartsalz	z2SF	4.78
313	30.79	Steinsalz	Bk/Bd	4.76
308	0.35	Hartsalz	z2SF	4.75
308	9.29	Hartsalz	z2SF	4.75
308	5.43	Hartsalz	z2SF	4.71
309	0.97	Hartsalz	z2SF	4.28
308	3.84	Hartsalz	z2SF	4.23
311	61.39	Hartsalz	z2SF	4.19
308	3.84	Hartsalz	z2SF	4.02
308	5.57	Hartsalz	z2SF	3.69
307	3.93	Hartsalz	z2SF	3.66
307	3.93	Hartsalz	z2SF	3.65
801	82.33	Carnallitit	z2SF	2.11
306	127.66	Carnallitit	z2SF	1.98
306	132.03	Carnallitit	z2SF	1.92
311	57.76	Salzton	z3GT	1.68
306	92.70	Salzton	z3GT	1.75
306	92.74	Salzton	z3GT	1.53
309	0.22	Carnallitit	z2SF	1.50
801	78.93	Carnallitit	z2SF	1.34
801	76.9	Carnallitit	z2SF	1.23
306	128.15	Carnallitit	z2SF	1.05
306	132.50	Carnallitit	z2SF	0.98

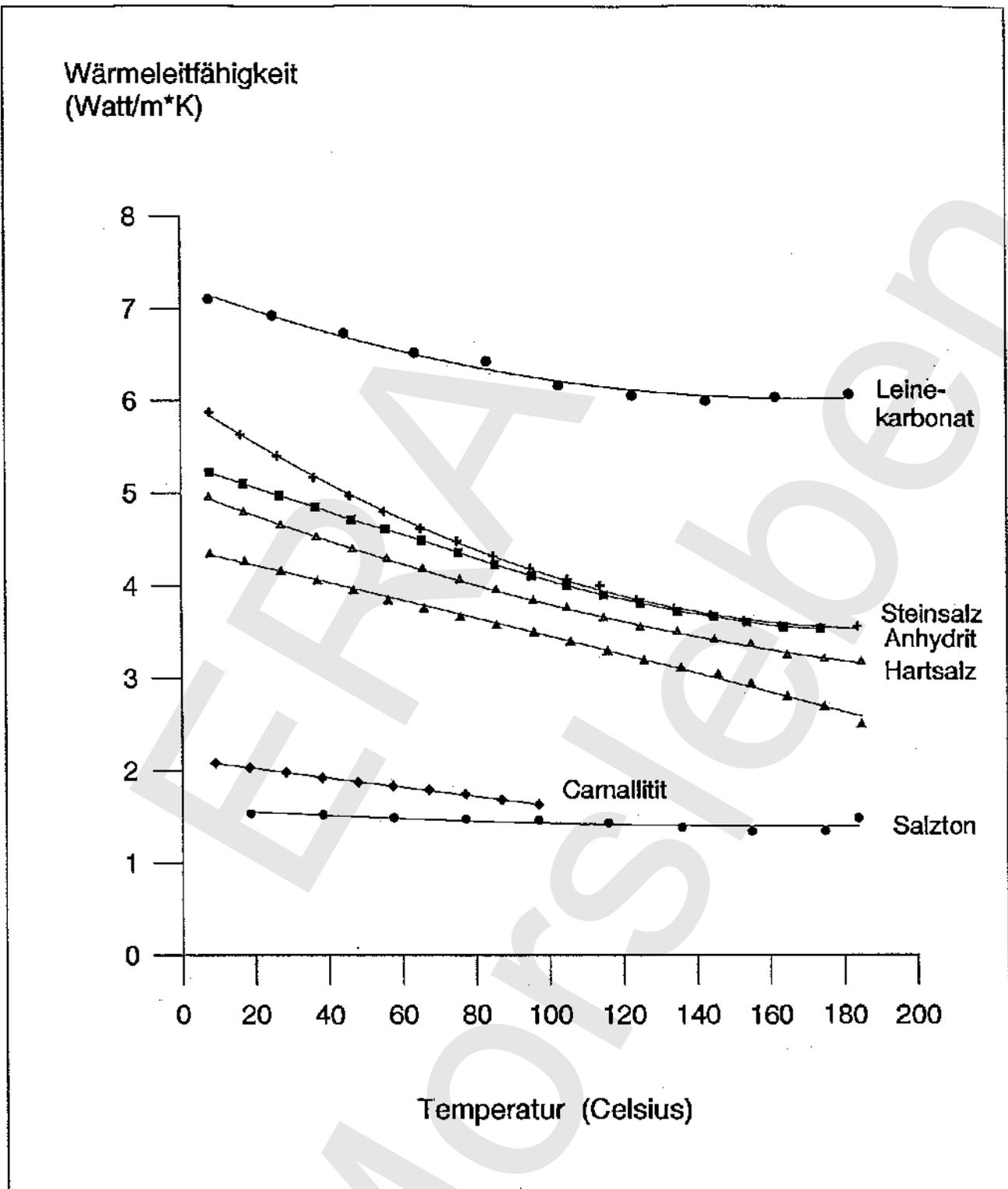


Abb. 12: Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit typischer Salzgesteinsproben aus Morsleben.

7 Ergebnis der Temperaturmessungen

Die geothermisch vermessenen geologischen Erkundungsbohrungen liegen in den Revieren Südost-, Ost-, Nord- und Westfeld der Grube Bartensleben sowie im Südfeld der Grube Marie (vgl. Abb. 5). Horizontal werden dabei etwa 2.7 km im Streichen des Salinars und 1.6 km quer dazu erfaßt. In der Vertikalen wird von den untertägigen Bohrungen der Teufenbereich von -225 m bis - 480 m NN erschlossen. Die Temperaturprofile aller Bohrungen sowie die zu jeder Bohrung gehörenden Auszüge aus dem Bohrkataster Morsleben (Unterlage DBE 1997) sind in den Anhängen 1 bis 4 nach Grubenbereichen geordnet dokumentiert. Die relativ hohe Zahl an Beobachtungsbohrungen ergibt einen sicheren Überblick über die Temperaturverhältnisse im Grubengebäude. Infolge der Neigung der Bohrungen liegen allerdings jeweils nur einige wenige Beobachtungspunkte genau in einer bestimmten horizontalen Schnittebene (Sohle). Bei der großen Flächenausdehnung und den relativ geringen horizontalen Temperaturunterschieden erwies es sich daher als nicht sinnvoll, Isothermenpläne für die einzelnen Sohlenniveaus des Grubenniveaus zu zeichnen. Günstiger ist die Situation für die Darstellung des Temperaturfeldes in einem quer zum Streichen des Salinars orientierten Vertikalschnitt, da hierfür wegen der näherungsweise anzunehmenden Zweidimensionalität auch die Daten aus außerhalb des Schnittes gelegenen Bohrungen in eine gemeinsame Ebene projiziert werden können. Auf dieser Basis beruht die Berechnung eines repräsentativen Temperaturprofiles entlang des WSW-ENE orientierten Schnittes A-A', in dem mittels Trendanalyse die wesentlichen Grundzüge des Regionalfeldes deutlich gemacht werden können. Die Lage des Schnittes ist in Abb. 5 eingetragen.

Die Meßpunktdichte innerhalb der Bohrungen erfaßte andererseits mit hohem Auflösungsvermögen lokale Temperaturvariationen von wenigen hundertstel bis einigen zehntel Grad Amplitude und wenigen Metern Ausdehnung. Zwangsläufig werden diese lokalen Temperaturvariationen durch die von den vorhandenen Bohrungen vorgegebene und unregelmäßig verteilte Beobachtungsdichte nur stichprobenartig erfaßt .

7.1 Überblick über das Temperaturfeld im Salinar

Im gesamten beobachteten Raum des Salinars variieren die gemessenen Gebirgs-temperaturen nur in dem engen Wertebereich von 18.1°C bis 22.4°C . Sie liegen somit an der Untergrenze des aus den Regionalkarten im Bereich der Allertal-Zone für das Niveau 500 m u. Gelände zu erwartenden Bereiches.

In Abb. 13 sind die Temperaturwerte einer aus allen Grubenfeldern stammenden Auswahl von Bohrungen in eine Übersichtsgrafik zusammengefaßt, in der - zunächst ohne Bezug zu ihrer horizontalen Position innerhalb des Salinars - die generelle Abhängigkeit der Temperaturen von der Teufenlage dargestellt wird. In einem ungestörten (homogenen) geothermischen Normalfeld müßten in dieser Darstellungsart die Temperaturverläufe aller Bohrungen, unabhängig von ihrer Lage und Richtung, angenähert einer gemeinsamen Geraden folgen, deren Steigung dem für eine ausgedehnte Salzschieht bei einem durchschnittlichen Wärmestrom von 60 mW/m^2 zu erwartenden Vertikalgradienten von ca. 1.1 K/100 m entsprechen sollte.

Die Grafik zeigt jedoch deutlich, daß eine vertikale Temperaturzunahme dieser Größe zwar generell gegeben ist, in einer Reihe von Bohrungen jedoch systematisch abweichende Temperaturprofile zu beobachten sind, die unverhältnismäßig hohe Vertikalgradienten von mehr als 5 K/100m zu haben scheinen. Die Prüfung ergibt, daß es sich hierbei um flach ansteigende oder abfallende Bohrungen in randlichen Salinarbereichen handelt, in denen die Temperaturprofile nicht von Vertikalgradienten sondern von erheblichen Horizontalgradienten dominiert werden.

In den Abbildungen 14 und 15 sind die Temperaturprofile aller im West- und Nordfeld beziehungsweise im Ostfeld Bartensleben gelegenen Bohrungen in zwei aneinander anschließenden Abschnitten des WSW-ENE Profils A-A' (s. Abb. 5) dargestellt. Die Bohrungen wurden aus Entfernungen von bis zu 250 m in den Schnitt projiziert. Die Schnittebene entspricht annähernd der des Profils 3.1 des geologischen Lagerstättenmodells von BEHLAU et al. (1998). Wegen der großen Abstände zwischen den Bohrungen wird die Darstellung des über den gesamten Querschnitt interpolierten Temperaturfeldes bewußt auf die nähere Umgebung der Bohrungen beschränkt (Farbbalken). Dennoch läßt das in dieser Übersichtsdarstellung ausschnittsweise über den gesamten Querschnitt des Salinars belegte Temperaturfeld erkennen, daß es insgesamt als eine additive Überlagerung mehrerer großräumiger und kleinräumiger Komponenten zu interpretieren ist:

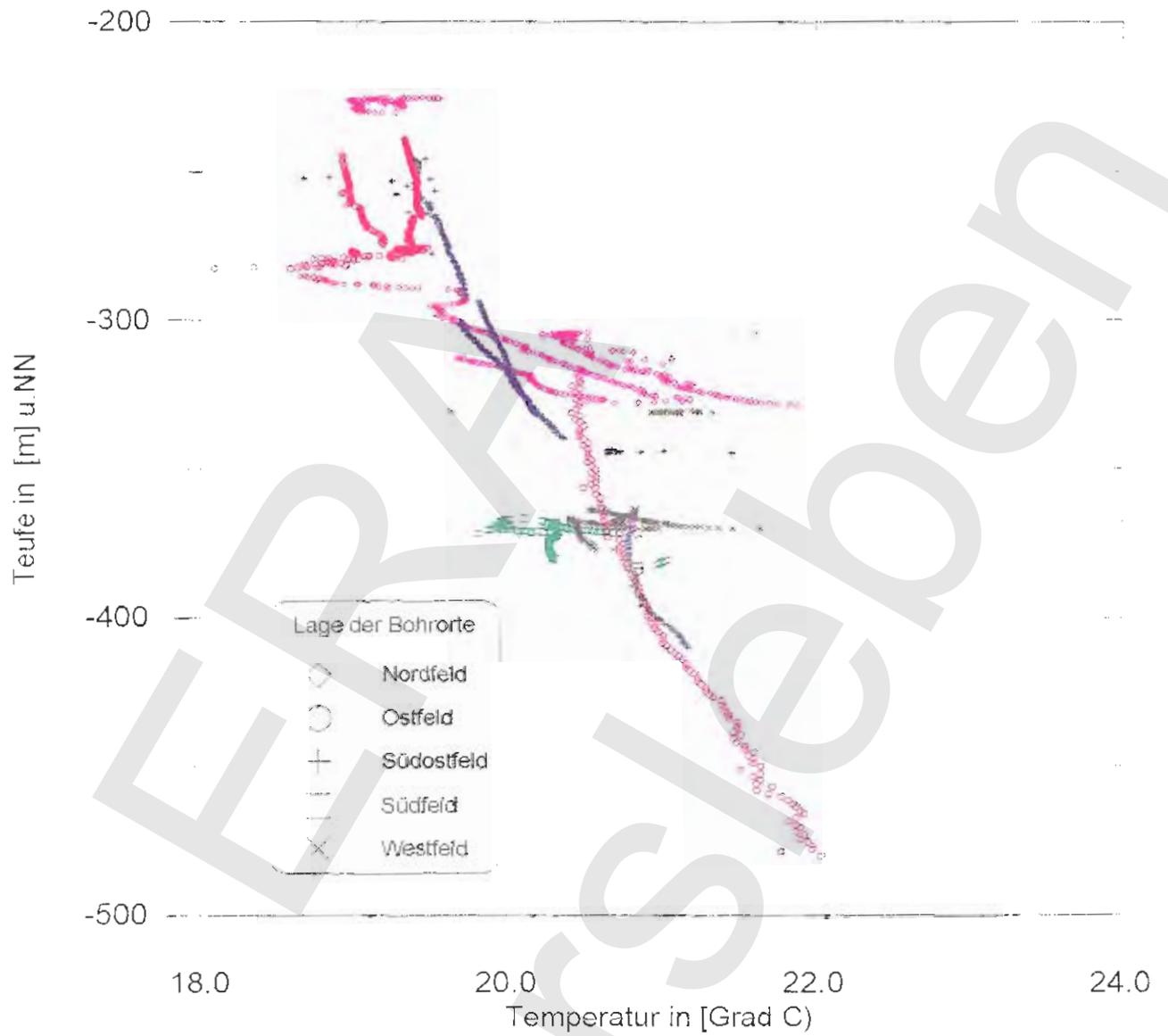


Abb.13: Übersicht über die Teufenabhängigkeit der Gebirgstemperaturen. Bohrungen aus allen Grubenfeldern. Von Bewitterung unbeeinflusste Temperaturen aus Bohrlochtiefen über 40 m

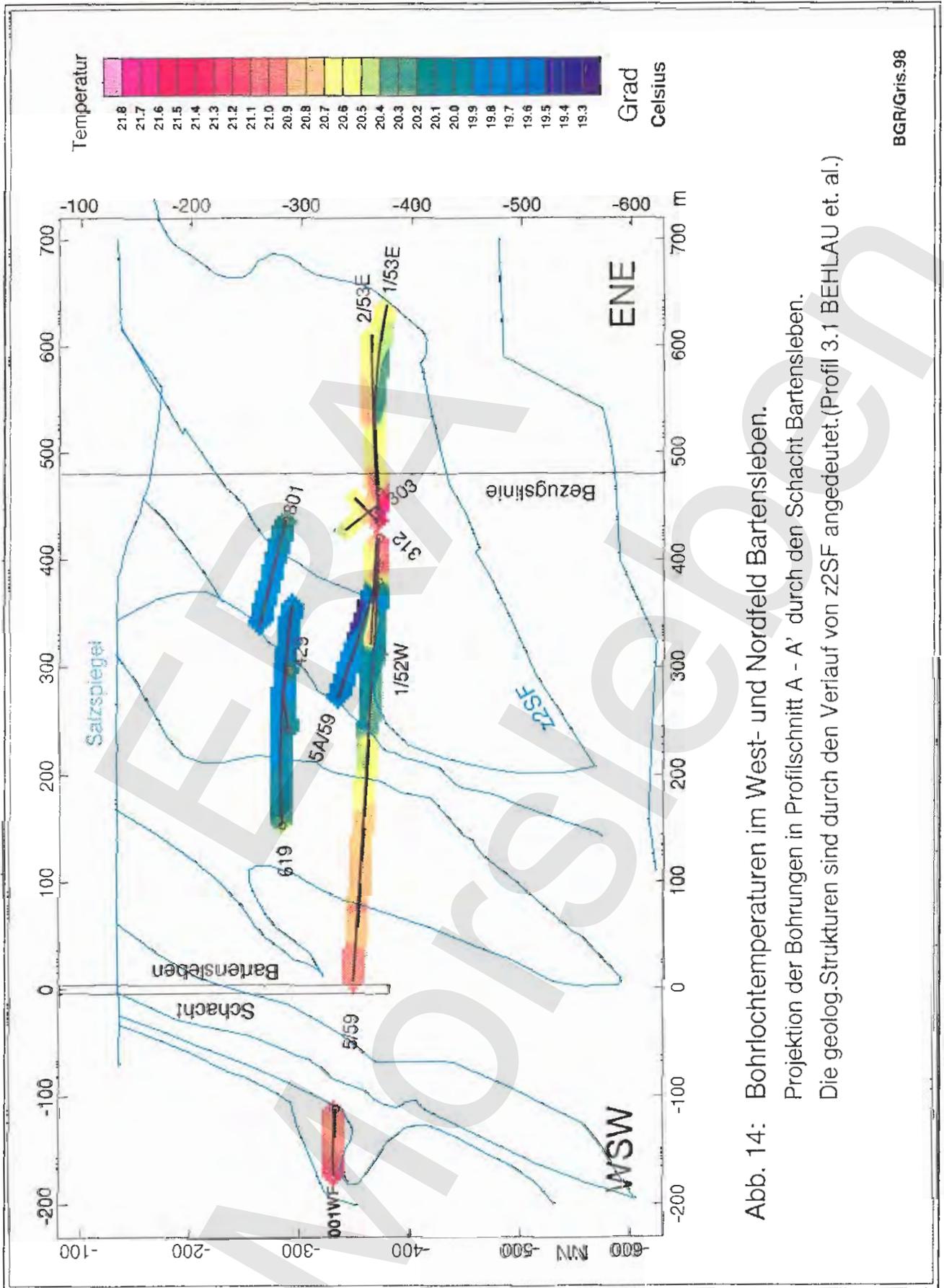


Abb. 14: Bohrlochtemperaturen im West- und Nordfeld Bartensleben.
 Projektion der Bohrungen in Profilschnitt A - A' durch den Schacht Bartensleben.
 Die geolog. Strukturen sind durch den Verlauf von z2SF angedeutet. (Profil 3.1 BEHLAU et. al.)

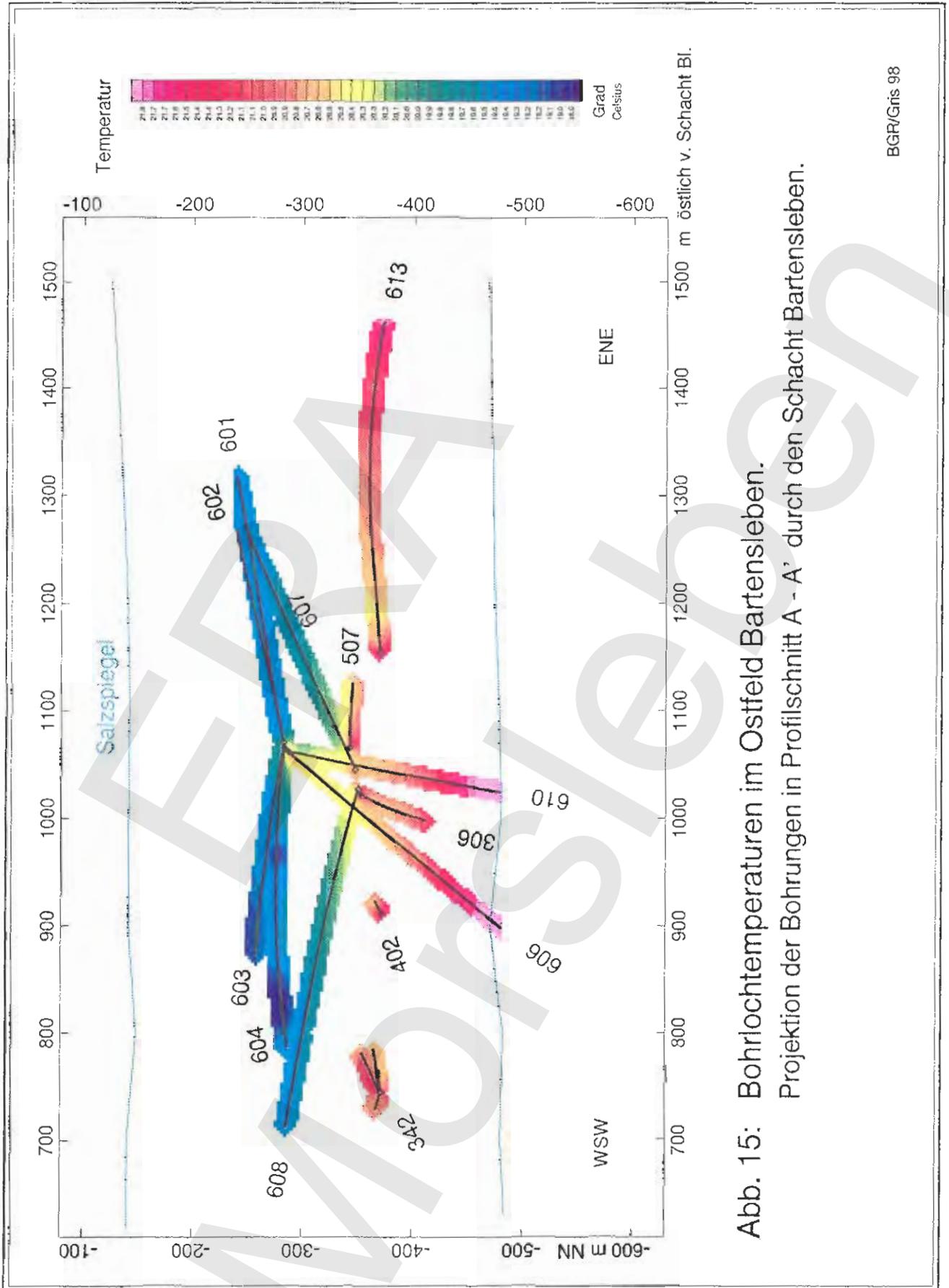


Abb. 15: Bohrlochtemperaturen im Ostfeld Bartensleben.
 Projektion der Bohrungen in Profilschnitt A - A' durch den Schacht Bartensleben.

a) großräumige Anteile:

- die normale geothermische Zunahme der Temperaturen zur Tiefe hin,
- eine horizontale Zunahme der Temperaturen in Richtung zu den Salzflanken,

b) kleinräumige Anteile:

- eine Störung der Gesteinstemperaturen im Umkreis der Strecken und Abbaue infolge der Wetter- und Betriebswärme,
- lokale Variationen im Bereich lithologischer Wärmeleitfähigkeitskontraste und im Bereich von abgegrenzten Feuchtezonen.

Eine mathematische Trendanalyse der Temperaturdaten verdeutlicht quantitativ die großräumigen und kleinräumigen Anteile des inhomogenen Temperaturfeldes. Mit Rücksicht auf die unterschiedlichen Datendichten wurde auch diese Analyse für die West- und die Osthälfte des Querprofils getrennt berechnet (Abb. 16). Dieses aus den Beobachtungen abgeleitete großräumige Trendfeld kann direkt mit dem in Abb. 4 im gleichen Ausschnitt wiedergegebenen Modellfeld verglichen werden. Danach bestätigen die aus den Meßwerten abgeleiteten Trends des Temperaturfeldes eindeutig die von der Modellrechnung postulierte Absenkung der Gebirgstemperaturen im Inneren des Salinars und den Wiederanstieg in Richtung zu seinen seitlichen Randflanken. Das Temperaturminimum scheint gegenüber dem Modell nach Osten verschoben zu sein und mit der Achse der Ostmulde zu korrelieren. Die Signifikanz der Lage dieses Minimum ist jedoch eingeschränkt, da sich die Berechnung des Trends 2. Ordnung nur in der Ostmulde auf vertikal angeordnete Datenpunkte stützen kann (nur die Bohrungen RB604 und RB610 liefern Temperaturdaten aus Tiefen unterhalb der 4. Sohle).

Die Trendfelder 1. Ordnung werden durch folgende Gleichungen wiedergegeben :

Im West- und Nordfeld: $T(x,z) \text{ (}^\circ\text{C)} = 17.59 - 0.000906 \cdot x - 0.0093 \cdot z$

Im Ostfeld: $T(x,z) = 15.26 + 0.000805 \cdot x - 0.0127 \cdot z$

Über den gesamten Schnitt A-A' $T(x,z) = 16.42 - 0.000085 \cdot x - 0.0120 \cdot z$

(x = Horizontalkoordinate in (m) mit Nullpunkt im Schacht Bartensleben; z = Höhe NN;
Koeffizient der x-Koordinate = Horizontalgradient, Koeffizient der z-Koordinate = Vertikalgradient)

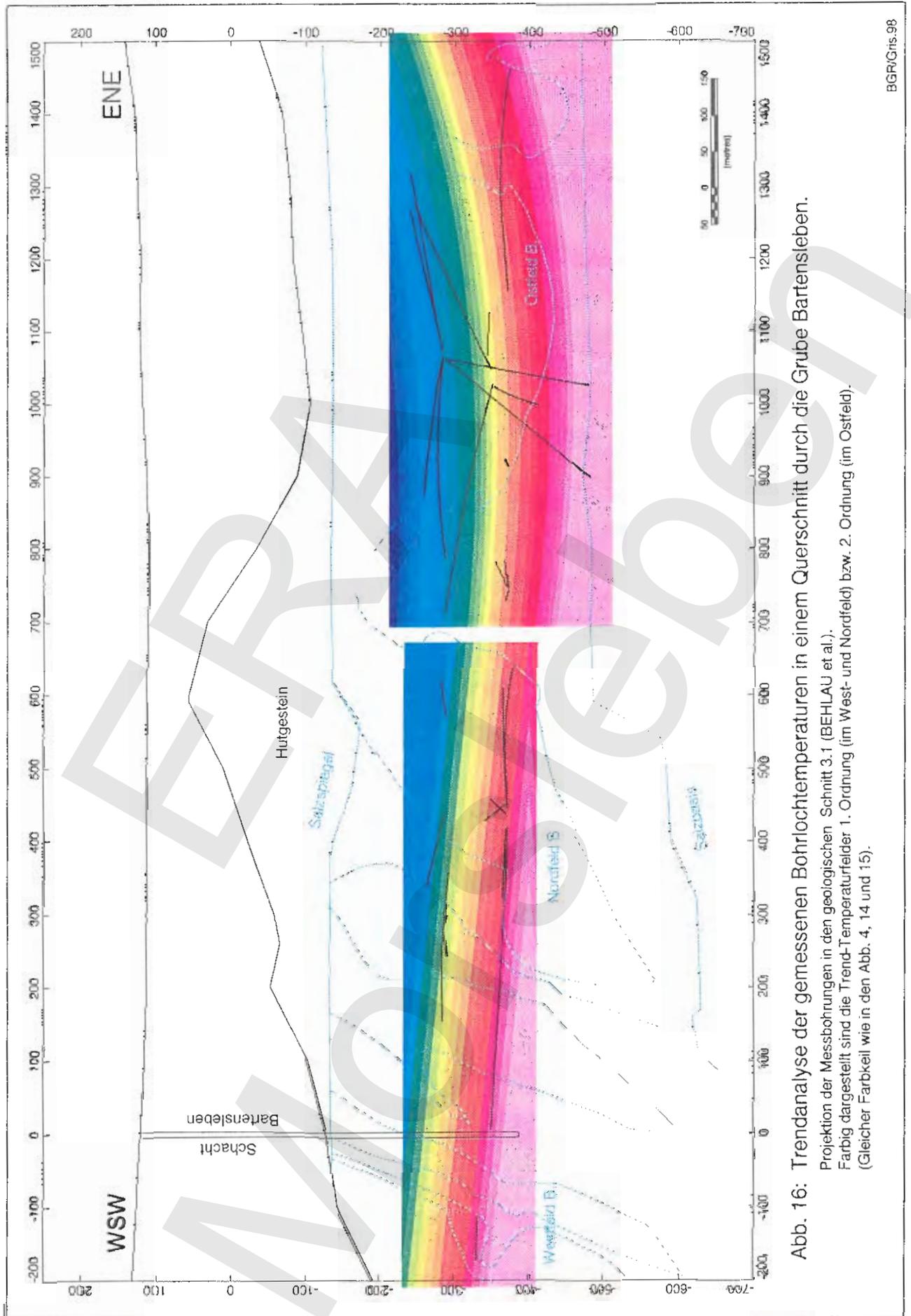


Abb. 16: Trendanalyse der gemessenen Bohrlochtemperaturen in einem Querschnitt durch die Grube Bartensleben.

Projektion der Messbohrungen in den geologischen Schnitt 3.1 (BEHLAU et al.).

Farbig dargestellt sind die Trend-Temperaturfelder 1. Ordnung (im West- und Nordfeld) bzw. 2. Ordnung (im Ostfeld).
(Gleicher Farbkeil wie in den Abb. 4, 14 und 15).

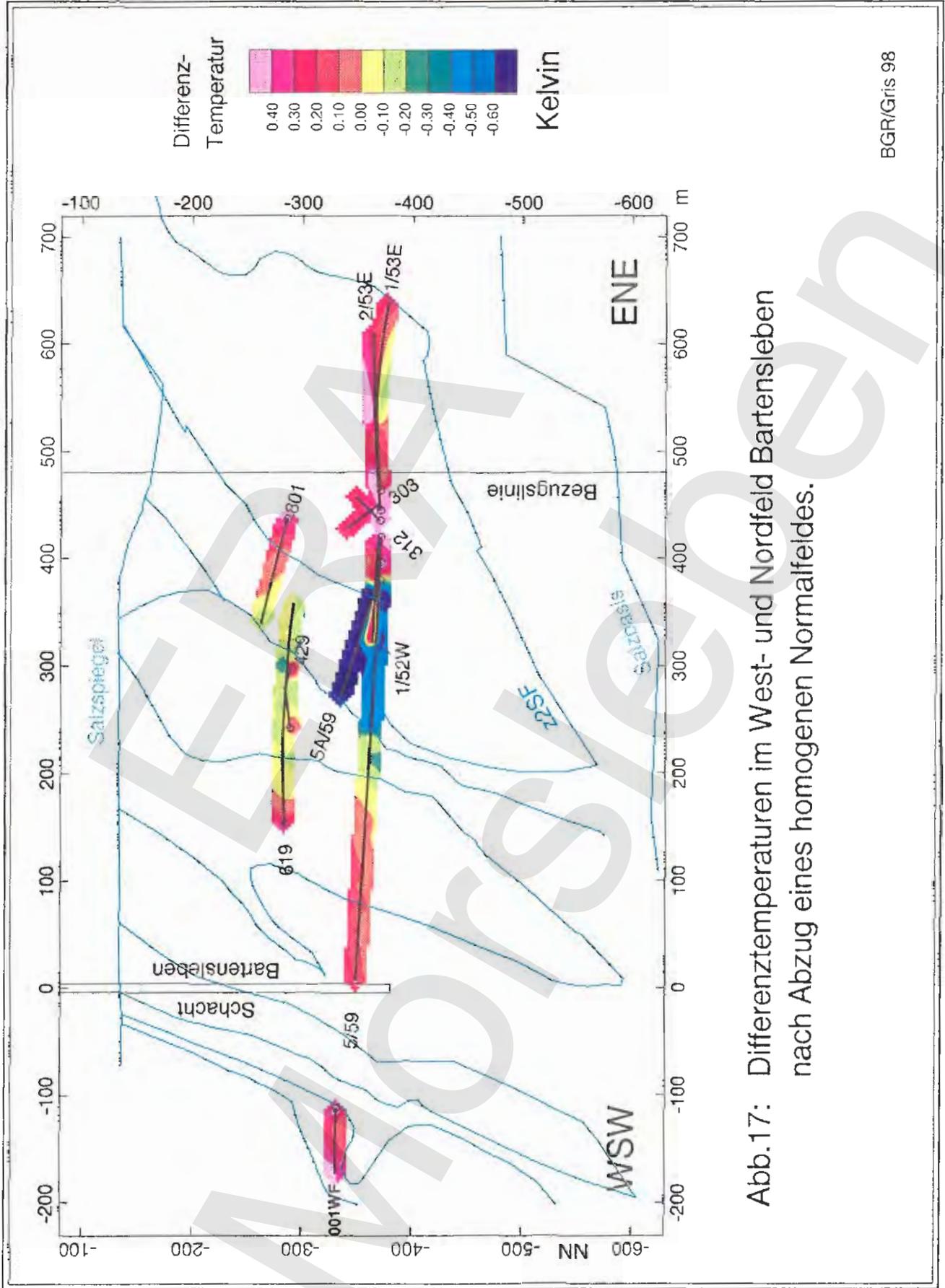
Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Steinsalz und Anhydrit sind die gefundenen Vertikalgradienten erwartungsgemäß relativ niedrig im Vergleich zu dem überregional als geothermischer Normalgradient bekannten Wert von 0.03 K/m oder 3 K/100m. Die örtlichen Einzelberechnungen variieren innerhalb des Salinars im Bereich zwischen etwa 0.9 und 1.6 Kelvin/100m. Die Bandbreite gibt teils die reale Variation der Gradienten wieder, teils ist die Genauigkeit aber auch durch den Umstand begrenzt, daß in der Regel mangels vertikal übereinander liegender Beobachtungspunkte projizierte Daten herangezogen werden müssen. Die zuverlässigsten Werte sind im Ostfeld zu gewinnen (im Mittel 1.27 K/100m), da hier durch stark geneigte Bohrungen die größten Höhendifferenzen erschlossen sind. Unter der Annahme eines Wärmeleitfähigkeitswertes von 5.3 W / (K m) für die Hauptmasse des Salinars (Steinsalz und Anhydrit) ergibt sich in Übereinstimmung mit dem Modell für die Vertikalkomponente des geothermischen Wärmestromes

$$(3) \quad q = k \cdot \text{grad } T$$

der gegenüber dem regionalen Durchschnitt nur leicht erhöhte Wert von ca. 70 mW/m^2 .

7.2 Lokale Temperaturvariationen

Zur Verdeutlichung der inhomogenen Anteile des Temperaturfeldes im Schnitt A-A' werden in Abb. 17 und Abb. 18 die auf ein homogenes Normalfeld reduzierten Differenz-Temperaturen wiedergegeben. Sie berechnen sich als die Abweichung (Residuum) der lokal gemessenen Temperaturwerte von dem mittleren geothermischen Normalfeld, für welches ein mittlerer Vertikalgradient von 1.2 K/ 100 m und der Horizontalgradient mit Null zugrundegelegt wird. In dieser Überblicksdarstellung der reduzierten Temperaturen treten, neben den nachstehend diskutierten örtlich begrenzten Temperaturvariationen, zunächst die Zunahmen der Temperaturen in Richtung zu den Salzstockflanken in Erscheinung: im Westen in den Bohrungen 15YEQ02 RB001 und 17YER21 RB008 UTV/59, im Osten in der Bohrung 17YEQ01RB613 (in vergrößerter Detaildarstellung sind diese Bohrungen zusätzlich in den Anlagen 52, 50 und 49 dargestellt). Die Horizontalgradienten erreichen in diesen Randgebieten in Übereinstimmung mit der Modellrechnung örtlich Werte bis zu 0.4 K/ 100 m, also bis zu einem Drittel des Vertikalgradienten.



BGR/Gris 98

Abb.17: Differenztemperaturen im West- und Nordfeld Bartensleben nach Abzug eines homogenen Normalfeldes.

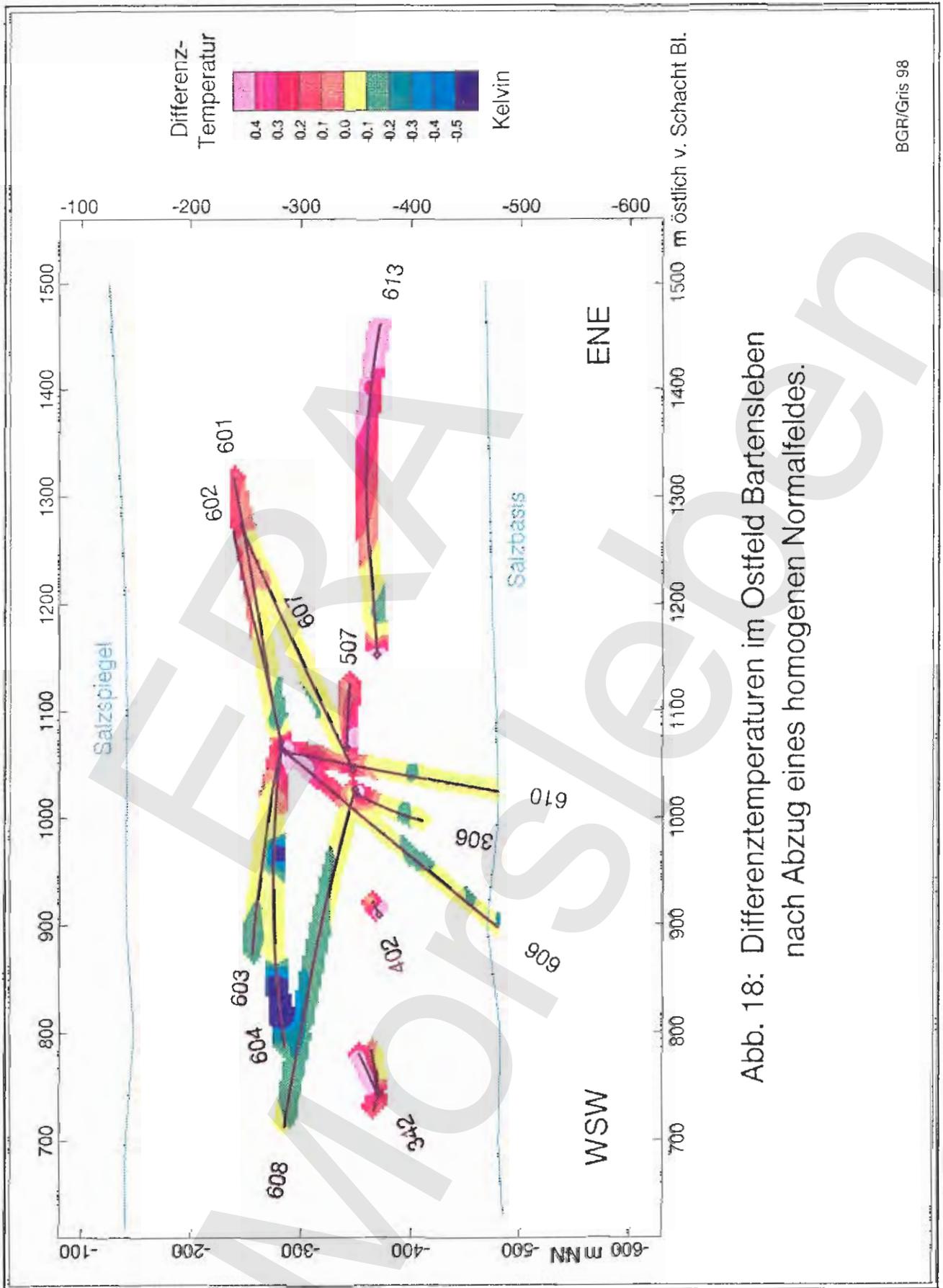


Abb. 18: Differenztemperaturen im Ostfeld Bartensleben nach Abzug eines homogenen Normalfeldes.

Zu genauem Vergleich der Temperaturprofile mit dem geologischen Umfeld sind im Anhang 5 (Anlagen 46 - 53) die Ergebnisse von acht ausgewählten Bohrungen im Maßstab 1: 2000 dargestellt. In diesen Abbildungen geben die Farbbalken die absoluten Temperaturen wieder, während die Abweichungen ΔT vom Normalfeld zur Verdeutlichung als Profilkurven über der Bohrlochachse gezeichnet sind. Die hinterlegten geologischen Schnitte wurden aus den Arbeiten von BORNEMANN et al. (1996) und BEHLAU et al. (1997) entnommen.

7.2.1 Betriebsbedingte Temperaturstörungen

Einfluß der Bewetterung

In nahezu allen untersuchten Bohrungen wurde festgestellt, daß die Gebirgstemperaturen zunächst mit zunehmender Entfernung vom Bohrlochmund etwas abnehmen, bevor sie in tieferen Bereichen des Bohrlochs den seiner Neigung entsprechenden ansteigenden oder abfallenden geothermischen Trend annehmen (vgl. z.B. Anlage 48, Bohrung RB606). Es handelt sich um den Wärmeausgleichsmantel um die Strecken und Abbaue, der durch den Wärmeaustausch zwischen den Wetter und dem Gebirge entstanden ist (im Anfangsbereich des Bohrlochs spielt auch Konvektion der Bohrloch-Luft eine Rolle). Der Einfluß kann am Bohrlochmund bis 1.5 Grad betragen und ist stellenweise bis in 40 m Tiefe spürbar. Dieser Befund zeigt an, daß über lange Zeit im Jahresdurchschnitt über die Wetter Überschusswärme, die von der obertägigen Lufttemperatur, der Schachtheizung und den untertage arbeitenden Maschinen stammt, an das Gebirge abgegeben wurde. Bei einer früheren geothermischen Vermessung, die noch vor der Inbetriebnahme der 1978 installierten Schachtheizung stattgefunden hatte (THIELE 1972), wurden noch umgekehrte Verhältnisse beobachtet, nämlich eine Abkühlung im Umfeld der Strecken bis in eine radiale Entfernung von etwa 13 m. Die Wirkung der winterlichen Schachtheizung geht aus den Aufzeichnungen des Wetterbuchs der Schachanlage Bartensleben hervor, wonach die mittlere Temperatur der einziehenden Wetter (Meßstelle Füllort IV.Sohle) beispielsweise im 2-Jahres-Mittel von 1965/66 noch bei 15.6° lag, während sie 1995/96 auf 19.8 angehoben war.

Möglicher Einfluß der Einlagerung schwach aktiver Abfälle.

Abweichend vom Befund aller übrigen Meßbohrungen nimmt die Temperatur in der Bohrung 17YER31 RB709 zur Tiefe hin zunächst zu (Abb. 19, Messung vom 23.1.97). Die im Südfeld, 4.Sohle, 1. Südliche Richtstrecke gelegene Bohrung wurde zur Installation

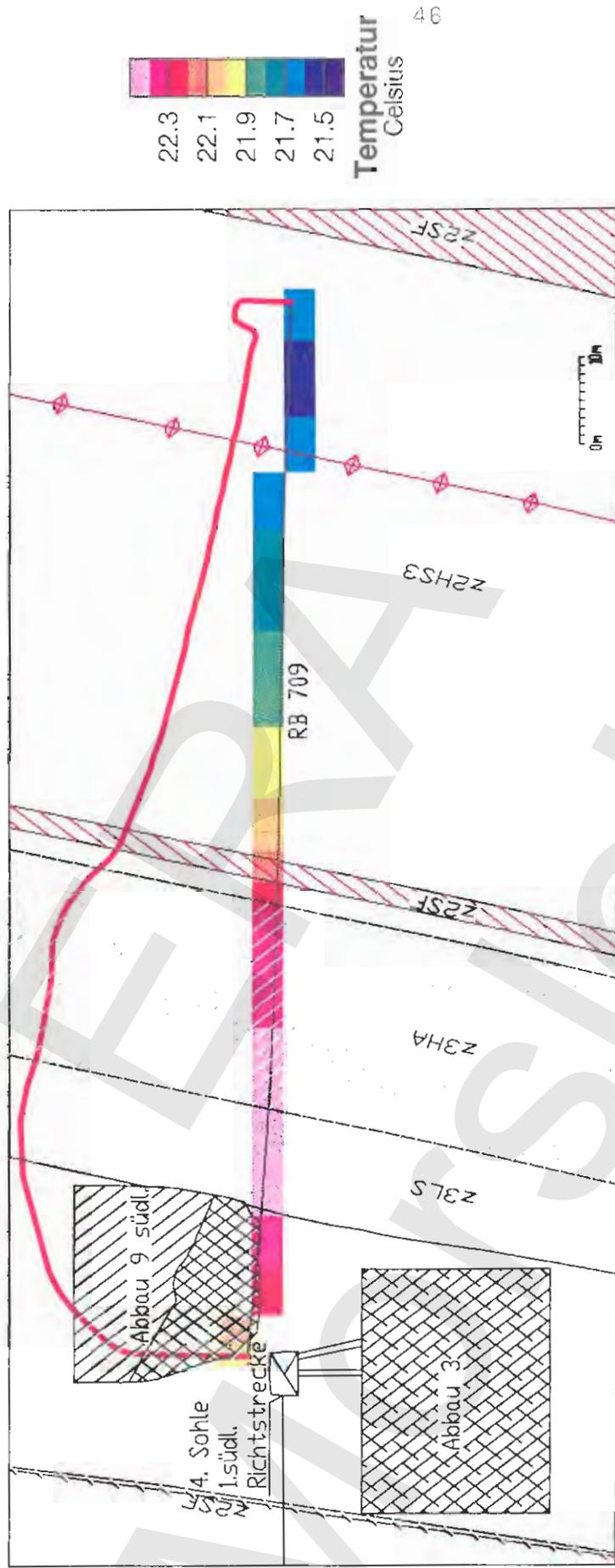


Abb. 19: Durch Einlagerung bedingte Temperaturvariation RB 709

von Dilatometermeßstellen zwischen den Abbauen 9 südl. (oberhalb) und Abbau 3 (unterhalb) leicht abfallend 120 m weit nach Osten gestoßen. Nach einem Maximum von 22.4 °C zwischen Bohrmeter 25 und 40 und einer Gradientenanomalie beim Durchfahren der Übergangsschichten z3/z2 bei 50m wird im Bohrlochtiefersten ein Endwert von 21.5 °C erreicht. Die relative Temperaturerhöhung von max. 1.5 Grad über die für diese Teufenlage (-372 m NN) zu erwartende natürliche Gebirgstemperatur (ca. 20.9 °C) könnte ihre Ursache in einer geringen Wärmeproduktion der im Abbau 3 eingelagerten Abfälle haben. Zwischen 1978 und 1988 wurde Abbau 3 bis zur Firste mit einem Gemisch von Flugaschen und flüssigen, schwachaktiven radioaktiven Abfällen gefüllt. Das Gemisch soll sich zementartig zu einem Block verfestigt haben. Als Wärmequelle für die beobachtete Erhöhung der Gebirgstemperatur kommt eine Summe von Hydratationswärme des Abbindevorganges und eine geringe Wärmeproduktion der schwachaktiven Abfälle infrage. Wegen der geringen Amplitude der Temperaturstörung und dem im Detail nicht bekannten zeitlichen Verlauf der Wärmeproduktion wurde bisher keine nähere Berechnung (instationäre Modellrechnung) angestellt.

Im Zuge der Beobachtung der Dilatometerstation wird von DBE die Temperatur in der Bohrung regelmäßig mitregistriert. Am 22. 4. 1998 wurden in 30 m Tiefe (Meßstelle ERAM/624) 22.2 °C gemessen .

7.2.1 Lithologiebedingte Temperaturvariationen

Die in 7.1 besprochenen großräumigen Merkmale des Temperaturfeldes im Salinar waren auf den hohen Kontrast der Wärmeleitfähigkeiten und auf die Geometrie der Grenzfläche zwischen den umgebenden Sedimenten einerseits und dem Salinar als undifferenziertem Block andererseits zurückzuführen. Demgegenüber findet der interne geologische Faltenbau aufgrund der Gleichartigkeit der Wärmeleitfähigkeiten der beiden dem Volumen nach bedeutendsten Gesteinsarten Steinsalz und Anhydrit nahezu keinen signifikanten Ausdruck im Temperaturfeld. Die einzigen Schichtglieder mit stark kontrastierender Wärmeleitfähigkeit sind der Graue Salzton (z3GT) und der Carnallit (z2SF). Ihre Mächtigkeit ist allerdings - im Verhältnis zum Steinsalz und Anhydrit - im allgemeinen zu gering, um das Temperaturfeld in größerem Maßstab zu beeinflussen. (Abgesehen davon reicht, wie erwähnt, die von den Bohrungen vorgegebene Beobachtungsdichte nicht aus für die hinreichend genaue Konstruktion von flächenfüllenden Isolinienfeldern, aus deren eventuellen Flexuren räumliche Gesteinsgrenzen zu interpretieren wären) .

Sehr wohl aber ist lokal in nahezu allen Bohrungen, die diese beiden schlecht wärmeleitenden Schichten durchfahren, eine engbegrenzte Temperaturvariation von einigen hundertstel bis wenigen zehntel Grad zu beobachten. Besonders deutliche Beispiele bieten u.a. die beiden stark geneigten Bohrungen in der Ostmulde Bartensleben 12YER61 RB606/ RB610 (vgl. die Profile der Differenztemperaturen in Anlage 48) oder die Bohrung UT II/60 15YER81 RB004 im Südfeld Marie (Anlage 50). Abbildung 20 erläutert schematisch das Zustandekommen von lithologiebedingten Temperaturvariationen als Folge der Änderung des Temperaturgradienten im umgekehrten Verhältnis zur Wärmeleitfähigkeit. Im Einzelfall hängt die Amplitude der Temperaturvariation außer von der Mächtigkeit der Schichten von der relativen Orientierung der Schichtgrenze zur herrschenden Wärmestromrichtung und der Bohrlochorientierung ab.

Trotz der geringen Amplitude ist dieser bei hochauflösenden Messungen deutlich zu registrierende Temperatureffekt in vielen Fällen geeignet, den Übergangsbereich von z2 nach z3 thermisch metergenau zu indizieren und so die Konstruktion des geologischen Modelles (BEHLAU et al. 1997) zu unterstützen oder zu bestätigen, wo Bohrkernaufnahmen fehlen oder nicht ausreichend differenziert sind (Altbohrungen). Beispiele hierfür sind etwa die Situationen der Altbohrungen UT V/59 17YER21 RB008 im Nordfeld Bartensleben (Anlage 51) und UT I/58-59 17YEA52 RB001 im Südostfeld Bartensleben (Anlage 53). In beiden Fällen war es aus tektonischen und struktureologischen Erwägungen heraus notwendig, im Bereich der Bohrung multiple Durchgänge des nahezu ausgequetschten Kaliflözes Staßfurt anzunehmen, ohne sich auf einen differenzierten Bohrkernbefund stützen zu können. Die Position der thermischen Indikationen an jedem einzelnen der konstruierten Durchgänge bestätigt die geologische Konstruktion. In beiden Fällen wird auch die thermische Indikation durch parallel auftretende Anomalien in nahegelegenen und in den selben Schnitt projizierten Nachbarbohrungen gestützt (UTVA/59 in Anl. 51 bzw. UT1/51 in Anl. 53).

7.2.2 Feuchtigkeitsbedingte Temperaturvariationen

Zutritte von Lösungen können die Bohrlochtemperaturen im Prinzip auf zwei verschiedene Weisen beeinflussen: durch den Wärmeinhalt der Fluide selbst und/oder durch sekundäre Wärmeprozesse, die im Kontakt mit der Luft ablaufen, wie Verdunstung und Kristallisation. Fluide, die durch ein Poren- oder Kluftsystem strömen, können zum normalen konduktiven Wärmestrom eine advective Wärmestrom-Komponente addieren. Je nach den

Temperaturverhältnissen im Ausgangsreservoir und entlang des Strömungsweges kann die Temperatur der Fluide an der Austrittsstelle höher oder niedriger als die ungestörte Gesteinstemperatur sein. Durch Wärmeleitung erfolgt entlang des gesamten Strömungsweges ein permanenter Ausgleich in das Gebirge. Dadurch wird einerseits die originäre Temperaturdifferenz abgebaut, andererseits breiten sich Temperaturstörungen mit abfallender Amplitude auch in gewisser Entfernung von der direkten Strömungsbahn aus. In obertägigen hydrogeologischen Erkundungsbohrungen, die permeable Poren- oder Kluftaquifere der Deckschichten durchstoßen, sind wegen der relativ hohen Fließraten Grundwasserströmungen aus verschiedenen geothermischen Niveaus häufig bereits an positiven oder negativen Störungen des quasistationären Temperaturprofils zu erkennen. Aber auch Zuflüsse aus demselben Niveau sind thermisch präzise zu lokalisieren, wenn eine künstliche Temperaturdifferenz durch Absenken der Temperatur der Bohrlochflüssigkeit erzeugt wird.

In den um Größenordnungen geringer durchlässigen salinaren Festgesteinen sind die Strömungsgeschwindigkeiten jedoch so gering und die Verweildauer entsprechend so hoch, daß die Fluidtemperaturen praktisch mit der Gebirgstemperatur ausgeglichen sind. Originäre Temperaturdifferenzen können daher in der Praxis bei tropfenweise zuzitenden Lösungen nur dann erwartet werden, wenn die Strömungswege sehr kurz und vertikal sind. Unter diesem Gesichtspunkt sind Versuche, Hinweise auf die Herkunft von Fluiden aus der Temperaturdifferenz zu gewinnen - ein Referenzbeispiel berichtet SCHUSTER (1968) - ohne gute Kenntnis der Fließwege und der Verweilzeiten (und dementsprechend differenzierte Modellrechnungen) mit Vorbehalt zu beurteilen und nur unter günstigen Gegebenheiten aussichtsreich.

Soweit dennoch Temperaturanomalien an Feuchte- oder Tropfstellen auftreten, sind sekundäre Oberflächen-Ursachen wie Verdunstung (Temperaturniedrigung) und unter Umständen auch Lösungs- und Rekrystallisationswärme (negative und positive Änderungen) wahrscheinlicher.

Temperatureffekt im Salzlösungsvorkommen Lager H / Grube Marie

Hinweise auf die genannte sekundäre Natur von Temperatureffekten sind an der Situation der Salzlösungsvorkommen im Bereich des Lagers H zu erkennen. Nach KÄBEL (1997) sind diese Zutritte Ergebnis einer intakten Verbindung zum Deckgebirge. Aufgrund der hydrogeologischen Situation müssen jedoch Fließwege über 800 m horizontale Entfernung und Verweilzeiten über 1000 Jahre angenommen werden. Unter diesen Bedingungen ist es

ausgeschlossen, daß die Thermik der Lösungen noch eine Indikation über die ursprüngliche Herkunft aus dem kühleren Deckgebirge beinhaltet.

Bei den im Liegenden des Lagers H auf einer Testfläche von $7 \times 10 \text{ m}^2$ durchgeführten Infrarot-Messungen der Oberflächentemperaturen traten die Tropfstellen in einem insgesamt schwachen thermischen Relief wenig spezifisch als geringfügige positive Anomalien von $+ 0.1 \text{ K}$ in Erscheinung. Dieser Befund ist insofern bemerkenswert, als man im Hinblick auf die Verdunstung der Feuchtigkeit an der freien Oberfläche eher eine geringe Temperaturerniedrigung erwarten könnte. Das Temperaturrelief der Tropfstellen wird von einem stärkeren lokalen Gradienten überprägt, der im Zusammenhang mit benachbarten lithologischen Grenzen stehen könnte. Als Ursache der positiven Temperaturvariationen wird eine lokale Änderung der für die Infrarot-Meßmethodik maßgeblichen thermischen Emissions- und Absorptionseigenschaften an der Feuchtestelle und/oder eine aktive Temperaturänderung durch Rekrystallisations-Vorgänge in Betracht gezogen.

Temperatureffekte an Feuchtestellen in Bohrlöchern

Steht Feuchtigkeit am Stoß oder im Bohrloch an, wird die zur Verdunstung erforderliche Wärme der Flüssigkeit, dem Gebirge und dem vorbeistreichenden Wetterstrom entnommen. Die Abkühlung ΔT (psychrometrische Temperaturdifferenz) hängt in Umkehrung der empirischen Sprung'schen Formel (z.B. BERGMANN & SCHAEFER 1961) von der Differenz zwischen der absoluten Wetterfeuchte $F_a \text{ (g/cm}^3\text{)}$ und der zur Trockentemperatur gehörigen maximalen Sättigungfeuchte $F_m \text{ (g/cm}^3\text{)}$ ab:

$$(4) \quad \Delta T \text{ (K)} \approx - 1.6 (F_m - F_a)$$

Der volle psychrometrische Effekt in der Größe von mehreren Kelvin wird nur bei hinreichendem Luftaustausch erreicht.

In engen Bohrlöchern mit geringem Luftaustausch steigt die absolute Luftfeuchte lokal bis nahe an die Sättigungsgrenze, so daß der tatsächliche Temperatureffekt nur einen Bruchteil dieses Maximaleffektes, d. h. nur einige zehntel Kelvin ausmacht.

In folgenden Bohrungen wurden negative Temperaturabweichungen registriert, die als Verdunstungs-Indikationen für Feuchtestellen interpretiert werden:

Bg. 17YER21 RB454; Bg. 12YER61 RB602; Bg. 12YER61 RB604; Bg. 15YEQ02 RB001.

12YER21 RB454 (Nordfeld, 4. Sohle Bartensleben, Nordstrecke; Abb. 21).

Die für geotechnische Spannungsmessungen gestoßene Kurzbohrung RB454 steht im Bankbändersalz (z3Bk/Bd). Beim Ziehen des Vershubgestänges wurde Feuchtigkeit bei ca. 25 m festgestellt. Die Stelle tritt thermisch eindeutig durch eine negative Temperaturvariation zwischen 24 und 28 m in Erscheinung. Das Minimum von nur 0.15 K Differenz zeigt die eigentliche Feuchtstelle bei ca. 27 m an.

12YER61 RB602 (Ostfeld Bartensleben, 2. Sohle, Abbau 3; Abb. 22 und Anlage 46).

Nach ersten Temperaturschwankungen im Bereich des Anhydritmittelsalzes (z3AM) zwischen 50 und 75 m tritt die aus zwei Minima bestehende Hauptanomalie zwischen 95 und 120 m im Hauptanhydrit (z3HA) und seinen unmittelbaren Begleitschichten (z3LK, z3GT, z3DA) auf. Die beiden Minima koinzidieren mit einer als Sonderfazies ausgewiesenen Tonschicht bei 99 m sowie dem Bereich von Grauem Salzton (z3GT) und gebändertem Deckanhydrit (z3DA) bei 115 - 117 m. Abb. 22 zeigt Messungen mit verschiedenen Sonden im zeitlichen Abstand von fünf und einem Monat. Bei der ersten Messung mit dem Luftfühler (März 95) waren die Minima schwach und deutlich getrennt. Bei der zweiten Messung (August 95), ebenfalls mit dem Luftfühler, erscheinen die Minima vereinigt und verbreitert. Die dritte Messung mit einem Wandfühler im September 95 weist erneut auf die beiden Tonschichten als Ausgangspunkte der Temperaturstörung hin. Die Anomalien können zum Teil durch den lithologischen Wärmeleitfähigkeitskontrast bedingt sein, die zeitliche Veränderung legt jedoch einen zusätzlichen Einfluß von Feuchtigkeit nahe. Diese könnte teils als im Tongestein adsorbierte Restfeuchtigkeit der an dieser Stelle zum Freispülen der Bohrkronen eingesetzten Spülflüssigkeit angesehen werden (Bohrung im Sommer 1994). Wiederum deutet aber die zeitliche Veränderung auf ein Zusitzen von Feuchtigkeit aus dem Gebirge hin, wofür im Grauen Salzton und/ oder im Deckanhydrit und Hauptanhydrit vorhandene Restlösungen infrage kommen. Aus dem Bohrloch läuft keine Flüssigkeit aus, ein direkter Nachweis war bei den Befahrungen

lediglich durch feucht verschmutztes Verschubgestänge gegeben. Bei den Wiederholungsmessungen wird beobachtet, daß sich die Temperaturanomalie im Bohrloch nicht nach unten ausweitete sondern eher aufwärts. Daraus könnte geschlossen werden, daß sich geringe Mengen an Feuchtigkeit nicht durch freies Fließen, sondern durch kapillares Kriechen sowie über die Bohrlochluft und erneuten Niederschlag an der Wand ausbreitet.

12YER61 RB604 (Ostfeld Bartensleben, 2. Sohle, Abbau 3; Abb. 23 und Anlage 47).

In der Bohrung RB 604 treten Temperaturabsenkungen, die auf Feuchtigkeit hinweisen, an zwei abgegrenzten Stellen auf. Die erste befindet sich von ca. 110 bis 120 m im Anhydritmittelsalz (z3AM). Die zweite, breitere, erstreckt sich ab ca. 225 bis 300 m in einer zur Westflanke der Ostmulde gehörenden Hauptanhydritscholle (z3HA), die von der Bohrung an ihrem oberen Rand durchfahren wird. Auch in dieser Bohrung war ein allgemeiner Nachweis von Feuchtigkeit im Bohrloch durch eine starke schlammige Verschmutzung des Sonden-Verschubgestänges gegeben.

15YEQ02 RB001 (Westfeld Bartensleben 3. Sohle; Anl. 5 und Anl. 52).

Bei der Wiederaufwältigung wurde in dieser Bohrung Feuchtigkeit festgestellt. Die zur Westflanke des Salinars gerichtete Bohrung zeigt außer dem bereits in Abschnitt 7.1 angesprochenen allgemein erhöhten Temperaturniveau sowie dem nach Westen gerichteten Horizontalgradienten eine als möglicher Feuchtigkeitsindikator anzusehende Temperaturanomalie von 0,3 Kelvin im Bereich von etwa 40 bis 60 m Tiefe. Da das relative Minimum jedoch mit dem Durchgang des Kaliflözes Staßfurt koinzidiert, kann nicht entschieden werden zu welchen Teilen hier der lithologische und der feuchtigkeitsbedingte Effekt überlagert sind.

Temperatureffekt in teilweise flüssigkeitsgefüllten Bohrungen

In mehreren schwach geneigten, bogenförmig gekrümmt verlaufenden Altbohrungen wurde bei der Befahrung im tieferen Teil nach dem Scheitelpunkt Flüssigkeitsfüllung angetroffen, bei der es sich um den Rest der Spülflüssigkeit des seinerzeitigen Naßbohrverfahrens handelt. Das Eintauchen der Temperatursonde in die Flüssigkeit wird in der Regel (abgesehen von Störfällen bei Undichtigkeit) durch einen nur sehr geringen Temperatursprung von weniger als 0.1 Grad angezeigt, ein Zeichen dafür, daß die Luftsäule und die Flüssigkeit weitgehend im thermischen Gleichgewicht mit der Gebirgstemperatur stehen.

Beispiele sind: Bg. UT 1/53 bei 100 m, Anl. 7; UT I/58/59 bei 163 m Anl. 34; Bg. UT I/51 bei 73 m Anl. 35; Bg. UT VIIA/60 bei 120 m Anl. 40).

Innerhalb der Flüssigkeit sind die Temperaturschwankungen extrem gering, so daß hier auch die besten Bedingungen zur Bestimmung der wahren Gebirgstemperatur gegeben sind. Die jeweiligen Flüssigkeitsstände wurden im übrigen auch bei den im Anschluß durchgeführten Elektromagnetischen Reflexionsmessungen durch extremen Anstieg der Absorption registriert (THIERBACH et al. 1997).

8 Zusammenfassung

Zur Untersuchung der geothermischen Situation im ERAM wurden eine Modellrechnung der regionalen Temperaturverteilung, Wärmeleitfähigkeitsmessungen an Salzgesteinsproben und hochauflösende Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen durchgeführt.

Das Ergebnis der geothermischen Modellrechnung erklärt die parallel zur Allertal-Zone regional kartierte Erniedrigung der Untergrundtemperaturen als Folge des von WSW nach ENE aufsteigenden präsalinaren Zechstein-Sockels, beziehungsweise der damit verbundenen Reduzierung der Mächtigkeit der schlecht wärmeleitenden mesozoischen und känozoischen Deckschichten. Im engeren Bereich des Salinars wird die Richtung des aufsteigenden Wärmestromes und der Verlauf der Isothermen von der Geometrie der Salzstruktur und dem Kontrast der Wärmeleitfähigkeit zwischen den Salzgesteinen und den umgebenden Sedimenten geprägt. Infolge der geringen Tiefenerstreckung des Salinars Morsleben ist der berechnete Temperatureffekt mit etwa 2 Grad Absenkung an der Salzbasis im Vergleich zu anderen Salzstöcken relativ gering.

Die Labormessungen an Proben der wichtigsten vorkommenden Salzgesteine bestätigen die gleichermaßen hohe Wärmeleitfähigkeit der beiden Hauptkomponenten Steinsalz und Anhydrit und die in starkem Kontrast stehenden niedrigen Wärmeleitfähigkeiten von Grauem Salzton und Carnallit.

Das Feld der natürlichen Gebirgstemperaturen wurde im Bereich des Grubenfeldes Bartensleben sowie im Südfeld der Grube Marie in untertägigen Bohrungen durch hochauflösende Messungen mittels beweglicher Sonden ermittelt. Hierfür wurden 45 vorhandene geologische Erkundungsbohrungen von 40 bis über 350 m Länge genutzt. In der Vertikalen wird der Teufenbereich von -225 m bis -480 m NN erfaßt, in der Horizontalen ein Gebiet von 2.7 km längs und 1.6 km quer zum Streichen der Salzstruktur. Im gesamten untersuchten Bereich bewegen sich die Gebirgstemperaturen nur in der schmalen Bandbreite zwischen 18.1 und 22.4 °C.

Das in den untertägigen Bohrungen beobachtete Temperaturfeld wird als Überlagerung von vier Anteilen interpretiert:

- Normale Zunahme der ungestörten Gebirgstemperaturen zur Tiefe hin entsprechend dem lokalen vertikalen Erdwärmestrom und der hohen Wärmeleitfähigkeit von Steinsalz und Anhydrit. In dem durch Steilbohrungen gut untersuchten Ostfeld beträgt der mittlere geothermische Vertikalgradient ca. 1.2 K/ 100m.
- Zunahme der natürlichen Gebirgstemperaturen in Richtung zu den seitlichen Salzflanken mit einem mittlerem Horizontalgradienten von 0.09 K/ 100 m, örtlich bis ca. 0.4 K/ 100 m. Diese Beobachtung verifiziert den aus der Modellrechnung zu erwartenden Verlauf der Isothermen.
- Betriebsbedingte Erhöhung der Gesteinstemperaturen im Nahbereich der Strecken und Abbaue aufgrund der Wärmeaufnahme aus der Bewetterung. Der Einfluß ist örtlich bis in Entfernungen von 40 m nachzuweisen. Die mittleren Wittertemperaturen liegen seit Jahren durch die im Winter erfolgende Schachtheizung sowie die betriebsbedingte Abwärme oberhalb der ungestörten Gesteinstemperatur. Im Südfeld wird in einer Bohrung oberhalb des Abbaues 3 (17YER31RB709) eine Temperaturerhöhung von 1.5 K beobachtet, die auf die Einlagerung niedrigaktiver Abfälle zurückzuführen sein könnte.
- Lokale Temperaturanomalien an lithologische Grenzen und an Feuchtestellen im Gebirge.

Die komplexe geologische Internstruktur des Salinars spiegelt sich wegen der ähnlichen Wärmeleitfähigkeit von Steinsalz und Anhydrit nicht signifikant in den Temperaturmessungen wider. Die niedrige Wärmeleitfähigkeit des Kaliflözes Staßfurt

Anhang 2

Temperaturmessungen im Ostfeld Bartensleben

Anlage-Nr.	Bohrort	Bohrung
Anl. 16	12YER52	RB001 UT III/55
Anl. 17	12YER61	RB601
Anl. 18	12YER61	RB602
Anl. 19	12YER61	RB603
Anl. 20	12YER61	RB604
Anl. 21	12YER81	RB606
Anl. 22	12YER61	RB610
Anl. 23	17YEA63	RB306
Anl. 24	17YEA63	RB507
Anl. 25	17YEA63	RB607
Anl. 26	17YEA83	RB608
Anl. 27	17YEQ01	RB440
Anl. 28	17YEQ01	RB442
Anl. 29	17YEQ01	RB613
Anl. 30	17YER42	RB342
Anl. 31	17YER42	RB401
Anl. 32	17YER42	RB402
Anl. 33	17YER42	RB466

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER52	RB001		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4439340,06"/>	<input type="text" value="4439398,00"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5788092,51"/>	<input type="text" value="5788085,00"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-287,66"/> mNN	<input type="text" value="-281,60"/> mNN	
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>		
Sohle:	<input type="text" value="-291"/>		
Feld:	<input type="text" value="Südostfeld"/>		
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="12 YER52 R003"/>		
Grubenbau:	<input type="text" value="aus Abbau 3a in Richtung Osten"/>		
Blattnummer Ribwerk:	<input type="text" value="20 2."/>	Schichtenverzeichnis:	<input type="text" value="Ja"/> <input type="text" value="Nein"/>

	Zahlenwert	verbale Angabe	Kurzschichtenverzeichnis: <input type="text" value="auf Zusatzblatt: Nein"/>
Richtung:	<input type="text" value="107,6"/> Gon	<input type="text"/>	
Neigung:	<input type="text" value="6,5"/> Gon	<input type="text"/>	
Lösung angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	0,0 - 1,65 m Kristallsalz / Übergangsschichten 1,65 - 21,4 m Anhydritmittelsalz 21,4 - 35,4 m Kristallsalz 35,4 - 36,9 m Liniensalz 36,9 - 48,6 m Kristallsalz 48,6 - 53,05 m Liniensalz 53,05 - 55,5 m Basissalz 55,5 - 59,0 m Hauptanhydrit
Gas angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	
Bohranlage:	<input type="text" value="CRAELIUS"/>		
Bohrart:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>		
Spülung:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>		
Bohrverfahren:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>		

erbohrte Länge: m **Kernausbringen:** m **Kerngewinn:** %
Durchmesser: mm **Ausbau:** **Verfüllung:**

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m **gefundener Durchmesser:** mm
offen: **gesperrt:** **Grund:**

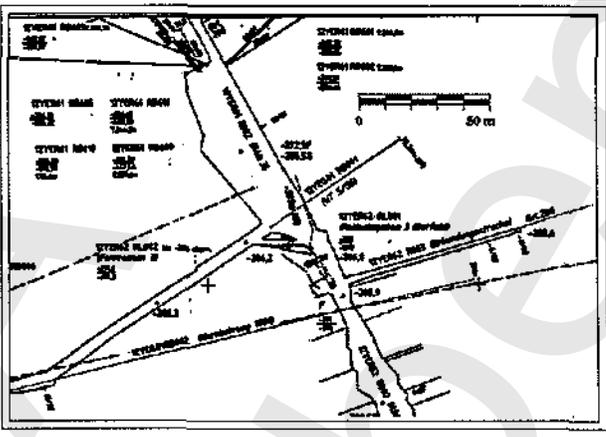
n.b. - nicht bekannt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp.	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB601		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439707,34"/>	<input type="text" value="4439891,06"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788482,31"/>	<input type="text" value="5788668,04"/>
Höhe:	<input type="text" value="-282,52"/> mNN	<input type="text" value="-238,86"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-291"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="12YER61R002"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="49,9"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="12,6"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzsichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:		Ja
0	- 23,00 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
23,00	- 42,58 m	z3SS	Schwadensalz	
42,58	- 62,80 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
62,80	- 74,75 m	z3HA	Hauptanhydrit	
74,75	- 79,25 m	z3LS	Linien-salz	
79,25	- 81,00 m	z3OS	Orangesalz	
81,00	- 88,90 m	z3BK/BD	Bank-/Bändersalz	
88,90	- 97,00 m	z3OS	Orangesalz	
97,00	- 110,15 m	z3LS	Linien-salz	
110,15	- 117,25 m	z2SF	Flöz Staßfurt	
117,25	- 117,60 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten	
117,60	- 117,85 m	z2HG	Hangendsalz	
117,85	- 181,50 m	z2HS3	Kristallbrockensalz	
181,50	- 182,95 m	z2HG	Hangendsalz	
182,95	- 183,25 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten	
183,25	- 183,95 m	z2SF	Flöz Staßfurt	

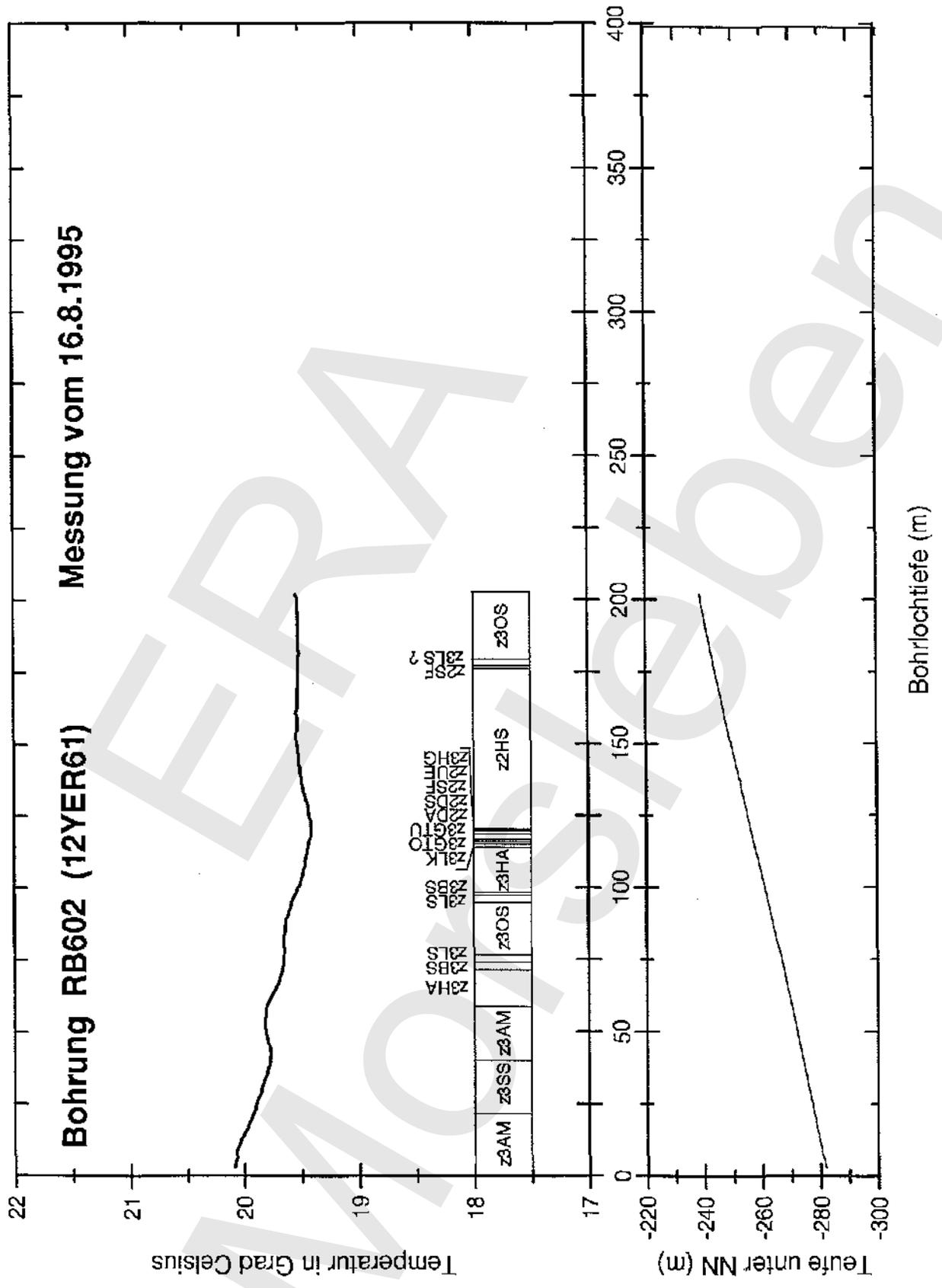
erbohrte Länge: m Kernaushängen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt

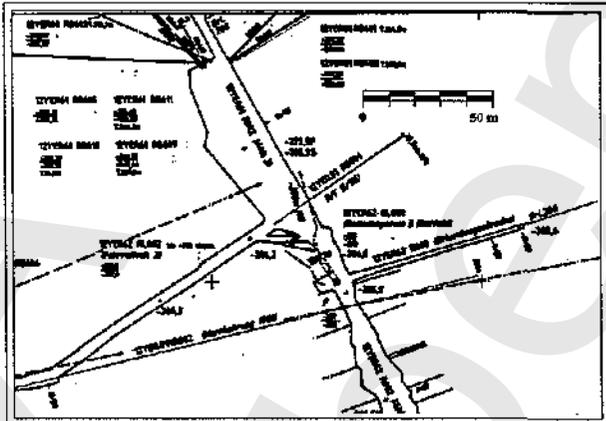


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB602		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439707,70"/>	<input type="text" value="4439874,47"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788481,70"/>	<input type="text" value="5788588,42"/>
Höhe:	<input type="text" value="-282,51"/> mNN	<input type="text" value="-238,68"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-291"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="12YER61R002"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="Abbau 3"/>	



Blattnummer Rifwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="64,6"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="12,9"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	Ja
0 - 21,50 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
21,50 - 40,15 m	z3SS	Schwadensalz	
40,15 - 58,65 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
58,65 - 71,53 m	z3HA	Hauptanhydrit	
71,53 - 74,25 m	z3BS	Basissalz	
74,25 - 76,79 m	z3LS	Linien-salz	
76,79 - 94,95 m	z3OS	Orangesalz	
94,95 - 97,34 m	z3LS	Linien-salz	
97,34 - 98,45 m	z3BS	Basissalz	
98,45 - 98,95 m		Sonderfazies Steinsalz	
98,95 - 99,62 m		Sonderfazies Tongestein	
99,62 - 114,00 m	z3HA	Hauptanhydrit	
114,00 - 115,15 m	z3LK	Lainekarbonat	
115,15 - 116,90 m	z3GT	Grauer Salton	
116,90 - 117,40 m	z2DA	Deckanhydrit	
117,40 - 118,50 m	z2DS	Decksteinsalz	
118,50 - 119,60 m	z2SF	Kaliföz Staßfurt	
119,60 - 119,90 m	z2UE	kieseritische	

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

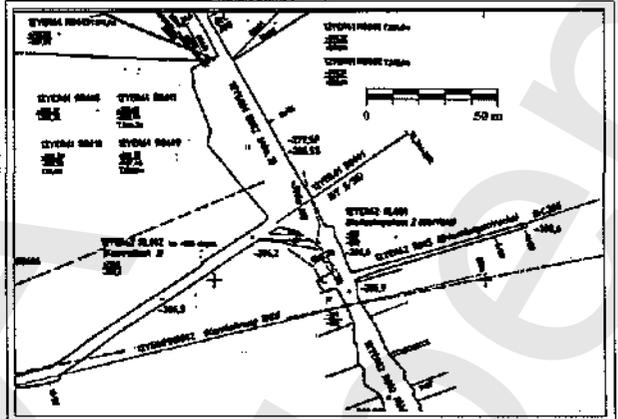
n.b. - nicht bekannt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Kemp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB603		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439700,28"/>	<input type="text" value="4439426,62"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788482,49"/>	<input type="text" value="5788599,04"/>
Höhe:	<input type="text" value="-282,82"/> mNN	<input type="text" value="-257,07"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:
 Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="324,7"/> Gon	<input type="text"/>
Nelgung:	<input type="text" value="9,2"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

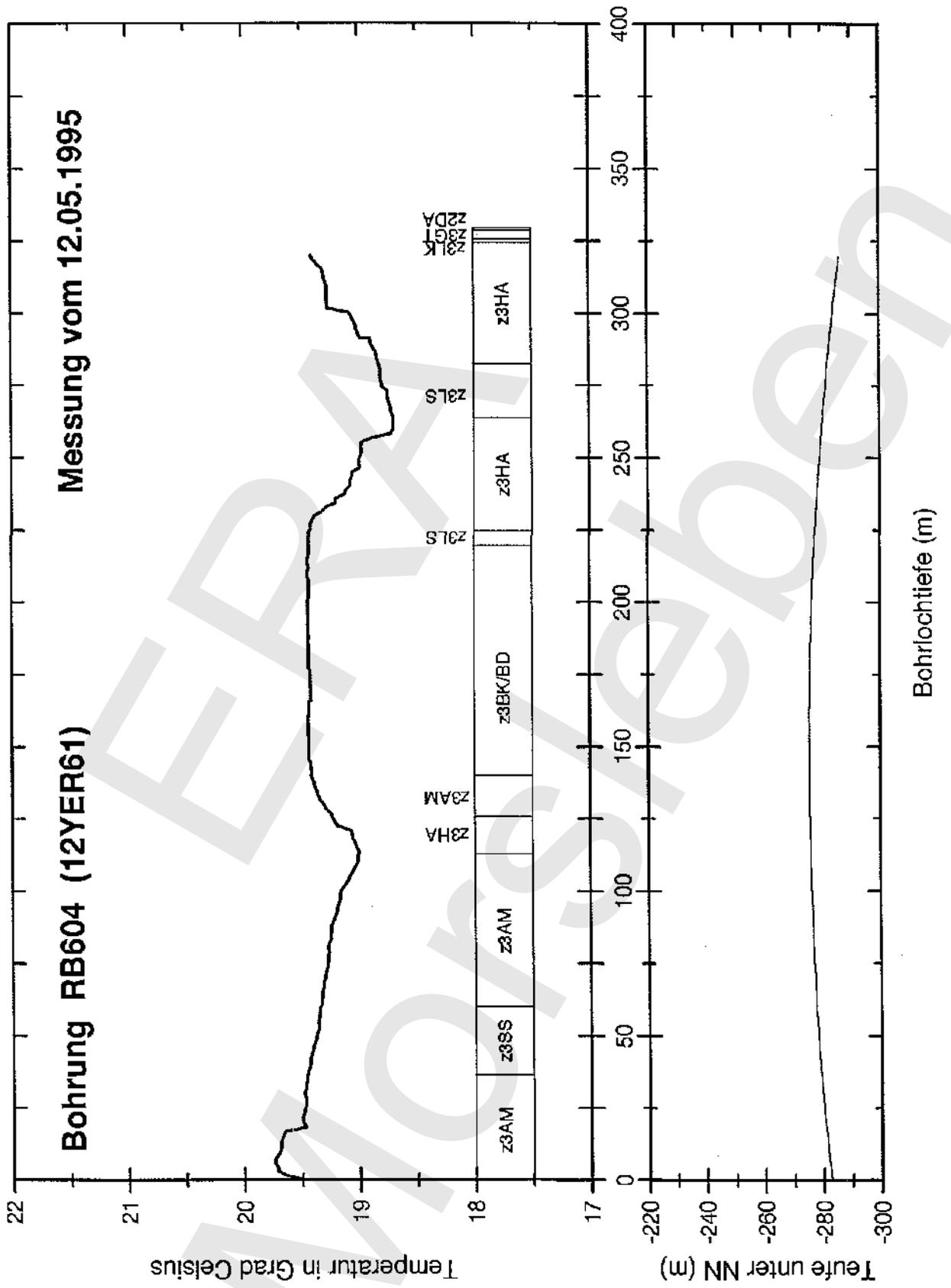
Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzsichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:		Ja
0	- 48,72 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
48,72	- 70,73 m	z3SS	Schwadensalz	
70,73	- 137,87 m	z3AM	Anhydritmittelsalz	
137,87	- 143,80 m	z3BK/BD	Bank-/Bändersalz	
143,80	- 189,40 m	z3OS	Orangesalz	
189,40	- 191,62 m	z3HA	Hauptanhydrit	
191,62	- 192,00 m	z3OS	Orangesalz	
192,00	- 193,69 m	z3HA	Hauptanhydrit	
193,69	- 199,89 m	z3OS	Orangesalz	
199,89	- 222,45 m	z3HA	Hauptanhydrit	
222,45	- 225,32 m	z3OS	Orangesalz	
225,32	- 277,44 m	z3HA	Hauptanhydrit	
277,44	- 278,11 m	z3LK	Leinekarbonat	
278,11	- 280,22 m	z3GT	Grauer Salzion	
280,22	- 281,20 m	z2DA	Deckanhydrit	
281,20	- 281,80 m	z2DS	Decksteinsalz	
281,80	- 282,30 m	z2SF	Flöz Staßfurt	
282,30	- 283,88 m	z2HG	Hangendsalz	

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt

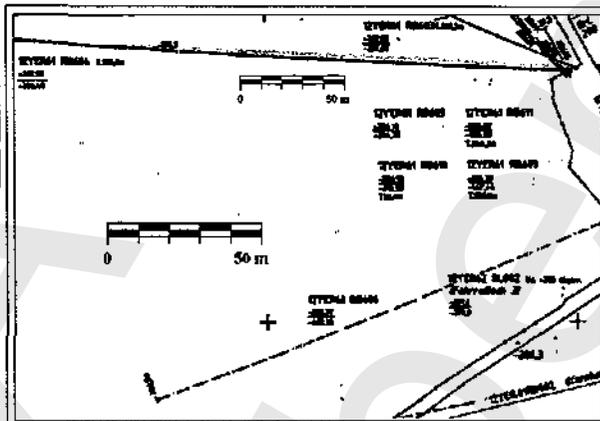


Projekt	PSP-Element	Obj Kern	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB604		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439697,98"/>	<input type="text" value="4439378,90"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788481,29"/>	<input type="text" value="5788505,15"/>
Höhe:	<input type="text" value="-282,92"/> mNN	<input type="text" value="-286,43"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:

Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="302,8"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="7,5"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

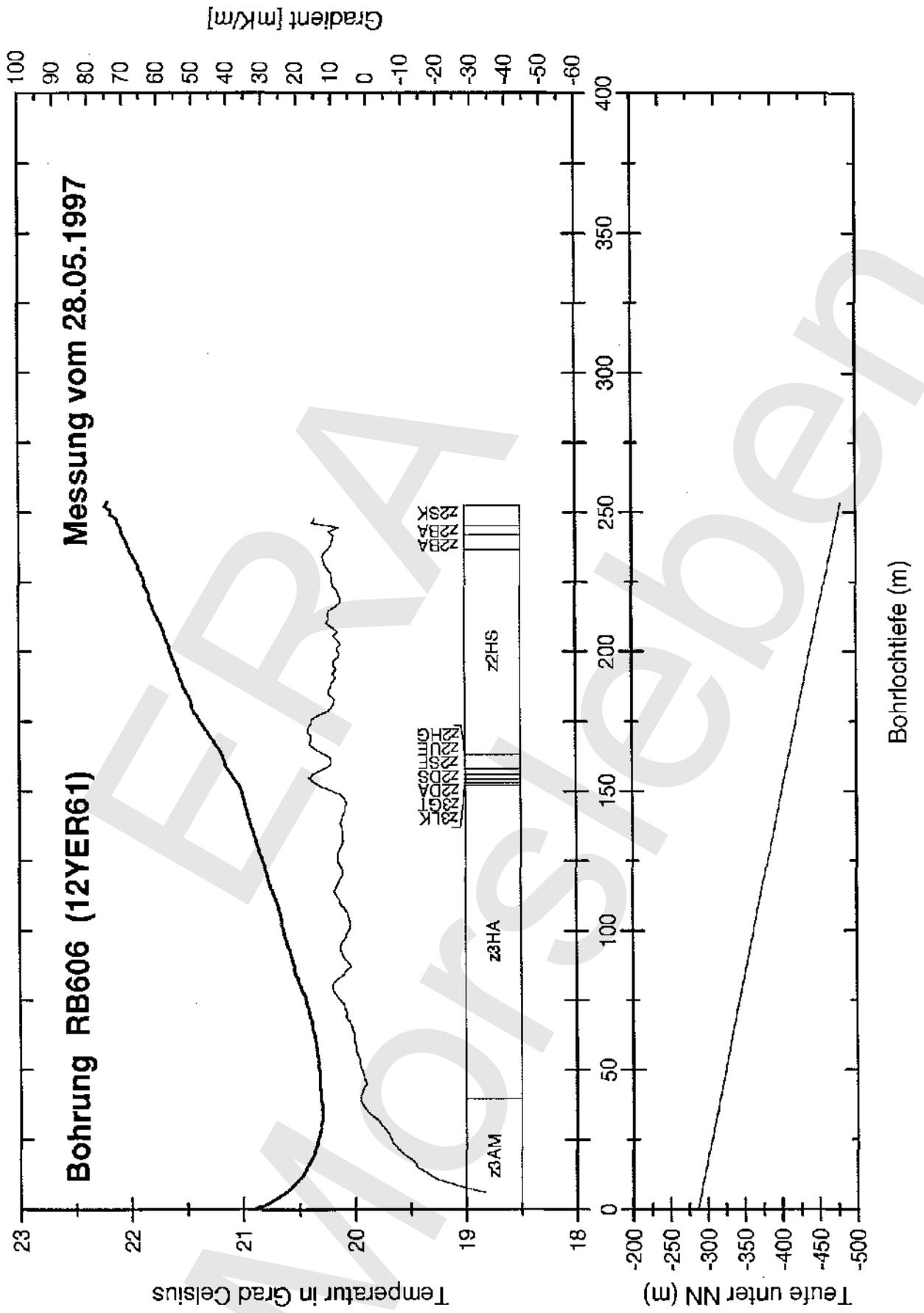
Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	Nein
0	- 36,30 m	z3AM	Anhydritmittelsalz
36,30	- 59,86 m	z3SS	Schwadensalz
59,86	- 138,25 m	z3AM	Anhydritmittelsalz
138,25	- 150,47 m	z3BK/BD	Bank-/Bändersalz
150,47	- 185,20 m	z3OS	Orangesalz
185,20	- 214,65 m	z3LS	Liniensalz
214,65	- 215,15 m	z3HA	Hauptanhydrit
215,15	- 223,65 m	z3LS	Liniensalz
223,65	- 223,68 m	z3HA	Hauptanhydrit
223,68	- 223,71 m	z3LS	Liniensalz
223,71	- 263,80 m	z3HA	Hauptanhydrit
263,80	- 279,20 m	z3LS	Liniensalz
279,20	- 323,90 m	z3HA	Hauptanhydrit
323,90	- 328,50 m	z3LK	Leinekarbonat
328,50	- 328,60 m	z3GT	Grauer Salzion
328,60	- 329,30 m	z2DA	Deckanhydrit

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt

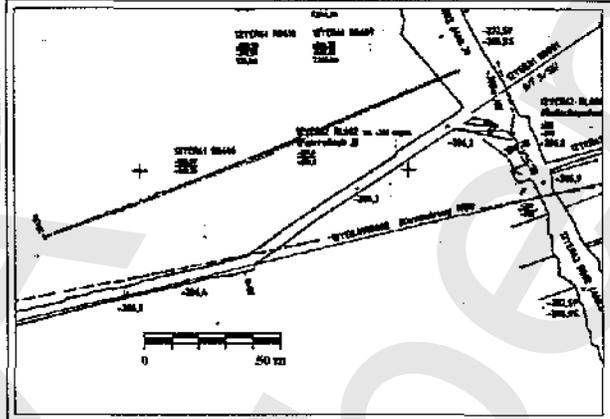


Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB606		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439718,54"/>	<input type="text" value="4439564,47"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788436,35"/>	<input type="text" value="5788375,05"/>
Höhe:	<input type="text" value="-286,57"/> mNN	<input type="text" value="-482,21"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:
 Grubenbau:

Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="275,0"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="-55,6"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

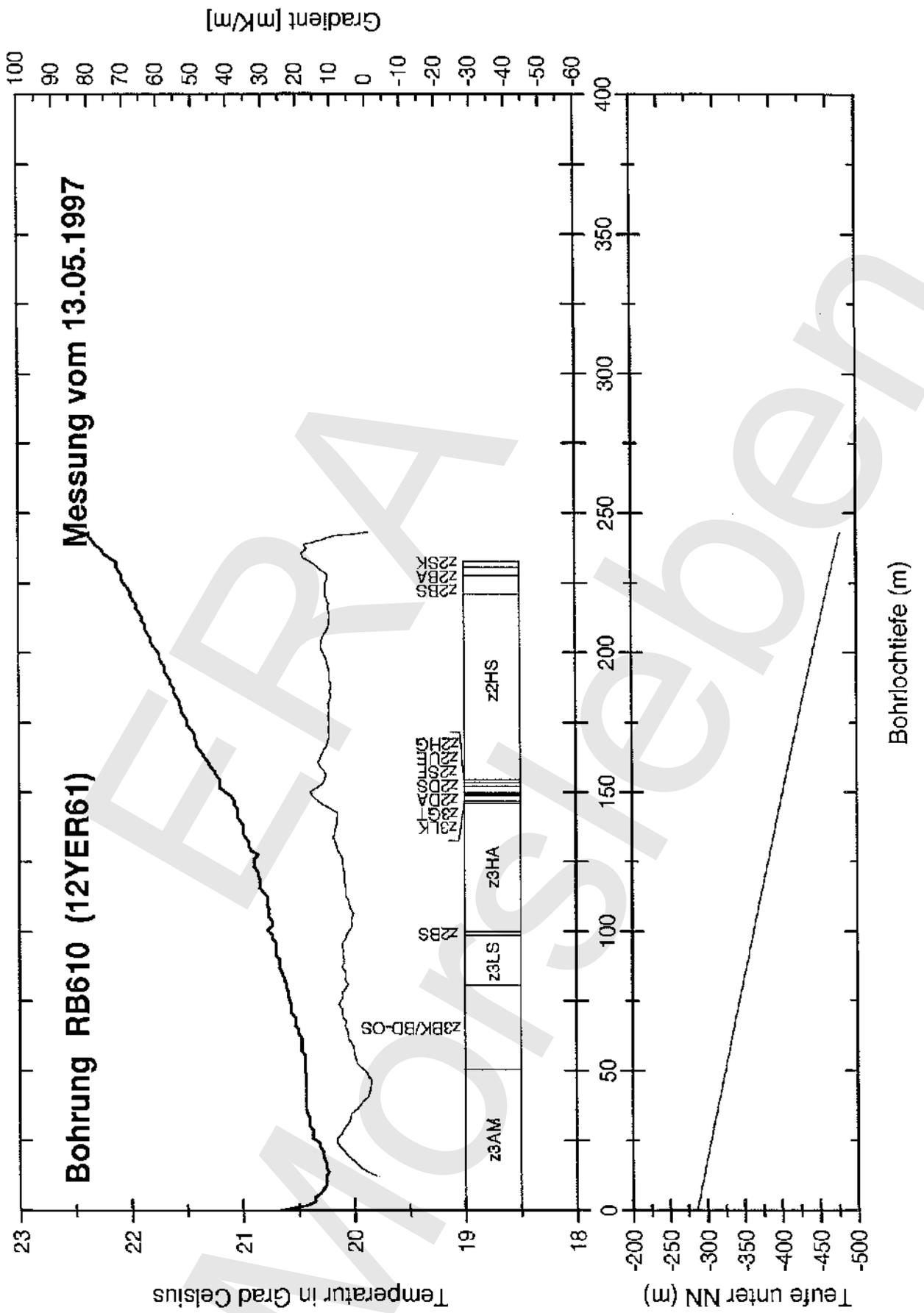
Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt: <input type="text" value="Nein"/>
0 - 39,45 m	z3AM	Anhydritmittelsalz
39,45 - 152,00 m	z3HA	Hauptanhydrit
152,00 - 152,80 m	z3LK	Leinekarbonat
152,80 - 154,30 m	z3GT	Grauer Salzion
154,30 - 155,85 m	z2DA	Deckanhydrit
155,85 - 157,95 m	z2DS	Decksteinsalz
157,95 - 161,95 m	z2SF	Flöz Staßfurt
161,95 - 162,80 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten
162,80 - 163,00 m	z2HG	Hangendsalz
163,00 - 190,00 m	z2HS3	Kristallbrockensalz
190,00 - 220,90 m	z2HS2	Streifensalz
220,90 - 236,45 m	z2HS1	Knäuelsalz
236,45 - 241,70 m	z2BS	Basissalz
241,70 - 245,10 m	z2BA	Basisanhydrit
245,10 - 252,50 m	z2SK	Staßfurtkarbonat

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. = nicht bekannt

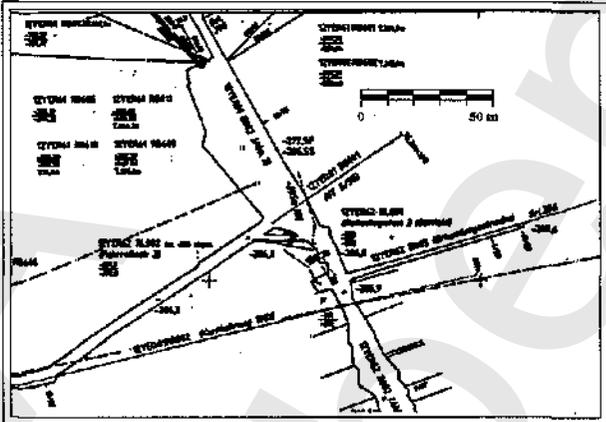


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			12YER61	RB610		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439698,68"/>	<input type="text"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788479,34"/>	<input type="text"/>
Höhe:	<input type="text" value="-286,53"/> mNN	<input type="text"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sofle:	<input type="text" value="-291"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="12YER61R002"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="Abbau 3"/>	
Blattnummer Rißwerk:	<input type="text" value="20.2."/>	Schichtenverzeichnis: <input type="text" value="Nein"/> Vermessung: <input type="text" value="Nein"/>



	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="355,3"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="-55,8"/> Gon	<input type="text"/>
Lösung angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>
Gas angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>

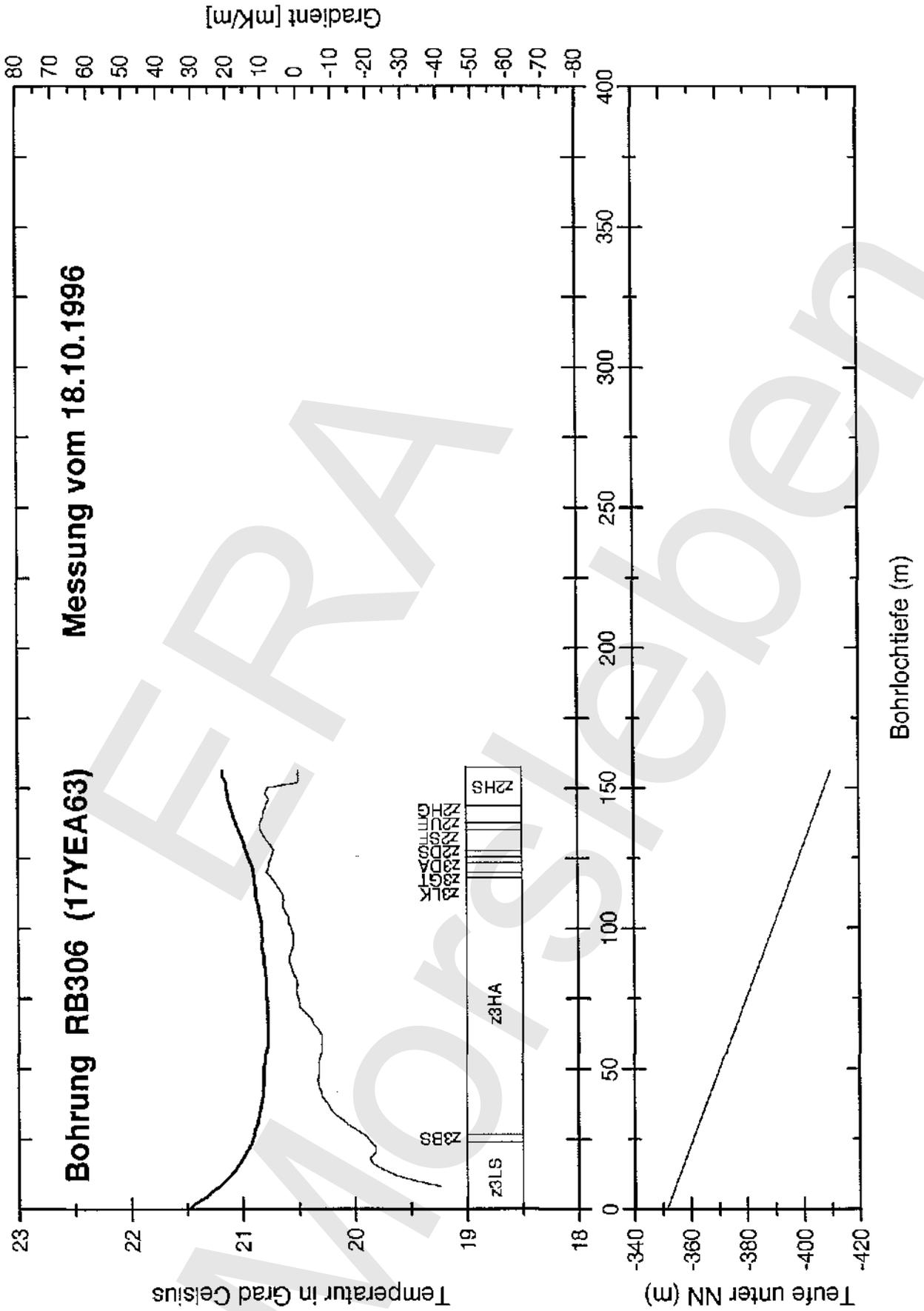
Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt

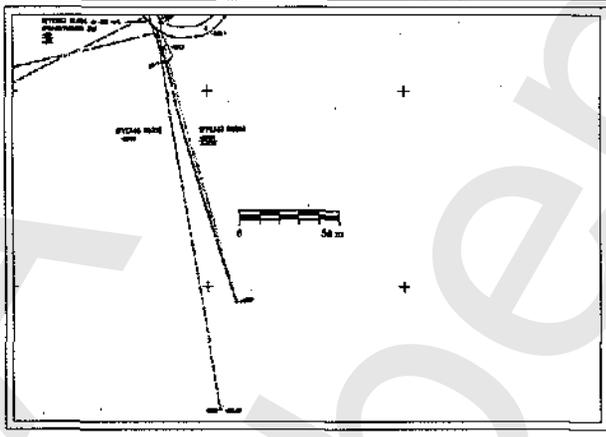


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lid Nr	Rev
9M			17YEA63	RB306		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439775,14"/>	<input type="text" value="4439815,11"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788230,63"/>	<input type="text" value="5788092,28"/>
Höhe:	<input type="text" value="-351,38"/> mNN	<input type="text" value="-409,91"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17YEA63"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="Flächen 4"/>	



Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="184,8"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="-24,3"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

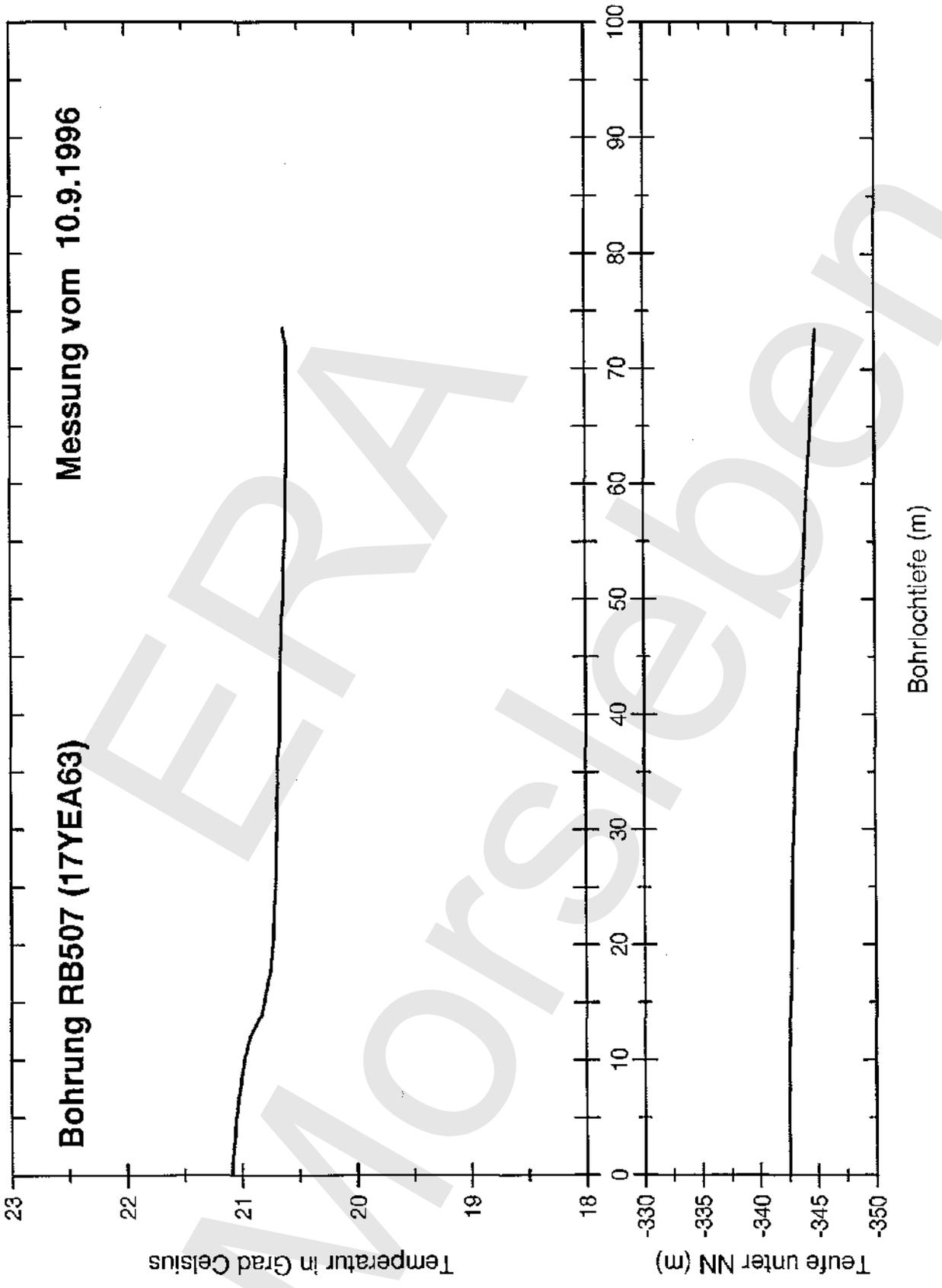
Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt: Nein	
0 - 23,90 m	z3LS	Liniensalz	
23,90 - 26,40 m	z3BS	Basissalz	
26,40 - 118,00 m	z3HA	Hauptanhydrit	
118,00 - 119,70 m	z3Lk	Leinekarbonat	
119,70 - 123,30 m	z3GT	Grauer Salzion	
123,30 - 125,30 m	z2DA	Deckanhydrit	
125,30 - 127,50 m	z2DS	Decksteinsalz	
127,50 - 134,90 m	z2SF	Kaliflöz Staßfurt	
134,90 - 137,50 m	z2UE	Kieseritische Übergangsschichten	
137,50 - 143,60 m	z2HG	Hangendsalz	
143,60 - 157,40 m	z2HS3	Kristallbrockensalz	

erbohrte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:

 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt

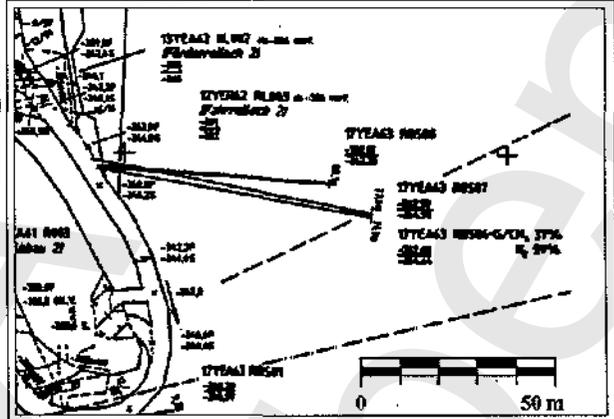


Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev.
9M			17YEA63	RB507		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439791,35"/>	<input type="text" value="4439863,57"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788298,32"/>	<input type="text" value="5788284,21"/>
Höhe:	<input type="text" value="-342,50"/> mNN	<input type="text" value="-344,98"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEA 63"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer RIBwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="110,3"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="-0,4"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

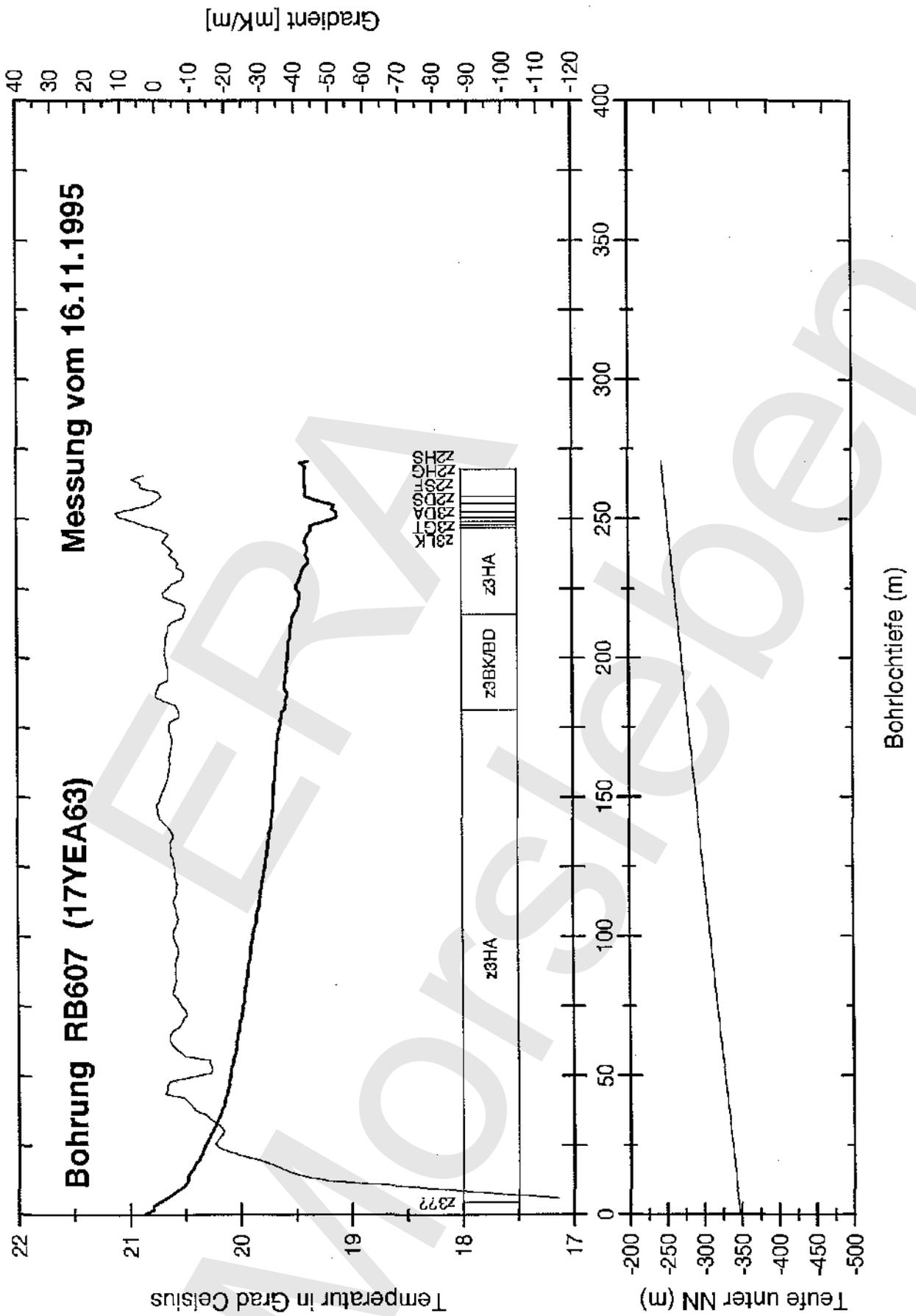
Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt

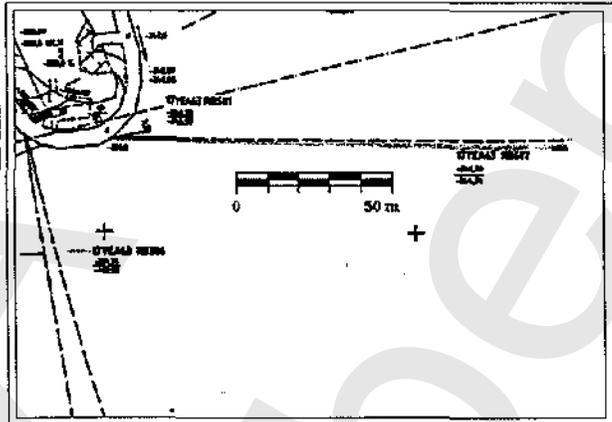


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEA63	RB607		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439803,12"/>	<input type="text" value="4440055,87"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788230,48"/>	<input type="text" value="5788233,96"/>
Nöhe:	<input type="text" value="-346,94"/> mNN	<input type="text" value="-244,74"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:

Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="100,7"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="25,3"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

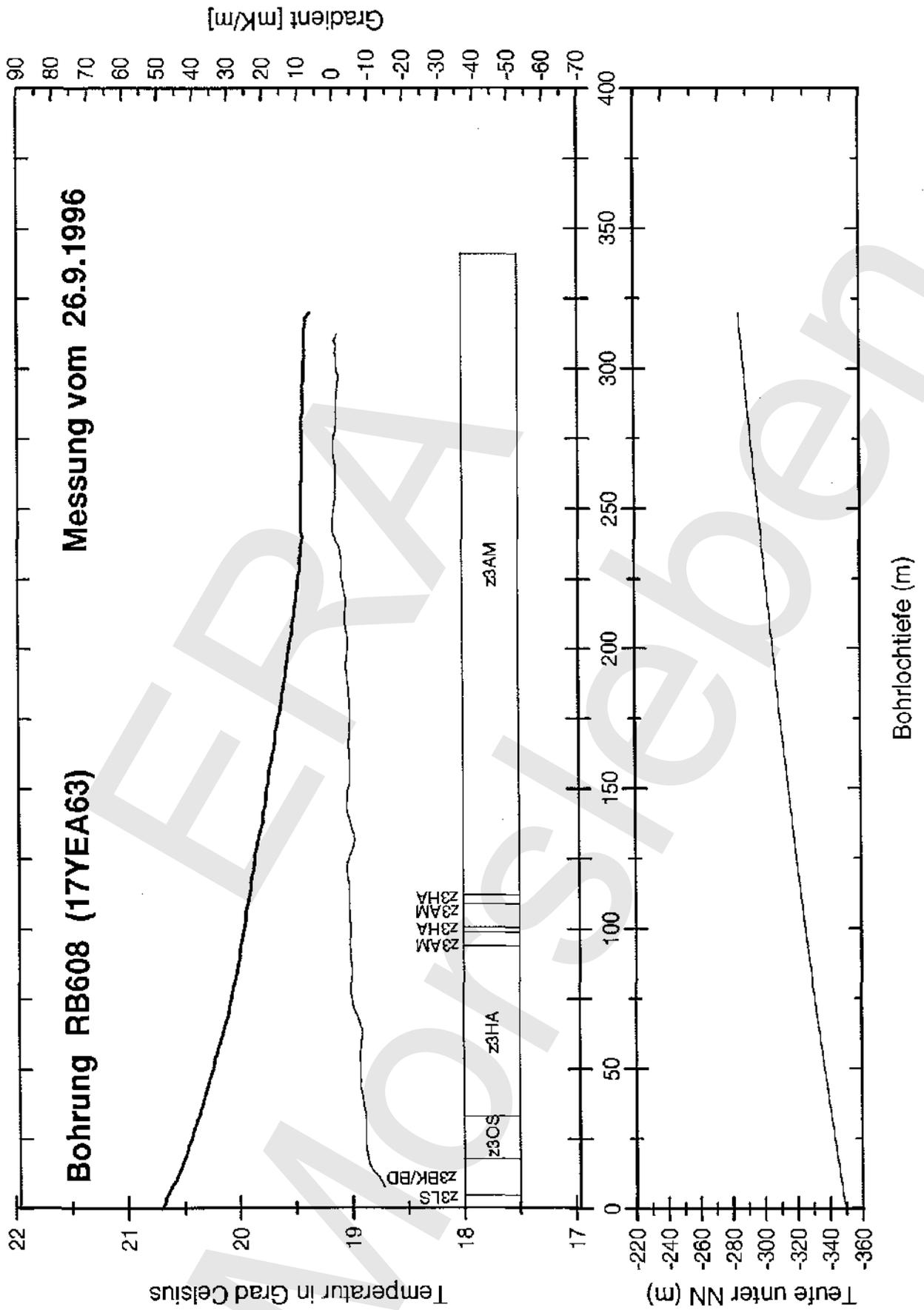
Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	Ja
0 - 4,87 m	z3OS	Orangesalz	
4,87 - 61,82 m	z3HA	Hauptanhydrit	
61,82 - 64,36 m	z3OS	Orangesalz	
64,36 - 71,36 m		Sonderfazies	
71,36 - 182,69 m	z3HA	Hauptanhydrit	
182,69 - 185,30 m	z3LS	Liniensalz	
185,30 - 207,60 m	z3OS	Orangesalz	
207,60 - 216,98 m	z3LS	Liniensalz	
216,98 - 247,96 m	z3HA	Hauptanhydrit	
247,96 - 248,76 m	z3LK	Leinekarbonat	
248,76 - 250,44 m	z3GT	Grauer Salzton	
250,44 - 251,66 m	z2DA	Deckanhydrit	
251,66 - 252,38 m	z2DS	Decksteinsalz	
252,38 - 253,66 m	z2SF	Kalifloz Staßfurt	
253,66 - 260,31 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten	
260,31 - 265,56 m	z2HG	Hangendsalz	
265,56 - 268,28 m	z2HS3	Kristallbrockensalz	

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt

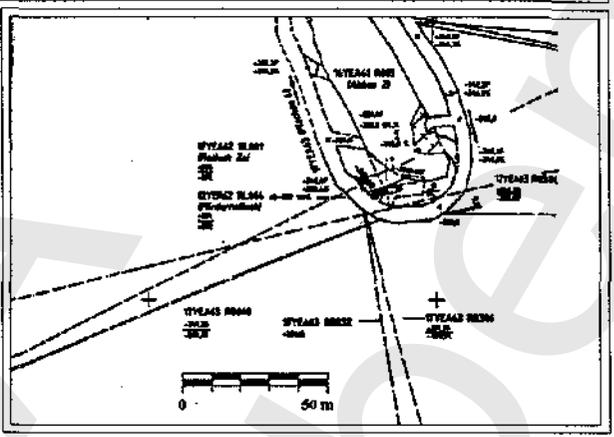


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
SM			17YEA63	RB608		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439780,08"/>	<input type="text" value="4439473,65"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788227,94"/>	<input type="text" value="5788098,47"/>
Höhe:	<input type="text" value="-349,36"/> mNN	<input type="text" value="-282,62"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17YEA63R001"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="Flachen 4"/>	
Blattnummer Rißwerk:	<input type="text" value="20 2"/>	Schichtenverzeichnis: <input type="text" value="Ja"/> Vermessung: <input type="text" value="Ja"/>



	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="276,0"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="16,6"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: - m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis:	auf Zusatzblatt:	Nein
0 - 4,94 m z3LS/z3OS	Liniensalz bis	
4,94 - 17,97 m z3BK/BD	Bank-/Bändersalz	
17,97 - 33,23 m z3OS	Orangesalz	
33,23 - 94,22 m z3HA	Hauptanhydrit	
94,22 - 98,97 m z3AM	Anhydritmittelsalz	
98,97 - 100,67 m z3HA	Hauptanhydrit	
100,67 - 108,97 m z3AM	Anhydritmittelsalz	
108,97 - 112,37 m z3HA	Hauptanhydrit	
112,37 - 340,87 m z3AM	Anhydritmittelsalz	

erbohrte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. = nicht bekannt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ01	RB440		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4439825,45"/>	<input type="text"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5788431,61"/>	<input type="text"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-369,18"/> mNN	<input type="text"/> mNN	
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>		
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>		
Feld:	<input type="text" value="Ostquerschlag"/>		
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEQ 01 R 001"/>		
Grubenbau:	<input type="text" value="Ostquerschlag (Ende - östliche Ortsbrust)"/>		
Blattnummer: Rißwerk:	<input type="text" value="20 2"/>	Schichtenverzeichnis:	<input type="text" value="Nein"/>
		Vermessung:	<input type="text" value="Nein"/>

	Zahlenwert	verbale Angabe	
Richtung:	<input type="text" value="15,8"/> Gon	<input type="text"/>	
Neigung:	<input type="text" value="2,7"/> Gon	<input type="text"/>	

Kurzschichtenverzeichnis: auf Zusatzblatt:

nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

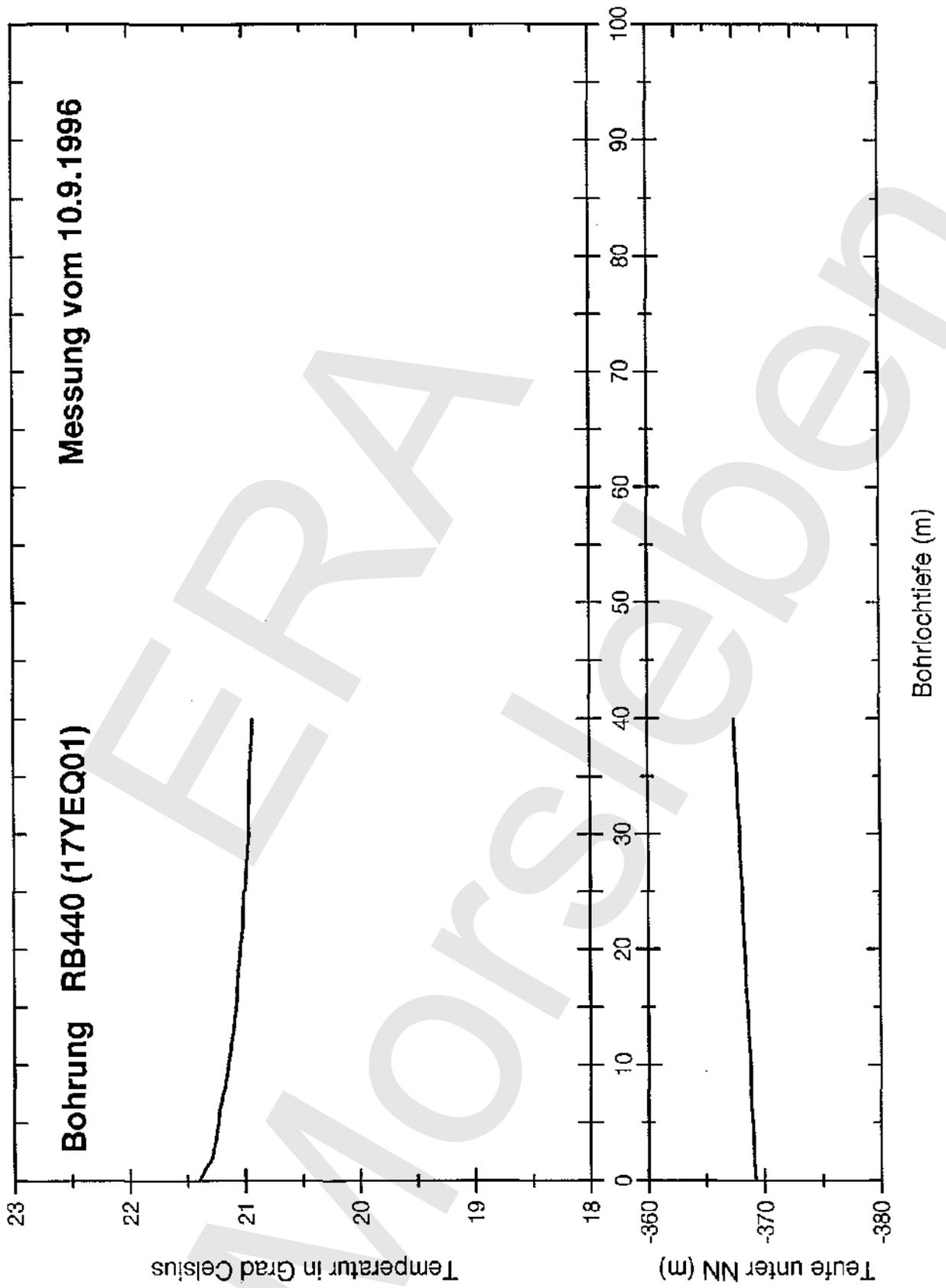
erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

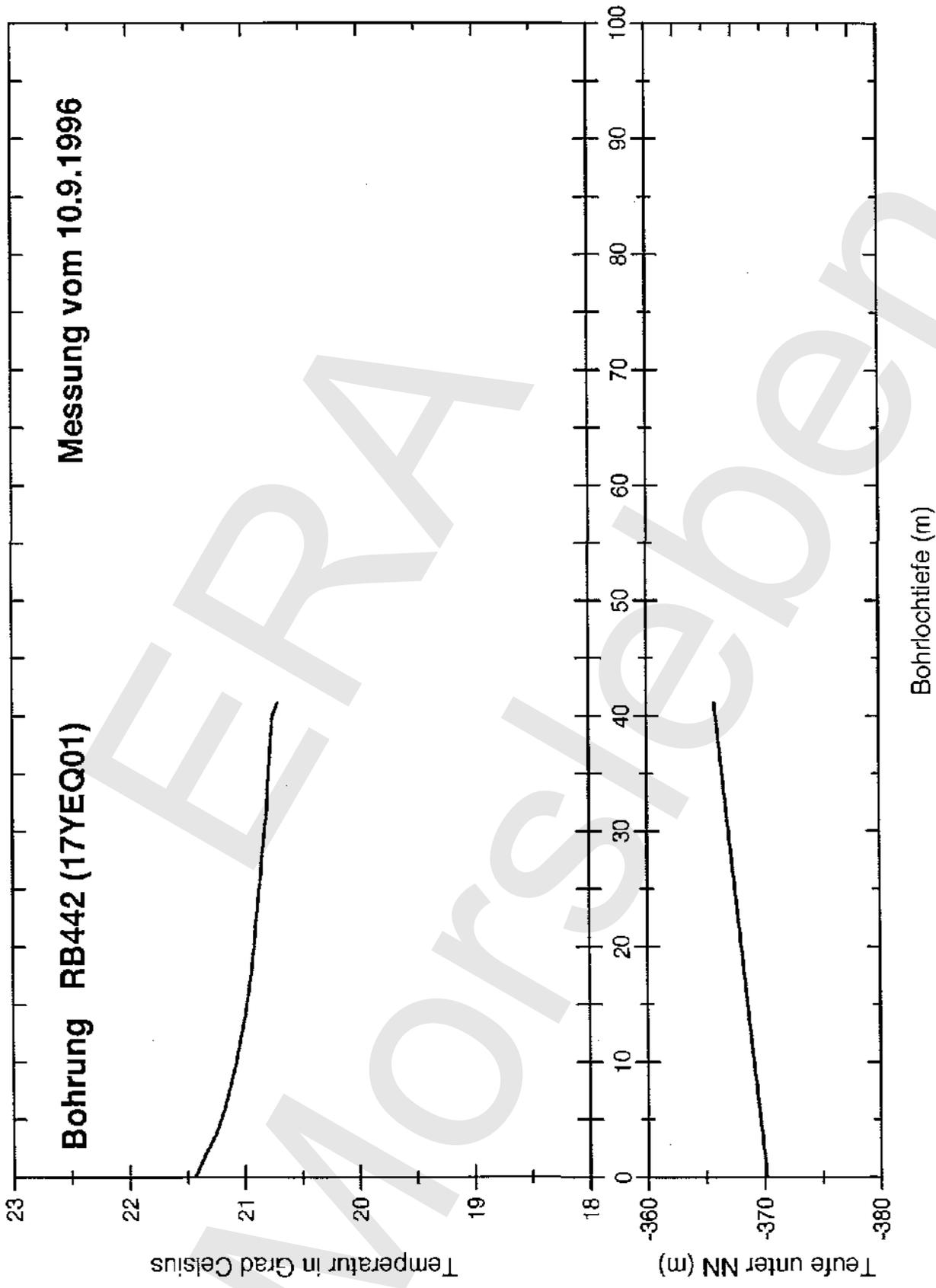
Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt



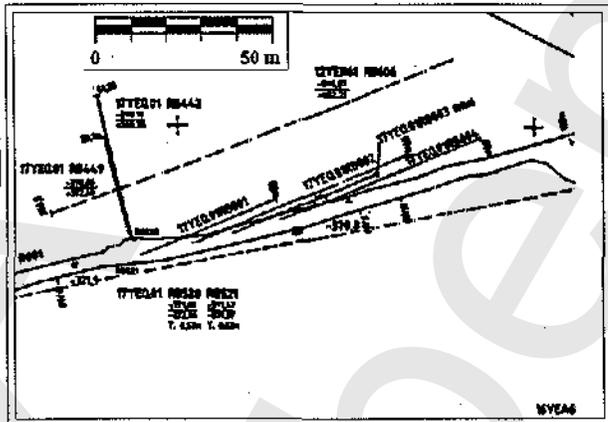


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ01	RB442		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439586,93"/>	<input type="text" value="4439577,29"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788368,26"/>	<input type="text" value="5788408,20"/>
Höhe:	<input type="text" value="-370,19"/> mNN	<input type="text" value="-365,76"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:

Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="384,9"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="6,9"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzschichtenverzeichnis: nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n b. - nicht bekannt

Projekt	PSP-Element	Obj Kenn.	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ01	RB613		H	MA	0004	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4439827,82"/>	<input type="text" value="4440119,05"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5788427,28"/>	<input type="text" value="5788526,96"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-369,34 mNN"/>	<input type="text" value="-371,82 mNN"/>	
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>		
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>		
Feld:	<input type="text" value="Ostfeld"/>		
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEO 01 R 001"/>		
Grubenbau:	<input type="text" value="Ostquerschlag (Ende - östliche Ortsbrust)"/>		
Blattnummer RIBwerk:	<input type="text" value="20.2"/>	Schichtenverzeichnis:	<input type="text" value="Ja"/>
		Vermessung:	<input type="text" value="Ja"/>

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="79,0 Gon"/>	<input type="text"/>
Nelgung:	<input type="text" value="4,0 Gon"/>	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
Gas angetroffen: m

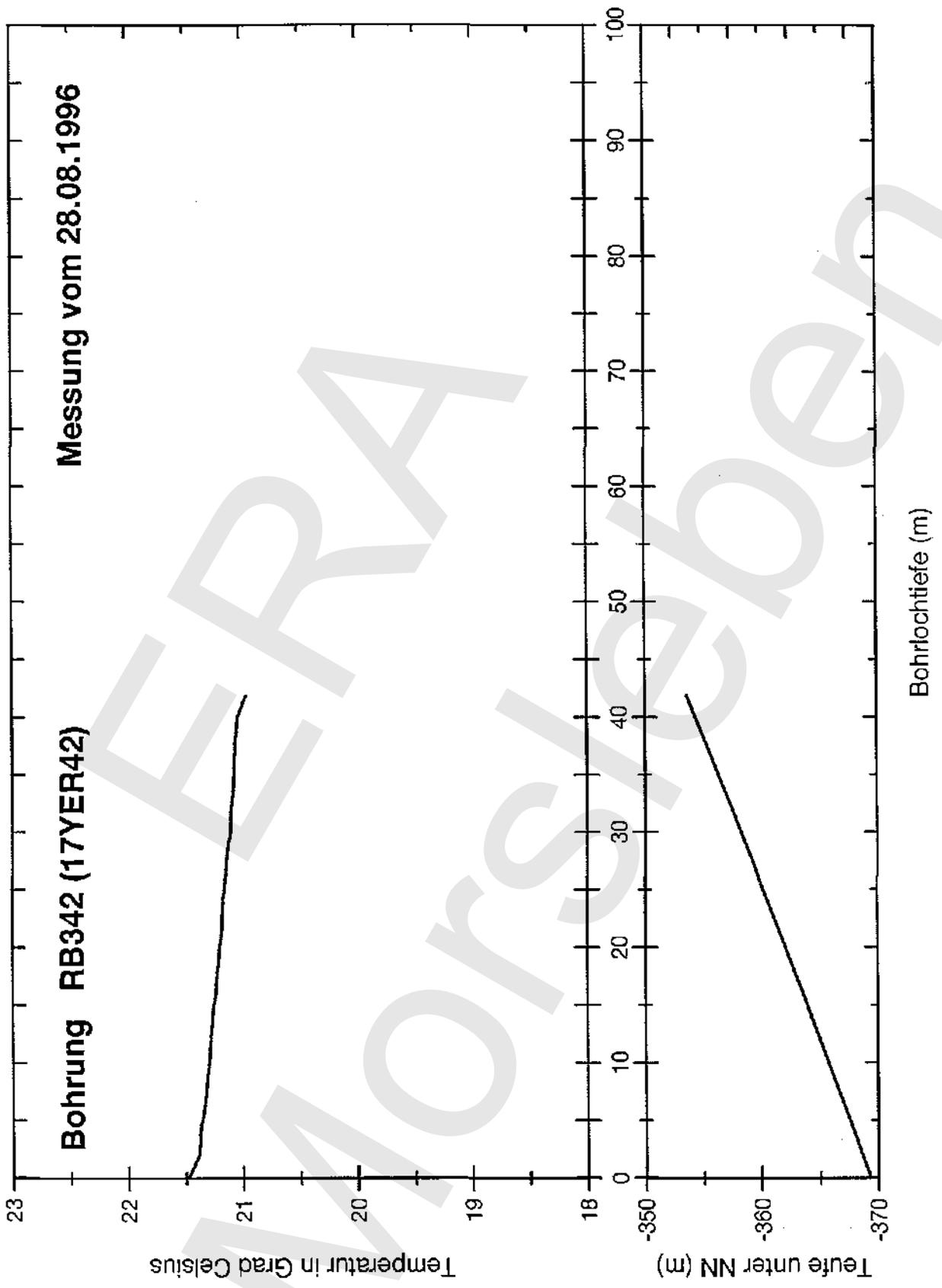
Bohranlage:
Bohrart:
Spülung:
Bohrverfahren:

	Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	
0 - 76,00 m	z3HA	Hauptanhydrit		Ja
76,00 - 90,43 m	z2SF	Kaliflöz Staßfurt		
90,43 - 91,22 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten		
91,22 - 94,45 m	z2HG	Hangendsalz		
94,45 - 99,83 m	z2HS3	Kristallbrockensalz		
99,83 - 142,19 m	z2HS2	Linien-salz		
142,19 - 150,53 m	z2HS3	Kristallbrockensalz		
150,53 - 150,80 m	z2HG	Hangendsalz		
150,80 - 151,05 m	z2UE	kieseritische Übergangsschichten		
151,05 - 151,81 m	z2SF	Kaliflöz Staßfurt		
151,81 - 184,15 m	z3OS	Orangesalz		
184,15 - 190,83 m	z3AM	Anhydritmittelsalz		
190,83 - 214,25 m	z3HA	Hauptanhydrit		
214,25 - 217,90 m	z3AM	Anhydritmittelsalz		
217,90 - 230,88 m	z3OS	Orangesalz		
230,88 - 241,41 m	z3HA	Hauptanhydrit		

erbohrte Länge: m **Kernausbringen:** m **Kerngewinn:** %
Durchmesser: mm **Ausbau:** **Verfüllung:**

Erwähnung:
Karte:
gefunden Länge: m **gefundener Durchmesser:** mm
offen: **gesperrt:** **Grund:**

n. b. = nicht bekannt

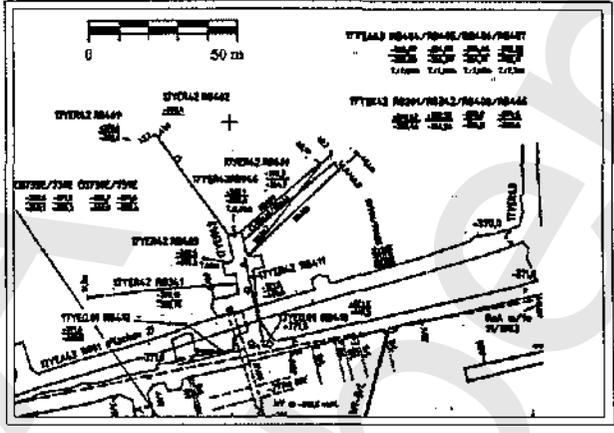


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER42	RB342		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439406,70"/>	<input type="text" value="4439431,21"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788355,57"/>	<input type="text" value="5788385,92"/>
Höhe:	<input type="text" value="-369,35"/> mNN	<input type="text" value="-353,54"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Nordostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YER 42 R 001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Maßwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="45,7"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="23,1"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

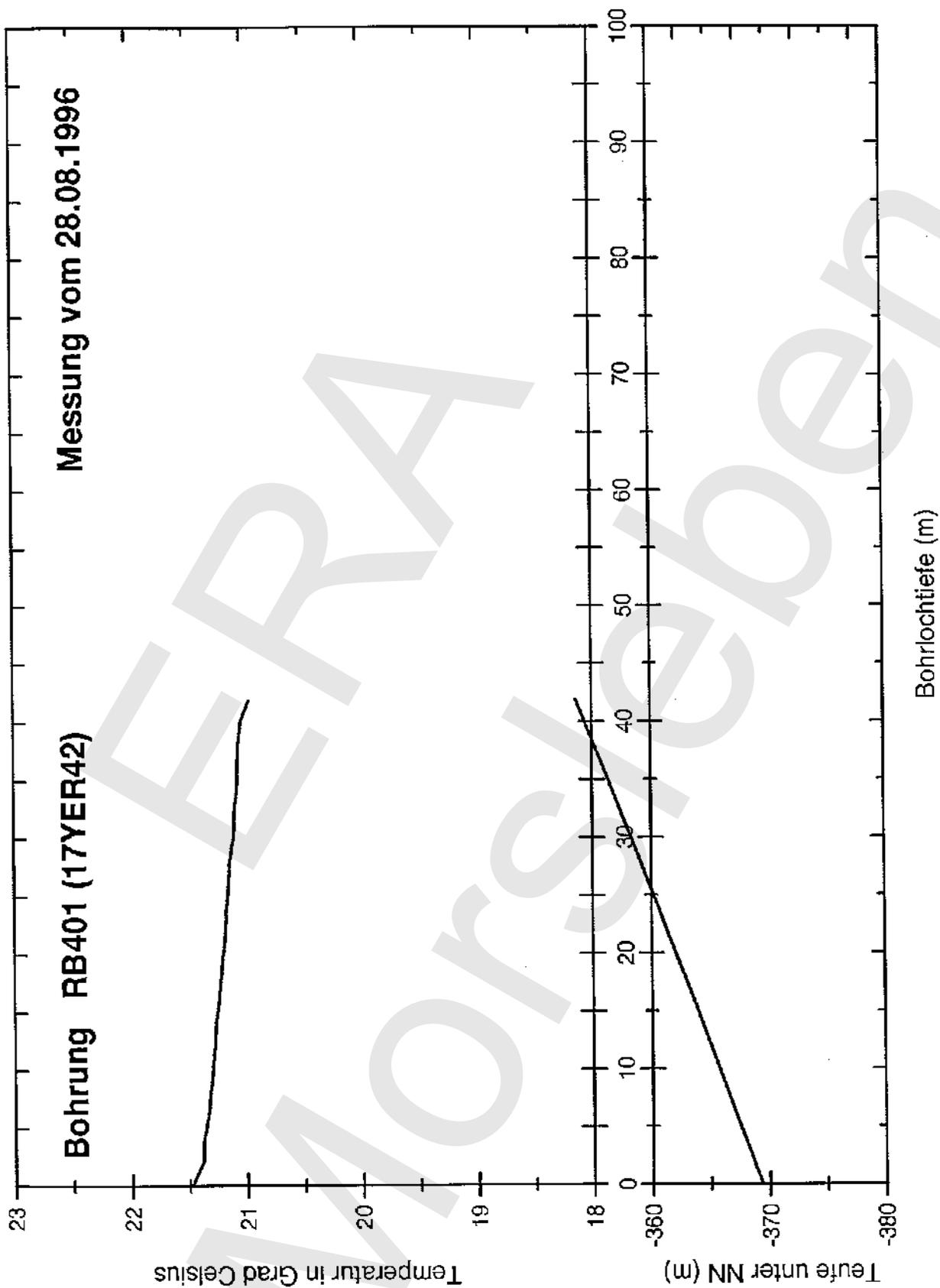
Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrtart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt



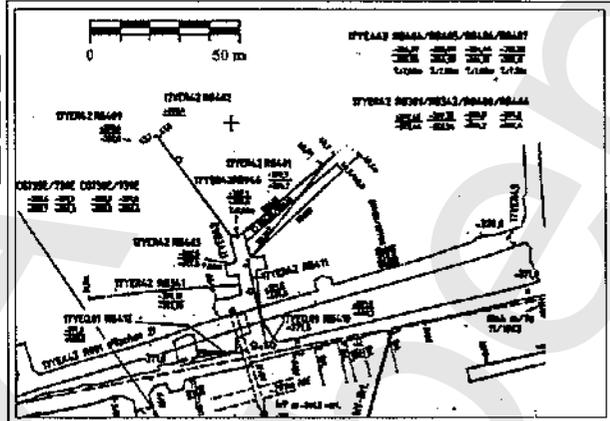
Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp.	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER42	RB401		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439404,00"/>	<input type="text" value="4439434,85"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788363,52"/>	<input type="text" value="5788389,53"/>
Höhe:	<input type="text" value="-370,30"/> mNN	<input type="text" value="-364,74"/> mNN

Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:



Grubenbau:

Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="55,4"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="8,8"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzschichtenverzeichnis:

nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

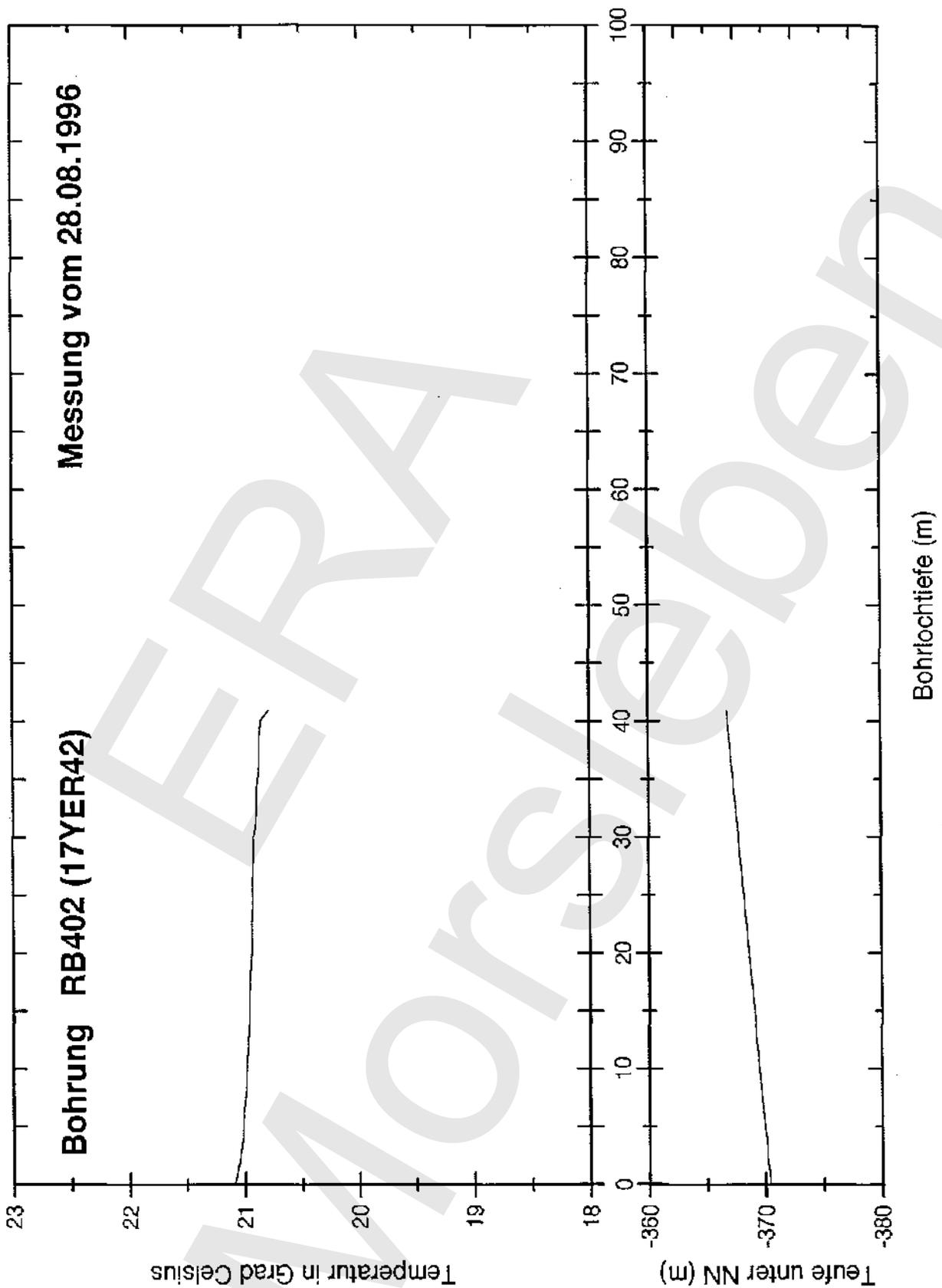
erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt

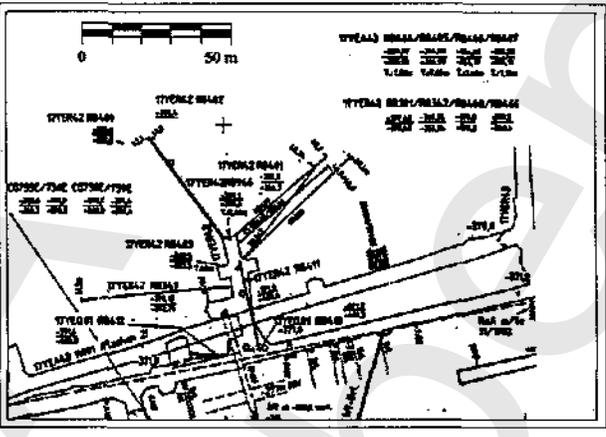


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd. Nr	Rev
GM			17YER42	RB402		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439999,45"/>	<input type="text"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5788362,29"/>	<input type="text"/>
Höhe:	<input type="text" value="-370,41"/> mNN	<input type="text"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Nordostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YER 42 R 001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text"/>	<input type="text" value="Nordwest"/>
Neigung:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

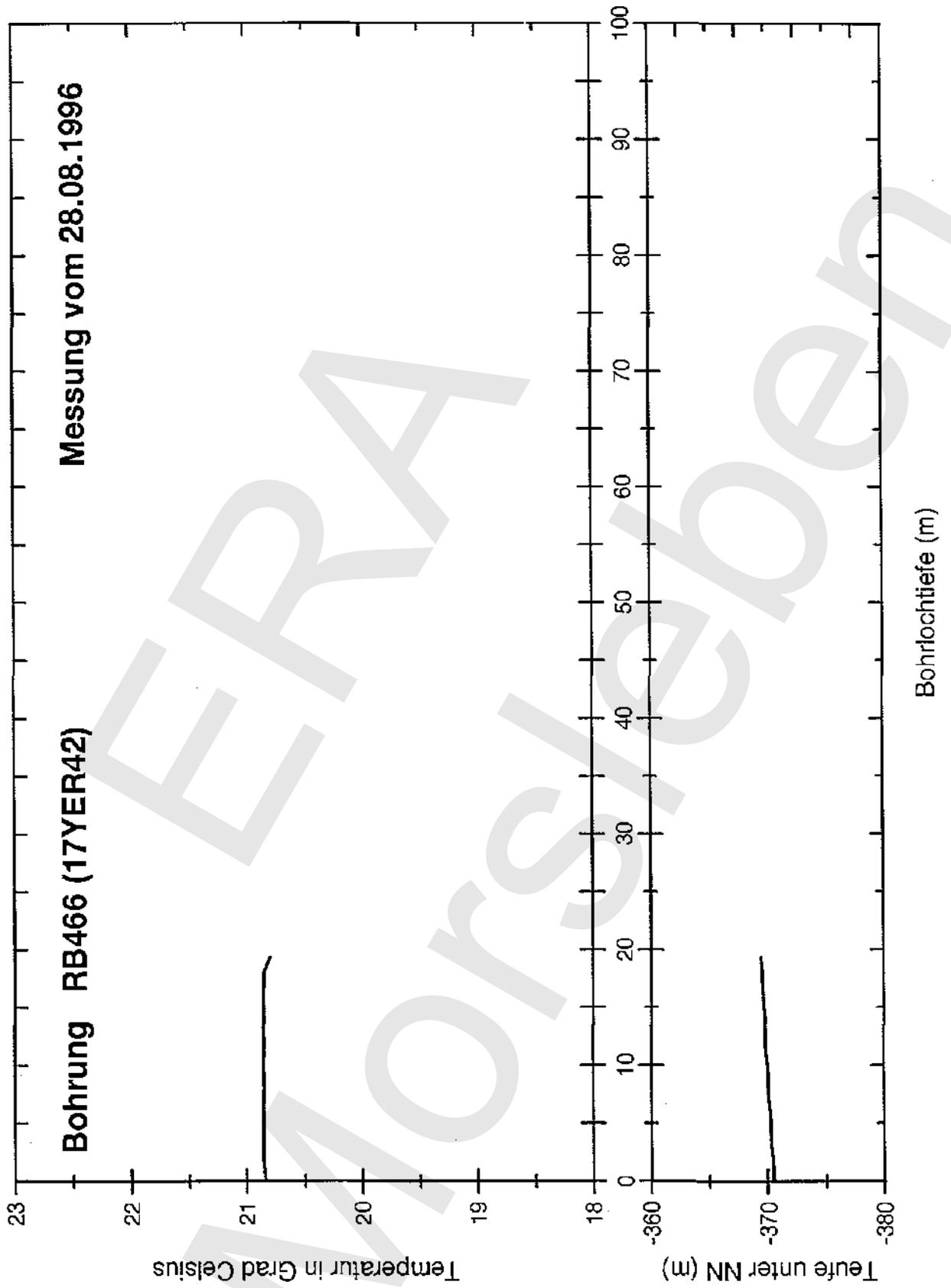
Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt



Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER42	RB466		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:

Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4439404,58"/>	<input type="text"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5788360,81"/>	<input type="text"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-370,46"/> mNN	<input type="text"/> mNN	
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>		
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>		
Feld:	<input type="text" value="Nordostfeld"/>		
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YER 42 R 001"/>		
Grubenbau:	<input type="text" value="Richtstrecke 2 nach Norden"/>		
Blattnummer Rißwerk:	<input type="text" value="20 2"/>	Schichtenverzeichnis:	<input type="text" value="Nein"/>
		Vermessung:	<input type="text" value="Nein"/>

	Zahlenwert	verbale Angabe	Kurzschichtenverzeichnis: auf Zusatzblatt: <input type="text" value="Nein"/>
Richtung:	<input type="text" value="55,6"/> Gon	<input type="text"/>	
Neigung:	<input type="text" value="3,3"/> Gon	<input type="text"/>	nicht vorhanden
Lösung angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	
Gas angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	
Bohranlage:	<input type="text" value="HBR 202"/>		
Bohrart:	<input type="text" value="Drehend"/>		
Spülung:	<input type="text" value="Luft"/>		
Bohrverfahren:	<input type="text" value="Vollbohrung"/>		

erbohrte Länge: m **Kernaushringen:** m **Kerngewinn:** %

Durchmesser: mm **Ausbau:** **Verfüllung:**

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m **gefundener Durchmesser:** mm

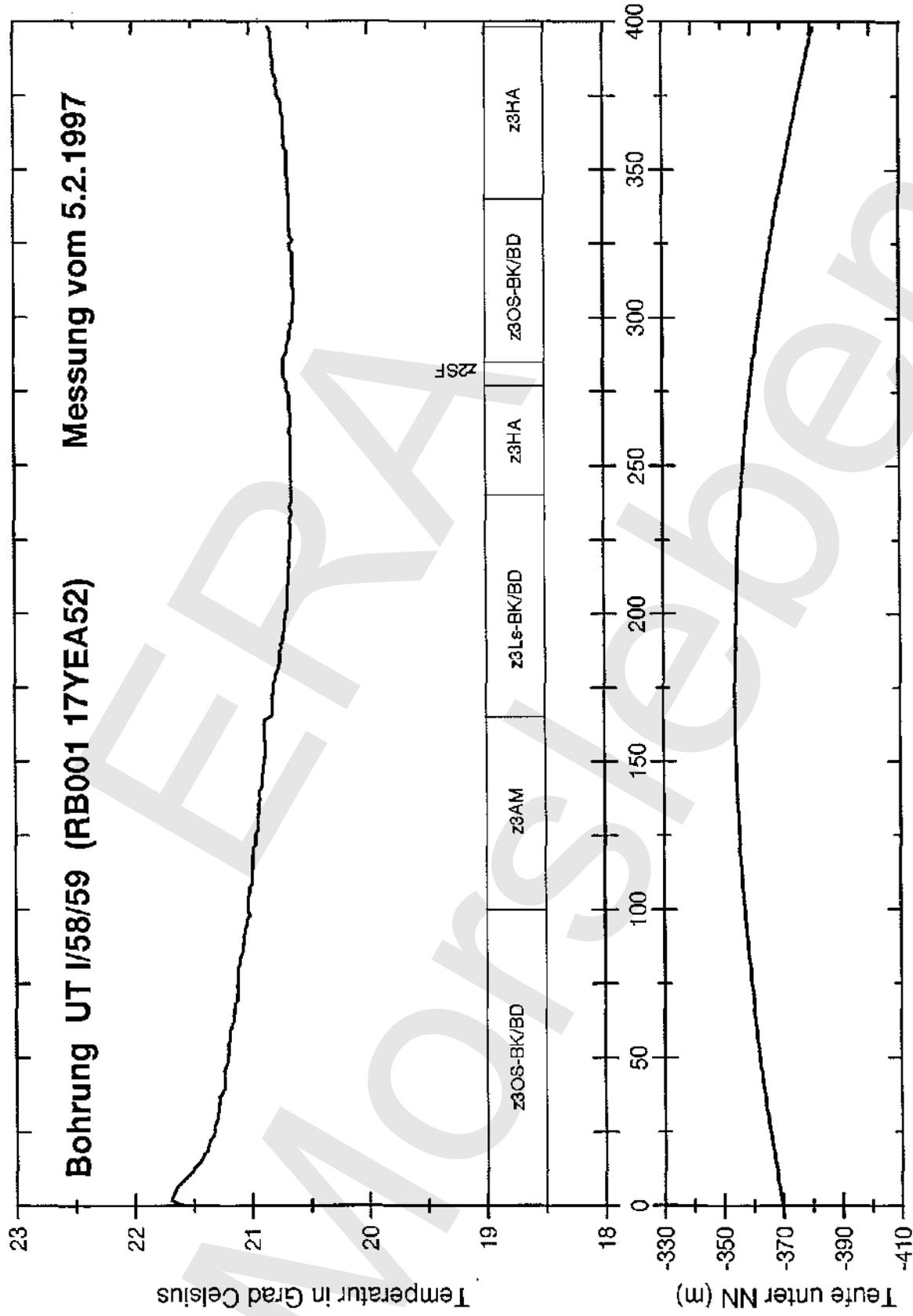
offen: **gesperrt:** **Grund:**

n.b. - nicht bekannt

Anhang 3

Temperaturmessungen im Südost- und Südfeld Bartensleben

Anlage-Nr.	Bohrort	Bohrung
Anl. 34	17YEA52	RB001 UT I/58/59
Anl. 35	17YEA52	RB002 UT I/51
Anl. 36	17YEQ53	RB414
Anl. 37	17YEQ53	RB468
Anl. 38	17YEQ53	RB475
Anl. 39	17YER31	RB709
Anl. 40	17YER51	RB001 UT VIIA/60
Anl. 41	17YER51	RB002 UT VIIB/60

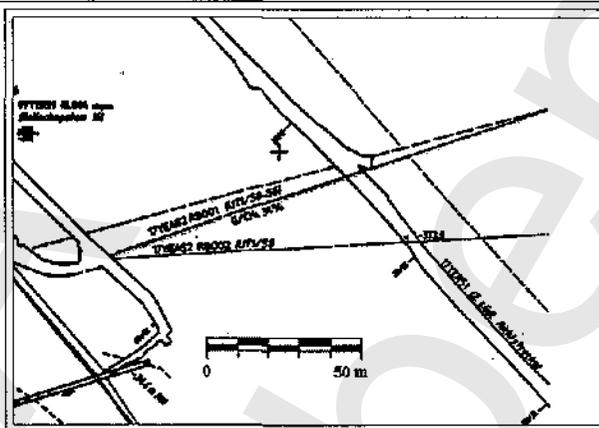


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEA52	RB001		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439343,28"/>	<input type="text" value="4439792,68"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787665,55"/>	<input type="text" value="5787857,82"/>
Höhe:	<input type="text" value="-369,57"/> mNN	<input type="text" value="-407,25"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEA52 R001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="78,3"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="10,3"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

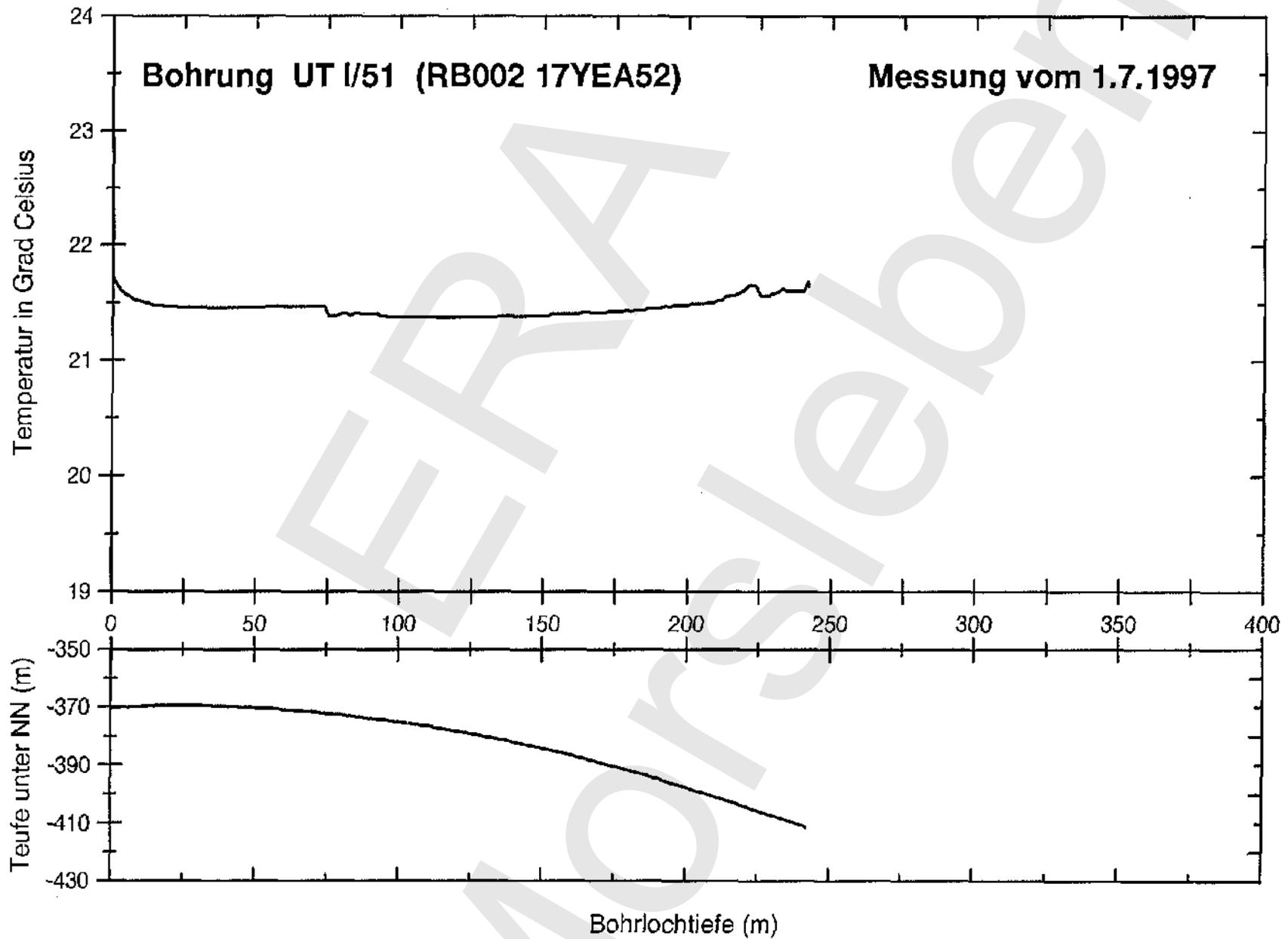
erbohrte Länge: m Kermausbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. nicht bekannt

Bohrung UT I/51 (RB002 17YEA52)

Messung vom 1.7.1997

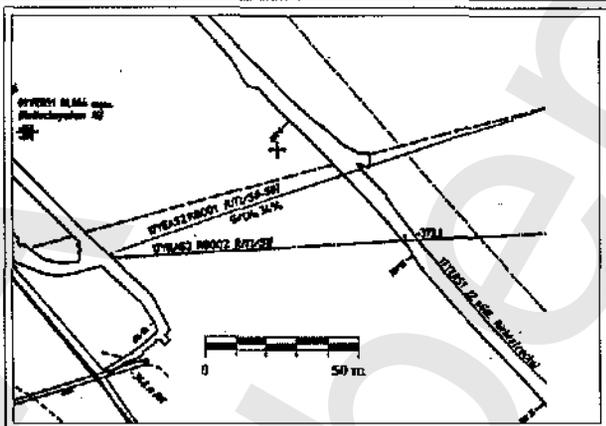


Projekt	PSP-Element	Obj Kern	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEA52	RB002		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439343,89"/>	<input type="text" value="4439593,84"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787665,14"/>	<input type="text" value="5787730,86"/>
Höhe:	<input type="text" value="-370,24"/> mNN	<input type="text" value="-418,87"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEA52"/>	



Grubenbau:

Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="83,5"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="3,5"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzschichtenverzeichnis:

nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

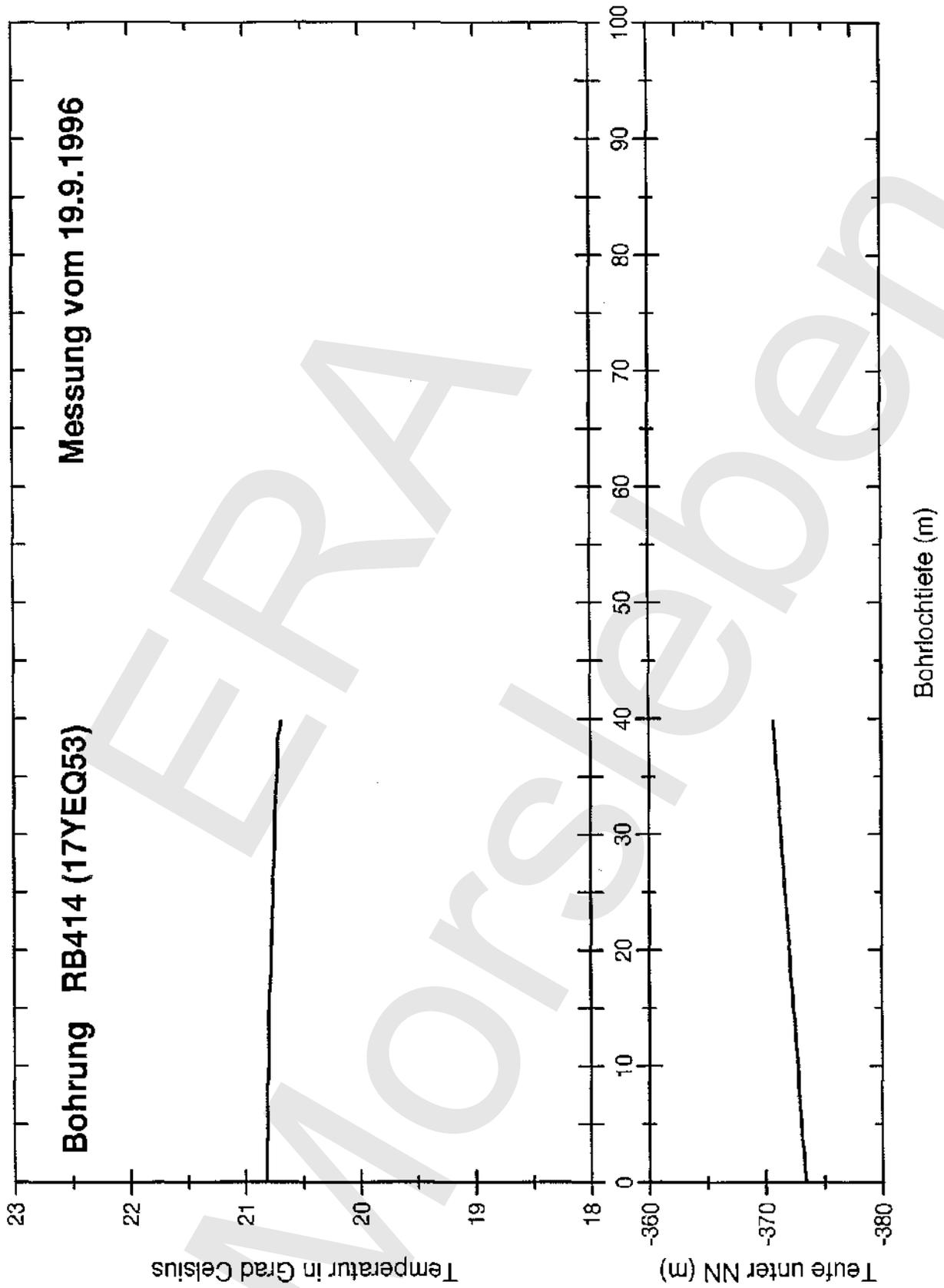
erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt

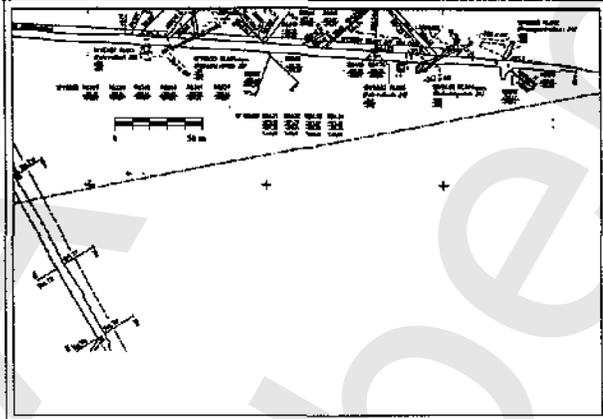


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ53	RB414		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439832,70"/>	<input type="text" value="4439862,84"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787476,14"/>	<input type="text" value="5787502,20"/>
Höhe:	<input type="text" value="-373,42"/> mNN	<input type="text" value="-370,72"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:
 Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="54,6"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="4,3"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

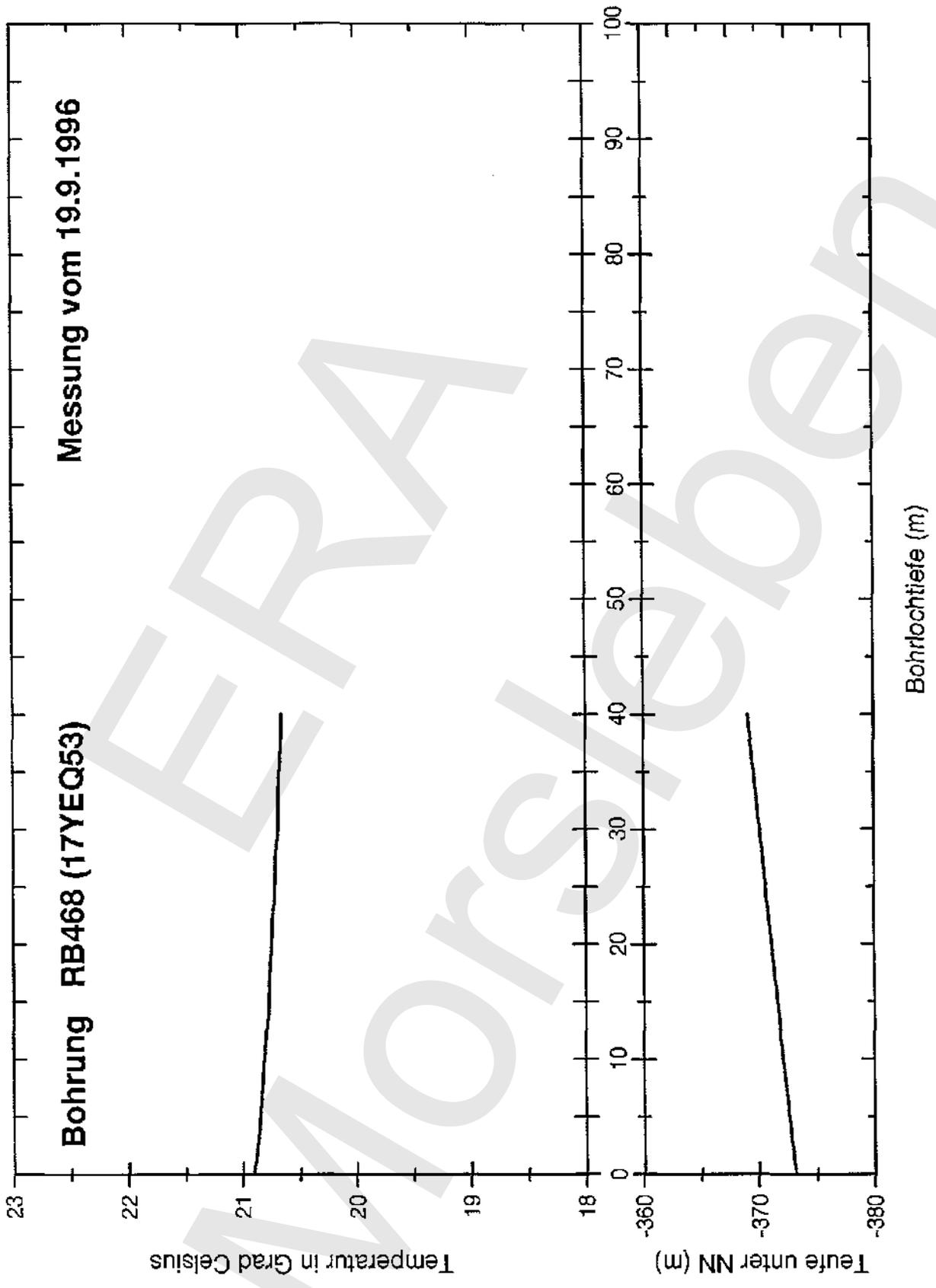
erbohrte Länge: m Kerneausbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n b. = nicht bekannt



Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ53	RB468		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439895,99"/>	<input type="text" value="4439869,55"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787471,02"/>	<input type="text" value="5787501,16"/>
Höhe:	<input type="text" value="-373,09"/> mNN	<input type="text" value="-369,14"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YEQ 53 R 001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="354,2"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="6,3"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

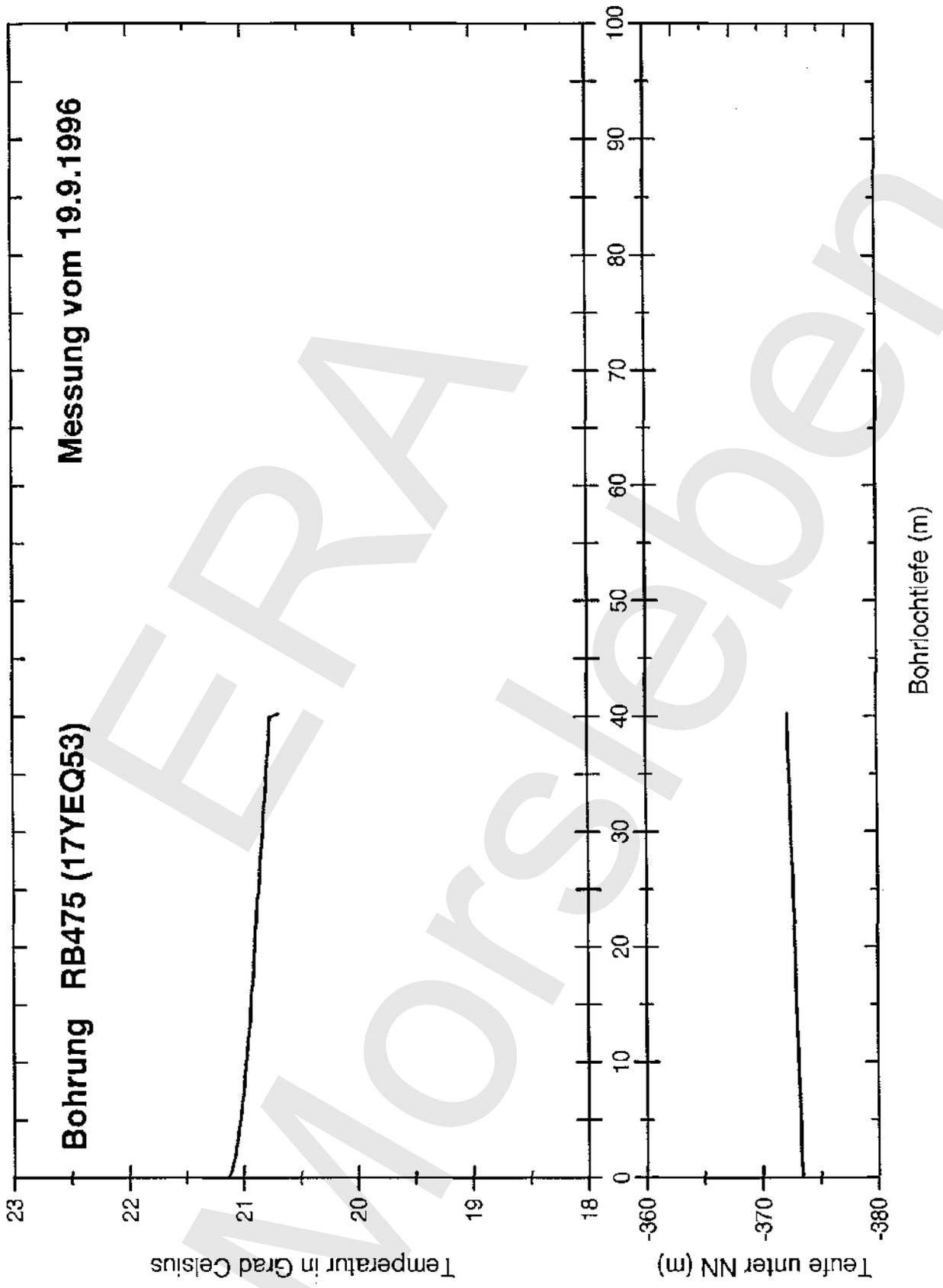
Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:

 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt

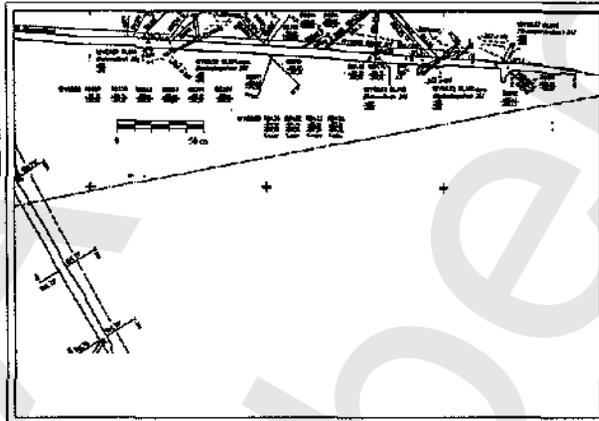


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YEQ53	RB475		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439830,51"/>	<input type="text" value="4439861,46"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787476,22"/>	<input type="text" value="5787502,22"/>
Höhe:	<input type="text" value="-373,41"/> mNN	<input type="text" value="-372,20"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:
 Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="55,5"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="1,9"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 nicht vorhanden

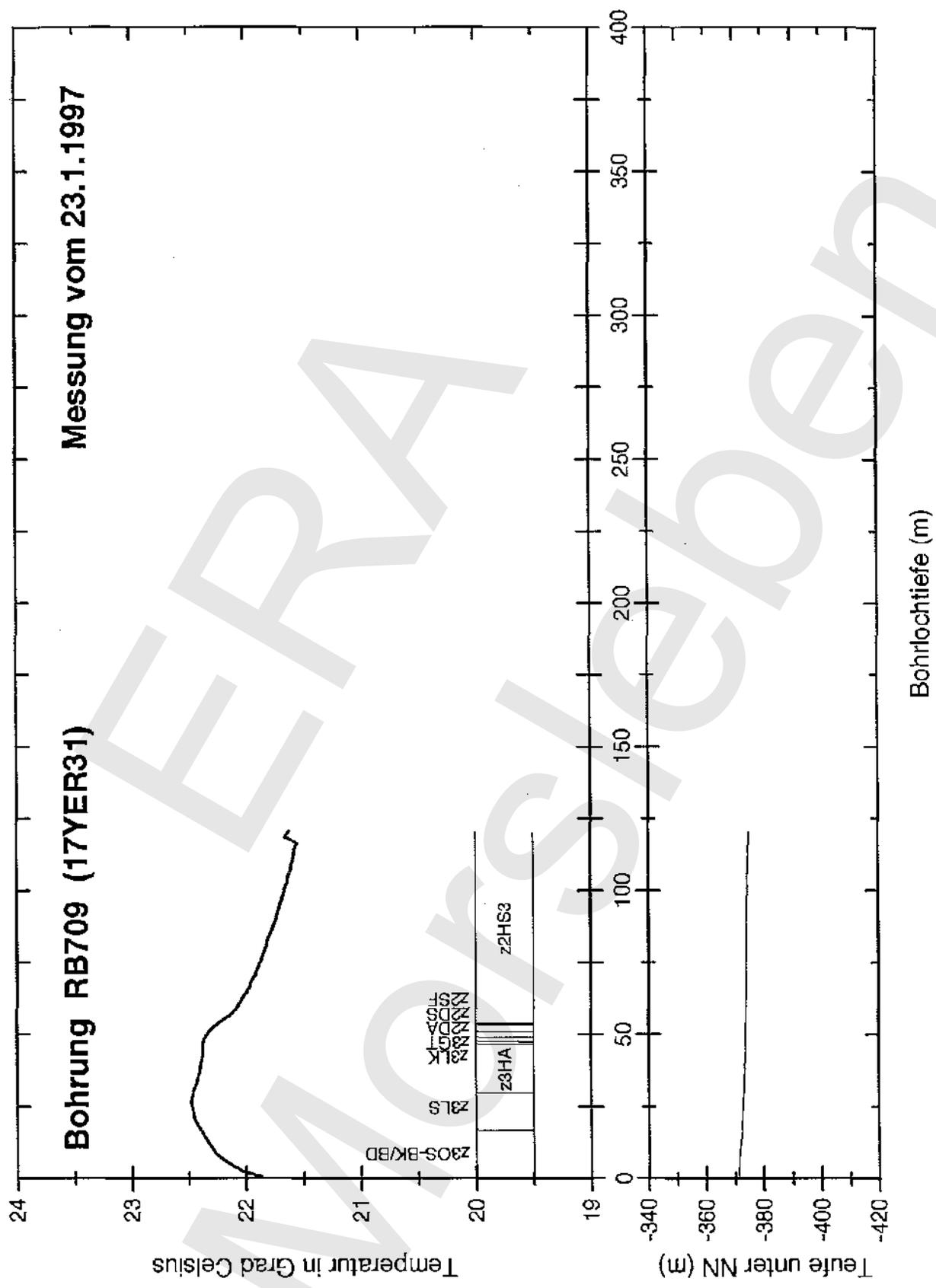
Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. = nicht bekannt

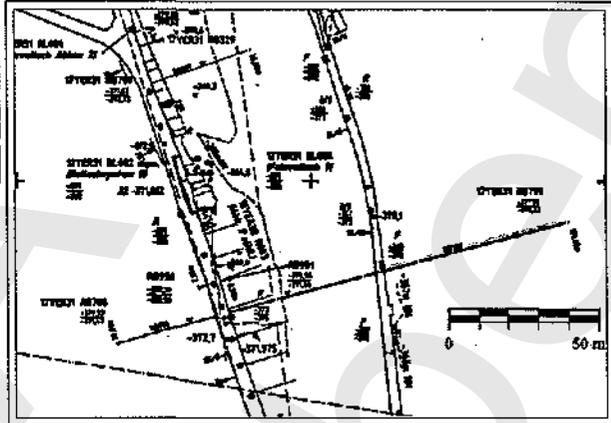


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER31	RB709		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4438972,23"/>	<input type="text" value="4439088,09"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787655,26"/>	<input type="text" value="5787686,28"/>
Höhe:	<input type="text" value="-371,02"/> mNN	<input type="text" value="-375,09"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YER 31 R 001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="83,8"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="-5,1"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

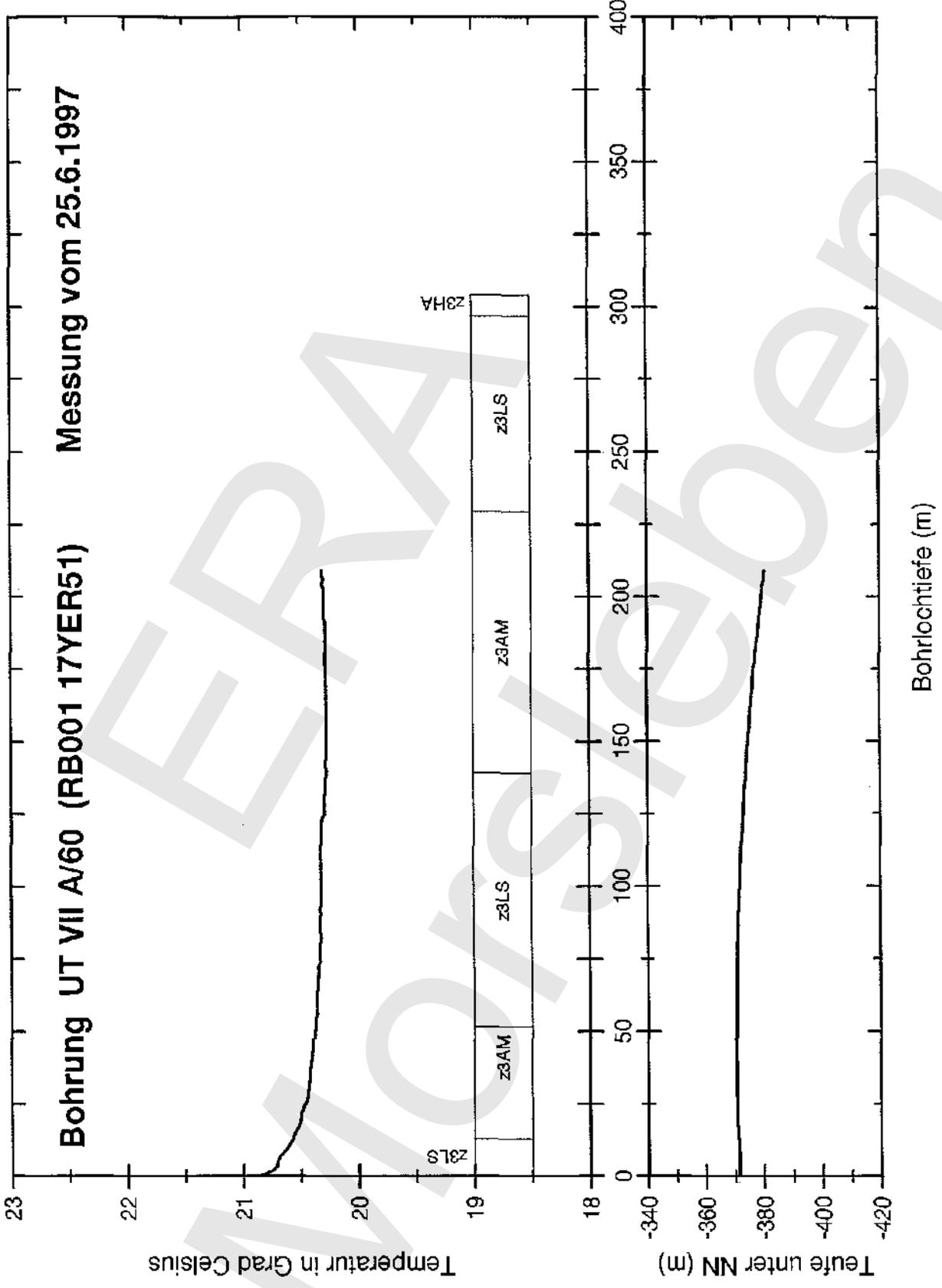
Kurzsichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt: Nein	
0,00 - 16,80	z3OS	Orangesalz	
	- BK/BD	- Bank/Bändersalz	
16,80 - 29,65	z3LS	Linien-salz	
29,65 - 46,60	z3HA	Hauptanhydrit	
46,60 - 47,50	z3LK	Leinkarbonat	
47,50 - 49,20	z3GT	Grauer Salztön	
49,20 - 51,00	z2DA	Deckanhydrit	
51,00 - 53,60	z2DS	Decksteinsalz	
53,60 - 53,95	z2SF	Kaliflöz Staßfurt	
53,95 - 120,05	z2HS3	Kristallbrockensalz	

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngehalt: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

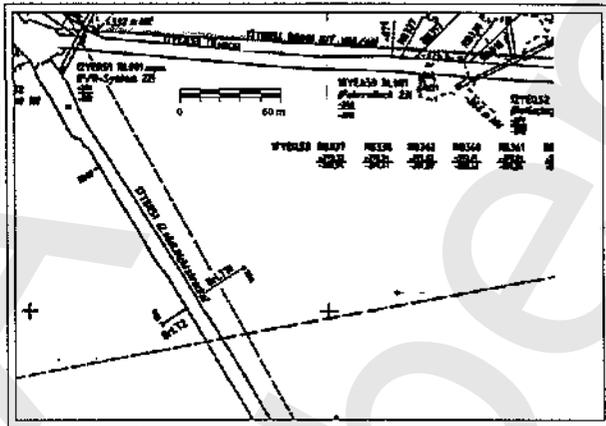


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER51	RB001		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439621,50"/>	<input type="text" value="4439911,59"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787495,91"/>	<input type="text" value="5787538,02"/>
Höhe:	<input type="text" value="-371,44"/> mNN	<input type="text" value="-392,49"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Bartensleben"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-372"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südostfeld"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="17 YER51 R001"/>	



Grubenbau:
 Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="102,0"/> Gon	<input type="text" value="91,8°"/>
Neigung:	<input type="text" value="2,0"/> Gon	<input type="text" value="2"/>

Kurzschichtenverzeichnis: auf Zusatzblatt: Nein

0,0 - 12,8 m	Liensalz
12,8 - 51,7 m	Anhydritmittelsalz mit Anhydritmittel
51,7 - 139,0 m	Liensalz
139,0 - 228,4 m	Anhydritmittelsalz mit Anhydritmittel
228,4 - 296,7 m	Liensalz
296,7 - 304,0 m	Hauptanhydrit

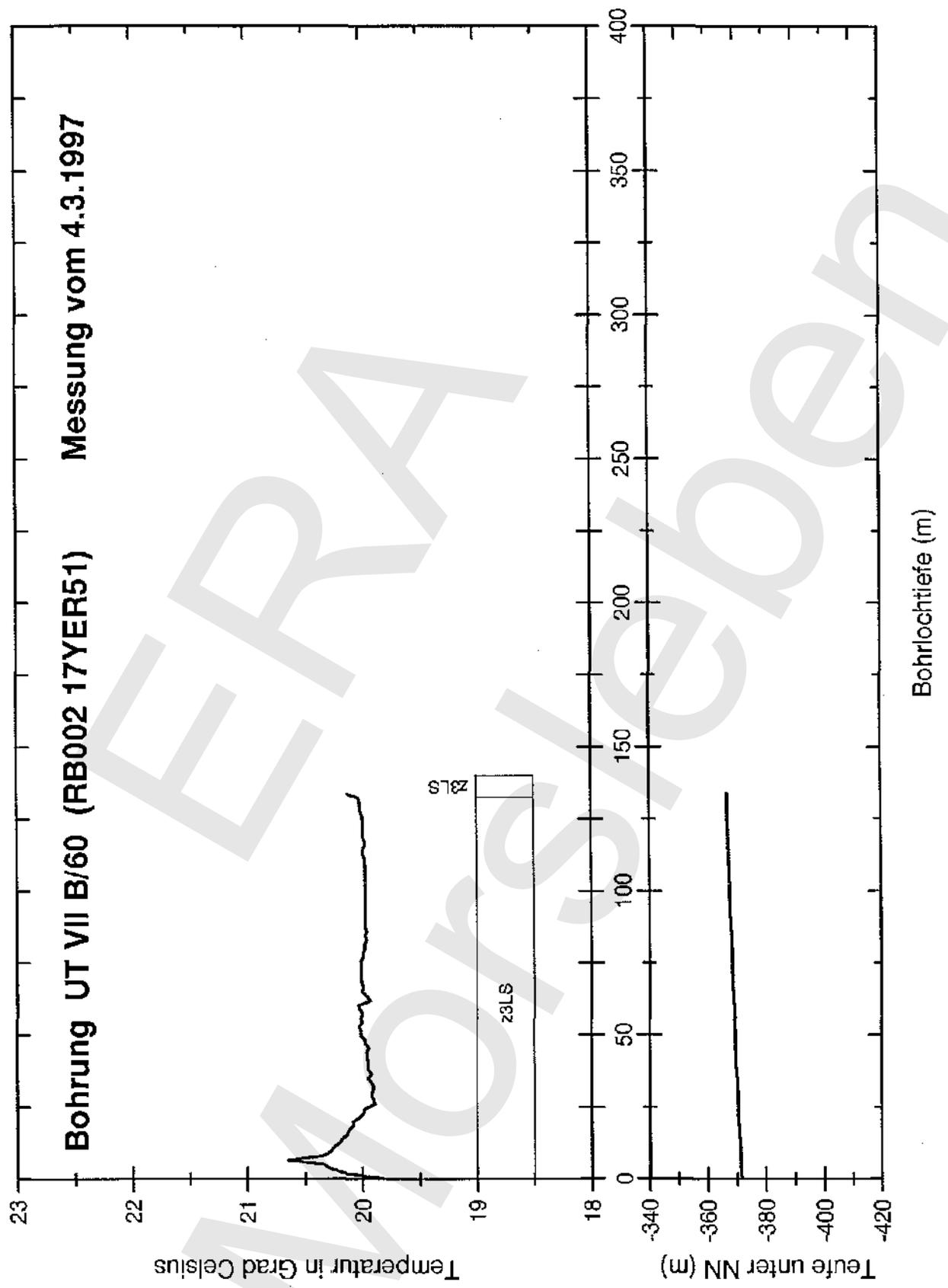
Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt

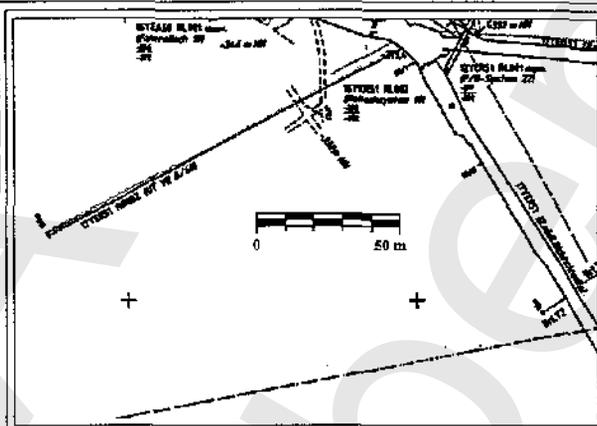


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp.	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			17YER51	RB002		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4439596,58"/>	<input type="text" value="4439477,38"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5787487,36"/>	<input type="text" value="5787414,12"/>
Höhe:	<input type="text" value="-371,62"/> mNN	<input type="text" value="-366,68"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:

Blattnummer Ribwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

	Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung:	<input type="text" value="263,7"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung:	<input type="text" value="3,2"/> Gon	<input type="text"/>

Kurzsichtenverzeichnis:
 0,0 - 132,6 m Liniensalz
 132,6 - 140,0 m Hauptanhydrit

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

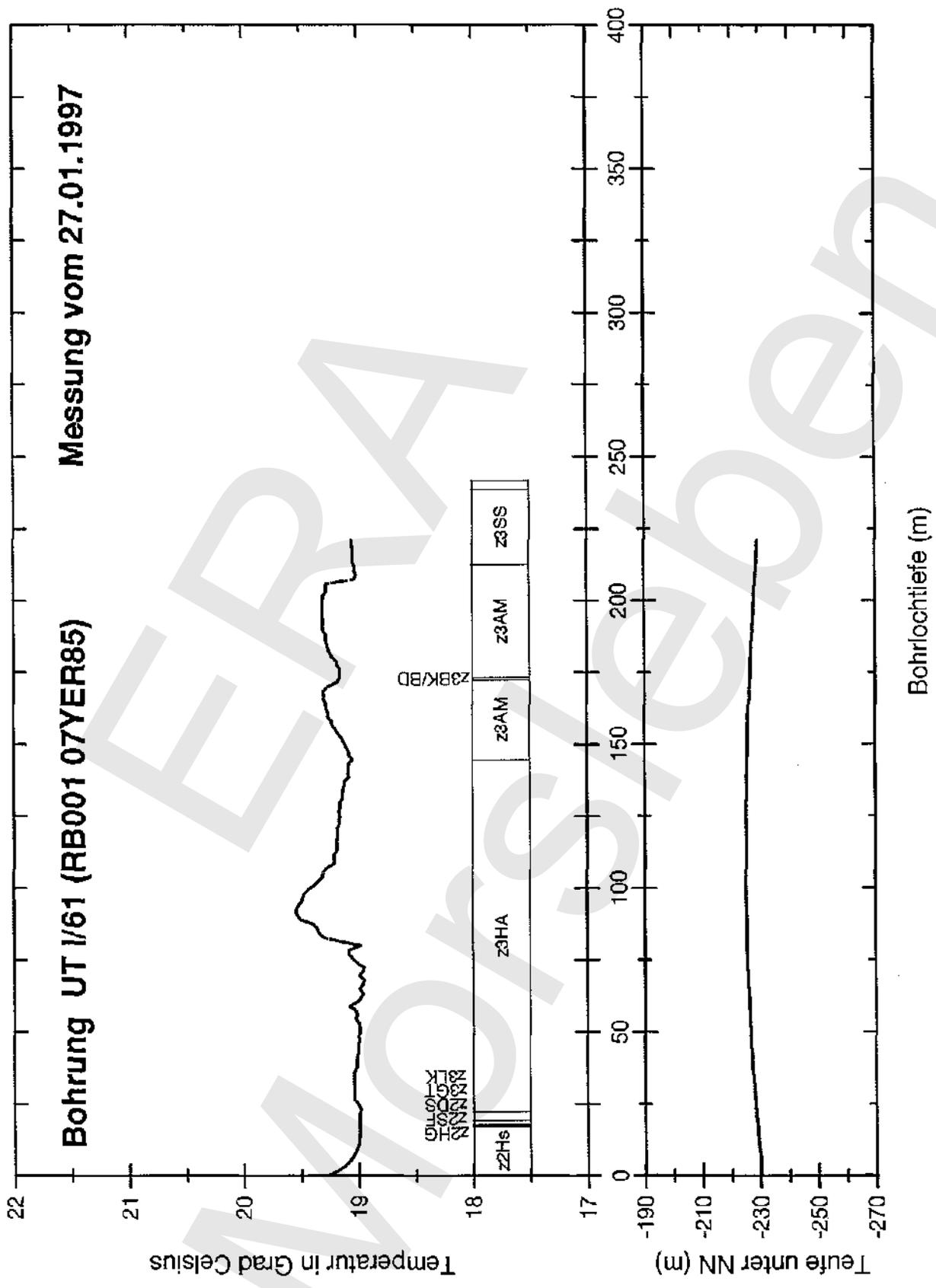
gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. = nicht bekannt

Anhang 4

Temperaturmessungen im Südfeld Marie

Anlage-Nr.	Bohrort	Bohrung
Anl. 42	07YER85	RB001 UT I/61
Anl. 43	15YEA81	RB001 UT IVA/60
Anl. 44	15YEA81	RB003 UT III/60
Anl. 45	15YER81	RB004 UT II/60



Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			07YER85	RB001		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

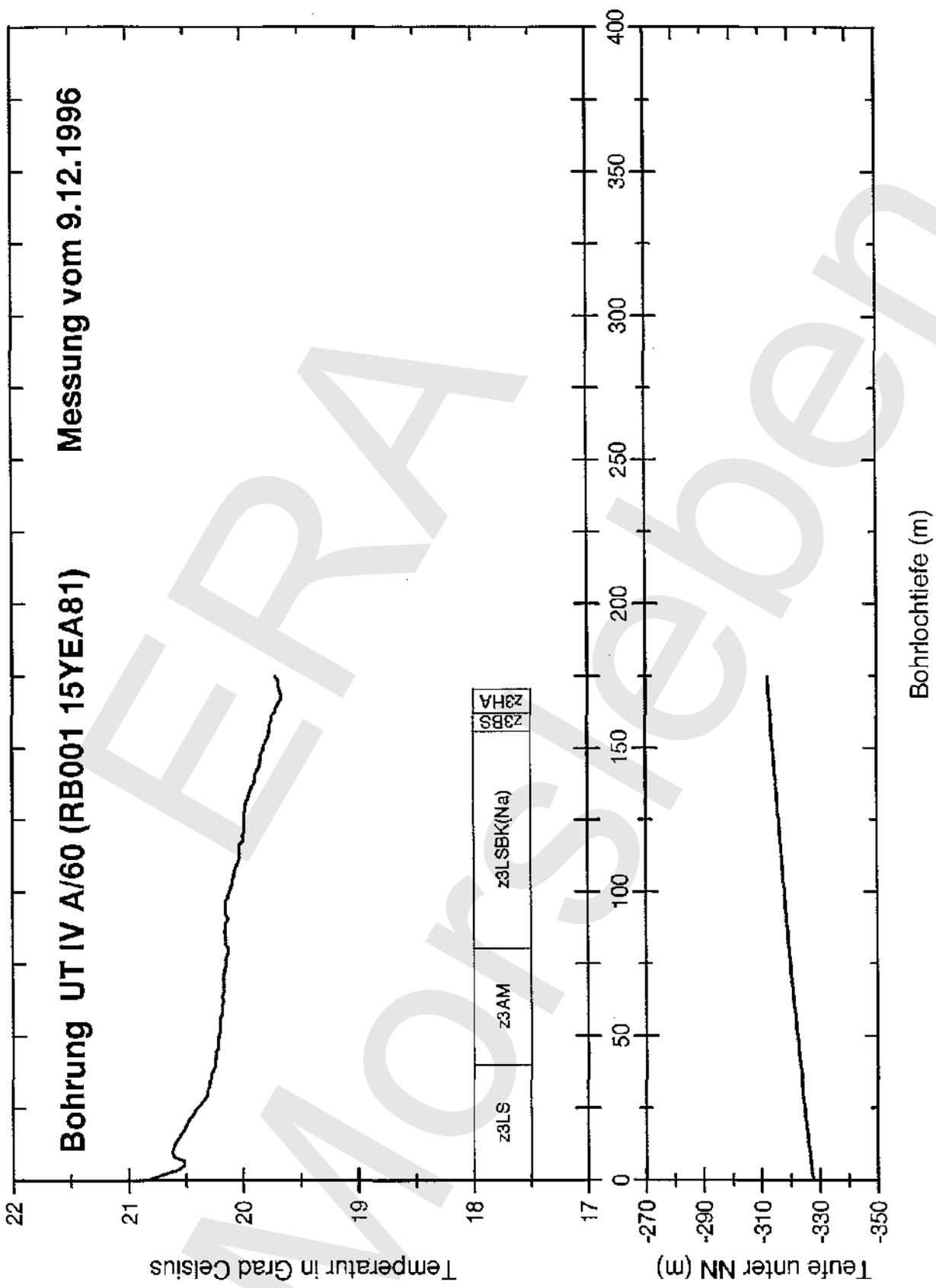
	Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4438584,14"/>	<input type="text" value="4438793,24"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5789866,74"/>	<input type="text" value="5789939,86"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-230,31 mNN"/>	<input type="text" value="-229,66 mNN"/>	
Grube:	<input type="text" value="Marie"/>		
Sohle:	<input type="text" value="-231"/>		
Feld:	<input type="text" value="Südfeld Marie"/>		
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="07 YER85"/>		
Grubenbau:	<input type="text" value="Kammer 60 aus der 4. Südstrecke"/>		
Blattnummer Ribwerk:	<input type="text" value="25.3"/>	Schichtenverzeichnis:	<input type="text" value="Ja"/>
		Vermessung:	<input type="text" value="Ja"/>

<table border="1"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;">Zahlenwert</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;">verbale Angabe</td> </tr> <tr> <td>Richtung:</td> <td><input type="text" value="79,6 Gon"/></td> <td></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Nelgung:</td> <td><input type="text" value="4,8 Gon"/></td> <td></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>		Zahlenwert		verbale Angabe	Richtung:	<input type="text" value="79,6 Gon"/>		<input type="text"/>	Nelgung:	<input type="text" value="4,8 Gon"/>		<input type="text"/>	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Kurzschichtenverzeichnis:</td> <td>auf Zusatzblatt:</td> <td><input type="text" value="Nein"/></td> </tr> <tr> <td style="width: 15%;">0 - 16,80 m</td> <td style="width: 15%;">z2HS</td> <td style="width: 20%;">Hauptsalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16,80 - 17,30 m</td> <td>z2HG</td> <td>Hangendsalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17,30 - 17,35 m</td> <td>z2SF</td> <td>Flöz Staßfurt</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17,35 - 17,65 m</td> <td>z2DS</td> <td>Decksteinsalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17,65 - 19,25 m</td> <td>z3GT</td> <td>Grauer Salztön</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19,25 - 22,20 m</td> <td>z3LK</td> <td>Leinekarbonat</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22,20 - 144,55 m</td> <td>z3HA</td> <td>Hauptanhydrit</td> <td></td> </tr> <tr> <td>144,55 - 172,30 m</td> <td>z3AM</td> <td>Anhydritmittelsalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>172,30 - 173,10 m</td> <td>z3BK/BD</td> <td>Bank-/Bändersalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>173,10 - 212,60 m</td> <td>z3AM</td> <td>Anhydritmittelsalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>212,60 - 238,60 m</td> <td>z3SS</td> <td>Schwadensalz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>238,60 - 241,70 m</td> <td>?</td> <td>klares Steinsalz</td> <td></td> </tr> </table>	Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	<input type="text" value="Nein"/>	0 - 16,80 m	z2HS	Hauptsalz		16,80 - 17,30 m	z2HG	Hangendsalz		17,30 - 17,35 m	z2SF	Flöz Staßfurt		17,35 - 17,65 m	z2DS	Decksteinsalz		17,65 - 19,25 m	z3GT	Grauer Salztön		19,25 - 22,20 m	z3LK	Leinekarbonat		22,20 - 144,55 m	z3HA	Hauptanhydrit		144,55 - 172,30 m	z3AM	Anhydritmittelsalz		172,30 - 173,10 m	z3BK/BD	Bank-/Bändersalz		173,10 - 212,60 m	z3AM	Anhydritmittelsalz		212,60 - 238,60 m	z3SS	Schwadensalz		238,60 - 241,70 m	?	klares Steinsalz	
	Zahlenwert		verbale Angabe																																																														
Richtung:	<input type="text" value="79,6 Gon"/>		<input type="text"/>																																																														
Nelgung:	<input type="text" value="4,8 Gon"/>		<input type="text"/>																																																														
Kurzschichtenverzeichnis:		auf Zusatzblatt:	<input type="text" value="Nein"/>																																																														
0 - 16,80 m	z2HS	Hauptsalz																																																															
16,80 - 17,30 m	z2HG	Hangendsalz																																																															
17,30 - 17,35 m	z2SF	Flöz Staßfurt																																																															
17,35 - 17,65 m	z2DS	Decksteinsalz																																																															
17,65 - 19,25 m	z3GT	Grauer Salztön																																																															
19,25 - 22,20 m	z3LK	Leinekarbonat																																																															
22,20 - 144,55 m	z3HA	Hauptanhydrit																																																															
144,55 - 172,30 m	z3AM	Anhydritmittelsalz																																																															
172,30 - 173,10 m	z3BK/BD	Bank-/Bändersalz																																																															
173,10 - 212,60 m	z3AM	Anhydritmittelsalz																																																															
212,60 - 238,60 m	z3SS	Schwadensalz																																																															
238,60 - 241,70 m	?	klares Steinsalz																																																															
<table border="1"> <tr> <td>Lösung angetroffen:</td> <td><input type="text" value="Nein"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Gas angetroffen:</td> <td><input type="text" value="Nein"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td>m</td> </tr> </table>	Lösung angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m	Gas angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m	<table border="1"> <tr> <td>Bohranlage:</td> <td><input type="text" value="nicht bekannt"/></td> </tr> <tr> <td>Bohrart:</td> <td><input type="text" value="nicht bekannt"/></td> </tr> <tr> <td>Spülung:</td> <td><input type="text" value="nicht bekannt"/></td> </tr> <tr> <td>Bohrverfahren:</td> <td><input type="text" value="nicht bekannt"/></td> </tr> </table>	Bohranlage:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>	Bohrart:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>	Spülung:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>	Bohrverfahren:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>																																												
Lösung angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m																																																												
Gas angetroffen:	<input type="text" value="Nein"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m																																																												
Bohranlage:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>																																																																
Bohrart:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>																																																																
Spülung:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>																																																																
Bohrverfahren:	<input type="text" value="nicht bekannt"/>																																																																

erbohrte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n.b. - nicht bekannt

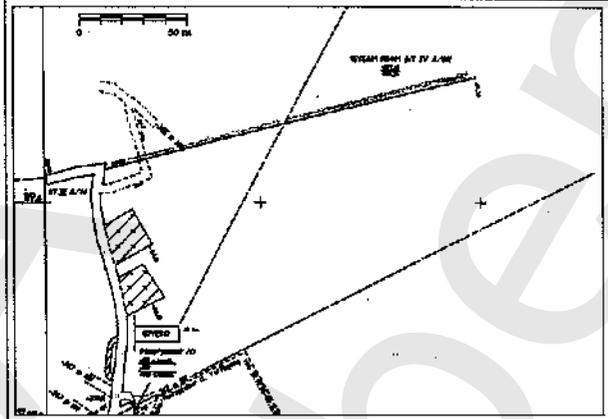


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			15YEA81	RB001		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4438528,99"/>	<input type="text" value="4438697,60"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5789615,69"/>	<input type="text" value="5789656,86"/>
Höhe:	<input type="text" value="-327,65"/> mNN	<input type="text" value="-312,24"/> mNN
Grube:	<input type="text" value="Marie"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-332"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südfeld Marie"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="15 YEA81"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="alte Fluchtstrecke (am Bremsbergfuß)"/>	
Blattnummer Rißwerk:	<input type="text" value="253"/>	Schichtenverzeichnis: <input type="text" value="Nein"/> Vermessung: <input type="text" value="Ja"/>



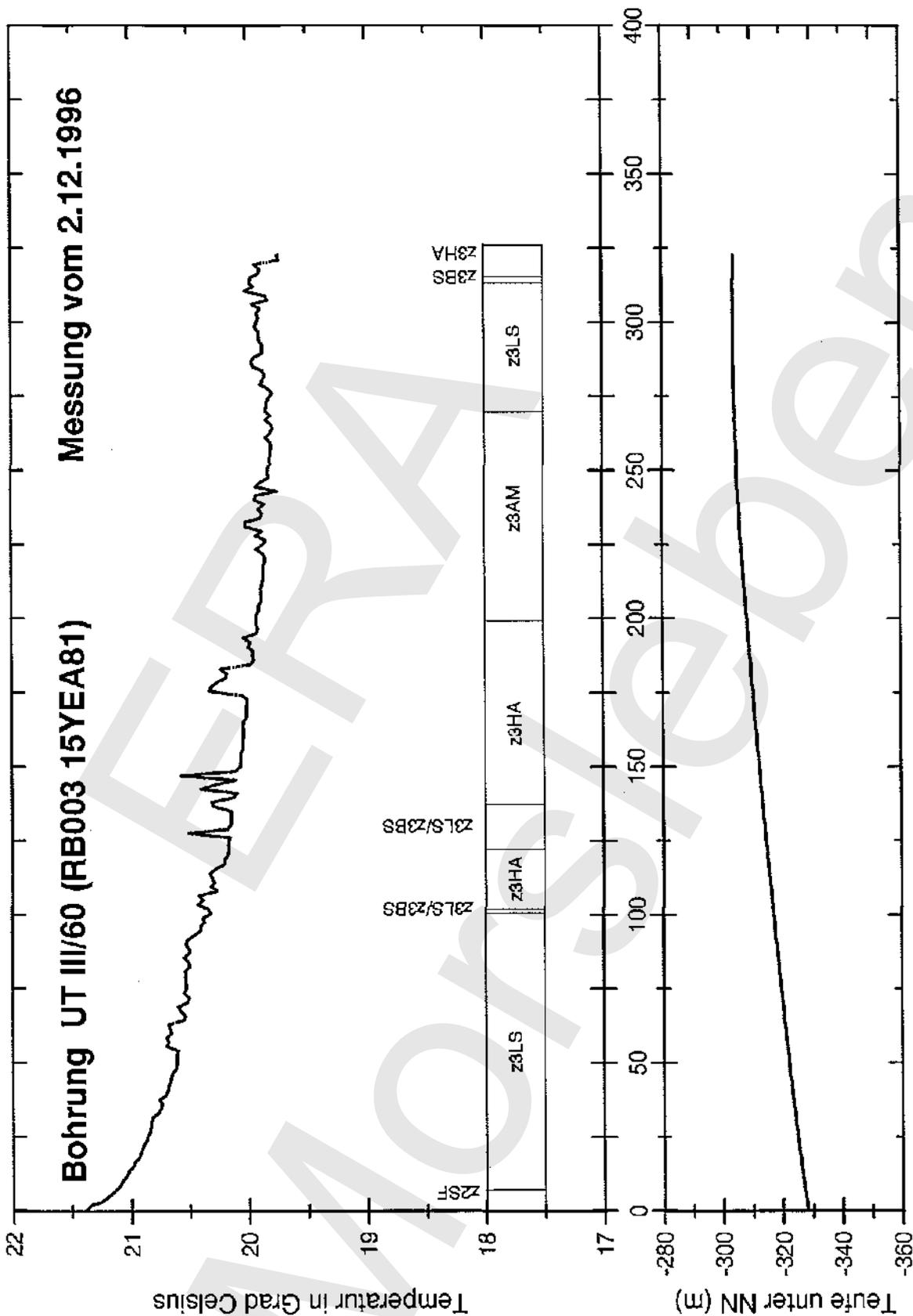
Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung: <input type="text" value="94,0"/> Gon	<input type="text" value="an Endteufe 85°"/>
Neigung: <input type="text" value="7,4"/> Gon	<input type="text" value="+8°"/>
Lösung angetroffen: <input type="text" value="Nein"/>	<input type="text" value=""/>
Gas angetroffen: <input type="text" value="Ja"/>	<input type="text" value=""/>
Bohranlage: <input type="text" value="nicht bekannt"/>	
Bohrart: <input type="text" value="nicht bekannt"/>	
Spülung: <input type="text" value="nicht bekannt"/>	
Bohrverfahren: <input type="text" value="nicht bekannt"/>	

Kurzschichtenverzeichnis:	auf Zusatzblatt:
0,0 - 40,1 m Liniensalz	Nein
40,1 - 80,5 m Anhydritmittelsalz mit Anhydritmittel	
80,5 - 155,8 m Liniensalz	
155,8 - 162,1 m Basissalz	
162,1 - 170,6 m Hauptanhydrit	

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt

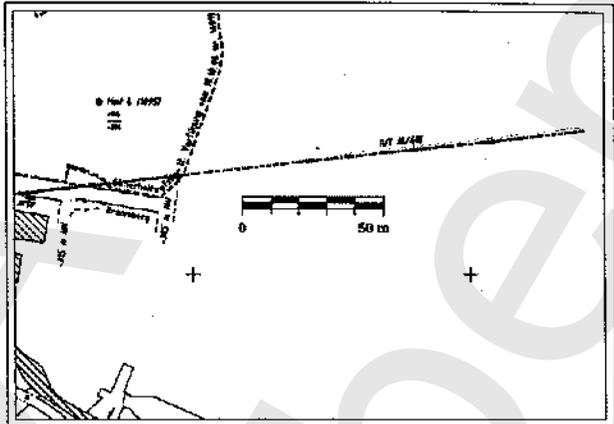


Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			15YEA81	RB003		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

	Ansatzpunkt	Endpunkt
Rechtswert:	<input type="text" value="4438526,98"/>	<input type="text" value="4438844,91"/>
Hochwert:	<input type="text" value="5789426,62"/>	<input type="text" value="5789473,36"/>
Höhe:	<input type="text" value="-328,23"/> mNN	<input type="text" value="-304,22"/> mNN



Grube:
 Sohle:
 Feld:
 Dok.-Nr. Grubenbau:

Grubenbau:

Blattnummer Rißwerk: Schichtenverzeichnis: Vermessung:

Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung: <input type="text" value="92,6"/> Gon	<input type="text"/>
Neigung: <input type="text" value="8,8"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis:

0,0 - 7,2 m	Flöz Staßfurt
7,2 - 100,6 m	Linien-salz
100,6 - 102,2 m	Linien-/Basissalz
102,2 - 122,3 m	Hauptanhydrit
122,3 - 137,4 m	Linien-/Basissalz
137,4 - 199,4 m	Hauptanhydrit
199,4 - 269,9 m	Anhydritmittelsalz
269,9 - 313,3 m	Linien-salz
313,3 - 315,4 m	Basissalz
315,4 - 326,0 m	Hauptanhydrit

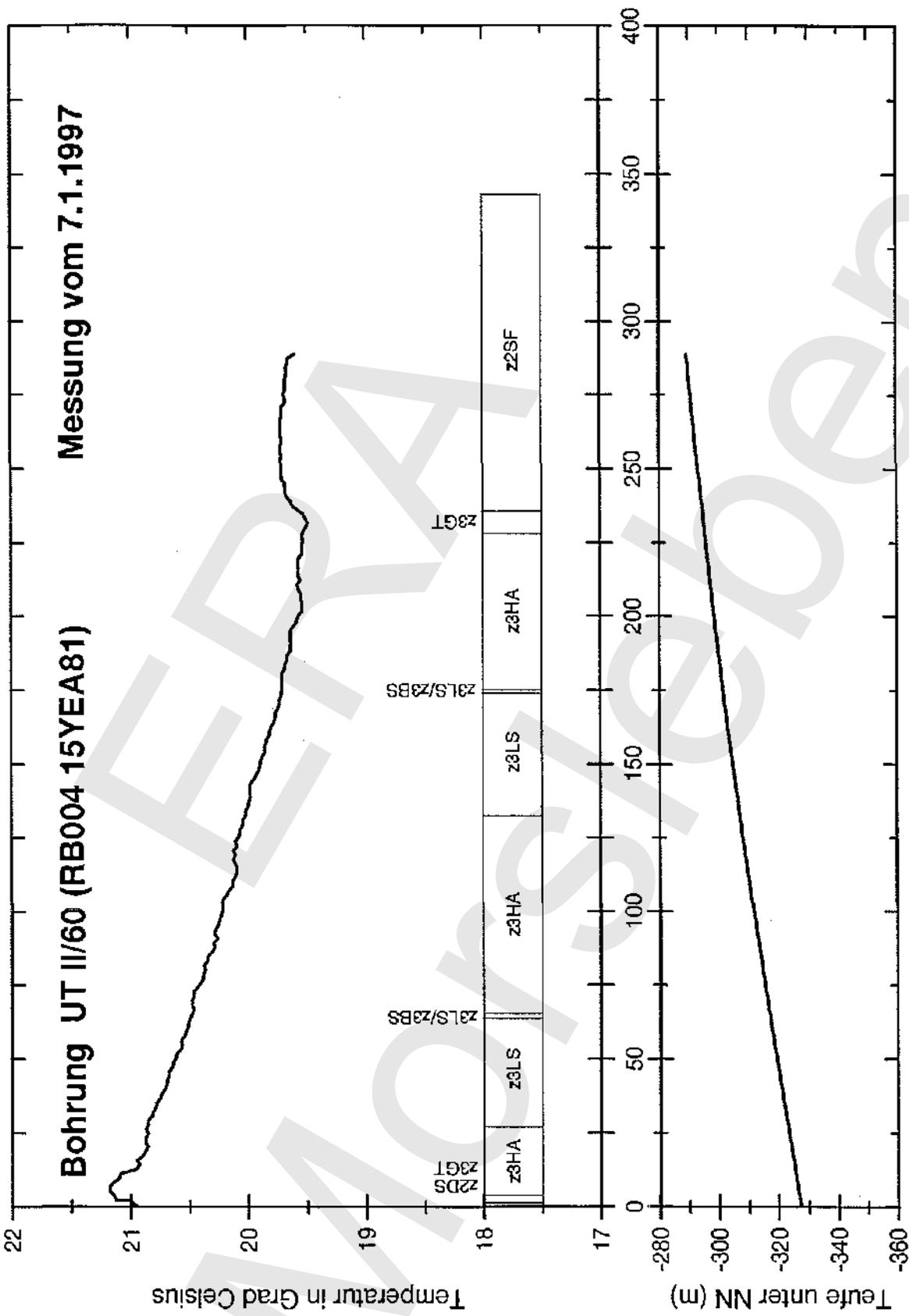
erhöhte Länge: m Kernaussbringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

Erwähnung:

Karte:

gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

n. b. - nicht bekannt



Projekt	PSP-Element	Obj Kenn	Funktion	Komp	Baugr	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
9M			15YEA81	RB004		H	MA	0001	00

Bohrkataster Morsleben

Nummer: Name: Bohrjahr:
 Dokumentationsnummer:

Ansatzpunkt	Endpunkt	
Rechtswert:	<input type="text" value="4438648,08"/> <input type="text" value="4438980,26"/>	
Hochwert:	<input type="text" value="5789142,00"/> <input type="text" value="5789216,26"/>	
Höhe:	<input type="text" value="-327,35 mNN"/> <input type="text" value="-284,82 mNN"/>	
Grube:	<input type="text" value="Marie"/>	
Sohle:	<input type="text" value="-332"/>	
Feld:	<input type="text" value="Südfeld Marie"/>	
Dok.-Nr. Grubenbau:	<input type="text" value="15 YEA81"/>	
Grubenbau:	<input type="text" value="Abzweig alte Fluchtstrecke"/>	
Blattnummer Rißwerk:	<input type="text" value="25.1."/>	Schichtenverzeichnis: <input type="text" value="Nein"/>
		Vermessung: <input type="text" value="Ja"/>

Zahlenwert	verbale Angabe
Richtung: <input type="text" value="86,6"/> Gon	<input type="text"/>
Nelgung: <input type="text" value="10,0"/> Gon	<input type="text"/>

Lösung angetroffen: m
 Gas angetroffen: m

Bohranlage:
 Bohrart:
 Spülung:
 Bohrverfahren:

Kurzschichtenverzeichnis: auf Zusatzblatt: Nein

0,0 - 1,2 m	Decksteinsalz
1,2 - 3,8 m	Grauer Salzton
3,8 - 26,8 m	Hauptanhydrit
26,8 - 63,7 m	Liniensalz
63,7 - 65,2 m	Linien-/Basissalz
65,2 - 132,5 m	Hauptanhydrit
132,5 - 174,0 m	Liniensalz
174,0 - 175,1 m	Linien-/Basissalz
175,1 - 228,0 m	Hauptanhydrit
228,0 - 235,6 m	Grauer Salzton
235,6 - 343,0 m	Flöz Staßfurt

erbohrte Länge: m Kernaushringen: m Kerngewinn: %
 Durchmesser: mm Ausbau: Verfüllung:

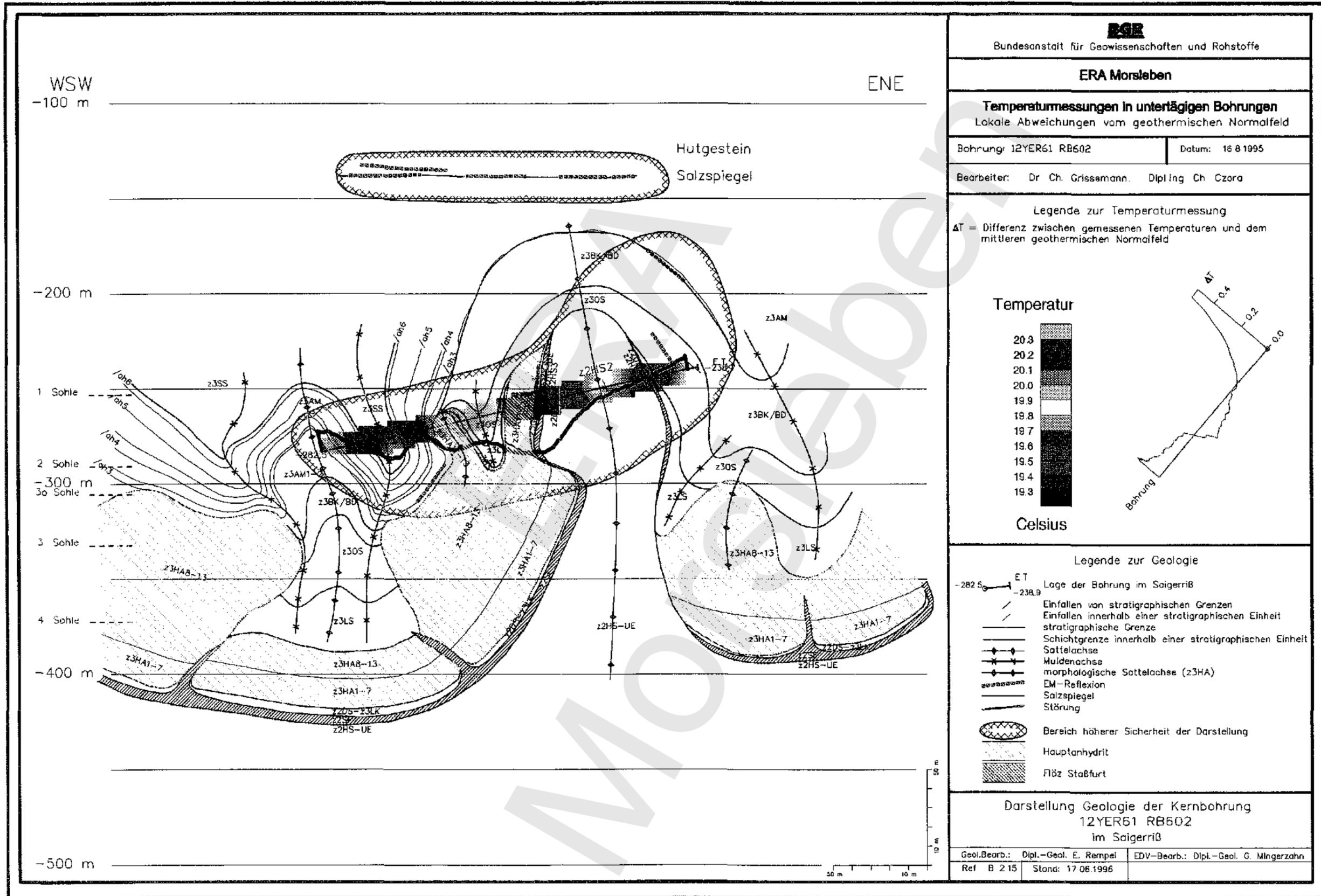
Erwähnung:
 Karte:
 gefundene Länge: m gefundener Durchmesser: mm
 offen: gesperrt: Grund:

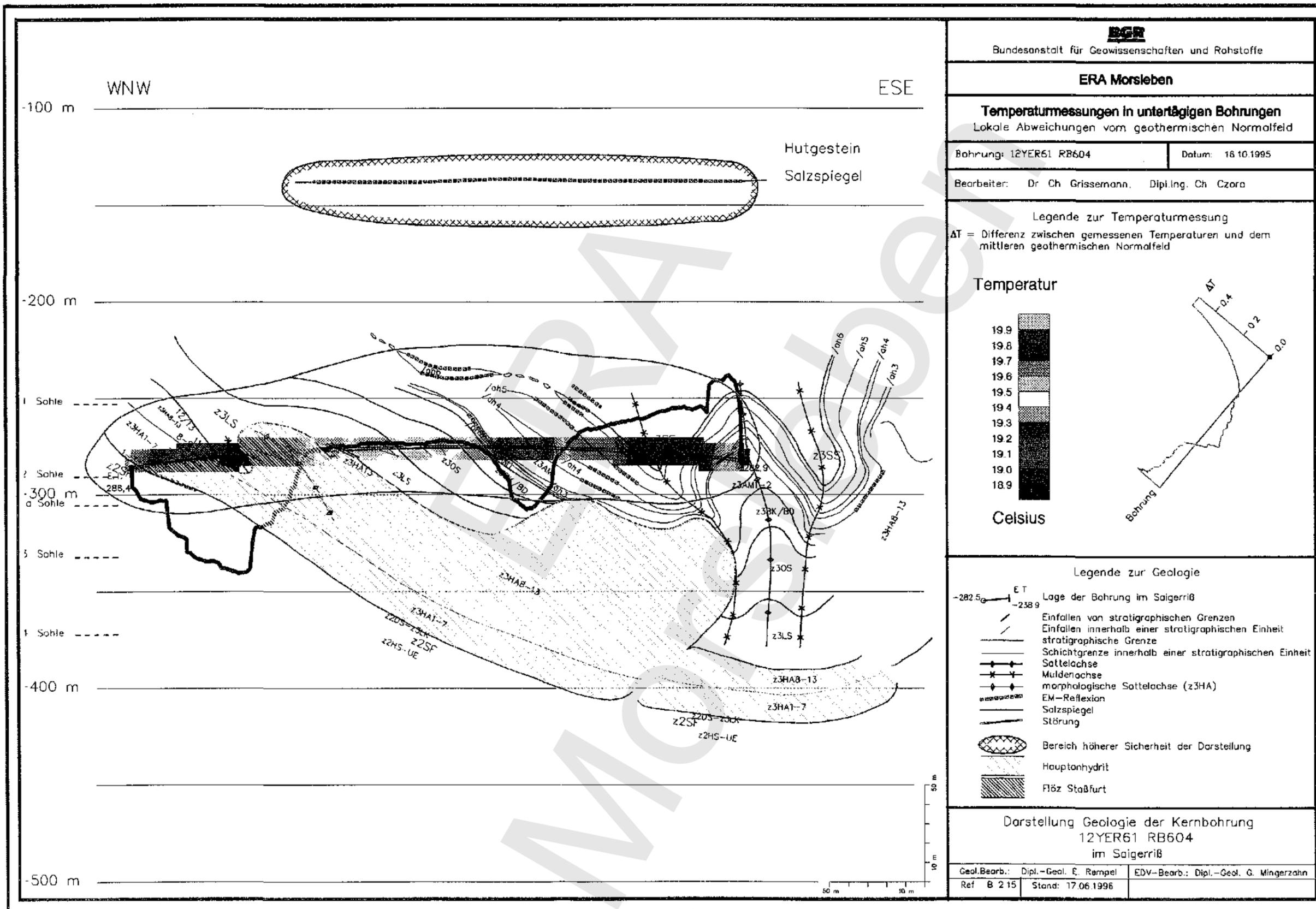
n. b. = nicht bekannt

Anhang 5

Geologische Profile

ERA
Morsleben





BGR
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

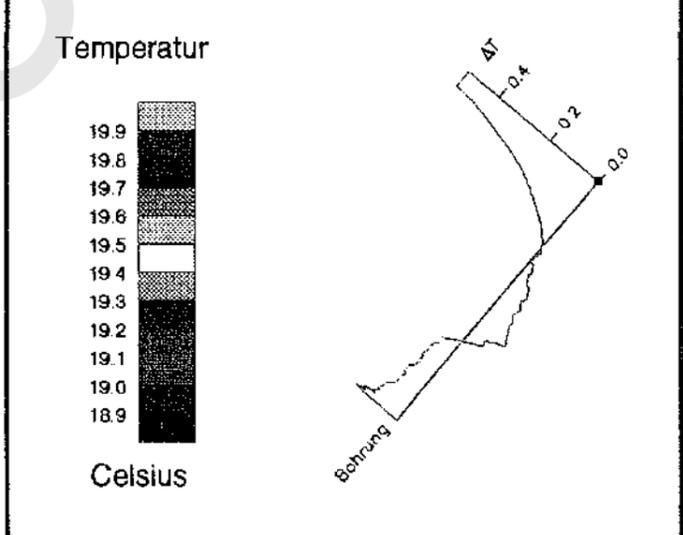
ERA Morsleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
 Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

Bohrung: 12YER61 RB604 Datum: 18.10.1995

Bearbeiter: Dr. Ch. Grissemann, Dipl.-Ing. Ch. Czora

Legende zur Temperaturmessung
 ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

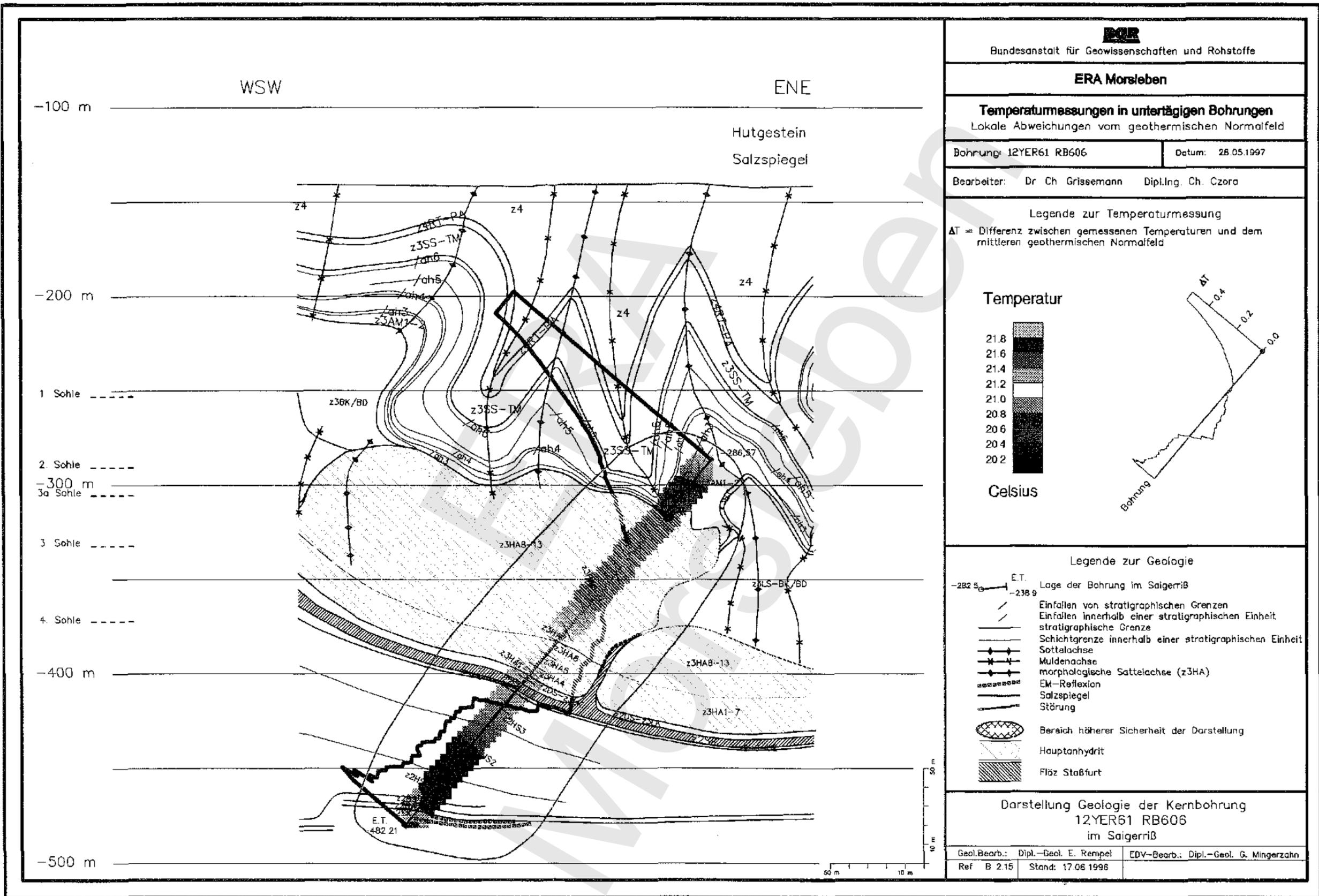


Legende zur Geologie

- ET -282.5 -238.9 Lage der Bohrung im Saigerriß
- Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- stratigraphische Grenze
- Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- Sattelachse
- Muldenachse
- morphologische Sattelachse (z3HA)
- EM-Reflexion
- Salzspiegel
- Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

Darstellung Geologie der Kernbohrung
 12YER61 RB604
 im Saigerriß

Geol. Bearb.: Dipl.-Geol. E. Rempel EDV-Bearb.: Dipl.-Geol. G. Mingerzahn
 Ref. B 2 15 Stand: 17.06.1996



BGR
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

ERA Morsleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
 Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

Bohrung: 12YER61 RB606

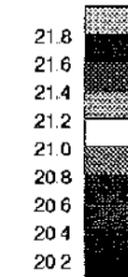
Datum: 28.05.1997

Bearbeiter: Dr. Ch. Grissemann Dipl.-Ing. Ch. Czora

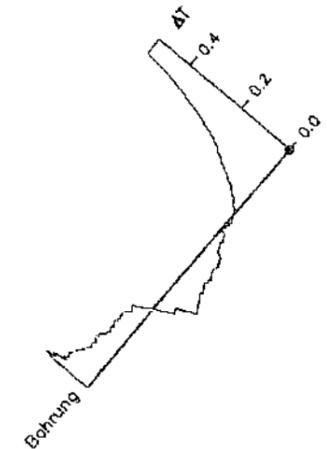
Legende zur Temperaturmessung

ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

Temperatur



Celsius



Legende zur Geologie

- E.T. Lage der Bohrung im Saigerriß
- Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- stratigraphische Grenze
- Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- Sattellachse
- Muldenachse
- morphologische Sattellachse (z3HA)
- EK-Reflexion
- Salzspiegel
- Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

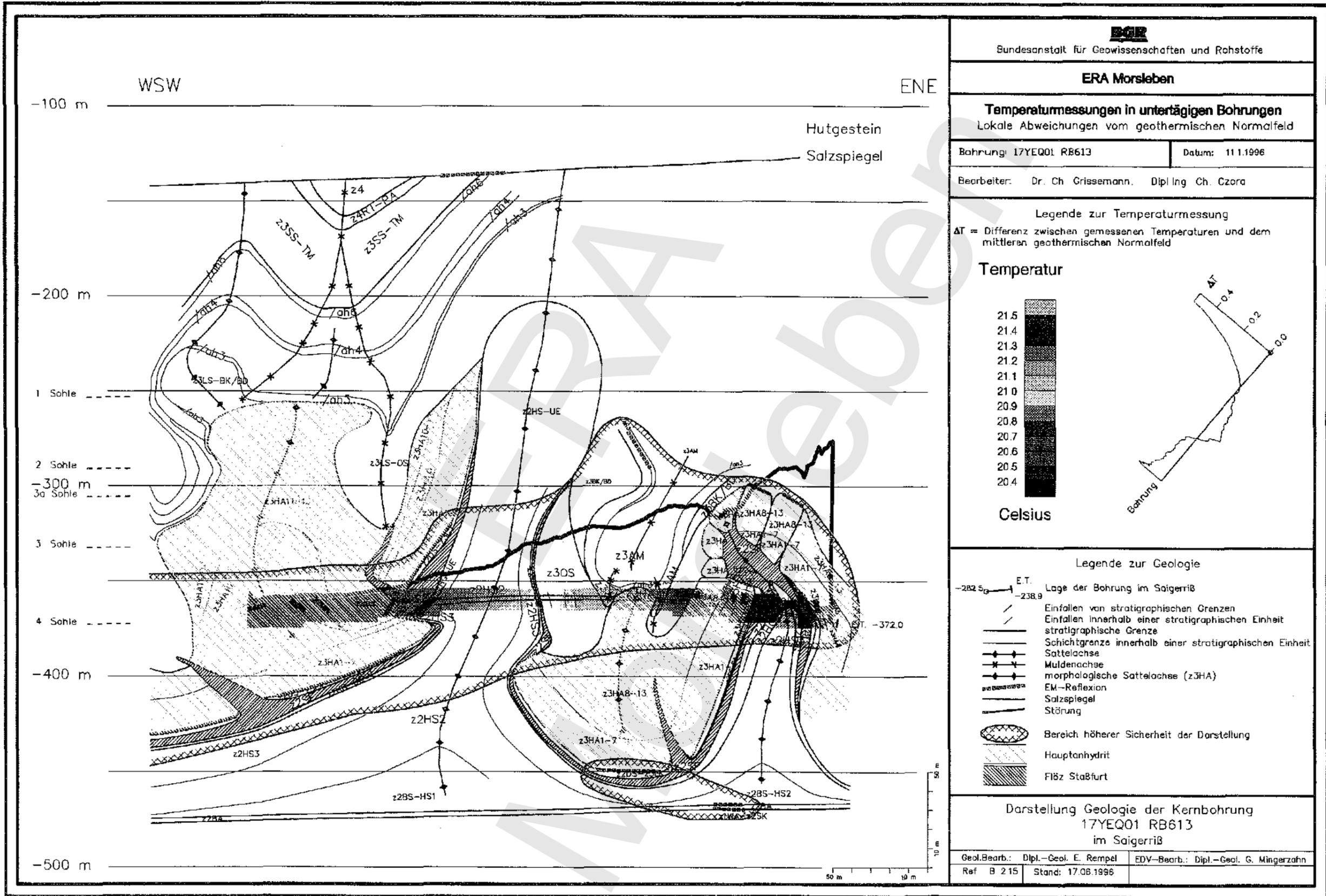
Darstellung Geologie der Kernbohrung
 12YER61 RB606
 im Saigerriß

Geol. Bearb.: Dipl.-Geol. E. Rempel

EDV-Bearb.: Dipl.-Geol. G. Mingerzahn

Ref. B 2.15

Stand: 17.06.1996



BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

ERA Morsleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

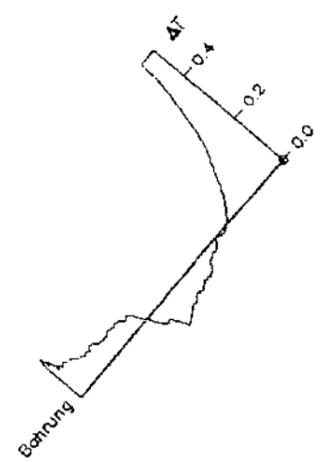
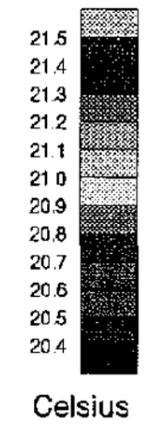
Borung: 17YEQ01 RB613 Datum: 11.1.1996

Bearbeiter: Dr. Ch. Grissemann, Dipl. Ing. Ch. Czora

Legende zur Temperaturmessung

ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

Temperatur

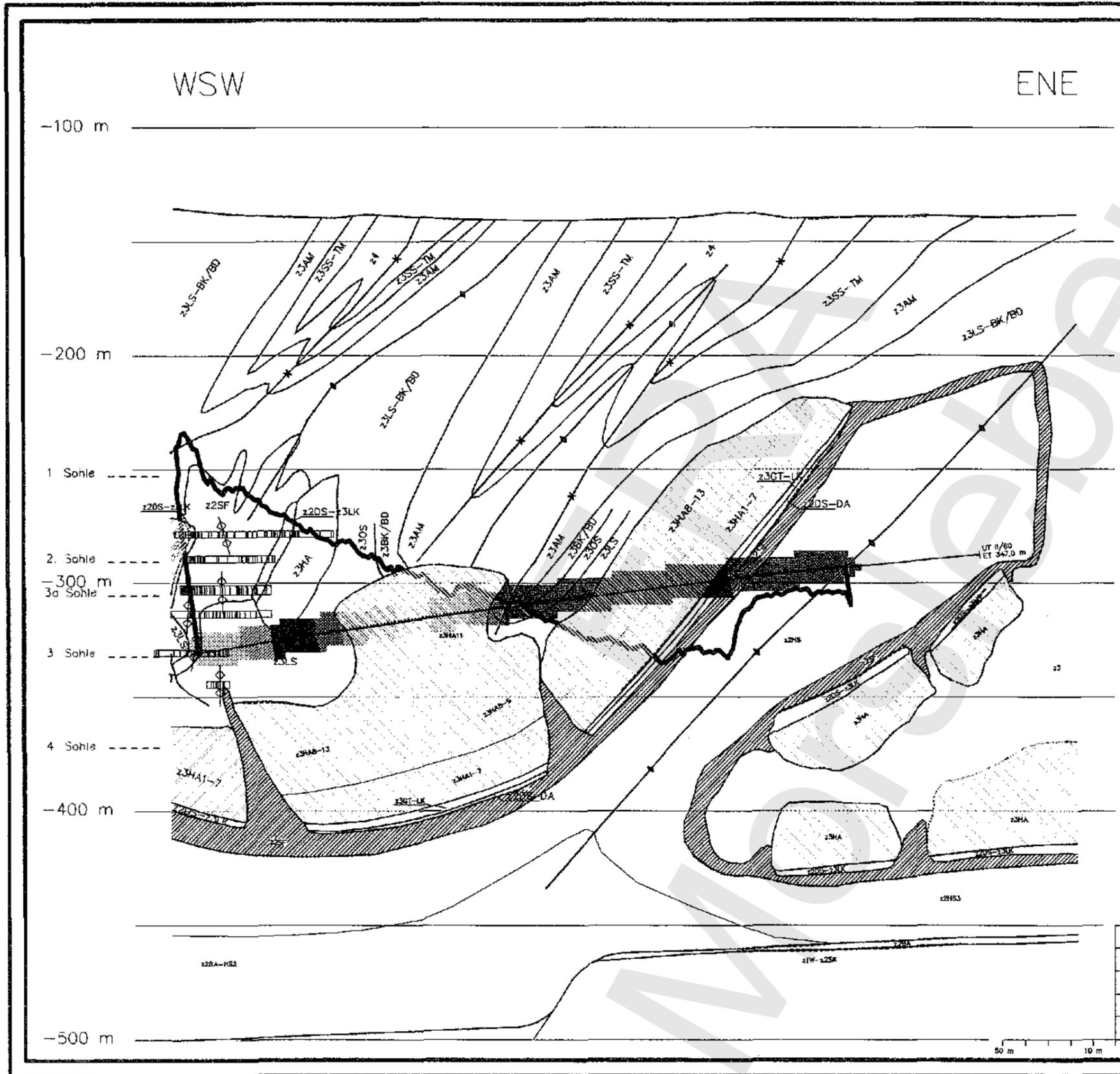


Legende zur Geologie

- 282.5 \rightarrow E.T. Lage der Bohrung im Saigerriß
- 238.9 \rightarrow E.T. Lage der Bohrung im Saigerriß
- / — Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- / — Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- / — stratigraphische Grenze
- / — Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- / — Sattelachse
- / — Muldenachse
- / — morphologische Sattelachse (z3HA)
- / — EM-Reflexion
- / — Salzspiegel
- / — Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

Darstellung Geologie der Kernbohrung
17YEQ01 RB613
im Saigerriß

Geol. Bearb.: Dipl.-Geol. E. Rempel EDV-Bearb.: Dipl.-Geol. G. Mingerzahn
Ref. B 215 Stand: 17.08.1996



BGR
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

ERA Morsleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

Bohrung: 15YERB1 RB004 UT II/60 Datum: 7.1.1997

Bearbeiter: Dr. Ch. Grissemann, Dipl.-Ing. Ch. Czora

Legende zur Temperaturmessung

ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

Temperatur

20.9
20.8
20.7
20.6
20.5
20.4
20.3
20.2
20.1
20.0
19.9
19.8
19.7
19.6

Celsius

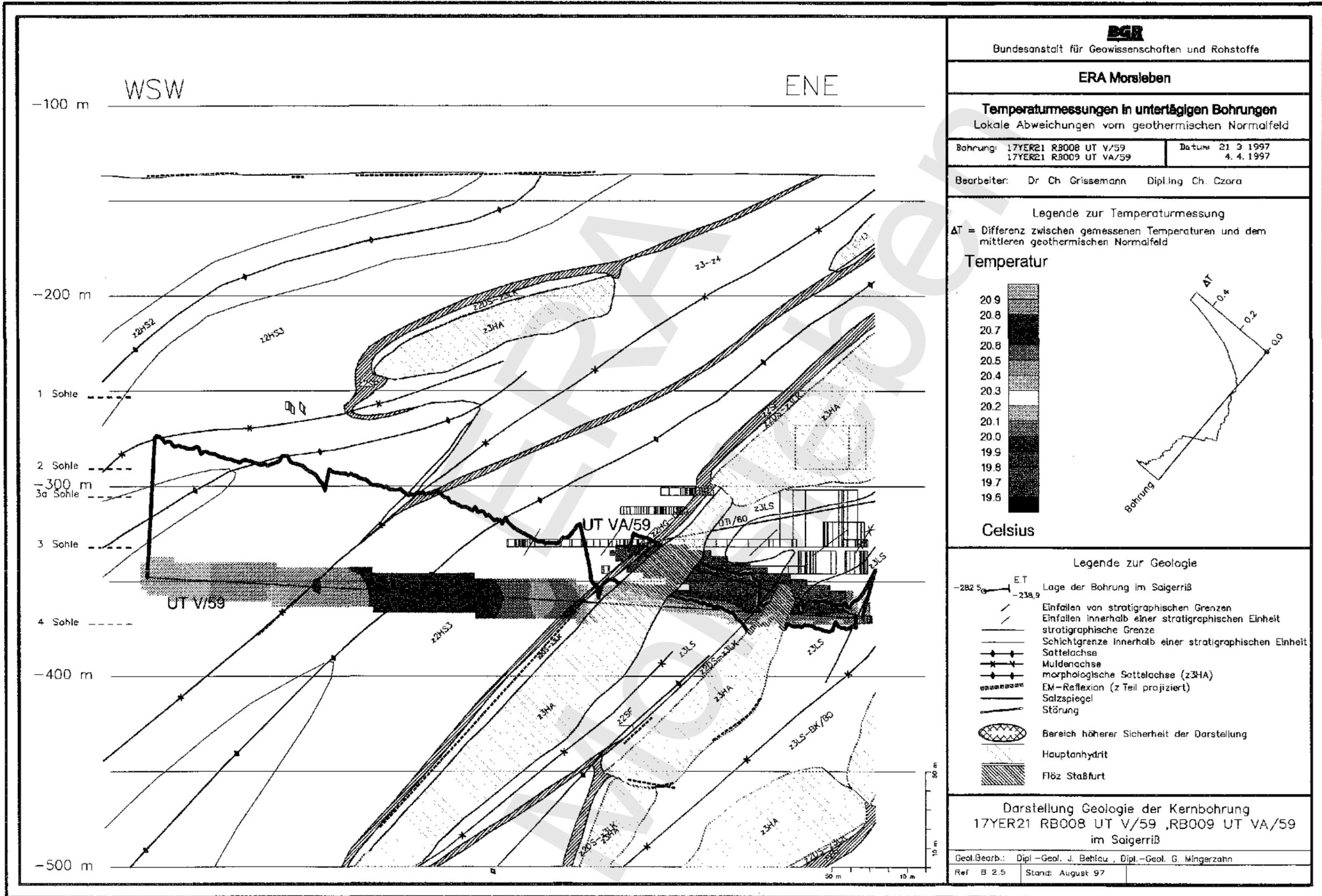
Legende zur Geologie

- ET Lage der Bohrung im Saigerriß
- Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- stratigraphische Grenze
- Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- Sattelachse
- Muldenachse
- morphologische Sattelachse (z3HA)
- EM-Reflexion (z Teil projiziert)
- Salzspiegel
- Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

Darstellung Geologie der Kernbohrung
15YERB1 RB004 UT II/60
im Saigerriß

Geol.Bearb.: Dipl.-Geol. J. Behlau, Dipl.-Geol. G. Wingerzahn

Ref. B 25 Stand: August 97



BGR
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

ERA Morsleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

Bohrung: 17YER21 RB008 UT V/59 17YER21 RB009 UT VA/59	Datum: 21.3.1997 4.4.1997
--	------------------------------

Bearbeiter: Dr. Ch. Grisseemann, Dipl.-Ing. Ch. Czara

Legende zur Temperaturmessung

ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

Temperatur

20.9

20.8

20.7

20.6

20.5

20.4

20.3

20.2

20.1

20.0

19.9

19.8

19.7

19.6

Celsius

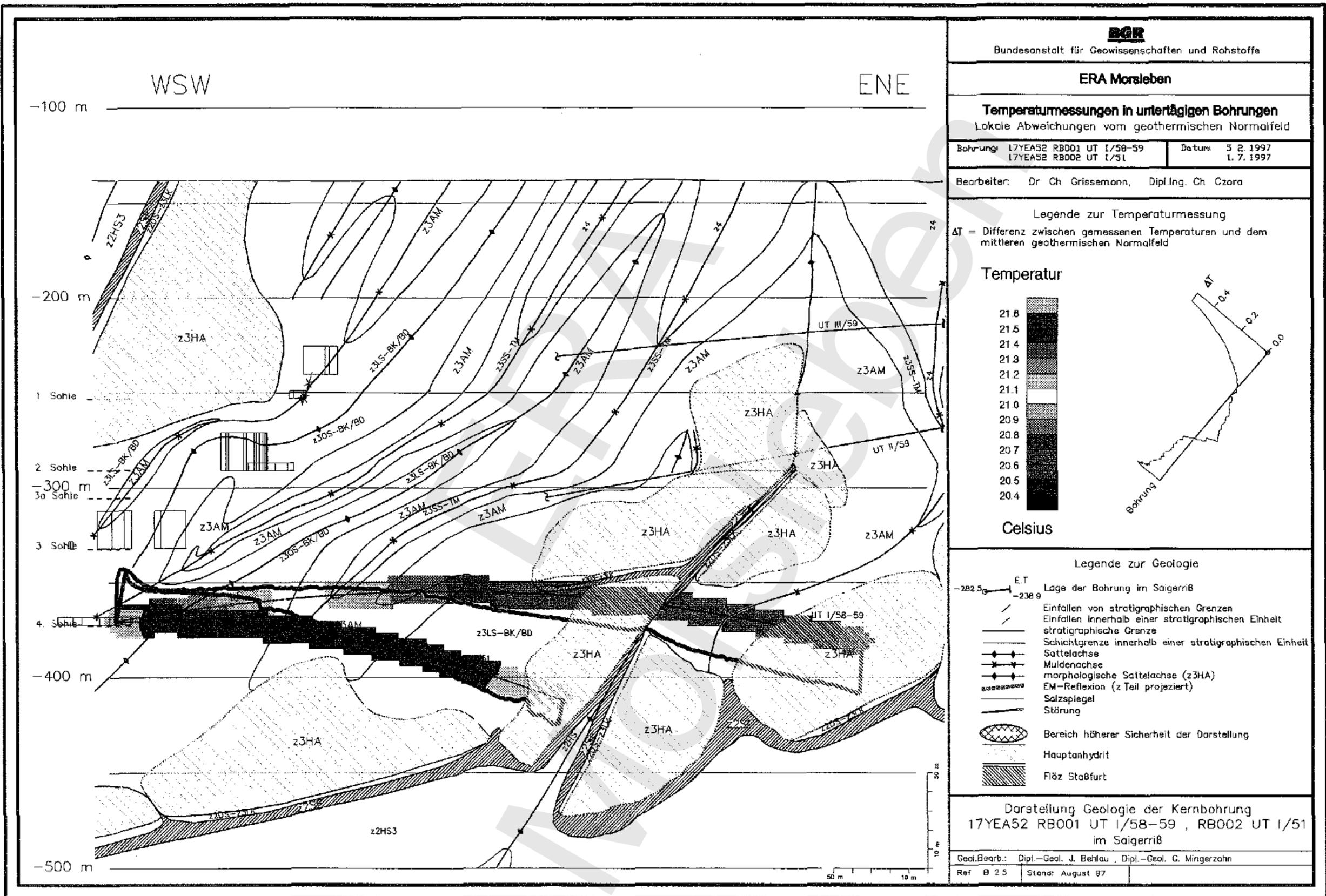
Legende zur Geologie

- Lage der Bohrung im Saigerriß
- Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- stratigraphische Grenze
- Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- Sattelachse
- Muldenachse
- morphologische Sattelachse (z3HA)
- EM-Reflexion (z Teil projiziert)
- Salzspiegel
- Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

Darstellung Geologie der Kernbohrung
17YER21 RB008 UT V/59, RB009 UT VA/59
im Saigerriß

Geol. Bearb.: Dipl.-Geol. J. Behlau, Dipl.-Geol. G. Mingerzahn

Ref. B 2.5 Stand: August 97



BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

ERA Morleben

Temperaturmessungen in untertägigen Bohrungen
 Lokale Abweichungen vom geothermischen Normalfeld

Bohrung: 17YEAS2 RB001 UT I/58-59
 17YEAS2 RB002 UT I/51

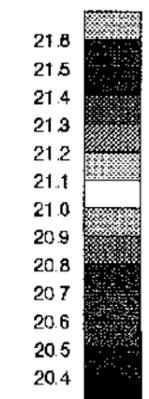
Datum: 5.2.1997
 1.7.1997

Bearbeiter: Dr. Ch. Grissemann, Dipl.-Ing. Ch. Czara

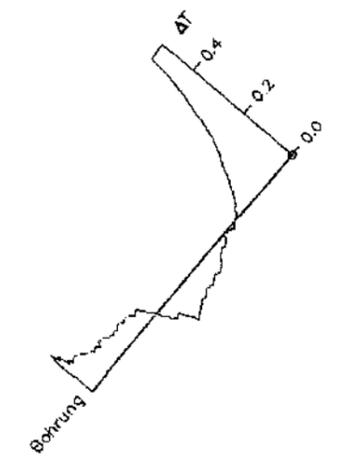
Legende zur Temperaturmessung

ΔT = Differenz zwischen gemessenen Temperaturen und dem mittleren geothermischen Normalfeld

Temperatur



Celsius



Legende zur Geologie

- E.T. Lage der Bohrung im Saigerriß
- Einfallen von stratigraphischen Grenzen
- Einfallen innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- stratigraphische Grenze
- Schichtgrenze innerhalb einer stratigraphischen Einheit
- Sattelachse
- Muldenachse
- morphologische Sattelachse (z3HA)
- EM-Reflexion (z Teil projiziert)
- Salzspiegel
- Störung
- Bereich höherer Sicherheit der Darstellung
- Hauptanhydrit
- Flöz Staßfurt

Darstellung Geologie der Kernbohrung
 17YEAS2 RB001 UT I/58-59, RB002 UT I/51
 im Saigerriß

Geol.Bearb.: Dipl.-Geol. J. Behlau, Dipl.-Geol. G. Mingerzahn
 Ref. B 2.5 Stand: August 97