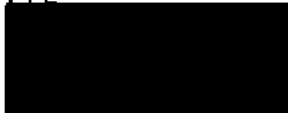



DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	X A A X X	A A	NNNN	N N
9K	-	-	-	-	-	HG	RB	0001	00

Titel der Unterlage Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad Erläuternde Stellungnahmen zu den Nachforderungen des NIFB (HY 33, 40, 46.2)	Seite I
	Stand Dez. 1988
Ersteller BGR	Textnummer

Stempelfeld

PSP-Element TP 2: 9K/21223		zu Plan-Kapitel: 3.1.9	
		Pl  14/02/89 Freigabe für Behörden	Pl  14/02/89 Freigabe im Projekt

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

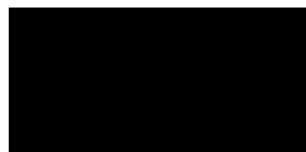
BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

HANNOVER

Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad

Erläuternde Stellungnahmen
zu den Nachforderungen des NLfB
(HY 33, 40, 46.2)

Sachbearbeiter:



Datum: Dezember 1988
Archiv-Nr.: 104 423
Tagebuch-Nr.: 12739/88
TK 25: 3528, 3529, 3628, 3629, 3728, 3828
Anlagen: - 4 -

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1: Basis Oberer Muschelkalk:
Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1 des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 2: Basis Rhät-Sandstein:
Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1 des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 3: Basis Oxford:
Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1 des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 4: Referenzfall:
Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 5: Variante 1:
Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 6: Basis Oxford:
Potentialdifferenzen zwischen Variante 1 und 2
(Quelle: Motor Columbus, 1988)
- Abb. 7: Variante 2:
Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)

Verzeichnis der Tabellen (HY 46.2)

- Tab. 1: Berechnete Einstromraten in den tiefen Wasserleitern des Muschelkalk und des Rhät
- Tab. 2: Trajektoriendaten für den Referenzfall des Störzonenmodells
- Tab. 3: Trajektoriendaten des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Variante 1)
- Tab. 4: Trajektoriendaten des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Variante 2)

Verzeichnis der Anlagen

- Anl. 1: Lageplan der Quartärprofile
- Anl. 2: Hydrogeologische Profile durch den quartären Grundwasserleiter des nördlichen Modellgebietes (Profile A-A' bis E-E')
- Anl. 3: Hydrogeologische Profile durch den quartären Grundwasserleiter des nördlichen Modellgebietes (Profile F-F' bis I-I')
- Anl. 4: Auswirkungen veränderter Randbedingungen auf die Grundwasserhydraulik des Modellgebietes Konrad - Lage potentieller Infiltrationsgebiete und wichtiger struktureller Einheiten

Literaturverzeichnis

- MOTOR COLUMBUS (1988): Schachtanlage Konrad, Salzgitter - Modellrechnungen mit dem Programm FEM 301 für ein alternatives geologisches/hydrogeologisches Modell - Schlußbericht.- Baden/Schweiz.

Vorbemerkung

Das NLFb hat als Gutachter der Genehmigungsbehörde für das Planfeststellungsverfahren Konrad zahlreiche "Erläuternde Unterlagen" nachgefordert.

Im Zeitraum vom 18. - 25.03.1988 fanden Fachgespräche zwischen NLFb und BGR statt mit dem Ziel, den Umfang der erforderlichen Nacharbeiten zu definieren und den zeitlichen Rahmen für deren Bearbeitung festzulegen.

Dieser Bericht bearbeitet die Nachforderungen des NLFb HY 33, 40 und 46.2 (Stand 31.12.1987, Archiv-Nr. 101 833).

Er ist so aufgebaut, daß bei jedem Kapitel unter a) die Fragen und Nachforderungen des NLFb, unter b) die abgestimmten Ergebnisprotokolle der Fachgespräche NLFb/BGR und unter c) die Antworten und zusätzlichen Aussagen aufgeführt sind.

HY 33:

a) Detaillierte Erläuterung des im Modell abgebildeten geohydraulischen Fließsystems und Diskussion möglicher alternativer Fließwege.

b) Protokoll vom 08.03.1988, Seite 3:

BGR erklärt, daß sie diese Forderung durch die zahlreichen Abbildungen und Erläuterungen zu den Modellrechnungen von BGR und GSF als bereits erfüllt ansieht und bittet NLFb um nähere Beschreibung der Forderung.

NLFb erläutert, daß die Diskussion der alternativen Fließwege durch die Behandlung des "alternativen" Modells als erfüllt betrachtet werden kann. Es sei aber aus den Unterlagen nicht erkennbar, daß eine Abstimmung zwischen Geologen und Modellrechnern während der ersten Rechenläufe stattgefunden hat.

In Ergänzung zur Nachforderung HY 33 wird BGR deshalb die iterative Vorgehensweise zwischen Hydrogeologen und Modellrechnern beim Modellaufbau und bei den Variantenrechnungen darstellen.

- c) In der folgenden Abhandlung wird versucht, die Entwicklung darzulegen, die zum Aufbau eines dreidimensionalen Grundwasserströmungsmodells in der 1986 im Plan dargelegten Form für das Untersuchungsgebiet Konrad führte. Dieses bildete die Grundlage für die Radionuklid-Ausbreitungsrechnungen in der Nachbetriebsphase.

Nach Abgabe eines Entwurfs zum Plan Konrad, bei dem eine Ausbreitung von Radionukliden in der Nachbetriebsphase über den Wasserpfad Schacht unterstellt wurde, wurden Arbeitspakete über noch zu erledigende "Restarbeiten" definiert. Diese waren insbesondere im Zusammenhang mit der Frage nach dem Zutritt von Wässern in der Nachbetriebsphase von Bedeutung. Freisetzungspfade konnten auch auf einer Besprechung am 16.11.1982 in der PTB noch nicht definiert werden, sondern wurden als Arbeitshypothese festgelegt. Wesentlich dafür waren Auffassungen der GSF von einer "trockenen Grube" und der Definition des im Oxford vorhandenen Wassers als fossiles Standwasser, das nicht am meteorologischen Kreislauf beteiligt sei.

Auslösendes Moment für eine weitergehende Diskussion zum "Störfallszenarium Wasserpfad" war ein Papier, das von der PSE-Arbeitsgruppe an der TUB als Diskussionspapier im Januar 1983 verschickt wurde: "Szenarien für den Wasserzutritt in der Grube Konrad". Am 21.04.1983 fand dazu in der PTB eine Besprechung statt, bei der als einzig möglicher Wasserzutritts- und Ausbreitungshorizont der Cornbrash festgehalten werden konnte. Jedoch sollten vor einer Entscheidung die BGR-Arbeiten zu den im Untergrund ausgebildeten Barrieren abgewartet werden.

Arbeiten von PSE zur "Beeinflussung tiefer Grundwasserleiter durch Potentialunterschiede an der Oberfläche" (Juli 1983) und "Wasserpfad-Berechnungen Konrad - Erstellung eines großräumigen Grundwassermodells" (Oktober 1983) waren die Grundlage für eine Besprechung am 15.11.1983 in der BGR (NLfB war als Beobachter anwesend).

Unterschiedliche Standpunkte (zweidimensionale Prinzipmodellrechnungen - detailliertes dreidimensionales Modell) kennzeichneten die Diskussion. TUB/PSE blieb dabei, auf der Grundlage vorhandenen Datenmaterials ein grobes dreidimensionales Modell zu erstellen und mit SWIFT zu rechnen. BGR sagte zu, vorhandene Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

Ein wesentlicher Punkt, der auch in der Folgezeit häufig diskutiert wurde, war die Einbeziehung (Vorstellung BGR) bzw. Vernachlässigung (Vorstellung TUB/PSE) der Grundwasserdichte (Schreiben dazu z. B. BGR an TUB vom 29.12.1983 und 07.03.1984, Schreiben TUB an BGR vom 13.06.1984). TUB/PSE setzte sich mit der Auffassung durch, erst einmal dreidimensional mit möglichst naturnaher Geologie und Nichtberücksichtigung der Dichte zu rechnen. Zweidimensionale Prinzipmodellrechnungen wurden nicht in Betracht gezogen. Obwohl später auf einer Sitzung am 20.02.1984 vereinbart wurde, die Wasserdichte in die Modellrechnungen einzubeziehen, wurde dies auch im Verlaufe der nächsten Jahre nicht realisiert.

Im Verlaufe der Diskussionen in 1982 und 1983 manifestierte sich damit immer stärker der Aufbau eines dreidimensionalen Modells ohne Dichteberücksichtigung, jedoch mit dem Versuch einer möglichst guten Nachbildung der geologischen Verhältnisse.

Von BGR wurde im Rahmen der Arbeiten zu Konrad in dieser Zeit an der Erstellung des hydrogeologischen Modells "Fernbereich" gearbeitet. Arbeiten zum Nahbereich waren Aufgabe der GSF. 1984 legte die BGR einen Zwischenbericht zur Hydrogeologie Konrad vor. Auf der Grundlage dieses Berichtes sowie der Arbeiten der GSF zum Nahbereich und vorhandener Literatur legte TUB/PSE einen internen Arbeitsbericht im November 1984 vor mit dem Titel "Grundwassermodell Konrad, Geologische Schnitte und Ermittlung der Eingabedaten für die hydraulischen Kennwerte". Dieser Bericht sowie Arbeiten der BGR, die ergaben, daß mit einem Vollaufen der Grube in der Nachbetriebsphase zu rechnen sei, lieferten die Ausgangsbasis für die 1. Fachsitzung zum Szenario "Wasserzutritt in das Endlager während

der Nachbetriebsphase" am 21.01.1985 in der PTB. BGR hatte zwischenzeitlich PTB darauf hingewiesen, daß möglichst bald die Szenariendiskussion weiterzuführen sei.

Auf dieser Sitzung wurden künftige Rechnungen zum Vollaufen der Grube und zum Druckaufbau beschlossen und Begrenzungen für ein Modell einschließlich der unteren Begrenzung durch den Buntsandstein diskutiert. Die Festlegung der Modellgebietsgrenzen (Südgebiet des jetzigen Modellgebietes) erfolgte mit Schreiben vom 29.01.1985 durch die BGR. Nach BGR-internen Diskussionen wurden im März ergänzende Angaben dazu an die TUB/GSF (PSE war inzwischen beendet) gegeben. Wesentlich war die Schaffung einer geeigneten Datenbasis, für die auch die geplante Bohrung Konrad 101 einen großen Stellenwert bekam.

Basisdaten zu Durchlässigkeit und Porosität aus dem Nahbereich erhielt BGR im März 1985 durch die GSF. Bei der Fachsitzung am 26.04.1985 lag das Hauptgewicht noch auf der Modellierung des Nahbereichs (Grubengebäude) und den Auswirkungen der Konvergenz des Grubengebäudes auf Fließvorgänge. Dieses änderte sich jedoch stetig in Richtung auf das Szenario mit dem Grubengebäude als Volumenquelle und anschließender Fernfeldbetrachtung. Auf dieser Fachsitzung wurden offiziell von der BGR hydrogeologische Modellschnitte an TUB/GSF übergeben und hydrogeologische Vorgaben und Probleme der Modellierung (z. B. bei dünnen Schichten) diskutiert. Die Übergabe weiterer Unterlagen wurde terminiert. Vorschläge der BGR zu abschätzenden zweidimensionalen Rechnungen wurden jedoch weiterhin abgelehnt. Das führte dazu, daß BGR in der zweiten Hälfte des Jahres 1985 eigene zweidimensionale Rechnungen als Sensivitätsstudien durchführte. Den Abmachungen entsprechend erhielt GSF/TUB im Mai 1985 auf der Grundlage der Auswertung neuer Seismik überarbeitete hydrogeologische Schnitte.

In Briefen und auf Sitzungen mehrfach diskutierte Fragestellungen der nächsten Zeit (bis hin zur Erstellung des Plankapitels) bezogen sich auf die Mittelungsverfahren bei Porositäten und Durchlässigkeiten und die Behandlung verschiedener, auch steilstehender Schichten bei der Übertragung in Modellblöcke (z. B. Sitzung

am 26.04.1985, Brief TUB/GSF vom 14.05.1985, Brief PTB vom 29.05.1985).

Am 06. (ohne BGR-Beteiligung) und 07.06.1985 fanden weitere Fachsitzungen zur Aufgabe "Radionuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase" statt. Am 07.06. (sowie in den folgenden Wochen mit Schreiben vom 12.06., 24.06., 19.07. und 09.09.) übergab BGR neue Tiefenlinienpläne und Mächtigkeitkarten, z. T. aufgrund neuerer Ergebnisse (etwa aus der Bohrung Konrad 101) überarbeitet, an TUB/GSF. Bei dieser Fachsitzung (07.06.) äußerte BGR Wünsche zu Sensitivitätsrechnungen. Das Rechnernetz, die Problematik der Modellierung dünner Schichten sowie der Einfluß alter Bohrungen wurden diskutiert. In diesem Zusammenhang stellte BGR eigene analytische Rechnungen zur Tiefenwasserbewegung und zu Wasserlaufzeiten vor.

Wesentliche Arbeiten von BGR (z. T. auch von TUB/GSF) betreffen in der zweiten Hälfte des Jahres 1985 Abschätzungen zur Durchlässigkeit des Oxford, Überlegungen zum Kluftsystem, zum Einfluß der Porositätsdichte und zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes in schlecht durchlässigen Gesteinen.

Bei der Fachsitzung am 12.09.1985 (z. T. fanden Fachsitzungen auch ohne BGR-Beteiligung statt, wenn geologische Aspekte nicht direkt berührt wurden) lag das Schwergewicht auf Fragen zu den Grundlagenten (k_f -Werte Oxford, Porositätswerte) und der Umsetzung geologischer Daten in das Modell sowie der Vorstellung erster Rechenresultate. Diese Resultate sowie die Diskussion der Modellrandbedingungen und die Planung eines Feinmodells führten später zu der Forderung einer Ausweitung des Modells nach Norden.

Im Nachgang zu der Sitzung übersandte TUB/GSF Überlegungen zur Konservativität des geplanten Feinmodells, die vor allem auf Ausbreitungswege nach Norden und daraus resultierende Fragen über die nördliche Erweiterung eingingen. Gleichzeitig erhielt TUB/GSF die von BGR überarbeiteten TUB/GSF-Modellschnitte zur Hydrogeologie zurück und neuere Angaben zu hydraulischen Kennwerten (z. B. Erniedrigung des angenommenen k_f -Wertes in den Plänerkalken als Folge von Modellergebnissen). Die Ausführungen von TUB/GSF sowie von

BGR durchgeführte eigene Überprüfungen zum nördlichen Modellrand führten zu intensiven internen Diskussionen, bei denen die Ausweitung des Modellgebiets aufgrund der geologischen Befunde und der zu erwartenden Hydraulik nach Norden Schwerpunkt war. Eine Ausweitung war demnach unumgänglich notwendig, da Rechnungen mit offenem Nordrand nicht ausreichend sein würden.

In die Folgezeit fallen intensive Diskussionen mit TUB/GSF zur Verwendung eines konservativen Retardationsfaktors, zur Mittelung hydraulischer Kennwerte bei schrägen Schichtlagen sowie der Beginn der Arbeiten zur Abschätzung eines realistischen k_f -Wertes für das Oxford aus den Zuflußraten zur Grube. Diese Themen sowie die Erweiterung des Modellgebietes nach Norden wurden auf einer Sitzung in Berlin am 23.10.1985 besprochen. Dabei übergab BGR den ersten Teil von Tiefenlinienplänen und geologischen Schnitten für das Nordgebiet. Schreiben der BGR an TUB/GSF vom 28.10. und 07.11.1985 erfolgten zur Klärung offengebliebener Fragen (z. B. Behandlung Valendis/Wealden, Korallenoolith, tiefe Grundwasserleiter, hydraulische Daten). Gleichzeitig wurden weitere Pläne und hydrogeologische Profile übersandt.

Die Fachsitzung "Paralleler Ansatz" vom 18.11.1985 gab den Stand der Diskussionen zum Modell wieder: Nach Vollaufen der Grube in der Nachbetriebsphase (Normalfall) erfolgt der Transport gelöster Radionuklide mit dem Grundwasser evtl. durch den Kluftwasserleiter Oxford. Am Ende der Diskussion stand das Problem, daß bei einer Erweiterung des Modellgebietes der bislang benutzte k_f -Wert für das Oxford überkonservativ sei (dazu auch Schreiben der BGR vom 14.11.1985). Wegen der Dringlichkeit (Schreiben der PTB vom 21.11.1985) wurde dieser Frage verstärkt bei BGR nachgegangen und mit Schreiben vom 02.12.1985 eine auf die neue Situation bezogene Liste für die k_f -Werte mit Bandbreiten und empfohlenen Modellwerten an die Modellgruppe übergeben.

Im November wurden mit Schreiben vom 13.11.1985 von TUB/GSF Entwürfe zu hydrogeologischen Modellschnitten für die Norderweiterung vorgelegt, die von BGR überarbeitet wurden. Ergebnisse der Sensitivitätsuntersuchungen der BGR mit einem zweidimensionalen numeri-

schen Modell (vorgestellt auf der Fachsitzung vom 23.01.1986) liefen auf zwei verschiedene "konservative" Parametersätze für die Rechnungen zur Grundwasserbewegung hinaus. In die weiteren Parametervariationen für das dreidimensionale Modell gingen diese Überlegungen ein. Auf der genannten Sitzung stellte TUB/GSF ebenfalls Modellrechnungen vor, die zur Diskussion von Problemen wie Neubildungsraten in Beziehung zu k_f -Werten im Quartär und den Plänerkalcken, Festlegung von k_f -Bandbreiten und konsistentem Modelldatensatz sowie geologischen Fragen führten. Ein weiterer Punkt waren die Rechnungen zu Zuflußraten in die Grube, verbunden mit einer Abschätzung des k_f -Wertes für Oxford sowie zum Druckaufbau. An dieser Sitzung, z. T. auch an weiteren Fachsitzungen, war NLfB als Beobachter beteiligt und konnte sich damit ein Bild vom Verlauf der Arbeiten machen.

In der ersten Hälfte des Jahres 1986 stieg die Zahl der Fachgespräche stark an (8 Fachsitzungen in 6 Monaten). Die Diskussion der Einzelergebnisse, von Fragen zur Hydrogeologie und Hydraulik, etc., erfolgte nicht nur brieflich oder in diesen Fachsitzungen, sondern ein reger telefonischer Kontakt bestand zwischen den Arbeitsgruppen während der gesamten Laufzeit der Arbeiten, jedoch verstärkt in 1985 und 1986.

Zu Beginn des Jahres 1986 lagen alle wesentlichen Grundlagen von Seiten der BGR für die Modellierung vor. Somit konnte TUB/GSF auf der Fachsitzung vom 17.02. Rechnungen zur Grundwasserbewegung für verschiedene Parametersätze vorstellen, aus denen sich Vorschläge für die Berechnung der Radionuklidausbreitung ableiten ließen (in Abhängigkeit vom k_f -Wert der das Oxford überlagernden Tonschichten). Zu restlichen speziellen Einzelfragen wurden in den Monaten danach von BGR weitere Erläuterungen gegeben; z. B. Quartär- und Oxfordmächtigkeiten, Grundwasserhöhengleichen in Austrittsgebieten, Verwendung von Porositäten, Ausbreitungsweg über den Cornbrash.

Auf der Fachsitzung am 02.04.1986 stellte TUB/GSF Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen vor. Für die Abschätzung der Verdünnung im Quartär bei Calberlah lieferte BGR mit Schreiben vom 18.04.1986

die Grundlagendaten. In den folgenden Fachsitzungen wurden fachliche Gesichtspunkte, wie die Mittelung von k_f - und Porositätswerten im Hinblick auf Berechnung von Abstandsgeschwindigkeiten oder die Angaben zur Mächtigkeit der Tonschichten zwischen Oxford und Cornbrash, nur noch zweitrangig behandelt. Die wesentlichen Diskussionen betrafen die Erstellung des Abschlußberichtes für die Modellrechnungen sowie die Abfassung des entsprechenden Plankapitels.

Die wesentlichen Arbeiten, die BGR im Zusammenhang mit der Erstellung des hydrogeologischen Modells Konrad durchgeführt hat, liegen in entsprechenden Berichten vor.

HY 40 (identisch mit GEO 16):

- a) Quartär, räumliche Verbreitung bindiger und nichtbindiger Sedimente (NMU: wünschenswerte Unterlage).

- b) Protokoll vom 16.03.1988, Seite 5 und 6:
BGR erklärt: "Diese Unterlagen sind für das eingesetzte hydrogeologische Modell nicht notwendig".

Das NLFb stimmt dem zu, fordert aber entsprechende Karten bzw. Schnittserien für eine angemessene Standortbeschreibung (Standort = Modellgebiet).

Da diese Fragestellung im Zusammenhang mit Nachforderungen "Geologie", Pkt. 6, steht, soll sie am 24.03. nochmals behandelt werden.

Protokoll vom 24.03.1988, Seite 5 und 6:

BGR verweist auf die Darstellung in Profilschnitten für das Südgebiet und auf die Schwierigkeit, von den Schnitten in eine flächenhafte Darstellung zu extrapolieren. BGR prüft, ob sich durch eine neue Bohrung seit 1984 wesentliche Veränderungen an den bisher vorgelegten Schnitten des Südgebietes ergeben.

Es kann eine Darstellung in Profilschnitten auch für das Nordgebiet erarbeitet werden.

Die Darstellung der flächenhaften Verbreitung bindiger und nichtbindiger quartärer Sedimente wird erforderlichenfalls zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Beweissicherungsfragen für Teilgebiete vom NLfB nachgefordert (siehe auch HY 40).

- c) Die Profilschnitte aus dem südlichen Modellgebiet wurden überprüft. Wesentliche Änderungen aufgrund neuer Bohrungen haben sich nicht ergeben. Damit behalten die im BGR-Bericht, Archiv-Nr. 96 303, dargestellten Profilschnitte weiterhin Gültigkeit.

Für das nördliche Modellgebiet wurden insgesamt 9 Profilschnitte erstellt (Anlagen 1 bis 3).

Als Grundlagen zur Erstellung dieser Quartärprofile dienten das "Gutachten über die Möglichkeiten der Grundwassererschließung im Planungsgebiet Harz/Heide" (NLfB 1961), die Geologischen Karten (GK 25) des Untersuchungsgebietes sowie alle relevanten Unterlagen von Bohrungen im Archiv des NLfB.

Von Norden nach Süden läßt sich das Gebiet in drei Abschnitte gliedern:

Die Allerniederung (50 - 60 m ü.NN) im Norden wird hauptsächlich aus weichselzeitlichen Talsanden aufgebaut, die im Nordwesten unter einem vorwiegend holozänen Flugsand-Dünengebiet liegen. Ein sich nördlich der Aller befindlicher drenthezeitlicher Geestkomplex berührt nur den äußersten Norden des Modellgebietes. Die Quartärmächtigkeit beträgt ca. 50 m, die Basis bilden drenthezeitliche Sande und Kiese sowie im Nordwesten Geschiebemergel.

Südlich der Allerniederung befindet sich ebenfalls ein drenthezeitlicher plateauartiger Geestkomplex (60 - 80 m ü. NN), der hauptsächlich aus Geschiebemergel besteht. Die Quartärmächtigkeit beträgt hier durchschnittlich 40 m.

Nach Süden folgt ein Übergangsbereich zum Berg- und Hügelland, das sich südlich des Mittellandkanals befindet. Dieser Bereich besteht z. T. noch aus drenthezeitlichem Geschiebemergel des Geestkomplexes (65 - 80 m ü.NN), wird aber durch zahlreiche Präquartäraufbrüche (Kreide bis Jura) und meist nordwest-südost-gerichtete quartäre Rinnensysteme (Oker-Schunter, Aue/Erse u. a.; 60 - 65 m ü. NN) zerteilt.

Im Gebiet zwischen Rüper, Wense und Wendeburg (TK 3628) befinden sich zahlreiche Endmoränenhügel (ca. 80 m ü. NN). Bei Woltorf (TK 3627) sowie bei Völkenrode und Wendeburg (TK 3628) sind kleinere Lösssandgebiete anzutreffen. Die Talgebiete sind durch holozäne Aueablagerungen und weichselzeitliche Talsande gekennzeichnet, nach unten folgen drenthezeitliche (elsterzeitliche?) Sande und Kiese sowie Geschiebemergel. Im Untergrund der Oker befindet sich eine tiefere Rinne, die im Südosten Reste einer Mittelterrasse enthält; es kann ein drenthezeitlicher und ein elsterzeitlicher Geschiebemergel unterschieden werden. Im Osten des Arbeitsgebietes befindet sich ebenfalls ein quartäres Rinnensystem, das von Calberlah/Wasbüttel (TK 3529) über Wedesbüttel und Abbesbüttel nach Bechtsbüttel (TK 3629) verläuft und hauptsächlich mit drenthezeitlichen Sanden und Kiesen gefüllt ist. Eine Subrosionssenke über dem Salzstock Rolfsbüttel-Wendeburg bedingt einen Kontakt zwischen quartären Schichten und dem Gipshut des Salzstocks.

Die größten Quartärmächtigkeiten werden in den Rinnensystemen (bis 120 m) erreicht, in den Hochlagen der Geestgebiete liegen sie zwischen 40 und 60 m, in anderen Bereichen gehen sie gegen Null (ausstreichendes Quartär).

In den Quartärprofilen (Anlagen 2 und 3) des Arbeitsgebietes wurden drei hydrogeologische Einheiten unterschieden :

- wasserleitende Sande und Kiese,
- Schluffe mit wechselndem Ton- und Feinsandgehalt sowie sandige Geschiebelehme/-mergel mit mittleren Durchlässigkeiten,
- Geschiebelehme/-mergel und Beckentone von mittlerer bis geringer Leitfähigkeit.

In der Allerniederung ist meist nur ein unbedeckter Grundwasserleiter anzutreffen, z. T. kommt es durch eingelagerten Geschiebemergel zu einer Stockwerkgliederung.

Im Bereich der Geest herrschen wasserhemmende bzw. wassernichtleitende Geschiebemergel vor, Grundwasserleiter sind nur als geringmächtige Einlagerungen innerhalb oder als sandige Verwitterungsdecke auf der Grundmoräne vorhanden.

Im südlichen Teil des Arbeitsgebietes dienen die Talrinnen als Grundwassersammler bzw. Hauptabflußwege. In den Rinnen ist lokal ein unteres Grundwasserstockwerk ausgebildet. Im Bereich des Salzstocks Rolfsbüttel-Wendeburg steht es in Verbindung mit Subrosionswässern.

In der Okerrinne ist südlich des Mittellandkanals ein unteres Grundwasserstockwerk entwickelt, das nach oben hin weitgehend abgeschlossen ist und teilweise in Kontakt mit Salzwässern innerhalb der klüftigen Kreidekalke steht.

Nach Norden hin keilt die trennende Zwischenschicht aus, so daß nur noch ein Stockwerk zu unterscheiden ist, das hauptsächlich grundwasserhemmende Schichten der Unterkreide überlagert.

HY 46.2:

a) Schriftliche Stellungnahme zu den möglichen Auswirkungen veränderter Gebirgsgeometrien, z. B. offene Basis oder offener Rand, auf das großräumige Grundwasserströmungssystem.

b) Protokoll vom 08.03.1988:

Die BGR wird zu dieser Nachforderung eine kurze Erläuterung nachliefern.

- c) Die generellen Vorstellungen des Antragstellers zur regionalen Grundwasserhydraulik und die Überlegungen, die zur Festlegung der Grenzen des Modellgebietes führten, wurden im Plan Konrad sowie in den erläuternden Unterlagen zu den Modellrechnungen zur Grundwasserhydraulik mehrfach dargelegt und sollen an dieser Stelle nicht wiederholt werden. Die nachfolgende Stellungnahme erläutert die geohydraulischen Vorgaben für die Modellränder und die Auswirkungen veränderter Randbedingungen auf die Grundwasserhydraulik.

Bei numerischen Modellen müssen Randbedingungen für die Modellränder definiert werden. Möglich sind z. B. Vorgaben von Ein- und Ausstromraten über die Ränder, von festen Potentialen an den Rändern oder von geschlossenen Modellrändern. Für das Modellgebiet Konrad wurden Modellbasis und vertikale Ränder überwiegend als geschlossen angesetzt.

Im Westen bilden die Salzstockkette Broistedt, Vechelde, Rolfsbüttel-Wendeburg sowie der Salzstock Gifhorn eine undurchlässige Grenze. Im offenen Bereich zwischen dem Salzstock Rolfsbüttel-Wendeburg und dem Salzstock Gifhorn verläuft eine Störung mit einem Versatzbetrag von mehreren hundert Metern. Die modellierten Wasserleiter werden so versetzt, daß sie an Nichtleiter grenzen (vgl. Anlage 3). Es handelt sich somit um eine natürliche Barriere in Richtung Westen.

Im Südosten wird das Modellgebiet durch die Wasserscheide auf dem Salzgitter Höhenzug begrenzt. Für das Fuhsetal zwischen dem Salzgitter Höhenzug und dem Salzstock Broistedt wurde - entsprechend dem Verlauf der Fuhse - für das oberflächennahe Stockwerk (Quartär und Plänerkalke) ein Abstrom nach Westen zugelassen. Rechnungen mit geschlossenem Rand zeigen, daß diese realistische Randbedingung eine leichte Verminderung des Zustroms von Wässern in die tiefen Wasserleiter im Modellgebiet mit sich bringt. Für die tiefen Wasserleiter Oberer Muschelkalk, Rhät- und Hilssandstein kann aus Verlauf und Höhenlage des Salzgitter und Lichtenberger Höhen-

zuges ein generell nach Norden gerichteter Abstrom sowohl östlich als westlich des Salzstockes Broistedt unterstellt werden. Die Modellgrenze entspricht damit annähernd dem Verlauf der Stromlinien und wird als solche modelliert.

Im Bereich des Süd- und Ostrandes des Modellgebietes wurden die Schichten des Dogger und des höheren Malm, einschließlich Oxford und Cornbrash-Sandstein, vor Beginn der Unterkreide-Transgression erodiert, so daß Unterkreide-Tonsteine transgressiv auf Jura-Tonsteine auflagern. Änderungen der Randbedingungen an diesen Modellrändern betreffen daher die tiefen Wasserleiter der Trias und wirken sich somit nur abgeschwächt auf das Fließgeschehen im Endlagerhorizont Oxford aus.

Südlich des Modellgebietes streichen Muschelkalk und Rhät im weiteren Verlauf des Salzgitter Höhenzuges auf einer Länge von 10 km auf einem ähnlichen Höhenniveau wie im Südosten des Modellgebietes aus. Die BGR ging davon aus, daß der wesentliche Ab- und Ausstrom von hier in die tiefergelegenen Bereiche östlich davon erfolgt. Eine Berücksichtigung des Zustroms in den tiefen Leitern durch die Muldenstruktur nach Norden sollte keine signifikanten Änderungen der Potentialverteilung im Oxford mit sich bringen. Eine genaue Überprüfung dieser Randbedingungen erfolgte in Modellrechnungen, die nachfolgend beschrieben werden.

Östlich des Modellgebietes stehen Muschelkalk und Rhät im Bereich von Salzstrukturen zum Teil mit dem oberflächennahen Grundwasserstockwerk in Verbindung. Insbesondere im Gebiet des Elm steht Muschelkalk etwa auf einem dem Salzgitter Höhenzug entsprechenden Niveau an. Aufgrund der regionalen Lage des Elm war es wahrscheinlich, daß dieses zusätzliche Potential zum Aufbau eines Gegenpotentials im Norden des Modellgebietes führt und damit tendenziell eine Verringerung des Tiefenwasserabstroms nach Norden bewirkt. Aus der Sicht des Antragstellers war es daher eine eher konservative Vorgabe, den östlichen Modellrand als geschlossen anzusetzen.

Aufgrund des geschlossenen Modellrandes im Norden muß das in das Gesamtsystem einströmende Wasser innerhalb des Modellgebietes austreten. Dies führt zu einem verstärkten Grundwasseranstrom zum Salzstock Calberlah, an dessen Flanke Cornbrash und Oxford mit dem Quartär in direkter Verbindung stehen. Ein erhöhter Zustrom führt zu kürzeren Laufzeiten und stellt somit eine konservative Vorgabe dar.

Die Modellbasis wurde als geschlossen angesetzt. Dabei wurde unterstellt, daß die flächenhaft verbreiteten Steinsalze des Mittleren Muschelkalk einen zusätzlichen Anstrom aus den tieferliegenden Wasserleitern des Buntsandsteins wirkungsvoll unterbinden.

Ausgangspunkt dafür ist, daß im Mittleren Muschelkalk im Bereich von strukturellen Tieflagen Steinsalz durchgängig vorhanden ist. Dies belegen alle Bohrungen im Umkreis um das Gebiet Konrad, in denen der Mittlere Muschelkalk durchteuft wurde. Mittlerer Muschelkalk ohne Steinsalzeinschaltungen wurde lediglich in strukturellen Hochlagen erbohrt. Es besteht die Möglichkeit, daß ursprünglich vorhandene Salze in späteren Zeiträumen abgelautet wurden oder primär kein Steinsalz zur Ablagerung kam. Im Modellgebiet betrifft dies den Bereich des Salzgitter Höhenzuges und die Salzstöcke Thiede und Bechtsbüttel.

Unterstellt man hier einen direkten hydraulischen Kontakt zwischen dem Oberen Muschelkalk und den wasserleitenden Gesteinen des Unteren Muschelkalk und des Buntsandstein - eine Annahme, die wegen der ohne Zweifel vorhandenen Tonsteine des Mittleren Muschelkalk eine sehr konservative Annahme darstellt -, so ergeben sich daraus für den Salzgitter Höhenzug insofern keine Auswirkungen, als dort Buntsandstein und Muschelkalk im annähernd gleichen Höhenniveau anstehen und in diesen Wasserleitern damit ein etwa gleiches Potentialniveau bestehen dürfte.

Für den Salzstock Thiede wird im Modell unterstellt, daß östlich des Salzstocks Muschelkalk an die Oberfläche tritt. Ein Kontakt

des Oberen Muschelkalk mit dem Buntsandstein bewirkt somit allenfalls einen verstärkten Tiefenwasserausstrom, der jedoch vernachlässigbare Auswirkungen auf die Potentialverteilung im Oberen Muschelkalk des Modellgebietes haben wird. Ein hydraulischer Kontakt zwischen Muschelkalk und Buntsandstein am Salzstock Bechtsbüttel könnte u. U. zu einer geringfügigen Potentialerhöhung im Oberen Muschelkalk und in abgeschwächter Form auch im Cornbrash und im Oxford führen. Dies führt zu kleineren Fließgeschwindigkeiten in diesen Gebieten, da die Potentialdifferenz in Richtung Norden verringert wird.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, daß möglicherweise fehlende Steinsalzeinschaltungen im Mittleren Muschelkalk an den diskutierten Stellen zu keiner signifikanten Änderung der Tiefenwasserhydraulik im Modellgebiet führen.

Im Rahmen neuerer Modellrechnungen mit dem Programm FEM 301 wurde versucht, Einflüsse veränderter Randbedingungen auf die Tiefenwasserhydraulik durch Änderungen der Randbedingungen zu quantifizieren. Für die tiefen Grundwasserleiter Muschelkalk und Rhät wurden dafür lokal an den Modellrändern Einstromraten vorgegeben.

Anlage 3, die nach Archivunterlagen entworfen wurde, gibt eine Strukturübersicht über die weitere Umgebung des Gebiets Konrad. Die in der Darstellung enthaltenen Ausstrichbereiche und Ausstrichhöhen des Oberen Muschelkalk und des Rhät wurden anhand der Geologischen Karte 1 : 25 000 festgelegt.

Folgende Höhenlagen wurden als potentielle Infiltrationsgebiete berücksichtigt: Der südliche Teil des Salzgitter Höhenzuges, Großer Fallstein und Asse im Südosten und Elm im Osten des Modellgebietes.

Zugrundegelegt wurden die Parameterangaben für den Referenzfall des Störzonenmodells und die für den o. g. Fall berechnete Potentialverteilung an den Modellrändern. Die zusätzliche Einstromrate ergibt sich dann vereinfacht nach dem Darcy'schen Gesetz aus der Differenz zwischen dem Potential am Modellrand und einer mittleren

Spiegelhöhe im Infiltrationsgebiet, der mittleren Entfernung zwischen Modellrand und Infiltrationsgebiet, der Einstrombreite sowie der im Modell angesetzten Aquifermächtigkeit und dem Durchlässigkeitsbeiwert (10^{-7} m/s für beide Leiter).

Im einzelnen wurden 4 Teilbereiche unterschieden:

I. Bereich zwischen Salzgitter Höhenzug und Salzstock Flachstöckheim

Auf den 4 km langen Abschnitt wirkt in beiden tiefen Leitern ein zusätzliches Potential vom Salzgitter Höhenzug. Für den Salzgitter Höhenzug wurde für den Oberen Muschelkalk eine mittlere Spiegelhöhe von 210 m, für den Rhätsandstein von 190 m angesetzt.

II. Bereich zwischen Salzstock Flachstöckheim und der Südostecke des Modellgebietes

Unterstellt wurde ein zusätzliches Potential im südlichsten Salzgitter Höhenzug von 260 m (mo) bzw. 240 m (ko). Der im Harli zutretende Muschelkalk wurde nicht berücksichtigt, da angenommen werden kann, daß die nordwestlich des Höhenzuges gelegene Weddingen-Störung den Leiter gegen nichtleitende Tonsteine versetzt.

III. Bereich Südostecke des Modellgebietes bis zum Salzstock Thiede

Am Fallstein, eine Salzstruktur im Salzkissenstadium, steht Oberer Muschelkalk über weite Bereiche, mit Höhen von 290 m im Zentrum bis 120 m ü. NN am Nordostrand, an der Oberfläche an. Rhätsandsteine treten im Nordosten der Struktur in einem geringeren Niveau von 90 - 130 m ü. NN zutage.

Oberflächenaufschlüsse beider Leiter an den Flanken des Salzstocks Neindorf wurden nicht berücksichtigt, weil die Gesteine in etwa auf gleichem Niveau wie die Oberflächenaufschlüsse am Salzstock Thiede austreichen und somit kein erhöhtes Potential vorhanden sein dürfte.

Oberflächenkontakte beider Leiter bestehen auch im Gebiet der Asse. Berücksichtigt wurde hier nur ein zusätzliches Potential in den Rhät-Sandsteinen, da der Muschelkalk an einer südlich des Salzstocks Salzdahlum N-S-verlaufenden Störung an Nichtleiter grenzt.

IV. Bereich zwischen den Salzstöcken Bechtsbüttel und Calberlah

Ähnlich dem Fallstein steht Muschelkalk am Elm großflächig in Höhen zwischen 300 und 160 m ü. NN an der Oberfläche an, während Rhätsandstein im nordöstlichen Vorland auf einem niedrigen Höhenniveau von 100 bis 125 m ü. NN mit dem oberflächennahen Grundwasser in Kontakt steht.

Aus der Lage der Salzstöcke Klein Schöppenstedt, Lehre und Ehmen sowie mehrerer Begleitstörungen läßt sich ableiten, daß eine durchgehende hydraulische Verbindung zwischen Modellgebiet und Elm nur in einem schmalen Bereich zwischen den Salzstöcken Klein Schöppenstedt und Lehre bestehen kann.

Entsprechend wurde vorausgesetzt, daß das zusätzliche Potential des Elm nur im Bereich zwischen den Salzstöcken Bechtsbüttel und Calberlah wirksam wird.

Die anhand der Parametervorgaben errechneten Einstromraten finden sich in Tab. 1. Zur Überprüfung ihrer Plausibilität wurden zusätzlich flächenbezogene Infiltrationsraten (= Grundwasserneubildung) für die vorgegebenen Einstromgebiete bestimmt. Die errechneten anteiligen Grundwasserneubildungsraten liegen mit 1 bis 35 mm/a in einem realistischen Bereich.

Bereich	Grundwasserleiter	$h_I^{1)}$ [m]	$h_M^{2)}$ [m]	Δh [m]	$L^{3)}$ [km]	$B^{4)}$ [km]	Einstromrate ⁵⁾ [m ³ /s]	Grundwasserneubildung	
								Infiltrationsfläche [m ²]	Neubildungsrate [mm/a]
I	mo	210	160	50	4	4	3×10^{-4}	7000x 100	~15
	ko	190	160	30	4	4	2×10^{-4}	7000x 100	~10
II	mo	260	120	140	4	4	3×10^{-4}	2500x 100	~35
	ko	240	120	120	4	4	$2,5 \times 10^{-4}$	2500x 100	~30
III	mo	200	110	90	16	10	$3,3 \times 10^{-4}$	3000x2000	~2
	ko	130	110	20	8	15	$2,5 \times 10^{-4}$	4000x 500 1000x 100 1000x 100	~3
IV	mo	250	80	170	17	3	$1,8 \times 10^{-4}$	6000x1000	~1
	ko	120	80	40	13	3	$0,5 \times 10^{-4}$	12000x 200	~1

Legende:

- 1) Mittlere hydraulische Höhe im Infiltrationsgebiet [m]
- 2) Mittlere Potentialhöhe am Modellrand [m]
- 3) Mittlerer Abstand zwischen Infiltrationsgebiet und Modellrand [m]
- 4) Einstrombreite am Modellrand [m]
- 5) Zugrundegelegt wurde die im Modell für beide Leiter angesetzte Mächtigkeit von 60 m und ein Durchlässigkeitsbeiwert von 10^{-7} m/s

Tab. 1: Berechnete Einstromraten in die tiefen Wasserleiter des Muschelkalk und Rhät am Rand des Modellgebietes

PTB.XYZ MO_BOT.EL R11-R01.DIF 90/90

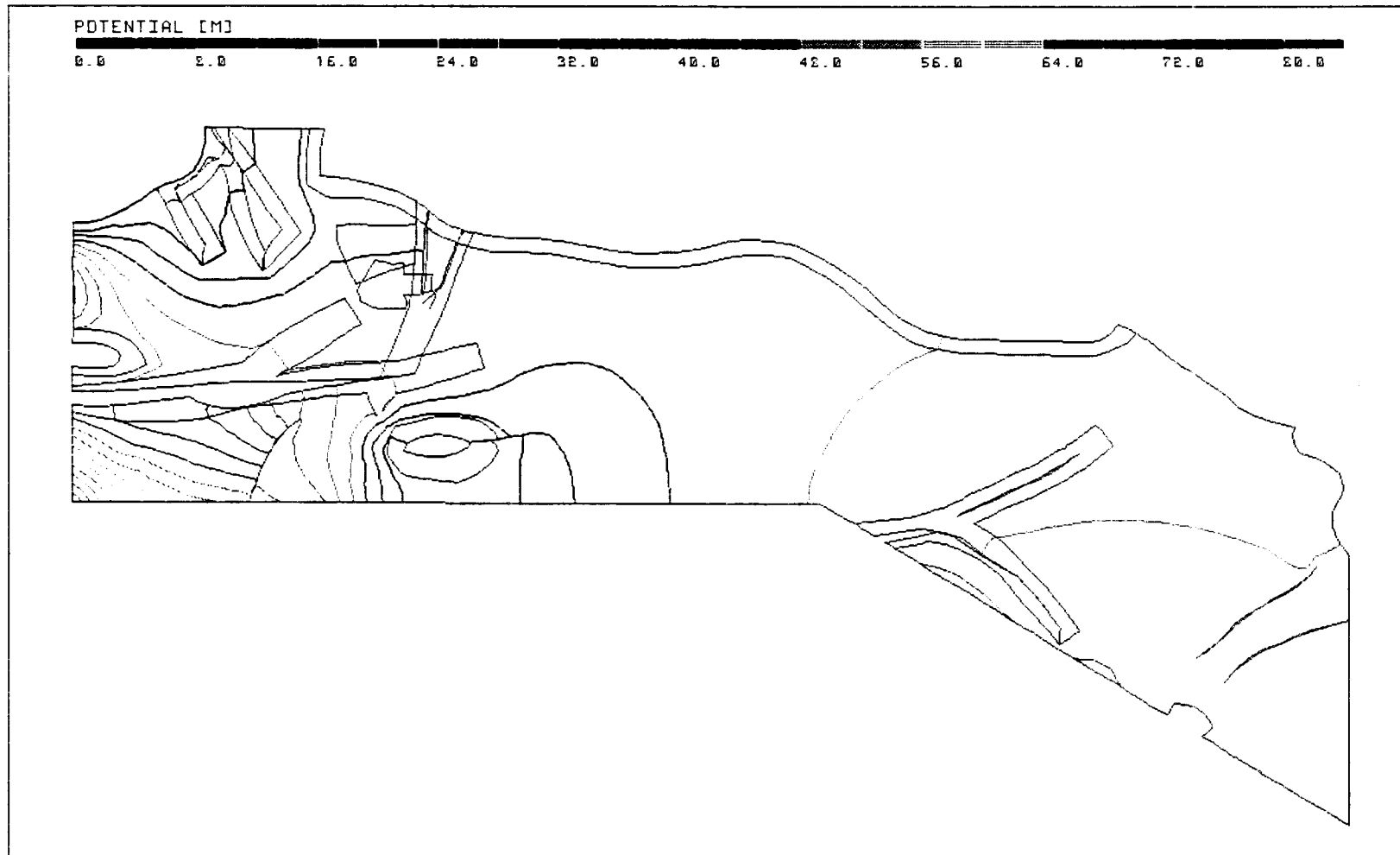


Abb. 1: Basis Oberer Muschelkalk:

Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1 des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)

PTB.XYZ KO_BOT.EL R11-R01.DIF 90/90

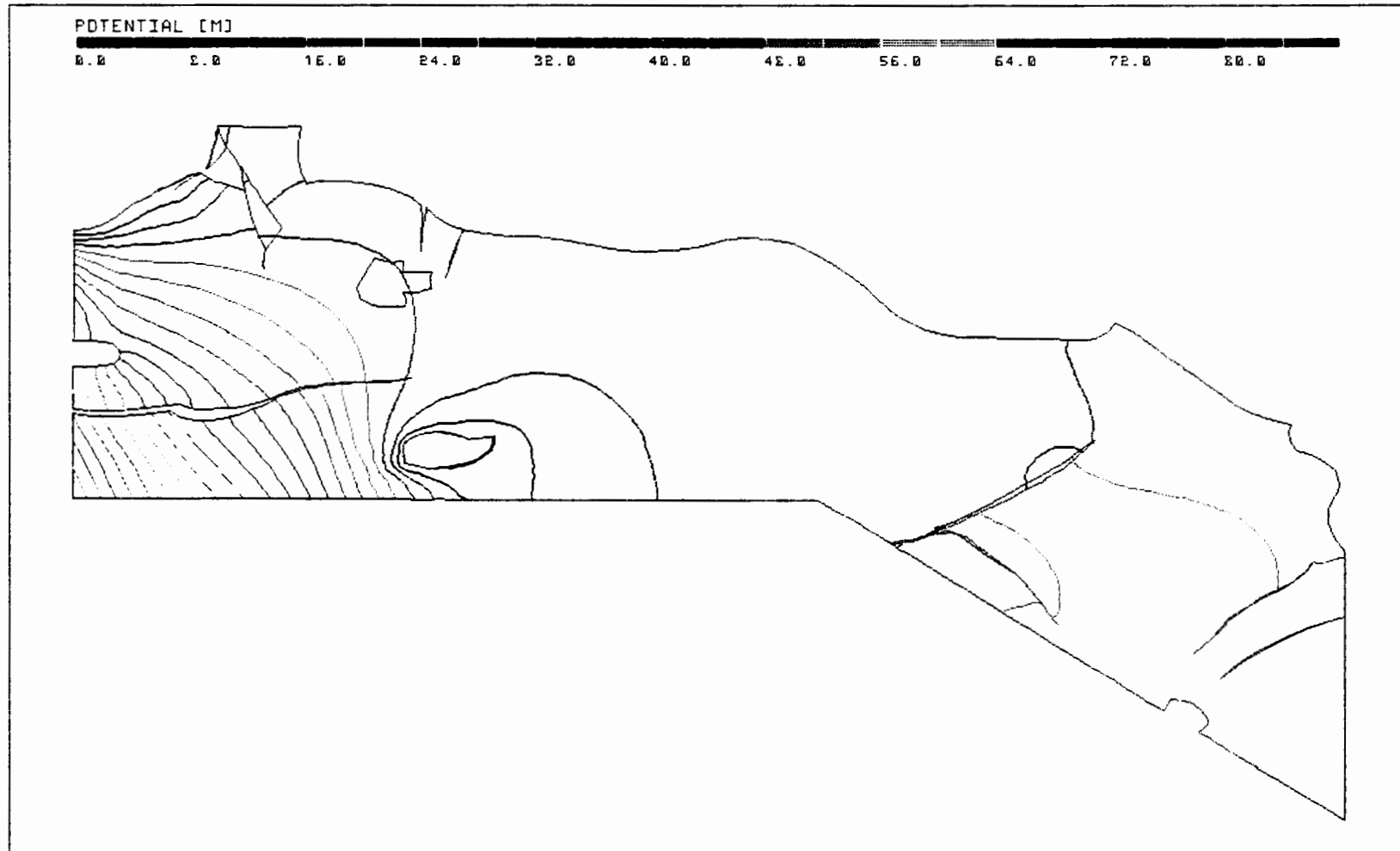


Abb. 2: Basis Rhät-Sandstein:

Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1
des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)

PTB.XYZ OX_BOT.EL R11-R01.DIF 90/90

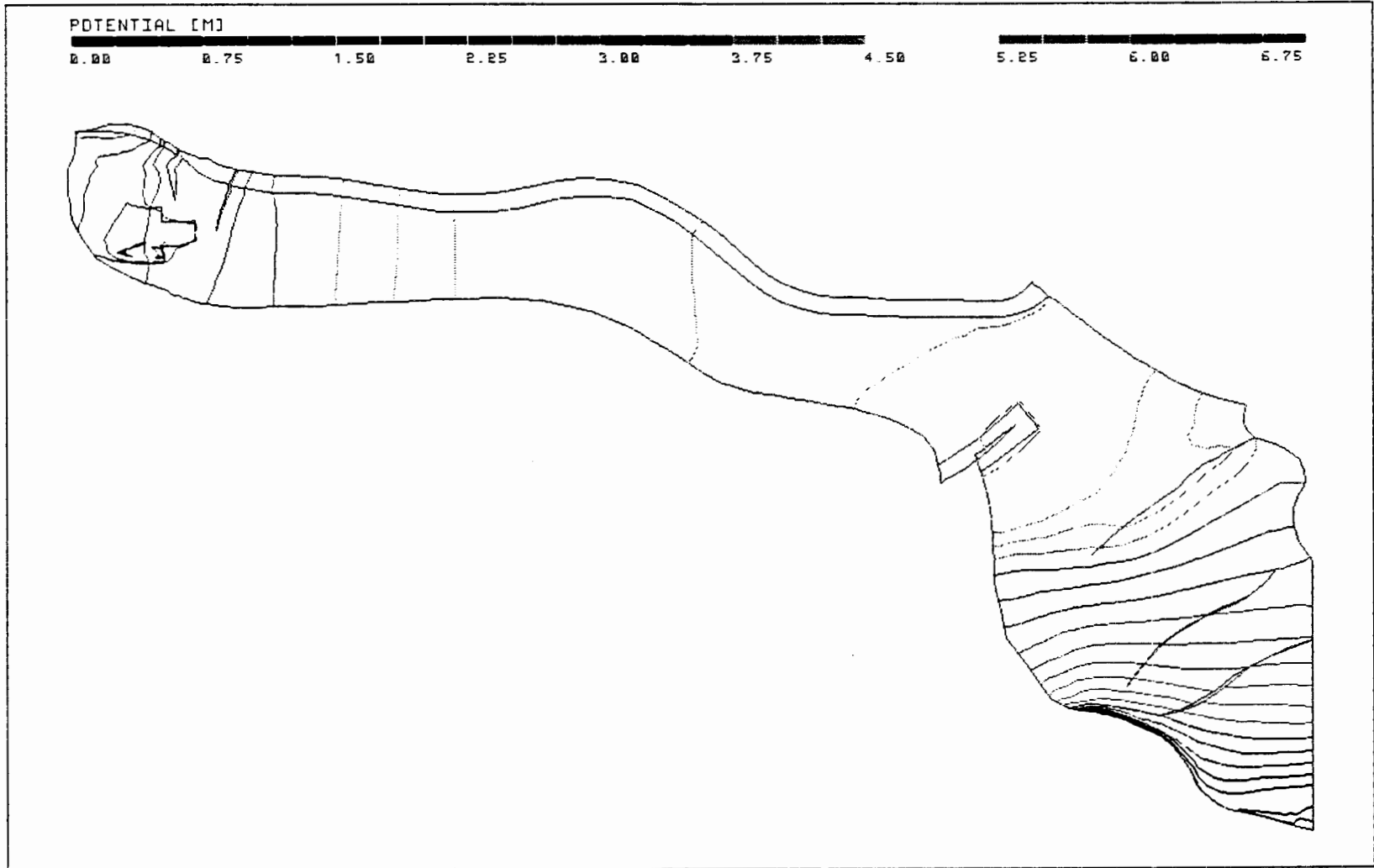


Abb. 3: Basis Oxford:

Potentialdifferenzen zwischen dem Referenzfall des Störzonenmodells und der Variante 1 des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Quelle: Motor Columbus, 1988)

Im Rahmen der Modellrechnungen wurde eine Variante (Variante 1) gerechnet, bei der zusätzlich zu den Vorgaben für den Referenzfall des Störzonenmodells die aufgeführten Einstromraten an den Modellrändern angesetzt wurden. Die sich hieraus ergebenden Änderungen der Potentialverteilungen in den beiden tiefen Wasserleitern sind in den Abbildungen 1 und 2 wiedergegeben.

Die größte Potentialerhöhung von bis zu 70 m wird für die Südostecke des Modells berechnet, für die ein Einstrom aus dem Bereich des Fallsteins unterstellt wurde. Die Potentiale erreichen mit etwa 180 m ü. NN nahezu die für den Salzgitter Höhenzug angesetzten Spiegelhöhen. Die angesetzten Einstromraten liegen damit über dem, was als realistisch angesehen werden kann. Das die Grundwasserbewegung antreibende Potential wird dadurch in sehr konservativer Weise überhöht.

Im Bereich des Salzstocks Thiede ergeben sich erwartungsgemäß nur geringe Potentialerhöhungen, da hier durch den Oberflächenkontakt beider Leiter ein starker Potentialabbau erfolgt. Im Nordosten des Modellgebietes zwischen den Salzstöcken Bechtsbüttel und Calberlah erhöhen sich die Werte um etwa 20 m.

Abbildung 3 zeigt die Auswirkungen des zusätzlichen Einstroms in die tiefen Wasserleiter auf die Potentialverteilung in der Endlagerformation Oxford. Die Auswirkungen sind erwartungsgemäß geringer und bewegen sich zwischen 6 m Potentialerhöhung im Bereich der Grube Konrad und weniger als 1 m am nördlichen Modellrand, mit Ausnahme der Überschiebung von Meine, an der wegen der erhöhten Durchlässigkeit der modellierten Störzone ein Gegenpotential von etwa 5 m Höhe aufgebaut wird.

Die geänderten Randbedingungen wirken sich auf die Ausbreitungspfade in zweierlei Hinsicht aus (Abbildungen 4 und 5):

- Durch die höheren Potentiale am östlichen Modellrand verlaufen die Ausbreitungspfade in Richtung Norden verstärkt entlang den Flanken der Salzstockkette Broistedt und Vechelde.

R01: FLIESSWEGE (GRUNDRISS)

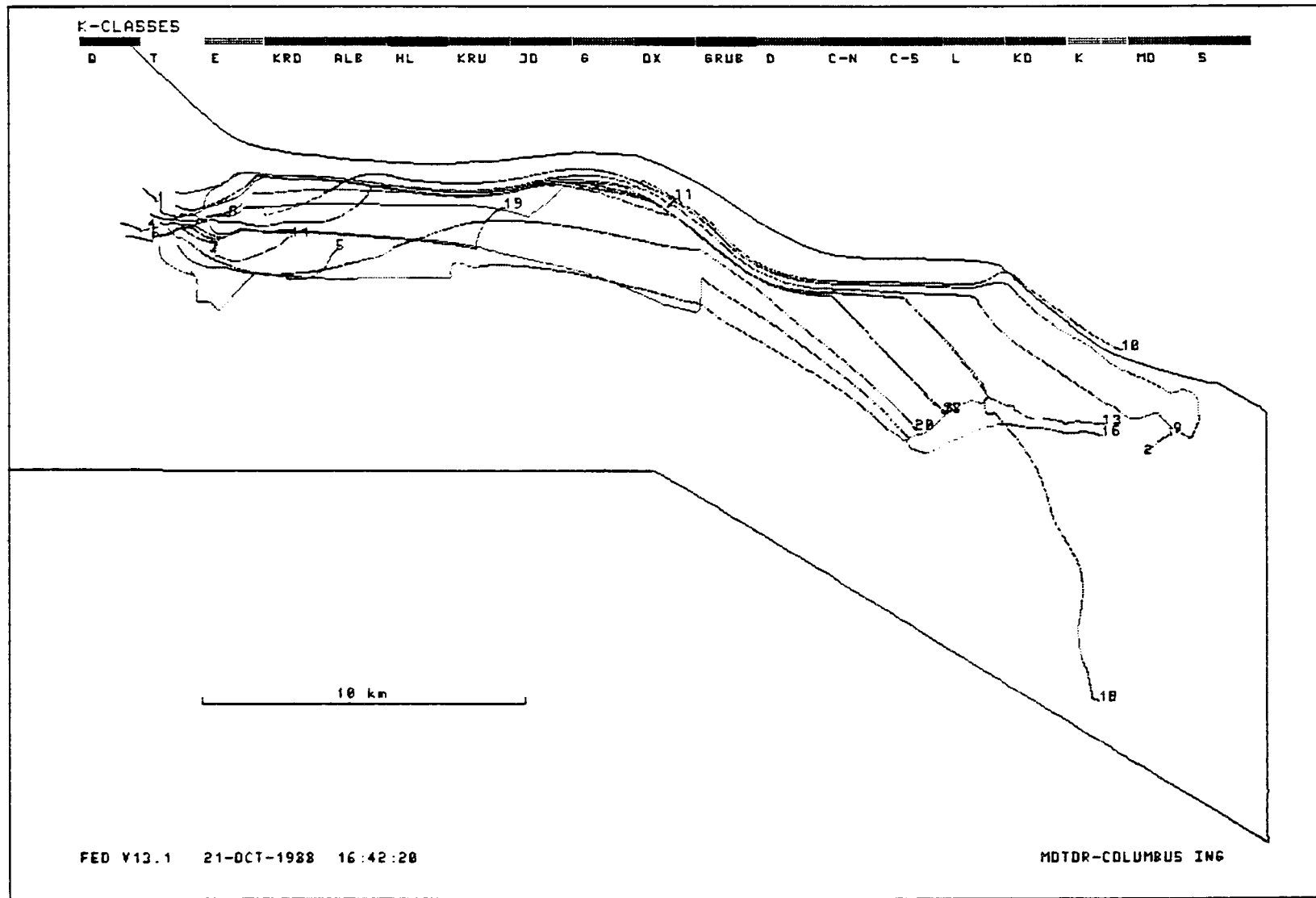


Abb. 4: Referenzfall:
Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)

R11: FLIESSWEGE (GRUNDRISS)

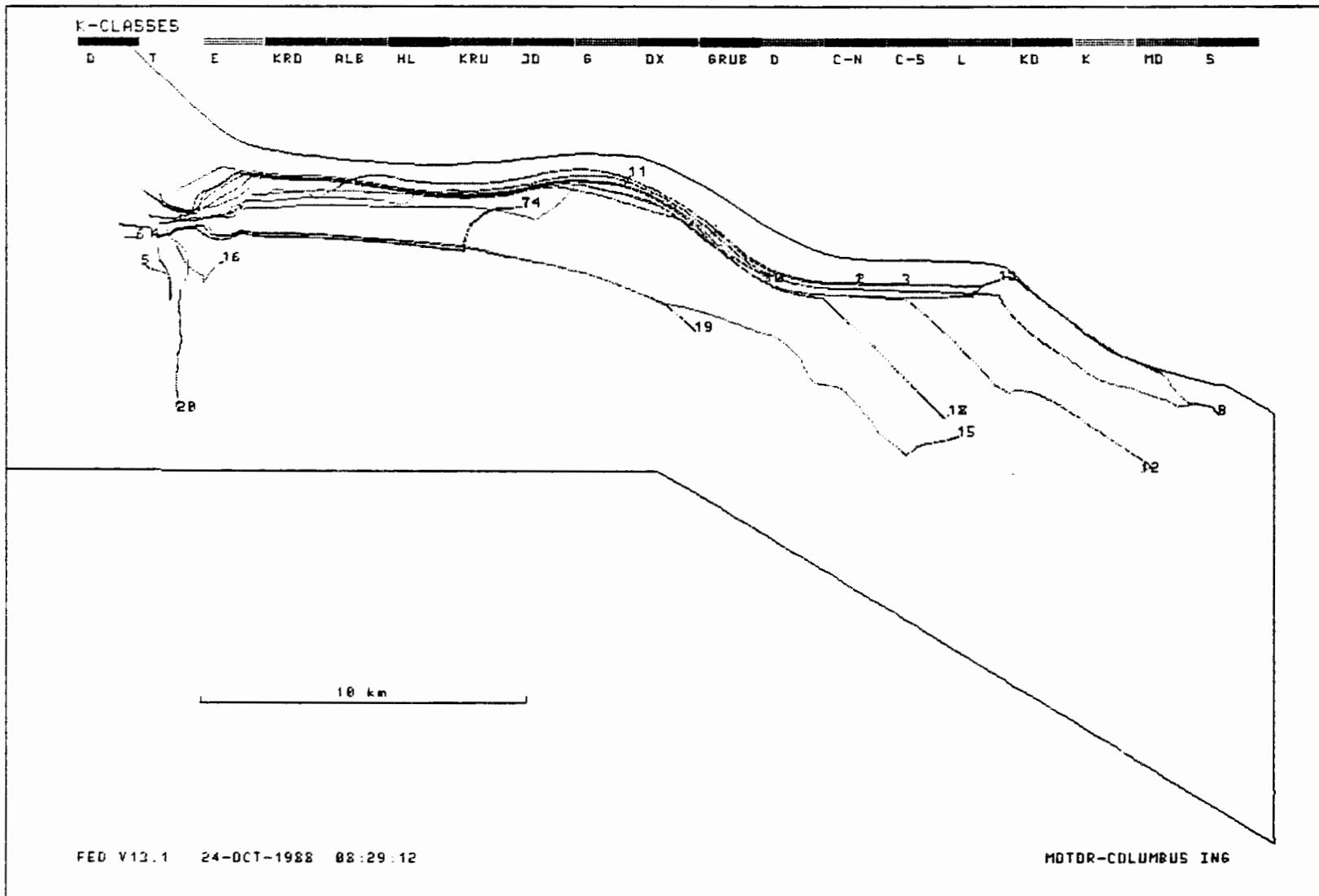


Abb. 5: Variante 1:
Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)

Traj. Nr.	Weg [km]	Zeit [Mio a]	Geschwindigkeit [m/a]	Endpunkt in Schicht-einheit	Koordinaten des Endpunktes			Abbruch nach Schritt Nr.	Fortsetzung	Abbruch der Fortsetzung nach Schritt Nr.
					R	H	z [m NN]			
1	(0.65)	(0.11)	(5.67E-03)	ox	35 95 500	57 82 800	-1240	106		
2	36.6	90.9	4.03E-04	C	36 03 400	58 13 300	-1730	106	x	1230
3	27.1	5.0	5.46E-03	L (Meine)	36 02 000	58 07 200	-1220	677		
4	0.98	3.4	2.89E-04	ox	35 96 300	57 82 500	-920	96		
5	11.5	53.4	2.16E-04	q	35 97 000	57 88 300	70	-		
6	1.0	1.3	8.06E-04	ox	35 96 600	57 82 600	-650	105		
7	3.0	19.4	1.54E-04	q	35 97 000	57 84 400	80	-		
8	2.0	4.1	4.84E-04	D (Konr.Gr.)	35 95 900	57 85 000	-1150	82	x	135
9	38.4	269.7	1.42E-04	C	36 02 700	58 14 300	-1930	99	x	1325
10	32.0	0.38	8.54E-02	C (Westrand)	36 00 100	58 12 600	-2060	343	x	
11	16.9	1.3	1.32E-02	q	35 95 400	57 98 800	70	-		
12	38.1	18.7	2.03E-03	q	36 11 100	58 11 900	50	-		
13	31.1	106.8	2.91E-04	q	36 02 500	58 12 100	50	-		
14	5.3	20.1	2.63E-04	q	35 96 500	57 86 900	50	-		
15	39.0	88.1	4.43E-04	q	36 11 100	58 11 900	50	-		
16	32.1	118.1	2.72E-04	q	36 02 800	58 12 000	50	-		
17	26.0	11.4	2.28E-03	C	36 02 100	58 07 100	-1050	567		
18	25.4	11.4	2.22E-03	C	36 02 100	58 07 100	-1050	527		
19	12.4	31.6	3.92E-04	q	35 95 700	57 93 600	70	-		
20	26.1	69.1	3.77E-04	C	36 02 600	58 06 200	-800	621		

Tab. 2: Trajektorienendaten für den Referenzfall des Störzonenmodells (Quelle: Motor Columbus, 1988)

Traj. Nr.	Weg [km]	Zeit [Mio a]	Geschwindigkeit [m/a]	Endpunkt in Schicht-einheit	Koordinaten des Endpunktes			Abbruch nach Schritt Nr.	Fortsetzung	Abbruch der Fortsetzung nach Schritt Nr.
					R	H	z [m NN]			
1	24.6	2.3	1.07E-02	C(Broist.)	35 97 900	58 04 200	-1570	574		
2	23.4	0.91	2.57E-02	C(Broist.)	35 97 900	58 04 300	-1560	466	x	49
3	24.4	9.3	7.61E-07	C(Broist.)	35 98 000	58 05 700	-1560	476		
4	1.4	3.2	4.26E-04	ox	35 96 600	57 82 600	-650	139		
5	3.8	8.4	4.56E-04	q	35 97 400	57 82 300	80	-		
6	(0.5)	(0.07)	(7.45E-03)	ox	35 96 600	57 82 200	-810	166		
7	13.0	23.3	5.59E-04	q	35 95 600	57 94 100	40	429		
8	35.4	159.7	2.22E-04	ox	36 02 100	58 15 400	-1450	143	x	638
9	37.1	137.2	2.70E-04	ox	36 02 100	58 15 400	-1450	99	x	1262
10	20.5	0.72	2.86E-02	q	35 97 900	58 01 500	30	408		
11	15.1	0.98	1.55E-02	q	35 94 600	57 97 300	70	-		
12	33.1	7.9	4.21E-03	q	36 03 900	58 13 000	20	574		
13	26.3	3.9	6.82E-03	q	35 97 900	58 08 700	60	-		
14	12.4	22.1	5.61E-04	q	35 95 600	57 94 100	40	381		
15	25.8	268.6	9.62E-05	q	36 02 800	58 07 400	70	-		
16	2.9	8.1	3.53E-04	q	35 97 300	57 84 800	80	-		
17	26.3	19.1	1.38E-03	L(Meine)	36 02 100	58 07 100	-1190	572		
18	25.6	19.1	1.34E-03	L	36 02 100	58 07 100	-1190	532		
19	18.0	32.2	5.58E-04	q	35 99 500	57 99 300	60	-		
20	6.5	96.7	6.74E-05	q	36 02 000	57 83 400	60	-		

Tab. 3: Trajektorien- und Rechenlaufdaten des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Variante 1)

(Quelle: Motor Columbus, 1988)

PTB.XYZ(Z*5.0) OX_BOT.EL R11-R13.DIF 90/90

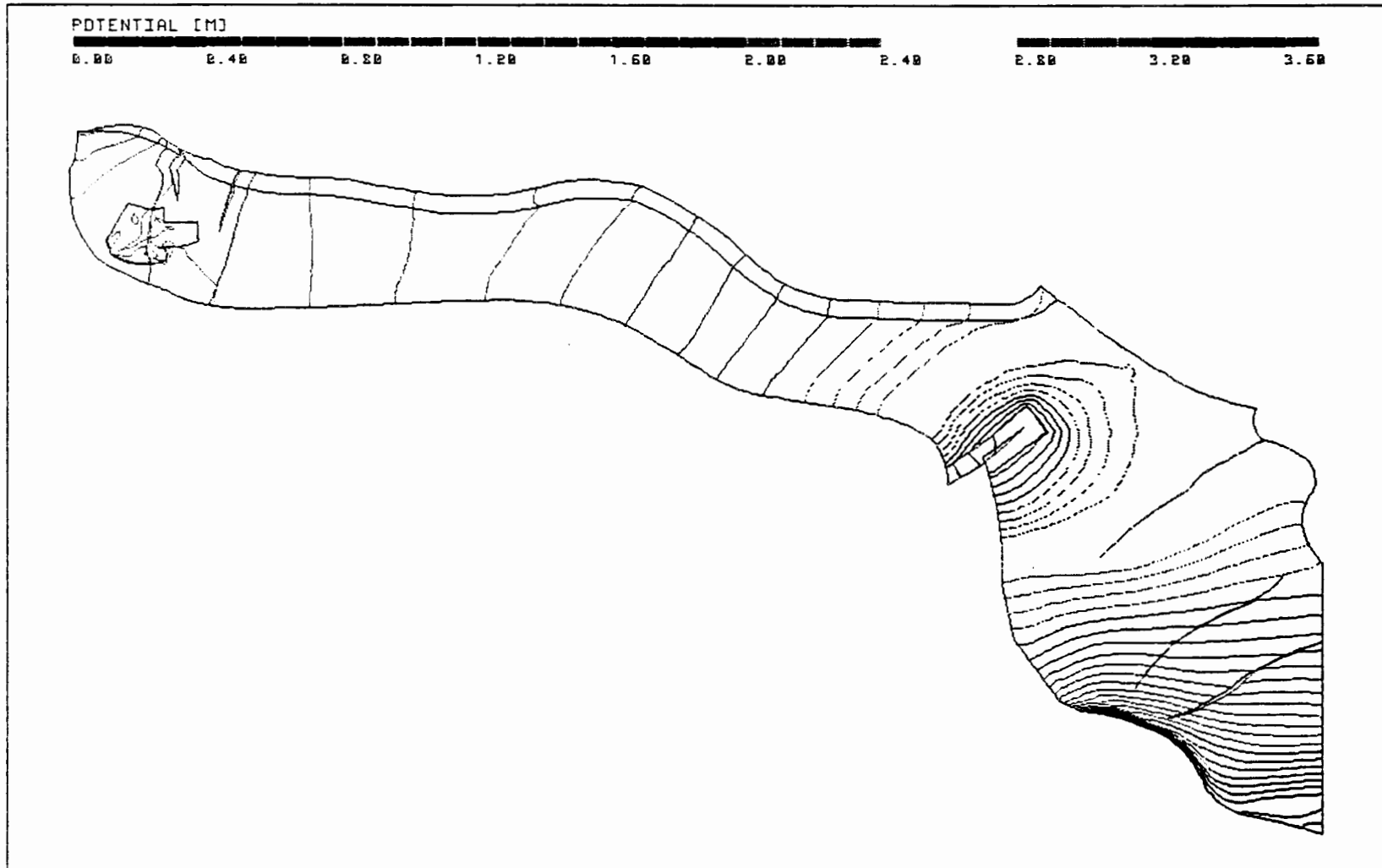


Abb. 6: Basis Oxford:

Potentialdifferenzen zwischen Variante 1 und 2 (Quelle: Motor Columbus, 1988)

R13: FLIESSWEGE (GRUNDRISS)

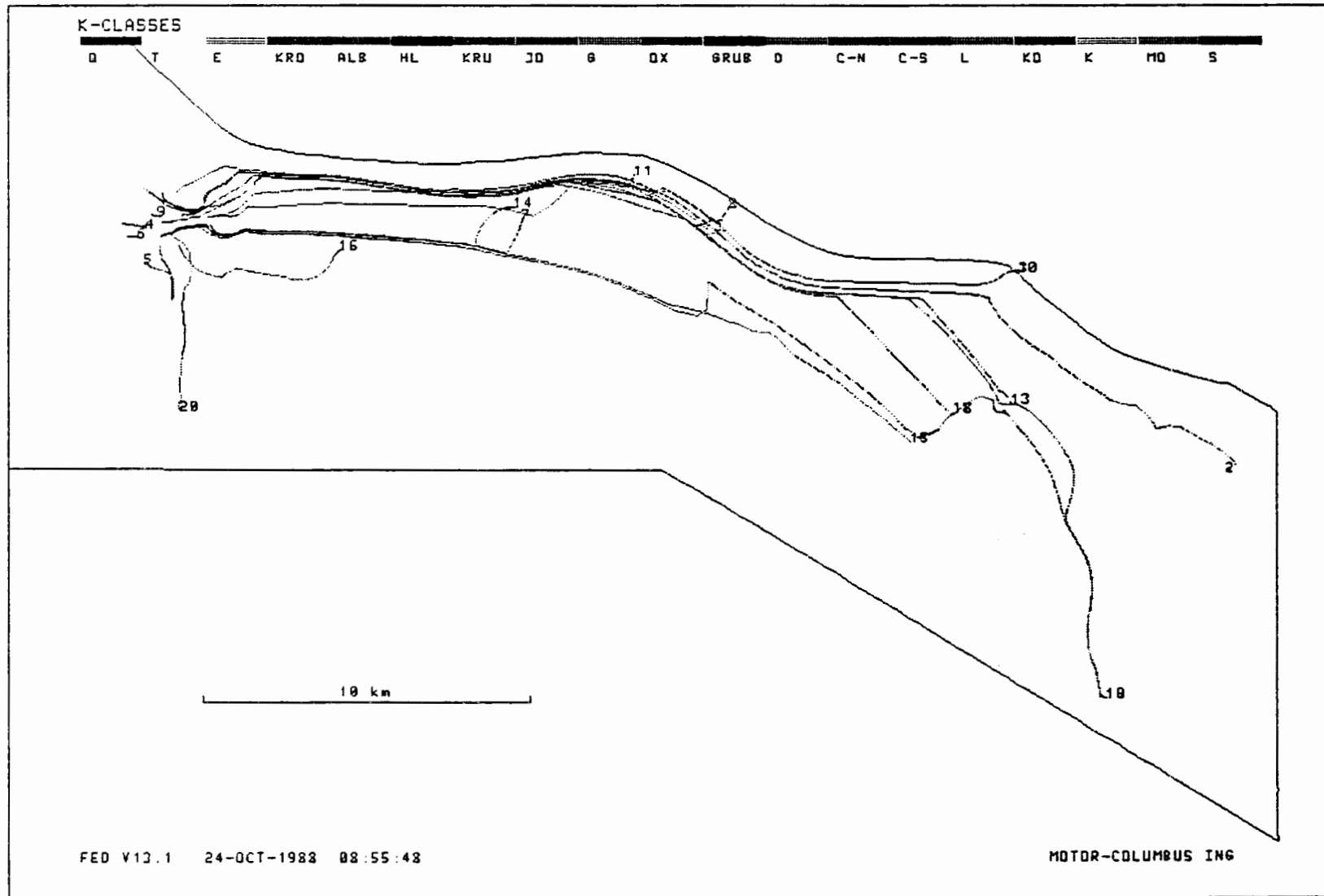


Abb. 7: Variante 2:

Fließwege im Grundriß (Quelle: Motor Columbus, 1988)

Traj. Nr.	Weg [km]	Zeit [Mio a]	Geschwin- digkeit [m/a]	Endpunkt in Schicht- einheit	Koordinaten des Endpunktes			Abbruch nach Schritt Nr.	Fort- setzung	Abbruch der Fortsetzung nach Schritt Nr.
					R	H	z [m NN]			
1	29.1	0.43	6.70E-02	C(Westrand)	35 97 700	58 09 200	-1710	449	x	-
2	38.4	121.2	3.17E-04	q	36 04 000	58 15 500	50	-		
3	27.4	0.31	8.96E-02	C(Westrand)	35 97 700	58 09 200	-1710	301	x	-
4	(0.85)	(0.14)	(6.14E-03)	ox	35 96 300	57 82 400	-910	90		
5	3.8	8.6	4.46E-04	q	35 97 400	57 82 300	80	-		
6	(0.45)	(0.09)	(5.02E-03)	ox	35 96 600	57 82 200	-800	153		
7	12.8	41.1	3.10E-04	q	35 96 000	57 93 900	70	-		
8	19.4	2.1	9.29E-03	q	35 95 600	58 00 300	70	-		
9	(0.37)	(0.09)	4.00E-03	D(Konr.Gr.)	35 95 900	57 82 800	-1070	75		
10	27.8	0.52	(5.32E-02)	C(Westrand)	35 97 700	58 09 200	-1710	371	x	-
11	15.2	0.99	1.54E-02	q	35 94 600	57 97 400	70	-		
12	38.4	59.5	6.45E-04	q	36 11 100	58 11 900	50	-		
13	27.9	6.0	4.67E-03	kru(Meine)	36 01 800	58 08 900	-30	465		
14	12.0	24.9	4.82E-04	q	35 95 600	57 93 700	70	-		
15	23.4	258.1	9.08E-05	D	36 03 000	58 05 800	-620	412		
16	6.4	9.2	6.96E-04	q	35 97 000	57 88 300	70	-		
17	26.3	13.3	1.98E-03	L(Meine)	36 02 100	58 07 100	-1220	592		
18	25.7	13.3	1.93E-03	L(Meine)	36 02 100	58 07 100	-1220	552		
19	40.5	112.3	3.61E-04	q	36 11 100	58 11 900	50	-		
20	6.6	90.9	7.22E-05	q	36 02 000	57 83 500	60	-		

Tab. 4: Trajektoriendaten des Rechenlaufs mit veränderten Randbedingungen (Variante 2)

- Das Gegenpotential im Nordosten und an der Überschiebung von Meine behindert die Ausbreitung zum Salzstock Calberlah. Stattdessen erhöht sich die Anzahl der Austrittspunkte an den Salzstöcken Vechelde und Rolfsbüttel-Wendeburg.

Vergleicht man die in den Tabellen 2 und 3 aufgeführten Laufzeiten, so ergeben sich aus den geänderten Randbedingungen keine signifikanten Veränderungen in den Gesamtlaufzeiten.

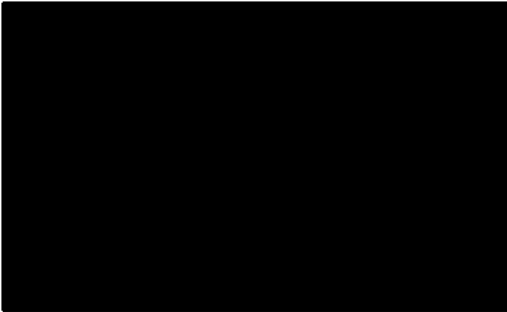
Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde in einem zusätzlichen Lauf (Variante 2) für den Bereich zwischen den Salzstöcken Bechtsbüttel und Calberlah der Einstrom zu Null angesetzt. Hierdurch sollte geklärt werden, welchen Einfluß der Aufbau eines Gegenpotentials auf die Fließwege hat.

Wie erwartet ergibt sich dadurch im Nordosten ein Potentialrückgang von etwa 20 m, d. h. die Potentiale entsprechen in etwa denen des Referenzfalles (Abbildung 6). Der Anteil der Trajektorien, die im Bereich Calberlah - Meine austreten, nimmt wieder geringfügig zu. Signifikante Änderungen in den Laufzeiten ergeben sich auch dadurch nicht (Tabelle 4).

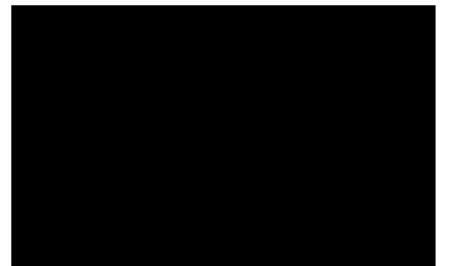
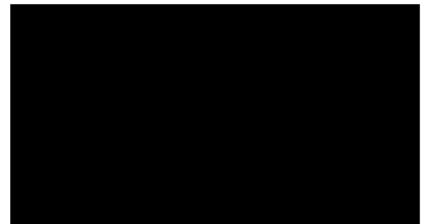
Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen zeigen daher, daß die Vorgabe von geschlossenen vertikalen Modellrändern eine zulässige Vereinfachung darstellt, die zu keiner signifikanten Veränderung von Laufzeiten führt.

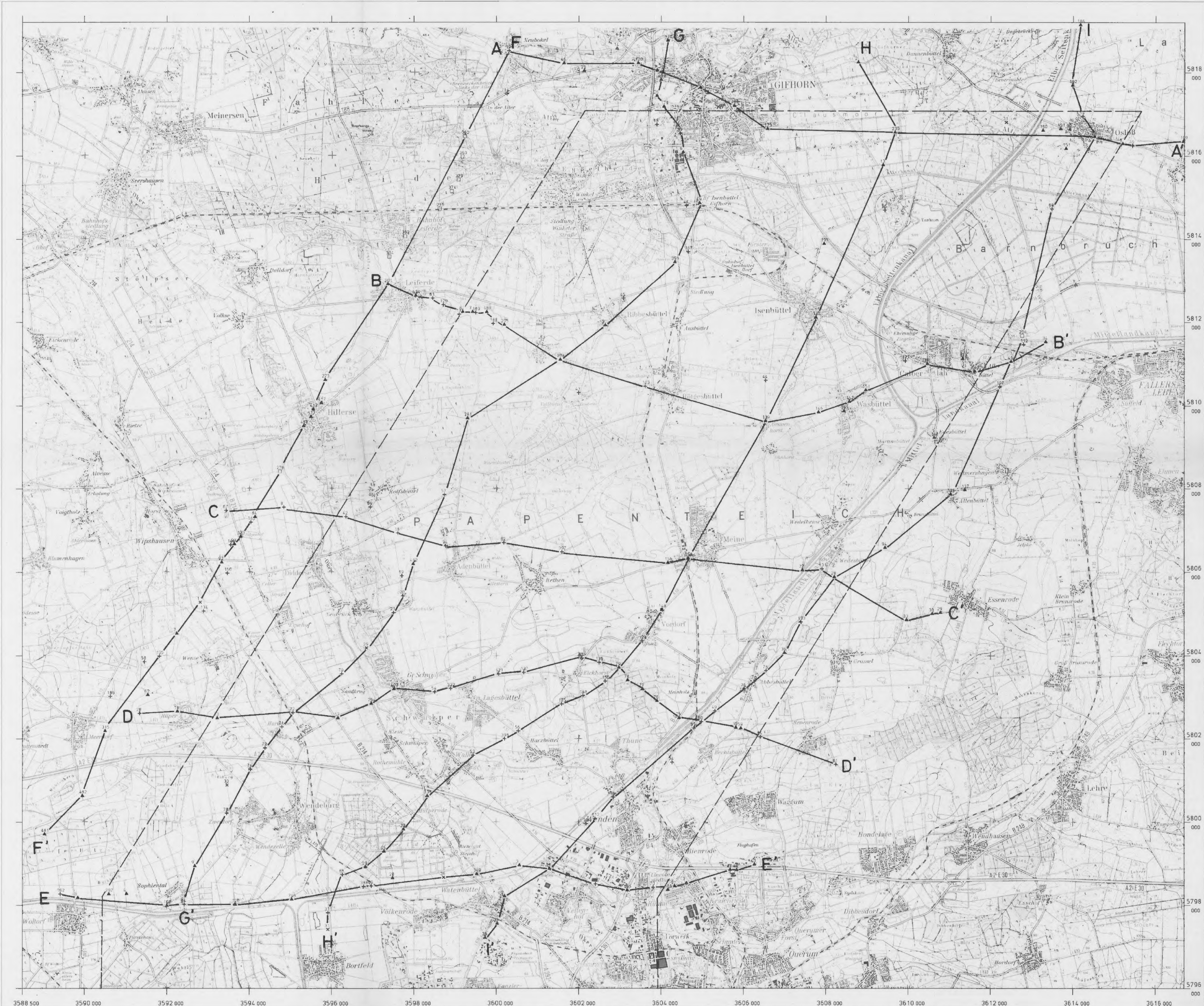
BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

Im Auftrag:



Sachbearbeiter:

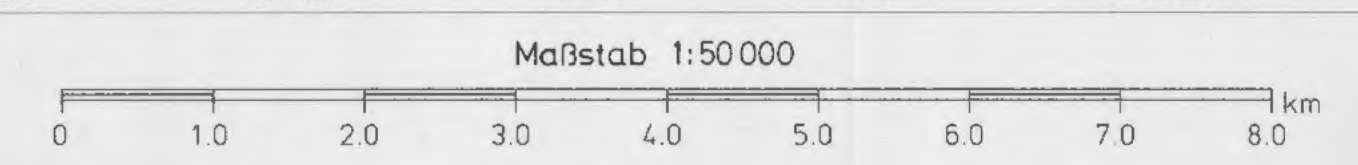




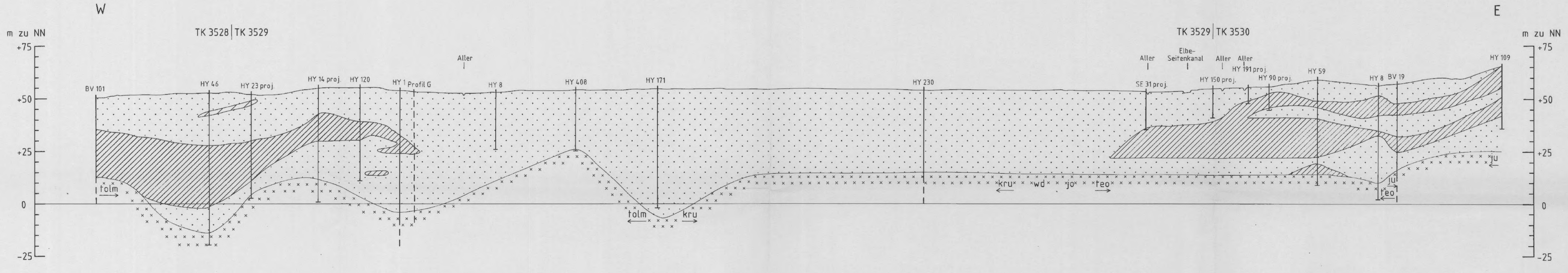
- Legende**
- + Tiefbohrung (BV)
 - ▲ Hydrogeologische Aufschlußbohrung (HY)
 - Ingenieurgeologische Aufschlußbohrung (IG)
 - x Steine- und Erden-Bohrung (SE)
- Grenze des Modellgebietes
- A— Profilinie

Kartengrundlage: Topographische Karte 1:50 000, L 3526, L 3528, L 3530, L 3627, L 3728, L 3730
 Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt - Landesvermessung - B 4

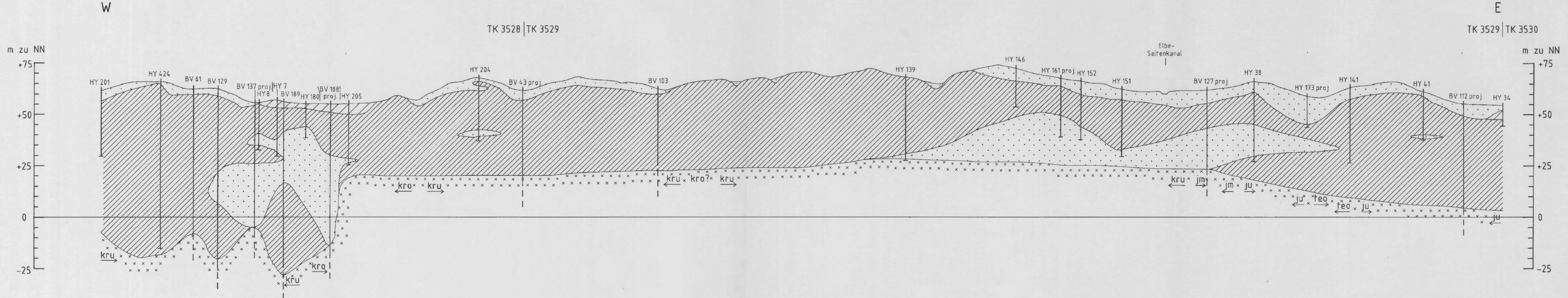
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad		
Erläuternde Stellungnahmen zu den Nachforderungen des NLFB		
Lageplan der Quartärprofile im nördlichen Modellgebiet		
Bearbeiter	gez.	Dezember 1988



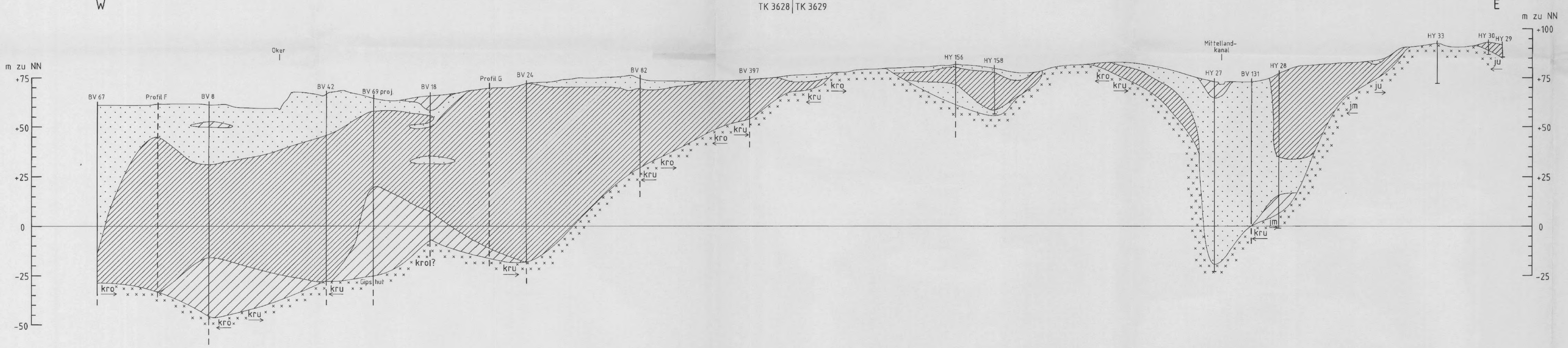
Profil A-A'



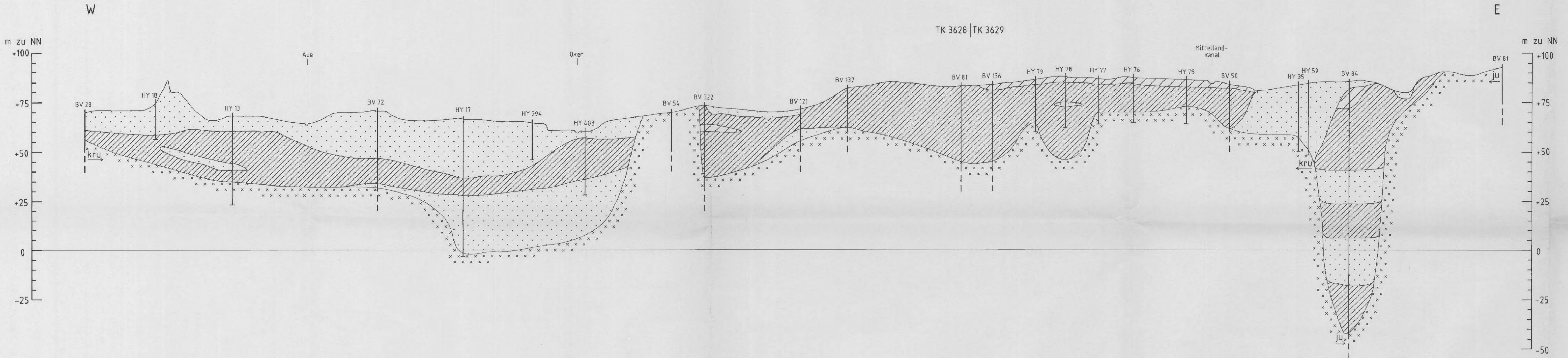
Profil B-B'



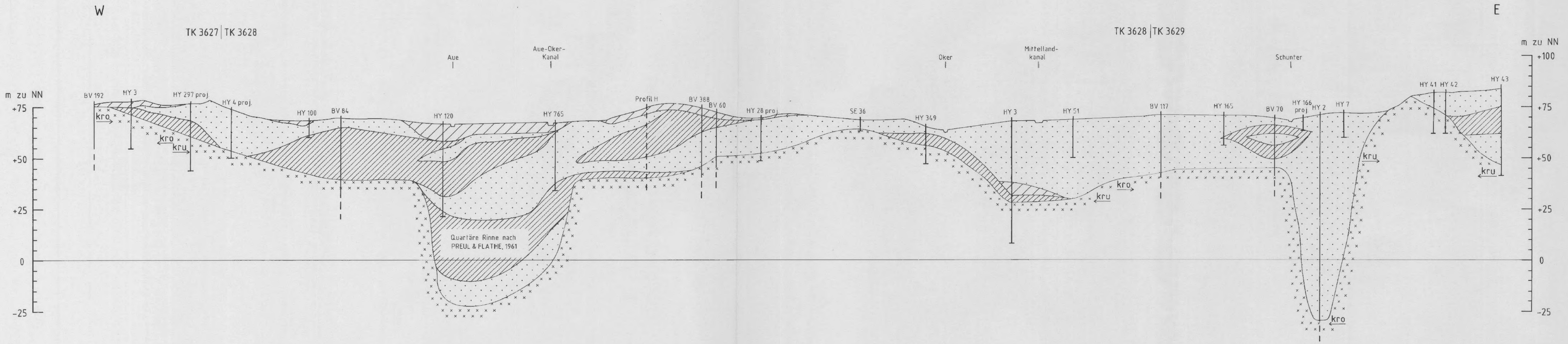
Profil C-C'



Profil D-D'



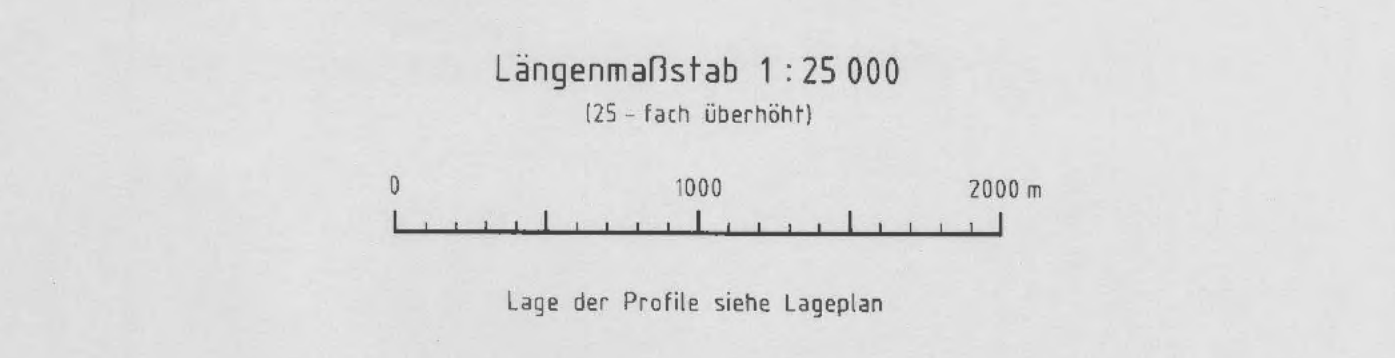
Profil E-E'



Legende

	Sande, Kiese	Durchlässigkeit	gut
	Schülfe mit wechselndem Ton- und Feinsandgehalt, sandige Geschiebelehm-/mergel	Durchlässigkeit	mittel
	Geschiebelehm-/mergel, Beckenfone	Durchlässigkeit	mittel bis schlecht
	Präquartär (mit vermuteter Schichtgrenze)		

BV 123 Archivnummer der Bohrung
 BV Tiefbohrung
 HY Hydrogeologische Aufschlußbohrung
 IG Ingenieurgeologische Aufschlußbohrung
 SE Steine- und Erden-Bohrung



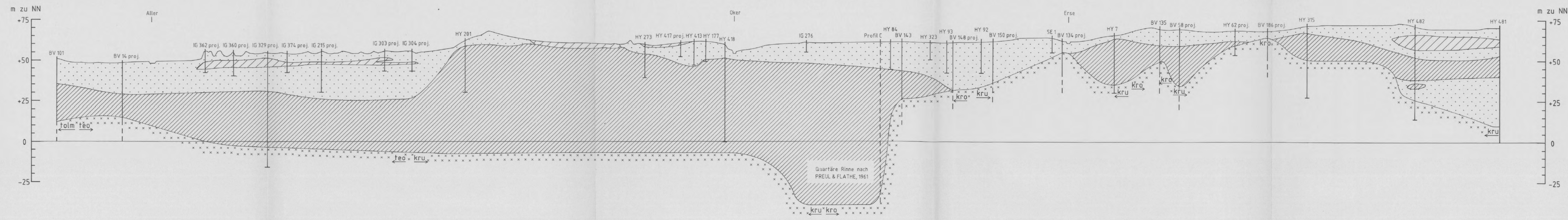
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad
 Erläuternde Stellungnahmen
 zu den Nachforderungen des NLF/B
 Hydrogeologische Profile durch den quartären
 Grundwasserleiter des nördlichen Modellgebietes
 (Profile A-A' bis E-E')

Bearbeitet: [] gez.: [] Dezember 1988

Profil F-F'
NNE

SSW

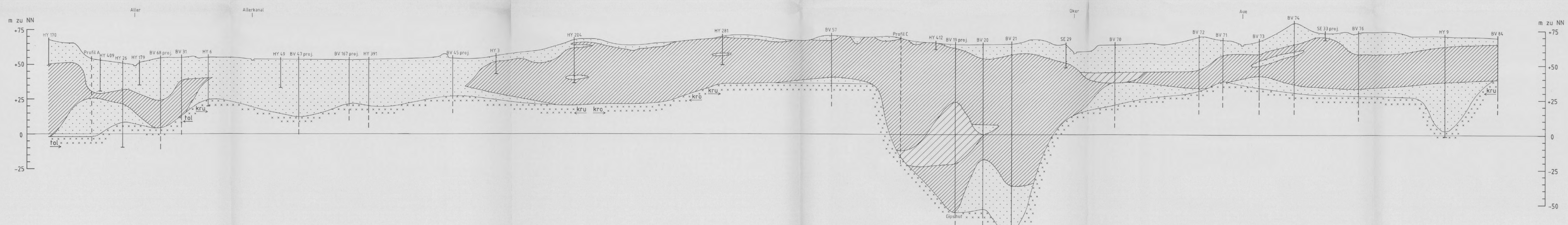
TK 3528 | TK 3628 TK 3628 | TK 3627



Profil G-G'
NNE

SSW

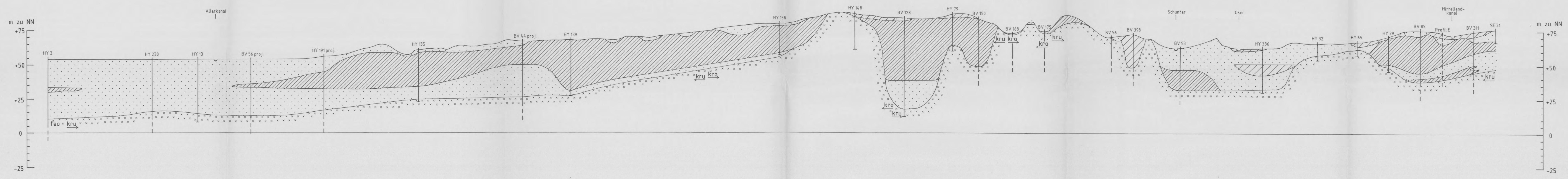
TK 3529 | TK 3528 TK 3528 | TK 3628



Profil H-H'
NNE

SSW

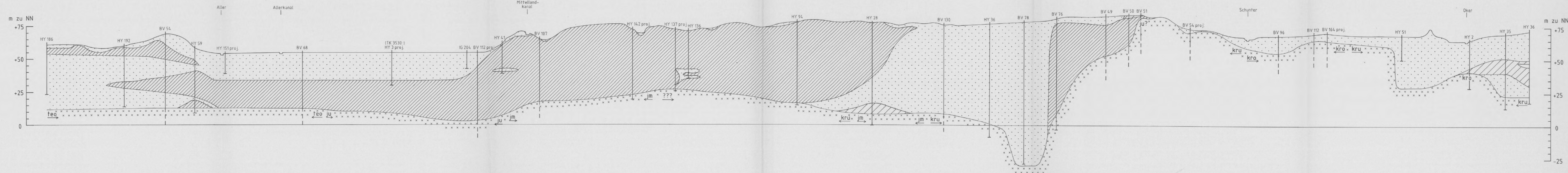
TK 3529 | TK 3629 TK 3629 | TK 3628



Profil I-I'
NNE

SSW

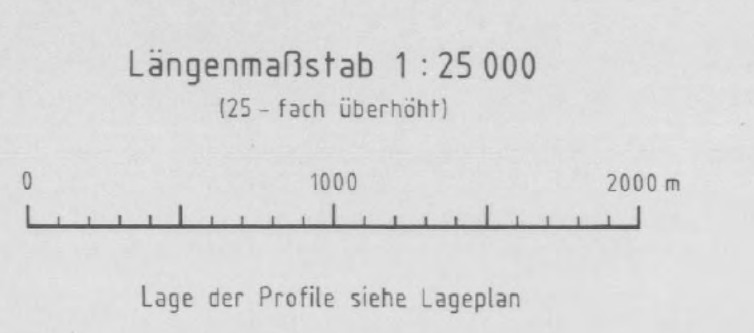
TK 3530 | TK 3529 TK 3529 | TK 3629 TK 3629 | TK 3628



Legende

	Sande, Kiese	Durchlässigkeit	gut
	Scholle mit westwindigen Ton- und Feinsand-schicht, sandige Geschiebeleier-/mergel	Durchlässigkeit	mittel
	Geschiebeleier-/mergel, Beckentone	Durchlässigkeit	mittel bis schlecht
	Präparat mit verunreinigter Schichtgrenze		

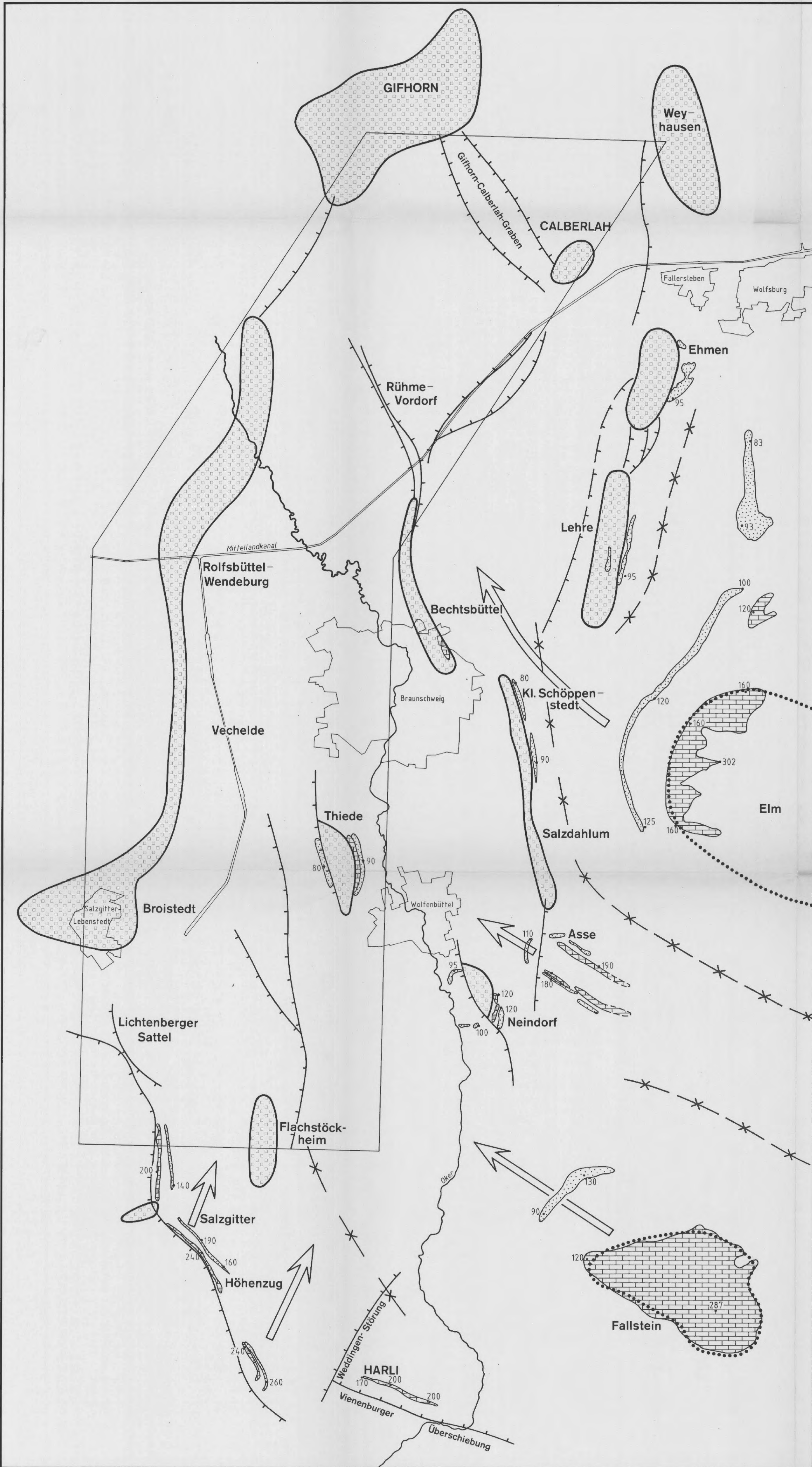
BV 123 Archivnummer der Bohrung
 BV Tiefbohrung
 HY Hydrogeologische Aufschlußbohrung
 IG Ingenieurgeologische Aufschlußbohrung
 SE Steine- und Erden-Bohrung



Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
 Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad
 Erläuternde Stellungnahmen
 zu den Nachforderungen des NLTB

Hydrogeologische Profile durch den quartären
 Grundwasserleiter des nördlichen Modellgebietes
 (Profile F-F' bis I-I')

Bearbeiter: [redacted] gezt.: [redacted] Dezember 1989



Legende

-  Salzstock
-  Störung
-  Muldenachse
-  Oberflächenauflauf des Oberen Muschelkalks
-  Oberflächenauflauf des Rhät-Sandsteins
-  • 287 Höhenpunkt (m ü. NN)
-  Postulierte Richtung des Tiefenwassereinstroms
-  Modellgebiet Konrad

Maßstab 1 : 100 000

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe		
Hydrogeologie im Gebiet der Grube Konrad		
Erläuternde Stellungnahmen zu den Nachforderungen des NLFb		
Auswirkungen veränderter Randbedingungen auf die Grundwasserhydraulik des Modellgebietes Konrad		
Lage potentieller Infiltrationsgebiete und wichtiger struktureller Einheiten		
Bearbeiter	gez.:	Dezember 1988