



Standortbeurteilung und Gefährdungsabschätzung der

Zentraldeponie Hünxe-Schermbbeck

bearbeitet für: Abfallentsorgungsgesellschaft  
Ruhrgebiet mbH  
Gildehofstr. 1  
4300 Essen 1

bearbeitet von: Prof. Dr.-Ing. H. Düllmann  
Dipl.-Geol. I. Fischer

Bearbeitungs-Nr. 9046

Aachen, im Januar 1991

**Vorabzug**

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang, Aufgabenstellung
2. Verwendete Unterlagen
  - 2.1 Gutachten und Stellungnahmen
  - 2.2 Literatur
  - 2.3 Karten- und Planunterlagen
  - 2.4 Sonstige Unterlagen
3. Besprechungen, Vorkünfte
4. Durchgeführte Untersuchungen
  - 4.1 Geländearbeiten
    - 4.1.1 Bohrungen
      - 4.1.1.1 Flachpegel
      - 4.1.1.2 Pegel in den Lintforter Schichten
      - 4.1.1.3 Tiefpegel
    - 4.1.2 Hydraulische Bohrlochtests
    - 4.1.3 Pumpversuche
  - 4.2 Laborarbeiten
    - 4.2.1 Bodenmechanische Untersuchungen
    - 4.2.2 Chemische Untersuchungen
5. Ergebnisse
  - 5.1 Geologische Situation
    - 5.1.1 Regionaler Überblick
    - 5.1.2 Spezielle Verhältnisse im Deponiebereich
      - 5.1.2.1 Aufschlußverhältnisse
      - 5.1.2.2 Morphologie
      - 5.1.2.3 Lithologie
      - 5.1.2.4 Tektonik
  - 5.2 Mineralogische und geotechnische Beschreibung der Lintforter Schichten
    - 5.2.1 Kornverteilung
    - 5.2.2 Mineralbestand, Wasseraufnahmevermögen, Aktivitätszahl
    - 5.2.3 Korndichte, Trocken- und Feuchtraumgewicht, Porenanteil
    - 5.2.4 Wassergehalt, Plastizität und Konsistenz
    - 5.2.5 Kalkgehalt und Glühverlust
    - 5.2.6 Verdichtungsverhalten

- 5.2.7 Durchlässigkeit
- 5.3 Hydrogeologische Situation
  - 5.3.1 Grundwasserstockwerke
  - 5.3.2 Grundwasserstände und Fließrichtungen
  - 5.3.3 Durchlässigkeit
    - 5.3.3.1 Ergebnisse hydraulischer Bohrlochtests
      - 5.3.3.1.1 Auswertung von Auffüllversuchen
      - 5.3.3.1.2 Auswertung von Absenkversuchen
    - 5.3.3.2 Ergebnisse von Kurzpumpversuchen
      - 5.3.3.2.1 Auswertung der Entnahmemengen
      - 5.3.3.2.2 Auswertung des Wiederanstiegs
  - 5.3.4 Zusammenfassende Bewertung der Gebirgsdurchlässigkeit im tonigen Tertiär
- 5.4 Deponiebeschreibung
  - 5.4.1 Einrichtungsbereiche
  - 5.4.2 Sickerwässer
    - 5.4.2.1 Sammlung und Ableitung
    - 5.4.2.2 Sickerwassermengen
    - 5.4.2.3 Chemische Zusammensetzung
- 5.5. Hydrochemische Situation
  - 5.5.1 Hauptgrundwasserleiter
    - 5.5.1.1 Ergebnisse älterer Untersuchungen
    - 5.5.1.2 Ergebnisse neuerer Untersuchungen
  - 5.5.2 Zwischenstockwerk
  - 5.5.3 Quartäres Stockwerk
    - 5.5.3.1 Ergebnisse älterer Untersuchungen
    - 5.5.3.2 Ergebnisse neuerer Untersuchungen
  - 5.5.4 Oberflächenwasser
  - 5.5.5 Sedimentenuntersuchungen
  - 5.5.6 Zusammenfassende Bewertung der hydrochemischen Situation
- 6. Schlußfolgerungen im Hinblick auf bestehende Einrichtungsflächen und geplante Erweiterungen
  - 6.1 Vereinbarkeit der Ergebnisse mit den Grundlagen des Planfeststellungsbeschlusses
  - 6.2 Beurteilung der Standortverhältnisse vor dem Hintergrund der TA-Abfall
    - 6.2.1 Kassettenbereich

- 6.2.2 Restfläche des Multikomponentenbereichs
- 6.2.3 2. Schüttbereich
- 6.2.4 Betriebsflächen
  
- 6.3 Anpassung der Grundwasserkontrollen an die hydrogeologische Situation
  
- 7. Zusammenfassung

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 5.1 Lage des Projektgebietes, M. 1 : 500 000 (aus Deutscher Planungsatlas, Bd I, 1976)
- Abb. 5.2 Hydrogeologische Profile (Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte NRW, Blatt 4307 Dorsten, M. 1 : 25 000)
- Abb. 5.3 Tiefenlage der Ratinger Schichten (Oberkante)
- Abb. 5.4 Tiefenlage der tonigen Zwischenlage in den Lintforter Schichten (Unterkante)
- Abb. 5.5 Tiefenlage der Grenzfläche Ratinger Schichten/Walsumer Meeressand
- Abb. 5.6 Variation der Kornzusammensetzung der Lintforter Schichten (aus GEOTECHNISCHES BÜRO, 1985)
- Abb. 5.7 Darstellung der Kornverteilungsanalysen aus den tonig-schluffigen Lintforter Schichten im Dreistoffdiagramm
- Abb. 5.8 Kornverteilungsbänder verschiedener Profilabschnitte des tonigen Tertiärs
- Abb. 5.9 Kornverteilungsband der Ratinger Schichten (nach : WBK, 1974)
- Abb. 5.10 Aktivität der tonig-schluffigen Lintforter Schichten (aus: GEOTECHNISCHES BÜRO, 1985, verändert)
- Abb. 5.11 Häufigkeitsverteilung und statistische Kennzahlen der Plastizitätskennwerte (nach: GEOTECHNISCHES BÜRO, 1985, verändert)
- Abb. 5.12 Darstellung der Plastizitätsbestimmungen an Proben aus den Lintforter Schichten im Plastizitätsdiagramm
- Abb. 5.13 Ergebnisse von Verdichtbarkeitsprüfungen an den Lintforter Schichten
- Abb. 5.14 Grundwasserstockwerke im Projektgebiet
- Abb. 5.15 Grundwassergleichen des Hauptgrundwasserleiters vom 14.11.90
- Abb. 5.16 Grundwasserganglinien des Hauptgrundwasserleiters von Sept. bis Nov. '90
- Abb. 5.17 Grundwasserganglinien des Zwischenstockwerks von Juni bis Nov. '90
- Abb. 5.18 Grundwassergleichen des Zwischenstockwerks vom 14.11.1990
- Abb. 5.19 Grundwasserganglinien des quartären Stockwerks von Sept. bis Nov. '90
- Abb. 5.20 Grundwassergleichen des quartären Stockwerks vom 19.10.1990
- Abb. 5.21 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes durch Auffüllversuche nach EARTH MANUAL (1974)
- Abb. 5.22 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes durch Absenkversuche
- Abb. 5.23 Aquifertypen nach KRUSEMANN & RE RIDDER (1970)
- Abb. 5.24 Ausschnitt aus der Luftbildkarte Blatt Heisterkamp Süd, herausgegeben 1970, M. 1 : 5.000
- Abb. 5.25 Ausschnitt aus der Luftbildkarte Blatt Heisterkamp Süd, Bildflug Mai 1979, M. 1 : 5.000

- Abb. 5.26 Ausschnitt aus den Luftbildkarten Blatt Heisterkamp Süd und Blatt Gartrop, Bildflug  
Mai/Juni 1985; M. 1 : 5.000
- Abb. 5.27 Regelausbildung Randdamm mit Tonschürze
- Abb. 5.28 Theoretische Ausbreitung deponiebedingter Kontaminationen im Hauptgrundwasserleiter
- Abb. 5.29 Lage der Entnahmestellen für Sediment- und Oberflächenwasserproben

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Projektbesprechungen
Tab. 4.1	Zusammenstellung der Bohrungen T 1 bis T 11
Tab. 4.2	Zusammenstellung der bodenphysikalischen Laborversuche
Tab. 5.1	Lithologisch/stratigraphische Übersicht der Schichtenfolge im Raum Gahlen/Hünxe
Tab. 5.2	Zusammenstellung der Bohrungen und Sondierungen im Bereich der ZD Hünxe/-Schermbek
Tab. 5.3	Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen
Tab. 5.4	Mineralbestand der Lintforter Schichten
Tab. 5.5	Korndichte der Lintforter und Ratinger Schichten
Tab. 5.6	Feucht- und Trockendichten sowie Porenanteile der Lintforter- und Ratinger Schichten
Tab. 5.7	Durchlässigkeitsverhalten der Lintforter Schichten, ältere Versuche
Tab. 5.8	Durchlässigkeitsverhalten der Lintforter und Ratinger Schichten nach Triaxialversuchen
Tab. 5.9	Ermittlung der Durchlässigkeit durch Auffüllversuche nach EARTH MANUAL (1974)
Tab. 5.10	Variationsbreiten und Mittelwerte der Durchlässigkeitsbeiwerte nach Auffüllversuchen [m/s]
Tab. 5.11	Ermittlung der Durchlässigkeit durch Absenkversuche
Tab. 5.12	Orientierende Abschätzung der Durchlässigkeit aus der Entnahmemenge für gespanntes Grundwasser
Tab. 5.13	Orientierende Abschätzung der Durchlässigkeit aus der Entnahmemenge für ungespanntes Grundwasser
Tab. 5.14	Durchlässigkeitsbeiwerte nach Auswertung des Wiederanstiegs nach THEIS & JACOB
Tab. 5.15	Zusammenstellung maßgeblicher Versuchsergebnisse zur Gebirgsdurchlässigkeitsprüfung in den Lintforter Schichten
Tab. 5.16	Mittelwerte und Schwankungsbreiten der Analysedaten der Deponiesickerwässer
Tab. 5.17	Analyseergebnisse Okt. 90, Hauptgrundwasserleiter
Tab. 5.18	Analyseergebnisse Juni 90, Zwischenstockwerk
Tab. 5.19	Analyseergebnisse Okt. 90, Zwischenstockwerk
Tab. 5.20	Analyseergebnisse Okt. 90, quartäres Stockwerk
Tab. 6.1	Pegelnetz für die chemische Grundwasserüberwachung
Tab. 6.2	Fördermengen und Absenkungsbeträge für Grundwasserbeprobungen

Anlagenverzeichnis

Anl. 1	Lageplan, M. 1 : 5000
Anl. 2	Lageplan, M. 1 : 1000
Anl. 3	Profile A bis D, M.d.L. 1 : 2500, M.d.H.: 1 : 500
Anl. 4	Profile E bis H, M.d.L. 1 : 2500, M.d.H.: 1 : 500
Anl. 5	Profil 1, M.d.L. 1 : 2000; M.d.H.: 1 : 200
Anl. 6	Profil 2, M.d.L. 1 : 2000; M.d.H.: 1 : 200
Anl. 7	Profil 3, M.d.L. 1 : 2000, M.d.H.: 1 : 200
Anl. 8	Profile 1 - 9, M.d.L. 1 : 1000, M.d.H. 1 : 250
Anl. 9	Gesamtsickerwassermengen ohne Kassettenbereich von 1980 - '90

Anhangsverzeichnis

A 1	Schichtenverzeichnisse und Ausbaudaten
A 1.1	Flachpegel
A 1.2	Pegel in den Lintforter Schichten
A 1.3	Tiefpegel
A 2	Ergebnisse geotechnischer Laborversuche
A 2.1	Tabellarische Übersicht
A 2.2	Kornverteilungen
A 2.3	Durchlässigkeitsbestimmungen
A 3	Ergebnisse von Kurzpumpversuchen



## 1. Vorgang, Aufgabenstellung

Die Abfallentsorgungsgesellschaft Ruhrgebiet mbH (AGR), Essen, betreibt seit 1981 in Hünxe-Schermbeck eine Abfallentsorgungsanlage der Deponieklassen 3-5. Grundlage ist der Planfeststellungsbeschluss von 1980. Im südlichen Bereich der Gesamtanlage wurden bereits vor 1970 in einer ehemaligen Tongrube von den Gemeinden Hünxe und Schermbeck Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle abgelagert. Die Anlage weist heute 3 verschiedene Teilbereiche mit folgenden Abfallarten aus:

- Multikomponentenbereich inklusive Altbereich (Siedlungsabfälle und vergleichbare industrielle und gewerbliche Abfälle)
- Monobereich (Salzschlacken, anorganische gewerbliche Abfälle)
- Kassettenbereich (Sonderabfälle)

Die Gesamtdeponie hat derzeit eine Einrichtungsfläche einschließlich Altdeponie von ca. 18 ha. Davon entfallen ca. 2 ha auf 4 Einzelkassetten mit spezieller Abdeckkonstruktion im Verfüll- und Endzustand.

Im Zusammenhang mit der geplanten Erweiterung der Deponie - insbesondere des Kassettenbereichs zur Ablagerung von Sonderabfällen - wurde vom Geotechnischen Büro vorbereitend für die Planung in einem 1. Arbeitsschritt die Bestandsaufnahme und Auswertung aller bis dahin verfügbaren geologisch-hydrogeologischen, hydrochemischen und geotechnischen Daten durchgeführt. Die Ergebnisse sowie ein darauf basierendes weiterführendes Untersuchungsprogramm wurden in einem Bericht von Februar 1990 vorgestellt.

Zusätzlicher Untersuchungsbedarf bestand in 1. Linie zur Klärung der hydraulischen Verhältnisse in den Lintforter Schichten, da verschiedene Beobachtungen (hohe Sickerwassermengen in der Altdeponie, Wasserzutritte in den Kassetten) Hinweise auf Wasserwegsamkeiten im tonigen Tertiär lieferten. Das Geotechnische Büro wurde im Mai 1990 mit der Durchführung und Auswertung des vorgeschlagenen Untersuchungsprogramms beauftragt. Die "Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse in den Lintforter und Ratinger Schichten und deren Auswirkung auf die Anlage von Sonderabfallkassetten" wurde vorab in einem Zwischenbericht im September 1990 zusammengefasst.

## 2. Verwendete Unterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichts wurden nachfolgend aufgeführte Archivunterlagen der AGR Essen, des Geotechnischen Büros und des Lehrgebiets für Ingenieur- und Hydrogeologie an der RWTH Aachen sowie Literatur- und Kartenunterlagen herangezogen.

### 2.1 Gutachten und Stellungnahmen

- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Untergrundverhältnisse - Bodenmechanische Stellungnahme, 12.05.1981
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Untergrundverhältnisse - Zusatzbericht, 25.09.1981
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Untergrundverhältnisse - 2. Zusatzbericht, 19.11.1981
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Untergrundverhältnisse - 3. Zusatzbericht, 18.02.1982
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - 1. Schüttbereich - Nachweis der Durchlässigkeit - Abschlußbericht, 24.03.1983
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Kassettenbereich, Umlaufender Damm - Nachweis der Durchlässigkeit - Abschlußbericht, 11.08.1983
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: ZD Hünxe/Schermbeck - Kasette 2, Durchlässigkeit an der Kassettensohle - 2. Bericht, 16.07.1986
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe Kasette 4 - Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen, 10.11.1988
- Geotechnisches Büro: Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Begehung und Untersuchung Kasette 2, 28.08.1986
- Geotechnisches Büro: Deponie Hünxe - Kassettenbereich - Begehungsvermerk, 26.11.1987
- Geotechnisches Büro: Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Kasette 4 - Stellungnahme zu geotechnischen Fragen, 06.01.1989
- Geotechnisches Büro: Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Kasette 4 - Stellungnahme zu geotechnischen Fragen, 10.02.1989
- Langguth & Meiners: Ermittlung des langfristig nutzbaren Grundwasserdargebots des Aquifers der Halterner Sande bei Holsterhausen, Jan. 83 (auszugsweise)

- Westfälische Berggewerkschaftskasse: Zentraldeponie Gahlen - Hünxe - Übersicht über die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Situation im Raume Gahlen-Gartrop unter Berücksichtigung der geplanten Lagerung von Abfallstoffen, 28.11.1974
- Westfälische Berggewerkschaftskasse: Zentraldeponie Hünxe - Ergänzung zum Gutachten über die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Situation im Raume Gahlen-Hünxe, 16.07.1975
- Westfälische Berggewerkschaftskasse: Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk - Ergebnisse der Untersuchungsbohrungen im Bereich der geplanten Zentraldeponie Gahlen-Hünxe
- Ing.-Büro Dietrich-Leonhardt: Zentraldeponie Hünxe - Bereich Hausmülldeponie - Nachweis der Durchlässigkeit, 10.11.1982
- Institut für Mineralogie und Lagerstättenkunde an der RWTH Aachen: Röntgendiffraktometrische und mikroskopische Mineralbestimmung von Konkretionen, 12.09.1989
- Geotechnisches Büro: Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Kassettenbereich, Geologische Untersuchungen im Hinblick auf den umlaufenden Draingraben, 09.03.90.

## 2.2 Literatur

- GEOTECHNISCHES BÜRO Dr.-Ing. H. DÜLLMANN (1985): Bodenphysikalische Untersuchung und Bewertung von mineralischen Stoffen für Deponie-Basisabdichtungen. - F- + E-Vorhaben beim LWA NRW, Abschlußbericht (unveröffentlicht)
- HYDROGEOLOGISCHES Ing.-Büro Dipl.-Geol. R. OLZEM (1985): Bestimmung der Durchlässigkeit von mineralischen Stoffen für Deponie-Basisabdichtungen. - F- + E-Vorhaben beim LWA NRW, Abschlußbericht (unveröffentlicht)
- INSTITUT für MINERALOGIE u. LAGERSTÄTTENLEHRE a.d. RWTH Aachen, GEOTECHNISCHES BÜRO Dr.-Ing. H. DÜLLMANN (1988): Untersuchungen zur chemischen Beständigkeit von mineralischen Deponieabdichtungen. - F- + E-Vorhaben beim LWA NRW, Zwischenbericht (unveröffentlicht)
- MEINERS, H.-G. (1986): Hydrogeologie und Grundwasserhaushalt im westlichen Bereich der Halterner Sande unter besonderer Berücksichtigung von Leakage. - Mitt. Ing.- und Hydrogeologie, 25, Aachen
- DÜLLMANN, H. (1987): Qualitätskriterien für die Beurteilung von Deponieabdichtungen aus natürlichen bindigen Erdstoffen. - Vorträge der 6. Nat. Tagung für Ing.-Geol., Aachen
- BENNER, L.H. (1983): Physikalisch-chemische Untersuchungen bindiger Böden unter besonderer Berücksichtigung der Durchlässigkeit. - Mitt. d. WBK, Heft 443
- SCHNEIDER, H. (1988): Die Wassererschließung. - Vulkan-Verlag Essen
- EHRIG, H.-J. (1989): Sickerwassermenge und -qualität. - EP-Spezial, 9

- HÖLL, K. (1986): Wasser. - Walter de Gruyter-Verlag, Berlin - New York
- LANGGUTH, H.-R.; VOIGT, R. (1980): Hydrogeologische Methoden. - Springer Verlag
- KRUSEMANN, G.P.; DE RIDDER, N.A. (1970): Analysis and evaluation of pumping tests data. Inst.f.Land Reclamation and Improvement Wageningen, Bulletin 11, Wageningen
- COOPER, H.H. & JACOB, C.E. (1946): A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history. - Trans. Am. Geoph. Union 27, Richmond, Va.
- US. DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION (1974): Earth Manual. - United States Government printing office, Washington
- LWA - Materialien 3/89: Probennahme bei Altlasten. - Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf
- LOHR, A. (1969): Beitrag zur Ermittlung des  $k_h$ -Wertes durch hydraulische Feldversuche. - Gas- und Wasserfach 110, München
- SCHULER, G. (1973): Über Durchlässigkeitsbestimmungen durch hydraulische Bohrlochversuche und ihre Ergebnisse in tertiären Flinsanden (Obere Süswassermolasse) Süddeutschlands. - bbr 24, Köln
- MÜLLER, G., SCHMITZ, W. (1985): Halogenorganische Verbindungen in aquatischen Sedimenten: anthropogen und biogen. - Chemiker Zeitung, 109. Jahrgang, Nr. 12
- BOWEN, H.J. (1979): Environmental Chemistry of the elements. - Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco

### 2.3 Karten und Planunterlagen

- Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4307 Dorsten, M. 1 : 25.000, Grundriß und Profile
- Deutscher Planungsatlas, Bd. I: Nordrhein-Westfalen, Lieferung 8, Geologie, M. 1 : 500.000
- TK 1 : 25.000, Blatt 4307 Dorsten, Fortführungsstand 1978, 16. Auflage 1980
- TK 1 : 25.000, Blatt 4307 Dorsten, Fortführungsstand 1988, 18. Auflage 1989
- DGKL 1 : 5.000, Blatt Heisterkamp Süd, Bildflug 1979
- DGKL 1 : 5.000, Blatt Heisterkamp Süd, herausgegeben 1970
- DGKL 1 : 5.000, Blatt Heisterkamp Süd, Bildflug Mai/Juni 1985
- DGKL 1 : 5.000, Blatt Gartrop, Bildflug Mai/Juni 1985

- Grundwasserbeobachtung (Lage KB 1 - 5 und FB 1 - 7), M. 1 : 5.000, AGR
- Grund- und Oberflächenwasser, Grundwasserbeobachtungspegel, M. 1 : 5.000, AGR, 20.11.81
- Deponie Gahlen-Hünxe - Lage- und Höhenaufnahme, M. 1 : 1.000, AGR, 27.11.81
- Zentraldeponie Kreis Wesel Ost in Hünxe/Schermbeck - Lageplan/Betriebsplan - Entwässerungssystem  
- Plan Nr. 3564/100 a neu, M. 1 : 1.000, AGR, Dez. 81
- Zentraldeponie Kreis Wesel-Ost in Hünxe/Schermbeck - Lageplan - Plan-Nr. 3564/100 b neu, M. 1 :  
1.000; AGR
- Zentraldeponie Kreis Wesel-Ost in Hünxe/Schermbeck - Kassettenbereich - Höhenplan Kasette Nr. 2 -  
Plan-Nr. 3564/102, M. 1 : 200/50, Ing.-Büro Schlegel-Dr.-Ing.Spiekermann im Auftrag der AGR,  
Dez. 81
- Längsschnitt Randsammler Schacht 12-7, M. 1 : 500/50, H. Hüls GmbH und Co. im Auftrag der AGR,  
23.02.83
- Längssammler Schacht 16-13, M. 1 : 500/50, H. Hüls GmbH und Co. im Auftrag der AGR, 24.02.83
- Ausbau Zentraldeponie Hünxe - Lageplan (Schächte 7, 11-13, 16-22), M. 1 : 1.000, H. Hüls GmbH und  
Co. im Auftrag der AGR, 20.03.83
- Z.D. Hünxe (Vermessung), M. 1 : 1.000, AGR, 28.10.83
- Z.D. Hünxe - Bestandsplan (Vermessung Jan. 84), M. 1 : 1.000, AGR, Jan. 84
- Lage- und Höhenaufnahme Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck, M. 1 : 1.000, AGR, 27.09.88
- Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Ausbau Kasette 4 - Lageplan, Schnitte, Details, M. 1 :  
100/20/10/1, AGR, Dez. 88
- Entwässerung Alt-Deponie, AGR
- Beschreibung der Vereinsgewässer, nicht maßstäblich, Verein der Angelfreunde Hiesfeld 1968 e.V.,  
16.02.86
- Zentraldeponie Hünxe Kreis Wesel-Ost in Hünxe-Schermbeck - 1. Schüttbereich - Regelausbildung  
Randdamm mit Tonschürze - Lageplan und Schnitte - Plan-Nr. 3564/85, M. 1 : 50, 1 : 100, AGR, Essen

#### 2.4 Sonstige Unterlagen

- Planfeststellungsbeschluß zur Errichtung einer Abfallbeseitigungsanlage in Hünxe/Schermbeck,  
Regierungspräsident Düsseldorf, 1980 (ohne Anlagen 2 bis 12)

- TA Abfall, Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen und biologischen Behandlung und Verbrennung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen. - Bundesrat-Drucksache 482/90 vom 02.07.90, Verlag Dr. H. Heger, Bonn
- Auszug aus der Niederschrift über die 23. öffentliche Sitzung des Rates der Gemeinde Schermbeck 08.06.83 - Antrag der RWW Mühlheim auf Bewilligung des Rechtes zur Grundwasserförderung in der Üfter Mark, Gemeinde Schermbeck, 07.12.83
- Vermerk über die Besprechung am 14.04.75 beim Siedlungsverband Ruhrgebiet, Essen, SVR, 16.04.75
- (Bau-)Kontrolle der Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck - Begehungsvermerk, StAWA Lippstadt, 06.06.86
- Vermerk über die Besprechung vom 19.10.88, RP Düsseldorf, 15.12.88
- Analysenberichte der Grundwasseruntersuchungen vom 26.09.83 in den Pegeln KB 1N, 2, 4 und 5, AGR, 06.12.83
- Analyseergebnisse der Grundwasseruntersuchungen vom 10./11.11.82, 10.01.83 und 27.04.83 in den Pegeln KB 1, 2, 4 und 5, Westfälische Berggewerkschaftskasse
- Zusammenstellung von Analyseergebnissen bei ausgewählten Parametern verschiedener Laboratorien vom 09.12.82 bis 10.08.88, KB 1-5, FB 1-7, AGR, 22.12.88
- Bohr- und Ausbauprotokolle der Bohrungen FB 1-7, KB 44 und KB 5, Fa. W. Stuckmann, 09.12.82
- Koordinatenverzeichnis KB 1; 1 N, 2, 4 und 5, FB 1-7, AGR
- Wasserstandsmessungen in den Pegeln KB 1, 2 und 5 von Sept. 86 bis Dez. 88, AGR, 28.12.88
- Niederschlagsmessungen von März bis Aug. 86 und Jan. 86 bis Nov. 88 auf der Deponie Hünxe, AGR
- Vermessung Schacht 13 bis zum Fischteich und Kasette 3 bis zum Fischteich, AGR, 24.10.88
- Sickerwassermengenmessungen von 1980 - 1988, AGR
- Analyseergebnisse des Sickerwassers verschiedener Deponiebereiche von 08/86 bis 10/87, AGR
- Geoelektrik Idunahall AG (7909), Tegtmeyer Geophysik GmbH
- diverse handschriftliche Unterlagen zur Tongrube III - Mühlenberg
- Analysenprotokolle der Tief- und Flachbrunnen-Beprobungen von 1989, AGR Essen
- Analysenprotokoll der Beprobungen von KB 44 von 22.02.89, 16.05.89 und 17.08.89, AGR Essen
- Sickerwassermengenmessungen von Aug. 86 bis Aug. 89, AGR, Essen

### 3. Besprechungen, Vorkünfte

Projektbegleitend fanden verschiedene Abstimmungsgespräche mit Vertretern der zuständigen Behörden, der AGR sowie des Geotechnischen Büros statt:

Datum	Ort	Beteiligte Stellen
21.03.90	Deponie Hünxe	StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
10.04.90	Deponie Hünxe	StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
19.04.90	Deponie Hünxe	StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
23.04.90	Geotechn. Büro	AGR, Geotechnisches Büro
24.04.90	RP Düsseldorf	RP, StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
22.06.90	Deponie Hünxe	AGR, Geotechnisches Büro
04.07.90	Deponie Hünxe	RP, StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
30.08.90	Deponie Hünxe	StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
07.09.90	RP Düsseldorf	RP, StAWA, AGR, Geotechnisches Büro
17.09.90	Deponie Hünxe	AGR, Geotechnisches Büro
05.10.90	AGR Essen	AGR, Geotechnisches Büro
14.11.90	Deponie Hünxe	AGR, Geotechnisches Büro

Tab. 3.1: Projektbesprechungen

### 4. Durchgeführte Untersuchungen

#### 4.1 Geländearbeiten

##### 4.1.1 Bohrungen

Das im Bericht des Geotechnischen Büros von Februar 1990 vorgeschlagene Bohrprogramm umfaßte die Errichtung von insgesamt

- 9 Flachpegeln (FB 1 N - 9 N)
- 4 Tiefpegeln (KB 6 - 9)
- 4 Pegeln in den Lintforter Schichten (T1 - 4)

Aufgrund der Ergebnisse T1 bis T4 wurde das Programm zunächst um 4 zusätzliche Pegel in den Lintforter Schichten erweitert (T3b, T5, T6, T7). Eine zweite Erweiterung um die Pegel T8, T9, T10, T11a und T11b diente der Verdichtung des Aufschluß- und Beobachtungsnetzes in der vorgesehenen Dicht-

wandtrasse als Grundlage für eine Sanierungs- und Erweiterungsplanung sowie der Klärung spezieller hydrogeologischer Verhältnisse im nördlichen Erweiterungsbereich.

Die Bohrungen wurden in der 21. bis 36. bzw. in der 49. Kalenderwoche durch die Fa. Erdbohr Wesel niedergebracht und durch das Geotechnische Büro durchgängig fachtechnisch betreut.

#### 4.1.1.1 Flachbohrungen

Die Flachbohrungen wurden durchweg als Spiralbohrungen mit 300 - 350 mm Bohrungsdurchmesser bis zum Erreichen der Lintforter Schichten in 3-5 m u. GOK ausgeführt und als 5"-Beobachtungspegel ausgebaut. Die Schichtenverzeichnisse sowie die Ausbaudaten der Pegel sind A 1.1.1 bis A 1.1.9 zu entnehmen. Die Lage der Pegel geht aus Anl. 1 hervor.

#### 4.1.1.2 Pegel in den Lintforter Schichten

Zur feinstratigraphischen Erkundung des Untergrundes erfolgten nach Durchteufen des Quartärs mittels Spiralbohrung (420 mm  $\varnothing$ ) oder indirekter Spülbohrung ( $\varnothing$  180 mm) bis zur Endteufe (0,30 - 5,10 m u. OK Rätinger Schichten) Kernbohrungen, die anschließend für den vorgesehenen Ausbau aufgeweitet wurden. Da bohrungsbegleitende hydraulische Bohrlochtests vorgesehen waren, wurden zunächst Trockenbohrverfahren eingesetzt, um Verfälschungen der hydraulischen Messungen durch Filterkuchenbildungen weitgehend zu vermeiden. Dabei wurden die Bohrkerne mittels Einfachkernrohr ( $\varnothing$  100 mm) gewonnen, die Aufweitung erfolgte als Spiralbohrung ( $\varnothing$  420 - 278 mm).

Während der Arbeiten ergaben sich mit den gewählten Verfahren verschiedene Nachteile. Da das Einfachkernrohr nur durch Verdrängung von Bodenmaterial abgeteuft werden kann, tritt an der Rohrwandung eine extreme Schleppung und damit Störung des Bohrguts auf. Der Bohrandruck betrug bis zu 100 bar. Die Bohrkerne konnten nur durch extremen Wasserdruck (15 - 20 bar) aus dem Rohr ausgepreßt werden, wodurch sie teilweise - insbesondere bei sandigen Einschaltungen - zerstört wurden. Bei der Spiralbohrung erwies sich die Verschmierung der Bohrlochwandung durch das gelöste Bohrgut im Hinblick auf die hydraulischen Untersuchungen als nachteilig.

Aus den genannten Gründen wurde zunächst das Einfachkernbohrverfahren durch ein Spülbohrverfahren (Doppelkernrohr  $\varnothing$  96 mm oder Seilkernrohr  $\varnothing$  78 mm) ersetzt. Der Bohrandruck konnte so auf maximal 40 bar reduziert werden, wodurch eine insgesamt höhere Kernqualität erreicht wurde. Der Auspreßdruck betrug maximal 10 bar.

Nachdem bei den Bohrungen T 3 und T 3b, die in einem Abstand von 3 m niedergebracht worden sind, ein Vergleich der hydraulischen Bohrlochtests in einem mittels Spiralbohrung und einem mittels



indirekter Spülbohrung aufgeweiteten Bohrloch keine wesentlichen Unterschiede lieferten, wurde auch bei der Aufweitung der Bohrungen auf ein indirektes Spülbohrverfahren ohne Spülungszusatz umgestellt.

Die unterschiedlichen Verfahren, die bei den einzelnen Bohrungen zum Einsatz kamen, die Bohrdurchmesser sowie die Ansatzpunkte und Teufen der Bohrungen sind Tab. 4.1 zu entnehmen.

Alle Bohrungen wurden als 5"-Beobachtungspegel flurgleich ausgebaut. Die Schichtenverzeichnisse sowie die Ausbaudaten sind A 1.2.1 bis A 1.2.13 zu entnehmen. Die Lage der Pegel geht aus Anl. 1 hervor.

#### 4.1.1.3 Tiefpegel

Bei den Bohrungen KB 6 bis KB 9 erfolgte nach Durchteufen des Tertiärs mit einer Spiral- oder Spülbohrung eine Kernbohrung mittels Seilkernrohr bis zum Erreichen der Walsumer Schichten in 32,60 bis 48 m Tiefe.

Die Aufweitung wurde als Spülbohrung ( $\varnothing$  311 mm) ohne Spülungszusätze bis 10 m in die Walsumer Schichten durchgeführt. Analog zu den übrigen Pegeln erfolgte der Ausbau als 5"-Grundwassermeßstellen flurgleich, wobei der Walsumer Meeressand verfiltert wurde. Die Erfassung des gesamten Grundwasserkörpers - wie in den LWA-Materialien 3/89 empfohlen - ist hier nicht sinnvoll, da die Mächtigkeit des Grundwasserleiters über 100 m beträgt.

In allen Pegeln wurden sowohl an der Grenzfläche Quartär/Tertiär als auch in den Ratinger Schichten Tonsperren eingebaut.

Die Schichtenverzeichnisse und Ausbaudaten sind als A 1.3.1 bis A 1.3.4 beigelegt, die Ansatzpunkte sind Anl. 1 zu entnehmen.

Der bestehende Tiefpegel KB5 wurde im Rahmen der Ausbaurbeiten um 1 m aufgehöhht, um ein artesisches Ausfließen bei hohen Wasserständen künftig zu vermeiden.

#### 4.1.2 Hydraulische Bohrlochtests

Bohrungsbegleitend wurden in den unverrohrten Bohrlöchern Auffüll- bzw. bei stärkeren Wasserzutritten Absenkversuche zur Erkundung der Gebirgsdurchlässigkeiten durchgeführt.

Bohrung	Ansatzpunkt [ mNN ]	Meßpunkt [ mNN ]	Bohrverfahren							
			Kernbohrung			Erweiterungsbohrung				
			Teufe [ m ]	Einfachkern ø 100 mm	Doppelkern bzw. Seil- kern ø 96 mm bzw. 78 mm	Teufe [ m ]	Spiral- bohrung	indirektes Spülbohrver- fahren	ø [ mm ]	
T 1	35.15	35.02	22.0		X	21.0		X		311
T 2	38.40	38.44	26.0	X		26.0	X			bis 15.0 350 bis 26.0 278
T 3	41.48	41.41	27.0		X	22.5	X			350
T 3b	41.45	41.38	16.0		X	16.0		X		311
T 4	48.76	48.70	32.5		X	33.0	X			bis 15.7 350 bis 33.0 278
T 5	47.21	47.05	39.7		X	40.0		X		311
T 6	45.27	45.20	24.8		X	25.0		X		311
T 7	34.09	33.97	23.1		X	24.0		X		311
T 8	40.53	40.54	32.4		X	33.0		X		311
T 9	48.95	48.91	38.4		X	38.4		X		311
T 10	44.89	44.86			X	40.0		X		311
T 11 a	46.25	46.08	8.70-16.05		X	33.0		X		311
T 11 b	46.25	46.14			X	9.0		X		311
Σ			289,25			360,9				

Tab. 4.1: Zusammenstellung der Bohrungen T 1 bis T 11

Die Versuche fanden zunächst in der aufgeweiteten Bohrung statt. Aufgrund der Untergrundbeschaffenheit (z.B. quellfähige Tone, wassergesättigte Feinsandlinsen) wurde in den Lintforter Schichten ohne Verrohrung gearbeitet, um ein Festsitzen der Schutzrohre und die Aufgabe einer Bohrung zu vermeiden. Die Auffüll- bzw. Absenkversuche erfaßten somit jeweils die gesamte Bohrstrecke.

Um Beeinflussungen der Versuche durch Zuflüsse aus den quartären Deckschichten auszuschließen, wurden diese vorab mit einer Spiralbohrung ( $\varnothing$  420 mm) durchteuft und mit einer Schutzverrohrung ( $\varnothing$  409 mm), die in den Lintforter Schichten abgesetzt wurde, abgedichtet.

Nachdem die ursprünglich vorgesehenen Bohrungen T 1 bis T 4 einen einheitlichen Schichtaufbau der Lintforter Schichten erkennen ließen, wurden die hydraulischen Versuche in den zusätzlichen Bohrungen T 5 bis T 9 und KB 6 - KB 9 unter Zuhilfenahme eines Einfachpackers (Comdrill Schlauchpacker 72/160, CSP 1000) in der Kernbohrung durchgeführt. Auf diese Weise konnten einzelne Gebirgsabschnitte getrennt erfaßt werden. Das Quartär wurde dabei durch ein 6"-PVC-Rohr abgedichtet. Eine Aufstellung der durchgeführten Versuche sowie die Auswertung der Ergebnisse erfolgt in Abschn. 5.3.3.1.

#### 4.1.3 Pumpversuche

In den Pegeln T1 bis T10 erfolgten i.d.R. jeweils 2 Kurzpumpversuche. Der 1. Pumpversuch fand unmittelbar im Anschluß an die Klarspülphase der Pegel mit einer Dauer von 2,5-6 Std. statt. Anschließend erfolgte die Beobachtung des Wiederanstiegs.

Der 2. Pumpversuch wurde i.d.R. über einen Zeitraum von mindestens 22 Std. gefahren, wobei sowohl die Absenkung als auch der Wiederanstieg und Auswirkungen auf umliegende Pegel erfaßt wurden. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt in Abschn. 5.3.3.2.

Bei den nachträglich durchgeführten Bohrungen T 11a und T 11b wurde auf die Durchführung von Pumpversuchen verzichtet.

### 4.2 Laborarbeiten

#### 4.2.1 Bodenmechanische Untersuchungen

Zur Vervollständigung der bodenphysikalischen und hydrogeologischen Kenntnisse über die Lintforter und Ratinger Schichten wurden an gekernten Proben aus den einzelnen Bohrungen bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Insbesondere erfolgten profilabhängige Aufnahmen des Wasser- und Kalkgehaltes sowie des Gehaltes an organischen Substanzen.

An einzelnen Proben wurden als Beleg für die Geländeansprache Kornverteilungen und Korndichten bestimmt. Die Bestimmung der Durchlässigkeit mit Durchströmungsversuchen im Triaxialgerät erfolgte zur Überprüfung der bisher in erster Linie an s.g. Bodentabletten im Kompressionsdurchlässigkeitsgerät ermittelten Gesteinsdurchlässigkeit.

Der Untersuchungsumfang bodenmechanischer Laborversuche geht aus Tab. 4.2 hervor. Eine tabellarische Auflistung der Einzelversuche und der Ergebnisse findet sich in A.2.1.

Versuch	Lintforter Schichten	Ratinger Schichten
Wassergehalt	36	37
Kalkgehalt	57	-
Gehalt an org. Substanzen	57	-
Feucht- und Trockendichte	7	4
Korndichte	17	3
Kornverteilung	10	3
Durchlässigkeit	10	5

Tab. 4.2: Zusammenstellung der bodenphysikalischen Laborversuche

#### 4.2.2 Chemische Untersuchungen

Nach Fertigstellung der Pegel T1 bis T4 wurden im Juli 90 für eine erste orientierende Gefährdungsabschätzung 5 Grundwasserproben entnommen und analysiert. Im September 1990 erfolgte eine Beprobung aller neu erstellten Pegel. Der Analysenumfang sowie die Ergebnisse sind Tab. 5.17 bis Tab. 5.20 in Abschnitt 5.3 zu entnehmen. Analysen aus FB 4 und FB 6 stehen bisher noch aus.

### 5. Ergebnisse

#### 5.1 Geologische Situation

##### 5.1.1 Regionaler Überblick

Die Zentraldeponie Hünxe-Schermbeck liegt ca. 15 km westlich von Wesel im Übergang des Niederrheinischen Tieflandes in die Westfälische Kreidebucht (Abb. 5.1).

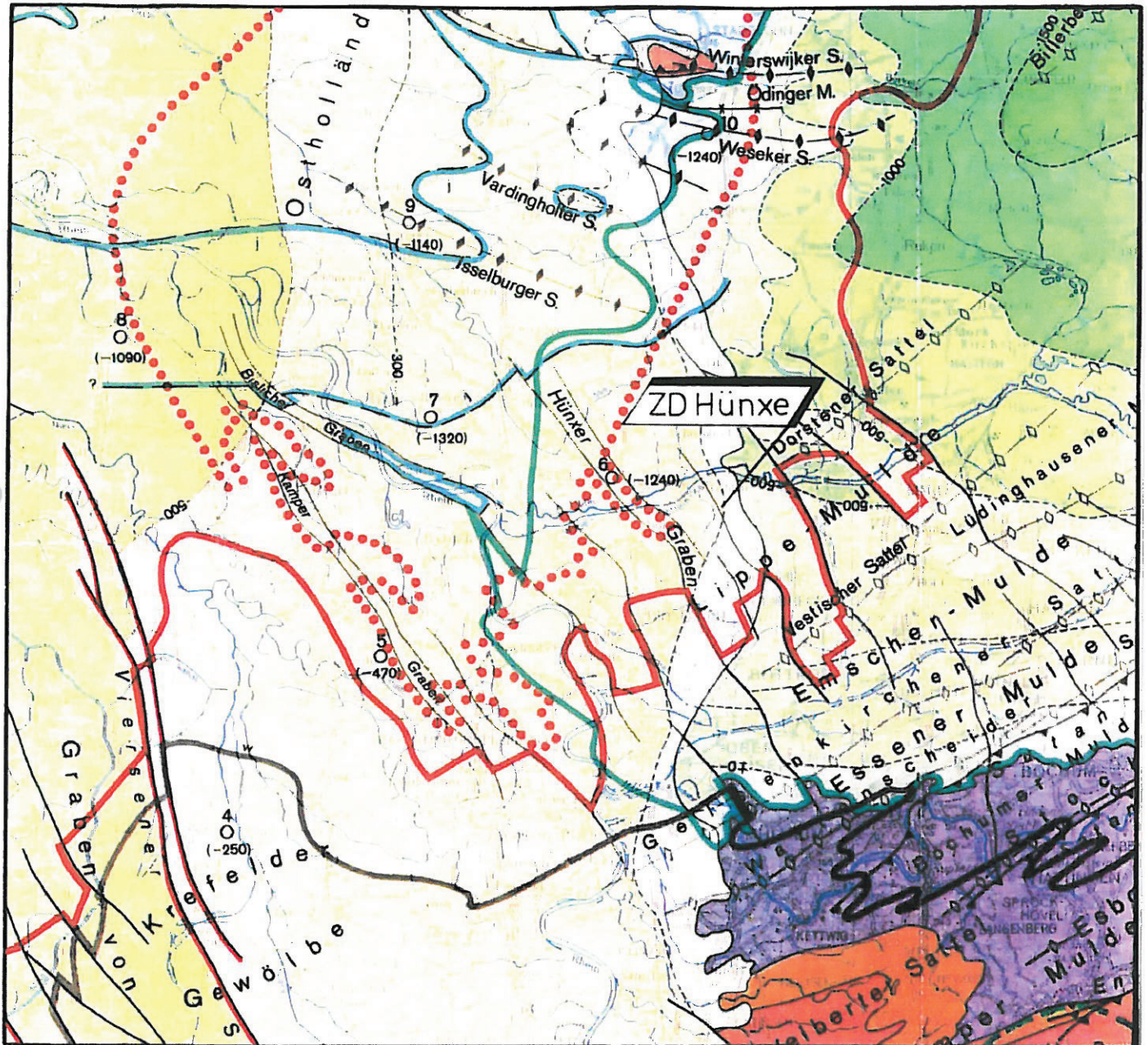


Abb. 5.1: Lage des Projektgebietes, M. 1 : 500 000 (aus Deutscher Planungsatlas, Bd. I, 1976)

Das variszische Grundgebirge steht in ca. 1000 m Tiefe an. Es wird im wesentlichen aus Sandsteinen und Schiefertonen mit zwischengelagerten Steinkohleflözchen aus dem Westfal B und C aufgebaut. Darüber lagert diskordant das mesozoisch-känozoische Deckgebirge.

Von den ältesten mesozoischen Deckschichten aus dem Perm und der Trias sind für den Deponiestandort lediglich die Sedimente des Zechsteins interessant. In der 5 km entfernten Bohrung "Wesel 18" wurde im Hünxer Graben (s. Abb. 5.1) der Zechstein in salinärer Ausbildung (vorwiegend Steinsalz, z.T. Kalisalz) in ca. 1200 m Tiefe erbohrt.

Die Grenze zu den mergeligen Ton-, Sand- und Kalksteinen der Oberkreide liegt in ca. 250 - 300 m Tiefe. Diese Schichtfolge fällt nach NE zur Achse der Dorstener Kreidemulde hin ein (Abb. 5.2). Die Kernschichten der Mulde werden vom Bottroper Mergel, einem schluffigen Tonmergel mit feinsandigen Zwischenlagen, gebildet, der die älteren Recklinghäuser Schichten und den Emscher Mergel diskordant überlagert. Die Recklinghäuser Schichten bestehen vom Hangenden zum Liegenden aus den Halturner Sanden, dem Mergelsand und dem Sandmergel (Tab. 5.1).

Die Oberkreide wird mit scharfer Winkeldiskordanz von tertiären Sedimenten überlagert. Entsprechend der Randlage innerhalb der Niederrheinischen Bucht treten nur Schichten aus dem Unter-Oligozän auf. Vom Liegenden zum Hangenden setzt sich die Abfolge aus den Walsumer, den Ratinger und den Lintforter Schichten zusammen. Die Verbreitungsgrenze des Tertjärs verläuft bei WNW gerichtetem Schichteinfallen in NS-Richtung etwa auf der Linie Schermbeck-Gahlen.

Die quartären Deckschichten sind der Riß- und der Würm-Kaltzeit zuzuordnen.

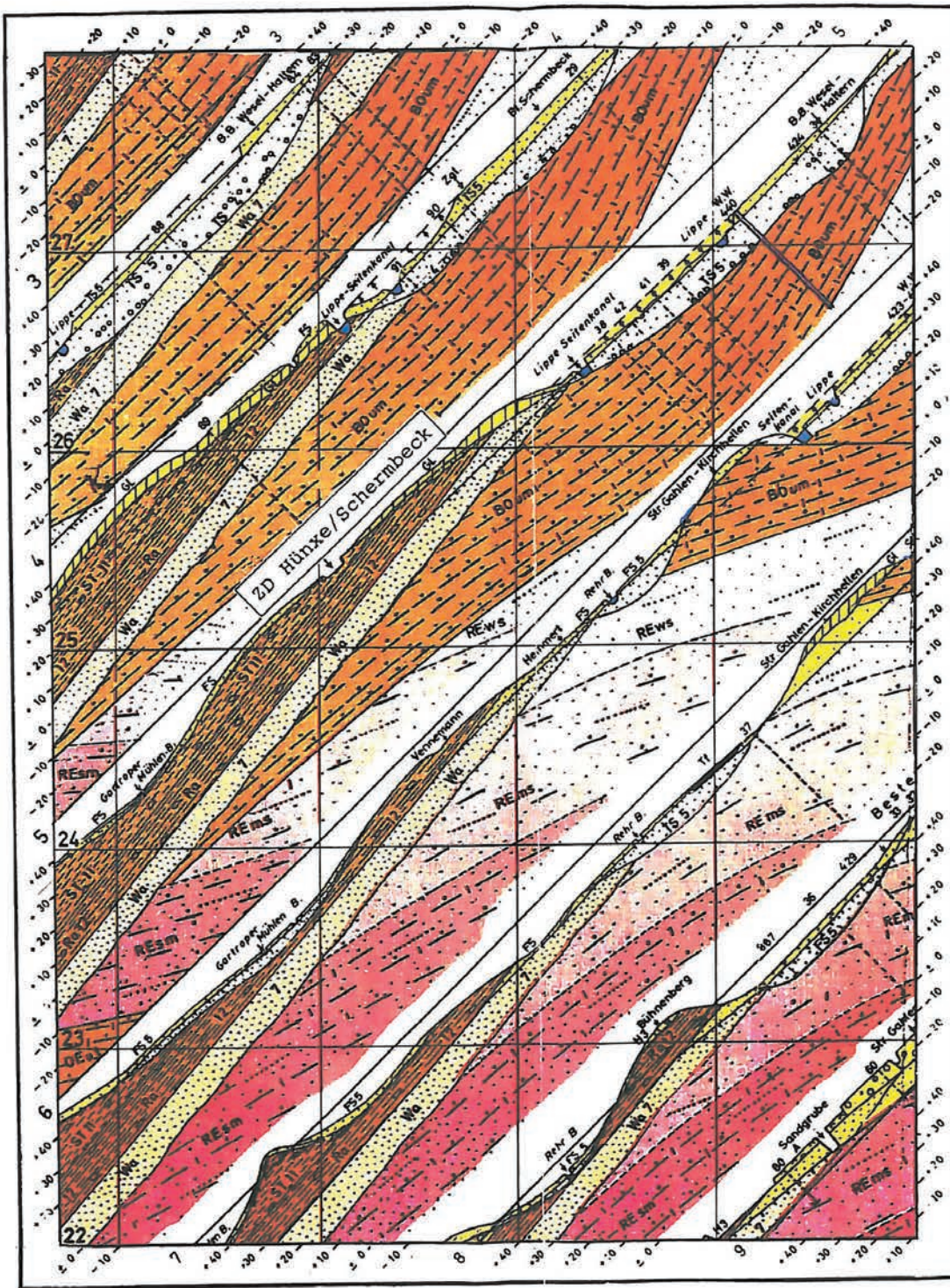
## 5.1.2 Spezielle Verhältnisse im Deponiebereich

### 5.1.2.1 Aufschlußverhältnisse

Der Kenntnisstand der geologischen Situation im engeren Projektgebiet basiert auf insgesamt 10 Tiefbohrungen bis 66 m Tiefe, 13 Bohrungen in den Lintforter Schichten, 16 Flachbohrungen bis max. 9 m Tiefe sowie zahlreichen Schlitz- und Rammkernsondierungen. Eine Zusammenstellung dieser Bodenaufschlüsse findet sich in Tab. 5.2. Die Lage der Aufschlußpunkte ist in Anl. 1 und Anl. 2 verzeichnet. Anl. 3 und 4 geben einen Überblick über den generellen Untergrundaufbau.

### 5.1.2.2 Morphologie

Das natürliche Gelände im Deponiebereich fällt von ca. 48 m NN im NE auf ca. 32 m NN nach SW zum Gartroper Mühlenbach hin ab. Dabei werden Gefälle zwischen ca. 1 und 7 % erreicht. Im Süden grenzt die Deponie an eine ehemalige Tongrube, in der sich heute ein ca. 8 ha großer und ca. 2 bis 9 m tiefer Fischteich befindet.



### Stratigraphische Einteilung:

Symbole:	Schichtglieder:	Altersstufen:	
TI	Torf	Holozän	
TS	Talsand	Würm-Kaltzeit	
FS	Flugsand		
GL	Geschleblehm	Riß-Kaltzeit	
UMT	Untere Mittelterrasse der Lippe		
H	Ältere Hauptterrasse des Rheins	Günz-Kaltzeit	
LI	Unfarter Schluffmehlsand		
ST	Septarienton	Mittelligazän	
Ra	Ratinger Ton		
Wa	Walsumer Meeressand	Campan	
BO um	Baltroper Schluffmergel		
RE ws	Wassersand	Redklinghäuser Schichten	
RE ms	Mergelsand		
RE sm	Sandmergel		
OE ut	Oberemscher-Schluffmergelton		
		Santon	
			Oberkreide

### Farben und Signaturen:

Grundwasser:	Gesteine:
Grundwasserfreies Gebirge	[Yellow Box]
I. Ergiebiger Grundwasserleiter	[M3] Grob- und Mittelsand mit Fein-, Mittel- und Grobkies (Hauptterrasse)
	[REws] Mittelsand mit Lagen von Grobsand, Feinsand, schluffigem Feinsand und Bänken von Kalksandstein
II. Mäßig ergiebiger Grundwasserleiter	[TSsA] Talsand } feiner und grober Mittelsand
	[FSs] Flugsand
III. Wenig ergiebiger Grundwasserleiter	[REms] mergeliger Feinsand mit Mehlsand, Schluff und Kalksandsteinbänken
	[Wa7] Mehlsand und Feinsand (Walsumer Meeressande)
IV. Sehr wenig ergiebiger Grundwasserleiter	[REum] mergeliger Feinsand mit Mehlsand, Schluff und Kalksandsteinbänken
	[Bw] sandiger Lehm mit Geröllen und einzelnen Geschieben (Geschiebelehm)
V. Grundwasserstauer	[ST] schluffiger Tonmergel mit Lagen von tonig-schluffigem Feinsand
	[STu] dunkelgrauer toniger Schluff in Wechselagerung mit schluffigem Mehlsand
	[STs] schluffiger Ton mit Kalkseptarien (Septarienton)
	[STm] schluffiger Mergelton (Emsmergel)
	[STf] fetter Ton mit Pyrit und Kalkseptarien
	[ooo] Lagen von Feinkies
	[   ] Kalkgehalt
	[* * *] künstliche Aufschüttungen
	--- Lithologische (Fazies-) Grenzen
	--- Grundwasserspiegel
	--- gespannter Grundwasserspiegel
	--- artesisch gespannter Grundwasserspiegel
	--- sporadisches Grundwasser
	--- stratigraphische Grenzen
	--- offene Gewässer
	--- über dem Redklinghäuser Wassersand
	--- dicht bebauten Stadtgebiete

Abb. 5.2: Hydrogeologische Profile (Ausschnitt aus der Hydrologischen Karte NRW, Blatt 4307 Dorsten, 1 : 25.000)

Bezeichnung	Lithologie	Abteilung	System
Talsand, Flugsand	Fein- und Mittel- sand	Pleistozän	Quartär
Geschiebelehm	sandiger Lehm mit Geröllen und einzelnen Geschieben		
Lintforter Schichten	Schluff mit wechsellin- den Ton- und Fein- sandgehalten	Oligozän	Tertiär
Ratinger Schichten	schluffiger Ton mit Kalkseptarien und Pyrit		
Walsumer Schichten	Mehl- und Feinsand		
Bottroper Mergel	schluffiger Tonmergel mit Lagen von tonig- schluffigem Feinsand	Campan	Kreide
Halterner Sande	Mittelsand mit Lagen aus Grobsand, Fein- sand und schluffigem Feinsand sowie Kalk- sandsteinbänken	Coniac/ Santon	
Mergelsand Sandmergel	mergeliger Feinsand mit Mehlsand, Schluff und Kalksandsteinbän- ken		

Tab. 5.1: Lithologisch/stratigraphische Übersicht der Schichtenfolge im Raum Gahlen/Hünxe





Bezeichnung	Aufschlußort	Datum	Teufe m	Auftraggeber bzw. ausführende Stelle	Zweck
KB 1 KB 2 KB 3	Kernbohrung, Pegel " "	Okt.75 " "	61,00 50,00 28,00	WBK " "	Klärung der allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse
SB 1-41, 46, 47	Schlitzsondierungen	Febr.81	4,00-6,00	Dietrich/ Leonhardt	Untergrunderkundung gesamter Erweiterungsbereich
RKS 42-45, 48-59	Rammkernsondierungen	Febr.81	4,00-8,30	Dietrich/ Leonhardt	"
FB 1-7	?, Pegel	Dez.82	5,20-9,00	AGR	Beobachtungspiegel
KB 4 KB 5 KB 1 N	?, Pegel " "	Dez.82 " "	66,00-60,00	AGR	Beobachtungspiegel
1 - 10	Rammkernsondierungen	Nov.88	5,00-7,00	Dietrich/ Leonhardt	geologische Aufnahme Nordbereich Kas- sette 4
RKS/BS 1 bis 19	Rammkern - und Schlitzsondierungen	Feb.90	1,80-9,90	Geotechn. Büro	Draingraben Kasset- tenbereich
KB 6 bis 9 T1 bis 11b FB1N bis 9N	Kernbohrungen/Pegel	Mai bis Dez.90	43,0 - 58,0 9,00 - 40,0 3,00 - 5,00	Geotechn. Büro	Ergänzung des Pegel- netzes, Erkundung hy- draulischer Verhält- nisse

Tab. 5.2: Zusammenstellung der Bohrungen und Sondierungen im Bereich der ZD Hünxe/Schermbeck



### 5.1.2.3 Lithologie

Die kretazischen Schichten wurden lediglich in der Tiefbohrung KB 1 (s. Anlage 1) mit Sicherheit angetroffen. Zwischen - 4,80 und - 13,00 m NN stehen schluffige Fein- und Mittelsande mit Dezimeter starken Schlufflagen an, die dem Recklinghäuser Mergelsand zuzurechnen sind.

Die Tertiär/Kreide-Grenze läßt sich bei den übrigen Tiefbohrungen nicht angeben, da sich die älteren Sedimente faziell kaum von dem überlagernden Walsumer Meeressanden unterscheiden. Diese wurden in den Bohrungen KB 1 bis KB 9 durchweg als schluffiger Fein- bis Mittelsand angesprochen. Seine Mächtigkeit beträgt ca. 15 m (Anl. 3 u. 4).

Die Ratinger Schichten wurden in einem geodätischen Niveau zwischen 19 m NN (SE) und 5 m NN (NW) aufgeschlossen (Abb. 5.3). Ihre Mächtigkeit schwankte zwischen 7,80 und 8,80 m (Anl. 3 u. 4). Im Gegensatz zu den Lintforter Schichten handelt es sich um homogenen fetten Ton mit sehr stark zurücktretenden Feinsandanteilen.

Die Lintforter Schichten erreichen im Projektgebiet Mächtigkeiten zwischen ca. 16 und 37 m. Entsprechend den morphologischen Gegebenheiten und dem Schichteinfallen des Tertiärs werden die größten Mächtigkeiten im Nord-Westen (KB7, T10) und die geringsten Mächtigkeiten im Süden (T1) erreicht.

Charakteristisch für die Lintforter Schichten ist eine ausgeprägte Feinschichtung im cm- bis dm-Bereich. Entgegen dem bisherigen Kenntnisstand weist das Normalprofil eine deutliche Zweiteilung auf. Im oberen, 14 bis 35 m mächtigen Profilabschnitt, dominieren schluffig-tonige Sedimente, Feinsandeinlagerungen treten zurück. Der Feinsandanteil nimmt innerhalb dieses Abschnitts im Projektgebiet von N nach S zu. Die stärksten Sandgehalte wurden in den Bohrungen T1 und T7 festgestellt.

In einigen Bohrungen wurden ca. 8 bis 17 m u. GOK, wie bereits bereichsweise in den Sondermüllkassetten aufgeschlossene, Kalkmergel-Linsen (Septarien) angetroffen. Dabei handelt es sich um bis zu 0,6 m mächtigen stark kalkhaltigen Schluff und Ton, der sich durch helle Gesteinsfarben abhebt. Die Verbreitung dieser Linsen ist nicht auf den bereits bekannten Horizont beschränkt, sondern erfaßt vermutlich das Gesamtprofil der Lintforter Schichten.

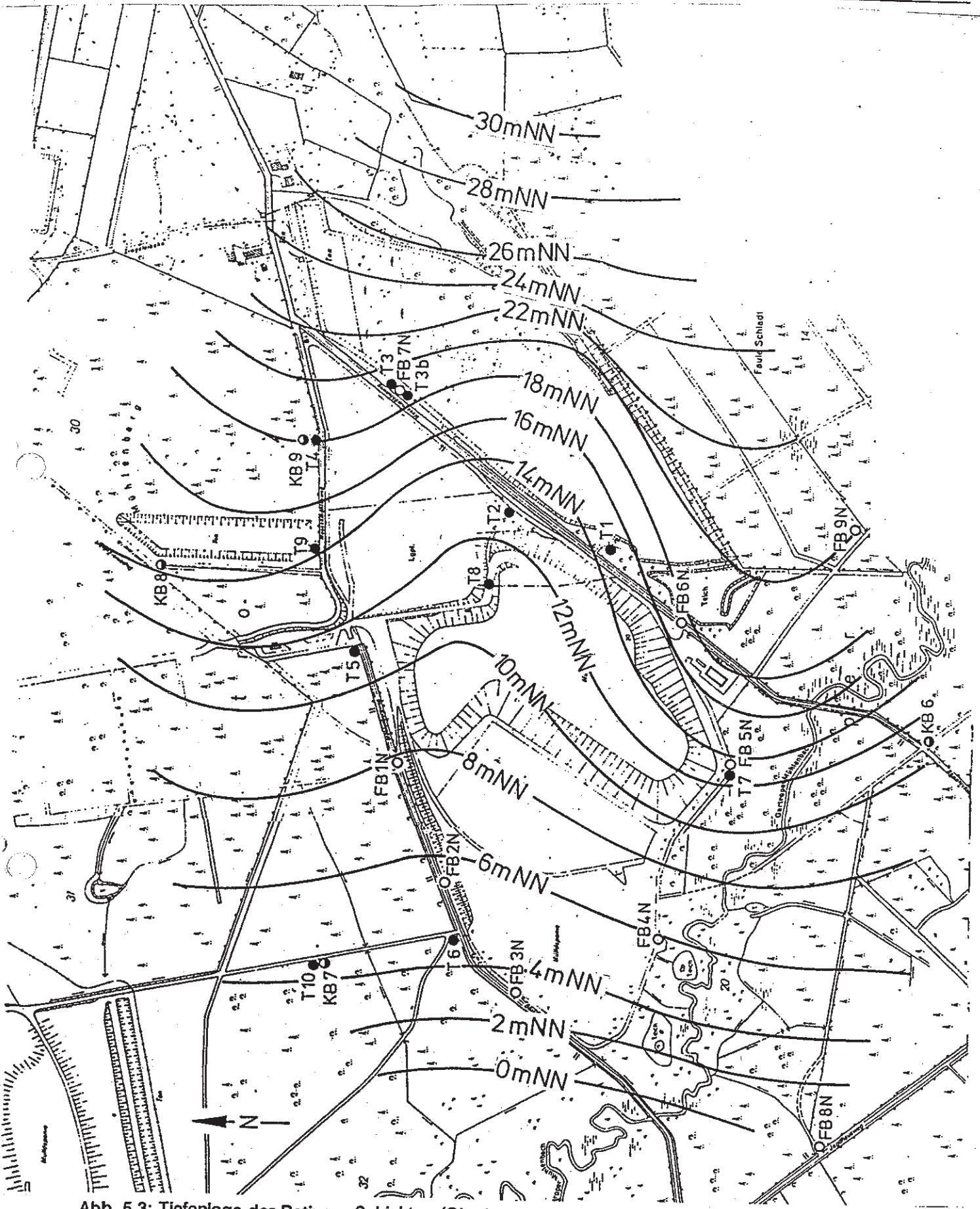


Abb. 5.3: Tiefenlage der Ratinger Schichten (Oberkante)

Neben diesen Kalkausfällungen treten Einlagerungen aus Pyrit, Toneisenstein und Gips auf. Ebenso läßt sich im überwiegenden Teil der Bohrungen eine bis über 4,70 m mächtige tonige Zwischenlage verfolgen. Die Unterkante dieses Horizontes liegt im Projektgebiet zwischen 19 und 34 m NN (Abb. 5.4); südlich der Deponie beißt er aus (T7, T1). Der Vergleich von relativ nah beieinanderliegenden Aufschlüssen zeigt, daß diese Schicht keine durchhaltende Qualität aufweist, sondern daß rasche horizontale Fazieswechsel vorherrschen. Während z.B. in den Bohrungen T4 und T5 bis zu 3,5 m stark schluffiger Ton angetroffen wurden, wurde in T9 lediglich 0,70 m stark toniger Schluff festgestellt.

Der untere Profilabschnitt der Lintforter Schichten ist durch Feinsandeinlagerungen bis zu 4 m Mächtigkeit gekennzeichnet. Das sich einheitlich in allen Bohrungen ergebende Bild läßt den Schluß zu, daß an der Basis der Lintforter Schichten ein durchgehender Feinsandhorizont mit schluffigen Einlagerungen existiert. Die Gesamtmächtigkeit dieses Profilabschnitts schwankt zwischen 0,85 m (T2) und 7,30 m (KB7).

Die quartären Ablagerungen bestehen aus Geschiebelehm, Flug- und Talsanden.

Der Geschiebelehm bildet im Projektgebiet eine nahezu geschlossene Deckschicht von ca. 2 bis 4 m Mächtigkeit aus feinsandigem Schluff und Ton mit dm-starken Feinsandeinlagerungen. In der Bohrung T 2 wurden unter einer 5,2 m mächtigen Auflage aus Hausmüll und Bauschutt 0,50 m Geschiebelehm angetroffen. Vermutlich liegt diese Bohrung im Randbereich der ehemaligen Tongrube (Altdeponie).

Der Flugsand findet sich in unregelmäßiger Verbreitung zwischen 0,20 und 3,00 m Mächtigkeit. Im Bereich des Gartroper Mühlenbachs ist der Geschiebelehm größtenteils ausgeräumt (T7, T8, KB 6, FB 5N) und durch Talsande, die im wesentlichen umgelagerten Flugsand darstellen, ersetzt. Im ersten Schüttbereich der Deponie Hünxe wurden die quartären Deckschichten bis auf die anstehenden Lintforter Schichten abgeschoben.

#### 5.1.2.4 Tektonik

Das Einfallen des tertiären Schichtenverbandes läßt sich mit größter Sicherheit an der Grenzfläche Ratinger Schichten/Walsumer Meeressand ablesen, da sich diese aufgrund der vorherrschenden faziellen Unterschiede exakt festlegen läßt (Abb. 5.5). Danach ergibt sich ein sehr gleichmäßiges Einfallen mit ca. 1,6 % nach WNW.

In der Bohrung KB 4 wurde die entsprechende Grenzschicht rund 10 bzw. 16 m tiefer als in den benachbarten Bohrungen KB 1 bzw. KB 3 erbohrt. Da ein entgegengesetztes Einfallen unwahrscheinlich ist, wird in diesem Bereich eine Verwerfung vermutet, an der die östliche Scholle relativ zur westlichen um ca. 20 m abgesunken ist.

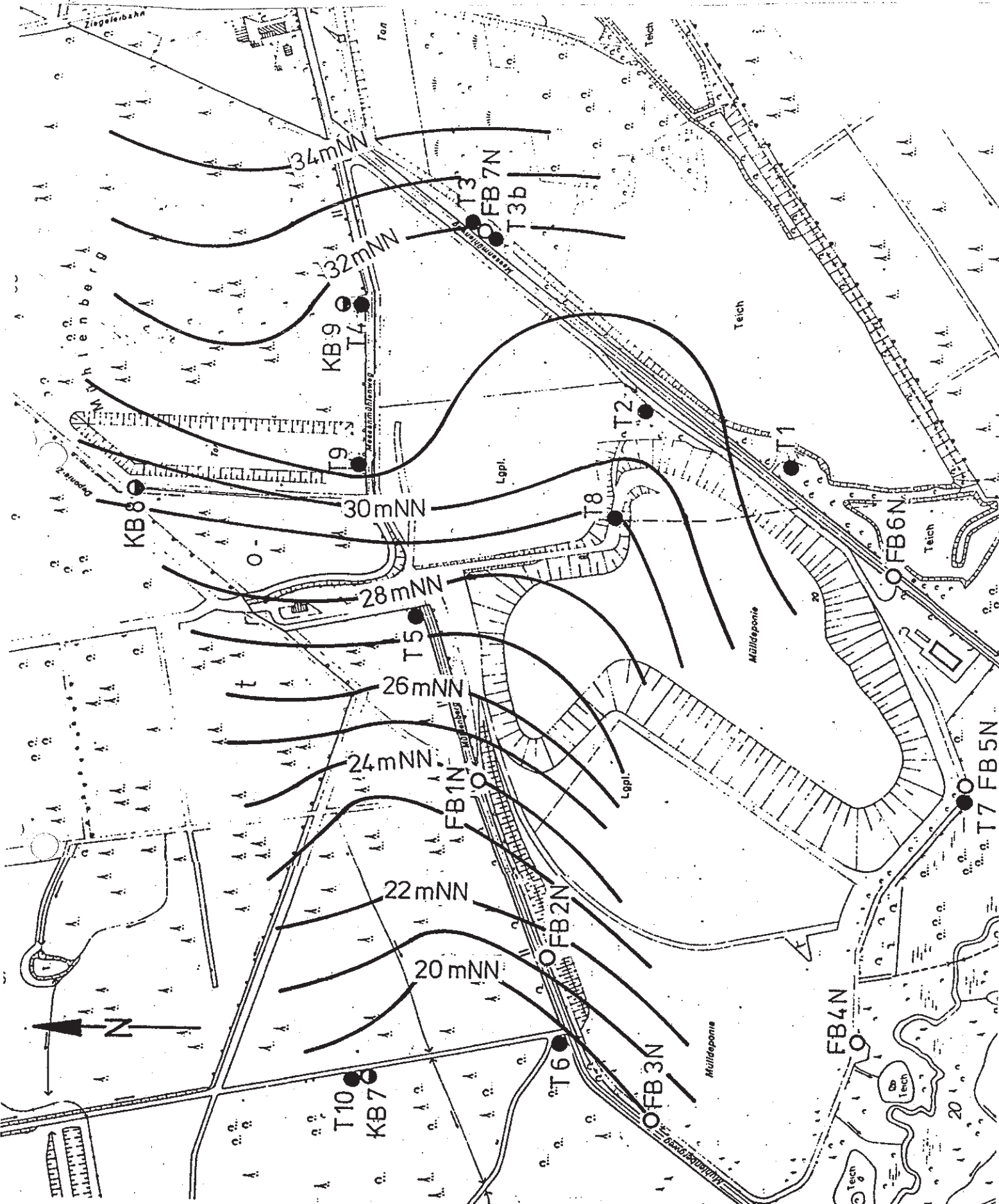


Abb. 5.4: Tiefenlage der tonigen Zwischenlage in den Lintforter Schichten (Unterkante)

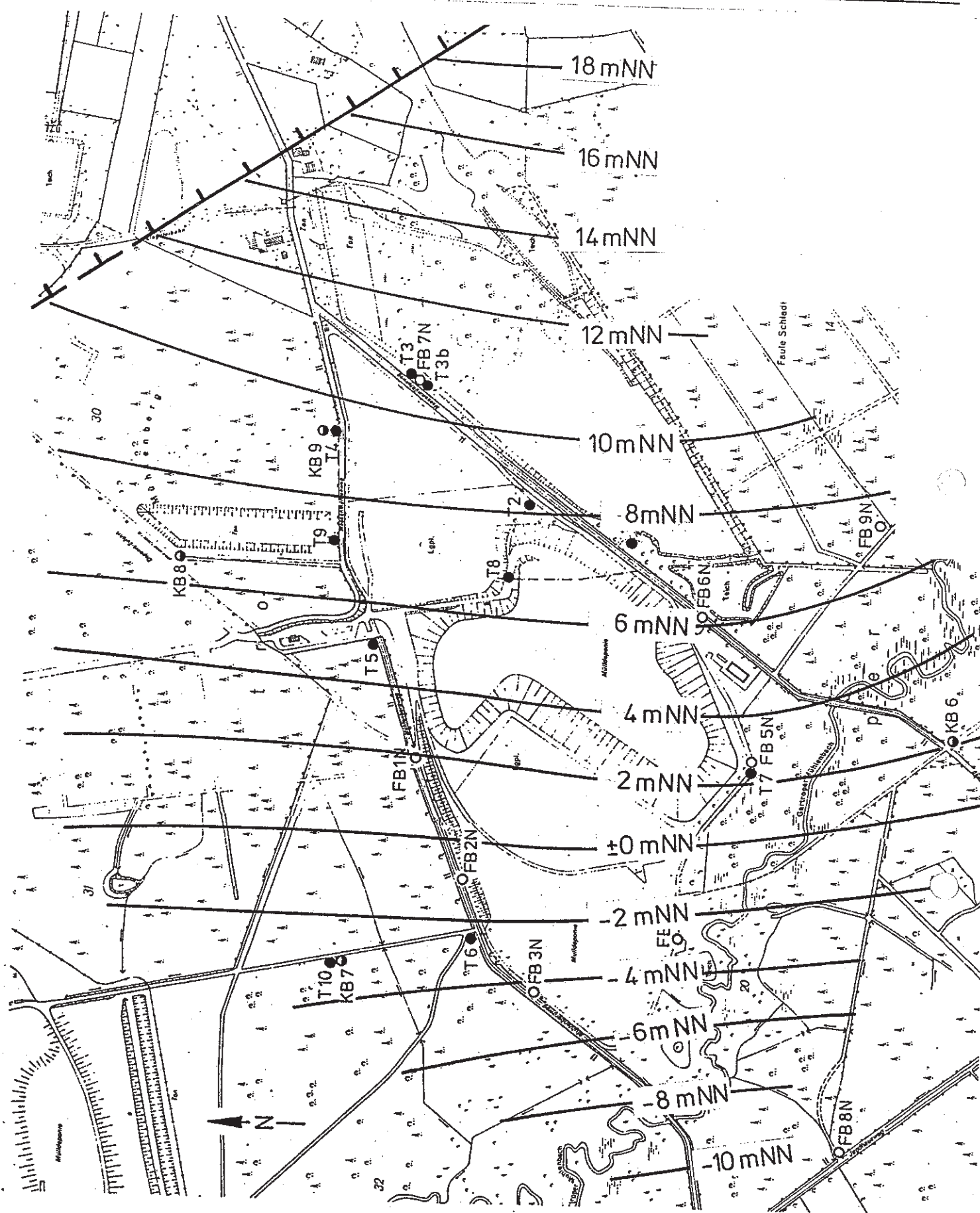


Abb. 5.5: Tiefenlage der Grenzfläche Ratinger Schichten/Walsumer Meeressand

## 5.2 Mineralogische und geotechnische Beschreibung der Lintforter und Ratinger Schichten

Die natürliche Barriere des Deponiestandortes Hünxe/Schermbeck besteht aus den tertiären Lintforter und Ratinger Schichten. Da die gesamte Deponie im Verbreitungsbereich dieser Schichten liegt, wird nachfolgend auf deren geotechnische und mineralogische Beschaffenheit eingegangen.

Die Ergebnisse älterer Untersuchungen sind in Anl. 3 des Berichtes des Geotechnischen Büros von Feb. 90 tabellarisch zusammengestellt. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen sind als A 2 beigefügt.

### 5.2.1 Kornverteilung

Analog zu den geologischen Geländeaufnahmen (Sondierungen, Schürfe, Wandbereiche) kommt in den Ergebnissen der Kornverteilungsanalysen das breite Kornspektrum der Lintforter Schichten zum Ausdruck. Der Anteil der Tonfraktion schwankt zwischen 3 und 50 %. Die entsprechenden Werte für die Schluff- und Sand/(Kies)-Fraktion liegen zwischen 5 und 91 % bzw. 4 und 90 %.

DÜLLMANN (1985) errechnete aus einem Stichprobenumfang von  $n = 322$  einen mittleren Ton/Schluff-Gehalt von 76,8 % bei einer Standardabweichung  $s$  von 10,2 %; die Tonfraktion besitzt einen Mittelwert von 27,2 % bei  $s = 7,6$  %. Entsprechend den großen Schwankungsbreiten fallen die Variationskoeffizienten mit 0,13 bis 0,44 sehr hoch aus (Abb. 5.6).

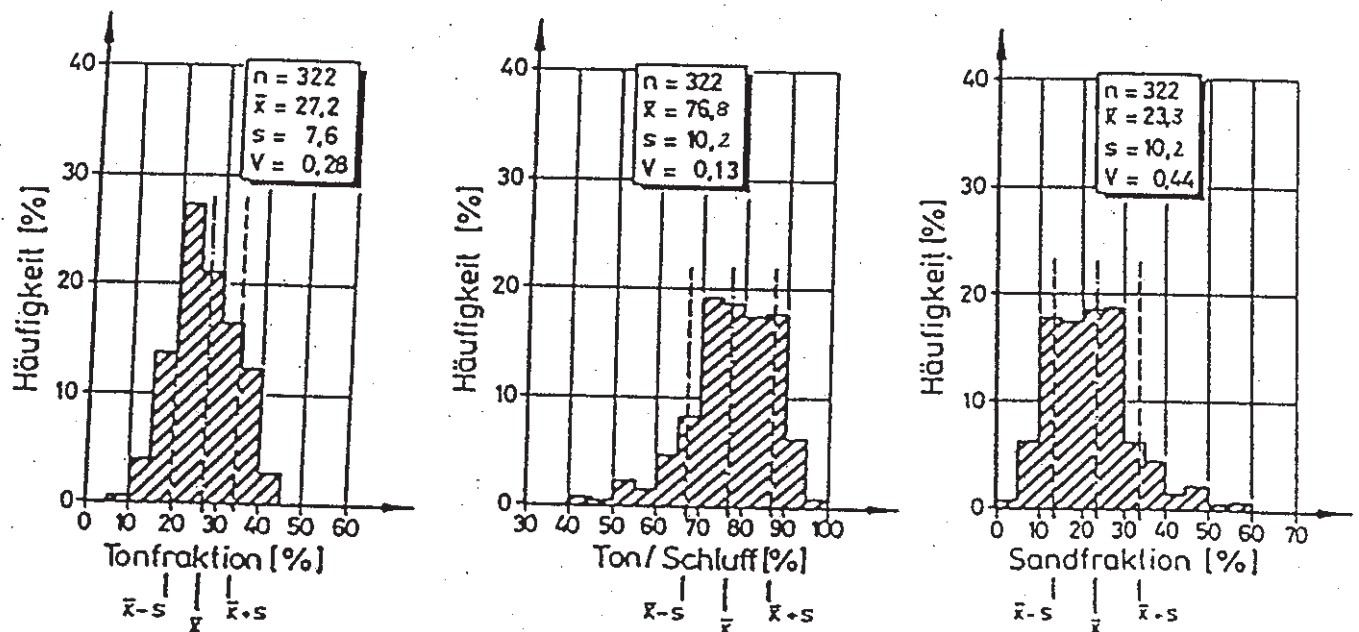


Abb. 5.6: Variation in der Kornzusammensetzung der Lintforter Schichten (aus: GEOTECHNISCHES BÜRO, 1985)

Die bisher untersuchten Proben stammen ausnahmslos aus dem oberen, vorwiegend schluffig-tonigen Profilabschnitt der Lintforter Schichten, während die neueren Untersuchungen beide Profilabschnitte erfassen (Tab. 5.3).

Die Ergebnisse schluffig-toniger Proben liegen eng um die errechneten Mittelwerte. Nach Darstellung aller Analyseergebnisse aus den oberen Lintforter Schichten im Dreistoffdiagramm (Abb. 5.7), ist dieser Profilabschnitt überwiegend als Ton, toniger Schluff oder toniger Lehm anzusprechen.

Der untere Profilabschnitt der Lintforter Schichten zeichnet sich durch erheblich höhere Sandgehalte aus. Aus 6 untersuchten Proben errechnet sich der mittlere Sandanteil zu 57,5 %, der mittlere Ton/Schluff-Gehalt zu 42,5 % (s.a. Abb. 5.8).

Bohrung	Teufe [m]	Horizont	Ton	Schluff	Sand
T 6	6,0 - 6,15	Li	40,9	41,8	17,3
T 6	22,1 - 22,2	Li	43,7	34,8	21,5
T 9	7,45	Li	35,6	39,2	25,2
KB 6	14,3 - 14,5	Li	37,6	43,5	18,9
T 1	19,0 - 20,0	Li (Fs)	15,5	15,4	69,1
T 3	19,6	Li (Fs)	18,0	19,6	62,5
T 3	21,0	Li (Fs)	9,4	11,2	79,4
T 7	17,0 - 17,5	Li (Fs)	29,7	32,1	38,2
T 7	18,0 - 18,5	Li (Fs)	28,6	26,0	45,4
T 7	19,5 - 20,0	Li (Fs)	26,6	23,6	50,1
T 7	22,6 - 22,9	Ra	56,1	38,6	5,2
T 9	34,2 - 34,4	Ra	56,7	35,8	7,5
KB 6	24,8 - 25,0	Ra	57,3	32,1	10,6

Tab.5.3: Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen



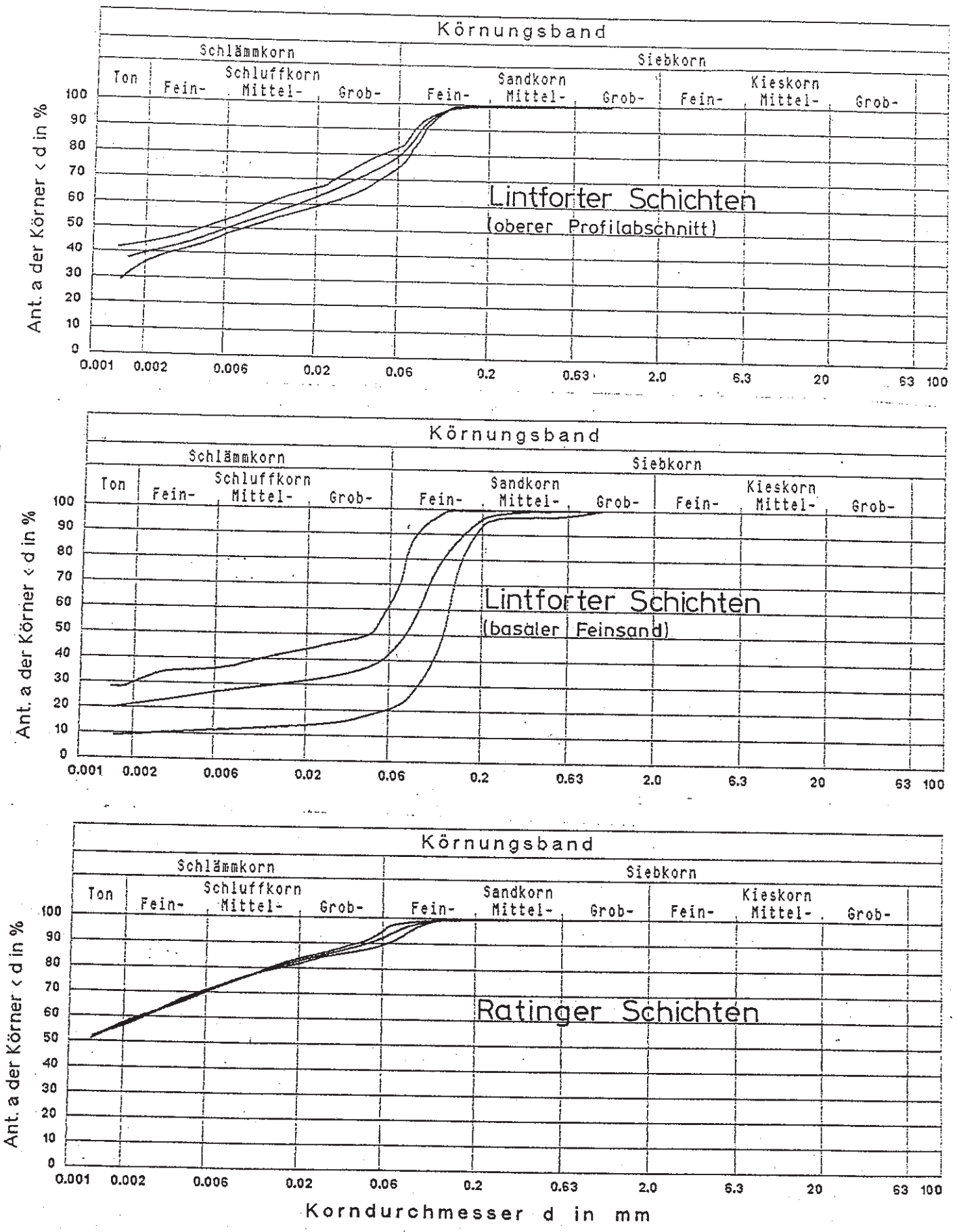
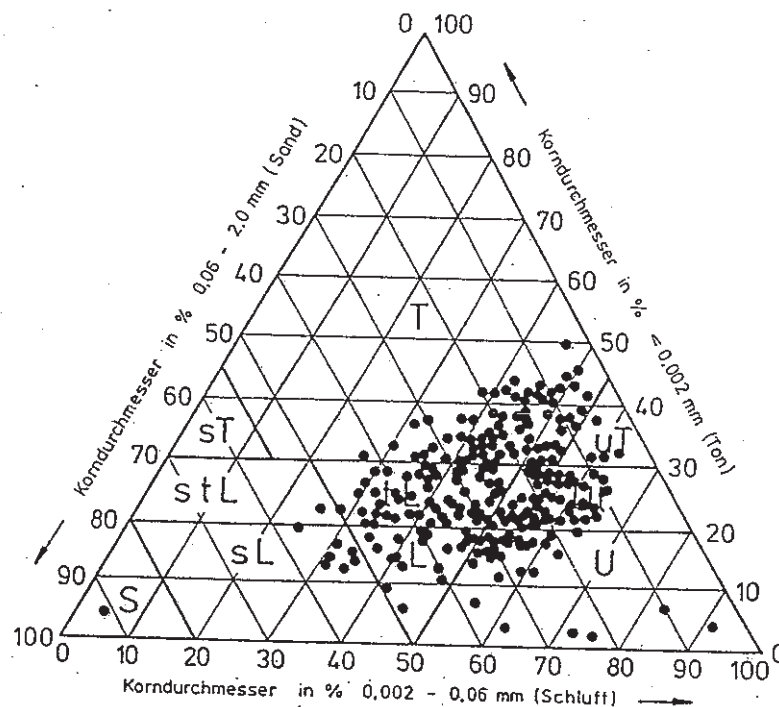


Abb. 5.8: Kornverteilungsbänder verschiedener Profilabschnitte des tonigen Tertiärs



**Abb. 5.7:** Darstellung der Kornverteilungsanalysen aus den tonig-schluffigen Lintforter Schichten im Dreistoffdiagramm

Die Rätinger Schichten heben sich von den tonig-schluffigen Lintforter Schichten durch einen insgesamt höheren Tonanteil und stark zurücktretende Feinsandanteile ab. Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen stimmen im wesentlichen mit dem durch die WBK (1974) ermittelten Körnungsband überein (Abb. 5.9).

#### 5.2.2 Mineralbestand, Wasseraufnahmevermögen, Aktivitätszahl

Die röntgenographische Ermittlung des Mineralbestands ergab, daß die Lintforter Schichten hauptsächlich Quarz - bedingt durch die Sandanteile - Serizit/Illit und Kaolinit führen; untergeordnet treten Smectit, Mixed-Layers, Limonit und Feldspat auf (INSTITUT f. MINERALOGIE u. LAGERSTÄTTENKUNDE a.d. RWTH Aachen, GEOTECHNISCHES BÜRO Dr.-Ing. H. DÜLLMANN, 1988).

Der Mineralbestand der Tonfraktion besteht in erster Linie aus Serizit/Illit und Kaolinit. Daneben treten Mixed Layers und Limonit in größeren Anteilen auf. Untergeordnet sind die Gehalte an Quarz und Smectit.

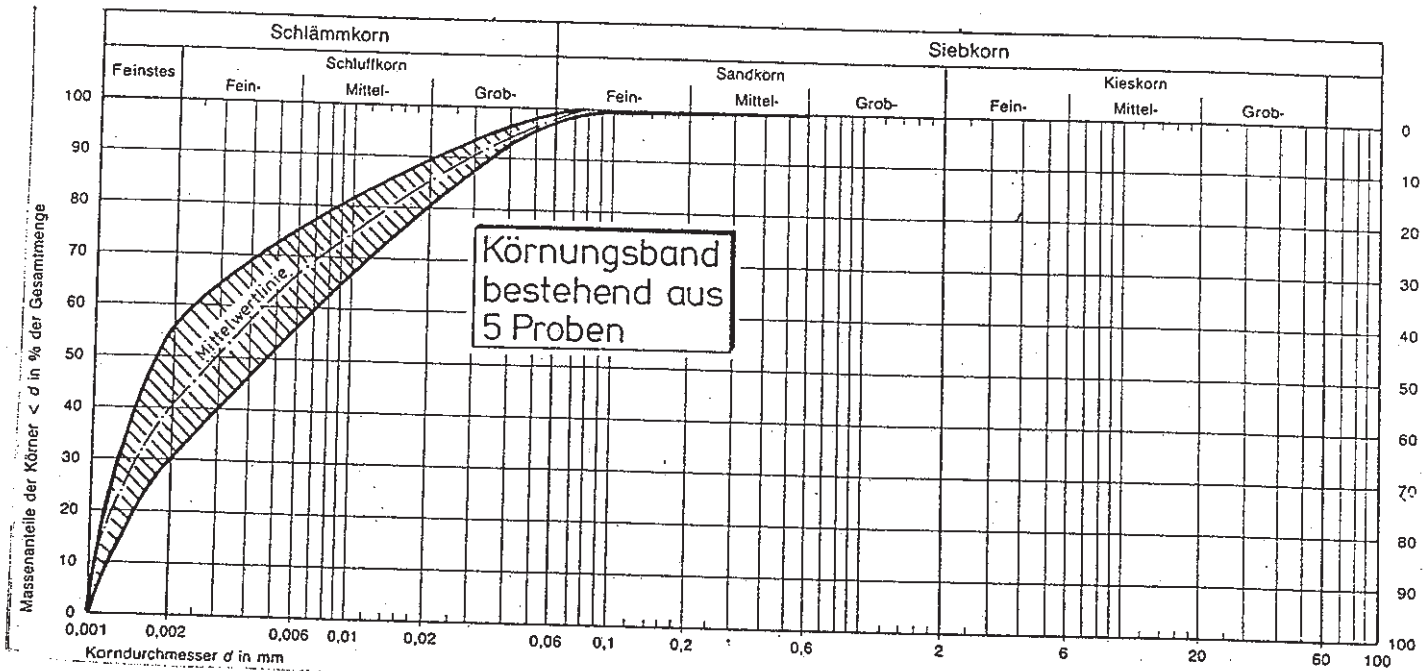


Abb. 5.9: Kornverteilungsband der Ratinger Schichten (nach: WBK, 1974)

Die relativ geringen Gehalte an quellfähigen Tonmineralen (Smectit-Gruppe) schlagen sich in der Aktivitätszahl und in der Wasseraufnahmefähigkeit nieder. Nach dem Diagramm von SKEMPTON (Abb. 5.10) sind die Lintforter Schichten als inaktiv bis normal aktiv anzusprechen. Der mittlere ENSLIN-Wert  $w_E = 65\%$  bestätigt die aus dem Aktivitätsdiagramm abgeleitete Feststellung eines normalen Materialverhaltens.

### 5.2.3 Korndichte, Trocken- und Feuchtdichte, Porenanteil

Die Korndichte von Proben aus den Lintforter Schichten schwanken zwischen  $2,59$  und  $2,70 \text{ t/m}^3$  bei einem Mittelwert von  $2,65 \text{ t/m}^3$  (Tab. 5.5). Dieses Ergebnis korrespondiert gut mit dem ermittelten Mineralbestand, wonach der Hauptgemengteil mit ca. 50 % aus Quarz besteht.

Die Korndichten der Ratinger Schichten liegen dagegen zwischen  $2,73$  und  $2,74 \text{ t/m}^3$ , was die geringeren Sandanteile und die höheren Tongehalte widerspiegelt.

Mineral	Gesamtzusammensetzung [%]	Zusammensetzung der Tonfraktion [%]
Quarz	47	5
Feldspat	3	
Smectit	5	5
Mixed-Layers	5	15
Serizit/Illit	15	40
Kaolinit	20	25
Limonit	5	10
$\Sigma$	100	100

Tab. 5.4: Mineralbestand der Lintforter Schichten

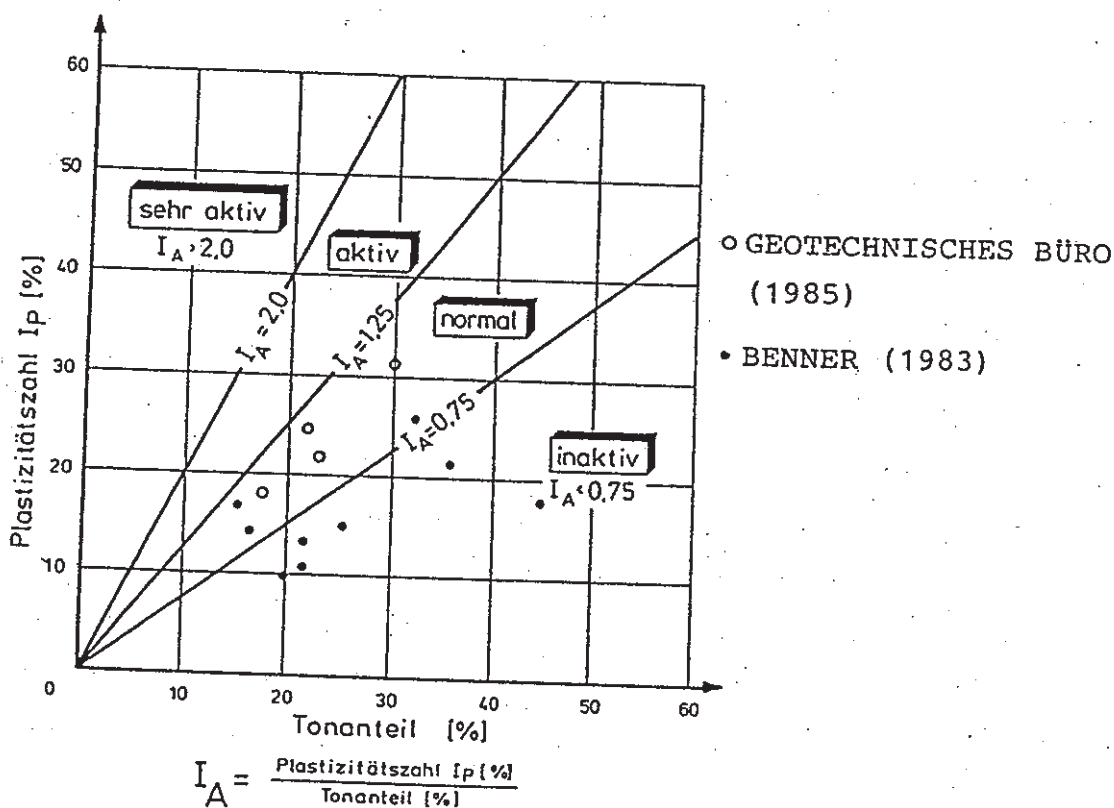


Abb. 5.10: Aktivität der tonig-schluffigen Lintforter Schichten (aus: GEOTECHNISCHES BÜRO, 1985, verändert)

Bohrung	Teufe [m]	Horizont	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]
T 1	11,0	Li	2,67
T 1	14,8	Li	2,62
T 2	7,6	Li	2,65
T 2	11,6	Li	2,67
T 4	10,7	Li	2,61
T 4	3,9	Li	2,62
T 5	14,5	Li	2,66
T 6	6,0	Li	2,67
T 7	13,8	Li	2,59
T 7	17,5	Li (fS)	2,60
T 7	18,5	Li (fS)	2,61
T 7	19,5	Li (fS)	2,64
T 7	20,5	Li (fS)	2,64
T 8	8,2	Li	2,69
T 8	25,3	Li (fS)	2,68
T 9	7,6	Li	2,68
KB 6	14,3	Li	2,70
T 5	38,4	Ra	2,73
T 9	34,4	Ra	2,74
KB 6	25,6	Ra	2,73

Tab. 5.5: Korndichte der Lintforter und Ratinger Schichten

Die Feuchtdichte von Proben aus den Lintforter Schichten beträgt im Mittel  $2,06 \text{ t/m}^3$  bei einer Schwankungsbreite von  $1,98 - 2,10 \text{ t/m}^3$ . Die Trockendichte schwankt zwischen  $1,57$  und  $1,84 \text{ t/m}^3$  bei einem Mittelwert von  $1,69 \text{ t/m}^3$ .

Die Raterger Schichten weisen geringfügig niedrigere Feucht- und Trockendichten auf. Während das mittlere Feuchtraumgewicht bei  $1,98 \text{ t/m}^3$ , beträgt die mittlere Trockendichte  $1,56 \text{ t/m}^3$ .

Bohrung	Teufe	Horizont	$\rho$ [ $\text{t/m}^3$ ]	$\rho_d$ [ $\text{t/m}^3$ ]	n [%]
T 5	14,5	Li	2,08	1,72	35
T 5	27,5	Li	1,98	1,57	41
T 6	6,15	Li	2,10	1,84	31
T 8	8,2	Li	2,09	1,73	35
T 8	25,3	Li (Fs)	2,04	1,62	39
T 9	7,45	Li	2,04	1,67	37
KB 6	14,3	Li	2,06	1,71	35
T 5	38,4	Ra	1,98	1,54	44
T 7	22,8	Ra	2,00	1,60	41
T 8	32,8	Ra	1,91	1,52	44
T 9	34,4	Ra	2,01	1,58	42

Tab. 5.6: Feucht- und Trockendichten sowie Porenanteile der Lintforter und Raterger Schichten

Der Porenanteil beträgt in den Lintforter Schichten im Mittel ca. 36 %; in den Raterger Schichten im Mittel ca. 43 %, was auf den erhöhten Feinkornanteil zurückzuführen ist.

#### 5.2.4 Wassergehalt, Plastizität, Konsistenz

Die natürlichen Wassergehalte der Lintforter Schichten weisen mit einem Variationskoeffizienten von 0,13 ebenfalls eine relativ große Schwankungsbreite auf. Der Mittelwert aus insgesamt 327 untersuchten Proben beträgt 27,7 % (Abb. 5.11). Die Grenzwassergehalte liegen im Mittel bei 50,7 bzw. 27,1 %. Auch hier treten entsprechend dem Körnungsspektrum große Schwankungen auf, die durch hohe Variationskoeffizienten ausgedrückt werden.

Aufgrund der großen Schwankung der Plastizitätszahlen ist der untersuchte Boden nach dem Plastizitätsdiagramm nach CASAGRANDE (Abb. 5.12) überwiegend als leicht (TL) bis ausgeprägt plastischer Ton (TA) anzusprechen. Einzelne Werte liegen auch unterhalb der A-Linie, was auf organische Beimengungen hindeutet.

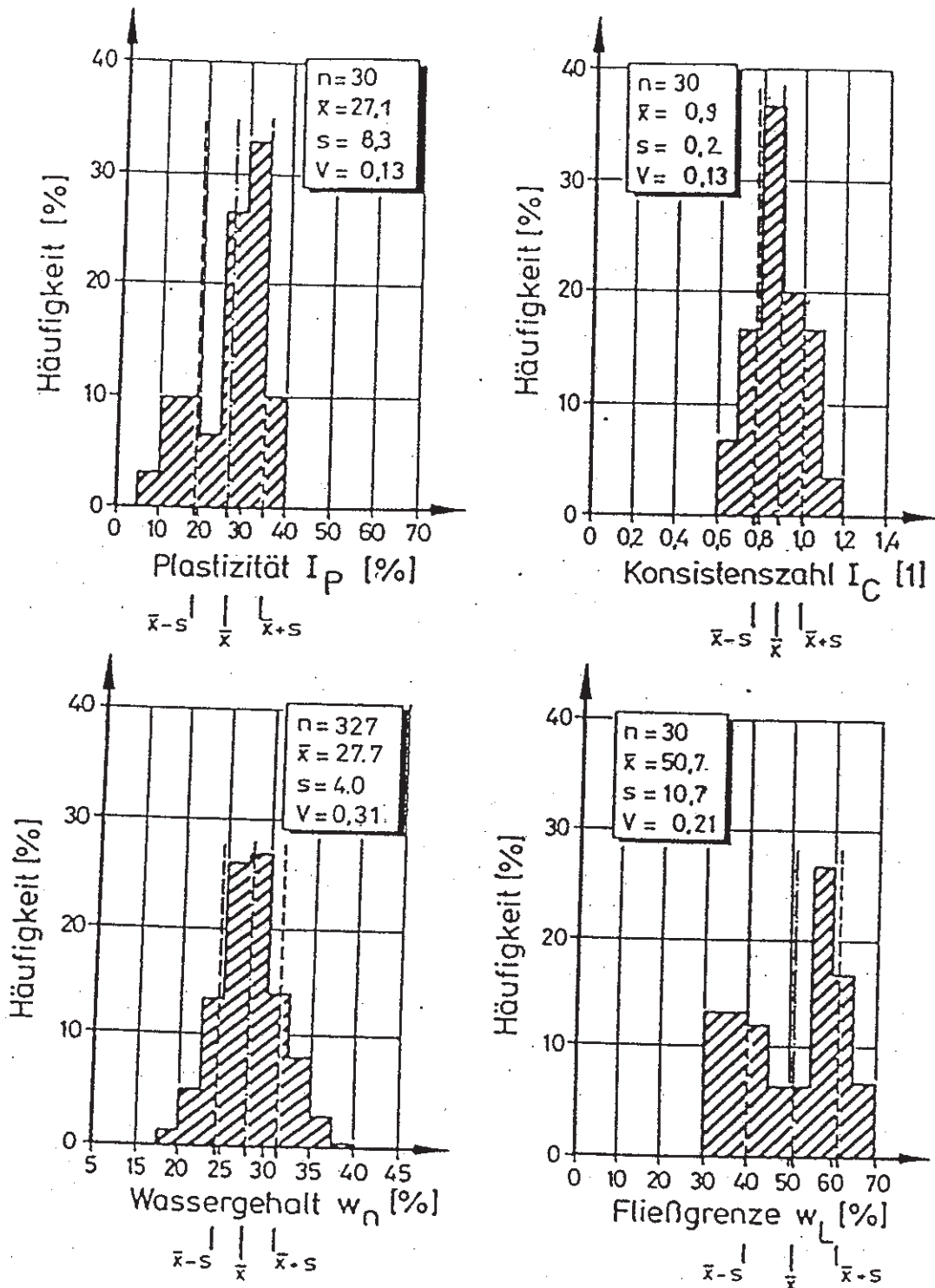


Abb. 5.11: Häufigkeitsverteilung und statistische Kennzahlen der Plastizitätskennwerte (nach: GEO-TECHNISCHES BÜRO, 1985, verändert)

Die Berechnung der Konsistenzzahlen ergab Werte zwischen 0,63 und 1,14, wonach die Lintforter Schichten in weicher bis halbfester Konsistenz vorliegen. Der Mittelwert von 30 Proben aus den Ratinger Schichten beträgt 0,89 (Abb. 5.11), was einer steifen Konsistenz entspricht.

Der Wassergehalt der Ratinger Schichten beträgt im Mittel 30,6 % bei einem Variationskoeffizienten von 0,16. Profilabhängige Zunahmen des Wassergehaltes sind nicht erkennbar (A 2.1).

#### 5.2.5. Kalkgehalt und Glühverlust

Der Kalkgehalt der Lintforter Schichten schwankt nach Ergebnissen älterer und neuerer Untersuchungen i.d.R. zwischen ca. 0,5 und 20 % (A 2.1). Höhere Kalkgehalte bis über 70 % treten lediglich in eingelagerten Kalksteinlinsen auf, die seitlich in mürbe Mergel und mergelige Schluffe und Tone mit Kalkgehalten um 40 - 50 % übergehen. Diese extremen Kalkanreicherungen treten jedoch eng begrenzt auf (s.a. Abschn. 5.1.2.3).

Der Glühverlust variiert zwischen 1,15 und 15,63 % bei einem Mittelwert von 4,88 %. Danach sind die Lintforter Schichten i.d.R. nicht als organischer Boden anzusprechen.

#### 5.2.6 Verdichtungsverhalten

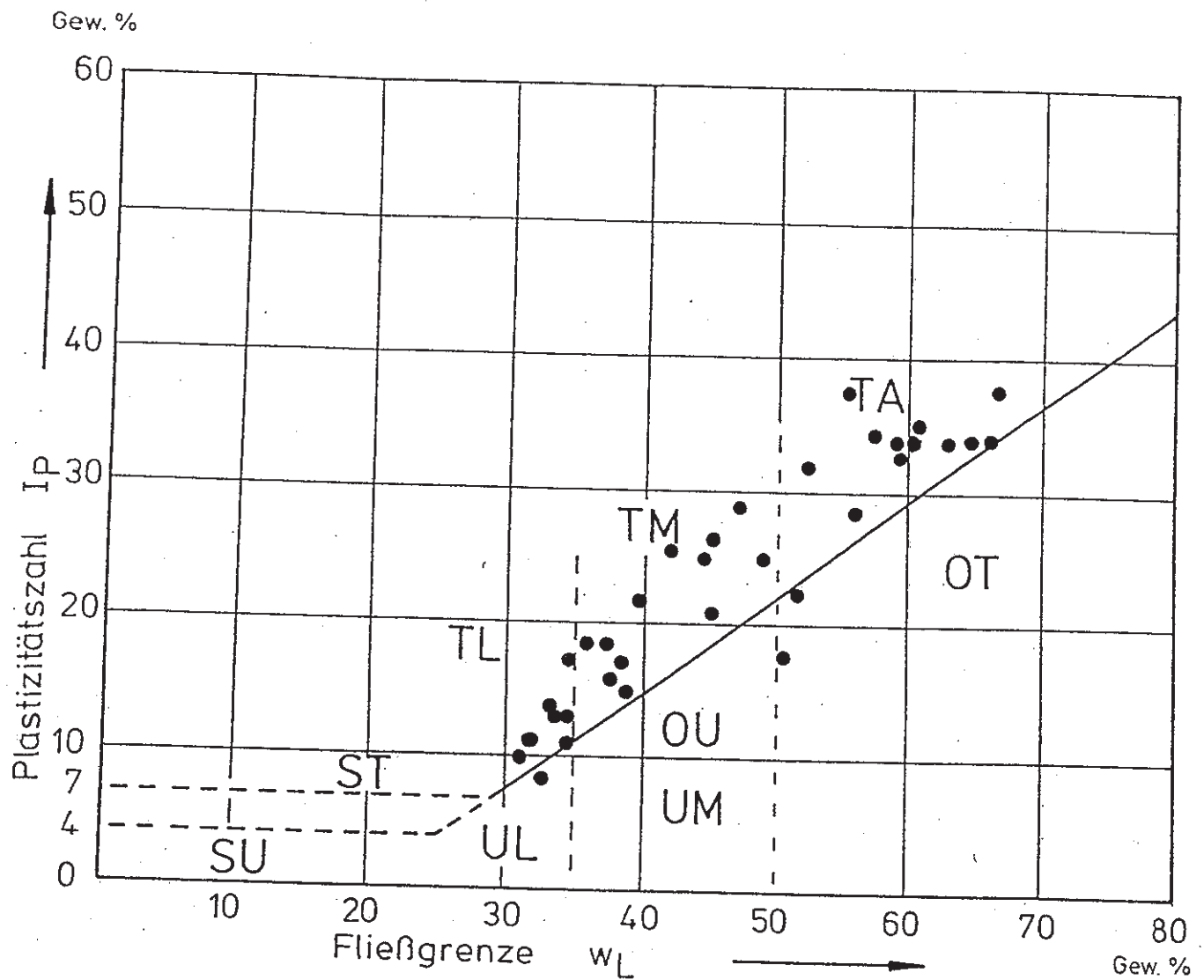
Die einfache Proctordichte wurde in 8 Versuchsserien untersucht (Abb. 5.13). Die mittlere Proctordichte liegt bei  $1,64 \text{ t/m}^3$  bei Streuungen der Einzelwerte zwischen  $1,56$  und  $1,7 \text{ t/m}^3$ . Der optimale Wassergehalt variiert zwischen 14,0 und 22,7 %. Im Mittel liegt er bei 18,3 % und damit etwa 9 - 10 % unter dem mittleren natürlichen Wassergehalt. Die Streuungen der Verdichtungskennwerte haben ihre Ursache in den Streuungen des Körnungsspektrums und der plastischen Eigenschaften. Aus dem Verhältnis der mittleren Trockendichte zur mittleren Proctordichte errechnet sich für die anstehenden Lintforter Schichten ein Verdichtungsgrad von i.M. 102 %.

#### 5.2.7 Durchlässigkeit

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsverhaltens der Lintforter Schichten lagen bisher 40 Einzeluntersuchungen an zumeist extrem kleinen Prüfkörpern (Bodentabletten) vor. Die Ergebnisse sind in Tab. 5.7 zusammengestellt.

Auffallend groß sind die Unterschiede zwischen Labor- und In-situ-Methoden nach den Untersuchungen von OLZEM (1985) im Monobereich.





- SU: Sand - Schluff - Gemische
- ST: Sand - Ton - Gemische
- TL: leicht plastische Tone
- TM: mittelplastische Tone
- TA: ausgeprägt plastische Tone
- UL: leicht plastische Schluffe
- OU: Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe
- UM: mittelplastische Schluffe
- OT: Tone mit organischen Beimengungen und organogene Tone

Abb. 5.12: Darstellung der Plastizitätsbestimmungen an Proben aus den Lintforter Schichten im Plastizitätsdiagramm

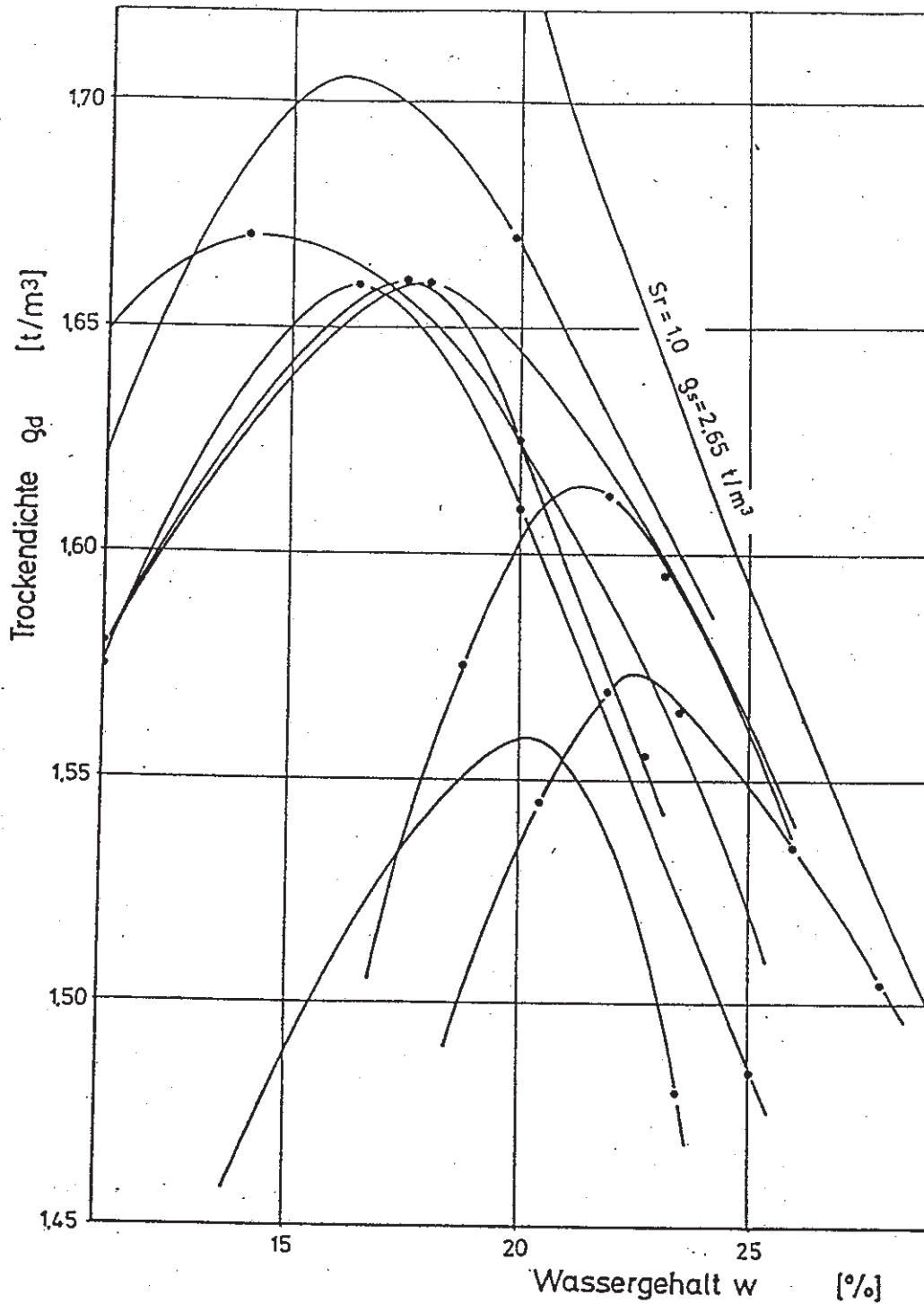


Abb. 5.13: Ergebnisse von Verdichtbarkeitsprüfungen an den Lintforter Schichten

Quelle	Probenherkunft	Prüfmethode	Probenanzahl	K-Wert-Bereich [m/s]
OLZEM (1985)	Kassettenbereich	Vollvergußmethode	2	$1,3 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-10}$
	Monobereich		2	$1,0 \times 10^{-11} - 2,5 \times 10^{-11}$
	Monobereich	Standrohrtest	9	$2 \times 10^{-9} - 5 \times 10^{-9}$
DIETRICH-LEONHARDT (1988)	Kassette 4	Kompressionsversuch	20	$3 \times 10^{-12} - 1,7 \times 10^{-9}$
DIETRICH-LEONHARDT (1981)	Gesamtbereich	Kompressionsversuch	7	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-11}$

Tab. 5.7: Durchlässigkeitsverhalten der Lintforter Schichten, ältere Untersuchungen

Im Rahmen der neueren Untersuchungen wurde die Gesteinsdurchlässigkeit gemäß der Verwaltungsvorschriften des Landes NW im Triaxialgerät bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tab. 5.8 zusammengestellt.

Für die Lintforter Schichten wurde eine Schwankungsbreite zwischen  $1,4 \times 10^{-9}$  und  $4,4 \times 10^{-12}$  m/s bei einem mittleren K-Wert von  $1,8 \times 10^{-10}$  m/s ermittelt.

Für die Ratinger Schichten ergab sich eine Schwankungsbreite zwischen  $7,2 \times 10^{-11}$  und  $4,6 \times 10^{-12}$  m/s. Der Mittelwert beträgt  $2,8 \times 10^{-11}$  m/s. Nach diesen Ergebnissen liegt die Gesteinsdurchlässigkeit der Ratinger Schichten im Mittel knapp eine Zehnerpotenz unter der der Lintforter Schichten.

### 5.3 Hydrogeologische Situation

#### 5.3.1 Grundwasserstockwerke

Nach dem bisherigen Kenntnisstand existierten im Projektbereich zwei getrennte Grundwasserstockwerke. Der wasserwirtschaftlich genutzte Hauptgrundwasserleiter besteht aus den tertiären Walsumer Meeresanden und den kretazischen Recklinghäuser Schichten im Liegenden der Ratinger Schichten.

Bohrung	Teufe [m]	Horizont	K-Wert [m/s]
T 1	21,00 - 21,22	Li	$6,4 \times 10^{-11}$
T 2	7,90 - 8,20	Li	$1,4 \times 10^{-11}$
T 2	14,30 - 14,60	Li	$3,0 \times 10^{-11}$
T 3	12,30 - 12,50	Li	$4,6 \times 10^{-11}$
T 4	7,70 - 7,90	Li	$9,5 \times 10^{-11}$
T 4	13,70 - 13,90	Li	$4,4 \times 10^{-12}$
T 5	14,30 - 14,50	Li	$1,4 \times 10^{-9}$
T 6	6,00 - 6,15	Li	$4,1 \times 10^{-11}$
T 6	22,10 - 22,20	Li	$3,1 \times 10^{-11}$
T 8	8,00 - 8,20	Li	$4,0 \times 10^{-10}$
T 3	22,80 - 23,00	Ra	$4,0 \times 10^{-11}$
T 4	31,50 - 31,70	Ra	$4,6 \times 10^{-12}$
T 5	38,20 - 38,40	Ra	$5,1 \times 10^{-12}$
T 7	22,60 - 21,80	Ra	$7,2 \times 10^{-11}$
T 8	32,50 - 32,80	Ra	$2,0 \times 10^{-11}$

**Tab. 5.8:** Durchlässigkeitsverhalten der Lintforter und Ratinger Schichten nach Triaxialversuchen

Oberflächennah ist in den quartären Deckschichten aus Flugsanden und dem sandig durchsetzten Geschiebelehm der obere Grundwasserleiter ausgebildet.

Nach den Ergebnissen der jüngsten Untersuchungen sind jedoch auch die Lintforter Schichten wasserführend. Das hier ausgebildete Grundwasserstockwerk (Zwischenstockwerk) unterscheidet sich in seinem hydraulischen Verhalten deutlich von den bisher bekannten.

Abb. 5.14 zeigt ein Normalprofil im Projektgebiet und die darin ausgebildeten Grundwasserstockwerke.

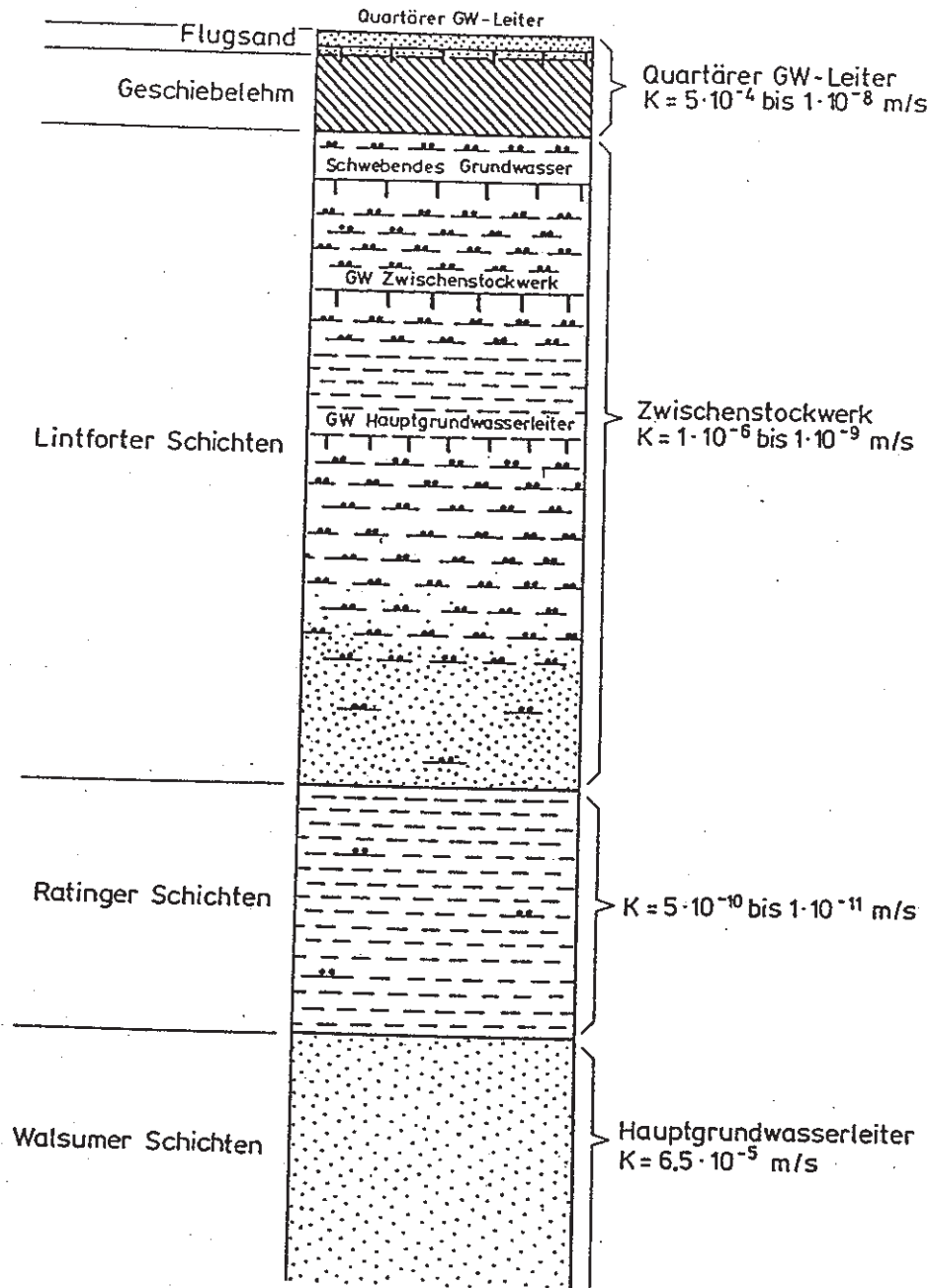


Abb. 5.14: Grundwasserstockwerke im Projektgebiet

### 5.3.2 Grundwasserstände und -fließrichtungen

Der Hauptgrundwasserleiter wird durch die überlagernde schluffig-tonige Schichtabfolge gespannt. Die Flurabstände liegen je nach morphologischer Situation zwischen ca. 0 und 18 m. Die Auswertung der Grundwasserstandsdaten der älteren Pegel KB 1 N, KB 2, KB 4 und KB 5 von September 1986 bis August 1989 ergab eine NNW gerichtete Fließrichtung bei jährlichen Wasserstandsschwankungen von ca. 1 m.

Die neu erstellten Tiefpegel KB 6 bis KB 9 werden seit ihrer Fertigstellung wöchentlich durch die AGR eingemessen. Die Wasserstandsdaten stimmen gut mit den bisherigen Daten überein. In Abb. 5.15 sind die Grundwasserstandsgleichen vom 14.11.1990 dargestellt. Daraus ergibt sich ebenfalls eine nördlich gerichtete Abstromrichtung bei einem Fließgefälle von ca. 0,2 %. Die Schwankungsbreite der Wasserstandsdaten betrug im Beobachtungszeitraum maximal 0,30 m (Abb. 5.16).

Die Grundwasserstände der im Zwischenstockwerk errichteten Pegel T 1 bis T 10 wurden zunächst arbeitstäglich und nach Abschluß der Geländearbeiten wöchentlich eingemessen. Die entsprechenden Ganglinien von Juni bis November 1990 sind Abb. 5.17 zu entnehmen.

Daraus wird ersichtlich, daß abgesehen von kurzzeitigen Beeinflussungen durch Pumpversuche sehr ausgeglichene Grundwasserstände vorherrschen. Eine direkte Reaktion auf Niederschlagsereignisse ist nicht erkennbar.

In Abb. 5.18 sind die Grundwasserstandsgleichen vom 14.11.1990 dargestellt. Die Pegel T 3b und T 6 sind in der Darstellung nicht berücksichtigt, da sie nicht wie die übrigen Pegel die Gesamtmächtigkeit oder den basalen Teil der Lintforter Schichten erfassen, sondern nur im oberen Profilabschnitt verfiltert sind (A 1.2.4 und 1.2.7).

Die höchsten Grundwasserstände werden mit über 39 m NN im nordöstlichen Projektgebiet bei T 4 erreicht. Von dort erfolgt ein Abstrom nach SW auf Höhen um ca. 33 m NN (T 7). Das Fließgefälle nimmt von ca. 1,2 % im NE auf ca. 0,43 % im SW ab.

Nachdem in den ersten 3 Bohrungen (T 2, T 4 und T 3) einheitlich Feinsandeinlagerungen an der Basis der Lintforter Schichten festgestellt worden waren, wurde unmittelbar neben T 3 eine Vergleichsbohrung bis ca. 3,00 m oberhalb des Feinsandhorizontes abgeteuft (T 3 b). Während T 3 nur im basalen Feinsand verfiltert ist, erfaßt T 3 b den oberen Profilabschnitt der Lintforter Schichten (A 1.2.3 und 1.2.4). In T 3 b stand der Grundwasserspiegel im Beobachtungszeitraum ca. 0,5 - 0,6 m über dem Niveau in T 3, woraus hervorgeht, daß die im unteren Profilabschnitt zirkulierenden Wässer durch die überlagernden schluffig-tonigen Sedimente zumindest bereichsweise gespannt werden.

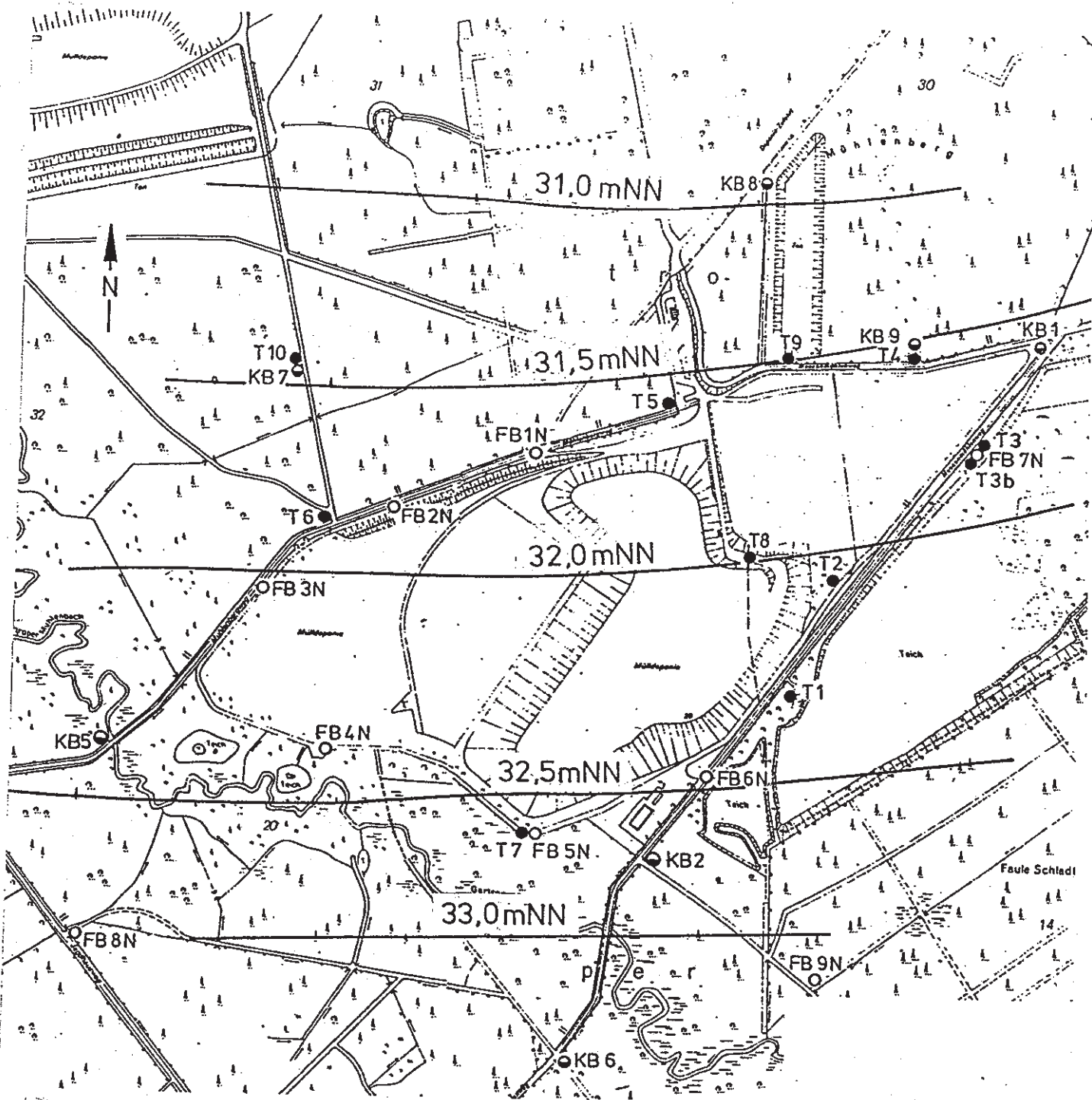


Abb. 5.15: Grundwassergleichen des Hauptgrundwasserleiters vom 14.11.1990

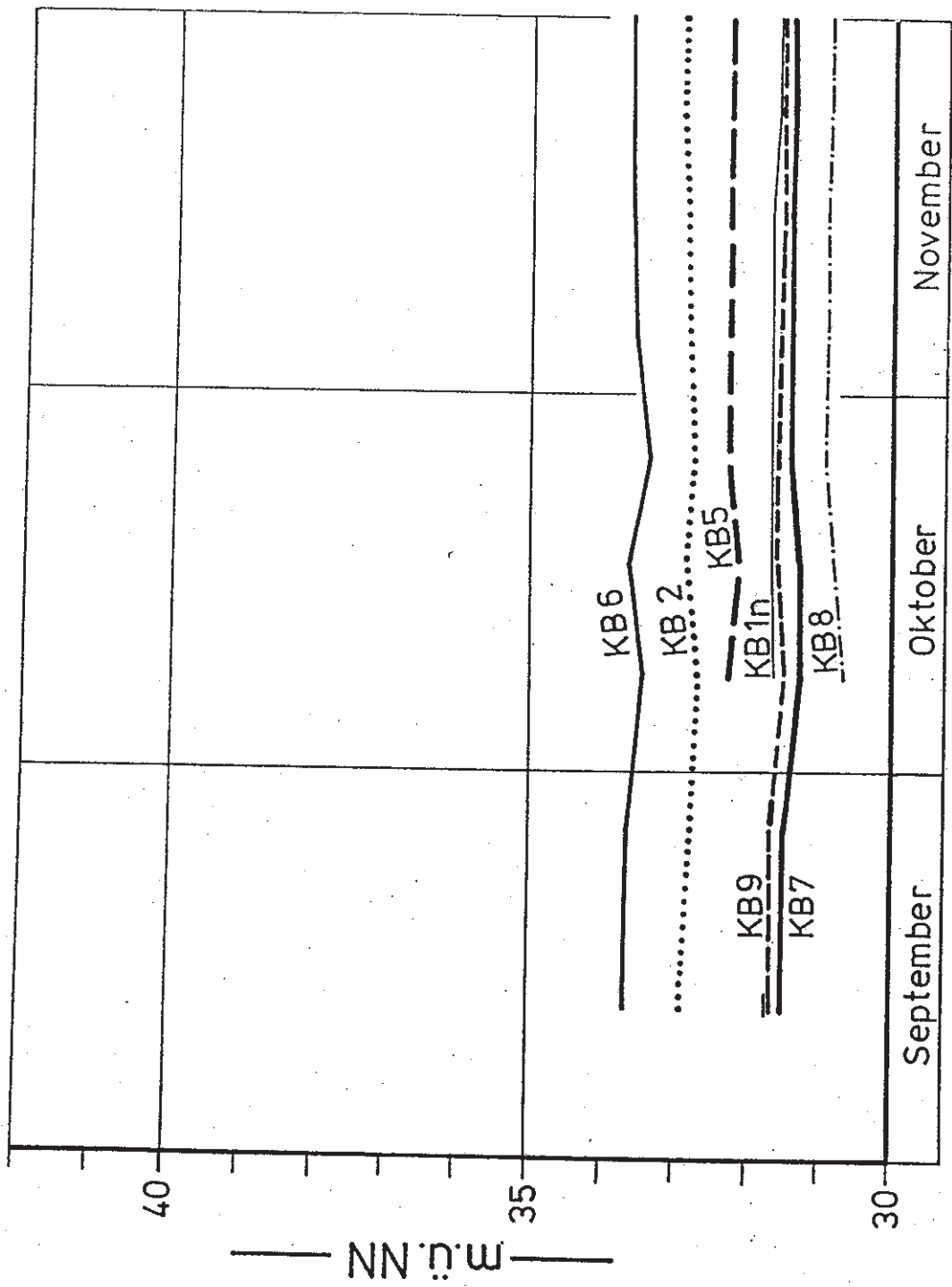


Abb. 5.16: Grundwasserganglinien des Hauptgrundwasserleiters von Sept. bis Nov. 90



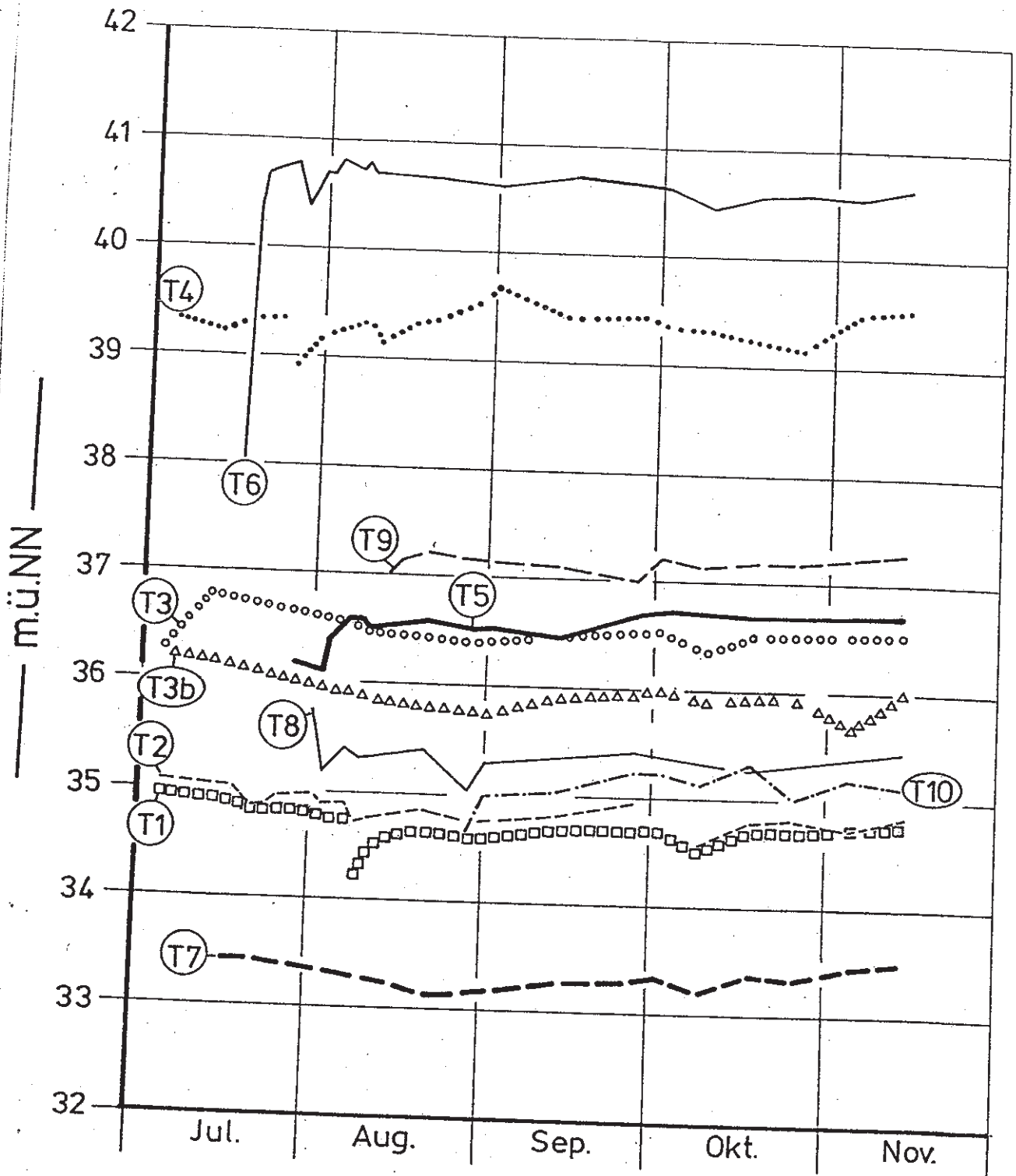


Abb. 5.17: Grundwasserganglinien des Zwischenstockwerks von Juni bis Nov. 90

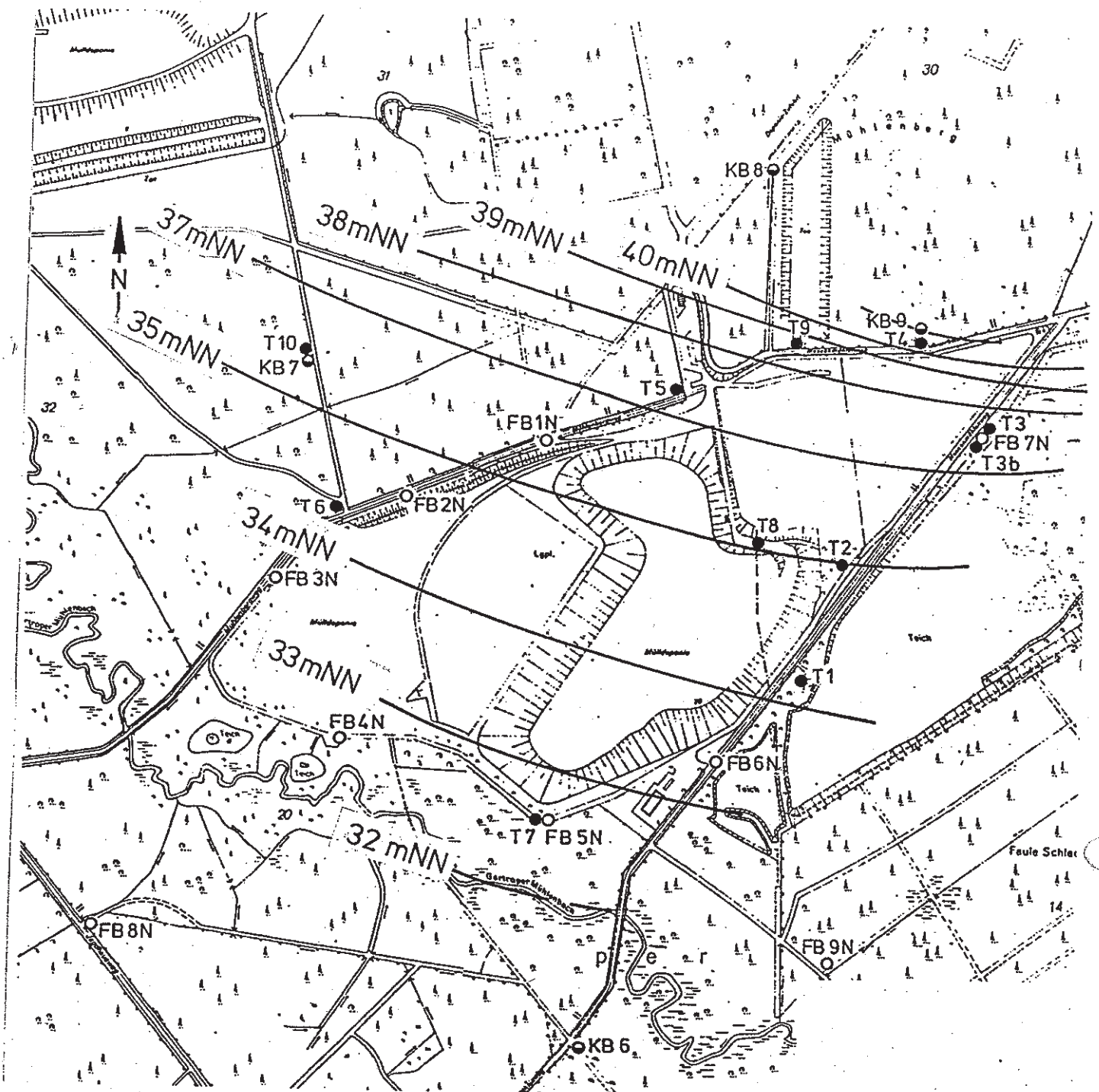


Abb. 5.18: Grundwassergleichen des Zwischenstockwerks vom 14.11.1990

Der Pegel T 6 wurde auf der in diesem Bereich sehr mächtig ausgebildeten tonigen Zwischenlage abgesetzt (Anl. 5) und im darüberliegenden Abschnitt der Lintforter Schichten verfiltert. Der Wasserstand in diesem Pegel liegt ca. 6 m über dem Druckwasserspiegel des basalen Feinsandhorizontes. Daraus wird ersichtlich, daß auf stauenden Zwischenschichten schwebende Grundwasserstockwerke ausgebildet sind (s.a. Abb. 5.14).

Da der quartäre Grundwasserleiter unmittelbar durch versickernde Niederschläge gespeist wird, treten gegenüber den übrigen Stockwerken wesentlich stärkere Grundwasserstandsschwankungen auf (Abb. 5.19). Im Beobachtungszeitraum war der obere Aquifer durchgängig wassergefüllt. Die Flurabstände schwankten zwischen ca. 0,50 und 3,30 m. Die Fließrichtungen werden maßgeblich durch die Morphologie der Oberkante der Lintforter Schichten bestimmt, die in etwa der Geländemorphologie entspricht (Abb. 5.20). Nördlich der Deponie herrscht ein WSW gerichteter Abstrom. Das Fließgefälle nimmt von ca. 0,25 % im Osten auf ca. 4 % im Westen zu. Südwestlich der Deponie strömt das Grundwasser mit ca. 2 % Gefälle dem Gartroper Mühlenbach zu. Im Osten ist der Grundwasserstrom auf den Fischteich südlich des Meesenmühlenwegs hin gerichtet. Örtlich treten aufgrund der unregelmäßigen Verteilung von Feinsandeinlagerungen im Geschiebelehm erhebliche Abweichungen von den genannten Fließrichtungen auf.

### 5.3.3 Durchlässigkeiten

Im Rahmen der jüngsten hydraulischen Untersuchungen von Mai bis August 1990 wurde lediglich die Gebirgsdurchlässigkeit der Lintforter und Ratinger Schichten untersucht. Bezüglich der Durchlässigkeiten des Hauptgrundwasserleiters und des quartären Grundwasserleiters wird auf die Ergebnisse älterer Untersuchungen verwiesen. Danach kann für den Walsumer Meeressand ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $K = 6,5 \times 10^{-5}$  m/s und für den Geschiebelehm Durchlässigkeiten von  $5 \times 10^{-4}$  bis  $1 \times 10^{-8}$  m/s angesetzt werden.

Die Gebirgsdurchlässigkeit der Lintforter und Ratinger Schichten wurde mittels unterschiedlicher hydraulischer Methoden umfangreich erkundet (Abschn. 4.1.2 und 4.1.3).

#### 5.3.3.1 Ergebnisse hydraulischer Bohrlochtests

In den Bohrungen T 1 bis T 9 und KB 6 bis KB 9 wurden bohrungsbegleitend Auffüllversuche bzw. bei erkennbaren Wasserzutritten Absenkversuche durchgeführt.

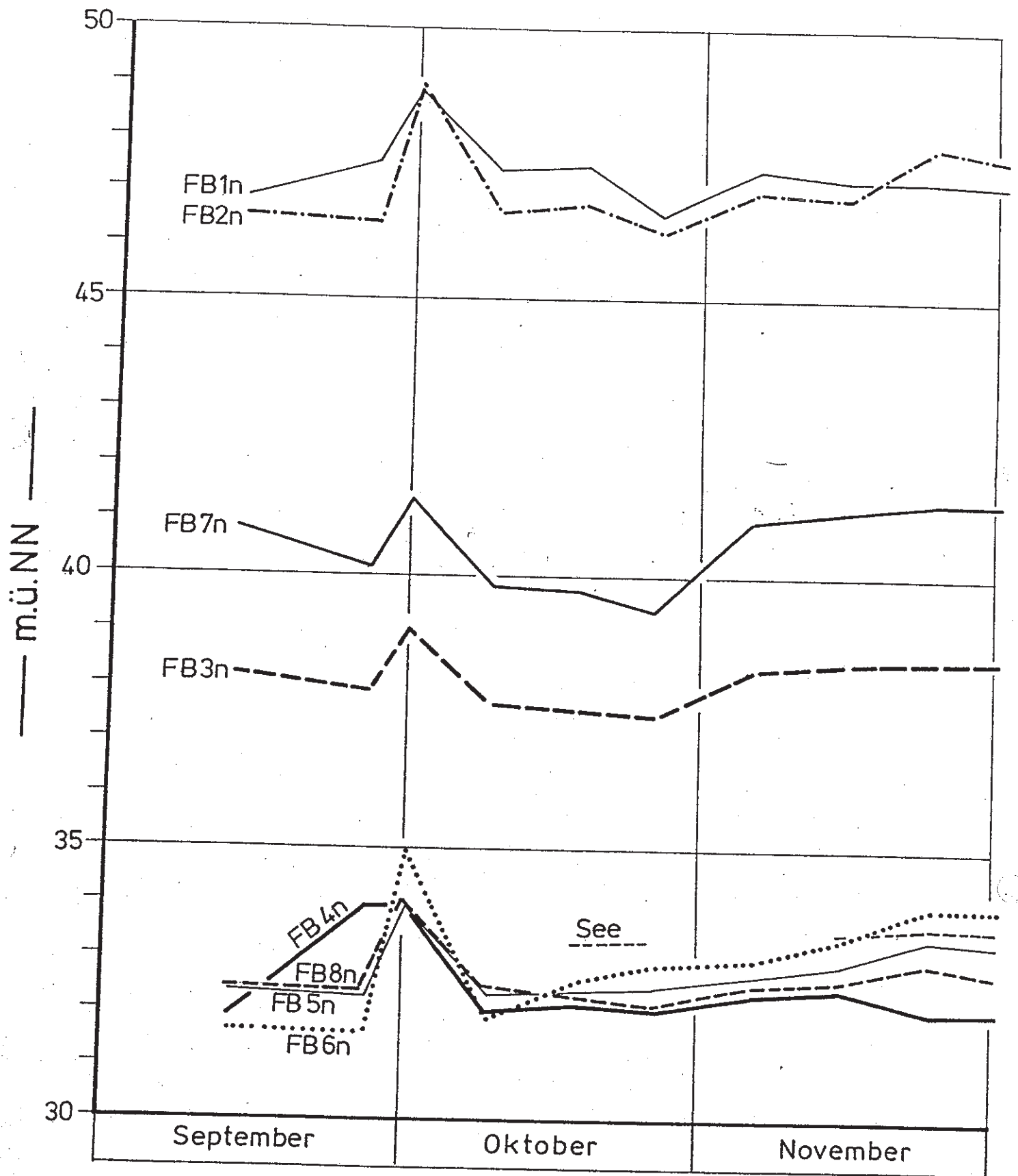


Abb. 5.19: Grundwasserganglinien des quartären Stockwerks von Sept. bis Nov. '90

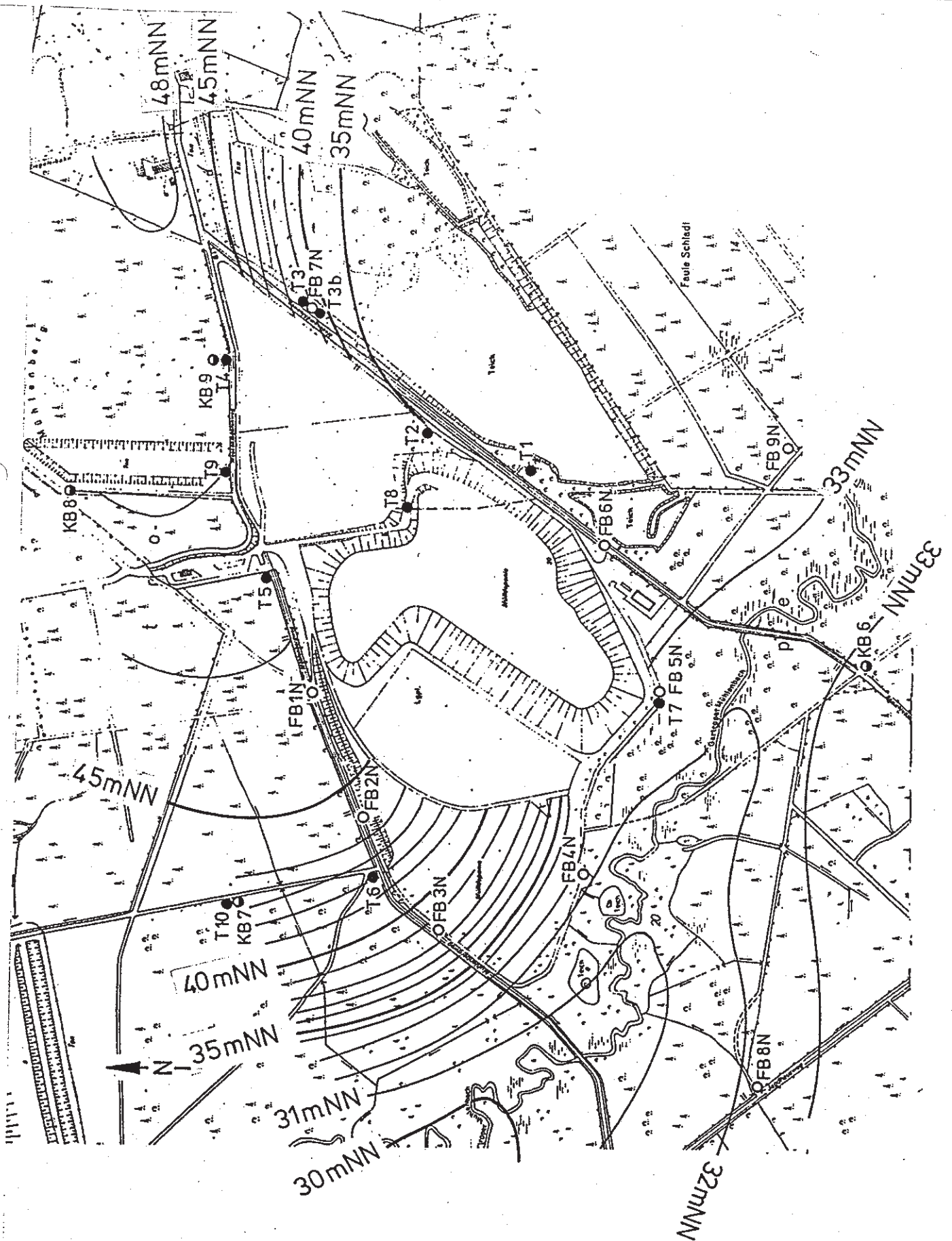


Abb. 5.20: Grundwassergleichen des quartären Stockwerks vom 19.10.1990

Die Versuche wurden als Packer-Test nach EARTH MANUAL E-18 (1974) durchgeführt und ausgewertet. Die Versickerung der bei konstanten Druckhöhen zugeführten Wassermengen erfolgt sowohl über die Bohrlochsohle als auch über die Bohrlochwandung. Da die Lintforter Schichten durch ihre Feinschichtung im cm- bis dm-Bereich eine ausgeprägte Anisotropie aufweisen, muß die resultierende horizontale Durchlässigkeit gegenüber der vertikalen als maßgeblich angesehen werden. Die Resultate der hydraulischen Bohrlochtests beschreiben folglich in erster Linie die horizontale Gebirgsdurchlässigkeit im näheren Umkreis der untersuchten Bohrlochstrecke.

Da mit dieser Methode bezogen auf den gesamten Gebirgskörper nur ein punktförmiger Ausschnitt erfaßt wird, haben die ermittelten Werte nur orientierenden Charakter. Auf Versuchsdurchführungen zur Bestimmung der vertikalen Durchlässigkeit (Versickerung über die Bohrlochsohle nach KOLLBRUNNER - MAAG) wurde bewußt verzichtet, da einerseits durch das Nachführen einer Verrohrung erhebliche verfahrenstechnische Probleme gesehen wurden und andererseits bedingt durch den Bohrungsdurchmesser nur ein sehr kleiner Gebirgsabschnitt beprobt werden kann, der nahezu einem Laborversuch gleichzusetzen ist.

#### 5.3.3.1.1 Auswertung von Auffüllversuchen

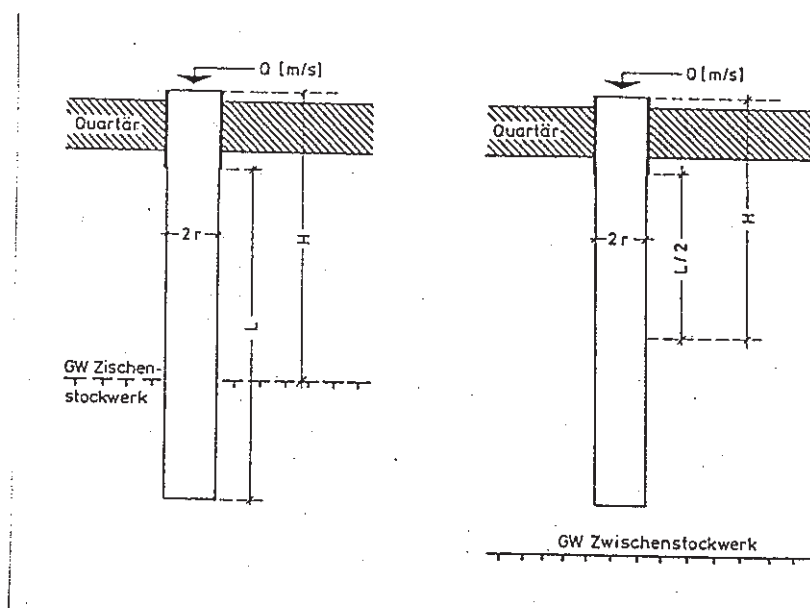
Aus den Meßergebnissen der Auffüllversuche errechnet sich unter der Bedingung  $L \geq 10 r$  der Durchlässigkeitsbeiwert  $K$  nach folgender Beziehung:

$$K = \frac{Q}{2 * \pi * L * H} * \ln \frac{L}{r}$$

mit

- Q : Wassermenge [ $m^3/s$ ]
- L : Länge der Teststrecke [m]
- r : Radius der Teststrecke [m]
- H : Druckhöhe [m]

Die Versuchsgrößen sind Abb. 5.21 zu entnehmen.



**Abb. 5.21:** Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes durch Auffüllversuche nach EARTH MANUEL (1974)

Wie aus Abschn. 5.3.2 hervorgeht, sind die hydraulischen Verhältnisse in den Lintforter Schichten durch die Ausbildung schwebender Grundwasserstockwerke auf stauenden Zwischenlagen sowie eines - zumindest bereichsweise - gespannten Stockwerks im basalen Feinsand sehr komplex, wodurch die Versuchsdurchführung und -auswertung erschwert wird. Dies gilt insbesondere für die Festlegung der Versuchsgröße  $H$  bei Teststrecken oberhalb des basalen Feinsandhorizontes. Da die Ermittlung des jeweils exakten Bezugswasserstandes für jeden Einzelversuch sehr zeit- und kostenintensiv ist, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen darauf verzichtet.

Um die Spannweite der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Größe  $H$  aufzuzeigen, wurden für Versuche im oberen, schluffig-tonigen Profilabschnitt der Lintforter Schichten neben der Wasserspiegellage des Zwischenstockwerks, wie sie sich aus den durchgängig verfilterten Pegeln ergibt, extreme Wasserstände als Bezugsgröße angesetzt (Wasserspiegel oberflächennah:  $H = 1$ ; Wasserspiegel unterhalb der Teststrecke). Für rein im basalen Feinsand oder in den Ratinger Schichten gelegenen Teststrecken kann mit hinreichender Genauigkeit der Wasserspiegel des Zwischenstockwerks angesetzt werden, da Beeinflussungen durch schwebendes Grundwasser zurücktreten.

Die Ergebnisse der Einzelversuche sind Tab. 5.9 zu entnehmen. Die Schwankungsbreite und Mittelwerte sind horizontabhängig in Tab. 5.10 zusammengestellt.

Die mit den unterschiedlichen Annahmen ermittelten Werte weichen maximal 1,7 Zehnerpotenzen voneinander ab, die mittlere Abweichung beträgt ca. 1 Zehnerpotenz.



Versuch	Schicht	GOK [m NN]	Anf Test [m u GOK]	End Test [m u GOK]	Anf Test [m NN]	End Test [m NN]	L [m]	R [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	H <sub>1</sub> [m]	K-Wert [m/s]	H <sub>2</sub> [m]	K-Wert [m/s]	H <sub>3</sub> [m]	K-Wert [m/s]
T 2.2	Li	38,4	5,8	10,6	32,6	27,8	4,8	0,18	6,8e-07	-0,04	*	1	7,5e-08	8,20	9,1e-09
T 2.3	Li	38,4	5,8	13,8	32,6	24,6	8	0,18	4,8e-06	-0,14	*	1	3,6e-07	9,80	3,7e-08
T 2.4	Li	38,4	15,1	18,7	23,3	19,7	3,6	0,14	4,8e-06	-0,85	*	1	6,9e-07	16,90	4,1e-08
T 3.1	Li	41,46	3,6	7	37,86	34,46	3,4	0,18	1,6e-06	3,22	6,9e-08	1	2,2e-07	5,30	4,2e-08
T 3.2	Li	41,46	3,6	8,9	37,86	32,56	5,3	0,18	2,6e-07	3,13	8,4e-09	1	2,6e-08	6,25	4,2e-09
T 3.4	Li	41,46	3,6	13,5	37,86	27,96	9,9	0,18	2,1e-06	2,55	5,3e-08	1	1,4e-07	8,55	1,6e-08
T 3.6	Li	41,46	3,65	18	37,81	23,46	14,35	0,18	9,4e-06	2,84	1,6e-07	1	4,6e-07	10,83	4,2e-08
T 3.7	Li + fs	41,46	3,65	22,5	37,81	18,96	18,85	0,18	9,9e-06	2,88	1,4e-07	1	3,9 x 10 <sup>-7</sup>	13,08	3,0 x 10 <sup>-8</sup>
T 3b.1	Li	41,46	3,65	7,6	37,81	33,86	3,95	0,06	1,2e-06	4,65	4,3e-08	1	2,0e-07	5,83	3,5e-08
T 3b.2	Li	41,46	3,65	8,9	37,81	32,56	5,25	0,06	1,0e-06	5,08	2,6e-08	1	1,3e-07	6,28	2,1e-08
T 3b.3	Li	41,46	3,65	14,4	37,81	27,06	10,75	0,06	3,3e-06	4,18	6,1e-08	1	2,5e-07	9,03	2,8e-08
T 3b.4	Li	41,46	3,65	7	37,81	34,46	3,35	0,16	1,2e-06	4,60	3,8e-08	1	1,8e-07	5,33	3,3e-08
T 3b.5	Li	41,46	3,65	8,9	37,81	32,56	5,25	0,16	9,7e-07	4,88	2,1e-08	1	1,0e-07	6,28	1,7e-08
T 3b.6	Li	41,46	3,65	13,7	37,81	27,76	10,05	0,16	4,2e-06	5,02	5,5e-08	1	2,8e-07	8,68	3,2e-08
T 4.1	Li	48,7	3,8	6,5	44,9	42,2	2,7	0,18	5,6e-07	7,51	1,2e-08	1	9,0e-08	5,15	1,7e-08
T 4.2	Li	48,7	3,8	8	44,9	40,7	4,2	0,18	4,5e-08	7,73	7,1e-10	1	5,5e-09	5,90	9,3e-10
T 4.3	Li	48,7	3,8	13	44,9	35,7	9,2	0,18	4,9e-06	7,35	4,6e-08	1	3,4e-07	8,40	4,0e-08
T 4.4	Li	48,7	3,8	18	44,9	30,7	14,2	0,18	5,4e-06	7,48	3,6e-08	1	2,7e-07	10,90	2,5e-08
T 4.5	Li	48,7	3,8	20,5	44,9	28,2	16,7	0,17	3,4e-06	7,44	2,0e-08	1	1,5e-07	12,15	1,2e-08
T 4.6	Li	48,7	3,8	24,7	44,9	24	20,9	0,17	6,1e-06	7,36	3,1e-08	1	2,3e-07	14,25	1,6e-08
T 4.7	Li + fs	48,7	3,8	29,7	44,9	19	25,9	0,16	8,9e-06	7,50	3,7e-08	1	2,8 x 10 <sup>-7</sup>	16,75	1,7 x 10 <sup>-8</sup>
T 4.8	Li & Ra	48,7	3,8	33	44,9	15,7	29,2	0,16	1,8e-05	7,11	7,2e-08	1	5,1 x 10 <sup>-7</sup>	18,40	2,8 x 10 <sup>-8</sup>





Versuch	Schicht	GOK [m NN]	Anf Test [m u GOK]	End Test [m u GOK]	Anf Test [m NN]	End Test [m NN]	L [m]	R [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	H <sub>1</sub> [m]	K-Wert [m/s]	H <sub>2</sub> [m]	K-Wert [m/s]	H <sub>3</sub> [m]	K-Wert [m/s]
T 5.1	Li	47,01	4,5	13,4	42,51	33,61	8,9	0,06	1,1e-06	9,42	1,0e-08	1	9,9e-08	8,95	1,1e-08
T 5.2	Li	47,01	4,5	16	42,51	31,01	11,5	0,06	5,4e-07	10,35	3,8e-09	1	3,9e-08	10,25	3,8e-09
T 5.3	Li + fs	47,01	4,8	35,8	42,21	11,21	31	0,06	7,5e-06	7,92	3,0e-08	1	2,4e-07	20,30	1,2e-08
T 5.4	Li (fs)	47,01	17	22	30,01	25,01	5	0,06	1,9e-07	9,97	2,7e-09				
T 5.5	Ra	47,01	36,8	39,7	10,21	7,31	2,9	0,06	8,8e-09	9,95	1,9e-10				
T 6.1	Li	45,15	4,55	13	40,6	32,15	8,45	0,06	4,9e-07	3,36	1,4e-08	1	4,6e-08	8,78	5,2e-09
T 6.2	Li	45,15	4,55	15	40,6	30,15	10,45	0,06	3,4e-07	3,63	7,4e-09	1	2,7e-08	9,78	2,8e-09
T 6.3	Li	45,15	4,55	20	40,6	25,15	15,45	0,06	2,0e-07	2,83	4,0e-09	1	1,1e-08	12,28	9,1e-10
T 6.4	Li	45,15	16	22,2	29,15	22,95	6,2	0,06	1,4e-07	3,60	4,5e-09	1	1,6e-08	19,10	8,5e-10
T 6.5	Li	45,15	21	24,8	24,15	20,35	3,8	0,06	6,2e-08	3,11	3,5e-09	1	1,1e-08	22,90	4,7e-10
T 7.1	Li	34,06	6,5	9,9	27,56	24,16	3,4	0,06	3,7e-06	-1,23	*	1	7,0e-07	8,20	8,5e-08
T 8.1	Li	40,58	5,9	17,6	34,68	22,98	11,7	0,06	8,1e-06	3,39	1,7e-07	1	5,8e-07	11,75	5,0e-08
T 8.2	Li (fs)	40,58	18,6	27,4	21,98	13,18	8,8	0,06	8,1e-07	2,86	2,6e-08				
T 8.3	Ra	40,58	28,4	32,5	12,18	8,08	4,1	0,06	1,5e-08	5,05	4,7e-10				
T 9.1	Li	48,87	4,8	24	44,07	24,87	19,2	0,06	1,3e-06	11,32	5,4e-09	1	6,1e-08	14,40	4,2e-09
T 9.2	Li (fs)	48,87	25	33,4	23,87	15,47	8,4	0,06	1,3e-06	8,85	1,3e-08				
T 9.3	Li + fs	48,87	4,8	34,8	44,07	14,07	30	0,06	2,0e-06	11,02	5,9e-09	1	6,6 x 10 <sup>-8</sup>	19,80	3,3 x 10 <sup>-9</sup>
T 9.4	Ra	48,87	34,8	38,5	14,07	10,37	3,7	0,06	9,0e-09	11,40	1,4e-10				
KB 6.1	Li	35,35	6,6	14	28,75	21,35	7,4	0,06	5,1e-06	2,80	1,9e-07	1	5,3e-07	10,30	5,1e-08

Versuch	Schicht	GOK [ m NN]	Anf Test [ m u GOK]	End Test [ m u GOK]	Anf Test [ m NN]	End Test [ m NN]	L [ m]	R [ m]	Q [ m <sup>2</sup> /s]	H <sub>1</sub> [ m]	K-Wert [ m/s]	H <sub>2</sub> [ m]	K-Wert [ m/s]	H <sub>3</sub> [ m]	K-Wert [ m/s]
KB 6.2	Li (fs)	35,35	15	23,8	20,35	11,55	8,8	0,06	7,3e-07	2,69	2,4e-08				
KB 6.3	Ra	35,35	25	28,3	10,35	7,05	3,3	0,06	4,4e-09	5,41	1,6e-10				
KB 7.1	Li	44,94	4,9	30,5	40,04	14,44	25,6	0,06	1,9e-06	8,36	8,8e-09	1	7,3e-08	17,70	4,1e-09
KB 7.2	Li (fs)	44,94	31,5	39,8	13,44	5,14	8,3	0,06	9,6e-07	8,93	1,0e-08				
KB 7.3	Ra	44,94	41	45,7	3,94	-0,76	4,7	0,06	8,8e-10	9,12	1,4e-11				
KB 8.1	Li	48,33	4,5	27	43,83	21,33	22,5	0,06	2,0e-06	6,77	1,2e-08	1	8,2e-08	15,75	5,2e-09
KB 8.2	Li (fs)	48,33	28	33,9	20,33	14,43	5,9	0,06	7,5e-07	5,56	1,7e-08				
KB 8.3	Ra	48,33	35,4	39,6	12,93	8,73	4,2	0,06	2,9e-09	7,42	6,4e-11				
KB 9.1	Li	48,65	4,5	14	44,15	34,65	9,5	0,06	3,4e-07	9,28	3,1e-09	1	2,9e-08	9,25	5,2e-09
KB 9.2	Li	48,65	4,5	21,5	44,15	27,15	17	0,06	7,1e-07	8,94	4,2e-09	1	3,7e-08	13,00	2,9e-09
KB 9.3	Li + fs	48,65	22,5	31,2	26,15	17,45	8,7	0,06	9,5e-07	7,72	1,1e-08	1	8,7e-08	26,85	3,2e-09

\* = > Wasserspiegel Zwischenstockwerk ohne Auswirkung  
 H<sub>3</sub> : Bezugswasserstand unter Teststrecke  
 H<sub>1</sub> : Bezugswasserstand Zwischenstockwerk  
 ^ = Wasserspiegel  
 Li : Lintforter Schichten, oberer Profilschnitt  
 Li+fs : " " , Gesamtprofil  
 Li+fs: " " , basaler Feinsand  
 Ra : Ratinger Schichten

Tab. 5.9 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes durch Auffüllversuche nach EARTH MANUEL (1974)

Horizont		Bezugswasserstand		
		Druckwasserspiegel des basalen Feinsandes	oberflächennah (H = 1)	unterhalb der Test- strecke
tonig-schluffige Lintforter Schichten (Li)	V $\bar{x}$	$7,1 \times 10^{-10} - 1,9 \times 10^{-7}$ $3,4 \times 10^{-8}$	$5,5 \times 10^{-9} - 7,0 \times 10^{-7}$ $1,9 \times 10^{-7}$	$4,7 \times 10^{-10} - 8,5 \times 10^{-8}$ $2,0 \times 10^{-8}$
basale feinsandige Lintforter Schichten [Li(fs)]	V $\bar{x}$	$2,7 \times 10^{-9} - 2,6 \times 10^{-8}$ $1,6 \times 10^{-8}$	-- ---	-- ---
Ratinger Schichten	V $\bar{x}$	$1,4 \times 10^{-11} - 4,7 \times 10^{-10}$ $1,7 \times 10^{-10}$	---	---

**Tab. 5.10:** Variationsbreite und Mittelwerte der Durchlässigkeitsbeiwerte nach Auffüllversuchen [m/s] (V: Variationsbreite,  $\bar{x}$ : Mittelwert)

Für die tonig-schluffigen Lintforter Schichten muß insgesamt von Gebirgsdurchlässigkeiten zwischen  $4,7 \times 10^{-10}$  und  $7,0 \times 10^{-7}$  m/s ausgegangen werden. Bei extrem hohen Wasserspiegellagen (schwebende Grundwasservorkommen, Annahme H = 1) ergibt sich eine mittlere Gebirgsdurchlässigkeit von  $1,9 \times 10^{-7}$  m/s. Für Wasserspiegellagen unterhalb der Teststrecken (Annahme: keine Beeinflussung durch Wasserspiegel des Zwischenstockwerks oder durch schwebendes Grundwasser) liegt der Mittelwert bei  $2,0 \times 10^{-8}$  m/s.

Für Teststrecken, die ausschließlich den basalen, feinsandigen Abschnitt der Lintforter Schichten erfassen, wurde eine Schwankungsbreite von  $2,7 \times 10^{-9}$  bis  $2,6 \times 10^{-8}$  m/s ermittelt. Der Mittelwert beträgt  $1,6 \times 10^{-8}$  m/s. Danach weist der basale Feinsand keine signifikanten Durchlässigkeitsunterschiede gegenüber dem oberen Profilabschnitt auf.

Die Ratinger Schichten zeichnen sich durch Gebirgsdurchlässigkeiten zwischen  $1,4 \times 10^{-11}$  und  $4,7 \times 10^{-10}$  m/s, im Mittel  $1,7 \times 10^{-10}$  m/s aus.

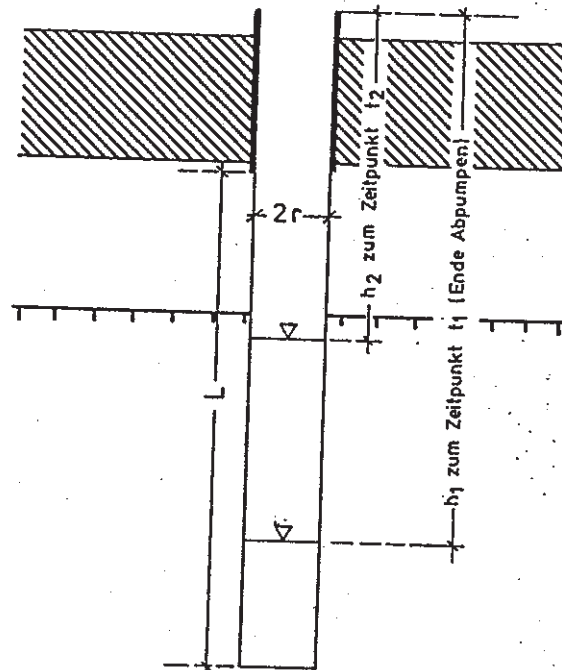


### 5.3.3.1.2 Auswertung von Absenkversuchen

Die Absenkversuche wurden als Testversuche im instationären Strömungszustand durchgeführt. Nach einer kurzfristigen Wasserentnahme aus dem Bohrloch erfolgte die Wiederanstiegsmessung des Wasserspiegels. Unter der Voraussetzung  $L \geq 8r$  errechnet sich der Durchlässigkeitsbeiwert nach folgender Beziehung (Abb. 5.22):

$$K = \frac{r^2}{2 * L * (t_2 - t_1)} * 5.3 * \lg\left(\frac{L}{r}\right) * \lg\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

- mit  $L$  : Länge des unverrohrten Bohrlochs [m]  
 $r$  : Radius der Teststrecke  
 $h_1$  : Wasserspiegellage bei Ende der Kurzpumpversuche [m]  
 $h_2$  : Wasserspiegellage zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]  
 $t_1, t_2$  : zugehörige Zeiten [s]



**Abb. 5.22:** Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte durch Absenkversuche

Da bei dieser Versuchsanordnung keine Fehlerquellen durch Filterkuchenbildungen auftreten können, liefern die Ergebnisse (Tab. 5.11) etwas höhere Durchlässigkeitsbeiwerte als bei Auffüllversuchen. Erfahrungsgemäß beträgt die Differenz bis zu einer halben Zehnerpotenz.

In der Bohrung T 1 wurden über die Gesamtmächtigkeit der Lintforter Schichten Wasserzutritte festgestellt, so daß hier alle hydraulischen Tests als Absenkversuche durchgeführt werden konnten. In den Bohrungen T 2, T 3b und T 7 wurden nur in den unteren Profilabschnitten Wasserzutritte beobachtet.

Die errechneten Gebirgsdurchlässigkeiten schwanken zwischen ca.  $1,9 \times 10^{-6}$  und  $2,1 \times 10^{-8}$  m/s. Die größten Durchlässigkeiten wurden in T 1 gemessen. Auch unter der Voraussetzung, daß die ermittelten Durchlässigkeiten versuchstechnisch bedingt größer sind als bei Auffüllversuchen, zeichnet sich um T 1 ein insgesamt durchlässigerer Bereich ab.

### 5.3.3.2 Ergebnisse von Kurzpumpversuchen

In einer 1. Versuchsserie wurden in nahezu allen Pegeln im Anschluß an die Klarspülphase Kurzpumpversuche zwischen 2,5 und 6 Stunden Dauer durchgeführt und der Wiederanstieg des Wasserspiegels beobachtet. Da ein direkter Vergleich des Wasserspiegels vor und nach Entsanden eines Pegels nicht statthaft ist, können bei diesen Versuchen die Schichtwasseranteile an den geförderten Wassermengen nicht abgeschätzt werden. Aus diesem Grund erfolgte eine 2. Versuchsserie mit ca. 24-stündigen Pumpversuchen. In den Pegeln T 3, T 3b und T 6 wurden diese Versuche aufgrund der geringen Fördermenge bereits nach 3,5 bis 4,3 Std. abgebrochen. Aufgrund der zentralen Lage des Pegels T 8 (s. Anl. 1) erfolgte hier ein 42-stündiger Versuch.

#### 5.3.3.2.1 Auswertung der Entnahmemengen

Die maximal erreichbaren Fördermengen betragen zwischen 1,5 und  $0,0035 \text{ m}^3/\text{h}$ , wobei die höchsten Raten im Pegel T 1 und die geringsten in den Pegeln T 3, T 3b und T 6 gefördert wurden. Aus A 1.2 geht hervor, daß die letztgenannten Pegel nur im schluffig-tonigen (T 3b, T 6) oder nur im sandigen Profilabschnitt der Lintforter Schichten (T 3) verfiltert sind. Alle übrigen Pegel erfassen die Gesamtmächtigkeit der Lintforter Schichten.

Die Absenkungsbeträge schwankten je nach Mächtigkeit der grundwassererfüllten Schicht zwischen ca. 9 und ca. 27 m, die Förderraten betragen zwischen  $0,035$  und  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Ver- suchnr.	Schicht	Ansatz- punkt [m NN]	Radius [m]	Anfang Test- strecke [m u GOK]	Ende Test- strecke [m u GOK]	Anfang- Test- strecke [m NN]	Ende Test- strecke [m NN]	L	h 1 [m]	h 2 [m]	t 1 [s]	t 2 [s]	k-Wert [m/s]
T 1.1	Li	35,1	0,16	3,9	9	31,2	26,1	5,1	2,23	1,14	0	3600	1,9e-06
T 1.2	Li	35,1	0,16	3,9	14	31,2	21,1	10,1	2,24	1,16	0	4200	9,6e-07
T 1.3	Li + fs	35,1	0,16	3,9	21	31,2	14,1	17,1	2,03	1,08	0	2700	9,4e-07
T 2.5	Li + fs	38,4	0,14	15,1	26	23,3	12,4	10,9	4,5	4,43	0	3600	2,1e-08
T 3b.7	Li	41,46	0,16	4	16	37,46	25,46	12	14,55	12,7	180	1440	5,0e-07
T 7.2	Li + fs	34,02	0,06	6,8	21,3	27,22	12,72	14,5	6,8	2,4	0	3600	2,2e-07
T 7.3	Li + fs	34,02	0,06	6,8	25	27,22	9,02	18,2	6,8	1,77	0	6120	1,2e-07

Tab. 5.11: Ermittlung der Durchlässigkeit durch Absenkversuche

Um den komplexen hydraulischen Verhältnissen in den Lintforter Schichten Rechnung zu tragen, erfolgte eine orientierende Abschätzung der Gebirgsdurchlässigkeiten aus den Entnahmemengen sowohl für gespanntes (Tab. 5.12) als auch für ungespanntes Grundwasser (Tab. 5.13).

Im 1. Ansatz wird der nur basale Feinsand als Grundwasserleiter betrachtet. Im 2. Ansatz wird die gesamte grundwassererfüllte Mächtigkeit der Lintforter Schichten zugrunde gelegt.

Der Ansatz für gespanntes Grundwasser lieferte Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $9,4 \times 10^{-6}$  bis  $1,9 \times 10^{-7}$  m/s. Der Mittelwert beträgt  $3,9 \times 10^{-6}$  m/s. Der Ansatz für ungespanntes Grundwasser ergab Größenordnungen zwischen  $2,3 \times 10^{-8}$  und  $7,9 \times 10^{-7}$  m/s, wobei die Ergebnisse der Einzelversuche gegenüber dem 1. Ansatz bis zu 1,5 Zehnerpotenzen geringer sind. Die höchsten Gebirgsdurchlässigkeiten zeichnen sich im Bereich T 1 ab.

#### 5.3.3.2 Auswertung des Wiederanstiegs

Zur Abschätzung der Gebirgsdurchlässigkeiten nach den Wiederanstiegsverhalten in den einzelnen Pegeln wurde lediglich die 2. Pumpversuchsserie herangezogen, da hier exakte Versuchsbedingungen angegeben werden können. Eine Ausnahme bildet die Auswertung für den Pegel T 10, in dem aus terminlichen Gründen nur ein Pumpversuch im Anschluß an die Klarspülphase durchgeführt werden konnte.

Die Auswertung des Wiederanstiegs erfolgte graphisch nach THEIS & JACOB (in LANGGUTH & VOIGT, 1980). Die Ergebnisse der Versuche sind in Tab. 5.14 zusammengestellt und in A 3.1 bis 3.11 einzeln dokumentiert. Um den komplexen hydraulischen Verhältnissen Rechnung zu tragen, wurde auch hier die Durchlässigkeit sowohl für gespanntes wie auch für ungespanntes Grundwasser aus der Transmissivität ermittelt:

$$K = \frac{T}{M} \quad [m/s]$$

mit T : Transmissivität [ $m^2/s$ ]

M : Mächtigkeit des Aquifers [m]

Pegel	Datum	Dauer	Q	M	S	$K = Q/(M \cdot S)$
		[h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m]	[m/s]
T 1	02.07.90	~ 4.50	1.5	2.50	17.80	$9.4 \cdot 10^{-6}$
	06.08.90	22.95	1.3		19.28	$7.5 \cdot 10^{-6}$
T 2	28.05.90	~ 5.00	0.4	0.60	19.87	$9.3 \cdot 10^{-6}$
	19.07.90	24.67	0.3		13.41	$7.3 \cdot 10^{-6}$
T 3	19.06.90	~ 4.00	0.035	1.15	16.26	$5.2 \cdot 10^{-7}$
	03.07.90	3.50	0.035		16.67	$1.9 \cdot 10^{-7}$
T 4	12.06.90	2.42	0.18	2.25	20.16	$1.1 \cdot 10^{-6}$
	23.07.90	24.17	0.18		20.49	$1.1 \cdot 10^{-6}$
T 5	26.07.90	~ 6.00	0.94	2.90	23.07	$3.9 \cdot 10^{-6}$
	30.07.90	23.23	0.7		19.94	$3.4 \cdot 10^{-6}$
T 7	-	-	-	5.10	-	-
	10.07.90	24.40	0.96		16.68	$3.1 \cdot 10^{-6}$
T 8	01.08.90	4.50	0.99	2.80	20.81	$4.7 \cdot 10^{-6}$
	20.08.90	42.00	0.82		20.68	$3.9 \cdot 10^{-6}$
T 9	07.08.90	2.50	0.99	3.50	20.08	$3.9 \cdot 10^{-6}$
	08.08.90	22.78	0.72		20.56	$2.6 \cdot 10^{-6}$
T 10	28.08.90	~ 3.25	0.85	7.30	27.11	$1.2 \cdot 10^{-6}$
	-	-	-		-	-

**Tab. 5.12:** Orientierende Abschätzung der Durchlässigkeit aus der Entnahmemenge für gespanntes Grundwasser (Q = Entnahmemenge; M = Mächtigkeit des Grundwasserleiters; S = Absenkung im Brunnen; K = Durchlässigkeitsbeiwert)



Pegel	Datum	Dauer [h]	Q [m <sup>3</sup> /h]	h [m]	s [m]	h <sub>m</sub> [m]	K = Q/(h <sub>m</sub> *s) [m/s]
T 1	02.07.90	~ 4.5	1.5	20.83	17.80	29.73	7.9 * 10 <sup>-7</sup>
	06.08.90	22.95	1.3	20.72	19.28	30.36	6.2 * 10 <sup>-7</sup>
T 2	28.05.90	~ 5.00	0.4	22.52	19.87	32.46	1.7 * 10 <sup>-7</sup>
	19.07.90	24.67	0.3	22.43	13.41	29.05	2.1 * 10 <sup>-7</sup>
T 3	19.06.90	~ 4.00	0.035	17.52	16.26	25.65	2.3 * 10 <sup>-8</sup>
	03.07.90	3.50	0.035	17.47	16.67	25.85	2.3 * 10 <sup>-8</sup>
T 3b	19.06.90	~ 4.00	0.15	10.98	9.28	15.67	2.9 * 10 <sup>-7</sup>
	31.07.90	3.90	0.14	10.76	9.36	15.44	2.7 * 10 <sup>-7</sup>
T 4	12.06.90	~ 2.42	0.18	23.71	20.16	33.79	7.3 * 10 <sup>-8</sup>
	23.07.90	24.17	0.18	23.69	20.49	33.94	7.2 * 10 <sup>-8</sup>
T 5	26.07.90	~ 6,00	0.94	24.91	23,07	36.45	3.1 * 10 <sup>-7</sup>
	30.07.90	23.23	0.70	24.70	19.94	34.67	2.8 * 10 <sup>-7</sup>
T 6	13.07.90	~ 5.61	0.04	16.72	15.52	24.48	2.9 * 10 <sup>-8</sup>
	25.07.90	4.30	0.04	16.74	15.24	24.36	3.0 * 10 <sup>-8</sup>
T 7	-	-	-	-	-	-	-
	10.07.90	24.40	0.96	22.59	16.68	30.93	5.2 * 10 <sup>-7</sup>
T 8	01.08.90	~ 4.50	0.99	22.81	20.81	33.22	4.0 * 10 <sup>-7</sup>
	20.08.90	42.00	0.82	22.88	20.68	33.22	3.3 * 10 <sup>-7</sup>
T 9	07.08.90	~ 2.50	0.99	22.14	20.08	32.18	4.3 * 10 <sup>-7</sup>
	08.08.90	22.78	0.72	22.18	20.56	32.46	3.0 * 10 <sup>-7</sup>
T 10	28.08.90	~ 3.25	0.85	30.31	27.11	43.87	2.0 * 10 <sup>-7</sup>
	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 5.13: Orientierende Abschätzung der Durchlässigkeit aus der Entnahmemenge für ungespanntes Grundwasser ( $h_m = h + s/2$ ;  $h$  = Wassersäule über Brunnensohle)

Unter der Annahme eines gespannten Aquifers wurde für M die Mächtigkeit des basalen Feinsandhorizontes eingesetzt ( $M_{\min}$ ,  $K_{\max}$ ); unter der Annahme eines ungespannten Aquifers wurde die grundwassererfüllte Mächtigkeit der Lintforter Schichten eingesetzt ( $M_{\max}$ ,  $K_{\min}$ ).

Die Auswertung des Wiederanstiegs nach THEIS & JACOB gilt strenggenommen nur für gespannte Grundwasserleiter. Erfahrungsgemäß lassen sich jedoch Brunnenformeln, die für instationäre Strömungen im gespannten Aquifer abgeleitet worden sind, mit zufriedenstellender Genauigkeit auch im Aquifer mit freier Oberfläche benutzen (LANGGUTH, 1980).

Unter der Voraussetzung eines gespannten Aquifers ergaben sich Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwerte ( $K_{\max}$ ) zwischen  $1,1 \times 10^{-7}$  und  $2,6 \times 10^{-6}$  m/s, der Mittelwert beträgt  $1,1 \times 10^{-6}$  m/s. Für die Pegel T 3b und T 6 wurde diese Auswertung nicht vorgenommen, da diese Meßstellen den basalen Feinsand nicht erfassen. Bei der Auswertung für einen ungespannten Aquifer wurden Gebirgsdurchlässigkeiten ( $K_{\min}$ ) zwischen  $2,9 \times 10^{-8}$  und  $2,4 \times 10^{-7}$  m/s bei einem Mittelwert von  $1,3 \times 10^{-7}$  m/s ermittelt. Der Pegel T 3 wurde hier nicht berücksichtigt, da er nur im basalen Feinsand verfiltert ist.

Pegel	Datum	Transmissivität [m <sup>2</sup> /s]	$K_{\max}$ [m/s]	$K_{\min}$ [m/s]
T 1	06.08.90	$4,3 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-7}$
T 2	19.07.90	$1,6 \times 10^{-6}$	$2,7 \times 10^{-6}$	$8,0 \times 10^{-8}$
T 3	03.07.90	$1,3 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-7}$	+
T 3b	31.07.90	$1,3 \times 10^{-6}$	*	$1,2 \times 10^{-7}$
T 4	23.07.90	$1,0 \times 10^{-6}$	$4,5 \times 10^{-7}$	$4,4 \times 10^{-8}$
T 5	30.07.90	$3,2 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-7}$
T 6	25.07.90	$4,8 \times 10^{-7}$	*	$2,9 \times 10^{-8}$
T 7	10.07.90	$4,7 \times 10^{-6}$	$9,2 \times 10^{-7}$	$2,2 \times 10^{-7}$
T 8	20.08.90	$3,6 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-7}$
T 9	08.08.90	$3,6 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-7}$
T 10	28.08.90	$1,6 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-7}$	$5,5 \times 10^{-8}$

\* basaler Feinsand nicht erfaßt, + nur basaler Feinsand erfaßt

Tab. 5.14: Durchlässigkeitsbeiwerte nach Auswertung des Wiederanstiegs nach THEIS & JACOB

Die Auswertung des Wiederanstiegs bietet gegenüber den Absenkungsverfahren zwei Vorteile. Einerseits machen sich bei ihren Anwendung selbst starke Schwankungen in der Fördermenge  $Q$  nicht bemerkbar, da für  $Q$  eine mittlere Förderrate für die gesamte Pumpzeit eingesetzt werden kann. Andererseits lassen sich die im Brunnen selbst beobachteten Wiederanstiegsdaten zur Berechnung der Transmissivität verwenden, da weder Sickerstrecke noch Brunneneintrittsverluste die Werte der verbleibenden Absenkung  $s_r$  beeinflussen. Aus den genannten Gründen wurde auf die Auswertung der Absenkung verzichtet.

### 5.3.4 Zusammenfassende Bewertung der Gebirgsdurchlässigkeit im tonigen Tertiär

Wie bereits in Abschn. 5.3.3.1 ausgeführt wurde, ergaben die hydraulischen Bohrlochtests keine signifikanten Durchlässigkeitsunterschiede zwischen den schluffig-tonigen und den basalen feinsandigen Lintforter Schichten. Der Vergleich der Wasserspiegellagen in den unmittelbar nebeneinanderliegenden, jedoch unterschiedlich verfilterten Pegeln T 3 und T 3b liefert Hinweise darauf, daß der basale Feinsand einen gespannten Aquifer darstellt. Der Wasserstand im basalen Feinsand liegt hier ca. 0,6 m über dem im schluffig-tonigen Profilabschnitt der Lintforter Schichten. Ein weiterer Hinweis auf gespannte Grundwässer liefern die Pegel T 1 und T 7, in denen der potentiometrische Wasserstand oberhalb des Wasserspiegels im umgebenden Quartär liegt.

In Anlehnung an KRUSEMANN & DE RIDDER (1970) (Abb. 5.23) muß bei den vorherrschenden, geringen Durchlässigkeitsunterschieden von einem halbfreien Grundwasserleiter gesprochen werden. Charakteristisch für einen solchen Aquifer ist, daß die Durchlässigkeit der überlagernden halbdurchlässigen Schicht so groß ist, daß die Horizontalströmung nicht mehr vernachlässigt werden kann.

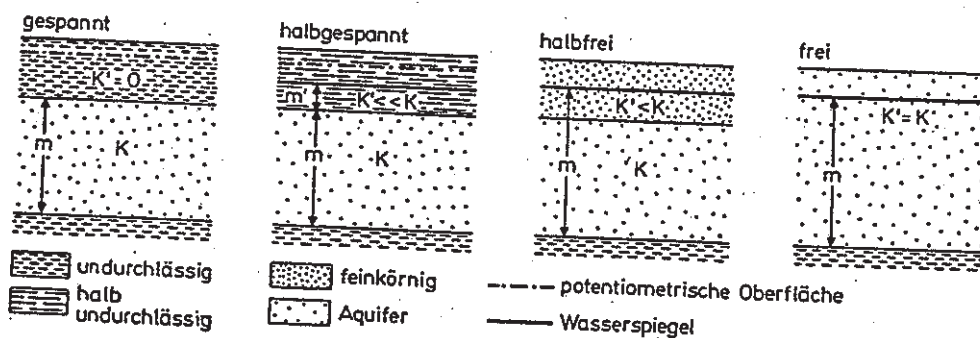


Abb. 5.23: Aquifertypen nach KRUSEMANN & DE RIDDER (1970)

$K$  = Durchlässigkeit des Aquifers  
 $K'$  = Durchlässigkeit des Hangenden

Die Pegel T 6 und T 11b belegen, daß oberhalb stark toniger Einschaltungen in den Lintforter Schichten schwebende Grundwasservorkommen ausgebildet sein können. Wie die in T 6 durchgeführten Pumpversuche zeigen, handelt es sich dabei nicht um Schichtwasser, sondern um sich regenerierendes Grundwasser.

Der Wasserspiegel dieser Vorkommen liegt rund 6 bzw. 8 m über dem Niveau, das sich in den umliegenden, durchgängig bzw. im unteren Profilabschnitt der Lintforter Schichten verfilterten Pegeln einstellt. Pegel, die im Bereich schwebender Grundwasservorkommen durchgängig verfiltert sind, müssen demnach Mischwasserstände anzeigen. Der Einfluß schwebender Grundwässer auf solche Pegel dürfte im nördlichen Projektgebiet mit zunehmender Mächtigkeit der tonig-schluffigen Lintforter Schichten und damit zunehmenden tonigen Einschaltungen generell größer sein als im südlichen Bereich. Dort liegen eventuelle Schichtwasserstände unterhalb des Wasserspiegels im unteren Profilabschnitt, wie z.B. aus dem Vergleich T 3b/T3 oder Wasserzutritten in den unteren Bohrungsabschnitten bei T 1, T 2, T 3b und T 7 abgeleitet werden kann.

Die Auswertung der Wasserstandsdaten aus den Pegeln T 1 bis T 10 hat gezeigt, daß die Mischwasserstände gut mit den Wasserständen aus den unteren Profilabschnitten korrespondieren. Daraus kann geschlossen werden, daß die Einflüsse durch schwebende Grundwasservorkommen relativ gering sind.

Bei der Auswertung der Auffüllversuche (Abschn. 5.3.3.1.1) wurde, um den unterschiedlich wirksamen Wasserständen gerecht zu werden, mit einer oberen und einer unteren Grenze gerechnet (Tab. 5.9). Nach den vorab beschriebenen Verhältnissen ist zumindest für den oberen Abschnitt der Lintforter Schichten von hoch liegenden Wasserständen (kleinem H) auszugehen, die die Durchlässigkeitsbeiwerte zur Obergrenze verschieben. Für Teststrecken, die rein den basalen Teil oder die gesamten Lintforter Schichten sowie die Ratinger Schichten erfassen, kann der sich einstellende Mischwasserstand im Zwischenstockwerk als maßgeblich betrachtet werden, da die Einflüsse durch schwebende Grundwässer gering sind.

Die Auswertung der Pumpversuche erfolgte mit unterschiedlichen Methoden für gespanntes und ungespanntes Grundwasser. Da im Profil der Lintforter Schichten keine markanten Durchlässigkeitsunterschiede feststellbar sind, sollten die Auswertungen für ungespanntes Grundwasser herangezogen werden. Die Gebirgsdurchlässigkeitswerte liegen also zu den jeweils unteren Grenzen hin verschoben, womit sie gut mit den Ergebnissen der Auffüll- und Absenkversuche übereinstimmen. Tab. 5.15 zeigt eine Gegenüberstellung der für die einzelnen Bohrungen nach verschiedenen Methoden ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten. Aus den Auffüll- und Absenkversuchen wurde - sofern nicht durch einen Versuch über die Gesamtstrecke direkt ermittelt - die resultierende horizontale Durchlässigkeit  $K_h$  für die Gesamtmächtigkeit der Lintforter Schichten nach LANGGUTH (1980) berechnet.

Im Mittel kann für die Lintforter Schichten ein Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert von  $1$  bis  $3 \times 10^{-7}$  m/s angegeben werden. Zu beachten ist, daß diese Werte im wesentlichen die horizontale Durchlässigkeit

beschreiben. Die resultierende vertikale Durchlässigkeit wird hauptsächlich durch die geringste Durchlässigkeit  $K_{\min}$  einer Einzellege innerhalb der Gesamtabfolge bestimmt (LANGGUTH, 1980). Sie liegt damit um mindestens eine Zehnerpotenz unterhalb der horizontalen Durchlässigkeit.

Bohrung	Gebirgsdurchlässigkeit [m/s) nach		
	Auffüll-/Absenkversuchen	Entnahmemenge	Wiederanstieg
T 1	$9,4 \times 10^{-7}$	$6,2 \times 10^{-7}$	$2,4 \times 10^{-7}$
T 2	$2,1 \times 10^{-8}$	$2,1 \times 10^{-7}$	$8,0 \times 10^{-8}$
T 3	$1,4 \times 10^{-7}$	$2,3 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-7}$
T 3b	$5,0 \times 10^{-7}$	$2,7 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-7}$
T 4	$3,7 \times 10^{-8}$	$7,2 \times 10^{-8}$	$4,4 \times 10^{-8}$
T 5	$3,0 \times 10^{-8}$	$2,8 \times 10^{-7}$	$1,3 \times 10^{-7}$
T 6	$1,1 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-8}$	$2,9 \times 10^{-8}$
T 7	$1,2 \times 10^{-7}$	$5,2 \times 10^{-7}$	$2,2 \times 10^{-7}$
T 8	$3,4 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-7}$	$1,8 \times 10^{-7}$
T 9	$5,9 \times 10^{-9}$	$3,0 \times 10^{-7}$	$1,8 \times 10^{-7}$
T 10	—	$2,0 \times 10^{-7}$	$5,5 \times 10^{-8}$
$\bar{x}$	$2,1 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-7}$

**Tab. 5.15:** Zusammenstellung maßgeblicher Versuchsergebnisse zur Gebirgsdurchlässigkeitsprüfung in den Lintforter Schichten

#### 5.4 Deponiebeschreibung

##### 5.4.1 Einrichtungsbereiche

Die Deponie wird in der Örtlichkeit gemäß Planfeststellungsbeschuß von 1980 wie folgt begrenzt:

- im Norden vom Mühlenbergweg
- im Nord-Osten und im Süd-Osten vom Meesenmühlenweg und
- im Süd-Westen vom Gartroper Mühlenbach mit einem Mindestabstand von 50 m.

Im südlichen Teilbereich der Gesamtanlage befindet sich eine ehemalige Tongrube. Eine 1970 herausgegebene Luftbildkarte läßt erkennen, daß der Tonabbau zu diesem Zeitpunkt bereits eingestellt war und die Grube im Südteil wieder verfüllt wurde. Der Tonabbau wurde südlich des Meesenmühlenwegs fortgesetzt.

1979 war der Großteil der Grube mit Siedlungsabfällen aus der Gemeinde Hünxe verfüllt. Der Tonabbau in der südlichen Grube war eingestellt (Abb. 5.24).

Die Einrichtung der heutigen Zentraldeponie Hünxe/Schermbeck wurde 1981 begonnen. Zur gesonderten Ablagerung verschiedener Abfallarten existieren drei Deponiebereiche (Anl. 2). Nördlich an die Altdeponie anschließend befindet sich der Multikomponentenbereich, in dem Siedlungsabfälle sowie vergleichbare Abfälle aus Industrie und Gewerbe deponiert werden. Der westlich an die Altdeponie grenzende Salzschlacken- bzw. Monobereich dient der Aufnahme von Industrie- und Gewerbeabfällen, die aufgrund ihrer Gehalte an Schwermetallen und Salzen bei Kontakt mit Siedlungsabfällen zu nachteiligen Beeinflussungen der Draineinrichtungen führen können. Besonders kritische Industrie- und Gewerbeabfälle werden in ca. 30 m breiten und bis zu 200 m langen Kassetten im Ostteil der Deponie gelagert. Der westliche Teilbereich der Gesamtanlage stellt einen derzeit ungenutzten Erweiterungsbereich dar (2. Schüttbereich).

Anl. 8 ist die zeitliche Entwicklung der Deponieanlage zu entnehmen. Der Darstellung liegen Höhenaufnahmen von Nov. 81, Sept. 83 und Aug. 88 zugrunde.

Die Tiefe der ehemaligen Tonabgrabung im Südteil der Altdeponie ist nicht bekannt, da dieser Abschnitt bei der Übernahme durch die AGR bereits verfüllt war. Im nördlichen, noch offenen Teil wurde eine Sohl-drainage verlegt und eingemessen.

Die Abgrabungstiefen in der südlich des Meesenmühlenwegs gelegenen Grube wurden durch den heute dort ansässigen Angelverein ermittelt.

Aus Profil 5 geht hervor, daß der Multikomponentenbereich die unmittelbare Erweiterung der Altdeponie darstellt. Der Vergleich der verschiedenen Höhenaufnahmen in den Böschungsbereichen der Halde zeigt, daß im Beobachtungszeitraum Setzungsbeträge bis zu mehreren Metern erreicht wurden.

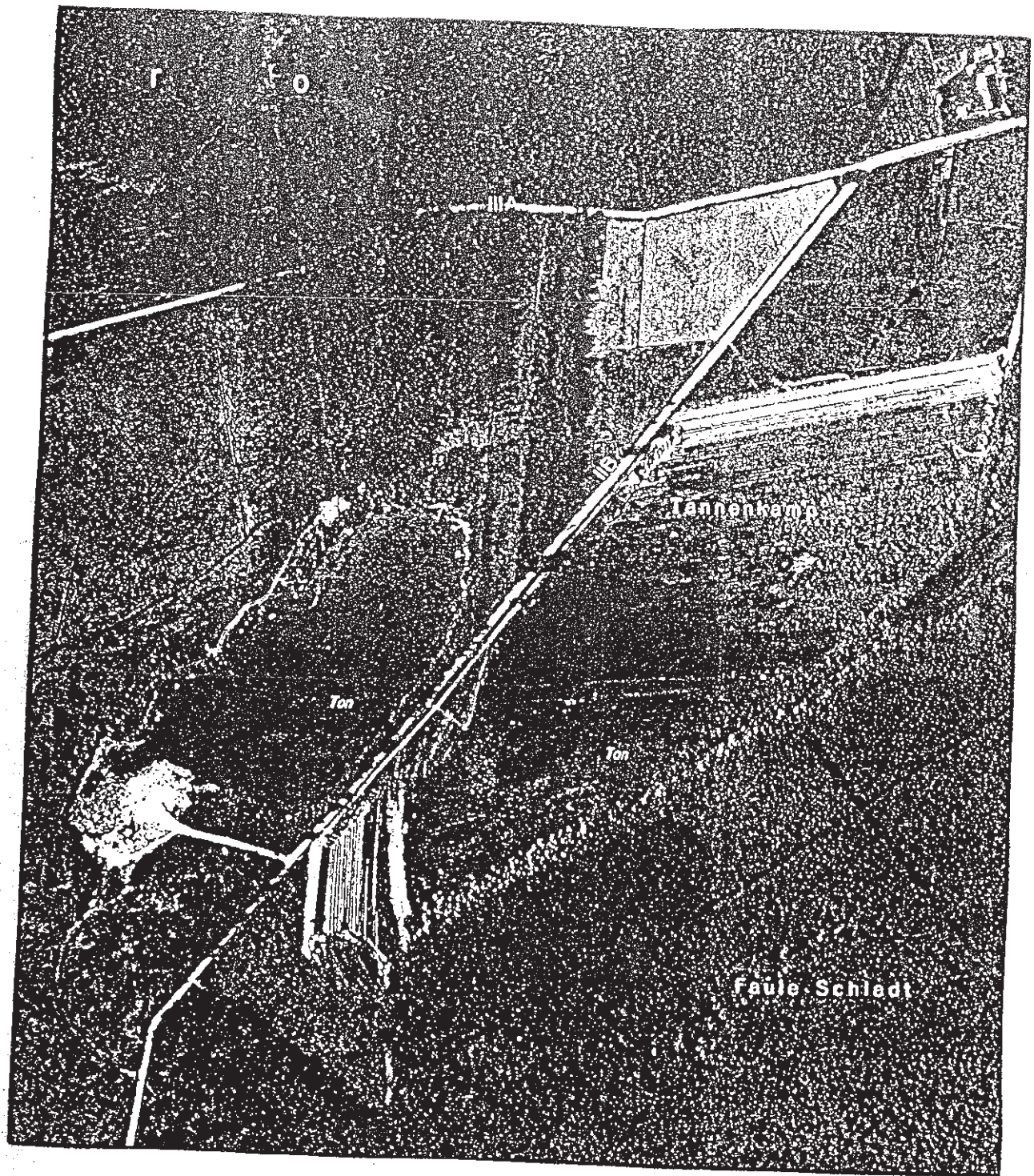


Abb. 5.24: Ausschnitt aus der Luftbildkarte Blatt Heisterkamp Süd, herausgegeben 1970, M. 1 : 5.000



Abb. 5.25: Ausschnitt aus der Luftbildkarte Blatt Heisterkamp Süd, Bildflug Mai 1979, M. 1 : 5.000



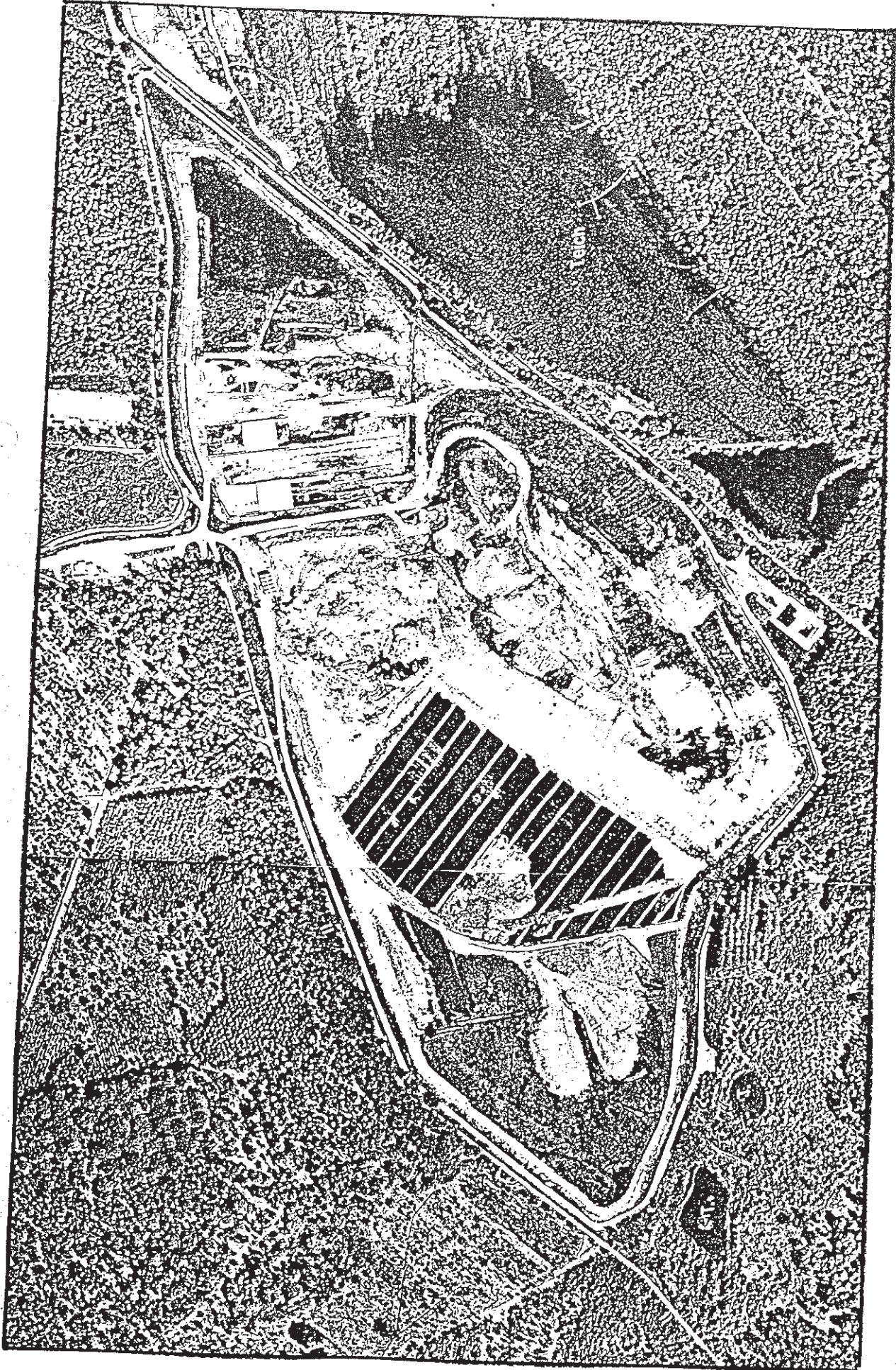


Abb. 5.26: Ausschnitt aus den Luftbildkarten Blatt Heisterkamp Süd und Blatt Gartrop, Bildflug Mai/Juni 1985, M. 1 : 5.000

Im Südosten, im Norden und im Südwesten wird die Gesamtanlage von einem ca. 2-5 m hohen Damm umgeben, der aus den anstehenden quartären Sedimenten geschüttet wurde. In den derzeit in Betrieb befindlichen Deponiebereichen ist der Damm deponieseitig mit einer 0,30 m starken Tondichtung versehen, die an die Basisabdichtung der Deponiebereiche anschließt. Im bisher ungenutzten 2. Schüttbereich ist diese Dichtung nicht ausgebildet.

An der Südseite der Gesamtanlage ist der Abschlußdamm im Bereich der Randsammler an eine Tonschürze angeschlossen, die in den tertiären Ton einbindet. Die Regelausbildung des Randsdammes in diesem Streckenabschnitt ist in Abb. 5.27 dargestellt.

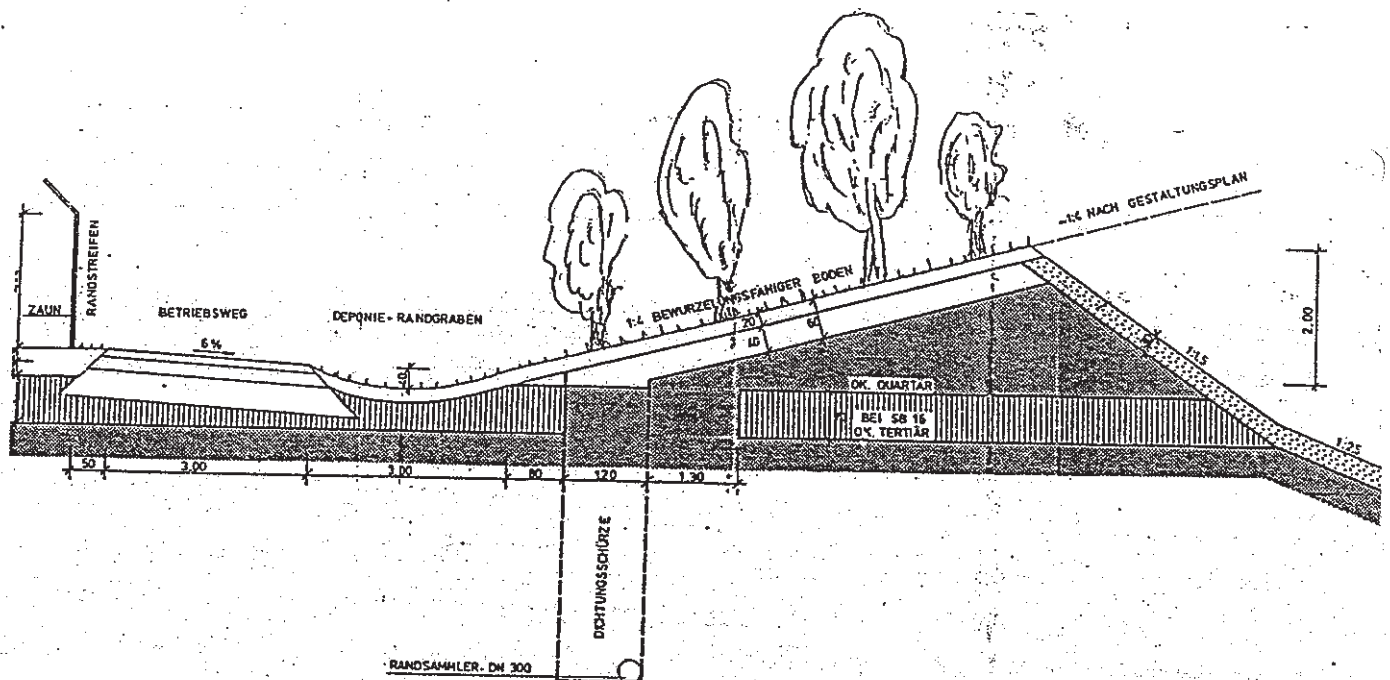


Abb. 5.27: Regelausbildung Randsdamm mit Tonschürze

## 5.4.2 Sickerwässer

### 5.4.2.1 Sammlung und Ableitung

Das System der Sickerwassererfassung geht aus Anl. 2 hervor. Die Angaben beruhen auf einem Entwässerungsplan (Vorabzug) der AGR Essen von Februar 1990.

Die Sickerwässer der einzelnen Kassetten werden jeweils an den Kassettensohlen gesammelt und einer an der Südseite verlaufenden Sammelleitung zugeführt. Diese führt zunächst nach E und verläuft dann an der Südostgrenze des Deponiebereichs in den Sickerwassersammelbehälter 2.

Die Altdeponie ist lediglich in den Bereichen drainiert, die bei der Übernahme der Anlage durch die AGR noch nicht verfüllt waren. Dabei handelt es sich um die südwestlich, nördlich und östlich angrenzenden Erweiterungsbereiche, in denen ein System von Saugern und Sammlern angelegt ist. Die Saug- und Sammelleitungen sind mit einem Gefälle zwischen 1 und 2 % angelegt.

Der Multikomponenten- sowie der Salz- und der Monobereich werden über NE-SW verlaufende Sammelleitungen entwässert, in die NW-SE bzw. ENE (Multikomponentenbereich) verlaufende Saugleitungen einmünden. Die Sammelleitungen der Altdeponie, sowie des Multi-, Mono- und Salzschlackenbereichs münden am Südrand des Deponiegeländes in einen Hauptsammler, der Anschluß an den Sickerwasserbehälter 1 hat.

Das geodätische Niveau der Drainagen liegt zwischen ca. 30 m NN (Tiefpunkte im Altbereich) und ca. 44 m (höchstes Niveau im Multikomponentenbereich). Einzelheiten gehen aus Anl. 2 hervor.

#### 5.4.2.2 Sickerwassermengen

Anl. 9 zeigt die Gesamtsickerwassermengen (ohne Kassettenwasser) von 1980 bis 1990 als Monats- und als Jahresmengen. Der jährliche Sickerwasseranfall stieg in den ersten 5 Jahren kontinuierlich an. 1984 wurde mit knapp über  $100.000 \text{ m}^3$  gegenüber anfänglich ca.  $16.000 \text{ m}^3$  der Höchstwert erreicht. Von 1985 bis 1990 nahm die Sickerwassermenge auf ca.  $62.000 \text{ m}^3/\text{a}$  ab.

In den Jahren '87 bis '90 betrug die Sickerwassermenge zwischen 48 und 58 % des Niederschlages.

Die Zuordnung von Teilmengen auf die getrennt erfaßten Einrichtungsbereiche der Deponie anhand von Hochrechnungen, die auf 3 bis 5 Stichproben je Teilbereich und Monat beruhen, ist nicht möglich. Nach derartigen Berechnungen entfielen ca. 2/3 der Gesamtsickerwassermenge auf den Altbereich, die als Differenz der Gesamtmenge und den für die übrigen Bereiche ermittelten Mengen berechnet wurde. Gezielt für den Altbereich durchgeführte Stichprobenmessungen ergaben jedoch, daß diese Mengen um ein vielfaches zu hoch sind. Die anhand von Stichproben durchgeführten Mengenermittlungen bringen demnach keine verwertbaren Ergebnisse.

Im Jahr 1990 fielen aus dem Kassettenbereich  $3.137 \text{ m}^3$  Sickerwasser an, was Tageswerte von durchschnittlich ca.  $8,6 \text{ m}^3$  entspricht. Davon entfallen ca.  $2-2,5 \text{ m}^3/\text{d}$  auf die Kasette 4. Da das anfallende Tagwasser getrennt erfaßt und abgeführt wird und bisher nur ein Kassettenabschnitt verfüllt ist, sprechen diese Wassermengen für Zutritte aus dem umliegenden Gebirge.

#### 5.4.2.3 Chemische Zusammensetzung

Das aus den unterschiedlich beschickten Deponiebereichen (s. Anl. 2) stammende Sickerwasser wird getrennt erfaßt und beprobt. Je nach Einrichtung der Deponiebereiche liegen Analysenreihen seit 1976, 1984 bzw. 1985 vor.

Tab. 5.16 sind die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte sowie die Durchschnittswerte der untersuchten Parameter für die verschiedenen Sickerwässer zu entnehmen. Daraus geht hervor, daß die höchst belasteten Sickerwässer im Kassettenbereich (SW 2) und im Salzschlackenbereich (SW 7) auftreten. Diese Wässer sind durch extrem hohe Leitfähigkeitswerte, Abdampf- und Glührückstandswerte sowie Chlorid-, Nitrat-, Natrium- und Kupfergehalte gekennzeichnet. Das Sickerwasser aus den Kassetten zeichnet sich zusätzlich durch hohe Cyanid-, Fluor-, Bor-, Calcium- und Schwermetallgehalte aus. Ebenso treten hier die höchsten PAK-Konzentrationen auf.

Die insgesamt geringsten Sickerwasserbelastungen sind im Altdeponiebereich (SW 1) festgestellt worden. Die Konzentrationen verschiedener Inhaltsstoffe sind oftmals mehr als eine Zehnerpotenz geringer als in den Sickerwässern aus SW 2 oder SW 7 (Abdampfrückstand, Glührückstand, Sulfat, Cyanid, Fluorid, Bor, Natrium u.a.). Änderungen der Sickerwasserzusammensetzung über der Zeit, wie sie beispielsweise von EHRIG (1989) beschrieben werden, können nicht festgestellt werden.

### 5.5 Hydrochemische Situation

#### 5.5.1. Hauptgrundwasserleiter

##### 5.5.1.1 Ergebnisse älterer Untersuchungen

Nach Auswertung der hydrogeologischen Daten zeigte sich, daß das bis Mitte 1990 existierende Pegelnetz zur Beurteilung ggf. deponiebedingter Kontaminationen nicht ausreichte. Die vorhandenen Pegel lagen entweder seitlich des direkten Abstroms der Deponie oder unmittelbar am Deponierand auf der Anstromseite, so daß weder der Anstrom noch der Abstrom ausreichend sicher beurteilt werden konnte.

Parameter		SW 1 Altde- ponie	SW 2 Kass.- Bereich	SW 5 Multi- Bereich	SW 6 Mono- Bereich	SW 7 Salz- schl.
Temperatur [ °C ]	$X_{\min}$	5,7	2,2	10,0	5,6	
	$\bar{X}$	16,4	13,5	18,1	15,2	
	$X_{\max}$	23,0	22,3	23,0	23,0	
pH-Wert		6,8	6,4	7,4	7,4	5,6
		7,6	8,2	7,8	8,0	8,7
		8,3	11,7	8,6	8,9	9,4
Lfk [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]		2.150	2.600	5.500	3.100	14.500
		8.951	54.437	15.319	18.078	69.169
		17.200	121.000	20.900	41.000	122.000
Redoxpoten- tial [ mV ]		- 435	- 178	- 160	- 15	61
		58	86	84	81	97
		380	250	169	177	115
Abdampf- rückstand [ mg/l ]		1.386	1.868	3.014	2.277	13.159
		5.738	98.314	10.969	12.924	50.898
		9.414	102.358	20.686	26.956	85.732
Glührück- stand [ mg ]		1.061	1.819	2.633	1.848	9.493
		4.602	36.934	8.542	10.328	43.504
		8.955	92.904	12.770	22.380	72.294
Säureverbr. bis ph 4.3 mmol/l		4,00				
		62,91	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
		87,40				
Sulfat [ mg/l <sup>-</sup> ]		2	387	55	177	119
		170	1.567	601	1.947	1.930
		1.192	6.896	2.439	5.136	3.738
Sulfid [ mg/l ]		< 0,07	< 0,02	< 0,02	0,07	< 0,07
		(<0,19)	(<0,16)	● (<0,17)	● 2,34	(<1,70)
		1,50	1,00	0,28	5,60	5,60
Chlorid [ mg/l ]		266	466	367	294	1.491
		1.621	12.073	3.103	3.242	10.474
		5.976	54.981	5.779	9.109	35.800
Phosphat [ mg/l ]		< 0,2	1,0	1,9	0,7	2,7
		(<1,7)	● (<4,6)	(<23,4)	● 0,8	● 2,8
		6,0	<10,0	<50,0	0,8	2,8



Parameter	SW 1 Altdeponie	SW 2 Kassetten- bereich	SW 5 Multi- Bereich	SW 6 Mono- Bereich	SW 7 Salz- schl.
Phosphor ges. [ mg/l ]	< 0,02 ( < 1,67 ) 6,60	1,1 4,6 10,0	0,24 ● 3,67 7,10	< 0,07 ● ( < 0,44 ) 0,80	0,32 ● 1,05 2,50
Nitrat [ mg/l ]	< 0,1 ( < 10,7 ) 141,0	0,6 ( < 135,3 ) 716,0	0,5 ( < 23,5 ) 85,0	< 5,0 ( < 41,5 ) 84,0	5,6 ( < 128,4 ) 393,0
Nitrit [ mg/l ]	< 0,01 ( < 0,08 ) 1,50	< 0,02 ( < 4,48 ) 30,00	< 0,02 ( < 8,23 ) 20,00	1,41 ● 1,61 1,80	0,03 2,53 7,00
Ammonium [ mg/l ]	7 387 8.289	54 520 2.226	86 460 1.084	111 778 1.834	99 2.143 4.275
Stickstoff ges. [ mg/l ]	30 316 805	43 529 2.290	- ● 263 -	96 ● 116 137	385 ● 707 1.028
Cyanid ges. [ mg/l ]	0,01 ( < 0,13 ) 1,24	0,05 ( < 31,26 ) 304,00	0,05 0,12 0,33	0,18 2,42 10,35	0,04 3,76 30,10
Fluorid [ mg/l ]	0,25 3,59 20,90	1,10 16,08 141,00	0,24 1,23 3,00	2,10 ● 25,66 55,50	1,70 8,70 20,90
Bor [ mg/l ]	1,1 8,3 13,8	2,4 124,1 398,0	6,8 ● 7,8 8,8	- ● 8,0 -	0,6 ● 10,4 23,8
Natrium [ mg/l ]	100 1.351 8.300	690 6.589 17.000	1.620 ● 2.248 3.000	390 ● 1.783 2.840	2.300 ● 29.680 110.000
Kalium [ mg/l ]	66 490 900	1400 ● 2.450 3.500	540 ● 615 690	560 ● 580 600	5.900 ● 8.250 10.600
Beryllium [ mg/l ]	- < 0,02 -	- - -	- ● < 0,01 -	- ● < 0,01 -	- ● < 0,01 -
Magnesium [ mg/l ]	4 250 410	167 ● 207 246	228 ● 250 273	150 ● 204 257	91 ● 138 185



Parameter	SW 1 Altdeponie	SW 2 Kassetten- bereich	SW 5 Multi- Bereich	SW 6 Mono- Bereich	SW 7 Salz- schl.
Calcium [ mg/l ]	96 251 1.240	33 5.181 20.400	282 ● 328 408	157 ● 243 354	100 448 880
Barium [ mg/l ]	0,30 0,89 1,40	<0,10 (<1,24) 2,30	- ● 0,40 -	- ● 0,50 -	0,20 ● 0,50 0,90
Vanadium [ mg/l ]	0,07 (0,94) 1,00	0,59 (0,95) 1,00	0,07 ● (0,54) 1,00	0,10 ● (0,55) 1,00	0,06 ● (0,77) 1,00
Chrom [ mg/l ]	0,01 (0,04) 0,27	0,02 (0,05) (0,13)	0,02 (0,07) 0,22	0,02 (0,07) 0,15	0,02 (0,07) 0,15
Mangan [ mg/l ]	0,27 4,32 33,00	0,04 11,78 62,00	1,60 ● 2,16 3,30	11,50 ● 21,63 36,00	0,13 6,97 19,40
Eisen [ mg/l ]	0,70 8,00 80,00	0,10 10,07 60,00	4,00 6,40 9,00	0,72 ● 2,46 4,50	0,81 2,24 5,80
Kobalt [ mg/l ]	<0,02 (<0,03) 0,11	0,02 1,09 3,20	- ● 0,03 -	- ● 0,06 -	<0,02 ● (<0,17) 0,34
Nickel [ mg/l ]	0,010 <0,134 2,280	0,020 <3,773 30,00	0,010 0,143 0,290	0,380 1,143 2,500	0,120 0,856 1,900
Kupfer [ mg/l ]	0,010 <0,160 1,600	<0,020 <8,101 43,00	0,020 (<0,040) 0,100	0,020 (<0,056) 0,140	0,18 17,85 49,00
Silber [ mg/l ]	- <0,02 -	- <0,02 -	n.b.	n.b.	● <0,02
Zink ● mg/l ]	0,01 (<0,94) 29,00	0,03 282,33 2.010,0	0,03 0,17 0,77	0,05 6,25 28,70	0,05 2,19 5,60
Cadmium [ mg/l ]	0,004 0,0344 0,6800	0,0009 (<12,7304) 67,00	0,0002 (<0,0218) 0,0600	0,0007 (<0,0382) 0,1200	0,0016 <0,0807 0,3000

Parameter	SW 1 Altdeponie	SW 2 Kassetten- bereich	SW 5 Multi- Bereich	SW 6 Mono- Bereich	SW 7 Salz- schl.
Quecksilber [ mg/l ]	<0,0002 (<0,0028) <0,0100	<0,0005 (<0,0131) 0,0930	<0,0005 (<0,0015) <0,0020	<0,0005 (<0,0015) <0,0020	<0,0005 (<0,0015) <0,0020
Thallium [ mg/l ]	<0,0010 (<0,0039) 0,0220	<0,0010 <1.8153 19,70	<0,0010 ●(<0,0078) 0,0100	<0,0010 ●(<0,0055) <0,0100	<0,0010 (<0,0070) 0,0100
Zinn [ mg/l ]	<0,05 (<0,88) <1,00	<0,05 (<0,88) <1,00	<0,05 ● (<0,53) <1,00	<0,05 ● (< 0,53) <1,00	<0,05 ● (<0,76) <1,00
Blei [ mg/l ]	<0,010 <0,115 0,700	<0,100 (<6,328) 52,00	<0,002 (<0,110) 0,400	<0,002 (<0,128) 0,400	<0,002 (<0,296) 0,700
Arsen [ mg/l ]	<0,002 (<0,009) 0,075	<0,002 (<0,048) 0,810	0,002 0,028 0,066	0,003 0,012 0,029	0,003 0,027 0,058
Antimon [ mg/l ]	0,001 (<0,002) 0,004	<0,002 (<0,005) 0,015	<0,002 ● (<0,003) 0,003	<0,002 ● (<0,004) 0,007	<0,002 <0,010 0,033
Selen [ mg/l ]	0,000 (<0,002) <0,002	0,002 0,002 0,004	- ● <0,002 -	- ● 0,008 -	<0,002 ● <0,007 0,017
KMnO <sub>4</sub> -Ver- brauch [ mg/l ]	104 770 3.937	74 1.197 3.200	1.000 1.404 1.851	180 ● 3.333 7.200	98 6.464 24.900
CSB [ mg/l ]	48 663 2.324	53 974 2.189	164 1.726 6.816	190 1.370 3.170	49 1.706 10.200
BSB <sub>5</sub> [ mg/l ]	6 132 650	3 481 1.556	88 1.245 4.900	34 246 600	2 264 1.270
Phenole [ mg/l ]	1,00 12,33 100,00	1,40 8,95 37,50	13,30 20,23 30,00	3,90 15,24 25,50	1,00 35,84 77,00
EOX (Cl) [ mg/l ]	<0,020 (<0,023) 0,064	<0,020 (<0,048) 0,239	- ● 0,033 -	- ● 0,056 -	0,003 ● (<0,014) 0,020



Parameter	SW 1 Altdeponie	SW 2 Kassetten- bereich	SW 5 Multi- Bereich	SW 6 Mono- Bereich	SW 7 Salz- schl.
PAK [ mg/l ]	<0,050 (<0,400) 1,250	0,05 8,522 59,00	- ● 1,155 -	- ● 0,175 -	<0,100 ● (<0,337) 0,800
PCB [ µg/l ]	0,35 (<0,49) 0,54	0,50 (<0,437) 0,615	n.b.	n.b.	n.b.
KW [ mg/l ]	<0,01 (<0,3) 2,1	<0,1 (<1,2) 10,0	n.b.	- ● <0,5 -	n.b.
Koloniezahl	3,3 2,556 16.700	0 7,357 51,50	n.b.	n.b.	n.b.

● Stichprobenumfang  $n < 5$

n.b. nicht bestimmt

oberer Wert : Minimal-Konzentration

mittlerer Wert : Mittelwert

unterer Wert : Maximal-Konzentration

Tab. 5.16: Mittelwerte und Schwankungsbreiten der Analysedaten der Deponiesickerwässer

Aus der gesamtchemischen Situation nach damaligem Kenntnisstandes ließ sich keine deponiebedingte Beeinflussung des Hauptgrundwasserleiters erkennen. In allen Pegeln traten zwar immer wieder Anzeichen für diffuse anthropogene Einflüsse auf, die jedoch keinem konkreten Bereich und keiner bestimmten Qualität zugeordnet werden konnten. Zeit- und bereichsweise Auffälligkeiten wurden sowohl bei organischen als auch bei anorganischen Parametern festgestellt.

Hinsichtlich der chemisch-physikalischen Parameter ist festzuhalten, daß die elektrische Leitfähigkeiten zwischen ca. 200 und 1600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  lagen, wobei in den einzelnen Pegeln nur sehr geringe Schwankungen auftraten. Die Variation der Quotienten Abdampfdruckstand/elektrische Leitfähigkeit wiesen auf zeitlich stark wechselnde Zusammensetzungen der Lösungsinhalte hin. Die pH-Werte lagen durchweg im neutralen Bereich.

Als maßgebliche Anionen sind Sulfat und Hydrogenkarbonat zu nennen. Im Pegel KB 5 traten gegenüber den anderen Pegeln erhöhte Chlorid-Gehalte auf, die vermutlich auf den im tieferen Untergrund anstehenden salinaren Zechstein zurückzuführen sind. Bezüglich der übrigen Anionen wurden vereinzelte Auffälligkeiten bei Phosphaten und Fluoriden registriert. Die Bor-Konzentrationen wurden lediglich im März '87 und Feb. '89 durch das StAWA ermittelt. Sie lagen einheitlich unter dem EG-Richtwert von 1 mg/l.

Bei den Kationen fielen regelmäßig überhöhte Kalium-Konzentrationen auf, die vermutlich ebenfalls auf aufsteigende mineralisierte Tiefenwässer aus dem Zechstein zurückzuführen sind.

Daneben wurden z.T. erhöhte Ammonium-Gehalte festgestellt. Bezüglich der Metalle- und Halbmetalle wurden vereinzelt Belastungen mit Eisen, Mangan, Nickel, Kupfer, Zink und Cadmium ermittelt.

Die organischen Wasserinhaltsstoffe lagen i.d.R. im Bereich geogener Grundlasten. Die Bestimmungen von Kohlenwasserstoffen und Phenolen erfolgte in der Vergangenheit größtenteils mit zu hohen Nachweisgrenzen (0,5 bzw. 1,0 mg/l), so daß hier keine Beurteilung erfolgen konnte. In jüngeren Analysen wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Die lediglich von März und Feb. 89 vorliegenden AOX-Analysen deuteten auf geringe anthropogene Beeinflussungen hin. PCB's und PAK's traten in nicht nennenswerten Konzentrationen auf.

#### 5.5.1.2 Ergebnisse neuerer Untersuchungen

Die neu errichteten Tiefpegel wurden so angeordnet, daß KB 6 den Anstrom und KB 7 bis KB 9 den Abstrom der Deponie erfassen (Abb. 5.28).

Parameter	KB 6	KB 7	KB 8	KB 9
Wasserstand über NN [m]	-	-	-	-
Luft-Temperatur [°C]	17,5	12,4	11,5	11,8
Wasser-Temperatur [°C]	10,6	10,6	10,4	10,7
pH-Wert (vor Ort)	7,6	7,2	7,5	7,5
Redox.-Pot. (vor Ort) [mV]	165	158	199	141
Leitfähigkeit (vor Ort) [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	350	396	390	350
Sauerstoff (vor Ort) [mg/l]	0,6	0,5	0,7	0,9
Eisen, ges. [mg/l]	134	0,7	0,7	2,4
Kohlenwasserstoffe [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX) [mg/l]	0,095	<0,01	<0,01	0,014
PAK i. Flüss. n. TVO. [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,083	<0,06	<0,06	<0,06
PCB (Su 6 Isomere x5) [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
pH-Wert i. Filtrat	7,6	7,9	7,9	7,9
Leitfähigkeit i. Filtrat [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	366	403	395	355
Abdampf-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	266	270	288	248
Glüh-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	154	177	203	197
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	13	6,9	24	14
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,05	<0,2	0,8	<0,05
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	0,03	<0,02	0,06
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	5,0	6,1	5,7	5,1
Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12
Cyanid, ges. ( $\text{CN}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Fluorid ( $\text{F}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,24	0,23	0,25	0,28
Blei (Pb) i. Filtrat [mg/l]	0,10	<0,01	<0,01	0,01
Quecksilber (Hg) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cadmium (Cd) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<5	<5	<5	<5
Arsen (As) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	24	2	<2	4
Zink (Zn) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Chrom, ges. (Cr) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer (Cu) i. Filtrat [mg/l]	0,06	<0,02	<0,02	<0,02
Nickel (Ni) i. Filtrat [mg/l]	0,11	<0,02	<0,02	<0,02
Thallium (Tl) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<1	<1	<1	<3
Natrium (Na) i. Filtrat [mg/l]	42	74	72	37
Kalium (K) i. Filtrat [mg/l]	16,7	15,5	11,6	10,6
Calcium (Ca) i. Filtrat [mg/l]	178	36,2	58	36,5
Magnesium (Mg) i. Filtrat [mg/l]	20,3	12,1	9,5	9,7
Mangan (Mn) i. Filtrat [mg/l]	0,54	0,08	0,18	0,10
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,17	0,39	0,46	0,3
Bor (B) i. Filtrat [mg/l]	2,2	2,3	1,8	4,3
Phenolindex i. Filtrat [mg/l]	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch i. Filtrat [mg/l]	17	4	10	5
CSB (als $\text{O}_2$ ) i. Filtrat [mg/l]	<15	<15	<15	<15
TOC (als C) i. Filtrat [mg/l]	4,3	1,5	3,2	1,84
BSB5 i. Filtrat [mg/l]	5	1	3	1
Säurekap. pH4,3 i. Filtrat [mmol/l]	3,56	3,99	3,42	3,26

Tab. 5.17: Analysenergebnisse Okt. 90, Hauptgrundwasserleiter



Bei der Analysenkampagne vom Oktober 1990 wurden durchweg sehr geringe elektrische Leitfähigkeiten zwischen 350 und 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei neutralen pH-Werten festgestellt, die mit sehr geringen Salzgehalten - insbesondere Sulfat und Chlorid - korrespondieren. Wichtigstes Anion ist Hydrogencarbonat in Konzentration zwischen 200 und 250 mg/l (Tab. 5.17).

In den Pegeln KB 7, KB 8 und KB 9 traten insgesamt unauffällige Gehalte an Metallen und Halbmetallen auf. In KB 6 dagegen wurde ein extrem hoher Eisen-Gehalt verbunden mit einem erhöhten Bor-Wert bis 4,3 mg/l ermittelt. *KB 6 Pegel in Austram*

Die organischen Summenparameter Phenol-Index,  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, CSB-Wert,  $\text{BSB}_5$ -Wert, TOC, PAK, PCB und Kohlenwasserstoffe zeigen keine Verunreinigungen an. Im Pegel KB 6 wurde jedoch im Gegensatz zu den übrigen Meßstellen ein stark erhöhter AOX-Wert von 95  $\mu\text{g}/\text{l}$  gemessen.

### 5.5.2 Zwischenstockwerk

Das in den Lintforter Schichten ausgebildete Grundwasserzwischenstockwerk wird durch die Pegel T 1 bis T 10 erfaßt, wobei T 3, 3b, 4, 5, 6, 9 und T 10 im Deponieanstrom und T 1, 2, 7 und T 8 im Deponieabstrom liegen.

Die Anfang August 1990 vorgelegten Wasseranalysen aus den Lintforter Schichten (T 1 bis T 4) entsprechen einem weitgehend unbeeinflussten Grundwasser (Tab. 5.18). In den Pegeln T 1 und T 4 wurden geringe Gehalte an adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (AOX) festgestellt, die in der Größenordnung einer diffusen Hintergrundbelastung lagen. Der Pegel T 4 fiel zusätzlich durch einen hohen Sulfat- und Calcium-Gehalt auf, der sich auf natürliche Gipseinlagerungen in den Lintforter Schichten zurückführen läßt.

Die Analyse aus T 2 zeichnete sich gegenüber den übrigen Analysen durch einen hohen CSB- und  $\text{BSB}_5$ -Wert aus. Da ansonsten keine Auffälligkeiten bestanden - insbesondere keine Erhöhung des Chlorid-Gehaltes - wird eine Beeinflussung durch die Deponie ausgeschlossen.

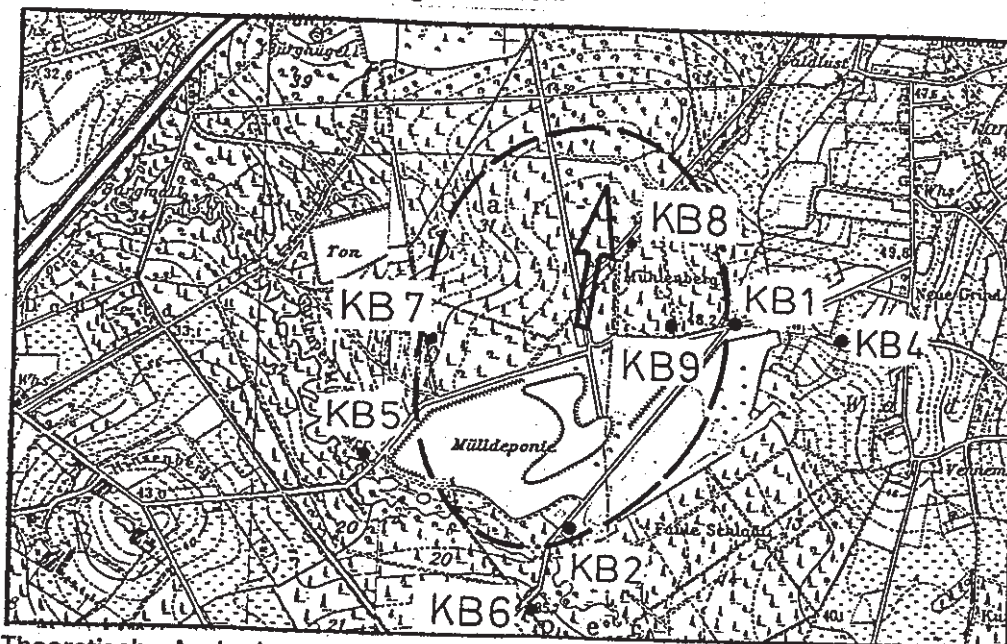


Abb. 5.28: Theoretische Ausbreitung deponiebedingter Kontaminationen im Hauptgrundwasserleiter

Parameter		T 1	T 2	T 3	FB7N	T4
Wasserstand unter Oberfläche	[ m ]	0,0	3,35	4,55	1,15	9,34
Luft-Temperatur	[ °C ]	20,0	20,5	19,0	20,0	18,5
Wasser-Temperatur	[ °C ]	11,3	12,5	11,3	14,0	10,4
pH-Wert (vor Ort)		6,9	6,7	7,0	6,6	6,5
Redox.-Pot. (vor Ort)	[ mV ]	207	62	90	215	78
Leitfähigkeit (vor Ort)	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	767	1168	958	1315	2300
Sauerstoff (vor Ort)	[ mg/l ]	0,6	1,6	0,9	2,0	1,0
Eisen, ges.	[ mg/l ]	5,9	0,5	<0,1	<0,1	1,6
Kohlenwasserstoffe	[ mg/l ]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX)	[ mg/l ]	0,018	<0,01	<0,01	0,046	0,011
PAK i. Flüss. n. TVO.	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,074	<0,06	<0,06	<0,32	<0,06
PAK i. Flüss. n. EPA.	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,16	<0,16	<0,16	0,519	<0,16
1,1,1,-Trichlorethan	[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	<2	<2	<2	<2	<2
Trichlorethen	[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	<1	<1	<1	<1	<1
Tetrachlorethen	[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	<1	<1	<1	<1	<1
Trichlormethan	[ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ]	<1	<1	<1	<1	<1
Koloniezahl	[ 1/ml ]	-	3	-	-	-
pH-Wert i. Filtrat		7,6	7,5	7,5	7,2	7,2
Leitfähigkeit	i. Filtrat [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	801	1269	1000	1420	2500
Abdampf-Rückst.	i. Filtrat [ mg/l ]	565	1011	702	1272	2831
Glüh-Rückst.	i. Filtrat [ mg/l ]	312	692	445	912	2141
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	67	290	160	596	1749
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,5	0,5	<0,5	<3,5	<0,9
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,02	0,02	0,08	0,02
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	9,2	7,2	9,2	31	15
Cyanid, ges. ( $\text{CN}^-$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Fluorid ( $\text{F}^-$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	0,26	0,22	0,23	0,30	0,18
Blei (Pb)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Quecksilber (Hg)	i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<5
Cadmium (Cd)	i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<5	10	<5	<5	<5
Arsen (As)	i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<2	<2	<2	<2	<2
Zink (Zn)	i. Filtrat [ mg/l ]	0,05	0,10	0,14	0,03	0,15
Chrom, ges. (Cr)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer (Cu)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,002	<0,02	<0,002	<0,002	<0,002
Nickel (Ni)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Thallium (Tl)	i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<1	<1	<1	<1	<1
Natrium (Na)	i. Filtrat [ mg/l ]	33	37	53	17,6	26
Kalium (K)	i. Filtrat [ mg/l ]	22,6	29,3	22,2	7,0	19,8
Calcium (Ca)	i. Filtrat [ mg/l ]	105	171	259	282	504
Magnesium (Mg)	i. Filtrat [ mg/l ]	42,0	48	44	14,8	72
Mangan (Mn)	i. Filtrat [ mg/l ]	0,14	0,14	0,11	1,1	0,80
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	0,56	0,70	0,33	0,28	0,85
Phenolindex	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,015	0,03	0,02	0,044	<0,015
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch	i. Filtrat [ mg/l ]	10	10	8	23	18
CSB (als $\text{O}_2$ )	i. Filtrat [ mg/l ]	<15	37	<15	25	17
BSB5	i. Filtrat [ mg/l ]	10	26	7	7	6
Säurekap. pH4,3	i. Filtrat [ mmol/l ]	8,13	8,47	8,74	7,02	6,60

Tab 5.18: Analysenergebnisse Juni 90, Zwischenstockwerk

Anhand des gemessenen Grundwasserstandes von 1,2 m unter Meßpunkt bei der Analyse T 3b wurde festgestellt, daß fälschlicherweise die unmittelbar daneben liegende Meßstelle FB 7n beprobt wurde. Die Wasserstände in T 3b lagen im gesamten Beobachtungszeitraum über 5 m u. Meßpunkt.

Bei der das gesamte Pegelnetz umfassenden Analysen-Kampagne von Oktober 1990 traten gegenüber dem Hauptgrundwasserleiter i.d.R. wesentlich höhere Salzgehalte auf, die sich in Leitfähigkeitswerten zwischen 750 und 2300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bemerkbar machen (Tab. 5.19). Maßgeblich sind die Konzentrationen an Sulfat und Hydrogencarbonat. Während die Gehalte an  $\text{HCO}_3^-$  relativ einheitlich zwischen 400 und 550 mg/l liegen, schwanken die Sulfat-Konzentrationen zwischen ca. 40 mg/l (T 1) und 1100 mg/l (T 4). Die Wasserprobe aus dem Pegel T 6 hebt sich mit einer Leitfähigkeit von 550  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und einem Hydrogencarbonat-Gehalt von 184 mg/l deutlich von den übrigen Proben ab. In T 8 wurde mit 85 mg/l ein relativ hoher Chlorid-Gehalt festgestellt. Wie im Hauptgrundwasserleiter zeichnen sich fast alle Wasserproben durch erhöhte Bor-Werte aus.

Bezüglich der Gehalte an Metallen und Halbmetallen fielen lediglich z.T. erhöhte Konzentrationen an Eisen, Mangan, Natrium und Kalium auf.

Die organischen Summenparameter Phenol-Index  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, CSB- und  $\text{BSB}_5$ -Wert, TOC, PAK, PCB und Kohlenwasserstoffe entsprechen einem unbeeinflussten Grundwasser. Lediglich im Pegel T 10 wurde mit 27 mg/l ein auffallend hoher  $\text{BSB}_5$ -Wert gemessen, der vermutlich auf Laubeintrag zurückzuführen ist. In T 8 zeigt sich mit 0,058 mg/l ein erhöhter Phenol-Index.

Hinsichtlich der AOX-Werte wurde bis auf T 2 in allen Pegeln anthropogene Beeinflussungen Belastung festgestellt. Der höchste Wert wurde mit 0.05 mg/l in T 9 und T 3 gemessen.

### 5.5.3 Quartäres Stockwerk

#### 5.5.3.1 Ergebnisse älterer Untersuchungen

Die Flachpegel des ursprünglichen Beobachtungsnetzes für den oberen Grundwasserleiter reichen bis in die Lintforter Schichten und sind dort verfiltert. Eine hydraulische Verbindung zu den quartären Deckschichten besteht nur über die Filterkiesschüttung.

Bei den chemisch- physikalischen Parametern zeigt sich in der elektischen Leitfähigkeit eine Schwankungsbreite zwischen 210 und 2050  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , die stark schwankende Salzfrachten anzeigte. Ebenso wies das Verhältnis Glührückstand/Abdampfrückstand auf wechselnde Wasserinhaltsstoffe hin. Die pH-Werte waren im allgemeinen aufgrund direkter Niederschlagsereignisse in den sauren Bereich verschoben.



Parameter	T1	T2	T3	T3b	T4	T5
Wasserstand über NN [m]	-	-	-	-	-	-
Luft-Temperatur [°C]	16,0	12	11	10,2	11,5	11,0
Wasser-Temperatur [°C]	14,2	13	11	10,8	10,5	10,1
pH-Wert (vor Ort)	7,3	7,1	7,2	7,3	6,8	6,9
Redox.-Pot. (vor Ort) [mV]	115	118	201	217	95	108
Leitfähigkeit (vor Ort) [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	745	1130	822	1530	2310	1108
Sauerstoff (vor Ort) [mg/l]	0,6	1,9	0,8	0,6	0,9	0,8
Eisen, ges. [mg/l]	1,9	0,3	0,4	38	6,1	2,0
Kohlenwasserstoffe [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX) [mg/l]	0,04	<0,01	0,05	0,03	0,03	0,02
PAK i. Flüss. n. TVO. [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,061
PCB (Su 6 Isomere x5) [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
pH-Wert i. Filtrat	7,6	7,4	7,6	7,7	7,2	7,6
Leitfähigkeit i. Filtrat [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	795	1245	973	1856	2520	1217
Abdampf-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	513	974	666	1854	2626	1002
Glüh-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	323	680	450	1362	2307	732
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	42	294	95	642	1074	277
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,06	1,6	<1,1	<0,05	<1,1	5,5
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,05	0,43	0,05	0,04	0,05	0,02
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	6,2	14	6,8	8,9	9,3	32
Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<1,2	<1,2	<1,2	<0,12	<1,2	<1,2
Cyanid, ges. ( $\text{CN}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Fluorid ( $\text{F}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,20	0,21	0,24	0,18	0,19	0,35
Blei (Pb) i. Filtrat [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Quecksilber (Hg) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cadmium (Cd) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Arsen (As) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<1	<2	<2	<2	<1	<2
Zink (Zn) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,05	0,02
Chrom, ges. (Cr) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer (Cu) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nickel (Ni) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Thallium (Tl) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<1	<1	1	<1	<1	<1
Natrium (Na) i. Filtrat [mg/l]	39	76	126	113	46	53
Kalium (K) i. Filtrat [mg/l]	24,1	32,3	23,1	40	19,7	21,5
Calcium (Ca) i. Filtrat [mg/l]	91	147	110	228	410	175
Magnesium (Mg) i. Filtrat [mg/l]	37	73	42	109	77	45
Mangan (Mn) i. Filtrat [mg/l]	0,12	0,07	0,14	0,27	0,7	0,29
Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,57	0,55	0,43	0,87	0,69	0,5
Bor (B) i. Filtrat [mg/l]	3,4	1,7	1,6	3,0	3,5	0,9
Phenolindex i. Filtrat [mg/l]	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch i. Filtrat [mg/l]	9	8	7	11	15	17
CSB (als $\text{O}_2$ ) i. Filtrat [mg/l]	<15	<15	<15	<15	<15	<15
TOC (als C) i. Filtrat [mg/l]	3,34	3,5	2,66	4,1	7,08	8,1
BSB5 i. Filtrat [mg/l]	1	1	1	2	2	1
Säurekap. pH4,3 i. Filtrat [mmol/l]	8,27	8,5	8,62	9,16	6,72	6,92



Parameter	T6	T7	T8	T9	T10
Wasserstand über NN [m]	-	-	-	-	-
Luft-Temperatur [°C]	11,5	16,0	14,2	15,5	12,0
Wasser-Temperatur [°C]	10,6	11,3	13,1	10,1	10,2
pH-Wert (vor Ort)	7,2	7,3	7,0	7,0	7,2
Redox.-Pot. (vor Ort) [mV]	-3	26	154	94	188
Leitfähigkeit (vor Ort) [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	550	1565	1051	1280	885
Sauerstoff (vor Ort) [mg/l]	1,7	0,8	1,9	0,7	0,6
Eisen, ges. [mg/l]	2,4	1,5	11,9	1,7	16,3
Kohlenwasserstoffe [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX) [mg/l]	0,017	0,04	0,028	0,05	0,029
PAK i. Flüss. n. TVO. [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	0,252	<0,06	<0,06	<0,06	0,06
PCB (Su 6 Isomere x5) [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
pH-Wert i. Filtrat	7,8	7,5	7,4	7,4	7,8
Leitfähigkeit i. Filtrat [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	567	1790	1160	1442	951
Abdampf-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	449	1702	905	1265	943
Glüh-Rückst. i. Filtrat [mg/l]	275	1215	510	974	685
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	72	694	175	545	133
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,2	0,8	2,5	1,7	<0,7
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,05	0,2	<0,02	<0,02	0,06
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	39	13	85	14	14
Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<0,12
Cyanid, ges. ( $\text{Cn}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Fluorid ( $\text{F}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,34	0,27	0,22	0,22	0,23
Blei (Pb) i. Filtrat [mg/l]	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,02
Quecksilber (Hg) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cadmium (Cd) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<5	<5	<5	<5	<5
Arsen (As) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<2	<1	<2	<2	<2
Zink (Zn) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Chrom, ges. (Cr) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer (Cu) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02
Nickel (Ni) i. Filtrat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Thallium (Tl) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	<1	<1	<1	<1	<1
Natrium (Na) i. Filtrat [mg/l]	49	54	91	65	77
Kalium (K) i. Filtrat [mg/l]	11,2	36,9	22,4	18,9	34,6
Calcium (Ca) i. Filtrat [mg/l]	78	213	172	226	106
Magnesium (Mg) i. Filtrat [mg/l]	12	97	39	54	51
Mangan (Mn) i. Filtrat [mg/l]	0,41	0,09	0,32	0,29	0,27
Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) i. Filtrat [mg/l]	0,20	0,79	0,57	0,56	0,84
Bor (B) i. Filtrat [mg/l]	1,8	2,5	1,8	1,0	3,6
Phenolindex i. Filtrat [mg/l]	<0,015	<0,015	0,052	<0,015	<0,015
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch i. Filtrat [mg/l]	8	9	39	22	15
CSB (als $\text{O}_2$ ) i. Filtrat [mg/l]	<15	<15	20	19	30
TOC (als C) i. Filtrat [mg/l]	2,9	3,93	9,2	8,9	12,2
BSB5 i. Filtrat [mg/l]	1	1	2	1	27
Säurekap.pH4,3 i. Filtrat [mmol/l]	3,01	8,29	6,6	6,8	6,96

Tab. 5.19: Analysenergebnisse Okt. 90, Zwischenstockwerk



Hinsichtlich der Anionen zeigten sich deutliche Unterschiede zum Hauptgrundwasserleiter. So traten i.d.R. wesentlich höhere Sulfat-Frachten auf. Die Hydrogenkarbonate und Chlorid-Gehalte zeigten erhebliche bereichsabhängige Schwankungen. In der Nähe landwirtschaftlich genutzter Flächen wurden vereinzelt erhöhte Nitrat-Konzentrationen ermittelt. Die im März 87 und Feb. 89 analysierten Bor-Gehalte lagen wie beim Hauptgrundwasserleiter einheitlich unter 1 mg/l.

Bei den Kationen fielen immer wieder erhöhte Kalium- und Ammonium-Konzentrationen auf, die Hinweis auf fäkale Verunreinigungen lieferten. Daneben wurden z.T. stark erhöhte Eisen- und Mangan-Gehalte registriert, die auf Verwitterung entsprechender Minerale im Geschiebelehm zurückzuführen sind. Bei den übrigen Metallen und Halbmetallen traten vereinzelt Blei, Cadmium, Nickel, Zink und Kupfer hervor.

Hinsichtlich organischer Inhaltstoffe wurden bereichsabhängig  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauchswerte bis 150 mg/l und CSB-Werte bis 100 mg/l gemessen. Die  $\text{BSB}_5$ -Werte lagen vergleichsweise sehr niedrig, woraus auf biologisch schwer abbaubare Substanzen geschlossen werden kann. Die ermittelten Werte sind typisch für Wässer in alluvialen Sanden mit Wurzelböden und humosen Einschaltungen. Ebenso waren die TOC- und DOC-Werte gegenüber dem Hauptgrundwasserleiter erhöht. Bezüglich der vorliegenden AOX-Konzentrationen zeigten sich in allen Pegeln deutliche Beeinflussungen. PCB's und PAK's traten in nicht nennenswerten Konzentrationen auf.

#### 5.5.3.2 Ergebnisse neuerer Untersuchungen

Im Rahmen der jüngsten Untersuchungen wurde das alte Pegelnetz durch 9 neue Flachpegel ersetzt (FB1N bis FB9N). Die Pegel FB1N bis FB7N sind im unmittelbaren Umkreis der Deponie angeordnet. Die Pegel FB8N und FB9N befinden sich südwestlich bzw. südlich der Deponie außerhalb des Einflußbereichs (Anl. 1).

Da das quartäre Grundwasserstockwerk unmittelbar durch Niederschläge gespeist wird, sind die pH-Werte wie aus älteren Untersuchungen bekannt, geringfügig in den sauren Bereich verschoben (pH 5,5 bis 6,9). Die Leitfähigkeitswerte sind insgesamt größeren Schwankungen unterworfen (500 - 1770  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) als in den darunter liegenden Stockwerken. Dementsprechend variieren die Gehalte an Sulfat (13 - 622 mg/l), Chlorid (5 - 67 mg/l) und Hydrogenkarbonat (33 - 507 mg/l).

Bezüglich der Gehalte an Metallen und Halbmetallen wurden bis auf erhöhte Nickelwerte in FB 2N und FB 8N, einen erhöhten Cadmium-Wert in FB 3 N und einen auffallend hohen Natrium-Wert in FB 5N keine Besonderheiten festgestellt. Wie aus älteren Analysen bekannt, treten im Projektgebiet stellenweise hohe Eisen- und Mangan-Konzentrationen auf. Bei den organischen Summenparametern  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, CSB-Wert und TOC treten naturgemäß größere Schwankungen bei generell niedrigen  $\text{BSB}_5$ -Werten auf. Die höchsten Werte wurden in FB 7N und FB 9N gemessen. Die Parameter Phenol-Index, Kohlenwasserstoffe, PAK und PCB lieferten i.d.R. Werte unterhalb oder unmittelbar oberhalb der



Parameter		FB 1N	FB 2N	FB 3N	FB 4N *	FB 5N
Wasserstand über NN	[ ml ]	-	-	-		-
Luft-Temperatur	[ °C ]	16,0	16	15		16
Wasser-Temperatur	[ °C ]	15,7	14,8	15,6		14,6
pH-Wert (vor Ort)		6,3	5,5	5,8		6,5
Redox.-Pot. (vor Ort)	[ mV ]	124	268	226		61
Leitfähigkeit (vor Ort)	[ µS/cm ]	614	500	565		1770
Sauerstoff (vor Ort)	[ mg/l ]	5,1	5,0	5,2		1,3
Eisen, ges.	[ mg/l ]	4,6	1,2	0,8		7,6
Kohlenwasserstoffe	[ mg/l ]	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX)	[ mg/l ]	0,071	0,038	0,052		0,006
PAK i. Flüss. n. TVO.	[ µg/l ]	<0,06	<0,06	<0,072		<0,06
PCB (Su 6 Isomere x5)	[ µg/l ]	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5
pH-Wert i. Filtrat		6,9	6,2	6,5		6,9
Leitfähigkeit	i. Filtrat [ µS/cm ]	629	501	571		1870
Abdampf-Rückst.	i. Filtrat [ mg/l ]	476	444	491		1527
Glüh-Rückst.	i. Filtrat [ mg/l ]	378	328	384		1312
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	76	148	160		622
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	1,5	1,3	3,7		3,3
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	0,04	0,03	0,03		0,09
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	15	21	19		67
Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	<1,2	<0,12	1,0		<1,2
Cyanid, ges. (CN)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,07	<0,07	<0,07		<0,07
Fluorid (F <sup>-</sup> )	i. Filtrat [ mg/l ]	0,23	0,59	0,65		0,32
Blei (Pb)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,01	<0,01		<0,01
Quecksilber (Hg)	i. Filtrat [ µg/l ]	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5
Cadmium (Cd)	i. Filtrat [ µg/l ]	<5	<5	<5		<5
Arsen (As)	i. Filtrat [ µg/l ]	<1	<1	<1		<1
Zink (Zn)	i. Filtrat [ mg/l ]	0,02	0,15	0,06		0,04
Chrom, ges. (Cr)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,02	<0,02		<0,02
Kupfer (Cu)	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,02	<0,02	<0,02		<0,02
Nickel (Ni)	i. Filtrat [ mg/l ]	0,03	0,10	0,03		<0,02
Thallium (Tl)	i. Filtrat [ µg/l ]	<1	<1	<1		<1
Natrium (Na)	i. Filtrat [ mg/l ]	42	59	64		520
Kalium (K)	i. Filtrat [ mg/l ]	4,4	9,6	6,5		30,3
Calcium (Ca)	i. Filtrat [ mg/l ]	94	30,7	61		92
Magnesium (Mg)	i. Filtrat [ mg/l ]	10,6	17,2	11,3		11,8
Mangan (Mn)	i. Filtrat [ mg/l ]	1,07	0,91	0,32		1,67
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	i. Filtrat [ mg/l ]	0,26	0,11	0,11		0,95
Bor (B)	i. Filtrat [ mg/l ]	3,1	3,0	3,1		4,2
Phenolindex	i. Filtrat [ mg/l ]	<0,015	<0,015	0,02		<0,015
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	i. Filtrat [ mg/l ]	34	8	20		135
CSB (als O <sub>2</sub> )	i. Filtrat [ mg/l ]	41	<15	18		72
TOC (als C)	i. Filtrat [ mg/l ]	14,5	2,96	8,42		36,0
BSB5	i. Filtrat [ mg/l ]	1	1	1		1
Säurekap. pH4,3	i. Filtrat [ mmol/l ]	4,28	0,54	0,98		2,53

\* Analysenwerte stehen aus



Parameter	FB 6N	FB 7N	FB 8N	FB 9N
Wasserstand über NN [m]		-	-	-
Luft-Temperatur [°C]		17,0	14,5	16,0
Wasser-Temperatur [°C]		15,7	13,5	14,3
pH-Wert (vor Ort)		6,9	6,8	6,8
Redox.-Pot. (vor Ort) [mV]		104	30	156
Leitfähigkeit (vor Ort) [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]		1500	574	945
Sauerstoff (vor Ort) [mg/l]		2,8	1,9	3,6
Eisen, ges. [mg/l]		0,4	48	0,3
Kohlenwasserstoffe [mg/l]		<0,1	<0,1	<0,1
Adsorb. org. Hal. (AOX) [mg/l]		0,10	0,031	0,13
PAK i. Flüss. n. TVO. [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		0,242	<0,06	<0,06
PCB (Su 6 Isomere x5) [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		<0,5	<0,5	<0,5
pH-Wert i. Filtrat		7,2	7,1	7,1
Leitfähigkeit i. Filtrat [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]		1716	595	1018
Abdampf-Rückst. i. Filtrat [mg/l]		1651	427	770
Glüh-Rückst. i. Filtrat [mg/l]		1225	354	499
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]		13	56	131
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) i. Filtrat [mg/l]		<0,05	1,0	6,9
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) i. Filtrat [mg/l]		0,05	0,06	0,14
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]		5,0	11	9,4
Phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i. Filtrat [mg/l]		<1,2	<0,12	<1,2
Cyanid, ges. (CN) i. Filtrat [mg/l]		<0,01	<0,01	<0,01
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) i. Filtrat [mg/l]		<0,07	<0,07	<0,07
Fluorid ( $\text{F}^-$ ) i. Filtrat [mg/l]		0,46	0,29	0,19
Blei (Pb) i. Filtrat [mg/l]		<0,01	0,09	<0,01
Quecksilber (Hg) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		<0,5	<0,5	<0,5
Cadmium (Cd) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		<5	<5	<5
Arsen (As) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		<1	16	<1
Zink (Zn) i. Filtrat [mg/l]		<0,02	0,11	<0,02
Chrom, ges. (Cr) i. Filtrat [mg/l]		<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer (Cu) i. Filtrat [mg/l]		<0,02	0,05	<0,02
Nickel (Ni) i. Filtrat [mg/l]		<0,02	0,10	<0,02
Thallium (Tl) i. Filtrat [ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]		<1	<1	<1
Natrium (Na) i. Filtrat [mg/l]		67	36	33
Kalium (K) i. Filtrat [mg/l]		8,9	6,6	21,1
Calcium (Ca) i. Filtrat [mg/l]		320	122	145
Magnesium (Mg) i. Filtrat [mg/l]		19,2	11,9	30
Mangan (Mn) i. Filtrat [mg/l]		0,93	1,58	1,44
Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) i. Filtrat [mg/l]		0,15	1,1	<0,05
Bor (B) i. Filtrat [mg/l]		2,7	2,5	5,3
Phenolindex i. Filtrat [mg/l]		<0,015	<0,015	<0,015
$\text{KMnO}_4$ -Verbrauch i. Filtrat [mg/l]		32	17	91
CSB (als $\text{O}_2$ ) i. Filtrat [mg/l]		26	15	70
TOC (als C) i. Filtrat [mg/l]		9,4	6,86	24,0
BSB5 i. Filtrat [mg/l]		1	2	1
Säurekap.pH4,3 i. Filtrat [mmol/l]		7,08	5,55	8,31

keine Probennahme möglich

Tab. 5.20: Analysenergebnisse Okt. 90, quartäres Stockwerk

Nachweisgrenzen. Eine Ausnahme stellt der mit 0,02 mg/l gemessene Phenol-Index in FB 3N dar.

Die festgestellten AOX-Konzentrationen zeigen bis auf FB 5N in allen Pegeln deutliche bis starke Beeinflussungen an. Maximalwerte bis zu 0,13 mg/l wurden in FB 9N und FB 7N registriert.

Wie auch bei den übrigen Analysen von Oktober 1990 fallen in allen Pegeln Bor-Gehalte bis 5,2 mg/l auf.

#### 5.5.4 Oberflächenwasser

Im Rahmen der chemischen Untersuchungskampagnen durch das StAWA im März und Juli 87 sowie im Februar 89 wurde an verschiedenen Stellen auch Oberflächenwässer entnommen und analysiert. Die Probenentnahmestellen sind in Abb. 5.29 verzeichnet.

Der Gartroper Mühlenbach wurde sowohl im Anstrom als auch im Abstrom der Deponie beprobt.

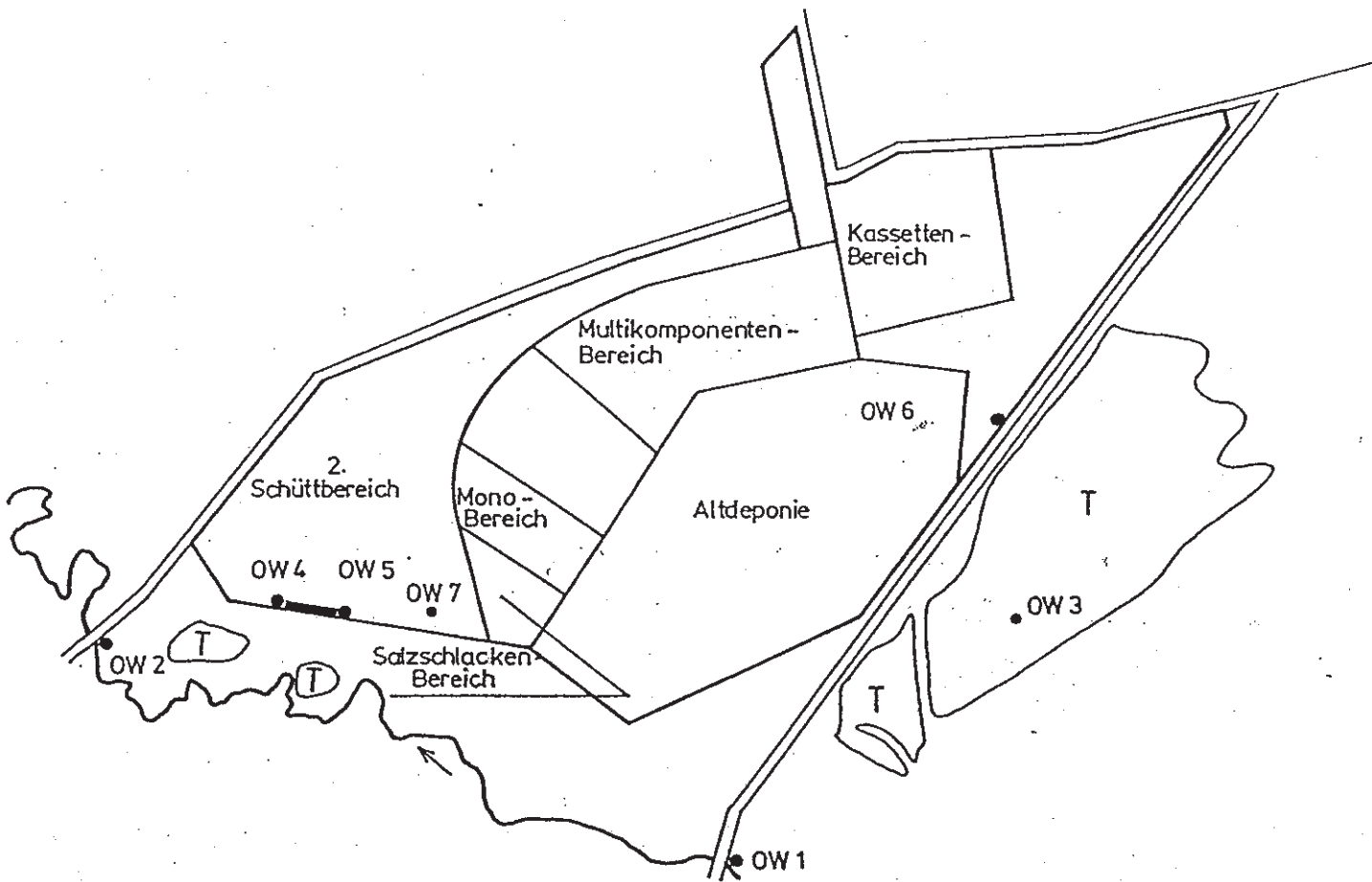
Bezüglich der chemisch-physikalischen Parameter konnten keine signifikanten Änderungen zwischen An- und Abstrom festgestellt werden. Die ermittelten Werte lagen alle im Bereich natürlicher Oberflächenwässer.

Ebenso lieferten die Analysen der Anionen keine Hinweise auf anthropogene Einflüsse. Bei den Kationen fielen bei allen Analysen Cadmium und Zink auf. Lediglich bei den Cadmium-Gehalten ist eine geringfügige Aufhöhung zwischen An- und Abstrom erkennbar.

Hinsichtlich der organischen Parameter ist festzuhalten, daß der Kaliumpermanganatverbrauch sowie der chemische Sauerstoffbedarf für reine Oberflächenwässer relativ hohe Werte lieferten. Sie weisen auf eine verstärkte Aufnahme von Huminstoffen aus moorigen Bereichen hin. Der biologische Sauerstoffbedarf war entsprechend gering.

Während im März 87 der EOX-Wert bestimmt wurde, wurde im Juli 87 der Gehalt an AOX analysiert. Von Februar '89 liegen beide Werte vor. Der AOX-Wert zeigte Beeinflussungen im Deponieanstrom an. Der Abstrom zeigt dagegen leicht bzw. nicht beeinflusste Werte. Die Bestimmung von einzelnen Chlorkohlenwasserstoffen erbrachte Werte unterhalb bzw. geringfügig über den jeweiligen Nachweisgrenzen. Gleiches gilt für die gleichzeitig erfolgte PCB-Bestimmung.

Die Analyse polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe ergab im März 87 zwar Werte im Bereich der Grundbelastung, jedoch war zwischen An- und Abstrom eine Verdopplung in der Summe PAK gemäß TVO festzustellen. Im Juli 87 und Februar 89 lagen alle Werte unterhalb der Nachweisgrenzen.



- OW 1 Gartroper Mühlenbach, Anstrom
- OW 2 " " , Abstrom
- OW 3 Fischteich
- OW 4 Ringgraben, östlicher Einlauf
- OW 5 " , westlicher Einlauf
- OW 6 Kassettenbereich
- OW 7 Sedimentationsbecken

**Abb 5.29:** Lage der Entnahmestellen für Sediment- und Oberflächenwasserproben

Der Deponie-Ringgraben, der südöstlich der Deponie in den Gartroper Mühlenbach entwässert, wurde in der östlichen und in der westlichen Einleitung sowie südlich des Kassettenbereichs beprobt. Die Analyseergebnisse fielen sehr unterschiedlich aus.

Im März 87 zeichnete sich die Probe aus der östlichen Einleitung durch eine erhöhte Anionenfracht (Sulfat, Chlorid) sowie z.T. stark erhöhte Kationen-Konzentrationen aus. Der Ammonium-Wert betrug beispielsweise 10,4 mg/l, was auf eine massive fäkale Verunreinigung hinweist. Ebenso war der Kalium-Gehalt in Verbindung mit der Chlorid- und Natrium-Konzentration erhöht, was ebenfalls Fäkalien anzeigt. In allen untersuchten Proben traten für eine Oberflächenwässer relativ hohe  $\text{KMnO}_4^-$  und CSB-Werte auf.

Im Juli 87 war im Gegensatz zur vorhergehenden Untersuchung der westliche Einlauf höher belastet als der östliche. Dies kam in erster Linie durch erhöhte  $\text{KMnO}_4^-$ , CsB- und  $\text{BSB}_5$ -Werte zum Ausdruck. Darüber hinaus fielen Cadmium, Zink und Eisen auf. In beiden Untersuchungen fiel der westliche Einlauf durch extrem niedrige pH-Werte (bis pH 2.9) auf.

Im Februar 89 wurde der Auslauf des Ringgrabens untersucht. Dabei wurden Erhöhungen des Cadmium- und Chloridgehaltes registriert.

Im März 87 wurde eine deutliche Belastung der Sedimentationsbecken festgestellt. Diese kommt vor allem in einem stark erhöhten Ammonium-Wert sowie ebenfalls hohen Natrium-, Kalium- und Chlorid-Konzentrationen zum Ausdruck (Anzeiger für fäkale Verunreinigungen). Zudem wurden erhöhte Blei-, Cadmium-, AOX- und PAK-Konzentrationen festgestellt.

Im Juli 87 wurde eine ähnliche Situation, jedoch in abgeschwächtem Maße vorgefunden. Lediglich Cadmium war von den genannten Parametern ca. um das Doppelte erhöht. Im Februar 89 wurden keine Verunreinigungen nachgewiesen.

Der Sandfang südlich des Kassettenbereichs wies im Februar mäßige organische und anorganische Beeinflussungen auf.

### 5.5.5 Sedimentuntersuchungen

Parallel der Beprobung von Oberflächenwässern sind durch das StAWA auch Sedimentproben entnommen und analysiert worden. Die Proben wurden sowohl als Feststoff als auch z.T. im Eluat untersucht.

Während im März 87 nur eine Probe aus dem Gartroper Mühlenbach analysiert worden ist, liegen für Juli 87 und Februar 89 Analysen aus dem An- und Abstrom vor.

Bei allen Feststoffanalysen zeigt sich ein Kalium/Natrium Verhältnis von ca. 7 bis 8, was darauf zurückzuführen ist, daß Kalium in wesentlich stärkerem Maße in Tonmineralien eingebaut wird als Natrium.

Bei den Ergebnissen von März 87 und von Anstromproben Juli 87 fallen stark bzw. mäßig erhöhte Chrom-Gehalte auf. In der Abstromprobe Juli 87 wurden erhöhte Zink- und Cadmium-Konzentrationen registriert. Im Februar 89 traten Blei und Zink leicht hervor, wobei jeweils eine leichte Erhöhung vom An- zum Abstrom auftrat.

Die Analyse organischer Parameter erbrachte bis auf zwei Ausnahmen weitgehend unauffällige Ergebnisse. Der Deponieanstrom zeichnete sich im Juli 87 durch einen stark erhöhten Phenolindex aus (10,5 mg/l). Der Deponieabstrom lieferte zur gleichen Zeit einen relativ hohen  $\text{KMnO}_4$ -Wert.

Die Analysen von Sedimenten aus dem Fischteich südöstlich der Deponie erbrachten durchweg Ergebnisse im Bereich natürlicher Konzentrationen.

Die Sedimente aus dem Absetzbecken zeichneten sich bei allen Analysen durch erhöhte Metall-Gehalte aus. In den beiden ersten Analysen fielen stark erhöhte Phenolkonzentrationen auf (bis 19,8 mg/l).

Der Sandfang südlich des Kassettenbereichs zeichnet sich im Februar 89 ebenfalls durch erhöhte Metallgehalte aus.

## 5.6 Zusammenfassende Bewertung der hydrochemischen Situation

Im Bericht des Geotechnischen Büros von Februar 1990 wurden anhand der bis dahin durchgeführten Grundwasseranalysen aus den Pegeln KB 1, KB 2, KB 4 und KB 5 keine deponiebedingten Beeinträchtigungen des wasserwirtschaftlich genutzten Hauptgrundwasserleiters festgestellt, jedoch traten in allen Pegeln immer wieder Anzeichen für diffuse anthropogene Belastungen auf.

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung aus den im direkten An- bzw. Abstrom der Deponie errichteten Pegeln KB 6 bis KB 9 bestätigen dieses Bild. Insgesamt zeigt sich eine relativ schwache Mineralisierung des Hauptgrundwasserleiters. Bei den im Anstrom (KB 6) festgestellten Belastungen durch Schwermetalle und organisch gebundene Halogene waren möglicherweise noch bohrungsbedingte Einflüsse ursächlich.

Die Analysendaten der Pegel T 1 und T 10 zeigen gegenüber dem Hauptgrundwasserleiter eine insgesamt wesentlich stärkere Mineralisation der im Zwischenstockwerk zirkulierenden Wasser an, die in erster Linie auf die Lösung natürlicher Gips- und Kalkeinlagerungen in den Lintforter Schichten

zurückzuführen ist. Die unregelmäßige Verteilung dieser Einschlüsse ruft die z.T. großen Schwankungsbreiten der Salzgehalte - insbesondere Sulfat - hervor. Die teilweise hohen Eisen- und Mangankonzentrationen lassen sich auf natürlichen Pyrit- und Toneisensteinkonkretionen zurückführen.

Da sowohl im Anstrom als auch im Abstrom der Deponie Belastungen mit organisch gebundenen Halogenen festgestellt wurden, ist ein direkter deponiebedingter Einfluß auszuschließen. An dieser Stelle sei angemerkt, daß die oft vertretene Meinung, daß organische Halogenverbindungen in der Natur kaum entstehen können und daher fast ausschließlich industrieller- bzw. antropogener Herkunft sind, nach Ergebnissen aus der aquatrischen Sedimentenforschung nicht zutrifft (MÜLLER, G. & SCHMITZ, W., 1985) BOWN (1979) weist auf zahlreiche biogene halogenorganische Verbindungen, vorwiegend aus dem marinen Bereich, hin. Nach neueren Erkenntnissen sind nicht nur Mikroorganismen sondern auch Makrophyten in der Lage, organische Halogenverbindungen zu synthetisieren. Danach muß in den marinen tertiären Sedimenten im Projektgebiet auch von geogen bedingten AOX-Belastungen ausgegangen werden.

Der im Juli 1990 im Pegel T 2 gemessene CSB- und BSB<sub>5</sub>-Wert wurde durch die nachfolgende Analyse nicht bestätigt, so daß eine Beeinträchtigung durch die angeschnittene Altdeponie infolge unsachgemäßen Pegelausbaus ausgeschlossen werden kann.

Die insgesamt etwas schwächere Mineralisation der Wasserprobe aus T 6 läßt auf einen direkten Zusammenhang schwebender Grundwasserkörper in den Lintforter Schichten mit dem quartären Grundwasserkörper schließen. Die Wasserproben aus den nahegelegenen Flachpegeln FB 2N und FB 3N weisen vergleichbare Leitfähigkeits- und Hydrogencarbonat-Werte auf.

Da sich der Geschiebelehm im wesentlichen aus umgelagertem Lintforter Material und Flugsand zusammensetzt, ist der Chemismus der quartären Wässer qualitativ mit dem des Zwischenstockwerks vergleichbar. Dies gilt insbesondere für die Inhaltstoffe Sulfat, Hydrogencarbonat, Eisen und Mangan.

Die stellenweise hohen CSB-, KMnO<sub>4</sub>-Verbrauchs- sowie TOC-Werte werden durch den Eintrag von Huminstoffen aus dem Wurzelboden hervorgerufen. Z.T. erhöhte Schwermetallgehalte traten sowohl in unmittelbarer Nähe (FB 2N) als auch abseits von derzeit betriebenen Deponieabschnitten (FB 3N, FB 8N) auf, so daß eine verstärkte Freisetzung aufgrund niedriger pH-Werte wahrscheinlicher als der Einfluß von Deponieschadstoffen ist.

Bezüglich der AOX-Gehalte wurden gegenüber den unteren Stockwerken die insgesamt stärksten anthropogenen Einflüsse registriert. Da auch hier keine signifikante Steigerung mit Annäherung an die in Betrieb befindliche Deponieflächen erkennbar ist, muß von einer allgemeinen Hintergrundbelastung ausgegangen werden.



Die Deutung der in nahezu allen Analysen auftretenden hohen Bor-Gehalte erweist sich als schwierig. Geogen bedingte Bor-Konzentrationen betragen im allgemeinen bis 20 µg/l. Ab 50 µg/l besteht Verdacht auf anthropogene Verunreinigungen. Bei der Analysenkampagne von Oktober 1990 wurden in allen Pegeln unabhängig von der Lage zur Deponie Konzentrationen zwischen 0,9 und 5,3 mg/l gemessen, womit ein Austrag von Deponieschadstoffen sehr unwahrscheinlich ist. Dafür spricht ebenso, daß keine anderen konkret von der Deponie ausgehenden Belastungen erkennbar sind.

Geogene Einflüsse sind ebenfalls sehr unwahrscheinlich, da in allen Grundwasserstockwerken etwa gleiche Konzentrationen gefunden wurden. Nach Rücksprache mit dem analysierenden Labor der AGR Gelsenkirchen werden die Werte derzeit auf mögliche Analysefehler überprüft.

Aus den Analysen der verschiedenen Oberflächenwässer geht hervor, daß sowohl der Gartroper Mühlentbach, der keine signifikanten Unterschiede zwischen An- und Abstrom zeigt, als auch der Fischteich im Südosten bisher keine Deponieeinflüsse erkennen lassen.

Der Deponieringgraben, der auch als Betriebsweg genutzt wird und das Sedimentationsbecken zeigen dagegen örtlich und zeitlich wechselnde Verunreinigungen. Diese werden vermutlich einerseits durch die betriebliche Nutzung und andererseits durch Verschleppungen (ggf. Verwehungen) von Abfällen hervorgerufen.

Durch die Untersuchung von Sedimentproben werden die Ergebnisse der Analysen von Oberflächenwasser bestätigt.

## 6. Schlußfolgerung im Hinblick auf bestehende Einrichtungsflächen

### 6.1 Vereinbarkeit der Ergebnisse mit den Grundlagen des Planfeststellungsbeschlusses

Der Planfeststellungsbeschluß von 1980 stützt sich in seiner Begründung auf eine Reihe hydrogeologischer Voraussetzungen, die aus dem damaligen Kenntnisstand abgeleitet worden sind. Die Lintforter und Ratinger Schichten werden als "sehr wenig durchlässig bis kaum durchlässig bezeichnet" (Abschn. V., S. 109). Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen bestätigt. Nach DIN 4049 Teil 5 ist ein Grundwasserhemmer im Gegensatz zu einem Grundwasserleiter ein Gesteinkörper, der im Vergleich zu einem benachbarten Gesteinkörper gering wasserdurchlässig ist. Verglichen mit den tertiären und kretazischen Sanden des Hauptgrundwasserleiters trifft diese Aussage zu. Die Durchlässigkeitsunterschiede zu den Lintforter Schichten betragen größenordnungsmäßig 2,5 Zehnerpotenzen. Die Ratinger Schichten können gemäß der DIN-Definition als Grundwassernichtleiter angesprochen werden. Die Durchlässigkeitsunterschiede zum unterlagernden Hauptgrundwasserleiter betragen im Mittel 5,5 Zehnerpotenzen.

Das Kornspektrum der Ratinger und Lintforter Schichten weist nach dem Planfeststellungsbeschluß "im Raum Hünxe/Schermbek zu rund 90 % Korngrößen"  $< 0,06$  mm auf. Die Ratinger Schichten werden als einheitlicher, dunkelgrünlich-grauer, fetter und sehr plastischer Ton angesprochen. Im höheren Teil, den Lintforter Schichten, treten gelegentliche Lagen von tonigem Schluff und Feinsand auf. Ihre Mächtigkeit liegt im Raum Hünxe/Schermbek zwischen 25 und 40 m" (Abschn V., S. 110).

Nach den jetzt vorliegenden Erkenntnissen weist das tonige Tertiär eine deutliche fazielle Gliederung auf. Der obere Profilabschnitt der Lintforter Schichten weist im Mittel einen Korngrößenanteil  $< 0,06$  mm (Ton/Schluff-Fraktion) von ca. 77 % auf. Die Sandfraktion beträgt im Mittel ca. 23 %. Der basale Abschnitt der Lintforter Schichten, dessen Mächtigkeit stark zurücktritt, besteht im Mittel aus ca. 58 % Sand und 42 % Ton und Schluff. Die Ratinger Schichten weisen i.d.R. einen Ton-/Schluff-Anteil  $> 90$  % auf. Die Mächtigkeit der Lintforter Schichten schwankt zwischen 16 und 37 m, die der Ratinger Schichten zwischen 7,80 und 8,80 m, so daß sich Gesamtmächtigkeiten zwischen ca. 24 und 48 m ergeben.

Hinsichtlich der Durchlässigkeit der Lintforter Schichten werden im Planfeststellungsbeschluß "unabhängig voneinander durchgeführte Untersuchungen im Auftrag des Regierungspräsidenten Düsseldorf und der Westfälischen Berggewerkschaftskasse an ungestörten Bodenproben" angeführt. Diese Werte lagen einheitlich bei  $K = 5 \times 10^{-10}$  m/s. Noch weitaus günstigere Werte hat der Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH Aachen im Rahmen einer umfassenden Untersuchungen zur Beurteilung der Dichtigkeit des Untergrundes bei der Standortauswahl zur Sonderabfalldeponierung aus ungestörten Proben ermittelt. Hier lag der Durchlässigkeitsbeiwert in der Bandbreite von  $K_g = 1 \times 10^{-11}$  bis  $8 \times 10^{-12}$  m/s" (Abschn. V, S. 111 -112). Mit den von der RWTH Aachen ermittelten  $I_0$ -Werten zwischen 5 und 8 wird bei einer Gesamtmächtigkeit von 25 m ein theoretisches Durchsickern erst bei Einstauhöhen zwischen 25 und 200 m prognostiziert, die aufgrund der installierten Drainagesysteme mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Daraus wird auf die "absolut ausreichende Dichtigkeit des Tonmaterials in Hünxe/Schermbek" geschlossen (Abschn. V, S. 112).

Wie aus den Zitaten hervorgeht, wurden die angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte an ungestörten Bodenproben ermittelt und bezeichnen folglich die Gesteinsdurchlässigkeit. Die jüngsten Untersuchungen lieferten für die Lintforter Schichten durchaus vergleichbare Werte zwischen  $1,4 \times 10^{-9}$  und  $4,4 \times 10^{-10}$  m/s bei einem Mittelwert von ca.  $1,8 \times 10^{-10}$  m/s.

Im Planfeststellungsbeschluß erfolgte gemäß dem damaligen Kenntnisstand der Rückschluß von im Labor ermittelten Durchlässigkeits- und  $I_0$ -Werten auf in-situ auftretenden Durchströmungsraten. Die Untersuchungen vor Ort haben jedoch gezeigt, daß für den Gesteinskomplex der Lintforter Schichten wesentlich höhere Durchlässigkeiten angesetzt werden müssen. Die reine Gesteinsdurchlässigkeit ist ca. 2 bis 3 Zehnerpotenzen geringer als die Gebirgsdurchlässigkeit. Zur Abschätzung von Sickerraten muß jedoch der gesamte Gesteinskomplex - also die Gebirgsdurchlässigkeit - betrachtet werden.

Zum Nachweis der ausreichenden Dichtigkeit der Lintforter und Ratinger Schichten im Sinne der im Planfeststellungsbeschuß angeführten Definition ist der vorab beschriebene Ansatz deshalb ungeeignet. "Dichtigkeit im Sinne der Anforderung für die Sonderabfallablagerung ist gegeben, wenn die natürlichen Eigenschaften eines Tonvorkommens kombiniert mit zusätzlichen künstlichen Sicherheitsmaßnahmen und einem geeigneten Überwachungssystem gewährleisten, daß Austritte von Schadstoffen und damit Grundwassergefährdungen dauerhaft ausgeschlossen sind" (Abschn. V, S. 110).

Im vorliegenden Fall werden Sonderabfälle in ca. 30 x 200 m großen Kassetten abgelagert, deren Sohlen unterhalb der in den durchgängig verfilterten Pegeln eingemessenen Wasserstände im Zwischenstockwerk liegen. Das Potentialgefälle ist also in den Abfallkörper gerichtet und nicht nach außen. Zusitzende Wässer aus dem Gebirge (ca. 10 m<sup>3</sup>/d) werden über die Drainagen abgeführt.

Darüber hinaus ist zu beachten, daß es sich bei den in den Lintforter Schichten zirkulierenden Wässern zwar definitionsgemäß (DIN 4049, Teil 5) um Grundwasser handelt, das jedoch wasserwirtschaftlich weder genutzt wird noch aufgrund der insgesamt geringen Menge genutzt werden kann.

Der wasserwirtschaftlich genutzte Grundwasserleiter wird neben den Lintforter Schichten zusätzlich durch die Ratinger Schichten von der Deponie getrennt. Die Ratinger Schichten weisen Gebirgsdurchlässigkeiten in einer Größenordnung auf, die den Berechnungen im Planfeststellungsbeschuß als Gesteinsdurchlässigkeiten zugrunde liegen ( $1 \times 10^{-11}$  bis  $5 \times 10^{-10}$  m/s). Damit ist ausreichend sichergestellt, daß keine nachteilige Beeinflussung des Hauptgrundwasserleiters stattfinden kann.

Vor diesem Hintergrund ist das Kriterium der Dichtigkeit gemäß der Definition im Planfeststellungsbeschuß erfüllt. Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der hydrochemischen Situation bestätigt, wonach sich keine deponiebedingten Grundwasserbelastungen im Zwischenstockwerk oder im Hauptgrundwasserleiter nachweisen lassen.

## 6.2 Beurteilung der Standortverhältnisse vor dem Hintergrund der TA-Abfall

In der TA-Abfall von Juni 1990 (Bundsrats-Drucksache 482/90) werden im Abschnitt 9 "Besondere Anforderungen an oberirdische Deponien" verschiedene Standortvoraussetzungen für die Anlage einer Deponie definiert. Als wesentliche Punkte sind zu nennen:

### Abschn. 9.3.2 Untergrund

"Als Deponieauflager ist ein natürlicher Untergrund erforderlich, der eine Mindestmächtigkeit von 3 m und ein hohes Adsorptionsvermögen aufweist. Dies ist i.d.R. erfüllt, wenn bei

tonmineralhaltigem Untergrund vorgenannter Mächtigkeit ein Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert von  $K \leq 1 \times 10^{-7}$  m/s gegeben ist. Der geforderte Untergrund soll eine flächige Ausbreitung aufweisen ...

Sofern die vorgenannten Voraussetzungen nicht vollständig erfüllt werden, sind sie durch zusätzliche technische Maßnahmen sicherzustellen ..."

#### Abschnitt 9.3.3 Lage zum Grundwasser

"Das Deponieplanum muß so angelegt werden, daß es nach Abklingen der Untergrundsetzungen mindestens 1 Meter über der höchsten zu erwartenden Grundwasseroberfläche bzw. Grundwasserdruckfläche bei freiem oder gespanntem Grundwasser nach DIN 4049, Teil 1 (Ausgabe September 1979) liegt.

Höhere Druckspiegel sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, daß das am Grundwasserkreislauf aktiv teilnehmende Grundwasser nicht nachteilig beeinträchtigt wird. ✓

Eine derartige Beeinträchtigung kann insbesondere dann nicht vorliegen, wenn der Untergrund aus sehr gering durchlässigen Böden oder Gesteinsschichten mit ausreichender Mächtigkeit und flächenhafter Ausbreitung über den eigentlichen Deponiebereich hinaus besteht". ✓

Diese Standortvoraussetzungen sind für die zur Zeit noch ungenutzten Erweiterungsflächen getrennt zu beurteilen. Zu den Erweiterungsflächen zählen der östliche Kassettenbereich, die bisher unverfüllte Restfläche zwischen Salzschlacken- und Multikomponentenbereich im 1. Schüttbereich sowie der 2. Schüttbereich (Anl. 2).

#### 6.2.1 Kassettenbereich

In Tab. 5.9, Abschn. 5.3.3.1.1, und Tab. 5.11, Abschn. 5.3.3.1.2, sind die Ergebnisse von Auffüll- bzw. Absenkversuchen, die Profilabschnitte bis zu 3 m unterhalb der Kassettensohlen erfassen, grau hinterlegt. An der Südseite der Kassetten (Bohrungen T 2, T 3, T 3b, T 8) liegen die Sohlen auf ca. 31 m NN, an der Nordseite auf ca. 38 m NN (Bohrungen T 4, T 5, T 9, KB 9). Wie bereits in Abschn. 5.3.4 erläutert, sollten bei Teststrecken im oberen Profilabschnitt der Lintforter Schichten bedingt durch Einflüsse schwebender Grundwässer hohe Grundwasserstände zugrunde gelegt werden ( $H = 1$ ). Die maximale Gebirgsdurchlässigkeit nach dieser Betrachtung beträgt  $3,4 \times 10^{-7}$  m/s. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die ermittelten Werte versuchstechnisch bedingt bis ca. 0,5 Zehnerpotenzen höher liegen können.

Die Gefahr von Grundwasserverunreinigungen durch Schadstoffaustritte aus der Deponie wird in 1. Linie durch die vertikale Gebirgsdurchlässigkeit bestimmt, die mindestens eine Zehnerpotenz unter der hier

bestimmten horizontalen Durchlässigkeit liegt (s.a. Abschn. 5.3.4). Vor diesem Hintergrund wird die Forderung eines mindestens 3 m mächtigen Deponieauflagers mit einer Gebirgsdurchlässigkeit von  $K \leq 1 \times 10^{-7}$  m/s unterhalb der Kassettensohlen erfüllt. Wie der Vergleich der in unmittelbarer Umrandung des Kassettenbereichs ermittelten Durchlässigkeiten mit den aus der weiteren Umgebung (Bohrungen T 6, T 7, KB 6, KB 7, KB 8) zeigt, wird die geforderte Gebirgsdurchlässigkeit auch über den Kassettenbereich hinaus erreicht. Lediglich der Bereich um T 1 weist erhöhte horizontale Durchlässigkeiten mit  $1 \times 10^{-6}$  m/s auf, wobei für die vertikale Durchlässigkeit wiederum von Werten  $\leq 1 \times 10^{-7}$  m/s ausgegangen werden kann. Das Kriterium der flächenhaften Ausbreitung eines geeigneten Deponieauflagers wird somit erfüllt.

Bei der Beurteilung der Lage des Deponieplanums zum Grundwasser muß zwischen dem Zwischenstockwerk und dem Hauptgrundwasserleiter unterschieden werden.

Die Grundwasserdruckfläche des Hauptgrundwasserleiters liegt im Kassettenbereich zwischen ca. 33,0 und 33,5 m NN (Höchstwasserstände), so daß die südlichen Hälften der Kassettensohlen unterhalb des Wasserspiegels liegen. Eine nachteilige Beeinflussung des "aktiv am Grundwasserkreislauf teilnehmenden Wassers" kann jedoch ausgeschlossen werden, wie die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen belegen (Abschn. 5.5.1). Der Schutz des Hauptgrundwasserleiters wird durch die 8 - 10 m mächtigen Ratinger Schichten gewährleistet, die - wie in der TA-Abfall gefordert - flächenhaft über den eigentlichen Deponiebereich hinaus verbreitet sind.

Der Wasserstand des Zwischenstockwerks liegt im Kassettenbereich zwischen 35,5 m und 39 m NN (Abb. 5.17), womit nahezu die gesamten Kassettensohlen unterhalb des Wasserspiegels liegen. Da es sich bei den Lintforter Schichten um einen halbfreien Grundwasserleiter handelt, kann ein Wasserspiegel über dem geforderten Mindestabstand unter den in der TA-Abfall genannten Voraussetzungen nicht akzeptiert werden.

Für die Einrichtung weiterer Kassetten bzw. zur Sanierung der bestehenden Kassetten ist daher der derzeitige Grundwasserspiegel im Kassettenbereich durch technische Maßnahmen abzusenken bzw. eine Zusickeung in die Ablagerungsbereiche durch geeignete technische Maßnahmen zu unterbinden. Reine hydraulische Maßnahmen sind aufgrund der sich bei den gegebenen Durchlässigkeiten einstellenden steilen Absenktrichter nicht sinnvoll. Dagegen bietet sich die Einkapselung des Kassettenbereichs mit einer vertikalen Dichtung (Schlitzwand) und einer geeigneten Oberflächenabdichtung an. Als Einbindehorizont für eine Dichtwand besitzen die Ratinger Schichten aufgrund ihrer extrem geringen Gebirgsdurchlässigkeiten sehr günstige Voraussetzungen. Zur Absenkung des Wasserspiegels werden zunächst zentral angeordnete Vakuumburgen mit intermittierendem Betrieb empfohlen. Die endgültige Dimensionierung des Entwässerungssystems sollte erst im Anschluß an eine Beobachtungsphase vor dem Aufbringen der Basisabdichtung für die geplante Aufhöhung erfolgen. Da die Lintforter Schichten insgesamt gesehen als Grundwasserhemmer anzusprechen sind, sind die abzuführenden Wassermengen

relativ gering, wobei die Systemdichtigkeit der Dichtwand entscheidenden Einfluß nimmt. Bei einer Ausführung als Dichtungswand mit integrierter Dichtungsbahn und Schloßdichtung kann die Zusicke-  
rungsrate nahezu gegen Null gebracht werden.

Aus Sicht der Unterzeichnenden wird im vorliegenden Fall die Einhaltung der in der TA-Abfall geforderten Voraussetzungen mit Hilfe technischer Maßnahmen für vertretbar gehalten. Als wesentliche Argumente seien zusammenfassend noch einmal genannt:

- Die in den Lintforter Schichten zirkulierenden Wassermengen sind relativ gering. Das Grundwasservorkommen kann wasserwirtschaftlich nicht genutzt werden.
- Der wasserwirtschaftlich genutzte Hauptgrundwasserleiter wird durch die ca. 8 - 10 m mächtigen Ratinger Schichten, die eine extrem günstige Dichtigkeit aufweisen, von den überlagernden Lintforter Schichten getrennt. Eine Gefährdung des Hauptgrundwasserleiters ist damit ausgeschlossen.
- Die Ratinger und Lintforter Schichten weisen eine weit über den eigentlichen Deponiebereich hinausgehende Verbreitung auf.
- Der technische Aufwand, der dauerhaft nach Einstellung des Deponiebetriebs zu betreiben ist, ist relativ gering.

### 6.2.2 Restfläche des Multikomponentenbereichs

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, wurde mit Hilfe hydraulischer Bohrlochtests für den gesamten Standort Hünxe ein Deponieauflager von mindestens 3 m Mächtigkeit mit einer vertikalen Gebirgsdurchlässigkeit von  $\leq 1 \times 10^{-7}$  m nachgewiesen.

Ebenso kann für den Gesamtstandort die Grundwasserdruckfläche des Hauptgrundwasserleiters aus den in Abschn. 6.2.1 genannten Gründen außer Acht gelassen werden.

Der Grundwasserstand des Zwischenstockwerks hebt sich im südlichen Deponiebereich über die Oberkante der Lintforter Schichten als Deponieauflager hinaus. In Anl. 2 sind die Bereiche gekennzeichnet, in denen nach vorliegendem Kenntnisstand der Wasserspiegel höher als 1 m unter der Tertiäroberfläche liegt (s.a. Profildarstellungen Anl. 8). Daraus wird ersichtlich, daß die Sohle der bereits hergerichteten Restfläche des Multikomponentenbereichs durchgängig 1 m über dem Wasserstand des Zwischenstockwerks liegt.

Die zur Beurteilung herangezogenen Wasserstände wurden im Nov. des Jahres 1990 gemessen. Dieser Zeitpunkt repräsentiert den Anfang eines hydrologischen Jahres, zu dem i.d.R. Niedrigwasser herrscht. Da die seit Sommer '90 beobachteten Wasserstandsschwankungen relativ gering sind, wird von ähnlichen Schwankungsbreiten bis maximal 2 m ausgegangen. Auch unter diesen Voraussetzungen liegt die Restfläche des Multikomponentenbereichs oberhalb des geforderten Niveaus (Anl. 2).

### 6.2.3 2. Schüttbereich

Die südwestliche Teilfläche des 2. Schüttbereichs liegt nach Abtrag des Geschiebelehms bis zu ca. 2,5 m unterhalb des Grundwasserspiegels im Zwischenstockwerk, wobei eine mittlere Quartärmächtigkeit von 3 m zugrunde gelegt wurde (Anl. 2 u. 8). Dieser Bereich ist vor Inbetriebnahme entsprechend aufzuhöhen.

Bezüglich der Qualität des Untergrunds wird auf die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel verwiesen.

### 6.2.4 Betriebsflächen

Von den in Betrieb befindlichen Flächen, dies gilt insbesondere auch für den Salzschlacken-Bereich bzw. den bereits verfüllten Deponieabschnitten befinden sich lediglich die Sohlen der Altdeponie sowie der Kassetten z.T. mehrere Meter unterhalb des Wasserspiegels. Diese Tatsache dürfte i.w. verantwortlich sein für die in den Kassetten als auch in der Altdeponie auftretenden hohen Sickerwassermengen.

### 6.3 Anpassung der Grundwasserkontrollen an die hydrogeologische Situation

Der erweiterte Kenntnisstand über die hydrogeologischen Verhältnisse im Projektgebiet erfordert zukünftig eine Anpassung der chemischen Kontrolluntersuchungen. Zu Abschätzung deponiebedingter Einflüsse auf die verschiedenen Grundwasserstockwerke werden die in Tab. 6.1 angeführten Pegelnetze vorgeschlagen.

	Anstrom	Abstrom
Quartäres Stockwerk	FB8N, FB9N	FB1N bis FB7N
Zwischenstockwerk	T 4, T 5, T 10, T 11a	T 1, T 2, T 7, T 8
Hauptgrundwasserstockwerk	KB 6	KB 7, KB 8, KB 9

Tab. 6.1: Pegelnetze für die chemische Grundwasserüberwachung

Für die fortlaufenden Untersuchungen werden jährlich 2 Kurz- und 2 Vollanalysen aus den genannten Pegeln vorgeschlagen. Der jeweilige Untersuchungsumfang ist der nachfolgenden Auflistung zu entnehmen.

- Trübung
- Farbe
- Geruch
- Wassertemperatur
- gelöster Sauerstoff
- pH-Wert
- elektrische Leitfähigkeit
- Redoxpotential
- Abdampfdruckstand
- Glühverlust
- Säurekapazität bis pH 4,3
- Säurekapazität bis pH 8,2
- Chlorid
- Nitrat
- Nitrit
- Phosphat
- Fluorid
- Cyanide ges.
- Borat
- Natrium
- Vollanalyse
- Kalium
- Magnesium
- Calcium
- Blei
- Arsen
- Chrom
- Kupfer
- Zink
- Cadmium
- Quecksilber
- Mangan
- Eisen
- Sulfat
- Nickel
- Ammonium
- BSB<sub>5</sub>
- Phenolindex w.fl.
- EOX
- Kohlenwasserstoffe
- PAK nach TVO
- PCB
- Kurzanalyse

Um möglichst repräsentative Grundwasserproben zu gewinnen, sind die Meßstellen vor der Beprobung bei kontinuierlicher Messung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit abzupumpen. Der Absenkungsbetrag sollte 10 % der Grundwassermächtigkeit nicht überschreiten. Die Wasserproben sind bei Konstanz der chemisch-physikalischen Parameter mindestens aber nach vollständigem Austausch des Pegelvolumens zu entnehmen. In Tab. 6.2 sind die überschläglichen zulässigen Absenkraten sowie die Pegelvolumen zusammengestellt.



Pegel	Mindestfördermengen	max. Absenkung
FB1N - FB9N	0,15 m <sup>3</sup>	0,5 m
T 1, T 2, T 4, T 5, T 7, T 8, T 10, T 11a	1 m <sup>3</sup>	2 m
KB 6 - KB 9	2,5 m <sup>3</sup>	4 m

Abb. 6.2: Fördermengen und Absenkungsbeträge für Grundwasserbeprobungen

Die Proben sollen vor Ort filtriert werden, da die wechselnden Gehalte an Feststoffen die Vergleichbarkeit der Analysen beeinträchtigen können.

Über die vorgenannten Punkte hinaus sollten die "Grundsätzlichen Überlegungen zur Beprobung des Grundwassers" der LWA-Materialien 3/89 beachtet werden.

Es empfiehlt sich, zusätzlich zu den Grundwasseruntersuchungen 2 mal jährlich Analysen des Niederschlagswassers mit folgendem Umfang vorzunehmen:

- pH
- LfK
- Phenolindex w. fl.
- AOX

## 7. Zusammenfassung

Ausgehend von einer Sichtung und Auswertung aller verfügbaren geologisch-hydrogeologischen, hydrochemischen und geotechnischen Daten über den Deponiestandort Hünxe-Schermbeck wurden im Sommer/Herbst 1990 in Abstimmung mit den beteiligten Fachbehörden umfangreiche Zusatzuntersuchungen zur Vervollständigung des Kenntnisstandes für eine detaillierte Standortbeurteilung und Gefährdungsabschätzung durchgeführt. Weiteres Ziel war die Bereitstellung gesicherterer geotechnischer Grundlagen für die Planung und den Bau einer weiteren Kasette (Nr. 5) für die Sondermüllentsorgung.

Die Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, daß die geologisch-tektonischen Standortbedingungen für die Deponie günstig beurteilt werden können. Abweichend von den bisherigen Vorstellungen ist jedoch an der Basis der Lintforter Schichten, d.h. im Übergang zu den Ratinger Schichten ein durchgehender Feinsandhorizont ausgebildet.

Hinsichtlich der hydrogeologischen Verhältnisse ergibt sich dadurch eine wesentliche Modifikation, da neben dem Quartär- und dem Hauptgrundwasserleiter ein weiteres Grundwasserstockwerk mit stark eingeschränkter Ergiebigkeit auftritt, das sich in seinem hydraulischen Verhalten deutlich von den bisher bekannten Grundwasserleitern abhebt. Die horizontale Gebirgsdurchlässigkeit der Lintforter Schichten liegt mit Werten im Bereich  $1 \text{ bis } 3 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  deutlich höher als bisher angenommen, wobei die vertikale Durchlässigkeit des Systems gegenüber der horizontalen Richtung jedoch um mindestens eine Zehnerpotenz niedriger angesetzt werden kann. Der Wasserspiegel dieses Stockwerks liegt örtlich bis zu 9 m über dem Druckspiegel des Hauptgrundwasserleiters.

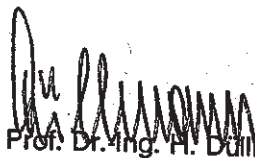
Die geotechnischen Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, daß in den Lintforter Schichten die meisten bodenmechanischen Parameter eine größere Streubreite aufweisen und damit die starken faziellen Unterschiede in horizontaler und vertikaler Richtung widerspiegeln. In den unterlagernden Ratinger Schichten sind die Schwankungsbreiten weniger stark ausgeprägt und weisen das Material als weitgehend homogenen Grundwasserstauer aus.

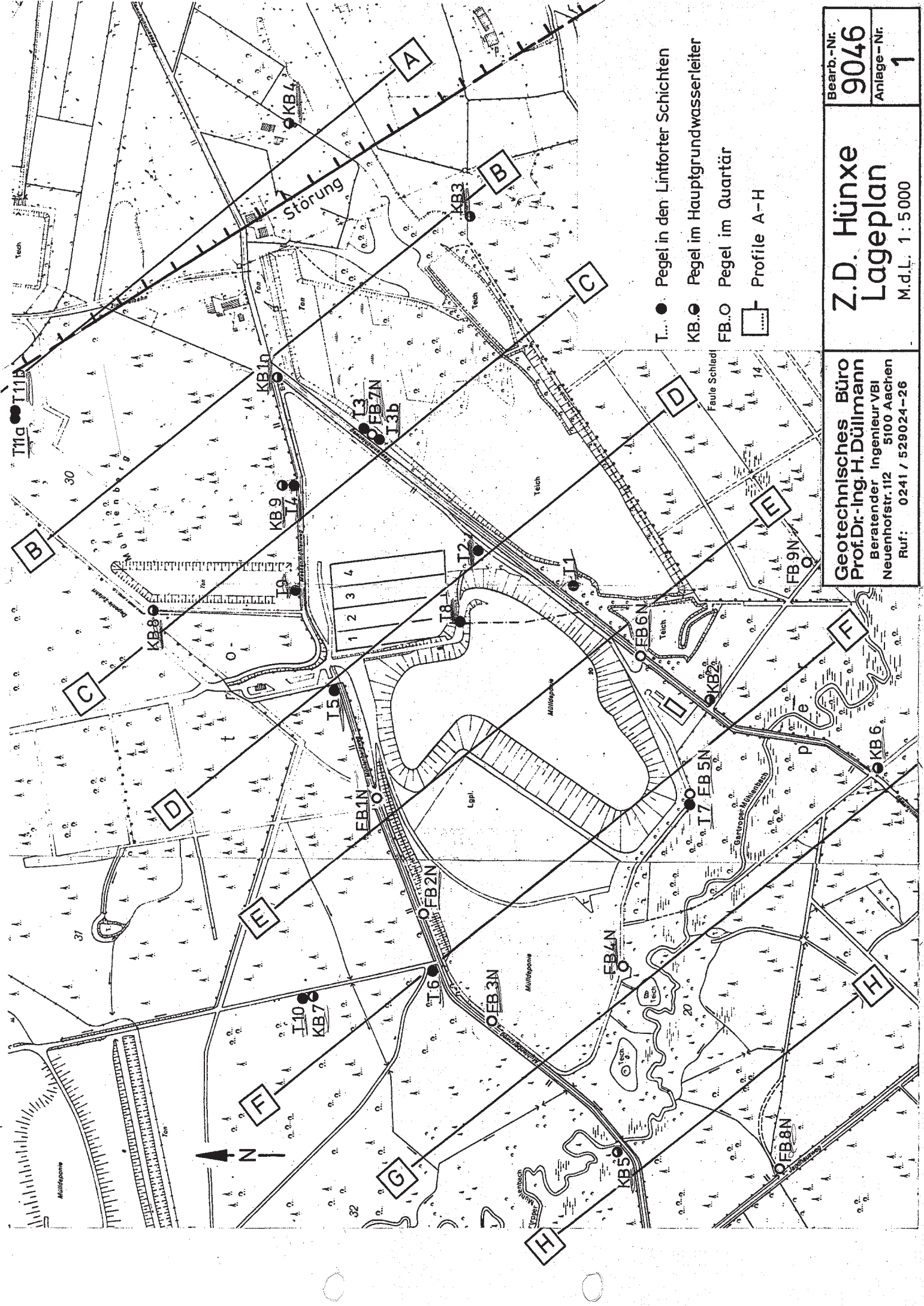
Aus den Ergebnissen der hydrochemischen Kontrolluntersuchungen ergeben sich keine Anzeichen auf deponiebedingte Verunreinigungen im Grundwasser. Unter der Voraussetzung der derzeitigen Betriebsweise (insbesondere Dränung der Altdeponie und der Kassetten) kann auch für die Zukunft eine Gefährdung der 3 Grundwasserstockwerke ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der jüngsten Standortuntersuchungen stimmen im wesentlichen mit den geologisch-hydrogeologischen Grundlagen des Planfeststellungsbeschlusses überein. Im Hinblick auf die in der TA-Abfall geforderten Standortvoraussetzungen ist jedoch festzustellen, daß die Sohlen der Kassetten sowie die Basis der Altdeponie unterhalb der Wasserspiegel liegen, die in den in den Lintforter Schichten durchgängig verfilterten Pegel eingemessen wurden. Um die Forderung der TA-Abfall nach einer Lage der Sohle von mindestens 1 m über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand erfüllen zu können, sind technische Maßnahmen erforderlich. Für den Bereich der bereits eingerichteten und geplanten Kassetten wird eine Umschließung mittels Einphasendichtwand mit eingehängter Dichtungsbahn und Einbindung in die als dicht anzusehenden Ratinger Schichten für erforderlich gehalten. Die Absenkung des Grundwasserspiegels im Innenbereich kann zunächst über zentral angeordnete Vakuumbrunnen mit intermittierendem Betrieb erreicht werden. Die endgültige Dimensionierung des Entwässerungssystems sollte im Anschluß an eine Beobachtungsphase vor Aufbringen der Basisabdichtung für die geplante Aufhöhung erfolgen.

Projektleiterin:

  
Dipl.-Geol. I. Fischer

  
Prof. Dr.-Ing. H. Düllmann



- T...● Pegel in den Linforter Schichten
- KB...● Pegel im Hauptgrundwasserleiter
- FB...○ Pegel im Quartär
- Profile A-H

Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. H. Düllmann Berater der Ingenieure VBI Neuenhofstr. 112 5100 Aachen Ruf: 0241 / 529024-26	Bearb.-Nr. <b>9046</b> Anlage-Nr. <b>1</b>
<h2 style="margin: 0;">Z. D. Hünxe</h2> <h1 style="margin: 0;">Lageplan</h1> <p style="margin: 0;">M.d.L. 1 : 5 000</p>	