

Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite:
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	X A A X X	AA	NNNN	NN	I
9K			F	TV	0004	00	Stand: 09.01.96

EU 503

Titel der Unterlage:

Endlager Konrad
 Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen
 für die Tagesanlagen, Außenanlagen und Verkehrsanbindung

Ersteller:



Textnummer:

Stempelfeld.

Freigabe für Behörden:

Freigabe im Projekt:

20.03.96

Datum und Unterschrift

20.03.96

Datum und Unterschrift

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

Revisionsblatt

Projekt NAAN	PSP-Element NNNNNNNNNN	Obj.Kenn. NNNNNN	Aufgabe X A A X X	UA A A	Lfd.Nr. NNNN	Rev. NN	Seite: II
9K			F	TV	0004	00	Stand: 09.01.96

EU 503

Titel der Unterlage:

Endlager Konrad
Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen
für die Tagesanlagen, Außenanlagen und Verkehrsanbindung

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Kürzel)	rev. Seite	Kat. (*)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

DECKBLATT

Blatt: 1
Stand: 09.01.1996



Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Ud.Nr.	Rev.
	NA AN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AA NNNA	AA NN	XAAXX-AA	NNNN	NN	
Konrad	9K			Z			F	BZ	0007	00

Titel der Unterlage Endlager Konrad
 Gutachtliche Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen
 für die Tagesanlagen, Außenanlagen und Verkehrsanbindung

Ersteller/Unterschrift: [Redacted] **Geprüft:** [Redacted]
Textnummer: [Redacted]

Stempelfeld:

Dieses Schriftstück unterliegt dem Inhalt dem Schutz des Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden

09.01.1996
 [Redacted]
 Freigabe Auftragnehmer
 Datum / Unterschrift

T-K
 11.01.96
 [Redacted]
 Freigabe DBE-JVST
 Datum / Unterschrift

T-K
 8.2.1996
 [Redacted]
 Freigabe DBE-...
 Datum / Unterschrift

REVISIONSBLATT

Blatt: 2
Stand:



Revisionsst. 00: 19.01.1996	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K			Z			F	BZ	0007	/

Titel der Unterlage Endlager Konrad
 Gutachtliche Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen
 für die Tagesanlagen, Außenanlagen und Verkehrsanbindung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

V. 55. 771. 2

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 3 -

Inhaltsverzeichnis

Blatt

- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3-7
- Anhangverzeichnis	8-12
- Anlagenverzeichnis	13-21
- Titelseite	22
1. Begutachtungsumfang	23
2. Schachanlage Konrad I (Tages- Und Außenanlagen)	24-55
2.1 Baugelände und Bauvorhaben	24
2.1.1 Baugelände	24
2.1.2 Bauvorhaben	24
2.2 Baugrund	25
2.2.1 Durchgeführte Untersuchungen	25
2.2.2 Baugrundaufbau	26-27
2.2.3 Ergebnisse der Untersuchungen	27
2.2.3.1 Rammsondierungen	27-28
2.2.3.2 Laborversuche / Bodenkenngrößen	28-29
2.3 Grundwasser und Schichtenwasser	29
2.4 Gebäude	30
2.4.1 Materialwirtschaftsgebäude	30
2.4.1.1 Gründung	30-31
2.4.2 Wachgebäude	31
2.4.2.1 Gründung	31-32
2.4.3 Verwaltungs- und Sozialgebäude	32
2.4.3.1 Gründung	32-34

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



2.4.4	Heizzentrale.....	34
2.4.4.1	Gründung	34
2.4.4.2	Dränage.....	35
2.4.5	Anbau an die Schachthalle.....	35
2.4.5.1	Gründung	35-37
2.4.6	Innenausbau der Schachthalle.....	37
2.4.6.1	Gründung	37-38
2.4.7	Fördermaschinengebäude Nord und Süd	38
2.4.7.1	Gründung	38-40
2.4.7.2	Angaben zur Baugrube.....	40
2.4.7.3	Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	40
2.4.7.4	Ableitung von Schichtenwasser.....	41
2.4.8	Werkstatt mit Schalthaus.....	41
2.4.8.1	Gründung	41-42
2.4.9	Dieselöllager mit Tankstelle.....	42
2.4.9.1	Gründung	42-43
2.5	Außenanlagen.....	43
2.5.1	Verkehrsflächen.....	43
2.5.1.1	Gründung	43-45
2.5.2	Einfriedung	45
2.5.2.1	Allgemeines	45
2.5.2.2	Gründung und Rammbarkeit des Untergrundes.....	45-46
2.5.3	Friktionswindenfundamente.....	46
2.5.3.1	Gründung	46-47
2.5.4	Winkelstützmauer	47
2.5.4.1	Gründung	47-48
2.5.5	Standfundament für ortsveränderliche Schachtwinde	48
2.5.5.1	Gründung	48-49
2.5.6	Medienkanäle	49
2.5.6.1	Gründung Medienkanal 05ZZP	49
2.5.6.2	Gründung Medienkanal 06ZZP	49-51
2.6	Sonstiges.....	52
2.6.1	Bergsenkung	52
2.6.2	Belastung der Abbruchmaterialien	53
2.6.2.1	Probennahme und Untersuchungsumfang.....	53
2.6.2.2	Ergebnisse.....	53
2.6.2.3	Empfehlung	54-55
3.	Schachanlage Konrad II	55-147
3.1	Baugelände und Bauvorhaben	55
3.1.1	Baugelände	55
3.1.2	Bauvorhaben	56
3.2	Baugrund (Tages- und Außenanlagen).....	56
3.2.1	Durchgeführte Untersuchungen	56-61

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNA AANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



3.2.2 Baugrundaufbau	61
3.2.2.1 Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage	61-62
3.2.2.2 Übriges Gelände	62-63
3.2.3 Ergebnisse der Untersuchungen	63
3.2.3.1 Drucksondierungen	63-64
3.2.3.2 Laborversuche	65
3.2.3.2.1 Bodenmechanische Laborversuche	65-69
3.2.3.2.2 Chemische Laborversuche	70-73
3.2.4 Folgerungen und Maßnahmen	73
3.2.4.1 Schadstoffe im Boden	73
3.2.4.1.1 Einfluß der angrenzenden ehemaligen Teerdestil-	
lationsanlage	73-74
3.2.4.1.2 Boden im übrigen Untersuchungsbereich	74-75
3.2.4.2 Geotechnische Bewertung	75
3.2.4.2.1 Wiederverwendbarkeit des Bodens	75-76
3.3 Baugrund (Verkehrsanbindung)	77
3.3.1 Durchgeführte Untersuchungen	77-78
3.3.2 Baugrundaufbau	78
3.3.2.1 Gleistrasse	78
3.3.2.2 Straßentrasse	79
3.3.3 Ergebnisse der Untersuchungen	80-81
3.3.4 Wiederverwendbarkeit des Bodens	81-83
3.4 Grundwasser	83
3.4.1 Grundwasserstände	83
3.4.2 Prognostizierter Grundwasserstand bei Einstellung der	
Wasserhaltung durch die [REDACTED]	84-85
3.4.3 Grundwasseranalysen	85-86
3.4.4 Grundwasserdränage	86-87
3.5 Gebäude	87
3.5.1 Betriebshof	87
3.5.1.1 Gründung	87
3.5.2 Umladeanlage	88
3.5.2.1 Allgemeines	88-89
3.5.2.2 Umladehalle	89
3.5.2.2.1 Gründung	89-90
3.5.2.2.2 Baugrubengestaltung	90-91
3.5.2.2.3 Wasserhaltung	91
3.5.2.3 Pufferhalle	91
3.5.2.3.1 Gründung	91-92
3.5.2.3.2 Baugrubengestaltung	92-93
3.5.2.3.3 Wasserhaltung	93
3.5.2.4 Labor-, Büro- und Sozialgebäude	94
3.5.2.4.1 Gründung	94
3.5.2.4.2 Baugrubengestaltung	95-96

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

3.5.2.4.3	Wasserhaltung.....	96
3.5.2.5	Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale	96
3.5.2.5.1	Gründung	96-97
3.5.2.5.2	Baugrubenherstellung	97-98
3.5.2.5.3	Wasserhaltung.....	98
3.5.2.6	Trocknungsanlagen, Sonderbehandlungsraum und Werkstatt	98
3.5.2.6.1	Gründung	98-99
3.5.2.6.2	Baugrubenherstellung	100
3.5.2.6.3	Wasserhaltung.....	101
3.5.2.7	Bodenmaterial	101-102
3.5.3	Förderturm mit Schachthalle	103
3.5.3.1	Gründung	103
3.5.3.2	Baugrubengestaltung	104
3.5.3.3	Wasserhaltung.....	104
3.5.3.3.1	Allgemeines	104-107
3.5.3.3.2	Wasserhaltung bei einer umspundeten Baugrube ...	107-108
3.5.3.3.3	Wasserhaltung bei zwei umspundeten Baugruben ..	108-109
3.5.3.3.4	Wasserhaltung bei einer umspundeten Baugrube (Baulos 1) und einer Baugrube ohne grundwasserschonende Baugrubensicherung (Baulos 2).....	109-110
3.5.3.3.5	Bewertung der Ergebnisse	110-112
3.5.3.4	Setzungsberechnung.....	112-115
3.5.4	Lüftergebäude mit Diffusor / Abwetterkanal	115
3.5.4.1	Gründung	115
3.5.4.2	Baugrubengestaltung	116
3.5.4.3	Baugrubenaushub und -Verfüllung.....	116
3.5.4.4	Wasserhaltung.....	117-122
3.5.4.5	Setzungsberechnung.....	122-124
3.5.5	PKW-Unterstellhalle	124
3.5.5.1	Gründung	124-125
3.5.6	Freilufttrafo-Anlage	125
3.5.6.1	Gründung	125-126
3.5.7	Wachgebäude	127
3.5.7.1	Gründung	127
3.5.8	Grubenwasser-Übergabestation.....	128
3.5.8.1	Gründung	128
3.5.8.2	Baugrubenherstellung	128
3.5.9	Steuerstand Trocknungsanlage.....	128
3.5.9.1	Gründung	128-129
3.5.9.2	Baugrubenherstellung	129
3.6	Außenanlagen	130
3.6.1	Einfriedung	130
3.6.1.1	Allgemeines	130

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Swgr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AAAN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



3.6.1.2	Rammpbarkeit und Tragfähigkeit des Untergrundes	130-132
3.6.1.3	Gründungsvorschläge	133
3.6.1.3.1	Rüttelstopfverdichtung	133-134
3.6.1.3.2	Schraubbohrpfähle	134-135
3.6.2	Abschirmwände	135
3.6.2.1	Gründung	135-136
3.6.3	Medienkanäle	136
3.6.3.1	Gründung Medienkanal 07ZZP	136
3.6.3.2	Gründung Medienkanal 08ZZP	137
3.6.4	Kläranlage	137
3.6.4.1	Gründung	137-138
3.6.4.2	Baugrubenherstellung	138-139
3.6.5	Pufferbecken	139
3.6.5.1	Gründung	139
3.7	Gleisanlagen.....	140
3.7.1	Gründung	140
3.7.2	Entwässerung.....	141
3.8	Straßenbau.....	141
3.8.1	Gründung	141-143
3.8.2	Anbindung Industriestraße	143
3.8.2.1	Standsicherheitsberechnung Damm	143-144
3.8.2.2	Ergebnis	144
3.8.2.3	Empfehlung	145
3.9	Sonstiges.....	145
3.9.1	Bergsenkung	145-146
3.9.2	Erdbauliche Wiederverwendbarkeit von Bodenaushub.....	146-147

Anhangverzeichnis

	Blatt
Anhang 1: Lageplan der Baugrunduntersuchungen Schacht Konrad I (1992 - 1994)	148
Anhang 2.1: Kleinrammbohrung/Rammsondierung RK1/RS1 (Einfriedung)	149
Anhang 2.2: Kleinrammbohrung/Rammsondierung RK2/RS2 (Einfriedung)	150
Anhang 2.3: Kleinrammbohrung/Rammsondierung RK3/RS3 (Einfriedung)	151
Anhang 2.4: Kleinrammbohrung/Rammsondierung RK4/RS4 (Einfriedung)	152
Anhang 2.5: Kleinrammbohrung/Rammsondierung RK5/RS5 (Einfriedung)	153
Anhang 2.6: Rammsondierung RS6 und RS7 (Einfriedung)	154
Anhang 2.7: Rammsondierung RS8/RS9/RS10 (Einfriedung)	155
Anhang 3.1: Kleinrammbohrungen RK6 und RK7 (Fördermaschinengebäude Nord)	156
Anhang 3.2: Kleinrammbohrungen RK8 und RK9 (Fördermaschinengebäude Süd)	157
Anhang 4: Schurfprofile Sch1 und Sch2 (Verkehrsfläche)	158
Anhang 5.1: Rammsondierungen S1/S2/S3 (Verkehrsfläche)	159
Anhang 5.2: Rammsondierungen S4/S5/S6 (Verkehrsfläche)	160
Anhang 5.3: Rammsondierungen S7/S8/S9 (Verkehrsfläche)	161
Anhang 6.1: Körnungslinie (Schluff)	162
Anhang 6.2: Körnungslinie (Auffüllung)	163
Anhang 7: Proctorkurve (Auffüllung)	164
Anhang 8: Oberflächensenkung im Bereich der Schachtanlage Konrad (Stand: Mai 1981)	165
Anhang 9: Analysenergebnisse (Abbruchmaterialien)	166
Anhang 10: Lageplan der Baugrunduntersuchungen Schacht Konrad II (1992 - 1994)	167

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

Blatt - 9 -

Anhang 11.1:	Kleinrammbohrung/Drucksondierung RK1/DS1; RK2/DS2 (Einfriedung)	168
Anhang 11.2:	Kleinrammbohrung/Drucksondierung RK3/DS3; RK4/DS4 (Einfriedung)	169
Anhang 11.3:	Kleinrammbohrung/Drucksondierung RK5/DS5; DS6 (Einfriedung)	170
Anhang 11.4:	Drucksondierung DS7; DS8 (Einfriedung)	171
Anhang 11.5:	Drucksondierung DS9/DS10 (Einfriedung)	172
Anhang 12:	Rammkernbohrung KB1 (Bohrprofil) (Lüftergebäude mit Diffusor)	173
Anhang 13:	Schurf Sch1 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	174
Anhang 14:	Schurf Sch2 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	175
Anhang 15:	Schurf Sch3 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	176
Anhang 16:	Schurf Sch4 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	177
Anhang 17:	Schurf Sch5 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	178
Anhang 18:	Schurf Sch6 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	179
Anhang 19:	Schurf Sch7 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	180
Anhang 20:	Schurf Sch8 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	181

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

Blatt - 10 -

Anhang 21:	Schurf Sch9 (Profil) (Tagesanlagen)	182
Anhang 22:	Schurf Sch10 (Profil und Fotografie) (Tagesanlagen)	183
Anhang 23:	Schurf Sch11 (Profil) (Tagesanlagen)	184
Anhang 24:	Kennzeichnung von Bodenarten nach DIN 4023	185
Anhang 25:	Körnungslinien P1 (RK2); P2 (RK5) (Einfriedung)	186
Anhang 26:	Körnungslinien P2; P3; P5 (KB1) (Lüftergebäude mit Diffusor)	187
Anhang 27:	Körnungslinien Schurf 3, Schurf 4 und Schurf 6 (Tagesanlagen)	188
Anhang 28:	Körnungslinien Schurf 5 und Schurf 11 (Tagesanlagen)	189
Anhang 29:	Proctorkurve Schurf 3 (Tagesanlagen)	190
Anhang 30:	Proctorkurve Schurf 4 (Tagesanlagen)	191
Anhang 31:	Proctorkurve Schurf 5 (Tagesanlagen)	192
Anhang 32:	Proctorkurve Schurf 6 (Tagesanlagen)	193
Anhang 33:	Proctorkurve Schurf 11 (Tagesanlagen)	194
Anhang 34:	Kompressionsversuche Probe P3 (KB1) (Lüftergebäude mit Diffusor)	195
Anhang 35:	Kompressionsversuche Probe P5 (KB1) (Lüftergebäude mit Diffusor)	196

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	List.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NHAAAANN	AAANNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Anhang 36:	Chemische Analysenergebnisse Schurf 7 und Schurf 8 (Tagesanlagen)	197
Anhang 37:	Chemische Analysenergebnisse Schurf 1 bis Schurf 3	198
Anhang 38a:	Lageplan der Baugrunduntersuchungen (Südwestbereich)	199
Anhang 38b:	Lageplan der Baugrunduntersuchungen (Nordostbereich)	200
Anhang 39:	Bohr- und Sondierprofile (B/S1 - B/S4, B/S8 (Verkehrsfläche Gleis)	201
Anhang 40:	Bohr- und Sondierprofile (B/S5 - B/S7, B/S9, B/S10 (Verkehrsfläche Straße)	202
Anhang 41:	Bohr- und Sondierprofile (B/S11 - B/S13) (Verkehrsfläche Straße)	203
Anhang 42:	Körnungslinien (Proben 1.1, 5.1, 8.1)	204
Anhang 43:	Konsistenzgrenzenbestimmung (Probe 8.1)	205
Anhang 44:	Schurf Sch11 (Profil) (Verkehrsfläche)	206
Anhang 45:	Wassergehaltsbestimmung (Probe 8.1)	207
Anhang 46:	Chemische Analysenergebnisse Grundwasserprobe	208
Anhang 47:	Herstellung der Baugruben (Tagesanlagen)	209
Anhang 48:	Baugruben mit wiederaufzufüllenden Bereichen (Tagesanlagen)	210
Anhang 49:	Berechnung der Wassermengen zur Wasserhaltung während der Baumaßnahme	211-219
Anhang 50:	Bettungsquerschnitt	220
Anhang 51:	Erklärung	221

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Ud.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

Blatt - 12 -

- Anhang 52: Übersicht Ordner 2 von 4 222- 226
(Ordner 2)
- Anhang 53: Übersicht Ordner 3 von 4 227-229
(Ordner 3)
- Anhang 54: Übersicht Ordner 4 von 4 230-231
(Ordner 4)

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAHNNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Materialwirtschaft ZVB
 Grundriß Erdgeschoß Achse 0 - 7
 9K/4153/-/ZVB/-/FC/TB/0010/01 1 Blatt
- Anlage 2: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Materialwirtschaft ZVB
 Grundriß Erdgeschoß Achse 6 - 13
 9K/4153/-/ZVB/-/FC/TB/0011/02 1 Blatt
- Anlage 3: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Materialwirtschaft ZVB
 Schnitt A-A
 9K/4153/-/ZVB/-/FC/TB/0014/01 1 Blatt
- Anlage 4: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Materialwirtschaft ZVB
 Schnitt B-B, C-C
 9K/4153/-/ZVB/-/FC/TB/0015/01 1 Blatt
- Anlage 5: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Wachgebäude BW. - NR. 4
 Grundriß, Schnitt, Ansichten
 9K/4152/-/01ZWA/-/FC/TB/0001/03 1 Blatt
- Anlage 6: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Verwaltungs- und Sozialgebäude BW. - NR. 2
 Grundriß Erdgeschoß Verwaltungsgebäude
 9K/4154/-/ZXA/-/FC/TB/0009/02 1 Blatt
- Anlage 7: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Verwaltungs- und Sozialgebäude BW. - NR. 2
 Schnitt 1-1, 3-3 Verwaltungsgebäude
 9K/4154/-/ZXA/-/FC/TB/0013/02 1 Blatt
- Anlage 8: Tagesanlagen Schacht Konrad I
 Verwaltungs- und Sozialgebäude BW. - NR. 2
 Schnitt 2-2, 3-3 Sozialgebäude
 9K/4154/-/ZXA/-/FC/TB/0014/02 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj./Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 14 -

- Anlage 9: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Verwaltungs- und Sozialgebäude BW. - NR. 2
Grundriß Untergeschoß Verwaltungsgebäude
9K/4154/-/ZXAI/-/FC/TB/0002/03 1 Blatt
- Anlage 10: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Heizzentrale BW. - NR. 10
Grundriß Ebene -5,23/5,35 Grundriß Ebene -2,50
9K/4155/-/01ZTG/-/FC/TB/0008/02 1 Blatt
- Anlage 11: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Heizzentrale BW. - NR. 10
Schnitte
9K/4155/-/01ZTG/-/FC/TB/0009/01 1 Blatt
- Anlage 12: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Schachthalle BW. - NR. 1
Schnitt C-C, D-D
9K/4161/-/ZACI/-/FC/TB/0009/02 1 Blatt
- Anlage 13: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Fördermaschinengebäude Nord BW. - NR. 8
Schnitt B-B
9K/415/-/02ZADI/-/FC/TB/0021/01 1 Blatt
- Anlage 14: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Fördermaschinengebäude Nord BW. - NR. 8
Grundriß Kellergeschoß
9K/415/-/02ZADI/-/FC/TB/0015/01 1 Blatt
- Anlage 15: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Fördermaschinengebäude Nord BW. - NR. 8
Längsschnitt A-A
9K/415/-/02ZADI/-/FC/TB/0020/01 1 Blatt
- Anlage 16: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Fördermaschinengebäude Süd BW. - NR. 5
Grundriß Kellergeschoß, Dachaufsicht
9K/415/-/01ZADI/-/FC/TB/0008/02 1 Blatt
- Anlage 17: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Fördermaschinengebäude Süd BW. - NR. 5
Schnitt A-A, B-B
9K/415/-/01ZADI/-/FC/TB/0010/02 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 15 -

- Anlage 18: Tagesanlagen Schacht Konrad I
3.0.109 Werkstatt mit Schalthaus
Grundriß 2, EG
9K/4164/-/01ZVA/-/FC/TB/0002/04 1 Blatt
- Anlage 19: Tagesanlagen Schacht Konrad I
3.0.109 Werkstatt mit Schalthaus
Schnitte
9K/4164/-/01ZVA/-/FC/TB/0004/03 1 Blatt
- Anlage 20: Tagesanlagen Schacht Konrad I
3.0.111 Dieselöllager mit Tankstelle
Grundriß, Schnitt, Dachaufsicht, Ansichten, Detail 1-4
9K/4165/-/01ZQB/-/FC/TB/0001/02 1 Blatt
- Anlage 21: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Außenanlagen/Friktionswindenfundamente
Grundrisse, Schnitte
9K/-/02ZAF/-/FC/TB/0001/00 1 Blatt
- Anlage 22: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Geländebearbeitung/Winkelstützmauer
9K/4134/-/ZZM/-/FB/TB/0001/00 1 Blatt
- Anlage 23: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Standfundament für ortsveränderliche Schachtwinde
Grundriß
9K/-/01ZAF/-/FC/TB/0001/00 1 Blatt
- Anlage 24: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Standfundament für ortsveränderliche Schachtwinde
Schnitt A-A
9K/-/01ZAF/-/FC/TB/0002/00 1 Blatt
- Anlage 25: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 05ZZP + 06ZZP
Übersichtsplan
9K/4131/-/ZZP/-/FB/TF/0001/01 1 Blatt
- Anlage 26: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 05ZZP
Ausführungs- und Schalplan
9K/4131/-/05ZZP/-/FB/TB/0001/01 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



- Anlage 27: Tagesanlagen Schacht Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 06ZZP
Ausführungs- und Schalplan
9K/4131/-/06ZZP/-/FB/RT/0005/01 1 Blatt
- Anlage 28: Tagesanlagen Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 06ZZP
Ausführungs- und Schalplan
9K/4131/-/06ZZP/-/FB/RT/0006/01 1 Blatt
- Anlage 29: Tagesanlagen Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 06ZZP
Ausführungs- und Schalplan
9K/4131/-/06ZZP/-/FB/RT/0007/01 1 Blatt
- Anlage 30: Tagesanlagen Konrad I
Außenanlagen/Medienkanal 06ZZP
Ausführungs- und Schalplan
9K/4131/-/06ZZP/-/FB/RT/0008/00 1 Blatt
- Anlage 31: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Lokschuppen/Lager u. Werkst.; Friktionsw./
Ersatzförderm.; Gabelst. u. Garagen
BW.-NR.: 7/8/9/10 Grundrisse
9K/417/-/Z/-/FC/TB/0008/04 1 Blatt
- Anlage 32: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Lokschuppen/Lager u. Werkst.; Friktionsw./
Ersatzförderm.; Gabelst. u. Garagen
BW.-NR.: 7/8/9/10 Schnitte
9K/417/-/Z/-/FC/TB/0009/03 1 Blatt
- Anlage 33: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT: A2, Achse 9-28
Schnitte
9K/41732/-/ZEA/-/FC/TB/0004/03 1 Blatt
- Anlage 34: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT: A2, Achse 9-28
Grundriß Ebene ± 0,00
9K/41732/-/ZEA/-/FC/TB/0005/03 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	XAAAX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 17 -

- Anlage 35: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT. A1, Achse 1-9, BW.-NR. 1
Grundriß Ebene ± 0,00; Grundriß Ebene -5,20
9K/41732/-/ZEA/-/FC/TB/0010/03 1 Blatt
- Anlage 36: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT. D
Grundriß Ebene RHB ± 0,00; Schnitt C-C
9K/41732/-/ZEB/-/FC/TB/0002/03 1 Blatt
- Anlage 37: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT. B, Achse E-K/9-19
Grundriß Ebene ± 0,00; Grundriß Ebene + 4,16
9K/41732/-/ZXC/-/FC/TB/0001/04 1 Blatt
- Anlage 38: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT. B, Achse E-K/9-19
Schnitte
9K/41732/-/ZXC/-/FC/TB/0002/04 1 Blatt
- Anlage 39: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Umladeanlage BT. C
Grundriß Ebene -3,06, -5,43, Schnitt B-B; C-C
9K/41732/-/02ZTG/-/FC/TB/0002/04 1 Blatt
- Anlage 40: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Förderturm mit Schachthalle BW.-NR. 2
Grundrisse und Schnitte
Ebene KG -5,60 und EG RHB ± 0,00
9K/4174/-/ZAA/-/FC/TB/0002/03 1 Blatt
- Anlage 41: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Förderturm mit Schachthalle BW.-NR. 2
Schnitte C-C/D-D
9K/4174/-/ZAA/-/FC/TB/0004/03 1 Blatt
- Anlage 42: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Lüftergebäude mit Abwetterkanal und Diffusor
Grundriß Ebene -6,00/-7,50
9K/4175/-/ZTE/-/FC/TB/0016/01 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	XAXXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 18 -

- Anlage 43: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Lüftergebäude mit Abwetterkanal und Diffusor
Schnitte A-A, B-B, C-C
9K/4175/-/ZTE/-/FC/TB/0017/01 1 Blatt
- Anlage 44: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Lüftergebäude mit Abwetterkanal und Diffusor
Längsschnitt D-D
9K/4175/-/ZTE/-/FC/TB/0018/01 1 Blatt
- Anlage 45: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
PKW-Unterstellhalle BW.-NR. 17
Grundriß
9K/4178/-/ZVR/-/FC/TB/0001/03 1 Blatt
- Anlage 46: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
PKW-Unterstellhalle BW.-NR. 17
Schnitte, Ansichten
9K/4178/-/ZVR/-/FC/TB/0002/03 1 Blatt
- Anlage 47: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Freiluft-Trafoanlage BW.-NR. 6
Grundriß, Schnitte
9K/4146/-/ZPF/-/FC/TB/0001/01 1 Blatt
- Anlage 48: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Wachgebäude BW.-NR. 5
Grundriß, Schnitt, Ansichten
9K/4172/-/02ZWA/-/FC/TB/0001/03 1 Blatt
- Anlage 49: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Grubenwasser-Übergabestation BW.-NR. 15
Grundrisse, Schnitte
9K/-/ZRH/-/FC/TB/0001/04 1 Blatt
- Anlage 50: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
3.0.221 Steuerstand Trocknungsanlage
Grundrisse, Schnitte, Ansichten
9K/41732/-/ZVS/-/FC/TB/0004/02 1 Blatt
- Anlage 51: Anschlußbahn Schacht Konrad 2
Lageplan der Schachtanlage
Abschirmwände
9K/412/-/ZZC/-/F/RD/0001/01 1 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

Blatt - 19 -

- Anlage 52: Tagesanlagen Konrad 2
Außenanlagen Geländebearbeitung Abschirmwände
Schnitte
9K/4144/-/ZZW/-/-/FB/TB/0001/00 1 Blatt
- Anlage 53: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Grundplan für Infrastruktur
Medienkanäle
9K/4141/-/ZZP/-/-/F/RD/0001/01 1 Blatt
- Anlage 54: Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Medienkanal 07ZZP + 08ZZP
Grundriß, Schnitt A-A, B-B, C-C
9K/-/-/ZZP/-/-/FC/TB/0001/01 1 Blatt
- Anlage 55: Äußere Erschließung Konrad 2
Abwasserentsorgung
Biologische Standard-Kläranlage, Entwurf
9K/5121/-/02RBF/-/-/FB/TB/0002/00 1Blatt
- Anlage 56: Äußere Erschließung Konrad 2
Abwasserentsorgung
Pufferbecken für Grubenwässer und gereinigte Abwässer
Grundriß/Schnitte
9K/414/-/02ZRP/-/-/FB/TA/0001/01 1Blatt
- Anlage 57: Innenausbau der Schachthalle Konrad I,
Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung,
9K/5156/-/ZAC/-/-/FC/LA/0002/00 11 Blatt
- Anlage 58: Endlager Schachtanlage Konrad, Salzgitter-Bleckenstedt,
Schacht Konrad I
Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung,
2. Bericht Schacht Konrad I
9K/-/-/ZI/-/-/F/LA/0015/00 21 Blatt
- Anlage 59: Endlager Konrad, Tagesanlagen Schacht Konrad 2;
Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung
Zusammenfassung;
9K/-/-/ZI/-/-/F/LA/0014/00 46 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0007	00



Blatt - 20 -

Anlage 60:	Endlager Schachtanlage Konrad, Gleisanlagen Schacht Konrad 2, Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung 9K/I-/ZI-/I-/F/LA/0016/00	12 Blatt
Anlage 61:	Endlager Schacht Konrad I + II, Baugrunduntersuchung zur Einfriedung der Endlager Schacht Konrad I + II 9K/I-/ZI-/I-/F/LA/0017/00	37 Blatt
Anlage 62:	Endlager Konrad, Schachtgelände Konrad I, Materialwirtschaftsgebäude; Chemische Untersuchungen; 9K/I-/ZVB/I-/I-/F/LA/0001/00	12 Blatt
Anlage 63:	Endlager Konrad, Bodenuntersuchungen für Straßenbaumaßnahmen auf dem Gelände der Schachtanlage Konrad I; 9K/51-/ZZI-/I-/FB/FT/0001/00	15 Blatt
Anlage 64:	Endlager Konrad, Bodenuntersuchung, Fördermaschinengebäude Nord und Süd, Gelände der Schachtanlage Konrad I; 9K/5131I-/ZZI-/I-/FB/FT/0004/00	16 Blatt
Anlage 65:	Schacht Konrad: Baugrund- und Bodenuntersuchungen auf dem Gelände der Schachtanlage Konrad 2 und für die äußere Verkehrs- anbindung; 9K/51-/ZZI-/I-/FB/FT/0002/00	62 Blatt
Anlage 66:	Schachtgelände Konrad 2, Grundwasseruntersuchungen auf spezifische Inhaltsstoffe; 9K/5I-/ZZI-/I-/F/ET/0002/00	6 Blatt
Anlage 67:	Endlager Konrad, Erklärung 9K/I-/ZI-/I-/F/BZ/0006/00	4 Blatt
Anlage 68:	Endlager Konrad, Tagesanlagen Schacht Konrad 2, Geotechnische Beratung; 9K/5141I-/ZZI-/I-/FB/FT/0003/00	31 Blatt

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NN A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	NNNN	NN	
9K			Z			F	BZ	0007	00	

Blatt - 21 -

Anlage 69:	Endlager Konrad, Tagesanlagen Schacht Konrad 2, Nachtrag zur Geotechnischen Beratung; 9K/51/-/ZZ/-/FB/FT/0005/00	17 Blatt
Anlage 70:	Endlager Konrad, Schachtgelände Konrad II; Äußere Anlagen, öffentliche Anbindung, chem. Untersuchung 9K/-/ZZ/-/F/LA/0005/00	14 Blatt
Anlage 71:	Schachanlage Konrad II; Wasserhaltung während der Baumaßnahme und Setzungsberechnung für Lüftergebäude, Abwetter- kanal und Schachtkeller 9K/-/ZTE/F/-/F/LA/0001/00	38 Blatt
Gesamtblattzahl der Unterlage		231 Blatt
Gesamtblattzahl der Unterlage mit Anlagen:		629 Blatt



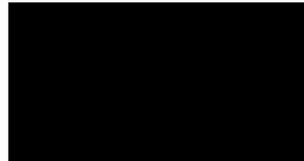
Endlager Konrad

**Gutachtliche Stellungnahme
zu den
Baugrunduntersuchungen
für die
Tagesanlagen, Außenanlagen und Verkehrsanbindung**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb
von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE)

Projekt-Nr. 997

Januar 1996



1. BEGUTACHTUNGSUMFANG

Die Bundesrepublik Deutschland als Vorhabensträger plant, die Schachtanlage Konrad zu einem Endlager für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle umzurüsten.

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) hat in Vertretung des Vorhabensträgers das [REDACTED] beauftragt, eine gutachtliche Stellungnahme über die Baugrundverhältnisse abzugeben. In diese gutachtliche Stellungnahme sollen sowohl die bisher in die Planung eingegangenen Berichte zur Baugrunduntersuchung ([REDACTED]) als auch die danach vorgenommenen ergänzenden Baugrunduntersuchungen ([REDACTED]) berücksichtigt werden. Die hier vorliegende gutachtliche Stellungnahme faßt alle Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen zusammen.

Im Zuge der Planung ist der Vorhabensträger zum Teil von den ursprünglichen Empfehlungen des [REDACTED] bezüglich der Bauwerksgründungen abgewichen. In der gutachtlichen Stellungnahme wird untersucht, ob die nunmehr vom Vorhabensträger geplanten Bauwerksgründungen für die Verformungen und Standfestigkeit geeignet sind.

Alle in diesen Gutachten angegebenen bodenmechanischen Kenngrößen sind Planungswerte. Die Baugrundverhältnisse sind jeweils nach Aushub der Baugruben oder Vorbereitung der Gründung vor Ort zu überprüfen.

Für ausgewählte bauliche Anlagen werden die Belastungen von Abbruchmaterialien sowie für ausgewählte Flächen die Belastungen des Baugrundes untersucht.

2. SCHACHTANLAGE KONRAD I (TAGES- UND AUßENANLAGEN)

2.1 BAUGELÄNDE UND BAUVORHABEN

2.1.1 Baugelände

Das Baugelände für die Tagesanlagen der Schachtanlage Konrad I liegt in Salzgit-ter-Beddingen und hat eine Größe von ca. 70.000 m² Grundfläche. Das nicht ganz rechteckige Grundstück weist eine Länge von ca. 370 m und eine Breite von ca. 210 m aus.

Insgesamt ist die Geländeoberfläche relativ eben ausgebildet und fällt nach Süden leicht ab. Die Geländehöhen liegen im Norden bei NN +100,5 m und im Süden bei NN +97,0 m.

An der Westseite verläuft am Schachtgelände ein Weg, der die Anbindung an den öffentlichen Verkehr darstellt.

An der östlichen Grenze des Schachtgeländes verlaufen die Gleisanschlüsse. Im Norden, Westen und Osten grenzen Ackerflächen an das zukünftige Baugelände.

2.1.2 Bauvorhaben

Die DBE beabsichtigt, das Gelände mit Tagesanlagen für den Schacht Konrad I zu bebauen (Anhang 1). Um das Gelände bebauen zu können, ist vorab ein Teilabriß der vorhandenen Gebäude erforderlich. Des weiteren wird das Schachtgelände mit einer Doppelsicherungszaunanlage neu eingefriedet. Zudem werden die Außenanlagen neu gestaltet.

2.2 BAUGRUND

2.2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung des Baugrundes nach DIN 4020 auf der Schachtanlage Konrad I wurden durch das [REDACTED]

[REDACTED] 1984 und 1989 insgesamt 27 Sondierbohrungen und 27 Rammsondierungen (Anlagen 57 und 58) mit der mittelschweren Rammsonde (Rammgewicht 30 kg; Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) durchgeführt.

[REDACTED] hat nachfolgend in den Jahren 1992 bis 1994 weitere Untersuchungen zur Baugrunderkundung (Anhang 1) durchgeführt (Anlagen 61, 63 und 64).

Es wurden dabei insgesamt 9 Kleinrammbohrungen (nach DIN 4021; Anhang 2 und 3), 9 Sondierungen mit der leichten Rammsonde (Sondierung DIN 4094-DPL; Anhang 5) und 10 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (Sondierung DIN 4094-DPH; Anhang 2) abgeteuft. Zusätzlich wurden im Verkehrsflächenbereich (Straßenbaumaßnahme) zwei Schürfe angelegt (Anhang 4).

An den entnommenen Bodenproben wurden insgesamt drei Kornverteilungen und drei Wassergehalte bestimmt sowie ein Proctorversuch durchgeführt (Anhang 6 und 7).

Die Kleinrammbohrungen und die Sondierungen mit der leichten und schweren Rammsonde mußten nach wenigen Dezimetern im Kalkstein aufgrund der hohen Lagerungsdichte bzw. festen Konsistenz abgebrochen werden.

Der erbohrte Boden wurde nach DIN 4022, Teil 1, benannt und in Schichtenverzeichnissen dokumentiert.

2.2.2 Baugrundaufbau

Die vorangegangenen Baugrunduntersuchungen (Anlagen 57 und 58) zeigen im wesentlichen den gleichen Baugrundaufbau. Durch weitere Untersuchungen der [REDACTED] wurden diese Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchungen bestätigt.

Der anstehende Baugrund baut sich nach Auswertung der Kleinrammbohrungen vereinfacht wie folgt auf:

Die Geländeoberkante im derzeit eingezäunten Schachtgelände liegt im Norden etwa bei NN +100,5 m und im Süden etwa bei NN +97,0 m. Im Süden und im Osten des Schachtgeländes fällt die Geländeoberfläche im Zaunbereich um ca. 1,5 m bis 2,5 m ab (~ NN +94,5 bis NN +96,0 m).

Entlang der zukünftigen Einfriedung liegt unter einer 0,10 m bis 0,30 m dicken Oberbodenschicht eine ca. 0,30 m bis 1,50 m mächtige Schluffschicht, die bis in Tiefen von ca. 0,40 m u.GOK bis in 1,80 m u.GOK reicht. Im Bereich der bestehenden Gebäude ist die Oberbodenschicht und z.T. die Schluffschicht durch Auffüllungen von ca. 0,70 m bis 1,00 m Dicke aus Schotter und Schlacke mit Sand vermischt ersetzt worden. Auf freiem Gelände (Materialwirtschaftsgebäude) erreichen die Auffüllungen bis 2,30 m Dicke und bestehen aus Sanden und Schluffen.

Unterhalb dieser Schluffschicht folgt eine z.T. auftretende, geringmächtige Geschiebemergelschicht, die in einigen Bohransatzpunkten nicht vorgefunden wurde. Die Mächtigkeit dieser Schicht reicht innerhalb des Schachtgeländes bis zu 1,0 m, im Einfriedungsbereich teilweise bis zu 1,65 m.

Unterlagert werden die bindigen Bodenschichten von weißem Kalkstein, der in dem oberen Bereich von 0,10 m bis 0,80 m verwittert ist. Die Oberkante des Kalkstein,

der ca. 1,50 m bis 3,50 m u.GOK ansteht, liegt im Norden bei ca. NN +97,90 m und im Süden bei ca. NN +92,50 m. Der Kalkstein fällt somit relativ flach aus nordwestlicher Richtung nach Südosten ein.

2.2.3 Ergebnisse der Untersuchungen

2.2.3.1 Rammsondierungen

Rammsondierungen, bei denen die Anzahl der Rammschläge pro 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) aufgezeichnet werden, geben Auskunft über die Lagerungsdichte (nicht bindige Böden) bzw. die Konsistenz (bindige Böden) der durchteuften Bodenarten.

Aus empirisch gefundenen Beziehungen (Anlage 61) zwischen bindigen Böden, die hier oberhalb der Kalksteinschicht lagern, und der schweren Rammsonde (DPH) geht hervor, daß bei gleich oder mehr als 9 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe ($N_{10} \geq 9$) eine halbfeste und feste Konsistenz vorliegt. Bei weniger als 9 Schlägen ($N_{10} < 9$) liegen steife, weiche bis breiige Konsistenzen vor.

Bei Einsatz der leichten Rammsonde (DPL) deuten bei bindigen Böden Schlagzahlen von gleich oder mehr als 17 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe ($N_{10} \geq 17$) auf halbfeste und feste Konsistenz hin. Unterhalb dieser 17 Schläge ($N_{10} < 17$) liegen steife, weiche bis breiige Konsistenzen vor.

Daraus folgt, daß die anstehenden Bodenschichten oberhalb des Kalksteins vorwiegend eine steife bis weiche Konsistenz aufweisen. Vereinzelt erreichen dünne Schichten größere Schlagzahlen ($N_{10} \geq 9$), die dann in darunterliegenden Bereichen wieder abfallen.

Erst bei Erreichen der verwitterten Kalksteinschicht (1,40 m bis 2,65 m u.GOK) steigen die Schlagzahlen schnell an und liegen deutlich über 9 bzw. 17 Schlägen, bis

dann die Sondierarbeiten wegen der festen Konsistenz bzw. sehr hohen Lagerungsdichte abgebrochen werden mußten ($N_{10} > 150$).

Aus den Sondierungen und Bohrungen wird deutlich, daß die Kalksteinoberfläche von Nordwest nach Südost leicht abfällt. Dies wird auch durch die dazwischenliegenden Rammsondierungen bestätigt.

2.2.3.2 Laborversuche / Bodenkenngrößen

Aufgrund der Bohr- und Sondiererergebnisse können für die anstehenden Bodenarten im Zusammenhang mit den Laborversuchen (Kornverteilung, Wassergehalt) folgende Bodenkenngrößen als Rechenwerte festgelegt werden. Anhand der Kornverteilungen wird die Bodenart bestimmt, die zusammen mit der Zustandsform die Grundlage zur Ermittlung der Bodenkenngrößen nach DIN 1055, Teil 2, bildet. Die Zustandsform (Konsistenz) wird über die Rammergebnisse ermittelt.

Aus den Schluffschichten wurden Proben entnommen und die Kornverteilung bestimmt (s. Anhang 6.1). Es handelt sich bei den anstehenden Böden um sandige, tonige und z.T. kiesige Schluffe (Geschiebemergel), die nach DIN 18 196 in die Bodengruppe ST eingestuft werden.

Nach DIN 18 300 sind die oberhalb des Kalksteins liegenden Auffüllungs- und Schluffschichten in die Bodenklassen 3 - 5 einzuteilen. Der Kalkstein ist der Bodenklasse 6 zuzuordnen.

Durch die Wassergehaltsbestimmung wurden an den Schluffen natürliche Wassergehalte zwischen $w = 0,11$ und $w = 0,22$ ermittelt.

Aus den Tabellen 1 und 2 der DIN 1055, Teil 2, sind folgende Bodenkenngrößen als Rechenwerte anzusetzen:

Schluff (0,4 m - 1,8 m u.GOK; 0,3 m - 1,50 m dick):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 20,0/10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 27,5^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0/10,0 \text{ kN/m}^2$$

sandiger Schluff (1,4 m - 3,50 m u.GOK; 0,8 m - 1,65 m dick):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 20,0/10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 30^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0/10,0 \text{ kN/m}^2$$

Kalkstein (ab 1,4 m - 3,50 m u.GOK):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 24,0/14,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 35^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

Geänderte Bodenkennwerte gegenüber vorangegangenen Untersuchungen ergaben sich aus neuen Untersuchungen oder liegen auf der sicheren Seite.

2.3 GRUNDWASSER UND SCHICHTENWASSER

Grundwasser wurde bei sämtlichen, durchgeführten Baugrunduntersuchungen nicht angetroffen.

Vereinzelt wurde in den Bohrlöchern Wasser festgestellt. Hierbei handelt es sich um Schichtenwasser, das in das jeweilige Bohrloch gesickert ist.

2.4 GEBÄUDE

2.4.1 Materialwirtschaftsgebäude

2.4.1.1 Gründung

Das Materialwirtschaftsgebäude (ca. 37,0 m x 79,0 m) wird auf Einzelfundamente (1,80 m x 1,80 m bzw. 1,80 m x 2,50 m) gegründet. Die Unterkante der Einzelfundamente liegen 1,70 m unterhalb der Oberkante Bodenplatte (NN +98,507 m = Bezugshöhe ± 0,00). Der Abstand der Fundamente, die entlang des Gebäudeumrisses verlaufen, beträgt 6,0 m.

Die Bodenplatte (unbewehrt, d = 0,32 m) wird zudem auf weitere innenliegende Fundamente gelagert, deren Unterkanten (NN +96,80 m) ebenfalls 1,70 m unter OK Bodenplatte liegen (Anlagen 1 - 4).

Aufgrund der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen, die eine überwiegend nicht ausreichende Tragfähigkeit der oberhalb des Kalksteins liegenden Bodenschicht aufgezeigt haben, wird empfohlen, unterhalb aller Einzelfundamente den Boden bis auf die anstehenden Kalksteinschicht gegen ein zu verdichtendes Kiessandgemisch (z.B. Körnung 0/32 mm) auszutauschen.

Unter der Bodenplatte ist der Boden bis zu einer Tiefe von 1,0 m (NN +97,50 m) auszuheben und durch tragfähigen Boden (z.B. Kiessand; gebrochenes Material) zu ersetzen und zu verdichten.

Die Verdichtung ($D_{pr} \geq 100 \%$) der eingebauten Tragschicht muß einen E_{v2} -Wert von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ erreichen, um die zulässige Bodenpressung von $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2$ ansetzen zu können.

Die Bodenpressungen, die vom [REDACTED] Braunschweig, nach dem derzeitigen Planungsstand ermittelt wurden, bewegen sich zwischen $\sigma = 107 \text{ kN/m}^2$ und $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ und können somit vom Baugrund aufgenommen werden.

Beim Bodenaustausch ist die seitliche Druckausstrahlung unter 45° zu berücksichtigen, d.h. die Auskofferung hat allseits um das Maß der Aushubtiefe über den Grundriß der auszuhebenden Fläche hinaus zu erfolgen.

Der Einbau des Austauschmaterials erfolgt lagenweise in Dicken von $d \leq 0,50 \text{ m}$ und ist entsprechend der o.g. Anforderung zu verdichten.

Der Verdichtungsgrad ist durch geeignete Versuche (z.B. Rammsondierung, Plattendruckversuch) lagenweise zu überprüfen.

2.4.2 Wachgebäude

2.4.2.1 Gründung

Das Wachgebäude (Anlage 5) wird als eingeschossiges, nicht unterkellertes Gebäude (ca. $16,3 \text{ m} \times 16,3 \text{ m}$) geplant. Die Lasten werden über Streifen- und Einzelfundamente in den Untergrund eingeleitet. Die Unterkante der außenliegenden Streifen- und Einzelfundamente liegt bei ca. NN +96,85 m, die Unterkante des Einzelfundamentes in Gebäudemitte liegt ebenfalls bei ca. NN +96,85 m, d.h. ca. 1,5 m bis 2,2 m über der Kalksteinschicht (ca. 0,75 m bis 1,05 m u. derzeitiger GOK).

Die oberhalb der Kalksteinschicht liegenden Bodenschichten weisen eine nicht ausreichende Tragfähigkeit auf. Als Gründungsmöglichkeiten können aufgrund der geringen Bauwerkslasten und der kleinen Gebäudeabmessungen zwei Varianten gewählt werden:

Unter den Fundamenten wird ein bewehrter, ca. 1,0 m hoher Balkenrost (4 Felder) hergestellt, der infolge seiner Steifheit unverträgliche Setzungsunterschiede ausschließt.

Als Alternative kann unter den Streifen- und Einzelfundamenten der Boden ausgekoffert und durch tragfähiges Bodenmaterial (verdichtetes Sand-Kies-Gemisch) ersetzt werden. Der Boden wird bis zur Kalksteinschicht ausgehoben.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

2.4.3 Verwaltungs- und Sozialgebäude

2.4.3.1 Gründung

Die Planung sieht ein bereichsweise zweigeschossiges, ca. 7,0 m hohes teilunterkellertes Gebäude (Verwaltungsgebäude ca. 19 m x 42 m; Sozialgebäude ca. 23 m x 42 m) vor. Oberkante der Streifen- und Einzelfundamente Erdgeschoßfußboden (Bezugshöhe: $\pm 0,00 \text{ m}$) soll bei NN +98,507 m liegen. Die Gründungssohlen der Streifen- und Einzelfundamente in dem unterkellerten Gebäudebereich des Verwaltungsgebäudes (0 ÷ 7 / A ÷ F) liegen bei NN +95,80 m. Die Unterkante der Kellerbodenplatte liegt bei NN +96,40 m (Bereich 0 ÷ 3 / A ÷ F). Der Bereich zwischen den Achsen 3 ÷ 7 und A ÷ F wird ab -3,20 m (UK Kellerbodenplatte) unter Bezugshöhe ($\hat{=}$ NN + 95,30 m) gegründet. Teilweise reichen Fundamentunterkanten bis in Tiefen von -5,50 m ($\hat{=}$ NN + 93,00 m).

Der Bereich des Sozialgebäudes wird nicht unterkellert. Die Gründung des Gebäudes erfolgt über Streifen- und Einzelfundamente, deren Unterkanten in Tiefen von -0,90 m ($\hat{=}$ NN + 97,60 m) bzw. -1,40 m ($\hat{=}$ NN + 97,10 m) liegen.

Der unterhalb des Sozialgebäudes verlaufende Medienkanal wird in einer Tiefe von ca. -2,80 m unter Bezugshöhe (\cong NN +95,70 m) gegründet (Anlagen 6 - 9).

Im Bereich des vorgesehenen Verwaltungs- und Sozialgebäudes stehen bereichsweise bis zur Kalksteinoberfläche Böden verminderter Tragfähigkeit an.

In den unterkellerten Bereichen bzw. beim Medienkanal, wo die Gründungssohlen überall den tragfähigen Baugrund (Kalkstein) erreichen, sind gründungstechnische Zusatzmaßnahmen nicht erforderlich.

Unterhalb der nicht unterkellerten Gebäudeteile bzw. unterhalb der die Kalksteinoberfläche nicht erreichenden Gründungen ist ein Bodenaustausch bis zum Kalkstein erforderlich.

Die nicht tragfähigen Schichten müssen bis in diese Tiefe ausgekoffert und gegen tragfähigen Boden ersetzt werden. Beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung von 45° zu berücksichtigen, d.h. die Auskofferung muß allseitig um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über den Grundriß der auszukoffernden Fläche hinaus erfolgen. Als Austauschmaterial ist ein tragfähiger Boden (z.B. Kiesel sand Körnung 0/32 mm) lagenweise in max. 50 cm dicken Schichten einzubauen. Die Verdichtung sollte mit einem schweren Flächenrüttler in wenigstens zwei Übergängen erfolgen. Es kann auch eine schwere Rüttelwalze verwendet werden. In diesem Fall sollte die Verdichtung in wenigstens drei Übergängen erfolgen.

Es ist ein Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{pr} = 100 \%$ zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ sein.

Für die Bemessung der Streifen- und Einzelfundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden.

Im Bereich der angrenzenden Altbebauung müssen die vorhandenen Fundamente vor Durchführung des Bodenaustausches abschnittsweise gemäß DIN 4123 unterfangen werden.

Um einen Aufstau von Oberflächenwasser in den Baugrubenzwickeln zu verhindern, empfehlen wir, die Keller durch eine Ringdränage gemäß DIN 4095 zu sichern.

2.4.4 Heizzentrale

2.4.4.1 Gründung

Die Heizzentrale mit dem Kohlebunker (ca. 26,5 m x 10,5 m) wird als vollunterkellertes Gebäude hergestellt (Anlagen 10 und 11). Die Abtragung der Lasten erfolgt über Streifen- und drei Einzelfundamente (2,70 m x 2,70 m). Die Unterkante der Fundamente liegt bei ca. NN +92,50 m (ca. 6,00 m u. Bezugshöhe = ± 0,00) bzw. bei ca. NN +92,70 m (ca. 5,80 m unter Bezugshöhe).

Die Gründungssohle der Heizzentrale mit dem Kohlebunker erreicht somit den tragfähigen Baugrund, so daß gründungstechnische Zusatzmaßnahmen nicht erforderlich sind.

2.4.4.2 Dränage

Zur Entwässerung der wiederverfüllten Baugrubenzwickel infolge versickernden Niederschlages und evtl. auftretendes Schichtenwasser soll die Heizzentrale mit Kohlebunker mit einer Ringdränage gesichert werden.

Die Dränage ist nach der DIN 4095 zu planen und auszuführen.

2.4.5 Anbau an die Schachthalle

2.4.5.1 Gründung

Der Anbau an die Schachthalle (Erweiterung nach Osten; A - D / 10 - 13) besitzt die Abmessungen von ca. 18,0 m x 24,0 m und wird auf Streifen- und Einzelfundamente gegründet (Anlage 12).

Die Unterkanten der Fundamente liegen bei ca. NN +97,50 m (-1,00 m) bis NN +97,0 m (-1,50 m).

Im östlichen Bereich des Anbaus (A-D/12-13) werden drei innenliegende Fundamente (ca. 3,50 m x 3,50 m) errichtet, deren Unterkante ebenfalls bei ca. NN +97,50 m liegt. Zudem werden zwei bestehende Fundamente mit in die Gründung aufgenommen, die durch Soilcrete-Säulen unterfangen werden und über diese Säulen die Lasten in den Baugrund (Kalkstein) einleiten.

Die Rammdiagramme (Anlage 58) zeigen, daß der Baugrund im wesentlichen an den Bohransatzpunkten tragfähig ist. Dennoch wird empfohlen, den Bereich der Fundamente bis auf den Kalkstein auszuheben und z.B. durch zu verdichtenden Kiessand zu ersetzen, da aus Bohr- und Sondieraufschlüssen aus benachbarten

Ansatzpunkten (Anlagen 57, 58 und 64) über die gesamte Mächtigkeit des Bodens oberhalb des Kalksteins keine ausreichende Tragfähigkeit des Baugrundes nachgewiesen werden konnte.

Als zulässige Bodenpressungen können dann $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt werden.

Die drei innenliegenden Fundamente müssen infolge der aufzubringenden Lasten auf einen Boden höherer Tragfähigkeit gegründet werden. Dazu wird der Boden unterhalb der Fundamente bis auf den Kalkstein gegen ein zu verdichtendes ($D_{Pr} \geq 100 \%$; E_{v2} -Wert $> 100 \text{ MN/m}^2$) Bodenmaterial wie z.B. ein Kies-Sand-Gemisch ausgetauscht.

Aus diesem Grund wird der zusätzliche Bodenaushub auch in den anderen o.g. Fundamentbereichen empfohlen, um evtl. auftretende Setzungsdifferenzen auszuschließen. Durch den erforderlichen Mehraushub und den Einbau des Bodenaustauschmaterials für die drei Fundamente werden die östlichen Fundamente bereits mit erfaßt, so daß auch die Anbindung (im Westen) an die bestehende Schachthalle auf verbessertem Baugrund gegründet werden sollte.

Die zwei bestehenden Fundamente müssen aufgrund der erhöhten Lasten unterfangen werden, damit die Lasten in die tragfähige Kalksteinschicht abgetragen werden. Zur Lastweiterleitung in die Kalkschicht sollen 6 "Soilcrete-Säulen" pro Fundament erstellt werden.

Die Säulen werden hergestellt, indem mit hohem Druck Suspension (Zementsuspension) in die anstehende Bodenschicht eingefräst wird und sich die Suspension mit Bodenteilchen vermischt. Nach Erhärten der Zementsuspension entsteht ein betonartiger Körper. Diese Säulen können überschnitten angeordnet

werden, wobei zu beachten ist, daß die Herstellung mehrerer Säulen zeitversetzt abzulaufen hat, damit keine Benachteiligungen am Fundament infolge des vorübergehend während der Herstellung verflüssigten Bodens auftreten.

2.4.6 Innenausbau der Schachthalle

2.4.6.1 Gründung

Vier bestehende Fundamente der Schachthalle erhalten durch den Einbau von Stahlrahmen zusätzliche Lasten. Es handelt sich dabei um die Fundamente in den Schnittpunkten der Achsen A6, A7, D6 und D7. Die Fundamentunterkanten liegen bei ca. NN +97,50 m.

Die Rammergebnisse (Anlage 57) haben gezeigt, daß der anstehende Baugrund für die zusätzlichen Lasten nicht ausreichend tragfähig ist, so daß eine Verbesserung des Baugrundes erforderlich ist. Nach Abschluß der geplanten Baumaßnahmen werden unter den Fundamenten A6 und A7 Sohlpressungen von ca. $\sigma = 900 \text{ kN/m}^2$ erwartet.

Eine Verbesserung des Baugrundes hinsichtlich seiner Tragfähigkeit ist durch Injektionsmaßnahmen zu erreichen. Bei den anstehenden Bodenarten (Schluff, schluffiger Sand) ist eine Hochdruck-Zementinjektion (z.B. Soilcrete-Verfahren) geeignet, so daß die erhöhten Lasten aufgenommen bzw. in den Kalkstein weitergeleitet werden können.

Die Herstellung der Säulen erfolgt wie in Abschn. 2.4.5.1 beschrieben. Insgesamt werden pro Fundament 5 solcher Säulen ($\varnothing \sim 1,5 \text{ m}$) hergestellt, wobei drei Säulen auf der Fundamentinnenseite erstellt werden und zwei Säulen auf der Fundamentaußenseite.

Die Säulen werden bis zur festen Kalksteinschicht hergestellt. Es ergeben sich somit Verfestigungstiefen für die unter den Fundamenten von ca. 2,0 m (A6, D6, D7) bis ca. 4,0 m (A7).

2.4.7 Fördermaschinengebäude Nord und Süd

2.4.7.1 Gründung

Die Gebäudeabmessungen für die Fördermaschinen betragen ca. 17,5 m x 40,0 m (Nord) bzw. 17,5 m x 15,0 m (Süd; Anlagen 13 - 17).

Entsprechend den Lastplänen des [REDACTED] werden die Fundamente der Fördermaschine Nord (ca. 11,0 m x 12,2 m) in einer Tiefe von 5,85 m gegründet und die der Fördermaschine Süd (ca. 7,6 m x 10,0 m) in einer Tiefe von 5,20 m unter Bezugshöhe ($\pm 0,00$) abgesetzt.

Die Absoluthöhen beziehen sich auf die Ordinate $\pm 0,00 \hat{=} \text{NN} +98,507 \text{ m}$. Für die angegebenen Fundamente ergeben sich die Gründungstiefen bezogen auf NN zu:

Fördermaschine Nord	-5,85 m $\hat{=} \text{NN} +92,66 \text{ m}$
Fördermaschine Süd	-5,20 m $\hat{=} \text{NN} +93,31 \text{ m}$.

Damit beträgt die Einbindung der Fundamente in den gewachsenen, unverwitterten Kalkstein

- der Fördermaschine Nord ca. 2,48 m und
- der Fördermaschine Süd ca. 1,07 m.

Neben dem Fundament für die Fördermaschine Nord sind für das Fördermaschinengebäude Nord auch noch kleinere Fundamente als Streifen- und Einzelfundamente sowie als Fußbodenplatte geplant. Sie sind in $-3,60 \text{ m} \hat{=} \text{NN}+94,91 \text{ m}$ bzw. $-5,85 \text{ m} \hat{=} \text{NN} 92,65 \text{ m}$ geplant. Damit binden diese Fundamente mindestens $0,20 \text{ m}$ ($-3,60 \text{ m}$) in den unverwitterten Kalkstein ein.

Das Fundament für die Fördermaschine Nord wird durch eine Fuge von den anderen Fundamenten und der Fußbodenplatte getrennt, so daß Schwingungen aus der Fördermaschine nicht auf die umliegenden Fundamente übertragen werden können.

Neben dem Fundament für die Fördermaschine Süd sind ebenfalls die Gründung von Fundamenten und die Herstellung der Fußbodenplatte für das Fördermaschinengebäude Süd geplant. Das Fundament für die Fördermaschine wird ebenfalls durch eine Fuge von den anderen Fundamenten der Fußbodenplatte getrennt. Die Unterkante des Fußbodens bzw. der Fundamente ist im Schalplan in einer Tiefe von $-3,80 \text{ m}$ ($\hat{=} \text{NN} 94,70 \text{ m}$) für die Fußbodenplatte bzw. $-4,10 \text{ m}$ ($\hat{=} \text{NN} 94,41 \text{ m}$) für die Einzel- und Streifenfundamente vorgesehen. Die Fußbodenplatte liegt auf dem Streifenfundament auf und bindet ca. $0,40 \text{ m}$ in den Verwitterungshorizont des Kalksteines ein. Die Lasten werden überwiegend über die Streifen- bzw. Einzelfundamente abgetragen, die bis in den unverwitterten Kalkstein (ca. $0,10 \text{ m}$) gegründet werden.

Die Lasten werden im Bereich beider Fördermaschinengebäude direkt vom Kalkstein aufgenommen und abgetragen. Im Bereich der Fußbodenplatte neben dem Maschinenfundament empfehlen wir die Prüfung vor Ort, um den Verwitterungsgrad flächig beurteilen zu können. Ggf. ist der Verwitterungshorizont bis auf den unverwitterten Kalkstein auszuheben und durch tragfähigen Boden bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Wenn der Einbau von tragfähigem Boden notwendig wird, ist dieser zu verdichten ($D_{Pr} \geq 100 \%$; $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$).

2.4.7.2 Angaben zur Baugrube

Nach DIN 18 300 können der Geschiebemergel und die Auffüllungen in die Bodenklassen 3 bzw. 4 und der Kalkstein in Bodenklasse 5 (verwitterter Kalkstein) bzw. 6 (nicht verwitterter Kalkstein) eingeordnet werden.

Zur Herstellung der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten, die bei den anstehenden Bodenverhältnissen eine Böschungsneigung von $\beta \leq 45^\circ$ zulässt, wenn kein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit geführt wird.

2.4.7.3 Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens

Die Auffüllungen, überwiegend aus Schlacken und Schotter bestehend, könnten z.B. nach Überprüfung ihrer Eignung für den Straßenbau oder als Befestigung von Oberflächen wiederverwendet werden.

Der anfallende Geschiebemergel, der unterhalb der Auffüllungen erbohrt wurde, kann zur Hinterfüllung von Bauwerken bzw. für Dammschüttungen verwendet werden. Weiterhin ist die Anwendung für landschaftlich gestaltende Maßnahmen und die Verfüllung von Rohrgräben denkbar. Die Erfordernisse, die an das Material entsprechend dem Verwendungszweck (z.B. Hinterfüllung oder Dammschüttung) gestellt werden, sind zu prüfen.

2.4.7.4 Ableitung von Schichtenwasser

In den durchgeführten Kleinrammbohrungen trat zum Zeitpunkt der Untersuchungen kein Schichtenwasser auf. Aufgrund der vorangegangenen Untersuchungen, in denen vereinzelt Schichten- bzw. Sickerwasser erbohrt wurde, ist die Möglichkeit des Auftretens jedoch nicht auszuschließen. Für diesen Fall empfehlen wir, im Zuge der Herstellung der Baugruben Pumpensümpfe für die Fassung des Wassers vorzusehen, die gleichzeitig für die Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase genutzt werden können.

2.4.8 Werkstatt mit Schalthaus

2.4.8.1 Gründung

Die Planung sieht ein bereichsweise zweigeschossiges (Lager), nicht unterkellertes Gebäude vor. Das zweigeschossige Lager ist ca. 9,5 m hoch, die eingeschossigen Gebäudeteile bis ca. 4,20 m. Die Gesamtabmessungen der Werkstatt mit Schalthaus betragen ca. 42,0 m x 31,5 m. Im Westen schließt sich der Traforaum (ca. 7,5 m x 17,5 m) an.

Die Gebäudeteile werden auf Streifenfundamente in 1,0 m unter Bezugshöhe ($\pm 0,00 \text{ m} \hat{=} \text{NN} +98,507 \text{ m}$) gegründet. Die Streifenfundamente besitzen eine Breite von $B = 0,40 \text{ m}$ bzw. $B = 0,60 \text{ m}$. Die Unterkante der Bodenplatte des Schaltraumes liegt ebenfalls 1,0 m unter Bezugshöhe (OK Bodenplatte: $- 0,80 \text{ m}$). Bei allen anderen Bodenplatten liegt die Oberkante bei $\pm 0,00 \text{ m}$ (Anlagen 18 und 19).

Im Bereich der Werkstatt mit Schalthaus wurden keine Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen am Fördermaschinengebäude Nord bzw. entlang der Einfriedungstrasse kann gefolgert werden,

daß der tragfähige Baugrund (Kalkstein) in ca. 3,0 m Tiefe u.GOK (- NN +98,50 m) angetroffen wird. Der darüberliegende Boden wird voraussichtlich keine ausreichende Tragfähigkeit besitzen und ist unterhalb der Fundamente gegen ein tragfähiges Bodenmaterial auszutauschen. Beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung zu berücksichtigen, d.h. die Auskofferung muß allseits um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über den Grundriß der auszukoffernden Fläche hinaus erfolgen.

Als Austauschmaterial ist z.B. ein kornabgestufter Kiessand (z.B. Körnung 0/32 mm) lagenweise ($d \leq 0,5$ m) einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{Pr} \geq 100$ % ist zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100$ MN/m² sein.

Unterhalb der Bodenplatte ist der Boden in einer Dicke von $d = 1,0$ m unterhalb UK Bodenplatte auszuheben und gegen tragfähigen Boden entsprechend den o.g. Einbaubedingungen zu ersetzen.

Als zulässige Bodenpressungen können infolge des Bodenaustausches $\sigma = 250$ kN/m² angesetzt werden.

2.4.9 Dieselöllager mit Tankstelle

2.4.9.1 Gründung

Das Dieselöllager mit Tankstelle (Anl. 20) wird mit einer Überdachung versehen. Das Dach besitzt eine Grundfläche von ca. 7,50 m x 8,75 m und wird auf zwei Doppelstützen ($H = 5,50$ m) gelagert. Die Doppelstützen werden in einem Fundament eingespannt, das die Abmessungen von ca. 1,20 x 2,50 m² besitzt. Die Gründungstiefe beträgt $t = 1,40$ m unter Bezugshöhe ($\pm 0,01$ m $\hat{=}$ NN +98,507 m).

Der tragfähige Kalkstein wird in ca. 3,0 m Tiefe u.GOK (~ NN +98,50 m) angetroffen. Der darüberliegende Boden besitzt keine ausreichende Tragfähigkeit, so daß ein Bodenaustausch bis 1 m unterhalb der Fundamente vorzunehmen ist.

Beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung zu berücksichtigen, d.h. die Auskofferung muß allseits um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über dem Grundriß der auszukoffernden Fläche hinaus erfolgen.

Als Austauschmaterial ist tragfähiges Bodenmaterial (z.B. ein Kiessand der Körnung 0/32 mm) lagenweise ($d \leq 0,5$ m) einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{Pr} \geq 100$ % ist zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100$ MN/m² sein.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150$ kN/m² angesetzt werden.

2.5 AUßENANLAGEN

2.5.1 Verkehrsflächen

2.5.1.1 Gründung

Die Rammsondierungen S1 bis S6 mit der leichten Rammsonde (Sondierung DIN 4094-DPL) zur Erkundung des Baugrundes liegen auf dem Schachtgelände Konrad I, die Rammsondierungen S7 bis S9 am östlichen Rand der Zufahrtstraße zu dem Schachtgelände (Anhang 1). Von den beiden Schürfen wurde je einer auf dem Schachtgelände (Schurf 1) und an der Zufahrtstraße zum Schachtgelände (Schurf 2) gegraben (Anhang 1).

Die Sondierprofile weisen den Untergrund überwiegend als mindestens mitteldicht gelagert aus (Anhang 5). Die Körnungslinie weist die Auffüllung als kiesigen, schwach schluffigen Sand der Bodengruppe SU nach DIN 18 196 aus (Anhang 6.2). Die Proctordichte beträgt $\rho_{Pr} = 1,98 \text{ t/m}^3$ bei einem optimalem Wassergehalt 11,4 % (Anhang 7).

Der Boden neben der Zufahrtstraße (feinsandige, schwach tonige Schluffe unter der Straßendecke und der Tragschicht) zum Schachtgelände weist insgesamt geringere Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen des anstehenden Bodens aus als auf dem Schachtgelände. Insbesondere die Sondierung S8 in der Nähe des Schurfes 2 zeigt durchgehend bis zur Endtiefe von 2,5 m überwiegend lockere Lagerung bzw. weiche Konsistenz der Böden an.

Falls auf dem Schachtgelände die im Schurf 1 angetroffenen Sande durchgehend anstehen, ist der Untergrund ausreichend tragfähig für den Straßenoberbau. Da der Sand zur Bodengruppe SU nach DIN 18 196 gehört, fällt er in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 der ZTVE-StB (gering bis mittel frostempfindlich).

Bei diesen Böden ist ein frostsicherer Straßenaufbau, z.B. nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 86) vorzusehen. Wir empfehlen darüber hinaus, das gesamte Erdplanum nach Entfernen der Vegetations- bzw. Oberbodenschicht durch dynamische Verdichtungsgeräte vor Aufbringen des Oberbaus zu verdichten.

Die im Schurf 2 neben der Zufahrtsstraße zum Schachtgelände angetroffenen Schluffschicht gehört wegen der geringen Plastizität des Schluffs in die Bodengruppe UL nach DIN 18 196 und ist deshalb in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTVE-StB einzustufen (sehr frostempfindlich). Es ist zu erwarten, daß der gemäß ZTVE-StB einzuhaltende Verformungsmodul $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nicht zu erreichen sein

wird. Daher ist hier der Untergrund zu verbessern (z.B. durch Bodenaustausch) oder die Dicke der ungebundenen Tragschicht ist zu vergrößern.

2.5.2 Einfriedung

2.5.2.1 Allgemeines

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen für den Sicherungszaun (Doppelsicherungszaunanlage) zur Einfriedung der Schachtanlage Konrad I Stahlträger (T-Profile) eingerammt werden. Bei nicht rechtwinkligen Richtungswechseln der Zauntrasse werden Kastenprofile eingesetzt.

Der Abstand der Rammpfähle beträgt ca. 6,0 m, die vorgesehene Rammtiefe in den anstehenden Baugrund ca. 4,0 m. Der Zaun ragt ca. 2,50 m über das Gelände, zudem wird eine ca. 0,90 m hohe Abwinkelung (30° nach außen geneigt) aufgesetzt.

2.5.2.2 Gründung und Rammbarkeit des Untergrundes

Der anstehende Baugrund kann anhand der Bodenuntersuchungen hinsichtlich der Rammbarkeit von Stahlprofilen in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Schluff- und sandige Schluffschichten
- Kalkstein.

Aufgrund der Auswertung der Rammsondierungen ist somit in den Schluffschichten mit einer leichten bis mittelschweren Rammung zu rechnen. Ab Erreichen der Kalksteinschicht ist zunehmend schwere bis sehr schwere Rammung ($N_{10} > 50$ Schläge) zu erwarten.

Der Baugrund ist über die gesamte untersuchte Trassenlänge relativ einheitlich aufgebaut und annähernd horizontal geschichtet.

Die Bodenteilchen besitzen eine runde Kornform und mit Einschlüssen wie Steinen (> 63 mm) oder sonstigen Hindernissen ist nicht zu rechnen, wie sich bei der Probenahme herausstellte.

Die Stahlprofile können nach den derzeitigen Planungen in den anstehenden Boden eingerammt werden, wenn zur Aufnahme der Horizontalkräfte eine ausreichende Einbindung in den Kalkstein vorgesehen wird.

Die Einbindelänge wird aus der statischen Bemessung mit 3,5 m unter GOK festgelegt.

2.5.3 Friktionswindenfundamente

2.5.3.1 Gründung

Im Süden des Fördermaschinengebäudes Nord sind 4 Friktionswindenfundamente geplant. Drei Fundamente besitzen die Abmessungen von 3,0 m x 3,0 m, das vierte Fundament von 4,0 m x 6,0 m. Die Oberkante der Fundamente liegt bei der Bezugshöhe $\pm 0,00$ m ($\hat{=}$ NN + 98,507 m). Die quadratischen Fundamente sind $H = 1,0$ m hoch, das rechteckige Fundament hat eine Höhe von $H = 1,50$ m.

Nördlich des Fördermaschinengebäudes Süd sind drei Friktionswindenfundamente neu zu erstellen. Ein quadratisches Fundament hat die Maße von 3,0 m x 3,0 m und ist $H = 1,0$ m hoch. Zwei rechteckige Fundamente besitzen die Abmessungen von 4,0 m x 6,0 m bzw. 2,0 m x 3,0 m. Das kleine Fundament hat eine Höhe von $H = 1,0$ m, das große Fundament von $H = 1,50$ m. Oberkante Fundament liegt bei der Bezugshöhe $\pm 0,20$ m.

Unterhalb dieser Friktionswindenfundamente (Anlage 21) steht bis zum Kalkstein ($-$ NN +95,0 m bis NN +95,7 m) ein nicht ausreichend tragfähiger Boden an, der gegen einen tragfähigen Boden (z.B. Kiessandgemisch Körnung: 0/32 mm) auszutauschen ist. Das Maß der Auskofferung hat unter Berücksichtigung der Druckausbreitung ($\beta = 45^\circ$) um die erforderliche Höhe des Aushubes über die Grundrißfläche der Fundamente hinaus zu erfolgen.

Der Einbau des Austauschbodens hat lagenweise ($d < 0,50$ m) zu erfolgen. Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100$ % zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100$ MN/m² sein.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250$ kN/m² angesetzt werden.

2.5.4 Winkelstützmauer

2.5.4.1 Gründung

Im Süden des Materialwirtschaftsgebäudes ist zur Absicherung eines Geländesprunges eine Winkelstützmauer geplant. Die gesamte Länge der Winkelstützmauer beträgt ca. $L = 27$ m, die Bauhöhe ca. $H = 3,35$ m (Anlage 22). Die Länge der Stirnseite beträgt ca. $L = 14,30$ m, zu beiden Seiten ist je ein unter 45° abgewinkelter Schenkel mit einer Länge von ca. $L = 6,35$ m angesetzt.

Die Einbindetiefe des Fußes (Breite $B = 2,50$ m) der Winkelstützmauer beträgt ca. $T = 0,50$ m. Die Gründung der Winkelstützmauer erfolgt auf einer Sauberkeitsschicht (UK Sauberkeitsschicht bei NN +95,30 m) aus Beton (B10), die direkt auf dem anstehenden Kalkstein aufliegt.

Der Kalkstein steht nach den Sondierergebnissen in dieser Tiefe an. Ggf. ist unterhalb der geplanten Gründungssohle (NN +95,30 m) bis zum Kalksteinhorizont auszuheben und mit dem Material der Sauberkeitsschicht auf Sollhöhe aufzufüllen.

Als zulässige Bodenpressungen sind $\sigma = 250$ kN/m² anzusetzen.

2.5.5 Standfundament für ortsveränderliche Schachtwinde

2.5.5.1 Gründung

Westlich des Fördermaschinengebäudes Süd ist zum Aufstellen einer ortsveränderlichen Schachtwinde ein Standfundament geplant. Das Standfundament besitzt eine Länge von $L = 8,60$ m und eine Breite zwischen $B = 3,0$ m und $B = 4,30$ m (Anlagen 23 und 24). Die Kräfte werden zum Teil vom neu zu erstellenden Medienkanal und zum Teil vom Standfundament in den Untergrund weitergeleitet.

Über dem Medienkanal, der auf dem Kalkstein gegründet wird, wird zur Lastverteilung eine Betonplatte auf eine Magerbetonauffüllung, die direkt auf dem Medienkanal aufliegt, gesetzt.

Neben dem Medienkanal wird im Bereich des Standfundamentes der nicht tragfähige Boden über dem Kalkstein ebenfalls durch Magerbeton ersetzt. Weitere gründungstechnische Maßnahmen sind nicht erforderlich.

Als zulässige Bodenpressungen für das Standfundament können $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

2.5.6 Medienkanäle

2.5.6.1 Gründung Medienkanal 05ZZP

Der Medienkanal 05ZZP verbindet die Heizzentrale mit dem Verwaltungs- und Sozialgebäude. Er verläuft auf der westlichen Seite des Verwaltungs- und Sozialgebäudes auf einer Länge von ca. $L = 39 \text{ m}$ (Anlagen 25 und 26). Die Breite des Medienkanals beträgt $B = 2,20 \text{ m}$ und verbreitert sich jeweils bei den Übergängen zu den Gebäuden auf $B = 2,44 \text{ m}$ (Heizzentrale) bzw. auf $B = 2,84 \text{ m}$ (Verwaltungs- und Sozialgebäude). Die Höhe des Medienkanals beträgt $H = 2,60 \text{ m}$.

Der Medienkanal wird auf einer ca. 10 cm dicken Sauberkeitsschicht (B15) gegründet. Die Gründungstiefe (OK Sauberkeitsschicht) liegt bei ca. NN +95,50 m. Der Medienkanal liegt somit direkt auf dem Kalkstein auf, so daß keine gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen erforderlich sind.

2.5.6.2 Gründung Medienkanal 06ZZP

Der Medienkanal 06ZZP verbindet die Gebäude der Fördermaschinen Süd und Nord mit der Werkstatt mit Schalthaus. Dabei wird die Schachthalle unterquert. Der Medienkanal wird auf seiner gesamten Länge in verschiedene Bereiche unterteilt (Anlagen 27 - 30):

Bereich 1: Fördermaschinengebäude Süd - Schachtkeller

Bereich 3: Schachtkeller - Fördermaschinengebäude Nord

Bereich 4: Fördermaschinengebäude Nord - Werkstatt mit Schalthaus

Bereich 6: Werkstatt mit Schalthaus (westlich)

Er verläuft in Nord-Süd-Richtung auf der westlichen Seite der Fördermaschinengebäude Nord und Süd.

Der Medienkanal 06ZZP im Bereich 1 (Anlage 28) besitzt i.d.R. eine Breite von $B = 2,48$ m und eine Höhe von $H = 2,40$ m. Der Medienkanal wird auf einer ca. 10 cm dicken Sauberkeitsschicht (B15) gegründet. Die Unterkante der Sauberkeitsschicht (Planum) schwankt zwischen NN +95,46 m (Hochpunkt) und NN +94,55 m (Pumpensumpf).

Nach den Sondierergebnissen ist das Planum in der Kalksteinschicht zu erstellen. Somit sind keine gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen im Bereich 1 erforderlich. Wird die Kalksteinschicht bei der Planumsherstellung nicht erreicht, ist der anstehende Baugrund bis zum Kalksteinhorizont auszuheben und z.B. zu verdichtender Kiessand als tragfähiger Boden nach den folgenden Anforderungen einzubauen oder bei geringen Aushubtiefen mit Beton B15 (Sauberkeitsschicht) aufzufüllen.

Das Austauschmaterial (z.B. Kiessandgemisch Körnung 0/32 mm) ist in Lagen von $d < 0,50$ m einzubringen und zu verdichten. Unter Berücksichtigung des Druckausbreitungswinkels ($\beta = 45^\circ$) ist die Grundrißfläche um das Maß der Aushubtiefe unterhalb des Planums zu erweitern. Ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100$ % ist zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100$ MN/m² sein.

Im Bereich 3 sind die Abmessungen des Medienkanals identisch. Lediglich bei den Übergängen zu den Gebäuden verbreitern sich die Querschnitte. Der Hochpunkt des Planums liegt bei NN +95,83 m (Übergang zu Bereich 4), der Tiefpunkt an der Schachthalle bei NN +94,93 m (Anlage 29). Im Bereich 3 liegt die OK Planum im Bereich der Kalksteinschicht. Wird die Kalksteinschicht nicht erreicht, ist nach den o.g. Bodenaustauschmöglichkeiten zu verfahren.

Die Bereiche 4 und 6 sind von den Baugrunduntersuchungen nur unzureichend erfaßt worden. Die Querschnittsform des Medienkanals bleibt gleich, der Übergang zur Werkstatt mit Schaltheis und der Bereich 6 sind breiter ($B = 3,30 \text{ m}$). Die Höhe des Bereiches 6 beträgt $H = 3,40 \text{ m}$ (Anlage 30).

Der Hochpunkt des Planums liegt bei NN + 96,01 m, der Tiefpunkt bei NN +95,16 m. Aufgrund der Sondierergebnisse der benachbarten Bereiche (Fördermaschinengebäude Nord; Einfriedungstrasse) ist es möglich, daß im Bereich des Hochpunktes ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 0,5 m zu erfolgen hat, um den nicht tragfähigen Boden oberhalb der Kalksteinschicht zu ersetzen. Wenn das Planum oberhalb der Kalksteinschicht liegt, ist unterhalb des Planums ein Bodenaustausch bis zur Kalksteinschicht nach den o.g. Bedingungen vorzunehmen.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

2.6 SONSTIGES

2.6.1 Bergsenkung

Im Hinblick auf die Herstellung der Tagesanlagen auf dem Schachtgelände Konrad I, wurde auf die Frage zur Oberflächensenkung Stellung genommen. Es wurde Bezug genommen auf einen Bericht, der im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie vom Institut für Tief Lagerung der GSF erstellt wurde: "Ablauf und die Ergebnisse der Eignungsuntersuchungen in der Schachtanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle".

Danach beträgt das Senkungsvolumen heute, nachdem die Gebirgsbewegungen als Folge des eingestellten Erzgewinnungsbetriebes zum Großteil abgelaufen sind, etwa ein Drittel des bisher erstellten untertägigen Hohlraumvolumens. Die noch zu erwartenden Restbewegungen werden nur noch geringe Beträge erreichen, die sich der Meßgenauigkeit geodätischer Verfahren annähern.

Die Oberflächensenkung bis zum Mai 1981 ist in Anhang 8 dargestellt. Wie die Linien gleicher Oberflächensenkung zeigen, betragen die Senkungsunterschiede im Bereich des Baugebietes Schacht Konrad I maximal 1 cm auf 100 m Länge. Die noch zu erwartenden Senkungen bzw. Senkungsunterschiede werden noch wesentlich geringer sein.

Damit sind die noch zu erwartenden Oberflächensenkungen für die geplanten Gebäude ohne Bedeutung.

2.6.2 Belastung der Abbruchmaterialien

2.6.2.1 Probennahme und Untersuchungsumfang

Insgesamt wurden auf dem Schachtgelände Konrad I 6 Proben entnommen (Anlage 62), an denen Analysen sowohl in der Originalsubstanz als auch im Eluat auf Holzschutzmittel durchgeführt wurden. Das vorgesehene Holzschutzmittel-Screening umfaßt die Einzelstoffe Lindan, Dichlorfuanid und Pentachlorphenol (PCP).

Je eine Probe wurde am Bürogebäude (Probe K 1/1; Westseite), an der Kaue (K 1/2; Westseite) und an dem Wachgebäude (K 1/3; Ostseite) entnommen, die restlichen drei Proben (K 1/4 bis K 1/6) an der Verkleidung des Kühlturmes.

2.6.2.2 Ergebnisse

Bei den Untersuchungen (Anhang 9) in der Originalsubstanz wurde Lindan nur in der Probe K 1/2 (Kaue) in der Konzentration von 1,0 mg/kg vorgefunden. Pentachlorphenol wurde in den Konzentrationen von < 0,01 mg/kg (K 1/1) bis 0,39 mg/kg (K 1/6) analysiert, während Dichlorfuanid in sämtlichen Proben nicht enthalten war bzw. unter der Nachweisgrenze (< 0,010 mg/kg) lag.

Die S4-Eluatuntersuchungen ergaben sowohl in der Probe K 1/1 (Bürogebäude) als auch am Kühlturm (K 1/4 bis K 1/6) keine nachweisbaren Konzentrationen der o.g. Inhaltsstoffe.

In den Proben K 1/2 und K 1/3 wurde Pentachlorphenol in Konzentrationen von 8,0 µg/l (K 1/2) bzw. 16,0 µg/l (K 1/3) festgestellt. Zudem wurde in der Probe K 1/2 Lindan in einer Konzentration von 4,9 µg/l vorgefunden.

2.6.2.3 Empfehlung

Aufgrund der Analyseergebnisse wird für das weitere Vorgehen folgendes empfohlen:

Die Holzverkleidung an den Gebäudeteilen (entsprechend der Proben K 1/1 bis K 1/3) ist für weitere Verwendungen nicht einzusetzen, sondern fachgerecht zu entsorgen. Die Ergebnisse der Analyse zeigen bei diesen Proben ein erhöhtes Auslaugungspotential hinsichtlich Lindan (Gruppe der Chlorpestizide) und vorwiegend Pentachlorphenol (Gruppe der Chlorphenole).

Nach der Güte- und Prüfbestimmung RAL-RG 501/2 (Aufbereitung zur Wiederverwendung von kontaminierten Böden und Bauteilen, Aug. 1991) werden die Bauteile entsprechend ihrer Belastungen in verschiedene Güteklassen (Klassen 1 - 3) eingeteilt. Bauteile, die den Gütebestimmungen ihrer Klasse nicht mehr entsprechen, sind auszusortieren bzw. fachgerecht zu entsorgen.

Die Holzverkleidung an den Gebäuden kann aufgrund der Chlorpestizidgehalte (Lindan) von $> 0,5 \text{ mg/kg TS}$ nicht mehr der Güteklasse 3 zugeordnet werden.

Hinzu kommt, daß gerade diese Proben (K 1/2 und K 1/3) noch ein hohes Auslaugungspotential besitzen. Bei einem Vergleich mit der Holland-Liste liegen die C-Werte (Sanierungsbedarf) deutlich unter den vorgefundenen Analyseergebnissen. Der C-Wert für Chlorphenol (einz. Stoff) liegt bei $< 1,5 \text{ µg/l}$ (K 1/3: 16 µg/l) und für Chlorpestizide (einz. Stoff) liegt bei $< 1,0 \text{ µg/l}$ (K 1/2: $4,9 \text{ µg/l}$).

Die Hölzer des Kühlturmes (Proben K 1/4 bis K 1/6) können nach der RAL-RG 501/2 in die Güteklasse 3 eingeordnet werden, d.h. das Material ist zur Wiederverwendung grundsätzlich geeignet unter Beachtung von Grundwasserverhältnissen. Die Origi-

nalsubstanz enthält zwar Konzentrationen von Pentachlorphenol ($< 0,39$ mg/kg), die Substanz ist aber nicht mehr eluierbar.

3. SCHACHTANLAGE KONRAD II

3.1 BAUGELÄNDE UND BAUVORHABEN

3.1.1 Baugelände

Das Baugelände für die Tagesanlagen der Schachtanlage Konrad II liegt in Salzgitter-Beddingen und hat eine Größe von ca. 55.000 m² Grundfläche. Das etwa rechteckige Grundstück weist eine Länge von ca. 490 m und eine Breite von ca. 130 m aus. Der überwiegende Teil, insbesondere der nördliche Teil, wird z.Zt. von der [REDACTED] als Lagerfläche genutzt.

Insgesamt ist die Geländeoberfläche relativ eben ausgebildet und liegt im Mittel auf einer Höhe von NN +90,0 m (~ NN +89,50 m bis ~ NN + 90,50 m).

Der südliche Geländebereich ist mit Wildwuchs bedeckt. An der Westseite verläuft über das Baugelände eine Straße, die das Tor 4 mit dem Tor 6 der [REDACTED] verbindet.

An der östlichen Grenze außerhalb des Baugeländes verlaufen die Gleisanschlüsse der [REDACTED]. Im Norden grenzt der Bereich der Schlackenaufbereitung an das Baugelände. Unmittelbar südlich grenzt die ehemalige, inzwischen stillgelegte Teerdestillationsanlage an das Untersuchungsgelände.

3.1.2 Bauvorhaben

Die DBE beabsichtigt, das Gelände mit Tagesanlagen für den Schacht Konrad II zu bebauen (Anhang 10). Für die Durchführung der Baumaßnahmen ist ein Teilabriß von bestehenden Gebäudeanlagen erforderlich. Des weiteren wird die Schachtanlage durch eine Doppelsicherungszaunanlage neu eingefriedet. Zudem werden die Außenanlagen und die Verkehrsanbindung neu gestaltet.

3.2 BAUGRUND (TAGES- UND AUßENANLAGEN)

3.2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrund wurde bereits 1986 und 1987 nach DIN 4020 mittels Sondierbohrungen und Rammsondierungen untersucht (Anlagen 59 und 60).

Von Mitarbeitern der [REDACTED] wurden weitere Baugrunderkundungen im November 1994 durchgeführt (Anlage 61).

Insgesamt wurden

- 5 Kleinrammbohrungen (Kleinbohrung DIN 4021 - BS 50), 5,00 m tief (Bezeichnung RK1 bis RK5)

- 10 Drucksondierungen (Sondierung DIN 4094-CPT) bis 5,00 m tief (Bezeichnung DS1 bis DS10)

niedergebracht.

Des weiteren mußte infolge von Planungsänderungen eine zusätzliche Aufschlußbohrung (Anhang 10) bis in 20 m Tiefe unter Geländeoberkante (u.GOK) abgeteuft werden.

Die Aufschlußbohrung wurde als Trockenbohrung (KB) mit einem Bohrdurchmesser von 216 mm und durchgehender Gewinnung von Rammkernen (Kerndurchmesser 100 mm) im April 1995 ausgeführt.

In dem Anhang 10 sind die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen (RK) und Sondierungen (RS) eingezeichnet. Die Kleinrammbohrungen und Sondierungen wurden entlang der Zauntrasse (Einfriedung) abgeteuft.

Seitens der DBE wurden 11 Baggerschürfe max. 5,00 m tief hergestellt, die am 30.11.1991 geotechnisch aufgenommen worden sind (Anlage 62).

Davon sind 3 Baggerschürfe (Sch1 bis Sch3) in der Nähe der ehemaligen Teerdestillationsanlage (20 m von der Grundstücksgrenze entfernt) am südlichen Grundstücksrand gelegen. Die übrigen Schürfe (Sch4 bis Sch11) sind über das Gelände der Schachtanlage Konrad II verteilt (Anhang 10).

Die Lage der Ansatzpunkte wurde bezogen auf die Grundstücksgrenze sowie die Fluchten der bestehenden Gebäude, Straßen- und Gleisachsen eingemessen.

Die Bodenarten aus den Schürfen, den Kleinrammbohrungen und der Aufschlußbohrung wurden nach DIN 4022, Teil 1, bodenmechanisch benannt und sind entsprechend DIN 4023 auf den Anhängen 11 bis 23 dargestellt, die verwendeten Zeichen und Abkürzungen der DIN 4023 sind aus dem Anhang 24 zu ersehen.

Zusätzlich zur zeichnerischen Darstellung der Schürfe sind Fotos von den Schürfen in den Anhängen 13 bis 20 und 22 beigelegt.

Aus den Schürfen, Kleinrammbohrungen und der Aufschlußbohrung wurden charakteristische Bodenproben entnommen, luftdicht und parameterspezifisch verpackt.

Die Lage (Tiefe) der entnommenen Bodenproben ist neben der zeichnerischen Darstellung der Schürfe und der Bohrprofile dargestellt.

Die Drucksondierungen (DS; Sondierung DIN 4094-CPT), bei denen eine Sonde kontinuierlich mit gleichbleibender Geschwindigkeit in den Boden eingedrückt wird, wurden nach DIN 4094 durchgeführt. Über ein Meßkabel im Innern des Gestänges werden die Meßwerte des Spitzendruckes und der Mantelreibung fortlaufend aufgezeichnet.

Ausgewählte Proben aus den Schürfen wurden zur Untersuchung ins chemische Labor der [REDACTED] in Essen, Proben aus den Schürfen und Bohrungen wurden ins bodenmechanische Labor der [REDACTED] gebracht.

Im bodenmechanischen Labor wurden insgesamt 11 Wassergehalte (Prüfung DIN 18 121, T1), 10 Kornverteilungen (Prüfung DIN 18 123-6) und 5 Proctorversuche (Prüfung DIN 18 127-100X) durchgeführt.

Speziell an Proben aus der Aufschlußbohrung wurden zwei Dichtebestimmungen (einschl. Wassergehalt), zwei Kompressionsversuche und ein Versuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit bindiger Böden (Prüfung DIN 18 130 TX-DE-ST) durchgeführt.

Chemische Untersuchungen sind an zwei Bodenproben aus den Schürfen Sch7 und Sch8, die den oberflächennahen Bodenschichten im Bereich der ehemaligen Kokshalden entnommen wurden (Entnahmetiefe im Schurf 7: 0,0 - 0,15 m u.GOK, Entnahmetiefe im Schurf 8: 0,40 - 0,60 m u.GOK), bei der [REDACTED] in Essen die nachfolgend aufgeführten Untersuchungen in der Originalsubstanz durchgeführt worden:

- Phenolindex
- BTXE (leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe)
- PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Im Eluat wurden folgende Parameter analysiert:

- Ammonium (NH₄)
- Cyanid ges. (CN)
- Sulfat (SO₄)
- Arsen (As)
- Blei (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Chrom (Cr)
- Kupfer (Cu)
- Nickel (Ni)
- Zink (Zn)

Aus dem Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage wurde auf jedem der 3 Schürfe (Sch1 bis Sch3) je eine Bodenprobe analysiert.

Bei dem angetroffenen Teerölrückstand in Schurf 1 handelt es sich zweifelsfrei um eine zu beseitigende Verunreinigung, so daß chemische Analysen für nicht notwendig erachtet werden.

Es wurde der Boden unmittelbar unter dieser bituminösen Verunreinigung auf Schadstoffe untersucht, um festzustellen, ob eine tiefgründige Verunreinigung vorliegt.

Im Schurf 2 wurde die Probe aus dem mit deutlichen Schlackenanteilen verunreinigten Bereich 0,0 m - 1,0 m u.GOK zur Untersuchung ausgewählt.

Der Schurf 3 machte visuell keinen verunreinigten Eindruck. Daher wurde eine Mischprobe unterhalb des Oberbodens (0,10 m u.GOK) bis zur Endteufe von 4,00 m gewonnen und zur Untersuchung gegeben.

Das Untersuchungsprogramm wurde auf die möglichen Verunreinigungen abgestimmt, die durch den Betrieb einer Teerdestillationsanlage verursacht werden können.

Die Bodenproben wurden in der Originalsubstanz auf die Inhaltsstoffe:

- IR-KW (H-18) (Mineralkohlenwasserstoffe)
- BTX-Aromate (Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe)
- Phenolindex
- PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)

und im Eluat (DEV S4) auf die Inhaltsstoffe:

- CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)
- Ammonium
- Cyanid gesamt

untersucht.

3.2.2 Baugrundaufbau

3.2.2.1 Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage

In den 3,50 m bis 5,00 m tiefen Baggerschürfen Sch1 bis Sch3 wurden ausschließlich Bodenauffüllungen aufgeschlossen. Nach den uns vorliegenden Informationen wurde das gesamte Untersuchungsgelände mit dem Bau des westlich verlaufenden Kanals aufgeschüttet. Die Aufschüttungen sind in diesem südlichen Bereich des gesamten Baugeländes besonders mächtig (~ 6,0 m). Nach Norden werden die Aufschüttungen etwas geringmächtiger.

Insgesamt setzen sich die Auffüllungen aus schwach steinigen, schwach schluffigen Sanden und Kiesen zusammen. Es sind, besonders im Schurf 2 im ersten Meter u.GOK, deutliche Anteile (25 % - 40 %) an Schlacke, an anderen Stellen der Schürfe auch Gesteinsglase (Hochofenprozeß) enthalten. Im Schurf 1 ist in einer Tiefe von 0,60 m u.GOK zähflüssiger Teerölrückstand an der Sohle eines Schotterbetts (evtl. ehemaliger Gleisunterbau) aufgeschlossen worden.

Besonders in den Schürfen Sch1 und Sch2 wird aufgrund der Schrägschichtung (Schüttrichtung) deutlich, daß es sich nicht um einen einheitlichen horizontbeständigen Baugrund handelt. Die Schlackenanteile in Sch2 in der Schicht zwischen 3,50 m

und 5,00 m u.GOK lagern 5 m neben diesem Aufschluß wahrscheinlich an der Geländeoberfläche. Daher sind Angaben über die vermutliche Lage von Böden mit Schlackenanteilen nicht möglich.

3.2.2.2 Übriges Gelände

In den Schürfen Sch4 bis Sch6 und Sch10 wurden ähnliche Bodenarten wie in den Schürfen Sch1 bis Sch3 freigelegt. Es sind überwiegend Sande und Sand-Kies-Gemische (Auffüllungen) mit Beimengungen von Schluff und z.T. Steinen und Tonen.

Ein gleichmäßiger Schichtenaufbau ist nicht vorhanden. Der Boden weist auch hier z.T. Schrägschichtung auf.

An der Geländeoberfläche wurde in den Schürfen Sch5 und Sch6 Anteile an Koks und Schlacke bis ca. 0,90 m u.GOK festgestellt. Im Schurf Sch6 wurde zwischen 1,50 m und 2,00 m u.GOK ein feinsandiger Schluff (Löß bzw. Lößlehm) weicher bis steifer Konsistenz erkundet.

Die Schürfe mit den Bezeichnungen Sch7 bis Sch9 dienten der Probennahme für chemische Untersuchungen der oberflächennahen Bodenzone. Der Bereich zwischen der GOK und ca. 0,15 m bis 0,20 m darunter war durch Koksgrus bzw. mit Schlacke durchsetzt aufgebaut. Darunter stand überwiegend schwach schluffiger, kiesiger Sand an. Das Lösen des Bodens mit dem Bagger erwies sich als schwierig. Offensichtlich war der Boden durch die ehemaligen Kokshalden bereits hoch verdichtet worden.

Die entlang der Einfriedungstrasse abgeteuften Kleinrammbohrungen zeigen im wesentlichen den gleichen Aufbau des Baugrundes wie die angelegten Schürfe.

Die Aufschlußbohrung hat gezeigt, daß unter den Auffüllungen meist Sande bis zu einer Tiefe von ca. 9,7 m u.GOK anstehen, die z.T. mit schluffigen oder bzw. und kiesigen Anteilen vermischt sind.

Unterhalb der Sande steht ein Schluff an, dessen Feinsandanteile über die Tiefe abnehmen, während gleichzeitig die tonigen Beimengungen zunehmen.

3.2.3 Ergebnisse der Untersuchungen

3.2.3.1 Drucksondierungen

Bei Drucksondierungen (CPT) zur Baugrunderkundung werden der Spitzendruck (q_s) und die örtliche Mantelreibung (τ_m) an der Sondierspitze gemessen. Mit dem Reibungsverhältnis $R_f = [\tau_m/q_s] \cdot 100$ ist es möglich, die durchteuften Bodenarten zu identifizieren, wobei kleine Reibungsverhältnisse ($R_f = < 1 \%$) auf nicht bindige Böden (Sand: $R_f \sim 1 \%$; Grobsand: $R_f \sim 0,5 \%$) hinweisen. Je größer das Reibungsverhältnis wird (bis $R_f \sim 6 \%$), desto stärker ist der bindige Anteil im Boden bzw. der Boden wird insgesamt feinkörniger (toniger Sand: $R_f \sim 1,8 \%$, Lehm, Schluff: $R_f \sim 2,5 \%$; Ton: $R_f \sim 4 \%$).

Die Auswertung der Sondierung deckt sich mit den Ergebnissen der Bohrungen, d.h. das Reibungsverhältnis schwankt überwiegend zwischen $R_f = 0,5 \%$ und $R_f = 3,0 \%$ und zeigt somit Sande und Schluffe mit kiesigen oder/und tonigen Beimengungen an. Gelegentlich werden auch Spitzenreibungsverhältnisse von $R_f > 4 \%$ (Ton) erreicht.

Zudem kann über die Größe des Spitzendruckes auf die Konsistenz (bindige Böden) bzw. auf die Lagerungsdichte (nicht bindige Böden) der anstehenden Böden geschlossen werden.

Bei einem Spitzendruck von $q_s < 5 \text{ MN/m}^2$ besitzt der Boden eine weiche bis breiige Konsistenz bzw. ist locker bis sehr locker gelagert.

Bei Spitzendrücken von $q_s \geq 8,0 \text{ MN/m}^2$ liegen mindestens halfeste Konsistenzen bzw. mitteldichte Lagerungen vor.

Bei bindigen Böden weisen Spitzendrücke zwischen $q_s \geq 5,0 \text{ MN/m}^2$ und $q_s < 8,0 \text{ MN/m}^2$ auf eine steife Konsistenz hin.

Bei nicht bindigen Böden liegen in diesem Bereich des Spitzendruckes bereits mitteldichte Lagerungen (tragfähig) vor.

Nach der Auswertung der Untersuchungen folgt, daß die aufgefüllten Schluffe und Sande im oberflächennahen Bereich (0,4 - 1,2 m u.GOK) mindestens eine mitteldichte Lagerung bzw. eine mindestens steife bis halfeste Konsistenz besitzen.

Darunter lagern im gesamten Bereich locker bis sehr locker gelagerte Sande bzw. steife bis breiige Schluffe in ständig wechselnden Schichtenfolgen.

Im nordöstlichen Schachtgelände weisen die tieferen Bodenschichten (i.d.R. Sande) ab 3,20 bis 4,20 m u.GOK mindestens wieder eine mitteldichte Lagerung auf (Sondierpunkte 1, 5, 6 und 10). Im südwestlichen Schachtgelände steigen dagegen die Spitzendrücke bis zur Endteufe von 5,0 m u.GOK nicht mehr über $q_s \geq 5,0 \text{ MN/m}^2$.

3.2.3.2 Laborversuche

3.2.3.2.1 Bodenmechanische Laborversuche

Insgesamt wurden 5 Wassergehalte an den Schurfproben durch Ofentrocknung (DIN 18 121, Teil 1) ermittelt. Es wurden an den Sand-Schluff-Gemischen Wassergehalte zwischen $w = 4,8 \%$ (Sch10) und $w = 12,7 \%$ (Sch3) analysiert. Der Mittelwert lag bei $w = 8,6 \%$.

Aus der Aufschlußbohrung wurden über die Tiefe verteilt 6 Proben entnommen, an denen der Wassergehalt bestimmt wurde. In den Sanden wurde ein Wassergehalt zwischen $w = 5,5 \%$ und $w = 10,7 \%$ ermittelt. In den bindigen Schichten (toniger Schluff) lag der Wassergehalt zwischen $w = 20,7 \%$ und $w = 30,5 \%$.

Die Korngrößenverteilung ist an 2 Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen (Anhang 25), an 3 Bodenproben (P2, P3, P5) aus der Aufschlußbohrung (Anhang 26) und an 5 Bodenproben aus den Schürfen (Anhänge 27 und 28) bestimmt worden.

Die Massenanteile der Kornfraktionen sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

Lab.-Nr.	Entnahmeort	Kornverteilung			
		T %	U %	S %	G %
2976	Sch3	5	27	53	15
2977	Sch4	2	16	46	36
2978	Sch5	-	-	49	35
2979	Sch6	2	11	71	16
2980	Sch11	-	-	50	35
6590	RK (P1)	6	19	59	16
6591	RK (P2)	12	72	16	-
7092	KB (P2)	-	2	60	38
7093	KB (P3)	4	56	40	-
7095	KB (P5)	25	63	12	-

Tabelle 1: Massenanteile der Kornfraktionen (Tages- und Außenanlagen)

Nach DIN 4022, Teil 1, werden die Böden aus den Schürfen überwiegend als stark kiesiger, schluffiger Sand bezeichnet, der Boden aus der Kleinrammbohrung (RK (P1)) als kiesiger, schluffiger Sand. Alle 6 Bodenproben werden nach DIN 18 196 der Bodengruppe SU (Sand-Schluff-Gemische) zugeordnet.

Die andere Probe aus den Kleinrammbohrungen (RK (P2)) ist nach DIN 4022 sandiger, schwach toniger Schluff. Sie gehört wegen ihrer leichten Plastizität in die Bodengruppe UL nach DIN 18 196.

Die Kornverteilungen aus der Aufschlußbohrung (KB) zeigen unterhalb der Auffüllungen z.T. kiesige Sande (P2: nach DIN 18 196: SW). In den Schluffschichten darunter wird der über die Tiefe abnehmende Feinsandanteil und der zunehmende Tonanteil deutlich. In ca. 10 m u.GOK liegt ein Schluff (P3: nach DIN 18 196: UL) und in ca. 12,5 m u.GOK ein Kreideton (P5: toniger Schluff; nach DIN 18 196: TM) vor.

Die Verdichtbarkeit wurde an den 5 Bodenproben aus den Schürfen, von denen die Körnungslinie bestimmt wurden, im Proctorversuch bestimmt (Prüfung DIN 18 127-100X). Es wurden die in der Tabelle 2 aufgeführten Proctordichten und optimalen Wassergehalte ermittelt.

Lab.-Nr.	Schurf- bezeichnung	Proctor- dichte ρ_{Pr} [g/cm ³]	optimaler Wassergehalt w_{Pr} [%]	natürlicher Wassergehalt w [%]
2976	Sch3	1,973	11,3	12,7
2977	Sch4	2,104	6,6	10,0
2978	Sch5	2,121	8,4	7,0
2979	Sch6	1,939	11,5	8,7
2980	Sch11	2,099	9,3	4,8

Tabelle 2: Proctordichten, Wassergehalte und optimale Wassergehalte der Auffüllungen

Die Proctorkurven der Einzelversuche sind in den Anhängen 29 bis 33 zeichnerisch dargestellt.

Aus der Aufschlußbohrung wurde erkennbar, daß der bindige Boden bis in eine Tiefe von ca. 12,50 m u.GOK eine breiige bis weiche Konsistenz besitzt, die mit zunehmender Tiefe (bis ca. 16,50 m u.GOK) steif wird. Ab 16,50 m u.GOK liegt eine steife bis halbfeste Konsistenz vor.

Die Dichtebestimmung (P3 und P5) des Schluffes infolge Volumenausmessung und Gewichtsbestimmung ergab natürliche Dichten von $\rho = 1,962 \text{ t/m}^3$ bis $\rho = 2,123 \text{ t/m}^3$.

Die Kompressionsversuche wurden an dem Schluff durchgeführt, der unmittelbar unter der Gründungssohle des Lüftergebäudes (P3) und ca. 3,0 m tiefer (P5) ansteht, durchgeführt. Aus dem schwach feinsandigen Schluff (Anh. 34) wurden je nach Lastbereich ($\sigma = 50 - 100 \text{ kN/m}^2$; $100 - 200 \text{ kN/m}^2$; $200 - 400 \text{ kN/m}^2$ und $400 - 800 \text{ kN/m}^2$) Steifemodule von $E_s = 4.200 - 26.600 \text{ kN/m}^2$ ermittelt, während beim schwach tonigen Schluff (Anh. 35) der Steifemodul zwischen $E_s = 4.900 \text{ kN/m}^2$ und $E_s = 14.500 \text{ kN/m}^2$ lag.

Die Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (P5) wurde an der schwach tonigen Schluffprobe vorgenommen und ergab eine Durchlässigkeit von $k = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$. Der Boden ist in diesem Bereich nach DIN 18 130 sehr schwach durchlässig.

In Verbindung mit unseren durchgeführten Laborversuchen, den uns vorliegenden Unterlagen und unseren örtlichen Erfahrungen können für die hier untersuchten Auffüllungen folgende Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht werden (Tabelle 3):

Bodenart nach DIN 4022	stark kiesiger, schluffiger Sand		
Bodengruppe nach DIN 18 196	Sand-Schluff-Gemische (SU)		
Bodenklasse nach DIN 18 300	4 (3)		
Konsistenz / Lagerungsdichte	steif bis halbfest / mitteldicht		
Wassergehalt	w	[1]	0,048 - 0,127
Wichte	cal γ/γ'	[kN/m ²]	20/11
Proctordichte	ρ_{Pr}	[g/cm ³]	1,939 - 2,121
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	[1]	0,066 - 0,115
Reibungswinkel	φ'	[°]	32,5
Kohäsion	c'	[kN/m ²]	0

Bodenart nach DIN 4022	schwach sandiger Schluff		
Bodengruppe nach DIN 18 196	leicht plastischer Schluff (UL)		
Bodenklasse nach 18 130	3		
Konsistenz/Lagerungsdichte	weich/locker		
Wassergehalt	w	[1]	0,207
Wichte	cal γ/γ'	[kN/m ²]	19/9
Proctordichte	ρ_{Pr}	[g/cm ³]	-
optimaler Wassergehalt	w _{Pr}	[1]	-
Reibungswinkel	φ'	[°]	22,5
Kohäsion	c'	[kN/m ²]	0

Tabelle 3: Bodenkenngrößen der Auffüllungen (Tages- und Außenanlagen)

3.2.3.2.2 Chemische Laborversuche

Die Feststellung von Schadstoffen im Boden bzw. Grundwasser und deren zulässige oder tolerierbare Konzentration erfordert eine eindeutige Definition des Begriffs "Schadstoff" und die Festlegung, ab welcher Konzentration bestimmter Stoffe von einer Gefährdung auszugehen ist. Beides liegt allgemeingültig z.Zt. nicht vor. Deshalb werden sog. Richtwerte verwendet. Verbreitet und von den Behörden akzeptiert ist die sog. Holland-Liste, in der für verschiedene Stoffe Referenz-, Richt- und Grenzwerte in Boden und Grundwasser angegeben sind. Unterschieden wird dort zwischen A-, B- und C-Werten.

Der **Referenzwert A** gibt eine durchschnittliche Hintergrundkonzentration an, wie sie aufgrund natürlicher Vorkommen in nicht verunreinigtem Boden erwartet werden kann. Erst wenn der **Schwellenwert B** überschritten wird, kann von einem Gefährdungsrisiko ausgegangen werden. Außerdem begründet bzw. erfordert ein Überschreiten dieses Wertes weitere Untersuchungen.

Wenn der **Schwellenwert C** überschritten wird, spricht man von einem akuten Gefährdungsrisiko. In diesem Fall muß mit einem Sanierungsprogramm begonnen werden.

In den Anhängen 36 und 37 sind die chemischen Untersuchungsergebnisse aufgelistet und den Richt- und Grenzwerten der Holland-Liste gegenübergestellt.

Für die Proben aus den Schürfen 7 und 8 ergab sich folgendes Ergebnis:

Der höchste Phenolindex wurde an der Probe aus Schurf 7 mit 0,047 mg/kg gemessen.

Verglichen mit dem A-Wert (0,050 mg/kg) liegen alle Untersuchungsergebnisse (0,033 mg/kg - 0,047 mg/kg) unter dem A-Wert.

An beiden untersuchten Bodenproben aus den Schürfen 7 und 8 wurden keine BTX-Konzentrationen über der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 0,010 mg/kg ermittelt.

Die Einzelergebnisse der PAK-Analyse sind in dem Anhang 36 aufgelistet. Die Konzentrationen der 15 Einzelstoffe lagen zwischen < 0,01 mg/kg und 0,96 mg/kg (Schurf 7, Benzofluoranthene).

Damit weisen alle PAK-Einzelstoffe Konzentrationen unter dem B-Wert aus. Gleiches gilt für die Summe PAK. Die PAK-Summen der Bodenproben liegen bei 1,2 mg/kg (Schurf 8) und 4,0 mg/kg (Schurf 7). Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 20 mg/kg.

Die Eluatanalysen für Ammonium liegen ebenfalls wie die Originalsubstanzanalysen o.a. Parameter unter dem B-Wert der Holland-Liste. Die Ammoniumkonzentrationen wurden mit 0,034 mg/l und 0,060 mg/l deutlich unter dem B-Wert (1,0 mg/l) ermittelt.

Die Cyanidgehalte im Eluat lagen mit 0,010 mg/l (Sch8) auf dem A-Wert (0,010 mg/l) und mit 0,067 mg/l (Sch7) leicht über dem B-Wert (0,050 mg/l).

Die Sulfatgehalte wurden zwischen 2,5 mg/l (Sch8) und 14 mg/l (Sch7) ermittelt. Während die Holland-Liste zum Parameter Sulfat keine Angaben macht, kann der EG-Richtlinie vom 15.07.1980 eine zulässige Richtzahl von 25 mg/l SO₄ für Trinkwasser entnommen werden.

Die Metalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink sind im Eluat unter dem A-Wert der Holland-Liste bzw. unter der gerätespezifischen Nachweisgrenze analysiert worden.

Bei den 3 Proben aus den Schürfen 1 bis 3 (Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage) wurden Mineralöl-Kohlenwasserstoffe im Boden analysiert, die alle deutlich unter dem A-Wert = 100 mg/kg lagen. Der höchste Phenolindex wurde an der Probe aus Schurf 2 mit 0,091 mg/kg ermittelt. Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 1,0 mg/kg Phenol. Verglichen mit dem A-Wert (0,05 mg/kg) liegen die Untersuchungsergebnisse (0,027 mg/kg - 0,091 mg/kg) geringfügig über bzw. unter dem A-Wert.

An den drei Bodenproben wurden keine BTX-Konzentrationen über der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 0,010 mg/kg ermittelt.

Die Einzelergebnisse der PAK-Analyse sind in dem Anhang 37 aufgelistet. Die Konzentrationen der 15 Einzelstoffe lagen zwischen < 0,01 mg/kg und 1,0 mg/kg (Schurf 2, Benzo(ghi)perylene).

Damit weisen alle PAK-Einzelstoffe Konzentrationen unter dem B-Wert aus (Schurf 2, 1 Einzelstoff = B-Wert). Gleiches gilt für die Summe PAK.

Die PAK-Summen der Bodenproben liegen zwischen 0,64 mg/kg (Schurf 3) und 5,8 mg/kg (Schurf 2). Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 20 mg/kg.

Die Eluatanalysen für die Stoffe Ammonium und Cyanid (ges.) liegen ebenfalls wie die Originalsubstanzeanalysen der anderen Parameter unter dem B-Wert der Holland-Liste. Die Cyanidgehalte im Eluat lagen mit < 0,005 mg/l bis 0,011 mg/l im Bereich bzw. unterhalb des A-Wertes (0,01 mg/l).

Die Ammoniumkonzentrationen wurden mit < 0,03 mg/l bis 0,052 mg/l deutlich unter dem B-Wert (1,0 mg/l) ermittelt.

Alle CSB-Konzentrationen lagen unterhalb der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 15 mg/l.

3.2.4 Folgerungen und Maßnahmen

3.2.4.1 Schadstoffe im Boden

3.2.4.1.1 Einfluß der angrenzenden ehemaligen Teerdestillationsanlage

Aus den drei Schürfen im Grenzbereich zum Grundstück der ehemaligen Teerdestillationsanlage konnte bis auf die Teerölrückstände im Schurf 1 kein weiterer negativer Einfluß auf den Boden des Untersuchungsgeländes festgestellt werden.

Die chemischen Analyseergebnisse liegen in Bereichen, wie sie in nicht verunreinigten, natürlich vorkommenden Böden erwartet werden können.

Eine weitreichende, großräumige Verunreinigung durch den Betrieb der ehemaligen Teerdestillationsanlage kann somit in Bezug auf das Untersuchungsgelände ausgeschlossen werden.

Die Verunreinigungen des Bodens durch die im Bereich des Schurfes 1 vorkommenden Teerölrückstände müssen beseitigt werden. Die Größe (Volumen) der Verunreinigung kann wegen des einzigen Aufschlusses (Sch1) z.Zt. nicht näher angegeben werden.

Aufgrund der geringen Tiefe der Verunreinigungen (~ 0,60 m u.GOK) sollten die mit Schadstoffen belasteten Böden durch Aushub entfernt und ordnungsgemäß entsorgt (Deponierung, evtl. Reinigung o.ä.) werden.

Während des Aushubes ist darauf zu achten, daß die Ausdehnung der Verunreinigung und ihr Ursprung lokalisiert wird.

Wir empfehlen, die Sanierungsmaßnahme durch ein fachkompetentes Ing.-Büro überwachen zu lassen. Weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich. Anfallender Aushubboden kann direkt wiederverwendet werden.

3.2.4.1.2 Boden im übrigen Untersuchungsbereich

Die chemischen Analysen ergaben keine schadhafte Belastungen in der Originalsubstanz und im Eluat. Lediglich im Schurf 7 lag die Cyanidkonzentration in der Originalsubstanz geringfügig über dem B-Wert der Holland-Liste.

Alle anderen Ergebnisse der Einzelstoffanalysen ergaben Werte, wie sie in nicht verunreinigten, natürlichen Böden vorkommen.

Die geringfügig erhöhte Cyanidkonzentration wurde ausschließlich in der oberflächennahen (0,15 m u.GOK) aus einem Gemisch von Koksgrus und Boden bestehenden Zone ermittelt. Obwohl darin kein Gefährdungspotential zu sehen ist, empfehlen wir dennoch, zu Beginn der Baumaßnahme die mit Koksgrus verunreinigten oberflächennahen Bereiche gesondert zu entfernen. Vor allem wegen der geringen mechanischen Belastbarkeit der Koksgrus (Organika) sollte diese bzw. das Koksgrus-Bodengemisch nicht als Verfüllmaterial für Baugruben oder als Dammbaumaterial verwendet werden. Dafür sollte sicherheitshalber nach dem Entfernen der Koks-

grusschicht an einer Mischprobe nochmals der Cyanidgehalt am Eluat bestimmt werden.

Weitere Maßnahmen zur schadstofffreien Herrichtung der Bauflächen sind ebenso wenig erforderlich wie für die Wiederverwendung der ausgehobenen Bodenmassen. Voraussetzung hierfür ist, daß keine anderen lokalen Verunreinigungen auf dem Grundstück gefunden werden (z.B. Mineralölschäden aus undichten Tanks o.ä.).

3.2.4.2 Geotechnische Bewertung

3.2.4.2.1 Wiederverwendbarkeit des Bodens

Beim Erdaushub für die Gründung der geplanten Bebauung werden Bodenmassen (die o.a. Auffüllungen) anfallen.

Die Kenntnis der Kornverteilung, der Verdichtbarkeit und des Wassergehaltes gestatten Rückschlüsse auf die Wiederverwendbarkeit der Böden. Die auf dem Gelände vorhandenen Böden, die beim Aushub für die geplanten Bauwerke anfallen, können sowohl aus erdbautechnischer Sicht als auch aufgrund ihrer chemischen Inhaltsstoffe im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet werden. Zu beachten ist die Frostempfindlichkeit der Böden. Die ZTVE-StB legt z.B. je nach Bauobjekt bzw. Zweckbestimmung die einzuhaltenden Eigenschaften der Böden zugrunde. Für die nachfolgend aufgeführten Bauobjekte dürfen danach keine frostempfindlichen Böden verwendet werden.

- Böschungen (Einschnitt, Damm, Baugrube)
- Straßenuntergrund
- Straßendamm (Unterbau)
- Erd- und Baustraßen, Tragschichten.

Sämtliche untersuchten Auffüllungen sind nach Abschnitt 2.3.3.2 ZTVE-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) zuzuordnen. Der Anteil an Korn unter 0,063 mm wurde mit 12,5 Gew.-% bis 33-Gew.-% bei Ungleichförmigkeitszahlen von $U \geq 9$ ermittelt.

Für weitere nachfolgend aufgeführten Zwecke dürfen frostempfindliche Böden verwendet werden:

- Hinterfüllung (Bauwerk, Leitungen)
- Lärmschutzwälle

Es bestehen keine Bedenken, den beim Aushub der Baugruben für die Bauwerke anfallenden Boden zur Wiederverfüllung der Baugruben und Leitungsräben und zur Hinterfüllung zu verwenden.

Die Böden sollen in Einbaulagen von 30 cm - 40 cm aufgebracht und mit geeigneten Verdichtungsgeräten auf einen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{pr} = 97 \%$ gebracht werden. Zusätzlich zu den in Abschnitt 3.2.3.2.1 dieses Berichtes angegebenen Bodenkenngrößen (Tab. 3) kann für die mindestens mitteldicht ($D_{pr} \geq 97 \%$) eingebauten Auffüllungen ein Steifemodul von

$$E_s = 50 - 100 \text{ MN/m}^2$$

angesetzt werden.

3.3 BAUGRUND (VERKEHRSANBINDUNG)

3.3.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrund wurde bereits 1986 und 1987 nach DIN 4020 mittels Sondierbohrungen und Rammsondierungen untersucht (Anlage 60. Von Mitarbeitern der [REDACTED] wurden Baugrunderkundungen am 04.11., 08.11. und 30.11.1991 durchgeführt (Anlage 67).

Am 04.11. und 08.11.1991 wurden insgesamt

- 13 Kleinrammbohrungen (Kleinbohrung DIN 4021 - BS 36), 1,55 m bis 5,00 m tief (Bezeichnung B1 bis B13)

- 13 Rammsondierungen (Sondierung DIN 4094-DPL), 1,60 m bis 5,00 m tief (Bezeichnung S1 bis S13)

niedergebracht.

In den Anhängen 38a und 38b sind die Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen sowie des Schurfes eingezeichnet. Die Lage der Ansatzpunkte und deren Höhen sind von der DBE angegeben worden.

Die Bohrungen und Sondierungen B1/S1 bis B4/S4 und B8/S8 wurden auf der Gleisstrasse, die übrigen Bohrungen auf der Straßentrasse abgeteuft (Anhänge 38a und 38b).

Die Bodenarten aus den Kleinrammbohrungen wurden nach DIN 4022, Teil 1, bodenmechanisch benannt und sind entsprechend DIN 4023 auf den Anhängen 39 bis

41 dargestellt, die verwendeten Zeichen und Abkürzungen der DIN 4023 sind aus dem Anhang 24 zu ersehen.

Aus den Kleinrammbohrungen wurden charakteristische Bodenproben entnommen, luftdicht und parameterspezifisch verpackt.

Die Lage (Tiefe) der entnommenen Bodenproben ist neben der zeichnerischen Darstellung des Schurfes und der Bohrprofile dargestellt.

3.3.2 Baugrundaufbau

3.3.2.1 Gleistrasse

Die Bohrungen und Sondierungen, die im Bereich der geplanten Gleistrasse abgeteuft worden sind, wiesen überwiegend Sande wechselnder Zusammensetzung und wechselnder Lagerungsdichte auf (Anhang 39).

Es wurden sowohl schluffige Feinsande (B2, B3, B8) erbohrt als auch kiesige Sande (B1, B2, B3, B4).

Innerhalb der Sande sind Schluffschichten vorhanden in Dicken zwischen 25 cm (B1) und 80 cm (B8). Die Körnungslinien eines Sandes (Bohrung B1) und eines Schluffes (Bohrung B8) sind auf dem Anhang 42 dargestellt.

Die Konsistenzgrenzenbestimmung (Anhang 43) weist den Schluff aus der Bohrung B8 als leicht plastisch aus (Bodengruppe UL nach DIN 18 196) mit steifer Konsistenz. Die Sande sind überwiegend mitteldicht gelagert (S1, S2, S3, S4), z.T. dicht (S4), im Bereich der Sondierung S8 jedoch nur locker.

3.3.2.2 Straßentrasse

Im Bereich der gesamten Straßentrasse stehen überwiegend Sande wechselnder Kornzusammensetzung und wechselnder Lagerungsdichte an. Die Sande sind zum Teil als schluffige Feinsande ausgebildet, zum Teil stehen kiesige Sande an. Allerdings sind bereichsweise Schluffschichten in die Sande eingeschaltet. Die Schluffschichten stehen in unterschiedlicher Tiefe unter GOK an, so z.B. ab 0,6 m unter GOK in der Bohrung B5 mit einer Dicke von 1,05 m, ab 2,95 m unter GOK in der Bohrung B6 mit einer Dicke von 1,35 m und ab 2,4 m unter GOK in der Bohrung B9 mit einer Dicke von 1,0 m.

Außer in den Sondierpunkten S10, S5 und S9, in denen mindestens mitteldichte Lagerung der Sande nachgewiesen wird, wurde überwiegend lockere Lagerung der Sande ermittelt (Anhänge 40 und 41).

Der Schurf Sch11 wurde im Randbereich der vorhandenen Straße angelegt, um deren Aufbau näher zu erkunden. Aus dem Anhang 44 ist zu ersehen, daß über den kiesigen Mittelsanden ein Mineralgemisch in einer Dicke von ca. 0,50 m als Straßenunterbau aufgebracht worden ist.

3.3.3 Ergebnisse der Untersuchungen

Insgesamt wurde 1 Wassergehalt an einer Bohrprobe (Anhang 45) durch Ofentrocknung (DIN 18 121, Teil 1) ermittelt. Es wurde an dem Sand-Schluff-Gemisch ein Wassergehalt von $w = 20,6 \%$ analysiert.

Die Korngrößenverteilung ist an 3 Bodenproben aus den Bohrungen (Anhang 42) bestimmt worden.

Die Massenanteile der Kornfraktionen sind in der Tabelle 4 aufgelistet.

Lab.-Nr.	Entnahmeort	Kornverteilung			
		T %	U %	S %	G %
3013	B1	-	33	57	10
3014	B5	12	71	17	-
3015	B8	12	69	19	-

Tabelle 4: Massenanteile der Kornfraktionen (Verkehrsanbindung)

Nach DIN 4022, Teil 1, wird der Boden aus der Bohrung B1 als schwach kiesiger, stark schluffiger Sand bezeichnet. Die Bodenprobe wird nach DIN 18 196 der Bodengruppe SU (Sand-Schluff-Gemische) zugeordnet.

Die Proben aus den Bohrungen B5 und B8 sind nach DIN 4022 sandige, schwach tonige Schluffe. Sie gehören wegen ihrer leichten Plastizität in die Bodengruppe UL nach DIN 18 196.

Die Fließ- und Ausrollgrenze sowie der natürliche Wassergehalt sind an einer Bohrpombe (Bohrung B8) aus der Gleistrasse bestimmt worden. Der untersuchte Schluff gehört danach in die Bodengruppe UL und weist steife Konsistenz auf (Anhänge 43 und 45).

In Verbindung mit unseren durchgeführten Laborversuchen, den uns vorliegenden Unterlagen und unseren örtlichen Erfahrungen können für die hier untersuchten Auffüllungen folgende Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht werden (Tabelle 5).

Bodenart nach DIN 4022		stark kiesiger, schluffiger Sand
Bodengruppe nach DIN 18 196		Sand-Schluff-Gemische (SU)
Bodenklasse nach DIN 18 300		4 (3)
Wassergehalt	w [I]	0,048 - 0,127
Wichte	cal γ/γ' [kN/m ²]	20/12
Proctordichte	ρ_{PR} [g/cm ³]	1,939 - 2,121
optimaler Wassergehalt	w_{Pr} [I]	0,066 - 0,115
Reibungswinkel	φ' [°]	32,5
Kohäsion	c' [kN/m ²]	0

Tabelle 5: Bodenkenngrößen der Auffüllungen (Verkehrsanbindung)

3.3.4 Wiederverwendbarkeit des Bodens

Beim Erdaushub für die Gründung der geplanten Bebauung werden Bodenmassen (die o.a. Auffüllungen) anfallen.

Die Kenntnis der Kornverteilung, der Verdichtbarkeit und des Wassergehaltes gestatten Rückschlüsse auf die Wiederverwendbarkeit der Böden. Die auf dem Gelände vorhandenen Böden, die beim Aushub für die geplanten Bauwerke anfallen, können sowohl aus erdbautechnischer Sicht als auch aufgrund ihrer chemischen Inhaltsstoffe im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet werden. Zu beachten ist die Frostempfindlichkeit der Böden. Die ZTVE-StB legt z.B. je nach Bauobjekt bzw. Zweckbestimmung die einzuhaltenden Eigenschaften der Böden zugrunde. Für die nachfolgend aufgeführten Bauobjekte dürfen danach keine frostempfindlichen Böden verwendet werden:

- Böschungen (Einschnitt, Damm, Baugrube)
- Straßenuntergrund
- Straßendamm (Unterbau)
- Erd- und Baustraßen, Tragschichten.

Sämtliche untersuchten Auffüllungen sind nach Abschnitt 2.3.3.2 ZTVE-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) zuzuordnen. Der Anteil an Korn unter 0,063 mm wurde mit 12,5 Gew.-% bis 33 Gew.-% bei Ungleichförmigkeitszahlen von $U \geq 9$ ermittelt.

Für weitere nachfolgend aufgeführten Zwecke dürfen frostempfindliche Böden verwendet werden:

- Hinterfüllung (Bauwerk, Leitungen)
- Lärmschutzwälle.

Es bestehen keine Bedenken, den beim Aushub der Baugruben für die Bauwerke anfallenden Boden zur Wiederverfüllung der Baugruben und Leitungsgräben und zur Hinterfüllung zu verwenden.

Die Böden sollen in Einbaulagen von 30 cm - 40 cm aufgebracht und mit geeigneten Verdichtungsgeräten auf einen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 97 \%$ gebracht werden. Zusätzlich zu den in Abschnitt 3.3.3 dieses Berichtes angegebenen Bodenkennwerten kann für die mindestens mitteldicht ($D_{Pr} \geq 97 \%$) eingebauten Auffüllungen ein Steifemodul von

$$E_s = 50 - 100 \text{ MN/m}^2$$

angesetzt werden.

3.4 GRUNDWASSER

3.4.1 Grundwasserstände

Bei den Baugrunduntersuchungen wurde in keinem Schurf und in keiner Bohrung Grundwasser angetroffen.

Lediglich Schichtenwässer traten im Schurf 3 (3,5 m u.GOK), in der Bohrung RK4 (3,0 m u.GOK) und in der Aufschlußbohrung (5,5 m u.GOK) auf.

Ähnliche Schwankungsbreiten wiesen auch die früheren Untersuchungen auf (Anlage 59).

Das Grundwasser, das im Bereich der Schachanlage Konrad II ansteht, ist unter einer mehrere Meter mächtigen Geschiebemergelschicht gespannt. Beim Durchstoßen dieses Grundwasserstauers bildet sich eine freie Druckfläche aus, deren Flurabstand zwischen ca. 6,8 m und ca. 10,9 m beträgt. Die freie Druckfläche steht unter dem Einfluß der Grundwasserentnahme durch die [REDACTED].

3.4.2 Prognostizierter Grundwasserstand bei Einstellung der Wasserhaltung durch die [REDACTED]

Die [REDACTED] betreibt auf dem Werkgelände ein Wasserwerk (SZ-Bleckenstedt) und entnimmt Wasser aus dem im Bereich des Schachtgeländes Konrad II gespannten Grundwasserleiter. Diese Entnahme bewirkt einen Absenktrichter, dessen Einfluß sich auch auf dem Schachtgelände Konrad II bemerkbar macht.

Die Entnahmebrunnen befinden sich in einer Entfernung von ca. 700 m zum Schacht Konrad II und senken das Grundwasser im Bereich der Brunnen bis auf ein Niveau von ca. NN +81,0 m ab. Im Bereich des Schachtgeländes stellt sich dadurch ein Grundwasserstand von ungefähr NN +84,0 m ein. Diese Grundwasserstände werden durch mehrere Grundwassergleichenpläne aus den Jahren von 1939 bis 1986 bestätigt, die von der GSF (Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München) 1985 erarbeitet und 1987 aktualisiert worden sind.

Zudem hat die GSF in einem weiteren Gutachten die Rekonstruktion der ungestörten Grundwasserspiegellage, basierend auf Grundwasserspiegelmessungen im November 1984 (Niedrigwasserstand), durchgeführt. Die Rekonstruktion erfolgte auf graphischem Wege über hydrologische Profilschnitte durch die Absenkungstrichter der Wasserhaltungsbrunnen. Grundlage bildeten ein Isohypsenplan (Stand November 1984) sowie zwei Profilschnitte im Bereich des Schachtgeländes durch die Absenkungstrichter. Die maximale Ruhewasserspiegellage ergibt sich dann aus einer Tangente, die über die Kulminationspunkte unterstrom und über die Punkte des Umbiegens der Grundwasserspiegellage oberstrom in den Absenkungstrichter gelegt wird. Die Absenkungskurve wird dadurch ausgeglichen.

Die GSF kommt zu dem Ergebnis, daß der Grundwasserstand bei Einstellung der Grundwasserförderung durch das Wasserwerk SZ-Bleckenstedt im Bereich des Schachtgeländes Konrad II um maximal 1,0 m ansteigen würde.

Wird der über mehrere Jahrzehnte dauernde und relativ konstante Grundwasserstand von NN +84,0 m angesetzt und zu der prognostizierten Erhöhung von 1,0 m im Sicherheitszuschlag von 0,5 m hinzugerechnet, hätte das einen maximalen Grundwasserstand von NN +85,50 m nach Einstellung der Grundwasserförderung zur Folge.

Bei dieser Prognose ist zusätzlich zu berücksichtigen, daß der Zweigkanal Salzgitter bei Grundwasserständen über NN +83,50 m einen günstigen Einfluß auf die Grundwasserstände im Bereich des Schachtgeländes Konrad II ausübt.

Der Zweigkanal ist im Bereich des Stahlwerkes und damit auch im Bereich des Schachtgeländes ungedichtet und besitzt somit bei Wasserständen, die über ca. NN +83,50 m liegen, eine Vorfluterfunktion. Bei niedrigeren Grundwasserständen als NN +83,50 m gibt der Zweigkanal ggfs. Wasser an die Umgebung ab.

Das bedeutet, daß bei Einstellung der Grundwasserförderung der Zweigkanal evtl. eine regulierende Vorflutfunktion einnimmt und so die Prognose der zu erwartenden Grundwasserstände nach Einstellung der Grundwasserförderung unterstützen kann.

3.4.3 Grundwasseranalysen

Nahe der Grundstücksgrenze zur ehemaligen Teerdestillationsanlage der [REDACTED] wurde eine Grundwasserprobe entnommen und in einem chemischen Labor auf die für eine Teerdestillationsanlage typischen Parameter untersucht (Anhang 46).

Die Konzentrationen der 16 analysierten PAK-Einzelstoffe (sog. EPA-Liste) liegen jeweils unterhalb der gerätespezifischen Nachweisgrenze, ebenso wie die BTEX-Aromaten, die Cyanide, die Mineralöl-Kohlenwasserstoffe und der Phenolindex. Die

festgestellte Ammonium-Konzentration liegt deutlich unter dem entsprechenden B-Wert der "Holland-Liste". Der Anteil an lipophilen Stoffen ist vergleichsweise gering.

Eine von der Teerdestillationsanlage der [REDACTED] ausgehende Grundwasserbeeinträchtigung für den Bereich des Betriebsgeländes Schacht Konrad II ist auf der Grundlage des vorliegenden Ergebnisses nicht zu erwarten.

3.4.4 Grundwasserdränage

Den Überlegungen, das anfallende Grund- und Schichtenwasser über eine Dränage fassen zu wollen, ist folgendes entgegenzustellen:

Ein erhöhter Eisengehalt im Boden oder Grundwasser kann zu Verockungen führen. Bei mittlerer bis starker Verockungsneigung sollte keine Bauwerkdränung ausgeführt werden.

Aufgrund der vorherrschenden Grund- bzw. Schichtwasserverhältnisse kann die Dränageleitung über einen längeren Zeitraum trockenliegen, um dann aber bei einem Schichtwasseranfall über kurze Zeit volle Leistung erbringen zu müssen. Die Pumpen, die im allgemeinen über Niveauregelung gesteuert werden, haben folglich sehr unregelmäßige Einsatz- und Laufzeiten. Solche Arbeitseinsätze sind für Pumpen sehr ungünstig, daher ist ein erhöhter Aufwand zur Wartung der Pumpen erforderlich.

Eine Dränagemaßnahme erfordert zudem einen Antrag auf Grundwasserabsenkung bzw. -haltung nach Wasserhaushaltsgesetz, da das Pumpen des anfallenden Schichtwassers einen Eingriff in den Grundwasserhaushalt darstellt.

Eine Dränage für die Tagesanlagen des Endlagers Schacht Konrad II ist somit in jedem Betrachtungsfall nicht zu empfehlen.

3.5 GEBÄUDE

3.5.1 Betriebshof

3.5.1.1 Gründung

Die Planung sieht vier eingeschossige, nicht unterkellerte Stahlhallen (Lokschuppen: ca. 11,0 m x 25,0 m, Lager und Werkstatt: ca. 16,0 m x 55,0 m, Friktionswinde: ca. 7,0 m x 25,0 m, und eine Halle für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garage: ca. 11,0 m x 31,0 m) vor. Die tragende Konstruktion wird als Zweigelenkrahmen ausgebildet. Die Ausfachung der Außenwände soll in zweischaligem Mauerwerk erfolgen. Die Rahmen werden auf Streifenfundamente gesetzt, deren Unterkante ca. 1,0 m unter der Bezugshöhe ($\pm 0,00 \triangleq 90,04$ m) liegt (Anlagen 31 und 32).

Wie die Ergebnisse der Rammsondierungen zeigen, stehen im Bereich der geplanten Hallen bis ca. 5,5 m unter OK Gelände Böden nicht ausreichender bzw. abgeminderter Tragfähigkeit an. Aufgrund der relativ geringen Bauwerkslasten ist es im vorliegenden Fall nicht erforderlich, den Baugrund bis 5,5 m unter OK Gelände zu sanieren. Die Stahlhallen werden auf einer ca. 30 cm dicken geschlossenen Stahlbetonbodenplatte gegründet und unterhalb der Platte ist ein 1,0 m dicker Bodenaustausch mit tragfähigem Boden durchzuführen.

Unterhalb der Streifenfundamente ist der anstehende Boden ebenfalls um 1,0 m auszuheben und gegen tragfähigen Boden, z.B. ein zu verdichtendes Kies-Sand-Gemisch, auszutauschen. Es muß ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100$ % erreicht werden. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100$ MN/m² sein. Als zulässige Bodenpressung können $\sigma = 150$ kN/m² angesetzt werden.

3.5.2 Umladeanlage

3.5.2.1 Allgemeines

Die Umladeanlage besteht aus fünf verschiedenen Gebäuden, die unterschiedlich gegründet werden:

- Die ca. 108 m x 35 m große und ca. 16 m hohe Umladehalle (Stahlbetonhalle) wird auf Streifenfundamente gegründet, deren Unterkanten 3,0 m (bzw. 2,30 m) unter Geländeoberkante (GOK) liegen. Die Umladehalle ist nicht unterkellert (Anlagen 33 und 34).
- Die nicht unterkellerte ca. 67 m x 36 m große und ca. 9 m hohe Pufferhalle wird ebenfalls auf Streifenfundamente gegründet. Die Gründungssohle liegt bei 2,30 m unter GOK (Anlage 36).
- Die Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale wird vollständig unterkellert (ca. 36 m x 22 m). Die Unterkante der Kellersohle liegt bei 3,0 m unter GOK, z.T. sind Einzelfundamente bis in 4 m Tiefe zu erstellen. Der Teilbereich der Heizzentrale zum Kohlebunker und der Kohlebunker selbst werden in eine Tiefe bis zu 6,25 m u.GOK unterkellert. Teilweise werden Einzelfundamente in diesem Kellerbereich bis 7,0 m u.GOK gegründet (Fußbodendurchbruch) (Anlage 39).
- Das Büro- und Sozialgebäude wird auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet. Die Unterkante der Fundamente reicht bis 1,10 m unter GOK. Das Gebäude ist nicht unterkellert und hat eine Größe von ca. 54 m x 23 m (Anlagen 37 und 38).

- Die Werkstatt mit dem zusätzlichen Anbau ist teilunterkellert. Die Gründungstiefen der Kellersohlen befinden sich bei ca. 6,50 m und ca. 7,50 m unter GOK. Die weiteren Streifen- und Einzelfundamente zur Lasteinleitung werden 1,0 m unter GOK gegründet. Die Werkstatt mit dem Anbau hat eine Größe von ca. 55 m x 35 m (Anlage 35).

3.5.2.2 Umladehalle

3.5.2.2.1 Gründung

Die Umladehalle (108 m x 35 m; 16 m hoch; nicht unterkellert) wird auf Streifenfundamente ($b = 5,5$ m bzw. $b = 5,0$ m) gegründet. Die Unterkanten der Fundamente liegen bei 3,0 m unter GOK (nördliche Seite und Seite zum Bürogebäude und zur Heizzentrale) und 2,3 m unter GOK. Der Hallenfußboden (OK = NN +90,0 m) wird als ca. $d = 0,65$ m starke Platte ausgeführt.

In der Tragwerksplanung sind die Fundamente für die Umladehalle für folgende Sohlnormalspannung bemessen worden:

$$\sigma = 150 \text{ KN/m}^2$$

Um die Lasten sicher in den Untergrund abzuleiten, muß in Teilbereichen der Halle ein Bodenaustausch vorgenommen werden.

Aus den Ergebnissen der Rammsondierungen und der Gründungstiefe folgt, daß unterhalb der Halle mindestens 3 m der anstehende Boden ausgehoben werden muß. Im Bereich des Querverschubes 1 (- 3,5 m) und der östlichen Hallenseite (- 3,8 m) ist die Baugrubensohle noch etwas tiefer zu erstellen (s. Anhang 47).

Der Boden ist auszuheben, weil er eine lockere Lagerungsdichte in einigen Schichten aufweist. Er ist aber für den Wiedereinbau grundsätzlich als tragfähiges Material geeignet. Der Boden muß lagenweise ($d \leq 50$ cm) mit geeignetem Verdichtungsgerät wieder eingebaut werden (s. Anhang 48), um die Bauwerks- und Verkehrslasten sicher aufnehmen zu können (s. Abschn. 3.5.2.7).

3.5.2.2.2 Baugrubengestaltung

Die Baugrube wird geböschst mit einer Neigung von $n = 1 : 1$ hergestellt. Bei Tiefen $t > 3$ m wird eine Berme von $b = 1,5$ m angeordnet. Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen.

Des weiteren ist bei der Herstellung der Baugruben die DIN 4124 zu beachten.

Aushub der Baugrube bis auf 3,0 m (s. Anhang 47).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß:

NW-Seite: 2,5 m

NO-Seite: 1,5 m

Böschungsoberkante:

NW-Seite: 5,5 m

NO-Seite: 4,5 m

Aushub der Baugrube auf der Südost-Seite bis 3,8 m u. GOK,

Breite der Baugrube: 5,0 m nach innen

3,0 m nach außen

Böschungsoberkante: 8,3 m (Anlegen einer Berme von 1,5 m
Breite)

3.5.2.2.3 Wasserhaltung

Die Südost-Seite der Umladehalle ist für die Gründungsherstellung mit einem Dränstrang (Tiefe ca. 4,5 m u.GOK) zu entwässern bzw. von anfallendem Schichtenwasser freizuhalten.

Die Dränstränge werden vor dem Baugrubenaushub mit einer Schlitzfräse hergestellt. Dabei wird ein ca. 0,35 m breiter Schlitz gefräst, gleichzeitig ein PEHD-Teilsickerrohr DA 110 auf der Schlitzsohle verlegt und der Schlitz mit Kies verfüllt. Alternativ kann zunächst der Boden ca. 3,0 m tief ausgehoben und von dieser Zwischenebene die Dränstränge eingefräst werden.

3.5.2.3 Pufferhalle

3.5.2.3.1 Gründung

Die Pufferhalle (67 m x 36 m; 9 m hoch; nicht unterkellert) wird ebenfalls auf Streifenfundamente ($b = 1,25$ m und $b = 2,5$ m) gegründet. Die Tiefe der Fundamentunterkanten beträgt 2,30 m unter GOK. Der Hallenfußboden erhält wie die Umladehalle eine $d = 0,65$ m starke Betonplatte. Als Sohlnormalspannung wurde für die Pufferhalle folgende Werte angesetzt:

$$\sigma = 180 \text{ KN/m}^2$$

Unterhalb der Pufferhalle steht bis in Tiefen von ca. 5,7 m unter der Geländeoberkante locker gelagerte Bodenmaterialien an, die nicht ausreichend tragfähig sind. Bis in die Tiefen von 5,0 m sind zudem humose Beimengungen vorzufinden.

Aus diesem Grund wird der Boden im Bereich der Streifenfundamente bis 5,0 m und unterhalb der Bodenplatte 4,0 m tief ausgehoben (Anhang 47). Dieses Bodenmaterial ist als tragfähiges Material nicht geeignet und ist durch anderen tragfähigen Boden zu ersetzen, der lagenweise ($d \leq 50$ cm) mit geeigneten Verdichtungsgeräten bis zur Gründungssohle (Anhang 48) einzubauen ist (s. Abschn. 3.5.2.7).

3.5.2.3.2 Baugrubengestaltung

Die Baugrube wird ebenfalls geböschert ($n = 1 : 1$) hergestellt. Bei Tiefen von > 3 m wird eine Berme angeordnet, die 1,5 m breit ist. Ab 5 m Tiefe ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen. Weiterhin ist bei der Herstellung der Baugruben die DIN 4124 zu beachten.

Aushub der Baugrube bis auf 3 m Tiefe, Anlegen der Berme, Aushub bis auf 5 m im Bereich der Streifenfundamente, Aushub bis 4 m unterhalb der Bodenplatte (s. Anhang 47).

Die Breite der Baugrube (Böschungsfuß 5 m tief) ergibt sich aus dem Lastausbreitungswinkel (45°) und der Fundamentbreite (gemessen von der Gebäudekante):

NW-Seite:	5,0 m nach außen
	5,5 m nach innen
SW und NO-Seite:	3,5 m nach innen und außen

SO-Seite: 4,0 m nach außen
 5,0 m nach innen

Für die Abstände der Böschungsoberkanten sind zu den o.g. Abmessungen 6,5 m hinzuzurechnen. Auf der NW-Seite ist keine Böschung anzulegen, da die vorhandene Straße für den Verkehr erhalten bleiben muß. Aus diesem Grund wird auf der NW-Seite des Gebäudes ein rückverankerter (z.B. Verpreßanker) Baugrubenverbau gesetzt (z.B. Trägerbohlwand, Spundwand usw.).

3.5.2.3.3 Wasserhaltung

Der Baugrubenbereich für die Pufferhalle (ca. 60 m x 90 m) muß von Grund- bzw. Schichtenwasser freigehalten werden. Wir empfehlen, dafür Horizontalwasserfassungen zu verwenden. Dazu wird eine Ringdränage um diese tiefer auszuhebende Baugrube gelegt. Innerhalb der Baugrube (5 m tief) sind die Dränstränge in einem Abstand von ca. 10 m zu verlegen. Die Dränage ist in einer Tiefe von 5,5 m bis 6,0 m u.GOK einzubauen.

Die Dränstränge werden vor dem Baugrubenaushub mit einer Schlitzfräse hergestellt. Dabei wird ein ca. 0,35 m breiter Schlitz gefräst, gleichzeitig ein PEHD-Teilsickerrohr DA 110 auf der Schlitzsohle verlegt und der Schlitz mit Kies verfüllt. Alternativ kann zunächst der Boden ca. 3,0 m tief ausgehoben und von dieser Zwischenebene die Dränstränge eingefräst werden.

3.5.2.4 Labor-, Büro- und Sozialgebäude

3.5.2.4.1 Gründung

Das Labor-, Büro- und Sozialgebäude (23 m x 54 m; nicht unterkellert) ist zwischen 5 m (eingeschossig) und 9 m (zweigeschossig) hoch und wird auf Streifen- und Einzelfundamenten gegründet. Die Streifenfundamente werden 1,0 m tief gegründet (auf der Nordseite des Gebäudes wird das Streifenfundament 2,0 m tief gegründet). Die Einzelfundamente erreichen eine Tiefe bis zu 1,1 m unter Geländeoberkante (GOK). Der Gebäudefußboden (OK = NN +90,0 m) wird als 16 cm starke Betonplatte ausgeführt. Als Bodenpressung werden für das Labor-, Büro- und Sozialgebäude

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt.

An der Nordseite des Gebäudes (Seite zur Heizzentrale) wird der anstehende Boden bis auf 3,0 m ausgehoben, die Baugrubensohle nachverdichtet und tragfähiger Boden bis auf 2,0 m (2 Lagen à 0,50 m) unter GOK wieder eingebaut. Die anderen Fundamente werden auf dem anstehenden Boden gegründet, nachdem auch diese Bereiche nachverdichtet worden sind (s. Abschn. 3.5.2.7).

Innerhalb der Streifenfundamente für die Außenwände sind Einzelfundamente herzustellen. Danach ist in die verbleibenden Zwischenräume tragfähiger Boden in zwei Lagen à 0,40 m einzubauen, um die Gründung der Bodenplatte herzustellen.

3.5.2.4.2 Baugrubengestaltung

Die Baugrube wird mit einer Böschungsneigung von $n = 1 : 1$ hergestellt. Eine Berme ist nach dem derzeitigen Planungsstand nicht erforderlich. Bei der Herstellung der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten.

Aushub der Baugrube bis auf 1,10 m (s. Anhang 47).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß:

NW- und SW-Seite: 1,5 m

Böschungsoberkante:

NW- und SW-Seite: 2,6 m

Auf der SO-Seite ist die Baugrube auf 3,0 m Tiefe auszuheben:

Böschungsfuß:

SO-Seite: 5,0 m

Böschungsoberkante: 8,0 m

Sobald die Baugrubensohlen hergestellt sind, sind diese mit mehreren Verdichtungsübergängen zu überarbeiten, um evtl. anstehende gering mächtige locker gelagerte Bodenschichten zu verdichten.

Werden beim Herstellen der Baugruben weiche, bindige Böden (Schluffe mit tonigen Anteilen) vorgefunden, sind diese gegen tragfähigen Boden auszutauschen. Ist die Baugrube entsprechend den Planungen hergestellt, wird verdichtungsfähiges Material lagenweise bis zur planmäßigen UK Fundamentsohle wieder eingebaut (s. Anhang 48).

3.5.2.4.3 Wasserhaltung

Der maximal aufgetretene Grundwasserstand lag bei ca. 3,0 m u.GOK (niederschlagsreicher Zeitraum), so daß bei Gründungstiefen bis 3,0 m voraussichtlich keine Wasserhaltung erforderlich ist.

3.5.2.5 Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale

3.5.2.5.1 Gründung

Die Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale (22 m x 36 m) wird vollständig unterkellert. Die Unterkante der Kellersohle liegt bei 3,0 m unter GOK. Ein Teil des Kellers (Bereich: Anschluß Kohlebunker) wird nach einer Planungsänderung bei 6,25 m u.GOK gegründet. Einzelfundamente erreichen Tiefen bis zu 7,0 m u.GOK. Die Unterkante der Kellersohle des Kohlebunkers liegt ebenfalls bei 6,25 m u.GOK, ein Fußbodendurchbruch wird auch in 7,0 m (UK Sohle) gegründet. Acht weitere Einzelfundamente haben eine Gründungstiefe von 3,8 m bis 4,0 m unter GOK und liegen direkt unter der Kellersohle. Als Bodenpressung werden

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt.

Die locker gelagerten Bodenschichten im Bereich der Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale und des Kohlebunkers sind bis in Tiefen von max. 3,9 m anzutreffen. Unterhalb dieses Gebäudes muß daher kein Bodenaustausch vorgenommen werden. Die Sohle ist vor Herstellung der Fundamente nachzuverdichten.

Das ausgehobene Bodenmaterial ist als tragfähiger Boden geeignet und ist an anderen Austauschorten (z.B. Pufferhalle) wieder einzubauen.

3.5.2.5.2 Baugrubenherstellung

Die Baugrube wird in geböschter Bauweise mit einer Neigung von 1 : 1 hergestellt. Bei Tiefen von > 3 m wird eine Berme von mind. 1,5 m Breite angeordnet. Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen.

Des Weiteren ist bei der Herstellung der Baugruben die DIN 4124 zu beachten (z.B. Stapel- oder Verkehrslasten).

Baugrubenabmessung für die Heizzentrale und den Kohlebunker

Aushub der Baugrube bis auf 3,2 m (s. Anhang 47).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß alle Seiten: 0,65 m (Arbeitsraum)

Böschungsoberkante: 3,85 m (nördlich der Heizzentrale)

8,40 m (nordwestlich des Kohlebunkers)

Die Berme im SO des Kohlebunkers wird in Verlängerung der Böschungsfußkante vom Bürogebäude verlängert (s. Anhang 47):

Innerhalb der Baugrube sind Fundamente bis max. 4 m Tiefe u.GOK im flachen Kellerbereich auszuheben (im nordöstlichen Teil der Heizzentrale):

4 Fundamente	2,7 x 2,7 m ² (4,0 m tief)
5 Fundamente	2,0 x 2,0 m ² (3,8 m tief).

Die weiteren Fußbodendurchbrüche reichen bis in Tiefen von 5,5 m bis 7,0 m u.GOK und sind als verbaute Baugruben (DIN 4084) herzustellen.

3.5.2.5.3 Wasserhaltung

Bei Gründungstiefen von bis zu ca. 3,2 m u.GOK ist voraussichtlich keine Wasserhaltung erforderlich.

Die tiefergelegenen Kellerbereiche (ca. 6,25 m) sind mit Spülfiltern (Vakuumanlage) trocken zu halten. Bei Einzelfundamenten, die tiefer als 3,2 m gegründet werden, kann die Baugrube über Pumpensümpfe trocken gehalten werden.

3.5.2.6 Trocknungsanlagen, Sonderbehandlungsraum und Werkstatt

3.5.2.6.1 Gründung

Die Werkstatt mit dem Anbau (55 m x 35 m) ist z.T. unterkellert. Die Kellersohlen (UK Fundamentplatte) reichen bis 6,50 m bzw. 7,50 m unter GOK. Die restlichen Gebäudeteile werden auf Einzel- und Streifenfundamente gegründet, deren Tiefe bei 1,0 m unter GOK liegt. Für die Einzelfundamente kann eine Bodenpressung von

$$\sigma = 400 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt werden. Für die Streifenfundamente ist in Abhängigkeit der Lasten eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2 \text{ bis } \sigma = 400 \text{ KN/m}^2$$

zugrunde zu legen.

Für den Kellerbereich, der auf tragfähigem Baugrund gegründet wird, können als zulässige Bodenpressung

$$\sigma = 400 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Um die Lasten sicher in den Untergrund abzutragen, ist auch hier im Bereich der Einzel- und Streifenfundamente der Boden bis auf 6 m unter GOK abzutragen. Bis zur Unterkante der Fundamente (1,0 m unter GOK) ist tragfähiger Boden lagenweise ($d \leq 0,50 \text{ m}$) wieder einzubauen (Anhang 48). Hierfür sollte zum Wiedereinbau ein Kiessand der Körnung 0/32 mm eingebaut werden, um die entsprechenden Lasten in den Untergrund einzuleiten.

Es ist darauf zu achten, daß das Verfüllen der Baugrube des Kellerbereiches ebenfalls lagenweise mit ordnungsgemäßer Verdichtung erfolgt (s. Abschn. 3.5.2.7). Zusätzlich wird darauf hingewiesen, daß durch die höherliegenden Fundamente eine weitere Belastung auf die Kellerwände einwirkt und diese mit einzurechnen ist. Ggf. sind konstruktive Maßnahmen (z.B. Pfähle) zu treffen, die die Belastungen auf die Kellerwände minimiert.

3.5.2.6.2 Baugrubenherstellung

Die Baugrube wird geböschert mit einer Neigung von $n = 1 : 1$ hergestellt. Bei Tiefen > 3 m wird eine Berme von 1,5 m angeordnet. Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen. Die DIN 4124 ist bei der Herstellung der Baugruben zu beachten.

Aushub der Baugrube bis auf 3 m Tiefe, Anlegen der Berme, Aushub bis auf 6 m Tiefe, Breite der Baugrube (Böschungsfuß 6 m tief; gemessen von der Gebäudekante; s. Anhang 47):

NW-, SW- u. SO-Seite: 6,0 m nach außen
 NO-Seite: 3,5 m nach innen und außen

Böschungsoberkante:

NW-, SW- u. SO-Seite: 12,5 m
 NO-Seite: 10,0 m

Aushub bis auf 6,5 m Tiefe und 7,5 m Tiefe (Kellerbereiche).

Breite der Baugrube am Böschungsfuß bei 6,5 m und 7,5 m Tiefe:

Alle Seiten: 0,65 m (Arbeitsraum)

Böschungsoberkante (bei 6,5 m Tiefe):

NW- und NO-Seite: 9 m

Böschungsoberkanten in der 6 m tiefen Baugrube:

bei 6,5 m Tiefe: 1,15 m
 bei 7,5 m Tiefe: 2,15 m

3.5.2.6.3 Wasserhaltung

Der Baugrubenbereich der Werkstatt (ca. 34 m x 25 m) muß von Grund- bzw. Schichtenwasser freigehalten werden. Wir empfehlen, dafür ebenfalls Horizontalwasserfassungen zu verwenden. Dazu wird eine Ringdränage um diese tiefer auszuhebende Baugrube gelegt. Innerhalb der Baugrube (6 m tief) sind die Dränstränge in einem Abstand von ca. 10 m zu verlegen. Die Dränage ist in einer Tiefe von 6,5 m bis 7,0 m u.GOK einzubauen.

Die Dränstränge werden vor dem Baugrubenaushub mit einer Schlitzfräse hergestellt. Dabei wird ein ca. 0,35 m breiter Schlitz gefräst, gleichzeitig ein PEHD-Teilsickerrohr DA 110 auf der Schlitzsohle verlegt und der Schlitz mit Kies verfüllt. Alternativ kann zunächst der Boden ca. 3,0 m tief ausgehoben und von dieser Zwischenebene die Dränstränge eingefräst werden.

Die tiefergelegenen Kellerbereiche (6,5 m bzw. 7,5 m tief) sind mit Spülfiltern (Vakuumanlage) oder mit Tiefbrunnen trocken zu halten. Bei Einzelfundamenten, die tiefer als 3 m gegründet werden (z.B. Heizzentrale) kann die Baugrube über Pumpensümpfe trocken gehalten werden.

3.5.2.7 Bodenmaterial

Zur Herstellung der Baugruben der Umladeanlage sind ca. 60.000 m³ Boden auszuheben. Bei dem Aushub handelt es sich vorwiegend um Böden der Bodenklasse 3 bzw. 4 (nach DIN 18300). Innerhalb des Grundwasserbereiches können auch Böden der Bodenklasse 2 auftreten.

Der Boden (meist Sande mit kiesigen und schluffigen Anteilen), der aus den Baugruben der Heizzentrale, dem Bürogebäude und der Umladehalle gewonnen wird, kann als tragfähiges Material wieder eingebaut werden (Bodenaustausch). Aus dem Werkstattbereich kann das Bodenmaterial bis in 2 m Tiefe u. GOK wiederverwendet werden, aus dem Bereich der Pufferhalle bis in 1,5 m Tiefe u. GOK. Insgesamt fallen ca. 30.000 m³ wiedereinbaufähiges Bodenmaterial der Bodengruppen SE, SW und SU an. Dieses Material ist separat zwischenzulagern.

An tragfähigem Boden, der als Bodenaustausch einzubauen ist, werden ca. 33.000 m³ benötigt.

Daraus folgt, daß ca. 3.000 m³ - 5.000 m³ verdichtbares Bodenmaterial der Bodenklasse GW, GE, SW (nach DIN 18196) zusätzlich zu liefern ist.

Das tragfähige Bodenmaterial ist in Lagen von $d \leq 0,50$ m einzubringen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad beträgt $D_{Pr} \geq 100$ %. Der Einbau ist mit Lastplatten-druckversuchen zu überprüfen, wobei $E_{V2} \geq 100$ MN/m² einzuhalten ist. Alternativ kann die Lagerungsdichte über Rammsondierungen kontrolliert bzw. überprüft werden.

Zum Verfüllen der außenliegenden Baugrubenbereiche kann das übrige Bodenmaterial verwendet werden.

Der Bodenaushub, der aus den vorab zu erstellenden Gewerken gewonnen ist, kann im Bereich der zukünftigen Pufferhalle zwischengelagert werden, sofern es sich um Sande mit sehr geringen bindigen Anteilen handelt. Dieser Boden kann ebenfalls zum Bodenaustausch als tragfähiges Material eingesetzt werden.

3.5.3 Förderturm mit Schachthalle

3.5.3.1 Gründung

Die Abmessungen des Förderturmes mit der Schachthalle betragen ca. 23,50 m x 33,0 m (Anlagen 40 und 41).

Ein Teil des Förderturmes mit der Schachthalle (Schachthallenanbau; ca. 12,50 m x 23,50 m) wird auf 1,50 m bis 3,0 m breite Streifenfundamente gesetzt. Die Unterkante der Fundamente liegt bei 1,20 m u. Bezugshöhe ($\pm 0,00 \hat{=} \text{NN} +90,04 \text{ m}$).

Die Ergebnisse der Sondierungen zeigen eine lockere Lagerung des anstehenden Bodens bis in 3 m Tiefe, so daß die Tragfähigkeit des Bodens nicht ausreicht.

Der anstehende Boden ist grundsätzlich für den Wiedereinbau geeignet. Die locker gelagerten Schichten (bis ca. 3 m u.GOK) sind somit auszuheben und lagenweise (4 Lagen à 45 cm) verdichtet ($D_{pr} \geq 100 \%$; $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$) wieder einzubauen (s. Abschn.3.5.2.7).

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 280 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Der Schachtkeller (UK Bodenplatte) mit dem Förderturm ist bei ca. 7,0 m bzw. 8,0 m Tiefe u.Bezugshöhe zu gründen. Die hier ermittelten Schlagzahlen weisen auf eine dichte Lagerung hin, so daß keine Verbesserung der Tragfähigkeit des Baugrundes erforderlich ist.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 400 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

3.5.3.2 Baugrubengestaltung

Zur Herstellung der Baugrube für den Schachtkeller kann eine rückverankerter (z.B. Verpreßanker) Baugrubenverbau (z.B. Spundwand) eingesetzt werden. Nach den derzeitigen Unterlagen (Stand: 1992) besitzt die Baugrube die Abmessungen von ca. 22,50 m x ca. 25,60 m (auf jeder Baugrubenseite 1,0 m Arbeitsraum) und wird auf 7,0 m bzw. 8,0 m u.GOK ausgehoben.

Zur Herstellung der Gründung (Streifenfundamente mit $b = 3,0$ m und $b = 1,5$ m) für den Hallenanbau am Förderturm ist der anstehende Boden auf 3 m auszuheben. Aus herstellungstechnischen Gründen wird empfohlen, den gesamten Bereich des Hallenanbaus auszuheben (Baugrube $\sim 13,5$ m x 25 m) und lagenweise verdichtet wieder einzubauen. Die Böschung ist mit einer Neigung von 1 : 1 herzustellen.

Alternativ kann auch eine geböschte Baugrube (Neigung: $n = 1 : 1$) entsprechend DIN 4124 hergestellt werden. Die Böschung ist nach DIN 4084 nachzuweisen, wenn die Böschungshöhe von 5 m überschritten wird.

3.5.3.3 Wasserhaltung

3.5.3.3.1 Allgemeines

Nach den derzeitigen Planungen wird der Bau des Schachtkellers zu einer anderen Zeit wie der Bau des Lüftergebäudes mit Diffusor und des Abwetterkanals erfolgen. Es ist geplant, die Baugrube des Schachtkellers mit einer rückverankerten Spundwand zu sichern, dennoch sollen hier zur Herstellung der Baugruben auch Alternativen (z.B. gebösch) zur Baugrubensicherung (Spundwand) betrachtet werden. Die Wahl der Baugrubensicherung ist entscheidend für die Wasserhaltung während der Baumaßnahme.

Weiterhin wird auch die Möglichkeit untersucht, das Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal in einer Baumaßnahme mit dem Schachtkeller mit Förderturm herzustellen.

Bei der zeitversetzten Herstellung der Bauwerke ist ein besonderes Augenmerk auf die Anschlußbereiche der Gebäude zu richten.

Wird bei der Gesamtbaumaßnahme (einschl. Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal) die ganze Baugrube umspundet, so ist diese einfach vom eindringenden Grundwasser zu befreien und die Anschlußbereiche (Schachtkeller/Abwetterkanal; Abwetterkanal/Lüftergebäude mit Diffusor) können ohne größeren technischen Aufwand sicher in einer trockenen Baugrube hergestellt werden.

Wenn die Baumaßnahme, wie geplant, in zwei Lose unterteilt wird (Los 1: Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal; Los 2: Schachtkeller), kann nach dem Ziehen der Umspundung des ersten Bauloses unterhalb des Abwetterkanals Grund-(Schichten-)wasser durch die wasserdurchlässigen Sande und Kiese in die Baugrube des 2. Loses eindringen, auch wenn diese mit einer grundwasserschonenden Umspundung gesichert ist. Wird die Umspundung des 1. Loses im Anschlußbereich stehengelassen und für die nachfolgenden Arbeiten unterhalb der Baugrubensohle abgeschnitten, dringt ebenfalls Schichtenwasser über die Schnittkante in die Baugrube.

Da die Arbeiten an den Anschlußbereichen besonders sorgfältig ausgeführt werden müssen, bedarf es zur Trockenhaltung der Baugrube für den Schachtkeller zusätzlicher Maßnahmen (z.B. Horizontaldränage oder wenn die Spundbohlen im Anschlußbereich stehenbleiben: Spülfilter).

Werden die Baugruben zur Herstellung der Tagesanlagen mit einer Spundwand als Baugrubensicherung ausgeführt, ist zu Beginn der Baumaßnahme die Baugrube einmalig vom Grund- bzw. Schichtenwasser zu befreien.

Als maximale zu entnehmende Wassermenge fallen bei Ansatz des Bemessungswasserstandes (- 4,0 m u.GOK) für die Baugrube Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal ca. $Q_{\max} = 2.300 \text{ m}^3$ an (Anhang 49). Bei einer umspundeten Baugrube des Schachtkellers sind ca. $Q_{\max} = 600 \text{ m}^3$ Wasser zu entnehmen. Das Wasser wird über eine vor Baubeginn zu installierende Spülfilteranlage entnommen.

Wird während der Aushubarbeiten das Wasser über Pumpensümpfe entnommen, werden die o.g. Wassermengen entsprechend des Baufortschrittes abgepumpt.

Diese Wassermengen fallen bei jeder Art von grundwasserschonenden Baugrubensicherungen (z.B. Dichtwände) einmalig an, da der Zutritt von Grund- bzw. Schichtenwasser nahezu unterbunden wird.

Falls für den Bau des Schachtkellers keine Umspundung oder ähnliche Baugrubensicherungen zum Einsatz kommen, wird das in der Baugrube vorhandene Wasser und das der Baugrube zufließende Wasser über die Wasserhaltungsanlage ständig entnommen und muß nicht separat abgepumpt werden.

Um die fallenden Niederschläge während der Bauzeit, die zu den der Baugrube zuströmenden Wassermengen zu entnehmen sind, zu berücksichtigen, sind zur Dimensionierung der Wasserhaltungsanlage die Wassermengen aus dem Bemessungsniederschlag als einmaliges Ereignis pro Jahr mit einer Niederschlagsmenge von $r_{15, n=1} = 100 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ anzusetzen. Für diese Baugrube sind zusätzlich maximal $Q = 4,95 \text{ m}^3$ pro Bemessungsniederschlag zu entnehmen (Anhang 49).

Die ständig zu entnehmenden Wassermengen infolge des Wasserandranges in die Baugruben werden in den folgenden Abschnitten ermittelt.

3.5.3.3.2 Wasserhaltung bei einer umpundeten Baugrube

Bei einer umpundeten Baugrube werden alle drei Gebäudeteile im Rahmen einer Baumaßnahme hergestellt. Die Spundbohlen werden dabei bis in Tiefen von ca. 13,0 m bis 16,0 m u.GOK gerammt (Rammtiefe aus Vorbemessung) und binden somit in den Grundwasserstauer ein.

Zur Ermittlung der eindringenden Grundwassermenge werden als Durchlässigkeitsbeiwert für den Boden $k = 3 \cdot 10^{-10}$ m/s und als Systemdurchlässigkeit für die Spundwand $k = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s angesetzt.

Als maximaler Grundwasserstand wird der Bemessungswasserstand (-4,0 m u.GOK) angesetzt. Auf der sicheren Seite liegend wird für die zufließende Grundwassermenge die maximale Druckhöhendifferenz der Grundwasserstände eingehen, d.h. für das Lüftergebäude mit Diffusor muß zur Trockenhaltung der Baugrubensohle das Wasser auf einem Niveau von mindestens 30 cm unter Baugrubensohle (9,7 m u.GOK) gehalten werden. Die Druckhöhendifferenz beträgt somit maximal $\Delta h = 6,0$ m.

Zur Ermittlung der eindringenden Wassermengen wird bei umpundeten Baugruben das Verfahren mit dem Stromliniennetz herangezogen. Durch die Konstruktion der Potential- und Stromlinien läßt sich die zufließende Grundwassermenge pro laufenden Meter Spundwand mit folgender Formel berechnen (s. Anhang 49):

$$Q = k \cdot H \cdot \frac{m}{n} [m^3 / s \cdot m]$$

Die zufließende Grundwassermenge beträgt ca. $2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$. Bei einer Gesamtlänge der Spundwand von rund 300 m ergibt sich eine Entnahmemenge von ca. $1 \text{ m}^3/\text{d}$ für die gesamte Baugrube.

3.5.3.3.3 Wasserhaltung bei zwei umspundeten Baugruben

Bei dieser Variante werden beide Baugruben mit einer Spundwand, die in den Grundwasserstauer einbindet, gesichert. Die Baugruben werden nicht zeitgleich hergestellt. Dies entspricht dem derzeitigen Planungsstand.

Daraus folgt, daß der Zustrom der ersten Baugrube (Lüftergebäude mit Diffusor) maximal in der Größenordnung der gesamten Baugrube liegt ($Q \sim 1 \text{ m}^3/\text{d}$), da die Umspundung der ersten Baugrube während der Bauzeit geschlossen ist. Die zweite Baugrube hingegen kann infolge des fertiggestellten Abwetterkanals nicht vollständig mit einer kompletten Umspundung gesichert und trocken gehalten werden. Unterhalb des Abwetterkanals, der nicht auf dem Grundwasserstauer aufliegt, strömt Grundwasser in die Baugrube.

Aus diesem Grund soll mit Herstellung der Baugrubensohle für den Abwetterkanal unterhalb des Anschlußbereiches ein Horizontaldrän verlegt werden. Dieser wird auf dem Grundwasserstauer aufgelegt und über die gesamte Spundwandbreite (Gebäudebreite + Arbeitsraum) eingebaut, so daß nach Fertigstellung des Abwetterkanals die Dränage zum Absenken und Trockenhalten des Anschlußbereiches genutzt werden kann.

Die Umspundung der zweiten Baugrube schließt an den Abwetterkanal bzw. an die beiden Dränenden an. Die Anströmung des Dränstranges erfolgt dann nur von der Baugrube abgewandten Seite. Die abzupumpende Grundwassermenge beträgt zwischen $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ ("normaler" Grundwasserstand) und $Q = 13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ (Bemessungswasserstand) zuzüglich der einfließenden Grundwassermenge von $Q \sim 1 \text{ m}^3/\text{d}$ infolge der Umströmung der Spundwand.

Wird der Schachtkeller mit Förderturm als erstes erstellt, ist der Horizontaldrän zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches zum Abwetterkanal auf der Baugrubensohle des Schachtkellers einzubauen. Die Spundwand zur Baugrubensicherung des Abwetterkanals schließt dann an die Dränenden an. Die zu entnehmenden Wassermengen aus dem Dränstrang ändern sich nicht.

3.5.3.3.4 Wasserhaltung bei einer umspundeten Baugrube (Baulos 1) und einer Baugrube ohne grundwasserschonende Baugrubensicherung (Baulos 2)

Diese Möglichkeit der Baugrubenherstellung berücksichtigt die freie Gestaltung der Baugrube für den Schachtkeller, die in diesem Fall ohne grundwasserschonende Baugrubensicherung (z.B. Spundwand oder Dichtwand) hergestellt wird. Das bedeutet, daß das Grund- bzw. Schichtenwasser ungehindert der Baugrube zufließen kann.

Zur Trockenhaltung der Baugrube können zwei Varianten gewählt werden:

1. Spülfilteranlage
2. Horizontaldränage.

Der Einsatz von einzelnen Brunnen zur Wasserhaltung wird ausgeschlossen, da die Baugrubensohle zu dicht über dem Grundwasserstauer liegt (Differenz: $d = 0,70$ m). Die für die Absenkung bzw. Wasserhaltung erforderliche benetzte Fläche ist zu gering, um Tiefbrunnen wirtschaftlich einsetzen zu können.

Der Zufluß für die Baugrube des Schachtkellers, der über die Wasserhaltungsanlage abgepumpt werden muß, richtet sich nach der Wahl der Anlage.

Bei Einsatz einer Spülfilteranlage sind ca. zwischen $Q = 275$ m³/d (Ansatz eines "normalen" Grundwasserstandes = $-5,50$ m u.GOK) und $Q_{\max} = 480$ m³/d (Bemessungswasserstand: $-4,0$ m u.GOK) zu entnehmen (Anhang 49).

Zusätzlich sind die aus der unter dem Abwetterkanal verlegten Dränagen zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches $7,9$ m³/d bis $13,0$ m³/d abzupumpen (s. a. Abschn. 3.5.3.3.3).

Bei Einsatz einer Horizontaldränage sind geringere Wassermengen zur Trockenhaltung zu entnehmen. Sie betragen zwischen $Q = 70$ m³/d und $Q_{\max} = 115$ m³/d. Die Dränagestränge werden dazu an allen vier Baugrubenseiten eingebaut. Eingerechnet in die Entnahmemenge ist der bereits während der Baumaßnahme Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal eingebaute Dränstrang zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches.

3.5.3.3.5 Bewertung der Ergebnisse

Die Ermittlung des Wasserandranges für die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Herstellung und Sicherung der Baugruben haben gezeigt, daß bei Einsatz einer Umspundung der Baugrube der Eingriff in den Grundwasserhaushalt sehr gering ist.

Insgesamt sind ca. $Q = 1 \text{ m}^3/\text{d}$ aus einer gesamten Baugrube zu entnehmen. Bei einer zweigeteilten Baugrube müssen dann zusätzlich ca. $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ bis $Q = 13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ Wasser abgepumpt werden, um den Anschlußbereich trocken zu halten.

Wird für die zweite Baugrube (Schachtkeller) auf eine grundwasserschonende Baugrubensicherung verzichtet, müssen zwischen $Q = 70 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q = 115 \text{ m}^3/\text{d}$ (Horizontaldränage) bzw. zwischen $Q = 283 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q = 493 \text{ m}^3/\text{d}$ (Spülfilteranlage) abgepumpt werden.

Bei den ermittelten Grundwasserentnahmemengen aus Horizontaldränage und Spülfilteranlage ist zu berücksichtigen, daß diese Mengen voraussichtlich nur in der Anfangsphase der Baumaßnahme gefördert werden müssen. U.E. handelt es sich in diesem Bereich um Schichtenwasser, so daß sich die Entnahmemenge mit der Zeit reduzieren kann, wenn die einzelnen wassererfüllten Bereiche "ausgeblutet" sind. Wann und in welchem Umfang die Reduzierung der Entnahmemenge infolge des geringeren Wasseranfalls eintritt, ist nicht genau abzuschätzen.

Insgesamt ist die geplante grundwasserschonende Bauweise vorzuziehen, um zum einen die Kosten für eine Wasserhaltung deutlich zu reduzieren und zum anderen zu vermeiden, daß durch evtl. Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers bei der umfangreichen Entnahme infolge einer Grundwasserhaltung wegen der Einleitbedingungen Schwierigkeiten in dem Vorfluter entstehen.

Zur Sicherung des Anschlußbereiches am Abwetterkanal ist ein Horizontaldrän vorzuziehen, da bei Änderungen im Bauablauf die abgeschnittenen Spundwände evtl. Behinderungen hervorrufen. Zudem sind beim Absenken des Schichtenwassers über Spülfilter größere Wassermengen abzupumpen, um ein Eindringen des Wassers über die abgeschnittenen Spundwände zu verhindern.

Für den Schachtkeller wird zur Sicherung und Trockenhaltung nach dem derzeitigen Planungsstand die grundwasserschonende Bauweise angewendet. Die Sohle des Schachtkellers liegt in den Randbereichen bei ca. 7,0 m u.GOK und im zentralen Bereich sowie im Anschlußbereich an den Schachtkeller bei ca. 8,0 m u.GOK. Auch hier liegt die Sohle in dem wasserführenden Grobsandbereich.

Das einsickernde Grundwasser kann auch hier über am Rand der Baugrube angelegte Pumpensümpfe trocken gehalten werden, da hier der Grobsand ebenfalls als Flächendränage wirken kann. Als Alternative können statt der Pumpensümpfe auch wiederum Dränstränge, die auf der Schluffschicht verlegt werden sollten, an der Spundwand das Wasser fassen und zu einem Sammelpunkt führen, um es dort abpumpen zu können.

Wird die Baumaßnahme in einem Zuge mit einer grundwasserschonenden Bauweise durchgeführt, kann im Bereich des Abwetterkanals evtl. auf die Pumpensümpfe verzichtet werden, da das anfallende Grund- bzw. Schichtenwasser in die beiden angrenzenden, tieferliegenden Baugruben fließt.

Wird die Baumaßnahme in zwei Lose geteilt, ist in jedem Fall bei dem ersten Teil der Bauausführung im Anschlußbereich vom Abwetterkanal zum Schachtkeller vor Herstellung der Sauberkeitsschicht ein Dränstrang einzubauen. Dieser ist so auf Oberkante der Schluffschicht einzubauen, daß er für die nachfolgenden Arbeiten zur Absenkung bzw. Trockenhaltung des Anschlußbereiches genutzt werden kann.

3.5.3.4 Setzungsberechnung

Die Setzungsberechnung wurde mit dem Programm ALLPLUS von Nemetschek (Version 2.13) durchgeführt. Als Eingangsparameter kann das Bohrprofil direkt mit

seinem Schichtenverlauf eingegeben werden. Zu jeder Schicht gehören bodenmechanische Parameter, die in folgender Tabelle aufgeführt sind:

	γ	γ'	Es
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
Sand	19	11	35.000
Schluff, feinsandig	20	10	s. Anh. 34
Schluff, tonig	19	9	s. Anh. 35

Tabelle 6: Bodenmechanische Kenngrößen (Setzungsberechnung)

Für die Sandschicht wurden in Abhängigkeit von der Auflast Steifemodule aufgrund von Erfahrungswerten angesetzt.

Als weitere Eingangsgröße müssen die Lasten aus Eigengewicht und Verkehr den entsprechenden Lastflächen zugeordnet und definiert werden. Dazu werden die Gebäudeumrisse in rechteckige Lastflächen eingeteilt, die mit den entsprechenden Auflasten beansprucht werden.

Das Programm betrachtet die Lastflächen als schlaffe Fundamente, so daß die Setzungen der einzelnen Gebäude über die kennzeichnenden Punkte bestimmt werden, die bei schlaffen Fundamenten und starren Fundamenten, wie sie hier vorliegen, gleich groß sind.

Des weiteren berücksichtigt das Programm die Entlastung durch den Bodenaushub infolge der Baugrubenherstellung.

Als Sohlpessungen aus den Bauwerkslasten wurden aus der statischen Berechnung folgende Spannungen angegeben:

Lüftergebäude mit Diffusor	$\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$
Abwetterkanal	$\sigma = 65 \text{ kN/m}^2$
Schachtkeller	$\sigma = 229 \text{ kN/m}^2$

Für das Lüftergebäude mit Diffusor und den Abwetterkanal sind die angegebenen Bauwerkslasten kleiner als das Eigengewicht des ausgehobenen Bodens, so daß rechnerisch keine zusätzlichen Setzungen auftreten werden. Es ist zu beachten, daß der Einfluß der Entlastung durch den Bodenaushub nur dann berücksichtigt werden kann, wenn gleich nach dem Aushub mit den Bauarbeiten zur Herstellung der Gebäude begonnen wird. Praktisch werden aufgrund der oberflächennahen Auflockerung in der Baugrube geringe Setzungen eintreten ($s < 1 \text{ cm}$).

Die Bodenplatte des Schachtkellers mit Förderturm ist mindestens $d = 1,20 \text{ m}$ dick, so daß die Platte als starres Fundament betrachtet wird, und daß es sich um den maximalen Setzungsbetrag handelt.

Die Setzungen für den Schachtkeller wurden mit $s = 12,5 \text{ cm}$ errechnet. Nach DIN 4019 kann dieser errechnete Wert bei Schluffen auf $2/3$ des Wertes abgemindert werden. Somit sind am Schachtkeller mit Setzungen bis zu $s = 8,5 \text{ cm}$ zu rechnen. Ca. $2/3$ der abgeminderten Setzungen werden mit der Fertigstellung des Gebäudes (Rohbau) als Sofortsetzungen abgeklungen sein. Als maximale Setzungsdifferenz zum Abwetterkanal ist daher über einen längeren Zeitraum $s = 2 \text{ cm}$ zu erwarten und bei den Planungen zu berücksichtigen.

Vergeht ein längerer Zeitraum bis zum Aufbringen der Gebäudelasten, kann der Boden sich entspannen. Als Folge davon ist mit größeren Setzungen am Schachtkeller und auch mit Setzungen am Lüftergebäude mit Diffusor und am Abwetterkanal zu rechnen, weil die volle Bauwerkslast als setzungserzeugende Last anzusetzen ist.

Es ergeben sich dann nach DIN 4019 abgeminderte Setzungen am Schachtkeller mit Förderturm von $s = 16$ cm, am Abwetterkanal von $s = 6,0$ cm und am Lüftergebäude mit Diffusor von $s = 11,5$ cm, wobei sich ca. $2/3$ der Setzungen bei Herstellung der Gebäude als Sofortsetzungen einstellen werden.

3.5.4 Lüftergebäude mit Diffusor / Abwetterkanal

3.5.4.1 Gründung

Das Lüftergebäude mit Diffusor und der Abwetterkanal werden auf Flächengründungen (Platten) in unterschiedlichen Tiefen gegründet (Anlagen 42 - 44).

Die Gründungstiefe des Lüftergebäudes mit Diffusor liegt bei ca. $-8,20$ m bzw. $9,70$ m u. Bezugshöhe ($\pm 0,00 \hat{=} \text{NN} + 90,04$ m). Der Baugrund (Schluff) besitzt hier eine halbfeste Konsistenz. Eine Verbesserung des Baugrundes hinsichtlich der Tragfähigkeit ist nicht erforderlich. Der Abwetterkanal (UK Sohle bei ca. $-6,40$ m) als Verbindung zwischen dem Förderturm und dem Lüftergebäude mit Diffusor wird auf der vorhandenen Kiessandschicht gegründet.

Aus bautechnischen Gründen (s.a. Abschn. 3.5.4.4) ist für das Lüftergebäude mit Diffusor auf dem Schluff eine Sauberkeitsschicht (Kiessand) einzubauen, die zugleich die Funktion der Entwässerung mit übernimmt.

Vor dem Aufbringen der Sauberkeitsschicht ist das erstellte Planum nicht mit schwerem Gerät zu befahren, um den Zustand der anstehenden Geländeoberfläche nicht zu verschlechtern (Gefahr des Aufweichens).

3.5.4.2 Baugrubengestaltung

Die Baugrube für das Lüftergebäude mit Diffusor wird mit einer rückverankerten Spundwand gesichert und bis auf eine Tiefe von -8,20 m bzw. von -9,70 m ausgehoben. Die Abmessungen dieser Baugrube betragen ca. 32,00 m x ca. 48,50 m (Planungsstand September 1993), wobei auf jeder Baugrubenseite 1,0 m Arbeitsraum eingerechnet sind.

Der Abwetterkanal (Verbindung zwischen Förderturm und Lüftergebäude mit Diffusor) besitzt eine Länge von ca. 23,0 m und wird in einer Tiefe von -6,40 m gegründet. Die Breite der Baugrube beträgt am Lüftergebäude mit Diffusor ca. 7,70 m (einschl. Arbeitsraum) und verbreitert sich auf ca. 10,00 m am Förderturm. Diese Baugrube wird mit einer ausgesteiften Spundwand gesichert.

3.5.4.3 Baugrubenaushub und -verfüllung

Der Baugrund im Bereich des Lüftergebäudes mit Diffusor besteht bis in ca. 4,0 m u.GOK aus schluffigen Sanden, darunter liegen bis in ca. 8,7 m u.GOK Sande mit kiesigen Beimengungen.

Diese Sande sind als tragfähiges Bodenmaterial im Zuge von Bodenaustauschmaßnahmen an anderen Gebäuden einzusetzen und verdichtet einzubauen.

Dieser Boden kann in Abhängigkeit der Reihenfolge der Herstellung der Tagesanlagen ggfs. im Bereich der Pufferhalle zwischengelagert werden. Die obere ca. 4,0 m mächtige Bodenschicht kann zu Hinterfüllungszwecken oder für evtl. Lärmschutzwälle verwendet werden.

3.5.4.4 Wasserhaltung

Zum Bau des Lüftergebäudes mit Diffusor ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse eine verbaute Baugrube herzustellen, die nach dem derzeitigen Planungsstand mit einer rückverankerten Spundwand ausgeführt werden soll.

Der Bau des Abwetterkanals soll im gleichen Zuge wie der des Lüftergebäudes mit Diffusor durchgeführt werden, so daß hier ein ausgesteifter Baugrubenverbau (ebenfalls Spundwand) vorgesehen ist.

Nach den derzeitigen Planungen wird der Bau des Schachtkellers zu einem anderen Zeitpunkt erfolgen. Es wird zudem die Möglichkeit betrachtet, die beiden Baulose (Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal sowie Schachtkeller mit Förderturm) zeitgleich herzustellen.

Bei einer zeitversetzten Herstellung der Bauwerke ist ein besonderes Augenmerk auf die Anschlußbereiche der Gebäude zu richten.

Wird bei der Gesamtbaumaßnahme die ganze Baugrube umspundet, so ist diese einfach vom eindringenden Grundwasser zu befreien und die Anschlußbereiche (Schachtkeller/Abwetterkanal; Abwetterkanal/Lüftergebäude mit Diffusor) können ohne größeren technischen Aufwand sicher in einer trockenen Baugrube hergestellt werden.

Wenn die Baumaßnahme in zwei Lose unterteilt wird (Los 1: Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal; Los 2: Schachtkeller), kann nach dem Ziehen der Umspundung des 1. Bauloses unterhalb des Abwetterkanals Grund- (Schichten-)wasser in die Baugrube des 2. Loses eindringen, auch wenn diese mit einer grundwasser-schonenden Umspundung gesichert ist. Wird die Umspundung des 1. Loses im An-

schlußbereich stehengelassen und für die nachfolgenden Arbeiten unterhalb der Baugrubensohle abgeschnitten, dringt ebenfalls Schichtenwasser über die Schnittkante in die Baugrube.

Da die Arbeiten an den Anschlußbereichen besonders sorgfältig ausgeführt werden müssen, bedarf es zur Trockenhaltung der Baugrube für den Schachtkeller zusätzlicher Maßnahmen (z.B. Horizontaldränage oder wenn die Spundbohlen im Anschlußbereich stehenbleiben: Spülfilter).

Werden die Baugruben zur Herstellung der Tagesanlagen mit einer Spundwand als Baugrubensicherung ausgeführt, ist zu Beginn der Baumaßnahme die Baugrube einmalig vom Grund- bzw. Schichtenwasser zu befreien.

Als maximale zu entnehmende Wassermenge fallen bei Ansatz des Bemessungswasserstandes (- 4,0 m u.GOK) für die Baugrube Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal ca. $Q_{\max} = 2.300 \text{ m}^3$ an (Anhang 49). Das Wasser wird über eine vor Baubeginn zu installierende Spülfilteranlage entnommen.

Wird während der Aushubarbeiten das Wasser über Pumpensümpfe entnommen, werden die o.g. Wassermengen entsprechend des Baufortschrittes abgepumpt.

Diese Wassermengen fallen bei jeder Art von grundwasserschonenden Baugrubensicherungen (wie z.B. Dichtwände) an, da der Zutritt von Grund- bzw. Schichtenwasser nahezu unterbunden wird.

Um die fallenden Niederschläge während der Bauzeit, die zusätzlich zu den der Baugrube zuströmenden Wassermengen zu entnehmen sind, zu berücksichtigen, sind zur Dimensionierung der Wasserhaltungsanlage die Wassermengen aus dem Bemessungsniederschlags als einmaliges Ereignis pro Jahr mit einer Nieder-

schlagsmenge von $r_{15, n=1} = 100 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ anzusetzen. Für die größere Baugrube (Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal) bedeutet das eine zusätzliche Entnahmemenge von $Q = 15,75 \text{ m}^3$ (Anhang 49).

Bei einer umspundeten Baugrube werden die Spundbohlen dabei bis in Tiefen von ca. 13,0 m bis 16,0 m u.GOK gerammt (Rammtiefe aus Vorbemessung) und binden somit in den Grundwasserstauer ein.

Zur Ermittlung der eindringenden Grundwassermenge werden als Durchlässigkeitsbeiwert für den Boden $k = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ und als Systemdurchlässigkeit für die Spundwand $k = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ angesetzt.

Als maximaler Grundwasserstand wird der Bemessungswasserstand (-4,0 m u.GOK) angesetzt. Auf der sicheren Seite liegend wird für die zufließende Grundwassermenge die maximale Druckhöhendifferenz des Grundwassers eingehen, d.h. für das Lüftergebäude mit Diffusor muß zur Trockenhaltung der Baugrubensohle das Wasser auf einem Niveau von mindestens 30 cm unter Baugrubensohle (9,7 m u.GOK) gehalten werden. Die Druckhöhendifferenz beträgt somit maximal $\Delta h = 6,0 \text{ m}$.

Zur Ermittlung der eindringenden Wassermengen wird bei umspundeten Baugruben das Verfahren mit dem Stromliniennetz herangezogen. Durch die Konstruktion der Potential- und Stromlinien läßt sich die zufließende Grundwassermenge pro laufenden Meter Spundwand mit folgender Formel berechnen (s. Anhang 49):

$$Q = k \cdot H \cdot \frac{m}{n} [\text{m}^3 / \text{s} \cdot \text{m}]$$

Die zufließende Grundwassermenge beträgt ca. $2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$. Bei einer Gesamtlänge der Spundwand von rund 300 m ergibt sich eine Entnahmemenge von ca. $1 \text{ m}^3/\text{d}$ für die gesamte Baugrube. Hier wird der Fall angenommen, daß der Schacht-

keller mit in einer Baumaßnahme hergestellt wird. Somit ist die Entnahmemenge als maximal anzusehen, auch wenn die Gebäude in zwei Baulosen hergestellt werden. Sofern der Schachtkeller mit Förderturm als zweites Baulos später errichtet wird, kann die zweite Baugrube infolge des fertiggestellten Abwetterkanals nicht vollständig ohne größeren technischen Aufwand mit einer kompletten Umspundung gesichert und trocken gehalten werden. Unterhalb des Abwetterkanals, der nicht auf dem Grundwasserstauer aufliegt, strömt Grundwasser in die Baugrube des Schachtkellers mit Förderturm.

Aus diesem Grund soll mit Herstellung der Baugrubensohle für den Abwetterkanal unterhalb des Anschlußbereiches ein Horizontaldrän verlegt werden. Dieser wird auf dem Grundwasserstauer aufgelegt und über die gesamte Spundwandbreite (Gebäudebreite + Arbeitsraum) eingebaut, so daß nach Fertigstellung des Abwetterkanals die Dränage zum Absenken und Trockenhalten des Anschlußbereiches genutzt werden kann.

Die Umspundung der zweiten Baugrube schließt an den Abwetterkanal bzw. an die beiden Dränenden an. Die Anströmung des Dränstranges erfolgt dann nur von der Baugrube abgewandten Seite. Die abzupumpende Grundwassermenge beträgt zwischen $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ („normaler“ Grundwasserstand) und $Q = 13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ (Bemessungswasserstand) zuzüglich der einfließenden Grundwassermenge von $Q \sim 1 \text{ m}^3/\text{d}$ infolge der Umströmung der Spundwand.

Wird der Schachtkeller mit Förderturm als erstes erstellt, ist der Horizontaldrän zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches zum Abwetterkanal auf der Baugrubensohle des Schachtkellers einzubauen. Die Spundwand zur Baugrubensicherung des Abwetterkanals schließt dann an die Dränenden an. Die zu entnehmenden Wassermengen aus dem Dränstrang ändern sich nicht.

Der Einsatz von einzelnen Brunnen zur Wasserhaltung wird ausgeschlossen, da die Baugrubensohle zu dicht über dem Grundwasserstauer liegt (Differenz: $d = 0,70$ m). Die für die Absenkung bzw. Wasserhaltung erforderliche benetzte Fläche ist zu gering, um Tiefbrunnen wirtschaftlich einsetzen zu können.

Die Ermittlung des Wasserandranges für die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Herstellung und Sicherung der Baugruben haben gezeigt, daß bei Einsatz einer Umspundung der Baugrube der Eingriff in den Grundwasserhaushalt sehr gering ist. Insgesamt sind ca. $Q = 1$ m³/d aus einer gesamten Baugrube zu entnehmen. Bei einer zweigeteilten Baugrube müssen dann zusätzlich ca. 7,9 m³/d bis 13,0 m³/d Wasser abgepumpt werden, um den Anschlußbereich trocken zu halten.

Die Baugrubensohle des Lüftergebäudes mit Diffusor liegt bei ca. 9,7 m u.GOK (ca. 2/3 des Gebäudes im nördlichen Bereich) bzw. bei ca. 8,2 m u.GOK (südliches Drittel des Gebäudes). Die Sohle des Abwetterkanals liegt bei ca. 6,4 m u.GOK. Das bedeutet, daß 2/3 des Lüftergebäudes mit Diffusor in der als Grundwasserstauer fungierenden Schluffschicht gegründet werden. Die anderen Gebäudeteile liegen auf den Sandschichten auf.

Wir empfehlen daher, die Baugrubensohle im Bereich der Schluffschichten mit einem geringen Gefälle (z.B. 0,5 %) nach Norden herzustellen und darauf eine Sauberkeitsschicht aus einem Sand-Kies-Gemisch (z.B. 2/8 mm oder 2/16 mm) in einer Stärke von $d = 0,30$ m bis $d = 0,50$ m zu legen, um die geringen einsickernden Wassermengen zum Baugrubenrand (Spundwand) zu führen. Zur Unterstützung der Dränwirkung können 2 bis 3 Sickerrohre (z.B. DN 50) in einem Abstand von ca. 10 m in das Sand-Kies-Gemisch in Nord-Süd-Richtung verlegt werden. An der Spundwand kann dieses Wasser über Pumpensümpfe abgepumpt werden.

Im restlichen Baugrubenbereich kann der über dem Schluff anstehende Grobsand die Funktion einer Dränage übernehmen. Das heißt, das hier anfallende Grund- bzw. Schichtenwasser wird ebenfalls über Pumpensümpfe am Rand der Baugrube an der Spundwand gefaßt und abgepumpt.

Alternativ kann zu den Pumpensümpfen im Baugrubenbereich des Lüftergebäudes mit Diffusor auch ein Dränstrang an der Spundwand eingebaut werden, der auf der Schluffschicht einzubauen ist. Das Wasser kann dann über einen Sammelpunkt in der Baugrube entnommen werden.

3.5.4.5 Setzungsberechnung

Die Setzungsberechnung wurde mit dem Programm ALLPLUS von Nemetschek (Version 2.13) durchgeführt. Als Eingangsparameter kann das Bohrprofil direkt mit seinem Schichtenverlauf eingegeben werden. Zu jeder Schicht gehören bodenmechanische Parameter, die in folgender Tabelle aufgeführt sind:

	γ	γ'	E_s
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
Sand	19	11	35.000
Schluff, feinsandig	20	10	s. Anh. 34
Schluff, tonig	19	9	s. Anh. 35

Tabelle 6: Bodenmechanische Kenngrößen (Setzungsberechnung)

Für die Sandschicht wurden in Abhängigkeit von der Auflast Steifemodule aufgrund von Erfahrungen angesetzt.

Als weitere Eingangsgröße müssen die Lasten aus Eigengewicht und Verkehr den entsprechenden Lastflächen zugeordnet und definiert werden. Dazu werden die Ge-

bäudeumrisse in rechteckige Lastflächen eingeteilt, die mit den entsprechenden Auflasten beansprucht werden.

Das Programm betrachtet die Lastflächen als schlaffe Fundamente, so daß die Setzungen der einzelnen Gebäude über die kennzeichnenden Punkte bestimmt werden, die bei schlaffen Fundamenten und starren Fundamenten, wie sie hier vorliegen, gleich groß sind.

Des weiteren berücksichtigt das Programm die Entlastung durch den Bodenaushub infolge der Baugrubenherstellung.

Als Sohlpressungen aus den Bauwerkslasten wurden aus der statischen Berechnung folgende Spannungen angegeben:

Lüftergebäude mit Diffusor	$\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$
Abwetterkanal	$\sigma = 65 \text{ kN/m}^2$
Schachtkeller	$\sigma = 229 \text{ kN/m}^2$.

Für das Lüftergebäude mit Diffusor und den Abwetterkanal sind die angegebenen Bauwerkslasten kleiner als das Eigengewicht des ausgehobenen Bodens, so daß rechnerisch keine zusätzlichen Setzungen auftreten werden. Es ist zu beachten, daß der Einfluß der Entlastung durch den Bodenaushub nur dann berücksichtigt werden kann, wenn gleich nach dem Aushub mit den Bauarbeiten zur Herstellung der Gebäude begonnen wird. Praktisch werden aufgrund der oberflächennahen Auflockerung in der Baugrube geringe Setzungen eintreten ($s < 1 \text{ cm}$).

Als maximale Setzungsdifferenz vom Abwetterkanal zum Schachtkeller ist über einen längeren Zeitraum maximal $s = 2 \text{ cm}$ zu erwarten und bei den Planungen zu berücksichtigen (s.a. Abschn. 3.5.3.4).

Vergeht ein längerer Zeitraum bis zum Aufbringen der Gebäudelasten, so kann der Boden sich entspannen. Als Folge davon ist dann auch mit Setzungen am Lüftergebäude mit Diffusor und am Abwetterkanal zu rechnen, weil die volle Bauwerkslast als setzungserzeugende Last anzusetzen ist. Es ergeben sich dann nach DIN 4019 abgeminderte Setzungen am Schachtkeller von $s = 16,0$ cm, am Abwetterkanal von $s = 6,0$ cm und am Lüftergebäude von $s = 11,5$ cm, wobei sich ca. 2/3 der Setzungen bei Herstellung der Gebäude als Sofortsetzungen einstellen werden.

3.5.5 PKW-Unterstellhalle

3.5.5.1 Gründung

Die Pkw-Unterstellhalle (ca. 33,0 m x 52,5 m) wird auf Einzel- und Streifenfundamente gegründet. Die Streifenfundamente besitzen eine Breite von $b = 0,50$ m, die Einzelfundamente haben die Abmessungen von 1,50 m x 1,50 m bzw. 2,25 m x 2,25 m. Oberkante Erdgeschoßfußboden der geplanten PKW-Unterstellhalle soll ca. bei $\pm 0,00$ m ($\hat{=}$ NN +90,04 m) liegen. Die Fundamentunterkanten der Streifenfundamente liegen bei ca. -1,0 m, die der Einzelfundamente bei ca. -1,20 m (Anlagen 45 und 57). Damit liegen die Gründungssohlen bereichsweise in den aufgefüllten Sanden, der weichen organischen Schlammteichverfüllung oder noch bis zu ca. 1,5 m über dem z.Zt. vorhandenen Geländeniveau.

Bei diesen Gegebenheiten empfehlen wir, das gesamte Baugelände bis -2,60 m, jedoch mindestens bis Unterkante Schlammteichfüllung bzw. Unterkante Oberboden auszukoffern und mit trag- und verdichtungsfähigem Boden ($D_{Pr} \geq 100$ %; $E_{v2} \geq 100$ MN/m²) lagenweise ($d < 0,5$ m) wiederzufüllen bzw. aufzuheben. Vor Beginn der Wiederverfüllung (z.B. Kiessand Körnung 0/32 mm) müssen die sandigen Bereiche der Aushubsohle nachverdichtet werden ($D_{Pr} \geq 100$ %; $E_{v2} \geq 100$ MN/m²).

Auf dem Austauschboden kann eine normale Flächengründung auf Streifen- und Einzelfundamenten vorgenommen werden. Für die Bemessung der Fundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_{zul.} = 200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden.

3.5.6 Freilufttrafo-Anlage

3.5.6.1 Gründung

Die Freilufttrafo-Anlage besteht aus verschiedenen Bauteilen (z.B. Stellflächen für Trafo; Schaltraum; Stellflächen für Drosseln und Filter u.ä.) in einer Gesamtlänge von ca. $L = 41,0 \text{ m}$ und einer Gesamtbreite von ca. $B = 11,0 \text{ m}$.

Die einzelnen Anlagenteile (Anlage 47) werden auf einzelne Bodenplatten und Fundamente, deren UK bei ca. $-0,90 \text{ m}$ unter Bezugshöhe $\pm 0,00 \text{ m}$ (NN $+90,04 \text{ m}$) liegt, aufgesetzt.

Die Sondierergebnisse zeigen im Bereich der Freilufttrafo-Anlage einen nicht tragfähigen Baugrund bis in eine Tiefe von ca. $3,5 \text{ m}$ bis $4,0 \text{ m}$ u.GOK (\cong - Bezugshöhe von $\pm 0,00 \text{ m}$). Nach den derzeitigen Planunterlagen sind keine größeren Lasten für den Baugrund zu erwarten, so daß kein Bodenaustausch bis zum tragfähigen Boden erforderlich ist.

Es wird empfohlen, den Boden im gesamten Bereich der Freilufttrafo-Anlage bis auf eine Tiefe von $T = -2,5$ m u. Bezugshöhe auszuheben und bis auf Sollhöhe (Planum) mit trag- und verdichtungsfähigem Boden (z.B. Kiessand Körnung 0/32 mm) aufzufüllen.

Vor Einbau des Bodenaustauschmaterials ist die Baugrubensohle nachzuverdichten. Das Austauschmaterial ist in Lagen $d < 0,50$ m einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad D_{pr} muß größer als $D_{pr} = 100$ % sein, der E_{v2} -Wert größer als $E_{v2} = 100$ MN/m².

Vor Ort ist zu prüfen, ob der ausgehobene Boden zum Wiedereinbau nach den o.g. Anforderungen geeignet ist.

Unter den Fundamenten ist bei dem Aushub zu beachten, daß das Maß der auszuhebenden Fläche über die Grundrißfläche der Fundamente hinaus der zusätzlichen Aushubtiefe unter der Fundamentunterkante entspricht (Druckausbreitungswinkel: $\beta = 45^\circ$).

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150$ kN/m² angesetzt werden.

3.5.7 Wachgebäude

3.5.7.1 Gründung

Das Wachgebäude (Anlage 48; ca. 11,5 m x 14,25 m) wird auf Streifenfundamente in ca. $t = 1,20$ m unter Bezugshöhe ($\pm 0,00$ m $\hat{=}$ NN +90,04 m) gegründet. Um das Wachgebäude werden Einzelfundamente für eine Überdachung (ca. 16,5 m x 16,5 m) in der gleichen Tiefe gegründet. Die OK Bodenplatte liegt bei $\pm 0,00$ m, in einem Teilbereich ca. 0,45 m tiefer (Doppelboden). Der gesamte Gebäudekomplex ist ca. 4,0 m hoch und eingeschossig.

Der tragfähige Boden beginnt in einer Tiefe von ca. 3,0 m bis 3,5 m u.GOK ($\hat{=}$ $\pm 0,00$ m), so daß ein Bodenaustausch bis zu einer Tiefe von 2,5 m u.GOK unterhalb der Einzel- und Streifenfundamente und der Bodenplatte empfohlen wird.

Als Austauschboden ist trag- und verdichtungsfähiges Bodenmaterial (z.B. Kiessand Körnung 0/32 mm) lagenweise ($d < 0,50$ m) verdichtet auf der nachverdichteten Baugrubensohle einzubauen. Der Verdichtungsgrad D_{Pr} muß größer als $D_{Pr} = 100$ % sein, der E_{v2} -Wert größer als $E_{v2} = 100$ MN/m².

Es ist vor Ort zu prüfen, ob auch das ausgehobene Bodenmaterial zum Wiedereinbau geeignet ist.

Unter den Fundamenten ist die Druckausbreitung unter dem Winkel $\beta = 45^\circ$ zu berücksichtigen.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150$ kN/m² angesetzt werden.

3.5.8 Grubenwasser-Übergabestation

3.5.8.1 Gründung

Die Grubenwasser-Übergabestation (Anlage 49) ist ein unterirdisches Bauwerk (ca. 26,50 m x 9,50 m). In einer Betonwanne werden 4 Stahlbehälter zur Aufnahme der Grubenwässer aufgestellt.

Die Gründungstiefe der Bodenplatte der Grubenwasserübergabestation liegt bei - 5,64 m unter Bezugshöhe $\pm 0,00$ m ($\hat{=}$ NN +90,04 m). In der Gründungstiefe stehen dicht gelagerte Sande an, so daß keine gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen am Baugrund durchzuführen sind.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 400$ kN/m² angesetzt werden.

3.5.8.2 Baugrubenherstellung

Bei der Baugrubenherstellung ist mit dem Eindringen von Schichtenwasser zu rechnen. Dieses Wasser ist durch geeignete Wasserhaltungsmaßnahmen (z.B. Pumpensümpfe oder Spülfilter) aus der Baugrube zu entfernen.

3.5.9 Steuerstand Trocknungsanlage

3.5.9.1 Gründung

Der Steuerstand Trocknungsanlage (Anlage 50) ist ein eingeschossiges, unterkellertes Gebäude mit den Abmessungen von ca. 7,50 m x 7,0 m. Das Gebäude ist ca. 3,10 m hoch. Das Gebäude wird auf einer Bodenplatte (Keller) in einer Tiefe von -3,0 m unter Bezugshöhe $\pm 0,00$ m ($\hat{=}$ NN +90,04 m) gegründet.

Die tragfähigen Bodenschichten beginnen in einer Tiefe von ca. 5,5 m u.GOK ($\pm \sim \pm 0,00$ m), so daß ein Bodenaustausch unter der Bodenplatte in einer Höhe von 1,5 m (bis -4,5 m u. Bezugshöhe) empfohlen wird.

Als Austauschmaterial ist ein trag- und verdichtungsfähiges Bodenmaterial (z.B. Kiessand Körnung 0/32 mm) lagenweise ($d \leq 0,50$ m) verdichtet einzubauen. Der Verdichtungsgrad D_{Pr} muß $D_{Pr} > 100\%$ sein, der E_{v2} -Wert größer als $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$.

Es ist zu prüfen, ob das ausgehobene Bodenmaterial zum lagenweisen Wiedereinbau geeignet ist. Die Druckausbreitung unter dem Winkel $\beta = 45^\circ$ unterhalb der Bodenplatte ist zu berücksichtigen.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

3.5.9.2 Baugrubenherstellung

Bei der Herstellung der Baugrube ist zu beachten, daß die Baugrubensohle in bindigen Bodenschichten hergestellt wird und mit dem Eindringen von Schichtenwasser in die Baugrube zu rechnen ist. Das Schichtenwasser ist durch Wasserhaltungsmaßnahmen (z.B. Pumpensämpfe oder Spülfilter) zu fassen und abzupumpen, um ein Aufweichen der Baugrubensohle zu verhindern.

3.6 AUßENANLAGEN

3.6.1 Einfriedung

3.6.1.1 Allgemeines

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen für den Sicherungszaun (Doppelsicherungszaunanlage) zur Einfriedung der Schachtanlage Konrad II Stahlträger (T-Profile) eingerammt werden. Bei nicht rechtwinkligen Richtungswechseln der Zauntrasse werden Kastenprofile eingesetzt.

Der Abstand der Rammpfähle beträgt ca. 6,0 m, die vorgesehene Rammtiefe in den anstehenden Baugrund ca. 4,0 m. Der Zaun ragt ca. 2,50 m über das Gelände, zudem wird eine ca. 0,90 m hohe Abwinkelung (30° nach außen geneigt) aufgesetzt.

Aus der statischen Bemessung hat sich eine Einbindelänge von 3,5 m u.GOK ergeben.

3.6.1.2 Rammpbarkeit und Tragfähigkeit des Untergrundes

Anhand der Sondierergebnisse (Anhang 11) kann auf eine leichte bis mittelschwere Rammung bei den vorherrschenden, aufgefüllten Sand-Schluff-Gemischen geschlossen werden.

Überwiegend liegen die Spitzendruckwerte zwischen $1,0 \text{ MN/m}^2 < q_s < 16,0 \text{ MN/m}^2$. Vereinzelt zeigen dünnere Bodenschichten (d ~ 10 cm bis 20 cm) hohe Spitzendrucke von bis $q_s = 34 \text{ MN/m}^2$ auf, die auf eine sehr dichte Lagerung hinweisen.

Die Kornform ist rund und mit weiteren Hindernissen oder Einschlüssen (Steine > 63 mm) ist nicht zu rechnen.

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen wird empfohlen, den Baugrund auf dem Schachtgelände entlang der Einfriedungstrasse durch geeignete Verfahren zu verbessern.

Als mögliche Verfahren kommen die

- Dynamische Intensivverdichtung,
- Rüttelstopfverdichtung,
- Tiefenrüttelung und
- Injektion

in Betracht. Mit der Bodenverbesserung werden sowohl die Tragfähigkeit als auch die Scherfestigkeit des Bodens, der bei allen Verfahren nicht ausgetauscht oder entnommen wird, deutlich erhöht.

Bei der Dynamischen Intensivverdichtung (DYNIV) wird eine große Masse im freien Fall eingesetzt. Für den vorliegenden Baugrund und der vorgesehenen Einbindetiefe (3,5 m u.GOK) der Pfähle müßte ein Kran ein Gewicht von 10 Tonnen aus ca. 10 m mehrmals fallen lassen. Wirtschaftlich rentabel wird dieses Verfahren zur Baugrundverbesserung i.a. bei zu verdichtenden Flächen von mehr als 10.000 m².

Die Tiefenrüttelung verbessert den Boden durch Verdichtung. Es wird dabei ein Tiefenrüttler, der durch motorgetriebene Unwuchtungen horizontale Schwingungen an der Rüttlerspitze erzeugt, in den Boden abgesenkt.

Das Absenken erfolgt durch das Eigengewicht, das Rütteln und durch Spülhilfen. Geeignet ist dieses Verfahren bei grobkörnigen Böden (Tiefenrüttlung), bei feinkörnigen Böden wird unter Zugabe von grobkörnigem Material von Rüttelstopfverdichtung gesprochen. Bei dem vorliegenden Baugrundverhältnissen ist somit eine Tiefenrüttlung nur eingeschränkt möglich.

Aus der Injektionstechnik ist für den anstehenden Baugrund nur das Düsenstrahl-Verfahren (Hochdruck-Injektion) anwendbar. Als anorganisches Bindemittel wird unter hohem Druck der Boden gelöst und mit Zement vermischt. Im Vergleich zu anderen Verfahren der Baugrundverbesserung ist die Hochdruck-Injektion ein relativ teures Bauverfahren.

Aus technisch durchführbaren und wirtschaftlichen Gründen wird daher das nachfolgend näher beschriebene Verfahren der Rüttelstopfverdichtung zur Baugrundverbesserung empfohlen.

Als Alternative zur Baugrundverbesserung mit der Rüttelstopfverdichtung kann zur Aufnahme der angreifenden Lasten in den Untergrund das Schraubbohrverfahren für die Herstellung von Bohrlöchern verwendet werden. In diese Bohrlöcher (Mind. Ø 60 cm) werden die Zaunpfähle gestellt und die verbleibenden Hohlräume mit Beton verfüllt. Die Belastungen werden so über eine größere Mantelfläche in den Boden abgetragen.

3.6.1.3 GRÜNDUNGSVORSCHLÄGE

3.6.1.3.1 Rüttelstopfverdichtung

Zur Verbesserung des hier anstehenden Baugrundes bietet sich als geeignetes Verfahren die Rüttelstopfverdichtung an. Dabei wird ein Rüttler in den Baugrund abgesenkt, wobei der anstehende Boden verdrängt wird. In dem entstehenden Hohlraum wird kontinuierlich tragfähiges Bodenmaterial (Kies, Schotter) an der Rüttelspitze zugegeben. Das zugegebene Material wird beim Rüttelvorgang gleichzeitig in den Baugrund mit eingearbeitet und zugleich die sich bildende Kies-(Schotter-)Säule verdichtet.

Für einen Zaunpfahl sind drei dieser Bodensäulen (\varnothing 80 cm), die ein gleichseitiges Dreieck bilden und einen Abstand von ca. 1 m besitzen, zu erstellen. In dieses Dreieck wird dann der Zaunpfahl (Einbindelänge 3,5 m) gerammt.

Durch diese Bodenverbesserung erreicht man eine höhere Dichte, einen höheren Steifemodul, geringere Setzungen und eine höhere Grundbruchsicherheit.

Zur statischen Berechnung bzw. zur Bemessung der Pfähle kann mit verbesserten Bodenkennwerten gerechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{cal } \gamma/\gamma' &= 20,0/11,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{cal } \varphi' &= 33^\circ \\ \text{cal } c &= 0 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

Die Kosten für diese Baumaßnahme können wie folgt abgeschätzt werden:

- Baustelleneinrichtung: ca. DM 30.000,--
- Kosten pro lfdm Bodensäule: ca. DM 60,--

Es ergeben sich für die Herstellung einer Bodenverfestigung für ca. 200 Pfähle bei einer Einbindelänge von 3,5 m Kosten in Höhe von

ca. DM 780,-- pro Zaunpfahl.

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung sind auf den Preis pro Zaunpfahl umgeschlagen.

3.6.1.3.2 Schraubbohrpfähle

Als Alternative zur Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung können die Pfähle in mittels Schraubbohrverfahren hergestellte Bohrungen (\varnothing 60 cm; Tiefe: 3,5 m) gestellt werden. Der verbleibende Hohlraum wird mit Beton (B25) verfüllt.

Bei dem vorgeschlagenen Mindestbohrdurchmesser von 60 cm wird die zur Aufnahme der Biegemomente zur Verfügung stehende Fläche wesentlich erhöht.

Für diese Baumaßnahme fallen Kosten an, die folgendermaßen abgeschätzt werden können:

- | | | |
|---|---|------------------|
| - | Baustelleneinrichtung: | ca. DM 30.000,-- |
| - | Herstellen der Bohrungen
(incl. Liefern von Beton B25),
Einstellen der Träger bauseits,
pro lfdm | ca. DM 180,-- |

Das Abstemmen der Pfähle bei Installation eines Durchgrabschutzes ist in diesen Kosten nicht enthalten.

Für dieses Verfahren ergeben sich bei gleichen Voraussetzungen (200 Pfähle; Einbindetiefe 3,5 m) Kosten ebenfalls in einer Höhe von

ca. DM 780,- pro Zaunpfahl.

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung sind in den Preis pro Zaunpfahl eingerechnet

3.6.2 Abschirmwände

3.6.2.1 Gründung

Aus strahlenschutztechnischen Gründen werden zwei Abschirmwände aus Stahlbeton errichtet. Zwischen den Gleisen 1 und 2 ist eine ca. L = 50,0 m lange Abschirmwand und zwischen den Gleisen 2 und 3 eine ca. L = 134,0 m lange Abschirmwand geplant (Anlage 51 und 52). Die Abmessungen der Abschirmwände betragen: Höhe $H = 3,0$ m über Bezugshöhe (\pm NN +90,04 m), Dicke $D = 0,35$ m. Die Gründungstiefe beträgt $T = 1,40$ m u. Bezugshöhe, die Gründungsbreite $B = 1,80$ m. Der Fuß der Abschirmwand wird auf eine 10 cm starke Sauberkeitsschicht gesetzt.

Aufgrund des nicht ausreichend tragfähigen Baugrunds bis in mindestens 5,0 m Tiefe u. GOK ($\hat{=}$ - Bezugshöhe $\pm 0,00$ m) wird empfohlen, den Baugrund bis in eine Tiefe von -3,00 m u. Bezugshöhe auszuheben. Die Auskofferung muß allseitig um die erforderliche Höhe des Bodenaushubes unterhalb des Fundamentes über den Grundriß der Fundamentfläche hinaus erfolgen. Als Austauschmaterial ist ein tragfähiger Boden (z.B. Kiessand 0/32 mm) einzubauen und lagensweise ($d < 0,50$ m) zu verdichten.

Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen. Der E_{v2} -Wert muß größer als $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ sein. Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

In den auszuhebenden Bereichen sind vorwiegend locker gelagerte Sande vorzufinden, deren Eignung zum lagenweisen Wiedereinbau nach den o.g. Anforderungen zu prüfen ist.

3.6.3 Medienkanäle

3.6.3.1 Gründung Medienkanal 07ZZP

Der Medienkanal 07ZZP verbindet die Heizzentrale mit dem Schachtkeller (Anlagen 53 und 54). Der Medienkanal hat eine Länge von ca. $L = 40,0 \text{ m}$. Er ist $2,20 \text{ m}$ breit und $2,20 \text{ m}$ hoch. Beim Übergang in den Schachtkeller wird der Medienkanal auf einer Länge von $L = 6,80 \text{ m}$ ca. 4 m breit sein. Die Gründungstiefe des Medienkanals (UK Bodenplatte) beträgt $-3,20 \text{ m}$ u. Bezugshöhe $\pm 0,00 \text{ m}$ ($\cong \text{NN} +90,04 \text{ m}$).

Aus den Sondierergebnissen folgt, daß in den Gründungstiefen des Medienkanals die tragfähigen Schichten beginnen. Somit sind keine gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen erforderlich. Die Baugrubensohle ist mit einem geeigneten Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen (E_{v2} -Wert $\geq 100 \text{ MN/m}^2$). Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

3.6.3.2 Gründung Medienkanal 08ZZP

Der Medienkanal 08ZZP verbindet die Heizzentrale mit der Freilufttrafo-Anlage (Anlage 53 und 54). Der Medienkanal ist ca. 8,0 m lang, besitzt eine Höhe von $H = 2,96$ m und eine Breite von $B = 2,20$ m. Der Anschluß an die Heizzentrale verbreitert sich auf $B = 3,45$.

Die Gründungstiefe des Medienkanals (UK Bodenplatte) liegt bei $-3,30$ m u. Bezugshöhe $\pm 0,00$ m.

Aufgrund der Sondierergebnisse können auf gründungstechnische Zusatzmaßnahmen verzichtet werden. Die Baugrubensohle ist jedoch mit geeignetem Verdichtungsgerät nachzuverdichten, so daß ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % erreicht wird. Der E_{v2} -Wert muß $E_{v2} = 100$ MN/m² erreichen.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250$ kN/m² angesetzt werden.

3.6.4 Kläranlage

3.6.4.1 Gründung

Die biologische Standard-Kläranlage (Anlage 55) besteht aus zwei Vorklärbecken ($\varnothing 3,0$ m), einem Tropfkörper ($\varnothing 3,0$ m), einem Pumpenschacht ($\varnothing 1,0$ m), einem Speicherraum ($\varnothing 2,0$ m) und einem Nachklärbecken ($\varnothing 3,0$ m). Die Oberkanten der Anlagenteile liegen auf Geländehöhe ($\hat{=}$ NN +90,0 m).

Die einzelnen Becken und Schächte werden in unterschiedlichen Tiefen (u.GOK) gegründet:

Vorklärbecken:	t = -3,65 m
Tropfkörper:	t = -5,50 m
Pumpenschacht:	t = -5,85 m
Speicherraum:	t = -2,00 m
Nachklärung:	t = -2,75 m

Für die jeweiligen Anlagenteile sind keine gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen erforderlich, da Sande und Schluffe mit mindestens mitteldichter Lagerung bzw. halbfester Konsistenz über die erbohrte (-4,5 m) und sondierte (-3,0 m) Tiefe anstehen (B/S9, Anhang 40).

Unterhalb des Bodenaufschlusses (-4,5 m) sind keine nicht tragfähigen Bodenschichten zu erwarten, so daß auch für den Tropfkörper und den Pumpenschacht keine zusätzlichen Gründungsmaßnahmen erforderlich sind.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

3.6.4.2 Baugrubenherstellung

Bei der Herstellung der tieferen Baugruben (Vorklärbecken, Tropfkörper, Pumpenschacht) ist mit dem Auftreten von Schichtenwasser zu rechnen, das über Pumpensümpfe aus den Baugruben zu entfernen ist.

Stehen in den erstellten Baugrubensohlen bindige Bodenschichten (sandige Schluffe) an, besteht die Gefahr des Aufweichens der Sohle. Aufgeweichte Bodenschichten sind vor Baubeginn zu entfernen und gegen tragfähiges Bodenmaterial auszutauschen.

3.6.5 Pufferbecken

3.6.5.1 Gründung

Das Pufferbecken für Grubenwässer und gereinigte Abwässer (Anlage 56) besteht aus zwei Rundbecken (\varnothing 30,0 m), die in einer rechteckigen Auffangwanne aus Beton stehen. Die Auffangwanne besitzt die Abmessungen von ca. 73,10 m x 35,10 m. Die Bodenplatte wird in einer Tiefe von 2,70 m u.GOK (\cong NN +90,0 m) gegründet.

Der anstehende Baugrund (B/S9, Anhang 40) besitzt eine ausreichende Tragfähigkeit, so daß keine zusätzlichen gründungstechnischen Maßnahmen erforderlich sind. Mit einem Andrang von Schichtenwasser ist bei dieser Gründungstiefe nicht zu rechnen.

Als zulässige Bodenpressungen können $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

3.7 GLEISANLAGEN

3.7.1 Gründung

Es wird davon ausgegangen, daß die Gradienten der Gleistrasse etwa höhengleich mit dem Gelände verlaufen wird. Der Gleisoberbau (Schiene und Holzschwelle) wird in einer ca. 25 cm dicken Schotterschicht gebettet. Unterhalb der Schotterschicht wird aufgrund des Untergrundmaterials eine Planumsschutzschicht (PSS) in einer Stärke von 25 cm bis 40 cm aufgebaut (Anhang 50).

Das Erdplanum für die Gleistrasse muß in sandigen Böden hergestellt werden, die überwiegend schluffig sind. Diese Böden sind frost- und wasserempfindlich. Die Planumsschutzschicht muß filterstabil gegenüber dem Untergrund sein, dies ist ggf. durch die Verwendung eines Geotextils sicherzustellen.

Das gesamte Erdplanum in der Gleistrasse ist vor dem Einbau der Planumsschutzschicht wegen der unterschiedlichen Lagerungsdichte der Sande mit schwerem dynamischen Verdichtungsgerät (10 t Rüttelwalzen) zu verdichten. Durch die Verdichtungsarbeit müssen die Mindestanforderungen an Verformungsmodul E_{v2} und Verdichtungsgrad D_{Pr} nach Vorschrift für Erdbauwerke (VE, DS 836) der Deutschen Bundesbahn bis zu einer Tiefe von mindestens 0,5 m erfüllt werden:

$$\text{Verformungsmodul } E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Verdichtungsgrad } D_{Pr} \geq 0,95$$

Eventuell auftretende Setzungsunterschiede können im Zuge von Instandsetzungsmaßnahmen des Oberbaus ausgeglichen werden, um die Forderung der DBE von $s < 1 \text{ cm}$ zu erfüllen.

3.7.2 Entwässerung

Nach den Erkundungen des Baugrundes ist in dem Bereich der Gleisanlagen ein maximaler Grundwasser- bzw. Schichtwasserstand von ca. 2,60 m u.GOK (\approx NN +87,00 m; im Süden der Tagesanlagen) zu erwarten.

Entsprechend der Oberbaurichtlinie für nicht bundeseigene Eisenbahnen (Obri-NE, 1984) wird unterhalb der Planumsschutzschicht ein Geotextil zur Ableitung von versickerndem Niederschlagswasser und evtl. aufsteigendem Grundwasser eingelegt (Anhang 50). Das Geotextil mündet dann in einem Entwässerungsgraben, der höhenmäßig unterhalb des Gleises verläuft. Das Geotextil ist nach der Verdichtungsarbeit auf dem anstehenden Untergrund zu verlegen.

Ein Grundwasserstand, der eine zusätzliche Entwässerungsmaßnahme erfordert, ist nicht gegeben, auch dann nicht, wenn die Wasserentnahme aus den Brunnen durch die eingestellt wird.

Aus diesen o.g. Gründen halten wir eine Dränage (Tiefendränage) im Bereich der Gleisanlagen ebenfalls nicht für erforderlich, sondern nur die den Richtlinien (Obri-NE) entsprechende Entwässerung für versickerndes Niederschlagswasser.

3.8 STRAßENBAU

3.8.1 Gründung

Die Straße wird an die Industriestraße Nord über eine Dammstrecke angebunden. Die Kleinrammbohrungen und Sondierungen B5/S5, B6/S6, B7/S7 und B10/S10 (Anhang 38b) erfassen diesen Straßenteil.

Zur Vorbereitung der Dammaufstandsfläche muß der Oberboden (ca. 0,4 m dick) abgeschoben werden. Er ist der Bodenklasse 1 nach DIN 18 196 zuzurechnen.

Danach ist die Dammaufstandsfläche durch schweres Verdichtungsgerät (Vibrationswalze > 10 t) so zu verdichten, daß die Anforderungen der ZTVE-StB Tab. 4 erfüllt werden. Die Verdichtung ist zu kontrollieren (Plattendruckversuche, Dichteprüfung). Auf diesem Planum kann der Damm lagenweise aufgebaut werden.

Im übrigen Bereich der Straßentrasse, in dem die Straße etwa höhengleich mit dem Gelände verläuft (Anhang 38b; untersucht durch die Kleinrammbohrungen und Sondierungen B9/S9, B11/S11, B12/S12 und B13/S13) ist nur noch teilweise eine Oberbodendecke vorhanden. Sie muß ebenfalls abgeschoben werden.

Darunter stehen überwiegend Sande und kiesige Sande ohne Schluffanteile bzw. mit nur geringen Schluffanteilen an (Bereich der Bohrungen B7, B9, B12), die der Frostempfindlichkeitsklasse F1 gemäß ZTVE-StB zuzurechnen sind. Bereichsweise können jedoch Böden mit höheren Schluffanteilen anstehen (Bohrungen B8 und B11), die der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen sind.

Im Gegensatz zu den Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1, die keine Frostschutzmaßnahmen erfordern, ist bei den Böden der Klasse F2 ein frostsicherer Straßenaufbau erforderlich.

Da einerseits in der Straßentrasse überwiegend Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 anstehen, andererseits die vorhandene Straße keine Forstschutzschicht aufweist (Schurfprofil, Sch11, Anhang 44), ohne daß Schäden sichtbar sind, empfehlen wir, frostempfindliche Böden in der Trasse auszutauschen statt einen frostsicheren Straßenaufbau für die gesamte Trasse zu wählen.

Die Bereiche, in denen frostempfindliche Böden gegen frostsichere (Kies-Sand-Gemische) ausgetauscht werden müssen, sollten vor Ort nach Herstellung des Rohplanums festgelegt werden.

Der Untergrund im Bereich der gesamten Straßentrasse ist so zu verdichten, daß die Anforderungen an den Verdichtungsgrad gemäß ZTVE-StB, Tab. 4, erfüllt werden. Die ausreichende Verdichtung ist durch Kontrollen (Plattendruckversuche, Dichteprüfungen) nachzuweisen.

3.8.2 Anbindung Industriestraße

3.8.2.1 Standsicherheitsberechnung Damm

Nach einem örtlichen Aufmaß (ca. 80 m östlich der Stabbogenbrücke) besitzt der Damm an der Anbindestelle eine Höhe von ca. $h = 4,30$ m. Die Böschung, die in Höhe der Leitplanke beginnt, hat eine horizontale Länge von ca. 10 m, bevor sie in einen Graben übergeht. Die größte Neigung der Böschung liegt bei $n \sim 1 : 1,92$ (Böschungsmitte), dies entspricht ungefähr einem Böschungswinkel von $\beta = 27,5^\circ$. Am Übergang zum Graben verflacht die Neigung der Böschung auf ungefähr $n = 1 : 2,5$ (Böschungswinkel $\beta = 21,8^\circ$).

Für das Schlackematerial werden nach den Erfahrungen aus anderen Untersuchungen an Schlacken und anhand von Literaturwerten folgende Bodenkenngrößen für die Standsicherheitsberechnung eingesetzt:

$$\begin{aligned} \text{cal } \gamma &= 19,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{cal } \varphi' &= 33,5^\circ \\ \text{cal } c' &= 0 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

Unterhalb des Dammes wird gewachsener Boden mit folgenden Kenngrößen angesetzt:

$$\text{cal } \gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 30,0^\circ$$

$$\text{cal } c' = 10 \text{ kN/m}^2.$$

Die Standsicherheitsberechnung wurde mit dem Programm Allplus (Grundbau II) der Nemetschek Programmsystem GmbH durchgeführt. Dabei wurde die Böschungsneigung in 1°-Schritten variiert, wobei die Böschungsoberkante (Leitplanke) als Fixpunkt angenommen wurde.

Des weiteren wird der Lastfall 2 (Bauzustand) angesetzt, für den nach DIN 1054 eine Standsicherheit von $\eta \geq 1,3$ gefordert wird. Als zusätzliche Last wird ein SLW 60 auf dem ungünstigen rechten Fahrstreifen eingegeben.

3.8.2.2 Ergebnis

Mit den o.g. Eingabedaten wurde eine maximale Böschungsneigung von $n = 1 : 1,92$ ($\hat{=} \beta = 27,5^\circ$) ermittelt, bei der der Sicherheitsbeiwert von $\eta \geq 1,3$ erreicht wird. Diese Neigung entspricht dem steilsten Böschungsabschnitt des Dammes.

Als Bruchkreis bildet sich ein flacher, oberflächennaher Gleitkreis aus, der auf die Gesamtstandsicherheit der freigelegten Böschung keinen Einfluß hat.

3.8.2.3 Empfehlung

Für den Anschluß der Anbindung des Schachtgeländes Konrad II an die Industriestraße wird empfohlen, die derzeitige Neigung der Dammböschung nicht zu ändern, sondern nur den aufgetragenen Oberboden so abzutragen, daß eine Böschung mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 27,5^\circ$ stehen bleibt.

Da die Anbindung ebenfalls auf einem Damm herangeführt werden muß, kann das Unterbaumaterial lagenweise gegen diese Böschung aufgebaut und auch mit üblichen Straßenbaugeräten eingebaut werden.

Somit brauchen für die Anbindung des Schachtgeländes Konrad II keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen durchgeführt zu werden.

3.9 SONSTIGES

3.9.1 Bergsenkung

Im Hinblick auf die Herstellung der Tagesanlagen auf dem Schachtgelände Konrad II, wurde auf die Frage zur Oberflächensenkung Stellung genommen. Es wurde Bezug genommen auf einen Bericht, der im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie vom Institut für Tief Lagerung der GSF erstellt wurde: "Ablauf und die Ergebnisse der Eignungsuntersuchungen in der Schachtanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle".

Danach beträgt das Senkungsvolumen heute, nachdem die Gebirgsbewegungen als Folge des eingestellten Erzgewinnungsbetriebes zum Großteil abgelaufen sind, etwa ein Drittel des bisher erstellten untertägigen Hohlraumvolumens. Die noch zu erwartenden Restbewegungen werden nur noch geringe Beträge erreichen, die sich in der Meßgenauigkeit geodätischer Verfahren annähern.

Die Oberflächensenkung bis zum Mai 1981 ist in Anhang 8 dargestellt. Wie die Linien gleicher Oberflächensenkung zeigen, betragen die Senkungsunterschiede im Bereich des Baugebietes Schacht Konrad II maximal 1 cm auf 200 m Länge. Die noch zu erwartenden Senkungen bzw. Senkungsunterschiede werden noch wesentlich geringer sein.

Damit sind die noch zu erwartenden Oberflächensenkungen für die geplanten Gebäude ohne Bedeutung.

3.9.2 Erdbauliche Wiederverwendbarkeit von Bodenaushub

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) hat mit Auftrag vom 05.11.1991 das [REDACTED]

[REDACTED] mit Bodenuntersuchungen unter Berücksichtigung der erdbaulichen Wiederverwendbarkeit und der chemischen Belastungen des Schachtgeländes Konrad II beauftragt,

Die Ergebnisse sind in dem Bericht

Geotechnischer Bericht

Baugrund- und Bodenuntersuchungen
auf dem Gelände
der Schachtanlage
Konrad 2
und
für die äußere Verkehrsanbindung
Projekt-Nr. 875
Januar 1992

beschrieben und dargestellt (Anlage 42). Weiterhin wurde das Grundwasser beprobt. Die Analysen wurden der DBE mit Schreiben vom 30.03.1992, Az.: 875 - FR/JT/BT, als Ergänzung des vorgenannten geotechnischen Berichtes mitgeteilt (Anlage 43).

Die Ergebnisse weisen aus, daß unter Beachtung der Empfehlungen gegen die Bebauung des Schachtgeländes auch unter Berücksichtigung der NBauO § 19 keine Bedenken bestehen.

Die von BRP durchgeführten Untersuchungen sowie die Beschreibung und Darstellung der Ergebnisse erfolgten unabhängig.

Die Erklärung ist als Anhang 51 beigefügt.

D.B.E.
[REDACTED]
[REDACTED]

10.4.1989 - [REDACTED] - 2077

Betr.: Innenausbau der Schachthalle Konrad I
Bezug: Ihre Bestellung 89.6466 vom 2.3.1989
Kostenträger 251 560 100

6 Anlagen

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG UND GRÜNDUNGSBERATUNG

I. VERANLASSUNG

Vier Fundamente der bestehenden Schachthalle Konrad I sollen durch den Einbau zusätzlicher Stahlrahmen erhebliche außermittig wirkende Zusatzlasten erhalten. Betroffen sind die vorhandenen Fundamente A6, A7, D6 und D7 (Pos. 9 und Pos. 13 im Fundamentplan). Wir sind beauftragt worden, den unter den betroffenen Fundamenten anstehenden Boden zu untersuchen und zu den erforderlichen Gründungsmaßnahmen beratend Stellung zu nehmen.

An Bearbeitungsunterlagen stehen zur Verfügung:

- Ansichtsskizze des geplanten Stahlrahmens in Achse 6
[REDACTED]
- Berechnung der Sohlpressung Fundament Pos. 9 nach Einbau des zusätzlichen Rahmens / [REDACTED]
- Ausschnitt aus dem Fundamentplan der Schachthalle Konrad I
- Grundriß der Schachthalle Konrad I vom 1.11.1988, M 1:100
- Ergebnisse unserer Feld- und Laboruntersuchungen.

2. BAUGRUND

Zur Baugrunderkundung haben wir im März 1989 insgesamt vier Sondierbohrungen abgeteuft. Zur Prüfung der Festigkeit des Baugrundes wurden neben den Sondierbohrungen Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (Rammgewicht 30 kp, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Sondierbohrungen und Rammsondierungen sind im Lageplan auf der Anlage I eingetragen.

2.2 Baugrundaufbau

Die Bodenprofile sind nach unserer kornanalytischen Probenbewertung höhengerecht auf der Anlage 2 aufgetragen. Rechts neben den Bodenprofilen sind die natürlichen Wassergehalte der bindigen Böden vermerkt, die ein wesentliches Merkmal für die Beurteilung der Festigkeit dieser Bodenschichten darstellen. Danach läßt sich der Baugrundaufbau für den Zeitpunkt der Untersuchungen und für die einzelnen Aufschlußstellen vereinfacht wie folgt beschreiben:

Bis in eine Tiefe von max. 2,10 m (R/S 2 - Fundament A7) besteht die obere Deckschicht des Bodens aus schotterartigem Auffüllungsmaterial. Darunter steht ein auffüllverdächtiges, locker gelagertes Konglomerat bis max. 4,40 m (R/S 2) unter OK Gelände an. Die Kornverteilung dieses Materials reicht von Ton bis Kies. Darunter folgt bis über die Endbohrtiefe hinaus fester Kalkstein als geologisches Grundgebirge mit einer ca. 70 cm starken Verwitterungszone.

Die Lage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sind den Bodenprofilen auf der Anlage 2 zu entnehmen.

2.3 Festigkeit des Baugrundes

Rammsondierungen geben einen Anhalt über die Festigkeit des Baugrundes. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammdiagramme auf der Anlage 2 neben den Bodenprofilen aufgetragen. Aus den Rammdiagrammen können die Schlagzahlen abgelesen werden, die erforderlich waren, den Sondierstab mit konstanter Schlagenergie jeweils 10 cm tiefer in den Baugrund zu rammen. Bei der verwendeten Ramme und den angetroffenen Böden entsprechen erfahrungsgemäß Schlagzahlen von $n > 6$ je 10 cm Stabeindringung einer ausreichenden Festigkeit des Baugrundes.

Wie die Rammdiagramme zeigen, sind die Schlagzahlen unter den Gründungssohlen der Fundamente bis in Tiefen von ca. 2,0 m (Fundamente A6, D6, D7) bzw. ca. 4,0 m (Fundament A7) bereichsweise kleiner als der angegebene Sollwert. Hier stehen Böden geringerer Tragfähigkeit an, die die geplanten Zusatzlasten nicht ohne unverträglich hohe Setzungen aufnehmen können. Ein sprunghafter Anstieg der Schlagzahlen auf $n > 50$ zeigt den Horizont des anstehenden Kalksteins an. Der Kalkstein kann die zu erwartenden Belastungen aufnehmen.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Grundwasser konnte an keinem der vier Sondierpunkte festgestellt werden. In den Bohrlöchern sammelte sich lediglich Schichten- bzw. Sickerwasser an.

2.5 Bodenkennwerte

Die notwendigen bodenphysikalischen Kennziffern wurden stichprobenweise durch Laboruntersuchungen an repräsentativen Bodenproben ermittelt. Die Ermittlung der Grundkennziffern beschränkte sich auf die Feststellung der natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben sowie der Kornzusammensetzung charakteristischer Proben durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen.

Die Ergebnisse sind rechts neben den Bodenprofilen und als Körnungskurven auf der Anlage 3 aufgetragen. Alle übrigen Bodenkennwerte konnten aufgrund dieser orientierenden Versuche und der Ergebnisse der Rammsondierungen ausreichend sicher geschätzt werden. Sie sind der Anlage 6 zu entnehmen.

3. GRÜNDUNGSMASSNAHMEN

Um die zusätzlichen Lasten bei gleichbleibenden Fundamentabmessungen aufnehmen zu können, muß der Baugrund unterhalb der Fundamente verfestigt werden.

Der in relativ geringer Tiefe unterhalb der Fundamentsohlen anstehende feste Kalkstein bietet sich als lastabtragende Schicht an. Mit Hilfe der Bodenverfestigung kann eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Fundament und Kalksteinschicht hergestellt werden. Ausgehend von einer Sohltiefe, die bei etwa 1,25 m unter GOK liegt, ergeben sich unter den einzelnen Fundamenten folgende Mächtigkeiten des Verfestigungsbereiches:

Fundament A6	ca. 4,0 m Verfestigung
Fundamente A7, D6, D7	ca. 2,0 m Verfestigung

3.1 Verfestigungsverfahren

Wie aus den Kornverteilungslinien auf der Anlage 3 zu entnehmen ist, enthält der zu verfestigende Baugrund Feinkornanteile ($d < 0,06$ mm) zwischen 39 und 65 Gew.%. Dementsprechend scheiden Chemikal-Injektionen (für Sandböden) und Zement-Injektionen (für Kiesböden) als Verfestigungsverfahren aus.

Für die hier gegebenen Baugrundverhältnisse ist eine Verfestigung durch Hochdruck-Zementinjektionen geeignet, z.B. nach dem **Soilcrete-Verfahren** der Firma GKN Keller GmbH.

3.2 Herstellung und Anordnung der Soilcrete-Säulen

Die Bodenstruktur unterhalb der betroffenen Fundamente wird durch Hochdruckinjektion eines Luft-Wasser-Gemisches aufgelöst und durch Zementsuspension ersetzt. Nach Erhärten der Zementsuspension entstehen "Soilcrete-Säulen", die überschnitten angeordnet werden können. Da durch das Verfahren eine vorübergehende Verflüssigung des Bodens eintritt, müssen die einzelnen Soilcrete-Säulen zeitlich und räumlich versetzt ausgeführt werden. Auf den Anlagen 4 und 5 sind mögliche Anordnungen der Soilcrete-Säulen für die Fundamente A6/A7 und D6/D7 dargestellt. Um die Verfestigung möglichst weit unter die Fundamente zu führen, sollte der Injektionsdruck so gewählt werden, daß die Soilcrete-Säulen einen Durchmesser von ca. 1,50 m erreichen.

Nach Abschluß der geplanten Baumaßnahmen werden unter den Fundamenten A6 und A7 Sohlpressungen von etwa 900 kN/m^2 erwartet. Die Soilcrete-Säulen und der Kalkstein können die erhöhten Sohlpressungen ohne weiteres aufnehmen.

Bearbeiter



Physikalisch-Technische
Bundesanstalt

██████████

██████████

5.12.1984 - ████████ - 1968

Betr.: Endlager Schachtanlage Konrad, Salzgitter-Bleckenstedt
hier: Schacht Konrad I

Bezug: Ihr Auftrag 3519/45 A 2221.15 vom 22.5.1984
Ihr Zeichen ██████████

11 Anlagen

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG UND GRÜNDUNGSBERATUNG 2. Bericht Schacht Konrad I

1. Veranlassung

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) plant, die Schachtanlage Konrad in Salzgitter-Bleckenstedt zum Endlager für radioaktive Abfälle auszubauen. Um den Schacht Konrad für diese Aufgabe nutzen zu können, muß eine neue Infrastruktur mit den dafür erforderlichen Tagesanlagen errichtet werden. In unserem 1. Bericht wurde zum Baugrund und zur Gründung der geplanten Gebäude im Bereich des Schachtes Konrad 2 Stellung genommen. In diesem 2. Bericht wird zum Baugrund und zur Gründung der geplanten Tagesanlagen im Bereich des Schachtes Konrad I Stellung genommen.

Es ist geplant, in einzelnen folgende Gebäude im Bereich der Schachtanlage Konrad I neu zu errichten:

- a) Wachgebäude
ca. $16,3 \times 16,3 \text{ m}^2$ groß, 4,0 m hoch, nicht unterkellert
- b) Verwaltungs- und Sozialgebäude
ca. $25 \times 51 \text{ m}^2 + 20 \times 37 \text{ m}^2$ groß, 7,0 m hoch, teilunterkellert
- c) Heizzentrale mit Kohlebunker
Heizzentrale $11,0 \times 13,0 \text{ m}^2$ groß, 6,5 m hoch, nicht unterkellert, mit angebautem Kohlebunker $8,0 \times 16,0 \text{ m}^2$ groß, 5,0 m tief.
- d) Anbau an die vorhandene Schachthalle
 $18,0 \times 24,15 \text{ m}^2$ groß, ca. 18 m hoch, nicht unterkellert.
- e) Materialwirtschaft
ca. $37,0 \times 79,0 \text{ m}^2$ groß, 7,5 m hoch, nicht unterkellert.

Wir wurden beauftragt, den Baugrund zu erkunden und zur Gründung der geplanten Gebäude beratend Stellung zu nehmen. An Bearbeitungsunterlagen stehen zur Verfügung:

- Lageplan, M 1:500 vom 31.7.1984
- Grundriß, Schnitt, Ansichten Wachgebäude, M 1:100 vom 11.11.1984
- Grundriß EG Verwaltungs- und Sozialgebäude und Heizzentrale, M 1:200 vom 31.7.1984
- Grundriß OG und UG Verwaltungs- und Sozialgebäude und Heizzentrale, M 1:200, vom 31.7.1984
- Ansichten, Schnitte, Verwaltungs- und Sozialgebäude und Heizzentrale, M 1:200, vom 31.7.1984
- Grundriß Schachthallenanbau, M 1:100, vom 1.11.1984
- Ansichten, Schnitte Schachthallenanbau, M 1:100, vom 1.11.1984
- Grundriß Ebene $\pm 0,00$ und Schnitt A-A Materialwirtschaft, M 1:100, vom 5.11.1984
- Grundriß Beschickungsbühne und Schnitte B-B und C-C Materialwirtschaft, M 1:100, vom 5.11.1984

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Zur Baugrunderkundung wurden von unserem Institut im September, Oktober und November 1984 insgesamt 23 Sondierbohrungen abgeteuft. Zur Prüfung der Festigkeit des Baugrundes wurden neben den Sondierbohrungen Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Sondierbohrungen und Rammsondierungen sind im Lageplan auf der Anlage 1 eingetragen.

2.2 Baugrundaufbau

Die Bodenprofile sind nach unserer kornanalytischen Probenbewertung höhengerecht auf den Anlagen 2 bis 8 aufgetragen. Als Höhenbezugspunkt wurde uns mit NN + 99,277 m ein Schachtdeckel auf dem Baugelände angegeben. Rechts neben den Bodenprofilen sind die natürlichen Wassergehalte der bindigen Böden vermerkt, die ein wesentliches Merkmal für die Beurteilung der Festigkeit dieser Bodenschichten darstellen.

Danach läßt sich der Baugrundaufbau für den Zeitpunkt der Untersuchungen und für die einzelnen Aufschlußstellen vereinfacht wie folgt beschreiben:

Die obere Deckschicht des Baugeländes wird von einer **Auffüllung** aus Sanden und Schluff-Sanden gebildet. Die Mächtigkeit dieser Deckschicht reicht bis max. 2,3 m unter OK Gelände. Unter der Auffüllung stehen **Löß** und **Geschiebemergel** an. Darunter folgt als geotechnisches Grundgebirge weißer, plattiger **Kalkstein**. Der Kalkstein fällt sehr flach nach Osten ein. Er steht im Osten des Baugeländes ca. 3,0 m und im Westen ca. 2,5 m unter OK Gelände an.

Die Lage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sind den Bodenprofilen auf den Anlagen 2 - 8 zu entnehmen.

2.3 Festigkeit des Baugrundes

Rammsondierungen geben einen Anhalt über die Festigkeit des Baugrundes. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammdiagramme auf den Anlagen 2 - 8 neben den Bodenprofilen aufgetragen. Aus dem Rammdiagrammen können die Schlagzahlen abgelesen werden, die erforderlich waren, den Sondierstab mit konstanter Schlagenergie jeweils 10 cm tiefer in den Baugrund zu rammen. Bei der verwendeten Ramme (mittelschwere Rammsonde, Rammgewicht 300 N, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) und den angetroffenen Böden entsprechen erfahrungsgemäß Schlagzahlen von $n \geq 6$ je 10 cm Stabeindringung einer ausreichenden Festigkeit des Bodens.

Wie die Rammdiagramme zeigen, liegen die Schlagzahlen im Löß und Geschiebemergel, d.h. bis max. 3,0 m unter OK Gelände, unter dem o.g. Sollwert und weisen bis in diese Tiefen Zonen nicht ausreichender bzw. abgeminderter Tragfähigkeit nach. Diese Bereiche sind in den Rammdiagrammen gekennzeichnet.

Im Kalkstein weisen die Schlagzahlen eine schnell ansteigende Festigkeit des Baugrundes nach.

2.4 Bodenklassen

Für die Erdarbeiten sind gemäß DIN 18300 folgende Bodenklassen auszu-schreiben:

Auffüllung	Klasse 3/4
Löß	Klasse 4
Geschiebemergel	Klasse 4
Kalkstein	Klasse 6

2.5 Hydrologische Verhältnisse

Wasser wurde bei den Feldarbeiten in 1984 nur vereinzelt angetroffen. Hierbei handelt es sich um Schichten- bzw. Sickerwasser.

2.6 Bodenkennwerte

Die notwendigen bodenphysikalischen Kennziffern wurden stichprobenweise durch Laboruntersuchungen an repräsentativen Bodenproben ermittelt. Die Ermittlung der Grundkennziffern beschränkte sich auf die Feststellung der natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben sowie der Kornzusammensetzung charakteristischer Proben durch Siebanalysen.

Die Ergebnisse sind rechts neben den Bodenprofilen und als Körnungskurven auf den Anlagen 9 und 10 aufgetragen. Alle übrigen Bodenkennwerte konnten aufgrund dieser orientierenden Versuche und der Ergebnisse der Rammsondierungen ausreichend sicher geschätzt werden. Sie sind der Anlage 11 zu entnehmen.

3. Gründung

3.1 Wachgebäude

3.1.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände im Bereich des geplanten Wachgebäudes ist relativ eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. NN + 97,7 m. Etwa auf dieser Höhe soll auch OK Erdgeschoßfußboden des geplanten Gebäudes liegen.

Die Planung sieht ein eingeschossiges, nicht unterkellertes Gebäude vor. Die Grundfläche des Gebäudes soll $16,29 \times 19,29 \text{ m}^2$ und die Höhe 4,0 m betragen.

3.1.2 Gründung

Wie die Rammdiagramme R1 und R2 (s. Anlage 2) zeigen, stehen im Bereich des geplanten Wachgebäudes bereichsweise bis ca. 2,6 m unter OK Gelände Böden abgeminderter Tragfähigkeit an. Aufgrund der relativ geringen Bauwerkslasten ist es im vorliegenden Fall nicht erforderlich, den Baugrund bis 2,6 m unter OK Gelände zu sanieren. Wir empfehlen, das Wachgebäude (auch die Stützen des überstehenden Daches) auf einem bewehrten, ca. 1,0 m hohen Stahlbeton-Balkenrost zu gründen. Aufgrund dieses relativ steifen Balkenrostes können unverträgliche Setzungsdifferenzen ausgeschlossen werden.

Für die Bemessung der Streifenfundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 150 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden.

3.2 Verwaltungs- und Sozialgebäude

3.2.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände ist im Bereich des geplanten Verwaltungs- und Sozialgebäudes bis auf einen kleinen Bereich (Sondierung R/S6) relativ eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. NN + 98,3 m. Lediglich im Bereich der Sondierung R/S6 liegt das Gelände etwa 1 m höher bei ca. NN + 99,3 m.

Die Planung sieht ein bereichsweise zweigeschossiges, max. 7,0 m hohes teilunterkellertes Gebäude vor. Oberkante Erdgeschoßfußboden soll bei NN + 98,507 m liegen. Damit liegen die Gründungssohlen in den nicht unterkellerten Gebäudebereichen außen ca. 1,2 m tiefer bei NN + 97,30 m und innen ca. 0,5 m tiefer bei NN + 98,00 m.

Oberkante Kellergeschoßfußboden liegt teilweise bei NN + 96,61 m, NN + 95,51 m und NN + 94,76 m. Die Gründungssohlen für die unterkellerten Bereiche liegen ca. 0,5 m tiefer bei NN + 96,11 m, NN + 95,01 m bzw. bei NN + 94,26 m.

3.2.2 Gründung

Wie die Rammdiagramme R3 bis R10 (s. Anlagen 3 und 4) zeigen, stehen im Bereich des vorgesehenen Verwaltungs- und Sozialgebäudes bereichsweise bis ca. 2,5 m unter OK Gelände bzw. bis NN + 96,10 m Böden verminderter Tragfähigkeit an.

In den unterkellerten Bereichen erreichen die Gründungssohlen überall den tragfähigen Baugrund. Gründungstechnische Zusatzmaßnahmen sind hier nicht erforderlich.

Unterhalb der nicht unterkellerten Gebäudeteile ist ein Bodenaustausch bis NN + 96,10 m erforderlich.

Die nicht tragfähigen Schichten müssen bis in diese Tiefe ausgekoffert und gegen verdichteten Kiessand ersetzt werden. Beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung von 45° zu berücksichtigen, d.h. die Auskoffertung muß allseitig um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über den Grundriß der auszukofferten Fläche hinaus erfolgen. Als Austauschmaterial ist ein kornabgestufter Kiessand der Körnung 0/32 mm lagenweise in max. 50 cm dicken Schichten einzubauen. Die Verdichtung sollte mit einem schweren Flächenrüttler (AT 6000 o.ä.) in wenigstens zwei Übergängen erfolgen. Es kann auch eine schwere Rüttelwalze verwendet werden. In diesem Fall sollte die Verdichtung in wenigstens drei Übergängen erfolgen.

Wir empfehlen, die erreichte Verdichtung durch uns überprüfen zu lassen. Es ist ein Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{pr} = 100\%$ zu erreichen.

Im Bereich der angrenzenden Altbebauung müssen die vorhandenen Fundamente vor Durchführung des Bodenaustausches abschnittsweise gemäß DIN 4123 unterfangen werden.

Für die Bemessung der Streifen- und Einzelfundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 250 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit gemäß DIN 4017 müssen für die Fundamente folgende Mindestabmessungen eingehalten werden:

Streifenfundamente	min $b/t = 60/50$ cm
Einzelfundamente	min $a/b/t = 80/80/40$ cm

Um einen Aufstau von Oberflächenwasser in den Baugrubenzwickeln zu verhindern, empfehlen wir, die Keller durch eine Ringdrainage gemäß DIN 4095 zu sichern.

3.3 Heizzentrale mit Kohlebunker

3.3.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände weist im Bereich der geplanten Heizzentrale ein leichtes West-Ost-Gefälle auf. Die vorhandene Geländehöhe liegt im Westen bei ca. 98,60 m.

Die Planung sieht eine 11,00 x 13,00 m² große, 6,5 m hohe, nicht unterkellerte Heizzentrale vor. Westlich an die geplante Heizzentrale soll sich ein 5 m tiefer, ca. 8,5 m breiter und ca. 16,5 m langer Kohlebunker anschließen. OK Erdgeschoßfußboden der Heizzentrale soll bei ca. NN + 98,50 m liegen.

3.3.2 Gründung

Wie die Rammdiagramme R11 bis R13 (s. Anlage 5) zeigen, liegen die Schlagzahlen in der Auffüllung, dem Löß und dem Geschiebemergel bis max. 1,9 m unter OK Gelände bzw. bis ca. NN + 97,00 m unter dem in Kap. 2.3 genannten Sollwert und weisen bis in diese Tiefe Böden verminderter Tragfähigkeit nach.

Die Gründungssohle des Kohlebunkers erreicht den tragfähigen Baugrund. Gründungstechnische Zusatzmaßnahmen sind hier nicht erforderlich.

Unterhalb der geplanten Heizzentrale ist ein bodenaustausch bis NN + 97,00 m erforderlich. Für die Ausführung des Bodenaustausches und die zulässigen Bodenpressungen sowie die erforderlichen Fundamentmindestabmessungen gilt das in Kap. 3.2.2 angegebene.

Wir empfehlen, den Kohlebunker durch eine Ringdrainage gemäß DIN 4095 gegen den Aufstau von Oberflächenwasser in den Baugrubenzwickeln zu sichern.

3.4 Anbau an die vorhandene Schachthalle

3.4.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände im Bereich der geplanten Schachthallenerweiterung weist keine nennenswerten Höhenunterschiede auf. Die mittlere Gebäudehöhe liegt bei NN + 98,60 m

Die Planung sieht einen $18,00 \times 24,14 \text{ m}^2$ großen und $18,00 \text{ m}$ hohen, nicht unterkellerten Erweiterungsbau vor. OK Erdgeschoßfußboden soll etwa auf Geländehöhe liegen.

3.4.2 Gründung

Wie die Rammogramme R14 und R15 (s. Anlage 6) zeigen, liegen die Schlagzahlen im wesentlichen über dem in Kap. 2.3 genannten Sollwert von $n = 6$ Schlägen je 10 cm Eindringtiefe.

Hier ist es ausreichend, die bis max. $1,9 \text{ m}$ unter OK Gelände anstehende Auffüllung auszukoffern und durch verdichteten Kiessand zu ersetzen (Durchführung wie in Kap. 3.2.2 beschrieben).

Nach Durchführung dieser gründungstechnischen Zusatzmaßnahme kann für die Bemessung der Fundamente eine zulässige Bodenpressung von

$$f_0 = 150 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit gemäß DIN 4017 müssen für die Fundamente folgende Mindestabmessungen eingehalten werden:

Streifenfundamente	min $b/t = 40/40 \text{ cm}$
Einzelfundamente	min $a/b/t = 60/60/40 \text{ cm}$

3.5 **Materialwirtschaft**

3.5.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände im Bereich der geplanten Materialwirtschaft ist relativ eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. $\text{NN} + 98,50 \text{ m}$.

Die Planung sieht eine $36,99 \times 78,99 \text{ m}^2$ große, $7,50 \text{ m}$ hohe, nicht unterkellerte Halle vor. Oberkante Erdgeschoßfußboden soll bei $\text{NN} + 98,70 \text{ m}$ liegen.

3.5.2 Gründung

Wie die Rammogramme R16 bis R23 (s. Anlage 7 und 8) zeigen, stehen im Bereich der geplanten Halle bis max. 2,90 m unter OK Gelände bzw. bis NN + 95,50 m Böden verminderter Tragfähigkeit an.

Unterhalb der Streifen- und Einzelfundamente ist ein Bodenaustausch bis NN + 95,50 m bzw. bis auf den bereichsweise höher anstehenden Kalkstein erforderlich. Im Bereich der Hallensohle kann ein druckverteilendes Kiessandpolster von ca. 1,0 m ausreichend sein. Wir empfehlen, hier einen Bodenaustausch bis NN + 97,50 m durchzuführen. Genaue Angaben können jedoch erst nach Vorlage eines Lastenplanes gemacht werden. Für die Ausführung des Bodenaustausches und die zulässigen Bodenpressungen sowie die erforderlichen Fundamentmindestabmessungen gilt das in Kap. 3.2.2 angegebene.

4. Schlußbemerkung

Nach Vorlage von Lasten- und Fundamentplänen wird das Setzungsverhalten der Bauwerke gemäß DIN 4019 überprüft.

Bearbeiter



Anlage 59

**ENDLAGER KONRAD
TAGESANLAGEN SCHACHT KONRAD 2**

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Zusammenfassung

Braunschweig, den 14.3.1986

Projekt-Nr. 1996

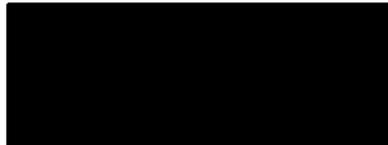
Sachbearbeiter:



PROJEKT: Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Salzgitter-Bleckenstedt

BAUHERR: Bundesrepublik Deutschland
vertreten durch den Präsidenten der PTB,
Braunschweig

ARCHITEKT:



STATIKER:



Unsere Projekt-Nr.: 1996

Unser Sachbearbeiter:



A. INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung	Seite 1
2.	Baugrund	2
2.1	Baugrunderkundung	2
2.2	Baugrundaufbau	2
2.3	Festigkeit des Baugrundes	4
2.4	Bodenklassen	4
2.5	Hydrologische Verhältnisse	5
2.6	Bergsenkungen im Bereich der Schachtanlage Konrad	6
2.7	Bodenkennwerte	6
3.	Gründung	7
3.1	Betriebshof	7
3.1.1	Baugelände und Bauwerk	7
3.1.2	Gründung	7
3.2	Umladeanlage	8
	A) Umladehalle	8
	B) Pufferhalle	10
	C) Sozial- Labor- und Bürobereich	11
	D) Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale	12
	E) Trocknungsanlagen, Sonderbehandlungsraum und Werkstatt	13
3.3	Förderturm und Schachthalle	15
3.3.1	Baugelände und Bauwerk	15
3.3.2	Gründung Förderturm und Schachthalle	16
3.4	Lüftergebäude und Diffusor	17
3.5	Pkw-Unterstellhalle	18
4.	Schlußbemerkung	19

B. ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage	1	Übersichtsplan
Anlage	2	Lageplan Tagesanlagen
Anlage	3	Lageplan Pufferhalle
Anlage	4	Lageplan PKW Unterstellhalle
Anlagen	5-14	Bodenprofile und Rammogramme
Anlage	15	Oberflächensenkung im Bereich der Schachtanlage Konrad
Anlagen	16-21	Körnungskurven
Anlagen	22-23	Bodenkennwerte

C. BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

- Lageplan (Gesamtübersicht) M 1:5000 vom 15.2.1985
- Lageplan (Tagesanlagen Schacht Konrad 2) M 1:500 vom 17.5.1984
- überarbeiteter und ergänzter Lageplan (Tagesanlagen Schacht Konrad 2) M 1:500 vom 29.1.1985
- Grundriß der Umladeanlage, Ebene $\pm 0,00$, M 1:200 vom 22.6.1984
- Grundriß der Umladeanlage, Ebene 15,00/+8,50, M 1:200 vom 13.6.1984
- Querschnitte und Längsschnitt durch die Umladeanlage, M 1:200, als Vorabzug ohne Datum
- Grundriß Betriebshof, M 1:200 vom 12.6.1984
- Schachtprofil Schacht Konrad 2, M 1:100
- Grundriß, Ansichten, Schnitte der Pkw-Unterstellhalle, M 1:200 vom 6.2.1985
- Grundwasserhöhenlinien im Bereich SZ-Beddingen, SZ-Bleckenstedt, SZ-Hallendorf von 1938 - 1942
- Fundamentlasten des Förderturms
- Bericht über den "Ablauf und die Ergebnisse der Eignungsuntersuchungen in der Schachtanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle", ausgeführt im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie vom Institut für Tieflagerung der GSF
- Baugrundgutachten zu Voruntersuchungen aus dem August 1983, [REDACTED]
- unsere Berichte [REDACTED] - 1968 vom 13.8.1984, [REDACTED] - 1984 vom 25.10.1984, [REDACTED] - 1982 vom 13.5.1985 und [REDACTED] - 1996 vom 11.12.1985
- Ergebnisse unserer Feld- und Laboruntersuchungen.

1. Veranlassung

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) plant, die Schachthanlage Konrad 2 in Salzgitter-Bleckenstedt zum Endlager für radioaktive Abfälle auszubauen. Um den Schacht Konrad 2 für diese Aufgabe nutzen zu können, muß eine neue Infrastruktur mit den dafür erforderlichen Tagesanlagen errichtet werden. Es ist geplant, im einzelnen folgende Gebäude neu zu errichten:

a) Betriebshof, bestehend aus:

- einem ca. $24 \times 10 \text{ m}^2$ großen, ca. 8 m hohen Lokschuppen
- einer ca. $44 \times 15 \text{ m}^2$ großen, ca. 6 m hohen Werkstatt- und Lagerhalle
- einem ca. $6 \times 24 \text{ m}^2$ großen, ca. 6 m hohen Friktionswindegebäude
- einer ca. $10 \times 24 \text{ m}^2$ großen, ca. 8 m hohen Halle für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garagen.

b) Umladeanlage, bestehend aus:

- einer ca. $108 \times 35 \text{ m}^2$ großen und ca. 16 m hohen, nicht unterkellerten Umladehalle
- einer ca. $67 \times 36 \text{ m}^2$ großen und ca. 9 m hohen, nicht unterkellerten Pufferhalle mit einem südöstlich anschließenden ca. $23 \times 28 \text{ m}^2$ großen und ca. 9 m hohen, nicht unterkellerten Anbau
- einem ca. $30 \times 35 \text{ m}^2$ großen und ca. 16 m hohen, zweigeschossigen, unterkellerten Gebäude mit Werkstatt, Sonderbehandlungsraum und Trocknungsanlagen für Bahn und Lkw. Das Gebäude schließt südlich an die Stahlbetonhalle an
- einem südwestlich an die Stahlbetonhalle angebauten, bereichsweise zweigeschossigen, nicht unterkellerten Gebäude als Sozial-, Labor- und Bürobereich (ca. $54 \times 22 \text{ m}^2$)
- einer nordwestlich an die Stahlbetonhalle angebauten eingeschossigen, teilunterkellerten Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale (ca. $36 \times 22 \text{ m}^2$)

c) Förderturm mit Schachthalle, bestehend aus:

- einem 6 m tiefen, ca. $19 \times 21 \text{ m}^2$ großen Schachtkeller
- einer ca. $31 \times 31 \text{ m}^2$ großen, ca. 40 m hohen Schachthalle und
- dem Förderturm

d) Lüftergebäude und Diffusor mit dem Abwetterkanal
zwischen Schachtkeller und Lüftergebäude

e) Pkw-Unterstellhalle

ca. 300 - 400 m nordöstlich der anderen Tagesanlagen.

Weitere Einzelheiten sind dem Übersichtsplan auf der **Anlage 1** und den Lageplänen auf den **Anlagen 2 - 4** zu entnehmen.

Wir wurden beauftragt, den Baugrund zu erkunden und zur Gründung der geplanten Gebäude beratend Stellung zu nehmen.

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Zur Baugrunderkundung wurden von unserem Institut im Mai, Juni und Juli 1984 im Bereich der ursprünglich geplanten Tagesanlagen, d.h. ohne die Pkw-Unterstellhalle und ohne die Pufferhalle, insgesamt 30 Sondierbohrungen bis max. 13 m unter OK Gelände abgeteuft. Im März 1985 wurden weitere 9 Sondierbohrungen im Bereich der geplanten Pkw-Unterstellhalle bis max. 9,0 m unter OK Gelände und im November 1985 nochmals 7 Sondierbohrungen im Bereich der geplanten Pufferhalle abgeteuft. Zur Prüfung der Festigkeit des Baugrundes wurden neben den Sondierbohrungen und an vier weiteren Stellen Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Sondierbohrungen und Rammsondierungen sind in den Lageplänen auf den **Anlagen 2 - 4** eingetragen.

2.2 Baugrundaufbau

Die Bodenprofile sind nach unserer kornanalytischen Probenbewertung höhengerecht auf den **Anlagen 5 - 10** (Tagesanlagen ohne Pufferhalle und Pkw-Unterstellhalle), **Anlage 11** (Pufferhalle) und auf den **Anlagen 12 - 14** (Pkw-Unterstellhalle) aufgetragen. Als Höhenbezugspunkt wurde für die Bodenprofile auf den **Anlagen 5 - 11** mit NN + 90,15 m ein Kanaldeckel auf dem Baugelände angenommen. Die Bodenprofile auf den **Anlagen 12 - 14** (Pkw-Unterstell

halle) wurden auf BN \pm 0,00 (ca. OK Fertigfußboden EG) bezogen. Rechts neben den Bodenprofilen sind die natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben und die Glühverluste der organisch verunreinigten Böden vermerkt, die ein wesentliches Merkmal für die Beurteilung dieser Bodenschichten darstellen.

Danach läßt sich der Baugrundaufbau für den Zeitpunkt der Untersuchungen und für die einzelnen Aufschlußstellen vereinfacht wie folgt beschreiben:

Tagesanlagen Schacht Konrad 2 (ohne Pkw-Unterstellhalle)

Die obere Deckschicht des Baugeländes wird von einer **Auffüllung** und von **auffüllverdächtigen Schichten** aus Schluffen, Sanden, Löß- und Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel gebildet. Die Mächtigkeit dieser Deckschicht reicht bis max. 5,7 m unter OK Gelände. Darunter stehen bis über die Endbohrtiefe hinaus **Schluffe**, **Schluff-Sand-Gemische** (Löß über Geschiebemergel) und **Sande** an.

Die Lage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sind den Bodenprofilen auf den Anlagen 5 - 11 zu entnehmen.

Pkw-Unterstellhalle

Die obere Deckschicht des Baugeländes wird im östlichen Bereich von einer **Auffüllung aus Kiesen und Sanden** gebildet. Im westlichen Bereich wird diese Auffüllung noch durch eine **jüngere Auffüllung aus stark humosen Schluffen** (Schlammteichfüllung) überlagert. Im Nordzipfel des Baugeländes wurde als obere Deckschicht **Mutterboden** angetroffen. Diese Deckschichten erreichen Mächtigkeiten zwischen 0,7 m (Mutterboden, Sondierung S44) und 4,5 m (Schlammteichfüllung + Sandauffüllung, Sondierung S49). Unter den Auffüllungen wurden von oben nach unten **Lößlehm**, **Geschiebelehm** und **Sande** unterschiedlicher Kornzusammensetzung erbohrt. Darunter steht bis über die Endbohrtiefe hinaus **kalkiger Mergel**, der Kornzusammensetzung nach ein Schluff-Sand-Kies-Gemisch, an.

Die Lage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sind den Bodenprofilen auf den Anlagen 12 - 14 zu entnehmen.

2.3 Festigkeit des Baugrundes

Rammsondierungen geben einen Anhalt über die Festigkeit des Baugrundes. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammdiagramme auf den Anlagen 2 bis 7 neben den Bodenprofilen aufgetragen. Aus den Rammdiagrammen können die Schlagzahlen abgelesen werden, die erforderlich waren, den Sondierstab mit konstanter Schlagenergie jeweils 10 cm tiefer in den Baugrund zu rammen. Bei der verwendeten Ramme (mittelschwere Rammsonde, Rammgewicht 300 N, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) und den angetroffenen Böden entsprechen erfahrungsgemäß Schlagzahlen von $n \approx 6$ je 10 cm Stabeindringung einer ausreichenden Festigkeit des Bodens.

Wie die Rammdiagramme zeigen, liegen die Schlagzahlen im Bereich der geplanten Pkw-Unterstellhalle in der Schlammteichauffüllung sowie teilweise in den aufgefüllten Sanden und in den oberen Zonen des Lößlehms unter dem o.a. Sollwert und weisen hier Böden nicht ausreichender bzw. nur bedingter Tragfähigkeit nach.

Im Bereich der anderen Tagesanlagen liegen die Schlagzahlen im nordöstlichen Teil des Baugrundstücks bis ca. 3,0 m und in den südwestlichen Bereichen bis max. 6,3 m (Pufferhalle) unter OK Gelände unter dem o.g. Sollwert und weisen bis in diesen Tiefen Zonen nicht ausreichender bzw. abgeminderter Tragfähigkeit nach.

Die Bereiche nur bedingter bzw. nicht ausreichender Festigkeit sind in den Rammdiagrammen gekennzeichnet.

2.4 Bodenklassen

Für die Erdarbeiten sind gemäß DIN 18300 folgende Bodenklassen auszu-schreiben:

Pkw-Unterstellhalle

Mutterboden	Klasse 1
Schlammteichauffüllung	Klasse 4*
Auffüllung Sande	Klasse 3
Lößlehm	Klasse 4*
Geschiebelehm	Klasse 4

* Diese Böden können unter Einfluß von Wasser in einen breiigen Zustand übergehen und sind dann der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

Übrige Tagesanlagen

Auffüllung	Klasse 3/4
Sande	Klasse 3
Schluffe	Klasse 4

2.5 Hydrologische Verhältnisse

Neben den Bodenprofilen sind die bei den Feldarbeiten eingemessenen Wasserstände eingetragen.

Danach wurde das Grundwasser auf dem Baugrundstück der geplanten Pkw-Unterstellhalle im März 1985 zwischen 3,17 m und 5,51 m unter OK Gelände, d.h. relativ einheitlich zwischen BN - 5,54 m und BN - 5,69 m angetroffen. Damit ist das Grundwasser für die geplante Parkpalette ohne Bedeutung.

Bei den übrigen Tagesanlagen wurde das Grundwasser im Mai und Juni 1984 im südwestlichen Bereich des Baugeländes (Sondierungen 1 - 18) zwischen 2,46 m und 3,80 m unter OK Gelände angetroffen, d.h. zwischen NN + 86,28 m und NN + 87,33 m. Im nordöstlichen Bereich wurde das Grundwasser zwischen 5,56 m und 5,83 m unter OK Gelände angetroffen, d.h. relativ einheitlich zwischen NN + 84,50 m und NN + 84,76 m.

Bei den im November 1985 im Bereich der Pufferhalle durchgeführten Feldarbeiten wurde das Grundwasser zwischen 3,80 m und 4,34 m unter OK Gelände, d.h. relativ einheitlich zwischen NN + 85,53 m und NN + 85,98 m angetroffen.

2.6 Bergsenkungen im Bereich der Schachanlage Konrad

Wie in dem Bericht über den "Ablauf und die Ergebnisse der Eignungsuntersuchungen in der Schachanlage Konrad für die Endlagerung radioaktiver Abfälle" ausgeführt wird, beträgt das Senkungsvolumen heute, nachdem die Gebirgsbewegungen als Folge des eingestellten Erzgewinnungsbetriebes zum Großteil abgelaufen sind, etwa ein Drittel des bisher erstellten untertägigen Hohlraumvolumens. Die noch zu erwartenden Restbewegungen werden nur noch geringe Beträge erreichen, die sich der Meßgenauigkeit geodätischer Verfahren annähern.

Die Oberflächensenkung bis zum Mai 1981 ist auf der Anlage 15 dargestellt. Wie die Linien gleicher Oberflächensenkung zeigen, betragen die Senkungsunterschiede im Bereich des Baugebietes Schacht Konrad 2 max. 1 cm auf 200 m Länge. Die noch zu erwartenden Senkungen bzw. Senkungsunterschiede werden noch wesentlich geringer sein. Damit sind die noch zu erwartenden Oberflächensenkungen für die geplanten Gebäude ohne Bedeutung.

2.7 Bodenkennwerte

Die notwendigen bodenphysikalischen Kennziffern wurden stichprobenweise durch Laboruntersuchungen an repräsentativen Bodenproben ermittelt. Die Ermittlung der Grundkennziffern beschränkte sich auf die Feststellung der natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben, der Glühverluste der organisch verunreinigten Böden und der Kornzusammensetzung charakteristischer Proben durch Siebanalysen. Die Ergebnisse sind rechts neben den Bodenprofilen und als Körnungskurven auf den Anlagen 16 - 21 aufgetragen. Alle übrigen Bodenkennwerte konnten aufgrund dieser orientierenden Versuche und der Ergebnisse der Rammsondierungen ausreichend sicher geschätzt werden. Sie sind den Anlagen 22 und 23 zu entnehmen.

3. Gründung

3.1 Betriebshof

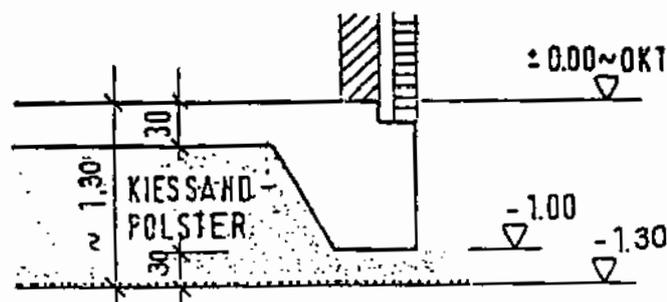
3.1.1 Baugelände und Bauwerk

Das Baugelände im Bereich des geplanten Betriebshofes ist relativ eben und weist keine nennenswerten Höhenunterschiede auf. Die mittlere Geländehöhe liegt bei NN + 89,80 m. Etwa auf dieser Höhe soll auch OK Erdgeschoßfußboden der geplanten Gebäude liegen.

Die Planung sieht vier eingeschossige, nicht unterkellerte Stahlhallen (Lokschuppen, Lager und Werkstatt, Friktionswinde und eine Halle für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garage) vor. Die tragende Konstruktion wird als Zweigelenkrahmen ausgebildet. Die Ausfachung der Außenwände soll in zweischaligem Mauerwerk erfolgen.

3.1.2 Gründung

Wie die Rammdiagramme R1 - R7 (s. Anlage 5) zeigen, stehen im Bereich der geplanten Hallen bis ca. 5,5 m unter OK Gelände Böden nicht ausreichender bzw. abgeminderter Tragfähigkeit an. Aufgrund der relativ geringen Bauwerkslasten ist es im vorliegenden Fall nicht erforderlich, den Baugrund bis 5,5 m unter OK Gelände zu sanieren. Wir empfehlen, die Stahlhallen auf einer 30 cm dicken geschlossenen Stahlbetonbodenplatte zu gründen und unterhalb der Platte ein 1,0 m dickes lastverteilendes Kiessand-Polster anzuordnen.



Die Stahlbetonbodenplatte kann nach dem Bettungsmodulverfahren bemessen werden. Hierfür kann eine Bettungsziffer von

$$C = 5 \text{ N/cm}^3$$

zugrunde gelegt werden.

3.2 Umladeanlage

Die geplante Umladeanlage besteht aus der Pufferhalle, der Umladehalle, dem Sozial-, Labor- und Bürobereich, der Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale sowie einem südwestlichen an die Umladehalle angrenzenden Anbau mit Trocknungsanlagen, Sonderbehandlungsraum und Werkstatt. Die mittlere Geländehöhe liegt bei NN + 90,10 m. Nennenswerte Höhenunterschiede sind nicht vorhanden.

A) Umladehalle

Bauwerk

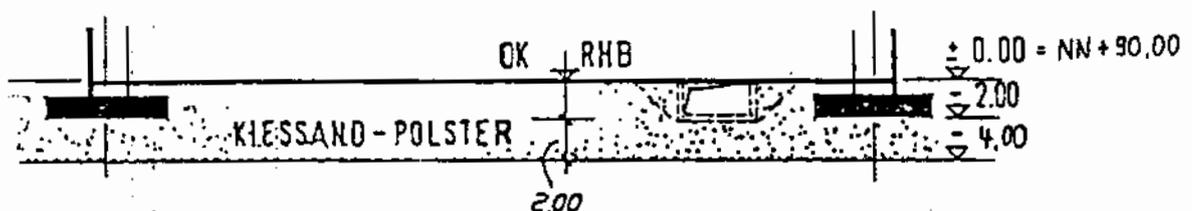
Die Umladehalle ist als einschiffige, ca. 108 m lange, ca. 35 m breite und ca. 16 m hohe, nicht unterkellerte Stahlbetonhalle geplant. OK Erdgeschoßfußboden ist bei NN + 90,00 m vorgesehen. Die Hallenstützen (Stützenabstand = 6,0 m) sollen auf durchgehenden, ca. 6,0 m breiten Streifenfundamenten gegründet werden. Die Abmessungen der Fundamente resultieren aus der erforderlichen Kippsicherheit. UK Fundament ist 2,0 m unter OK Erdgeschoßfußboden bei NN + 88,00 m vorgesehen. Die Bodenpressungen ergeben sich zu

$$\begin{aligned}\sigma_o &= 150 \text{ kN/m}^2 && \text{(ohne Erdbebenlastfall)} \\ \sigma_o &= 350 \text{ kN/m}^2 && \text{(mit Erdbebenlastfall)}\end{aligned}$$

Gründung

Wie die Rammdiagramme (R11 bis R26) zeigen, stehen im Bereich der Umladehalle bereichsweise direkt unterhalb der Gründungssohle Böden verminderter Tragfähigkeit an. Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt unterhalb der Gründungssohlen max. 3,2 m (Sondierung R17).

Die geplante Flachgründung kann hier erst nach Durchführung von gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden. Wir empfehlen, einen Bodenaustausch vorzunehmen. Dabei sollten die nicht tragfähigen Schichten ganzflächig bis NN + 86,00 m (= 2 m unter Fundamentunterkante) ausgekoffert und gegen verdichteten Kiessand ersetzt werden.

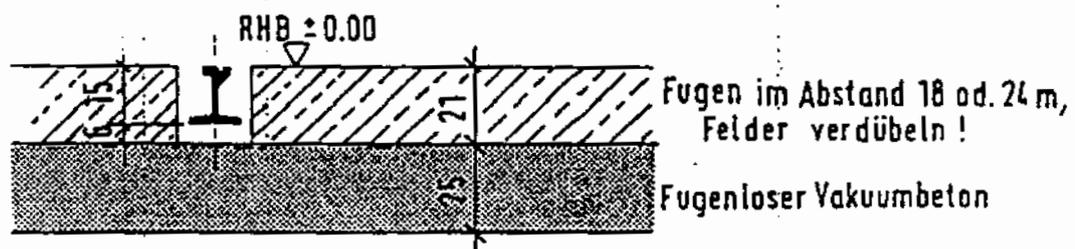


beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung von 45° zu berücksichtigen, d.h. die Auskofferung muß allseitig um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über den Grundriß der auszukoffernden Fläche hinaus erfolgen. Als Austauschmaterial ist ein kornabgestufter Kiessand der Körnung 0/32 mm lagenweise in max. 50 cm dicken Schichten einzubauen. Die Verdichtung sollte mit einem schweren Flächenrüttler (AT 6000 o.ä.) in wenigstens zwei Übergängen erfolgen. Es kann auch eine schwere Rüttelwalze verwendet werden. In diesem Fall sollte die Verdichtung in wenigstens drei Übergängen erfolgen.

Wir empfehlen, die erreichte Verdichtung durch uns überprüfen zu lassen. Es ist ein Verdichtungsgrad (Proctordichte) von $D_{pr} = 100\%$ zu erreichen.

Der **Hallenfußboden** muß rissefrei sein und soll an eventuellen Fugen wegen der Befahrbarkeit keine unterschiedlichen Setzungen aufweisen. Schwindrisse in der Bodenplatte können durch relativ kleine Plattenfelder, d.h. durch viele Fugen, verhindert werden. An den Fugen sind jedoch aufgrund von Pumpbewegungen der Platte infolge Befahrens mit schweren Fahrzeugen unterschiedliche Setzungen nicht auszuschließen, d.h. um unterschiedliche Setzungen zu vermeiden, sollte die Platte möglichst keine Fugen haben.

Um beide Forderungen in Einklang zu bringen, empfehlen wir, eine doppelte Bodenplatte gemäß folgender Skizze auszubilden.



Die untere 25 cm dicke Platte aus fugenlosem Vakuumbeton verhindert unterschiedliche Setzungen und die obere 21 cm dicke bewehrte Stahlbetonplatte erhält im Abstand von 18 m oder 24 m Fugen und gewährleistet so die

Risikofreiheit der Plattenoberfläche. Eine zusätzliche Sicherheit gegen unterschiedliche Setzungen stellt die Verdübelung in den Rügen der oberen Platte dar.

B) Pufferhalle

Bauwerk

Die Pufferhalle ist als ca. 67 m lange, ca. 36 m breite und ca. 9 m hohe, nicht unterkellerte Stahlbetonhalle geplant. Südöstlich schließt ein ca. 23 x 28 m² großer, ebenfalls ca. 9 m hoher, nicht unterkellertes Anbau an. OK Erdgeschoßfußboden ist bei etwa NN + 90,00 m vorgesehen.

Gründung

Nach Angaben des Statikers sollen die Hallenstützen, wie bei der benachbarten Umladehalle, auf durchgehenden Streifenfundamenten gegründet werden. UK der Fundamente soll 1,5 m bis 2,0 m unter OK Erdgeschoßfußboden, d.h. zwischen NN + 88,00 m und NN + 88,50 m liegen. Damit verbleiben unterhalb der Gründungssohlen Böden verminderter Tragfähigkeit. Diese Schichten reichen bis max. NN + 83,40 m (Sondierung R38).

Die geplante Flachgründung kann erst nach Durchführung von gründungstechnischen Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden. Wir empfehlen, wie bei der benachbarten Umladehalle, einen Bodenaustausch vorzunehmen. Dabei sollten die nicht tragfähigen Schichten unter den Fundamenten bis NN + 85,00 m (1,0 m tiefer als bei der benachbarten Umladehalle) ausgekoffert und gegen verdichteten Kiessand ersetzt werden.

Unter dem Hallenfußboden ist ein Bodenaustausch bis NN + 86,00 m (wie bei der Umladehalle) ausreichend.

Nach Durchführung des Bodenaustausches bis NN + 85,00 m kann für die Bemessung der Fundamente eine Bodenpressung von

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= 150 \text{ kN/m}^2 && \text{(ohne Erdbebenlastfall)} \\ \sigma_0 &= 350 \text{ kN/m}^2 && \text{(mit Erdbebenlastfall)} \end{aligned}$$

zugelassen werden.

C) **Sozial-, Labor- und Bürobereich**

Bauwerk

Der nicht unterkellerte, bereichsweise zweigeschossige Sozial-, Labor- und Bürobereich ist westlich an die Umladehalle anschließend geplant. Die Grundfläche soll ca. $22 \times 54 \text{ m}^2$ betragen. Davon sind ca. $24 \times 12 \text{ m}^2$ zweigeschossig vorgesehen. Die geplante Gebäudehöhe beträgt im eingeschossigen Bereich ca. 5,0 m und im zweigeschossigen Bereich ca. 9,0 m. OK Erdgeschoßfußboden soll bei NN + 90,00 m liegen. Damit liegen die Gründungssohlen für die Außenfundamente ca. 1,0 m tiefer bei NN + 89,00 m und für die Innenfundamente ca. 0,5 m tiefer bei NN + 89,50 m.

Gründung

Die Gründung für diesen Gebäudebereich wird, wie bei der Umladehalle, durch die bereichsweise bis 3,2 m unter Gründungssohle anstehenden Böden verminderter Tragfähigkeit bestimmt. Wir empfehlen, vor Ausführung der geplanten Flachgründung (Gründungssohle innen bei ca. NN + 89,50 m und außen bei ca. NN + 89,00 m) einen Bodenaustausch bis 2,0 m unter Gründungssohle, d.h. bis NN + 87,00 m vorzunehmen. Für die Ausrichtung des Bodenaustausches gilt das im Kapitel 3.2.2.A (Umladehalle) Gesagte sinngemäß. Nach Durchführung des Bodenaustausches kann für die Bemessung der Streifen- und Einzelfundamente eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit gemäß DIN 4017 müssen für die Fundamente folgende Mindestabmessungen eingehalten werden:

Streifenfundamente:

min b/t = 40 / 40 cm

Einzelfundamente:

min a/b/t = 50 / 50 / 30 cm

D) Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale

Bauwerk

Die teilunterkellerte, eingeschossige Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale soll sich nördlich des Sozial-, Labor- und Bürobereiches westlich an die Umladehalle anschließen. Die Grundfläche beträgt ca. $22 \times 36 \text{ m}^2$. Davon sind ca. $10 \times 18 \text{ m}^2$ unterkellert. OK Erdgeschoßfußboden soll im Bereich der Heizungs- und Lüftungszentrale bei NN + 88,80 m und in den restlichen Bereichen bei NN + 90,00 m liegen. Damit ergeben sich folgende Gründungssohlen:

	Außenfundamente	Innenfundamente
Heizungs- und Lüftungszentrale	NN + 87,80 m	NN + 88,30 m
Elektrozentrale nicht unterkellertes Bereich	NN + 89,00 m	NN + 89,50 m
Elektrozentrale unterkellertes Bereich	NN + 87,20 m	ca. NN + 87,20 m

Gründung

Für die nicht unterkellerten Bereiche ist hier ebenfalls ein Bodenaustausch bis NN + 87,00 m erforderlich. Nach Durchführung des Bodenaustausches (Ausführung wie in Kap. 3.2.2.A beschrieben) kann für die Bemessung der Einzel- und Streifenfundamente eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Die im Kapitel 3.2.2.B angegebenen Mindestabmessungen sind einzuhalten. Höhendifferenzen in den Gründungssohlen (Anschluß zum unterkellerten Bereich) müssen bei Streifenfundamenten durch Abtreppung der Fundamente unter einer Neigung von mindestens 1:2, etwa in Stufen von 50:100 cm, bei Einzelfundamenten durch entsprechende Tieferführung angepaßt werden. Die Abtreppung bzw. Tieferführung kann durch Magerbeton erfolgen.

Hochliegende Streifenfundamente können bei entsprechender konstruktiver Ausbildung freitragend auf die Kellerwände aufgelegt werden.

Im unterkellerten Bereich erreicht die Gründungssohle überall ausreichend tragfähigen Baugrund. Für die Bemessung der Streifen- und Einzelfundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit gemäß DIN 4017 müssen für die Fundamente folgende Mindestabmessungen eingehalten werden:

Streifenfundamente	min b/t = 60 / 50 cm
Einzelfundamente	min a/b/t = 80 / 80 / 40 cm

Bei Ausführung einer geschlossenen Stahlbetonbodenplatte als Kellersohle braucht die Fundierung nicht als biegesteife Platte bemessen zu werden. Wir empfehlen in diesem Fall eine Bemessung auf der Basis von ideellen Streifen- und Einzelfundamenten. Für die Bemessung der Fundamente kann ebenfalls eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 200 \text{ kN/m}^2$$

angenommen werden. Für die Bemessung der geschlossenen Bodenplatte zwischen den ideellen Streifen- und Einzelfundamenten empfehlen wir, eine biegende Pressung von 20 % der mittleren Bauwerkspressung (Gesamtlast des Gebäudebereiches geteilt durch die Fläche der Bodenplatte) anzunehmen.

E) Trocknungsanlagen, Sonderbehandlungsraum und Werkstatt

Bauwerk

Geplant ist ein zweigeschossiges, teilunterkellertes $35 \times 30 \text{ m}^2$ großes Gebäude, das sich direkt an den Südgiebel der Umladehalle anschließt. Die Gebäudehöhe soll, wie bei der Umladehalle, ca. 16 m betragen. OK Erdge-

schoßfußboden ist bei NN + 90,00 m vorgesehen. Für den nicht unterkellerten Bereich liegen die Gründungssohlen, wie bei der Umladehalle, bei NN + 88,00 m. Die Gründungssohle des Kellers soll ca. 6 m unter OK Erdgeschoßfußboden, d.h. bei NN + 84,00 m liegen.

Gründung

Die nicht unterkellerten Bereiche können in Anlehnung an Kap. 3.2.2.A (Umladehalle) auf einen ca. 2,0 m mächtigen Bodenaustausch (UK Bodenaustausch = NN + 86,00 m) flach gegründet werden. Für die Bemessung der Einzelfundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma_o = 400 \text{ kN/m}^2$$

angenommen werden. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit dürfen die Fundamente nicht kleiner als

$$\text{min a/b/t} = 120/120/50 \text{ cm}$$

sein. Bei der Bemessung von Streifenfundamenten kann in Abhängigkeit von den Lasten folgende Bodenpressung zugrunde gelegt werden:

$q < 120 \text{ kN/m}$	$\sigma_o = 200 \text{ kN/m}^2$	min b/t = 40/40 cm
$120 \text{ kN/m} \leq q \leq 230 \text{ kN/m}$	$\sigma_o = 250 \text{ kN/m}^2$	min b/t = 60/40 cm
$230 \text{ kN/m} \leq q \leq 330 \text{ kN/m}$	$\sigma_o = 300 \text{ kN/m}^2$	min b/t = 90/40 cm
$330 \text{ kN/m} \leq q \leq 450 \text{ kN/m}$	$\sigma_o = 350 \text{ kN/m}^2$	min b/t = 110/40 cm
$450 \text{ kN/m} < q$	$\sigma_o = 400 \text{ kN/m}^2$	min b/t = 130/40 cm

Im unterkellerten Bereich erreicht die Gründungssohle (ca. bei NN + 84,00 m) überall den tragfähigen Baugrund. Bedingt durch den Grundwasserstand bis NN + 86,00 m (s. unten), ist für das Kellergeschoß die Ausbildung einer Wanne erforderlich. Aufgrund der Wannenausbildung ist eine geschlossene Bodenplatte vorgegeben. Die Fundierung braucht nicht als biegesteife Platte bemessen zu werden. Wir empfehlen eine Bemessung auf der Basis von ideellen Streifen- und Einzelfundamenten. Für die Bemessung der Fundamente kann eine Bodenpressung von

$$\sigma_0 = 400 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Für die Bemessung der geschlossenen Bodenplatte zwischen den ideellen Streifen- und Einzelfundamenten empfehlen wir, eine biegende Pressung von 20 % der mittleren Bauwerkspressung anzunehmen. U.U. kann auch die Belastung aus Auftrieb für die Bemessung maßgebend sein.

Im Bereich der geplanten Trocknungsanlagen, Werkstätten und Sonderbehandlungsraum wurde das Grundwasser zwischen NN + 86,47 m und NN + 86,91 m angetroffen (RS9 bis RS13).

In niederschlagsreichen Jahreszeiten kann dieser Grundwasserspiegel noch ansteigen. Im Bereich des Schachtkellers wurde das Grundwasser wesentlich tiefer bei ca. NN + 84,50 m festgestellt (RS25). Um die statische Beanspruchung der Kellerwände aufgrund drückenden Wassers abzumindern, empfehlen wir, den höheren Grundwasserspiegel im Werkstättenbereich durch eine Ringdrainage und Drainagegräben (UK Drainagegräben = NN + 85,50 m) unter der Umladehalle mit dem tieferliegenden Wasserspiegel im Schachtkellerbereich zu verbinden und dadurch abzusenken. Bei der Bemessung des Kellergeschosses kann dann der höchste Grundwasserstand mit

NN + 86,00 m

angenommen werden.

3.3 Förderturm und Schachthalle

3.3.1 Baugelände und Bauwerk

Die Geländehöhe im Bereich des Förderturms und der Schachthalle liegt bei NN + 90,30 m. Geplant ist eine ca. 22 x 32 m² große und ca. 40 m hohe Stahlhalle. Für die Halle ist eine Teilunterkellerung von ca. 22 x 20 m² (Förderturbereich) vorgesehen. OK Erdgeschoßfußboden soll bei

NN + 90,00 m und OK Kellersohle 6 m tiefer bei NN + 84,00 m liegen. Vom Schachtkeller ist ein Abwetterkanal (OK Kanalsohle bei NN + 84,50 m) zum Diffusor geplant.

3.3.2 Gründung Förderturm und Schachthalle

Im unterkellerten Bereich erreichen die Gründungssohlen überall gut tragfähigen Baugrund. Für den Schachtkeller ist aufgrund des Grundwasserstandes die Ausbildung einer Wanne und damit einer geschlossenen Stahlbetonbodenplatte vorgesehen. Unter den Förderturmlasten sind Plattenverstärkungen geplant.

Die Platte kann auf der Basis von ideellen Streifen- und Einzelfundamenten bemessen werden. Dabei ergeben sich die maximalen Bodenpressungen nach Angabe des Statikers zu ca.

$$\sigma_0 = 500 \text{ kN/m}^2$$

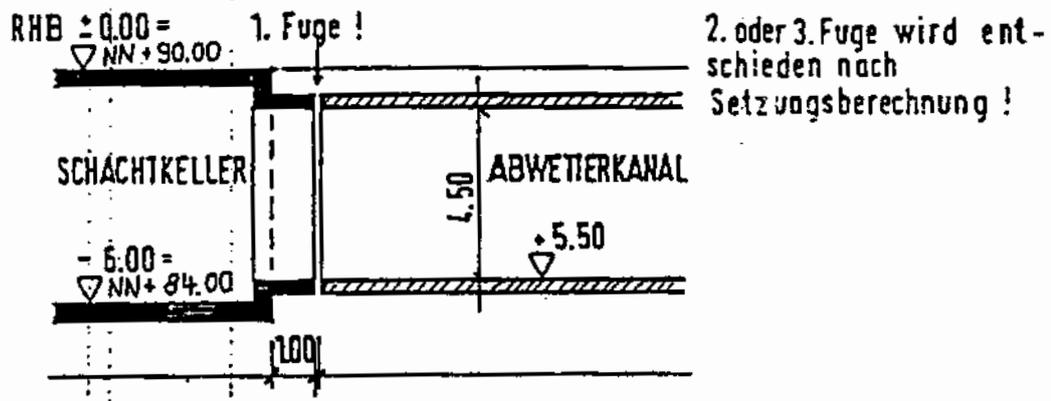
Gegen diese Bodenpressungen bestehen aus bodenmechanischer Sicht bei der vorgesehenen Tiefenlage der Gründungssohle (NN + 84 m) keine Bedenken.

Für die Bemessung der geschlossenen Bodenplatte zwischen den ideellen Streifen- und Einzelfundamenten empfehlen wir, eine biegende Pressung von 20 % der mittleren Bauwerkspressung anzunehmen. U.U. kann auch die Belastung aus Auftrieb für die Bemessung maßgebend sein.

Der Abstand der neuen Förderturmfundamente zum vorhandenen Schacht ist ausreichend groß. Gründungstechnische Zusatzmaßnahmen zur Aufnahme des Erddrucks sind nicht erforderlich.

Wir empfehlen, die Fuge zwischen dem vorhandenen Schacht und der neuen Schachtanlage durch eine Ringdrainage gegen Grundwasser zu sichern.

Zwischen dem Schachtkeller und dem anschließenden Abwetterkanal müssen zur Überbrückung der großen Setzungsunterschiede Setzungsfugen angeordnet werden. Die Anzahl und Anordnung der Setzungsfugen wird nach Durchführung der Setzungsberechnungen angegeben. (Der für die Setzungsberechnungen erforderliche Lastenplan liegt und noch nicht vor.)



Wir empfehlen, die Fugen durch Fugenbänder und Drainagen gegen Grundwasser zu sichern.

Beim nicht unterkellerten Bereich der Schachthalle handelt es sich nach Angabe des Statikers um eine leichte Stahlkonstruktion mit einer Außenhaut aus Trapezblechen. Es ist geplant, den nicht unterkellerten Schachthallenteil durch eine Setzungsfuge vom unterkellerten Bereich zu trennen. Bei dieser Konstruktion ist ein lastverteilendes Polster von ca. 1,0 m Mächtigkeit unterhalb der Fundamente ausreichend. Dieses ist, wie die Sondierungen RS25 und RS26 zeigen, nicht durchgehend vorhanden. Wir empfehlen, unter dem nicht unterkellerten Schachthallenteil einen Bodenaustausch bis NN + 88,00 m durchzuführen.

3.4 Lüftergebäude und Diffusor

Zu diesem Gebäudekomplex liegen uns noch keine Planunterlagen vor. Nach Angaben des Statikers ist das geplante Gebäude vollunterkellert. OK Keller-sole soll bei ca. NN + 84,00 m liegen. Bei dieser Tiefenlage der Gründungs-sole kann eine Flachgründung ohne gründungstechnische Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden. Zu den Einzelheiten wird nach Vorlage der Planunterlagen in einen 2. Bericht Stellung genommen.

3.5 Pkw-Unterstellhalle

Oberkante Erdgeschoßfußboden der geplanten Pkw-Unterstellhalle soll ca. bei BN $\pm 0,00$ m liegen. Die Fundamentunterkanten liegen ca. 1,0 m tiefer bei BN - 1,00 m. Damit liegen die Gründungssohlen bereichsweise in den aufgefüllten Sanden, der weichen organischen Schlammteichverfüllung oder noch bis zu ca. 1,5 m über dem z.Zt. vorhandenen Geländeniveau.

Bei diesen Gegebenheiten empfehlen wir, das gesamte Baugelände bis BN - 2,60 m, jedoch mindestens bis Unterkante Schlammteichfüllung bzw. Unterkante Mutterboden auszukoffern und mit gut verdichtungsfähigem Kies-sand wiederzufüllen bzw. aufzuhöhen. Für die Durchführung des Bodenaustausches gilt sinngemäß Kap. 3.2.2.A. Vor Beginn der Wiederverfüllung müssen die sandigen Bereiche der Aushubsohle nachverdichtet werden.

Auf dem Austauschboden kann eine normale Flächengründung auf Streifen- und Einzelfundamenten vorgenommen werden. Für die Bemessung der Fundamente kann eine zulässige Bodenpressung von

$$\sigma'_0 = 200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden.

Bei der Bemessung der Fundamente dürfen folgende Mindestabmessungen zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit nicht unterschritten werden:

$$\text{min } b = 60 \text{ cm}$$

$$\text{min } t = 50 \text{ cm}$$

oder bei größerer Einbindetiefe (z.B. frostfreie Außenfundamente)

$$\text{min } b = 30 \text{ cm}$$

$$\text{min } t = 70 \text{ cm}$$

Die Mindesteinbindetiefe t gilt ab OK Rohfußboden. Das Fundamenteigengewicht kann bei der Bemessung vernachlässigt werden.

4. **Schl u ß b e m e r k u n g**

Wenn sich bei der weiteren Planung oder Bauausführung gründungstechnische oder bodenmechanische Fragen ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Bearbeiter

[REDACTED]

[REDACTED]

An die
DBF

[REDACTED]

[REDACTED]

25.9.1987 - [REDACTED] - 2045

Betr.: Endlager Schachanlage Konrad
hiers Gleisanlagen Schacht Konrad 2
Bezug: Ihre Bestell-Nr. 87.4740, Kostenträger-Nr. 251
5 Anlagen

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG UND GRÜNDUNGSBERATUNG

1. Veranlassung

Es ist geplant, die Schachanlage Konrad 2 in Salzgitter-Bleckenstedt zum Endlager für radioaktive Abfälle auszubauen. Um den Schacht Konrad für diese Aufgabe nutzen zu können, muß eine neue Infrastruktur mit den dafür erforderlichen Tagesanlagen errichtet werden. In diesem Bericht wird zum Baugrund und zur Gründung der geplanten Gleisanlagen im Bereich des Schachtes Konrad 2 beratend Stellung genommen.

An Bearbeitungsunterlagen stehen zur Verfügung:

- Lageplan, M 1:1000
- Pegelquerschnittzeichnungen (Regelquerschnitte 4-4, 5-5 und 7-7), M 1:50, 1:5
- unsere Berichte [REDACTED] - 1968 vom 13.8.1984 und [REDACTED] - 1996 vom 11.12.1985 und 1996 vom 14.3.1986
- Ergebnisse unserer Feld- und Laboruntersuchungen.

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Zur Baugrunderkundung wurden von unserem Institut im September 1987 insgesamt 5 Sondierbohrungen bis max. 6,0 m unter OK Gelände abgeteuft. Zur Prüfung der Festigkeit des Baugrundes wurden neben den Sondierbohrungen Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde durchgeführt. Zur Ergänzung dieser Bodenaufschlüsse wurden die Ergebnisse von Sondierbohrungen und Rammsondierungen im Bereich der Umladeanlage, der Pufferhalle, der Schachthalle und des Lokschuppens aus den Jahren 1984 und 1985 aus unseren Archivunterlagen herangezogen.

Die Ansatzpunkte der Sondierbohrungen und Rammsondierungen sind im Lageplan auf der Anlage I eingetragen. Die bei den Sondierbohrungen entnommenen Bodenproben wurden in unserem Laboratorium bodenmechanisch untersucht.

2.2 Baugrundaufbau

Die Bodenprofile sind nach unserer kornanalytischen Probenbewertung höhengerecht auf den Anlagen 2 - 4 aufgetragen. Als Höhenbezugspunkt wurde mit NN + 90,03 m ein Kanaldeckel in der südwestlich des Baugeländes verlaufenden Werksstraße angenommen (s.a. Lageplan auf der Anlage I). Rechts neben den Bodenprofilen sind die natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben und die Glühverluste der organisch verunreinigten Böden vermerkt, die ein wesentliches Merkmal für die Beurteilung dieser Bodenschichten darstellen. Danach läßt sich der Baugrundaufbau für die einzelnen Aufschlußstellen und den Zeitpunkt der Untersuchungen vereinfacht wie folgt beschreiben:

Die obere Deckschicht des Baugeländes wird von einer Auffüllung und von auffüllverdächtigen Schichten aus Sanden, Schluffen und Schluffsandem gebildet. Die Mächtigkeit dieser Deckschicht reicht bis max. 5,0 m (i.M. ca. 3,0 - 3,5 m) unter Oberkante Gelände. Darunter stehen im nordöstlichen Bereich des Baugeländes Löss und Geschiebemergel über Sanden unterschiedlicher Kornzusammensetzung und im südwestlichen Bereich des Baugeländes Schluffe und Tone an.

Die Lage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sind den Bodenprofilen auf den Anlagen 2 - 4 zu entnehmen.

2.3 Festigkeit des Baugrundes

Rammsondierungen geben einen Anhalt über die Festigkeit des Baugrundes. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammdiagramme auf den Anlagen 2 - 4 neben den Bodenprofilen aufgetragen. Aus den Rammdiagrammen können die Schlagzahlen abgelesen werden, die erforderlich waren, den Sondierstab mit konstanter Schlagenergie jeweils 10 cm tiefer in den Baugrund zu rammen. Bei der verwendeten Ramme (mittelschwere Rammsonde, Rammgewicht 300 N, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) und den angetroffenen Böden entsprechen erfahrungsgemäß Schlagzahlen von $n \geq 6$ je 10 cm Stabeindringung einer ausreichenden Festigkeit des Bodens.

Wie die Rammdiagramme zeigen, liegen die Schlagzahlen im nordöstlichen Bereich des Baugrundstücks bis ca. 3 m und im südwestlichen Bereich bis max. 5,8 m unter OK Gelände unter dem o.g. Sollwert und weisen bis in diese Tiefen Zonen nicht ausreichender bzw. abgeminderter Tragfähigkeit nach. Die Bereiche nicht ausreichender bzw. abgeminderter Festigkeit sind in den Rammdiagrammen gekennzeichnet.

2.4 Bodenklassen

Für die Erdarbeiten sind gemäß DIN 18300 folgende Bodenklassen auszu-schreiben:

Auffüllung	Klasse 3/4
Sande	Klasse 3
Schluffe	Klasse 4

2.5 Hydrologische Verhältnisse

Neben den Bodenprofilen sind die bei den Feldarbeiten im September 1987 bzw. 1984 und 1985 eingemessenen Grundwasserstände eingetragen. Danach

wurde das Grundwasser im südwestlichen Bereich des Baugeländes (Sondierungen 4 und 5) zwischen 3,03 m und 3,72 m unter OK Gelände angetroffen, d.h. zwischen NN + 86,37 m und NN + 86,50 m.

Im nordöstlichen Bereich (Sondierungen 1 bis 3) wurde bei den Feldarbeiten im September 1987 kein Grundwasser angetroffen. Bei den tieferen Sondierungen im Mai und Juni 1984 für die Umladeanlage und die Schachthalle wurde das Grundwasser in diesem Bereich des Baugeländes zwischen 5,56 m und 5,83 m unter OK Gelände angetroffen, das war relativ einheitlich zwischen NN + 84,50 m und NN + 84,76 m.

2.6 Bodenkennwerte

Die Ermittlung der Grundkennziffern konnte im vorliegenden Fall auf die Feststellung der natürlichen Wassergehalte der bindigen Bodenproben und der Glühverluste der organisch verunreinigten Bodenproben beschränkt werden. Die Ergebnisse sind rechts neben den Bodenprofilen auf den Anlagen 2 - 4 aufgetragen. Alle übrigen Bodenkennwerte konnten aufgrund dieser orientierenden Versuche, der Ergebnisse der Rammsondierungen und unserer Erfahrungen mit den Baugrundverhältnissen auf dem Baugelände Schacht Konrad 2 ausreichend sicher geschätzt werden. Sie sind der Anlage 5 zu entnehmen.

3. Gründung

Die Gründung für die geplanten Gleisanlagen wird durch die bis max. 5,8 m unter OK Gelände anstehenden nicht oder nur bedingt tragfähigen Bodenschichten und die Forderung der DBE (Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH) die Setzungen im Bereich der Gleisanlagen zu minimieren.

Bei diesen Gegebenheiten und Anforderungen kann eine normale Flachgründung gemäß den vorliegenden Planunterlagen der Gleisanlagen nur nach Durchführung gründungstechnischer Zusatzmaßnahmen durchgeführt werden. In Frage kommen eine Baugrundsanie rung durch Stopfverdichtung (Schotterpfähle) oder ein teilweiser Bodenaustausch.

3.1 Schotterpfähle

Das Verfahren des Einspülens und Einrüttelns von Schotter stellt im Prinzip eine Baugrundverbesserung durch Bodenaustausch dar, bei dem die nicht tragfähigen Bodenschichten mit entsprechendem Gerät punktuell verdrängt und durch groben Schotter ersetzt werden. Die auf diese Weise entstehenden Schottersäulen haben einen Durchmesser von ca. 0,8 m und müssen in die tragfähigen Böden einbinden. Im vorliegenden Fall müssen die Schottersäulen in Tiefen zwischen ca. NN + 84,0 m (im Südwesten des Baugeländes) und NN + 87,5 m (im Nordosten des Baugeländes) abgesetzt werden. Eine ganzflächige Baugrundsanie rung durch Schotterpfähle ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich. Es ist ausreichend, die Schotterpfähle jeweils unter den Schienen in einem Abstand von ca. 2,5 m einzubauen.

3.2 Bodenaustausch

Alternativ zur Baugrundsanie rung durch Stopfverdichtung kann unter den Gleisanlagen ein Bodenaustausch durchgeführt werden. Aufgrund der relativ geringen Lasten ist es im vorliegenden Fall nicht erforderlich, den Baugrund bis max. 5,8 m unter OK Gelände zu sanieren. Es ist ausreichend, den Bodenaustausch bis 2,5 m unter Schwellenunterkante zu führen.

Wir empfehlen, die aufgefüllten, nicht ausreichend tragfähigen Schichten ganzflächig bis NN + 87,20 m (= 2,49 m unter Schwellenunterkante) auszukoffern und gegen verdichteten Kiessand zu ersetzen.

Beim Bodenaustausch ist eine seitliche Druckausstrahlung von 45° zu berücksichtigen, d.h. die Auskoffe rung muß allseitig um die erforderliche Höhe des Bodenaustausches über den Grundriß der auszukoffe rnden Fläche (Schwellenaußenkanten der äußeren Gleise) hinaus erfolgen. Als Austauschmaterial ist ein kornabgestufter Kiessand der Körnung 0/32 mm lagenweise in max. 0,5 m dicken Schichten einzubauen. Die Verdichtung sollte mit einem schweren Flächenrüttler (AT 6000 o.ä.) in wenigstens zwei Übergängen erfolgen.

3.3 Kostenschätzung

Variante A: Baugrundverbesserung durch Schotterpfähle

Baustelleneinrichtung	DM 20.000,00
ca. 920 Schotterpfähle i.M. ca. 3,5 m lang = 920 x 3,5 x DM 55,00	DM 180.000,00
insgesamt ca. DM 200.000,00	

Variante B: Bodenaustausch

Baustelleneinrichtung	entfällt, da der Bodenaustausch von der Firma mit ausgeführt werden kann, die die geplante Frostschuttschicht herstellt.
zusätzlich zur Frostschuttschicht ca. 5000 m ² Bodenaustausch, i.M. 2,0 m tief = 5000 x 2,0 x DM 35,00	DM 350.000,00
insgesamt ca. DM 350.000,00	

Die Varianten sind aus bodenmechanischer Sicht gleichwertig. Die Baugrundsanie rung durch Schotterpfähle stellt aus wirtschaftlichen Gründen die günstige re Lösung dar.

3.4 Zusammenfassung

Wenn im Bereich der geplanten Gleisanlagen nur geringe Setzungen ($s < 1$ cm) auftreten dürfen (Forderung der DBF), dann sind bei den gegebenen Baugrundverhältnissen gründungstechnische Zusatzmaßnahmen erforderlich. Von den in Frage kommenden Varianten ist eine Baugrundsanie rung durch Schotterpfähle (s. Kap. 4.1) die wirtschaftlichste Lösung.

Ohne eine Baugrundsanie rung sind bei den vorhandenen Böden Setzungen und Sackungen in der Größenordnung von 5 bis 10 cm nicht auszuschließen. Die Gleise müßten zum Ausgleich dieser Verformungen regelmäßig gestopft werden. Möglicherweise stellt aber dieses Verfahren die kostengünstigere Lösung dar.

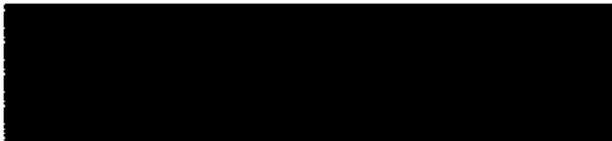
wenn sich bei der weiteren Planung oder Bauausführung gründungstechnische oder bodenmechanische Fragen ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Bearbeiter



<h1>DECKBLATT</h1>						Blatt: 1				
						Stand: 21.11.1994				
Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
	9K			Z			F	LA	0017	00
Titel der Unterlage Endlager Schacht Konrad I + II Baugrunduntersuchung zur Einfriedung der Endlager Schacht Konrad I + II										
Ersteller/Unterschrift:							Geprüf:			
[Redacted]							[Redacted]			
							Textnummer:			
Stempelfeld:										
21.11.1994 [Redacted]			25.11.94 T-KT2 [Redacted]				25.11.94 T-K [Redacted]			
Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift			Freigabe DBE-UVST Datum / Unterschrift				Freigabe DBE-PL Datum / Unterschrift			

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des
 Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE
 genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in
 anderer Weise verwendet werden



**Endlager
Schacht Konrad I + II**

**Baugrunduntersuchung
zur Einfriedung der
Endlager Schacht Konrad I + II**

im Auftrag der



Projekt-Nr. 1078

November 1994

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung	1
2. Unterlagen	1
3. Allgemeines	2
4. Baugrund Schacht Konrad I	2
4.1 Durchgeführte Untersuchungen	2
4.2 Baugrundaufbau	3
4.3 Ergebnis der Untersuchungen	4
4.4 Rammbarkeit des Untergrundes	6
5. Baugrund Schacht Konrad II	6
5.1 Durchgeführte Untersuchungen	6
5.2 Baugrundaufbau	7
5.3 Ergebnis der Untersuchungen	8
5.4 Rammbarkeit des Untergrundes	10
5.5 Tragfähigkeit des Untergrundes	11
5.6 Gründungsvorschläge	12
5.6.1 Rüttelstopfverdichtung	12
5.6.2 Schraubbohrpfähle	14
6. Zusammenfassung	15

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan der Bohr- und Sondierpunkte Schacht Konrad I
- Anlage 2.1: Kleinrammbohrung/Rammsondierung
RK1/RS1, Schacht Konrad I
- Anlage 2.2: Kleinrammbohrung/Rammsondierung
RK2/RS2, Schacht Konrad I
- Anlage 2.3: Kleinrammbohrung/Rammsondierung
RK3/RS3, Schacht Konrad I
- Anlage 2.4: Kleinrammbohrung/Rammsondierung
RK4/RS4, Schacht Konrad I
- Anlage 2.5: Kleinrammbohrung/Rammsondierung
RK5/RS5, Schacht Konrad I
- Anlage 2.6: Rammsondierung RS6 + RS7, Schacht Konrad I
- Anlage 2.7: Rammsondierung RS8 - RS10, Schacht Konrad I
- Anlage 3: Körnungslinien Baugrund Schacht Konrad I
- Anlage 4: Lageplan der Bohr- und Sondierpunkte Schacht Konrad II
- Anlage 5.1: Kleinrammbohrung/Drucksondierung
RK1/DS1;RK2/DS2, Schacht Konrad II
- Anlage 5.2: Kleinrammbohrung/Drucksondierung
RK3/DS3; RK4/DS4, Schacht Konrad II
- Anlage 5.3: Kleinrammbohrung/Drucksondierung
RK5/DS5; DS6, Schacht Konrad II
- Anlage 5.4: Drucksondierung
DS7/DS8, Schacht Konrad II

- Anlage 5.5: Drucksondierung
 DS9/DS10a, Schacht Konrad II
- Anlage 6: Körnungslinien Baugrund Schacht Konrad II

1. VERANLASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant, die Endlager Schacht Konrad I und Schacht Konrad II mit einer Doppelsicherungszaunanlage zu umschließen.

Mit der Einfriedung der beiden Standorte wurde die [REDACTED]
[REDACTED] Hambühren, beauftragt.

Die [REDACTED], erhielt von der [REDACTED] am 17. Mai 1994 den Auftrag, die für die Zaunherstellung erforderlichen Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Die Untersuchungen sollen Aussagen über die Ramm- und Tragfähigkeit des Baugrundes geben.

2. UNTERLAGEN

- [1] DIN 4026 "Rammpfähle", August 1975
- [2] DIN 4022, "Benennen und Beschreiben von Boden und Fels", September 1987
- [3] DIN 4021, "Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben", Oktober 1990
- [4] DIN 4094, "Erkundung durch Sondierungen", Dezember 1990
- [5] Empfehlungen des Arbeitsschutzes "Ufereinfassungen", [REDACTED], Berlin, 8. Auflage, 1990
- [6] [REDACTED], "Vergleichende Untersuchungen beim Einsatz statischer und dynamischer Sonden"
- [7] Grundbau Taschenbuch, Teil 3, 4. Auflage, 1992, [REDACTED]

3. ALLGEMEINES

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen für den Sicherungszaun Stahlträger (T-Profile) eingerammt werden. Bei nicht rechtwinkligen Richtungswechseln der Zauntrasse werden Kastenprofile eingesetzt.

Der Abstand der Rammpfähle beträgt 6 m, die vorgesehene Rammtiefe ca. 4 m in den anstehenden Baugrund. Der Zaun ragt ca. 2,50 m über das Gelände, zudem wird eine ca. 0,90 m hohe Abwinkelung (30° nach außen geneigt) aufgesetzt.

4. BAUGRUND SCHACHT KONRAD I

4.1 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung des Baugrundes entlang der ca. 1.028 m langen Zauntrasse wurden fünf Kleinrammbohrungen (nach DIN 4021) und zehn Sondierungen mit der schweren Rammsonde (Sondierung DIN 4094-DPH) durchgeführt.

Die Rammsondierungen wurden neben jeder Kleinrammbohrung durchgeführt sowie zwischen jedem dieser Bohrpunkte (Anlage 1).

Die Kleinrammbohrungen, die mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm bis 50 mm in den Boden gerammt wurden, erreichten Tiefen zwischen 1,85 m unter Geländeoberkante (u. GOK) und 3,70 m u.GOK. Die Rammsondierungen (A = 15 cm², Fallhöhe = 50 cm und Fallgewicht = 50 kg) wurden bis in Tiefen von 2,0 m u.GOK bis 4,90 m u.GOK niedergebracht (Anlage 2). Aufgrund der hohen Lagerungsdichte bzw. festen Konsistenz mußten bei den angegebenen Tiefen die Bohrungen und Sondierungen abgebrochen werden.

Zusätzlich wurden 2 Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen RK2 (P1) und RK3 (P2) entnommen. An ihnen wurde der Wassergehalt und die Kornverteilung (Anlage 3) bestimmt.

Der erbohrte Boden wurde nach DIN 4022, Teil 1, benannt und in Schichtenverzeichnissen dokumentiert.

4.2 BAUGRUNDAUFBAU

Der anstehende Baugrund (GOK zwischen ~ NN +100,00 m und NN +94,50 m) baut sich nach Auswertung der Kleinrammbohrungen wie folgt auf:

Unter einer 0,10 m bis 0,25 m dicken Mutterbodenschicht liegt eine ca. 0,30 m - 1,25 m mächtige Schluffschicht, die bis in Tiefen von 0,4 m u.GOK (RK4) bis in 1,50 m u.GOK (RK2). In der Bohrung RK1 (Straßenbereich) wurde statt des Schluffes eine aufgefüllte Mittelsandschicht vorgefunden.

Darunter schließt sich eine sandige Schluffschicht an, die bis 1,4 m u.GOK (RK3) bzw. bis zu 2,65 m u.GOK (RK2) reicht. Diese Schicht ist 0,80 m bis 1,65 m dick. In den unteren Bereichen dieser sandigen Schluffschicht wurden zunehmend einzelne Kalksteine vorgefunden.

Unterlagert werden die Schluffschichten von festem Kalkstein, der in dem oberen Bereich von 0,10 m bis 0,50 m verwittert ist. Die Oberkante des Kalksteins, der in allen Ansatzpunkten erbohrt wurde, beginnt bei ca. 1,40 m u.GOK (RK4) bis 2,65 m u.GOK (RK2).

4.3 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

Rammsondierungen, bei denen die Anzahl der Rammschläge pro 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) aufgezeichnet werden, geben Auskunft über die Lagerungsdichte (nicht bindige Böden) bzw. die Konsistenz (bindige Böden) der durchteuften Bodenarten.

Aus empirisch gefundenen Beziehungen [6] zwischen bindigen Böden, die hier oberhalb der Kalksteinschicht lagern, und der schweren Rammsonde geht hervor, daß bei gleich oder mehr als 8 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe ($N_{10} \geq 8$) eine halbfeste und feste Konsistenz vorliegt. Bei weniger als 8 Schlägen ($N_{10} < 8$) liegen steife, weiche bis breiige Konsistenzen vor.

Daraus folgt, daß die anstehenden Bodenschichten oberhalb des Kalksteins vorwiegend eine steife bis weiche Konsistenz aufweisen. Vereinzelt erreichen dünne Schichten größere Schlagzahlen ($N_{10} \geq 8$), die dann in darunterliegenden Bereichen wieder abfallen.

Erst bei Erreichen der verwitterten Kalksteinschicht (1,40 m bis 2,65 m u.GOK) steigen die Schlagzahlen schnell an und liegen deutlich über 8 Schlägen bis dann die Sondierarbeiten wegen der festen Konsistenz bzw. sehr hohen Lagerungsdichte abgebrochen werden mußten ($N_{10} > 150$).

Aus den Sondierungen und Bohrungen wird deutlich, daß die Kalksteinoberfläche von West nach Ost leicht abfällt. Dies wird auch durch die dazwischenliegenden Rammsondierungen bestätigt.

Aufgrund der Bohr- und Sondierergebnisse können für die anstehenden Bodenarten folgende Bodenkennwerte als Rechenwerte festgelegt werden:

Schluff (0,4 m - 1,5 m u. GOK; 0,3 m - 1,25 m dick):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 20,0/10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 27,5^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0/10,0 \text{ kN/m}^2$$

sandiger Schluff (1,4 m-2,65 m u.GOK; 0,8 m - 1,65 m dick):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 20,0/10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 30^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0/10,0 \text{ kN/m}^2$$

Kalkstein (ab 1,4 m - 2,65 m GOK):

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 24,0/14,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 35^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

Grund- bzw. Schichtenwasser wurde bei den Kleinrammbohrungen nicht angetroffen.

Aus den Schluffschichten wurden zwei Proben entnommen und die Kornverteilung bestimmt (s. Anlage 3). Es handelt sich bei den anstehenden Böden um sandige, tonige und z. T. kiesige Schluffe (Geschiebemergel), die nach DIN 18 196 in die Bodengruppe ST eingestuft werden.

Durch die Wassergehaltsbestimmung wurden an den Schluffen natürliche Wassergehalte zwischen $w = 0,17$ und $w = 0,19$ ermittelt.

4.4 RAMMBARKEIT DES UNTERGRUNDES

Der anstehende Baugrund kann anhand der Bodenuntersuchungen hinsichtlich der Rammbarkeit von Stahlprofilen in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Schluff- und sandige Schluffschichten
- Kalkstein.

Aufgrund der Auswertung der Rammsondierungen ist somit in den Schluffschichten mit einer leichten bis mittelschweren Rammung zu rechnen. Ab Erreichen der Kalksteinschicht ist zunehmend schwere bis sehr schwere Rammung ($N_{10} > 50$ Schläge) zu erwarten.

Der Baugrund ist über die gesamte untersuchte Trassenlänge relativ einheitlich aufgebaut und annähernd horizontal geschichtet.

Die Bodenteilchen besitzen eine runde Kornform und mit Einschlüssen wie Steinen (> 63 mm) oder sonstigen Hindernissen ist nicht zu rechnen, wie sich bei der Probennahme herausstellte.

Als Einbindelänge in den festen, unverwitterten Kalkstein werden 1,5 m bis 2 m empfohlen.

5. BAUGRUND SCHACHT KONRAD II

5.1 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung des Baugrundes um das Schachtgelände Konrad II wurden zu den fünf Kleinrammbohrungen (DIN 4021) zehn Drucksondierungen (Sondierung DIN 4094-CPT) ausgeführt. Die Länge der Zauntrasse beträgt ca. 1.125 m (Anl. 4).

Die Drucksondierungen wurden in Abständen von ca. 50 m bis ca. 160 m entlang der Trasse durchgeführt, zusätzlich wurde an jedem zweiten Sondierpunkt eine Kleinrammbohrung (Anlage 5) abgeteuft. Die Sondier- und die Bohrtiefe betrug jeweils 5 m unter Geländeoberkante (GOK).

Die Kleinrammbohrungen wurden mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm bis 50 mm abgeteuft. Der erbohrte Boden wurde entsprechend der DIN 4022, Teil 1, benannt und in Schichtenverzeichnissen dokumentiert.

Die Drucksondierungen (CPT), bei denen eine Sonde kontinuierlich mit gleichbleibender Geschwindigkeit in den Boden eingedrückt wird, wurden nach DIN 4094 durchgeführt. Über ein Meßkabel im Inneren des Gestänges werden die Meßwerte des Spitzendruckes und der Mantelreibung fortlaufend aufgezeichnet.

Zusätzlich wurden an zwei Proben der Wassergehalt und die Kornverteilung (s. Anlage 6) bestimmt (P1 aus RK2; P2 aus RK5).

5.2 BAUGRUNDAUFBAU

Die Geländeoberkante des untersuchten Baugrundes hat eine Höhe von ca. NN +90,00 m. Das gesamte Gelände wurde mit dem Aushub der Erdarbeiten bei der Herstellung des Zweigkanales in einer Höhe von ca. 5 m bis 6 m großflächig aufgefüllt.

Daher besteht der Baugrund in den ersten erbohrten fünf Metern aus Sanden und Schluffen, die z.T. mit kiesigen oder/und tonigen Beimengungen vermischt sind. Ein gleichmäßiger Schichtenaufbau ist nicht vorhanden. Der Boden weist z.T. Schrägschichtung auf.

5.3 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

Bei Drucksondierungen zur Baugrunderkundung werden der Spitzendruck (q_s) und die örtliche Mantelreibung (τ_m) an der Sondierspitze gemessen. Mit dem Reibungsverhältnis ($R_f = [\tau_m/q_s] \cdot 100$) ist es möglich, die durchteuften Bodenarten zu identifizieren, wobei kleine Reibungsverhältnisse ($R_f < 1\%$) auf nicht bindige Böden (Sand: $R_f \sim 1\%$; Grobsand: $R_f \sim 0,5\%$) hinweisen. Je größer das Reibungsverhältnis wird (bis $R_f \sim 6\%$), desto stärker ist der bindige Anteil im Boden bzw. der Boden wird insgesamt feinkörniger (toniger Sand: $R_f \sim 1,8\%$, Lehm, Schluff: $R_f \sim 2,5\%$; Ton: $R_f \sim 4\%$).

Die Auswertung der Sondierung deckt sich mit den Ergebnissen der Bohrungen, d.h. das Reibungsverhältnis schwankt überwiegend zwischen $R_f = 0,5\%$ und $R_f = 3,0\%$ und zeigt somit Sand und Schluffe mit kiesigen oder/und tonigen Beimengungen an.

Gelegentlich werden auch Spitzenreibungsverhältnisse von $R_f > 4\%$ (Ton) erreicht.

Zudem kann über die Größe des Spitzendruckes auf die Konsistenz (bindige Böden) bzw. auf die Lagerungsdichte (nicht bindige Böden) der anstehenden Böden geschlossen werden.

Bei einem Spitzendruck von $q_s < 5 \text{ MN/m}^2$ besitzt der Boden eine weiche bis breiige Konsistenz bzw. ist locker bis sehr locker gelagert.

Bei Spitzendrücken von $q_s \geq 8,0 \text{ MN/m}^2$ liegen mindestens halbfeste Konsistenzen bzw. mitteldichte Lagerungen vor.

Bei bindigen Böden weisen Spitzendrücke zwischen $q_s \geq 5,0 \text{ MN/m}^2$ und $q_s < 8,0 \text{ MN/m}^2$ auf eine steife Konsistenz hin.

Bei nicht bindigen Böden liegen in diesem Bereich des Spitzendruckes bereits mitteldichte Lagerungen (tragfähig) vor.

Nach der Auswertung der Untersuchungen folgt, daß die aufgefüllten Schluffe und Sande im oberflächennahen Bereich (0,4 - 1,2 m u.GOK) mindestens eine mitteldichte Lagerung bzw. eine mindestens steife bis halbfeste Konsistenz besitzen.

Darunter lagern im gesamten Bereich locker bis sehr locker gelagerte Sande bzw. steife bis breiige Schluffe in ständig wechselnden Schichtenfolgen.

Im nordöstlichen Schachtgelände weisen die tieferen Bodenschichten (i.d.R. Sande) ab 3,20 bis 4,20 m u.GOK mindestens wieder eine mitteldichte Lagerung auf (Sondierpunkte 1, 5, 6 und 10). Im südwestlichen Schachtgelände steigen dagegen die Spitzendrücke bis zur Endteufe von 5,0 u.GOK nicht mehr über $q_s \geq 5,0 \text{ MN/m}^2$.

An zwei Proben wurde die Kornverteilung (s. Anlage 6) bestimmt. Zum einen handelt es sich um einen kiesigen, schluffigen Sand (Geschiebelehm), der nach DIN 18 196 in die Bodengruppe SU eingestuft wird und zum anderen um einen feinsandigen und schwach tonigen Schluff (DIN 18 196 : UL).

Anhand der Bohr- und Sondierergebnisse werden die Bodenkennwerte als Rechenwerte für die ungünstigsten Bodenarten angegeben:

oberflächennaher Bereich: sandiger Schluff steif (0,4 m - 1,2 m u. GOK;
0,4 m - 1,2 m dick)

$$\text{cal } \gamma/\gamma = 20,0/10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 25^\circ$$

$$\text{cal } c'/c_u = 0/10 \text{ kN/m}^2$$

- Bereich lockerer Lagerung bzw. weiche Konsistenz: sandiger Schluff, weich (3,2 m u. GOK bis Endteufe; 2,8 m - 4,0 m dick)

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 19,0/9,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 22,5^\circ$$

$$\text{cal } c' = 0/0 \text{ kN/m}^2$$

- Bereich mitteldichter Lagerung: Sand, grobsandig (z.T. ab 3,20 m u. GOK)

$$\text{cal } \gamma/\gamma' = 20,0/11,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 32,5^\circ$$

$$\text{cal } c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

Grundwasser wurde nicht erbohrt, Schichtenwasser wurde in der Bohrung RK4 in einer Tiefe von 3,0 m u.GOK angetroffen.

5.4 RAMMBARKEIT DES UNTERGRUNDES

Anhand der Sondierergebnisse kann auf eine leichte bis mittelschwere Rammung bei den vorherrschenden, aufgefüllten Sand-Schluff-Gemischen geschlossen werden.

Überwiegend liegen die Spitzendruckwerte zwischen $1,0 \text{ MN/m}^2 < q_s < 16,0 \text{ MN/m}^2$. Vereinzelt zeigen dünnere Bodenschichten ($d \sim 10 \text{ cm bis } 20 \text{ cm}$) hohe Spitzendrücke von bis $q_s = 34 \text{ MN/m}^2$ auf, die auf eine sehr dichte Lagerung hinweisen.

Die Kornform ist rund und mit weiteren Hindernissen oder Einschlüssen (Steine $> 63 \text{ mm}$) ist nicht zu rechnen.

5.5 TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen wird empfohlen, den Baugrund auf dem Schachtgelände entlang der Einfriedungstrasse durch geeignete Verfahren zu verbessern.

Als mögliche Verfahren kommen die

- Dynamische Intensivverdichtung,
- Rüttelstopfverdichtung,
- Tiefenrüttelung und
- Injektion

in Betracht. Mit der Bodenverbesserung werden sowohl die Tragfähigkeit als auch die Scherfestigkeit des Bodens, der bei allen Verfahren nicht ausgetauscht oder entnommen wird, deutlich erhöht.

Bei der Dynamischen Intensivverdichtung (DYNIV) wird eine große Masse im freien Fall eingesetzt. Für den vorliegenden Baugrund und der vorgesehenen Einbindetiefe (4 m) der Pfähle müßte ein Kran ein Gewicht von 10 Tonnen aus ca. 10 m mehrmals fallen lassen. Wirtschaftlich rentabel wird dieses Verfahren zur Baugrundverbesserung i.a. bei zu verdichtenden Flächen von mehr als 10.000 m².

Die Tiefenrüttelung verbessert den Boden durch Verdichtung. Es wird dabei ein Tiefenrüttler, der durch motorgetriebene Unwuchtungen horizontale Schwingungen an der Rüttlerspitze erzeugt, in den Boden abgesenkt. Das Absenken erfolgt durch das Eigengewicht, das Rütteln und durch Spülhilfen. Geeignet ist dieses Verfahren bei grobkörnigen Böden (Tiefenrüttlung), bei feinkörnigen Böden wird unter Zugabe von grobkörnigem Material von Rüttelstopfverdichtung gesprochen (s. Abschn. 5.6.1). Bei dem vorliegenden Baugrundverhältnissen ist somit eine Tiefenrüttelung nur eingeschränkt möglich.

Aus der Injektionstechnik ist für den anstehenden Baugrund nur das Düsenstrahl-Verfahren (Hochdruck-Injektion) anwendbar. Als anorganisches Bindemittel wird unter hohem Druck der Boden gelöst und mit Zement vermischt. Im Vergleich zu anderen Verfahren der Baugrundverbesserung ist die Hochdruck-Injektion ein relativ teures Bauverfahren.

Aus technisch durchführbaren und wirtschaftlichen Gründen wird daher das nachfolgend näher beschriebene Verfahren der Rüttelstopfverdichtung zur Baugrundverbesserung empfohlen.

Als Alternative zur Baugrundverbesserung mit der Rüttelstopfverdichtung kann zur Aufnahme der angreifenden Lasten in den Untergrund das Schraubbohrverfahren für die Herstellung von Bohrlöchern verwendet werden. In diese Bohrlöcher (Mind. Ø 60 cm) werden die Zaunpfähle gestellt und die verbleibenden Hohlräume mit Beton verfüllt. Die Belastungen werden so über eine größere Mantelfläche in den Boden abgetragen.

5.6 GRÜNDUNGSVORSCHLÄGE

5.6.1 Rüttelstopfverdichtung

Zur Verbesserung des hier anstehenden Baugrundes bietet sich als geeignetes Verfahren die Rüttelstopfverdichtung an. Dabei wird ein Rüttler in den Baugrund abgesenkt, wobei der anstehende Boden verdrängt wird. In dem entstehenden Hohlraum wird kontinuierlich tragfähiges Bodenmaterial (Kies, Schotter) an der Rüttelspitze zugegeben. Das zugegebene Material wird beim Rüttelvorgang gleichzeitig in den Baugrund mit eingearbeitet und zugleich die sich bildende Kies-(Schotter-)Säule verdichtet.

Für einen Zaunpfahl sind drei dieser Bodensäulen (\varnothing 80 cm), die ein gleichseitiges Dreieck bilden und einen Abstand von ca. 1 m besitzen, zu erstellen. In dieses Dreieck wird dann der Zaunpfahl (Einbindelänge ca. 4 m) gerammt.

Durch diese Bodenverbesserung erreicht man eine höhere Dichte, einen höheren Steifemodul, geringere Setzungen und eine höhere Grundbruchsicherheit.

Zur statischen Berechnung bzw. zur Bemessung der Pfähle kann mit verbesserten Bodenkennwerten gerechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{cal } \gamma/\gamma' &= 20,0/11,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{cal } \varphi' &= 33^\circ \\ \text{cal } c &= 0 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

Die Kosten für diese Baumaßnahme können wie folgt abgeschätzt werden:

- Baustelleneinrichtung: ca. DM 30.000,--
- Kosten pro lfdm Bodensäule: ca. DM 60,--

Es ergeben sich für die Herstellung einer Bodenverfestigung für ca. 200 Pfähle bei einer Einbindelänge von ca. 4 m Kosten in Höhe von

ca. DM 870,-- pro Zaunpfahl.

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung sind auf den Preis pro Zaunpfahl umgeschlagen.

5.6.2 Schraubbohrpfähle

Als Alternative zur Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung können die Pfähle in mittels Schraubbohrverfahren hergestellte Bohrungen (\varnothing 60 cm; Tiefe: ca. 4 m) gestellt werden. Der verbleibende Hohlraum wird mit Beton (B25) verfüllt.

Bei dem vorgeschlagenen Mindestbohrdurchmesser von 60 cm wird die zur Aufnahme der Biegemomente zur Verfügung stehende Fläche wesentlich erhöht.

Für diese Baumaßnahme fallen Kosten an, die folgendermaßen abgeschätzt werden können:

- Baustelleneinrichtung: ca. DM 30.000,--
- Herstellen der Bohrungen
(incl. Liefern von Beton B25),
Einstellen der Träger bauseits,
pro lfdm ca. DM 180,--

Das Abstemmen der Pfähle bei Installation eines Durchgrabschutzes ist in diesen Kosten nicht enthalten.

Für dieses Verfahren ergeben sich bei gleichen Voraussetzungen (200 Pfähle; Einbindetiefe ca. 4 m) Kosten ebenfalls in einer Höhe von

ca. DM 870,-- pro Zaunpfahl.

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung sind in den Preis pro Zaunpfahl eingerechnet.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant die Einfriedung der Endlager Schacht Konrad I + II.

Mit diesen Arbeiten wurde die [REDACTED] beauftragt. Die erforderlichen Baugrunduntersuchungen wurden im Auftrag der [REDACTED] von der [REDACTED] durchgeführt.

Bei Schacht Konrad I wird Kalkstein von Schluffen und sandigen Schluffen überlagert. Bei Schacht Konrad II besteht der aufgefüllte, überwiegend locker gelagerte bzw. weiche Baugrund aus Sanden und Schluffen.

Aus den durchgeführten Untersuchungen ergab sich, daß für das Schachtgelände Konrad I die Rammpfähle durch den anstehenden locker gelagerten bzw. steife bis weiche Konsistenz aufweisenden Boden bis ca. 1,5 m bis 2,0 m in den Kalkstein eingebracht werden sollten, um die Lasten sicher abtragen zu können.

Für das Schachtgelände Konrad II ist entlang der Einfriedungstrasse der überwiegend locker gelagerte Baugrund soweit durch ein geeignetes Verfahren (Rüttelstopfverdichtung) zu verbessern, daß mindestens eine mitteldichte Lagerung bzw. halbfeste Konsistenz erreicht wird. Als Alternative bietet sich an, die Pfähle in Bohrungen (Schraubbohrverfahren) zu stellen und die Bohrlöcher mit Beton zu vergießen. Beide Alternativen sind technisch wie wirtschaftlich gleichwertig.

Braunschweig, den 21.11.1994

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Anlage b2

DECKBLATT

Blatt:

1

Stand: 12.10.1994



Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
Konrad	9K			ZVB			F	LA	0001	00

Titel der Unterlage:
 Endlager Konrad
 Schachtgelände Konrad I
 Materialwirtschaftsgebäude; chem. Untersuchu

Ersteller/Unterschr		G	nung:
			Textnummer:

Stempelfeld:

12.10.1994

T-KT2

T-K

18.10.94

20.10.94



Datum / Unterschrift

Freigabe DBE - UVST
Datum / Unterschrift

-PL
Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00:	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	12.10.1994	9K		ZVB			F	LA	0001	

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
 Schachtgelände Konrad I
 Materialwirtschaftsgebäude; chem. Untersuchung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3
- Titelseite	4
1. Veranlassung	5
2. Gründungskonzeption Materialwirtschaftgebäude	5
2.1 Baugrundverhältnisse	5 - 6
2.2 Gründung	6 - 7
2.3 Schlußfolgerung	7 - 8
3. Chemische Untersuchungen	8
3.1 Probennahme und Untersuchungsumfang	8
3.2 Ergebnisse	9
3.3 Empfehlungen	9 - 10
4. Zusammenfassung	11

Anhangverzeichnis

Anhang 1: Analysenergebnisse	12
------------------------------	----

Gesamtblattzahl dieser Unterlagen: 12



**Endlager Konrad
Schachtgelände Konrad I**

**Überprüfung der Gründungskonzeption des
Materialwirtschaftsgebäudes und
Chemische Untersuchungen (Holz)**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau
und Betrieb von Endlagern
für Abfallstoffe mbH (DBE)

Projekt-Nr. 997

Oktober 1994

1. VERANLASSUNG

Die Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant den Ausbau bzw. die Erweiterung des Endlagers Schacht Konrad I. U.a. soll ein Materialwirtschaftsgebäude errichtet werden.

Die Gründungskonzeption für dieses Gebäude wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung (Dez. 1984) vom [REDACTED]
[REDACTED] erstellt.

Am 27. Juli 1994 erhielt die [REDACTED] den Auftrag, die vorgesehene Gründungskonzeption für das Materialwirtschaftsgebäude zu überprüfen. Zudem sollten an den bestehenden Gebäuden (Büro- und Wachgebäude sowie Kühiturm) von der Holzverkleidung Proben entnommen und chemisch (Holzschutzmittel-Screening) untersucht werden.

2. GRÜNDUNGSKONZEPTION MATERIALWIRTSCHAFTSGEBÄUDE

2.1 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Im Bereich des Materialwirtschaftsgebäudes wurden vom Erdbaulaboratorium Braunschweig je 8 Sondierbohrungen und Rammsondierungen (mittelschwere Rammsonde) zur Erkundung durchgeführt.

Unterhalb einer 1,0 m bis 2,3 m dicken Auffüllung befindet sich eine Lößschicht, die eine Dicke von ca. 0,50 m bis 1,40 m besitzt. Zwischen dem Löß und dem darunter anstehenden Kalkstein befindet sich eine z.T. auftretende, geringmächtige Geschiebemergelschicht. Der Kalkstein, dessen oberen Dezimeter (0,30 m bis 0,80 m) verwittert sind, beginnt relativ einheitlich zwischen NN +95,50 m und NN +96,45 m.

Bis auf einen Ansatzpunkt (R/S 22) weisen alle anderen Bohrungen und Sondierungen sowohl in der Auffüllung als auch in den bindigen Böden (Löß und Geschiebelehm) bis zum Erreichen der Kalksteinschicht auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung bzw. auf eine weiche bis steife Konsistenz hin.

Im Kalkstein steigen die Schlagzahlen nach wenigen Dezimetern sehr schnell an und zeigen damit eine dichte bis sehr dichte Lagerung bzw. feste Konsistenz an.

2.2 GRÜNDUNG

Das Materialwirtschaftsgebäude (ca. 37,0 m x 79,0 m) wird auf Einzelfundamente (1,80 m x 1,80 m bzw. 1,80 m x 2,50 m) gegründet, deren Unterkante 1,70 m unterhalb der Bodenplattenoberkante (NN +98,50 m) liegt. Der Abstand der Fundamente beträgt 6,0 m.

Die Bodenplatte (d= 0,32 m) wird zudem auf weitere Einzelfundamente innerhalb der außenliegenden Fundamente gegründet, deren Unterkanten (NN +96,80 m) ebenfalls 1,70 m unter OK Bodenplatte liegen.

Die Bodenpressungen, die vom [REDACTED], Braunschweig, nach dem derzeitigen Stand der Planungen ermittelt wurden, bewegen sich zwischen $\sigma = 107 \text{ kN/m}^2$ und $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$.

Aufgrund der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen wurde vom [REDACTED] empfohlen, unterhalb der Einzelfundamente den Boden bis auf die anstehende Kalksteinschicht gegen ein zu verdichtendes Kiessandgemisch auszutauschen.

Unter der Bodenplatte soll der Boden bis zu einer Tiefe NN +97,50 m ausgehoben und durch tragfähigen Boden (Kiessandgemisch) ersetzt werden, der nach den statischen Berechnungen einen E_{v2} -Wert von $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ aufzuweisen hat. Durch diesen Bodenaustausch können zulässige Bodenpressungen von $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt werden.

2.3 SCHLUßFOLGERUNG

Die Unterkanten der Einzelfundamente würden ohne Bodenaustausch vorwiegend in den bindigen Böden (Löß) einbinden. Für bindige Böden gilt nach DIN 1054 "Zulässige Belastung des Baugrundes", Tab. 5, eine zulässige Bodenpressung von $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$, wenn der Boden mindestens eine halbfeste Konsistenz besitzt. Bei dem Einsatz einer mittelschweren Rammsonde bedeutet das mehr als 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ($N_{10} > 10$ Schläge).

Anhand der Sondierergebnisse ist unterhalb der Fundamente nur in der Sondierung S 22 mit Schlagzahlen von $N_{10} > 10$ und folglich einer halbfesten Konsistenz zu rechnen.

In sämtlichen anderen Sondierungen wurden Schlagzahlen z.T. deutlich unter 10 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt, so daß die zulässige Bodenpressung von zul. $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1054 nicht angesetzt werden kann. Der Boden ist somit für die angegebenen Lasten entsprechend der Statik nicht ausreichend tragfähig.

Als Ergebnis der Überprüfung der vorgesehenen Gründungskonzeption wird empfohlen, den vorgesehenen Bodenaustausch vorzunehmen.

3. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

3.1 PROBENNAHME UND UNTERSUCHUNGSUMFANG

Insgesamt wurden auf dem Schachtgelände Konrad I 6 Proben entnommen, an denen Analysen sowohl in der Originalsubstanz als auch im Eluat auf Holzschutzmittel durchgeführt wurden. Das vorgesehene Holzschutzmittel-Screening umfaßt die Einzelstoffe Lindan, Dichlorfluanid und Pentachlorphenol (PCP).

Je eine Probe wurde am Bürogebäude (Probe K 1/1; Westseite), an der Kaue (K 1/2; Westseite) und an dem Wachgebäude (K 1/3; Ostseite) entnommen, die restlichen drei Proben (K 1/4 bis K 1/6) an der Verkleidung des Kühlturmes.

3.2 ERGEBNISSE

Bei den Untersuchungen (s. Anh.1) in der Originalsubstanz wurde Lindan nur in der Probe K 1/2 (Kauø) in der Konzentration von 1,0 mg/kg vorgefunden. Pentachlorphenol wurde in den Konzentrationen von < 0,01 mg/kg (K 1/1) bis 0,39 mg/kg (K 1/6) analysiert, während Dichlorfluanid in sämtlichen Proben nicht enthalten war bzw. unter der Nachweisgrenze (< 0,010 mg/kg) lag.

Die S4-Eluatuntersuchungen ergaben sowohl in der Probe K 1/1 (Bürogebäude) als auch am Kühlturm (K 1/4 bis K 1/6) keine nachweisbaren Konzentrationen der o.g. Inhaltsstoffe.

In den Proben K 1/2 und K 1/3 wurde Pentachlorphenol in Konzentrationen von 8,0 µg/l (K 1/2) bzw. 16,0 µg/l (K 1/3) festgestellt. Zudem wurde in der Probe K 1/2 Lindan in einer Konzentration von 4,9 µg/l vorgefunden.

3.3 EMPFEHLUNG

Aufgrund der Analyseergebnisse wird für das weitere Vorgehen folgendes empfohlen:

Die Holzverkleidung an den Gebäudeteilen (entsprechend der Proben K 1/1 bis K 1/3) ist für weitere Verwendungen nicht einzusetzen, sondern fachgerecht zu entsorgen. Die Ergebnisse der Analyse zeigen bei diesen Proben ein erhöhtes Auslaugungspotential hinsichtlich Lindan (Gruppe der Chlorpestizide) und vorwiegend Pentachlorphenol (Gruppe der Chlorphenole).

Nach der Güte- und Prüfbestimmung RAL-RG 501/2 (Aufbereitung zur Wiederverwendung von kontaminierten Böden und Bauteilen, Aug. 1991) werden die Bauteile entsprechend ihrer Belastungen in verschiedene Güteklassen (Klassen 1 - 3) eingeteilt. Bauteile, die den Gütebestimmungen ihrer Klasse nicht mehr entsprechen, sind auszusortieren bzw. fachgerecht zu entsorgen.

Die Holzverkleidung an den Gebäuden kann aufgrund der Chlorpestizidgehalte (Lindan) von > 0,5 mg/kg TS nicht mehr der Güteklasse 3 zugeordnet werden.

Hinzu kommt, daß gerade diese Proben (K 1/2 und K 1/3) noch ein hohes Auslaugungspotential besitzen. Bei einem Vergleich mit der Holland-Liste liegen die C-Werte (Sanierungsbedarf) deutlich unter den vorgefundenen Analyseergebnissen. Der C-Wert für Chlorphenol (einz. Stoff) liegt bei < 1,5 µg/l (K 1/3: 16 µg/l) und für Chlorpestizide (einz. Stoff) liegt bei < 1,0 µg/l (K 1/2: 4,9 µg/l).

Die Hölzer des Kühlturmes (Proben K 1/4 bis K 1/6) können nach der RAL-RG 501/2 in die Güteklasse 3 eingeordnet werden, d.h. das Material ist zur Wiederverwendung grundsätzlich geeignet unter Beachtung von Grundwasserverhältnissen. Die Originalsubstanz enthält zwar Konzentrationen von Pentachlorphenol (< 0,39 mg/kg), die Substanz ist aber nicht mehr eluierbar.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) hat die [REDACTED] beauftragt, die Gründungskonzeption des geplanten Gebäudes "Materialwirtschaft" sowie chemische Untersuchungen an Holzverkleidungen bestehender Gebäude auf dem Schachtgelände Konrad I durchzuführen.

Die Überprüfung der Gründungskonzeption ergab, daß aufgrund der anstehenden Bodenverhältnisse der überwiegend weiche bis steife Löß unterhalb der Fundamentsohlen bis zur Kalksteinoberfläche (ca. 1,0 m - 1,5 m) gegen ein Kiessandgemisch ausgetauscht werden sollte.

Den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen zufolge sind die Holzverkleidungen an den Gebäuden (Kaue, Büro- und Wachgebäude) fachgerecht zu entsorgen, während für das Holz am Kühlturm die weitere Verwendung eingeschränkt möglich ist.

Braunschweig, den 12.10.1994

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

	DECKBLATT	Blatt: 1	
		Stand: 15.01.1992	

Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	KAAXX	AA	NNNN	NN
	9K	51		ZZ			FB	FT	0001	00

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
 Bodenuntersuchungen für Straßenbaumaßnahmen auf dem
 Gelände der Schachtanlage Konrad 1

--	--

Stempelfeld:

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

15.01.1992 	06.02.92 	T-K 12.2.92
Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	Freigabe DBE - UVST Datum / Unterschrift	Freigabe DBE-PL Datum / Unterschrift

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00: 15.01.92	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	51		ZZ			FB	FT	0001	

Titel der Unterlage

Endlager Konrad
Bodenuntersuchungen für Straßenbaumaßnahmen auf dem Gelände der
Schachanlage Konrad 1

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn.	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNA AANN	AANNA	AANN	X A A X X	AA	NNNN	NN
9K	51		ZZ			FB	FT	0001	00



Inhaltsverzeichnis

Blatt

-	Deckblatt	1
-	Revisionsblatt	2
-	Inhaltsverzeichnis	3
-	Titelblatt	4
1.	Veranlassung	5
2.	Untersuchungen	5
3.	Ergebnisse	6
4.	Folgerung	6-7
	<u>Anhangverzeichnis</u>	8
Anhang 1:	Lageplan	9
Anhang 2:	Schurfprofile	10
Anhang 3:	Sondierprofile	11
Anhang 4:	Sondierprofile	12
Anhang 5:	Sondierprofile	13
Anhang 6:	Körnungslinie	14
Anhang 7:	Proctorkurve	15

Gesamtblattzahl dieser Unterlage: 15 Blatt



Geotechnischer Bericht

Bodenuntersuchungen
für Straßenbaumaßnahmen
auf dem Gelände
der Schachtanlage
Konrad 1

Auftraggeber:
Deutsche Gesellschaft
zum Bau und Betrieb
von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DBE

Projekt 875

Januar 1992

1. Veranlassung

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) beabsichtigt, die Schachtanlage Konrad 1 in Salzgitter zu einem Endlager umzurüsten. Mit Schreiben vom 05.11.1991 beauftragte die DBE die [REDACTED] mit Bodenuntersuchungen für Straßenbaumaßnahmen auf diesem Gelände.

In diesem Bericht werden die Ergebnisse mitgeteilt und Empfehlungen daraus abgeleitet.

2. Untersuchungen

Am 05.12.1991 sind durch Mitarbeiter der [REDACTED] 9 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Sondierung - DIN 4094-DPL) zwischen 1,5 m und 2,5 m tief ausgeführt worden. Zusätzlich wurden 2 Schürfe bis ca. 1 m unter GOK gegraben. Aus einem Schurf ist eine Bodenprobe entnommen worden, an der die Körnungslinie (Prüfung DIN 18 123-4) und die Proctordichte sowie der optimale Wassergehalt (Prüfung DIN 18 127-100Y) ermittelt worden sind.

Die Rammsondierungen S1 bis S6 liegen auf dem Schachtgelände Konrad 1, die Rammsondierungen S7 bis S9 am östlichen Rand der Zufahrtstraße zu dem Schachtgelände (Anhang 1). Von den beiden Schürfen wurde je einer auf dem Schachtgelände (Schurf 1) und an der Zufahrtstraße zum Schachtgelände (Schurf 2) gegraben (Anhang 1).

3. Ergebnisse

Im Schurf 1 auf dem Schachtgelände wurden 80 cm aufgefüllte Sande mit kiesigen und zum Teil steinigen Anteilen über grauem Mergel angetroffen (Anhang 2). Im Schurf 2 neben der Zufahrtstraße zum Schachtgelände wurden unterhalb der Straßendecke und der Tragschicht (zusammen 26 cm dick) feinsandige, schwach tonige Schluffe angetroffen (Anhang 2).

Die Sondierprofile weisen den Untergrund überwiegend als mindestens mitteldicht gelagert aus (Anhänge 3 bis 5). Die Körnungslinie weist die Auffüllung als kiesigen, schwach schluffigen Sand der Bodengruppe SU nach DIN 18 196 aus (Anhang 6). Die Proctordichte beträgt $\rho_{pr} = 1,98 \text{ t/m}^3$ bei einem optimalem Wassergehalt 11,4 % (Anhang 7).

Der Boden neben der Zufahrtstraße zum Schachtgelände weist insgesamt geringere Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen des anstehenden Bodens aus als auf dem Schachtgelände. Insbesondere die Sondierung S8 in der Nähe des Schurfes 2 zeigt durchgehend bis zur Endtiefe von 2,5 m überwiegend lockere Lagerung bzw. weiche Konsistenz der Böden an.

4. Folgerungen

Falls auf dem Schachtgelände die im Schurf 1 angetroffenen Sande durchgehend anstehen, ist der Untergrund ausreichend tragfähig für den Straßenoberbau. Da der Sand zur Bodengruppe SU nach DIN 18 196 gehört, fällt er in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 der ZTVE-StB (gering bis mittel frostempfindlich).

Bei diesen Böden ist ein frostsicherer Straßenaufbau, z.B. nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 86) vorzusehen. Wir empfehlen darüber hinaus, das gesamte Erdplanum nach Entfernen der Vegetations- bzw. Mutterbodenschicht durch dynamische Verdichtungsgeräte vor Aufbringen des Oberbaus zu verdichten.

Die im Schurf 2 neben der Zufahrtsstraße zum Schachtgelände angetroffene Schluffschicht gehört wegen der geringen Plastizität des Schluffs in die Bodengruppe UL nach DIN 18 196 und ist deshalb in die Frostepfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTVE-StB einzustufen (sehr frostepfindlich). Es ist zu erwarten, daß der gemäß ZTVE-StB einzuhaltende Verformungsmodul $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nicht zu erreichen sein wird. Daher ist hier der Untergrund zu verbessern (z.B. durch Bodenaustausch) oder die Dicke der ungebundenen Tragschicht ist zu vergrößern.

Braunschweig, 15.01.1992



Anlage 64

DECKBLATT

Blatt:

1

Stand:

02.04.1993



Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	Konrad	NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AAANN	XAXXX	AA	NNNN
	9K	5131		ZZ			FB	FT	0004	00

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
 Bodenuntersuchung, Fördermaschinengebäude Nord und Süd
 Gelände der Schachanlage Konrad 1

Ersteller/Unterschrift:

Textnummer:

Stempelfeld:

02.04.1993

T-1472

08.06.93

T-14

9.6.93

Datum / Unterschrift

Freigabe DBE - UVST
Datum / Unterschrift

PL
Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	NNNN	NN
9K	5131		ZZ			FB	FT0004	00	



Inhaltsverzeichnis

	Seite
- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3
- Titelblatt	4
1. Veranlassung	5
2. Verwendete Unterlagen	5
3. Baugrund	6
3.1 Baugrunderkundung	6
3.2 Baugrundaufbau	6
4. Gründung	7
5. Angaben zur Baugrube	9
6. Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	9
7. Ableitung von Schichtenwasser	10
8. Zusammenfassung	10 - 11

Anhangverzeichnis

	Blatt
Anhang 1: Lageplan der Untersuchungspunkte	13
Anhang 2: Bohrprofile der Bohrungen RK1 und RK2	14
Anhang 3: Bohrprofile der Bohrungen RK3 und RK4	15
Anhang 4: Kennzeichnung der Bodenarten nach DIN 4022	16

Gesamtblattzahl dieser Unterlagen: 16 Blatt

**Geotechnischer Bericht
Schachtanlage Konrad 1
Gebäude der Fördermaschinen Nord und Süd**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau
und Betrieb von Endlagern
für Abfallstoffe mbH (DBE)

Projekt-Nr. 997

April 1993

1. Veranlassung

Von der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) werden neben anderen Baumaßnahmen auf der Tagesanlage Schacht Konrad 1 die Neuerrichtung der Gebäude für die Fördermaschinen Nord und Süd geplant.

Für die beiden Gebäude ist die vom Tragwerksplaner ([REDACTED] [REDACTED], Braunschweig) vorgesehene Gründung anhand der neuen Lasten und der Tiefenlage der Gründungssohle zu überprüfen. Es sind Angaben zur Baugrube, zur Fassung und Ableitung des Schichtenwassers und zur Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens zu erarbeiten.

Die [REDACTED] wurde von der DBE beauftragt, die erforderlichen geotechnischen Leistungen zu erbringen. Die Tiefe der Kalksteinoberfläche und die Dicke der überlagernden Schichten sollte durch Kleinrammbohrungen erkundet werden.

2. Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des Berichts lagen folgende Unterlagen vor:

- [1] Lageplan Tagesanlagen Konrad 1, zusätzliche Maßnahmen, temporäre Medienver- und Entsorgung, Frischwasserversorgung und Abwasserentsorgung, DBE, Stand 02.07.1992.
- [2] Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung, 2. Bericht Schacht Konrad 1, Endlager Schachtanlage Konrad 1, Salzgitter-Bleckenstedt, [REDACTED], Braunschweig, 05.12.1984.

- [3] Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung, Innenausbau Schachthalle Konrad 1, [REDACTED]
[REDACTED], Braunschweig, 10.04.1989.
- [4] Lastpläne der [REDACTED] von den Gebäuden Fördermaschine Nord und Süd.
- [5] Fördermaschine Süd, Schalplan Gründung M 1 : 50,
22.02.1993.

3. Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Kalksteinoberfläche und der Dicke der überlagernden Schichten wurden am 17.02.1993 je 2 Kleinrammbohrungen - DIN 4021 neben den Gebäuden der Fördermaschinen Nord (RK1 und RK2) und Süd (RK3 und RK4) abgeteuft (s. Anlage 1).

Die Kleinrammbohrungen ϕ 35 mm bis 60 mm (RK1 bis RK4) erlauben die durchgehende Gewinnung von Kernen, die bodenmechanisch benannt wurden.

3.2 Baugrundaufbau

Von den über die Tiefe gewonnenen Bohrkernen wurden Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022 aufgenommen (s. Anlage 2 und 3).

Die Höhenordinaten der Bohrungen wurden aus dem Bestandsplan (Schachtgelände Konrad No. 9.K/3188/GB/RX/0025/01) ermittelt. Unterhalb einer Oberflächenbefestigung aus Asphalt in Bohrung RK1, RK3 und RK4 wurden bis in eine Tiefe von $T = 0,7$ m (RK1) bzw. $T = 1,0$ m (RK4) Auffüllungen aus Schotter und Schlacken ververmischt mit Sanden erbohrt. In Bohrung RK3 reichen diese

Auffüllungen bis in 2,15 m Tiefe. Der darunter anstehende Geschiebemergel wurde bis in ca. T = 3,10 m bzw. in RK4 bis in T = 3,40 m unter Geländeoberkante (u. GOK) erbohrt.

Die Kalksteinoberfläche wurde ab ca. T = 3,10 m u. GOK in RK1 und ab T = 3,40 m u. GOK in RK4 erkundet. Der Kalkstein wurde in Schichtstärken von

- ca. 0,40 m (Fördermaschinengebäude Nord - RK1 und RK2) bzw.
- 0,5 m bis 0,6 m (RK3 und RK4 - Fördermaschinengebäude Süd) als Verwitterungshorizont erbohrt.

Der Kalkstein wurde als unverwittertes festes Gestein erbohrt,

- im Bereich des Fördermaschinengebäudes Nord ab T = 3,70 m u. GOK (Δ NN +95,14 m),
- im Bereich des Fördermaschinengebäudes Süd ab 4,10 m u. GOK (Δ NN +94,38 m).

Grundwasser wurde in den Bohrungen nicht festgestellt.

4. Gründung

Entsprechend den Lastplänen des [REDACTED] [4] werden die Fundamente der Fördermaschine Nord in einer Tiefe von 5,85 m gegründet und die der Fördermaschine Süd in einer Tiefe von 5,20 m unter Geländeoberkante (u. GOK) abgesetzt.

Die Absoluthöhen beziehen sich auf die Ordinate $\pm 0,00$ Δ NN +98,507 m. Für die angegebenen Fundamente ergeben sich die Gründungstiefen bezogen auf NN zu:

Fördermaschine Nord -5,85 m Δ NN +92,66 m
Fördermaschine Süd -5,20 m Δ NN +93,31 m.

Damit beträgt die Einbindung der Fundamente in den gewachsenen, unverwitterten Kalkstein

- der Fördermaschine Nord ca. 2,48 m und
- der Fördermaschine Süd ca. 1,07 m.

Neben dem Fundament für die Fördermaschine Nord sind für das Fördermaschinengebäude Nord auch noch kleinere Fundamente als Streifen und Einzelfundamente sowie als Fußbodenplatte geplant. Sie sind in $-3,60 \text{ m} \triangleq \text{NN } +94,91 \text{ m}$ bzw. $-4,30 \text{ m} \triangleq \text{NN } 94,21 \text{ m}$ geplant. Damit binden diese Fundamente mindestens $0,23$ ($-3,60 \text{ m}$) in den unverwitterten Kalkstein ein.

Das Fundament für die Fördermaschine Nord wird durch eine Fuge von den anderen Fundamenten und der Fußbodenplatte getrennt, so daß Schwingungen aus der Fördermaschine nicht auf die umliegenden Fundamente übertragen werden können.

Neben dem Fundament für die Fördermaschine Süd sind ebenfalls die Gründung von Fundamenten und die Herstellung der Fußbodenplatte für das Fördermaschinengebäude Süd geplant. Das Fundament für die Fördermaschine wird ebenfalls durch eine Fuge von den anderen Fundamenten der Fußbodenplatte getrennt. Die Unterkante der Fundamente bzw. des Fußbodens ist im Schalplan [5] in einer Tiefe von $-3,80 \text{ m}$ ($\triangleq \text{NN } 94,71 \text{ m}$) für die Fußbodenplatte bzw. $-4,30 \text{ m}$ ($\triangleq \text{NN } 94,71 \text{ m}$) für die Einzel- und Streifenfundamente vorgesehen. Die Fußbodenplatte liegt auf dem Streifenfundament auf und bindet $0,37 \text{ m}$ in den Verwitterungshorizont des Kalksteines ein. Die Lasten werden überwiegend über die Streifen- bzw. Einzelfundamente abgetragen, die bis in den unverwitterten Kalkstein (ca. $0,17 \text{ m}$) gegründet werden.

Die Lasten werden im Bereich beider Fördermaschinengebäude direkt vom Kalkstein aufgenommen und abgetragen. Im Bereich der Fußbodenplatte neben dem Maschinenfundament empfehlen wir, die Prüfung vor Ort, um den Verwitterungsgrad flächig beurteilen zu

können. Ggf. ist der Verwitterungshorizont bis auf den unverwitterten Kalkstein auszuheben und durch Kiessand bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Wenn der Einbau von Kiessand notwendig wird, ist dieser zu verdichten.

5. Angaben zur Baugrube

Entsprechend der Einordnung der Geschiebemergel und Auffüllungen in die Bodenklassen 3 bzw. 4 (DIN 18300) und des Kalksteines in Bodenklasse 5 (verwitterter Kalkstein) bzw. 6 (nicht verwitterter Kalkstein) sind abgeböschte Baugruben mit einem Böschungswinkel von 40° (Bodenklassen 3 und 4) bzw. 80° (Bodenklassen 5 und 6) erforderlich, wenn kein Standsicherheitsnachweis notwendig ist (DIN 18300).

6. Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens

Die Auffüllungen, überwiegend aus Schlacken und Schotter bestehend, könnten z.B. nach Überprüfung ihrer Eignung für den Straßenbau oder als Befestigung von Oberflächen wiederverwendet werden.

Der anfallende Geschiebemergel, der unterhalb der Auffüllungen erbohrt wurde kann zur Hinterfüllung von Bauwerken bzw. für Dammschüttungen verwendet werden. Weiterhin ist die Anwendung für landschaftlich gestaltende Maßnahmen und die Verfüllung von Rohrgräben denkbar. Die Erfordernisse, die an das Material entsprechend dem Verwendungszweck gestellt werden, sind zu prüfen.

7. Ableitung von Schichtenwasser

In den durchgeführten Kleinrammbohrungen trat zum Zeitpunkt der Untersuchungen kein Schichtenwasser auf. Aufgrund der Untersuchungen aus dem Jahre 1984 [2], in denen vereinzelt Schichten- bzw. Sickerwasser erbohrt wurde, ist die Möglichkeit des Auftretens jedoch nicht auszuschließen. Für diesen Fall empfehlen wir, im Zuge der Herstellung der Baugrube Pumpensümpfe für die Fassung des Wassers vorzusehen, die gleichzeitig für die Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase genutzt werden können.

8. Zusammenfassung

Von der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) werden auf der Tagesanlage Schacht Konrad 1 u. a. der Neubau der Gebäude - Fördermaschine Nord und Fördermaschine Süd geplant.

Die vom Tragwerksplaner ([REDACTED] Braunschweig) vorgesehene Gründung war anhand der neuen Lasten und der Tiefenlage der Gründungssohlen zu überprüfen. Die Tiefe der Kalksteinoberfläche und die Dicke der überlagernden Schichten wurde durch je zwei Kleinrammbohrungen pro geplantem Gebäude erkundet.

Im Bereich der geplanten Gebäude wurde der unverwitterte Kalkstein in Tiefen ab

- T = 3,70 m u. GOK (± NN +95,14 m) - Fördermaschine Nord
- T = 4,10 m u. GOK (± NN +94,38 m) - Fördermaschine Süd erbohrt.

Die vorgesehene Gründungstiefe für die Fördermaschine Nord wird mit $T = 5,85$ m u. GOK (Δ NN +92,66 m) und die der Fördermaschine Süd mit $T = 5,20$ m u. GOK (Δ NN +93,31 m) angegeben. Die Fundamente binden somit

- ca. 2,48 m -Fördermaschine Nord bzw.
 - ca. 1,07 m -Fördermaschine Süd
- in den unverwitterten Kalkstein ein.

Die Baugruben können als geböschte Baugruben hergestellt werden.

Für die Verwendung des Aushubbodens empfehlen wir, die Auffüllungen (Schotter und Schlacken) nach Überprüfung der Eignung als Baustoff für den Straßenbau oder für Befestigungen von Oberflächen zu verwenden. Der ausgehobene Geschiebemergel kann u.a. zur Hinterfüllung von Bauwerken, als Unterbau für Dammschüttungen, für landschaftlich gestaltende Maßnahmen oder für die Auffüllung von Rohrgräben verwendet werden. Die Erfordernisse, die an das Material entsprechend dem Verwendungszweck gestellt werden, sind zu prüfen.

Schichtenwasser trat während der Untersuchungen nicht auf. Das Auftreten ist aufgrund der Untersuchungen [2] aus dem Jahr 1984 jedoch nicht auszuschließen. Zur Fassung ggf. auftretenden Schichtenwassers und Sickerwassers empfehlen wir, im Zuge der Herstellung der Baugrube Pumpensümpfe für die Fassung des Wassers vorzusehen, die gleichzeitig für die Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase genutzt werden können.

Braunschweig, 02. April 1993

[REDACTED]

[REDACTED] [REDACTED]

<h1>DECKBLATT</h1>	Blatt: 1	
	Stand: 15.01.1992	

Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N N	N N
	9K	51		ZZ			FB	FT	0002	00

Titel der Unterlage: Schacht Konrad
 Baugrund- und Bodenuntersuchungen auf dem Gelände der
 Schachtanlage Konrad 2 und für die äußere Verkehrsanbindung

Erst:  

Textnummer:

Stempelfeld:

15.01.1992   Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	16.02.92  Freigabe DBE - UVST Datum / Unterschrift	T-K 12.2.92  Freigabe DBE-PL Datum / Unterschrift
---	--	--

Dieses Schriftstück unterliegt dem Inhalt dem Schutz des
 Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE
 genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in
 anderer Weise verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhalts-, Anhangs- und Tabellenverzeichnis	3-5
- Titelblatt	6
1. Veranlassung	7
2. Unterlagen	7
3. Baugelände und Bauvorhaben	8
3.1 Baugelände	8
3.2 Bauvorhaben	8
4. Baugrund	9
4.1 Baugrunderkundung und Probennahme	9
4.2 Baugrundaufbau des Schachtgeländes	11
4.2.1 Grenzbereich zur ehemaligen Teer- destillationsanlage	11
4.2.2 Übriges Gelände	12
4.3 Baugrundaufbau im Bereich der Gleis- und Straßentrassen	12
4.3.1 Gleistrasse	12
4.3.2 Straßentrasse	13
4.4 Grundwasser	14

5.	Bodenmechanische Laborversuche	14
5.1	Wassergehalt	14
5.2	Korngrößenverteilung	15
5.3	Proctordichte	16
5.4	Konsistenzgrenzen	16
5.4	Bodenkenngrößen	17
6.	Chemische Laborversuche	17
6.1	Untersuchungsprogramm	17
6.2	Ergebnisse	19
7.	Folgerungen und Maßnahmen	23
7.1	Schadstoffe im Boden	23
7.1.1	Einfluß der angrenzenden ehemaligen Teerdestillationsanlage	23
7.1.2	Boden im übrigen Untersuchungsbereich ..	24
7.2	Geotechnische Bewertung	25
7.2.1	Wiederverwendbarkeit des Bodens	25
7.2.2	Auswirkung auf die Gründung der Gebäude	26
7.2.3	Erdbaumaßnahmen in der Straßen- und Gleistrasse	27
7.2.3.1	Straßentrasse	27
7.2.3.2	Gleistrasse	29
8.	Zusammenfassung	30

Anhangsverzeichnis

	Blatt
Anhang 1a : Lageplan der Schürfe, Bohrungen und Sondierungen auf dem Gelände	34
Anhang 1b : Lageplan der Bohrungen und Sondierungen für die äußere Verkehrsanbindung	35
Anhang 2 : Schurfprofil Sch1 und Fotografien von Schurf 1 (Detailfotografien)	36
Anhang 3 : Schurfprofil Sch2 und Fotografien von Schurf 2	37
Anhang 4 : Schurfprofil Sch3 und Fotografien von Schurf 3	38
Anhang 5 : Schurfprofil Sch4 und Fotografien von Schurf 4	39
Anhang 6 : Schurfprofil Sch5 und Fotografien von Schurf 5	40
Anhang 7 : Schurfprofil Sch6 und Fotografien von Schurf 6	41
Anhang 8 : Schurfprofil Sch7 und Fotografien von Schurf 7	42
Anhang 9 : Schurfprofil Sch8 und Fotografien von Schurf 8	43
Anhang 10 : Schurfprofil Sch9	44
Anhang 11 : Schurfprofil Sch10 und Fotografien von Schurf 10	45
Anhang 12 : Schurfprofil Sch11	46
Anhang 13 : Kennzeichnung von Bodenarten nach DIN 4023	47
Anhang 14 : Körnungslinien Schurf 3, Schurf 4 und Schurf 6	48
Anhang 15 : Körnungslinien Schurf 5 und Schurf 11	49
Anhang 16 : Proctorkurve Schurf 3	50
Anhang 17 : Proctorkurve Schurf 4	51
Anhang 18 : Proctorkurve Schurf 5	52
Anhang 19 : Proctorkurve Schurf 6	53
Anhang 20 : Proctorkurve Schurf 11	54
Anhang 21 : Chemische Analyseergebnisse Schurf 7 und Schurf 8	55
Anhang 22 : Chemische Analyseergebnisse Schurf 1 bis Schurf 3	56
Anhang 23 : Bohr- und Sondierprofile für die Gleisanbindung	57
Anhang 24 : Bohr- und Sondierprofile für die Straßenanbindung	58
Anhang 25 : Bohr- und Sondierprofile auf dem Schachtgelände	59
Anhang 26 : Körnungslinien (Proben 1.1, 5.1, 8.1)	60
Anhang 27 : Konsistenzgrenzenbestimmung Probe 8.1	61
Anhang 28 : Wassergehaltsbestimmung Probe 8.1	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 :	Massenanteile der Kornfraktionen der Auffüllungen
Tabelle 2 :	Proctordichten, Wassergehalte und optimale Wassergehalte der Auffüllungen
Tabelle 3 :	Bodenkennwerte der Auffüllungen



Geotechnischer Bericht

Baugrund- und Bodenuntersuchungen
auf dem Gelände
der Schachtanlage
Konrad 2
und
für die äußere Verkehrsanbindung

Auftraggeber:
Deutsche Gesellschaft
zum Bau und Betrieb
von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DBE

Projekt Nr. 875

Januar 1992

1. Veranlassung

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) beabsichtigt, die Schachtanlage Konrad 2 in Salzgitter zu einem Endlager umzurüsten. Mit Schreiben vom 05.11.1991 beauftragte die DBE die [REDACTED] mit Bodenuntersuchungen unter Berücksichtigung der erdbaulichen Wiederverwendbarkeit des anstehenden Bodens. Ferner sollte die chemische Belastung des Bodens sowie die sich aus diesen Ergebnissen ergebenden Konsequenzen erarbeitet werden.

Für die geplante äußere Verkehrsanbindung (Straßen- und Gleisanbindung) sowie für den Verlauf der Trassen von Straße und Gleis auf dem Gelände der Schachtanlage waren ebenfalls Bodenuntersuchungen durchzuführen.

In diesem Bericht werden die bodenmechanischen und chemischen Ergebnisse beschrieben und bewertet.

2. Unterlagen

- [1] DBE (BfS), Endlager Konrad, Tagesanlagen Schacht Konrad 2, Ergänzungspläne zum Lageplan, Katasterplan 1, M 1: 1.000, 9K/412/2/F/RB/0003/01
- [2] DBE (BfS), Konrad, Tagesanlagen Konrad 2, Baugrunduntersuchungen, Ergebnisse Rammsondierungen, 9K/5141/22/FB/TF/0001/00
- [3] Holländische Liste
Leitfaden zur Bodensanierung in den Niederlanden Teil II, Leidraad Bodemsanering, Deel II. Technisch-Inhoudelijk Deel Afl. 4, November 1988 Sdu uitgevery, 'S-Gravenhage 1988.
Deutsche Übersetzung im Auftrage des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn 1989

3. Baugelände und Bauvorhaben

3.1 Baugelände

Das Baugelände für die Tagesanlagen der Schachtanlage Konrad 2 liegt in Salzgitter-Beddingen und hat eine Größe von ca. 55.000 m² Grundfläche. Das etwa rechteckige Grundstück weist eine Länge von ca. 490 m und eine Breite von ca. 130 m aus. Der überwiegende Teil, insbesondere der nördliche Teil wird z.Zt. von den [REDACTED] als Lagerfläche genutzt.

Insgesamt ist die Geländeoberfläche relativ eben ausgebildet und liegt im Mittel auf einer Höhe von NN +90,0 m (- NN +89,50 m bis - NN +90,50 m).

Der südliche Geländebereich ist mit Wildwuchs bedeckt. An der Westseite verläuft über das Baugelände eine Straße, die das Tor 4 mit dem Tor 6 der [REDACTED] verbindet.

An der östlichen Grenze außerhalb des Baugeländes verlaufen die Gleisanschlüsse der [REDACTED]. Im Norden grenzt der Bereich der Schlackenaufbereitung an das Baugelände. Unmittelbar südlich grenzt die ehemalige inzwischen stillgelegte Teerdestillationsanlage an das Untersuchungsgelände.

3.2 Bauvorhaben

Die DBE beabsichtigt, das Gelände mit Tagesanlagen für den Schacht Konrad 2 zu bebauen. Nach den uns vorliegenden Planunterlagen soll das Grundstück mit verschiedenen Hallen- und Bürogebäuden bebaut werden (Anhang 1a). Es ist eine Verkehrsanbindung von der Schachtanlage an die Industriestraße Nord und an das Gleisnetz der [REDACTED] geplant (Anhang 1b).

Die vorhandene Straße auf dem Gelände der Schachtanlage soll verbreitert werden. Parallel dazu (östlich) verläuft die geplante Gleisanbindung. Die Straßentrasse verläuft in etwa nördlicher Richtung über ein z.Zt. als Acker genutztes Grundstück. Sie wird an die Industriestraße Nord angeschlossen. Die Gleistrasse verläuft zunächst ebenfalls in nördlicher Richtung, biegt aber nach ca. 200 m in östliche bis südliche Richtung mit einem Radius von ca. 190 m um die Schlackenaufbereitung herum. Der Anschluß an das Netz der [REDACTED] liegt etwa zwischen der Industriestraße Nord und der Waage für die LKW.

Die Gleistrasse verläuft im Norden durch ein ca. 100 m breites Waldstück. Im Bereich des südöstlichen Gleisanschlusses an das bestehende Gleis ist auf einer Länge von 120 m - 170 m ein Bereich mit Boden etwa 2,50 m hoch aufgefüllt (Halde).

4. Baugrund

4.1 Baugrunderkundung und Probennahme

Der Baugrund wurde bereits 1986 und 1987 mittels Sondierbohrungen und Rammsondierungen untersucht. Die Sondier- und Bohrprofile sind im Plan [2] dargestellt worden. Von Mitarbeitern der [REDACTED] wurden Baugrunderkundungen am 04.11., 08.11. und 30.11.1991 durchgeführt.

Am 04.11. und 08.11.1991 wurden insgesamt

- 13 Kleinrammbohrungen, (Kleinbohrung DIN 4021 - BS 36),
1,55 m bis 5,00 m tief (Bezeichnung B1 bis B13)
- 11 Rammsondierungen (Sondierung DIN 4094-DPL),
1,60 m bis 5,00 m tief (Bezeichnung S1 bis S13)

niedergebracht.

In den Anhängen 1a und 1b sind die Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen eingezeichnet. Die Lage der Ansatzpunkte und deren Höhen sind von der DBE angegeben worden.

Die Bohrungen und Sondierungen B1/S1 bis B4/S4 und B8/S8 wurden auf der Gleistrasse, die übrigen Bohrungen auf der Straßentrasse abgeteuft (Anhänge 1a und 1b).

Seitens der DBE wurden 11 Baggerschürfe max. 5,00 m tief hergestellt, die am 30.11.1991 geotechnisch aufgenommen worden sind.

Davon sind 3 Baggerschürfe (Sch1 bis Sch3) in der Nähe der ehemaligen Teerdestillationsanlage (20 m von der Grundstücksgrenze entfernt) am südlichen Grundstücksrand gelegen. Die übrigen Schürfe (Sch4 bis Sch11) sind über das Gelände der Schachanlage Konrad 2 verteilt (Anhang 1a).

Die Lage der Ansatzpunkte wurde bezogen auf die Grundstücksgrenzen sowie die Fluchten der bestehenden Gebäude, Straßen- und Gleisachsen eingemessen.

Die Bodenarten aus den Schürfen und den Kleinrammbohrungen wurden nach DIN 4022, Teil 1, bodenmechanisch benannt und sind entsprechend DIN 4023 auf den Anhängen 2 bis 12 und 23 bis 25 dargestellt, die verwendeten Zeichen und Abkürzungen der DIN 4023 sind aus dem Anhang 13 zu ersehen.

Zusätzlich zur zeichnerischen Darstellung der Schürfe sind in den Anhängen 2 bis 9 und 11 Fotos von den Schürfen beigefügt.

Aus den Schürfen und Kleinrammbohrungen wurden charakteristische Bodenproben entnommen, luftdicht und parameterspezifisch verpackt. Ausgewählte Proben aus den Schürfen wurden zur Untersuchung ins chemische Labor der [REDACTED] in Essen, Proben aus den Schürfen und Bohrungen wurden ins bodenmechanische Labor der [REDACTED] gebracht. Zusätzlich wurden alle gewonnenen Bodenarten einer organoleptischen Prüfung auf Verunreinigung der Böden mit Schadstoffen unterzogen.

Die Lage (Tiefe) der entnommenene Bodenproben ist neben der zeichnerischen Darstellung der Schürfe und der Bohrprofile dargestellt.

4.2 Baugrundaufbau des Schachtgeländes

4.2.1 Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage

In den 3,50 m bis 5,00 m tiefen Baggerschürfen Sch 1 bis Sch 3 wurden ausschließlich Bodenauffüllungen aufgeschlossen. Nach den uns vorliegenden Informationen wurde das gesamte Untersuchungs-gelände mit dem Bau des westlich verlaufenden Kanals aufgeschüt-tet. Die Aufschüttungen sind in diesem südlichen Bereich des ge-samten Baugeländes besonders mächtig ($\approx 6,0$ m) [3]. Nach Norden werden die Aufschüttungen etwas geringmächtiger.

Insgesamt setzen sich die Auffüllungen aus schwach steinigen, schwach schluffigen Sanden und Kiesen zusammen. Es sind, beson-ders im Schurf 2 im ersten Meter u.GOK, deutliche Anteile (25 % - 40 %) an Schlacke, an anderen Stellen der Schürfe auch Gesteins-glase (Hochofenprozeß) enthalten. Im Schurf 1 ist in einer Tiefe von 0,60 m u.GOK zähflüssiger Teerölrückstand an der Sohle eines Schotterbetts (evt. ehemaliger Gleisunterbau) aufgeschlossen worden.

Besonders in den Schürfen Schl und Sch2 wird auf Grund der Schrägschichtung (Schüttrichtung) deutlich, daß es sich nicht um einen einheitlichen horizontbeständigen Baugrund handelt. Die Schlackenanteile in Sch2 in der Schicht zwischen 3,50 und 5,00 m u.GOK lagern 5 m neben diesem Aufschluß wahrscheinlich an der Geländeoberfläche. Daher sind Angaben über die vermutliche Lage von Böden mit Schlackenanteilen nicht möglich.

4.2.2 Übriges Gelände

In den Schürfen Sch4 bis Sch6 und Schl0 wurden ähnliche Bodenarten wie in den Schürfen Schl bis Sch3 freigelegt. Es sind überwiegend Sande und Sand-Kies-Gemische (Auffüllungen) mit Beimengungen von Schluff und selten Steinen. An der Geländeoberfläche wurde in den Schürfen Sch5 und Sch6 Anteile an Koks und Schlacke bis ca. 0,90 m u.GOK festgestellt. Im Schurf Sch6 wurde zwischen 1,50 m und 2,00 m u.GOK ein feinsandiger Schluff (Löß bzw. Lößlehm) weicher bis steifer Konsistenz erkundet.

Die Schürfe mit den Bezeichnungen Sch7 bis Sch9 dienten der Probenahme für chemische Untersuchungen der oberflächennahen Bodenzone. Der Bereich zwischen der GOK und ca. 0,15 m bis 0,20 m darunter war durch Koksgrus bzw. mit Schlacke durchsetzt aufgebaut. Darunter stand überwiegend schwach schluffiger, kiesiger Sand an. Das Lösen des Bodens mit dem Bagger erwies sich als schwierig. Offensichtlich war der Boden durch die ehemaligen Kokshalden bereits hoch verdichtet worden.

4.3 Baugrundaufbau im Bereich der Gleis- und Straßentrassen

4.3.1 Gleistrasse

Die Bohrungen und Sondierungen, die im Bereich der geplanten Gleistrasse abgeteuft worden sind, wiesen überwiegend Sande wechselnder Zusammensetzung und wechselnder Lagerungsdichte auf (Anhang 23).

Es wurden sowohl schluffige Feinsande (B2, B3, B8) erbohrt als auch kiesige Sande (B1, B2, B3, B4).

Innerhalb der Sande sind Schluffschichten vorhanden in Dicken zwischen 25 cm (B1) und 80 cm (B8). Die Körnungslinien eines Sandes (Bohrung B1) und eines Schluffes (Bohrung B8) sind auf dem Anhang 26 dargestellt.

Die Konsistenzgrenzenbestimmung (Anhang 27) weist den Schluff aus der Bohrung B8 als leicht plastisch aus (Bodengruppe UL nach DIN 18 196) mit steifer Konsistenz. Die Sande sind überwiegend mitteldicht gelagert (S1, S2, S3, S4), z.T. dicht (S4), im Bereich der Sondierung S8 jedoch nur locker.

4.3.2 Straßen-trasse

Im Bereich der gesamten Straßen-trasse stehen überwiegend Sande wechselnder Kornzusammensetzung und wechselnder Lagerungsdichte an. Die Sande sind zum Teil als schluffige Feinsande ausgebildet, zum Teil stehen kiesige Sande an. Allerdings sind bereichsweise Schluffschichten in die Sande eingeschaltet. Die Schluffschichten stehen in unterschiedlicher Tiefe unter GOK an, so z.B. ab 0,6 m unter GOK in der Bohrung B5 mit einer Dicke von 1,05 m, ab 2,95 m unter GOK in der Bohrung B6 mit einer Dicke von 1,35 m und ab 2,4 m unter GOK in der Bohrung B9 mit einer Dicke von 1,0 m.

Außer in den Sondierpunkten S10, S5 und S9, in denen mindestens mitteldichte Lagerung der Sande nachgewiesen wird, wurde überwiegend lockere Lagerung der Sande ermittelt (Anhänge 24 und 25).

Der Schurf Sch11 wurde im Randbereich der vorhandenen Straße angelegt, um deren Aufbau näher zu erkunden. Aus dem Anhang 12 ist zu ersehen, daß über den kiesigen Mittelsanden ein Mineralgemisch in einer Dicke von ca. 0,50 m als Straßenunterbau aufgebracht worden ist.

4.4 Grundwasser

In keinem der Schürfe und in keiner Bohrung wurde Grundwasser angetroffen. Lediglich im Schurf Sch3 trat unter 3,50 m u.GOK lokal Schichtenwasser aus.

Aus unlängst abgeteuften Bohrungen auf dem Gelände der benachbarten Teerdestillationsanlage ist ein Grundwasserflurabstand zwischen 6,8 m und 10,9 m bekannt.

Das Grundwasser in den dortigen Bohrungen war gespannt, so daß die genannten Flurabstände die freie Druckfläche des Grundwasserspiegels angeben. An der Südwestecke des Büro- und Kauengebäudes am Schacht Konrad 2 ist der Schreibpegel 120a der [REDACTED] installiert, in dem nach unserer Kenntnis ein Grundwasserflurabstand von ca. 4,8 m angezeigt wird.

5. Bodenmechanische Laborversuche

5.1 Wassergehalt

Insgesamt wurden 5 Wassergehalte an den Schurfproben und 1 Wassergehalt an einer Bohrprobe (Anhang 28) durch Ofentrocknung (DIN 18 121, Teil 1) ermittelt. Es wurden an den Sand-Schluff-Gemischen Wassergehalte zwischen $w = 4,8 \%$ (Sch10) und $w = 12,7 \%$ (Sch3) analysiert. Der Mittelwert lag bei $\bar{w} = 8,6 \%$.

5.2 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung ist an 5 Bodenproben aus den Schürfen (Anhänge 14 und 15) und an 3 Bodenproben aus den Bohrungen (Anhang 26) bestimmt worden.

Die Massenanteile der Kornfraktionen sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

Lab.-Nr.	Entnahmeort	Kornverteilung			
		T %	U %	S %	G %
2976	Sch3	5	27	53	15
2977	Sch4	2	16	46	36
2978	Sch5	-	16	-	35
2979	Sch6	2	11	71	16
2980	Schl1	-	15	-	35
3013	B1	-	33	-	10
3014	B5	12	71	17	-
3015	B8	12	69	19	-

Tabelle 1: Massenanteile der Kornfraktionen

Nach DIN 4022, Teil 1, werden die Böden aus den Schürfen überwiegend als stark kiesiger, schluffiger Sand bezeichnet, der Boden aus der Bohrung B1 als schwach kiesiger, stark schluffiger Sand. Alle 6 Bodenproben werden nach DIN 18 196 der Bodengruppe SU (Sand-Schluff-Gemische) zugeordnet.

Die Proben aus den Bohrungen B5 und B8 sind nach DIN 4022 sandige, schwach tonige Schluffe. Sie gehören wegen ihrer leichten Plastizität in die Bodengruppe UL nach DIN 18 196.

5.3 Proctordichte

Die Verdichtbarkeit wurde an den 5 Bodenproben aus den Schürfen, von denen die Körnungslinie bestimmt wurden, im Proctorversuch bestimmt (Prüfung DIN 18 127-100X). Es wurden die in der Tabelle 2 aufgeführten Proctordichten und optimalen Wassergehalte ermittelt.

Lab.-Nr.	Schurf- bezeichnung	Proctor- dichte ρ_{Pr} [g/cm ³]	optimaler Wassergehalt w_{Pr} [%]	natürlicher Wassergehalt w [%]
2976	Sch3	1,973	11,3	12,7
2977	Sch4	2,104	6,6	10,0
2978	Sch5	2,121	8,4	7,0
2979	Sch6	1,939	11,5	8,7
2980	Sch11	2,099	9,3	4,8

Tabelle 2: Proctordichten, Wassergehalte und optimale Wassergehalte der Auffüllungen

Die Proctorkurven der Einzelversuche sind in den Anhängen 16 bis 20 zeichnerisch dargestellt.

5.4 Konsistenzgrenzen

Die Fließ- und Ausrollgrenze sowie der natürliche Wassergehalt sind an einer Bohrprobe (Bohrung B8) aus der Gleistrasse bestimmt worden. Der untersuchte Schluff gehört danach in die Bodengruppe UL und weist steife Konsistenz auf (Anhänge 27 und 28).

5.5 Bodenkenngrößen

In Verbindung mit unseren durchgeführten Laborversuchen, den uns vorliegenden Unterlagen [3] und unseren örtlichen Erfahrungen können für die hier untersuchten Auffüllungen folgende Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht werden (Tabelle 3).

Bodenart nach DIN 4022		stark kiesiger, schluffiger Sand
Bodengruppe nach DIN 18 196		Sand-Schluff-Gemische (SU)
Bodenklasse nach DIN 18 300		4 (3)
Wassergehalt	w [1]	0,048 - 0,127
Wichte	cal γ/γ' [kN/m ²]	20/12
Proctordichte	ρ_{PR} [g/cm ³]	1,939 - 2,121
optimaler Wassergehalt	w _{PR} [1]	0,066 - 0,115
Reibungswinkel	φ' [°]	32,5
Kohäsion	c' [kN/m ²]	0

Tabelle 3: Bodenkennwerte der Auffüllungen

6. Chemische Laborversuche

6.1 Untersuchungsprogramm

An zwei Bodenproben aus den Schürfen Sch7 und Sch8, die den oberflächennahen Bodenschichten im Bereich der ehemaligen Kokshalden entnommen wurden (Entnahmetiefe im Schurf 7: 0,0 - 0,15 m u.GOK, Entnahmetiefe im Schurf 8: 0,40 - 0,60 m u.GOK), sind bei der [REDACTED] in Essen die nachfolgend aufgeführten Untersuchungen in der Originalsubstanz durchgeführt worden:

- Phenolindex
- BTXE (leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe)
- PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Im Eluat wurden folgende Parameter analysiert:

- Ammonium (NH₄)
- Cyanid ges. (CN)
- Sulfat (SO₄)
- Arsen (As)
- Blei (Pb)
- Cadmium (Cd)
- Chrom (Cr)
- Kupfer (Cu)
- Nickel (Ni)
- Zink (Zn)

Aus dem Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage wurde aus jedem der 3 Schürfe (Sch1 bis Sch3) je eine Bodenprobe analysiert.

Bei dem angetroffenen Teerölrückstand in Schurf 1 handelt es sich zweifelsfrei um eine zu beseitigende Verunreinigung, so daß chemische Analysen für nicht notwendig erachtet werden. Dieses Material wird zur Beweissicherung z.Zt. als Rückstellprobe bei der [REDACTED] zwischengelagert.

Es wurde der Boden unmittelbar unter dieser bituminösen Verunreinigung auf Schadstoffe untersucht, um festzustellen, ob eine tiefgründige Verunreinigung vorliegt.

Im Schurf 2 wurde die Probe aus dem mit deutlichen Schlackenanteilen verunreinigtem Bereich 0,0 m - 1,0 m u.GOK zur Untersuchung ausgewählt.

Der Schurf 3 machte visuell keinen verunreinigten Eindruck. Daher wurde eine Mischprobe unterhalb des Mutterbodens (0,10 m u.GOK) bis zur Endteufe von 4,00 m gewonnen und zur Untersuchung gegeben.

Das Untersuchungsprogramm wurde auf die möglichen Verunreinigungen abgestimmt, die durch den Betrieb einer Teerdestillationsanlage verursacht werden können.

Die Bodenproben wurden in der Originalsubstanz auf die Inhaltsstoffe:

- IR-KW (H-18) (Mineralölkohlenwasserstoffe)
- BTX-Aromate (Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe)
- Phenolindex
- PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)

und im Eluat (DEV S4) auf die Inhaltsstoffe:

- CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)
- Ammonium
- Cyanid gesamt

untersucht.

6.2 Ergebnisse

Die Feststellung von Schadstoffen im Boden bzw. Grundwasser und deren zulässige oder tolerierbare Konzentration erfordert eine eindeutige Definition des Begriffs "Schadstoff" und die Festlegung, ab welcher Konzentration bestimmter Stoffe von einer Gefährdung auszugehen ist. Beides liegt allgemeingültig z.Zt. nicht vor. Deshalb werden sog. Richtwerte verwendet. Verbreitet und von den Behörden akzeptiert ist die sog. Holland-Liste [7], in der für verschiedene Stoffe Referenz-, Richt- und Grenzwerte in Boden und Grundwasser angegeben sind. Unterschieden wird dort zwischen A-, B- und C-Werten.

Der Referenzwert A gibt eine durchschnittliche Hintergrundkonzentration an, wie sie auf Grund natürlicher Vorkommen in nicht verunreinigtem Boden erwartet werden kann. Erst wenn der Schwellenwert B überschritten wird, kann von einem Gefährdungsrisiko ausgegangen werden. Außerdem begründet bzw. erfordert ein Überschreiten dieses Wertes weitere Untersuchungen.

Wenn der Schwellenwert C überschritten wird, spricht man von einem akuten Gefährdungsrisiko. In diesem Fall muß mit einem Sanierungsprogramm begonnen werden.

In den Anhängen 21 und 22 sind die chemischen Untersuchungsergebnisse aufgelistet und den Richt- und Grenzwerten der Holland-Liste gegenübergestellt.

Für die Proben aus den Schürfen 7 und 8 ergab sich folgendes Ergebnis:

Der höchste Phenolindex wurde an der Probe aus Schurf 7 mit 0,047 mg/kg gemessen.

Verglichen mit dem A-Wert (0,050 mg/kg) liegen alle Untersuchungsergebnisse (0,033 mg/kg - 0,047 mg/kg) unter dem A-Wert.

An beiden untersuchten Bodenproben aus den Schürfen 7 und 8 wurden keine BTX-Konzentrationen über der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 0,010 mg/kg ermittelt.

Die Einzelergebnisse der PAK-Analyse sind in dem Anhang 21 aufgelistet. Die Konzentrationen der 15 Einzelstoffe lagen zwischen < 0,01 mg/kg und 0,96 mg/kg (Schurf 7, Benzofluoranthene).

Damit weisen alle PAK-Einzelstoffe Konzentrationen unter dem B-Wert aus. Gleiches gilt für die Summe PAK. Die PAK-Summen der Bodenproben liegen bei 1,2 mg/kg (Schurf 8) und 4,0 mg/kg (Schurf 7). Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 20 mg/kg.

Die Eluatanalysen für Ammonium liegen ebenfalls wie die Originalsubstanzzanalysen o.a. Parameter unter dem B-Wert der Holland-Liste. Die Ammoniumkonzentrationen wurden mit 0,034 mg/l und 0,060 mg/l deutlich unter dem B-Wert (1,0 mg/l) ermittelt.

Die Cyanidgehalte im Eluat lagen mit 0,010 mg/l (Sch8) auf dem A-Wert (0,010 mg/l) und mit 0,067 mg/l (Sch7) leicht über dem B-Wert (0,050 mg/l).

Die Sulfatgehalte wurden zwischen 2,5 mg/l (Sch8) und 14 mg/l (Sch7) ermittelt. Während die Holland-Liste zum Parameter Sulfat keine Angaben macht, kann der EG-Richtlinie vom 15.07.1980 eine zulässige Richtzahl von 25 mg/l SO_4 für Trinkwasser entnommen werden.

Die Metalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink sind im Eluat unter dem A-Wert der Holland-Liste bzw. unter der gerätespezifischen Nachweisgrenze analysiert worden.

Bei den 3 Proben aus den Schürfen 1 bis 3 (Grenzbereich zur ehemaligen Teerdestillationsanlage) wurden Mineralölkohlenwasserstoffe im Boden analysiert, die alle deutlich unter dem A-Wert = 100 mg/kg lagen. Der höchste Phenolindex wurde an der Probe aus Schurf 2 mit 0,091 mg/kg ermittelt. Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 1,0 mg/kg Phenol. Verglichen mit dem A-Wert (0,05 mg/kg) liegen die Untersuchungsergebnisse (0,027 mg/kg - 0,091 mg/kg) geringfügig über bzw. unter dem A-Wert.

An den drei Bodenproben wurden keine BTX-Konzentrationen über der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 0,010 mg/kg ermittelt.

Die Einzelergebnisse der PAK-Analyse sind in dem Anhang 22 aufgelistet. Die Konzentrationen der 15 Einzelstoffe lagen zwischen < 0,01 mg/kg und 1,0 mg/kg (Schurf 2, Benzoghperylen).

Damit weisen alle PAK-Einzelstoffe Konzentrationen unter dem B-Wert aus (Schurf 2, 1 Einzelstoff = B-Wert). Gleiches gilt für die Summe PAK.

Die PAK-Summen der Bodenproben liegen zwischen 0,64 mg/kg (Schurf 3) und 5,8 mg/kg (Schurf 2). Der B-Wert der Holland-Liste liegt bei 20 mg/kg.

Die Eluatanalysen für die Stoffe Ammonium und Cyanid (ges.) liegen ebenfalls wie die Originalsubstanzzanalysen der anderen Parameter unter dem B-Wert der Holland-Liste. Die Cyanidgehalte im Eluat lagen mit < 0,005 mg/l bis 0,011 mg/l im Bereich bzw. unterhalb des A-Wertes (0,01 mg/l).

Die Ammoniumkonzentrationen wurden mit < 0,03 mg/l bis 0,052 mg/l deutlich unter dem B-Wert (1,0 mg/l) ermittelt.

Alle CSB-Konzentrationen lagen unterhalb der gerätespezifischen Nachweisgrenze von 15 mg/l.

7. Folgerungen und Maßnahmen

7.1 Schadstoffe im Boden

7.1.1 Einfluß der angrenzenden ehemaligen
Teerdestillationsanlage

Aus den drei Schürfen im Grenzbereich zum Grundstück der ehemaligen Teerdestillationsanlage konnte bis auf die Teerölrückstände im Schurf 1 kein weiterer negativer Einfluß auf den Boden des Untersuchungsgeländes festgestellt werden.

Die chemischen Analyseergebnisse liegen in Bereichen, wie sie in nicht verunreinigten, natürlich vorkommenden Böden erwartet werden können.

Eine weitreichende, großräumige Verunreinigung durch den Betrieb der ehemaligen Teerdestillationsanlage kann somit in Bezug auf das Untersuchungsgelände ausgeschlossen werden.

Die Verunreinigungen des Bodens durch die im Bereich des Schurfes 1 vorkommenden Teerölrückstände müssen beseitigt werden. Die Größe (Volumen) der Verunreinigung kann wegen des einzigen Aufschlusses (Schl) z.Zt. nicht näher angegeben werden.

Auf Grund der geringen Tiefe der Verunreinigungen ($\approx 0,60$ m u.GOK) sollten die mit Schadstoffen belasteten Böden durch Aushub entfernt und ordnungsgemäß entsorgt (Deponierung, evtl. Reinigung o.ä.) werden.

Während des Aushubs ist darauf zu achten, daß die Ausdehnung der Verunreinigung und ihr Ursprung lokalisiert wird.

Wir empfehlen, die Sanierungsmaßnahme durch ein fachkompetentes Ing.-Büro überwachen zu lassen. Weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich. Anfallender Aushubboden kann direkt wiederverwendet werden.

7.1.2 Böden im übrigen Untersuchungsbereich

Die chemischen Analysen ergaben keine schadhafte Belastungen in der Originalsubstanz und im Eluat. Lediglich im Schurf 7 lag die Cyanidkonzentration in der Originalsubstanz geringfügig über dem B-Wert der Holland-Liste.

Alle anderen Ergebnisse der Einzelstoffanalysen ergaben Werte, wie sie in nicht verunreinigten, natürlichen Böden vorkommen.

Die geringfügig erhöhte Cyanidkonzentration wurde ausschließlich in der oberflächennahen (0,15 m u.GOK) aus einem Gemisch von Koksgrus und Boden bestehenden Zone ermittelt. Obwohl darin kein Gefährungspotential zu sehen ist, empfehlen wir dennoch, zu Beginn der Baumaßnahme die mit Koksgrus verunreinigten oberflächennahen Bereiche gesondert zu entfernen. Vor allem wegen der geringen mechanischen Belastbarkeit der Kokskohle (Organika) sollte diese bzw. das Koksgrus-Bodengemisch nicht als Verfüllmaterial für Baugruben oder als Dammbaumaterial verwendet werden. Er kann aber z.B. in Lärmschutzwällen eingebaut werden. Dafür sollte sicherheitshalber nach dem Entfernen der Koksgrusschicht an einer Mischprobe nochmals der Cyanidgehalt am Eluat bestimmt werden.

Weitere Maßnahmen zur schadstofffreien Herrichtung der Bauflächen sind ebensowenig erforderlich wie für die Wiederverwendung der ausgehobenen Bodenmassen. Voraussetzung hierfür ist, daß keine anderen lokalen Verunreinigungen auf dem Grundstück gefunden werden (z.B. Mineralölschäden aus undichten Tanks o.ä.).

7.2 Geotechnische Bewertung

7.2.1 Wiederverwendbarkeit des Bodens

Beim Erdaushub für die Gründung der geplanten Bebauung werden Bodenmassen (die o.a. Auffüllungen) anfallen.

Die Kenntnis der Kornverteilung, der Verdichtbarkeit und des Wassergehaltes gestatten Rückschlüsse auf die Wiederverwendbarkeit der Böden. Die auf dem Gelände vorhandenen Böden, die beim Aushub für die geplanten Bauwerke anfallen, können sowohl aus erdbau-technischer Sicht als auch auf Grund ihrer chemischen Inhaltsstoffe im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet werden. Zu beachten ist die Frostempfindlichkeit der Böden. Die ZTVE-StB legt z.B. je nach Bauobjekt bzw. Zweckbestimmung die einzuhaltenden Eigenschaften der Böden zu Grunde. Für die nachfolgend aufgeführten Bauobjekte dürfen danach keine frostempfindlichen Böden verwendet werden:

- Böschungen (Einschnitt, Damm, Baugrube)
- Straßenuntergrund
- Straßendamm (Unterbau)
- Erd- und Baustraßen, Tragschichten.

Sämtliche untersuchten Auffüllungen sind nach Abschnitt 2.3.3.2 ZTVE-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) zuzuordnen. Der Anteil an Korn unter 0,063 mm wurde mit 12,5 Gew.-% bis 33-Gew.-% bei Ungleichförmigkeitszahlen von $U \geq 9$ ermittelt.

Für weitere nachfolgend aufgeführten Zwecke dürfen frostempfindliche Böden verwendet werden:

- Hinterfüllung (Bauwerk, Leitungen)
- Lärmschutzwälle.

Es bestehen keine Bedenken, den beim Aushub der Baugruben für die Bauwerke anfallenden Boden zur Wiederverfüllung der Baugruben und Leitungsgräben und zur Hinterfüllung zu verwenden.

Die Böden sollen in Einbaulagen von 30 cm - 40 cm aufgebracht und mit geeigneten Verdichtungsgeräten auf einen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{pr} = 97 \%$ gebracht werden. Zusätzlich zu den in Abschnitt 5.4 dieses Berichtes angegebenen Bodenkennwerten kann für die mindestens mitteldicht ($D_{pr} \geq 97 \%$) eingebauten Auffüllungen ein Steifemodul von

$$E_s = 50 - 100 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

7.2.2 Auswirkungen auf die Gründung der Gebäude

Es ist vorgesehen, die Gebäude flach, überwiegend auf Streifen- und Einzelfundamenten, zu gründen. Die wesentlichen Bauwerke sollen planmäßig in folgenden Tiefen gegründet werden:

Umladehalle (Nr. 1 auf Anhang 1a):

UK Fundamente = NN +88,0 m \cong 2 m unter OK Erdgeschoßfußboden

Sozial-, Labor- und Bürobereich (westlich an die Umladehalle anschließend)

UK Fundamente = NN +89,0 m

Pufferhalle (Nr. 18 auf Anhang 1a)

UK Fundamente NN +88,0 m bis NN +88,5 m.

Die Gründungskonzeption sieht wegen der z.T. lockeren Lagerung der im Gründungsbereich anstehenden Böden einen Bodenaustausch unterhalb der Gründungsebene vor. Unter der Umladehalle und dem Sozial-, Labor- und Bürotrakt soll der Boden 2 m tief (NN +86 m) und unter der Gründungsebene der Pufferhalle 3 m (NN +85 m) ausgetauscht werden.

Auf Grund unserer vorgenannten Untersuchungsergebnisse, insbesondere der Verdichtungsfähigkeit der anstehenden Böden, empfehlen wir, die Gründungskonzeption zu überdenken.

Auf den geplanten Bodenaustausch kann u.E. verzichtet werden, wenn der anstehende Boden in der planmäßigen Gründungsebene durch schweres, dynamisch wirkendes Verdichtungsgerät oder durch Tiefenrüttler (Eigenverdichtung, Kiesstopfsäulen o.ä.) auf eine dichtere Lagerung gebracht wird. Die Verdichtung muß auf der Baustelle fachtechnisch überwacht und überprüft werden.

Die Verträglichkeit der Gründung ohne Bodenaustausch mit der Bauwerkskonstruktion sollte durch Setzungsberechnungen in Absprache mit dem Tragwerksplaner nachgewiesen werden.

7.2.3 Erdbaumaßnahmen in der Straßen- und Gleistrasse

7.2.3.1 Straßentrasse

Die Straße wird an die Industriestraße Nord über eine Dammstrecke angebunden. Die Bohrungen und Sondierungen B5/S5, B6/S6, B7/S7 und B10/S10 (Anhang 1b) erfassen diesen Straßenteil.

Zur Vorbereitung der Dammaufstandsfläche muß der Mutterboden (ca. 0,4 m dick) abgeschoben werden. Er ist der Bodenklasse 1 nach DIN 18 196 zuzurechnen.

Danach ist die Dammaufstandsfläche durch schweres Verdichtungsgerät (Vibrationswalzen > 10 t) so zu verdichten, daß die Anforderungen der ZTVE-Stb Tab. 4 erfüllt werden. Die Verdichtung ist zu kontrollieren (Plattendruckversuche, Dichteprüfung). Auf diesem Planum kann der Damm lagenweise aufgebaut werden.

Im übrigen Bereich der Straßentrasse, in dem die Straße etwa höhengleich mit dem Gelände verläuft (Anhang 1b; untersucht durch die Bohrungen und Sondierungen B9/S9, B11/S11, B12/S12 und B13/S13) ist nur noch teilweise eine Mutterbodendecke vorhanden. Sie muß ebenfalls abgeschoben werden.

Darunter stehen überwiegend Sande und kiesige Sande ohne Schluffanteile bzw. mit nur geringen Schluffanteilen an (Bereich der Bohrungen B7, B9, B12), die der Frostepfindlichkeitsklasse F1 gemäß ZTVE-StB zuzurechnen sind. Bereichsweise können jedoch Böden mit höheren Schluffanteilen anstehen (Bohrungen B8 und B11), die der Frostepfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen sind.

Im Gegensatz zu den Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F1, die keine Frostschutzmaßnahmen erfordern, ist bei den Böden der Klasse F2 ein frostsicherer Straßenaufbau erforderlich.

Da einerseits in der Straßentrasse überwiegend Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F1 anstehen, andererseits die vorhandene Straße keine Frostschutzschicht aufweist (Schurfprofil Sch11, Anhang 12), ohne daß Schäden sichtbar sind, empfehlen wir, frostepfindliche Böden in der Trasse auszutauschen statt einen frostsicheren Straßenaufbau für die gesamte Trasse zu wählen.

Die Bereiche, in denen frostepfindliche Böden gegen frostsichere (Kies-Sand-Gemische) ausgetauscht werden müssen, sollten vor Ort nach Herstellung des Rohplanums festgelegt werden.

Der Untergrund im Bereich der gesamten Straßentrasse ist so zu verdichten, daß die Anforderungen an den Verdichtungsgrad gemäß ZTVE-StB, Tab. 4 erfüllt werden. Die ausreichende Verdichtung ist durch Kontrollen (Plattendruckversuche, Dichteprüfungen) nachzuweisen.

7.2.3.2 Gleistrasse

Es wird davon ausgegangen, daß die Gradienten der Gleistrasse etwa höhengleich mit dem Gelände verlaufen wird.

Das Erdplanum für die Gleistrasse muß in sandigen Böden hergestellt werden, die überwiegend schluffig sind. Diese Böden sind frost- und wasserempfindlich. Deshalb empfehlen wir den Einbau einer Planumsschutzschicht (PSS) entsprechend der Vorschrift für Erdbauwerke (VE) der Deutschen Bundesbahn. Die Planumsschutzschicht muß filterstabil gegenüber dem Untergrund sein, dies ist ggf. durch die Verwendung eines Geotextils sicherzustellen.

Das gesamte Erdplanum in der Gleistrasse ist vor dem Einbau der Planumsschutzschicht wegen der unterschiedlichen Lagerungsdichte der Sande mit schwerem dynamischen Verdichtungsgerät (10 t Rüttelwalzen) zu verdichten. Durch die Verdichtungsarbeit müssen die Mindestanforderungen an Verformungsmodul E_{v2} und Verdichtungsgrad D_{pr} nach der Vorschrift für Erdbauwerke (VE) der Deutschen Bundesbahn erfüllt werden:

$$\text{Verformungsmodul } E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Verdichtungsgrad } D_{pr} \geq 0,97$$

Wird der Bahnkörper mit einer Planumsschutzschicht (PSS) aufgebaut, gelten die vorgenannten Mindestwerte für die Planumsschutzschicht, das Erdplanum muß dann folgende Mindestanforderungen erfüllen:

Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 0,95$.

8. Zusammenfassung

Die DBE beabsichtigt, das Gelände der Schachanlage Konrad 2 in Salzgitter zu bebauen und beauftragte die [REDACTED] auf dem o.a. Gelände und für die geplante Verkehrsanbindung Baugrund- und Bodenuntersuchungen durchzuführen.

Die Bodenuntersuchungen auf dem Gelände der Schachanlage wurden mittels 11 Baggerschürfe durchgeführt. Sie wurden von Mitarbeitern der [REDACTED] baubegleitend überwacht. Die Straßen- und Gleistrassen für die Verkehrsanbindung wurden durch 13 Kleinrammbohrungen und 13 Rammsondierungen untersucht.

Aus den Schürfen wurden repräsentative Proben entnommen und bodenmechanisch und chemisch analysiert. Zusätzlich wurden weitere Proben als Rückstellproben entnommen. Die Schürfe wurden in Aufschüttungen angelegt, die bis $\sim 6,0 \text{ m u.GOK}$ aus überwiegend schwach steinigen, schwach schluffigen Sanden und Kiesen zusammengesetzt sind.

Grundwasser wurde in keinem Schurf angeschnitten, lediglich in Schurf Sch3 wurde unter $3,50 \text{ m u.GOK}$ lokal austretendes Schichtenwasser lokalisiert.

Wir empfehlen, den Bereich des Teerölvorkommens (Schurf 1) durch Aushub zu sanieren.

Bis auf das lokale Vorkommen des Teeröls (Schurf 1) konnte eine weitreichende, großräumige Verunreinigung durch den Betrieb der ehemaligen Teerdestillationsanlage in Richtung auf das Untersuchungs Gelände nicht ermittelt werden, so daß bei Baumaßnahmen anfallender Aushub wiederverwendet werden kann.

Die chemische Untersuchung an zwei Bodenproben aus den oberflächennahen Schürfen (Sch7 und Sch8) ergab keine Belastung an Schadstoffen. Die Konzentrationen der untersuchten Einzelstoffe lag in Bereichen, wie sie in nicht verunreinigten Böden erwartet werden können.

Im Bereich der auf dem Grundstück ehemals vorhandenen Kokshalden ist die oberflächennahe Zone durch Koksgrus (Koksgrus-Bodengemisch) verunreinigt. Dort wurde an einer Probe ein Cyanidgehalt geringfügig über dem B-Wert der Holland-Liste ermittelt (Sch7), die Cyanidkonzentration der anderen untersuchten Probe (Sch8) lag weit unter dem B-Wert.

Wir empfehlen dennoch, das Koksgrus-Bodengemisch (max. Dicke 0,15 m) gesondert zu entfernen. Es kann ggf. in Lärmschutzwälle eingebaut werden.

Die aufgefüllten Böden sind chemisch nicht belastet und können deshalb wiederverwendet werden.

Die Bohrungen und Sondierungen im Bereich der Straßentrasse weisen überwiegend Sande, z.T. schluffig mit z.T. lockerer Lagerung, auf. Das gesamte Trassenplanum einschließlich der Dammaufstandsfläche muß nach Entfernen der Mutterbodenschicht mit schwerem, dynamisch wirkendem Verdichtungsgerät verdichtet werden. Auf eine Frostschuttschicht kann verzichtet werden, wenn die im Planum anstehenden schluffigen Böden gegen Kiessande ausgetauscht werden.

In der Gleistrasse wurden zum großen Teil schluffige Sande erbohrt. Es sollte wegen deren Frost- und Wasserempfindlichkeit eine Planumsschutzschicht (PSS) nach den Vorschriften für Erdbauwerke (VE) der Deutschen Bundesbahn eingebaut werden. Das gesamte Erdplanum ist vor Einbau dieser Schicht zu verdichten.

Braunschweig, 15.01.1992

████████████████████

██

DECKBLATT

Blatt: 1
Stand: 18.11.93

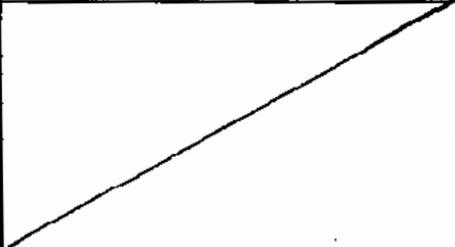
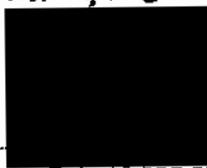


Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
Konrad	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AAHN	XAAXX	AA	NNNN	NN
	9K	5		ZZ			F	ET	0002	00

Titel der Unterlage
Schachtgelände Konrad 2, Grundwasseruntersuchungen auf spezifische Inhaltsstoffe

Ersteller/Unterschrift:
DBE, T-KT2, 
Textnummer: 

Stempelfeld:

	T-KT2 19.11.93 	T-K 22.11.93 
	Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	Freigabe DBE-UVST Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	JA	Lfd.Nr.	Rev.	 DBE
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNA AANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K	5		ZZ			F	ET	0002	00	

Blatt 3

Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis	3
Begleitschreiben	4-6

Blattzahl dieser Unterlage: 6

Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K	5		ZZ			F	ET	0002	00



[REDACTED]

[REDACTED]

Deutsche Gesellschaft zum Bau
und Betrieb von Endlagern für
Abfallstoffe mbH (DBE)

z. H. [REDACTED]

[REDACTED]

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unsere Zeichen

Datum

30.03.1992

Schachtgelände Konrad 2
Grundwasseruntersuchungen auf spezifische Inhaltsstoffe
Unser Geotechnischer Bericht vom 15.01.1992

Sehr geehrter [REDACTED],

im Nachgang zu unserem og. geotechnischen Bericht erhalten Sie das Ergebnis einer Grundwasseranalyse. Die Grundwasserprobe wurde nahe der Grundstücksgrenze zur ehemaligen Teerdestillationsanlage der [REDACTED] entnommen. Das Grundwasser wurde im chemischen Labor auf die für eine Teerdestillationsanlage typischen Parameter untersucht.

Die Konzentrationen der 16 analysierten PAK-Einzelstoffe (sog. EPA-Liste) liegen jeweils unterhalb der gerätespezifischen Nachweisgrenze, ebenso wie die BTEX-Aromaten, die Cyanide, die Mineralölkohlenwasserstoffe und der Phenolindex. Die festgestellte Ammonium-Konzentration liegt deutlich unter dem entsprechenden B-Wert der "Hollandliste". Der Anteil an lipophilen Stoffen ist vergleichsweise gering.

Projekt	PSP-Element	Obj.Kern.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAXXX	AA	NNNN	NN
9K	5		ZZ			F	ET	0002	00



- 2 -

Eine von der ehemaligen Teerdestillationsanlage der [REDACTED] ausgehende Grundwasserbeeinträchtigung für den Bereich des Betriebsgeländes Schacht Konrad 2 ist auf der Grundlage des vorliegenden Ergebnisses u.E. nicht zu erwarten.

Wir hoffen Ihnen mit unseren Angaben gedient zu haben. Für etwaige Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Anlage

Projekt	PSP-Bericht	Obj. Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NMNNNN	NNA A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	NNNN	NN
9K	5		ZZ			F	ET	0002	00



Ammonium	mg/l	0.13
Phenolindex	mg/l	<0.0050
KV-IR	mg/l	<0.10
lipophile Stoffe	mg/l	35
Cyanid (ges.)	mg/l	<0.0050
Cyanid l.f.	mg/l	<0.0050
Benzol	µg/l	<0.50
Toluol	µg/l	<0.50
Ethylbenzol	µg/l	<0.50
m/p-Xylol	µg/l	<0.50
o-Xylol	µg/l	<0.50
Acenaphthen	µg/l	<0.10
Acenaphthylen	µg/l	<0.10
Anthracen	µg/l	<0.050
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0.010
Benzo(a)pyren	µg/l	<0.010
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	<0.010
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	<0.010
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	<0.010
Chrysen	µg/l	<0.010
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	<0.010
Fluoranthen	µg/l	<0.010
Fluoren	µg/l	<0.10
Indeno(123-cd)pyren	µg/l	<0.010
Naphthalin	µg/l	<0.10
Phenanthren	µg/l	<0.050
Pyren	µg/l	<0.010
pH-Wert		6.75
Elektr. LF	µs/cm	647
Temperatur	°C	10.7

Bericht: 073 Baugrund und Bodenuntersuchungen auf dem Schachtgelände Konrad 2
 Anlage: 1 Untersuchung einer Grundwasserprobe

<h1>DECKBLATT</h1>						Blatt: 1			
						Stand: 09.11.1993			

Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAA ANN	AA NNNA	AA NN	XAAXX	AA	NNNN	NN
	9K			Z			F	BZ	0006	00

Titel der Unterlage
 Endlager Konrad
 Erklärung

Ersteller/Unterschrift:

Geprüf...
 Text...

Stempelfeld:

09.11.1993 <div style="background-color: black; width: 100%; height: 80px;"></div> Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	08.12.93 T-KT2 <div style="background-color: black; width: 100%; height: 60px;"></div> Freigabe DBE-LVST Datum / Unterschrift	08.12.93 T-K <div style="background-color: black; width: 100%; height: 80px;"></div> Freigabe DBE-L Datum / Unterschrift
--	--	---

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00: 09.11.1993	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
	9K			Z			F	BZ	0006	

Titel der Unterlage
Endlager Konrad
Erklärung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Projekt	PSP-Element	Obj.Kennr.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K			Z			F	BZ	0006	00



Inhaltsverzeichnis



- Deckblatt 1
- Revisionsblatt 2
- Inhaltsverzeichnis 3
- Begleitschreiben 4

Gesamtblattzahl dieser Unterlage 4 Blatt

Erklärung

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) hat mit Auftrag vom 05.11.1991 das [REDACTED]

[REDACTED] mit Bodenuntersuchungen unter Berücksichtigung der erdbaulichen Wiederverwendbarkeit und der chemischen Belastungen des Schachtgeländes Konrad 2 beauftragt.

Die Ergebnisse sind in dem Bericht

Geotechnischer Bericht

Baugrund- und Bodenuntersuchungen
auf dem Gelände
der Schachtanlage
Konrad 2
und
für die äußere Verkehrsanbindung

Projekt-Nr. 875

Januar 1992

beschrieben und dargestellt. Weiterhin wurde das Grundwasser beprobt. Die Analysen wurden der DBE mit Schreiben vom 30.03.1992, Az.: 875 - FR/JT/BT, als Ergänzung des vorgenannten geotechnischen Berichtes mitgeteilt.

Die Ergebnisse weisen aus, daß unter Beachtung der Empfehlungen gegen die Bebauung des Schachtgeländes auch unter Berücksichtigung der NBauO § 19 keine Bedenken bestehen.

Die von [REDACTED] durchgeführten Untersuchungen sowie die Beschreibung und Darstellung der Ergebnisse erfolgten unabhängig.

Braunschweig, den 09. November 1993

[REDACTED]

[REDACTED]

<h1>DECKBLATT</h1>	Blatt: 1	
	Stand: 02.04.1993	

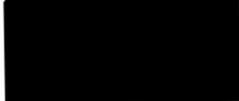
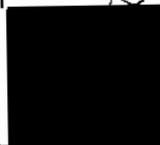
Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Bezugsgruppe	Ausgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	5141		ZZ			FB	FT	000300	

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Geotechnische Beratung

Ersteller/Unterschrift: 

Textnummer: 

Stempelfeld:

<p>02.04.1993</p> <p style="text-align: right;"></p>	<p>T-KTZ</p> <p style="text-align: center;">08.06.93</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>T-K</p> <p style="text-align: center;">09.06.93</p> <p style="text-align: center;"></p>
Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	Freigabe DBE - UVST Datum / Unterschrift	Freigabe Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00:

02.04.1993

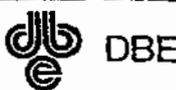
Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
9K	5141		ZZ			FB	FT	000300	

Titel der Unterlage:

Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Geotechnische Beratung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN	
9K	5141		ZZ			FB	FT000300			

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
Deckblatt	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis	3 - 4
Titelseite	5
1. Vorgang	6
2. Unterlagen	7
3. Baumaßnahmen	7 - 9
4. Baugrund und hydrogeologische Verhältnisse	9
4.1 Baugrunderschließung	9
4.2 Umladeanlage	10
4.3 Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor	10 - 11
4.4 Gleisanlagen	11
4.5 Ergebnisse der Sondierungen	11 - 12
4.6 Grundwasser, Schichtenwasser	12
5. Gründungsempfehlung	13
5.1 Umladehalle	13
5.2 Pufferhalle	14
5.3 Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale	14 - 15
5.4 Büro- und Sozialgebäude	15 - 16
5.5 Werkstatt	16 - 17

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AAANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K	5141		ZZ			FB	FT	000300	



5.6	Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor	17 - 18
5.7	Gleisanlagen	18 - 19
6.	Herstellung der Baugrube	19
6.1	Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor	20
6.2	Pufferhalle	21
6.3	Werkstatt	21 - 22
6.4	Umladehalle	22 - 23
6.5	Heizzentrale	23
6.6	Bürogebäude	23 - 24
6.7	Gleisanlagen	24
7.	Wasserhaltung	25
7.1	Umladeanlage	25 - 26
7.2	Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor	26
8.	Bodenmaterial	26 - 27
9.	Zusammenfassung	28

Anhangsverzeichnis

	Blatt
Anhang 1: Lageplan (M 1 : 1000)	29
Anhang 2: Baugrube (Umladeanlage)	30
Anhang 3: Baugrube mit wieder aufzufüllenden Bereichen (Umladeanlage)	31

Gesamtblattzahl dieser Unterlage: 31

V88/759/1

**Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb
von Endlagern für Abfallstoffe mbH
(DBE)**

**Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Salzgitter-Bleckenstedt**

**Geotechnische Beratung
für die Umladeanlage,
Förderturm mit Schachthalle,
Lüftergebäude und Gleisanlagen**

Projekt-Nr. 997

März 1993

1. Vorgang

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant, die Schachtanlage Konrad 2 in Salzgitter-Bleckenstedt zum Endlager für radioaktive Abfälle auszubauen. Um den Schacht Konrad 2 für diese Aufgabe nutzen zu können, ist eine neue Infrastruktur mit den dafür erforderlichen Tagesanlagen zu bauen. U.a. sind folgende Anlagen neu zu errichten (s. Anlage 1).

Umladeanlage:

- Umladehalle
- Pufferhalle
- Werkstatt, Sonderbehandlungsraum und Trocknungsanlage (teilweise unterkellert)
- Sozial-, Labor- und Bürobereich
- Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale (unterkellert)

Förderturm mit Schachthalle

Lüftergebäude mit Diffusor-Abwetterkanal.

Am 09.02.1993 wurde das [REDACTED] von der DBE beauftragt, für den Schacht Konrad 2 einen geotechnischen Bericht zu erstellen. In diesem Bericht wird zur Gründung, zum Bodenaustausch unter den Gründungen sowie zur Wiederverwertung des Bodenaushubmaterials, zur Baugrubenherstellung und zur Wasserhaltung Stellung bezogen.

2. Unterlagen

- [1] Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für Gleisanlagen (Schacht Konrad 2); Erdbaulaboratorium Braunschweig, [REDACTED] [REDACTED], September 1987.
- [2] Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die Pufferhalle (Schacht Konrad 2); Erdbaulaboratorium Braunschweig, [REDACTED], Dezember 1985.
- [3] Baugrundgutachten und Sondiererergebnisse (Schacht Konrad 2); Erdbaulaboratorium Braunschweig, [REDACTED].
- [4] Schal- und Gründungspläne für die Umladeanlage und das Lüftergebäude (Schacht Konrad 2) von dem [REDACTED] [REDACTED] (November 1992 bis Januar 1993 und Juni 1990).
- [5] Lagepläne und Schnitte der einzelnen Gebäude der Umladeanlage (Schacht Konrad 2) von der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), April bis Juni 1992.

3. Baumaßnahmen

Die Umladeanlage besteht aus fünf verschiedenen Gebäuden (s. Anlage 1), die unterschiedlich gegründet werden:

- Die ca. 108 m x 35 m große und ca. 16 m hohe Umladehalle (Stahlbetonhalle) wird auf Streifenfundamente gegründet, deren Unterkanten 3,0 m (bzw. 2,30 m) unter Geländeoberkante (GOK) liegen. Die Umladehalle ist nicht unterkellert.

- Die nicht unterkellerte ca. 67 m x 36 m große und ca. 9 m hohe Pufferhalle wird ebenfalls auf Streifenfundamenten gegründet. Die Gründungssohle liegt bei 2,30 m unter GOK.
- Die Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale wird vollständig unterkellert (ca. 36 m x 22 m). Die Unterkante der Kellersohle liegt bei 3,0 m unter GOK, z.T. sind Einzelfundamente bis in 4 m Tiefe zu erstellen.
- Das Büro- und Sozialgebäude wird auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet. Die Unterkante der Fundamente reicht bis 1,10 m unter GOK. Das Gebäude ist nicht unterkellert und hat eine Größe von ca. 54 m x 22 m.
- Die Werkstatt mit dem zusätzlichen Anbau ist teilunterkellert. Die Gründungstiefen der Kellersohlen befinden sich bei ca. 6,50 m und ca. 7,50 m unter GOK. Die weiteren Streifen- und Einzelfundamente zur Lasteinleitung werden 1,0 m unter GOK gegründet. Die Werkstatt mit dem Anbau hat eine Größe von ca. 55 m x 35 m.

Der Förderturm mit der Schachthalle (im NW der Umladehalle) sowie das Lüftergebäude mit dem Diffusor werden vor dem Bau der Umladeanlage errichtet. Der Förderturm mit der Schachthalle (ca. 34,0 m x ca. 23,50 m) wird z.T. auf Streifenfundamente (Hallen-anbau: UK Fundamentsohle bei 1,70 m u.GOK) gesetzt und z.T. als bis zu ca. 8,20 m u.GOK (UK Kellersohle) liegendes Gebäudeteil (Förderturm, ca. 20,50 m x ca. 23,50 m) erstellt.

Das Lüftergebäude mit dem Diffusor (ca. 23,50 m x 18,0 m) wird als 8,0 m u.GOK (UK Fundamentsohle) gegründetes Gebäude errichtet. Als Verbindung zum Förderturm mit der Schachthalle wird vom Lüftergebäude ein Abwetterkanal gebaut, der eine Länge von ca. 45 m besitzt. Die Gründungstiefe des Kanals beträgt 6,1 m u.GOK (UK Sohle). Die Breite des Kanals beträgt 5,30 m am Lüftergebäude) und verbreitert sich auf ca. 7,60 m am Förderturm. Am Abwetterkanal angeschlossen wird ein Probennahmeraum (7,40 m x 8,20 m) mit einer Gründungstiefe von ebenfalls 6,1 m u.GOK (UK Sohle). Der Abstand vom Lüftergebäude beträgt 7,75 m.

Nach dem Bau der Umladeanlage werden die Gleisanlagen erstellt.

4. Baugrund und hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Baugrunderschließung

Die Erkundung und Untersuchung des Baugeländes führte das Erdbaulaboratorium Braunschweig () von Mai bis Juli 1984, im November 1985 und September 1987 durch [3].

Der Baugrund wurde durch Sondierbohrungen und durch Rammsondierungen erkundet. Die Rammsondierungen wurden mit einer mittelschweren Rammsonde (MRS/A) durchgeführt, die in der derzeit gültigen Fassung der DIN 4094 "Erkundung durch Sondierungen" nicht mehr enthalten ist.

Die mittlere Geländehöhe beträgt ca. NN +90,10 m, dabei sind nennenswerte Höhenunterschiede nicht vorhanden.

4.2 Umladeanlage

Der Baugrund wurde im Bereich der Umladeanlage durch 26 Sondierbohrungen und Rammsondierungen untersucht.

Anhand dieser Aufschlüsse läßt sich der Baugrundaufbau im Bereich der Umladeanlage wie folgt beschreiben:

Das Baugelände im Bereich der Umladeanlage wird von einer Auffüllung überdeckt, die zwischen 0,65 m und 4,10 m mächtig ist. Die Auffüllung besteht aus Sanden, die größtenteils mit Schluffanteilen vermischt sind. Gelegentlich sind kiesige Beimengungen vorzufinden.

Unterhalb der Auffüllung stehen Schluffe und Sande mit kiesigen und tonigen Anteilen (z.T. Geschiebelehm oder Geschiebemergel) an. Diese Schichten, die keinen klaren Schichtenverlauf erkennen lassen, reichen mindestens bis in die Endbohrtiefen von 7,0 m bis 8,0 m und z.T. bis 13,0 m.

4.3 Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor

Der Bereich des Geländes um den Förderturm und des Lüftergebäudes wurde durch 7 Sondierbohrungen und 9 Rammsondierungen erkundet.

Unterhalb der 0,4 m bis 3,90 m mächtigen Auffüllschichten, die aus schluffigen Sanden mit einzelnen Kiesanteilen bestehen, liegt eine sandige Schluffschicht mit schwach kiesigen Anteilen (Geschiebelehm) bis in Tiefen von max. 4,70 m u.GOK (Dicke zwischen 0,95 m und 2,80 m).

Zwischen der sandigen Schluffschicht und dem darunter anstehenden Geschiebemergel verläuft eine ca. 3 m - 5 m mächtige Sandschicht mit geringen Schluff- und Kiesanteilen.

Der Geschiebemergel, dessen Oberkante relativ einheitlich bei ca. 8,0 m bis 8,7 m u.GOK ansteht, reicht in allen Bohrungen mindestens bis in die Endtiefen von 11,0 m bis 13,0 m unter GOK.

4.4 Gleisanlagen

Entlang der Gleisstrecken wurden fünf Sondierbohrungen und Rammsondierungen zur Baugrunderkundung durchgeführt.

Der Baugrund ist folgendermaßen aufgebaut:

Der Bereich der Gleisanlagen ist von einer 1,90 m bis 4,90 m mächtigen Auffüllschicht überdeckt. Die Auffüllungen bestehen aus schluffigen Sanden mit geringen Kiesanteilen.

Unterhalb der Auffüllung stehen bis in die Endbohrtiefen von 6,0 m u.GOK wechselnde Schichten von Geschiebelehm und -mergel sowie Löß als auch Sande mit schwach schluffigen und kiesigen Beimengungen an.

4.5 Ergebnisse der Sondierungen

Die Auswertung der Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (MRS/A) basiert vorwiegend auf Erfahrungswerten. Bei Schlagzahlen $N_{10} \leq 6$ Schlägen pro 10 cm Eindringung wird der anstehende Boden als nicht ausreichend tragfähig angesehen. Die Ergebnisse wurden somit aus dem Gutachten von Dr.-Ing. Kielbassa [3] übernommen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen [3] zeigen, daß im nördlichen Bereich der Baumaßnahme bis in 3 m Tiefe der Baugrund z.T. nicht ausreichend tragfähig ist (Schlagzahlen $N_{10} < 6$ Schläge pro 10 cm Eindringung). Im südlichen Bereich (Pufferhalle, Werkstatt, Gleisanlagen) sind die geringen Schlagzahlen bis in Tiefen von ca. 6 m vorzufinden.

4.6 Grundwasser, Schichtenwasser

Grundwasserflurabstände wurden in dem Gutachten des Erdbaulaboratoriums Braunschweig mit angegeben. Die Grundwasserflurabstände (Mai bis Juli 1984) bewegen sich zwischen 2,80 m und 3,80 m unter GOK, d.h. zwischen NN +87,05 m und NN +86,28 m. Im nördlichen Bereich (Heizzentrale, nördlicher Teil der Umladehalle und der Bereich bis zum Lüftergebäude) wurden Wasserstände von 5,55 m bis 5,83 m unter GOK gemessen, dies entspricht NN +84,67 m und NN +84,50 m. Nachträglich ausgeführte Sondierungen (November 1985 im Bereich der Pufferhalle) ergaben bei einer länger angehaltenen Trockenperiode Grundwasserstände von 3,90 m bis 4,35 m unter GOK, d.h. zwischen NN +85,89 m und NN +85,42 m.

Nach unserer Kenntnis handelt es sich in den o.g. Grundwasserflurabständen um Schichtenwasser.

Unterhalb der geschlossenen Geschiebemergelschicht befindet sich ein weiterer Grundwasserstock. Dieses Grundwasser ist gespannt und kann beim Durchstoßen des Mergels nach unseren Untersuchungen im Nachbargelände bis in Höhen von max. 7,0 m u.GOK ansteigen.

5. Gründungsempfehlung

Die in den Kap. 5.1 bis 5.5 angeführten Sohlnormalspannungen sind aus dem Gutachten [3] übernommen worden.

5.1 Umladehalle

Die Umladehalle (108 m x 35 m; 16 m hoch; nicht unterkellert) wird auf Streifenfundamente ($b = 5,5$ m bzw. $b = 5,0$ m) gegründet. Die Unterkanten der Fundamente liegen bei 3,0 m unter GOK (nördliche Seite und Seite zum Bürogebäude und zur Heizzentrale) und 2,3 m unter GOK. Der Hallenfußboden (OK = NN +90,0 m) wird als ca. $d = 0,65$ m starke Platte ausgeführt.

In der Tragwerksplanung sind die Fundamente für die Umladehalle für folgende Sohlnormalspannung bemessen worden:

$$\sigma = 150 \text{ KN/m}^2$$

Um die Lasten sicher in den Untergrund abzuleiten, muß in Teilbereichen der Halle ein Bodenaustausch vorgenommen werden.

Aus den Ergebnissen der Rammsondierungen und der Gründungstiefe folgt, daß unterhalb der Halle mindestens 3 m der anstehende Boden ausgehoben werden muß. Im Bereich des Querverschubes 1 (- 3,5 m) und der örtlichen Hallenseite (- 3,8 m) ist die Baugrubensohle noch etwas tiefer zu erstellen (s. Anlage 2).

Der Boden ist auszuheben, weil er eine lockere Lagerungsdichte in einigen Schichten aufweist. Er ist aber für den Wiedereinbau grundsätzlich als tragfähiges Material geeignet. Der Boden muß lagenweise ($d \leq 50$ cm) mit geeignetem Verdichtungsgerät wieder eingebaut werden (s. Anlage 3), um die Bauwerks- und Verkehrslasten sicher aufnehmen zu können.

5.2 Pufferhalle

Die Pufferhalle (67 m x 36 m; 9 m hoch; nicht unterkellert) wird ebenfalls auf Streifenfundamente (b = 1,25 m und b = 2,5 m) gegründet. Die Tiefe der Fundamentunterkanten beträgt 2,30 m unter GOK. Der Hallenfußboden erhält wie die Umladehalle eine d = 0,65 m starke Betonplatte. Als Sohlnormalspannung wurde für die Pufferhalle folgende Werte angesetzt:

$$\sigma = 150 \text{ KN/m}^2$$

Unterhalb der Pufferhalle steht bis in Tiefen von ca. 5,7 m unter der Geländeoberkante locker gelagerte Bodenmaterialien an, die nicht ausreichend tragfähig sind. Bis in die Tiefen von 5,0 m sind zudem humose Beimengungen vorzufinden.

Aus diesem Grund wird der Boden im Bereich der Streifenfundamente bis 5,0 m und unterhalb der Bodenplatte 4,0 m tief ausgehoben (s. Anlage 2). Dieses Bodenmaterial ist als tragfähiges Material nicht geeignet und ist durch anderen tragfähigen Boden zu ersetzen, der lagenweise (d ≤ 50 cm) mit geeigneten Verdichtungsgeräten bis zur Gründungssohle (s. Anlage 3) einzubauen ist.

5.3 Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale

Die Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale (22 m x 36 m) wird vollständig unterkellert. Die Unterkante der Kellersohle liegt bei 3,0 m unter GOK. Acht weitere Einzelfundamente haben eine Gründungstiefe von 3,8 m bis 4,0 m unter GOK und liegen direkt unter der Kellersohle. Als Bodenpressung werden

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt.

Die locker gelagerten Bodenschichten im Bereich der Heiz-, Lüftungs- und Elektrozentrale sind bis in Tiefen von max. 3,9 m anzutreffen. Unterhalb dieses Gebäudes muß daher kein Bodenaustausch vorgenommen werden. Die Sohle ist vor Herstellung der Fundamente nachzuverdichten.

Das ausgehobene Bodenmaterial ist als tragfähiger Boden geeignet und ist an anderen Austauschorten (z.B. Pufferhalle) wieder einzubauen.

5.4 Büro- und Sozialgebäude

Das Büro- und Sozialgebäude (22 m x 54 m; nicht unterkellert) ist zwischen 5 m (eingeschossig) und 9 m (zweigeschossig) hoch und wird auf Streifen- und Einzelfundamenten gegründet. Die Streifenfundamente werden 1,0 m tief gegründet (auf der Nordseite des Gebäudes wird das Streifenfundament 2,0 m tief gegründet). Die Einzelfundamente erreichen eine Tiefe bis zu 1,1 m unter Geländeoberkante (GOK). Der Gebäudefußboden (OK = NN +90,0 m) wird als 16 cm starke Betonplatte ausgeführt. Als Bodenpressung werden für das Büro und Sozialgebäude

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt.

An der Nordseite des Gebäudes (Seite zur Heizzentrale) wird der anstehende Boden bis auf 3,0 m ausgehoben, die Baugrubensohle nachverdichtet und tragfähiger Boden bis auf 2,0 m (2 Lagen à 0,50 m) unter GOK wieder eingebaut. Die anderen Fundamente werden auf dem anstehenden Boden gegründet, nachdem auch diese Bereiche nachverdichtet worden sind.

Innerhalb der Streifenfundamente für die Außenwände sind Einzel- fundamente herzustellen. Danach ist in die verbleibenden Zwi- schenräume tragfähiger Boden in zwei Lagen à 0,40 m einzubauen, um die Gründung der Bodenplatte herzustellen.

5.5 Werkstatt

Die Werkstatt mit dem Anbau (55 m x 35 m) ist z.T. unterkellert. Die Kellersohlen (UK Fundamentplatte) reichen bis 6,50 m bzw. 7,50 m unter GOK. Die restlichen Gebäudeteile werden auf Einzel- und Streifenfundamente gegründet, deren Tiefe bei 1,0 m unter GOK liegt. Für die Einzelfundamente kann eine Bodenpressung von

$$\sigma = 400 \text{ KN/m}^2$$

angesetzt werden. Für die Streifenfundamente ist in Abhängigkeit der Lasten eine Bodenpressung von

$$\sigma = 200 \text{ KN/m}^2 \text{ bis } \sigma = 400 \text{ KN/m}^2$$

zugrunde zu legen.

Um die Lasten sicher in den Untergrund abzutragen, ist auch hier im Bereich der Einzel- und Streifenfundamente der Boden bis auf 5 m unter GOK abzutragen (s. Anlage 2). Bis zur Unterkante der Fundamente (1,0 m unter GOK) ist tragfähiger Boden lagenweise ($d \leq 0,50 \text{ m}$) wieder einzubauen (s. Anlage 3). Hierfür kann auch z.T. das zuvor abgetragene Bodenmaterial verwendet werden (bis ca. 2 m unter GOK stehen meist schwache kiesige Sande an).

Es ist darauf zu achten, daß das Verfüllen der Baugrube des Kellerbereiches ebenfalls lagenweise mit ordnungsgemäßer Verdichtung erfolgt. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, daß durch die höherliegenden Fundamente eine weitere Belastung auf die Kellerwände einwirkt und diese mit einzurechnen ist. Ggf. sind konstruktive Maßnahmen (z.B. Pfähle) zu treffen, die die Belastungen auf die Kellerwände minimiert.

5.6 Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor

Ein Teil des Förderturmes mit der Schachthalle (Anbau) wird auf 1,50 m bis 3,0 m breite Streifenfundamente gesetzt. Die Unterkante der Fundamente liegt bei 1,70 m u.GOK.

Die Ergebnisse der Sondierungen zeigen eine lockere Lagerung des anstehenden Bodens bis in 3 m Tiefe, so daß die Tragfähigkeit des Bodens nicht ausreicht.

Der anstehende Boden ist grundsätzlich für den Wiedereinbau geeignet. Die locker gelagerten Schichten (bis ca. 3 m u.GOK) sind somit auszuheben und lagenweise (3 Lagen à 45 cm) verdichtet wieder einzubauen.

Der Schachtkeller (UK Bodenplatte) mit dem Förderturm ist bei ca. 8,0 m bis 8,5 m Tiefe u.GOK zu gründen. Die hier ermittelten Schlagzahlen weisen auf eine mitteldichte bis dichte Lagerung hin, so daß keine Verbesserung der Tragfähigkeit des Baugrundes erforderlich ist.

Die Gründungstiefe des Lüftergebäudes mit dem Diffusor liegt bei 8,0 m u.GOK. Der Baugrund ist hier ebenfalls mitteldicht bis dicht gelagert. Eine Verbesserung des Baugrundes hinsichtlich der Tragfähigkeit ist nicht erforderlich. Das gleiche gilt für den Abwetterkanal (UK Sohle bei ca. 6,10 m u.GOK) als Verbindung zwischen dem Förderturm und dem Lüftergebäude.

5.7 Gleisanlagen

Die Gleise werden auf einer ca. 90 cm starken Frostschutzschicht gegründet. Unterhalb der Frostschutzschicht werden von der Deutschen Bundesbahn (Vorschrift für Erdbauwerke, DS 836) an den Unterbau und den Untergrund (anstehender Boden) Forderungen hinsichtlich Verdichtungsgrad und Mächtigkeit der einzelnen Trag-schichten gestellt. Als Unterbau kann ebenfalls der anstehende Boden verwendet werden.

Der Unterbau muß eine Mächtigkeit von mindestens 1 m besitzen und einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,95$ ($\Delta E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ eines Lastplattendruckversuches) erreichen. Der gleiche Verdichtungsgrad wird an den Untergrund (obere Schicht von 0,50 m) gestellt.

Diese Forderungen werden von dem anstehenden Baugrund nicht erfüllt. Entsprechend der Planungshöhen der Gleise müssen somit im Norden (im Bereich des Lüftergebäudes) bis 2,20 m u.GOK und im Süden bis 1,40 m u.GOK der Boden ausgehoben werden. Die nun anstehende Oberkante des Untergrundes ist mit Verdichtungsgeräten zu bearbeiten, daß die geforderten Verdichtungsgrade ($D_{Pr} \geq 0,95$) für die obere Schicht von mind. 0,50 m erreicht werden.

Danach ist der 1 m mächtige Unterbau zu erstellen, der lagenweise (3 Lagen à 0,33 m) verdichtet eingebracht wird. Im nördlichen Bereich vom Lüftergebäude bis in Höhe der Umladehalle muß der Boden gegen tragfähiges Material ausgetauscht werden. Dafür sind Böden der Bodenklasse SW, GW, GI (DIN 18 196) einzubauen. Im südlichen Bereich kann dagegen der anstehende Boden wieder eingebaut werden.

Eventuell auftretende Setzungsunterschiede können im Zuge von Instandsetzungsmaßnahmen des Oberbaus ausgeglichen werden, um die Forderung der DBE von $s < 1$ cm zu erfüllen.

6. Herstellung der Baugruben

Die Baugrube bzw. Baugruben der Umladeanlage werden geböschert mit einer Neigung von 1 : 1 hergestellt. Bei Tiefen > 3 m wird eine Berme von 1,5 m Breite angeordnet. Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen.

Zur Herstellung des Förderturmes mit der Schachthalle und des Lüftergebäudes mit dem Diffusor wird ein rückverankerten Baugrubenverbau eingesetzt.

Des Weiteren ist bei der Herstellung der Baugruben die DIN 4124 zu beachten (z.B. Stapel- oder Verkehrslasten).

Im Folgenden werden die Baugrubenabmessungen der einzelnen Gebäudeteile aufgeführt:

6.1 Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor

Zur Herstellung der Baugrube für den Schachtkeller wird eine rückverankerter (z.B. Verpreßanker) Baugrubenverbau (z.B. Spundwand) eingesetzt. Nach den derzeitigen Unterlagen (Juni 1990) besitzt die Baugrube die Abmessungen von ca. 22,50 m x ca. 25,60 m (auf jeder Baugrubenseite 1,0 m Arbeitsraum) und wird auf ca. 8,20 m u.GOK ausgehoben.

Zur Herstellung der Gründung (Streifenfundamente mit $b = 3,0$ m und $b = 1,5$ m) für den Hallenanbau am Förderturm ist der anstehende Boden auf 3 m auszuheben. Aus herstellungstechnischen Gründen wird empfohlen, den gesamten Bereich des Hallenanbaus auszuheben (Baugrube ~ 13,5 m x 25 m). Die Böschung ist mit einer Neigung von 1 : 1 herzustellen.

Die Baugrube für das Lüftergebäude wird mit der gleichen Verbauart wie bei dem Förderturm hergestellt und auf eine Tiefe von 8,0 m u.GOK ausgehoben. Die Abmessungen dieser Baugrube betragen ca. 20,00 m x ca. 25,50 m (Planungsstand Juni 1990), wobei auf jeder Baugrubenseite 1,0 m Arbeitsraum eingerechnet sind.

Der Abwetterkanal (Verbindung zwischen Förderturm und Lüftergebäude) besitzt eine Länge von ca. 45 m und wird in einer Tiefe von 6,10 m u.GOK gegründet. Die Breite der Baugrube beträgt am Lüftergebäude ca. 7,30 m und verbreitert sich auf ca. 9,60 m am Förderturm.

Östlich ist an den Abwetterkanal ein Probennahmeraum anzuschließen. Die Baugrubenbemessung beträgt ca. 9,40 m x ca. 9,20 m. Die Baugrube ist ebenfalls 6,10 m u.GOK auszuheben.

6.2 Pufferhalle

Aushub der Baugrube bis auf 3 m Tiefe, Anlegen der Berme, Aushub bis auf 5 m im Bereich der Streifenfundamente, Aushub bis 4 m unterhalb der Bodenplatte (s. Anlage 2).

Die Breite der Baugrube (Böschungsfuß 5 m tief) ergibt sich aus dem Lastausbreitungswinkel (45°) und der Fundamentbreite (gemessen von der Gebäudekante):

NW-Seite:	5,0 m nach außen
	5,5 m nach innen
SW und NO-Seite:	3,5 m nach innen und außen
SO-Seite:	4,0 m nach außen
	5,0 m nach innen

Für die Abstände der Böschungsoberkanten sind zu den o.g. Abmessungen 6,5 m hinzuzurechnen. Auf der NW-Seite ist keine Böschung anzulegen, da die vorhandene Straße für den Verkehr erhalten bleiben muß. Aus diesem Grund wird auf der NW-Seite des Gebäudes ein rückverankerter (z.B. Verpreßanker) Baugrubenverbau gesetzt (z.B. Trägerbohlwand, Spundwand usw.).

6.3 Werkstatt

Aushub der Baugrube bis auf 3 m Tiefe, Anlegen der Berme, Aushub bis auf 5 m Tiefe, Breite der Baugrube (Böschungsfuß 5 m tief; gemessen von der Gebäudekante; s. Anlage 2):

NW-, SW- u. SO-Seite:	5,0 m nach außen
NO-Seite:	3,5 m nach innen und außen

Böschungsoberkante:

NW-, SW- u. SO-Seite: 11,5 m

NO-Seite: 10,0 m

Aushub bis auf 6,5 m Tiefe und 7,5 m Tiefe (Kellerbereiche).

Breite der Baugrube am Böschungsfuß bei 6,5 m und 7,5 m Tiefe:

Alle Seiten: 0,65 m (Arbeitsraum)

Böschungsoberkante (bei 6,5 m Tiefe):

NW- und NO-Seite: 9 m

Böschungsoberkanten in der 5 m tiefen Baugrube:

bei 6,5 m Tiefe: 2,15 m

bei 7,5 m Tiefe: 3,15 m

6.4 Umladehalle

Aushub der Baugrube bis auf 3,0 m (s. Anlage 2).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß:

NW-Seite: 2,5 m

NO-Seite: 1,5 m

Böschungsoberkante:

NW-Seite: 5,5 m

NO-Seite: 4,5 m

Aushub der Baugrube auf der Südost-Seite bis 3,8 m u. GOK,

Breite der Baugrube: 5,0 m nach innen

3,0 m nach außen

Böschungsoberkante: 8,3 m (Anlegen einer Berme von 1,5 m
Breite)

6.5 Heizzentrale

Aushub der Baugrube bis auf 3,0 m (s. Anlage 2).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß:

alle Seiten: 0,65 m (Arbeitsraum)

Böschungsoberkante: 3,65 m

Innerhalb der Baugrube sind Fundamente bis max. 4 m Tiefe u.GOK

auszuheben: 1 Fundament 3,0 x 3,0 m² (4,0 m tief)

4 Fundamente 2,7 x 2,7 m² (4,0 m tief)

5 Fundamente 2,0 x 2,0 m² (3,8 m tief)

6.6 Bürogebäude

Aushub der Baugrube bis auf 1,10 m (s. Anlage 2).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß:

NW- und SW-Seite: 1,5 m

Böschungsoberkante:

NW- und SW-Seite: 2,6 m

Auf der SO-Seite ist die Baugrube auf 3,0 m Tiefe auszuheben:
Böschungsfuß:

SO-Seite:	5,0 m
Böschungsoberkante:	8,0 m

Sobald die Baugrubensohlen hergestellt sind, sind diese mit mehreren Verdichtungsübergängen zu überarbeiten, um evtl. anstehende gering mächtige locker gelagerte Bodenschichten zu verdichten.

Werden beim Herstellen der Baugruben weiche, bindige Böden (Schluffe mit tonigen Anteilen) vorgefunden, sind diese gegen tragfähigen Boden auszutauschen. Ist die Baugrube entsprechend den Planungen hergestellt, wird verdichtungsfähiges Material lagenweise bis zur planmäßigen U.K. Fundamentsohle wieder eingebaut (s. Anlage 3).

6.7 Gleisanlagen

Zur Herstellung des Unterbaus für die Frostschutzschicht der Gleise muß der anstehende Boden von 1,40 m bis 2,20 m u.GOK ausgehoben werden. Die Baugrube wird geböschert mit einer Neigung von 1 : 1 hergestellt. Die Breite der Baugrube (Böschungsfuß) ergibt sich aus der Tiefe der Baugrube (Lastausbreitungswinkel von 45°) und der halben Schwellenbreite ($b/2 \approx 1,25$ m).

Im Norden (eingleisig) ist die Baugrube (2,20 m tief) ca. 6,90 m breit auszuheben. Bei mehreren Gleisen ist zur Ermittlung der Baugrubenbreite bei einer Tiefe von ca. 2,0 m zu den Gleisabständen untereinander jeweils 3,25 m auf der Gleisaußenseite hinzuzurechnen. Im Bereich der Umladehalle beträgt der Abstand der Gleise 2 bis 4 17,5 m. Die Baugrube ist somit ca. 24 m breit anzulegen.

7. Wasserhaltung

Der maximal auftretende Grundwasserstand ist mit 2,8 m bis 3,0 m unter GOK zu erwarten (Mai bis Juli 1984 war ein niederschlagsreicher Zeitraum). Somit ist bei Gründungstiefen bis 3,0 m voraussichtlich keine Wasserhaltung erforderlich.

7.1 Umladeanlage

Der Baugrubenbereich für die Pufferhalle und der Werkstatt (ca. 90 m x 90 m) muß von Grund- bzw. Schichtenwasser freigehalten werden. Wir empfehlen, dafür Horizontalwasserfassungen zu verwenden. Dazu wird eine Ringdrainage um diese tiefer auszuhebende Baugrube gelegt. Innerhalb der Baugrube (5 m tief) sind die Dränstränge in einem Abstand von ca. 10 m zu verlegen. Die Drainage ist in einer Tiefe von 5,5 m bis 6,0 m u.GOK einzubauen.

Zusätzlich ist die Südost-Seite der Umladehalle für die Gründungsherstellung mit einem Dränstrang (Tiefe ca. 4,5 m u.GOK) zu entwässern. Die Länge der Drainage beträgt insgesamt ca. 1.000 m.

Die Dränstränge werden vor dem Baugrubenaushub mit einer Schlitzfräse hergestellt. Dabei wird ein ca. 0,35 m breiter Schlitz gefräst, gleichzeitig ein PEHD-Teilsickerrohr DA 110 auf der Schlitzsohle verlegt und der Schlitz mit Kies verfüllt. Alternativ kann zunächst der Boden ca. 3,0 m tief ausgehoben und von dieser Zwischenebene die Dränstränge eingefräst werden.

Die tiefergelegenen Kellerbereiche (6,5 m bzw. 7,5 m tief) sind mit Spülfiltern (Vakuumanlage) oder mit Tiefbrunnen trocken zu halten. Bei Einzelfundamenten, die tiefer als 3 m gegründet werden (z.B. Heizzentrale) kann die Baugrube über Pumpensümpfe trocken gehalten werden.

7.2 Förderturm mit Schachthalle, Lüftergebäude mit Diffusor

Die rückverankerten Baugruben können ebenfalls über Spülfilter (Vakuumanlage) vom Schichtenwasser und vom voraussichtlich in geringen Mengen anfallendem Grundwasser freigehalten werden. Alternativ können auch Tiefbrunnen zur Trockenhaltung eingesetzt werden.

8. Bodenmaterial

Zur Herstellung der Baugruben der Umladeanlage sind ca. 57.000 m³ Boden auszuheben. Bei dem Aushub handelt es sich vorwiegend um Böden der Bodenklasse 3 bzw. 4 (nach DIN 18300). Innerhalb des Grundwasserbereiches können auch Böden der Bodenklasse 2 auftreten.

Der Boden (meist Sande mit kiesigen und schluffigen Anteilen), der aus den Baugruben der Heizzentrale, dem Bürogebäude und der Umladehalle gewonnen wird, kann als tragfähiges Material wieder eingebaut werden (Bodenaustausch). Aus dem Werkstattbereich kann das Bodenmaterial bis in 2 m Tiefe u. GOK wiederverwendet werden, aus dem Bereich der Pufferhalle bis in 1,5 m Tiefe u. GOK. Insgesamt fallen ca. 28.000 m³ wiedereinbaufähiges Bodenmaterial der Bodengruppen SE, SW und SU an. Dieses Material ist separat zwischenzulagern.

An tragfähigem Boden, der als Bodenaustausch einzubauen ist, werden ca. 33.000 m³ benötigt.

Daraus folgt, daß ca. 5.000 m³ verdichtbares Bodenmaterial der Bodenklasse GW, GI, SW (nach DIN 18196) zusätzlich zu liefern ist.

Das tragfähige Bodenmaterial ist in Lagen von $d \leq 0,50$ m einzubringen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad beträgt $D_{Pr} \geq 100$ %. Der Einbau ist mit Lastplattendruckversuchen zu überprüfen, wobei $E_{v2} \geq 100$ MN/m² einzuhalten ist. Alternativ kann die Lagerungsdichte über Rammsondierungen kontrolliert bzw. überprüft werden.

Zum Verfüllen der außenliegenden Baugrubenbereiche kann das übrige Bodenmaterial verwendet werden.

Der Bodenaushub, der aus den vorab zu erstellenden Gewerken gewonnen ist, kann im Bereich der zukünftigen Pufferhalle zwischengelagert werden, sofern es sich um Sande mit sehr geringen bindigen Anteilen handelt. Dieses Boden kann ebenfalls zum Bodenaustausch als tragfähiges Material eingesetzt werden.

9. Zusammenfassung

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), Peine, plant, die Tagesanlagen für den Schacht Konrad 2 weiter auszubauen. In einem ersten Schritt sind dazu ein Förderturm mit Schachthalle, ein Lüftergebäude mit Diffusor sowie eine Umladeanlage bestehend aus 5 Gebäuden und eine neue Gleisanlage aufzubauen. Die einzelnen Gebäude müssen unterschiedlich tief gegründet werden. Um die Lasten sicher in den Baugrund abzuführen, muß in Teilbereichen des Baugebietes der Boden ausgetauscht werden. Es wird dabei weniger tragfähiger Baugrund gegen tragfähiges Bodenmaterial ersetzt. Dabei kann der zum Aushub kommende Boden z.T. wieder eingebaut werden, wenn er qualifiziert (d.h. lagenweise $d \leq 50$ cm und mit geeignetem Verdichtungsgerät eingebaut) eingebracht wird.

Die dafür geeigneten Bodenmaterialien vom Aushub reichen nicht vollständig für die erforderlichen einzubauenden Massen. Es muß zusätzlich Boden geliefert und eingebaut werden. Für den tieferen Bereich der Baugrube muß eine Wasserhaltung betrieben werden. Dafür wird eine Drainage unterhalb der Baugrubensohle eingefräst, die das Schichtenwasser von der Baugrube fernhält. Für die Kellerbereiche ist eine Spülfilteranlage (Vakuumanlage) oder eine Tiefbrunnenanlage zur Trockenhaltung einzusetzen.

Sind für die weitere Planung Fragen zur Herstellung der Baugruben, bodenmechanischer oder gründungstechnischer Art zu klären, bitten wir um Rücksprache.

Braunschweig, 31. März 1993

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

DECKBLATT

Blatt: 1
Stand: 25.11.1993



Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
KONRAD	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AA>NNA	AANN	X A A X X	AA	NNNN	NN
	9K 51			22			FB	FT	0005	00

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Nachtrag zur Geotechnischen Beratung

Ersteller/Unterschrift: [Redacted] **Gezeichnung:** [Redacted]
Textnummer: [Redacted]

Stempelfeld:

[Redacted]	08.12.93 [Redacted]	8.12.93 [Redacted]
Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	Freigabe DBE - UVST Datum / Unterschrift	Freigabe DBE - UVST Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt dem Schutz des Urheberrechtes und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00: <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">25.11.93</div>	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Saugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	X A A X X	AA	NNNN	NN
	9K	51		22			FB	FT	0005	/

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Nachtrag zur Geotechnischen Beratung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
Deckblatt	1
Revisionsblatt	2
Inhaltsverzeichnis	3 - 4
Titelseite	5
1. Vorgang	6
2. Unterlagen	6
3. Baumaßnahmen	7
4. Baugrund und hydrogeologische Verhältnisse	7
4.1 Baugrunderschließung	7
4.2 Grundwasser, Schichtenwasser	8
5. Gründungsempfehlung	8 - 9
6. Herstellung der Baugrube	9 - 10
7. Wasserhaltung und Bodenmaterial	10
8. Dränage	11
8.1 Tagesanlagen	11 - 12
8.2 Gleisanlagen	13
9. Zusammenfassung	14

Anhangsverzeichnis

	Blatt
Anhang 1 Lageplan (M 1 : 1.000)	15
Anhang 2 Baugrube	16
Anhang 3 Bettungsquerschnitt	17

Gesamtblattzahl dieser Unterlage: 17

**Endlager Konrad
Tagesanlagen Schacht Konrad 2
Salzgitter-Bleckenstedt**

**Nachtrag zur
Geotechnischen Beratung
für die Umladeanlage**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb
von Endlagern für Abfallstoffe mbH
(DBE)

Projekt-Nr. 997

November 1993

1. VORGANG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant, die Schachtanlage Konrad 2 in Salzgitter-Bleckenstedt zum Endlager für radioaktive Abfälle auszubauen.

Nach dem Geotechnischen Bericht zum Endlager Konrad im März 1993 ergaben sich Planungsänderungen, die einen Nachtrag zum Geotechnischen Bericht erfordern.

In diesem Nachtrag wird zur Gründung, zur Baugrubenherstellung, zur Wiederverwertung des Bodenmaterials und zur Wasserhaltung Stellung bezogen.

2. UNTERLAGEN

- [1] Schal- und Gründungspläne für die Umladeanlage (Kohlebunker) des [REDACTED] [REDACTED] (April 1993)
- [2] Lageplan der DBE mit Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen von August 1991
- [3] Geotechnischer Bericht zum Schacht Konrad 2 der [REDACTED] vom März 1993
- [4] [REDACTED]: "Gewässer, Vorfluter und Abwässerbehandlung der Aue rund um die Bergwerksanlage Konrad", unveröffentlicht, 1982

3. BAUMASSNAHME

Entgegen der vorherigen Planung wird die Heizzentrale (Anl. 1) in einem Teilbereich zum Kohlebunker bis auf 6,25 m u.GOK unterkellert. Der restliche Kellerbereich wird in 3,0 m bzw. 3,20 m u.GOK (UK Kellersohle) gegründet. Einzelbereiche im tiefer liegenden Kellerbereich erreichen Tiefen von bis zu 7,0 m u.GOK.

Die Unterkante der Kellersohle des Kohlebunkers liegt ebenfalls in 6,25 m u.GOK, ein Fußbodendurchbruch wird in 7,0 m (UK Sohle) gegründet.

4. BAUGRUND UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

4.1 BAUGRUNDERSCHLIESSUNG

Die Erkundung und Untersuchung des Baugeländes führte das Erdbaulaboratorium Braunschweig XXXXXXXXXX durch [3].

Im Bereich des Kohlebunkers und der Heizzentrale wurde der Baugrund durch zwei Ramm- und Schlitzsondierungen erkundet (RS 19, RS 20). Unterhalb der 1,0 m bis 1,9 m mächtigen Auffüllschicht (schluffige Sande) liegt eine 5,0 m bis 5,7 m dicke Sandschicht mit schluffigen und z.T. geringen kiesigen Anteilen.

Ab 6,90 m liegt eine Schluffschicht mit stark sandigen und schwach kiesigen Beimengungen. In den Tiefen der jeweiligen Unterkanten der Kellersohlen der Fundamente lagern mitteldicht bis dicht gelagerte Sande mit einer ausreichenden Tragfähigkeit.

4.2 GRUNDWASSER, SCHICHTENWASSER

Bei den Baugrunduntersuchungen wurde Grundwasser bzw. Schichtenwasser angetroffen. Die Grundwasserflurabstände bewegen sich in diesem Bereich zwischen ca. 3,50 m u.GOK (~ NN +86,50 m) und ca. 5,50 m u.GOK (~ NN +84,50 m).

Nach unserer Kenntnis handelt es sich in den o.g. Grundwasserflurabständen um Schichtenwasser.

Unterhalb der geschlossenen Geschiebemergelschicht, deren Oberkante bei ca. 8,5 m u.GOK ansteht, befindet sich ein weiterer Grundwasserstock. Dieses Grundwasser ist gespannt und kann beim Durchstoßen des Mergels nach Untersuchungen im Nachbargelände bis in Höhen von max. 7,0 m u.GOK ansteigen.

5. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Die Heizzentrale wird vollständig unterkellert (22 m x 36 m). Die Unterkante der Kellersohlen, abgesehen von einzelnen Fußbodendurchbrüchen, liegen bei 3,0 m, 3,2 m und 6,25 m u.GOK. Der Kohlebunker wird ebenfalls in 6,25 m u.GOK gegründet. Als Bodenpressung werden z.Zt.

$$\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt.

Unterhalb der Gründungssohlen muß kein Bodenaustausch vorgenommen werden, da der anstehende Boden ausreichend tragfähig ist.

Die Sohle ist vor Herstellung der Fundamente nachzuverdichten.

Das ausgehobene Bodenmaterial ist als tragfähiger Boden geeignet und kann in anderen Austauschorten wieder eingebaut werden.

6. HERSTELLUNG DER BAUGRUBE

Die Baugrube wird in geböschter Bauweise mit einer Neigung von 1 : 1 hergestellt. Bei Tiefen von > 3 m wird eine Berme von mind. 1,5 m Breite angeordnet. Bei Baugrubentiefen von mehr als 5 m ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4084 nachzuweisen.

Des Weiteren ist bei der Herstellung der Baugruben die DIN 4124 zu beachten (z.B. Stapel- oder Verkehrslasten).

Baugrubenabmessung für die Heizzentrale und den Kohlebunker
Aushub der Baugrube bis auf 3,2 m (s. Anl. 2).

Breite der Baugrube (gemessen von der Gebäudekante):

Böschungsfuß alle Seiten: 0,65 m (Arbeitsraum)

Böschungsoberkante: 3,85 m (nördlich der Heizzentrale)

8,40 m (nordwestlich des Kohlebunkers)

Die Berme im SO des Kohlebunkers wird in Verlängerung der Böschungsfußkante vom Bürogebäude verlängert (s. Anl. 2):

Innerhalb der Baugrube sind Fundamente bis max. 4 m Tiefe u.GOK im flachen Kellerbereich auszuheben (im nordöstlichen Teil der Heizzentrale):

4 Fundamente	2,7 x 2,7 m ² (4,0 m tief)
5 Fundamente	2,0 x 2,0 m ² (3,8 m tief).

Die weiteren Fußbodendurchbrüche reichen bis in Tiefen von 5,5 m bis 7,0 m u.GOK und sind als verbaute Baugruben (DIN 4084) herzustellen.

7. WASSERHALTUNG UND BODENMATERIAL

Bei Gründungstiefen von bis zu ca. 3,2 m u.GOK ist voraussichtlich keine Wasserhaltung erforderlich.

Die tiefergelegenen Kellerbereiche (ca. 6,25 m) sind mit Spülfiltern (Vakuumanlage) oder mit Tiefbrunnen trocken zu halten. Bei Einzelfundamenten, die tiefer als 3,2 m gegründet werden, kann die Baugrube über Pumpensümpfe trocken gehalten werden.

Aus dem zusätzlichen Bodenaushub werden ca. 2.500 m³ Boden gewonnen, der als tragfähiges Material wieder eingebaut werden kann. Der Boden ist den Boden-
gruppen SE, SW, SU nach der DIN 18 196 zuzuordnen.

8. DRÄNAGE

8.1 TAGESANLAGEN

Die Tagesanlagen für das Endlager Schacht Konrad 2 werden in unterschiedlichen Tiefen gegründet. In dem Bereich, wo die Gründungen der Gebäude unterhalb des Grundwasserhorizontes liegen, ist ein Grundwasserstand von maximal 2,80 m u.GOK zu erwarten (\pm NN +87,05 m, [3]). Bei dem hier angesprochenen Grundwasserstand handelt es sich nach unserer Erkenntnis um Schichtwasser.

Aus dieser Tatsache folgt, daß bei allen Gebäuden, deren Oberkante Rohbodenplatte unter 2,80 m u.GOK liegt, Maßnahmen zum Schutz der baulichen Anlagen getroffen werden müssen. Durch das [REDACTED] ist vorgesehen, daß jedes unterkellerte Gebäude eine Abdichtung gegen anstehendes Grund- bzw. Schichtenwasser erhält. Diese Abdichtung besteht aus einer Wanne aus wasserundurchlässigem Beton sowie einer zusätzlich aufgetragenen Bauwerksabdichtung und wird bis ca. 1 m über dem maximal zu erwartenden Grundwasserstand nach [REDACTED] (Dez. 1985) erstellt. Dies bedeutet eine Bauwerksabdichtung für die unterkellerten Gebäude, z.B. für den Schachtkeller bis 3,0 m u.GOK und z.B. für die Werkstatt bis 2,50 m u.GOK.

Das gespannte Grundwasser aus dem ersten zusammenhängenden Grundwasserstockwerk, das unter der geschlossenen Geschiebemergelschicht liegt, steht etwa 7,0 m u.GOK an und wird durch die Entnahme von Grundwasser aus den Brunnen in der Nähe des Hüttenwerkes in etwa auf diesem Niveau gehalten. Unter der Annahme, daß die Wasserentnahme durch das Wasserwerk SZ-Bleckenstedt entfallen sollte, würde das Grundwasser maximal bis auf ca. 2,50 m u.GOK ansteigen können [4].

Realistischer erscheint ein Anstieg um ca. 2,0 m, so daß ein Grundwasserstand bei NN +85,0 m bis NN +86,0 m zu erwarten sein wird. Das bedeutet, bei der geplanten Ausführung der unterkellerten Gebäude sind die maximalen Grundwasserstände ausreichend berücksichtigt.

Den Überlegungen, das anfallende Grund- und Schichtenwasser über eine Dränage fassen zu wollen, ist folgendes entgegenzustellen:

Ein erhöhter Eisengehalt im Boden oder Grundwasser kann zu Verockungen führen. Bei mittlerer bis starker Verockungsneigung sollte keine Bauwerksdränung ausgeführt werden.

Aufgrund der vorherrschenden Grund- bzw. Schichtwasserverhältnisse kann die Dränageleitung über einen längeren Zeitraum trockenliegen, um dann aber bei einem Schichtwasseranfall über kurze Zeit volle Leistung erbringen zu müssen. Die Pumpen, die im allgemeinen über Niveauregelung gesteuert werden, haben folglich sehr unregelmäßige Einsatz- und Laufzeiten. Solche Arbeitseinsätze sind für Pumpen sehr ungünstig, daher ist ein erhöhter Aufwand, wie oben schon erwähnt, zur Wartung der Pumpen erforderlich.

Eine Dränagemaßnahme erfordert zudem einen Antrag auf Grundwasserabsenkung bzw. -haltung nach Wasserhaushaltsgesetz, da das Pumpen des anfallenden Schichtwassers einen Eingriff in den Grundwasserhaushalt darstellt.

Eine Dränage für die Tagesanlagen des Endlagers Schacht Konrad II ist somit in jedem Betrachtungsfall nicht zu empfehlen.

8.2 GLEISANLAGEN

Nach den Erkundungen des Baugrundes durch das Erdbaulaboratorium Braunschweig ([REDACTED] ist in dem Bereich der Gleisanlagen ein maximaler Grundwasser- bzw. Schichtwasserstand von ca. 2,60 m u.GOK (Δ NN +87,00 m; im Süden der Tagesanlagen) zu erwarten.

Entsprechend der Oberbaurichtlinie für nicht bundeseigene Eisenbahnen (Obri-NE, 1984) wird unterhalb der Planumsschutzschicht ein Geotextil zur Ableitung von versickerndem Niederschlagswasser und evtl. aufsteigendem Grundwasser eingelegt (Anhang 3). Das Geotextil mündet dann in einem Entwässerungsgraben, der unter dem Gleis verläuft.

In unserem geotechnischen Bericht (März 1993) haben wir einen Aushub des anstehenden Bodens in der Tiefe bis zu 1,40 m u.GOK (im Süden) bzw. bis zu 2,20 m u.GOK (im Norden) und daran anschließend den ordnungsgemäßen lagenweisen Einbau von tragfähigem Material empfohlen. Bei diesen Arbeiten sind somit die Entwässerungseinrichtungen mit einzubauen.

Ein Grundwasserstand, der eine zusätzliche Entwässerungsmaßnahme erfordert, ist ebenfalls nicht gegeben, auch dann nicht, wenn, wie zuvor erwähnt, die Wasserentnahme aus den Brunnen eingestellt wird.

Aus diesen o.g. Gründen halten wir eine Dränage im Bereich der Gleisanlagen ebenfalls nicht für erforderlich, sondern nur die den Richtlinien (Obri-NE) entsprechende Entwässerung für versickerndes Niederschlagswasser.

9. ZUSAMMENFASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe (DBE) plant, die Tagesanlagen für den Schacht Konrad 2 weiter auszubauen.

Durch Planungsänderungen wurde der Baugrubenverlauf geändert. In den betreffenden Bereichen ist kein Bodenaustausch vorzunehmen und das ausgehobene Bodenmaterial zum Wiedereinbau als tragfähiges Material geeignet.

Für die Kellerbereiche ist eine Spülfilteranlage (Vakuumanlage) oder Tiefbrunnenanlage zur Trockenhaltung der Baugrube einzusetzen. Bei den vorherrschenden Grundwasser- und Bodenverhältnissen sowohl für die Tagesanlagen als auch für die Gleisanlagen empfiehlt sich keine Dränage.

Braunschweig, den 25. November 1993

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

DECKBLATT

Blatt:

1

Stand:

12.10.1994



Projekt:	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
		N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	KAAXX	AA	NNNN
Konrad	9K			ZZ			F	LA	0005	00

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
 Schachtgelände Konrad II
 Äußere Anlagen, öffentliche Anbindung, chem. Untersuchung

Ersteller/Unterschrift



Gesamtheit:

Textnummer:

Stempelfeld:

12.10.1994



Freigabe Auftragnehmer
Datum / Unterschrift

18.10.94
T-KT2



Freigabe DBE - UVST
Datum / Unterschrift

20.10.94
T-K



Freigabe DBE-PL
Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt dem Schutz des Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder in anderer Weise verwendet werden.

REVISIONSBLATT

Blatt: 2

Stand:



Revisionsst. 00: 20.10.94	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K			ZZ			F	LA	0005	/

Titel der Unterlage: Endlager Konrad
Schachtgelände Konrad II
Äußere Anlagen, öffentliche Anbindung, chem. Untersuchung

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3
- Titelseite	4
1. Veranlassung	5
2. Standsicherheitsberechnung	5
2.1 Vorgaben	5 - 6
2.2 Ergebnis	7
2.3 Empfehlung	7
3. Chemische Untersuchungen	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Probennahme	8
3.3 Ergebnisse der Analysen	9 - 10
3.4 Bewertung der Ergebnisse und Empfehlung	11
4. Zusammenfassung	12

Anhangverzeichnis

Anhang 1: Analysenergebnisse	13
Anhang 2: Analysenergebnisse	14
Gesamtblattzahl dieser Unterlagen:	<u>14</u>



**Endlager Konrad
Schachtgelände Konrad II**

**Äußere Anlagen, öffentliche Anbindung
und
Chemische Untersuchung (Schlackematerial)**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau
und Betrieb von Endlagern
für Abfallstoffe mbH (DBE)

Projekt-Nr. 997

Oktober 1994

1. VERANLASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant die öffentliche Anbindung des Schachtgeländes Konrad II an die Industriestraße bei Salzgitter-Beddingen. Diese Straße verläuft auf einem Damm, der aus Schlackematerial besteht.

Die [REDACTED] erhielt am 07. Juli 1994 den Auftrag, die Standsicherheit des anzuschneidenden Dammes der Industriestraße zu berechnen und ggf. Vorgaben für die Art des Anschnittes bzw. evtl. Vorgaben für Sicherungsmaßnahmen zu machen.

Zudem sollte die Schlacke beprobt und chemisch untersucht werden, um Empfehlungen für den Wiedereinbau oder ggf. für die Entsorgung zu geben.

2. STANDSICHERHEITSBERECHNUNG

2.1 VORGABEN

Nach einem örtlichen Aufmaß (ca. 80 m östlich der Stabbogenbrücke) besitzt der Damm an der Anbindestelle eine Höhe von ca. $h = 4,30$ m. Die Böschung, die in Höhe der Leitplanke beginnt, hat eine horizontale Länge von ca. 10 m, bevor sie in einen Graben übergeht. Die größte Neigung der Böschung liegt bei $n \sim 1,92$ (Böschungsmittle), dies entspricht ungefähr einem Böschungswinkel von $\beta = 27,5^\circ$. Am Übergang zum Graben verflacht die Neigung der Böschung auf ungefähr 1 : 2,5 ($\beta = 21,8^\circ$).

Für das Schlackematerial werden nach den Erfahrungen aus anderen Untersuchungen an Schlacken und anhand von Literaturwerten folgende Bodenkennwerte für die Standsicherheitsberechnung eingesetzt:

$$\text{cal } \gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 33,5^\circ$$

$$\text{cal } c' = 0 \text{ kN/m}^2.$$

Unterhalb des Dammes wird gewachsener Boden mit folgenden Kennwerten angesetzt:

$$\text{cal } \gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{cal } \varphi' = 30,0^\circ$$

$$\text{cal } c' = 10 \text{ kN/m}^2.$$

Die Standsicherheitsberechnung wurde mit dem Programm Allplus (Grundbau II) der Nemetschek Programmsystem GmbH durchgeführt. Dabei wurde die Böschungsneigung in 1° -Schritten variiert, wobei die Böschungsoberkante (Leitplanke) als Fixpunkt angenommen wurde.

Des Weiteren wird der Lastfall 2 (Bauzustand) angesetzt, für den nach DIN 1054 eine Standsicherheit von $\eta \geq 1,3$ gefordert wird. Als zusätzliche Last wird ein SLW 60 auf dem ungünstigen rechten Fahrstreifen eingegeben.

2.2 ERGEBNIS

Mit den o.g. Eingabedaten wurde eine maximale Böschungsneigung von $n = 1 : 1,92$ ($\alpha \beta = 27,5^\circ$) ermittelt, bei der der Sicherheitsbeiwert von $\eta \geq 1,3$ erreicht wird. Diese Neigung entspricht dem steilsten Böschungsabschnitt des Dammes.

Als Bruchkreis bildet sich ein flacher, oberflächennaher Gleitkreis aus, der auf die Gesamtstandsicherheit der freigelegten Böschung keinen Einfluß hat.

2.3 EMPFEHLUNG

Für den Anschluß der Anbindung des Schachtgeländes Konrad II an die Industriestraße wird empfohlen, die derzeitige Neigung der Dammböschung nicht zu ändern, sondern nur den aufgebrauchten Oberboden so abzutragen, daß eine Böschung mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 27,5^\circ$ stehen bleibt.

Da die Anbindung ebenfalls auf einem Damm herangeführt werden muß, kann das Unterbaumaterial lagenweise gegen diese Böschung aufgebaut und auch mit üblichen Straßenbaugeräten eingebaut werden.

Somit brauchen für die Anbindung des Schachtgeländes Konrad II keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen durchgeführt zu werden.

3. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

3.1 ALLGEMEINES

Die Industriestraße wird mit Brückenbauwerken sowohl über den Zweigkanal als auch über eine Eisenbahntrasse geführt. Die Brückenwiderlager der Brücke über die Eisenbahn wurden ebenfalls mit Schlacke verfüllt.

An den Widerlagern sind Schäden aufgetreten, die in nächster Zeit saniert werden sollen. Dazu sind Bodenbewegungen (Schlacke) am Industriestraßendamm selbst notwendig, so daß die DBE Untersuchungen beauftragt hat, die Schlacken hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit zu analysieren.

3.2 PROBENNAHME

An der zukünftigen Anbindung des Schachtgeländes Konrad II sowie an der Hafensbahnbrücke wurden drei Proben (K2/1 bis K2/3) entnommen. An der zukünftigen Anbindungsstelle wurden die Proben (K2/1 und K2/2) aus ca. 1,5 m u.GOK (ca. 70 cm in der Schlacke) gewonnen, an der Hafensbahnbrücke (K2/3) aus ca. 2,5 m - 3,0 m u.GOK (ca. 1,70 m bis 2,20 m in der Schlacke).

Die drei Proben aus den Schlacken wurden sowohl auf die Originalsubstanz als auch auf das Eluatverhalten auf die in der Anlage 1 angegebenen Parameter untersucht.

3.3 ERGEBNISSE DER ANALYSEN

Für die Bewertung der Analyseergebnisse wurden unterschiedliche Richtlinien herangezogen. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen im Königswasseraufschluß und in der Originalsubstanz wurden mit der RAL-RG 501/2 "Aufbereitung zur Wiederverwendung von kontaminierten Böden und Bauteilen, Aug. 1991" verglichen.

Die "Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau" (Nordrhein-Westfalen, Juli 1991) wurde für die Untersuchungen sowohl in der Originalsubstanz als auch im S4-Eluat herangezogen.

Für die S4-Eluatuntersuchungen wurde zudem die Nordrhein-Westfalen-Richtlinie "Untersuchung und Beurteilung von Abfällen, Teil 2", Juni 1987, zu Hilfe genommen.

Nach der RAL-RG 501/2 liegen einige schlackentypische Inhaltsstoffe (Königswasseraufschluß, s. Anh. 1) über dem Grenzwert der Güteklasse 3, d.h. Stoffe oder Böden, die nicht mehr einer der drei Güteklassen (GK) zuzuordnen sind, sollen fachgerecht entsorgt werden. Zu diesen Inhaltsstoffen zählen:

- Arsen (Grenzwert GK 3: 40 mg/kg)
- Blei (500 mg/kg)
- Chrom (300 mg/kg).
- Zink (1.500 mg/kg)

Die Untersuchungen in der Originalsubstanz zeigen bei einem Vergleich mit RAL-RG 501/2 einige Überschreitungen einzelner polycyclischer Aromaten (PAK) hinsichtlich der Einteilung der Güteklasse 2 (Grenzwert: 1 mg/kg, bei Benzo(a)pyren: 0,5 mg/kg). Sämtliche Analysenergebnisse weisen aber Werte aus, die kleiner als die Grenzwerte der Güteklasse 3 (Grenzwert: 10 mg/kg, bei Benzo(a)pyren: 1 mg/kg) sind.

Die Nordrhein-Westfalen-Richtlinie gibt Grenzwerte im Eluat an, wonach Böden in unterschiedliche Deponieklassen eingeteilt werden können. Die niedrigsten Grenzwerte sind für die Einteilung in die Deponieklasse 1 vorgegeben. Die Ergebnisse zeigen, daß bis auf den pH-Wert (Grenzwerte: pH = 5,5 - 10) und die elektr. Leitfähigkeit (elektr. LF: < 1.000 μ S/cm) die Eluatwerte unterhalb dieser Grenzwerte liegen. Nur je ein Werte von den drei Proben liegt bei Chrom und Fluorid geringfügig über dem Grenzwert.

Für die schlackentypischen hohen pH-Werte und die elektrischen Leitfähigkeiten gibt die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau höhere Grenzwerte an, um die Schlacke wiederverwenden zu können (pH-Wert: pH = 7,0 - 12,5; elektr. LF: < 2.500 μ S/cm).

Danach liegen die analysierten Ergebnisse unterhalb der Grenzwerte.

3.4 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNG

Die Analysen der Schlacke zeigen die typischen Inhaltsstoffe der Schlacke auf. Sowohl bei den Untersuchungen im Königswasseraufschluß als auch in der Originalsubstanz werden einige Grenzwerte einzelner Substanzen (z.B. Arsen, Blei, Chrom, Zink und z.T. polycyclische Aromate) überschritten, die eine uneingeschränkte Wiederverwertung der Schlacke nicht ermöglichen.

Entscheidend für die Klassifizierung des Schlackenmaterials ist u.E. das Eluatverhalten (Anh. 2). Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß nur z.T. die elektrische Leitfähigkeit ($K_{2/3}$) und bei allen drei Proben der pH-Wert über den Grenzwerten zur Einteilung in die Deponieklasse 1 nach der NRW-Richtlinie lag. Für diese Parameter gibt die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau gerade für Schlacken oder recycelte Baustoffe höhere Grenzwerte an, die eine Wiederverwendung zulassen.

Aufgrund der Analysenergebnisse ist daher die Schlacke als Unterbaumaterial für den Straßenbau ohne Bedenken wieder einzusetzen. Ausschlaggebend ist hierbei das Eluatverhalten der Schlacke, deren Inhaltsstoffe weitgehend nicht mehr eluierbar sind. Zudem ist der Einsatz als Unterbaumaterial überwiegend vor Kontakt bzw. Zutritt von Wasser geschützt, da die Oberfläche durch den Straßenaufbau abgedeckt ist.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die DBE plant die äußere Anbindung des Schachtgeländes Konrad II an die Industriestraße bei Salzgitter-Beddingen. Da die Industriestraße auf einem Damm aus Schlacke verläuft und dieser für die Anbindung angeschnitten werden muß, wurde die [REDACTED] beauftragt, die Standsicherheit des angeschnittenen Dammes und die Wiederverwendbarkeit der Schlacke zu untersuchen.

Die Standsicherheitsberechnung hat ergeben, daß die Dammböschung nicht versteilt werden darf. Für die geplante Anbindung ist sie von dem aufgebrachtten Oberboden zu befreien, um den neuen Straßenunterbau lagenweise gegen die freigelegte Böschung aufzubauen.

Die chemischen Untersuchungen der Schlacke haben ergeben, daß dieses Material, welches bei der Sanierung der Hafentunnelbrücke ausgebaut werden muß, als Straßenunterbaumaterial wiederverwendet werden kann.

Braunschweig, den 12.10.1994

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Untersuchungsergebnisse -- Feststoffproben

Labor-Nr.	16870-0007	16870-0008	16870-0009
Probenbezeichnung	K 2.1	K 2.2	K 2.3

■ Untersuchungen im Königwasseraufschluß

	mg/kg	33000	19000	16000
Aluminium	mg/kg	42	58	34
Arsen	mg/kg	280	250	670
Blei	mg/kg	200	120	120
Bor	mg/kg	2,4	1,9	7,2
Cadmium	mg/kg	440	480	490
Chrom	mg/kg	9,6	15	13
Cobalt	mg/kg	55	63	84
Kupfer	mg/kg	8500	14000	8500
Mangan	mg/kg	<5,0	<5,0	<5,0
Molybdän	mg/kg	27	38	38
Nickel	mg/kg	0,41	0,28	0,36
Quecksilber	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
Selen	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
Silber	mg/kg	<5,0	<5,0	<5,0
Thallium	mg/kg	1100	1200	540
Vanadium	mg/kg	990	1100	1700
Zink	mg/kg	12	4,2	8,9
Zinn	mg/kg			

■ Untersuchungen in der Originalsubstanz

	%	94,3	91,8	97,4
Glührückstand	%	5,7	8,2	2,7
Glühverlust	%	1,0	0,81	0,52
TOC	%	0,016	<0,010	<0,010
Sulfid	%	0,67	1,3	5,1
Cyanid (ges.)	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050
Cyanid (f.fr.)	mg/kg			

PAK nach US EPA

	mg/kg	0,030	0,067	0,44
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,020
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg	0,23	0,41	1,5
Phenanthren	mg/kg	0,021	0,080	0,040
Anthracen	mg/kg	0,69	1,2	2,0
Fluoranthen *	mg/kg	0,54	1,2	0,74
Pyren	mg/kg	0,32	0,65	0,39
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,57	1,2	1,1
Chrysen	mg/kg	1,2	1,8	1,4
Benzo(a)fluoranthene *	mg/kg	0,28	0,36	0,26
Benzo(a)pyren *	mg/kg	0,045	0,078	0,048
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	0,24	0,31	0,26
Benzo(ghi)perylene *	mg/kg	0,27	0,38	0,30
Indeno(1,23-cd)pyren *	mg/kg			
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	4,4	7,7	8,5
Summe PAK n. TrinkwV *	mg/kg	2,7	4,1	4,2

Projekt: 997 DBE
Konrad II

Anhang: 1 Analysenergebnisse

Untersuchungsergebnisse -- Feststoffproben

Labor-Nr.	16870-0007	16870-0008	16870-0009
Probenbezeichnung	K 2.1	K 2.2	K 2.3

■ Untersuchungen im S4 Eluat

		11,0	11,59	12,05
pH-Wert		11,0	11,59	12,05
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	360	775	2340
Filtratrockenrückstand	mg/l	69	120	690
Aluminium	mg/l	1,3	1,4	3,3
Arsen	mg/l	0,0043	0,0011	0,0049
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Bor	mg/l	0,42	0,41	0,38
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	0,016	0,027	0,16
Chrom VI	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Cobalt	mg/l	<0,025	<0,025	<0,025
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Molybdän	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Silber	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050
Thallium	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Vanadium	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050
Zink	mg/l	<0,010	0,010	<0,010
Zinn	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Calcium	mg/l	38	70	27
Magnesium	mg/l	0,22	0,070	0,028
Natrium	mg/l	20	21	240
Kalium	mg/l	2,7	7,1	39
Eisen	mg/l	<0,025	<0,025	<0,025
Mangan	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Ammonium	mg/l	<0,030	<0,030	0,063
Chlorid	mg/l	1,6	5,8	9,7
Sulfat	mg/l	54	32	100
Sulfid	mg/l	<0,010	<0,010	0,012
Fluorid	mg/l	1,8	1,2	1,2
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	0,019
Cyanid (f.fr.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
TOC	mg/l	2,3	2,0	2,4

Projekt: 997 DBE
Konrad II

Anhang: 2 Analysenergebnisse

<h1>DECKBLATT</h1>	Blatt: 1	
	Stand: 24.10.1995	

Projekt: Konrad	Projekt	PSP-Element	Obj.Kenn.	Funktion	Komp.	Baugr.	Aufgabe	UA	Ltd.Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	N N A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K			ZTE	F		F	LA	0001	00

Titel der Unterlage Schachtanlage Konrad II
 Wasserhaltung während der Baumaßnahme und Setzungsberechnung
 für Lüftergebäude, Abwetterkanal und Schachtkeller

Ersteller/Unterschrift:	Ge:
[Redacted Signature]	[Redacted Initials]
	Textnummer:

Stempelfeld:

24.10.1995	T-K12	T-K
[Redacted]	26.10.95 [Redacted]	30.10.95 [Redacted]
Freigabe Auftragnehmer Datum / Unterschrift	Freigabe DBE-UVST Datum / Unterschrift	Datum / Unterschrift

Dieses Schriftstück unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts und darf nur mit Zustimmung der DBE genutzt, vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht, oder in anderer Weise verwendet werden

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
- Deckblatt	1
- Revisionsblatt	2
- Inhaltsverzeichnis	3
- Anhangverzeichnis	4
- Titelseite	5
1. Veranlassung.....	6
2. Verwendete Unterlagen.....	6-7
3. Beschreibung des Baugrundes	7-9
3.1 Durchgeführte Untersuchungen.....	7
3.2 Baugrundaufbau	8
3.3 Ergebnisse.....	8-9
4. Wasserhaltung während der Baumaßnahme	10-19
4.1 Allgemeines	10-12
4.2 Wasserhaltung bei einer umspundeten Baugrube.....	13
4.3 Wasserhaltung bei zwei umspundeten Baugruben	14-15
4.4 Wasserhaltung bei einer umspundeten Baugrube (Baulos 1) und einer Baugrube ohne grundwasserschonende Baugrubensicherung (Baulos 2).....	15-16
4.5 Bewertung der Ergebnisse	16-17
4.6 Ausführungsvorschlag	17-19
5. Setzungsberechnung.....	19-22
5.1 Allgemeines	19-20
5.2 Bewertung der Ergebnisse	21-22
6. Zusammenfassung	22-24

Anhangsverzeichnis

	Blatt
Anhang 1: Lageplan Bohransatzpunkt	25
Anhang 2: Rammkernbohrung B1 (Bohrprofil)	26
Anhang 3: Körnungslinien	27
Anhang 4.1: Kompressionsversuch Probe P3 (9,0 - 10,0 m u.GOK)	28
Anhang 4.2: Kompressionsversuch Probe P5 (12,0 - 12,6 m u.GOK)	29
Anhang 5: Berechnung der Wasserhaltung während der Baumaßnahme	30-38
Gesamtblattzahl dieser Unterlage:	38 Blatt



**Schachtanlage Konrad II
Tagesanlagen**

**Wasserhaltung während der Baumaßnahme
und Setzungsberechnung
für
Lüftergebäude, Abwetterkanal und Schachtkeller**

im Auftrag der
Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE)

Projekt-Nr. 997

Oktober 1995

1. VERANLASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant den Ausbau bzw. den Neubau der Tagesanlagen auf dem Schachtgelände Konrad II.

Zu den hier betrachteten Gebäuden der Tagesanlagen gehören das Lüftergebäude mit Diffusor, der Abwetterkanal und der Schachtkeller, deren Planung von dem [REDACTED] [REDACTED] Braunschweig, durchgeführt werden.

Zur Durchführung dieser Baumaßnahme wurde ein neuer zusätzlicher Baugrundaufschluß notwendig, der zur Überprüfung der Gründungskonzeption mit Setzungsrechnungen und zur Wahl der Wasserhaltungsanlage während der Bauausführung herangezogen wurde.

Mit der Durchführung dieser Leistungen wurde die [REDACTED] [REDACTED] aus Braunschweig, am 13. April 1995 von der DBE beauftragt.

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

- [1] [REDACTED]
Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung; 2. Auflage, 1985, [REDACTED]
[REDACTED]
- [2] [REDACTED]
Baugrube und Wasserhaltung; Leipzig, 1968, [REDACTED] Berlin

[3]

Geotechnischer Bericht: Endlager Konrad, Tagesanlagen Schacht Konrad 2, März 1986

[4]

Baugrunduntersuchung zur Einfriedung der Endlager Schacht Konrad I + II, Projekt-Nr. 1078, Nov. 1994

3. BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDES

3.1 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Die vorhandene Baugrunderkundung [3] mußte nach Planungsänderungen durch eine zusätzliche Aufschlußbohrung [Anh. 1], die bis in 20 m Tiefe unter Geländeoberkante (u.GOK) abgeteuft wurde, ergänzt werden.

Die Aufschlußbohrung wurde als Trockenbohrung mit einem Bohrdurchmesser von 216 mm und durchgehender Gewinnung von Rammkernen (Kerndurchmesser 100 mm) ausgeführt.

Aus den Bohrkernen wurden nach der bodenmechanischen Ansprache durch einen Dipl.-Ing. Proben entnommen, die in unserem bodenmechanischen Labor untersucht wurden. Über die Tiefe verteilt wurden sechs Wassergehalte (Prüfung DIN 18 121, T1) und drei Kornverteilungen (Prüfung DIN 18 123-6) bestimmt. Im setzungsrelevanten Bereich des Untergrundes wurden zwei Dichtebestimmungen (einschl. Wassergehalt), zwei Kompressionsversuche und ein Versuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit bindiger Böden (Prüfung DIN 18 130 TX-DE-ST) durchgeführt.

3.2 BAUGRUNDAUFBAU

Die Geländeoberfläche des untersuchten Baugrundes hat eine Höhe von ca. NN +90 m. Das gesamte Schachtgelände wurde früher bei der Herstellung des Zweigkanals in einer Höhe von mehreren Metern großflächig aufgefüllt.

Die Auffüllungen (in dieser Bohrung bis zu 2,0 m mächtig) bestehen aus Schluffen und Sanden mit z.T. geringen kiesigen Beimengungen (nach DIN 18196: SU und UL). Aus früheren Untersuchungen [3; 4] ist bekannt, daß ein gleichmäßiger Schichtenaufbau in dem Auffüllungsbereich nicht vorhanden ist und der Boden z.T. Schrägschichten aufweist.

Unter den Auffüllungen stehen Sande bis zur einer Tiefe von ca. 8,7 m u.GOK an, die z.T. mit schluffigen oder bzw. und kiesigen Anteilen vermischt sind. Nach DIN 18 196 sind diese Böden der Bodengruppe SW und SU zuzuordnen.

Diese Sande liegen auf einer 0,3 m mächtigen schluffigen Tonschicht auf (8,7 m - 9,0 m u.GOK; DIN 18196: TL).

Ab 9,0 m u.GOK bis zur Endteufe (20 m u.GOK) steht ein Schluff an, dessen Feinsandanteile über die Tiefe abnehmen während gleichzeitig die tonigen Beimengungen zunehmen (Anh. 2). Der Schluff ist in die Bodengruppe UM nach DIN 18196 einzuordnen.

3.3 ERGEBNISSE

Das Grundwasser stand zur Zeit der Bohrarbeiten (18.04. - 20.04.1995) bei ca. 5,5 m u.GOK an. Bei dem Grundwasser handelt es sich um Schichtenwasser.

Oberhalb des Grundwassers wiesen die Sande (Anh. 3) einen Wassergehalt von ca. $w = 5,5 \%$ auf, der mit zunehmender Tiefe (bis ca. $w = 10,5 \%$) ansteigt.

Bei den bindigen Böden ab 8,70 m (Anh. 2) u.GOK liegen die Wassergehalte zwischen $w = 20,7 \%$ und $w = 30,5 \%$. Die Körnungslinien zeigen deutlich den abnehmenden Feinsandanteil und die Zunahme des Tonanteils mit der Tiefe [Anh. 3].

Der bindige Boden besitzt bis in eine Tiefe von ca. 12,50 m u.GOK eine weiche Konsistenz, die mit zunehmender Tiefe (bis ca. 16,50 m u.GOK) steif wird. Ab 16,50 m u.GOK liegt eine steife bis halbfeste Konsistenz vor.

Die Dichtebestimmung (P3 und P5) des Schluffes ergab Dichten von $\rho = 1,962 \text{ t/m}^3$ bis $\rho = 2,123 \text{ t/m}^3$.

Die Kompressionsversuche (Anh. 4) wurden an dem Schluff durchgeführt, der unmittelbar unter der Gründungssohle des Lüftergebäudes (P3) und ca. 3,0 m tiefer (P5) ansteht, durchgeführt. Aus dem schwach feinsandigen Schluff (Anh. 4.1) wurden je nach Lastbereich ($\sigma = 50 - 100 \text{ kN/m}^2$; $100 - 200 \text{ kN/m}^2$; $200 - 400 \text{ kN/m}^2$ und $400 - 800 \text{ kN/m}^2$) Steifemodule von $E_s = 4.200 - 26.600 \text{ kN/m}^2$ ermittelt, während beim schwach tonigen Schluff (Anh. 4.2) der Steifemodul zwischen $E_s = 4.900 \text{ kN/m}^2$ und $E_s = 14.500 \text{ kN/m}^2$ lag.

Die Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (P5) wurde an der schwach tonigen Schluffprobe vorgenommen und ergab eine Durchlässigkeit von $k = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$. Der Boden ist in diesem Bereich nach DIN 18 130 sehr schwach durchlässig.

4. WASSERHALTUNG WÄHREND DER BAUMAßNAHME

4.1 ALLGEMEINES

Dieser Bericht beinhaltet die Planungen zum Bau der Tagesanlagen für die Gebäudeteile Lüftergebäude mit Diffusor, Abwetterkanal und Schachtkeller.

Zum Bau des Lüftergebäudes mit Diffusor ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse eine verbaute Baugrube herzustellen, die nach dem derzeitigen Planungsstand mit einer rückverankerten Spundwand ausgeführt werden soll. Die Baugrube wird bis auf -8,20 , bzw. -9,70 m ($\pm 0,00$ m $\hat{=}$ NM +90,04 m) ausgehoben. Die Abmessungen dieser Baugrube betragen ca. 32,00 m x 48,50 m (einschl. 1,0 m Arbeitsraum).

Der Bau des Abwetterkanals soll im gleichen Zuge wie der des Lüftergebäudes durchgeführt werden, dafür ist ein ausgesteifter Baugrubenverbau (ebenfalls Spundwand) vorgesehen. Diese Baugrube ist ca. 23,00 m lang und am Lüftergebäude und Diffusor ca. 7,70 m breit. Am Schachtkeller mit Förderturm verbreitert sich die Baugrube auf ca. 10,00 m. Der Arbeitsraum von 1,0 m Breite ist eingerechnet.

Nach den derzeitigen Planungen wird der Schachtkeller zu einem anderen Zeitpunkt gebaut werden. Hier sollen zur Herstellung der Baugruben auch Alternativen (z.B. gebösch) zur geplanten Baugrubensicherung (Spundwand) zugelassen werden. Die Baugrube für den Schachtkeller besitzt die Abmessungen von ca. 22,50 m x 25,60 m, wobei auf jeder Baugrubenseite 1,0 m Arbeitsraum eingerechnet ist. Es wird zudem die Möglichkeit betrachtet, daß die Gewerke zu gleicher Zeit während einer Baumaßnahme hergestellt werden.

Bei einer zeitversetzten Herstellung der Bauwerke ist ein besonderes Augenmerk auf die Anschlußbereiche der Gebäude zu richten.

Wird bei der Gesamtbaumaßnahme die ganze Baugrube umspundet, so ist diese einfach vom eindringenden Grundwasser zu befreien und die Anschlußbereiche (Schachtkeller/Abwetterkanal; Abwetterkanal/Lüftergebäude) können ohne größeren technischen Aufwand sicher in einer trockenen Baugrube hergestellt werden.

Wenn die Baumaßnahme in zwei Lose unterteilt wird (Los 1: Lüftergebäude und Abwetterkanal; Los 2: Schachtkeller), kann nach dem Ziehen der Umspundung des ersten Bauloses unterhalb des Abwetterkanals Grund- (Schichten-)wasser in die Baugrube des 2. Loses eindringen, auch wenn diese mit einer grundwasserschonenden Umspundung gesichert ist. Wird die Umspundung des 1. Loses im Anschlußbereich stehengelassen und für die nachfolgenden Arbeiten unterhalb der Baugrubensohle abgeschnitten, dringt ebenfalls Schichtenwasser über die Schnittkante in die Baugrube.

Da die Arbeiten an den Anschlußbereichen besonders sorgfältig ausgeführt werden müssen, bedarf es zur Trockenhaltung der Baugrube für den Übergangsbereich Schachtkeller zusätzlicher Maßnahmen (z.B. Horizontaldränage oder wenn die Spundbohlen im Anschlußbereich stehenbleiben: Spülfilter).

Werden die Baugruben zur Herstellung der Tagesanlagen mit einer Spundwand als Baugrubensicherung ausgeführt, ist zu Beginn der Baumaßnahme die Baugrube einmalig vom Grund- bzw. Schichtenwasser zu befreien.

Als maximale zu entnehmende Wassermenge fallen bei Ansatz des Bemessungswasserstandes (- 4,0 m u.GOK) für die Baugrube Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal ca. $Q_{\max} = 2.300 \text{ m}^3$ an (Anhang 5), die innerhalb von ca. 10 bis 14 Tagen abzupumpen sind. Bei einer umspundeten Baugrube des Schachtkellers sind ca. $Q_{\max} = 600 \text{ m}^3$ Wasser innerhalb von 3 bis 5 Tagen zu entnehmen. Das Wasser wird über eine vor Baubeginn zu installierende Spülfilteranlage entnommen.

Wird während der Aushubarbeiten das Wasser über Pumpensümpfe entnommen, werden die o.g. Wassermengen entsprechend des Baufortschrittes abgepumpt.

Diese Wassermengen fallen bei jeder Art von grundwasserschonenden Baugrubensicherungen (z.B. Dichtwände) an, da der Zutritt von Grund- bzw. Schichtenwasser nahezu unterbunden wird.

Falls für den Bau des Schachtkellers keine Umspundung oder ähnliche Baugrubensicherungen zum Einsatz kommen, wird das in der Baugrube vorhandene Wasser und das der Baugrube zufließende Wasser über die Wasserhaltungsanlage ständig entnommen und muß nicht separat abgepumpt werden.

Um die fallenden Niederschläge während der Bauzeit, die zusätzlich zu den der Baugrube zuströmenden Wassermengen zu entnehmen sind, zu berücksichtigen, sind zur Dimensionierung der Wasserhaltungsanlage die Wassermengen aus dem Bemessungsniederschlag als einmaliges Ereignis pro Jahr mit einer Niederschlagsmenge von $r_{15, n=1} = 100 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ anzusetzen. Für die größere Baugrube (Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal) bedeutet das eine zusätzliche maximale Entnahmemenge von $Q = 15,75 \text{ m}^3$ (Anhang 5). Für die kleinere Baugrube sind zusätzlich maximal $Q = 4,95 \text{ m}^3$ pro Bemessungsniederschlag zu entnehmen.

Die ständig zu entnehmenden Wassermengen infolge des Wasserandranges in die Baugruben werden in den folgenden Abschnitten ermittelt.

4.2 WASSERHALTUNG BEI EINER UMSPUNDETEN BAUGRUBE

Bei einer umspundeten Baugrube werden alle drei Gebäudeteile im Rahmen einer Baumaßnahme hergestellt. Die Spundbohlen werden dabei bis in Tiefen von ca. 13,0 m bis 16,0 m u.GOK gerammt (Rammtiefe aus Vorbemessung) und binden somit in den Grundwasserstauer ein.

Zur Ermittlung der eindringenden Grundwassermenge werden als Durchlässigkeitsbeiwert für den Boden $k = 3 \cdot 10^{-10}$ m/s und als Systemdurchlässigkeit für die Spundwand $k = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s angesetzt.

Als maximaler Grundwasserstand wird der Bemessungswasserstand (-4,0 m u.GOK) angesetzt. Auf der sicheren Seite liegend wird für die zufließende Grundwassermenge die maximale Druckhöhendifferenz der Grundwasserstände eingehen, d.h. für das Lüftergebäude muß zur Trockenhaltung der Baugrubensohle das Wasser auf einem Niveau von mindestens 30 cm unter Baugrubensohle (9,7 m u.GOK) gehalten werden. Die Druckhöhendifferenz beträgt somit maximal $\Delta h = 6,0$ m.

Zur Ermittlung der eindringenden Wassermengen wird bei umspundeten Baugruben das Verfahren mit dem Stromliniennetz herangezogen. Durch die Konstruktion der Potential- und Stromlinien läßt sich die zufließende Grundwassermenge pro laufenden Meter Spundwand mit folgender Formel berechnen (s. Anhang 5):

$$Q = k \cdot H \cdot \frac{m}{n} [m^3 / s \cdot m]$$

Die zufließende Grundwassermenge beträgt ca. $2,13 \cdot 10^{-3}$ m³/d · m. Bei einer Gesamtlänge der Spundwand von rund 300 m ergibt sich eine Entnahmemenge von ca. 1 m³/d für die gesamte Baugrube.

4.3 WASSERHALTUNG BEI ZWEI UMSPUNDETEN BAUGRUBEN

Bei dieser Variante werden beide Baugruben mit einer Spundwand, die in den Grundwasserstauer einbindet, gesichert. Die Baugruben werden nicht zeitgleich hergestellt. Dies entspricht dem derzeitigen Planungsstand.

Daraus folgt, daß der Zustrom der ersten Baugrube (z.B. Lüftergebäude mit Diffusor) maximal in der Größenordnung der gesamten Baugrube liegt ($Q \sim 1 \text{ m}^3/\text{d}$), da die Umspundung der ersten Baugrube während der Bauzeit geschlossen ist. Die zweite Baugrube hingegen kann infolge des fertiggestellten Abwetterkanals nicht vollständig mit einer kompletten Umspundung gesichert und trocken gehalten werden. Unterhalb des Abwetterkanals, der nicht auf dem Grundwasserstauer aufliegt, strömt Grundwasser in die Baugrube.

Aus diesem Grund soll mit Herstellung der Baugrubensohle für den Abwetterkanal unterhalb des Anschlußbereiches ein Horizontaldrän verlegt werden. Dieser wird auf dem Grundwasserstauer aufgelegt und über die gesamte Spundwandbreite (Gebäudebreite + Arbeitsraum) eingebaut, so daß nach Fertigstellung des Abwetterkanals die Drainage zum Absenken und Trockenhalten des Anschlußbereiches genutzt werden kann.

Die Umspundung der zweiten Baugrube schließt an den Abwetterkanal bzw. an die beiden Dränenden an. Die Anströmung des Dränstranges erfolgt dann nur von der Baugrube abgewandten Seite. Die abzupumpende Grundwassermenge beträgt zwischen $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ ("normaler" Grundwasserstand) und $Q = 13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ (Bemessungswasserstand) zuzüglich der einfließenden Grundwassermenge von $Q \sim 1 \text{ m}^3/\text{d}$ infolge der Umströmung der Spundwand.

Wird der Schachtkeller mit Förderturm als erstes erstellt, ist der Horizontaldrän zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches zum Abwetterkanal auf der Baugrubensohle des Schachtkellers einzubauen. Die Spundwand zur Baugrubensicherung des Abwetterkanals schließt dann an die Dränenden an. Die zu entnehmenden Wassermengen aus dem Dränstrang ändern sich nicht.

4.4 WASSERHALTUNG BEI EINER UMPUNDETEN BAUGRUBE (BAULOS 1) UND EINER BAUGRUBE OHNE GRUNDWASSERSCHONENDE BAUGRUBENSICHERUNG (BAULOS 2)

Diese Möglichkeit der Baugrubenherstellung berücksichtigt die freie Gestaltung der Baugrube für den Schachtkeller, die in diesem Fall ohne grundwasserschonende Baugrubensicherung (z.B. Spundwand oder Dichtwand) hergestellt wird. Das bedeutet, daß das Grund- bzw. Schichtenwasser ungehindert der Baugrube zufließen kann.

Zur Trockenhaltung der Baugrube können zwei Varianten gewählt werden:

1. Spülfilteranlage
2. Horizontaldränage

Der Einsatz von einzelnen Brunnen zur Wasserhaltung wird ausgeschlossen, da die Baugrubensohle zu dicht über dem Grundwasserstauer liegt (Differenz: $d = 0,70$ m). Die für die Absenkung bzw. Wasserhaltung erforderliche benetzte Fläche ist zu gering, um Tiefbrunnen wirtschaftlich einsetzen zu können.

Der Zufluß zur umpundeten Baugrube beträgt ca. $Q = 1 \text{ m}^3/\text{d}$ (s. a. Abschn. 4.3).

Der Zufluß für die Baugrube des Schachtkellers, der über die Wasserhaltungsanlage abgepumpt werden muß, richtet sich nach der Wahl der Anlage.

Bei Einsatz einer Spülfilteranlage sind ca. zwischen $Q = 275 \text{ m}^3/\text{d}$ (Ansatz eines "normalen" Grundwasserstandes = -5,50 m u.GOK) und $Q_{\text{max}} = 480 \text{ m}^3/\text{d}$ (Bemessungswasserstand: -4,0 m u.GOK) zu entnehmen (Anhang 5).

Zusätzlich sind die aus der unter dem Abwetterkanal verlegten Dränagen zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches $7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ bis $13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ abzupumpen (s. a. Abschn. 4.3).

Bei Einsatz einer Horizontaldränage müssen zur Trockenhaltung zwischen $Q = 70 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q_{\text{max}} = 115 \text{ m}^3/\text{d}$ entnommen werden. Die Dränagestränge werden dazu an allen vier Baugrubenseiten eingebaut. Eingerechnet in die Entnahmemenge ist der bereits während der Baumaßnahme "Lüftergebäude mit Diffusor und Abwetterkanal" eingebaute Dränstrang zur Trockenhaltung des Anschlußbereiches.

4.5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Die Ermittlung des Wasserandranges für die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Herstellung und Sicherung der Baugruben haben gezeigt, daß bei Einsatz einer Umpundung der Baugrube der Eingriff in den Grundwasserhaushalt sehr gering ist. Insgesamt sind ca. $Q = 1 \text{ m}^3/\text{d}$ aus einer gesamten Baugrube zu entnehmen. Bei einer zweigeteilten Baugrube müssen dann zusätzlich ca. $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ bis $Q = 13,0 \text{ m}^3/\text{d}$ Wasser abgepumpt werden, um den Anschlußbereich trocken zu halten.

Wird für die Baugrube des Schachtkellers auf eine grundwasserschonende Baugrubensicherung verzichtet, müssen zwischen $Q = 70 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q = 115 \text{ m}^3/\text{d}$

(Horizontaldränage) bzw. zwischen $Q = 283 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q = 493 \text{ m}^3/\text{d}$ (Spülfilteranlage) abgepumpt werden.

Bei den ermittelten Grundwasserentnahmemengen aus Horizontaldränage und Spülfilteranlage ist zu berücksichtigen, daß diese Mengen voraussichtlich nur in der Anfangsphase der Baumaßnahme gefördert werden müssen. U.E. handelt es sich in diesem Bereich um Schichtenwasser, so daß sich die Entnahmemenge mit der Zeit reduzieren kann, wenn die einzelnen wassererfüllten Bereiche "ausgeblutet" sind. Wann und in welchem Umfang die Reduzierung der Entnahmemenge infolge des geringeren Wasseranfalls eintritt, ist nicht genau abzuschätzen.

Insgesamt ist eine grundwasserschonende Bauweise, wie sie derzeit geplant ist, vorzuziehen, um zum einen die Kosten für eine Wasserhaltung deutlich zu reduzieren und zum anderen zu vermeiden, daß durch evtl. Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers bei der umfangreichen Entnahme infolge einer Grundwassererhaltung wegen der Einleitbedingungen Schwierigkeiten in dem Vorfluter entstehen.

Zur Sicherung des Anschlußbereiches am Abwetterkanal ist ein Horizontaldrän vorzuziehen, da bei Änderungen im Bauablauf die abgeschnittenen Spundwände evtl. Behinderungen hervorrufen. Zudem sind beim Absenken des Schichtenwassers über Spülfilter größere Wassermengen abzupumpen, um ein Eindringen des Wassers über die abgeschnittenen Spundwände zu verhindern.

4.6 AUSFÜHRUNGSVORSCHLAG

Die Baugrube für das Lüftergebäude mit Diffusor und den Abwetterkanal wird aus Platzgründen nach dem derzeitigen Planungsstand mit einer Spundwand gesichert.

Die Baugrubensohle des Lüftergebäudes liegt bei ca. 9,7 m u.GOK (ca. 2/3 des Gebäudes im nördlichen Bereich) bzw. bei ca. 8,2 m u.GOK (südliches Drittel des Gebäudes). Die Sohle des Abwetterkanals liegt bei ca. 6,4 m u.GOK. Das bedeutet, daß 2/3 des Lüftergebäudes in der als Grundwasserstauer fungierenden Schluffschicht gegründet werden. Die anderen Gebäudeteile liegen auf den Sandschichten auf.

Wir empfehlen daher, die Baugrubensohle im Bereich der Schluffschichten mit einem geringen Gefälle (z.B. 0,5 %) nach Norden herzustellen und darauf eine Sauberkeitsschicht aus einem Sand-Kies-Gemisch (z.B. 0/8 mm oder 0/16 mm) in einer Stärke von $d = 0,30$ m bis $d = 0,50$ m zu legen, um die geringen einsickernden Wassermengen zum Baugrubenrand (Spundwand) zu führen. Zur Unterstützung der Dränwirkung können 2 bis 3 Sickerrohre (z.B. DN 50) in einem Abstand von ca. 10 m in das Sand-Kies-Gemisch in Nord-Süd-Richtung verlegt werden. An der Spundwand kann dieses Wasser über Pumpensümpfe abgepumpt werden.

Im restlichen Baugrubenbereich kann der über dem Schluff anstehende Grobsand die Funktion einer Dränage übernehmen. Das heißt, das hier anfallende Grund- bzw. Schichtenwasser wird ebenfalls über Pumpensümpfe am Rand der Baugrube an der Spundwand gefaßt und abgepumpt.

Alternativ kann zu den Pumpensümpfen im Baugrubenbereich des Lüftergebäudes auch ein Dränstrang an der Spundwand eingebaut werden, der auf der Schluffschicht einzubauen ist. Das Wasser kann dann über einen Sammelpunkt in der Baugrube entnommen werden.

Für den Schachtkeller wird zur Sicherung und Trockenhaltung ebenfalls die grundwasserschonende Bauweise angewendet. Die Sohle des Schachtkellers liegt in den Randbereichen bei ca. 7,0 m u.GOK und im zentralen Bereich sowie im Anschlußbe-

reich an den Schachtkeller bei ca. 8,0 m u.GOK. Auch hier liegt die Sohle in dem wasserführenden Grobsandbereich.

Das einsickernde Grundwasser kann auch hier über am Rand der Baugrube angelegte Pumpensümpfe trocken gehalten werden, da hier der Grobsand ebenfalls als Flächendränage wirken kann. Als Alternative können statt der Pumpensümpfe auch wiederum Dränstränge, die auf der Schluffschicht verlegt werden sollten, an der Spundwand das Wasser fassen und zu einem Sammelpunkt führen, um es dort abpumpen zu können.

Wird die Baumaßnahme in einem Zuge mit einer grundwasserschonenden Bauweise durchgeführt, kann im Bereich des Abwetterkanals evtl. auf die Pumpensümpfe verzichtet werden, da das anfallende Grund- bzw. Schichtenwasser in die beiden angrenzenden, tieferliegenden Baugruben fließt.

Wird die Baumaßnahme in zwei Lose geteilt, ist in jedem Fall bei dem ersten Teil der Bauausführung im Anschlußbereich des Abwetterkanals zum Schachtkeller vor Herstellung der Sauberkeitsschicht ein Dränstrang einzubauen. Dieser ist so auf Oberkante der Schluffschicht einzubauen, daß er für die nachfolgenden Arbeiten zur Absenkung bzw. Trockenhaltung des Anschlußbereiches genutzt werden kann.

5. SETZUNGSBERECHNUNG

5.1 ALLGEMEINES

Die Setzungsberechnung wurde mit dem Programm ALLPLUS von Nemetschek (Version 2.13) durchgeführt. Als Eingangsparameter kann das Bohrprofil direkt mit seinem Schichtenverlauf eingegeben werden. Zu jeder Schicht gehören bodenmechanische Parameter, die in folgender Tabelle aufgeführt sind:

	γ	γ'	Es
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
Sand	19	11	35.000
Schluff, feinsandig	20	10	s. Anh. 4.1
Schluff, tonig	19	9	s. Anh. 4.2

Tabelle 1: Bodenmechanische Kenngrößen

Für die Sandschicht wurden in Abhängigkeit von der Auflast Steifemodule aufgrund von Erfahrungen angesetzt.

Als weitere Eingangsgröße müssen die Lasten aus Eigengewicht und Verkehr den entsprechenden Lastflächen zugeordnet und definiert werden. Dazu werden die Gebäudeumrisse in rechteckige Lastflächen eingeteilt, die mit den entsprechenden Auflasten beansprucht werden.

Das Programm betrachtet die Lastflächen als schlaufe Fundamente, so daß die Setzungen der einzelnen Gebäude über die kennzeichnenden Punkte bestimmt werden, die bei schlaffen Fundamenten und starren Fundamenten, wie sie hier vorliegen, gleich groß sind.

Des weiteren berücksichtigt das Programm die Entlastung durch den Bodenaushub infolge der Baugrubenherstellung.

5.2 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Als Sohlnormalspannung aus den Bauwerkslasten wurden in der statischen Berechnung folgende Spannungen angegeben:

Lüftergebäude mit Diffusor	$\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$
Abwetterkanal	$\sigma = 65 \text{ kN/m}^2$
Schachtkeller	$\sigma = 229 \text{ kN/m}^2$

Für das Lüftergebäude mit Diffusor und den Abwetterkanal sind die angegebenen Bauwerkslasten kleiner als das Eigengewicht des ausgehobenen Bodens, so daß rechnerisch keine zusätzlichen Setzungen auftreten werden. Es ist zu beachten, daß der Einfluß der Entlastung durch den Bodenaushub nur dann berücksichtigt werden kann, wenn gleich nach dem Aushub mit den Bauarbeiten zur Herstellung der Gebäude begonnen wird. Praktisch werden aufgrund der oberflächennahen Auflockerung in der Baugrube geringe Setzungen eintreten ($s < 1 \text{ cm}$).

Die Bodenplatte des Schachtkellers ist mindestens $d = 1,20 \text{ m}$ dick, so daß die Platte als starres Fundament betrachtet wird, und daß es sich um den maximalen Setzungsbetrag handelt. Die Setzungen für den Schachtkeller wurden mit $s = 12,5 \text{ cm}$ errechnet. Nach DIN 4019 kann dieser errechnete Wert bei Schluffen auf $2/3$ des Wertes abgemindert werden. Somit sind am Schachtkeller mit Setzungen bis zu maximal $s = 8,5 \text{ cm}$ zu rechnen. Ca. $2/3$ der abgeminderten Setzungen werden mit der Fertigstellung des Gebäudes (Rohbau) als Sofortsetzungen abgeklungen sein. Als maximale Setzungsdifferenz zum Abwetterkanal ist daher über einen längeren Zeitraum maximal

$$s = 2 \text{ cm}$$

zu erwarten und bei den Planungen zu berücksichtigen.

Vergeht ein längerer Zeitraum bis zum Aufbringen der Gebäudelasten, so kann der Boden sich entspannen. Als Folge davon ist mit größeren Setzungen am Schachtkeller und auch mit Setzungen am Lüftergebäude sowie am Abwetterkanal zu rechnen, weil die volle Bauwerkslast als setzungserzeugende Last anzusetzen ist. Es ergeben sich dann nach DIN 4019 abgeminderte Setzungen am Schachtkeller von $s = 16,0$ cm, am Abwetterkanal von $s = 6,0$ cm und am Lüftergebäude von $s = 11,5$ cm, wobei sich ca. $2/3$ der Setzungen bei Herstellung der Gebäude als Sofortsetzungen einstellen werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) plant den Ausbau der Tagesanlagen auf dem Schachtgelände Konrad II.

Die DBE hat die [REDACTED] beauftragt, die Gründungskonzeption (einschl. Setzungsberechnung) zu überprüfen und einen Vorschlag zur Wasserhaltung während der Baumaßnahme zu erarbeiten.

Zur Überprüfung der Gründungskonzeption wurde ein neuer Baugrundaufschluß (eine Rammkernbohrung bis in 20 m Tiefe u.GOK) erforderlich. Unterhalb einer ca. 2 m mächtigen Auffüllschicht (Schluffe, Sande) liegen Sande mit schluffigen und kiesigen Beimengungen bis in 8,70 m u.GOK. Darunter steht bis zur Endteufe von 20 m u.GOK ein Schluff an, dessen Feinsandanteile über die Tiefe abnehmen, während gleichzeitig die Tonanteile zunehmen.

Zur Wasserhaltung wird nach derzeitigem Planungsstand für das Lüftergebäude mit Diffusor und für den Abwetterkanal eine grundwasserschonende Baugrubensicherung (Spundwand) eingesetzt.

Als einmalig abzupumpende Grundwassermenge sind dieser Baugrube ca. $Q = 2.300 \text{ m}^3$ zu entnehmen. Zur Trockenhaltung sind täglich ca. $Q = 1 \text{ m}^3$ abzupumpen. Bei Niederschlägen sind als Absolutmenge pro Regenereignis bis maximal $Q = 15,75 \text{ m}^3$ abzuleiten.

Für den Schachtkeller wird ebenfalls eine grundwasserschonende Bauweise (Spundwand) eingesetzt. Hier sind zu Beginn einmalig ca. $Q = 600 \text{ m}^3$ zu entnehmen. Die täglich zu pumpende Grundwassermenge beträgt maximal $Q = 1 \text{ m}^3$, als Absolutmenge für ein Niederschlagsereignis sind maximal $Q = 4,95 \text{ m}^3$ zu pumpen.

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sollten alle Gebäudeanlagen in einem Bauablauf hergestellt werden, da gerade bei den Anschlußbereichen in einer trockenen Baugrube gearbeitet werden muß.

Bei Trennung des Bauablaufes in zwei Lose können alternativ für den Schachtkeller (bei geböschter Baugrube) zur Wasserhaltung während der Bauausführung folgende Systeme eingesetzt werden:

- Horizontaldränage
- Spülfilteranlage.

Bei Einsatz einer Spülfilteranlage sind täglich Wassermengen je nach Grundwasserstand zwischen $Q = 275 \text{ m}^3$ und $Q = 480 \text{ m}^3$ abzupumpen, bei einer umlaufenden Horizontaldränage zwischen $Q = 70 \text{ m}^3/\text{d}$ und $Q = 115 \text{ m}^3/\text{d}$.

Die Setzungsberechnung ergab Setzungen für den Schachtkeller von maximal $s = 8,5$ cm (Sofortsetzungen: $s \approx 6,0$ cm), während beim Lüftergebäude und Abwetterkanal infolge der geringen Auflasten in Bezug auf die Entlastung aus Bodenaushub praktisch vernachlässigbar, mit dem Rohbau abgeschlossene Setzungen auftreten werden ($s < 1$ cm). Als Setzungsdifferenz werden im Anschlußbereich maximal $s = 2$ cm auftreten.

Braunschweig, 24. Oktober 1995

