



Geotechnisches Gutachten

**der Baugrund-, Gründungs- und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich
des künftigen Anlagenstandortes mit Nebengebäuden des Tagebau- und Auf-
bereitungsbetriebes Niemberg/Brachstedt**

Auftraggeber:

Mitteldeutsche Baustoffe GmbH
Hauptverwaltung
Köthener Str. 13
06192 Sennewitz

Auftragnehmer:

Geotechnisches Sachverständigenbüro Dr.-Ing. habil. B. Müller
Leipziger Str. 18
04416 Markkleeberg

Sachverständiger/Bearbeiter:

Doz. Dr.-Ing. habil., Dipl.-Geol. B. Müller
Dipl.-Geoph. Th. Hohlfeld

Bearbeitungsnummer:

9018

Gültigkeit:

Hauptgutachten nach DIN 4020 der geotechnischen Kategorie 2

Leipzig, den 04. 07. 1999


Dr. B. Müller


Th. Hohlfeld

Inhaltsverzeichnis:

- 1. Aufgaben- und Zielstellung
- 2. Unterlagen
- 3. Durchführung der Erkundung
 - 3.1 Baugrunderschließung
 - 3.2 Laboruntersuchungen
- 4. Feststellungen
 - 4.1 Untersuchungsgebiet
 - 4.2 Geologisch-ingenieurgeologische Verhältnisse
 - 4.3 Baugrundbeschreibung
 - 4.4 Baugrundeigenschaften
 - 4.5 Hydrogeologische Verhältnisse
- 5. Schlußfolgerungen und Empfehlungen
 - 5.1 Baugrundeignung - Beurteilung der Tragfähigkeit und des Setzungsverhaltens
 - 5.2 Empfehlungen für die Gründung
 - 5.3 Gewinnbarkeit der anstehenden Böden
 - 5.4 Sonstige Hinweise

Anlagenverzeichnis:

- Anl.1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit der Angabe des Anlagenstandortes und der Zufahrt, M 1 : 10000.
- Anl.2: Lageplan des Standortes der betrieblichen Anlagen mit den Aufschlußpunkten, M 1 : 2000.
- Anl.3: Diagramme der Sondierungen mit der leichten Rammsonde
 - Anl.3.1: DPL 1
 - Anl.3.2: DPL 2
 - Anl.3.3: DPL 3
 - Anl.3.4: DPL 4
 - Anl.3.5: DPL 5
 - Anl.3.6: DPL 6
 - Anl.3.7: DPL 7

- Anl. 4: Diagramme der Sondierungen mit der schweren Rammsonde
- Anl. 4.1: DPH 1
- Anl. 4.2: DPH 2
- Anl. 4.3: DPH 3
- Anl. 4.4: DPH 4
- Anl. 4.5: DPH 5

- Anl. 5: Dokumentation der durchgeführten Rammkernsondierungen und ausgewählter Altbohrungen [13, 14, 15]
- Anl. 5.1: Bohrprofil der BS 1
- Anl. 5.2: Bohrprofil der BS 2
- Anl. 5.3: Bohrprofil der BS 3
- Anl. 5.4: Bohrprofil der BS 4
- Anl. 5.5: Bohrprofil der BS 5
- Anl. 5.6: Bohrprofil der BS 6
- Anl. 5.7: Bohrprofil der BS 7
- Anl. 5.8: Bohrprofil der BS 8
- Anl. 5.9: Bohrprofil der BS 9
- Anl. 5.10: Bohrprofil der BS 10
- Anl. 5.11: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 1
- Anl. 5.12: Schichtenverzeichnis der BS 1
- Anl. 5.13: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 2
- Anl. 5.14: Schichtenverzeichnis der BS 2
- Anl. 5.15: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 3
- Anl. 5.16: Schichtenverzeichnis der BS 3
- Anl. 5.17: Fortsetzung Schichtenverzeichnis der BS 3
- Anl. 5.18: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 4
- Anl. 5.19: Schichtenverzeichnis der BS 4
- Anl. 5.20: Fortsetzung Schichtenverzeichnis der BS 4
- Anl. 5.21: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 5
- Anl. 5.22: Schichtenverzeichnis der BS 5
- Anl. 5.23: Fortsetzung Schichtenverzeichnis der BS 5
- Anl. 5.24: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 6
- Anl. 5.25: Schichtenverzeichnis der BS 6
- Anl. 5.26: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 7
- Anl. 5.27: Fortsetzung Schichtenverzeichnis BS 7
- Anl. 5.28: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 8
- Anl. 5.29: Schichtenverzeichnis BS 8
- Anl. 5.30: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 9
- Anl. 5.31: Schichtenverzeichnis BS 9

- Anl.5.32: Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis BS 10
- Anl.5.33: Schichtenverzeichnis BS 10
- Anl.5.34: Bohrprofil der Altbohrung 1/93 (verändert nach [13])
- Anl.5.35: Bohrprofil der Altbohrung Hy Niemberg 2/94 (verändert nach [15])
- Anl.5.36: Bohrprofil der Altbohrung 2/93 (verändert nach [13])

- Anl.6: Ergebnisse der bodenphysikalisch-mechanischen Laboruntersuchungen
- Anl.6.1: Korngrößenverteilung der MP 1
- Anl.6.2: Protokoll der Siebanalyse nach DIN 18123 der MP 1
- Anl.6.3: Korngrößenverteilung der MP 2
- Anl.6.4: Protokoll der Siebanalyse der MP 2
- Anl.6.5: Korngrößenverteilung der MP 3
- Anl.6.6: Protokoll der Siebanalyse der MP 3
- Anl.6.7: Korngrößenverteilungskurve der MP 4
- Anl.6.8: Korngrößenverteilungskurve der MP 5
- Anl.6.9: Korngrößenverteilungskurve der MP 6
- Anl.6.10: Korngrößenverteilungskurve der MP 7
- Anl.6.11: Korngrößenverteilungskurve der MP 8
- Anl.6.12: Korngrößenverteilungskurve der MP 9
- Anl.6.13: Korngrößenverteilungskurve der MP 10
- Anl.6.14: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 10
- Anl.6.15: Korngrößenverteilungskurve der MP 11
- Anl.6.16: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 11
- Anl.6.17: Korngrößenverteilungskurve der MP 12
- Anl.6.18: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 12
- Anl.6.19: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 13
- Anl.6.20: Korngrößenverteilungskurve der MP 14
- Anl.6.21: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 14
- Anl.6.22: Korngrößenverteilungskurve der MP 15
- Anl.6.23: Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen der MP 15
- Anl.6.24: Korngrößenverteilungskurve der MP 16
- Anl.6.25: Korngrößenverteilungskurve der MP 17

- Anl.7: Isolinien-darstellung der Oberfläche des Festgesteines (Rhyolithes) in m HN, 1 : 2000.

- Anl.8: Isolinien des Ruhewasserspiegels vom schwebenden Grundwasser in den Geschiebe-sanden des Geschiebemergels (in m HN), 1 : 2000.

- Anl.9: Isolinien der Oberfläche mit mittlerer bis guter Tragfähigkeit im Bauraum (m HN), 1 : 2000.

1. Aufgaben- und Zielstellung

Von der Mitteldeutschen Baustoffe GmbH, Sennewitz ist im Zusammenhang mit dem Neuaufschluß des Tagebaues Niemberg/Brachstedt der Bau einer stationären Brech- und Aufbereitungsanlage für die Herstellung von Schotter und Splitt mit entsprechenden Nebengebäuden geplant. Auf einer Fläche von etwa 18.000 m² soll im Südwesten der abbauwürdigen Rhyolithlagerstätte der Bau der entsprechenden Gebäude erfolgen, die im einzelnen zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht im Detail bekannt sind bzw. den bekannten, bestehenden Anlagen in Schwerz und am Petersberg angepaßt werden. Zu den einzelnen Bauwerken ist der größte Teil der Fläche einschließlich Zufahrt von der Verbindungsstraße Niemberg - Oppin bzw. B 100 auszubauen. Das spätere Vorbrechergebäude oder das eigentliche Aggregat soll dynamisch sicher in gut tragfähigem Baugrund eingebaut werden. Die meisten Bauwerke sollen flach und frostfrei gegründet werden. Die Gründungstiefe wird mit 1,5 - 4,0 m unter Gelände angenommen.

Für dieses Bauvorhaben ist es erforderlich, ein geotechnisches Gutachten der Baugrund-, Gründungsverhältnisse und der hydrogeologischen Gegebenheiten nach DIN 4020 zu erarbeiten. Das Geotechnische Sachverständigenbüro Dr.-Ing. habil. B. Müller wurde dazu von der Mitteldeutschen Baustoffe GmbH beauftragt.

Das Untersuchungsgebiet gehört regionalgeologisch zum Halleschen Vulkanitkomplex. Auf Störungszonen und im Bereich der erhalten gebliebenen tertiären Oberfläche wurde der Rhyolith durch subtropisch-tropische; lateritische Verwitterungsprozesse tiefgründig bindig zersetzt. Über diesem bindigen Zersatz lagerten sich Moränenbildungen der Saalekaltzeit ab, die aus Geschiebemergel und -sanden in chaotischer Lagerung und Durchmischung bestehen. Der Geschiebemergel kann oberflächennah durch Entkalkung zu Geschiebelehm verwittert sein. Der aus den pleistozänen Schichten hervorragende Rhyolithhärtling verwitterte oberflächennah zu einem nichtbindigen Verwitterungsschutt. Das Grundwasser ist schwebend und unregelmäßig in den Geschiebesanden zu erwarten.

Nach diesen allgemeinen Randbedingungen ergeben sich für die geotechnischen Untersuchungen folgende Zielstellungen:

- Erkundung des gesamten, möglichen Bauraumes mittels geeigneter Aufschlußverfahren wie

- Rammkernsondierungen 50/60 mm Ø
- Sondierungen mit der schweren Rammsonde
- Sondierungen mit der leichten Rammsonde

und ingenieurgeologischen Bodenansprache nach DIN 4022/4023 sowie Klassifizierung des Bodens nach DIN 18196

- Klärung des oberflächennahen Schichtenaufbaues und der wichtigsten Eigenschaften in situ

- bodenmechanische Untersuchung von repräsentativen Proben der angetroffenen Bodenschichten zur Ermittlung der maßgeblichen Bodenkennwerte bei gleichzeitiger Nutzung der Ergebnisse für die Standsicherheitsuntersuchungen der Halde und Innenverkipfung

- Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse

- Angaben zur Tragfähigkeit der Gründungsschichten bzw. der gründungsfähigen Oberfläche
- gründungstechnische Empfehlungen, Beratung, insbesondere zur Entscheidung über die möglichen Gründungsvarianten in Abhängigkeit von den angetroffenen Verhältnissen
- sonstige Hinweise zur Bauausführung

Im Ergebnis der Untersuchungen soll eine Bewertung der Baugrund-, Gründungs- und hydrogeologischen Verhältnisse mit entsprechenden Empfehlungen zur Bauausführung unter Beachtung der Besonderheiten zur Gründung des Vorbrechers erfolgen.

Es wird ein Hauptgutachten nach DIN 4020 der geotechnischen Kategorie 2 erarbeitet.

2. Unterlagen

- [1] Übersichtsriß, Hartsteintagebau Niemberg/Brachstedt, 1 : 2000. Markscheiderei der Mitteldeutschen Baustoffe GmbH, Sennewitz, 15. 02. 1999 (HN 76).
- [2] Lageplan Standort Aufbereitungsanlage mit Einmessung der Aufschlüsse, 1 : 1000, Markscheiderei der Mitteldeutschen Baustoffe GmbH, Sennewitz 26. 01. 1999 bzw. 03. 05. 1999 (HN 76).
- [3] Topographische Karte Niemberg 1 : 10000, Blatt M-33-13-A-c-2, 1998, Landesamt für Landesvermessung und Datenverarbeitung Sachsen-Anhalt.
- [4] Topographische Karte Niemberg 1 : 10000, Blatt M-33-13-A-c-1, 1998, Landesamt für Landesvermessung und Datenverarbeitung Sachsen-Anhalt.
- [5] Arbeitskreis „Berechnungsverfahren“ der DGEG e.V., Empfehlungen „Verformungen des Baugrundes bei baulichen Anlagen“ - EVB, Verl. für Architektur und technische Wissenschaften Berlin, Ernst & Sohn, Berlin 1993.
- [6] Bauen in Europa - Geotechnik. Eurocode 7-1. DIN V ENV 1997 1. 1. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin, Wien, Zürich 1996.
- [7] BOBE, R. und HUBACEK, K.: Bodenmechanik. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1987.
- [8] DIN Taschenbuch 36: Erd- und Grundbau. Beuth-Verlag GmbH (1991).
- [9] DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes. Beuth-Verlag GmbH, 7. Aufl. 1998.

- [10] EIBSMANN, L.: Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzenden Gebiete um Saale und Elbe. Schriftenreihe f. geol. Wiss., Heft 2, Verl. Berlin 1975, 228 S.
- [11] FÖRSTER, W.: Bodenmechanik. Teubner Verlag Leipzig-Stuttgart, 1998.
- [12] Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Geologische Karte Halle und Umgebung. 1 : 50000, 1. Auflage 1995, Halle.
- [13] GFE GmbH Halle: Bericht über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Erkundungsarbeiten Hartgestein Raum Halle 1968 - 1970, Teilfeld Niemberg mit Vorratsberechnung. Halle, den 22. 11. 1972.
- [14] GFE GmbH Halle: Ergebnisbericht über geologische und geophysikalische Erkundungsarbeiten zur Ermittlung der wirtschaftlich vertretbaren Randbereiche der Hartgesteinslagerstätte Niemberg/Brachstedt (Saalkreis) (1. Erkundungsetappe). Halle, Oktober 1993.
- [15] GFE GmbH Halle: Ergebnisbericht über geologische Erkundungsarbeiten und Untersuchungen zur Rohstoffqualität der Hartgesteinslagerstätte Niemberg/Brachstedt (Saalkreis) (2. Erkundungsetappe). Halle, Mai 1994.
- [16] GFE GmbH Halle: Zusatzbericht über geologische Erkundungsarbeiten und Untersuchungen zur Rohstoffqualität der Hartgesteinlagerstätte Niemberg/Brachstedt (Saalkreis) (II. Erkundungsetappe). Halle, August 1994.
- [17] Geotechnisches Sachverständigenbüro Dr. B. Müller: Gutachten zur Prognose von Sprengerschütterungsimmissionen durch Gewinnungssprengungen im künftigen Rhyolith-Tagebau Niemberg/Brachstedt. Leipzig, den 02. 06. 1999.
- [18] Geotechnisches Sachverständigenbüro Dr. B. Müller: Standsicherheitseinschätzung der Festgesteinsböschungen im künftigen Rhyolith-Tagebau Niemberg/Brachstedt. Markkleeberg, den 11. 06. 1999.
- [19] Geotechnisches Sachverständigenbüro Dr. B. Müller: Standsicherheitsnachweis der künftigen Abraumhalde und -innenkippe im vorgesehenen Rhyolith-Tagebau Niemberg/Brachstedt. Markkleeberg, den 30. 06. 1999.
- [20] GUDEHUS, G.: Bodenmechanik. F. Enke Verlag, Stuttgart 1981.
- [21] HGN Hydrogeologie GmbH, Niederlassung Torgau: Ergebnisbericht „Geophysikalische Porphyrerkundung“ Niemberg/Brachstedt. Torgau, 21. 09. 1993.

- [22] HILMER, K.: Schäden im Gründungsbereich. Verl. f. Architektur u. techn. Wissenschaften, Ernst & Sohn, Berlin 1991.
- [23] LANG, H.J., HUDER, J. u. AMANN, P.: Bodenmechanik und Grundbau. 6. überarb. u. erweiterte Aufl., Springer Verl. Berlin-Heidelberg, 1996.
- [24] LÜTZNER, H.: Sedimentary and Volcanic Rotliegendes of the Saale Depression. Excursion Guidebook. Symp. on Rotliegendes in Central Europe, 24. - 30. May 1987. Akad. of Sciences of the GDR, Centr. Inst. for Physics of the Earth, Potsdam 1987.
- [25] MÜLLER, B.: Der Grenzbereich ingenieurgeologischer und bodenmechanischer Untersuchungen zur objektiven Beurteilung von Lockergesteinen (Böden) für bautechnische Aufgabenstellungen. 12. Nation. Tagung für Ingenieurgeologie in Halle/Saale 1999 (Tagungsband).
- [26] PRINZ, H.: Abriß der Ingenieurgeologie. 2. Aufl., F. Enke Verlag, Stuttgart 1992.
- [27] SCHMIDT, H.-H.: Grundlagen der Geotechnik. B.G. Teubner Stuttgart 1996.
- [28] TÜRKE, H.: Statik im Erdbau. 2. Aufl. Verlag für Architektur und technische Wissenschaften Berlin 1990.
- [29] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.: ZTVE-StB 94, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Ausgabe 1994, Köln.
- [30] EBGEO, Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen. Herausg. Dt. Gesellschaft f. Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin: Ernst, 1997.

3. Durchführung und Erkundung

3.1 Baugrunderschließung

Wegen der zu erwartenden oberflächennahen, recht unterschiedlichen Konsistenzverhältnisse der überwiegend pleistozänen, bindigen Böden aus dem Bereich einer saalekaltzeitlichen Grundmoräne wurden folgende Aufschlußverfahren kombiniert eingesetzt:

- Kleinbohrungen als Rammkernsondierungen mit einem Durchmesser von 50/60 mm (BS)
- Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)
- Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL)
- Nachauswertung vorhandener Altbohrungen und der geoelektrischen Kartierung.

Mit den Aufschlußarbeiten sollte der oberflächennahe Baugrund bis zu einer Tiefe von 5 m geklärt werden. Insgesamt wurden

- 41,5 Bohrmeter mit der Rammkernsondierung
- 50,0 Bohrmeter von Altbohrungen
- 36,0 Sondiermeter mit der schweren Rammsonde
- 20,2 Sondiermeter mit der leichten Rammsonde

niedergebracht, aus denen ein recht eindeutiges Baugrund- und Bauraumprofil ableitbar ist.

In der Anlage 2 sind alle Aufschlußpunkte eingetragen außer der Bohrung Hy Niemberg 2/94, die sich am Südostende des Kartenausschnittes auf dem Zufahrtsweg zum Gelände befindet [15]. Die einzelnen Ergebnisse der Rammsondierungen und Bohrungen sind in den Anl. 3 (Sondierungen mit der leichten Rammsonde), Anl. 4 (Sondierungen mit der schweren Rammsonde) und der Anl. 5 (alle Bohrungen) nach DIN 4094, 4022 und 4023 dokumentiert.

Die Kleinbohrungen und Sondierungen mit der leichten Rammsonde außerhalb des eigentlichen Anlagenstandortes dienten einerseits der Probenahme für die bodenmechanische Untersuchung des späteren Abraumes [19] und andererseits zur Beurteilung des Baugrundes entlang der späteren Zufahrtsstraße. Die Rammkernsondierungen dienten einerseits zur Klärung des Baugrundprofils und andererseits zur Probenahme. Die Aufnahme des Bohrgutes erfolgte im Beisein eines Diplom-Geologen/Ingenieurgeologen gemäß DIN 4022 vor Ort und wurde später durch die Labor- sowie Sondierergebnisse detailliert ergänzt (Anl. 5.1 - 5.33).

Aus dem durchgängigen Kerngewinn der Kleinbohrungen wurden 54 repräsentative, gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 je laufenden Bohrmeter und bei Schichtwechsel entnommen (Anl. 5.11 - 5.33).

Die Sondierungen mit der leichten und schweren Rammsonde dienten zur Klärung der Konsistenzverhältnisse der bindigen Böden bzw. der Lagerungsdichte von nichtbindigen Schichten im Baugrund. Die Lage der Aufschlußpunkte ist so gewählt, daß der vorgesehene, unmittelbare Bauraum im wesentlichen erfaßt wurde (Anl. 2).

3.2 Laboruntersuchungen

Von den 54 entnommenen Bodenproben wurden 24 einer laborativen Untersuchung zugeführt. In der Tabelle 1 sind die Proben erfaßt und deren bodenphysikalisch-mechanische Kennwertermittlung aufgeführt. Die Ergebnisse von den Proben aus den Schürfen 1 - 3 im Zusammenhang mit der Beurteilung des Abraumes wurden zusätzlich aufgenommen, weil diese Böden im Baugrund gleichermaßen angetroffen werden und die einzelnen Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in der Anl. 6 dokumentiert und belegen recht eindeutige Verhältnisse. Aus den Kornverteilungskurven werden die Ungleichförmigkeitszahl U , die Krümmungszahl C_u berechnet und die Durchlässigkeit nach BEYER/HAZEN abgeschätzt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der untersuchten Proben und Entnahmestellen

Mischprobennummer (nach Anl.6)	Aufschlußbezeichnung	Entnahmetiefe von - bis in m	Naßsiebung nach DIN 18123	Sieb- und Schlamm- analyse nach DIN 18123	Konsistenz- grenzen nach DIN 18122	Zuordnung in Schicht
MP 1	BS 5	1,5 - 1,8	x			3
MP 2	Schurf 1	0,4 - 1,0	x			6
MP 3	Schurf 2/3	0,4 - 1,0	x			6
MP 4	BS 9/2	0,3 - 1,0		x		5
	BS 10/2	0,3 - 1,0				
MP 5	BS 5/9	6,8 - 8,0		x		4
	BS 4/8	4,6 - 4,7		x		
MP 6	BS 2/2	0,4 - 0,6	x			5
MP 7	BS 4/3	1,4 - 2,0	x			3
MP 8	BS 3/4	1,8 - 2,5	x			3
MP 9	BS 5/5	2,7 - 4,0	x			3
MP 10	BS 3/6	2,5 - 3,2		x	x	2, oben
	BS 3/5	3,2 - 4,0				
MP 11	BS 6/3	1,4 - 3,0		x	x	2, oben
	BS 6/4					
MP 12	BS 7/3	2,0 - 4,0		x	x	2, oben
	BS 7/4					
MP 13	BS 6/7	5,0 - 6,0			x	2, unten
MP 14	BS 8/3	1,0 - 3,0		x	x	2, oben
	BS 8/4					
MP 15	BS 4/4	2,30 - 4,0	Kalkgehalt	x	x	2, oben
	BS 4/5					
MP 16	BS 5/4	1,8 - 2,7	Kalkgehalt	x		2, oben
MP 17	BS 5/6	4,3 - 6,0		x		2, unten
	BS 5/7					

Die an den Proben ermittelten Laborergebnisse, eigene Archivunterlagen, die genauen Feldaufnahmen des Bohrgutes nach dem Ausbringen sowie die vergleichende Beurteilung mit den Sondierergebnissen in situ gestatten die Klassifizierung der angetroffenen Bodenschichten gemäß DIN 18196 in die Bodengruppe bzw. nach DIN 18300 in die Bodenklasse. Einige bodenphysikalische und -mechanische Eigenschaften der Böden werden mittels der DIN 1055 abgeschätzt. Die Lagerungsdichte von nichtbindigen Böden und die Konsistenzverhältnisse in situ können nur auf der Grundlage der Sondierungen mit der schweren und leichten Rammsonde abgeschätzt werden, so daß diese

Eigenschaften der Schichten aus den Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe abgeleitet werden (Anl. 3 und 4).

Mit der Kenntnis der Bodeneigenschaften sind Aussagen zum Verhalten der einzelnen Schichten als Baugrund möglich. Die Einzelwerte sind für erdstatische Berechnungen verwendbar.

4. Feststellungen

4.1 Untersuchungsgebiet

Der Anlagenstandort ist unmittelbar etwa in der Mitte der südwestlichen Begrenzung des künftigen Tagebaues Niemberg/Brachstedt direkt neben der nordöstlichen Fläche des Flugplatzes Oppin vorgesehen (Anl. 1). Zu dem Anlagenstandort muß ferner der Zufahrtsweg ausgebaut werden, der von der Verbindungsstraße Niemberg - B 100 bzw. Oppin im Südosten beginnen wird, entlang des jetzigen Feldweges und später quer durch das landwirtschaftlich genutzte Gebiet führt.

Zur nordöstlich gelegenen Verbindungsstraße Niemberg-Brachstedt ist keine Anbindung vorgesehen. Das Gelände fällt etwa von Norden mit 118,0 bis 106,0 m HN ab (Anl. 1 und 2) und wird unterhalb des Feldweges ausschließlich landwirtschaftlich bzw. oberhalb weidewirtschaftlich genutzt. Die Höhenlinien folgen der WNW-ESE-Richtung. Direkt an der westlichen Grenze führt eine größere Erdgasleitung vorbei, die insbesondere bei den Sprengarbeiten zu berücksichtigen ist [17]. Im Bauraum befinden sich keine, an der Oberfläche abfließenden Gewässer.

4.2 Geologisch-ingenieurgeologische Verhältnisse

Die tieferen Bereiche des Bauraumes aus Festgestein gehören zum Halleschen Vulkanitkomplex innerhalb des nordöstlichen Teiles der Saale-Senke. Der gesamte prätertiäre Untergrund ist durch einen Bruchschollenbau gekennzeichnet, der im Zusammenhang mit der saxonischen Gebirgsbildung während der Kreidezeit bis zum Alttertiär mehr oder weniger seine heutige Ausbildung erhielt. Die in jener Zeit entstandenen Bruchstörungen sind im wesentlichen NW-SE gerichtet, wovon die markanteste im Südwesten als Hallesche Störung oder „Marktplatzverwerfung“ bekannt geworden ist [12, 24]. Diese Scholle trennt die Hallesche Scholle mit den karbonischen und rotliegenden Schichten bzw. Vulkaniten als Teil der Halle-Wittenberger Scholle von der südwestlichen Mansfelder und Nietlebener Mulde als Bestandteil der Merseburger Scholle. Nach dieser Abtragungsperiode entstand im Oberkarbon über der SW-NE streichenden Mitteldeutschen Kristallinzone die Saalesenke als sogenannte Inversionsstruktur. In diesen Trog wurde der Abtragungsschutt des variszischen Gebirges als Molasse abgelagert. Der damit verbundene subsequente Vulkanismus erreichte im Unterrotliegenden (Autun) seinen Höhepunkt. Über den Halleschen und Sennewitzer Schichten, die fluviatilen bis limnischen Ursprungs sind, folgen über Konglomeraten rote und graue Ton-, Schluff- und Sandsteine, in die sich letztlich verbreitet Vulkanite mit dazugehörigen Pyroklastiten des genannten Vulkanismus einstellen.

Die ältesten, wahrscheinlich stephanischen vulkanischen Gesteine sind der Schlettauer und Wieskauer Rhyolith. Danach folgen Andesite, Latite und Rhyodazite von vier Eruptionsperioden vom höchsten Stephan bis zum Unterrotliegenden, die meist im Untergrund verbreitet sind.

Die Halleschen Rhyolithe, zu denen der eigentliche Rhyolith vom Lagerstättengebiet Niemberg und der Petersberg gehört, besitzen die weiteste Verbreitung mit der größten Mächtigkeit. Diese Vulkanite drangen aus Spalten und bildeten Decken oder Staukuppen als „Oberer Hallescher Rhyolith“ bzw. erstarrten als subvulkanische Massen unterhalb der Erdoberfläche in Form der „Unteren Halleschen Rhyolithe“ beispielsweise von Löbejün.

Im frühen Känozoikum wurden die sauren Vulkanite einer tiefgründigen, subtropisch-tropischen Verwitterung ausgesetzt, die als lateritische Gesteinszersetzung mit Sesquioxidanreicherung insbesondere Fe_2O_3 und Al_2O_3 angesehen werden kann [25]. Die tertiäre Oberfläche war stark bewachsen, so daß huminsäurereiche Wässer in den Untergrund insbesondere an Störungen sowie in wasserwegsamem, trennflächenreichen Festgebirgstellen eindringen und das Gestein zersetzen. Auf diese Weise entstanden die bindigen Verwitterungsprodukte des Rhyolithes, die mit Kaolinit angereichert sind und alle Übergänge zu nichtbindigen Zerfallsgesteinen bis zum nicht verwitterten Rhyolith. Die tertiäre Verwitterungszone mit allen Horizonten wurde während des Pleistozäns mehr oder weniger abgetragen, so daß sich der kaolinitisierte, bindige Zersatz meist nur in den tiefer reichenden Störungen oder nicht vom Eis abgeschürften Bereichen erhalten hat. Der übrige Flächenanteil auf dem Höhenzug wurde vom Eis abgetragen und abgeschliffen, so daß sich auf den höher gelegenen Flächenanteilen jüngerer Verwitterungsschutt bilden konnte oder nur eine geringmächtige Geschiebemergeldecke erhalten geblieben ist. Dieser Geschiebemergel, der bis 10 m mächtig werden kann, wurde in der Leipziger Phase der Saalekaltzeit als Moränenbildung zurückgelassen (Hauptgrundmoräne g₂S). Der Moränenkomplex weist unregelmäßig eingeschuppte sandige Partien auf und kann sporadisch größere Steine und Blöcke (sogenannte Findlinge) enthalten.

Oberflächennah ist der kalkhaltige Geschiebemergel durch Verwitterung bis max. 0,8 m unter Gelände in kalkfreien Geschiebelehm verändert worden. Die Korngrößenzusammensetzung der durch das Inlandeis transportierten und abgelagerten Lockergesteine ist zwangsläufig breit vom Tonkorn bis zum Kies- bzw. Blockkorn streuend und chaotisch gelagert, d.h. eine ausgesprochene Schichtung ist nicht vorhanden. Diese kann nur in den unterschiedlichen Moränenbildungen der einzelnen Eisvorstöße ausgebildet sein. Als Grundwasserleiter sind in den oberen Bereichen die unregelmäßig eingeschalteten Geschiebesande maßgebend. Durch die unregelmäßigen Vorkommen der Geschiebesande wird das enthaltene Grundwasser als schwebend bezeichnet, weil es oberhalb des eigentlichen Hauptgrundwasserleiters vorkommt und regional keine durchgehende Wasserführung aufweisen kann. Lokal ist dieses schwebende Grundwasser durch die hangenden und liegenden schweren bis kaum durchlässigen Böden gespannt

In der Tabelle 2 ist die allgemeine, für die Baugrundbeurteilung wichtige Schichtenfolge des Untersuchungsgebietes zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 2: Allgemeine Schichtenfolge des Untersuchungsgebietes

Stratigraphische Zuordnung	Geologische Bezeichnung der Schichten	Hydrogeologische Eigenschaften	Mächtigkeit (m)
Holozän/anthropogen	<u>Mutterboden</u>	sehr schwach durchlässig	0,25 - 0,4
Saalekaltzeit/ Holozän	<u>Geschiebelehm</u> , Schluff, tonig, sandig, dunkelbraun, schwarzbraun, kalkfrei.	sehr schwach durchlässig	0 - 0,8
Saalekaltzeit	<u>Geschiebemergel</u> mit unregelmäßigen Einschaltungen von Geschiebesanden, braun, ockerbraun, rotbraunrau.	Wasserstauer, in Geschiebesanden schwebendes Grundwasser	0 - 11,2
Tertiär-Holozän	<u>Rhyolithzersatz</u> , bindig, kaolinitisch, weiß-rostbraunfleckig	Wasserstauer	0,1 - > 1,5
Tertiär-Holozän	<u>Rhyolithzersatz</u> , nichtbindig, sandig, kiesig, kantiges Korn, schluffig	schwach bis gut durchlässig	0,6 - 0,8
Tertiär-Holozän	<u>Rhyolithzersatz</u> , nichtbindig, kiesig, steinig, kantiges Korn, stark sandig	gut durchlässig	0,3 - > 0,8
Unterrotliegendes	<u>Rhyolith</u> , Festgestein	schwach durchlässig	> 20

4.3 Baugrundbeschreibung

Die Auswertung aller Sondier- und Bohrerergebnisse erbrachte eine überschaubare und eindeutig korrelierbare Schichtenfolge. In der Tabelle 3 sind die einzelnen Schichten und ihre bautechnische Klassifizierung zusammenfassend beschrieben. Die Einzelheiten sind in den Bohrprofilen der Anl. 5 enthalten.

Zum besseren Verständnis wurde unter Abzug der nicht tragfähigen, weichen bzw. lockeren oberflächennahen Bereiche die Anl. 9 erarbeitet, die die Höhenlinien der für eine Gründung geeigneten Fläche nachzeichnet. Die Anlage 7 gibt die Oberfläche des abbauwürdigen Rhyolithes an, der infolge seiner ausgezeichneten Tragfähigkeit theoretisch der günstigste Baugrund wäre. Allerdings taucht diese Fläche rasch nach Süden infolge tiefgründiger Zersetzung und wegen einer Störungszone ab. Die Geschiebesandlagen mit einer unregelmäßigen Verteilung haben nahezu in allen Bohrungen eine Wasserführung, woraus sich ein schwebender, teilweise leicht gespannter Grundwasserspiegel ergibt. In allen Bohrungen des eigentlichen Bauraumes (BS 3 bis 8, RKS 93) wurde die wasserführende Schicht 3 angetroffen (Anl. 5.3 - 5.8, 5.34).

Nach den vorhandenen Konsistenzverhältnissen und der lockeren Lagerung in situ sind die oberen Anteile der Schichten 2 und 3 bis maximal 2,5 m u.G. als nicht tragfähig anzusehen (Anl. 3 und 4). Die nachweisbare und nutzbare Gründungstiefe ergibt sich aus der Darstellung der Anl. 9.

Tabelle 3: Beschreibung der Baugrundsichten und ihre bautechnische Klassifizierung nach DIN 18196

Schicht	Stratigraphische Zuordnung	Beschreibung der Baugrundsichten	erkundete Mächtigkeit (m)	Klassifizierung nach DIN 18196
1	Holozän/ anthropogen	<u>Mutterboden</u> (Oberboden), Schluff, tonig, feinsandig, organisch durchsetzt, Wurzel- und Pflanzenreste, dunkelgraubraun, schwarzbraun, weich.	0,3 - 0,4	OU
2	Saalekaltzeit	<u>Schluff</u> (Geschiebemergel) von Sanden durchsetzt (Schicht 3), tonig, stark feinsandig, mittelsandig, schwach grobsandig, feinkiesig, selten mittel-grobkiesig, vereinzelt Steine, Blöcke möglich, stark kalkhaltig, oberflächennah 0,4 bis max. 0,8 m entkalkt; fleckig, ockerbraun, grauweißgrün, hellbraun, rotgraubraun, gerundete Kornformen; obere Bereiche von 0,7 bis 2,5 m unter Gelände weich, dann überwiegend steif; zum Liegenden ansteigend halbfest und fest werdend	0,35 - 7,7	SU*/ST*-TL
3		<u>Fein- Mittelsand</u> , (Geschiebesand), kalkhaltig, schwach bis stark schluffig, grobsandig, schwach feinkiesig, selten grobkiesig, gerundete Kornformen, gelbbraun, graugelb, rostfarben, grauocker, braun, locker bis 2,5 m u.G. mitteldicht unter 2,5 m u.G. meist wasserführend.	0,0 - 1,6	SU/ST... SU*/ST* (Übergänge); SE
4	Tertiär/Holozän	<u>Rhyolithersatz</u> , bindig, <u>Schluff</u> , stark kaolinitisch (Kaolinton), tonig, stark feinsandig, mittelgrobsandig, schwach kiesig, selten steinig, weißgrau, rostfarben-fleckig, schwarzinterpunktiert, grau, halbfest-fest	0,1 - 1,2	SU*/ST*

Schicht	Stratigraphische Zuordnung	Beschreibung der Baugrundschichten	erkundete Mächtigkeit (m)	Klassifizierung nach DIN 18196
5	Tertiär/Holozän	<u>Rhyolithzersatz</u> , nichtbindig, Mittel-Grobkies, schluffig, schwach fein - mittelsandig, grobsandig, kantige Kornformen, unregelmäßige Korngrößen, schwach kaolinitisch, weißgrau, rotviolettgrau, rotfarben, schwarz interpunktiert, mitteldicht bis dicht	0,6 - 0,7	GU/GT
6	Tertiär/Holozän	<u>Rhyolithzersatz</u> , nichtbindig, Mittel-Grobkies, feinkiesig, steinig, schwach feinsandig bis mittelsandig, grobsandig, schwach schluffig, kantige, stückige und unregelmäßige Kornformen, hellgrau, weißbraungrau, rotgrauviolett, rostfarben, schwarz interpunktiert, rotviolett, braunrotviolett mit Übergängen zum Festgestein; mitteldicht bis dicht	0,3 - 1,8	GI
7	Unterrotliegendes	<u>Rhyolith</u> , Festgestein, nicht bis schwach verwittert, rotviolett, dunkelviolettgrau, felsitisch, porphyrisch	> 70	(Festgestein) Ma

4.4 Baugrundeigenschaften

Die Schichten 2 - 6 sind entsprechend der Aufgaben- und Zielstellung bodenmechanisch-physikalisch untersucht und in situ bewertet worden (Anl. 3, 4, 6). In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten bautechnischen und bodenmechanischen Eigenschaften enthalten. Die Einzelergebnisse sind in Anlage 6 dokumentiert. Die Schicht 1 wird in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt, weil diese nach DIN 18915 und der ZTV-LA StB sachgemäß abzutragen und für vegetationstechnische Zwecke verwendet werden muß.

Die Kennwerte und beschreibenden Eigenschaften der Baugrundschichten in den Tabellen 4 und 5 gestatten zusammen mit der Mächtigkeit die Ableitung von gründungstechnischen Maßnahmen bzw. sind die Grundlage für erdstatische Berechnungen, wenn diese Schichten bautechnisch genutzt werden. Von dem oberflächennahen Baugrundbereich, der die Schichten 2 und 3 betrifft, ist bis maximal 2,5 m u. G. der bindige Anteil weich bzw. der nichtbindige Schichtanteil locker gelagert. Für diese

Schichtanteile ist keine Tragfähigkeit vorhanden. Je tiefer man innerhalb der Schicht 2 und den eingelagerten Fein- bis Mittelsanden (Schicht 3) zum Liegenden vordringt, um so günstiger werden die Tragfähigkeitseigenschaften (Anl. 4). In den nördlichen Flächen des Anlagenstandortes, wo die Schicht 2 deutlich abnimmt oder fehlt, bestimmen die gut tragfähigen Schichten 5 und 6 den Baugrund (Anl. 5, 7, 9).

Tabelle 4: Bautechnische Eigenschaften der Baugrundsichten nach DIN 18196, 1054, 1055, 18300 und ZTVE-StB 94

Baugrundschicht	Klassifikation nach DIN 18196 (Lagerungsdichte / Konsistenz)	Baugrund für Gründungen	Frostempfindlichkeitsklasse	Bodenklasse nach DIN 18300	Verdichtungsfähigkeit
2	SU*/ST*-TL weich (bis 2,5 m u.G.) steif halbfest (fest)	ungeeignet brauchbar	F3 sehr frostempfindlich	4 *) mittelschwer lös- bare Bodenart (Tendenz zu 6 mit fester Konsi- stenz)	mittel bis mäßig
3	locker (bis 2,5 m u.G.)	ungeeignet	F2 gering bis mittel frostemp- findlich	3 leicht lösbare Bodenart	gut bis mittel
	mitteldicht SU*/ST* steif	brauchbar	F3 sehr fro- stempfindlich	4 mittelschwer lös- bare Bodenart	mittel bis mäßig
4	SU*/ST* halbfest	brauchbar	F3 sehr fro- stempfindlich	4 mittelschwer lösbar (Tendenz zu 6 mit fester Konsistenz)	mittel bis mäßig
5	GU/GT mitteldicht	sehr gut ge- eignet	F2 gering bis mittel frostemp- findlich	3 leicht lösbare Bodenart	gut
	dicht (unter Schicht 4)	sehr gut ge- eignet			
6	GI mitteldicht dicht (unter Schicht 4)	sehr gut ge- eignet sehr gut ge- eignet	F1 nicht fro- stempfindlich	3 leicht lösbare Bodenart	gut

*) Innerhalb der Schicht 2 können größere Steine oder Blöcke als „Findlinge“ auftreten (bis 0,6 m³)

Tabelle 5: Bodenphysikalische und -mechanische Eigenschaften der Baugrundsichten nach DIN 18196, 1054 und 1055 für erdstatische Berechnungen

Baugrundsicht	Klassifikation nach DIN 18196 (Lagerungsdichte / Konsistenz)	Durchlässigkeit k_f (m/s)	Zusammen- drückbarkeit E_s (MN/m ²)	Scherparameter		Wichte	
				Reibungs- winkel φ (°)	Kohäsion c (kN/m ²)	γ	γ' (unter Auftrieb) (kN/m ³)
2	SU*/ST*- TL	6,180·10 ⁻⁹ bis 3,067·10 ⁻⁸	2 - 3 5 - 10 10 - 20	27,5	0	20	10
	weich						
	steif						
3	ST/ST-SE	9,21· 10 ⁻⁶ bis 2,728· 10 ⁻⁴	20 40 15	30 32,5 27,5	0 0 2	17 18 20	9 10 10
	locker						
	mitteldicht						
4	SU*/ST* steif	4,758· 10 ⁻⁸	30 - 40	27,5	5	22	12
5	GU/GT mitteldicht	6,573·10 ⁻⁵	80	32,5	0	20	12
		bis 3,673·10 ⁻⁴					
6	GI mitteldicht	5,881·10 ⁻⁴ bis 2,171·10 ⁻³	100	35,0	0	19	11

Man muß bei der Schicht 2 beachten, daß mit zunehmender Tiefe die Konsistenz ständig fester wird und gelegentlich größere Steine oder Blöcke auftreten können. Der liegende, sand- und wasserfreie Bereich des Geschiebemergels (Schicht 2) besitzt eine feste Konsistenz.

4.5 Hydrogeologische Verhältnisse

In [16] wurden die hydrogeologischen Verhältnisse beschrieben. Nach den hier dokumentierten Untersuchungen am Anlagenstandort sind diese Bedingungen weiter zu differenzieren. Mit den Bohrungen wurden die in Tabelle 6 zusammengefaßten Wasserstände ermittelt.

Tabelle 6: Wasserstände in den Aufschlüssen (Stand 14./16.04. 1999; Altbohrungen 1993/94)

Aufschluß	Ansatzhöhe Bohrungen mHN	Grundwasser erbohrt mHN	Grundwasser an-gestiegen bis mHN (Ruhewasser-stand)	Bemerkungen
BS 3	108,96	107,16 105,76	107,86	schwebendes Grundwasser in Schicht 3
BS 4	113,31	111,11 109,31	111,11	wie zuvor
BS 5	113,50	112,00 110,80	112,30	wie zuvor
BS 6	109,77	105,47	105,47	wie zuvor
BS 7	112,75	110,85	111,15	wie zuvor
BS 8	109,29	105,99	106,69	wie zuvor
RKS 1/93	111,85	103,75	105,35	wie zuvor

In den Bohrungen RKS 9, BS 9, 10, 1 und 2 wurde kein Grundwasser angetroffen. Damit kann für den gesamten Anlagenstandort ein durchgängiger, teilweise gespannter, schwebender Grundwasserspiegel angenommen werden. Zur besseren Übersicht wurde in der Anlage 8 dieser Grundwasserstand als aktueller Ruhewasserstand ausgewertet. Dieser Wasserstand zeigt eine nach Süden bis Südsüdosten verlaufende Fließrichtung, wobei sich die ausstreichende Festgebirgsoberfläche deutlich abhebt. Die erbohrte rinnenartige Beschaffenheit des liegenden Festgebirges (Anl. 7) deckt sich mit der Fließrichtung des Grundwassers (Anl. 8). Das Festgebirge hat folgende Durchlässigkeiten [eigene Unterlagen]:

- Schicht 7 Rhyolith/Festgestein, stark klüftig = 10^{-6} - 10^{-7} m/s (schwach durchlässig)
- Schicht 8 Rhyolith/Festgestein, mittlere Klufthäufigkeit = 10^{-7} - 10^{-8} m/s (schwach bis sehr schwach durchlässig)

Es muß daher zwischen zwei verschiedenen Grundwasserleitern unterschieden werden:

- Kluftwasserleiter des Rhyolith-Härtlings mit einer fehlenden Ausbildung eines „Bergwasserspiegels“; das eindringende Wasser wird entlang der Störungs- und Dichtkluftzone in das Festgebirge schwach eindringen und eine unregelmäßige Wasserführung verursachen; der größte Teil des Niederschlagswassers wird in die durchlässigen bis stark durchlässigen Lockergesteine des auflagernden Pleistozäns vordringen und das Grundwasser einspeisen
- Schwebendes Grundwasser innerhalb des Moränenkomplexes, wobei das Grundwasser nur in den sandigen Lagen der Schicht 3 entsteht und gespeichert wird; infolge der durchsetzenden

Sandeinschaltungen hat das schwebende Grundwasser eine \pm durchgängige Verbreitung, lokal kann es durch die wasserstauenden Schichtbereiche der Schicht 2 gespannt sein.

Der Hauptgrundwasserleiter in den Kiesen und Sanden der saalekaltzeitlichen Hauptterrasse ist weit von der Rhyolith-Lagerstätte entfernt. Mit dem Ausstreichen der Geschiebesande am Rhyolith-Härtling ist die grundwasserführende Schicht nicht mehr vorhanden. Der Rhyolith-Komplex weist somit als Kluftspeicher eine andere, eine Bergwasserführung auf, die wegen dem unterschiedlichen Festgebirgszustand kaum einen einheitlichen Bergwasserspiegel entstehen läßt. Das Festgebirge nimmt die Niederschlagswässer \pm auf und leitet diese über die nichtbindige Verwitterungszone, Dichtkluftzonen oder Störungen in den Untergrund. Eine hydraulische Verbindung zum Grundwasserhorizont des Geschiebesandes wird innerhalb des nichtbindigen Zersatzes der Schicht 5 und 6 angenommen.

Das schwebende Grundwasser ist stark niederschlagsabhängig und kann nach langanhaltenden Trockenperioden bis auf wenige Dezimeter zurückgehen.

Als Bemessungswasserstand kann angenommen werden, daß der derzeitige Grundwasserspiegel nach Anl. 8 um weitere 0,4 m ansteigen kann. Je nach Gründungstiefe und Standort wäre dieser Grundwasserstand bei der späteren Projektierung zu beachten, der somit 2,2 - 3,2 m u.G. ansteht. Neben diesem Grundwasser muß infolge der geringen Durchlässigkeit der Schichten 1 und 2 mit stauender Nässe im oberflächennahen Bereich gerechnet werden, die letztlich die ungünstigen Konsistenzverhältnisse bewirkt hat. Der Geschiebelehm und -mergel gilt mit der überwiegend schluffigen Kornzusammensetzung als Grundwasserstauer.

5. Schlußfolgerungen und Empfehlungen

5.1 Baugrundeignung - Beurteilung der Tragfähigkeit und des Setzungsverhaltens

Die Schicht 1, der Mutter- oder Oberboden, ist gemäß den geltenden Vorschriften der DIN 18915 und ZTV LA-StB sachgemäß abzutragen und für vegetationstechnische Zwecke zu verwenden. Der Abtrag des Oberbodens ist so vorzusehen und auszuführen, daß seine Wiederverwendung ermöglicht wird, d.h. dieser ist aus dem Bauraum vollständig zu entfernen und durch eine Mengenbilanz gesondert auszuweisen.

Die Anteile der Schicht 2 mit weicher Konsistenz und der Schicht 3 mit lockerer Lagerungsdichte sind als nicht tragfähig einzustufen. Da dieser Anteil in den einzelnen Aufschlüssen und durch die Hanglage des Anlagenstandortes unterschiedlich mächtig ist, aber über 2,5 m u.G. nicht hinausreicht, wurde die Anlage 9 erarbeitet, aus der letztlich der Beginn einer tragfähigen Sohle ableitbar ist.

Die tieferen Schichtanteile der Schichten 2 und 3 sind tragfähig bis gut tragfähig, weil sich die in-situ Verhältnisse mit zunehmender Tiefe deutlich verbessern (Anl. 4). Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde belegen diese Gegebenheiten eindrucksvoll. Eine Gründung von Gebäuden und Bauwerken kann erst erfolgen, wenn die Schichten steif, halbfest oder fest bzw. mitteldicht bis dicht sind. Wird im Niveau der Schicht 2 (Geschiebemergel/Schluff) gegründet, können die in Tabelle 7 aufge-

fürten Bodenpressungen bei der Bemessung von Streifenfundamenten verwendet werden [nach DIN 1054, Tab. 4]. Die geringmächtigen und unregelmäßigen Sandeinlagerungen (Schicht 3) können nur lokal genutzt werden.

Hierbei dürfen die Konsistenzverhältnisse in der Gründungssohle während der Baumaßnahme nicht beeinträchtigt werden.

Tabelle 7: Zulässige Bodenpressung von gemischtkörnigen Böden der Schicht 2 (außer Geschiebesand) - ST*/SU*-TL

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Zulässige Bodenpressung in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2m und einer Konsistenz von		
	Ø steif	Ø halbfest	Ø fest
0,5	150	220	330
1,0	180	280	380
1,5	220	330	440
2,0	250	370	500

Bei dem zu erschließenden Baugrund in der Gründungssohle ist unterhalb der angegebenen Oberfläche nach Anl. 9 damit zu rechnen, daß eine steife Konsistenz überwiegt. Aus diesem Grunde darf die Fundamentbelastung nur allmählich anwachsen. Werden die Fundamentkörper entgegen den Empfehlungen schneller voll belastet oder in Bereichen mit weicher Konsistenz gegründet, ist die zulässige Bodenpressung nach DIN 1054, Abschn. 4.3 und unter Berücksichtigung des auftretenden Porenwasserüberdruckes zu bestimmen.

Die Werte der Tab. 7 gelten nur bei mittigem Lastangriff und führen zu Setzungen in der Größenordnung 2 - 4 cm.

Bei Beachtung des Grundsatzes einer einheitlichen Gründungssohle für die überwiegende Anzahl der Bauwerke ergibt sich die Fläche um DPH 1 - BS 6 - DPL 4 - BS 8 - DPH 5. In diesem Bereich ändern sich die Höhenlagen der tragfähigen Anteile der Schichten 2/3 nur um 2 m, so daß die optimalen ± gleichmäßigen Gründungsbedingungen zu erwarten sind. Man muß allerdings generell beachten, daß sich das Grundwasser bei allen Gründungsflächen in nur 1 - 1,2 m Tiefe darunter befindet. Die bisherigen Aussagen gelten für die meisten Gebäude der Aufbereitungsanlage und Sozialgebäude. Der Vorbrecher oder andere dynamisch belastete Bauwerke sind nicht berücksichtigt. Dafür empfehlen wir, generell den dynamisch gut belastbaren Festgesteinsbaugrund zu nutzen. Für derartig stark den Baugrund dynamisch belastende Bauten eignet sich generell ein Untergrund mit hoher akustischer Impedanz und einer geringen Wasserempfindlichkeit. In der Anl. 7 ist die Oberfläche des rhyolitischen Festgebirges dargestellt. Je nach geeigneter Lage zum Tagebau kann insbesondere die Gründung des Vorbrechers direkt in das Festgestein eingebunden werden. Das gleiche gilt zwangsläufig für andere Bauwerke, deren Standort allerdings die nutzbaren Lagerstättenvorräte nicht blok-

kieren sollte. Bei Gründungen im Festgebirge liegen die Setzungen unter 1 cm bzw. gehen bei sachgemäßer Ausführung gegen 0.

Der Bau der Zufahrtsstraße wird durch die oberflächennahen Aufweichungen erschwert. Auf dem gesamten Profil beginnt in 1,0 - 2,3 m Tiefe (Schicht 2/3) unter Gelände der tragfähige Baugrund, so daß zum Bau der Straße entsprechende Maßnahmen erforderlich sind.

5.2 Empfehlungen für die Gründung

Grundsätzlich muß empfohlen werden, die Fundamente ausreichend stabil zu dimensionieren, um die dynamischen Lasten durch den nahen Sprengbetrieb im Tagebau weitestgehend abzufangen.

- Sozialgebäude und dynamisch wenig beanspruchte Bauwerke der Anlage einschließlich Hallen, Freilager usw.:

1. Variante Streifenfundamente für die Gebäude

Die Gründung erfolgt unter Beachtung der Hinweise im Kapitel 5.1. Bei der Ausführung dieser Variante ist es empfehlenswert, in der Gründungssohle, nach Auskoffierung der weichen Schichten eine 0,15...0,25 m mächtige, kapillarbrechende, gut verdichtete Schicht ($D_{Pr} \geq 98\%$) einzubringen. Zwischen dieser Schicht und der wasserstauenden Schicht 2 sollte ein Vlies ausgelegt werden, wodurch sich der Untergrund mit der dränfähigen, kapillarbrechenden Schicht auf Dauer nicht vermischen kann. Durch die erforderliche Gründungstiefe von $> 1,2$ m u.G. ist die Fundamentausführung ohnehin frostsicher, so daß keine weiteren Maßnahmen erforderlich wären. Werden unterschiedliche Gründungstiefen für die einzelnen Gebäude- oder Anlagenteile vorgesehen, sind die einzelnen Bauwerke durch entsprechende Fugen voneinander zu trennen. Die entsprechenden Baugrubenböschungen $\geq 1,25$ m müssen generell abgeöschert oder gesichert werden.

2. Variante geotextilbewehrte Polstergründung

Infolge des oberflächennah ungünstigen Baugrundes wäre eine einfache, zweilagige geotextilbewehrte Polstergründung alternativ ausführbar [30], auf die direkt ein statisch belastbares, starres Flächenfundament als bewehrte Platte errichtet wird. Sollte diese Gründung bei entsprechend höheren, eingetragenen Lasten nicht ausreichen, kann ein dreilagiges Polster errichtet werden.

Bewehrte Gründungspolster sind mit Geogittern bewehrte, einzelne, gut verdichtete Schichten, die einen wenig tragfähigen Baugrund bis zu einer begrenzten Tiefe ersetzen können. Die Oberfläche des Polsters bildet eine gleichmäßige Gründungssohle für die bewehrte Platte. Die Tragfähigkeit der bewehrten Gründungspolster wird nach DIN 1054, Teil 100 bzw. DIN 4017 und die Setzung nach DIN 4019 unter Berücksichtigung der Empfehlungen der EBGEO [20] berechnet.

Der Aufbau der Polstergründung würde sich - ohne hier eine genaue Bemessung wegen fehlender Lasten vornehmen zu können - wie folgt gestalten:

- Aushub der Baugrube bis 0,8...1,0 m u.G.
- Auslegen von Vliesbahnen auf die Baugrubensohle und Aufbringen von 0,2 m Schüttstoff aus gut verdichtbarem Kies-Sand-Gemisch mit $D_{Pr} \geq 95\%$ zwecks Trockenhaltung unterhalb der 1. Bewehrungslage
- Auslegen der 1. Bewehrungslage aus Geogitter (z.B. Fortrac-Geogitter mit einer Nennfestigkeit von mindestens 100kN/m) 110/200 oder 110/300 jeweils parallel zur geraden Grundrißfläche; die Bewehrungslage erfolgt flächenhaft und soll an den Seiten so überlappen, daß die folgende Polsterschicht seitlich umhüllt und mit der nächsten Lage verbunden werden kann.
- Aufbringen von 0,3 m gut verdichtbarem Sand-Kies-Gemisch mit $D_{Pr} \geq 98\%$
- Auslegen der 2. Bewehrungslage in senkrechter Lage zur 1. und den Hinweisen wie zuvor
- Aufbringen der zweiten 0,3 mächtigen Polsterschicht mit $D_{Pr} \geq 98\%$ wie zuvor
- Auslegen und verbinden der 3. Bewehrungslage wie die 1.
- 0,10 m Ausgleichsschicht aus Sand-Kies bzw. besser Magerbeton
- Aufbau der bewehrten Platte für das Bauwerk

Das hier aufgeführte Gründungspolster hat eine Stärke von etwa 0,9 m.

Die Sohle des Gründungspolsters oder der anderen Ausführungen ist vom Bodengutachter abzunehmen. Weitere Vorteile der Polstergründung sind: Frostfreie Gründung; durch die kapillarbrechende Schicht kann keine Nässe aufsteigen.

3. Variante Bodenaustausch

Der weiche Boden wird entfernt und gegen ein Kies-Sand-Polster ausgetauscht. Das Kies-Sand-Polster muß in Lagen von maximal 0,3 m aufgebracht werden. Diese Lagen sind mit $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten. Darauf sollte eine Flächengründung in Form einer bewehrten Platte erfolgen.

4. Variante Bodenaushub, generelle Unterkellerung

Setzen von Streifenfundamenten oder einer Plattengründung wie bei der 1. Variante, jedoch mit einem Kellergeschoßausbau

- Dynamisch stark belastete Gründungssohle z. B. für das Vordreheraggregat.

5. Variante Gründung im Festgebirge

Nach besenreiner Säuberung nach ggf. sprechtechnisch erfolgtem Aushub wird das bewehrte Fundament durch schlaife Anker (Nägel) aus Baustahl kraftschlüssig mit dem Festgebirge verbunden. Die Ankeranzahl und der Abstand ergibt sich aus den Lasten des Bauwerkes. Mit einer derartigen Vorgehensweise werden sowohl die Lasten von der dynamischen Beanspruchung des

Vorbrechers, die statischen Eigenlasten, als auch die durch den Sprengbetrieb und andere weitgehend berücksichtigt und das Bauwerk stabil gehalten.

In ähnlicher Weise können andere dynamisch belastete Gebäudeeinheiten wie Siebanlage gegründet werden. Dazu ist der bindige Baugrund der Schichten 2 und 4 zwar prinzipiell geeignet, der Festgesteinsuntergrund ist allerdings wesentlich günstiger und gestattet die Gestaltung einer wirtschaftlicheren, gründungstechnischen Lösung.

- Oberflächenbefestigungen wie Parkplatzflächen, Zufahrten, Materialplätze usw. empfehlen wir einen frostsicheren Gesamtaufbau nach der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues für Verkehrsflächen mit einer Mindeststärke von 0,8 m. Das Gebiet gehört zur Frostzone II mit einer Frosteindringtiefe von > 100 bis 105 cm. Eine Planumsentwässerung der Verkehrsflächen über eine seitlich anzuordnende Dränage ist anzuraten. Wenn die weichen, nicht tragfähigen oberen Schichtanteile nicht ausgetauscht werden - im Regelfall sollte ein Bodenaustausch vorgenommen werden - wird vorgeschlagen eine Kalkstabilisierung der einzelnen Schichten (Einmischen von Kalk) vorzunehmen. Eine Kalkübersättigung ist zu vermeiden. Das Planum für den frostempfindlichen Untergrund soll einen Verformungsmodul von mindestens

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

aufweisen. Bei Nichterreichen dieser Größenordnung sind verbessernde Maßnahmen erforderlich.

5.3 Gewinnbarkeit der anstehenden Böden

Bevor mit dem Bodenaushub begonnen wird, ist die Schicht 1 (Oberboden) in der beschriebenen Art und Weise sachgemäß zu gewinnen und einer Wiederverwendung zuzuführen.

Die Bodenklassen der Schichten sind in Tabelle 4 aufgeführt und werden wie folgt ergänzt:

- Schicht 2 Bodenklasse 4; beim Aushub können größere Findlinge angetroffen werden
- Schicht 3 Bodenklasse 3; beim Aushub werden meist wasserführende Schichten angeschnitten
- Schicht 4 Bodenklasse 4; es ist möglich, daß größere schwach bis stark verwitterte Rhyolithstücke auftreten
- Schicht 5 Bodenklasse 3; beim Aushub können verspannte, dichte Verhältnisse überwiegen, die eine sprengtechnische oder andere Auflockerung erforderlich werden lassen
- Schicht 7 Der Rhyolith ist je nach Klüftigkeit und Verwitterungszustand Felsklasse 6 und 7; die Gewinnung kann in der Regel nur sprengtechnisch erfolgen

Es sollte darauf geachtet werden, daß in den Baugruben das zudringende Wasser in geeigneter Weise abgeführt wird, um eine weitere Aufweichung der Gründungssohle zu vermeiden. Dazu ist bauzeitlich eine offene Wasserhaltung vorzuhalten und gegebenenfalls einzusetzen.

5.4 Sonstige Hinweise

- Im westlichen Grenzbereich zum Flugplatz verläuft eine regional bedeutsame, größere Erdgasleitung, deren genauer Verlauf in den vermessungstechnischen Unterlagen zu erfassen ist. Diese Gasleitung kann nicht überbaut werden.
- Das vorhandene schwebende Grundwasser ist nur schwach betonaggressiv.
- Die einschlägigen Vorschriften, insbesondere der DIN 4030, 4123, 4124, 18300, 18303 und 18195 sind zu berücksichtigen.
- Der anfallenden Erdaushub ist in Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Entsorgungswege des anfallenden Erdaushubs sollten vor Beginn der Baumaßnahme mit den zuständigen Fachbehörden und den ausführenden Unternehmen abgestimmt werden.
- Nach der Entscheidung für eine der gründungstechnischen Empfehlungen ist eine abschließende Beratung mit dem Bodengutachter wünschenswert.
- Einzelne Bauwerksteile mit unterschiedlicher Gründung sind durch dauerelastisch abgedichtete Dehnungsfugen voneinander zu trennen.
- Es ist wegen des bindigen Charakters der Schicht 2 im Gründungsbereich generell eine kapillarbrechende Schicht einzubauen und das anfallende Oberflächenwasser über eine einfache Bauwerksdrainage abzuführen, wenn eine Unterkellerung erfolgt. Bei fehlender Unterkellerung genügt eine kapillarbrechende Schicht unter der Gründung, die vom bindigen Boden der Schicht 2 durch eine Vlieslage getrennt werden sollte.
- Niederschlagswässer sind vor der Baugrube abzufangen und abzuleiten.
- Für Oberflächenbefestigungen wie Parkplatzflächen, Zufahrten usw. empfehlen wir einen frostsicheren Gesamtaufbau nach der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit einer Mindeststärke von 0,80m. Eine Planumsentwässerung der Verkehrsflächen über eine seitlich anzuordnende Drainage ist anzuraten.

Bei endgültiger Festlegung der geplanten Baumaßnahme und Gründungstiefen bitten wir, zu einer erneuten Stellungnahme konsultiert zu werden. Baugrubensohlen sind durch den Gutachter abzunehmen.

Bei vom Bodengutachten abweichenden Untergrund- und hydrogeologischen Verhältnissen sollte der Gutachter informiert werden.


Dr. B. Müller