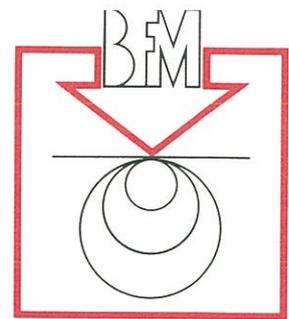


Erd- und Grundbau  
Bodenmechanik  
Felsmechanik  
Ingenieurgeologie  
Spezialtiefbau  
Tunnelbau  
Deponietechnik  
Altlastenerkundung  
Bodenmechanisches  
Laboratorium



Baugrundinstitut Franke - Meißner und Partner GmbH  
Max-Planck-Ring 47 · 65205 Wiesbaden-Delkenheim

Baugrundinstitut Franke - Meißner  
und Partner GmbH

LURGI Energie und Umwelt GmbH  
Lurgi-Allee 5

Max-Planck-Ring 47  
65205 Wiesbaden-Delkenheim  
Telefon: 0 61 22 / 5 10 57  
Telefax: 0 61 22 / 5 25 91

60439 Frankfurt/Main

Steigerstraße 12  
99096 Erfurt  
Telefon: 03 61 / 5 62 30 47  
Telefax: 03 61 / 5 62 16 28

7. März 1995  
Kre/St

**Kläranlage CALBE/Saale**  
Fachtechnische Stellungnahme zu den vorgenommenen  
Bodenaustauschmaßnahmen

Unsere Bearbeitungsnummer: 2767  
Seiten : 15  
Anlagen : 2

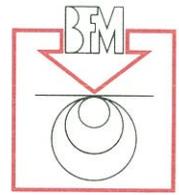
## 1 Vorgang

Die LURGI-Energie und Umwelt GmbH, nachfolgend Lurgi genannt, hat im Auftrag des Abwasserverbandes Calbe die Zentralkläranlage in Calbe an der Saale geplant und schlüsselfertig errichtet. Die Kläranlage liegt in mittelbarer Nähe einer ehemaligen Gelatinefabrik zwischen der Saale und dem Bahnkörper. Im Rahmen dieser Baumaßnahme wurden nach den Erkenntnissen vor Ort von den zuständigen Bauleitern der LURGI umfangreiche Bodenaustauschmaßnahmen im Grundrißbereich des Faulturms, des Eindickers sowie der Nachklärbecken angeordnet, die zu erheblichen Mehrkosten geführt haben. Grundlage des Vertrages zwischen dem Bauherrn und der LURGI war ein Gutachten der GGU (Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig) über orientierte Altlasten- und Baugrunderkundungen, welches für den Großbereich der geplanten Kläranlage im Auftrag des Abwasserverbandes Calbe erstellt wurde. Diese Ergebnisse sind in dem Bericht 1045/91 beschrieben. Nachdem die genaue Lage der Kläranlage feststand und

Gesellschafter:  
Dipl.-Ing. Dr. mont. Horst Meißner  
Dr.-Ing. Michael Köster, Geschäftsführer  
Dr.-Ing. Tilman Westhaus, Geschäftsführer

Amtsgericht Wiesbaden: HR B 6697  
Amtsgericht Erfurt: HRB 7470

Bankverbindungen:  
Hofheimer Volksbank 15 120 509 (BLZ 500 923 00)  
Postbank Frankfurt 3085 42-605 (BLZ 500 100 60)  
Taunus-Sparkasse 36 000 643 (BLZ 512 500 00)  
Volksbank Erfurt 519 642 (BLZ 820 942 24)



konkrete Planunterlagen vorlagen, wurde dann im Auftrag der LURGI für den eingegrenzten Standort der Kläranlage von der GGU eine gezielte Baugrunderkundung vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in dem GGU-Bericht Nr. 1301/92 beschrieben.

Der tatsächliche Standort der Kläranlage liegt wenige Meter östlich der Fläche, welche in der ersten Untersuchungsphase untersucht wurde.

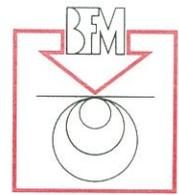
Im Laufe der Gründungsarbeiten hat sich gezeigt, daß die nach dem Gutachten anzunehmende Tragfähigkeit des Baugrunds in situ nicht vorhanden war. Aus diesem Grund wurde von der Bauleitung ein umfangreicher Bodenaustausch veranlaßt. Das Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH, nachfolgend BFM genannt, wurde im Februar 1995 von der LURGI beauftragt zu prüfen, inwieweit die von der Bauleitung der LURGI angeordneten zur technisch einwandfreien Gründung der Bauteile Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich waren.

## 2 Unterlagen

### 2.1 Planunterlagen

Vom Auftraggeber wurden uns die folgenden Planunterlagen übergeben:

- Abwasserreinigungsanlage, Nachklärbecken A-110, 111, Schnitte, Unterlagen-Nr. D/6753200/OF/00403/2, M 1:50, vom 28.02.1992
- Abwasserreinigungsanlage, Nachklärbecken A-111, Draufsicht, Unterlagen-Nr. D/6753200/OF/00402/1, M 1:50, vom 28.02.1992
- Abwasserreinigungsanlage Faulturm A-201, Hor.-Schnitte; Details, Unterlagen-Nr. D/6753200/OF/00432/1, M 1:50, 1:5, vom 22.09.1992



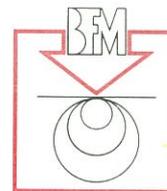
- Abwasserreinigungsanlage Faulturm A-201, Vert.-Schnitte, Details, Unterlagen-Nr. D/6753200/OF/00433/1, M 1:50, 1:10, 1:5, vom 13.11.1992
- Abwasser- und Schlamm-aufbereitungsanlage, Lageplan Feldeinteilung; Unterlagen-Nr. D/6753200/OL/00323/0, M 1:500, vom 04.09.1992
- Abwasserreinigungsanlage Faulturm A-201, Vert.-Schnitte, Details, Unterlagen-Nr. D/6753200/OF/00433/1, M 1:50, 1:10, 1:5, vom 13.11.1992

## 2.2 Geologische Unterlagen

- Geotechnischer Bericht zur orientierenden Altlasten- und Baugrunderkundung im Bereich der geplante Zentralkläranlage in Calbe/Saale, aufgestellt im Auftrag des Abwasserverbandes Calbe von der GGU, Gesellschaft für Grundbau- und Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig, vom 18.10.1991, Bericht Nr. 1301/92
- Geotechnischer Bericht zur Baugrunduntersuchung und Kurzstellungnahme im Bereich des eingegrenzten Standortes der Kläranlage in Calbe/Saale, aufgestellt im Auftrag der LURGI von der GGU, Gesellschaft für Grundbau- und Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig, vom 26.08.1991/2

## 2.3 Literatur

- DIN 1054, Baugrund, zulässige Belastung des Baugrunds
- DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4022, Benennen und Beschreiben von Boden und Fels
- DIN 4094, Baugrund, Erkundung durch Sondierungen



- DIN 18196 Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

### 3 Allgemeines

Die bereits fertiggestellte Kläranlage besteht aus zwei Nachklärbecken mit jeweils einem Durchmesser von ca. 32 m, zwei Belebungsbecken mit Grundrißabmessungen von insgesamt ca. 32 m x ca. 64 m, zwei Vorklärbecken mit einem Durchmesser von ca. 20 m, einem Betriebsgebäude mit Grundrißabmessungen von ca. 20 m x ca. 27 m, einem Faulturm mit einem Durchmesser von ca. 17 m, einem Eindicker mit einem Durchmesser von ca. 9 m und einem Gasbehälter. Außerdem wurden Erschließungsstraßen gebaut.

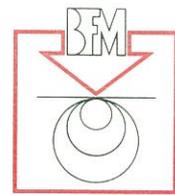
Nach den uns vorliegenden Unterlagen liegen die Gründungssohlen der Nachklärbecken in der Mitte auf einer Kote von jeweils 50,79 m, am Rand auf einer Kote von jeweils 53,16 m, die Gründungssohle der Belebungsbecken auf einer Kote von 51,17 m, die des Faulschlammbehälters in der Mitte auf einer Kote von 52,65 m am Rand auf einer Kote von 54,7 m und die Gründungssohle des Eindickers in der Mitte auf einer Kote von 52,5 m, am Rand auf einer Kote von 53,7 m. Wahrscheinlich beziehen sich diese Höhenangaben auf HN.

Das Gelände liegt südöstlich der Gelatinefabrik zwischen dem Bahnkörper und der Saale. Das Urgelände steigt leicht in nördlicher Richtung von ca. 54,4 m NN im Süden auf ca. 55,2 m NN im Norden an.

### 4 Baugrund

#### 4.1 Von der GGU durchgeführte Aufschlußarbeiten

Nach den uns vorliegenden Gutachten der GGU wurden in der ersten Untersuchungsphase, deren Ergebnisse in dem Bericht zur orientierenden Altlasten- und Baugrunderkundung vom



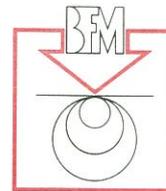
18.10.1991 (Bericht-Nr. 1045/91) beschrieben sind, zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse insgesamt 24 Rammkernsondierungen bis in einen Tiefenbereich zwischen 4,0 m und 6,0 m unter GOK niedergebracht. In der zweiten Untersuchungsphase, deren Ergebnisse im Bericht zur Baugrunduntersuchung vom 26.08.1992 (Bericht-Nr. 1301/92) beschrieben sind, wurden zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Grundrißbereich der geplanten Bauwerke insgesamt sechs Kleinrammbohrungen bis in einen Tiefenbereich zwischen 3,0 m unter GOK (ca. 51,6 m/RKS 2) und 4,0 m unter GOK (ca. 50,4 m/RKS 1) abgeteuft.

In der ersten Untersuchungsphase wurden an jeweils einer gestörten Probe aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrung RKS 1 und RKS 9 die Kornverteilungskurve durch Sieben mit Abschlämmen des Feinkornanteils ermittelt. In der zweiten Untersuchungsphase wurde an jeweils einer gestörten Probe aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrung RKS 1 und RKS 2 die Kornverteilungskurve durch Sieben mit Abschlämmen des Feinkornanteils und an einer gestörten Probe aus der Kleinrammbohrung RKS 6 die Kornverteilungskurve durch eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse ermittelt.

Nach den Planunterlagen wurden die Ansatzpunkte der einzelnen Aufschlüsse beider Untersuchungsphasen auf die Krone des Hochwasserschutzdammes, welcher zwischen dem untersuchten Gebiet und der Saale liegt, eingemessen. Die Höhe der Dammkrone beträgt nach Angaben der LURGI in diesem Bereich 57,66 m HN.

#### 4.2 Vom BFM durchgeführte Aufschlußarbeiten

Vom BFM wurden im Februar 1995 außerhalb der vorhandenen Kläranlage eine Kleinrammbohrung mit der Rammkernsonde,  $\phi$  50 mm, (RKS I) und drei Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN 4094 (SRS I bis SRS III) abgeteuft. Die Kleinrammbohrung wurde bis in eine Tiefe von 7,0 m unter GOK (ca. 47,8 m HN), die schweren Rammsondierungen bis jeweils 8,0 m unter GOK (ca. 46,6 m HN/SRS III) ausgeführt. Die Lage



der einzelnen Aufschlußpunkte wurde in Abstimmung mit einem Vertreter der LURGI AG vor Ort festgelegt.

Die Ansatzpunkte der einzelnen Aufschlüsse wurden auf die Oberkante des Gasbehältervorschachtes, der östlich des Gasbehälters liegt, eingemessen. Die Höhe der Oberkante des Schachtes wurde uns vom örtlichen Vertreter der LURGI mit 55,3 m HN angegeben. Die Lage des Bezugspunktes ist in dem als Anlage 1 beiliegenden Lageplan eingetragen.

Aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrung wurden schichtweise Proben entnommen.

Die einzelnen Bohrprofile und Rammdiagramme sind in Anlage 2 höhen- und lagegerecht mit den Bohrprofilen der GGU-Aufschlüsse aus der zweiten Untersuchungsphase dargestellt.

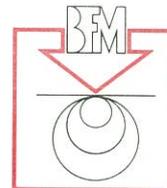
#### 4.3 Schichtenfolge und -verlauf

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse, welche vom BFM durchgeführt wurden, stellt sich die Schichtenfolge und der Schichtenverlauf wie folgt dar:

Mit der **Kleinrammbohrung RKS I** wurde in den ersten 0,55 m unter GOK **Mutterboden** angetroffen.

Unterhalb des Mutterbodens wurde bis 2,2 m unter GOK (ca. 52,6 m HN) steifer **Schluff** und **Ton** mit unterschiedlichen Gewichtsanteilen der jeweils anderen Bodenart sowie schwach feinsandigen Beimengungen erbohrt. Gemäß DIN 18196 wird dieser Boden in die Bodengruppe TL und TM eingestuft.

Unterhalb der bindigen Schichten wurde bis 2,2 m unter GOK **Sand** mit stark schluffigen, schwach kiesigen und schwach tonigen Beimengungen bzw. **Schluff** mit stark sandigen, schwach kiesigen und schwach tonigen Beimengungen erbohrt. Gemäß DIN 18196 wird dieser Boden in die Bodengruppen SU\* und UL eingestuft.



Unterhalb der stark schluffigen Sande bzw. der stark sandigen Schluffe wurde bis zur Endteufe von 7,0 m unter GOK (ca. 47,8 m HN) Kies mit stark sandigen und schwach schluffigen Beimengungen erbohrt. Gemäß DIN 18196 wird dieser Boden in die Bodengruppen GU und GW eingestuft. Bereichsweise waren im Kies ca. 10 cm dünne Sandlinsen mit kiesigen und schwach schluffigen Beimengungen eingelagert. Sie werden gemäß DIN 18196 in die Bodengruppe SU eingestuft.

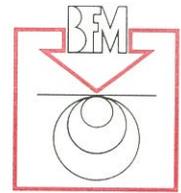
Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde SRS I, II und III zeigen ab GOK bis in einen Tiefenbereich zwischen ca. 2 m unter GOK (ca. 52,9 m HN, SRS I und SRS II) und 2,6 m unter GOK (ca. 52,0 m HN, SRS III) und somit im Bereich der bindigen Schichten Eindringwiderstände, die im Mittel bei 2 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe lagen. Darunter lagen die Eindringwiderstände bis zur Endteufe von maximal 8,0 m unter GOK (ca. 46,6 m HN/SRS III) zwischen 1 und 7 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe. Danach sind die Kiese überwiegend locker und nur bereichsweise locker bis mitteldicht gelagert.

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse, welche von der GGU in der zweiten Untersuchungsphase durchgeführt wurden, entspricht der Schichtenaufbau in etwa dem Schichtenaufbau, der mit den Baugrunduntersuchungen, welche von BFM durchgeführt wurden und vorab beschrieben sind. Die oberen Schluff- und Sandschichten werden bei der GGU vielfach als "Feinsand" bzw. "Feinsand + Schluff" angesprochen. Allerdings enthält das GGU-Gutachten keine Angaben über die Lagerungsdichte der Sande und Kiese.

#### 4.4 Grundwasserverhältnisse

In den Bohr- und Sondierlöchern (RKS I, SRS I, SRS II, SRS III), welche vom BFM im Februar 1995 abgeteuft wurden, wurde jeweils Grundwasser angetroffen.

In den Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 6, welche von der GGU in der zweiten Untersuchungsphase im Projektareal der Kläranlage abgeteuft wurden (siehe Bericht Nr.



1301/92), wurde lediglich im Bohrloch der Kleinrammbohrung RKS 1 Grundwasser angetroffen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die in den Bohr- und Sondierlöchern angetroffenen Grundwasserstände zusammengestellt:

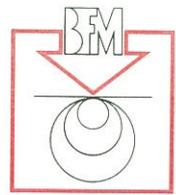
Aufschluß	Datum	Grundwasserstrand unter GOK [m]	Grundwasserstand
RKS I	21.02.95	2,7 (angebohrt)	52,1 m HN
	21.02.95	1,75 (angestiegen)	53,0 m HN
SRS I*	21.02.95	1,95 (angestiegen)	53,0 m HN
SRS II*	21.02.95	1,78 (angestiegen)	53,0 m HN
SRS III*	21.02.95	1,50 (angestiegen)	53,1 m HN
RKS 1 (GGU)	03.08.92	3,53	50,9 m

\* Aufgrund des Aufschlußverfahrens kann nicht festgestellt werden, in welcher Tiefe das Grundwasser erreicht wurde.

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse sind die unter den bindigen Schichten anstehenden Kiese und Sande der Grundwasserleiter, in denen das Grundwasser, offensichtlich abhängig vom Wasserstand der Saale, gespannt ist. Nach dem Ziehen des Bohr- und Sondiergestänges stieg das Grundwasser im Februar 1995 auf eine Kote von ca. 53 m HN an. Danach lag das Druckniveau des Grundwassers zu diesem Zeitpunkt ca. 0,5 m unter dem in der gutachtlichen Stellungnahme der GGU vom 26.08.1992 angegebenen Bemessungswasserstand von 53,5 m.

## 5 Gründung

Im ersten Bericht der GGU vom 18.10.1991 (Bericht Nr. 1045/91), wurde in Abschnitt 8 der "oberflächennah anstehende Boden (Löß) als grundsätzlich ausreichend tragfähig, jedoch sehr wasserempfindlich" beschrieben. Darüber hinaus wurde



darauf aufmerksam gemacht, daß durch Wasserzutritt bzw. Befahren mit gummibereiften Fahrzeugen (dynamische Belastung) der Boden sehr schnell aufweichen und die Tragfähigkeit gemindert werden kann.

Die darunter anstehenden Sande und Kiese wurde hingegen als gut bis sehr gut tragfähig eingestuft.

Im **zweiten Bericht** der GGU vom 26.03.1992 (Bericht Nr. 1301/92) wurde in **Abschnitt 2** angegeben, daß die Gründung der Bauwerke über Platten bzw. Streifenfundamente erfolgen kann. Darüber hinaus wurden im Bereich der einzelnen Gebäude die nachfolgend aufgeführten zulässigen Bodenpressungen angegeben:

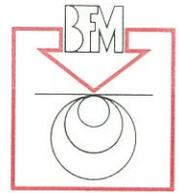
- Faulturn Bodenpressung  $\sigma = 230 \text{ kN/m}^2$
- Belebungsbecken und Filteranlage Bodenpressung  $\sigma = 180 \text{ kN/m}^2$
- Übrige Bauwerke max. Bodenpressung  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$

In **Abschnitt 4** dieses Berichtes wird auf die Tragfähigkeit und die Bodenklassen der einzelnen Schichten eingegangen. Darin werden der Mutterboden sowie die Schluff- und Schluff- und Feinsandböden als nicht tragfähig, die darunter anstehenden Feinsandböden als gering tragfähig und die unterlagernden Sande und Kiese als gut tragfähig eingestuft.

In **Abschnitt 4.2** werden von der GGU für die angetroffenen Bodenschichten die Bodenkennwerte wie folgt angegeben:

Schluff und Feinsand + Schluff:

Wichte	$\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 27,5^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_S = \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$



**Schluffiger Feinsand:**

Wichte	$\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 30^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_S = \geq 10 \text{ MN/m}^2$

**Sande und Kiese (sowie kiesige Sande als Austauschböden):**

Wichte	$\gamma/\gamma' = 19/11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 35^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_S = \geq 50 \text{ MN/m}^2$

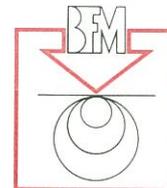
In **Abschnitt 5** des Berichtes werden Angaben zur Bemessung der einzelnen Baukörper wie folgt gemacht:

**Faulturm:** Die Gründungssohle des Faulturms liegt auf 55,1 m am Rand und bei 53,1 m in der Mitte. Wegen der anstehenden, bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Gelände nicht tragfähigen Böden (Mutterboden und Feinsand + Schluff) sind diese im Grundrißbereich vollständig zu räumen. Die unterlagernden Schichten bis 2,8 m unter Gelände können verbleiben und wurden bei der Ermittlung des Bettungsmoduls entsprechend berücksichtigt.

Maßgeblich mittlere Bodenpressung:	$\sigma = 230 \text{ kN/m}^2$
Setzungen am Rand:	$s = 2,1 \text{ cm}$
Setzungen in der Mitte:	$s = 3,8 \text{ cm}$
Bettungsmodul am Rand:	$k_S = 11 \text{ MN/m}^3$
Bettungsmodul in der Mitte:	$k_S = 6 \text{ MN/m}^3$

**Belegungsbecken:**

Die Gründungssohle des Belegungsbeckens liegt auf 51,17 m. Die Gründung erfolgt somit auf den Sanden und Kiesen.



Maßgeblich mittlere Bodenpressung:	$\sigma = 180 \text{ kN/m}^2$
Setzungen am Rand:	$s = 1,7 \text{ cm}$
Setzungen in der Mitte:	$s = 4,4 \text{ cm}$
Bettungsmodul am Rand:	$k_S = 10 \text{ MN/m}^3$
Bettungsmodul in der Mitte:	$k_S = 4 \text{ MN/m}^3$

**Nachklärbecken:** Die Gründungssohle der Nachklärbecken liegt auf 54,3 m am Rand und auf 51,2 m in der Mitte. Der Mutterboden ist vollständig zu räumen. Die unterlagernden Schichten bis 2,0 m unter Gelände können verbleiben und wurden bei der Ermittlung des Bettungsmoduls entsprechend berücksichtigt.

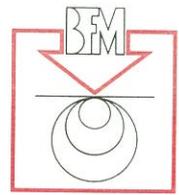
Maßgeblich mittlere Bodenpressung:	$\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$
Setzungen am Rand:	$s = 2,0 \text{ cm}$
Setzungen in der Mitte:	$s = 4,5 \text{ cm}$
Bettungsmodul am Rand:	$k_S = 8 \text{ MN/m}^3$
Bettungsmodul in der Mitte:	$k_S = 3 \text{ MN/m}^3$

**Eindicker und andere Bauwerke:** Eindicker und andere Bauwerke, deren Gründungsplatte innerhalb der Sande und Kiese liegt und deren Bodenpressung  $\sigma \leq 150 \text{ kN/m}^2$  beträgt, erfahren folgende rechnerische Setzungen:

Maßgeblich mittlere Bodenpressung:	$\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$
Setzungen am Rand:	$s = 0,5 \text{ cm}$
Setzungen in der Mitte:	$s = 1,3 \text{ cm}$
Bettungsmodul am Rand:	$k_S = 30 \text{ MN/m}^3$
Bettungsmodul in der Mitte:	$k_S = 12 \text{ MN/m}^3$

In diesem Abschnitt 5 wird weiterhin darauf hingewiesen, daß im Bereich verbleibender, schluffhaltiger Böden um Gefügestörungen zu dem fertiggestellten Planumbereich zu vermeiden, diese nicht mehr mit gummiradbereiften Fahrzeugen befahren werden dürfen.

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, daß, sofern die Aushubsohle im Bereich der Sande und Kiese bzw. kiesige Sande



als Austauschböden eingesetzt werden, diese mit mittelschwerem Gerät zu verdichten sind. Als Verdichtungserfolg wurde ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97 \%$  gefordert.

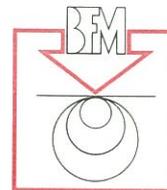
## 6 Bewertung

### 6.1 Bauwerke

Nach Durchsicht der uns zur Verfügung gestellten Unterlagen kann festgestellt werden, daß es sich bei der ersten Untersuchungsphase lediglich um eine allgemeine Vorerkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse handelt. Bei der zweiten Untersuchungsphase, bei der gezielt im Grundrißbereich der einzelnen Bauwerke Kleinrammbohrungen abgeteuft wurden, wären in jedem Fall gemäß DIN 4020 zusätzlich zur Beurteilung der Lagerungsdichte ergänzend Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN 4094 erforderlich gewesen. Darüber hinaus wurden die Kleinrammbohrungen lediglich bis maximal 4,0 m unter GOK abgeteuft, womit überwiegend die Einflußtiefe (setzungserzeugender Tiefenbereiche) der einzelnen Bauwerke nicht aufgeschlossen wurde.

Die sowohl im Bericht der ersten Untersuchungsphase als auch im Bericht der zweiten Untersuchungsphase für die bindigen Böden angegebene ausreichende Tragfähigkeit sowie für die Sande und Kiese angegebene gute bis sehr gute Tragfähigkeit kann nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen nicht bestätigt werden. Nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen ist das rollige Material überwiegend locker und nur bereichsweise locker bis mitteldicht gelagert und kann daher nur als bedingt tragfähig eingestuft werden.

Bei den in Abschnitt 4.2 des zweiten Gutachtens angegebenen Bodenkennwerte kann der für den Schluff und Feinsand + Schluff angegebene Reibungswinkel von  $\varphi' = 27,5^\circ$  nur dann akzeptiert werden, wenn es sich um einen Ersatzreibungswinkel

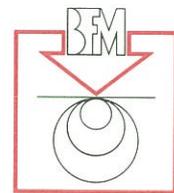


handelt. Da die Sande und Kiese i. w. locker gelagert sind, ist der in Abschnitt 4.2 angegebene Reibungswinkel von  $\varphi = 35^\circ$  unseres Erachtens zu hoch gewählt. Es wäre hier ein Reibungswinkel zwischen  $\varphi = 30^\circ$  bis  $\varphi = 32,5^\circ$  maximal möglich. Der für diese Bodenschicht angegebene Steifemodul von  $E_s \geq 50 \text{ MN/m}^2$  kann nur dann angesetzt werden, wenn zusätzliche Verdichtungsmaßnahmen oder Bodenaustauschmaßnahmen vorgenommen werden. Für die überwiegend lockere Lagerungsdichte wäre sonst nur ein Steifemodul von maximal  $E_s = 30 \text{ MN/m}^2$  anzusetzen.

Die über den Kiesen und Sanden anstehenden bindigen Böden sowie die stark schluffigen Sande können nicht zur Abtragung der Bauwerkslasten herangezogen werden, sondern müssen im vorliegenden Fall durchgründet werden. Im zweiten GGU-Bericht werden für den Faulturm auf S. 6 ein Bodenaustausch bis 1,5 m Tiefe empfohlen, obwohl bei der zugehörigen RKS 6 (Anlage 2.2) bis 2,1 m unter GOK die Schichten als "nicht tragfähig" eingestuft werden. Entsprechendes gilt für die Nachklärbecken.

## 6.2 Straßen

Im Bereich der Verkehrswege, welche innerhalb der Kläranlage angelegt wurden, wurde vor dem Aufbringen der Tragschicht auf dem gewachsenen, stark schluffigen Feinsand ein Geotextil verlegt. Die Verlegung des Geotextils war erforderlich, um beim Einbau der Tragschicht, welche auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten war, eine Durchmischung zwischen dem Material der Tragschicht und dem gewachsenen Boden zu vermeiden. Ohne Geotextil wäre durch die Durchmischung des gewachsenen Bodens mit dem Material der Tragschicht die Funktionstüchtigkeit der Tragschicht (kapillARBrechende Schicht/Frostschuttschicht) nicht zu gewährleisten gewesen.



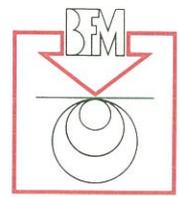
## 7 Zusammenfassung und Schlußbemerkung

Nach den vorliegenden ersten Gutachten der GGU konnte zunächst davon ausgegangen werden, daß die geplanten Bauteile der Zentralkläranlage des Abwasserverbandes Calbe ohne über das bei solchen Bauwerken übliche Maß an Erdarbeiten hinausgehende Aufwendungen gebaut werden könne. Dies gilt auch für die Erschließungsstraßen.

Die durch uns zwischenzeitlich ergänzend durchgeführten Feldarbeiten zeigen nun jedoch, daß die Einschätzung der örtlichen Bauleitung der LURGI sowie die im Vorfeld angemeldeten Bedenken der Hochtief AG während der Erdarbeiten, nämlich daß die Untergrundverhältnisse in situ bei weitem nicht so gut sind, wie in den GGU-Gutachten beschrieben, den Tatsachen entspricht. Ohne den ausgeführten Bodenaustausch wäre eine technisch einwandfreie und sichere Gründung der einzelnen Bauwerke nicht möglich gewesen, es sei denn, man hätte alternativ dazu andere Spezialtiefbauverfahren zur Verbesserung der Tragfähigkeit wie z.B. Rüttelstopfverdichtung bzw. Tiefenrüttlung oder Pfahlgründung ausgeführt. Diese Maßnahmen wären jedoch u.E. in jedem Fall weit aus kostenintensiver gewesen, als der hier ausgeführte Bodenaustausch.

Abschließend ist festzuhalten, daß auch das zweite (standortbezogene) Gutachten der GGU nur den Charakter einer Baugrundvorerkundung gehabt hat, da sowohl das Aufschlußverfahren selbst (nur Rammkernsondierungen) als auch die ausgeführten Aufschlußtiefen nicht den entsprechenden DIN-Normen entsprachen und zu einer Fehleinschätzung des Gutachters bezüglich der tatsächlichen Tragfähigkeitseigenschaften geführt haben.

Die Beispielsweise für den Faulturn errechneten Setzungen von 2,1 cm bis 3,8 cm prognostizieren bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen unseres Erachtens nicht die zu erwartenden Setzungen. Diese dürften ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen die Größenordnung von einem Dezimeter erreichen. Kritisch sind



für das Bauwerk insbesondere Setzungsunterschiede. Bei dem vorliegenden Kiesen und Sanden weist erfahrungsgemäß insbesondere die obere Zone stark wechselnder Lagerungsdichten auf. Aus diesem Grunde war es erforderlich, zumindest im Bereich der obersten 1,0 bis 1,5 m einen Bodenaustausch durchzuführen und in dem Zusammenhang sowohl die Aushubsohle als auch die Lagenweise eingebauten Austauschschichten auf mindestens 100 % Proctordichte zu verdichten. Durch diese Maßnahmen wurden die Setzungen gleichmäßig, so daß das Risiko von schädlichen Setzungsunterschieden und Schiefstellungen erheblich verringert wurde. Nach Auskunft der LURGI GmbH wurden von der ausführenden Firma Hochtief AG Plattendruckversuche nach DIN 18134 durchgeführt, die eine ausreichende Verdichtung nachgewiesen haben.

Zur Begrenzung der Setzungen auf das im zweiten GGU-Gutachten genannte Maß wären tiefreichende Bodenverbesserungsmaßnahmen z.B. in Form von Rüttelstopfverdichtungen oder gar Pfahlgründungen erforderlich gewesen. Diese Maßnahmen wären jedoch weit aus Kostenintensiver als der durchgeführte oberflächennahe Bodenaustausch gewesen.

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Krechberger

Projektleiter:

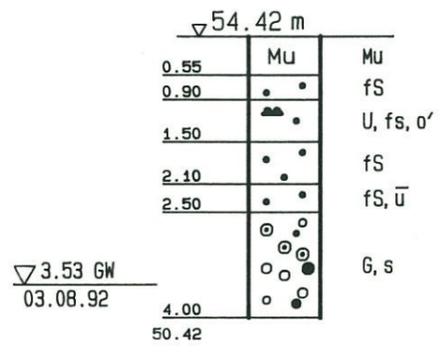
Dipl.-Ing. Ringleb



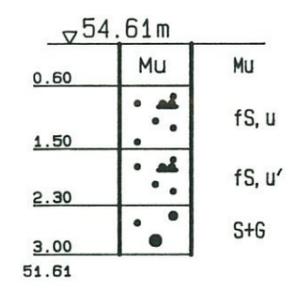
Dipl.-Ing. Westhaus

+56.00  
+55.00  
+54.00  
+53.00  
+52.00  
+51.00  
+50.00  
+49.00  
+48.00

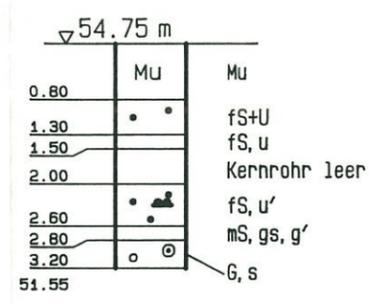
### RKS 1



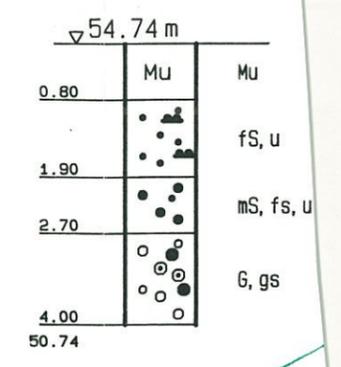
### RKS 2



### RKS 3

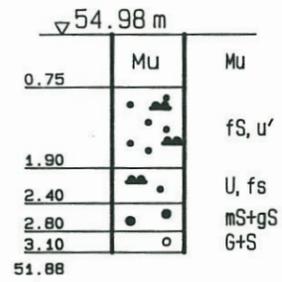


### RKS 4

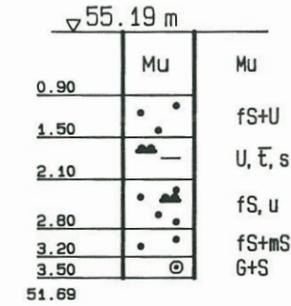


HN+m  
+56.00  
+55.00  
+54.00  
+53.00  
+52.00  
+51.00  
+50.00  
+49.00  
+48.00  
+47.00  
+46.00

# RKS 5



# RKS 6

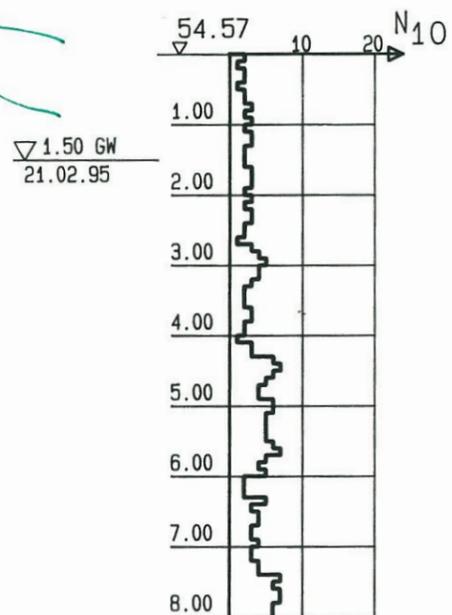


## Schnitt A - A

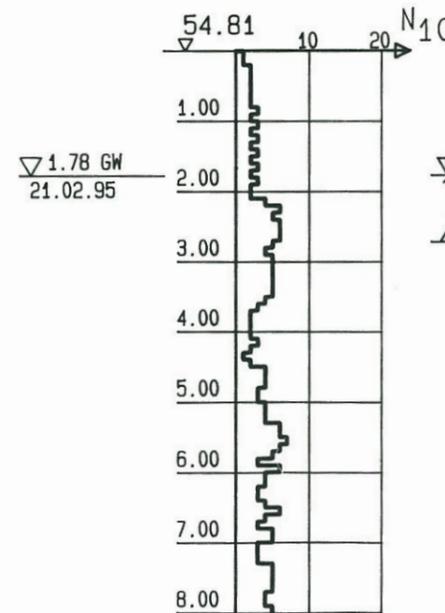
SRS I

RKS I

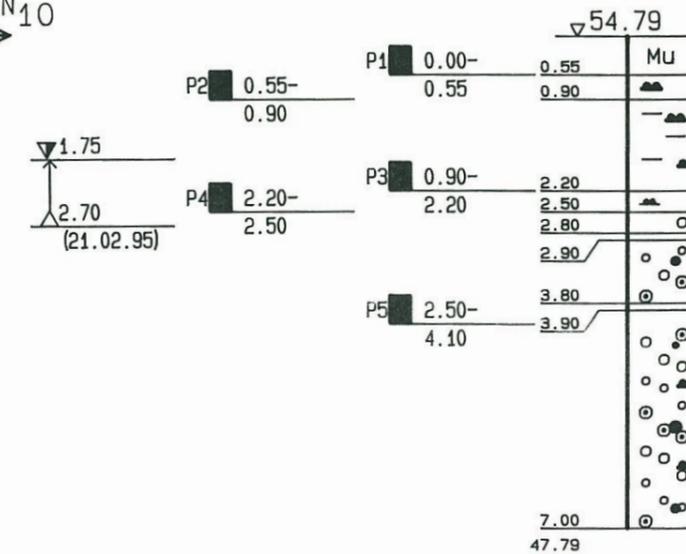
# SRS III



# SRS II



# RKS



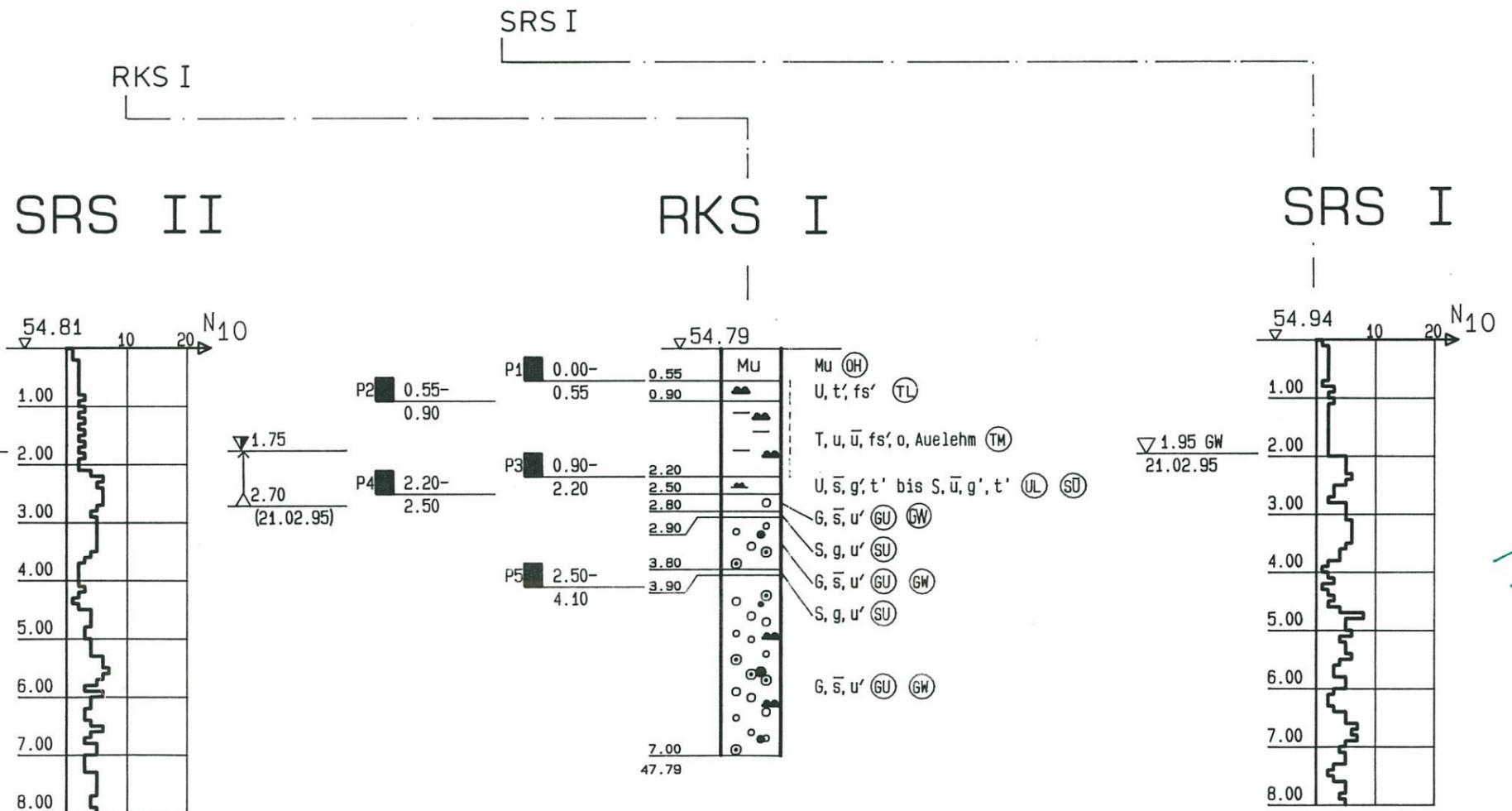
## Schnitt B - B

# RKS 6

RKS 1 bis RKS 6 wurden aus dem Gutachten, vom 26.08.1992, der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU) übernommen

▽ 55.19 m		
0.90	Mu	Mu
1.50	•••	fS+U
2.10	—	U, T, s
2.80	•••	fS, u
3.20	•••	fS+mS
3.50	⊙	G+S
51.69		

A



B

# ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

## UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- SCH Schurf
- B Bohrung
- BK Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
- BS Bohrsondierung (Nutsonde)
- RKS Rammkernsondierung d=50mm
- GWM Bohrung mit Ausbau zur Grundwassermeßstelle
- BL Bodenluftentnahmestelle
- LRS Rammsondierung leichte Sonde DIN 4094
- SRS Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
- FP Festpunkt für Nivellement

## PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

### Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

- G  Bohrprobe (Glas 0.7 l)
- E  Bohrprobe (Eimer 5 l)
- P  Sonderprobe
- K  Verwachsene Bohrkernprobe
- Grundwasser angebohrt
- Grundwasser nach Bohrende
- Ruhewasserstand
- k.GW kein Grundwasser

## BODENARTEN NACH DIN 4022

Auffüllung		A
Blöcke	mit Blöcken	Y y
Steine	steinig	X x
Kies	kiesig	G g
Sand	sandig	S s
Schluff	schluffig	U u
Ton	tonig	T t
Torf	humos	H h
Mudde	organisch	F o
Geschiebemergel	mergelig	Mg me

A		

## FELSARTEN NACH DIN 4022

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl., Brekzie	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	

## KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
- m mittel
- g grob

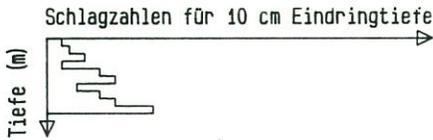
## NEBENANTEILE

- ' schwach (< 15 %)
- stark (ca. 30-40 %)

## ZUSTAND

- flüssig } weich
- breiig } steif
- I halbfest
- II fest
- klüftig
- stark klüftig, brüchig

## RAMMDIAGRAMM



## RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	schwer
Spitzendurchmesser	2.52 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.0/10.0 cm <sup>2</sup>	15.0 cm <sup>2</sup>

## BODENGRUPPEN NACH DIN 18196

GE, SU, TA, UL, ...

## PLANBEZEICHNUNG:

Schnitt A - A und  
Schnitt B - B

## AUFTRAGGEBER, BAUVORHABEN:

Lurgi Energie und Umwelt GmbH

Kläranlage Calbe/Saale

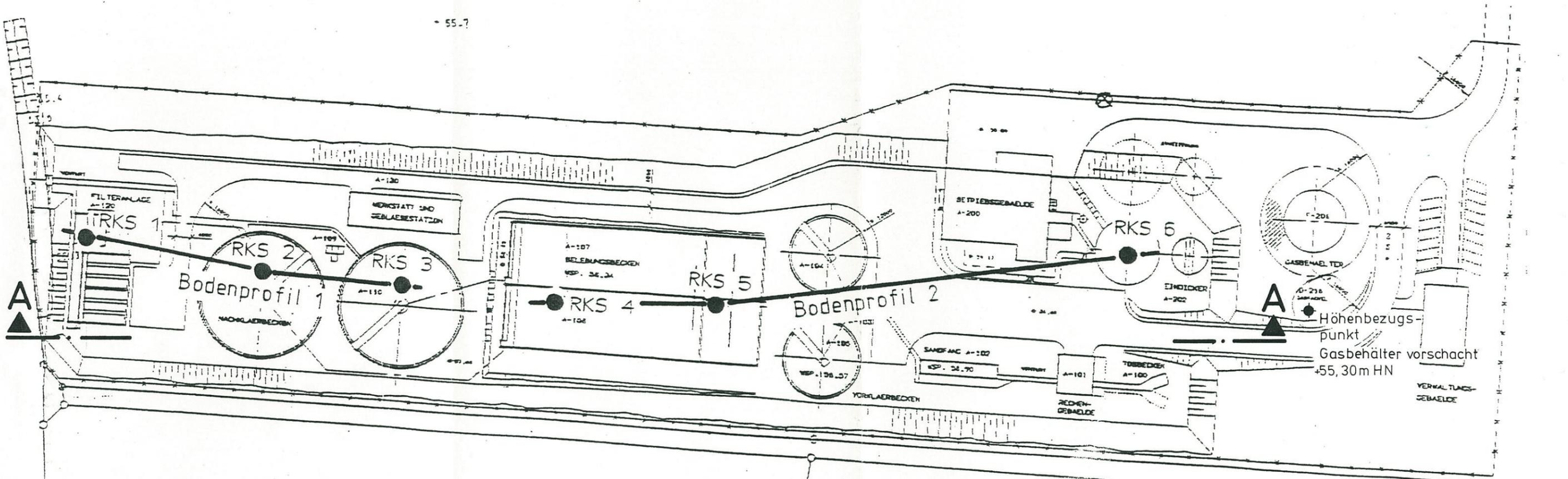
PLAN-NR.: 2

MABSTAB: H1: 100L1: 500

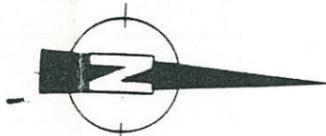
Baugrundinstitut  
Franke-Meißner und Partner GmbH  
Max-Planck-Ring 47 Steigerstraße 12  
65205 Wiesbaden 99096 Erfurt

Bearbeiter:	Krechberger	Datum:
Gezeichnet:	C.W.	09.03.95
Geändert :		

- 55.7



SRSIII



SRSII RKS I

SRSI



- RKS 1 bis RKS 6 wurden aus dem Gutachten, vom 26.08.1992, der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU) übernommen
- ⊕ RKS I Rammkernsonde,  $\phi$  50 mm
- ⊕ SRS I schwere Rammsonde gemäß DIN 4094

<b>BAUGRUNDINSTITUT</b> <b>Franke - Meißner u. Partner GmbH</b> Bodenmechanisches Laboratorium			Auftraggeber: <b>Lurgi Energie u. Umwelt GmbH</b>	
Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden Telefon: 0 61 22/5 10 57 Telefax: 0 61 22/5 25 91			Steigerstraße 12 99096 Erfurt Telefon: 03 61/5 62 30 47 Telefax: 03 61/5 62 16 28	
Datum <b>09.03.95</b>			gezeichnet <b>C.W.</b>	
gezeichnet <b>C.W.</b>			geprüft <i>[Signature]</i>	
Änderungen / Ergänzungen			Auftrag-Nr.: <b>2767</b>	
Änderungen / Ergänzungen			Maßstäbe Höhen 1: Längen 1:1000	
Änderungen / Ergänzungen			Anlage <b>1</b>	
Änderungen / Ergänzungen			Meßtischblatt:	