

Geotechnisches Gutachten
zum
Bau einer Biogasanlage
in
70806 Kornwestheim

Bauherr und Auftraggeber:

Bioenergie Kornwestheim
Ost GmbH & Co. KG
Flößerstr. 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen

Planung:

Schmack Biogas GmbH

Gutachter:

Prof. Dipl.-Geol. Mathias Hiller
von der IHK Stuttgart ö.b.u.v. Sachverständige für
Baugrundgeologie, Hydrogeologie und Altlasten

Erstattungsdatum:

27.05.2011

Aktenzeichen:

KWHBIO G01

Geschäftsführer:

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ

DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ

Vertretung Oberschwaben

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRODI

Waldseer Str. 51 88400 Biberach

Tel.: 07351.47 400-30

Fax: 07351.47 400-29

E-Mail: rs@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ

Blumenstr. 19 73271 Holzmaden

Tel.: 0177.71 61 678

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ

Haydnweg 10/1 72202 Nagold

Tel.: 0177.71 61 682

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: mk@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER

Dauchinger Str. 26 78056 VS-Schwenningen

Tel.: 07720.95 86 86

Fax: 07720.95 86 87

E-Mail: af@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Geologischer Überblick	4
5. Baugrunduntersuchung	5
5.1 Kernbohrungen	5
5.2 Bohrsondierungen	5
5.3 Rammsondierungen	6
5.4 Sichtbeschreibung und Lagerung	6
6. Grundwasserverhältnisse	8
7. Untergrundverunreinigungen	9
8. Bodenmechanische Laboruntersuchungen	9
9. Versickerungsfähigkeit	10
10. Bodenklassen	10
11. Bodenkennwerte	11
12. Gründung	12
12.1 Substratlager	12
12.2 Vorgrube	13
12.3 Durchflussfermenter	13
12.4 Annahmedosierer	14
13. Baugruben	14
14. Auftriebssicherheit	15
15. Erdbebenrisiko	15
16. Kampfmittel	16
17. Abschlussbemerkung	16

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne und Profilschnitt	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan
		1.3	Bauwerkslängsschnitt
Anlage	2	Bohrungen	
		2.1	KB 1 Bohrprofil und Kernfotos
		2.2	KB 2 Bohrprofil und Kernfotos
		2.3	Legende Bohrsignaturen
Anlage	3	Bohrsondierungen	
		3.1 - 3.3	Sondierprofile
Anlage	4	Rammsondierungen	
		4.1 – 4.5	Rammsondierprofile
Anlage	5	Profilschnitte	
		5.1 – 5.7	PS 1 bis PS 7
Anlage	6	Grundwasseranalyse	
Anlage	7	Versickerungsversuch	
		7.1 – 7.2	Versickerungsversuch DRI 1 – DRI 2
Anlage	8	Laboruntersuchungen	
		8.1	Tabellarische Zusammenstellung
		8.2.1 – 8.2.3	Konsistenzgrenzenbestimmung
		8.3	Lastsetzungsverhalten
Anlage	9	Kampfmitteluntersuchung	

1. Auftrag

Die Bioenergie Kornwestheim Ost GmbH & Co. KG plant in Kornwestheim den Bau einer Biogasanlage.

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HuP**) auf der Basis des Angebotes vom 27.03.2011 (KWHBIO K01) mit Schreiben vom 30.03.2011 von der Bioenergie Kornwestheim mit der Ausarbeitung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt. Der Auftrag umfasst auch eine Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes. Für die Begutachtung waren die notwendigen Erkundungsarbeiten entsprechend des Angebots durchzuführen.

Ergänzend wurde **HuP** vom Bauherrn mit der Durchführung einer Luftbildauswertung auf Kampfmittel beauftragt.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Schmack Biogas GmbH
- /1.1/ Konzeptplan 5, Lageplan, M 1:500, vom 07.03.2011
- /1.2/ Konzeptplan 6, Schnitt A – A, M 1:500, vom 17.05.2011

- /2/ Diverse Leitungspläne

- /3/ Geologische Karte M 1:25.000, Blatt 7121 Stuttgart Nord-Ost mit Erläuterungen

3. Projektbeschreibung

Das Baugelände liegt am östlichen Stadtrand Kornwestheims an der Talstraße in der Talaue des Gänsbachs (siehe Übersichtslageplan Anlage 1.1).

Das gesamte Gelände weist Abmessungen von ca. 35 m x 85 m (3.000 m²) auf. Auf dem Gelände sind folgende Bauwerke vorgesehen:

Silo zur Substratlagerung (5.500 m³) mit Durchmesser 28,5 m,
Gründungssohle bei 253,0 m (entspricht ca. 5 m – 6,5 m Einbindung)

Vorgrube, Durchmesser 6,5 m, Gründungssohle wie Substratlager (Einbindung ca. 5 m)

Durchflussfermenter mit Abmessungen 27,5 m x 11,5 m,
Einbindetiefe ca. 1 m – 1,5 m u.GOK = 257,0 m

Annahmedosierer, 12,5 m x 7,4 m, Maximale Einbindung ca. 4 m u.GOK = 254,6 m NN

Als Anlage 1.2 liegt ein Lageplan bei, ein Schnitt durch die Anlage kann Anlage 1.3 entnommen werden.

Nach dem vorliegenden Längsschnitt ist die Gründung als Plattengründung in Verbindung mit wasserundurchlässigen Bodenplatten bzw. Wannen vorgesehen.

Das Gelände ist zur Zeit mit einer Baumwiese bestanden. An der Nordwestseite des Grundstücks verläuft der derzeit als befestigtes Gerinne ausgebaute Gänsbach.

Neben den Bauwerken sind befestigte Verkehrsflächen anzulegen.

4. Geologischer Überblick

Das Gelände liegt auf der Gäuhochfläche im Grenzbereich zwischen **Unterkeuper (Lettenkeuper)** und dem **Oberen Muschelkalk**. Der obere Muschelkalk wird dabei durch die Dolomitserie des **Trigonodusdolomits** eingeleitet. Der Trigonodusdolomit kann dabei erfahrungsgemäß im oberflächennahen Bereich stark zersetzt sein, so dass vorwiegend nur noch feinsandige Residualschluffe vorliegen.

Der Trigonodusdolomit kann bereichsweise von **Verwitterungsresten des Lettenkeupers** überdeckt sein. Darüber folgen quartäre **Hanglehme und Auelehme**.

Gemäß der geologischen Karte /3/ folgte das Tal des Gänsbachs dem Streichen einer vermuteten Verwerfungszone.

Oberflächennah ist mit quartären Schichtwasservorkommen zu rechnen. Das Hauptgrundwasserstockwerk des Oberen Muschelkalks ist erst in größerer, für das Bauwerk nicht mehr relevanter Tiefe zu erwarten.

5. Baugrunduntersuchung

Für die Baugrunduntersuchung wurde ein kombiniertes Untersuchungsprogramm aus 2 Kernbohrungen (KB 1 und KB 2), 5 Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM1 – DPM5) sowie 3 Bohrsondierungen (BS1 bis BS3) durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurde von Mitarbeitern von **HuP** nach Lage (Maßbandgenauigkeit) und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkte wurden Kanaldeckel herangezogen, deren Höhe aus /2/ entnommen wurde. Die Lage der Ansatzpunkte kann Anlage 1.2 entnommen werden.

5.1 Kernbohrungen

Die Kernbohrungen mit 11 m bzw. 13 m Tiefe wurden von der Firma Goller Bohrtechnik vom 26.04. bis 28.04.11 niedergebracht. Die mit zunächst 10 m Bohrtiefe veranschlagten Bohrungen mussten dabei aufgrund der wechselhaften Bodenverhältnisse und der z.T. tiefreichenden Entfestigung des Gebirges auf die genannten Bohrtiefen vertieft werden.

Die Bohrungen wurden von einem Diplom-Geologen von **HuP** geologisch und bodenmechanisch aufgenommen und beprobt. Die detaillierte Bohraufnahme mit zeichnerischer Darstellung nach DIN 2023 sowie eine Fotodokumentation der Bohrkerne liegen als Anlage 2 bei.

5.2 Bohrsondierungen

Die Bohrsondierungen wurden von HuP mit eigenem Raupensondiergerät mit Sondierdurchmesser 80 mm – 50 mm jeweils bis in eine Tiefe von 5,5 m abgeteuft.

Die Profilaufnahmen mit zeichnerischer Darstellung der Profile können Anlage 3 entnommen werden.

5.3 Rammsondierungen

Die Rammsondierungen wurden als mittelschwere Rammsondierung DPM nach DIN EN ISO 22476, Teil 2 ausgeführt. Der mittelschweren Rammsondierung wurde dabei gegenüber der schweren Rammsondierung der Vorzug gegeben, weil diese den Eindringwiderstand im Bereich der bindigen Deckschichten besser zu differenzieren vermag.

Die Rammsondierungen wurden bis zur Rammbarkeitsgrenze bei 50 Schlägen je 10 cm Eindringung eingerammt. Dabei wurden Tiefen zwischen 6,2 m und 8,9 m erreicht. Insgesamt betrug die Sondierleistung 35,7 m.

Die Sondierprofile liegen als Anlage 4 bei.

Bei den Rammsondierungen werden die Anzahl der Schläge, die für ein Einrammen von je 10 cm erforderlich sind gegen die Tiefe aufgetragen. Änderungen des Sondierwiderstandes lassen dabei Schichtgrenzen erkennen. Der Sondierwiderstand ist im Wesentlichen von der Lagerungsdichte bzw. der Konsistenz der Böden abhängig und lässt damit auch Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit der einzelnen Schichten zu.

5.4 Sichtbeschreibung und Lagerung

Zur Verdeutlichung der Lagerungsverhältnisse wurden 7 Profilschnitte erstellt, die dem Gutachten als Anlage 5 beigelegt sind.

Insgesamt wurden bei der Baugrunderkundung auf dem Baufeld deutlich wechselhafte Baugrundverhältnisse angetroffen.

KB1 liegt im zentralen Punkt des Substratlagers. In dieser Bohrung wurde bis 3,1 m weiche bis halbfeste **Auelehme** in Form von tonigen Schluffen angetroffen. Die Auelehme gehen zur Tiefe hin in einen **Verwitterungslehm** aus schluffigem Ton über. Auch hier schwankt die Konsistenz zwischen weich und steif bis halbfest. Ab 7,8 m folgt der aufgeklüftete **Trigonodusdolomit**. Die Oberkante der felsartig ausgebildeten, präquartären Schichten liegt damit deutlich tiefer als ursprünglich erwartet.

Der Deckschichtaufbau in BS 1 lässt sich recht gut mit der Schichtfolge in KB 1 vergleichen. Demgegenüber lässt DPM 2 vorwiegend weiche Deckschichten erwarten.

DPM 1 an der Südwestseite des Substratlayers liegt bereits deutlich erhöht an der Talflanke. Dicht gelagerte oder felsartig ausgebildete Horizonte liegen in dieser Sondierung bereits 4 m über dem entsprechenden Niveau der KB 1. Die Schlagzahlen in den Deckschichten lassen hier eher steife Konsistenzen erwarten.

Profilschnitt1 läuft im Wesentlichen entlang der Nord-Westkante des Durchflussfermenters und durch den Annahmedosierer. Die in diesem Schnitt gelegene KB 2 unterscheidet sich recht deutlich von der KB 1. Vorwiegend weiche Auelehme reichen hier bis in 6,5 m Tiefe. Bis in 9,6 m Tiefe folgt ein stark zersetzter Trigonodusdolomit in schluffig-feinsandiger Ausbildung. Auch darunter bis zur Endtiefe von 13 m ist der Trigonodus Dolomit stark verwittert.

Auch in diesem Schnitt ist ein deutlicher Anstieg fester Bodenschichten nach Südwesten erkennbar. In der am südwestlichen Profilende gelegene DPM 5 sind auch die Deckschichten, hier vermutlich vorwiegend als Hanglehme und Verwitterungsschichten vorwiegend steif ausgebildet.

Der Schlagzahlanstieg in DPM 4 zwischen ca. 3 m und 5 m dürfte auf eine sukzessiv zunehmende Mantelreibung zurückzuführen sein und ist nicht als Anstieg des eigentlichen Rammwiderstandes zu bewerten.

In Längsrichtung des Fermenters (PS3 und PS4) werden etwas gleichmäßigere, aber durchgehend als ungünstig zu bezeichnende Baugrundverhältnisse angetroffen.

Die tiefgründige Verwitterung und die starke Wechselhaftigkeit des Baugrunds hängen möglicherweise mit der vermuteten, in der geologischen Karte ausgewiesenen Störungszone zusammen.

6. Grundwasserverhältnisse

Das Baufeld liegt außerhalb festgestellter Wasserschutzgebiete.

Zur Erfassung des Grundwasserspiegels wurden beide Bohrungen als 2-Zoll-Grundwassermessstelle ausgebaut. KB1 wurde dabei im Bereich der quartären Deckschichten verfiltert, KB 2 im Bereich des Trigonodusdolomits. Die Messstellen-Ausbaupläne können der Anlage 2 entnommen werden.

Im Einzelnen wurden bisher folgende Grundwasserstände gemessen:

Datum	KB1		KB2	
	m u.G.	m NN	m u.G.	m NN
11.05.11	trocken	-	10,04	249,74
27.05.11	trocken	-	10,18	249,60

Eine Grundwasserführung wurde damit erst relativ tief im Bereich des Trigonodusdolomits nachgewiesen. Allerdings ist damit nicht ausgeschlossen, dass zumindest zeitweise auch in den höher gelegenen Quartärschichten beliebige Schichtwasser- oder Sickerwasserzutritte auftreten können. Ansonsten binden die Bauwerke nicht in das Grundwasser ein.

Zu beachten ist, dass im Vorfeld und zum Zeitpunkt der Grundwassermessungen ausgesprochene Trockenverhältnisse herrschten.

Als Auflage der Bohrgenehmigung war eine Wasserprobe zu entnehmen und diese entsprechend dem modifizierten Grundmessprogramm der LUBW zu untersuchen. Das Analyseergebnis liegt als Anlage 6 bei.

Die Grundwasseranalyse lässt einen etwas erhöhten Chloridgehalt (vermutlich durch Straßensalzung) erkennen. Auffällig ist die hohe Oxidierbarkeit, die auf eine organische Belastung des Grundwassers hindeutet. Dies ist für das Bauvorhaben jedoch ohne Belang.

7. Untergrundverunreinigungen

Untersuchungen auf Untergrundverunreinigungen waren nicht Bestandteil des Auftrages. Routinemäßig wurden die Bohr- und Sondierkerne jedoch sensorisch auf Verdachtsmomente bezüglich Bodenverunreinigungen geprüft. Dabei wurden jedoch keine Auffälligkeiten festgestellt.

Da soweit bekannt auf dem Grundstück bisher weder eine bauliche Vornutzung, noch eine intensiv landwirtschaftliche Nutzung erfolgte, gibt es auch diesbezüglich keinerlei Hinweise auf Untergrundverunreinigungen.

Natürliche geogene Inhaltsstoffe der anstehenden Bodenschichten, die möglicherweise zu einer entsorgungsrelevanten Abweichung der Einstufung des Aushubmaterials von der Kategorie Z0 führen könnten, können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden. Um diesbezüglich Ausschreibungssicherheit herstellen zu können, wird empfohlen, an den bestehenden Rückstellproben exemplarische Deklarationsanalysen nach VwV Boden durchführen zu lassen.

8. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Von den frischen Bohr- und Sondierkernen wurden insgesamt 21 Bodenproben für Laboruntersuchungen entnommen.

Zur Charakterisierung der Böden wurden daran insgesamt 19 Wassergehaltsbestimmungen sowie 3 Konsistenzgrenzenbestimmungen durchgeführt. Aufgrund der unerwartet schlechten Baugrundverhältnisse wurde zusätzlich das Lastsetzungsverhalten im Oedomerversuch bestimmt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in Anlage 8 zusammengestellt.

Die untersuchten Auelehme weisen in ihrer Ausbildung ein weites Spektrum aus. So ergaben sich nach DIN 18196 Zuordnungen zu den Bodenarten TL, TM und TA (leichtplastische, mittelpastische und ausgeprägt plastische Tone). Die nachgewiesenen Konsistenzen lagen vorwiegend im Grenzbereich von weich zu steif und entsprechen damit im Wesentlichen dem Geländebefund. Eine Probe ergab sogar eine breiige Konsistenz.

Der Lastsetzungsversuch ergab im relevanten Spannungsbereich von 50 – 100 kN/m² ein Steifemodul E_s von 5.640 kN/m². Die quartäre Deckschichten sind damit als setzungsempfindlich anzusprechen.

9. Versickerungsfähigkeit

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit wurden 2 Doppelringinfiltrrometer-Versuche durchgeführt. Die Doppelringinfiltrrometer-Versuche erfassen die Durchlässigkeit im oberbodennahen Bereich und können zur Bemessung von Versickerungsmulden herangezogen werden.

Die Protokolle der Versickerungsversuche liegen als Anlage 7 bei.

Die bestimmten k_f -Werte mit 1×10^{-4} m/s und 4×10^{-5} m/s belegen eine verhältnismäßig gute Sickerfähigkeit der oberflächennahen Schichten. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die zur Tiefe hin anstehenden stärker tonigen Schichten eine deutlich geringere Durchlässigkeit aufweisen. Bei länger andauernder hydraulischer Beanspruchung ist daher damit zu rechnen, dass es in tieferen Schichten zu einem Einstau und damit zu einer Abnahme der Versickerungsleistung kommt. Daher ist für die Versickerungseinrichtungen ein kontrollierter Überlauf in die Vorflut vorzusehen.

Für die Planung der Versickerungsanlagen sind die Maßgaben des Merkblatts DWA-A 138 zu berücksichtigen.

10. Bodenklassen

Die angetroffenen Böden sind entsprechend DIN 18300 Erdarbeiten und DIN 18301 Bohrarbeiten folgenden Bodenklassen zuzuordnen:

Bodenschicht	Bodenklasse	
	DIN 18300	DIN 18301
Oberboden	1	B01
Auelehm	4 + 5	BB1– BB3
Verwitterungslehm	4 + 5	BB1–BB3
Trigonodusdolomit, verwittert	4 + 6	LB3 + FV1 – FV2
Trigonodus Dolomit, unverwittert bis aufgewittert	6 + 7	FV2-FV1/FV3

11. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach DIN 1054 angenommen werden. Die charakteristischen Bodenkennwerte wurden auf der Grundlage der durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen festgelegt.

Bodenschichten	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	g_k [kN/m ³]	g'_k [kN/m ³]	j_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Auelehm	19,5	-	25 (22,5 – 27,5)	5 (3 bis 10)	5 (3 bis 7)
Verwitterungslehm	19,5	-	27,5 (15 – 17,5)	3 (0 bis 5)	7 (5 bis 10)
Hanglehm	20	-	25 (22,5 – 27,5)	8 (5 bis 10)	12 (8 bis 12)
Trigonodusdolomit, verwittert	21	11	27,5 (25 - 30)	15 (10 –20)	15 (10 bis 20)
Trigonodusdolomit	23,5	13,5	30 (27,5 – 35)	40 (20 – 200)	200 (100 - 1.000)

() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

12. Gründung

Auf Grund der heterogenen Gründungsverhältnisse mit mächtigen, häufig weichen Decklehmen ist unter Berücksichtigung der anzunehmenden Setzungsempfindlichkeit der technischen Anlagen eine Flachgründung ohne zusätzliche Gründungsmaßnahmen nicht möglich.

12.1 Substratlager

Das Substratlager bindet zwischen 4 m und 6,5 m auf der Hangseite in das anstehende Gelände ein. Auf der Hangseite gründet das Silo damit bereits in festen, gut tragfähigen, vermutlich felsartigen Schichten, während talseitig unter der Sohle noch ca. 3 m weich bis steife setzungsempfindliche Decklehme anstehen.

Obwohl das Bauwerk selber nur geringe Lasten erbringt, ergeben sich jedoch aus der Füllung erhebliche Flächenlasten. Selbst bei Berücksichtigung der Aushubentlastung wäre dadurch bei Flachgründung der Bodenplatte auf dem planmäßigen Niveau von 257,6 m NN die Gefahr einer Verkipfung gegeben. Es wird daher empfohlen, die Bodenplatte talseitig auf ein Raster von Magerbeton-Fundamentplomben aufzulegen.

Die Fundamentplomben sind dabei bis in den Trigonodusdolomit zu führen, woraus sich Plombentiefen bis zu 3,5 m ergeben können. Die Plomben können dabei beispielsweise mit Rundgreifern hergestellt werden.

Für die Plomben mit einem Minstdurchmesser von 1 m bzw. einer Mindestaufstandsfläche von $0,8 \text{ m}^2$ kann eine zulässige Bodenpressung von

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

angesetzt werden. Die Gruben sind kurzzeitig standfest, sind aber unmittelbar nach dem Aushub zu verfüllen.

12.2 Vorgrube

Die Vorgrube gründet planmäßig auf dem gleichen Niveau wie das Silo. Damit läge die Gründungssohle ca. 3 m über der Oberkante des Trigonodusdolomits. Für das wesentlich kleinere Bauwerk können allerdings verhältnismäßig gleichmäßige, wenn auch nicht günstige Untergrundverhältnisse angenommen werden.

Da insgesamt die Aushubentlastung der Last des Bauwerks auch bei Befüllung übersteigt und damit hinsichtlich der Setzung der Steifemodul der Widerbelastung angesetzt werden kann, erscheint eine Flachgründung (Plattengründung) möglich. Dies bedürfte allerdings einer detaillierteren Verformungsbetrachtung mit Abgleich der zulässigen Setzungen.

Alternativ wäre vorstellbar, einen Fundamenttring auszubilden, der wie das benachbarte Silo auf Fundamentplomben gegründet ist. Die Bodenplatte selber wäre dann freitragend auf dem Fundamenttring lagernd auszubilden.

12.3 Durchflussfermenter

Die planmäßige Gründungssohle des Durchflussfermenters liegt bei ca. 257,0 m NN. Damit ergeben sich Einbindetiefen in das bestehende Gelände zwischen 0,5 m und 2 m.

Aus der vorgesehenen Füllhöhe des Fermenters mit einer Flüssigkeitssäule von über 6 m ergibt sich insgesamt eine hohe Flächenlast, die auch aufgrund der Ausdehnung der Fläche einen großen Lasteinfluss zur Tiefe hin bedingt. Unter Annahme einer hohen Setzungsempfindlichkeit der Anlage und der dort angetroffenen ungünstigen Bodenverhältnisse kommt damit eine Flachgründung nicht in Betracht.

Im Bereich KB 2 ergäbe sich für eine Gründung auf Fundamentplomben eine Plombentiefe bis zu ca. 8 m. Dies wäre technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll zu bewältigen. Daher wird für den Fermenter eine Tiefgründung für notwendig erachtet.

Denkbar hierfür wären konventionelle Großbohrpfähle oder Gründungen auf Rüttelstopfsäulen oder vermörtelten Rüttelstopfsäulen. Diese Verfahren bedingen allerdings einen verhältnismäßig hohen Aufwand für Baustelleneinrichtungskosten der Spezialtiefbauarbeiten. Großbohrpfähle bieten sich insbesondere bei Ausführung eines Trägerbohlwandverbaus (s. Kap.13) an, da zur Herstellung die gleichen Gerätschaften verwendet werden können.

Als verhältnismäßig einfaches und kostengünstiges Verfahren wäre daher eine Gründung auf duktilen Rammpfählen in Betracht zu ziehen. Die Länge der duktilen Rammpfähle könnte anhand der Schlagzahlen flexibel an die wechselnden Untergrundbedingungen angepasst werden. Auf Grundlage der bisherigen Untersuchungsergebnisse wird mit Pfahllängen im ungünstigsten Fall Bereich (KB 2) bis zu 10 m gerechnet. Für die duktilen Rammpfähle kann vorbehaltlich einer Probelastung eine zulässige äußere Belastung von 500 – 1.000 kN/m² angesetzt werden. Die Kosten für einen Duktilen Rammpfahl sind bei 10 m Länge schätzungsweise mit ca. 1.200 € (bei ca. 30 Pfählen, mit Berücksichtigung Baustelleneinrichtungskosten und Probelastung) zu veranschlagen.

12.4 Annahmedosierer

Die Sohle des Annahmedosierers liegt zwischen 254,4 m NN und 255,2 m NN, was einer Einbindung ins bestehende Gelände zwischen 3,5 m und 4 m entspricht.

Im Bereich des Annahmedosierers ist mit besonders ungleichmäßigen Gründungsverhältnissen zu rechnen. Bei DPM 5 ist mit gut tragfähigen Verhältnissen zu rechnen, während im Bereich KB 2 Fundamentplomben bis ca. 3,5 m unter Sohle vorzusehen sind. Die zulässigen Bodenpressungen können dabei analog zum Substratlager angesetzt werden.

13. Baugruben

Ohne rechnerischen Nachweis einer Standsicherheit ist im Bereich des Substratlagers aufgrund der zum Teil weichen Ausbildung der Decklehme nur eine freie Böschungsneigung bis 45° zulässig. Daraus könnten sich lokal Platzprobleme ergeben. Im hangseitigen Bereich könnte gegebenenfalls mit Nachweis der Standsicherheit auf 60° versteilt werden. Gegebenenfalls ist die Ausführung einer Baugrubensicherung in Form eines Berliner Verbaus in Betracht zu ziehen.

Die Baugrube für die Vorgrube wird zweckmäßigerweise in die Baugrube des Silos integriert.

Aufgrund der geringeren Aushubtiefe erscheint eine frei geböschte Baugrube im Bereich des Annahmedosierers realistisch. Die Böschung könnte dabei im Bereich DPM 5 mit einer zulässigen Böschungsneigung von 60° ausgeführt werden, während in den zunehmend weicheren Schichten in Richtung KB 2 eine Verflachung auf 45° erforderlich wäre.

Sämtliche freie Böschungsflächen sind mit Folien zu verhängen und gegen Witterungseinflüsse abzusichern. Die Folien sind gegen Verwehen zu sichern. Hangseitig sind Maßnahmen zu ergreifen, die ein Zufließen von Oberflächenwasser über die Böschung verhindern.

14. Auftriebssicherheit

Die Bauwerke selber werden wasserdicht ausgebildet. Dränagemassnahmen im Hinblick auf die Trockenhaltung der Bauwerke sind daher nicht erforderlich.

Die Bauwerke binden zwar nicht in das Grundwasser ein, allerdings muss unter den gegebenen Bodenverhältnissen mit einstauendem Sickerwasser gemäß DIN 18195 gerechnet werden.

Da die Bauwerke selber nur über ein geringes Eigengewicht verfügen, muss die Auftriebssicherheit bei Entleerung geprüft werden.

Für die Gewährleistung der Auftriebssicherheit wird daher empfohlen, auf Sohlniveau oder einem auftriebssicheren Niveau eine Bauwerksdränage entsprechend DIN 4095 anzulegen. Diese muss neben einer Ringdränage auch einen Sohlfilter unter der Bodenplatte beinhalten. Der Sohlfilter ist an die Ringdränage anzuschließen.

Da anfallendes Sickerwasser bei den gegebenen Höhenverhältnissen vermutlich nicht im Freispiegelgefälle abgeführt werden kann, muss für das Dränagewasser gegebenenfalls eine Hebeanlage vorgesehen werden.

15. Erdbebenrisiko

Gemäß DIN 4149:2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das Baufeld folgende ingenieurgeophysikalische Zuordnung:

Erdbebenzone	0
Untergrundklasse	R
Baugrundklasse	>C

16. Kampfmittel

Kornwestheim wurde während des Krieges aufgrund des Güterbahnhofs intensiv bombardiert. Im Vorfeld war daher ein Kampfmittelverdacht auch für das Bauareal nicht auszuschließen. Daher wurde eine Luftbildauswertung auf Kampfmittel durchgeführt, die als Anlage 9 beiliegt.

Nach derzeit üblicher Vorgehensweise kann eine Fläche freigegeben werden, wenn im Abstand von 50 m keine Bombeneinschläge nachweisbar sind. Im vorliegenden Fall ist der nächstgelegene Einschlag ca. 70 m entfernt, so dass ein Kampfmittelverdacht nicht anzunehmen ist.

17. Abschlussbemerkung

Die schwierigen Untergrundverhältnisse werden über das vorliegende Gutachten hinaus eine weitere Abstimmung zwischen Bauherr, Tragwerksplaner und Baugrundgutachter zur Klärung von Detailfragen erforderlich machen.

Wegen der Wechselhaftigkeit der Untergrundverhältnisse ist der Abnahme von Baugrubensohle und Fundamentsohlen durch den Gutachter besondere Bedeutung beizumessen. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die dargestellten Schichtverläufe lineare Interpolationen zwischen den Aufschlusspunkten darstellen. Gerade bei den vorliegenden schwierigen Baugrundverhältnissen können dabei die tatsächlichen Schichtverläufe von den interpolierten abweichen.

Für weitere Beratungsleistungen stehen wir zur Verfügung.



Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller



Dipl.-Ing. (FH) Markus Katz



Von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugrundgeologie, Hydrogeologie und Altlasten