



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Bauingenieurwesen
und Geodäsie

Institut und Versuchsanstalt für
Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach

Petersenstraße 13
64287 Darmstadt
Tel. +49 6151 16 2149
Fax +49 6151 16 6683
E-Mail:
katzenbach@geotechnik.tu-darmstadt.de
www.geotechnik.tu-darmstadt.de

K/Ho/Vo/Se/Ba/Wg/Rü
G0946
25.06.2010

Prüfbericht Nr. P/G0946/01

1. **Liegenschaft:** Gemeinde Trebur, Gemarkung Geinsheim,
nördlich der L 3094
2. **Vorhaben:** Kiesgrube im Bereich der Gemeinde
Trebur, Gemarkung Geinsheim
3. **Antragsteller:** **Dyckerhoff Beton GmbH & Co. KG**
Biebricher Straße 69
65203 Wiesbaden
4. **Prüfsachverständiger
für Erd- und Grundbau:** **Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach**
Prüfsachverständiger nach Bauordnungsrecht
Technische Universität Darmstadt
Petersenstraße 13
64285 Darmstadt



5. Aufgabenstellung:

Prüfung der Berechnungen der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit des im Einflussbereich der geplanten Kiesgrube liegenden Rheinwinterdeiches unter Berücksichtigung der Einwirkungen aus dem geplanten Kiesabbau sowie Prüfung der Berechnungen der Standsicherheit der Kiesgrube nach dem Vier-Augen-Prinzip nach DIN EN ISO 9001 in meiner Funktion als Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht.

Neben der Prüfung der Berechnungen der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit des Rheinwinterdeiches und der Kiesgrube erfolgt die Prüfung der hydraulischen Berechnungen zu den im Deichhinterland bei Rheinhochwasser austretenden Wassermengen und der Berechnungen zur rückschreitenden Erosion.

Abschließend werden die Aussagen zur Grundwasserbeeinflussung infolge der Salzwasserthematik einer Prüfung unterzogen.

**6. Antragsunterlagen/
Gegenstand der Prüfung:**

[G1]

Gutachterliche Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaues auf

- Rheinwinterdeich
- querende Kraftstofffernleitung
- landseitig bei Hochwasser austretende Wassermengen
- Grundwasserbeeinflussung infolge der Salzwasserthematik

vom 22.02.2010, Bericht mit Bearb.-Nr. 21005

**7. Aufsteller des
Prüfgegenstandes:**

TerraConsult GmbH
Beratende Ingenieure für Geo- und Umwelttechnik
Hobrechtstraße 34
64285 Darmstadt



8. Unterlagen:

[U1]

Grundbauinstitut Prof. Dr.-Ing. H. Sommer und Partner GmbH, Darmstadt:

1. Geotechnisches Gutachten: Hochwasserschutz am Rhein, Ausbau des Rhein-Hochwasserdeiches in der Gemarkung Trebur von Deich-km 12+750 bis 16+100 vom 30.05.2000
2. Ergänzende Stellungnahme vom 30.09.2002 zum geotechnischen Gutachten vom 30.05.2000, Az. Sn/cw-10T02004
3. Ergänzende Stellungnahme vom 05.09.2003 zum geotechnischen Gutachten vom 30.05.2000, Az. Sn/cw – 10R970035
4. Ergänzende geotechnische Untersuchungen zur Herstellung einer Rüttelschmalwand, Gutachtliche Stellungnahme vom 22.11.2004 (Dokumentation ergänzender DPH-Sondierungen, Abstand ca. 75 m)

[U2]

Ingenieurbüro Helmut Linke, Riedstadt:

1. Konzept zur Rohstoffsicherung, Kieswerk E. Kiebert GmbH, Abbau oberflächennaher Lagerstätten Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Trebur, Gemarkung Geinsheim, Große Lösung, Erläuterungsbericht vom 08.11.2004
2. Lageplan und Bodenprofile zu den vier Erkundungsbohrungen ($t = 50$ m) im geplanten Kiesabaugebiet
3. Lageplan KIE06-14 vom 27.09.2007 mit geänderter Lage der Kiesgrube und Eintragung der Kraftstofffernleitung Fürfeld-Pfungstadt, Abstand Kiesgrube zum landseitigen Deichfuß des Winterdeiches $a = 50$ m



[U3]

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Wiesbaden:

1. Standsicherheit der Winterdeiche in Folge der Erweiterung des Kiesabbaus in Trebur / Gemarkung Geinsheim durch Kieswerk E. Kiebert GmbH (Gutachten TerraConsult GmbH vom 26.01.2006); Ergänzende Stellungnahme aus ingenieurgeologischer Sicht vom 14.04.2009
2. Grundwasserstandshöhengleichen vom April 1957, Oktober 1976, April 1988, Oktober 1993, April 2001 und Oktober 2004
3. Grundwasserstandsganglinie (einschl. Stammdaten) der Messstellen:
 - GWM 527 153 Hessenaue (1950 bis heute),
 - GWM 527 154 Geinsheim (1950 bis heute),
 - GWM 527 155 Geinsheim (1950 bis heute),
 - GWM 527 156 Geinsheim (1950 bis heute),
 - GWM 527 214 Geinsheim (1974 bis heute),
 - GWM 527 215 Leeheim (1974 bis heute),
 - GWM 527 198 Leeheim (1974 bis heute)
4. E-Mail vom 13.07.2009 (Dr. Hoselmann / HLUG) Bohrungen und Auswertung zur Rheingrabentiefe

[U4]

TerraConsult GmbH Beratende Ingenieure für Geo- und Umwelttechnik, Darmstadt:

1. Gutachterliche Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaus auf die Standsicherheit des Rheinwinterdeiches; Ermittlung des einzuhaltenden Sicherheitsabstandes vom 26.01.2006
2. Hydrogeologische Untersuchung zur Beurteilung der Grundwasserbeeinflussung (Salzwasserhematik) durch den geplanten Kiesabbau vom 16.04.2007



3. Gutachterliche Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaus auf die Standsicherheit des Rheinwinterdeiches; Bodenmechanische und hydraulische Untersuchungen gemäß der fachbehördlichen Anforderung des HLUG vom 07.08.2009
4. Aktenvermerk vom 09.06.2009 zur Besprechung beim HLUG vom 05.06.2009. Schriftliche Zustimmung zum Vermerkinhalt von Dyckerhoff Kieswerk Trebur GmbH vom 16.06.2009 und vom HLUG vom 17.06.2009
5. Gutachterliche Untersuchung und Beurteilung der Entlastungshebungen und der Grundwasserbeeinflussung (Salzwasserthematik) infolge des geplanten Kiesabbaus bis 37 m Tiefe vom 16.11.2009

[U5]

Trischler und Partner GmbH, Darmstadt:

Grubenerweiterung (3 ha) Trebur-Geinsheim der Kieswerk E. Kiebert GmbH, Hydrogeologische / Hydrochemische Untersuchungen, Standsicherheit der Böschung unter Wasser, Bericht vom 19.07.1996

[U6]

Golüke Ingenieurbüro GmbH, Beratende Ingenieure, Mühlthal:

Genehmigungsplanung zur Sanierung des Rheinwinterdeiches Trebur, 1. Abschnitt, Mai 2002

[U7]

BCE Beratende Ingenieure Darmstadt GmbH,
Darmstadt:

Ausführungsplanung zur Sanierung des Rheinwinterdeiches Trebur, 1. Abschnitt, März 2004, einschließlich Dimensionierung der Rüttelschmalwand und des Filters im Erläuterungsbericht (Heft 2) vom 11/2003



[U8]

Prof. Dr.-Ing. T. Richter: Zur rechnerischen Abschätzung des Lastsetzungsverhaltens von Bauwerken. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Müller-Kirchenbauer, Mitteilung des Institutes für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau, Universität Hannover Heft 40

[U9]

Prof. Dr.-Ing. T. Schanz: Aktuelle Entwicklungen bei Standsicherheits- und Verformungsberechnungen in der Geotechnik. Empfehlung Nr. 4 des Arbeitskreises 1.6 „Numerik in der Geotechnik“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Abschnitt 4, Geotechnik 29 (2006), Nr. 1, 13-27

[U10]

Technische Universität Darmstadt, Institut und Versuchsanstalt für Geotechnik:
Bericht Nr. G0946/01 über die Ergebnisse der 100 m tiefen Forschungsbohrung der TU Darmstadt im Oberrheingraben vom 03.05.2010

9. Kurzbeschreibung der geplanten Maßnahme:

Die Dyckerhoff Kieswerk Trebur GmbH plant auf einer Fläche von ca. 69 ha einen Kiesabbau im Bereich der Gemeinde Trebur, Gemarkung Geinsheim.

Die geplante Kiesgrube hat nach [G1] mittlere Abmessungen von 1.238 x 555 m an der Geländeoberfläche und eine Tiefe von 37 m. Die Böschungen der Kiesgrube sind mit einer Böschungsneigung von 1:3 geplant, was eine Basisfläche von rd. 1.016 x 333 m ergibt.

Westlich der geplanten Kiesgrube befinden sich der Rheinwinterdeich (Abstand $a_{\min,D} = 250$ m) und die Kraftstofffernleitung Fürfeld-Pfungstadt (Abstand $a_{\min,K} = 150$ m).



10. Baugrund:

In [G1] und [U4] wurden vorhandene und neue Baugrundaufschlüsse und Sondierungen zur Beschreibung des Baugrundes herangezogen.

Im Jahr 1997 wurden im Zuge der Planung der Deichertüchtigungsmaßnahmen Bohrungen, Bohrsondierungen und Rammsondierungen durchgeführt, die bis in 17 m Tiefe unter die Geländeoberfläche reichen.

Im Februar 2000 wurden im geplanten Kiesabbaugebiet die vier 50 m tiefe Bohrungen BK1 – BK4 durchgeführt [U1]:

Aufschluss	Ansatzhöhe [mNN]	Tiefe [m]
BK1	85,0	50,0
BK2	84,7	50,0
BK3	84,8	50,0
BK4	85,0	50,0

Im Projektgebiet stehen, basierend auf diesen Untersuchungen, bis in große Tiefen die quartären und tertiären Lockergesteine des Rheintalgrabens an. Die einzelnen Bodenschichten werden in [U4] wie folgt zusammenfassend beschrieben:

**Schicht I: Mutterboden und sandiger Schluff;
Deichlehm, Auelehm**

Die Schicht I wird in [G1] in die Schichten Ia und Ib untergliedert.

Die aus Mutterboden bestehende Schicht Ia ist im Wesentlichen mit einer Dicke von 0,6 m – 1,5 m anzutreffen.

Die Schicht Ib aus sandigem Schluff wurde mit einer Dicke von 0,9 m – 2,3 m erkundet.

In [U4] wurden die Schichten Ia und Ib zusammenfassend als Deichlehm bzw. Auelehm bezeichnet.



Schicht II: enggestufte Fein- und Mittelsande (Quartär)

Als Schicht II sind enggestufte Fein- und Mittelsande anzutreffen, deren Schichtdicke zwischen 1,0 m und 5,0 m variiert.

Schicht III: Wechselfolge aus weitgestuften kiesigen Sanden und sandigen Kiesen (Quartär)

Nach [U1] steht bis in die maximale Erkundungstiefe von 50 m eine Wechselfolge aus weitgestuften kiesigen Sanden und sandigen Kiesen an.

Die Lagerungsdichte der Schicht III wird in [U4] bis in rd. 15 m Tiefe unter der Geländeoberfläche (GOF) als mitteldicht und ab 15 m unter GOF als dicht angegeben.

Schicht IV: Ton, steif-halbfest (Tertiär)

Nach [U4] besteht die die Schicht III unterlagernde Schicht IV aus steifem bis halbfestem Ton. Die Schichtgrenze zwischen den quartären Sanden / Kiesen (Schicht III) und dem tertiären Ton (Schicht IV) fällt nach Osten hin ein und liegt nach [U4] zwischen 20 mNN und -10 mNN.

Die einzelnen Schichten wurden in [U4] den folgenden Bodengruppen nach DIN 18196 bzw. Bodenklassen nach DIN 18300 zugeordnet:

Schicht	Boden	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300
I	Deichlehm, Auelehm	UL, TM, TA	4 – 5
II	Fein- und Mittelsand	SE - SW	3
III	kiesige Sande, sandiger Kies	SW, GW	



Vom Aufsteller wurden im Rahmen der Standsicherheitsnachweise [G1] den einzelnen Bodenschichten die nachfolgend angegebenen bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet. Diese basieren auf den Ergebnissen der Baugrunderkundung, den Laborversuchen sowie den Erfahrungswerten in [U1]:

Schicht I: Auelehm/Deichlehm

Wichte des feuchten Bodens	γ	19 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	9 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	25°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²

Schicht II: Sand

Wichte des feuchten Bodens	γ	19 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	9 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	32,5°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²

Schicht III: Kiessand

Wichte des feuchten Bodens	γ	20 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	10 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	35°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²

Für die tertiäre Tonschicht (Schicht IV) wurden in [G1] und [U4] folgende Bodenkennwerte angesetzt:

Schicht IV: Ton

Wichte des feuchten Bodens	γ	20 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	10 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	20°
Kohäsion	c'	20 kN/m ²

Im Hinblick auf die Verformungseigenschaften der anstehenden Böden wird in [G1] die durch umfangreiche Messungen validierte, tiefenabhängige Berechnung der Steifemoduli in Anlehnung an Richter angewandt [U8]. Für die in [G1] beschriebene



lung der Entlastungshebungen wurde für den mitteldichten Sand (bis 15 m unter GOF) ein Erstbelastungsmodul von

$$E_{SE, Kiessand, mitteldicht} = 20 \cdot \sqrt{z} \text{ [MN/m}^2\text{]}$$

angesetzt, für den dichten Kiessand (ab 15 m unter GOF)

$$E_{SE, Kiessand, dicht} = 30 \cdot \sqrt{z} \text{ [MN/m}^2\text{]}$$

sowie für den halbfesten Ton

$$E_{SE, Ton, halbfest} = 10 \cdot \sqrt{z} \text{ [MN/m}^2\text{]},$$

mit z als Tiefe unter GOF.

Der Ent-/Wiederbelastungsmodul E_{sw} wird in [G1] mit dem 1,5-fachen des Erstbelastungsmoduls E_{SE} berechnet.

Neben den o.g. Informationen zum Baugrund wurde zur Erforschung der im nördlichen Oberrheingraben anstehenden Böden vom Institut und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt die 100 m tiefe Forschungsbohrung BK FTG01/10 als Bohrung mit vollständigem Kerngewinn in der Gemeinde Trebur, Gemarkung Geinsheim abgeteuft [U10]. Durch die Forschungsbohrung BK FTG01/10 wurden neben einer 1,70 m dicken Auffüllung bis zur Endteufe von - 15 mNN, was einer Bohrtiefe von 100 m unter der Geländeoberfläche entspricht, quartäre Sande aufgeschlossen. Diese quartären Sande sind von lokalen Schluff- und Toneinlagerungen von bis zu 0,40 m Dicke unterbrochen.



11. Grundwasser: Das Grundwasser zirkuliert in den quartären Sanden und Kiesen.

Nach [G1] liegt der langfristige mittlere Grundwasserstand im Projektgebiet zwischen 82,0 mNN und 82,5 mNN, was einem Grundwasserniveau von ca. 2,5 - 3,0 m Tiefe unter GOF entspricht.

Für die Verformungsberechnungen infolge des Ausbaus wurde in [G1] ein Grundwasserstand von 2 m unter GOF angesetzt.

12. Kurzbeschreibung des Rheinwinterdeiches: Die geplante Kiesgrube liegt mindestens 250 westlich des Rheinwinterdeiches im Streckenabschnitt Deich-km 12+712 (Deichscharte Kornsand) und Deich-km 14+412 (Südrand Aussiedlerhof Sonnenhof).

Der Regelquerschnitt des Rheinwinterdeiches nach der Deichsanierung 2004 ist in [U7] angegeben. Der ursprüngliche, aus Lehm bestehende Deichkörper wurde mit einer mindestens 8 cm dicken Rüttelschmalwand versehen. Zudem wurde der Deich u.a. mittels weitgestufter Mineralgemische erhöht und verbreitert. Der Deich ist rd. 3-4 m hoch.

13. Untersuchungen und Empfehlungen des Aufstellers: In [G1] erfolgten Untersuchungen zur Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaues auf

- den Rheinwinterdeich
- die querende Kraftstofffernleitung
- die landseitig bei Hochwasser austretende Wassermengen und
- die Grundwasserbeeinflussung infolge der Salzwasserthematik.

Der Abstand des Kiesgrubenrandes zum landseitigen Fuß des Rheinwinterdeiches beträgt in den in [G1] durchgeführten Untersuchungen zur Standsicherheit $a = 250$ m. Die Kiesgrube wurde in den Berechnungen mit einer Tiefe von 37 m abgebildet. Als Bemessungsfall wurde der Hochwasserlastfall



$HW_{max} = 88,90$ mNN (Rheinhochwasser bis zur er-
tuchtigten Deichkrone), welcher nach DIN 1054 dem
Lastfall LF 3 zugeordnet wird, angesetzt.

Die in [G1] für das Gesamtsystem Rheinwinterdeich
und Kiesgrube ermittelte Standsicherheit von
 $\eta_{vorh} \geq 2,1$ ist größer als die für den Lastfall LF3 er-
forderliche Standsicherheit von $\eta_{erf} \geq 1,2$. Die Stand-
sicherheit des Rheinwinterdeiches wurde dabei mit
 $\eta_{vorh} \geq 1,65$ für ein System mit Kiesgrube und mit
 $\eta_{vorh} \geq 1,53$ für ein System ohne Kiesgrube ermittelt.
Die höhere Standsicherheit des Systems mit Kies-
grube ist auf die Druckentlastung des Grundwassers
im Aquifer und die dadurch beeinflusste Potential-
verteilung im Rheinwinterdeich zurückzuführen.

Im Rahmen der in [G1] durchgeführten Verfor-
mungsberechnungen wurden für die Deichdichtwand
und die Kraftstofffernleitung für eine Einflusstiefe
von $z_e = b/2 = 222$ m ab Kiesgrubensohle bzw. 259 m
ab GOF folgende Verformungen infolge des Kiesab-
baus ermittelt:

Auswer- tungspunkt	Abstand Kiesgrubenrand	max. Hebungen	Ver- drehung
	[m]	[cm]	[-]
Kraftstoff- fernleitung	150,0	1,6	1 : 27.619
Dichtwand	263,4	0,5	1 : 96.667

Für eine Einflusstiefe von $z_e = b = 444$ m ab Kiesgru-
bensohle bzw. 481 m ab GOF ergeben sich folgende
Verformungswerte:

Auswer- tungspunkt	Abstand Kiesgrubenrand	max. Hebungen	Ver- drehung
	[m]	[cm]	[-]
Kraftstoff- fernleitung	150,0	6,0	1 : 9.063
Dichtwand	263,4	2,8	1 : 23.200



Die rechnerisch nachgewiesenen Entlastungshebungen aufgrund des Kiesgrubenaushubes führen laut Aufsteller zu keinen schadensrelevanten Verformungen der Bauteile Kraftstofffernleitung und Dichtwand des Rheinwinterdeiches.

Im Rahmen der hydraulischen Berechnungen wurden vom Aufsteller die landseitig austretenden Wassermengen bei Rheinhochwasser untersucht. Die bei einem stationären Hochwasserereignis HW_{\max} (Hochwasser bis zur Deichkrone) nach [G1] anfallende Wassermenge ist bei Vorhandensein der Kiesgrube um rd. 6 % größer als die Wassermenge, die anfällt, wenn keine Kiesgrube vorhanden ist.

Das Risiko einer rückschreitenden Erosion ist nach [G1] analog der in [U4] durchgeführten Berechnungen laut Aufsteller nicht vorhanden.

Eine Grundwasserbeeinflussung infolge salzhaltigem Wasser kann laut Aufsteller [G1] bei der maximal einer 37 m tiefen Kiesgrube auf ca. 83 % der Basisfläche (südlicher Bereich der geplanten Kiesgrube) ausgeschlossen werden. Im restlichen Kiesgrubenbereich (ca. 17 % Basisfläche, nördlicher Bereich) wird die Auskiesungstiefe in Abstimmung mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Energie auf $t \leq 31$ m reduziert, durch ergänzende Untersuchungen die Möglichkeit der Tiefe von $t = 37$ m nachgewiesen wird.

14. Prüfbefunde und Hinweise:

I.

Ich habe die von mir zu prüfenden Unterlagen in geotechnischer Hinsicht durch eigene, unabhängige Vergleichsuntersuchungen und -berechnungen geprüft. Die zur Prüfung vorgelegten Unterlagen werden von mir bei Beachtung der nachfolgenden Prüfbefunde und Hinweise für in Ordnung befunden.



II.

Alle baulichen Anlagen im Umfeld des Kiesabbaus müssen auf die unvermeidbaren Verformungen ausgelegt werden. Hierzu sind entsprechende Überprüfungen erforderlich.

III.

Nach DIN 1054 ist eine messtechnische Überwachung nach dem Prinzip der Beobachtungsmethode vorzusehen. Um die Vorlage eines Messprogramms sowie der Messdaten wird höflich gebeten.

IV.

Die in den Antragsunterlagen ausgewiesene Wassermehrmenge von rd. 6% bei Vorhandensein der Kiesgrube liegt im Rahmen der Prognosegenauigkeit und hat keine sicherheitstechnische Relevanz. Die Kiesgrube hat keinen negativen Einfluss auf die vorhandenen Hochwasserschutzbauwerke und auf ihre Funktionalität.

V.

Das Szenario „rückschreitende Erosion“ tritt nicht auf. Die diesbezüglichen Analysen in [G1] sind zutreffend.

VI.

Die nach [G1] und [U4] vorliegenden Erkenntnisse zur Zusammensetzung des Grundwassers werden durch die Ergebnisse der Grundwasserbeprobung, die im Rahmen der in [U10] beschriebenen 100 m tiefen Forschungsbohrung der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt wurde, bestätigt.

Die in diesem Zusammenhang in den Antragsunterlagen beschriebene Vorgehensweise wird für in Ordnung befunden und ausdrücklich befürwortet.



16. Schlussbemerkung:

Bei Beachtung der Prüfbefunde und Hinweise bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken gegen die geplante Ausführung der Kiesgrube mit einem Mindestabstand von $a = 250$ m zwischen Kiesgrubenrand und landseitigen Fuß des Rheinwinterdeiches. Der Deich und die Kiesgrube sind standsicher.



Rolf Katzenbach

Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach
Vereidigter Sachverständiger
-Institutsdirektor-



Verteiler:

- Antragsteller: Dyckerhoff Kieswerk Trebur GmbH 4 x Kopie
- Aufsteller: TerraConsult GmbH, Darmstadt 1 x Kopie
- z.d.A. (Ba, G0946) 2 x Kopie