

IG Braunschweig GmbH · Berliner Straße 52 J · 38104 Braunschweig

K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra
Frau Dr. Poppitz
Hattorfer Straße
36269 Philippsthal

<i>Ihr Zeichen/ Ihre Nachricht vom</i>	<i>Unser Zeichen</i>	<i>Bearbeiter</i>	<i>Telefon</i>	<i>Braunschweig, den</i>
Frau Dr. Poppitz 19.03.2024	1908	Dr.-Ing. U. Sehrbrock u.sehrbrock@igbraunschweig.de	0531 / 354 04 60 10 0172 / 543 85 84	24.04.2024

Haldenerweiterung Hattorf

Forderung Behörde zur Betrachtung Restdurchlässigkeit bzw.

des Durchlässigkeitsverhaltens bei aufgeprägter Dehnung

Erwiderung zur Stellungnahme der Umtec vom 18.03.2024

Sehr geehrte Frau Dr. Poppitz,

mit Datum vom 24.08.2023 hatten wir eine sachverständige Bewertung in der o.a. Angelegenheit verfasst. Auf unser Papier hin wurde von Seiten der Umtec in ihrer Funktion als Behörden-gutachter eine Stellungnahme formuliert (Datum 27.09.2023), in welcher die in unserer Ausarbeitung dargelegten geotechnischen Betrachtungen diskutiert wurden. Auf diese Stellungnahme der Umtec haben wir eine Erwiderung verfasst, Datum vom 22.11.2023, ebenso die ebenfalls angesprochene Ingenieursozietät Prof. Dr.-Ing. Katzenbach GmbH (IK). In einer daraufhin wiederum von Umtec mit Datum vom 18.03.2023 (gemeint ist offenbar 2024) erarbeiteten weiteren Stellungnahme gehen die Verfasser, Sasse, Prof. Alber, auf verschiedene Aspekte ein, die sie im Kapitel 4 in 5 Punkten, zu denen sie Erklärungsbedarf sehen, zusammenfassen. Die Punkte gehen auf die angesetzten Scherparameter ein sowie auf die zur Bewertung angeführten Ansätze der numerischen Berechnungen, erstellt durch IK.

Der Bitte, auf die Anmerkungen des Behördengutachters einzugehen, kommen wir im Weiteren gern nach. Da sowohl auf Betrachtungen der IG BS wie auch die Ansätze/Ergebnisse von IK abgehoben wurde, sind von beiden angesprochenen Gutachtern Erwiderungen verfasst worden, jeweils bezogen auf die individuell verantworteten Zusammenhänge. Die durch IG BS und IK separat gegebenen Antworten sind miteinander abgestimmt, so dass wiederum beide Papiere zusammen vollumfänglich auf die Anmerkungen des Behördengutachters eingehen.

IG Braunschweig GmbH

Berliner Straße 52 J
38104 Braunschweig
Telefon 0531 / 3540460-10
Telefax 0531 / 3540460-99

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Brunswig
Dipl.-Ing. Knut Wichmann

Bankverbindung
Commerzbank
IBAN DE19 2704 0080 0559 9949 00
BIC COBADEFFXXX

Amtsgericht Braunschweig
HRB 200803
St. Nr. 13/209/01759
USt.ID-Nr. DE25 4076 328

Im Weiteren hier nun die Erwiderung der IG BS, Dr.-Ing. U. Sehrbrock:

Grundsätzliches: In den sachverständigen Bewertungen von IK und IG BS werden verschiedene Rechenmodelle verwendet. Hier sei eingangs noch einmal aus der Stellungnahme der IG BS vom 22.11.2023 zur Anwendung von Rechenmodellen zitiert: *„Rechenmodelle ganz allgemein sind immer mehr oder weniger vereinfachende Ansätze, mit denen (hier geotechnische) Sachverhalte / Mechanismen berechenbar gemacht werden. Dies geschieht in aller Regel durch Ansatz vereinfachter Geometrien der Situation und eine Reduzierung der Komplexität der Einwirkungen. Eine Übertragung der Ergebnisse aus einem Rechenmodell „A“, bzw. ein direkter Vergleich mit denen nach einem den grundsätzlich ähnlichen Sachverhalt abbildenden Rechenmodell „B“ ist somit in der Regel nicht zulässig. Ein Vergleich kann vielmehr lediglich einer Bestätigung der Plausibilität der nach unterschiedlichen Mechanismen abgeleiteten Ergebnissen dienen.“* siehe Stellungnahme vom 22.11.2023.

Bei der Interpretation der numerischen Betrachtungen der IK und jenen der IG BS zur Situation der Dichtung unter aufgeprägter Dehnung sind die Ziele der jeweiligen Berechnungen im Auge zu behalten, da diese im Zusammenhang mit dem Rechenmodell die sinnvolle Wahl der anzusetzenden Scherparameter bestimmen.

Die vom Behördengutachter in Kapitel 4, erster Spiegelstrich, in den Raum gestellte Beurteilung *„(und teilweise unplausiblen, z.B. $c' = 0 \text{ kN/m}^2$)“* eines unplausiblen Ansatzes von einer Kohäsion zu $c = 0 \text{ kN/m}^2$ beachtet nicht die vorstehend erläuterte Notwendigkeit, Scherparameter den zielorientiert ausgewählten Rechenmodellen entsprechend anzusetzen. Wenn IK nun Standsicherheitsberechnungen anstellt für Situationen, bei denen auch noch sehr hohe Auflastspannungen anzusetzen sind, hat sich die Wahl der anzusetzenden Scherparameter daran zu orientieren, einen konservativen Ansatz der rückhaltenden Kräfte (Scherwiderstände) zu wählen. Dies ist mit den verwendeten Werten (u.a. eben $c' = 0 \text{ kN/m}^2$) sichergestellt. Bei hohen Auflastspannungen spielt der Anteil der Kohäsion an den gesamten Scherwiderständen zudem eine immer untergeordnetere Rolle, so dass schon vor dem Hintergrund dieser bodenmechanischen Zusammenhänge nicht von „unplausibel“ gesprochen werden kann.

Die vom Behördengutachter aufgestellte Beurteilung ($c' = 0 \text{ kN/m}^2$) kann sich nur auf die Ansätze von IK beziehen, da seitens IG BS (bei Verwendung anderer Rechenmodelle mit anderen Intentionen) immer eine Kohäsion berücksichtigt wurde. Aber für die Betrachtungen der IK ist – wie vorstehend kurz erläutert – ein konservativer Ansatz jedoch genau richtig und sinnvoll.

Zu den von IG BS angesetzten Scherparametern: Die am Standort Hattorf als sogenanntes Substitut 02 verarbeiteten Böden, die das reibungsbegabte Korngerüst liefern, sind nach der Kornzusammensetzung gemäß DIN 18 196 anzusprechen als

oL, Körnung 0/8 \Rightarrow GU gem. DIN 18 196
uL, Körnung 0/2 \Rightarrow SU* gem. DIN 18 196

Nach dieser Benennung gemäß DIN 18 196 lassen sich Scherparameter als Erfahrungswerte nach DIN 1055-2:2010-11 ableiten, dort in Tabelle 4 zusammengestellt. Als Erläuterung zur Tabelle 4 heißt es in der DIN 1055: *„(4) Die in Tabelle 4 für die Scherfestigkeit angegebenen Erfahrungswerte sind vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes im Sinne von DIN 1054:2005-01...“*.

Für die hier diskutierten Böden (Substitut 02, oL, uL) lassen sich folgende Scherparameter (Erfahrungswerte nach Tabelle 4, DIN 1055-2) ableiten:

oL, Körnung 0/8 $\Rightarrow \varphi' = 27,5^\circ$; $c' = 2$ (bis 5) kN/m²

uL, Körnung 0/2 $\Rightarrow \varphi' = 27,5^\circ$; $c' = 2$ (bis 5) kN/m²

Diese Erfahrungswerte wären auf Bemessungswerte abzumindern. Auf die Darstellung dieser Abminderung wird hier verzichtet, da eine Abminderung bei den von IG BS geführten Spannungsnachweisen nach GDA E 2-13 aufgrund der Art des Nachweises zu einer Abminderung der so berechneten erforderlichen Auflast führen würde – sich also negativ auf die Sicherheit gegen den Grenzfall auswirken würde.

Die Größenordnung der Scherparameter nach DIN 1055-2 steht nicht im Widerspruch zu den in den sachverständigen Bewertungen der IG BS angesetzten Werten, da die DIN ausdrücklich von Erfahrungswerten spricht. Die von IG BS angesetzten Werte dagegen wurden in konkreten Scherversuchen ermittelt und können somit durchaus höher sein als die vorsichtigen „Schätzwerte des Mittelwertes im Sinne von DIN 1054:2005-01...“, siehe oben. Immerhin jedoch bestätigt die DIN das Vorgehen, ansetzbare Scherparameter als vorsichtig angesetzte Mittelwerte einer Ergebnismenge zu verwenden, wie es durch die IG BS in der Erwiderung vom 22.11.2023 gemacht wurde. Die ausgewerteten Ergebnisse sind hier in Form einer tabellarischen Zusammenstellung als Anlage 1 beigelegt.

Die Ergebnisschwankungen der von verschiedenen geotechnischen Laboren mit variierenden maximalen Normalspannungen und Scherkastengrößen durchgeführten Scherversuchen bewegen sich nach den Erfahrungen des Unterzeichners noch im Bereich des Erwartbaren, liegen dabei jedoch gelegentlich eher auf der hohen Seite (hohe Werte), wie auch ein Vergleich mit den „Erfahrungswerten“ für ähnliche Böden nach DIN 1055-2 zeigt. Entsprechend begründet sich die vorgenommene Wertung der Mittelwerte als charakteristische Werte, wie in der Erwiderung der IG BS vom 22.11.2023 vorgenommen, siehe auch dort die Begründung zum Verzicht auf eine weitere Abminderung der charakteristischen Werte. Dabei ist bei der Bewertung eines solchen Ansatzes eben zu beachten, dass bei den von IG BS geführten Nachweisen höhere Scherparameter zu höheren erforderlichen Auflastspannungen führen. Eine (als konservativer Ansatz üblicherweise gemachte) Abminderung der Werte resultiert in geringeren erforderlichen Auflastspannungen. Insofern stellt der berücksichtigte Mittelwert insbesondere noch mit der vom Behördengutachter verlangten Erhöhung durch (die unübliche) Multiplikation eines Teilsicherheitsbeiwertes eine für die Situation tatsächlich sehr konservative Konstellation dar. Der auf Basis der vorliegenden Scherversuche gewählte Ansatz der Scherparameter ist somit aus sachverständiger Sicht weiterhin ohne Einschränkungen berechtigt.

Die aus der DIN 1055-2 ableitbaren Werte bestätigen vor dem Hintergrund der in den konkreten tatsächlichen Scherversuchen nachgewiesenen Scherparameter den (konservativen) Ansatz der IK für die per numerischen Berechnungen geführten Standsicherheitsnachweise. Die Reduzierung der Kohäsion auf $c = 0$ kN/m² ist so ebenfalls sehr gut nachvollziehbar. Insofern liegt der

Ansatz von $c = 0 \text{ kN/m}^2$ für die Standsicherheitsberechnungen absolut im Sinne einer seriösen, fachlich korrekten geotechnischen Nachweisführung.

Fazit Die in der gutachterlichen Stellungnahme der IG BS vom 24.08.2023 vorgelegten und in der Erwiderung vom 22.11.2023 noch einmal tiefer erläuterten, mit Berechnungen flankierten Beurteilungen sind weder zu ergänzen noch zu korrigieren. Die verwendeten Berechnungsverfahren wurden vom Behördengutachter bereits als ansetzbar bewertet. Die in der Erwiderung der IG BS vom 22.11.2023 und der geotechnischen Stellungnahme der IK vom 16.11.2023 gelieferten Erläuterungen zeigen, dass es selbst bei sehr konservativen Ansätzen (wie der unkonventionelle Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte) zu keinen grundsätzlich anderen Resultaten kommt, so dass die Bewertung, „*dass die Funktionsfähigkeit der mineralischen Dichtung bei planmäßigen Zuständen im Aufstandsbereich der Rückstandshalde erhalten bleibt*“ (aus Stellungnahme IG BS vom 24.08.2023, bzw. der Erwiderung vom 22.11.2023), weiter Bestand hat.

Braunschweig, den 24.04.2024

IG Braunschweig GmbH

ppa. 

Dr.-Ing. Ulrich Sehrbrock



Anlage 1: Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse diverser Scherversuche

Zusammenstellung der Ergebnisse diverser Scherversuche, Substitut 02

Quelle: Unterlagen limes, GGU, beigestellt durch Qmgeo

lfd. Nr.	Probe	Datum	Körnung	Größe Scherkasten	oL/uL	Normalspannung [kN/m²]	max. Scherspannung [kN/m²]	reibungswinkel [°]	ausgeführt von	Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m²]
1.1	L - 8467	25.10.2022	0/2	10 x 10	uL	300	249	39,69	Limes	37,7	16,0
1.2	L - 8375	"	0/2	30 x 30	uL	150	125	39,81	"	39,0	7,8
2.1	L - 8375	"	0/8	30 x 30	oL	4.000	4.162	46,14	"	45,3	57,0
2.2	L - 8375	"	0/8	30 x 30	oL	1.500	1.477	44,56	"	44,2	4,7
	L - 8161	27.02.2016	0/2 + Polymer	10 x 10	(uL)	300	207	34,61	"	31,6	17,2
	L - 8161	27.01.2016	0/8 + Polymer	30 x 30	(oL)	300	238	38,43	"	36,2	17,8
1.3	E-0627-UL-01	20.08.2018			uL	600	441,1	36,32	GGU	34,0	35,9
1.4	E-0627-UL-02	"			uL	600	450,7	36,91	"	34,8	34,2
1.5	E-0627-UL-03	31.07.2018			uL	600	433	35,82	"	33,6	33,0
2.3	E-0627-OL-01	02.08.2018			oL	600	556	42,82	"	42,2	17,6
2.4	E-0627-OL-02	06.08.2018			oL	600	620	45,92	"	45,6	3,6
2.5	E-0627-OL-03	03.09.2018			oL	600	550	42,52	"	40,0	51,3
Mittelwerte									uL	35,8	25,4
									oL	43,5	26,8

gez. Se 24.04.2024
IG BS