

Stellungnahme

zur Niederschlagsentwässerung
im Bereich der Werkszufahrt
von der Staatsstraße St 2049
zum Kieswerksgelände Oberempfenbach

Auftraggeber:

Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH
Schieleinweg 1, 85290 Geisenfeld

erstellt im Oktober 2021 durch

B	Büro für
G	Geotechnik und
U	Umweltfragen

Dr. Schott &
Dr. Straub
GbR

< **Beratung** < **Planung**
< **Gutachten** < **Sanierung**

**Ingenieurbüro und Sachverständige für
Angewandte Geologie / Hydrogeologie**

Glatzer Straße 5, 82319 Starnberg
Tel.: 08151-6805, Fax: 08151-21845
e-mail: BGU-Sta@t-online.de
Internet: www.bgu-schott.de

<u>Inhaltsverzeichnis:</u>	Seite
1 Veranlassung	3
2 Planungsvorgaben	3
3 Durchgeführte Untersuchungen	3
4 Schichtenbeschreibung im Verlauf der Trasse	4
5 Berechnungen zur Niederschlagsentwässerung	5
5.1 <u>Ausgangsparameter</u>	5
5.2 <u>Berechnungen für verschiedene Sickeranlagen</u>	7
5.2.1 Schachtversickerungen	7
5.2.2 Rohr-Rigolenversickerungen	8
5.2.3 Zentrale Sickeranlage (Sickerbecken)	8
5.2.4 Niederschlagswasserbehandlung	9
6 Zusammenfassende Wertung	10

Anlagen:

1	Übersichtsplan
2	Lageplan 1 : 1.000
3.1-7	Schichtenprofile der Schurfgruben S1 - S7
4	Fotodokumentation Schurfgrube S4
5	Geologisches Längsprofil 1 : 2.000 / 1 : 100
6.1-6	Querprofile der Werkszufahrt 040, 130, 220, 260, 310 und 400 m (Büro M. Huber, Mainburg) mit Schichtenprofilen der Schurfgruben (BGU)
7.1-3	Kornverteilungskurven nach DIN 18123 mit Berechnung der k_f - Werte
8	Reliefplan der Geländeoberfläche
9	KOSTRA - Daten
10.1+2	Berechnungsergebnisse für Dimensionierung Sickerschacht
11.1+2	Berechnungsergebnisse für Dimensionierung Rohrrigole
12.1+2	Berechnungsergebnisse für Dimensionierung Sickerbecken
13.1+2	Bewertung der Regenwasserbehandlung nach DWA-M 153

1 Veranlassung

Die Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH plant auf den Grundstücken Flur Nr. 558, 559/3, 559/4, 559/5T, 560, 656, 657, 657/2 und 657/3 der Gemarkung Oberempfenbach im Landkreis Kelheim und auf dem Grundstück Flur Nr. 173 der Gemarkung Oberlauterbach im Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm einen Abbau von Sand und Kies.

Die Werkszufahrt soll von der Staatsstraße St 2049 aus am Westrand des Grundstückes Flur Nr. 564 entlang zum Werksgelände erfolgen.

Das Büro für Geotechnik und Umweltfragen (BGU) - Dr. Schott & Dr. Straub GbR wurde von der Firma Kieswerk Oberempfenbach GmbH mit der Erhebung der Schichtenausbildung sowie der Beurteilung der Niederschlagsentwässerung im Bereich der Werkszufahrt beauftragt.

2 Planungsvorgaben

Die Planung der rund 460 m langen Werkszufahrt erfolgt durch das Ingenieurbüro Huber, Mainburg. Zur Planung liegen uns ein Lageplan im Maßstab 1 : 500 (Plan Nr. V-21-065/5 vom 5.8.2021), Querprofile im Maßstab 1 : 200 (Plan Nr. V-21-065/8 vom 5.8.2021) sowie ein Detailplan im Maßstab 1 : 200 (Plan Nr. V-21-065/4 vom 5.8.2021) zur Anbindung an die Staatsstraße St 2049 vor.

Die Werkszufahrt erfolgt über eine asphaltierte Straße in einer Breite von 4 m. Am Straßenbeginn sowie an den Abschnitten 170 -200 m und 300 - 330 m sind Ausweichbuchten vorgesehen. Im Abschnitt 30 - 50 m zeigt die Straße ein leichtes Dachprofil, in den Abschnitten 0 - 20 m und 60 - 460 m ein Einfallen der Straßenoberfläche nach Osten. Im Hauptteil entwässert die Straße somit nach Osten. Ostseitig der Straße ist eine Mulde mit einer Breite von 1 m und einer Tiefe von 20 cm geplant. Ab dem Abschnitt 50 m bis zum Ende der Straße bei 450/460 m fällt der gegenüberliegende (ostseitige) Hang natürlicherweise in Richtung der Mulde ein. Ausgenommen davon sind nur die Geländeabschnitte bei 340 m und 350 m, an denen sich eine Geländeverflachung zeigt. Im Abschnitt 180 - 245 m wird der Hang angeschnitten. Dort ist eine Stützmauer geplant.

Die Werkszufahrt fällt von Süden nach Norden ein. Die Oberkanten der Entwässerungsmulden bewegen sich dabei zwischen 468,22 mNHN (Abschnitt 450 m) und 454,33 mNHN (Abschnitt 30 m). Dies entspricht einem Niveauunterschied von 13,9 m und einem Gefälle von Süden nach Norden von 3,3%.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Schichtenausbildung wurden am 1.12.2020 sieben Schurfgruben erstellt. Die Lage der Schurfgruben ist im Plan der Anlage 2 verzeichnet. Die Schurfe Nr. 1, 2, 3, 4, 5 und 7 liegen im Trassenverlauf der Straße. Der Schurf Nr. 6 wurde etwas südwestlich der Straße am Standort des geplanten Werksgeländes ausgeführt. Vom ausge-

hoben Schurfmaterial wurden Bodenproben entnommen. Die Bodenproben wurden im Labor auf ihre Kornverteilung nach DIN 18123 untersucht.

Die Schichtenprofile sind, zusammen mit der Tiefenzuordnung der entnommenen Bodenproben, in den Anlagen 3 dokumentiert. Die Anlage 4 zeigt eine Fotoaufnahme der Schurfgrube S4. Die Schichtenverteilungen sind im geologischen Längsprofil in der Anlage 5 zusammenfassend dargestellt. In den Anlagen 6 wurden die geologischen Schichten auf die Querprofile der Werkszufahrt 040, 130, 220, 260, 310 und 400 m projiziert.

Die Vermessung der Schurfgruben nach Lage und Höhe erfolgte durch das Büro Huber, Mainburg.

4 Schichtenbeschreibung im Verlauf der Trasse

An der Schurfgrube S1 stehen unter einem 0,4 m mächtigen Mutterboden zuerst feinsandige, sehr schwach kiesige Schluffe (bis 1,6 m) und dann schluffig - sandige Kies (bis 2 m), schwach schluffige, sandige Kies (bis 2,5 m) und Grobsande (bis 3,3 m) an.

An der Schurfgrube S2 wurden unter dem Mutterboden (bis 0,2 m) Schluffe und Feinsande (bis 1 m), stark sandige Kies (bis 2 m), feinsandige Schluffe (bis 2,5 m) und Sande (bis 3,4 m) angetroffen.

Die Schurfgrube S3, die vom Niveau her etwas höher als die Straßenoberkante im ostseitigen Hang ansetzt, wurde unter dem Mutterboden (bis 0,3 m) und einem sandigen, schwach kiesigen Schluff (bis 0,6 m) bis zur Endteufe bei 3,3 m eine Wechsellagerung von Sanden und Kiesen festgestellt.

An der Schurfgrube S4 stehen unter dem Mutterboden (bis 0,2 m) und einem geringmächtigen schluffigen Sand (bis 0,5 m) bis zur Grabungstiefe von 3,1 m dichte, sandige Schluffe an. Die Schurfgrube S4 ist in der Anlage 4 fotografisch dokumentiert.

An der Schurfgrube S5 sowie am Schurf S6 zeigen sich ähnliche Schichtenverteilungen wie am Schurf S4. Vorherrschend sind dichte sandige Schluffe.

Am Schurf S7 wurden unter dem Mutterboden (bis 0,2 m) sandige Schluffe (bis 1,7 m) und anschließend Feinkiese (bis 2,2 m) und Mittelsande (bis 3,1 m) festgestellt.

Das Längsprofil der Anlage 5 verdeutlicht die inhomogene Schichtenverteilung im Trassenverlauf. Mit verzeichnet ist im Profilschnitt die Oberkante der Entwässerungsmulde. Während im südlichen Trassenabschnitt, zwischen Schurf S5 und S7, kompakte, dichte Schlufflagen bis 1,7 m und über 3,1 m vorherrschen, stehen im mittleren Trassenverlauf, allerdings auf eine relativ kurze Distanz (um Schurf 3) auf Höhe der Entwässerungsmulde Kiese und Sande an. Nach Norden hin (Schurfe S1 und S2) wurden auf Höhe der Entwässerungsmulde wieder Schlufflagen aufgeschlossen, die allerdings mit 1 - 1,6 m geringere Tiefenlagen als im südlichen Trassenabschnitt aufweisen. Unterlagernd der Schlufflagen folgen Kiese und Sande.

Die Querprofile der Anlagen 6 verdeutlichen ergänzend für einige Trassenabschnitte die Zuordnungen zwischen den geologischen Schichten und dem Straßenniveau.

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in den Bodenaufschlüssen am 1.12.2020 nicht angetroffen.

Aus den Kornverteilungskurven (siehe Anlagen 7) errechnen sich für die sandigen Schluffe Wasserdurchlässigkeiten (k_f - Werte) von $3,9 \times 10^{-8}$ m/s - $2,9 \times 10^{-7}$ m/s, bei einem Mittelwert von $1,3 \times 10^{-7}$ m/s. Diese Schichten sind als schwach wasserdurchlässig einzustufen.

Die Kiese und Sande zeigen, je nach Feinsand- und Schluffanteilen, Wasserdurchlässigkeiten, die eine k_f -Wertschwankungsbreite von $2,2 \times 10^{-6}$ m/s - $9,6 \times 10^{-4}$ m/s bei einem Mittelwert von $4,5 \times 10^{-4}$ m/s aufweisen. Diese Schichten sind als wasserdurchlässig bis stark wasserdurchlässig einzustufen.

5 Berechnungen zur Niederschlagsentwässerung

5.1 Ausgangsparameter

Die Berechnungen zur Niederschlagsentwässerung der Werkszufahrt erfolgen auf der Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005" und des Merkblattes DWA-M 153 "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007".

Der Berechnung der Niederschlagsmengen liegen die Daten nach KOSTRA DWD 2010R zugrunde (Datenblatt siehe Anlage 9). Die Berechnung der Dimensionierung von Sickeranlagen erfolgt über die ITWH-Software ATV-A138.XLS.

Für die Bewertung der Art der Versickerung der Niederschlagsmengen und der Dimensionierung von Anlagen sind folgende Ausgangsparameter relevant:

Einzugsgebiet und abflusswirksame Flächen:

Das Einzugsgebiet stellt den Bereich dar, aus dem einer Sickeranlage Niederschlagswasser zuläuft. In diesem Falle zählen dazu die asphaltierte Fläche der Werkszufahrt, die sich aus einer Breite von 4 m und einer Länge von 460 m zusätzlich der drei Ausweichstellen mit 2.020 qm bestimmt. Weiter zählt dazu die Fläche der straßenbegleitenden Mulde mit 460 qm (1 m x 460 m).

Ab dem Abschnitt 50 m bis zum Ende der Straße bei 450/460 m fällt der gegenüberliegende Hang natürlicherweise in Richtung der Mulde ein. Ausgenommen davon sind nur die Geländeabschnitte bei 340 m und 350 m, an denen sich eine Geländeverflachung zeigt. Im Abschnitt 180 - 245 m wird der Hang angeschnitten. Dort ist eine Stützmauer geplant. Die Einzugsgebietsfläche ermittelt sich aus dem Reliefplan der Geländeoberfläche (Anlage 8) mit rund 6.000 qm für den Teilbereich nördlich der Stützmauer und mit rund 8.000 qm südlich der Stützmauer. Auf Höhe der Stützmauer wird davon ausgegangen, dass das Hangwasser hinter dem Stützelement (wie Spundwand) versickert und nicht der Straßenentwässerung zuläuft.

Für die Berechnung der Niederschlagsmengen sind für die einzelnen Flächen Abflussbeiwerte anzusetzen, da je nach Zustand und Neigung der Flächen Abflüsse verzögert erfolgen. Die daraus resultierenden undurchlässigen Flächen sind wie folgt zu bewerten:

Bereich	Gesamtfläche	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche
asphaltierte Straße	2.020 qm	0,9	1.818 qm
Entwässerungsmulde	460 qm	0,3 - 0,9	138 - 414 qm
ostseitige Böschung - Südteil der Zufahrt	8.000 qm	0,2	1.600 qm
ostseitige Böschung - Nordteil der Zufahrt	6.000 qm	0,2	1.200 qm
Summe			4.756 - 5.032 qm

Die Abflussbeiwerte für die Entwässerungsmulde können derzeit nicht klar bestimmt werden. Dient die Mulde nur als Zulaufrinne (z.B. betonierte Halbschale) zu einer Versickerungseinrichtung oder als Oberfläche einer Versickerungsmulde selbst, ist ein Abflussbeiwert von 0,9 anzusetzen. Wird die Mulde z.B. als humusierete Zulaufrinne ausgeführt, so erscheint ein Abflussbeiwert von 0,3 eine realistische Größe zu sein.

Für die ostseitige Böschung wird entsprechend den Angaben in der Tabelle 2 des DWA-A 138 Arbeitsblattes ein Beiwert von 0,2 verwendet.

Die undurchlässige Fläche wird im Gesamten mit 4.900 qm angesetzt.

Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten:

Ein einheitlicher Durchlässigkeitsbeiwert kann wegen der inhomogenen Schichtenausbildung nicht verwendet werden.

Nach den Kornverteilungsanalysen haben die schwach wasserdurchlässigen Schluffe einen k_f - Wert von im Mittel $1,3 \times 10^{-7}$ m/s sowie die wasserdurchlässigen bis stark wasserdurchlässigen Kiese und Sande von im Mittel $4,5 \times 10^{-4}$ m/s.

Nach den Angaben in der Tabelle B.1 des DWA-A 138 Arbeitsblattes ist bei der Bestimmung des k_f - Wertes über die Sieblinienauswertung ein Korrekturfaktor von 0,2 zu verwenden. Daraus leiten sich für die Berechnung von Sickeranlagen folgende Werte ab:

schwach wasserdurchlässige Schluffe: $k_f = 2,6 \times 10^{-8}$ m/s,

wasserdurchlässige bis stark wasserdurchlässige Kiese und Sande: $9,0 \times 10^{-5}$ m/s.

Regenhäufigkeit:

Für dezentrale Versickerungsanlagen hat sich eine Häufigkeit von $n = 0,2/a$ (entsprechend $T = 5$ Jahre) durchgesetzt. Bei zentralen Versickerungsanlagen werden in der Regel $n \# 0,1/a$ ($T \# 10$ Jahre) zugrunde gelegt.

5.2 Berechnungen für verschiedene Sickeranlagen

Entlang der Straßenentwässerungsmulde stehen über die gesamte Länge der Werkszufahrt gering wasserdurchlässige Schluffe an, für die ein Berechnungswert k_f von $2,6 \times 10^{-8}$ m/s anzusetzen ist.

Nach den Angaben im Arbeitsblatt DWA-A 138 sowie auch den Erfahrungen eigener Berechnungen endet die Einsatzmöglichkeit einer Sickeranlage (wie einer dezentralen Muldenversickerung) spätestens bei einer Durchlässigkeit des Untergrundes von k_f mit 5×10^{-6} m/s. Auch bei Mulden - Rigolenelementen mit den Möglichkeiten der Zwischenspeicherung endet die Einsatzmöglichkeit nach den Wertungen im Arbeitsblatt DWA-A 138 bei Schichtdurchlässigkeiten von kleiner als $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s.

Dies bedeutet, dass z.B. Entwässerungen über dezentrale Mulden oder oberflächennahe Rigolen, ausgenommen in dem Zwischenabschnitt um den Schurf S3 (Straßenabschnitt ca. 180 - 245 m entlang des Hangverbaus) nicht möglich sind.

Möglichkeiten einer Entwässerung bestehen über Schachtversickerungen, Rigolen- / Rohr-Rigolenversickerung mit tieferer Einbindung in den Untergrund im nördlichen Teil der Werkszufahrt oder ein zentrales Sickerbecken am nördlichen Ende der Werkszufahrt, westlich des Straßenabschnittes 020 m / 030 m.

Nach den Ergebnissen der Bohrung B6, die sich am Süden der Werkszufahrt befindet, wurde Schichtwasser bei ca. 448 mNHN und das Grundwasser bei 437 mNHN eingemessen. Damit liegen die Wasserspiegel deutlich unter dem Straßenniveau (Abschnitt 450 m bei rund 468 - 469 mNHN).

5.2.1 Schachtversickerungen

Die Berechnungsergebnisse für eine Schachtversickerung zeigen die Anlagen 10. Zugrundegelegt ist ein Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone von 9×10^{-5} m/s. Voraussetzung für Schachtversickerungen ist, dass gerade im südlichen Abschnitt der Werkszufahrt unter den Schluffen wasserdurchlässige Kiese und Sande anstehen. Bei einer angeschlossenen Einzugsgebietsfläche von 200 qm ist, bei einem Schachtdurchmesser von 1,5 m, eine Schachttiefe von 5 m erforderlich. Dies bedeutet, dass über die gesamte Länge der Werkszufahrt gesamt rund 25 Schächte erforderlich wären. Bei angeschlossenen Flächen von jeweils 400 qm sind Schachttiefen von 8 m erforderlich. Neben dem hohen baulichen Aufwand sind Schachttiefen über 5 m in der Regel nicht genehmigungsfähig.

5.2.2 Rohr - Rigolenversickerungen

Rigolen / Rohr-Rigolenanlagen sind im Straßenabschnitt entlang der Hangsicherung (Abschnitt ca. 180 - 245 m) vorstellbar, da durch die Abgrabungen der oberflächlichen dichten Schlufflagen im Hangbereich Sande und Kiese auf Höhe der Trasse anstehen. Rigolen / Rohr-Rigolenanlagen sind auch im nördlichen Teil der Werkszufahrt vorstellbar, wenn eine entsprechend hohe Einbindetiefe in den Boden durch die dichten Schlufflagen hindurch ab mindestens 1 - 1,6 m unter Gelände erfolgt.

Der Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone liegt bei $k_f = 9 \times 10^{-5}$ m/s.

Die Durchlässigkeit der Oberfläche der Rigole (wie Mutterboden, mineralischer Boden) darf einen Wert von $k_f = 9 \times 10^{-5}$ m/s nicht unterschreiten.

Die Rigolenbreite beträgt 1 m (Breite der Entwässerungsmulde der Straße). Die Rigolenhöhe wird mit 1 m berücksichtigt, was einer Einbindung in den Boden von ca. 1 - 2 m (Schurf 2) bzw. 1,6 - 2,6 m (Schurf 1) entspricht. Die mögliche Rigolenlänge beträgt 245 m (nördlicher Strassenabschnitt 0 - 245 m), die angeschlossene undurchlässige Fläche 4.900 qm. Die Zuleitung des Oberflächenabwassers aus dem südlichen Straßenabschnitt (Straßenabschnitt von 245 - 460 m) müsste über die Entwässerungsmulde oder ggf. über eine Kiespackung mit Zuleitungsrohr erfolgen.

Die Berechnungsergebnisse für eine Rohr-/Rigolenversickerung zeigen die Anlagen 11.

Bei einer Einbindetiefe der Rigole von 1 m in den sickerfähigen Boden wird eine Rigolenlänge von 257 m sowie bei einer Einbindetiefe von 1,1 m eine Rigolenlänge von 239 m benötigt. Rechnerisch ist somit eine Rohr - Rigolenversickerungen möglich.

5.2.3 Zentrale Sickeranlage (Sickerbecken)

Die Berechnung der Dimensionierung einer zentralen Sickeranlage, bei der das Verhältnis der undurchlässigen Fläche zur Sickerfläche mit > 15 definiert wird, erfolgt vorliegend für eine Regenhäufigkeit von $n = 0,1/a$ (entsprechend T\$10 Jahre).

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sind wegen der hohen hydraulischen Belastung in der Regel Durchlässigkeiten des Untergrundes von $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s erforderlich, was bei Anbindung der Sickeranlage an die wasserdurchlässigen Kiese und Sande gewährleistet ist.

Nach den Ergebnissen an der Schurfgrube S1 stehen wasserdurchlässige Kiese und Sande ab einer Tiefe von 1,6 m unter Gelände an, wobei sich die Schichtenverteilung etwas westlich der Trasse in einem gewissen Maße ändern kann. Für die Tiefe eines Sickerbeckens müssten zur Anbindung an die wasserdurchlässigen Schichten nach dem vorliegenden Kenntnisstand mindestens rund 2,5 m veranschlagt werden.

Einer zentralen Sickeranlage ist in der Regel eine Absetzanlage / Sedimentationsanlage vorzuschalten, da sonst von Kolmationen der Beckensohle auszugehen ist. Ohne eine vorgeschaltete Sedimentationsanlage muss für die Bemessung eine auf ein Fünftel verringerte Durchlässigkeit der Sohlfäche angenommen werden.

Für die vorliegende erste Berechnung wird von einer vorgeschalteten Sedimentationsanlage ausgegangen. Die Sickerfähigkeit der Beckensohle wird mit einem k_f - Wert von 5×10^{-5} m/s angesetzt, was der Durchlässigkeit eines bewachsenen Oberbodens entspricht. Das Berechnungsergebnis zeigt die Anlage 12.1. Bei einer Beckengröße (Sohlfläche) von 10×10 m sowie einer Einstauhöhe von 1,5 m liegt eine ausreichende Sickerfähigkeit vor. Ohne eine vorgeschaltete Sedimentationsanlage ist die Durchlässigkeit der Beckensohle mit einem k_f - Wert von 1×10^{-5} m/s vorzugeben. Bei einer gleichbleibenden Sickerleistung der Böschung (k_f - Wert von 5×10^{-5} m/s) liegt die erforderliche Beckengröße (Sohlfläche) bei 11×11 m sowie die Einstauhöhe gleichbleibend bei 1,5 m.

5.2.4 Niederschlagswasserbehandlung

Bei jeder Versickerungsanlage ist zu prüfen, ob eine Niederschlagswasserbehandlung erforderlich ist. Dazu ist zuerst die Gewässerpunktzahl G zu ermitteln, die vom Schutzbedürfnis des Grundwassers oder eines Oberflächengewässers abhängt. Im zweiten Schritt ist die Abflussbelastung B zu beurteilen, die vom Verschmutzungsgrad des Abflusses (Belastung aus der Fläche und der Luft) abhängt. Liegt die Abflussbelastung B über der Gewässerpunktzahl G, ist eine Behandlung (Reinigung) des Abflusses vor der Versickerung oder der Einleitung erforderlich. Diese Reinigung kann z.B. über die Versickerung des Regenwassers über die Deckschichten über dem Grundwasser oder über eine Bodenpassage (bewachsener Oberboden) erfolgen.

Die Bewertungszahlen zur Beurteilung der Gewässerpunktzahl G, der Abflussbelastung B und der Durchgangswerte D bei einer flächenhafter Versickerung oder bei einer Sedimentationsanlage sind im Anhang A des Merkblattes DWA-M 153 aufgelistet.

Für das vorliegende Projekt ergeben sich folgende Einstufungen:

Bei einer Versickerung des Niederschlagswassers liegt die Gewässerpunktzahl G (G12) bei 10 (Grundwasser außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten).

Die Bewertungszahl für Verschmutzungseinflüsse aus der Luft liegt bei 1 (Siedlungsbereiche mit geringem Verkehrsaufkommen, durchschnittlicher täglicher Verkehr unter 5000 Kfz pro Tag).

Die Belastung aus der Fläche ist für die Werkszufahrt selbst mit $F3 = 12$ (wenig befahrene Verkehrsfläche bis zu 300 Kfz pro Tag in Wohn- oder vergleichbaren Gewerbegebieten) bzw. mit $F4 = 19$ einzuordnen, da durch den LKW - Verkehr eine etwas höhere Flächenbelastung vorliegen kann. Die Werkszufahrt hat einen Flächenanteil von 44% an der gesamten undurchlässigen Fläche.

Die Belastung aus der Fläche aus dem angeschlossenen Oberflächenwassereinzugsgebiet ist mit $F1 = 5$ anzusetzen (Wiesen und Kulturland mit Regenabfluss in des Entwässerungssystem). Das Einzugsgebiet hat einen Flächenanteil von 56% an der gesamten undurchlässigen Fläche.

Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen 13 dargestellt.

Unter Ansatz einer Flächenbelastung von $F_3 = 12$ (siehe Anlage 13.1) liegt die Abflussbelastung B mit 9,1 unter der Gewässerpunktzahl G von 10. Eine Regenwasserbehandlung ist somit nicht erforderlich.

Unter Ansatz einer Flächenbelastung von $F_4 = 19$ (siehe Anlage 13.2) ergibt sich eine Abflussbelastung B von 12,2, die somit etwas über der Gewässerpunktzahl G von 10 liegt. Bei einer Versickerung über die Deckschichten unter einer Rohrrigole oder einem Sickerbecken (Durchgangswert bei Bodenpassage von 0,6 bei dezentraler Versickerung) liegt eine ausreichende Reinigungswirkung zum Schutz des Grundwassers vor. Somit wären keine zusätzlichen Behandlungsschritte des Regenwassers erforderlich.

Unabhängig davon sind durch eine vorgeschaltete Sedimentationsanlage oder durch den Auftrag eines Oberbodens im Sickerbecken zusätzliche Reinigungsmöglichkeiten des Niederschlagswassers gegeben.

6 Zusammenfassende Wertung

Entlang der rund insgesamt 460 m langen Werkszufahrt stehen oberflächennah kompakte, dichte Schlufflagen an, für die nach den Kornverteilungsanalysen ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f - Wert) von im Mittel $1,3 \times 10^{-7}$ m/s anzusetzen ist. Damit sind Versickerungen des anfallenden Niederschlagswassers über Mulden oder oberflächennahe Rigolensysteme nicht möglich. Die Schlufflagen reichen im südlichen Trassenbereich bis über 2,6 m und 3,4 m Tiefe, im nördlichen Trassenabschnitt wurden Mächtigkeiten von 1 m und 1,6 m erkundet.

Unter den gering wasserdurchlässigen Schlufflagen wurden in den Schurfgruben im nördlichen Trassenabschnitt der Werkszufahrt wasserdurchlässige bis stark wasserdurchlässige Kiese und Sande angetroffen, die im Mittel einen k_f - Wert von $4,5 \times 10^{-4}$ m/s aufweisen. Entlang dieses Trassenabschnittes (nördlicher Strassenabschnitt 0 - 245 m) sind rechnerisch Rigolen/Rohr-Rigolenanlagen möglich. Diese Versickerungsanlagen setzen allerdings eine entsprechend hohe Einbindetiefe in den Boden durch die dichten Schlufflagen hindurch ab mindestens 1 - 1,6 m unter Gelände bis in ca. 2 - 2,5 m Tiefe voraus.

Für die Bewertung einer Rigolenversickerung wurde ein gemittelter Durchlässigkeitsbeiwert für die anstehenden Kiese und Sande sowie eine durchgängig vorliegende sickerfähige Schichtenausbildung angenommen. Grundlage für die Bewertungen sind die Ergebnisse der Bodenerkundungen an den einzelnen Schurfgruben, die allerdings rund 90 m auseinander liegen. Gewisse Abweichungen in der Schichtenausbildung sind nicht auszuschließen, wobei die Berechnungen auch mit einem Sicherheitszuschlag ausgeführt werden.

Versickerungen über Schächte sind möglich, setzen aber eine hohe Anzahl an Schächten voraus, sodass hier, wie bei der Rigolenversickerung ein hoher baulicher Aufwand vorliegt.

Im nördlichen Abschnitt (Geländetiefpunkt) ist die Anlage eines Sickerbeckens möglich. Nach den Ergebnissen an der Schurfgrube S1 stehen wasserdurchlässige Kiese und Sande ab einer Tiefe von 1,6 m unter Gelände an, wobei sich die Schichtenverteilung etwas westlich der Trasse (Standort eines Sickerbeckens) noch in einem gewissen Maße ändern kann.

Für die Tiefe eines Sickerbeckens müssten zur Anbindung an die wasserdurchlässigen Schichten nach dem vorliegenden Kenntnisstand mindestens rund 2,5 m veranschlagt werden. Für die Ausdehnung des Sickerbeckens ist, je nach Art der Regenwasserbehandlung und der Durchlässigkeit des Bodens, eine Sohlfläche von rund 10 x 10 m zu veranschlagen.

Einer zentralen Sickeranlage ist in der Regel eine Absetzanlage / Sedimentationsanlage vorzuschalten, da sonst von Kolmationen der Beckensohle auszugehen ist.

Am Standort des Beckens sollte zur Planungssicherheit vor der Errichtung des Beckens noch ein Sickerversuch ausgeführt werden.

Unter den vorliegenden Bedingungen mit dem Anstehen von gering wasserdurchlässigen oberflächennahen Schichten sowie einer inhomogenen Schichtenausbildung scheint die Anlage eines Sickerbeckens im nördlichen Trassenabschnitt (Geländetiefpunkt) die bevorzugte Möglichkeit der Straßenentwässerung zu sein.

Starnberg, den 7. Oktober 2021



Dr. Johannes Straub
(Dipl. - Geologe)

