



Fachplanung Oberflächenentwässerung

Antrag auf Oberflächenentwässerung

- Entwurf- / Genehmigungsplanung -

Aufgestellt:



INGENIEUR-DIENST-NORD
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH
Marie-Curie-Str. 13 · 28876 Oyten
Telefon: 04207 6680-0 · Telefax: 04207 6680-77
info@idn-consult.de · www.idn-consult.de

Datum: **09. April 2020**

Projekt-Nr.: **5691-A**

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabe	3
2	Planungsgrundlagen	4
2.1	Grundlagen	4
2.2	Fehlende Planungsgrundlagen	5
3	Örtliche Verhältnisse	7
3.1	Örtliche Verhältnisse	7
3.2	Baugrundverhältnisse	7
3.3	Grundwasser und Gewässer	8
3.4	Ver- und Entsorgungsleitungen	9
3.5	Kampfmittel	9
3.6	Archäologie	9
4	Planungskonzept	10
4.1	Vorgaben und Planungsziele	10
4.2	Aufschüttung und Versickerung	10
4.3	Versickerungsbecken und Drainage	11
5	Schutzbedürfnis der Vorflut	13
6	Berechnungen	14
6.1	Aufschüttung	14
6.2	Drainage	16
6.3	Mulden und Muldenschlucker	19
6.4	Entwässerung Betriebsgebäude und Pflasterflächen	19
6.5	Versickerungsbecken	20
7	Baukosten	21
8	Zusammenfassung	22

Anhang

Anhang 1:	Darstellung Urgeländeverlauf
Anhang 2:	Bodenuntersuchung
Anhang 3:	Chemische Bodenanalyse
Anhang 4:	KOSTRA Daten
Anhang 5:	DWA-M 153 Schutzbedürfnis Vorflut
Anhang 6:	Nachweis Flächenversickerung
Anhang 7:	Nachweis unbefestigte Flächen nach DWA-A 138
Anhang 8:	Nachweis Versickerungsbecken Gebäude & Pflasterflächen
Anhang 9:	Nachweis Versickerungsraum unter Umspannwerk

Anlagen

Anlage 1	Amtlicher Lageplan	1 :	1.000
Anlage 2	Lageplan Entwässerung & Schnitte	1 :	1.000
		1 :	50

1 Veranlassung und Aufgabe

Die IDN Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH wurde durch die TenneT TSO GmbH beauftragt, die Fachplanung der Oberflächenentwässerung für die Erweiterung des Umspannwerkes Ganderkesee zu erbringen.

Die TenneT TSO GmbH plant im Zuge des Netzausbauprojektes Ganderkesee - Sankt Hülfe die Erweiterung des 380/110-kV-Umspannwerkes Ganderkesee.

Im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung war zunächst vorgesehen, die gesamte unbefestigte Fläche des Umspannwerkes über Dränagen zu entwässern. Diese Planung wurde soweit geändert, dass auf eine Flächendränage verzichtet wird und auch Oberflächenwasser von befestigten Pflaster- und Asphaltflächen möglichst vor Ort versickert wird.

Nur dort, wo eine direkte Versickerung nicht möglich erscheint, soll das Oberflächenwasser abgeführt werden.

Das Ziel dieser Fachplanung ist die Erstellung eines Antrags auf Oberflächenentwässerung zur Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers.

Aufgabe dieser Fachplanung ist die Feststellung der anfallenden Regenmengen und der Nachweis der schadlosen Versickerung bzw. Rückhaltung des Niederschlagswassers unter Einhaltung der behördlichen und fachplanerischen Vorgaben.

Mit den erforderlichen Planungsleistungen ist die IDN Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH beauftragt.

2 Planungsgrundlagen

2.1 Grundlagen

- Erschließungsvertrag
nicht vorhanden
- Städtebaulicher Vertrag
nicht vorhanden
- Bebauungsplan/Flächennutzungsplan/RROP/LROP
nicht vorhanden
- Planfeststellungsbeschlüsse/sonstige rechtliche Vorgaben
nicht vorhanden
- KOSTRA DWD 2010R Regenspenden
S23-Z28-Ganderkese, Ermittelt am 05.11.2019
- Drosselabfluss in den Vorfluter Dummbäke max. 1,5 l/(s * ha)
Quelle: Ochtumverband, Herr Ruhnke
Übermittelt am 06.11.2019
- Maßgebende DIN-Normen/Technische Bestimmungen:

DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen

DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung
von Niederschlagswasser

DWA-A 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser

Bestandsunterlagen

- Lagepläne:
Oberboden Auf- und Abtrag, Geländeplanung und Geländeaufnahme
Quelle: EKS Montage GmbH, erstellt: 12.09.2019
Projekt-Nr. 191609
- Aktueller Lageplan: Anlagenmodell:
Quelle: TenneT TSO GmbH
Übermittlung am 12.11.2019

- Kartengrundlagen
Vom Auftraggeber nicht zur Verfügung gestellt.
- Bestandsvermessung des Baugeländes
Quelle: Fa. Ingenieurgesellschaft Nordwest
Erstellt: 28.02.2019 mit der Projektnummer 191609
Relevanter Inhalt: Geländehöhen, Flurstücksgrenzen, Erweiterungsbe-
reich UW
- Ver- und Entsorgungsleitungen
Die Pläne der Ver- und Entsorgungsleitungen im Planungsraum liegen
dem Auftraggeber vor und werden in der weiteren Planung zur gegeben-
en Zeit vorgelegt.
- Bodenkarten/-gutachten
Quelle: Geotechnisches Gutachten von Fa. Schmitz + Beilke Ingenieu-
re GmbH,
Erstellt: 19.11.2019, Projektnummer 18.407.21.
Relevanter Inhalt: Bohrprofile, geschätzte/abgeleitete k_f -Werte, Grund-
wasserhöhen ohne Analyse, empfohlener Bodenaustausch
Anmerkung: Das Gutachten erfasst nur ca. 2/3 der Fläche und muss
noch vervollständigt werden.
- Überschwemmung
Das Baugelände befindet sich in keinem ausgewiesenen Überschwem-
mungsgebiet.

2.2 Fehlende Planungsgrundlagen

Wie mit der Unteren Wasserbehörde (Herr Meints, 01.04.2020) besprochen, ist eine konservative Annahme für die noch nicht erkundeten Bodenbereiche für die Genehmigung ausreichend.

Es wird darauf hingewiesen, dass eventuelles Versagen aufgrund falscher An-
nahmen der Versickerung zu Lasten des Grundstückseigentümers gehen.

Für eine abschließende Beurteilung der Planung der Oberflächenentwässerung
werden noch folgende Unterlagen benötigt:

- Gutachten über Versickerungsfähigkeit des Bodens auf westlichen 1/4
der Grundstücksfläche

- Gutachten über Versickerungsfähigkeit des Bodens auf dem nördlichen Grundstücksfläche auf dem zukünftigen Versickerungsbecken.

Um eine Planung mit den beschriebenen Grundlagen durchzuführen, wird für die fehlenden Flächen der durchschnittliche Versickerungswert der umgebenden Bodenaufschlüsse angenommen.

Vor der Erstellung des Versickerungsbeckens wird daher dringend geraten, eine Ermittlung der tatsächlichen Versickerungswerte durchzuführen.

3 Örtliche Verhältnisse

3.1 Örtliche Verhältnisse

Der Planungsraum liegt in der Gemeinde Ganderkesee stadtauswärts auf dem Schlutterweg. Er kann über die Zufahrt über den Schlutterweg 39 oder über die Wagnerstraße erreicht werden.

Die Fläche wird im Osten derzeit teilweise landwirtschaftlich genutzt und ist im Westen in einem Grünstreifen direkt an der Grenze zum bestehenden Umspannwerk bewaldet. Des Weiteren durchzieht ein Geländeversatz von Süden nach Norden die Planfläche. Dieser Versatz ist mit einem Bestand Eichen bewachsen.

Die angetroffenen Höhen des Planungsraumes liegen ungefähr zwischen 23,43 m ü. NHN und 19,45 m ü. NHN. Der Planungsraum weist ein Ost-West-Gefälle auf, wobei sich im Norden Richtung Mitte verlaufend eine Senke befindet und das Gelände in die umliegenden Richtungen wieder leicht ansteigt. Der Verlauf des umliegenden Geländes fällt von rund 27,50 m ü. NHN im Südosten auf rund 19,50 m ü. NHN im Nordwesten, siehe Anhang 1.

Der Planungsraum weist bis auf den Grünstreifen mit Baumbestand und den Geländeversatz mit den Eichen keine weiteren Besonderheiten auf.

Der Vorfluter dieses Geländes ist die Dummbäke, sie liegt nicht im Wasserschutzgebiet. Bereits bestehende Fläche des Umspannwerkes werden über einen Regenwasserkanal in die Dummbäke entwässert. Das Gelände befindet sich in keinem ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet.

3.2 Baugrundverhältnisse

Die Schmitz + Beilke GmbH wurde durch die Arbeitsgemeinschaft EPTEC (EKS Montage GmbH) mit der Erkundung des Baugrundes beauftragt. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

Im Februar und September 2019 wurden im Planungsraum 14 Kleinrammbohrungen bis zu einer Tiefe von 8,0 m unter GOK durchgeführt. Es stehen noch 11 Kleinrammbohrungen aus, die aufgrund der Bewaldung eines Abschnittes und fehlender Berechtigung nicht ausgeführt werden konnten.

Die Versickerungsfläche ist nur zu 2/3 erkundet. Aussagen über die fehlende Fläche können somit nur angenommen werden.

Für den untersuchten Planungsraum wurde festgestellt, dass oberflächennah *Auffüllungen aus Fein- und Mittelsanden* von bis zu 0,60 m Schichtdicke anzutreffen sind. Diese sind auch partiell mit humosen Anteilen versehen. Unter den Auffüllungen stehen teilweise Feinsand bis schluffiger Sand bis in einen Tiefenbereich von rd. 1,6 m an. In diesem Bereich gibt es auch partiell humose Anteile bzw. Linsen aus Humus und Schluff sowie Beimengungen aus Kies. Den Abschluss darunter bildet eine Wechsellagerung aus (sandigen) Schluffen und (schluffigen) Sanden bis zur Endteufe (8,0 m) Die Konsistenzen sind hauptsächlich als steif, weich-steif und steif-halbfest einzustufen.

Die Versickerungsfähigkeit (k_f -Wert) der angetroffenen Bodenschichten liegt zwischen $k_f = 6 * 10^{-4}$ m/s bis $< 1 * 10^{-7}$ m/s.

Die chemische Bodenanalyse zur Schadstoffbelastung des Baugrundes nach Anhang 3 ergab bei der Auswertung der Bodenproben BS 7, BS 9, BS 10 und BS 13 eine Einstufung von Z0 im Ober- und Unterboden (nach LAGA). Lediglich der Oberboden enthält zu erwartende TOC-Werte in höherer Konzentration von 2,2 Massen-%. Bei Oberbodenähnlicher Verwendung entspricht dies aber der LAGA-Einordnung Z0.

3.3 Grundwasser und Gewässer

Nach den hydrogeologischen Übersichtskarten des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ist der mittlere Grundwasserstand im Bereich des Bauvorhabens auf einer Höhenkote von rd. 17,5 m ü. NHN bis 20 m ü. NHN zu erwarten. Das Grundwassergefälle zeigt Richtung Nordost.

Die erkundeten Grundwasserstände lagen im Planungsraum bei 17,25 bis 20,695 m ü. NHN und damit zwischen 1,7 bis 2,6 m unter der vorhandenen Geländeoberkante.

Laut Bodengutachten muss "*In und nach niederschlagsreichen Perioden [...] mit einem Anstieg der Wasserstände gerechnet werden*". Dieser Anstieg soll bis zur Geländeoberkante des umgebenden, niedrigen Geländes möglich sein. Insbesondere durch den trockenen Sommer 2019 fallen die Grundwassermessungen aus dem August 2019 wahrscheinlich geringer aus, als im langjährigen Mittel zu erwarten ist. Da sich die gemessenen Grundwasserstände jedoch sehr

gut mit den Angaben der mittleren Grundwasserstände des LBEG decken, wird davon ausgegangen, dass die gemessenen Werte nicht stark vom langjährigen Mittel abweichen.

3.4 Ver- und Entsorgungsleitungen

Die Pläne der Ver- und Entsorgungsleitungen im Planungsraum liegen dem Auftraggeber vor und werden in der weiteren Planung zur gegebenen Zeit vorgelegt.

3.5 Kampfmittel

Die Überprüfung des Geländes auf Kampfmittelfreiheit ist teilweise schon durchgeführt worden und fehlende Bereiche werden demnächst noch erkundet. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in der weiteren Planung zur gegebenen Zeit und wenn benötigt vom AG vorgelegt.

3.6 Archäologie

Die Erkundung der Archäologie ist laut Auskunft AG erforderlich und befindet sich zurzeit in der Ausschreibung.

4 Planungskonzept

4.1 Vorgaben und Planungsziele

Die vorliegenden Karten und Grundlagen wurden ausgewertet und analysiert. Aus den zusammengestellten Grundlagen ergeben sich folgende behördliche Vorgaben für die Planung:

- Die Einleitung in die Dummbäke darf 1,5 l/(s * ha) nicht überschreiten.
- Versickerungen von Oberflächen müssen mindestens 1,0 m Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand einhalten.
- Versickerungen dürfen nicht durch Bodenschichten mit Belastungen, z. B. Altlasten, durchgeführt werden.

Folgende Anforderungen wurden an die Planung gestellt:

- Das anfallende Oberflächenwasser soll, wenn möglich, vor Ort versickert werden.
- Das Gelände des Umspannwerks soll bei Starkregenereignissen nicht unter Wasser stehen.

4.2 Aufschüttung und Versickerung

Das Ziel dieser Fachplanung ist eine genehmigungsreife Oberflächenentwässerung zur Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers auf der Fläche einer Erweiterung des Umspannwerks in Ganderkesee. Hierbei wird ein 10-jährliches Regenereignis als Planungsgrundlage verwendet.

Für die Herstellung des Baufelds wird der Oberboden auf dem Gelände flächendeckend abgetragen, dies entspricht laut Bodengutachten bis ca. 0,6 m unter GOK. Zur Erreichung der geplanten Geländehöhen wird Füllsand auf das von Oberboden befreite Urgelände gefüllt. Hierbei entstehen Auffüllungen von 0,5 bis 2,5 m Mächtigkeit, welche hervorragende Eigenschaften für Versickerung, Transport und Zwischenspeicherung von Regenwasser besitzen. Zur Erfüllung dieser Funktion ist es zwingend notwendig, die Auffüllung mit einem geeigneten Material ($k_f \geq 1 * 10^{-5}$ m/s) auszuführen. Diese Auffüllung wird abschließend mit ca. 0,1 m Oberboden wieder angedeckt.

Das anfallende Oberflächenwasser wird vor Ort versickert. Versiegelte Flächen werden dabei im Straßenseitenraum versickert bzw. Gebäudeflächen und dazugehörige Pflasterflächen in ein Versickerungsbecken im Norden einleitet. Um einen ungehinderten Austritt von Sickerwasser an den Rändern der Aufschüttung zu verhindern, werden Mulden nördlich und südlich der Aufschüttung angeordnet. Diese sind mit Trenndämmen versehen, um der Geländeneigung entgegenzuwirken und einen Aufstau des Sickerwassers am westlichen Ende der Mulde zu verhindern. Alle 15 m gibt es dafür einen Trenndamm. Alle 30 m sind diese Trenndämme mit einem Schlucker versehen, um bei extremen Niederschlägen das sich stauende Wasser aus den Mulden über die Drainagerohre in das nördlich gelegene Versickerungsbecken zu führen. Die Muldensohle liegt 1,0 m unter der GOK der Aufschüttung. Auf der Außenseite des Grundstücks beträgt der Abstand von Muldensohle zur Oberkannte Böschung nur 0,5 m. Die Mulde liegt somit in der Böschung der Aufschüttung. Diese Anordnung unter der GOK stellt die Drainagefähigkeit der Mulde sicher. Der Schlucker der Mulde befindet sich 0,65 m unter der GOK der Aufschüttung.

Die nicht geeigneten Bereiche für Versickerung (siehe Anhang 2) befinden sich hauptsächlich in der Senke (siehe Anhang 1) in der Mitte der geplanten Aufschüttung. Es wird davon ausgegangen, dass das Sickerwasser in den Auffüllungen zwischengespeichert wird und sich in Bereiche mit guter Versickerungseignung verteilt bzw. nördlich und südlich an den Böschungen der Auffüllung austritt und sich in den dort angeordneten Mulden sammelt und versickert.

Der nutzbare Porenraum (n_0) der Aufschüttung bietet den entsprechenden Platz zur Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers, bevor es in den tiefer liegenden Bodenschichten versickert, sich in der Auffüllung verteilt oder an den Seiten der Aufschüttung in der Mulde austritt und vor Ort versickert.

4.3 Versickerungsbecken und Drainage

Das Versickerungsbecken dient dabei primär der Versickerung des Oberflächenwassers des Betriebsgebäudes. Die Drainage der Aufschüttung wird nur in Ausnahmefällen als notwendig erachtet und soll in Notsituationen einen Aufstau von Schichtenwasser auf der Aufschüttung verhindern. Es wird für gewöhnlich von keinem Zufluss aus der Drainage ausgegangen.

Für eine Oberflächendrainage zum zusätzlichen Schutz vor Staunässe wird die vorhandene Drainage der Bauwasserhaltung wiederverwendet. Diese liegt orthogonal zur Oberflächenneigung und der erwarteten Sickerwasserbewegung.

Diese Drainagen sind als DN 150 ausgeführt und liegen ca. 0,8 m unter der Aufschüttung. Sie sind in einem 0,5 m breiten Graben, der mit Filterkies umgeben und in Vlies eingeschlagen ist.

Als Schutz gegen Oberflächenabfluss werden am westlichen Ende der Aufschüttung zwei Mulden mit Schlucker errichtet. Diese Mulden sollen ein Oberflächenabfluss in das westlich gelegene alte Umspannwerk verhindern und sind an das Versickerungsbecken im Norden angeschlossen. Die Ausführung dieser Mulden entspricht den Mulden südlich und westlich der Aufschüttung, jedoch beträgt hier die Tiefe nur 0,5 m (Gemessen GOK bis Sohle).

Die Bedingungen zur Umsetzung des Versickerungskonzeptes sind ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Bodens von $k_f \geq 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, ein Flurabstand von $> 1,0 \text{ m}$ und die Versickerung durch eine belebte Bodenzone. Die Bodenschichten unter den Auffüllungen sind laut Bodengutachten für die Versickerung geeignet bis bedingt geeignet (ca. 2/4 der Fläche mit $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ bis $6 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) und nicht geeignet (ca. 1/4 der Fläche mit min. $k_f < 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$). Weitere 1/4 wurden noch nicht erkundet, siehe 2.2.

Ein Einstau des Versickerungsbeckens in und nach niederschlagsreichen Perioden kann in sehr seltenen Einzelfällen auftreten, wenn Schichtenwasser bis zur GOK ansteht. Das Versickerungsbecken kann jedoch durch das Freibord von 0,3 m min. 426 m^3 zusätzlich aufnehmen. Die Funktionsweise ist auch für solch seltene Ereignisse sichergestellt. Da das Versickerungsbecken nur landwirtschaftlichen Flächen umgeben ist, wird ein sehr unwahrscheinliches Überlaufen in die umliegenden Flächen als unbedenklich eingestuft.

5 Schutzbedürfnis der Vorflut

Die Vorflut ist das Grundwasser. Dieses befindet sich außerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes. Nach DWA-M 153 ergibt sich eine theoretische Abflussbelastung von 5,823 Punkten. Dies liegt unter den Gewässerpunkten eines *Grundwassers außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten (G12)* mit 10 Punkten, siehe Anhang 5.

Eine Regenwasserbehandlung ist deshalb nicht notwendig.

6 Berechnungen

6.1 Aufschüttung

Das Gelände der neuen Betriebsfläche und somit der Aufschüttung umfasst ca. 40.000 m². Der Grundwasser Flurabstand des Urgeländes aus den vorhandenen Bohrprofilen (Anhang 2) beträgt mindestens 1,7 m. Dieser Abstand erhöht sich durch Aufschüttungen des Geländes und beträgt ca. 2,01 m bis 3,75 m. Es ist somit ein ausreichender Flurabstand für die Versickerung sichergestellt.

Auf der Aufschüttung wird ca. 0,1 m Oberboden aufgetragen und Rasen angesät.

Material der Aufschüttung

Bei der Aufschüttung kann es sich nach der Ausschreibung des Auftraggebers um die Bodengruppen SE, SW, GE oder GW nach DIN 18196 handeln. Für diese Bodengruppen wird in der Fachliteratur¹ ein nutzbarer Porenanteil n_0 von minimal 10 % und maximal 25 % angegeben. Der Durchlässigkeitswert k_f beträgt bei der angegebenen Materialwahl zwischen $3 * 10^{-3} - 1 * 10^{-4} m/s$.

Für die folgenden Berechnungen wird ein nutzbarer Porenanteil n_0 von 20 % und ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 * 10^{-4} m/s$ festgelegt. Dies entspricht dem unteren zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerts der Aufschüttung.

Die Anforderungen an den Oberboden gemäß DWA-M 153 im Untersuchungsbereich sind:

- pH-Wert 6-8,
- Humusgehalt 1 % bis 3 %,
- Tongehalt unter 10 %.Bei Bodenlieferungen sollten alle geforderten Eigenschaften des Oberbodens vor Lieferung bestätigt werden und
- k_f -Wert von min. $1 * 10^{-5} m/s$ oder höher.

¹ Prinz, Helmut: Abriss der Ingenieurgeologie. 3., neubearb. u. erw. Aufl. Stuttgart : Enke. 1997. - ISBN 3 -432-92333-3, S. 24, 25, 65, 168.
und
Busch, K.-F.; Luckner, L.: Geohydraulik für Studium und Praxis, 2., durchges. Aufl. Stuttgart: Enke, 1974 - ISBN 3-432-02301-4, S. 38, 158 - 162, 170.

Versickerungsleistung der Aufschüttung

Die Aufschüttung des Betriebsgeländes schafft weitgehend homogene Verhältnisse im Untergrund. Die Versickerungsleistung der gewählten Materialien wird mit bis zu 1000 l/(s * ha) angenommen (entspricht $k_f = 1 * 10^{-4} \text{ m/s}$). Sie liegt weit über dem Bereich eines 5-minütigen 30-jährlichen Regenereignisses mit 330,2 l/(s * ha). Es sind somit keine Aufstauungen auf der Auffüllung zu erwarten.

Versickerungsrate anstehender Boden

Die Versickerungsrate des anstehenden Bodens unter der Auffüllung wird im Mittel mit $k_f = 1 * 10^{-5} \text{ m/s}$ angenommen. Dies stellt im Vergleich zum Mittelwert der 14 bisher erstellten Bohrprofile mit einem k_f -Wert von $2,27 * 10^{-5} \text{ m/s}$ eine konservative Annahme dar. Die bisher nicht erkundeten Bereiche werden als homogen zu dem bereits Erkundeten Bereich angenommen (vgl. 2.2).

Nachweis Flächenversickerung

Im Anhang 6 ist der Nachweis der Flächenversickerung erbracht. Bei einem 10-jährlichen 15-minütigen Regenereignis und einem Versickerungswert von $k_f = 1 * 10^{-4} \text{ m/s}$ kann das Oberflächenwasser von einer Fläche von 38.000 m² auf einer Fläche von 20.462 m² versickert werden. Im Anhang 7 ist dargelegt, dass dafür eine unbefestigte Fläche von 29.604 m² zur Verfügung steht. Die Flächenversickerung ist damit möglich.

Nachweis Zwischenspeicherung

Das Betriebsgelände wird insgesamt mit ca. 58.000 m³ aufgeschüttet. Abzüglich der ersten 0,5 m (mit Oberfläche von 40.000 m²) als dauerhaft wasserfreiem Raum ergibt sich ein nutzbares Aufschüttungsvolumen von 38.000 m³. Bei einem nutzbaren Porenanteil von $n_0=20\%$ ergibt sich ein Zwischenspeicher im Porenraum von 7.600 m³ der als quasi Rückhaltebecken zur Verfügung steht.

Nachweis Versickerung

Um die Zwischenspeicherung von extremen Regenereignissen in der Aufschüttung zu belegen, wurde ein 10-jährliches Regenereignis zugrunde gelegt. In Anhang 9 kann die Berechnung nach DWA 138 eingesehen werden.

Das Ergebnis ist, dass bei einem 10-jährlichen Regenereignis und vollständiger Versickerung des Regenabflusses vor Ort ein maximales Speichervolumen von

1.757 m³ benötigt wird. Demnach bietet die Aufschüttung mit 7.600 m³ ausreichend Speichervolumen, um ein 10-jährliches Regenereignis vor der endgültigen Versickerung in den anstehenden Boden zwischenzuspeichern.

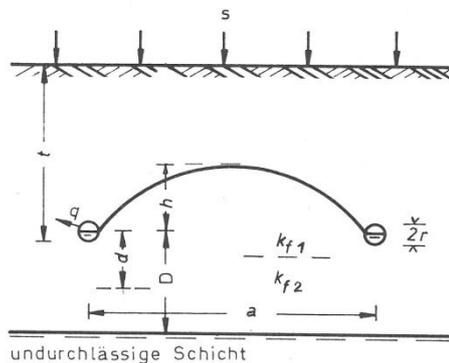
Es ist nicht davon aus zu gehen, dass bei einem 10-jährlichen Regenereignis eine Drainage benötigt wird.

6.2 Drainage

Die Aufschüttung wird mit einer Drainage versehen, um Aufstauungen von Schichtenwasser auf der Oberfläche in Extremfällen zu verhindern.

Der Dränabstand a in der Aufschüttung errechnet sich nach DIN 1185-2 wie folgt:

$$a = \sqrt{\frac{8k_{f2}dh + 4k_{f1}h^2}{s}}$$



mit:

a	Dränabstand	[m]
k_{f1}	Durchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht oberhalb des Dräns	[m/d]
k_{f2}	Durchlässigkeitsbeiwert der Bodenschicht unterhalb des Dräns	[m/d]
d	Faktor	[m]
h	Höhe des maximal zulässigen Höhe des Grundwasserspiegels über Dränrohrachse zwischen den Dränen	[m]
s	maximaler abzuführender Niederschlag	[m/d]

Für den Durchlässigkeitsbeiwert der Bodenschichten wird der k_f -Wert der Aufschüttung angenommen und mit einem Sicherheitsfaktor von 0,5 belegt, sodass sich für $k_{f1} = k_{f2} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ [m/s]} = 4,32 \text{ [m/d]}$ ergibt. Des Weiteren wurden $h = 0,3 \text{ [m]}$ (Mächtigkeit der Sandschicht 0,5 m, davon 0,2 m dauerhaft grundwasserfrei angesetzt), $d = 1,12$ und $s = 0,18 \text{ m/d}$ (vgl. DIN 1185-1 + 50 % Sicherheitszuschlag) ergibt sich ein Dränabstand von

$$a = \sqrt{\frac{8 * 4,32 * 1,12 * 0,3 + 4 * 4,32 * 0,3^2}{0,018}} = \sim 30,0 \text{ [m]}$$

Ein deutlich größerer Dränabstand errechnet sich bei einem durchlässigeren Boden, z. B. $k_{f1} = 10^{-4} \text{ [m/s]} = 8,64 \text{ [m/d]}$: Mit $h = 0,3$ ergibt sich ein Dränabstand $a = \sim 40,0 \text{ m}$.

Der Abfluss der Drainage Q_{Drain} in l/s berechnet sich aus

$$Q_{\text{Drain}} = \frac{s * A_E * 1000}{86400 \text{ s/d}} = 7,92 \text{ l/s}$$

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde hier mit einem Sicherheitsfaktor von 0,5 belegt, da die Materialqualität der späteren tatsächlichen Aufschüttung zu diesem Zeitpunkt nicht sichergestellt ist.

Der Drainageabfluss beträgt für das mit Drainageleitungen versehene Gebiet von $A_E = 38.000 \text{ m}^2$ im Mittel demnach $Q_{\text{Drain}} = \sim 7,9 \text{ l/s}$ und wird über eine Sammelleitung in das Versickerungsbecken geleitet. Dies entspricht bei 6 Drainagesträngen $\sim 1,32 \text{ l/s}$ pro Drainagestrang. Die Dimensionierung der Drainagestränge nach Prandtl-Colebrook kann in der folgenden Tabelle 1 eingesehen werden.

Die tatsächliche Verlegetiefe der Drainage wird über die Bauwasser-Drainage bestimmt, da diese Drainagerohre weiter verwendet werden sollen. Da diese tiefer verlegt sind als hier berechnet, werden die Abläufe der Drainageleitungen in den Endschächten auf 0,5 m unter GOK angeordnet. So entsteht ein System kommunizierender Röhren und es kann die Bauwasserdrainage weiterverwendet werden.

Hydraulik der Drainage und RW-Kanäle

Maximaler Abfluss	41,9 [l/s]
Rohrrauigkeit für Q_{voll}	2,00 [mm]
Max. Füllungsgrad	1,0 [h/di]
Gesamtlänge Rohrleitungen	1246 [m]
Max. gesammte Dränung	7,90 [l/s]
Zulauf Dach & Pflasterflächen	~ 11,30 [l/s]
Bemessungsereignis Dachablauf $n = 0,1$	

Schacht		Strang	Länge	Rohr	Gefälle	Max. Füllung	Sohlhöhen		Deckelhöhen	
ID	DN	ID	L	DN	J	Q_{voll}	oben	unten	oben	
-	mm	-	m	mm	‰	l/s	mNN	mNN	mNN	
Zulauf aus Mulde 1	400	1	45,0	200	0,5	7,1	19,45	19,43	19,75	
2			62,0	200	0,5	7,1	19,43	19,40	20,00	
3			55,0	200	0,5	7,1	19,40	19,37	20,00	
4			30,0	200	0,8	9,0	19,37	19,35	20,00	
5	400	2	62,0	150	2,0	6,6	20,00	19,88	20,50	
6			55,0	150	2,0	6,6	19,88	19,77	20,50	
7			30,0	250	0,6	14,1	19,35	19,33	20,50	
Zulauf aus Mulde 8	400	3	22,0	150	2,0	6,6	20,00	19,96	20,50	
9			62,0	150	2,0	6,6	19,96	19,83	21,00	
10			55,0	150	2,0	6,6	19,83	19,72	21,00	
11			1000	30,0	250	0,6	14,1	19,33	19,31	21,00
Zulauf aus Mulde 12	400	4	22,0	150	2,0	6,6	20,00	19,96	21,30	
13			62,0	150	2,0	6,6	20,00	19,88	21,50	
14			55,0	150	2,0	6,6	20,00	19,89	21,5	
15			30,0	150	2,0	6,6	20,00	19,94	21,5	
Ablaufkanal 16			1000	30,0	300	2,0	41,9	19,27	19,21	21,5
Zulauf aus Mulde 17	400	5	22,0	150	2,0	6,6	21,35	21,31	21,85	
18			62,0	150	2,0	6,6	21,31	21,18	22,0	
19			55,0	150	2,0	6,6	21,18	21,07	22,0	
20			30,0	150	2,0	6,6	21,07	21,01	22,0	
21			1000	30,0	150	2,0	6,6	21,01	20,95	22,0
Zulauf aus Mulde 22			400	10,0	150	2,0	6,6	21,35	21,33	47,2
Zulauf aus Mulde 23	400	6	22,0	150	2,0	6,6	21,75	21,71	22,25	
24			62,0	150	2,0	6,6	21,71	21,58	22,4	
25			55,0	150	2,0	6,6	21,58	21,47	22,4	
26			30,0	150	2,0	6,6	21,47	21,41	22,4	
27			30,0	150	2,0	6,6	21,41	21,35	22,4	
Zulauf aus Mulde 28			400	10,0	150	2,0	6,6	21,75	21,73	22,25
29	400	Sammler/ Kanal	30,0	200	1,7	13,1	19,40	19,35	54,2	
30	400		30,0	200	1,5	12,3	19,35	19,30	55,2	
31	1000		30,0	300	1,3	33,7	19,31	19,27	56,2	
Zulauf aus Mulde 32	400	-	10,0	150	2,0	6,6	19,45	19,43	57,2	
Zulauf aus Mulde 33	400		10,0	150	2,0	6,6	20,35	20,33	58,2	
Zulauf aus Mulde 34	400		10,0	150	2,0	6,6	20,85	20,83	59,2	
Zulauf aus Mulde 35	400		1,0	150	2,0	6,6	21,30	21,30	60,2	

Tabelle 1: Drainageleitungen nach Prandtl-Colebrook

6.3 Mulden und Muldenschlucker

Die seitlichen Mulden für das Sickerwasser sind in 2 Abschnitte geteilt. Alle 15 m befindet sich ein Trenndamm, um das Wasser daran zu hindern dem Geländegefälle von 1,6% zu folgen. Jeder zweite Trenndamm ist mit Schluckern versehen, die eventuell aufstauendes Wasser über die Drainage abführen. Die Böschungsneigung entspricht 1 : 3. Die Rückhaltefähigkeit der Mulden berechnet sich als Dreieck wie folgt:

$$V = h * l * b * 0,5$$

Dabei ist h die Einstauhöhe der Mulde bevor das Wasser in die nächste Mulde laufen kann, l die Länge der Mulde bis zum nächsten Trenndamm und b ist die Breite der Mulde. b setzt sich dabei aus der Sohlenbreite und einmal der Breite der Böschung bis zum Einstauziel zusammen. Dabei ist $V_{MS} = \sim 4,1 \text{ m}^3$ das Volumen einer Mulde mit Schlucker ($h = 0,35\text{m}$, $l = 15 \text{ m}$, $b = 1,55 \text{ m}$) und $V_M = \sim 2,2 \text{ m}^3$ das Volumen einer Mulde ohne Schlucker ($h = 0,24$, $l = 15 \text{ m}$, $b = 1,22 \text{ m}$).

Die Schlucker (wenn als 300 x 500 mm oder vergleichbar ausgeführt) haben laut RAS-Ew² eine Kapazität von 2,5 l/s. Die Muldenschluckern leiten das Oberflächenwasser über das Kanalsystem in das Versickerungsbecken.

Die westlichen Mulden für das oberflächlich abfließende Wasser besitzen keine Trenndämme, sondern jeweils 2 Schlucker, um ein Überlaufen zu verhindern. Ihre Ausführung entspricht den beschriebenen Mulden mit Schluckern und ihr Stauvolumen V_{OA} berechnet sich mit untere Breite $b_{unten} = 0,5 \text{ m}$, obere Breite $b_{oben} = 2,6 \text{ m}$, Einstauhöhe $h = 0,35$ mit folgender Formel:

$$V_{OA} = \frac{b_{unten} + b_{oben}}{2} * h * l$$

Die nördliche Mulde hat dabei ein Volumen von $V_{OA-N} = 29,7 \text{ m}^3$ ($l = 55 \text{ m}$) und die südliche Mulde ein Volumen von $V_{OA-S} = 27,1 \text{ m}^3$ ($l = 50\text{m}$).

6.4 Entwässerung Betriebsgebäude und Pflasterflächen

In Anhang 8 ist die Berechnung der Entwässerung des Betriebsgebäudes dargestellt. Insgesamt werden 854 m² Betriebsgebäude und umgebene Pflasterflä-

² 1987, RAS-Ew, Teil: Entwässerung. Tabellen zur Bemessung von Entwässerungsrinnen und -mulden in befestigten Verkehrsflächen, Tabelle 1

chen (Parkplatz und Umgebung Gebäude, Abflussbeiwert = 0,83) über Straßenabläufe direkt in das Versickerungsbecken entwässert. Für ein 10-jährliches Regenereignis ergibt sich nach DWA-A 138 bei einer gewählten Versickerungsrate von $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ ein erforderliches Zwischenspeichervolumen von $31,1 \text{ m}^3$ und eine maßgebende Regenspende von $11,3 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$. Dieses Volumen wird im Versickerungsbecken zur Verfügung gestellt.

6.5 Versickerungsbecken

Die Dimensionierung des Versickerungsbeckens wird für das maximal mögliche Drainageereignis ausgelegt. Dabei handelt es sich um einen Einstau des Speichervolumens der Aufschüttung mit Drainageleitungen ($A = 38.000 \text{ m}^2$) oberhalb der Drainagerohre ($h = 0,5 \text{ m}$) im nutzbaren Porenraum ($n_0 = 20\%$) und beträgt $V_{\text{Drainage}} = 3.800 \text{ m}^3$. Bei einem Abfluss über die Drainage $7,9 \text{ l/s}$ (entspricht Q_{zu}) ergibt sich eine Entleerungszeit der Auffüllung von 481.012 s ($\sim 133 \text{ h}$, Zuflussdauer zum Versickerungsbecken = T).

Für die Versickerungsrate des anstehenden Bodens wird ein konservativer k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ angenommen (siehe 2.2). Im Bodenbericht (Anhang 2) ist der Bohrpunkt 11 am nächsten zum Standort des Versickerungsbeckens und dient somit als Orientierung. Der untere zu erwartende Versickerungswert dieses Bohrpunktes entspricht dem hier angenommenen Versickerungswert.

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Versickerungsbeckens ergibt sich aus der Funktion. Für diese des Volumens muss der Abfluss ermittelt werden. Q_{ab} ($7,1 \text{ l/s}$) ergibt sich aus der Versickerungsrate des anstehenden Bodens ($k_f = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$) multipliziert mit der Fläche des Versickerungsbeckens (hier 1.420 m^2). Das vorhandene Volumen des Versickerungsbeckens $V_{\text{vorh.}}$ (426 m^3) ermittelt sich dem Produkt der Einstauhöhe (hier $h = 0,3 \text{ m}$) und der Fläche des Versickerungsbeckens.

$$V_{\text{erf}} = (Q_{\text{zu}} - Q_{\text{ab}}) \cdot T = 385 \text{ m}^3$$

Zusätzlich zum V_{erf} von 385 m^3 werden hier noch $31,1 \text{ m}^3$ des Betriebsgebäudes zwischengespeichert (siehe Kap. 6.4). Das Versickerungsbecken ist demnach ausreichend bemessen ($426 > 385 + 31,1$).

Die Versickerungszeit wird vernachlässigt, da das Versickerungsbecken nur in absoluten Ausnahmesituationen durch die Drainage beaufschlagt wird.

7 Baukosten

		Einh.	Menge	Einh.-Preis	Gesamtpreis
Drainage	Drainagesauger DN 150 übernehmen	m	964	0,00 €	0,00 €
	Drainagekanäle der Bauwasserdränage Verschließen	St	5	50,00 €	250,00 €
	Anschlussleitungen DN 150-300 zum Versickerbecken herstellen	m	177	80,00 €	14.160,00 €
	Kontrollschächte DN 600 herstellen	St	7	800,00 €	5.600,00 €
	Kontrollschächte DN 1000 herstellen	St	3	3.000,00 €	9.000,00 €
	Muldenschlucker mit Straßenablauf herstellen und anschließen	St	8	800,00 €	6.400,00 €
	Mulden mit Trenndämmen herstellen	m	500	20,00 €	10.000,00 €
	RW-Kanal für Gebäude, Trafo und Spulen	m	99	20,00 €	1.980,00 €
	<i>Objektkosten:</i>				20.010,00 €
	10% <i>Baustelleneinrichtung u. Sonstiges</i>	<i>psch</i>	1	2.001,00 €	2.001,00 €
	<i>Teilsumme:</i>			22.011,00 €	
Versickerungsbecken	Böschungsstück / Zulauf DN 300	St	1	1.000,00 €	1.000,00 €
	Rasensaat	m ²	1.500	1,50 €	2.250,00 €
	Oberboden Abtragen und Entsorgung	m ³	230	20,00 €	4.600,00 €
	Profilierung	m ²	1.500	2,50 €	3.750,00 €
	Zwischenlagerung Oberbodenabtrag und Wiederandeckung	m ³	150	8,00 €	1.200,00 €
	<i>Objektkosten:</i>				12.800,00 €
	10% <i>Baustelleneinrichtung u. Sonstiges</i>	<i>psch</i>	1	1.280,00 €	1.280,00 €
	<i>Teilsumme:</i>			14.080,00 €	
	Gesamtsumme:			Netto	36.091,00 €
				MwSt. 19%	6.857,29 €
				Brutto	42.948,29 €

8 Zusammenfassung

Zur Oberflächenentwässerung des ca. 4 ha großen Erweiterungsbaus des Umspannwerks Ganderkesees wurde eine Genehmigungsplanung vorgestellt.

Die Planung sieht die Entwässerung durch Versickerung durch bewachsenen Oberboden ins Grundwasser vor. Die notwendigen Nachweise der Speicherfähigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden dargelegt. Die Aufschüttung zur Herstellung der neuen Geländeoberkante des Erweiterungsbaus bietet einen nutzbaren Porenraum von 7.600 m³ zur Zwischenspeicherung eines Regenereignisses von 10-jährlicher Wiederkehr (1.757 m³, mit Drosselabfluss/Versickerungsleistung von $q_s = 2,0 \text{ l/(s * ha)}$).

Um bei Extremregenereignissen die Oberflächen der Aufschüttung von Stauwasser freizuhalten, wurden unter der Aufschüttungsfläche in 0,5 m Tiefe und 30 m Abstand Drainageleitungen von Nord nach Süd und nördlich und südlich der Aufschüttung Mulden angeordnet. Aus der Drainage können 7,9 l/s dem Versickerungsbecken zufließen.

Das 426 m³große Versickerungsbecken im Norden nimmt den Zufluss aus der Drainage und das Oberflächenwasser des Betriebsgebäudes und angeschlossener Pflasterflächen auf. Das Speichervolumen für das erforderliche Rückhaltvolumen des Betriebsgebäudes (31,1 m³) und das erforderliche Rückhaltvolumen des Drainagezuflusses (385 m³) ist ausreichend bemessen.

Das anfallende Oberflächenwasser wurde nach DWA-M 153 bewertet und gilt als unbedenklich für die Versickerung. Der Flurabstand beträgt im Bereich der gesamten Aufschüttung mindestens 1,7 m. Eine Oberbodenschicht von 0,1 m sorgt für die Versickerung durch die belebte Bodenzone.

Die Ergebnisse dieser Betrachtung basieren auf Annahmen der Bodendurchlässigkeitswerte (k_f -Wert) und müssen insbesondere im Bereich des Versickerungsbeckens durch eine Bodenanalyse bestätigt werden.

Die Herstellungskosten belaufen sich auf ca. 42.948,29 € (inkl. MwSt.).



Aufgestellt:

IDN Ingenieur-Dienst-Nord
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH

Bearbeitet:

M.Sc. Clemens Blank
Infrastruktur

Projekt-Nr. 5691-A

Oyten, 09. April 2020

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Kahlenberg