

Wirkfaktorenbetrachtung für Grundwasserkörper im Fachbeitrag WRRL

Im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für Eisenbahnbetriebsanlagen sind Fachbeiträge nach EU Wasserrahmenrichtlinie vorzulegen.

ANDREAS DRUMM | ROBERT ECKE

In den Fachbeiträgen zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind die potenziellen Auswirkungen (Wirkfaktoren) von Baumaßnahmen auf das Oberflächenwasser und das Grundwasser zu bewerten. Im aufgeführten Beispiel werden methodische Ansätze zur Wirkfaktorenbetrachtung für Grundwasserkörper (GWK) erläutert. Zur emissions- und immissionsbezogenen Bewertung von Wirkfaktoren auf den chemischen Zustand des Grundwassers kann das technische Regelwerk, z.B. DWA-Arbeits- und Merkblätter [15, 16, 17], angewendet werden. Für die Bewertung von Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers stehen rechnerische Ansätze zur Verfügung. Diese werden an einem Beispiel erläutert. Weitere potenzielle Wirkfaktoren werden verbal argumentativ bewertet.

EU WRRL, Grundwasserkörper und Wirkfaktoren

In Planfeststellungsverfahren für Eisenbahnbetriebsanlagen sind wasserrechtliche Tatbestände und die möglichen Auswirkungen des beantragten Vorhabens auf den Gewässerzustand zu prüfen. Rechtlich begründet ist dies in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Richtlinie 2000/60/EG [1]. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [2] sowie nachgeordnete Verordnungen setzen die EU-WRRL hinsichtlich Oberflächengewässern, Küstengewässern und Grundwasser um. Die Prüfung von Vorhaben nach WRRL wird in Fachbeiträgen dokumentiert. Inhaltliche Anforderungen an diese Fachbeiträge sind in einer Mustergliederung des Eisenbahnbundesamtes (EBA) formuliert [3].

Einstufungen des chemischen und quantitativen Zustands	Farbkennung
Gut	■
Schlecht	■

Abb. 1: Einstufung von GWK

Quelle: A. Drumm

Nachfolgend wird die Bewertung der Auswirkungen von Maßnahmen auf das Grundwasser bzw. GWK erläutert. GWK sind abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Art. 2, Nr. 12 WRRL) [1]. Zur Zustandsbeschreibung und Bewertung der Auswirkungen von Maßnahmen auf GWK werden zwei Qualitätskomponenten zugrunde gelegt:

- Mengenmäßiger Zustand
- chemischer Zustand.

Die Qualitätskomponenten von GWK werden mit den Bewertungsklassen „gut“ und „schlecht“ bewertet (Abb. 1).

Die Grundwasserverordnung (GrwV) [4] regelt u.a. die Einstufung des mengenmäßigen und des chemischen Zustands der GWK. Für die GWK soll eine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustands vermieden und ein guter mengenmäßiger und chemischer Zustand erhalten bzw. erreicht werden.

Um die Auswirkungen einer Maßnahme auf den GWK beurteilen zu können, sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen [5]:

- Lage und Grenzen der GWK
 - Belastungen, denen die GWK ausgesetzt sind
 - Charakteristik der Deckschichten, der Geologie und der Hydrogeologie
 - grundwasserabhängige Landökosysteme.
- Eine anthropogen bedingte Veränderung des Grundwasserspiegels darf nicht zu einer

Schädigung der in Verbindung stehenden Landökosysteme mit wasserabhängigen Arten führen.

- Wechselwirkungen zwischen dem GWK und dem Oberflächengewässersystem
- mittlere jährliche Grundwasserneubildung
- chemische Zusammensetzung des Grundwassers.

Im ersten Schritt der Bewertung nach WRRL wird geprüft, welche potenziell möglichen Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten des GWK für das konkrete Bauvorhaben relevant sind. Diese Auswirkungen auf den GWK bezeichnet man als Wirkfaktoren. Wirkfaktoren werden in bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkfaktoren unterschieden:

- Baubedingte Wirkfaktoren wirken temporär. Sie resultieren aus den Bauarbeiten zur Herstellung der geplanten baulichen Anlagen sowie aus der Einrichtung erforderlicher Zuwegungen, BE-, Lager- und Montageflächen.
- Anlagebedingte Wirkfaktoren sind solche, die aus der Beschaffenheit der Gebäude, Verkehrsanlagen und technischen Anlagen und nicht aus deren Herstellung oder Betrieb resultieren.
- Betriebsbedingte Wirkfaktoren sind ausschließlich solche, die aus dem Betrieb der geplanten Gebäude, Verkehrsanlagen und technischen Anlagen resultieren.

Die Prüfung der Wirkfaktoren erfolgt anhand einer Bewertungsmatrix (Wirkfaktorenmatrix)



For your safety

we go the extra mile.



Wirkfaktoren	Mengenmäßiger Zustand	Chemischer Zustand	Wasserrechtlicher Tatbestand
Baubedingt			
Bauzeitliche Wasserhaltung	x	–	Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser § 9, Abs. 1, Ziffer 5 WHG
Wiederversickerung des Förderwassers aus der bauzeitlichen Wasserhaltung	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Schadstoffeintrag durch den Baustellenbetrieb (Umgang mit wassergefährdenden Stoffen als Kraftstoffe und Schmiermittel, Stoffeintrag infolge von Handhabungsverlusten und Havarien)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Einbringen von Stoffen (z. B. durch den Abbindeprozess des Betons bei Bohrfahlgründungen)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile (z. B. bauzeitlicher Spundwandverbau)	x	–	Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser § 9, Abs. 2, Ziffer 1 WHG
Flächeninanspruchnahme (z. B. durch Baustraßen, BE-, Lager- und Montageflächen)	x	–	–
Anlagebedingt			
Einbringen von Stoffen (z. B. durch Korrosion von in den Wasserkörper ragenden Bauteilen)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG
Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile (z. B. Trogbauwerk, Brückenpfeiler)	–	x	Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser § 9, Abs. 2, Ziffer 1 WHG
Flächeninanspruchnahme (z. B. Voll- und /oder Teilversiegelung durch Gebäude, Verkehrsflächen und Anlagen)	x	–	–
Betriebsbedingt			
Einleitung von Niederschlagswasser durch Versickerung (z. B. Gleisentwässerung / Dachentwässerung)	–	x	Einbringen und Einleiten von Stoffen in ein Gewässer § 9, Abs. 1, Ziffer 4 WHG

Tab. 1: Wirkfaktorenmatrix Grundwasser

Quelle: A. Drumm

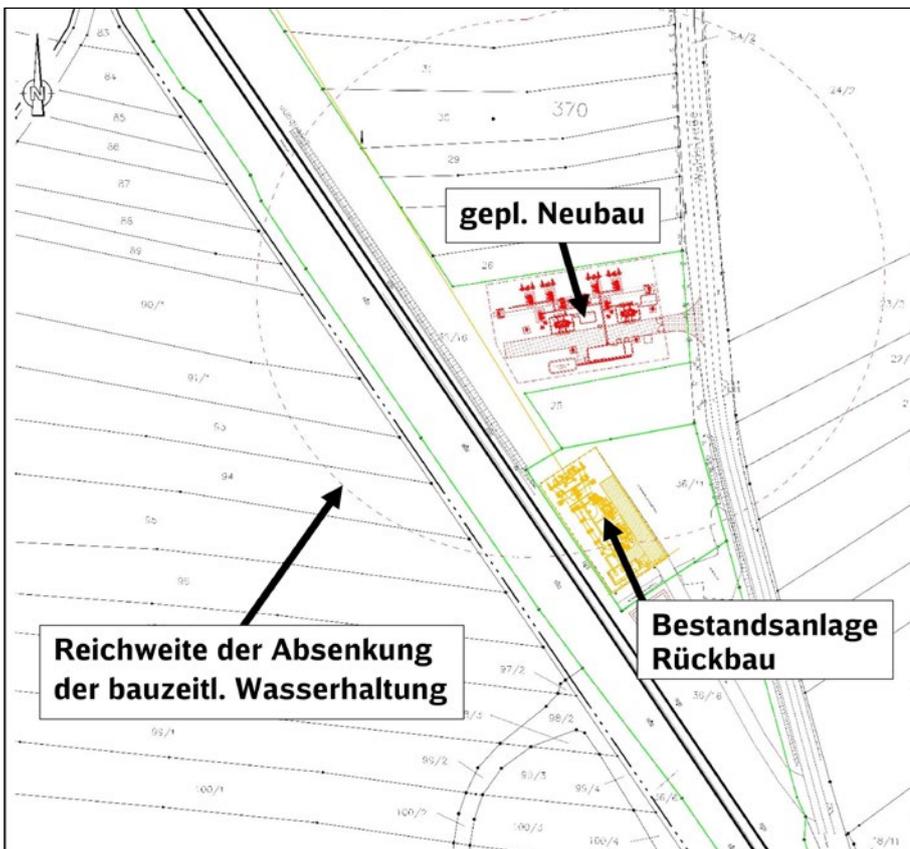


Abb. 2: Lageplan

Quelle: [6]

mit textlicher Erläuterung. Falls Wirkungen für eine der Qualitätskomponenten nicht ausgeschlossen werden können, sind die zu erwartenden Auswirkungen im Detail, z. B. durch eine emissionsbezogene und immissionsbezogene Bewertung anhand geltender technischer Regelwerke, zu prüfen und Vermeidungsmaßnahmen zu benennen.

Die Tab. 1 enthält potenziell mögliche Wirkfaktoren von Eisenbahnbetriebsanlagen auf GWK. Zusätzlich werden die jeweiligen wasserrechtlichen Tatbestände / Gewässernutzungen laut WHG [2] benannt. Die Tabelle kann als Grundlage für eine Wirkfaktorenmatrix verwendet werden.

Beispielfall

Im Rahmen eines Vorhabens der DB Energie GmbH ist der Rückbau einer bestehenden Betriebsanlage und die Errichtung eines Ersatzneubaus in unmittelbarer Nähe des aktuellen Standortes vorgesehen (Abb. 2). Im Zuge des Neubaus ist die Errichtung folgender Gebäude, technischer Anlagen und Verkehrsflächen geplant [6]:

- Schaltanlagegebäude (ca. 17,5 x 5,5 m)
- Freiluftschaltanlage mit elf Feldern (zwei Reservefeldern) und zwei Umspannern
- Versickerungsmulden zur Entwässerung der Verkehrs- und Dachflächen sowie der 110-kV Schaltanlage

- Straßenanbindung des Betriebsgeländes. Alle Verkehrsflächen werden mit wasserdichtem Pflaster befestigt.

Die tiefstgelegenen Gründungssohlen der maximal 4,6x3,4 m messenden Fundamente liegen deutlich unter dem Mittleren Höchsten Grundwasserstand (MHW). Daher ist davon auszugehen, dass die Fundamente zumindest zeitweise in den GWK einschneiden.

Weiterhin sind zur Herstellung der Fundamente bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, die in einem Gesamtzeitraum von sechs bis acht Wochen veranschlagt werden. Hierbei wird pro Fundament von einer erforderlichen Zeit der Grundwasserabsenkung im Beharungszustand von ca. 48 h bei unterschiedlichen Vorlaufzeiten ausgegangen. Die berechnete Gesamtfördermenge beträgt ca. 8000 m³. Für die bauzeitliche Wasserhaltung wurden maximale Reichweiten der Absenkung von ca. 90,5 m berechnet (Abb. 2). Das Förderwasser der bauzeitlichen Wasserhaltung soll wiederversickert werden.

Geologische und hydrogeologische Rahmenbedingungen / betroffener GWK

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Standort werden durch dessen Lage im Bereich von gut durchlässigen Sanden des Urstromtales mit geringen Grundwasserflurabständen und dem Fehlen einer bindigen Deckschicht geprägt (Abb. 3).

- GWK: Boize/Schaale-West, DEGB_DEMV_MEL_SU_1_16 [8]
- mengenmäßiger Zustand: gut [8]
- chemischer Zustand: schlecht [8]
- MW: 11,3 m NHN [9]
- MHW: 11,8 m NHN [9]
- GW-Flurabstand (MHW): 2,4...2,75 m [9]
- Deckschichten: keine schützenden Deckschichten vorhanden [9, 10]
- Durchlässigkeitsbeiwert: 4,4 E-5...5,7 E-4 m/s [9]
- GW-Fließrichtung: nach Süden bis Südsüdwest gerichtet [10]
- Hydraulischer Gradient: 0,0025 (0,25 %) [10]
- GW-Neubildung GWN: 283,3 mm/a [10]

Die nächstgelegenen Oberflächenwasserkörper befinden sich außerhalb des Wirkungsbereichs der Maßnahme.

Wirkfaktoren Betrachtung

Aus den o.g. Rahmenbedingungen ergeben sich potenzielle Wirkfaktoren auf den GWK, die im Folgenden benannt und bewertet werden.

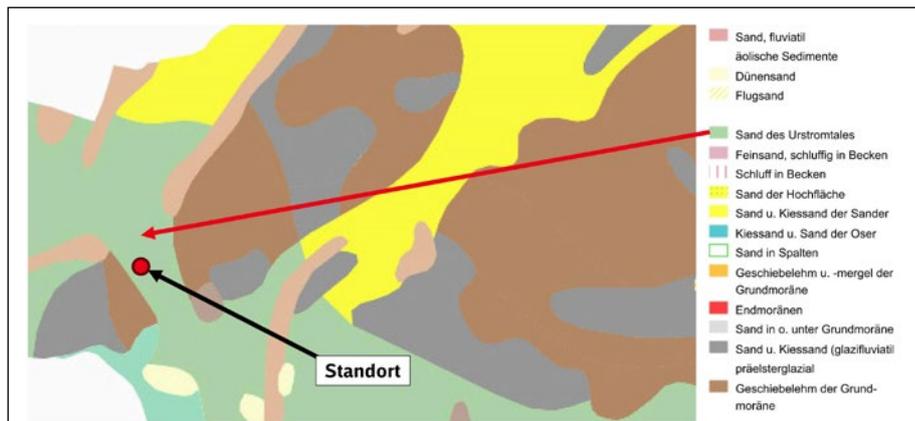


Abb. 3: Auszug der geologischen Übersichtskarte Mecklenburg-Vorpommern 1:500 000

Quelle: [10]

Baubedingt: Bauzeitliche Wasserhaltung / Grundwasserabsenkung

Die Wasserhaltungsmaßnahmen werden in einem sehr begrenzten Zeitraum durchgeführt. Die Grundwasserabsenkung wurde für einen bauzeitlichen Bemessungswasserstand, in etwa auf dem Niveau des MHW, bemessen, also für eine Situation mit einem relativ großen Grundwasserangebot. Bei niedrigen Grundwasserständen werden sich die Fördermengen entsprechend verringern. Das geförderte Grundwasser wird über die Wiederversickerung in den GWK zurückgeführt, sodass keine negativen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des GWK zu besorgen sind.

Baubedingt: Wiederversickerung des Förderwassers der bauzeitlichen Wasserhaltung

Grundsätzlich ist jede Versickerung mit einem Stoffeintrag in den GWK verbunden. Wiederversickerungen von gefördertem Grundwasser können zu einem Schadstoffeintrag führen, wenn mit der Grundwasserförderung eine Schadstofffahne, z.B. von Altlasten im Wirkungsbereich der Absenkung, herangeführt wird. Altlasten oder schädliche Bodenverunreinigungen sind jedoch aus dem Umfeld des Bauvorhabens nicht bekannt. Daher können negative Auswirkungen der Wiederversickerung ausgeschlossen werden.

Baubedingt: Schadstoffeintrag durch den Baustellenbetrieb

Aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Grundwasserüberdeckung besteht eine hohe

Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber baubedingten Schadstoffeinträgen. Im Baustellenbetrieb ist die Einhaltung gängiger Vorschriften zum Umweltschutz (z.B. GefStoffV [11], BImSchV [12]) sicherzustellen. Unter sorgfältiger Berücksichtigung entsprechender Maßnahmen ist davon auszugehen, dass ein Schadstoffeintrag, der sich auf den chemischen Zustand des betroffenen GWK negativ auswirken würde, nicht stattfinden wird.

Baubedingt: Flächeninanspruchnahme (BE-Flächen)

Angesichts der Punktualität und Kleinflächigkeit der Versiegelung durch BE-Flächen ist mit dem Vorhaben keine relevante Verringerung der Grundwasserneubildung verbunden. Weiterhin werden nach Beenden der Bauarbeiten die bauzeitlich beanspruchten Flächen in ihren Ursprungszustand zurückversetzt oder aufgewertet. Demnach sind keine wesentlichen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung zu erwarten.

Anlagebedingt: Flächeninanspruchnahme
Im Rahmen der NeuBaumaßnahme werden Flächen neu versiegelt, während eine Entsiegelung im Bereich der rückzubauenden Bestandsanlage stattfindet. Im Saldo wird der Versiegelungsgrad gegenüber dem aktuellen Zustand durch die Baumaßnahme nicht wesentlich verändert.

Der Bereich des Bauvorhabens weist eine hohe Grundwasserneubildungsrate im natürlichen unbauten Zustand auf. Das auf den Dach-



Visit us at the InnoTrans 2024

Hall 5.2 | Booth 630



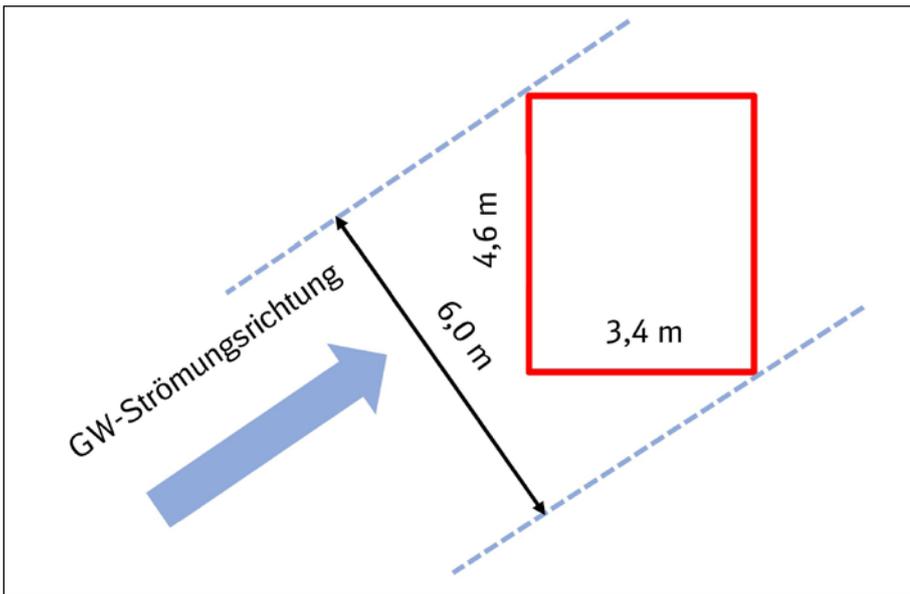


Abb. 4: Geometrische Eingangsdaten für die Berechnung des Aufstaus

Quelle: A. Drumm

$$\Delta h_{\max} = l/2 \cdot J \text{ [m]}$$

l = Breite der Fundamente senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung

J = Hydraulischer Gradient

Als hydraulischer Gradient wurde 0,25 % zum Ansatz gebracht. Aus der angeströmten Breite des Fundamentes und dem hydraulischen Gradienten ergibt sich somit nach [13] ein maximaler Grundwasseraufstau von

$$\Delta h_{\max} = 6/2 \cdot 0,0025 = 0,0075 \text{ m}$$

Der maximale Stauwert (7,5 mm) durch die in das Grundwasser ragenden Fundamentgründungen ist somit als äußerst gering einzustufen. Aus diesen Gründen kann eine Beeinflussung der Hydraulik des GWK mit Auswirkungen auf das Wasserdargebot ausgeschlossen werden.

Anlagebedingte Verschlechterungen der Grundwasserdarbot sind nicht zu befürchten. Demnach ist mit dem Vorhaben keine Beeinflussung der Grundwasserhydraulik und somit Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands des betroffenen GWK verbunden.

flächen anfallende Niederschlagswasser wird über eine Muldenversickerung wieder dem GWK zugeführt. Auf den versiegelten und teilversiegelten Verkehrsflächen anfallendes Niederschlagswasser wird durch die vorgesehene randliche Versickerung ebenfalls dem GWK zugeführt. Daher ist mit dem Vorhaben keine relevante Verringerung der Grundwasserneubildung verbunden.

Anlagebedingt: Beeinflussung der Hydraulik durch in den Wasserkörper reichende Bauteile
Ein potenziell anlagebedingter Wirkfaktor ist die Beeinflussung der Grundwasserhydraulik durch in das Grundwasser reichende Bauteile. Es handelt sich hierbei um Einzelfundamente,

die nur punktuell auf die Grundwasserhydraulik einwirken.

Aufgrund des geringen hydraulischen Gradienten und der hohen Durchlässigkeit des Aquifers ist von einer geringen Stauwirkung auszugehen. Die Stauwirkung der Fundamente wurde anhand des empirischen Berechnungsansatzes nach Schneider [13] überschlägig berechnet. Auf der sicheren Seite liegend wurde hierbei für die Fundamente mit den größten Abmessungen (4,6 m x 3,4 m) der ungünstigste Fall einer Anströmung etwa 45 % zur Fundamentachse zum Ansatz gebracht. Die angeströmte Breite der Fundamente beträgt dann ca. 6 m senkrecht zur SW - NO gerichteten Strömungsrichtung (Abb. 4).

Betriebsbedingt: Einleitung von Niederschlagswasser – Versickerung

- Entwässerung der Dachflächen: Für die geplante Muldenversickerung des bei der Dachflächenentwässerung anfallenden Niederschlagswassers wurde im Rahmen der Genehmigungsplanung [6] eine Bemessung nach DWA-A 138 [15] und DWA-M 153 [16] vorgenommen. Die Bemessungen beinhalten eine emissions- und immissionsbezogene Bewertung der Muldenversickerung. Der bei der Bewertung gem. [16] ermittelte Emissionswert E von 0,9 unterschreitet den Wert der Gewässerpunkte G von 5 deutlich. Die Muldenversickerung gewährleistet somit eine schadhafte Versickerung des von der

GIMOTA Steckverbinderlösungen - bewährt, sicher und hocheffizient

Modulare Rechtecksteckverbinder von GIMOTA ermöglichen flexible Anschlussmöglichkeiten für Energie, Signale und Daten - auch unter extremen Umgebungsbedingungen, wie zum Beispiel in Schienenfahrzeugen. Sie erfüllen die wichtigsten Bahnnormen wie Brandschutz EN 45545-2R22, R23 / HL1, HL2, HL3, Schutzart IP65 / IP67 und IP69 (Hochdruckreinigung) nach DIN EN 60529 und Schock- und Vibrationstest nach EN 61373 Kategorie 1 Grad b.



Seit mehr als 60 Jahren spezialisiert auf Bahnstecker
Besuchen Sie uns an der InnoTrans in der Halle 12 am Stand 240

Die bahntauglichen TRAC D-SUB, TRAC F und M12 Anschlüsse bieten individuelle und leistungsfähige Daten- und Signalübertragungskapazitäten bei gleichzeitig höchster Betriebssicherheit. Die TRAC-Steckverbinder sind individuell kodierbar, um Fehler beim Stecken der Steckverbinder auszuschließen. Der 360°-Schirmanschluss sorgt für einen optimalen Schirmübergang vom Kabel zur leitenden Fläche des Steckers.



GIMOTA AG | Chrummacherstrasse 3 | 8954 Geroldswil | Schweiz | Tel: +41 44 749 30 10 | Web: www.gimota.ch

Dachfläche abgeleiteten Niederschlagswassers. Verschlechterungen des chemischen Zustands des GWK sind durch die Dachflächenentwässerung nicht zu gewärtigen. [16] wird durch die demnächst in Kraft tretende Neufassung der DWA-A 138-1 [17] ersetzt.

- Entwässerung der befestigten Verkehrsflächen: Die befestigten Verkehrsflächen innerhalb der Anlage sowie die Zufahrt werden in Pflasterbauweise ausgeführt. Das auf den Pflasterflächen anfallende Niederschlagswasser entwässert in freiem Gefälle auf angrenzende stabilisierte Flächen zur diffusen, breitflächigen Versickerung über die belebte Bodenzone. Das Sickerwasser passiert eine durchwurzelte Bodenschicht mit entsprechendem Filter und Resorptionsvermögen. Die befestigten Flächen in der Zufahrt und in der Anlage werden nur selten zu Wartungs- und Reparaturarbeiten begangen bzw. befahren. In Anwendung der DWA-A 138 [15] können die abfließenden Niederschlagswässer deshalb hinsichtlich ihrer Qualität als unbedenklich bis tolerierbar und nicht schädlich verunreinigt eingestuft werden.

Im Ergebnis der Wirkfaktoren Betrachtung konnte für den Beispielfall nachgewiesen werden, dass durch das Vorhaben keine Verschlechterung des chemischen und/oder mengenmäßigen Zustands des betroffenen GWK zu besorgen ist.

Wasserabhängige terrestrische Ökosysteme

Der einzige Wirkfaktor, der auf wasserabhängige terrestrische Biotope einwirken könnte, ist die temporäre Verringerung des Wasserdargebotes während der bauzeitlichen Wasserhaltung. Das nächstgelegene wasserabhängige terrestrische Biotop befinden sich weit außerhalb der Reichweite der Absenkungstrichter der bauzeitlichen Wasserhaltung.

Laut Landschaftspflegerischem Begleitplan (LBP) [14] liegen innerhalb der potenziellen Absenkungstrichter der bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen schützenswerte Baumbestände. Für diese Baumbestände wurden für den Fall einer Überschneidung der Wasserhaltung mit der Vegetationsperiode Bewässerungsmaßnahmen festgelegt.

Exkurs: Wirkfaktor betriebsbedingte Emissionen durch den Bahnverkehr

Der Beispielfall beinhaltet keine betriebsbedingten Wirkfaktoren durch den Bahnverkehr. Im Bereich der Gleisanlagen ist von einer be-

triebsbedingten Entstehung bzw. Freisetzung von Schadstoffen auszugehen, die durch Niederschlagswasser mobilisiert, in den Untergrund versickern und somit dem Grundwasser zugeführt werden könnten. Auswirkungen auf den chemischen Zustand des GWK können hier nicht ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die betriebsbedingten Schadstoffemissionen aus dem Bahnverkehr allerdings eher gering (siehe [18] und [19]). Die Schadstoffe stammen hauptsächlich aus Abrieb der Oberleitungen und Gleise sowie Schmierstoffen. Hauptsächlich werden Eisen, aber auch Kupfer, Zink, Mangan, Chrom, Nickel, Vanadium und Blei in geringen Konzentrationen aus Abrieb der Gleise und Oberleitungen freigesetzt.

Die potenziellen Schadstoffeinträge in das Grundwasser aus Gleisentwässerungen über Versickerungsanlagen können mit der Neufassung des Arbeitsblattes DWA-A 138-1 [17] bewertet werden. Zur emissionsbezogenen Bewertung werden in [17] die entwässerten Flächen in die Belastungskategorien I (gering belastetes Niederschlagswasser), II (mäßig belastetes Niederschlagswasser) und III (stark belastetes Niederschlagswasser) unterteilt. [17] enthält Zuordnungen von Gleisanlagen bestimmter Bauart und Nutzung zu Belastungskategorien. Basierend auf dieser Eingruppierung können in [17] Anforderungen an eine Behandlung abgeleitet werden, um eine schadlose Einleitung zu gewährleisten. So ist z. B. bei Muldenversickerungen die Mächtigkeit der bewachsenen Bodenzone bzw. die Größe der Versickerungsfläche entsprechend anzugleichen. Bei Berücksichtigung der Maßgaben in [17] kann von einer schadlosen Versickerung ausgegangen werden.

Der evtl. betriebsbedingt erforderliche Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur chemischen Vegetationskontrolle (CVK) ist Gegenstand gesonderter Genehmigungsverfahren und wird daher im Rahmen des Fachbeitrags nach WRRL nicht behandelt. ■

QUELLEN

- [1] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie WRRL)
- [2] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) (2014): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. November 2014 (BGBl. I S. 1724) geändert worden ist
- [3] https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Umweltschutz/52_Mustergliederung_Fachbeitrag_WRRL.html, Stand: Mai 2023, 19.06.2024 um 20:00
- [4] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) (2017): Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I

- S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist
- [5] Niedersächsischer Staatsbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Anforderungen aus der WRRL an das Grundwasser, <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserrahmenrichtlinie/grundwasser/anforderungen-aus-der-wrll-an-das-grundwasser-43984.html>, 19.06.2024 um 20:15
- [6] DB Energie GmbH: Genehmigungsplanung, Leipzig / Berlin, 10/2021
- [7] DB Engineering & Consulting GmbH, Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie, Leipzig 02/2024
- [8] Bundesanstalt für Gewässerkunde: Geoportal „Wasserblick“, Wasserkörpersteckbriefe aus dem 3. Zyklus der WRRL (2022-2027), https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB_2021/index.html?lang=de&wm=2D&s=4622333.67897759&r=0&c=563594.9039036152%2C5676998.40659268.19.06.2024 um 20:20
- [9] GeoVersal Ingenieurgesellschaft GmbH: Baugrundgutachten, Berlin, 03/2021
- [10] Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>, 19.06.2024 um 20:25
- [11] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
- [12] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV)
- [13] Schneider, G.: Beeinflussung des Grundwasserstroms durch Bauwerke mit räumlicher Erstreckung, Bautechnik, Band 75, 5/1995, S. 289 – 297
- [14] Schimmelmann Consult GmbH: Landschaftspflegerischer Begleitplan, Nuthetal, 10/2021
- [15] Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [16] Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser Hennef: DWA (2007)
- [17] Arbeitsblatt DWA-A 138-1, Entwurf Weißdruck (Mai 2023): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb
- [18] Damo, M.; Adolph, G.; Dox, J.; Brauner, M.: Neueste Untersuchungen bestätigen: Gleisabwasser ist nur gering belastet, DER EISENBÄHNINGENIEUR 10/2020, S. 28
- [19] Braun, C.; Gälli, R.; Kammer, C.: Belastung durch Gleisabwasser, Aqua & Gas 07+08/2013, S. 40-48

VDE Fachausschuss GEOTECHNIK



Dipl.-Geol. Andreas Drumm
Seniorexperte Hydrogeologie/
Wasserrechte
DB Engineering & Consulting GmbH,
Leipzig
andreas.a.drumm@db-eco.com



Dipl.-Ing. Robert Ecke
Fachplaner Bauliche Anlagen
DB Energie GmbH, Hamburg
robert.ecke@deutschebahn.com

For your safety
we go the extra mile.

