

Regenwasserversickerung mit Fokus Bahnstreckenentwässerung

Die Regenwasserversickerung ist das wirksamste Mittel zur Verbesserung des Wasserkreislaufes.

IMRAN SEVIS | JOACHIM KORN |
HANS-JOACHIM KAINDL

Durch die fortschreitende Versiegelung der Landschaft wird der natürliche Wasserkreislauf verändert. Die Veränderung des Wasserkreislaufes bringt viele Nachteile mit sich. Grundwasserabsenkung, Belastung des Vorfluters, Überlastung der Abwasserentsorgungsanlagen, Senkung der Trinkwasserqualität und Überschwemmung sind nur einige der Folgen. Um den Wasserkreislauf zu verbessern und damit die Lebensqualität der Bevölkerung zu gewährleisten, müssen neben den Maßnahmen zur Minimierung der Versiegelung auch entsprechende technische Maßnahmen zur Regenwasserversickerung getroffen werden. In diesem Zusammenhang ist die dezentrale Regenwasserversickerung das wirksamste Mittel zur Verbesserung des Wasserkreislaufes.

Regenwasserbewirtschaftung

Auf natürlichen Oberflächen kann das Regenwasser weitgehend versickern und/oder verdunsten (Abb. 1a). Der Rest fließt oberirdisch ab, wobei in naturbelassenen Räumen der reine Oberflächenabfluss in der Regel gering ist. Das versickernde Regenwasser ist dabei ausschlaggebend für die Grundwasserneubildung. Mit zunehmender Versiegelung wird der natürliche Wasserkreislauf gestört (Abb. 1b). Der Oberflächenabfluss nimmt zu, damit gelangt mehr Wasser in die Kanalisation und es steht weniger Volumen zur Versickerung und/oder Verdunstung zur Verfügung. In der Folge sinkt der Grundwasserspiegel und die Lufttemperatur steigt an, das Mikroklima verändert sich

nachteilig. Mittel- bis langfristig leidet die Bodenqualität unter der Wasserverknappung. Diese Prozesse verstärken sich immer weiter und führen unter Umständen zum Austrocknen kleinerer Gewässer und zum „Verkümmern“ von Flora und Fauna (Biodiversität). Wenn eine Entsiegelung von befestigten und versiegelten Flächen nicht möglich ist, sollten entsprechende technische Maßnahmen zur Entwicklung einer „künstlichen“ Grundwasserneubildung oder Maßnahmen zur Verbesserung der natürlichen Grundwasserneubildungsrate getroffen werden (Abb. 1c). Das Ziel ist, das Niederschlagswasser möglichst geregelt von befestigten Flächen abzuleiten und dann verlustfrei und möglichst ortsnah in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen.

Das Regenwasser sollte über eine Flächenversickerung, vorzugsweise über eine bewachsene Bodenschicht in den Untergrund eingeleitet werden. Wenn dies z.B. aufgrund von fehlender Flächenverfügbarkeit nicht möglich ist, dann bieten sich alternativ unterirdische Versickerungsanlagen (Abb. 1c) an. Als letzte Möglichkeit kann das Regenwasser unter Einhaltung der gesetzlichen Randbedingungen in ein Gewässer abgeleitet und somit wenigstens dem großräumigen Wasserkreislauf wieder zugeführt werden.

Entlastung der Abwasserbehandlungsanlagen

Bei Regenwetter sind die Kanalnetze oft überlastet. Durch Abkopplung des Regenwassers von den Abwasserkanälen mittels Regenwasserversickerung verringert sich der Betriebsaufwand der Abwasserklärung. Die Reinigungsleistung einer Kläranlage verbessert sich, da Bakterien am besten „arbeiten“, wenn die Abwässer unverdünnt sind.

Reduzierung von Überflutungsgefahren

Durch die Regenwasserversickerung reduziert sich der Anteil des Oberflächenwassers, der in ein Gewässer abgeleitet werden muss. Dadurch entschärft sich die potenzielle Hochwassersituation im Gewässer. Die Abkoppelung des anfallenden Regenwassers führt insgesamt dazu, dass sich Spitzenabflüsse in Kanalnetzen reduzieren. Dadurch nimmt die Gefahr von Überflutungen allgemein und aus Kanalnetzen heraus ab.

Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung durch Versickerung

Die Regenwasserbewirtschaftung und als besonderer Faktor die diversen Versickerungstechniken werden seit vielen Jahren zur Verbesserung der Regenwasserqualität und zur Beherrschung von Hochwassersituationen eingesetzt. Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Form von Versickerungsanlagen ist eine bedeutsame Alternative zur Entwässerung über die öffentliche Kanalisation. Hierbei stehen Ziele wie Grundwasserneubildung, Erhaltung der Trinkwasserqualität, Entlastung der Kanalnetze, Hochwasserdämpfung und Klimaverbesserung im Vordergrund. Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten der Regenwasserversickerung. Ein Großteil der im Folgenden aufgeführten Versickerungsmöglichkeiten ist genehmigungspflichtig.

Eine wichtige Voraussetzung für die Versickerung bildet die ausreichende Durchlässigkeit der Böden. Eine Entwässerungsanlage arbeitet immer dann korrekt, wenn das anfallende Niederschlagswasser schadensfrei abgeleitet wird. Dies ist genau dann der Fall, wenn der Oberflächenwasserzufluss geringer oder gleich der Versickerungsleistung der Versickerungsanlage ist. Im Folgenden werden sechs verschiedene Arten der Regenwasserversickerung kurz vorgestellt und anschließend wird die Bahnstreckenentwässerung detailliert erläutert.

Flächenversickerung

Die Flächenversickerung ist das einfachste Prinzip der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. Hier findet eine großflächige Versickerung des Regenwassers über belebte Bodenflächen (Mutterboden) statt. In den oberen 20 bis 30 cm kommt es so zu einem Schwebfrachtabbau. Hierbei werden die Regenabflüsse auf eine gut durchlässige Fläche geleitet, auf der sie versickern. Eine Zwischenspeicherung wie bei der Muldenversickerung gibt es nicht.

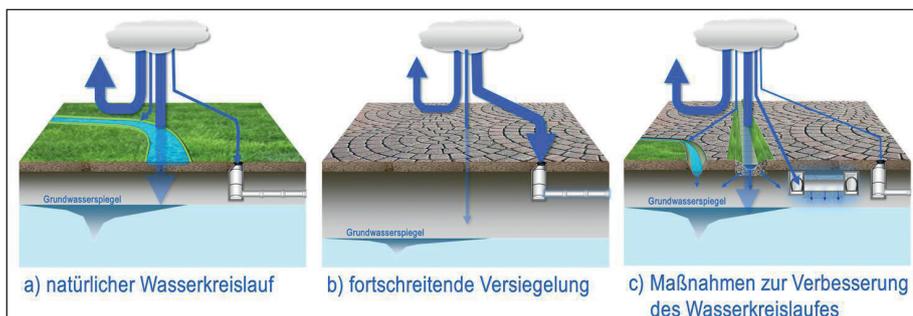


Abb. 1: Wasserkreislauf

Quelle: I. Sevis

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Fichtner Water & Transportation GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group GmbH 2020

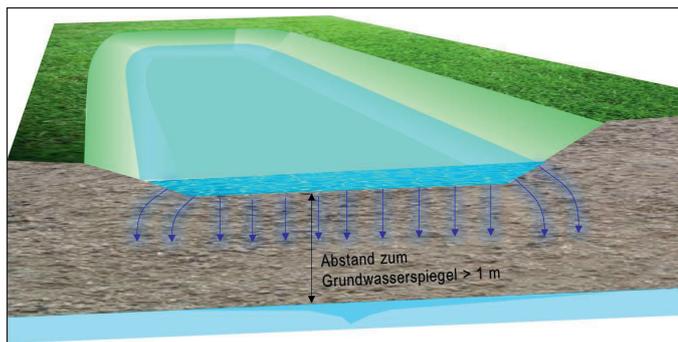


Abb. 2: Muldenversickerung

Quelle: I. Sevis

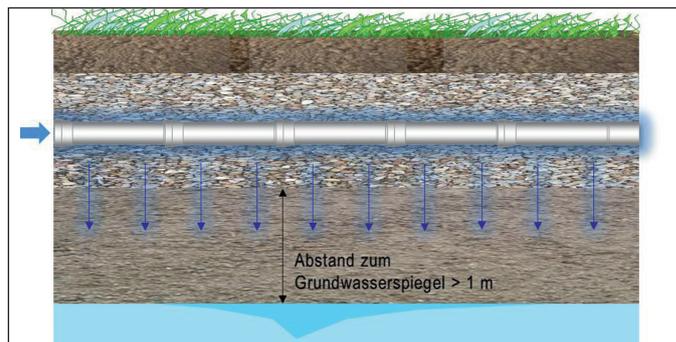


Abb. 3: Rigolenversickerung

Quelle: I. Sevis

Flächenversickerung ist ein geeignetes Verfahren, wenn genügend ebene Freifläche zur Verfügung steht und der Boden eine gute bis sehr gute Durchlässigkeit aufweist. Außerdem muss der Grundwasserflurabstand hoch genug sein, damit genügend Versickerungstrecke (Volumen) vorhanden ist.

Muldenversickerung

Das Niederschlagswasser wird in die Mulde geleitet und dann der gravitativen Versickerung überlassen. Hier wird das Regenwasser zeitweise gespeichert und über die belebten

Bodenzonen kontinuierlich in den Untergrund versickert (Abb. 2).

Rigolenversickerung

Bei der Rigolenversickerung wird das Regenwasser mittels Versickerungsrohren in einen künstlich errichteten Kieskörper geleitet (Abb. 3). Diese Versickerungsart bietet sich bei schlechter durchlässigen Böden an, damit die darunter liegenden, gut durchlässigen Bodenschichten erreicht werden.

Der Vorteil der Rigolenversickerung ist die Nutzbarkeit des Grundstückes. Da die Ver-

sickerung hier nicht über belebte Bodenschichten erfolgt, ist als Nachteil eine geringere Reinigungsleistung hinzuzunehmen. Innerhalb von Wasserschutzzonen ist deshalb diese Art der Wasserversickerung nicht ohne zusätzliche Behandlung des Wassers zulässig.

Mulden-Rigolen-Versickerung

Die verschiedenen Methoden zur Versickerung lassen sich fast beliebig kombinieren und können so optimal an die jeweiligen Vor-Ort-Situationen angepasst werden. Eine

porosit® in Vertriebskooperation mit

Spezialprodukte für den Verkehrswegebau

- Bahnübergangssystem **BODAN**
- Bahnsteigsysteme
- GFK-Konstruktionen
- Kabelbauprodukte aus Beton und Kunststoff

Der Spezialist für den Verkehrswegebau

- Gleiseindeckungssystem **BODAN** aus Polymerbeton, optional auch mit reflektierender Oberfläche **REFLO**
- Gleiseindeckungssystem Gleistragplatten **GTP-W** und **BO-TRACK**
- Dienst- und Rettungswege aus Beton und GFK mit und ohne Montage
- GFK-Konstruktionen mit und ohne Montage
- Kabelschacht- und Kanalsysteme aus Beton bzw. Kunststoff (erdverlegt und aufgeständert)
- Betonfertigteile Bahnbau - Tiefbau
- Blindenleitsystem **ÖBS**® / **BO-TAKT**
- Betonsohlschalen-Systeme
- Porosit® Drän-Versickerungssystem

Ökologisch und wirtschaftlich sinnvolle Lösung für das Drän-Versickerungssystem für die Bahn

TM: 4-2019-10595 I.NPF 2 gültig bis 30.11.2024

Unser Service: Technische Beratung | Planungshilfe (BIM) | Hydraulische Berechnungen

Porosit-Betonwerke GmbH | Niedervorschützer Str. 15 | 34587 Felsberg
 Telefon: +49 (0) 56 62 / 93 93 - 0 | Fax: +49 (0) 56 62 / 93 93 - 11
 E-Mail: info@porosit.de | www.porosit.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Fichtner Water & Transportation GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group GmbH 2020

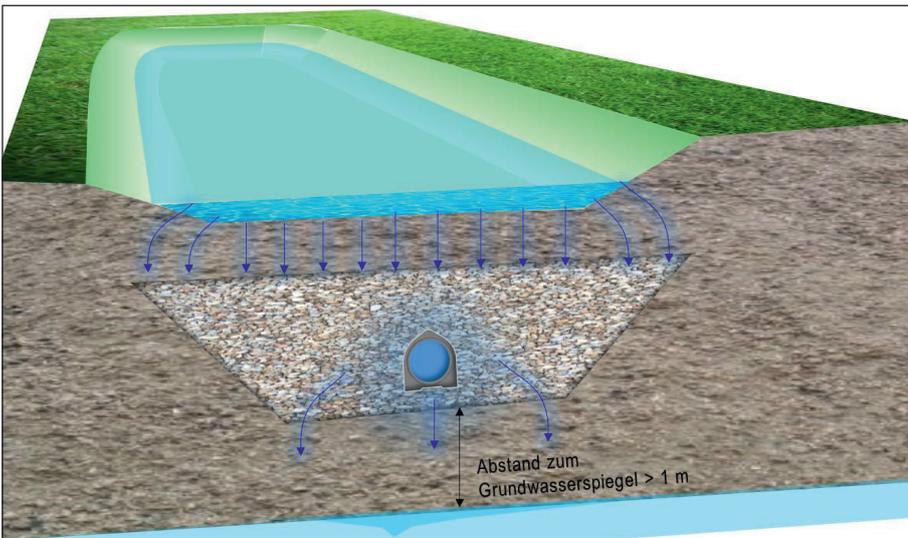


Abb. 4: Mulden-Rigolen-Versickerung

Quelle: I. Sevis

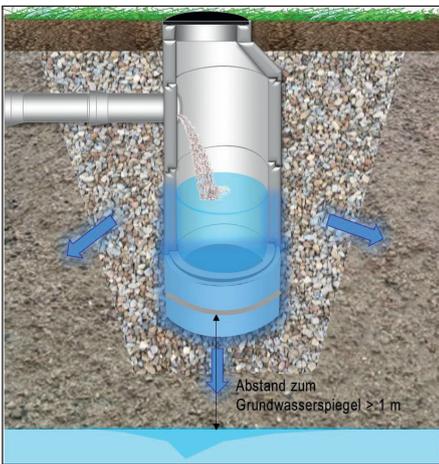


Abb. 5: Schachtversickerung

Quelle: I. Sevis

schicht gelangt das Niederschlagswasser in den künstlich errichteten Kieskörper (Rigole), um so den Versickerungsweg und die Volumenströme zu optimieren.

Schachtversickerung

Bei der Schachtversickerung wird das Regenwasser über Schachtbauwerke in den umliegenden Boden eingeleitet (Abb. 5). Bei starken Regenfällen kann Wasser im Schacht zwischengespeichert werden (nur kleine Volumina). Zur Verbesserung der Versickerung wird der Bodenbereich um den Schacht durch gutdurchlässige Substrate ersetzt; dadurch kann auch verhindert werden, dass feinkörniger Boden in den Schacht eingespült wird. Mit der Schachtversickerung kann die tiefere durchlässige Bodenschicht erreicht werden.

Versickerungsgalerie

Die Versickerungsgalerie (Abb. 6c) ist ein neuartiges, leistungsfähiges Entwässerungssystem, welches aus mehreren begehbaren

Rohrsträngen besteht. Die Versickerung erfolgt unterirdisch. Das für die Versickerung vorgesehene Grundstück kann uneingeschränkt genutzt werden – kein Oberflächenbedarf für die Versickerung. Wegen der fehlenden Bodenpassage muss das anfallende Regenwasser vor der Einleitung in die Anlage in einem Absetzbecken/Schlammfang oder in einem Filter (Abb. 6b) vorgereinigt werden. Wenn für die Oberflächenentwässerung keine Vorflut vorhanden ist und auch eine Anbindung an das örtliche Kanalnetz aufgrund der Abgeschlossenheit des Standortes nicht möglich ist, ist die Versickerungsgalerie die vorzuziehende Ableitungsvariante.

Für die Dauerhaftigkeit der Anlage und die nachhaltige Grundstücksnutzung spielen die verwendeten Rohrmaterialien eine große Rolle. Die Rohrstränge müssen größere Wasseraustrittsflächen besitzen und die Anlage muss mit bis zu 80% Verstopfung funktionsfähig bleiben. Das Drainagerohr muss bei Bedarf den Druckbelastungen aus der Überdeckung und der Flächennutzung (z.B. bei Verkehrslasten von SLW 60) standhalten. Bei größeren Versickerungsanlagen sind die Einbautiefen von einer oberflächennahen Verlegung in 2,0 m Tiefe bis hin zu über 10,0 m tiefen Lagen mit der jeweiligen Materialwahl zu korrelieren.

Für eine Versickerungsgalerie sind aus der Anforderungssicht Versickerungsrohre aus haufwerksporigem Beton besonders gut geeignet. Herstellungstechnisch werden beim haufwerksporigen Beton annähernd gleich große Zuschlagstoffe nur punktweise mit einem hydraulischen Bindemittel miteinander verkittet, sodass Hohlräume entstehen.

Ein bereits in der Umsetzung befindliches Beispiel für eine Versickerungsgalerie wird derzeit im Rahmen einer Gewerbegebieterschließung, für die eine Entwässerungsanlage zwingend erforderlich ist, in der Gemeinde Schkeuditz ausgeführt.

Da keine Vorflut in erreichbarer Distanz vorhanden ist und auch eine Anbindung an das

häufige Kombination ist die Mulden-Rigolen-Versickerung (Abb. 4). Hierbei wird das anfallende Niederschlagswasser oberflächlich zuerst in eine ausgebildete Mulde geleitet. Nach Passage der belebten Mutterboden-

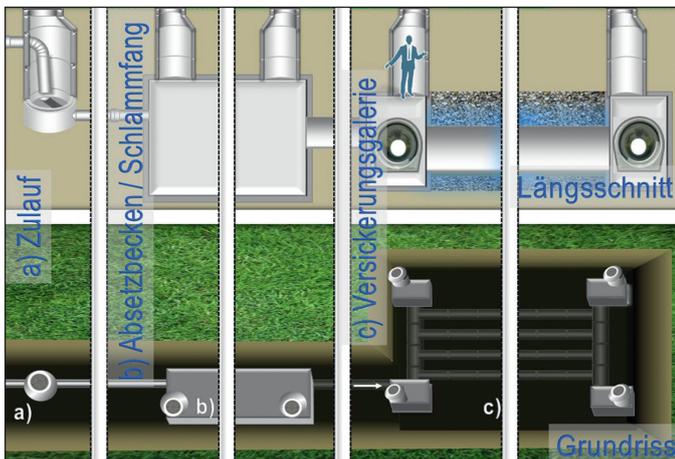


Abb. 6: Versickerungsgalerie (Konzept und hydraulische Auslegung)

Quelle: I. Sevis



Abb. 7: Versickerungsgalerie Airportpark/Watzschkenbreite Schkeuditz

Quelle: K. Jenke ICL

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Fichtner Water & Transportation GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group GmbH 2020

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 4/20

- Auf dem Weg zum Digitalen Knoten – Knoten Stuttgart
- Der digitale Lebenszyklus einer Anlage im Bau und Betrieb
- Digitalisierung als Schlüssel für die Zukunft der Bahn
- Real Time Optimierung
- Projekt URD-Express
- BIM Kompetenz in der Infrastrukturplanung – Geodäsie im Wandel

Anzeigenschluss: 12.3.20

Erscheinungstermin: 8.4.20

Ausgabe Nr. 5/20

Offizielles Tagungsheft zur 62. Oberbaufachtagung des VDEI, Darmstadt

- Trends und Anforderungen in der Zweigelektrotechnik
- Intelligenter Weichenantrieb
- Ganzheitliche Instandhaltungskonzepte – Weichenfräs-Expertise
- Präventive Instandhaltung an Weichenantrieben mittels analytischer Methoden
- Sicherung der Vegetationsmitarbeiter über Warnsysteme
- Zustandserfassung von Bahnoberleitungen mit unbemannten Luftfahrzeugen

Anzeigenschluss: 9.4.20

Erscheinungstermin: 7.5.20

Ausgabe Nr. 6/20

- Neue Standards für Behelfsbahnsteige
- Baustandards Personenbahnhöfe und digitale Bauteilbibliothek
- Fortschreibung der Instandhaltungsstrategie und Planung bei DB Station&Service AG
- Projekt i-Lena – Lärmschutz
- ETCS L2 im Bahnknoten Rom
- Beispiele für Kreislaufwirtschaft bei SBB Infrastruktur

Anzeigenschluss: 12.5.20

Erscheinungstermin: 3.6.20

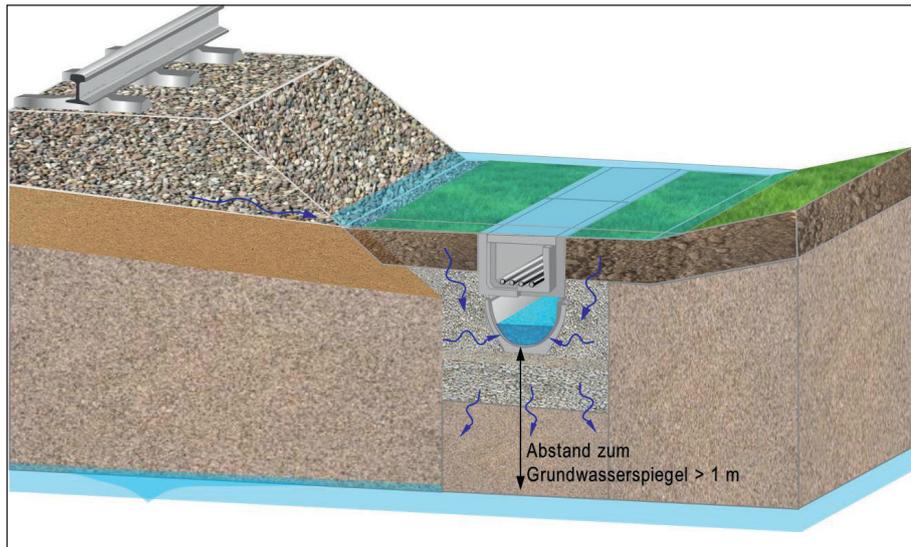


Abb. 8: Bahnstreckenentwässerung

Quelle: I. Sevis

örtliche Kanalnetz ebenfalls nicht möglich ist, ist die Versickerung die Vorzugsvariante für die Wasserableitung. Die ursprüngliche Planung sah drei offene, umpfundete Versickerungsbecken mit einer mittleren Tiefe von ca. 5 m unter Geländeoberkante vor. Der Flächenbedarf für diese Planung betrug ca. 5800 m².

Da dies die vermarktbare Gewerbefläche deutlich reduziert hätte – verringerte Wirtschaftlichkeit des Projektes –, wurden in der Planungsfortschreibung stattdessen unterirdische, überbaubare Versickerungsgalerien geplant, die aktuell errichtet werden. Abb. 7 gibt einen Eindruck des Bauzustandes.

Nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der Anlage ist die Erstellung eines Erfahrungsberichtes vorgesehen.

Bahnstreckenentwässerung

Die Ableitung des Oberflächen- und Sickerwassers sowie die Trockenhaltung des Erdplans sind wichtige Voraussetzungen für eine dauerhafte Standsicherheit und einen wirtschaftlichen und lang aufrechtzuhaltenden Betrieb der Bahnstrecken.

Im Jahr 2003 wurde für eine Bahnstreckenentwässerung bei der Regiobahn GmbH in Mettmann das Drän-Versickerungssystem eingebaut. Zehn Jahre später wurde ein Erfahrungsbericht veröffentlicht. Dabei wurde festgestellt, dass mit dem Drän-Versickerungssystem alle gesetzten Entwässerungsziele erreicht oder sogar übertroffen wurden und die Funktionalität der Entwässerung weiterhin Bestand hat.

Das kombinierte Entwässerungssystem besteht aus einem Versickerungs- bzw. Ableitungsgraben mit haufwerksporigen Betonhalbschalen und begehbaren Abdeckplatten als Rand- und Evakuierungsweg. Die hier vorgestellte Anlage beinhaltet die Dränung und Versickerung, den Kabelkanal sowie den Randwegbereich als eine Einheit (Abb. 8).

Das Sickerwasser aus den Bahnbereichen fließt dem Versickerungsgraben zu. Die haufwerksporigen Betonhalbschalen dienen versickerungstechnisch sowohl als Ableitungs- als auch Vorhaltungselement. Das Drän-Versickerungssystem kann ab sofort zur Ausnutzung der natürlichen Reinigungsleistung um eine belebte Bodenzone erweitert werden.

Umweltaspekte der Bahnstreckenentwässerung

Das der Grundwasserneubildung dienende Wasser muss dabei frei von Verunreinigungen sein.

Eisenbahnverkehrsflächenimplementierte Verunreinigungen:

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Holzgleisschwellenbehandlung
- Abrieb von Schienen, Rädern und Oberleitungen
- Rückstände von öligen Flüssigkeiten und Feststoffen mit z.B. Schwermetallen, Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)
- Herbizide als Rückstände der chemischen Vegetationskontrolle.

Für die Rückhaltungs- und Reinigungsvorgänge spielen die hydrogeologischen und sedimentologischen Gegebenheiten des Bodens oft eine wichtige Rolle, da sie verschiedene physikalische, chemische oder biologische Prozesse beeinflussen.

Damit eine befriedigende Reinigung des zu versickernden Niederschlagswassers stattfinden kann, ist eine ausreichende Versickerungstrecke erforderlich. Eine Begrünung der Oberfläche (z.B. kurzhalziger Rasen) begünstigt diese Prozesse.

Schwermetalle werden hauptsächlich durch Sorption, organische Bindung und in untergeordnetem Maß durch chemische Fällungsprozesse im Boden angelagert. Hierbei haben der Tongehalt und der Humusgehalt des Bodens einen wichtigen Einfluss [11]. An den Oberflächen von Huminstoffen, Tonmineralen sowie Eisen-

Haben Sie Fragen?

Kontakt: Silvia Sander

Telefon: +49/40-23714-171

E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

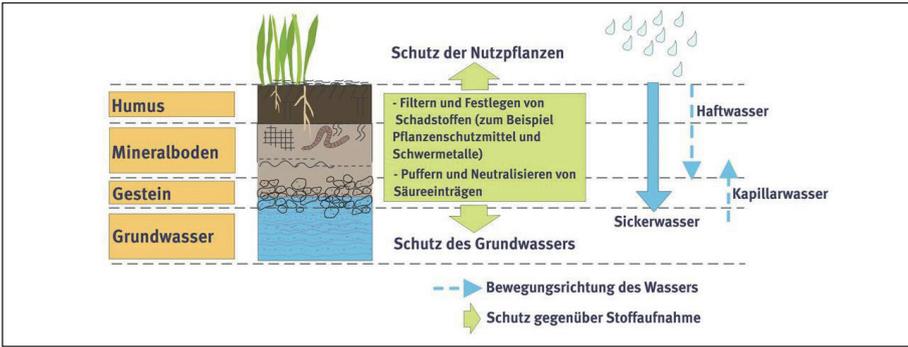


Abb. 9: Boden als Filter

Quelle: S. Marahrens /Umweltbundesamt



Abb. 10: Belebte Bodenzusammensetzung

Quelle: J. Korn / J. U. Kügler



Abb. 11: Kombinierte Entwässerungsanlage, Randweg, belebter Boden

Quelle: J. Korn

und Manganoxiden des Bodens haften sich auch organische Stoffe an. Ein Abbau von Herbiziden kann durch mikrobielle Tätigkeit erfolgen. Das Korngefüge und sorptionsfähige Eigenschaften des Bodens können auch eine mechanische Reinigung bewirken, was auch zu einem Rückhalt besonders feiner fester Bestandteile im Sickerwasser führt. Besonderer Wert ist auf die Reinigungsleistung des durchströmten Oberbodens zu le-

gen. Der Boden, durch den versickert wird, darf nicht vorbelastet sein. Für eine ausreichende Reinigung und gute Versickerungsfähigkeit wurde im Projekt der Regiobahn GmbH ein Oberboden mit folgender Zusammensetzung hergestellt:

- Kiessand: 53 Gew.-%
- Kompost: 25 Gew.-%
- bindiges Material (Erde): 15 Gew.-%
- Tonmehl: 7 Gew.-%

QUELLEN

[1] ATV-DVWK-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen
 [2] DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
 [3] ATV-A 166 Bauwerke der dezentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung
 [4] ATV-DVWK-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
 [5] Regelwerk Ril 836 Deutsche Bahn AG
 [6] Korn, J.; Fischer, J., Sevis, I.: Kombinierte Entwässerungsanlage, EI - DER EISENBAHNINGENIEUR, Heft 09/2004
 [7] Korn, J.; Sevis, I.: Erfahrungsbericht, kombinierte Entwässerungsanlage, EI - DER EISENBAHNINGENIEUR, Heft 05/2013
 [8] Sevis, I.: Drän-Versickerungssystem mit Kabelkanal, EI - DER EISENBAHNINGENIEUR, HEFT 08/2017
 [9] Sevis, I.: Value Management am Beispiel der Bahnstreckenentwässerung EI - DER EISENBAHNINGENIEUR, Heft 01/ 2018
 [10] Sevis, I.: Entwässerung von Bahnstrecken, RegioTrans 2018, Kuhn Fachverlag
 [11] Remmler, F.; Schötter, U.: Qualitative Anforderungen an eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, Analytica-Verlag, 1998, Berlin



Dipl.-Ing. Imran Sevis

Abteilungsleiter Wasserbau
 Professional in Value Management
 Fichtner Water & Transportation
 GmbH, Essen
 imran.sevis@fwt.fichtner.de



Dipl.-Ing. Joachim Korn

Geschäftsführer
 J. Korn Consulting GmbH, Essen
 j.k@kornconsulting.de



Dipl. Geograph Hans-Joachim Kaindl

Referent Umwelttechnik
 DB Netz AG, Frankfurt a. Main
 Hans-Joachim.Kaindl@deutschebahn.com

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Fichtner Water & Transportation GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DW Media Group GmbH 2020