

02.22 Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes (Ausgabe 2019)

Problemstellung

Die orts- und naturnahe Versickerung von Regenwasser ist einer kanalgestützten Regenentwässerung aus rechtlichen, wasserwirtschaftlichen, ökologischen sowie ökonomischen Gründen prinzipiell vorzuziehen (Drucksache des Abgeordnetenhauses 18/0212 und 18/0447). Versickerung stellt die technische Einbringung von Niederschlagswasser durch entsprechende Anlagen in den Untergrund dar. Die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser direkt vor Ort wird maßgeblich durch die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten, wie Aufbau des Untergrundes, Wasserdurchlässigkeit und die Grundwasserverhältnisse bestimmt. Bei der Planung von Versickerungsanlage sind neben den Eigenschaften des Untergrundes als weitere Einflussfaktoren mögliche Bodenverunreinigungen oder Altlasten, die Eigenschaft angeschlossener Flächen, die Verfügbarkeit von Flächen sowie wasserbehördliche und rechtliche Vorgaben zu berücksichtigen.

Für die Planung von Versickerungsanlagen sind somit möglichst genaue Kenntnisse der örtlichen geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten und der Wasserdurchlässigkeit des Sickertraumes erforderlich. Die Wasserdurchlässigkeit ist die Eigenschaft des Untergrundes, Wasser in seinem Porenraum zu leiten, welche in erster Linie von der Korngrößenverteilung der Lockersedimente, dem Gefüge und damit vom effektiven Porenvolumen des Untergrundes abhängt. Lockersedimente mit hohen Sandgehalten haben eine wesentlich höhere Durchlässigkeit als tonige, schluffige Sedimente, beispielsweise aus Geschiebemergel. Zur Charakterisierung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wird als Bodenkenngroße die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit verwendet (k_f -Wert, Durchlässigkeitsbeiwert).

Die hydraulischen Anforderungen von Versickerungsanlagen an den Untergrund liegen z.B. nach DWA-Regelwerk A-138 zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Je nach Ausgestaltung der Versickerungsanlage sind unterschiedliche Mächtigkeiten des Untergrundes bei der Bemessung der Anlagen relevant. Bei Flächenversickerung ist die Eigenschaft des Oberbodens (0,3 bis 0,5 m unter Geländeoberkante (GOK)) maßgeblich. Für Mulden oder auch Tiefbeete liegt der für die Bemessung relevante Horizont zwischen 0,6 m und 1,0 m unter GOK. Deutlich größere Tiefen (1,0 m bis 2,5 m oder tiefer) sind für die Bemessung von Mulden-Rigolen-Systeme zu betrachten.

Direkte Messungen der Wasserdurchlässigkeit bzw. gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit sind aufwändig und liegen für Berlin nur vereinzelt vor. Häufig wird die Wasserdurchlässigkeit aus der Bodenart und der Lagerungsdichte ermittelt. Die für die Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit des Bodens wichtigen Bodenkenndaten sind in Berlin nicht flächenhaft verfügbar bzw. liegen nur teilweise als Konzeptkarte vor. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass für Versickerungsanlagen auch tiefere, in Bodenkarten nicht enthaltene Schichten relevant sind. Die [Ingenieurgeologische Karte](#) Berlins 1 : 5.000 (SenStadtWohn 2017a) stellt den geologischen Aufbau der Lockergesteine in der Regel bis 10 m Tiefe dar, jedoch sind Oberboden sowie Aufschüttungen von weniger als 5 m Mächtigkeit nicht in der Darstellung enthalten. Als Ergänzung der Ingenieurgeologischen Karte, die aktuell nur etwa die Hälfte der Landesfläche abdeckt, wurde in den 1990er Jahren für ausgewählte, sehr wenige Blattsschnitte eine Karte der Versickerungsfähigkeit oberflächig anstehender Lockergesteine erstellt (SenStadt 1990).

Für Berlin sind ca. 160.000 Bohrungen in der geologischen Landesdatenbank archiviert, Sie enthalten Informationen über den geologischen Aufbau des Untergrundes wie Stratigrafie (zeitliche Abfolge), Petrografie (Gesteinszusammensetzung) und Genese (Entstehung) sowie z. T. auch bodenphysikalische Kennwerte. Die gewählte Methode basiert auf der Vorgehensweise zur Ableitung der Versickerungspotentialkarte für die Hansestadt Hamburg (Stadt Hamburg 2018), die auf die Berliner Verhältnisse angepasst wurde. Für die Ableitung und Darstellung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden die vorhandenen Bohrungen ausgewertet. Hierzu wurden die einzelnen Gesteinsschichten und Petrographien zu Gesteinsklassen klassifiziert bzw. reduziert, wobei zwischen „starker bis mittlerer“ und „mittlerer bis geringer“ Wasserdurchlässigkeit unterschieden wird. Die räumliche Darstellung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes erfolgt in einer Karte, die die Mächtigkeit der obersten stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht von der Oberfläche bis zu einer

Tiefe von 5,0 m unter GOK zeigt (vgl. Karte 02.22.1). Eine weitere Karte zeigt die Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht zwischen einer Tiefe von 1,0 bis 5,0 m unter GOK, da für die Bemessung von Versickerungsanlagen (Mulden-Rigolen-Systeme) teilweise nur dieser Bereich relevant ist (vgl. Karte 02.22.2).

Die Karte über die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes stellt in erster Linie eine Übersicht zur planerischen Umsetzung und Durchführbarkeit möglicher Maßnahmen zu dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser dar. Sie soll zum einen als ein strategisches Instrument zur Steuerung stadtweiter Prozesse genutzt werden. Zum anderen kann sie dem „Anwender“ – Sachbearbeiter, Planer und Bauherren – als eine Informationshilfe dienen und Hinweise für Maßnahmen zur Versickerung anbieten.

Die Karte über die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes entbindet nicht von der Pflicht für einzelne Projekte die hydraulischen Standortvoraussetzungen für Versickerungsanlagen durch Sondierung oder Bohrungen vor Ort nachzuweisen.

Datengrundlage

Datengrundlage der Karte sind ca. 160.000 Bohrprofile der geologischen Landesdatenbank der Arbeitsgruppe Landesgeologie der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Für die Berechnung des Flurabstandes im Urstrom- und Panketal wurden das digitale Geländehöhenmodell (DGM 10) und die Karte „[zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand](#)“ (zeMHGW), 2016, sowie in Trinkwasserschutzgebieten „[zu erwartender höchster Grundwasserstand](#)“ (zeHGW), 2018, verwendet (SenStadtUm 2016, SenStadtWohn 2017b, SenStadtWohn 2018b).

Methode

Es erfolgte eine Plausibilitätskontrolle und entsprechende Datenaufbereitung der Bohrungsdaten der geologischen Landesdatenbank. Für die weitere Vorgehensweise wurden 130.615 Bohrungen verwendet. Ausgehend von der Bohrungsdatenbank erfolgte die Zuordnung der Gesteinsbeschreibungen der einzelnen rd. 840.000 Schichten der Bohrungen zusammenfassend zu zehn Gesteinsklassen mit zugehöriger Wasserdurchlässigkeit (Tabelle 1). Die entsprechenden, bereits bei den Arbeiten zur Ableitung des [Geothermischen Potenzials](#) eingesetzten Zuordnungsregeln zu den Gesteinsklassen wurden weiterentwickelt, wobei sowohl die Genese als auch die Petrographie Berücksichtigung fanden (HGC 2018, G.E.O.S. 2019, SenStadtWohn 2018a). Für die Zuweisung der Eigenschaft Wasserdurchlässigkeit stark bis mittel bzw. mittel bis gering wurden anschließend die für diese Sedimente typischen Durchlässigkeitsbeiwerte herangezogen. Die häufig oberflächennah auftretenden anthropogenen Auffüllungen wurden der Wasserdurchlässigkeit stark bis mittel zugeordnet, da davon ausgegangen wird, dass sie von eher rolliger Zusammensetzung sind und eine relativ lockere Lagerungsdichte aufweisen. Das gilt ebenfalls für oberflächlich anstehende als Boden klassifizierte Sedimente. Eine weitere Differenzierung der Wasserdurchlässigkeit war aufgrund der gegebenen Datenverfügbarkeit nicht möglich.

Gestein	Anzahl der vor-kommenden Schichten	aufsummierte Mächtigkeit in m	Wasserdurchlässigkeit
Auffüllung / anthropogen	115.625	144.924	Stark bis mittel
Boden	40.130	25.969	Stark bis mittel
Mudden	10.634	12.508	Mittel bis gering
Torf / Torfmudden	18.356	19.187	Mittel bis gering
Sand	458.867	640.364	Stark bis mittel
Kies	23.902	30.055	Stark bis mittel
Geschiebelehm	53.677	86.007	Mittel bis gering
Geschiebemergel	99.486	183.022	Mittel bis gering

Ton / Schluff	19.092	24.018	Mittel bis gering
Braunkohle	711	129	Mittel bis gering

Tabelle 1: Gesteinsklassen mit zugeordneter Wasserdurchlässigkeit

Basierend auf dieser Klassifizierung erfolgt die Ermittlung der Mächtigkeit der oberen stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht für jede einzelne Bohrung, wobei die Mächtigkeit von der Geländeoberkante bis zur Oberkante der obersten bindigen Schicht bestimmt wurde. Zusätzlich wurde die Mächtigkeit bis zur obersten bindigen Schicht ohne Betrachtung des obersten Bodenmeters berechnet.

Für die Erstellung der Karten wurden die für alle Bohrungen berechneten Werte der Mächtigkeit bis zur obersten bindigen Schicht anschließend per Kriging interpoliert.

Kartenbeschreibung

In den Karten wird die Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Sedimente bis zur obersten bindigen Schicht, d. h. den Sedimenten mit einer nur noch mittel bis geringen Wasserdurchlässigkeit im Land Berlin dargestellt.

Die Berechnung erfolgte in Karte 02.22.1 von der Geländeoberkante bis zur obersten bindigen Schicht, in Karte 02.22.2 ab einem Meter unterhalb der Geländeoberkante bis zur obersten bindigen Schicht.

Die Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Sedimente ist in vier bzw. drei Farbstufungen in der Karte dargestellt (0-1 m, 1-2 m, 2-5 m, >5 m), wobei die Karte ohne Berücksichtigung des obersten Meters nur drei Klassen zeigt (1-2 m, 2-5 m, >5 m). Die gewählte Klassifizierung lehnt sich an den Erfordernissen unterschiedlicher Arten von Versickerungsanlagen (Flächen-, Mulden- oder Mulden-Rigolen-Versickerung) an.

Die Zuordnung der einzelnen Bohrungen zu den Klassen der Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Sedimente bis zur obersten bindigen Schicht zeigt Tabelle 2.

Klasse [m u. GOK]	Bohrungen, Karte 02.22.1 (insgesamt 130.615)		Bohrungen, Karte 02.22.2 (insgesamt 130.514)	
	Anzahl	%	Anzahl	%
≤1,0	37.278	28,5	54.164	41,5
>1,0 - 2,0	18.436	14,1		
>2,0 - 5,0	22.191	17,0	23.055	17,7
>5,0	52.710	40,4	53.295	40,8

Tabelle 2: Verteilung der Wasserdurchlässigkeit nach Klassen (bohrungsbezogen)

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Klassen der Mächtigkeit bis zur bindigen Schicht bezogen auf der Landesfläche von Berlin zeigt, dass im Gegensatz zur Bohrungsanzahl fast 50 % der Fläche der Klasse >5,0 m zugeordnet werden (Tabelle 3).

Klasse [m u. GOK]	Flächenanteil in [%] Karte 02.22.1	Flächenanteil in [%] Karte 02.22.2
≤1,0	13,5	24,6
>1,0 - 2,0	15,1	
>2,0 - 5,0	23,9	26,0
>5,0	47,4	49,4

Tabelle 3: Verteilung der Wasserdurchlässigkeit nach Klassen (flächenbezogen)

Darstellung einzelner Bohrungen

Neben der flächenhaften Darstellung der Mächtigkeit der obersten stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht können durch Anklicken auf den jeweiligen Bohrpunkt schematische,

bohrungsbezogene Grafiken abgerufen werden. Hier wird für eine konkrete Bohrung ein stark vereinfachtes geologisches Profil, das klassifizierte geologische Profil und die Mächtigkeit der obersten stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht dargestellt (Abb. 1a, 1b). Zusätzlich wird der für die Bemessung von Versickerungsanlagen relevante Grundwasserflurabstand angezeigt, wobei aufgrund der Lage der Bohrung hier in folgende Fälle unterschieden wird:

- im Urstrom- und Panketal außerhalb von Wasserschutzgebieten: Grundwasserflurabstand des zeMHGW (maßgeblich für die Planung von Versickerungsanlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten).
- innerhalb von Wasserschutzgebieten: Grundwasserflurabstand des zeHGW (maßgeblich für die Planung von Versickerungsanlagen innerhalb von Wasserschutzgebieten).
- Hochflächen: Auf den Hochflächen ist derzeit kein zeMHGW verfügbar.

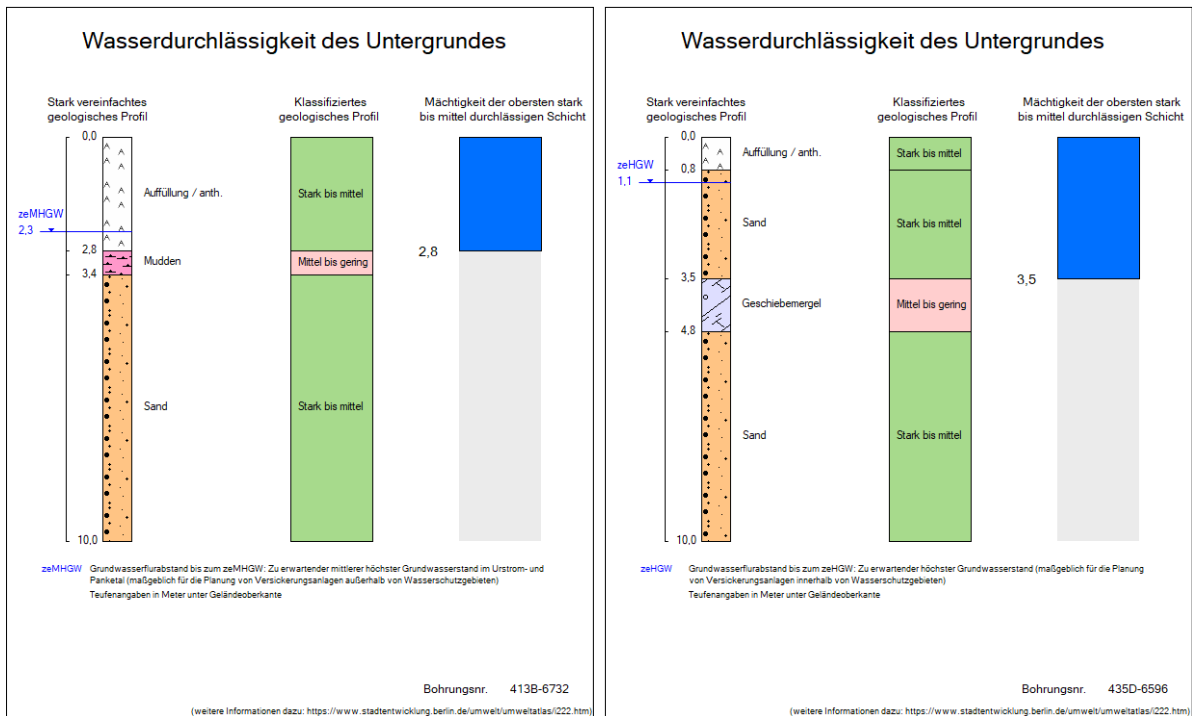


Abbildung 1a: Schematische Darstellung einer Bohrung mit Angaben zur Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht und des Grundwasserflurabstandes

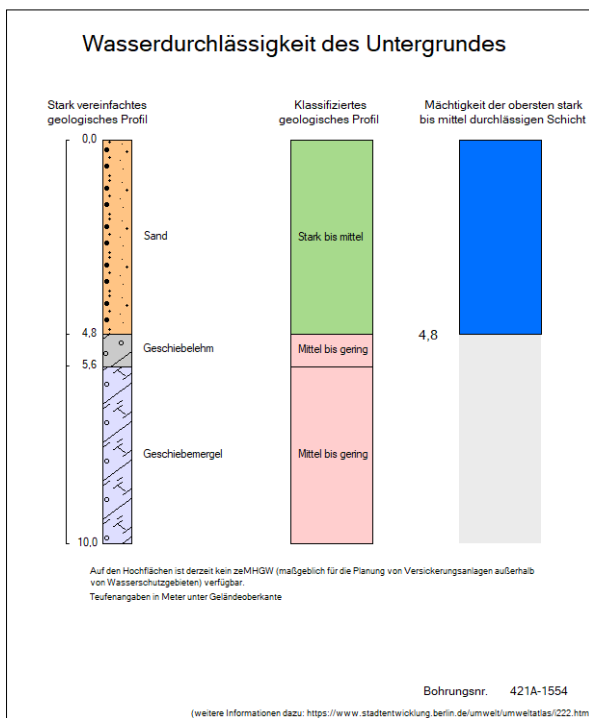


Abbildung 1b: Schematische Darstellung einer Bohrung mit Angabe der Mächtigkeit der stark bis mittel wasserdurchlässigen Schicht

Die Karten über die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes sowie die klassifizierten Profile bilden eine übergeordnete Planungs- und Steuerungshilfe für den Bau von dezentralen Versickerungsanlagen für Regenwasser. Kleinstufige Betrachtungen des Versickerungspotenzials sind aufgrund von diesbezüglich relevanten Unschärfen in der Gesteinsansprache der Bohrungen - die Informationen in der geologischen Landesdatenbank dienen der geologischen Landesaufnahme im Allgemeinen und wurden nicht primär zur Einschätzung der Versickerungsleistung der Schichten der oberen fünf Meter erstellt – und aufgrund der gewählten Methode nicht möglich. Der Vorhabenträger hat daher vor dem Bau der Anlage zur Regenwasserversickerung die Pflicht Vorort-Untersuchungen, wie Bohrungen oder Infiltrationsversuche, durchzuführen.

Literatur

- [1] **G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke, 2019:**
Bericht Erstellung einer Karte über die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes des Landes Berlin.
- [2] **HGC Hydro-Geo-Consult GmbH, Halsbrücke, 2018:**
Kurzbericht Aktualisierung der 12 Karten zum geothermischen Potenzial in Berlin.
- [3] **SenGUV (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz) (Hrsg.) 2011:**
Potenzialstudie zur Nutzung der Geothermischen Ressourcen des Landes Berlin - Modul 2 - Ermittlung des geothermischen Potenzials und dessen Darstellung.
- [4] **DWA (2005):**
Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.
- [5] **DWA (2006):**
Arbeitsblatt DWA-A 100: Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung.
- [6] **STEP-Klima konkret:**
Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt (2016), Berlin.
- [7] **Stadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie:**
Grundwasser-Planungskarte Versickerungspotentialkarte, 2018.
Internet:

<https://www.hamburg.de/versickerungspotential>

(Zugriff am: 20.09.2019)

- [8] **Drucksache des Abgeordnetenhauses 18/0212 und 18/0447:**
STEP-Klima konkret, BWG § 36a, WHG §§ 46, 47 und 55 Abs. 2, DWA-A-100.

Karten

- [9] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) 1990:**
Karte der Versickerungsfähigkeit oberflächlich anstehender Lockergesteine; einzelne Blattsschnitte, ~1990
- [10] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2016:**
Umweltatlas Berlin, erweiterte und aktualisierte Ausgabe, Karte 02.20 Zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand (zeMHGW), 1:50 000, Berlin.
Internet:
<https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i220.htm>
- [11] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2017a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte Ausgabe, Karte 01.15 Ingenieurgeologische Karte.
Internet:
<https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia115.htm>
- [12] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2017b:**
ATKIS DGM 10, Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem - Digitales Geländemodell 1 : 1.000.
- [13] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2018a:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte Ausgabe, Karte 02.18 Geothermisches Potenzial, 1:50 000, Berlin.
Internet:
<https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i218.htm>
- [14] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2018b:**
Umweltatlas Berlin, erweiterte und aktualisierte Ausgabe, Karte 02.19 Zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW), 1:50 000, Berlin.
Internet:
<https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i219.htm>