



Geofakten 7

■ Boden, Hydrogeologie

Bodenkundliche und hydrogeologische Empfehlungen für die Abwasserbeseitigung in Kleinkläranlagen

Überarbeitete Fassung

Höper, H., Raissi, F. & Reutter, E.

Januar 2007

Bei der Abwasserbeseitigung in Kleinkläranlagen sind für die Anlagentypen mit biologischer Behandlung und solchen mit Untergrundverrieselung unterschiedliche Anforderungen an den Standort zu stellen. Dabei müssen hydrogeologische und bodenkundliche Standortverhältnisse berücksichtigt werden, damit die Anforderungen des § 149 NWG eingehalten werden können. Diese fordern den Ausschluss ungünstiger hydrogeologischer Verhältnisse und einer nachteiligen Veränderung des Grundwassers.

Abwasser, Kleinkläranlagen, Versickerung, Untergrundverrieselung, bodenkundliche und hydrogeologische Empfehlungen

Allgemeines

Im § 149 des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG 2004) wird die Abwasserbeseitigungspflicht der Gemeinden in Niedersachsen geregelt. Demnach ist die dezentrale Beseitigung häuslichen Abwassers in den Gemeinden grundsätzlich überall zulässig, sofern einige einschränkende Faktoren überwiegend geowissenschaftlicher Art berücksichtigt werden.

Nach § 149 Abs. 4 kann eine Gemeinde „durch Satzung für bestimmte Teile des Gemeindegebietes vorschreiben, dass die Nutzungsberechtigten der Grundstücke häusliches Abwasser durch Kleinkläranlagen zu beseitigen haben.“

Weiterhin legt die Satzung „für ihren Geltungsbereich fest, welchen Gewässern das Abwasser aus den Kleinkläranlagen zugeführt werden soll; sie berücksichtigt die in ihrem Geltungsbereich **herrschenden hydrogeologischen Verhältnisse**.“... „Die Wasserbehörde berät die Gemeinde bei der Aufstellung des Satzungsentwurfs“. In § 149 Abs. 5 wird weiter geregelt: „Die Satzung nach Absatz 4 bedarf der Zustimmung der Wasserbehörde. Soweit zu befürchten ist, dass infolge des Einsatzes von Kleinkläranlagen

1. wegen **ungünstiger hydrogeologischer Verhältnisse** das Grundwasser nachteilig verändert wird,
2. eine **nachteilige Veränderung** eines oberirdischen Gewässers eintritt, die nach § 184 Abs. 6 nicht erlaubt werden darf, oder
3. ein Gewässer eine durch Rechts- oder Verwaltungsvorschrift vorgeschriebene **Mindestgüte** nicht einhält,

darf die Wasserbehörde ihre Zustimmung davon abhängig machen, dass die Satzung besondere Anforderungen an die Bauart oder Betriebsweise der Kleinkläranlagen stellt oder die Wartung nach Absatz 4 Satz 4 Nr. 2 regelt.“

Nach den o. a. Forderungen des § 149 NWG ergibt sich für die planenden Institutionen (Fachbüros) und die Genehmigungsbehörden Konkretisierungsbedarf in folgenden Punkten:

1. Wie kann die Flächenauswahl „bestimmter Teile des Gemeindegebietes“ vorgenommen werden?
2. In welcher Form werden die „herrschenden hydrogeologischen Verhältnisse“ berücksichtigt?
3. Wie werden „ungünstige hydrogeologische Verhältnisse“ erkannt bzw. definiert?

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass es zwei wesentlich unterschiedliche Typen von Kleinkläranlagen gibt:

- A** Anlagen, bei denen eine regelmäßige Kontrolle der Ablaufwerte des Abwassers möglich ist, d. h. solche, die als **biologische Behandlung** eine Belebungsanlage, Tropf- oder Tauchkörper, Filterkörper, Pflanzenbeetanlage, Filtergraben oder Teichanlagen besitzen,
- B** Kleinkläranlagen mit **Untergrundverrieselung**, bei denen die Ablaufwerte des Abwassers weder kontrollier- noch steuerbar sind.

Untergrundverrieselung gilt heute nicht mehr als Stand der Technik und ist nach Abwasserverordnung (ABwV 2002) als alleinige biologische Reinigungsstufe nicht mehr zulässig, da die Einhaltung

der Anforderungen der Abwasserverordnung bei diesem Anlagentyp nicht überprüfbar ist. Die nachfolgenden Empfehlungen gehen daher auf Kleinkläranlagen mit Untergrundverrieselung nicht weiter ein.

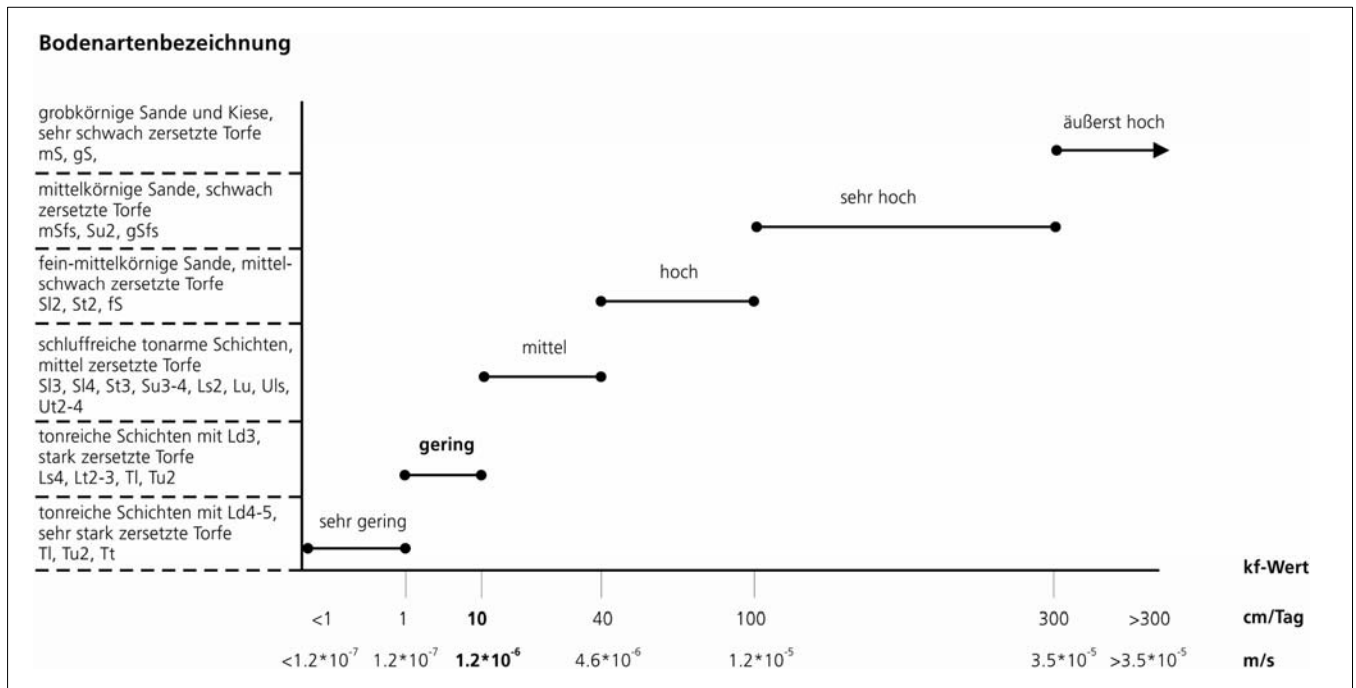


Abb. 1: Einstufung der Wasserdurchlässigkeit im wassergesättigten Boden in Abhängigkeit von Bodenart und effektiver Lage- rumsdichte (Kürzel nach AD-HOC-AG BODEN 2005).

Flächenauswahl bestimmter Gebiete

Bei der Abgrenzung von den Flächen im Gemein- degebiet, für die eine Satzungsregelung im Sinne des NWG vorgesehen ist, sollten bodenkundliche und hydrogeologische Flächendaten herangezogen werden, wie sie im Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie vorgehalten werden. Die Flächenauswahl sollte die wesentlichen Faktoren berücksichtigen, die unter den jeweiligen Empfeh- lungspunkten (s. u.) genannt werden:

- Aufbau der ungesättigten Zonen,
- Durchlässigkeiten der Böden und Gesteine,
- Flurabstand des Grundwassers,
- Eigenschaften des Grundwassers.

Hydrogeologische und bodenkundliche Verhältnisse

Im Sinne des NWG müssen unter „hydrogeologi- schen Verhältnissen“ alle Faktoren gefasst wer- den, die die Versickerungsfähigkeit des ungesät- tigten Untergrundes, die Stoffminderungseigen- schaften im wesentlichen der ungesättigten Zone

und die Grundwassereigenschaften am Standort betreffen. Um zu einer sachgerechten Beurteilung der Eigenschaften und Wirkungen der ungesät- tigten Zone Aussagen treffen zu können, sind daher neben den hydrogeologischen Daten in besonde- rem Maße auch bodenkundliche Daten heranzu- ziehen.

Generell können nach der Einschätzung der hy- drogeologischen und bodenkundlichen Sachver- halte solche Standorte als ungünstig eingestuft werden, an denen

- geringe Flurabstände vorliegen,
- ungeschützte bedeutsame Grundwasserleiter vorhanden sind,
- Karstgrundwasserleiter vorhanden sind,
- Schutzzonen III von Trinkwassergewinnungs- anlagen betroffen sind.

Ein bestimmter Flurabstand ist wichtig, um auch bei hohem Grundwasserstand eine ausreichende Aufnahmekapazität des Bodens für das zu versi- ckernde Abwasser zu gewährleisten. Die Verweil- zeit im Untergrund bietet durch dort ablaufende

Filtrations- und Abbauprozesse einen zusätzlichen Schutz für das Grundwasser. Da die Reinigungsleistung moderner Anlagen bei regelmäßiger Wartung allerdings inzwischen sehr gute Ablaufwerte ermöglicht, werden an die Reinigungsleistung des Untergrundes heute nicht mehr so hohe Anforderungen gestellt, wie bei Anlagen älterer Bauart.

Das gereinigte Abwasser kann versickert oder in einen Vorfluter eingeleitet werden. Bei Kleinkläranlagen älteren Bautyps und bei Untergrundverrieselung ist dies allerdings gänzlich anders zu bewerten, denn hier müssen die wesentlichen Reinigungsprozesse vom Untergrund selbst und nicht von der Anlage geleistet werden.

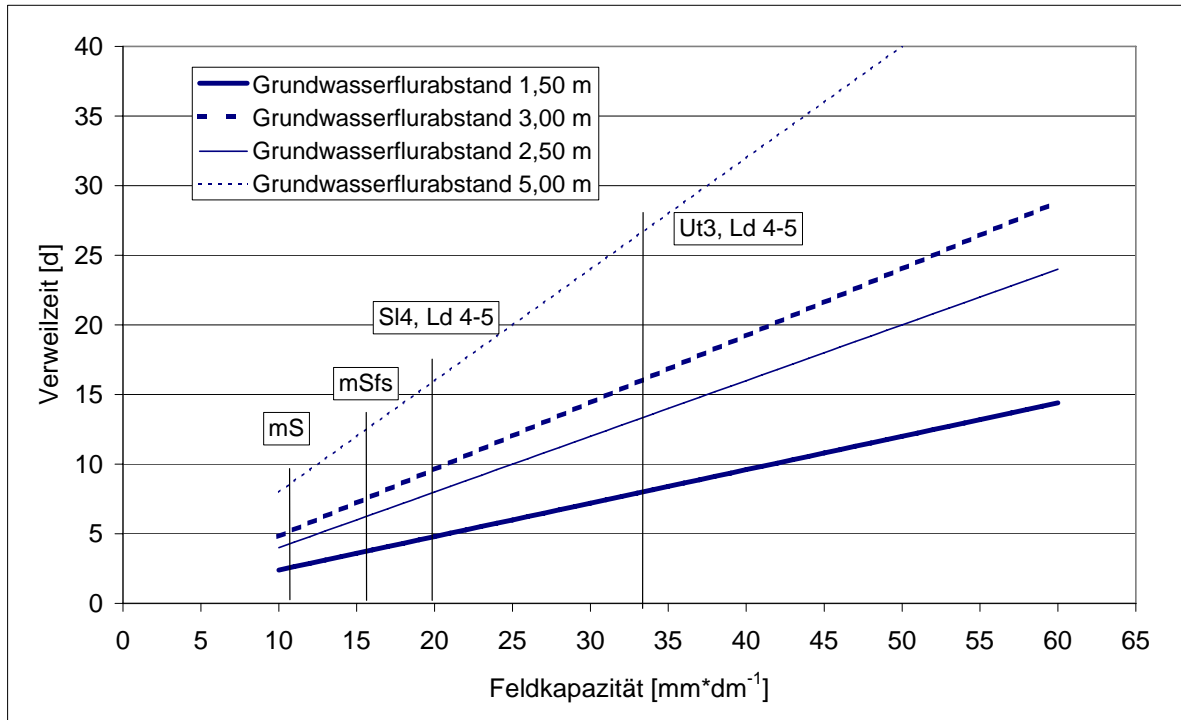


Abb. 2: Verweilzeit von Sickerwasser oberhalb des Grundwassers bei unterschiedlichen Grundwasserflurabständen in Abhängigkeit von der Feldkapazität. (Annahme: Sickerwasserbildung 63 mm/Tag, kein Fluss in bevorzugten Bahnen. Beispielhaft für einige Bodenarten und Feldkapazitäten nach Ad-hoc-AG BODEN (2005); Ld 4-5 = Lagerungsdichte hoch bis sehr hoch.)

Problematisch bleiben bei Groß- und Kleinkläranlagen persistente, akkumulierbare Umweltchemikalien (xenobiotische Stoffe), endokrin wirksame Stoffe sowie Arzneimittelrückstände. Bei der biologischen Klärung von Abwasser bleibt auch immer ein Rest-CSB, was nicht gefährlich sein muss, aber gefährlich sein kann. Die DIN 4261, Teil 1 sieht als Mindestabstand zwischen Versickerungsebene und dem höchsten Grundwasserstand 0,60 m vor. Dieser Abstand wird in der Fachliteratur und auch in anderen Bundesländern nicht für ausreichend gehalten. KUNST ET AL. (1998) hält einen Mindestabstand von 1,20 m für erforderlich, wobei z. B. der Nitratstickstoffgrenzwert der Trinkwasserverordnung (TRINKWV 2001) bei einem Abstand von 1,20 bis 1,60 m von den meisten Anlagentypen eingehalten werden kann, aber durchaus nicht von allen. Um eine effektive Eliminierung von Fäkalkeimen zu gewährleisten, gehen REHSE

(1977) und JÖRGENSEN (1997) von einer Deckschichtenmächtigkeit von 1,50 m aus. Die Länder Hessen und Brandenburg fordern einen Mindestabstand von 1,50 m (HMUEFJG 1996). Um einen ausreichenden Grundwasserschutz auch zu Zeiten von Stoßbelastungen zu gewährleisten, wird auch für Niedersachsen ein Abstand von 1,50 m empfohlen.

In den Schutzzonen I und II sind Kleinkläranlagen aus hygienischen Gründen generell nicht erlaubt. In der Schutzzone III und außerhalb von Wasserschutzgebieten können sie je nach örtlichen Verhältnissen zugelassen werden.

Nach diesen generellen Einschätzungen können konkrete Empfehlungen für die o. a. Anlagen genannt werden.

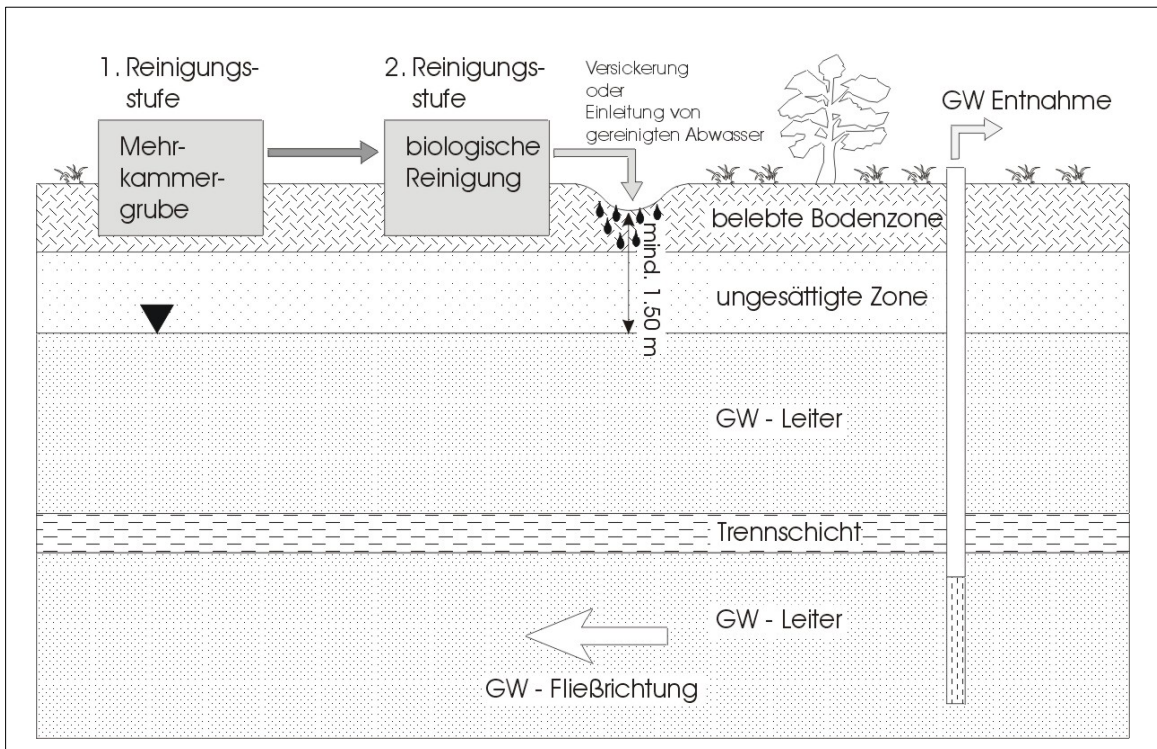


Abb. 3: Günstige hydrogeologische Verhältnisse im Lockergestein für Abwasserbeseitigung in Kleinkläranlagen mit biologischer Reinigungsstufe. Hier: ausreichender Grundwasserflurabstand, Grundwasserentnahme aus dem unteren Grundwasserstockwerk, Entnahmehorizont durch Trennschicht geschützt, Kleinkläranlage im Abstrom der Grundwasserentnahmestelle.

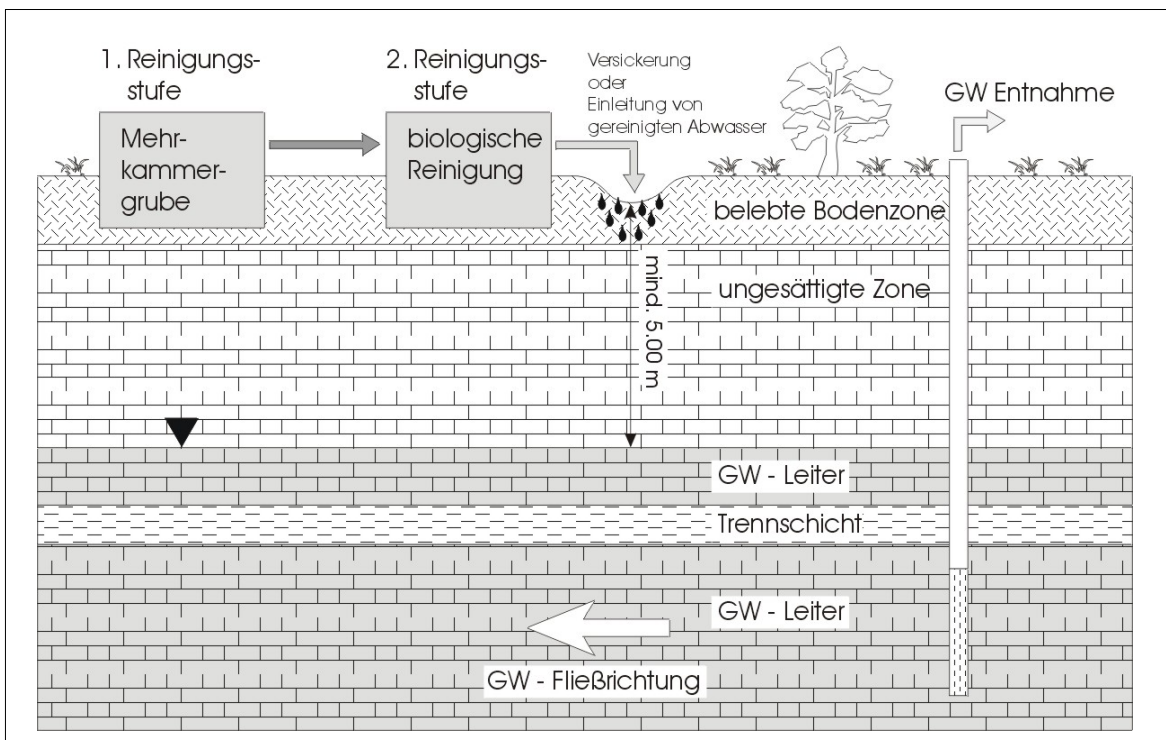


Abb. 4: Günstige hydrogeologische Verhältnisse im Festgestein für Abwasserbeseitigung in Kleinkläranlagen mit biologischer Reinigungsstufe. Hier: Kluftgrundwasserleiter mit Grundwasserüberdeckung aus Festgestein und ausreichendem Grundwasserflurabstand, Grundwasserentnahme aus dem unteren Grundwasserstockwerk, Entnahmehorizont durch Trennschicht geschützt, Kleinkläranlage im Abstrom der Grundwasserentnahmestelle.

Empfehlungen für Anlagen mit biologischer Behandlung

1. Im Bereich der geplanten Versickerungsfläche sind der **hydrogeologische Aufbau des Untergrundes** und die **bodenkundlichen Standorteigenschaften** zu beschreiben (Aufbau der Schichten, Gesteinstyp, Durchlässigkeit, Grundwasserflurabstand, Bodentyp, Bodenart; AD-HOC-AG BODEN 2005, AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE 1997).
2. Die **Versickerungsleistung** des Bodens und die erforderliche **Versickerungsfläche** sind nachzuweisen. Die **nutzungsspezifische Sickerwasserrate** muss so bemessen sein, dass die Versickerungsfläche in der Lage ist, die zusätzlich zum Niederschlag anfallenden Abwassermengen aufzunehmen. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Versickerungsleistung und eines aeroben Milieus für eine gute Reinigungsleistung ist ein k_f -Wert von $> 10 \text{ cm/d}$ (entspr. $> 1,2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, vgl. Abb. 1) erforderlich (AD-HOC-AG BODEN 2005, DIN 19687, ATV 1990, BURGHARDT ET AL. 1999, MÜLLER 2004). Der k_f -Wert sollte einen Betrag von ca. 10^{-5} m/s aber nicht überschreiten, da sonst ein zu schnelles Abfließen stattfindet. Bei einer Abwassermenge von 40 m^3 pro Jahr und Person und einer empfohlenen Versickerungsfläche von 10 m^2 pro Person ($7 - 14 \text{ m}^2$, KUNST ET AL. 1998) ergibt sich unter der Annahme einer Beschickung im zweitägigen Rhythmus und eines Starkregenereignisses von 100 mm in zwei Tagen, dass pro Tag 63 mm versickern müssen (Abb. 2).
3. Die beste **Eliminierung von Fäkalkeimen durch Absterben** findet im belebten Oberboden statt (JÖRGENSEN 1997); hier werden auch organische Schadstoffe am effektivsten abgebaut. Daher sollte die Versickerung über die belebte Bodenzone erfolgen (Sickermulde, Sickergraben o. ä). Sickergruben und Sickerschächte nach DIN 4261 sind nach Abwasserverordnung als alleinige biologische Reinigungsstufe nicht zulässig.
4. Der **Grundwasserflurabstand** zwischen der tiefsten Stelle der Versickerungsebene bis zum Höchststand des Grundwasserspiegels sollte über Lockergestein mindestens $1,50 \text{ m}$ (Abb. 3), über Festgestein mindestens 3 m betragen (REHSE 1977, HMUEJFG 1996, JÖRGENSEN 1997, KUNST ET AL. 1998). Die Verweilzeit des Abwassers oberhalb des Grundwassers beträgt damit im Lockergestein im ungünstigsten Fall zwei Tage (Abb. 2). Über Festgestein sind aufgrund der geringeren Filtrationseigenschaften gegenüber Partikeln höhere Anforderungen an die Keimeliminierung im ungesättigten Bereich zu stellen und damit längere Sickerstrecken zu fordern.
5. Über **Kluftgrundwasserleitern im Festgestein** sind ferner folgende Mindestanforderungen an die Grundwasserüberdeckung zu beachten: Die Abwasserversickerung über Kluftaquiferen ist nur zulässig, wenn der für die Wasserversorgung genutzte Grundwasserleiter im Bereich der Kleinkläranlage und im Abstrom davon von einer gering durchlässigen Grundwasserüberdeckung lückenlos und flächendeckend überlagert ist. Eine gering durchlässige Grundwasserüberdeckung besteht aus Gesteinsschichten mit hohem Anteil an Ton oder Schluff bzw. anderen Gesteinsarten mit ähnlich geringen Durchlässigkeiten (Abb. 1).
6. Besteht die **Grundwasserüberdeckung aus Festgestein**, muss sichergestellt sein, dass das Abwasser nach der Passage der belebten Bodenzone nicht unmittelbar über Klüfte und Hohlräume bis zur Grundwasseroberfläche gelangt. Die Grundwasserüberdeckung sollte daher nicht gestört oder stark geklüftet sowie nicht stark durchwurzelt sein und eine Mindestmächtigkeit von 5 m (Abb. 4) besitzen (s. auch DVGW 2006).
7. Eine Abwasserversickerung in den **Schutzzonen I und II von Trinkwassergewinnungsanlagen** ist aus hygienischen Gründen nicht erlaubt, auch wenn die Schutzzonen noch nicht festgesetzt sind (s. auch HMUEJFG 1996).
8. Die Abwasserversickerung in **Überschwemmungsgebieten** ist aus fachlicher Sicht nicht vertretbar.
9. Die Abwasserversickerung in **Mooren, Marsch-, Grundwasser- und Stauwasserböden** ist aus fachlicher Sicht nicht vertretbar.
10. Die Abwasserversickerung in **Karstgebieten** ist aus fachlicher Sicht nicht vertretbar.
11. Die **Eigenüberwachung der Ablaufwerte ist nachzuweisen** durch Abschluss und Vorlage eines Wartungsvertrages.

Hinweise zur Antragstellung

Werte der gesättigten Leitfähigkeit (K_f) in Abhängigkeit von Bodenart und Lagerungsdichte können der Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) entnommen werden (Abb. 1).

Die Verbreitung von potenziellen Barrieregesteinen an der Erdoberfläche, die für das Grundwasser einen gewissen Schutz gewährleisten, kann zur ersten Orientierung aus der Hydrogeologischen Karte Niedersachsen i. M. 1 : 50 000 (HK 50) „Potenzielle Barrieregesteine“, und aus der Geologischen Karte von Niedersachsen i. M. 1 : 25 000 oder 1 : 50 000 (GK 50) abgelesen werden. In vielen Teilbereichen des Landes gibt es Grundwassergleichenpläne der Wasserwerksbetreiber oder des NLWKN, in einigen Regionen liegt auch die in Arbeit befindliche HK 50 „Lage der Grundwasseroberfläche“ des LBEG bereits vor. Hinweise zu höheren Grundwasserständen, zur Bodenart und zum Bodentyp können aus der Bodenübersichtskarte Niedersachsens i. M. 1 : 50 000 (BÜK 50) abgelesen werden.

Die oben genannten Kriterien stellen nur **Anhaltspunkte** dar. **Eine abschließende Beurteilung des Untergrundes muss im Einzelfall erfolgen.** Liegt die geplante Kleinkläranlage in einem Wasserschutzgebiet, so ist in der Regel bereits ein **hydrogeologisches, bisweilen auch ein bodenkundliches Gutachten** vorhanden, aus denen in vielen Fällen die gewünschten Informationen zu entnehmen sein werden. Andernfalls muss die Beurteilung der Untergrundverhältnisse durch einen Gutachter erfolgen. Das LBEG stellt bereits vorhandene hydrogeologische und bodenkundliche Informationen und Daten zur Verfügung, kann aber selbst nicht als Gutachter tätig werden.

Da die Vorlage eines hydrogeologischen bzw. bodenkundlichen Gutachtens für ein Einzelprojekt zu kostenintensiv wäre, sollte die grundsätzliche Eignung größerer Betrachtungsräume in einem Landkreis- oder Gemeindegebiet durch ein Fachbüro geprüft werden.

Literatur

ABWV (2002): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer, (Abwasserverordnung) vom 15.10.2002. – BGBl. I: 4047, 4050.

AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung. – Geol. Jb. **G 2**: 3 – 157; Hannover.

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. (KA 5) – 5. Aufl., 438 S.; Hannover.

ATV (1990): Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser. – Arbeitsblatt **A 138**; St. Augustin.

BURGHARDT, W., MOHS, B. & WINZIG, G. (1999): Regenwasserversickerung und Bodenschutz. Mit Beiträgen der Fachtagung des Fachausschusses Regenwasserversickerung im Bundesverband Boden e. V. – Berlin.

DIN 4261 (1991): Kleinkläranlagen - Anlagen ohne Abwasserbelüftung. Anwendung, Bemessung und Ausführung. – Berlin.

DIN 19687 (1998): Bodenbeschaffenheit - Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden. - 12 S.; Berlin.

DVGW (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. – Technische Regel, Arbeitsblatt **W 101**; Bonn.

HMUEFJG - HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (1996): Anforderungskatalog für die breitflächige Versickerung von häuslichem Abwasser aus Kleinkläranlagen. – III B 2 – 79 f 02 – 3589/96; StAnz. 50/1996 S. 4137.

HMUEFJG - HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (1998): Arzneimittel in Gewässern - Risiko für Mensch, Tier und Umwelt? – Schriftenreihe der HLFU **254**, 120 S.; Wiesbaden.

JÖRGENSEN, R. G. (1997): Literaturrecherche „Die hygienische Belastung des Grundwassers mit humanpathologischen Keimen durch das Aufbringen von Wirtschaftsdüngemitteln“. – Studie im Auftrag der Versorgungsbetriebe Seesen/Harz GmbH. – Büro für Standorterkundung, Gerries Ingenieure, 90 S.; Göttingen.

KUNST, S., KAYSER, K. & LENZ, H. M. (1998): Gutachten über Kleinkläranlagen - Leistungsfähigkeit und Auswirkungen auf das Grundwasser. – Universität Hannover.

MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – 7. erweiterte und ergänzte Auflage, Arb.-H. Boden 2004/2: 409 S., 3 Abb., 405 Tab.; Hannover (NLfB).

NWG (2004): Niedersächsisches Wassergesetz. – 10.6.2004, Nds. GVBl.: 171, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17.12.2004, Nds. GVBl.: 664 (Niedersächsisches Umweltministerium).

REHSE, W. (1977): Elimination und Abbau von organischen Fremdstoffen, pathogenen Keimen und Viren im Lockergestein. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft **128**: 319 – 329.

TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) vom 21.5.2001. – BGBl. I 2001: 959, zuletzt geändert am 31.10.2006.

Impressum:

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf. Der Bezug beim LBEG ist kostenlos.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter http://www.lbeg.de/boden/downloads/geofakten_download.htm abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2007

Nachdruck nur gegen Belegexemplar an:

Redaktion Geofakten
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Postfach 510153, 30631 Hannover
Tel.: 0511/ 643 3470

Autoren

- Dr. H. Höper, Tel.: 0421/ 20346 15
mail: h.hoeper@lbeg.niedersachsen.de
- Dr. F. Raissi, Tel.: 0511/ 643 3581
mail: f.raissi@lbeg.niedersachsen.de
- Dr. E. Reutter, Tel.: 0511/ 643 3775
mail: e.reutter@lbeg.niedersachsen.de
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>