

AbfallwirtschaftsFakten 24

Hydraulische Berechnung der Sammlung, Speicherung und Ableitung von nicht schädlich verändertem Niederschlagswasser von Deponiestandorten

Wolfgang Bräcker (ZUS AGG)

Hildesheim, Juli 2018

Die Abfallwirtschaft unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Um die Informationen über die Entwicklungen möglichst rasch an die mit der Abfallentsorgung befassten Stellen zu bringen, geben das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim – Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit (ZUS AGG) – und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) je nach Thema in Zusammenarbeit mit weiteren Fachleuten, ein entsprechendes Informationsblatt mit dem Titel „AbfallwirtschaftsFakten“ heraus.

Dieses Papier ist dankenswerter Weise unter Mitwirkung der Betriebsstelle Stade des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) entstanden.

1. Einleitung

Die Errichtung einer Deponie kann dazu führen, dass sich im Vergleich zur ursprünglichen Geländesituation die Abflussmengen des am Standort anfallenden Oberflächenwassers maßgeblich ändern. Diese Veränderungen dürfen sich auf Oberflächengewässer hydraulisch nicht nachteilig auswirken.

Fallen bei Starkregenereignissen durch die Deponie kurzfristig deutlich höhere Wassermengen als während der ursprünglichen Situation an, müssen diese, je nach Größe des Gewässers, in das das Oberflächenwasser eingeleitet werden soll, am Standort zwischengespeichert und gedrosselt abgeleitet werden. Nachfolgend werden aus deponietechnischer und wasserwirtschaftlicher Sicht Empfehlungen zum Führen der hydraulischen Nachweise der Sammlung, Speicherung und Ableitung des Oberflächenwassers gegeben. Dabei umfasst der Begriff Oberflächenwasser in diesem Fall alle Formen des an einem Deponiestandort anfallenden **nicht schädlich veränderten** Wassers.

2. Ursprungszustand

Maßgeblichen Einfluss auf den Oberflächenwasserabfluss haben neben dem Niederschlag die Geländeneigung, die oberflächennahen Bodenarten und der Bewuchs. Der Bewuchs ergibt sich aus der Nutzung des Standortes

- als landwirtschaftliche Nutzfläche (Acker, Wiese),
- als Forst bzw. Wald oder
- zur Rohstoffgewinnung (Ton, Sand, Kies, Steine).

Soweit eine Deponie am Standort einer Rohstoffgewinnung errichtet wird, veränderte dies bereits die ursprüngliche Oberflächenentwässerung des Standortes. Eine Rohstoffgewinnung stellt lediglich einen Zwischenzustand dar.

Aus diesem Grund sollte als Ursprungszustand die Nutzung vor der Rohstoffgewinnung betrachtet werden.

Im Ursprungszustand wird das Oberflächenwasser in der Regel ungedrosselt vom Standort in den Vorfluter eingeleitet (s. Abbildung 1).



A Fläche im Ursprungszustand

Abbildung 1: Ursprungszustand der Oberflächenentwässerung eines Deponiestandortes

3. Anfallstellen von nicht verschmutztem Oberflächenwasser

Deponiesickerwasser und anderes Abwasser, das mit Abfällen in Kontakt gekommen ist, muss gereinigt werden. Um den damit verbundenen Aufwand zu minimieren, werden Deponien in einzelnen Abschnitten – zum Teil zeitgleich – errichtet, betrieben und geschlossen. Dabei wirken sich die einzelnen Teilflächen (s. Abbildungen 2 und 3) unterschiedlich auf den Anfall an Oberflächenwasser aus.

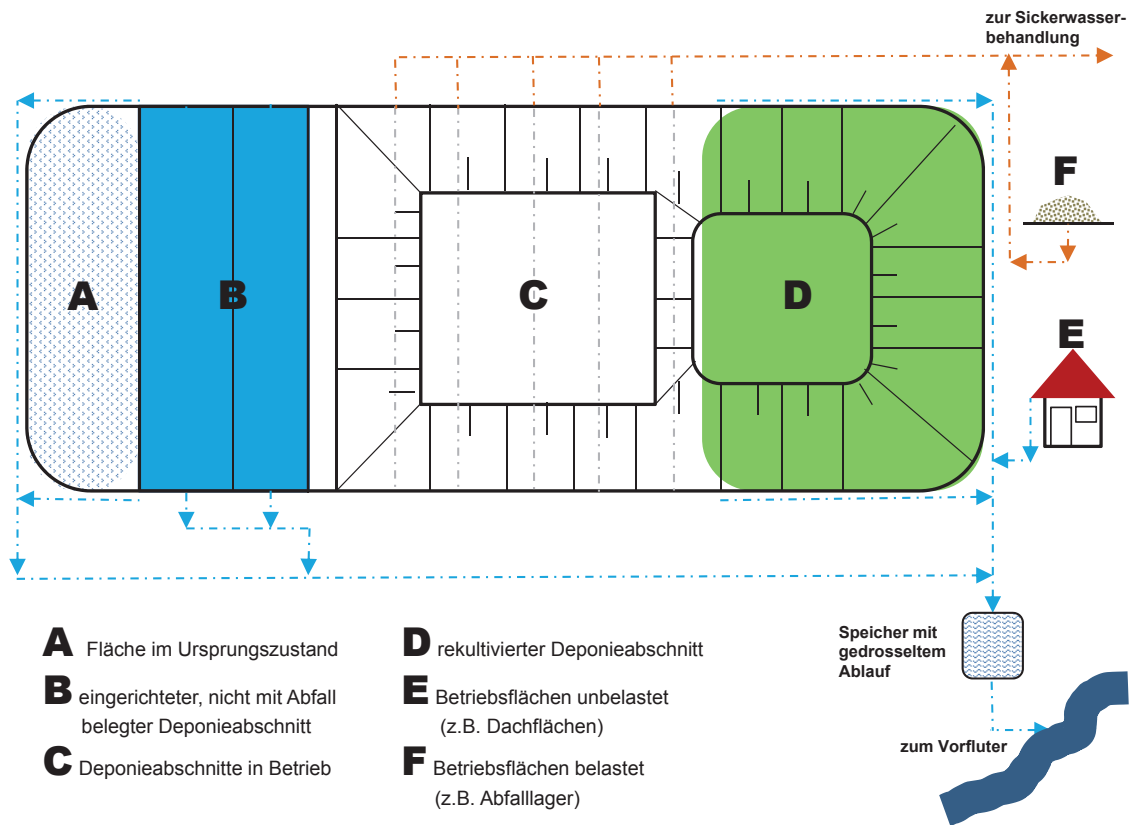


Abbildung 2: Schema der getrennten Ableitung von Sicker- und Oberflächenwasser (Betriebszustand) im Grundriss

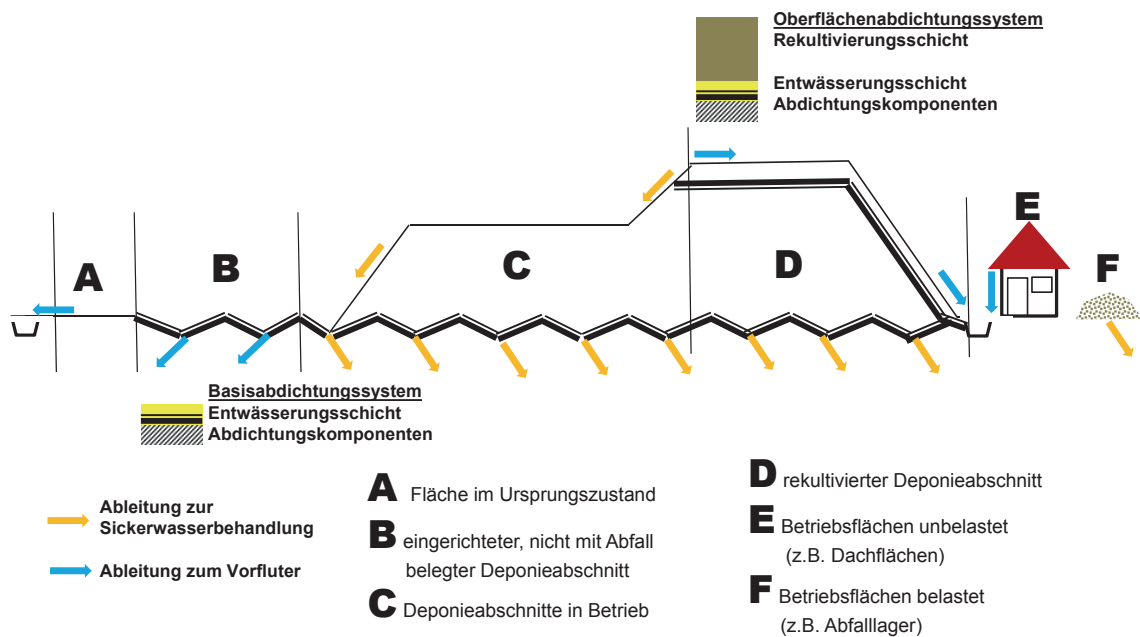


Abbildung 3: Schema der getrennten Ableitung von Sicker- und Oberflächenwasser (Betriebszustand) im Schnitt

Die dargestellten Teilflächen lassen sich in Bezug auf den Wasserabfluss wie folgt charakterisieren:

Teilfläche A

(Fläche im Ursprungszustand):

Sofern sich die Nutzung nicht geändert hat, ist der Oberflächenabfluss identisch mit dem des Ursprungszustandes.

Teilfläche B

(einggerichteter, nicht mit Abfall belegter Deponieabschnitt):

Oberhalb der Abdichtung befindet sich nur eine bis zu 50 cm dicke, sehr durchlässige Entwässerungsschicht. Eine Pufferung findet in dieser Schicht kaum statt, so dass der Niederschlag fast vollständig abflusswirksam wird.

Wenn anstelle natürlicher Baustoffe in der Entwässerungsschicht Deponiersatzbaustoffe eingebaut wurden, muss in der Regel das dort anfallende Wasser bereits dem Sickerwassersystem zugeleitet werden. Dieses Wasser müsste dann nicht mehr bei diesen hydraulischen Nachweisen betrachtet werden.

Teilfläche C

(Deponieabschnitte im Ablagerungsbetrieb):

Wasser, das als Oberflächenwasser oder Sickerwasser auf betriebenen Deponieabschnitten anfällt, wird dem Sickerwassersystem zugeführt. Diese Abschnitte sind für die Oberflächenentwässerung unmaßgeblich.

Teilfläche D

(rekultivierter Deponieabschnitt):

Das Oberflächenabdichtungssystem von Deponien besteht aus

- Rekultivierungsschicht,
- Entwässerungsschicht,
- Abdichtungskomponente(n) sowie
- Trag- und Ausgleichsschicht.

Gegenüber dem Ursprungszustand können sich alle drei maßgeblichen Faktoren für den Oberflächenwasserabfluss (Geländeneigung, oberflächennahe Bodenarten, und der Bewuchs) geändert haben. Im Hinblick auf den Oberflächenwasserabfluss können zu diesen Flächen auch die Außenseiten von Randwällen oder begrünte Betriebsflächen außerhalb des Ablagerungsbereichs hinzugerechnet werden.

Die Einhaltung der Anforderungen an die Dicke und das Wasserspeichervermögen einer Rekultivierungsschicht stellt sicher, dass das Wasser zeitverzögert und gleichmäßig der Entwässerungsschicht zusickert. Für die Rekultivierungsschicht darf nur solches Material eingesetzt werden, bei dem gewährleistet ist, dass das in der Entwässerungsschicht gefasste Wasser nach den wasserrechtlichen Vorschriften eingeleitet werden kann. Bei diesem Dränwasser handelt es sich daher um unverschmutztes Wasser, das dem Oberflächenwasser zugerechnet wird.

Teilfläche E

(Betriebsflächen, auf denen unbelastetes Wasser anfällt):

Zu dieser Teilfläche zählen Dächer, Gräben, Rückhaltebecken sowie befestigte und unbefestigte Wege, soweit diese nicht durch Abfallanhaftungen an den Reifen der Fahrzeuge verschmutzt werden können. Niederschlag auf wassergefüllte Gräben und Rückhaltebecken wird vollständig, der auf Dachflächen und befestigten Flächen fast vollständig und der auf unbefestigte Wege wird in hohem Maße abflusswirksam.

Teilfläche F

(Betriebsflächen, auf denen belastetes Wasser anfällt):

Flächen, auf denen mit Abfällen umgegangen wird, z. B. Abfallzwischenlager, sowie befestigte Wege, soweit diese durch Abfallanhaftungen an den Reifen der Fahrzeuge verschmutzt werden können (z. B. Abrollstrecken) kennzeichnen diese Teilfläche. Das auf dieser Teilfläche anfallende Wasser wird dem Sickerwassersystem zugeführt. Sie ist daher für die Oberflächenentwässerung unmaßgeblich.

4. Endzustand

Im Endzustand ist die gesamte Deponie rekultiviert (s. Abbildung 4). Der Standort hat sich insbesondere in Bezug auf die Gefälleverhältnisse und die Vegetation sowie ggf. in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit gegenüber dem Ursprungszustand verändert. Oberflächenwasser wird wie im Ursprungszustand dem Vorfluter zugeleitet. Soweit hydraulisch erforderlich, wird der Ablauf weiterhin gedrosselt. Um die Deponie aus der Nachsorge entlassen zu können, dürfen für die Ableitung des Oberflächenwassers keine Pumpen mehr erforderlich sein.

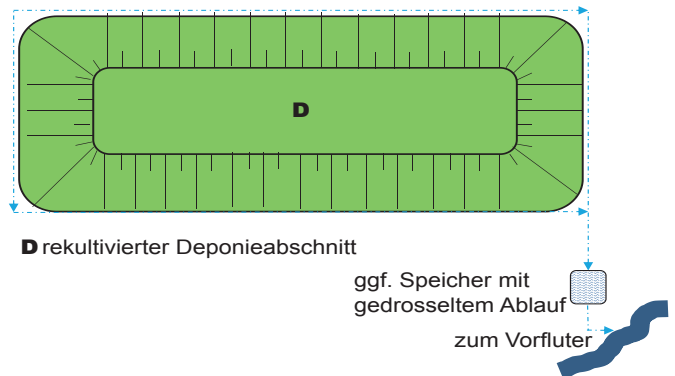


Abbildung 4: Schema der Ableitung von Oberflächenwasser und Dränwasser der Rekultivierungsschicht (Endzustand)

5. Oberflächenwasserabfluss im Ursprungszustand

5.1 Mittlerer Abfluss

Die mittlere Abflussmenge Q [l/s] ist das Produkt aus der mittleren Abflusspende q [l/(s•ha) oder l/(s•km²)] und der dazugehörigen Einzugsgebietsgröße A_E [ha oder km²].

Die mittlere Abflusspende wird auf der Grundlage von Daten aus langjährigen Messreihen ermittelt. Diese liegen in der Regel für die geplante Einleitstelle nicht unmittelbar vor und können aufgrund der erforderlichen Langjährigkeit der Messreihen in der Planungsphase einer Deponie auch nicht generiert werden. Daher wird man auf vorhandene Daten des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) zurückgreifen, der diese an landesweit rund 300 Pegeln ermittelt hat, die für die jeweilige Region repräsentativ sind. Datenanfragen sind an die regional zuständigen NLWKN-Betriebsstellen zu richten [www.nlwkn.de].

5.2 Spitzenabfluss

Starkniederschläge führen zu Spitzenabflüssen. Die relevante Niederschlagshöhe N [l/(s•ha)] kann für den jeweiligen Standort in Abhängigkeit von der Dauer und Wiederkehrwahrscheinlichkeit aus Daten¹ des Deutschen Wetterdienstes entnommen werden. Für den hydraulischen Nachweis der Einleitung in den Vorfluter sollte eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 10 Jahren² zugrunde gelegt werden.

Die Abflusspende q [l/(s•ha)] errechnet sich aus dem Produkt von Niederschlagshöhe und dem Abflussbeiwert ψ [l]. Der Abflussbeiwert variiert abhängig von Geländeneigung, Bewuchs und Bodenart bzw. Versiegelungsart der Oberfläche und kann der wasserwirtschaftlichen Fachliteratur (s. Nummer 8) entnommen werden.

6. Oberflächenabfluss während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung der Deponie

Anhand des Betriebsablaufplanes ist die Größe der jeweiligen in Nummer 3 genannten oberflächenwasserwirksamen Teilflächen der Deponie zu ermitteln.

Für die einzelnen Teilflächen werden Abflussbeiwerte in nachfolgender Größenordnung empfohlen:

¹ Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD (KOSTRA-DWD)

² Abdichtungssysteme von Deponien müssen für einen Zeitraum von mindestens 100 Jahre funktionstüchtig sein. Die Entwässerungseinrichtungen auf dem rekultivierten Deponiekörper sind daher so zu bemessen oder zu gestalten, dass auch Niederschlagsereignisse mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 100 Jahren nicht zu Schäden am Oberflächenabdichtungssystem führen.

- **Teilfläche A (Fläche im Ursprungszustand):**
 ψ_A entsprechend Nummer 5.2
- **Teilfläche B (eingerrichteter, nicht mit Abfall belegter Deponieabschnitt):** $\psi_B = 0,90$
- **Teilfläche D (rekultivierter Deponieabschnitt):**

Tabelle 1: Abflussbeiwerte ψ_D rekultivierter Deponieabschnitte

Neigung	Grasvegetation	Baum- und Strauchvegetation
< 10 %	0,10 bis 0,15	0,05 bis 0,10
≥ 10 %	0,30 bis 0,40	0,20 bis 0,30

Je nach Bodenart werden jeweils bei sandigen Böden die niedrigeren und bei lehmigen Böden die höheren Werte als Abflussbeiwerte empfohlen.

- **Teilfläche E (Betriebsflächen, auf denen unbelastetes Wasser anfällt):**
 - Wasserflächen (z.B. Rückhaltebecken und Gräben) $\psi_{EW} = 1,00$
 - Dachflächen $\psi_{ED} = 0,95$
 - Asphaltierte Flächen $\psi_{EA} = 0,90$
 - Pflaster $\psi_{EP} = 0,50$ bis 0,75 (je nach Fugenausbildung)
 - hydraulisch gebundene Flächen $\psi_{EHg} = 0,60$

Zum Oberflächenwasserabfluss der Teilfläche D („rekultivierter Deponieabschnitt“) kommt noch der Abfluss aus der Entwässerungsschicht (Dränwasser) hinzu. Wegen der zeitlichen Verzögerung bei der Durchsickerung sollte hierfür aber keine Spitzenabflusspende, sondern allenfalls ein nach GDA-Empfehlung E 2 – 20 mittlerer bis hoher Wert in der Größenordnung zwischen $q_{ES} = 0,1$ und 1,2 l/(s•ha) angesetzt werden.

Die Niederschlagshöhe ist identisch mit der gemäß Nummer 5.2 ermittelten.

Der Spitzenabfluss im Betriebszustand $HQ_{10Betr.}$ ist die Summe der für die einzelnen Teilflächen ermittelten Abflüsse.

Für Bauzustände sollte abgeschätzt werden, ob sich kurzfristig darüber hinausgehende Abflussmengen ergeben können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Flächen mit möglichen ungünstigeren Abflussbeiwerten auch deutlich geringere Wiederkehrwahrscheinlichkeiten mit geringeren Niederschlagshöhen anzusetzen wären. In diese Abschätzung kann auch eine Risikobetrachtung einfließen.

7. Oberflächenwasserabfluss vom rekultivierten Deponiestandort

7.1 Mittlerer Abfluss

Nach der Rekultivierung einer Deponie fließen dort, wie Testfeldmessungen bestätigen, nur kurzzeitig und im Jahr insgesamt in der Größenordnung von 2 bis 5 % des Jahresniederschlags auf der Oberfläche der Rekultivierungsschicht ab. Der Rest des Niederschlagswassers verdunstet, wird von Pflanzen zurückgehalten oder in der Rekultivierungsschicht gespeichert. Insbesondere im Winterhalbjahr führt der Überschuss an Niederschlag zu einer Absickerung in die Entwässerungsschicht des Oberflächenabdichtungssystems. Die daraus resultierende Abflussspende des Dränwassers ist in einer Größenordnung q_{ES} von 0,1 l/(s*ha) zu erwarten.

7.2 Spitzenabfluss

Die Spitzenabflussspende rekultivierter Deponien setzt sich aus dem Abfluss auf der Oberfläche der rekultivierten Deponie und dem Abfluss aus der Entwässerungsschicht zusammen.

Der Abfluss auf der Oberfläche der rekultivierten Deponie wird, wie unter Nummer 6 für die Teilfläche D beschrieben, ermittelt.

Berechnungen und Messungen haben gezeigt, dass hohe Dränspenden, die mindestens an 99 % aller Tage unterschritten werden, in einer Größenordnung von 10 mm/d liegen. Tagesspitzenwerte wurden in Deutschland mit 25 bis 35 mm/d gemessen (s. GDA E 2-20). Gleichwohl sollten wegen der zeitlichen Verzögerung im Abflussgeschehen nicht diese Werte, sondern auch hier allenfalls ein mittlerer bis hoher Wert in der Größenordnung zwischen $q_{ES} = 0,1$ und $1,2$ l/(s*ha) angesetzt werden.

Sollen nach Abschluss der Deponie noch Gebäude oder befestigte Flächen am Standort verbleiben, muss die darauf anfallende Abflussmenge analog zu Nummer 6 für die Teilfläche E berechnet werden.

7.3 Speicherung und Ableitung

7.3.1 Einleitung in ein Gewässer

Die Einleitmenge in einen Vorfluter wird von der zuständigen Wasserbehörde unter Berücksichtigung

- der hydraulischen Belastung des Vorfluters vor der Errichtung einer Deponie,
- der hydraulischen Leistungsfähigkeit und vorhandener Leistungsreserven des Vorfluters an der Einleitstelle und in seinem weiteren Verlauf sowie
- dem Anteil der Abflussmenge vom Deponiestandort an der Abflussmenge im Vorfluter

festgesetzt. Hierbei ist immer auch zu berücksichtigen, dass die Fläche in der Regel auch vor der Errichtung der Deponie einen Oberflächenwasserabfluss in den Vorfluter aufwies.

Bei der Bemessung von Rückhalteeinrichtungen sollte das Berechnungsverfahren mit der zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

7.3.2 Einleitung in kleine Vorfluter ohne hydraulische Reserven

Soll Oberflächenwasser in einen kleinen Vorfluter eingeleitet werden, der keine hydraulischen Reserven besitzt oder dessen Reserven nicht ermittelt wurden, darf sich die Abflussmenge vom Deponiestandort während der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung der Deponie gegenüber dem Abfluss im Ursprungszustand nicht erhöhen. Dies ist durch hydraulische Vergleichsbetrachtungen bei mittlerem Abfluss (Nummer 5.1 im Vergleich zu 7.1) und bei Spitzenabfluss (Nummer 5.2 im Vergleich zu 7.2) nachzuweisen.

Lässt sich dieser Nachweis nicht führen, muss das Oberflächenwasser gespeichert und gedrosselt abgeleitet oder die Abflussmenge durch Versickerung vor Ort verringert werden. Die Arbeits- und Merkblätter der DWA beschreiben hierfür die allgemein anerkannten Regeln der Technik (s. Nummer 8).

Niederschlagswasser, das auf eingerichteten, aber noch nicht mit Abfall oder Deponieersatzbaustoffen belegten Deponieabschnitten anfällt (Teilfläche B) kann, sofern das Basisabdichtungssystem mit einer Konvektionssperre (Kunststoffdichtungsbahn oder Asphalt) abgedichtet ist, auf diesen Flächen unmittelbar zwischengespeichert werden. Das Stauvolumen ist so zu ermitteln und zu begrenzen, dass ein Überlaufen in mit Abfall belegte Deponieabschnitte sicher ausgeschlossen werden kann.

7.3.3 Einleitung in kleine Vorfluter mit hydraulischen Reserven

Sollen mögliche hydraulische Reserven eines Vorfluters genutzt werden, bedarf es einer umfassenden hydraulischen Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Vorfluters. Diese kann neben rechnerischen Betrachtungen auch Messungen der Abflussmengen im Gewässer erfordern. Der Umfang der Untersuchungen sollte vorab mit der zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

7.3.4 Einleitung in große Flüsse

Die Abflussmenge von einem Deponiestandort in große Flüsse, wie z. B. Elbe, Weser oder Ems, ist bezogen auf die Abflussmenge des Gewässers hydraulisch unbedeutend. Eine Speicherung von Oberflächenwasser ist hier in der Regel nicht erforderlich.

8. Literatur

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

ATV-DVWK-M 165

Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Stadtentwässerung, 01/2004

DWA-A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen, 12/2013

DWA-A 118

Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 03/2006

DWA-A 138

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005

DWA-A 166

Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, 11/2013

DWA-A 531

Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, 09/2012

DWA-M 119

Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, 11/2016

DWA-M 153

Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, 08/2007

DWA-M 176

Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung, 11/2013

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT)

GDA E2-20

Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, 05/2015

Literatur

Lecher, Kurt, Lühr, Hans-Peter, Zanke, Ulrich C. E. (Hrsg.)

Taschenbuch der Wasserwirtschaft, 9. Auflage, Verlag Springer Vieweg, ISBN 978-3-528-12580-6

Herausgeber:

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik
und Gerätesicherheit (ZUS AGG)

Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
(LBEG)

Stilleweg 2, 30655 Hannover

Die „AbfallwirtschaftsFakten“ erscheinen unregelmäßig.
Diese Schrift darf nicht verkauft werden;
Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Internet: www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de