

Bodenbeschaffenheit
**Berechnung der Sickerwasserrate
 aus dem Boden**

DIN
19687

ICS 13.080

Deskriptoren: Bodenbeschaffenheit, Sickerwasser, Berechnungsverfahren, Wasserwesen

Soil quality – Calculation of the rate of exfiltration of water from the soil

Qualité du sol – Calcul de la quote – part de l'eau de drainage extractée du sol

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Wasserwesen (NAW), Arbeitsausschuß III 7 "Standortuntersuchung und -beurteilung", erarbeitet.

Es wird empfohlen, bei den Arbeiten nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

Anhang A und Anhang B sind informativ.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Verfahren zur Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden fest, um die Wirkungen des Bodens als Filter, Puffer und Umwandler quantifizieren zu können, die er auf das eindringende Niederschlagswasser und die im Wasser gelösten Stoffe ausübt. Die Sickerwasserrate aus dem Boden ist eine gegenüber der klimatischen Wasserbilanz präzisierte Annahme über eine Teilmenge der Grundwasserneubildung. Sie ist wesentliche Eingangsgröße vieler Simulationsmodelle. Zur Abschätzung des standörtlichen Verlagerungspotentials für gelöste Stoffe aus dem durchwurzelten Boden ist sie Grundlage der Maßzahlen:

- Sickergeschwindigkeit des (stoffbefrachteten) Wassers im Boden;
- Verweilzeit des (stoffbefrachteten) Wassers im Boden;
- Austauschhäufigkeit des pflanzenverfügbar gespeicherten Wassers im Boden.

Die Verfahren sind hinsichtlich ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung so ausgelegt, daß, in Abhängigkeit von den Eingangsdaten, Aussagen im planungsrelevanten mittleren Maßstabsbereich von 1:10 000 bis 1:100 000 möglich sind.

Anhang A (informativ) enthält ein Beispiel für ein rechnerunterstütztes Verfahren.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 4047-10

Landwirtschaftlicher Wasserbau – Begriffe – Der Boden als Pflanzenstandort

DIN 4049-3

Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie

DIN 4220

Bodenkundliche Standortbeurteilung – Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)

DIN 19685

Klimatologische Standortuntersuchung – Ermittlung der meteorologischen Größen

DIN 19732

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nichtsorbiebaren Stoffen

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Sickerwasserrate aus dem Boden: Sickerwassermenge je Flächen- und Zeiteinheit aus dem Wurzelraum.

ANMERKUNG: In Abhängigkeit von der Zeiteinheit, Tag, Monat oder Jahr, werden die tägliche, monatliche oder jährliche Sickerwasserrate unterschieden.

3.2 ungesättigte Bodenzone: Bereich der effektiven, nicht grundwasserbeeinflußten Durchwurzelungstiefe.

4 Durchführung**4.1 Regressionsanalytisches Verfahren****4.1.1 Grundlagen**

Bei diesem Verfahren wird die Sickerwasserrate aus dem Boden nutzungsabhängig durch einen regressionsanalytischen Ansatz berechnet, in den Niederschlag und potentielle Evapotranspiration nach HAUDE (siehe DIN 19685) sowie pflanzenverfügbares Bodenwasser (siehe DIN 4220) eingehen. Die Regressionsgleichungen gelten für Standorte mit und ohne Grundwassereinfluß, jedoch nicht für Stauwasserböden. Der Ansatz ist für langfristige Berechnungszeitspannen von mindestens einem Jahr konzipiert, so daß mit langjährigen Mittelwerten gerechnet werden kann.

Fortsetzung Seite 2 bis 9

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

4.1.2 Berechnung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers

Das pflanzenverfügbare Bodenwasser ist bei grundwasserbeeinflussten Böden die Summe aus nutzbarer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und kapillarem Aufstieg aus dem Grundwasser (siehe DIN 4220).

Es wird nach Gleichung (1) berechnet:

$$h_{Wpfl} = h_{nFKWe} + h_{KR} \quad (1)$$

wobei bei $h_{KR} \leq h_{KW}$ Gleichung (2) gilt:

$$h_{KR} = KR \cdot t \quad (2)$$

Dabei ist:

- h_{Wpfl} die Höhe des pflanzenverfügbaren Bodenwassers, in mm;
- h_{nFKWe} die Höhe der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum, in mm;
- h_{KR} der kapillare Aufstieg, in mm;
- KR die kapillare Aufstiegsrate, in mm/d;
- h_{KW} die Höhe der klimatischen Wasserbilanz, in mm;
- t die Dauer des kapillaren Aufstiegs, in d.

Die durchschnittliche Dauer eines kapillaren Aufstiegs wird für verschiedene Nutzungsformen nach örtlichen Gegebenheiten und phänologischen Daten bzw. Beobachtungen abgeschätzt. Als grobe Anhaltspunkte können für die verschiedenen Nutzungen folgende Tageszahlen gelten:

- Ackerland $t_A = 50$;
- Grünland $t_G = 75$;
- Nadelwald $t_W = 125$.

4.1.3 Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden

Zur Berechnung der nutzungsabhängigen Sickerwasserrate aus dem Boden müssen als Klimagrößen die Jahressumme der potentiellen Evapotranspiration sowie die jeweiligen sommerlichen und winterlichen Niederschlagshöhen je Berechnungsjahr vorliegen (siehe DIN 19685). Für die Nutzungs-

formen Ackerland, Grünland und Nadelwald werden im Folgenden die Gleichungen (3), (4) und (5) angewendet.

$$\text{– Ackerland } h_{SR} = 0,92 \cdot h_{NW} + 0,61 \cdot h_{NS} - 153 \cdot \lg h_{Wpfl} - 0,12 \cdot h_{ETp} + 109 \quad (3)$$

$$\text{– Grünland } h_{SR} = 0,90 \cdot h_{NW} + 0,52 \cdot h_{NS} - 286 \cdot \lg h_{Wpfl} - 0,10 \cdot h_{ETp} + 330 \quad (4)$$

$$\text{– Nadelwald } h_{SR} = 0,71 \cdot h_{NW} + 0,67 \cdot h_{NS} - 166 \cdot \lg h_{Wpfl} - 0,19 \cdot h_{ETp} + 127 \quad (5)$$

Dabei ist:

- h_{SR} die Höhe der Sickerwasserrate aus dem Boden, in mm;
- h_{NW} die Niederschlagshöhe im Winterhalbjahr, in mm;
- h_{NS} die Niederschlagshöhe im Sommerhalbjahr, in mm;
- $\lg h_{Wpfl}$ der dekadische Logarithmus der Höhe des pflanzenverfügbaren Bodenwassers;
- h_{ETp} die Höhe der potentiellen Evapotranspiration, in mm.

Die Gültigkeitsbereiche der Gleichungen (3) bis (5) sollten auf den Quotienten Jahresniederschlag N /jährliche potentielle Verdunstung h_{ETp} bezogen werden. Für ausgewählte Werte von Niederschlagssummen der Vegetationsperiode N_V /Jahresniederschlag N enthält Tabelle 1 die Ausgangswerte für Ackerland, Grünland und Wald, um die jeweiligen Grenzwerte für $(h_{NW} + h_{NS})/h_{ETp}$ berechnen zu können. Sie liegen für Ackerland etwa zwischen 0,8 und 1,6 bzw. für Grünland und Wald zwischen 0,8 und 1,3.

Tritt kein Oberflächenabfluß auf oder ist er aufgrund des Bewuchses zu vernachlässigen, können nach Tabelle 1 pauschale Zu- oder Abschläge zur Sickerwasserrate aus dem Boden in Abhängigkeit von der Exposition vorgenommen werden. Lassen sich ferner Oberhang als Verlustzone, Mittelhang als Transportzone und Unterhang als Zuflußzone einstuft, ist es möglich, das Ergebnis der Berechnungen mit den Korrekturfaktoren nach Tabelle 2 zu belegen.

Tabelle 1: Gültigkeitsbereiche der Gleichungen (3) bis (5) bezogen auf bestimmte klimatische Verhältnisse

Jahresniederschlag N_V/N	Potentielle Evapotranspiration h_{ETp} (mm/a)	Ackerland $h_{NW} + h_{NS}$ (mm/a)	Grünland, Wald $h_{NW} + h_{NS}$ (mm/a)
0,65	600 700	~ 550 bis 800 ~ 600 bis 1100	~ 550 bis 750 ~ 600 bis 900
0,50	600 700	~ 500 bis 900 ~ 650 bis 1100	~ 550 bis 650 ~ 550 bis 900

Tabelle 2: Zu- oder Abschläge zur Sickerwasserrate aus dem Boden in Abhängigkeit von Hangneigung und Exposition

Hangneigung		Zu- oder Abschläge in mm		
in Grad	in Prozent	Südhang	Nordhang	West-, Osthang
2,0 bis unter 3,0	3,5 bis unter 5,0	- 12	+ 10	0
3,0 bis unter 5,0	5,0 bis unter 9,0	- 25	+ 20	0
5,0 bis unter 7,0	9,0 bis unter 12,0	- 50	+ 40	0

Tabelle 3: Korrekturfaktoren zur Sickerwasserrate aus dem Boden in Abhängigkeit von Hangneigung und Reliefformtyp

Hangneigung		Korrekturfaktoren		
in Grad	in Prozent	Oberhang	Mittelhang	Unterhang
2,0 bis unter 3,0	3,5 bis unter 5,0	0,7	1,0	1,3
3,0 bis unter 5,0	5,0 bis unter 9,0	0,6	1,0	1,4
5,0 bis unter 7,0	9,0 bis unter 12,0	0,5	1,0	1,5

BEISPIEL:

Nutzungstyp: Ackerland, Oberhang, Nordexposition, 7 %

$h_{NW} = 400$ mm; $h_{NS} = 450$ mm; $h_{ETp} = 550$ mm

$h_{Wpfl} = 391$ mm (bei nFKWe von 141 mm und KR von 5 mm/d an 50 Tagen)

$$h_{SR} = 368 + 274,5 - 396,6 - 66 + 109 = 288,9$$

$$h_{SR} = (288,9 + 20) \cdot 0,6 = 185,3$$

Berechnung:

$$h_{SR} = 0,92 \cdot h_{NW} + 0,61 \cdot h_{NS} - 153 \cdot \lg h_{Wpfl} - 0,12 \cdot h_{ETp} + 109$$

$$h_{SR} = (0,92 \cdot 400) + (0,61 \cdot 450) - (153 \cdot \lg 391) - (0,12 \cdot 550) + 109$$

5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- einen Verweis auf diese Norm;
- die genaue Angabe des Standorts und eine Profilbeschreibung;
- das Ergebnis der Berechnung;
- alle Einzelheiten, die nicht in dieser Norm beschrieben oder wahlfrei sind sowie alle Faktoren, die das Ergebnis beeinflusst haben könnten.

Anhang A (informativ)

Beispiel für ein rechnerunterstütztes Verfahren

A.1 Allgemeines

Das im Folgenden beschriebene Wasserbilanzverfahren ermittelt ADV-gestützt flächenspezifische Sickerwasser-Zeitreihen auf Tagesbasis unter Verwendung digitaler Boden-, Klima- und Reliefinformationen (siehe Bild A.1).

Die Höhe der Sickerwasserrate aus dem Boden wird von vielen untereinander wechselwirkenden Faktoren gesteuert. Dazu gehören effektiver Niederschlag, Beregnung, Überstau, Schneeschmelze, potentielle und effektive Verdunstung, Oberflächen- und Zwischenabfluß sowie bei semiterrestrischen Böden kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser.

Lokale Ereignisse und zeitlich oder räumlich nicht hinreichend dokumentierte Einflußfaktoren wie Beregnung, Überstau und Schneeschmelze werden nicht in das Verfahren einbezogen.

Alle Bodenwasserflüsse werden durch die (un-)gesättigte Wasserleitfähigkeit bestimmt. Die Wasserflüsse im Boden sind nur vertikal abwärts gerichtet; laterale Flüsse werden nicht einbezogen. Eine Ausnahme bilden grundwasserbeeinflusste Böden, für die ein kapillarer Aufstieg vom Grundwasser in den effektiven Wurzelraum und damit ein vertikaler Wasserfluß aufwärts berechnet wird.

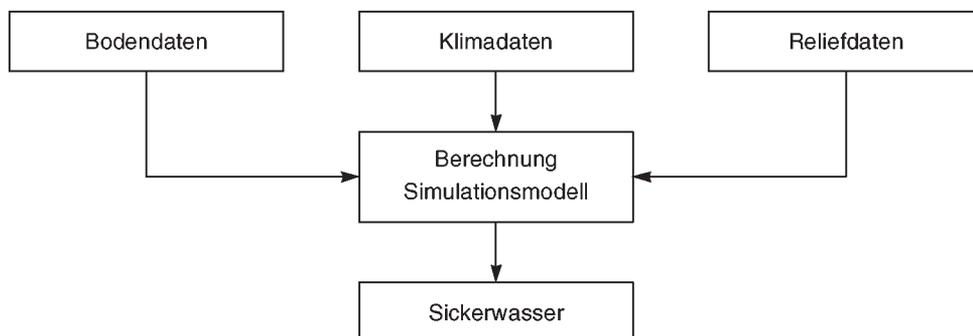


Bild A.1: Übersicht über das Wasserbilanzverfahren