

DIN 19708

ICS 13.080.40

Einsprüche bis 2021-11-24
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 19708:2017-08

Entwurf

Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG

Soil quality –
Predicting soil erosion by water by means of ABAG

Qualité du sol –
Prévision de l'érosion du sol par l'eau avec l'aide de ABAG

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-09-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 29 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Durchführung	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Berechnung des <i>R</i> -Faktors	9
4.3 Berechnung des <i>K</i> -Faktors	10
4.3.1 Allgemeines	10
4.3.2 Ermittlung der Aggregierungsklasse	12
4.3.3 Ermittlung des Permeabilitätsklasse (<i>P</i>)	13
4.4 Berechnung des <i>S</i> -Faktors	13
4.5 Berechnung des <i>L</i> -Faktors	14
4.6 Ermittlung des <i>C</i> -Faktors	14
4.7 Ermittlung des <i>P</i> -Faktors	16
5 Prüfbericht	17
Anhang A (normativ) Berechnung der Wichtungsfaktoren für gegliederte Hänge	18
Anhang B (informativ) Ableitung regionalspezifischer <i>C</i> -Faktoren	19
B.1 Allgemeines	19
Beispiel zur Berechnung des <i>C</i> -Faktors für die Mais Winterweizen Wintergerste Fruchtfolge mit konventioneller Bestelltechnik	20
Anhang C (informativ) Zur Ableitung von <i>R</i> -Faktoren	24
Anhang D (informativ) <i>S</i> -Faktoren in Abhängigkeit von der Hangneigung	26
Anhang E (informativ) Aussagegenauigkeit der <i>K</i> -Faktoren	27
Literaturhinweise	28

Bilder

Bild E.1 — Isolinien des <i>K</i> -Faktors ($t \cdot h \cdot ha^{-1} \cdot N^{-1}$) im Körnungs-dreieck; hinterlegt ist die Einteilung der Bodenarten nach KA5 [4]	27
--	----

Tabellen

Tabelle 1 — Einstufung der natürlichen Erosionsgefährdung (E_{nat}) durch Wasser	8
Tabelle 2 — Einstufung der Erosionsgefährdung (<i>E</i>) durch Wasser	8
Tabelle 3 — Mittlere <i>K</i> -Faktoren in Abhängigkeit von der Bodenart bei einem mittleren Anteil organischer Substanz von 2 % [4] und [5], der Aggregierungsklasse 2 und der bodenartenspezifischen Permeabilitätsklasse bei mittlerer Lagerungsdichte [1]	11
Tabelle 4 — Mittlere <i>K</i> -Faktoren der Ackerbeschriebe der Bodenschätzung [14]	11
Tabelle 5 — Aggregierungsklassen [14]	13
Tabelle 6 — Permeabilitätsklassen [14]	13
Tabelle 7 — Beispielhafte <i>C</i> -Faktoren in Abhängigkeit von Fruchtfolgen und Bearbeitungssystem ([3] und [9], modifiziert)	15
Tabelle 8 — <i>P</i> -Faktoren für Konturnutzung bei unterschiedlichen Neigungen [9]	16
Tabelle A.1 — Ermittlung und Gewichtung der Einzelfaktoren für einen 100 m langen Hang ($m = 0,5$)	18
Tabelle B.1 — Einteilung der Kulturperioden [14]	19

Tabelle B.2 — Relative Bodenabträge (RBA) in den Kulturperioden verschiedener Kulturpflanzen und Bestelltechniken [14]	20
Tabelle B.3 — Mittlerer Beginn der Kulturperioden zur Ermittlung des C-Faktors, Beispiel für einen bayerischen Standort [14]	20
Tabelle B.4 — Mittlere langjährige Summenprozente der R-Faktor-Anteile von 18 beispielhaft ausgewählten bayerischen Niederschlagsstationen [14]	21
Tabelle B.5 — Übersicht zur Berechnung des C-Faktors	22
Tabelle C.1 — Länderspezifische Gleichungen zum R-Faktor(für historische Betrachtung) [13, aktualisiert]	24
Tabelle D.1 — S-Faktoren in Abhängigkeit von der Hangneigung	26

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Unterausschuss NA 119-01-02-03 UA „Standortbeurteilung, Bodenschutz, Altlastensanierung“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-02 AA „Abfall- und Bodenuntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 19708:2017-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Fehlerbereinigung bei der Ermittlung des K-Faktors;
- b) Präzisierung des experimentell abgesicherten Grenzwertes, ab welcher Höhe bzw. Intensität ein Niederschlagsereignis erosiv wirkt;
- c) Hinweis auf die Verwendung der Radar-Niederschlagsdaten;
- d) redaktionelle Anpassungen;
- e) Ergänzung Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Vorgehensweise zur Ermittlung der Erosionsgefährdung von landwirtschaftlich genutzten Ackerböden durch Wasser mit dem Langfristmodell der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) fest. Die ABAG ist für die flächenbezogene Ableitung der standörtlichen Erosionsgefährdung aus Geländebefunden oder Bodenkarten unter Berücksichtigung von Niederschlags- und Reliefdaten sowie der am jeweiligen Standort am häufigsten verwendeten Fruchtarten konzipiert. Die nach dieser Norm abgeleitete Erosionsgefährdung durch Wasser dient dem Erkennen und Abgrenzen von Gebieten, in denen eine vorsorgende Erosionsschutzberatung angezeigt ist, und unterstützt diese.

Das Ergebnis ist ein langjährig zu erwartender mittlerer, flächenhafter Bodenabtrag durch Regen; Bodenabträge durch Schneeschmelze können nicht abgebildet und Einzelereignisse nicht bewertet werden. Die ABAG bildet keine linienhaften Erosionsformen ab, die entstehen, wenn mit Boden befrachtetes Oberflächenwasser sich meist erst nach erosionswirksamen Hanglängen von über 150 m in Rillen oder Gräben konzentriert. Da die ABAG lediglich flächenhafte Abträge abschätzt, wird in diesen Fällen der Bodenabtrag deutlich unterschätzt.

Jüngere Untersuchungen [15] deuten darauf hin, dass aktuell kartierte Bodenabträge geringer sein können als die vom Modell vorhergesagten Bodenabträge. Eine modellmäßige Überschätzung des Bodenabtrags kann ihre Ursache darin haben, dass der Beobachtungszeitraum nicht ausreicht, um daraus valide Aussagen zur Qualität des Modells abzuleiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die statistische Streuung bei Erosionsereignissen enorm ist und Erosionsereignisse häufig episodisch auftreten. Die starke Streuung der Ereignisse wird durch die langfristig ausgerichteten ABAG-Berechnungen ausgeglichen.

ANMERKUNG Neben der ABAG gibt es noch weitere Verfahren zur Abschätzung der Erosionsgefährdung durch Wasser, z. B. Erosion 2D/3D [18], die hessische Gefahrenstufenkarte Bodenerosion oder das Modell EUROSEM [11].

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4047-3:2002-03, *Landwirtschaftlicher Wasserbau — Begriffe — Teil 3: Bodenkunde, Bodensystematik und Bodenuntersuchung*

DIN 4220, *Bodenkundliche Standortbeurteilung — Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)*

DIN 19683-9, *Bodenbeschaffenheit — Physikalische Laboruntersuchungen — Teil 9: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit in wassergesättigten Stechzylinderbodenproben*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Ackerzahl

die durch Zu- oder Abschläge korrigierte Bodenzahl

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zu- und Abschläge ergeben sich durch Berücksichtigung von Klima, Hangneigung, Exposition und anderen wertbestimmenden Faktoren.

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.3.2]

3.2

Bodenaggregate

Zusammenlagerung einzelner Bodenpartikel zu Körpern unterschiedlicher Form und Größe

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie bilden das Bodengefüge durch Prozesse wie Schrumpfung und Quellung mit den zugehörigen Hohlräumen.

3.3

Bodenart

Kennzeichnung des mineralischen Bodenmaterials nach seiner Korngrößenzusammensetzung

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.1.14]

3.4

Bodenzahl

die mit Hilfe des Ackerschätzungsrahmens ermittelte relative Wertzahl des Ackerbodens aufgrund von Bodenart, Entstehungsart und Zustandsstufe

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.3.4]

3.5

Bodenerodierbarkeit durch Wasser bzw. Wind

Erodibilität

Maß für die Ablösbarkeit eines vegetationsfreien Oberbodens (mineralisch oder humos) durch Niederschlagswasser bzw. Wind

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.5.26]

3.6

Erosion

Abtrag und Abtransport von Bodenmaterial durch Kräfte des Wassers und des Windes

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.2.23]

3.7

Ertragspotenzial

theoretische Fähigkeit eines Standortes zur Produktion nutzbarer Pflanzenmasse

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.2.27]

3.8

Grünlandgrundzahl

die mit Hilfe des Grünlandschätzungsrahmens ermittelte relative Wertzahl des Grünlandbodens aufgrund von Bodenart, Zustandsstufe, Klima und Wasserverhältnissen

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.3.6]

3.9

Grünlandzahl

die durch Zu- und Abschläge korrigierte Grünlandgrundzahl

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zu- und Abschläge ergeben sich durch Berücksichtigung von Kleinklima, Geländeform und anderen wertbestimmenden Faktoren.

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.3.8]

3.10

Isoerodenten

Linien gleicher Regenerosivität

3.11

Bodenerosivität des Wassers (Regenerosivität) bzw. des Windes

Maß für die Erosionswirksamkeit des Niederschlagswassers gegenüber dem Boden in Abhängigkeit vom Jahresmittel von Niederschlagsintensität und Niederschlagshöhe (Wasser) bzw. des Windes in Abhängigkeit vom Jahresmittel der Windgeschwindigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Regenerosivität geht als *R*-Faktor in die ABAG ein.

[QUELLE: DIN 4047-3:2002-03, 3.5.83]

4 Durchführung

4.1 Allgemeines

Der mittlere langjährig zu erwartende Bodenabtrag durch Wassererosion kann mit der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) abgeschätzt werden. Sie wurde von [17] entwickelt und durch [14] an deutsche Verhältnisse angepasst. Sie ist eine empirische „Produktgleichung“, die sich aus der Bodenerodierbarkeit durch Wasser, der Regenerosivität, der Topographie, der Bodenbedeckung und der Bodenbearbeitung sowie einem Faktor zur Berücksichtigung von Erosionsschutzmaßnahmen zusammensetzt.

Die ABAG für die Erosionsgefährdung lautet:

$$A = R \cdot K \cdot S \cdot L \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Dabei ist

A der langjährig zu erwartende mittlere Bodenabtrag, in t/(ha · a);

R der Oberflächenabfluss- und Regenerosivitätsfaktor, in N/(h · a);

K der Faktor für die Bodenerodierbarkeit durch Wasser, in (t · h)/(ha · N);

S der Hangneigungsfaktor;

L der Hanglängenfaktor;

C der Bodenbedeckungs- und Bodenbearbeitungsfaktor;

P der Faktor zur Berücksichtigung von Erosionsschutzmaßnahmen.

Einzelne Faktoren der ABAG lassen sich je nach Fragestellung, Datenlage und Anwendungsmaßstab zu unterschiedlichen Kennwerten kombinieren:

- natürliche Erosionsgefährdung durch Wasser (E_{nat}) nach den Faktoren K aus Bodenkarten, R aus Niederschlags- bzw. besser Isoerodentenkarten und S aus topografischen Karten bzw. besser digitalen Geländemodellen ($E_{\text{nat}} = R \cdot K \cdot S$);
- E_{nat} ist ein Maß für die natürliche Empfindlichkeit des Standortes im Hinblick auf Wassererosion und kann, eingestuft nach Tabelle 1, in Abhängigkeit von der räumlichen Auflösung der Eingangsdaten der Faktoren K , R und S kartografisch in den Maßstäben 1 : 5 000 bis 1 : 200 000 dargestellt werden.

Tabelle 1 — Einstufung der natürlichen Erosionsgefährdung (E_{nat}) durch Wasser

Stufen der natürlichen Erosionsgefährdung		Bodenabtrag
Kurzzeichen	Benennung	t/(ha · a)
$E_{\text{nat}0}$	keine bis sehr geringe natürliche Erosionsgefährdung	<0,5
$E_{\text{nat}1}$	sehr geringe natürliche Erosionsgefährdung	0,5 bis <2,5
$E_{\text{nat}2}$	geringe natürliche Erosionsgefährdung	2,5 bis <5,0
$E_{\text{nat}3}$	mittlere natürliche Erosionsgefährdung	5,0 bis <7,5
$E_{\text{nat}4}$	hohe natürliche Erosionsgefährdung	7,5 bis <15
$E_{\text{nat}5}$	sehr hohe natürliche Erosionsgefährdung	15 bis <27,5
$E_{\text{nat}6}$	extrem hohe natürliche Erosionsgefährdung	≥27,5

- Erosionsgefährdung durch Wasser (E) unter zusätzlicher Berücksichtigung der Faktoren L (erosionswirksame Hanglänge), C (Bodenbedeckung und Bodenbearbeitung) sowie P (Erosionsschutzmaßnahmen). In der Regel lassen sich diese Faktoren nicht aus allgemein zugänglichen Unterlagen ableiten, sondern sind vor Ort zu erheben. Dies entspricht der Darstellung nach Gleichung (1). Tabelle 2 gibt Anhaltspunkte zur Einstufung der Erosionsgefährdung. Bei der Einstufung der Erosionsgefährdung eines Standortes ist neben der Höhe des Bodenabtrags auch die Empfindlichkeit der betroffenen Schutzgüter zu berücksichtigen.

Tabelle 2 — Einstufung der Erosionsgefährdung (E) durch Wasser

Stufen der Erosionsgefährdung		Bodenabtrag
Kurzzeichen	Benennung	t/(ha · a)
$E0$	keine bis sehr geringe Erosionsgefährdung	<0,2
$E1$	sehr geringe Erosionsgefährdung	0,2 bis <1,0
$E2$	geringe Erosionsgefährdung	1,0 bis <2
$E3$	mittlere Erosionsgefährdung	2 bis <3
$E4$	hohe Erosionsgefährdung	3 bis <6
$E5$	sehr hohe Erosionsgefährdung	6 bis <11
$E6$	extrem hohe Erosionsgefährdung	≥11

Die ABAG erfordert detaillierte Eingangsgrößen zu allen den Prozess steuernden Faktoren, die flächenhaft nur im Rahmen großmaßstäbiger Kartierungen zur Verfügung stehen bzw. vor Ort zu ermitteln sind. Die ABAG erlaubt nicht nur, den Bodenabtrag für die unterschiedlichsten Faktorenkombinationen abzuschätzen, sondern auch die Wirkung abtragsmindernder Eingriffe vorherzusagen.

4.2 Berechnung des *R*-Faktors

Niederschlag ist der Auslöser für den Bodenabtrag durch Wasser. Er bewirkt, dass einerseits Bodenaggregate durch die kinetische Energie des aufschlagenden Regentropfens zerstört und verspritzt werden. Andererseits entsteht oberflächlich abfließendes Wasser, das loses Bodenmaterial hangabwärts transportiert und seinerseits weiteres Material abschert. Eigenschaften des Niederschlags, die einen Bodenabtrag bewirken, sind sowohl die kinetische Energie als auch die Menge des Regens.

Je nach Lage des Untersuchungsgebietes sowie Aktualität und Verfügbarkeit regionalisierter Klimadaten lassen sich *R*-Faktoren unmittelbar aus zeitlich hochauflösenden Zeitreihen zum Niederschlag ableiten. Dem nachfolgend beschriebenen Rechenweg liegt der in [14] dokumentierte Zusammenhang zwischen der Höhe des Bodenabtrags und der kinetischen Energie des Niederschlags zugrunde.

Erosionswirksame Niederschläge weisen eine Niederschlagsmenge von mindestens 12,7 mm oder eine Niederschlagsintensität innerhalb von 30 min von mehr als 12,7 mm/h auf. Niederschläge, die weniger als sechs Stunden voneinander entfernt sind, werden als ein Niederschlagsereignis betrachtet.

Die kinetische Energie E (kJ/m²) eines erosionswirksamen Niederschlagsereignisses wird nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$E = \sum_{i=1,n}^{i=n} E_i \quad (2)$$

mit

$$E_i = 0 \quad \text{für } I_i < 0,05;$$

$$E_i = (11,89 + 8,73 \cdot \log I_i) \cdot N_i \cdot 10^{-3} \quad \text{für } 0,05 \leq I_i \leq 76,2;$$

$$E_i = 28,33 \cdot N_i \cdot 10^{-3} \quad \text{für } I_i > 76,2.$$

Dabei ist

i der Zeitabschnitt im Niederschlagsereignis mit konstanter Intensität;

E_i die kinetische Energie des Niederschlags in dem Zeitabschnitt i , in kJ/m²;

I_i die Intensität des Niederschlags in dem Zeitabschnitt i , in mm/h;

N_i die Niederschlagshöhe in dem Zeitabschnitt i , in mm.

Der *R*-Faktor eines Niederschlagsereignisses ergibt sich aus dem Produkt der kinetischen Energie des erosionswirksamen Niederschlagsereignisses und der maximalen 30-Minuten-Intensität I_{30} . Dabei ist I_{30} definiert als Maximum des Niederschlags im 30-Minuten-Fenster des gesamten Niederschlagsereignisses, bezogen auf eine Stunde. Dauert ein erosionswirksamer Regen weniger als 30 min, so ist I_{30} die gesamte Regenmenge, ebenfalls bezogen auf eine Stunde.

Der *R*-Faktor eines Jahres ergibt sich als Summe der Produkte von E und I_{30} für alle erosionswirksamen Regen eines Jahres. Da der *R*-Faktor von Jahr zu Jahr stark variieren kann, sind zur statistischen Absicherung der Berechnungen Zeitreihen über mindestens zehn Jahre erforderlich, die möglichst aktuell sein sollten.

Für räumliche Auswertungen mit aktuellem Zeitbezug ist die vom DWD aktualisierte Karte der *R*-Faktoren zu verwenden, die auf der Basis von Radar-Niederschlagsdaten entwickelt worden ist und vom DWD in regelmäßigen Abständen aktualisiert wird. Die Verwendung dieser Karte sowie deren regelmäßige Aktualisierung sind im Hinblick auf die durch den Klimawandel verursachten Veränderungen der Niederschlagscharakteristik notwendig [6]. Für historische Betrachtungen kann auf die in Tabelle C.1 gelisteten länderspezifischen Gleichungen zur Ableitung der *R*-Faktoren aus Niederschlagsdaten zurückgegriffen werden.