

DIN 19708**DIN**

ICS 13.080.40

**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

Gesamtumfang 25 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Durchführung	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Berechnung des <i>R</i> -Faktors	8
4.3 Berechnung des <i>K</i> -Faktors	9
4.3.1 Allgemeines	9
4.3.2 Ermittlung des bodenartabhängigen Anteils am <i>K</i> -Faktor	10
4.3.3 Ermittlung des humusgehaltsabhängigen Anteils am <i>K</i> -Faktor	11
4.3.4 Ermittlung des grobbodenbedeckungsabhängigen Anteils am <i>K</i> -Faktor	11
4.3.5 Ermittlung des aggregatgrößenabhängigen Anteils am <i>K</i> -Faktor	12
4.3.6 Ermittlung des wasserdurchlässigkeitsabhängigen Anteils am <i>K</i> -Faktor	12
4.4 Berechnung des <i>S</i> -Faktors	13
4.5 Berechnung des <i>L</i> -Faktors	13
4.6 Ermittlung des <i>C</i> -Faktors	14
4.7 Ermittlung des <i>P</i> -Faktors	16
5 Prüfbericht	16
Anhang A (normativ) Berechnung der Wichtungsfaktoren für gegliederte Hänge	17
Anhang B (informativ) Ableitung regionalspezifischer <i>C</i>-Faktoren	18
Anhang C (informativ) Regressionsgleichungen zur Ableitung von <i>R</i>-Faktoren	23
Anhang D (informativ) <i>S</i>-Faktoren in Abhängigkeit von der Hangneigung	24
Literaturhinweise	25

Tabellen

Seite

Tabelle 1 — Einstufung der natürlichen Erosionsgefährdung (E_{nat}) durch Wasser [nach 7]	7
Tabelle 2 — Einstufung der Erosionsgefährdung (E) durch Wasser	7
Tabelle 3 — Mittlere K -Faktoren der Ackerbeschriebe der Bodenschätzung [12]	9
Tabelle 4 — Bodenartbedingter Anteil K_b am K -Faktor	10
Tabelle 5 — Humusgehaltsbedingter Anteil K_h am K -Faktor	11
Tabelle 6 — Grobbodenbedeckungsabhängiger Anteil K_s am K -Faktor	11
Tabelle 7 — Aggregatgrößenabhängiger Anteil K_a am K -Faktor	12
Tabelle 8 — Wasserdurchlässigkeitsabhängiger Anteil K_d am K -Faktor	12
Tabelle 9 — Beispielhafte C -Faktoren in Abhängigkeit von Fruchtfolgen und Bearbeitungssystem (aus [3] und [7], modifiziert)	15
Tabelle 10 — P -Faktoren für Konturnutzung bei unterschiedlichen Neigungen (siehe [7])	16
Tabelle B.1 — Einteilung der Kulturperioden [12]	18
Tabelle B.2 — Relative Bodenabträge (RBA) in den Kulturperioden verschiedener Kulturpflanzen und Bestelltechniken (aus [12])	19
Tabelle B.3 — Mittlerer Beginn der Kulturperioden zur Ermittlung des C -Faktors, Beispiel für einen bayerischen Standort (aus [12])	20
Tabelle B.4 — Mittlere langjährige Summenprozente der R -Faktor-Anteile von 18 beispielhaft ausgewählten bayerischen Niederschlagsstationen (aus [12])	20
Tabelle C.1 — Länderspezifische Gleichungen zum R -Faktor [aus 11]	23
Tabelle D.1 — S -Faktoren in Abhängigkeit von der Hangneigung	24

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Arbeitsausschuss I 1/UA 3 „Standortbeurteilung“ erarbeitet.

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 Relieffdaten 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 nach Bundesbodenschutzgesetz 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.

ANMERKUNG Neben der ABAG gibt es noch weitere Verfahren zur Abschätzung der Erosionsgefährdung durch Wasser, z. B. Erosion 2D/3D, das auf der mittelmäßstäbigen Bodenkarte MMK basierende Modell VERMOST, die hessische Gefahrenstufenkarte Bodenerosion oder das Modell EUROSEM.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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, *Landwirtschaftlicher Wasserbau — Begriffe — Teil 3: Bodenkunde, Bodensystematik und Bodenuntersuchung*

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

DIN 19682-2, *Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau — Felduntersuchungen — Teil 2: Bestimmung der Bodenart*

DIN 19682-10, *Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau — Felduntersuchungen — Teil 10: Beschreibung und Beurteilung des Bodengefüges*

DIN 19683-9, *Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau — Physikalische Laboruntersuchungen — Teil 9: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit in wassergesättigten Stechzylinderbodenproben*

DIN 19685, *Klimatologische Standortuntersuchung — Ermittlung der meteorologischen Größen*

DIN ISO 11277, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden — Verfahren mittels Siebung und Sedimentation*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Ackerzahl

die durch Zu- oder Abschläge korrigierte Bodenzahl. Die Zu- und Abschläge ergeben sich durch Berücksichtigung von Klima, Hangneigung, Exposition und anderen wertbestimmenden Faktoren
[DIN 4047-3]

3.2

Bodenabtrag

durch Wind oder oberirdisch abfließendes Wasser verlagerter Boden

3.3

Bodenaggregate

Zusammenlagerung einzelner Bodenpartikel zu Körpern unterschiedlicher Form und Größe. Sie bilden das Bodengefüge durch Prozesse wie Schrumpfung und Quellung mit den zugehörigen Hohlräumen

3.4

Bodenart

Kennzeichnung des mineralischen Bodenmaterials nach seiner Korngrößenzusammensetzung
[DIN 4047-3]

3.5

Bodenzahl

die mit Hilfe des Ackerschätzungsrahmens ermittelte relative Wertzahl des Ackerbodens aufgrund von Bodenart, Entstehungsart und Zustandsstufe
[DIN 4047-3]

3.6

Erodibilität (Bodenerodierbarkeit)

Maß für die Erodierbarkeit des Oberbodens gegenüber Niederschlag. Die von Bodenart, Humusgehalt, Aggregatstabilität, Steinbedeckung abhängige Größe geht als *K*-Faktor in die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) ein
[DIN 4047-3]

3.7

Erosion

Abtrag und Abtransport von Bodenmaterial durch Kräfte des Wassers und des Windes
[DIN 4047-3]

3.8

Erosionsgefährdung

Erosionsgefährdung eines Standortes anhand der natürlichen und anthropogenen Standortfaktoren, die den Erosionsprozess steuern

3.9

Ertragspotenzial

theoretische Fähigkeit eines Standortes zur Produktion nutzbarer Pflanzenmasse
[DIN 4047-3]

3.10

Grünlandgrundzahl

die mit Hilfe des Grünlandschätzungsrahmens ermittelte relative Wertzahl des Grünlandbodens aufgrund von Bodenart, Zustandsstufe, Klima und Wasserverhältnissen
[DIN 4047-3]

3.11

Grünlandzahl

die durch Zu- und Abschläge korrigierte Grünlandgrundzahl; die Zu- und Abschläge ergeben sich durch Berücksichtigung von Kleinklima, Geländeform und anderen wertbestimmenden Faktoren

[DIN 4047-3]

3.12

Isoerodenten

Linien gleicher Regenerosivität

3.13

natürliche Erosionsgefährdung

Erosionsgefährdung eines Standortes anhand der natürlichen Standortfaktoren, die den Erosionsprozess steuern

3.14

Regenerosivität

Maß für die Erosionswirksamkeit des Niederschlags gegenüber dem Boden. Die von der Niederschlagsintensität abhängige Größe geht als *R*-Faktor in die Allgemeine Bodenabtragsgleichung ein

[DIN 4047-3]

4 Durchführung

4.1 Allgemeines

Der mittlere langjährig zu erwartende Bodenabtrag durch Wassererosion kann mit der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung abgeschätzt werden. Sie wurde von WISCHMEIER ET AL. (1978) entwickelt und durch SCHWERTMANN ET AL. (1990) angepasst. Sie ist eine empirische „Produktengleichung“, die sich aus Erodierbarkeit der Böden, Erosivität der Niederschläge, Topographie, Bodenbedeckung und Bodenbearbeitung sowie einem Faktor zur Berücksichtigung von Erosionsschutzmaßnahmen zusammensetzt.

Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung 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 Bodenerodierbarkeitsfaktor, 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 Allgemeinen Bodenabtragsgleichung 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, kartografisch in den Maßstäben 1 : 5 000 bis 1 : 200 000 dargestellt werden.

Tabelle 1 — Einstufung der natürlichen Erosionsgefährdung (E_{nat}) durch Wasser [nach 7]

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

- Erosionsgefährdung durch Wasser (E) unter zusätzlicher Berücksichtigung der Faktoren L (erosionswirksame Hanglängen), 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 in t/(ha · a)
Kurzzeichen	Benennung	
$E0$	keine bis sehr geringe Erosionsgefährdung	< 0,2
$E1$	sehr geringe Erosionsgefährdung	0,2 bis < 1,0
$E2$	geringe Erosionsgefährdung	1,0 bis < 2,0
$E3$	mittlere Erosionsgefährdung	2,0 bis < 3,0
$E4$	hohe Erosionsgefährdung	3,0 bis < 6,0
$E5$	sehr hohe Erosionsgefährdung	≥ 6,0

Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung 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 Allgemeine Bodenabtragsgleichung 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 Energie als auch Menge des Regens [9].

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 [12] dokumentierte Zusammenhang zwischen der Höhe des Bodenabtrags und der kinetischen Energie des Niederschlags zugrunde.

Erosionswirksame Niederschläge weisen eine Niederschlagsmenge von mindestens 10 mm oder eine Niederschlagsintensität innerhalb von 30 min von mehr als 10 mm/h auf. Niederschläge, die weniger als sechs Stunden von einander entfernt sind, werden als ein Niederschlagsereignis betrachtet.

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

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

mit:

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

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

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

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 Regens 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 erosiver 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 erosiven Regen eines Jahres. Da der R -Faktor von Jahr zu Jahr stark variiert, sind zur Absicherung des Ergebnisses möglichst aktuelle Zeitreihen über mindestens zehn Jahre erforderlich.

Behelfsweise kann auch auf die in [11] veröffentlichten Karten über die Verteilung des R -Faktors als Isoerodentenkarten zurückgegriffen werden, die in einzelnen Bundesländern (z. B. Nordrhein-Westfalen [8]) inzwischen überarbeitet wurden. Tabelle C.1 listet länderspezifische Gleichungen zur Ableitung des R -Faktors aus Niederschlagsdaten auf.