

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

KENNWERTE: 3.5 Feststoffein- und austrag je Hangsegment / Einzugsgebiet und Zeitintervall eines Einzelereignisses der Bodenerosion durch Wasser als Ergebnis des prozessorientierten Simulationsmodells EROSION 2D/3D

QUELLE:

SCHMIDT, J., VON WERNER, M. & MICHAEL, A. (1996): EROSION 2D/3D. Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. - Hrsg.: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, & Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Freiberg.

EINGANGSDATEN:

Niederschlag:

- Niederschlagsdauer des Gesamt ereignisses
- Niederschlagsintensität je Zeitintervall

Relief:

- Hanglänge von der lokalen Wasserscheide bis zur Tiefenlinie bzw. des betrachteten Hangabschnitts bei gegliedertem Hangprofil
- Hanggeometrie:
x-, y-, z-Koordinaten aller das Hangprofil (EROSION 2D) oder Einzugsgebiet (EROSION 3D) beschreibenden Höhenpunkte

- Pflanzenbedeckungsgrad;

alternativ:

- Nutzungs- bzw. Fruchtart
- Monat im Jahresverlauf

Boden:

- Infiltrationsrate;

alternativ:

- Anfangsbodenfeuchte des obersten Horizonts (in 25 cm Bezugstiefe)
- Korngrößenverteilung des obersten Horizonts in mindestens 3, idealerweise 9 Fraktionen
- Rohdichte, trocken des obersten Horizonts (in 25 cm Bezugstiefe)
- Gehalt an organischem Kohlenstoff des obersten Horizonts
- Bearbeitungszustand des obersten Horizonts

alternativ:

gleiche Parameterliste wie oben, jedoch ohne Rohdichte, trocken, die ebenfalls aus anderen Eingangsdaten geschätzt wird

- Rauigkeitsbeiwert der Bodenoberfläche,

alternativ nach GARBRECHT oder MANNING;

Rauhigkeitsbeiwert nach GARBRECHT:

- Korngrößenverteilung des obersten Horizonts (bei Sandböden)
- Aggregatgrößenverteilung des obersten Horizonts (bei allen anderen (aggregierten) Böden)

Rauhigkeitsbeiwert nach MANNING

- Nutzungs- bzw. Fruchtart
- Bearbeitungszustand des obersten Horizonts

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

- Erosionswiderstand der Bodenoberfläche, gemessen als Scherwiderstand bei Wassersättigung
- alternativ:
 - Bodenart des obersten Horizonts
 - Bearbeitungszustand des obersten Horizonts
- vom Modell als konstant angenommene, vom Anwender nicht zu variierende Eingangsdaten:
 - Erdbeschleunigung
 - Flüssigkeitsdichte des Niederschlags
 - Flüssigkeitsdichte des Abflusses
 - Flüssigkeitsviskosität des Abflusses
 - mittlerer Partikeldurchmesser je Korngrößenfraktion
 - Partikeldichte je Korngrößenfraktion
 - Depositionskoeffizient

vom Anwender individuell veränderbare Steuergrößen:

- Länge und Breite je Hangsegment
- Dauer je Zeitintervall
- Zahl der Fraktionen der Korngrößenverteilung

VERKNÜPFUNGSREGELN: (ohne Aufnahme in die Dokumentation)

- Algorithmen des Teilmodells "Loslösung der Partikel"
- Algorithmen des Teilmodells "Transport der Partikel"

bei nicht bekanntem Pflanzenbedeckungsgrad

zusätzlich VKR 3.18;

bei nicht bekannter Infiltrationsrate

zusätzlich VKR 1.18, 1.23, 1.24, 1.25, 1.26, 1.27;

bei nicht bekanntem Erosionswiderstand der Bodenoberfläche zusätzlich VKR 5.20

bei nicht bekanntem Rauigkeitsbeiwert der Bodenoberfläche zusätzlich VKR 5.21 oder 5.22

AUSGABEGRÖSSEN:

punktbezogen je vorgegebenem Zeitintervall:

- kumulativer Abfluß
- absolute Feststoffmenge des Abflusses
- Feststoffkonzentration des Abflusses
- Tonanteil der Feststoffmenge des Abflusses
- Schluffanteil der Feststoffmenge des Abflusses

flächenbezogen je vorgegebenem Zeitintervall:

- Feststoffaustrag je Hangsegment oder Zelleinzugsgebiet
- Feststoffeintrag je Hangsegment oder Zelleinzugsgebiet
- Nettoaustrag als Differenz zwischen Feststoffeintrag und Feststoffaustrag je Zelleinzugsgebiet

ERLÄUTERUNGEN:

Das Modell EROSION 2D/3D simuliert das Prozeßgeschehen der Bodenerosion auf der Grundlage einzelner Niederschlagsereignisse und berechnet Feststoffaustrag und -deposition für Hangausschnitte beliebiger Geländedeckung. Beim Modell 2 D beschränkt sich das Ergebnis auf das betrachtete Hangsegment, beim Modell 3 D werden die Ergebnisse aller Hangsegmente verknüpft und erlauben eine flächenhafte Bilanzierung für das gesamte jeweilige Einzugsgebiet. Da die Simulation des Prozeßgeschehens in beiden Fällen identisch ist, wird im folgenden nicht zwischen den Modellvarianten 2D und 3D differenziert.

Alle Modellgleichungen werden nicht auf den gesamten Hang bzw. auf die gesamte Dauer eines Niederschlagsereignisses angewendet, sondern jeweils nur auf die kleinsten Raumsegmente bzw. Zeitintervalle, die als homogen angesehen werden können und vom Anwender in ihrer Größe bzw. Dauer frei wählbar sind. Für diese Steuergrößen sind seitens des Modells die Standardeinstellungen $\Delta x = 10$ m, $\Delta y = 10$ m und $\Delta t = 10$ min vorgesehen. Ein Hangprofil kann in einer räumlichen Auflösung von bis zu einem Meter Hanglänge abgebildet werden, so daß auch Kleinformen und lineare Reliefelemente angemessen berücksichtigt werden können: Hänge, die durch Wege, Flurgehölzstreifen, Vorgewende oder verschieden genutzte und bearbeitete Schläge gegliedert sind, können im Detail dargestellt werden.

Mehrere Einzelereignisse können zu einer Sequenz verknüpft werden, die den Zeitraum eines Monats oder eines Jahres repräsentiert. Diese Sequenzen lassen sich ihrerseits iterativ koppeln, so daß der Simulationszeitraum fast beliebig ausgedehnt werden kann. Auf der Basis eines statistisch bestimmten Referenzjahres ist auch der mittlere jährliche Bodenabtrag schätzbar.

Im Falle der Langfristsimulation mit Koppelung von Einzelereignissen im iterativen Berechnungsgang wird das Hangprofil fortlaufend dem jeweiligen Austrag oder Akkumulation angepaßt und verändert.

Das Gesamtmodell besteht aus drei Komponenten: einem digitalen Hangmodell, einem Infiltrationsmodell und dem eigentlichen Erosionsmodell. Die Algorithmen des digitalen Hangmodells, die geometrische Reliefparameter aus digitalen Höhendaten ableiten, sind in den Flußplandiagrammen und im Verzeichnis der Verknüpfungsregeln nicht mit aufgeführt.

Das eigentliche Erosionsmodell unterscheidet zwei Prozesse, die in separaten Flußplandiagrammen dargestellt werden: die Loslösung der Partikel von der Bodenoberfläche ("Teilmodell 1") und den Transport der Partikel mit der oberflächennahen Strömung ("Teilmodell 2"). In einem dritten Flußplandiagramm werden die Ergebnisse beider Teilmodelle zu einer finalen Bilanzgröße verknüpft.

Teilmodell 1 berechnet den Impulsstrom der Regentropfen als Maß für die Erosionswirkung der Tropfen und den Impulsstrom des flächenhaften oberflächlichen Abflusses und verknüpft beide Impulsströme mit dem Erosionswiderstand zur dimensionslosen Erosionskennzahl, die ihrerseits mit experimentell ermittelten Feststoffausträgen korreliert. Aus dieser linearen Beziehung läßt sich der potentielle Feststoffmassenstrom als Zielgröße ermitteln.

Teilmodell 2 leitet die Transportkapazität aus einem angenommenen Gleichgewichtszustand zwischen vertikaler Impulsstromkomponente des Abflusses und dem kritischen Impulsstrom der in Suspension gehaltenen Partikel ab.

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

Die Ergebnisse beider Teilmodelle werden Korngrößenklassenweise verglichen und zum gesamten Feststoffmassenstrom addiert. Abschließend erfolgt je Hangsegment eine Vergleichsoperation, bei der aus der Bilanz zwischen dem Eintrag aus dem nächsthöheren Hangsegment und dem zuvor ermittelten lokalen Austrag abgeschätzt wird, ob in dem betrachteten Raumsegment Erosion oder Deposition stattfindet.

Die Funktionsweise beider Teilmodelle "Loslösung der Partikel" und "Transport der Partikel" ist zwar in entsprechenden Flußplandiagrammen dargestellt, auf eine vollständige Dokumentation aller das physikalische Prozeßgeschehen beschreibenden Gleichungen wurde jedoch bewußt verzichtet, so daß die betreffenden Verknüpfungsregeln (Rhomben in den Flußplandiagrammen) nicht mit Nummern belegt sind. In die Dokumentation wurden als Verknüpfungsregeln nur diejenigen Algorithmen aufgenommen, die für bodenkundliche Auswertungskarten von allgemeinem Interesse sind, gewissermaßen universal nutzbare Pedotransferfunktionen darstellen und zu Kennwerten führen, die auch ohne spezifische Anwendung des Modells EROSION 2D/3D einen bestimmten Aussagewert besitzen.

Die als Eingangsdaten benötigten Klimaparameter können für einen einzelnen Simulationszeitraum direkt aus Regenschreiberaufzeichnungen einer Auflösung von mindestens 10 mm/h gewonnen werden. Extremereignisse einer statistischen Wiederkehrzeit von 2, 5, 10, 20, 50 oder 100 Jahren sowie Referenzjahre zur Berechnung des mittleren jährlichen Bodenabtrags bzw. zur Abschätzung der Erosion über längere Zeiträume sind jedoch nur aus Meßreihen mit fehlerfreier Aufzeichnung über ≥ 10 Jahre ableitbar. Für Sachsen können die beiden zuletzt genannten Informationen aus Karten gewonnen werden, die die Landesfläche hinsichtlich des langjährigen Starkniederschlagsgeschehens in 8 Subregionen gliedern. Langfristig sind vergleichbare Karten auch für das übrige Bundesgebiet wünschenswert.

Die als Eingangsdaten benötigten Reliefparameter sind durch Hangvermessungen mittels Theodolit (Tachymeter) oder Nivelliergerät oder alternativ aus topographischen Karten des Maßstabs $\geq 1 : 10.000$ zu gewinnen. Für die Erweiterung zum Modell EROSION 3D werden die Daten des digitalen Geländemodells in Form eines quadratischen Rasters benötigt.

Die als Eingangsdaten benötigten Bodenparameter können im Fall der Korngrößenverteilung direkt aus Laboranalysen, als Ergebnis einer Fingerprobe im Gelände oder aus Bodenkarten abgeleitet werden. Da im Submodell zur Ermittlung der Infiltrationsrate für VKR 1.18 und 1.23 Informationen zu ≥ 3 Korngrößenfraktionen benötigt werden, ist eine Angabe ausschließlich zur Bodenart zunächst als nicht ausreichend anzusehen; in diesem Fall müssen mittlere Sand-, Ton- und Schluffgehalte je Bodenartintervall angenommen werden. Die Rohdichte, trocken in 25 cm Tiefe fungiert ebenfalls nur im Submodell zur Ermittlung der Infiltrationsrate als Eingangsdatum zur Schätzung der bodenphysikalischen Parameter (VKR 1.18 und 1.23). Sie kann an Stechzylinderproben im Labor oder ersatzweise mittels VKR 1.25 für ausgewählte Bodenarten in Abhängigkeit von typischen Bearbeitungszuständen geschätzt werden. Der Humusgehalt im Ap-Horizont, der ebenfalls nur als Eingangsdatum von VKR 1.18 im Submodell zur Ermittlung der Infiltrationsrate zur Schätzung der pF-Kurve benötigt wird, kann per Laboranalyse bestimmt oder näherungsweise aus Tabellen typischer Gehalte in Abhängigkeit von der Bodenform oder Bodenart geschätzt werden. Der Anfangswassergehalt als Eingangsdatum für VKR 1.24 kann mittels Messung im Feld per TDR-Sonde, mittels gravimetrischer Messung im Labor oder näherungsweise unter Anwendung von VKR 1.26 geschätzt werden. VKR 1.26 nutzt empirische Korrelationen der Zielgröße zu den Faktoren Bodenart, Rohdichte und Art der Bodenbearbeitung.

Die für Teilmodell 1 benötigten Eingangsdaten liegen nur im Idealfall in Form von Meßergebnissen vor und müssen daher aus leichter erhebbaren Größen geschätzt werden. Dies betrifft den Pflanzenbedeckungsgrad, die Infiltrationsrate, den Rauigkeitsbeiwert und den Erosionswiderstand der Bodenoberfläche.

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

Monatliche Mittel des Bedeckungsgrades im Verlauf der Vegetationsperiode können für einige häufig auftretende Kulturarten nach DIKAU (1986) und anderen Autoren (Verknüpfungsregel 3.18) geschätzt werden. Einen umfassenderen Ansatz bietet das WEPP-Modell ("Water Erosion Prediction Project") des USDA-ARS (FOSTER & LANE 1990).

Mit einem eigenen Infiltrationsmodell, dessen Algorithmen 1.18, 1.23, 1.24, 1.25, 1.26 und 1.27 keine spezifischen Bestandteile des Modells EROSION 2D/3D sind, kann die Infiltrationsrate nach einem Ansatz von GREEN & AMPT (1911) näherungsweise berechnet werden. Die dafür benötigten bodenphysikalischen Kennwerte (pF-Kurve, kf-Wert) werden für EROSION 2D/3D mit Hilfe der Schätzverfahren von VERECKEN et al. (1989) bzw. CAMPBELL (1985) geschätzt, so daß sich der Eingangsdatenbedarf des Infiltrationsmodells auf Korngrößenverteilung, Rohdichte und Gehalt an organischem Kohlenstoff reduziert. Für beide Pedotransferfunktionen 1.18 und 1.23 existiert eine Vielzahl möglicher Alternativen.

Wenn die natürlichen Infiltrationseigenschaften der Böden durch äußere Eingriffe (Bearbeitung, Verdichtung, ...) wesentlich beeinflusst werden, ist eine Korrektur der nach VKR 1.24 berechneten Infiltrationsrate erforderlich. Fehler, die durch die vereinfachten Modellannahmen sowie Einflüsse der Bodenbearbeitung bedingt sind, können durch eine nachträgliche Korrektur teilweise eliminiert werden. Dazu wird mit Hilfe von VKR 1.27 ein zusätzlicher Korrekturfaktor eingeführt, der sich als Funktion der Bodenart und des jeweiligen Bearbeitungszustands ermitteln läßt.

Mit zwei weiteren Zusatzkomponenten kann der Rauigkeitsbeiwert der Bodenoberfläche aus leichter erhebbaren Eingangsdaten abgeschätzt werden. Bei Brache tritt in Abhängigkeit von der Bodenart des obersten Horizonts eine Fallunterscheidung in Kraft: bei Sand reichen Informationen zur Korngrößenverteilung als Eingangsdatum, bei allen anderen Bodenarten werden Kenntnisse über die Aggregatgrößenverteilung verlangt. Für beide Varianten bietet GARBRECHT (1941) eine entsprechende Lösung (VKR 5.21). Im Falle einer Vegetationsbedeckung durch Kulturpflanzen kann die gewünschte Größe direkt VKR 5.22 entnommen werden, die durchschnittliche Rauigkeitsbeiwerte nach MANNING als Funktion der Nutzungs- bzw. Fruchtart und des jeweiligen Bodenbearbeitungszustands aus Literaturquellen und Ergebnissen des Bodenerosionsmeßprogrammes Sachsen bereitstellt.

Der Erosionswiderstand der Bodenoberfläche als Eingangsdatum zu Teilmodell 1 kann meßtechnisch als Scherwiderstand bei Wassersättigung erfaßt werden, da zwischen beiden Größen eine enge korrelative Beziehung besteht. Seine meßtechnische Erfassung bereitet jedoch zahlreiche Probleme, speziell bei frischer Bodenbearbeitung und Zerlegung in große Einzelaggregate. Liegen für den Scherwiderstand keine flächendeckenden Informationen vor, so kann der Erosionswiderstand näherungsweise über die Korngrößenverteilung des obersten Horizonts ermittelt werden (SCHMIDT 1996). Im Rahmen der weiteren Anwendungen des Modells EROSION 2 D bis zur vorliegenden Dokumentation von SCHMIDT et al. (1996) konnten durch eine regressionsstatistische Auswertung einer größeren Datengrundlage von Meßwerten repräsentativer Standorte Nomogramme konstruiert werden, die eine Angabe zum mittleren Erosionswiderstand je Legendeneinheit bodenkundlicher Grundlagenkarten erlauben bzw. zur VKR 5.20 entwickelt wurden. Dieser Schätzalgorithmus benötigt im Unterschied zu früheren Ansätzen nicht mehr eine Information über die komplette Korngrößenverteilung, sondern verwendet die Bodenart sowie den aktuellen Bodenbearbeitungszustand als Inputdaten.

Für Teilmodell 2 ("Transport der Partikel") wird als Eingangsdatum der Depositionskoeffizient k benötigt. k ist zwar empirisch zu bestimmen, wird aber modellintern als Konstante definiert, da eine Direktmessung unter standardisierten Bedingungen nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu realisieren ist und EROSION 2D/3D vergleichsweise wenig sensitiv auf Variationen von k reagiert. Für routinemäßige Anwendungen von EROSION 2D wären langfristig zumindest bodentypspezifische Angaben zu k in den Legenden bodenkundlicher Grundlagenkarten wünschenswert.

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

In der Praxis sind folgende Modellanwendungen vorgesehen:

- Berechnung von Abtrag und Deposition für ein extremes Niederschlagsereignis,
- Abschätzung der kumulativen Erosion über längere Zeiträume (ein Jahr, Jahrzehnte),
- Simulation der Wirkung von Flurbereinigungsmaßnahmen,
- Simulation der Wirkung unterschiedlicher Bewirtschaftung (Fruchtart, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung),
- Abschätzung des Einflusses von Bodeneigenschaften (Bodenfeuchte, Rauigkeit u.a.),
- Abschätzung des Transports partikelgebundener Schadstoffe (Austrag, Akkumulationsbereiche) einschließlich des Eintrags in Oberflächengewässer.

MASSSTABSEIGNUNG: für großmaßstäbige Projektkarten (1 : 5.000 bis 1 : 10.000)

EINSCHRÄNKUNGEN:

Die Gültigkeit eines individuellen Parametersatzes aus Relief-, Niederschlags- und Bodendaten ist jeweils auf das konkrete Gebiet und seine spezifischen Bedingungen beschränkt. Komplette Parametersätze sind deshalb nicht automatisch auf andere Gebiete übertragbar, da die Kriterien der Übertragbarkeit für die einzelnen Parameter sehr unterschiedlich sind.

Die 2D-Version des Modells gilt nur für den Fall vorwiegend flächenhafter Erosion. Sie enthält im Gegensatz zur 3D-Version keinen Ansatz zur Beschreibung von Fließwegen.

Bei den Modellrechnungen wird unterstellt, daß sich der Niederschlag gleichmäßig über den betrachteten Hangausschnitt verteilt. Der Einfluß des Windes und der Einschlagswinkel der Regentropfen bleiben unberücksichtigt.

Die Erosionswirkung der von Blattwerk und Pflanzenstengeln herabfallenden sekundären Tropfen wird vernachlässigt.

Fremdwasserzuflüsse und an der Bodenoberfläche austretender Interflow bleiben unberücksichtigt.

Muldenspeicherung und Interzeption gehen nicht als eigenständige Prozesse in das Modell ein, können jedoch als Zuschläge zur Anfangsinfiltrationsrate berücksichtigt werden.

Die Güte der Pedotransferfunktion von VEREecken et al. (1989), die im Submodell "Infiltrationsrate" als VKR 1.18 zur Schätzung der pF-Kurve verwendet wird, variiert in Abhängigkeit von der Bodenart (vgl. TIETJE & HENNINGS 1993).

Die Güte der Pedotransferfunktion von CAMPBELL (1985), die im Submodell "Infiltrationsrate" als VKR 1.23 zur Schätzung des kf-Wertes verwendet wird, variiert in Abhängigkeit von der Bodenart und ist nur für ausgewählte Bodenarten alternativen Ansätzen anderer Autoren vorzuziehen (vgl. TIETJE & HENNINGS 1996).

Der Versickerungsbeitrag der Makroporen muß vernachlässigt werden, da der Makroporenanteil der Infiltrationsrate aufgrund seiner Heterogenität sowie seiner räumlichen und zeitlichen Variabilität einer modellmäßigen Beschreibung kaum zugänglich ist.

Ad-hoc-AG Boden

der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR

Der Infiltrationskomponente liegt die vereinfachte Annahme zugrunde, daß sich die Bodenmatrix wie ein starrer, in sich homogener Körper verhält. Das bedeutet, daß biogene und verwitterungsbedingte Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften (Verkrustung der Bodenoberfläche etc.) sowie überhaupt alle Sekundärporen wie Schrumpfrisse, Wurzel- und Wurmgänge nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden können, vertikale Änderungen der physikalischen Bodeneigenschaften (z.B. Verdichtung der Pflugsohle, Stauhorizonte) nicht simuliert und dynamische Prozesse (Ver- schlämmung, Tonquellung, Luftpolstereffekte) ohne Einfluß auf das Berechnungsergebnis der Infiltrationsrate bleiben müssen. Bei Böden mit einem hohen kontinuierlichen Makroporenanteil, insbesondere bei nichtwendend bearbeiteten gemulchten Böden mit guter Durchwurzelung und aktivem Bodenleben, werden bei relativ hoher Lagerungsdichte im Oberboden zu geringe Infiltrationsraten simuliert. Demgegenüber werden bei Böden mit geringer Lagerungsdichte infolge einer Oberflächenverdichtung oder feiner Bodenbearbeitung aufgrund der Zerstörung des kontinuierlichen Porensystems (z.B. durch Verschlämmung) zu hohe Infiltrationsraten berechnet. Mit dem nach VKR 1.27 zu ermittelnden Korrekturfaktor können diese im Modell zunächst vernachlässigten Faktoren nur näherungsweise in ihrer Wirkung abgeschätzt werden.

VKR 5.20 zur Schätzung des Erosionswiderstands der Bodenoberfläche wurde zunächst nur für sächsische Böden entwickelt und ist nicht automatisch auf alle Standorte außerhalb Sachsens übertragbar.

VKR 5.21 von GARBRECHT (1941) zur Schätzung des Rauigkeitsbeiwertes der Bodenoberfläche wurde ursprünglich nur für Flußsohlen entwickelt und nicht überprüft für geringe Schichtdicken der Strömung.

Der Einfluß suspendierter Feststoffe auf das Abflußverhalten bleibt unberücksichtigt, und die Flüssigkeitsdichte des Abflusses im Teilmodell 1 wird pauschal = 1 gesetzt, ohne daß eine Rückkopplung mit Teilmodell 2 erfolgt.

Hinsichtlich des Ergebnisses von Teilmodell 1 gilt die Annahme, daß der potentielle Feststoffmassenstrom in seiner Korngrößenzusammensetzung dem Ausgangsmaterial entspricht.

Teilmodell 2 "Transport der Partikel" bezieht sich nur auf den Transport von Primärpartikeln in der Suspensionsphase. Hierbei werden die Bodenpartikel durch Kraftwirkungen der turbulenten Strömung bewegt. Der Transport größerer Partikel (> 1 mm) und Aggregate als Feststofffracht (nicht in Suspension) wird durch das Modell nicht abgebildet.

Der Depositionskoeffizient k im Teilmodell 2 wird pauschal = 1000 gesetzt, ohne individuelle Standorteigenschaften zu berücksichtigen.

DATUM: August 2000

STATUS: im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie zur digitalen Erstellung bodenkundlicher Auswertungskarten eingesetzt

WEITERFÜHRENDE
LITERATUR:

SCHMIDT, J. (1992): Anwendung des EROSION 2D Modells zur Untersuchung des Einflusses von Flurbereinigungsmaßnahmen auf den Bodenabtrag am Beispiel des Flurbereinigungsgebietes Zaisenhausen. - Freiberg.

SCHMIDT, J. (1996): Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter landwirtschaftlicher Nutzflächen. - Berliner Geographische Abhandlungen, 61, Berlin.

DIKAU, R. (1986): Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluß und Bodenabtrag von Meßparzellen und landwirtschaftlichen Nutzflächen. - Heidelberger Geographische Arbeiten, **81**; Heidelberg.

FOSTER, G. R. & LANE, L. J. (1990): USDA Water Erosion Prediction Project: Hillslope profil version documentation. - NSERL Report No. **2**, USDA-ARS; West Lafayette / Indiana.

TIETJE, O. & HENNINGS, V. (1993): Bewertung von Pedotransferfunktionen zur Schätzung der Wasserspannungskurve. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk., **156**: 447-455.

TIETJE, O. & HENNINGS, V. (1996): Accuracy of the saturated hydraulic conductivity prediction by pedo-transfer functions compared to the variability within FAO textural classes. – Geoderma, **69**: 71-84.