

Teilprojekt 3.3.3.

Kartierung und Ausweisung von Risikogebieten

- Ermittlung wassererosionsgefährdeter Gebiete mit Hilfe des Wassererosionstools in GISCAM -

Produkt 3.3.3bb

Version: 1
Status: final
Datum: 02.05.2012

TP 3.3.3. – Integrierte Bewertung

TP-Leiter: Prof. Dr. Franz Makeschin
TU Dresden
Institut für Bodenkunde und Standortslehre

Bearbeiter: Dipl. Ing. Anke Witt
TU Dresden
Institut für Bodenkunde und Standortslehre

Kontakt: Anke Witt
TU Dresden
Institut für Bodenkunde und Standortslehre
Pienner Straße 19
01737 Tharandt
Tel.: 35203 38-31377
E-Mail: Anke.Witt@tu-dresden.de

REGKLAM

Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderkennzeichen: 01 LR 0802

Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)
Weberplatz 1, 01217 Dresden
Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Bernhard Müller

www.regklam.de

Inhaltsverzeichnis

1. Methodik zur Ermittlung des Wassererosionsrisikos in der REGKLAM-Modellregion	4
2. Funktionsweise des Wassererosionstools in GISCAME.....	8
2.1 UMSETZUNG DER METHODIK	8
2.2 GISCAME-OBERFLÄCHE.....	8
2.3 BERÜCKSICHTIGUNG DER FRUCHTFOLGEN.....	10
2.4 BERÜCKSICHTIGUNG LINEARER LANDSCHAFTSELEMENTE	11
3. Ergebnisse.....	12
3.1 GESAMTREGION.....	12
3.2 BEISPIELGEBIET.....	14
3.2.1 <i>Fruchtfolgen</i>	14
3.2.2 <i>lineare Landschaftselemente</i>	16
4. Zukünftige Weiterentwicklung des Wassererosionstools.....	17
5. Literatur.....	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	für die Berechnung des Bodenabtrags relevante Ausgangsdaten und deren Eingang in die ABAG-Faktoren	4
Abbildung 2:	Ermittlung des R-Faktors aus Clisax-Niederschlagsdaten	5
Abbildung 3:	Ermittlung des K-Faktors aus der BKkonz mit nachfolgender Regionalisierung.....	5
Abbildung 4:	Verfahrensschritte zur Bestimmung der Fließakkumulation mit Hilfe der multiple flow Methode auf Grundlage der Höhenwerte	6
Abbildung 5:	Ermittlung des S-Faktors aus den Höhendaten des DGM	6
Abbildung 6:	Darstellung der in der Modellregion vorkommenden 31 Fruchtfolgeklassen und deren zugehörige C-Faktoren bei Pflugbearbeitung (Lorenz 2011)	7
Abbildung 7:	Oberfläche des Wassererosions-Tools mit Kartenausschnitt und Werteanzeige	9
Abbildung 8:	Spezifikations-Oberfläche des Wassererosions-Tools.....	9
Abbildung 9:	Bodenabträge in $t/(ha*a)$ in der REGKLAM-Region; die Klassifikation der Erosionsgefährdung erfolgte nach DIN 19708 von $<0.2 t/(ha*a)$ (keine bis sehr geringe Erosionsgefährdung) bis $>6 t/(ha*a)$ (sehr hohe Erosionsgefährdung).....	12
Abbildung 10:	Darstellung der natürlichen Erosionsgefährdung in der Modellregion; klassifiziert nach den Bodenabträgen (berechnet aus Multiplikation von R-, K- und S-Faktor) in $t/(ha*a)$ von <0.5 (keine bis geringe natürliche Erosionsgefährdung) bis >15.0 (sehr hohe natürliche Erosionsgefährdung).....	13
Abbildung 11:	Lage der GISCAME Kachel in der REGKLAM Region; zu sehen ist das Gebiet um Lommatzsch (10x10km Ausschnitt)	14
Abbildung 12:	Vergleich zweier Fruchtfolge-Szenarien (Klee gras und Mais) hinsichtlich des Bodenabtrags in $t/(ha*a)$	15
Abbildung 13:	Lage des eingezeichneten linearen Landschaftselements parallel zu einem Hang (Höhendarstellung kleines Bild) in der betrachteten GISCAME-Kachel	16
Abbildung 14:	Vergleich der Bodenabträge in $t/(ha*a)$ vor (linkes Bild) und nach (rechtes Bild) Einzeichnen des linearen Landschaftselements (Hangrichtung nach NW)	16
Abbildung 15:	Bild links zeigt die bisherige rasterbasierte Darstellung linearer Landschaftselemente; Bild rechts dagegen die zukünftige attributbezogene Darstellung in GISCAME	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	In der Modellregion klassifizierte Fruchtfolgen und ihre C-Faktoren unterschieden nach Pflugbearbeitung, Mulch- und Direktsaat.....	10
------------	---	----

1. Methodik zur Ermittlung des Wassererosionsrisikos in der REGKLAM-Modellregion

Die Berechnung des Wassererosionsrisikos in der REGKLAM-Modellregion wurde anhand der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) vorgenommen (u.a. Renard et al. (1997), Wischmeier and Smith, 1978). Sie beinhaltet die Art und Stärke des auftreffenden Niederschlags (klimatische Faktoren), Bodeneigenschaften (pedogene Faktoren), abflußrelevante Eigenschaften des Reliefs, d.h. die Länge und Neigung eines Hangs (topographische Faktoren), sowie die Art der Vegetationsbedeckung und der Bodenbearbeitung (nutzungsspezifische Faktoren). Die genannten Informationen finden Eingang in sechs ABAG-relevante Parameter, welche miteinander multipliziert den Bodenabtrag in $t/(ha \cdot a)$ ergeben.

Zur flächendeckenden Berechnung des Bodenabtrags in der Modellregion wurden Rasterkarten der relevanten Informationen verwendet. Abbildung 1 zeigt die Ableitung der sechs ABAG-Faktoren aus den benötigten Raster-Informationen.



Abbildung 1: für die Berechnung des Bodenabtrags relevante Ausgangsdaten und deren Eingang in die ABAG-Faktoren

Der **R-Faktor** ist das Maß für die Erosionswirksamkeit der Niederschläge und beschreibt die kinetische Erosionsenergie des fallenden Niederschlags. Die Grundlage zur Berechnung des R-Faktors bilden Rasterkarten mit flächendeckenden Informationen zur Niederschlagsverteilung. Für die REGKLAM-Modellregion liegen Niederschlagsmesswerte [in mm/a] aus der CliSAX-Datenbank (standardisierte und abgeleitete Klimadaten für die Region Sachsen für den Zeitraum 1951 bis 2000) in einer Rasterweite von 100m vor. Die Berechnung des dimensionslosen R-Faktors erfolgt schließlich mit Hilfe einer für das Landesgebiet Sachsen angepassten Regressionsgleichung. In der Modellregion nimmt er Werte zwischen 44 und 90 an. Abbildung 2 verdeutlicht die rasterbasierte Berechnung des R-Faktors.

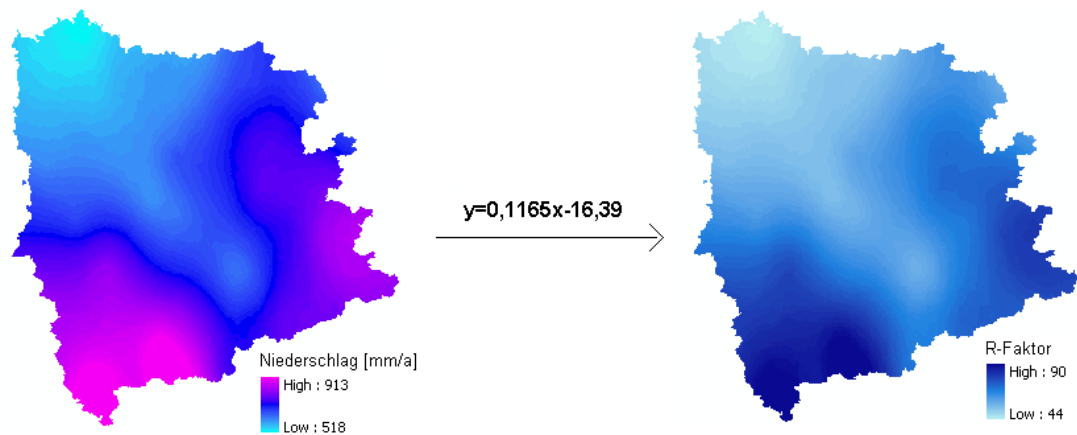


Abbildung 2: Ermittlung des R-Faktors aus Clisax-Niederschlagsdaten

Der **K-Faktor**, auch Bodenerodibilitätsfaktor genannt, ist ein Maß für die Erodierbarkeit des Bodens und wird von der Bodenart, dem Anteil an organischer Substanz, der Permeabilität, sowie von der Aggregatgröße und dem Grobbodenanteil beeinflusst. Für die Modellregion wurden genannte Bodeninformationen aus der Bodenkonzeptkarte (BKkonz) im Maßstab 1:25.000 entnommen und der K-Faktor mit Hilfe der DIN19708 (2005) berechnet. Aufgrund fehlender Bodeninformationen insbesondere im Bereich von Ortschaften, Gewässern, sowie militärisch genutzten Gebieten in der Modellregion musste die ermittelte Karte der K-Faktoren zur weiteren Verwendung regionalisiert werden. Abbildung 3 zeigt die Vorgehensweise zur Ermittlung des K-Faktors.

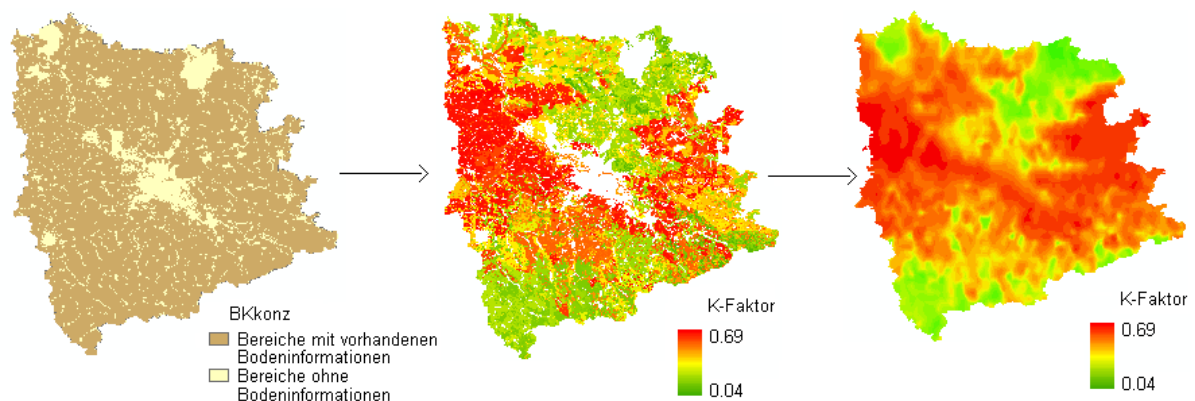


Abbildung 3: Ermittlung des K-Faktors aus der BKkonz mit nachfolgender Regionalisierung

Der **L-Faktor** zählt gemeinsam mit dem S-Faktor zu den Topographiefaktoren der ABAG und leitet sich aus dem digitalen Höhenmodell (DGM) ab. Der L-Faktor beschreibt die erosive Hanglänge als jene Strecke beginnend an der Stelle am Hang, an der im Mittel der Oberflächenabfluss einsetzt bis dahin wo die Ablagerung des Bodenmaterials beginnt. Die Betrachtung des Oberflächenabflusses und Quantifizierung der Abflussmenge (Fließakkumulation) bildet die Grundlage zur Berechnung des L-Faktors und kann rasterbasiert anhand unterschiedlicher Algorithmen ermittelt werden. Im Rahmen vorliegender Berechnungen zum Bodenabtrag kam der „multiple flow Algorithmus“ zur Anwendung. Da dieses Verfahren die Voraussetzung für die Ermittlung des L-Faktors im Wassererosionstool in GISCAMÉ darstellt und sich daraus die in Punkt 2.4. dargestellten GISCAMÉ-Anwendungen in Bezug auf die Betrachtung linearer Elemente ergeben, muss an dieser Stelle auf die Berechnungsgrundlagen näher eingegangen werden. Abbildung 4 zeigt die notwendigen Schritte zur Ermittlung der Fließakkumulation.

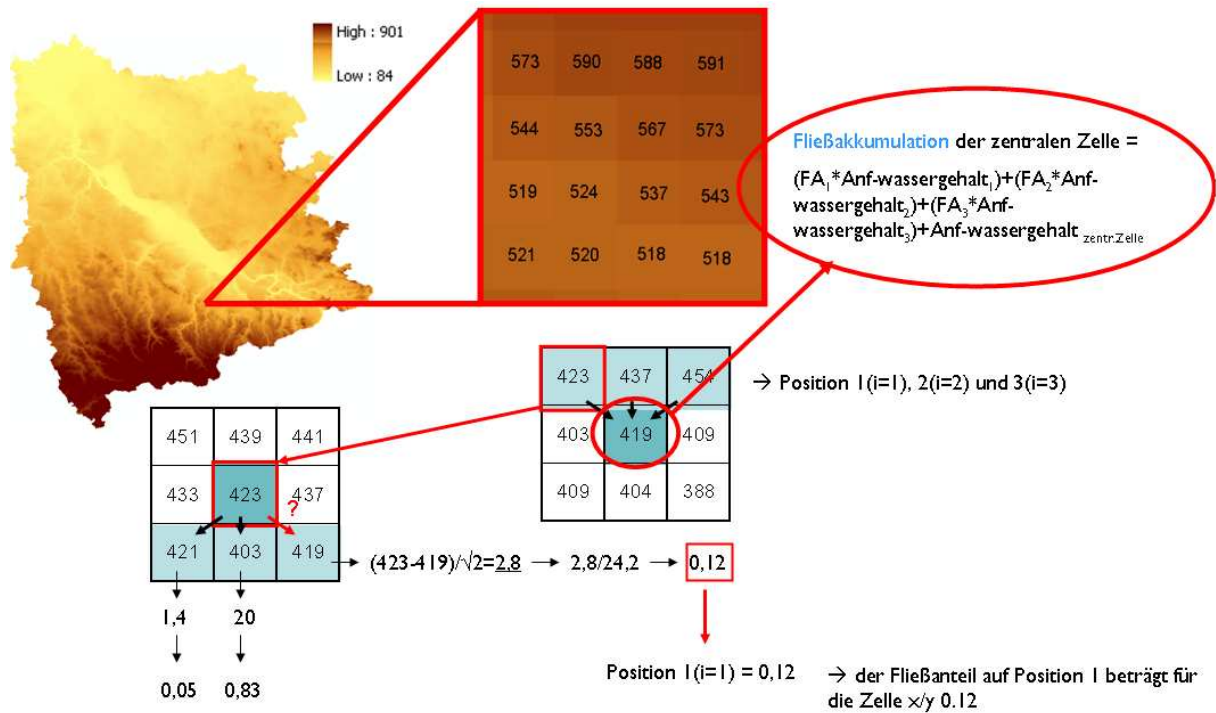


Abbildung 4: Verfahrensschritte zur Bestimmung der Fließakkumulation mit Hilfe der multiple flow Methode auf Grundlage der Höhenwerte

Die Höhendaten aus dem DGM bilden auch die Grundlage für die Berechnung des **S-Faktors** (Hangneigungsfaktor). Die Höhe des Bodenabtrages ist eng korreliert mit der Stärke der Hangneigung, da die Abscher- und Transportkräfte des Wassers mit zunehmender Hangneigung größer werden. In einem ersten Schritt wird die Hangneigung aus den Höhendaten des DGM ermittelt. Die darauffolgende Berechnung des S-Faktors geschieht nach DIN19708 (2005). Abbildung 5 verdeutlicht die nötigen Schritte zur Berechnung des S-Faktors.

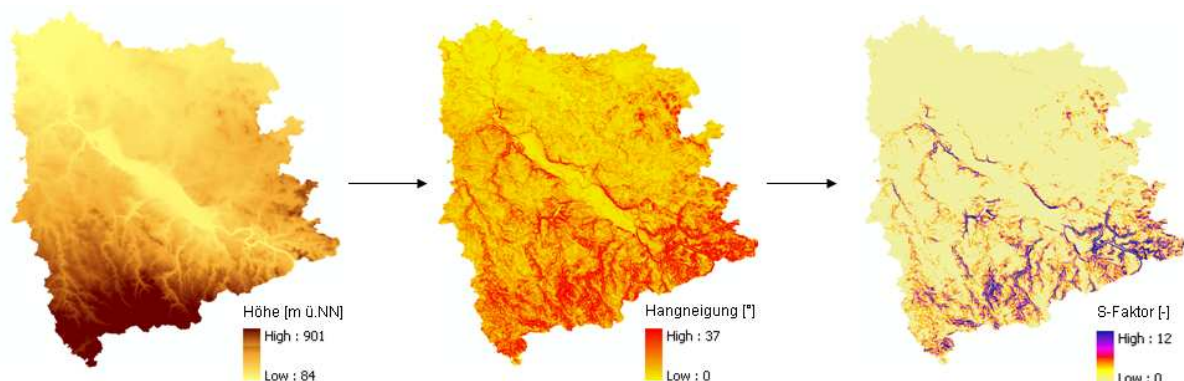


Abbildung 5: Ermittlung des S-Faktors aus den Höhendaten des DGM

Der **C-Faktor**, als Bedeckungsfaktor der ABAG beschreibt das Verhältnis des Bodenabtrags unter Pflanzenbewuchs im Vergleich zur Schwarzbrache. Dabei kann der C-Faktor Werte bis 1 (höchste Erosionsgefährdung = Schwarzbrache) annehmen. Da eine sinnvolle Anwendung der ABAG nur auf Ackerflächen möglich ist, werden sämtliche nicht agrarisch bewirtschafteten Flächen mit einem C-Faktor-Wert von „0“ belegt, so dass auf diesen Flächen nach Multiplikation aller Faktoren kein rea-

ler Bodenabtrag berechnet werden kann. Die Ackerflächen wurden anhand der Fruchtfolgeklassifikation von Lorenz (2011) gegliedert, welche ferner eine Zuweisung der C-Faktoren beinhaltet (vgl. 2.3.). Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Fruchtfolgeklassen, sowie die der zugehörigen C-Faktoren in der Modellregion.

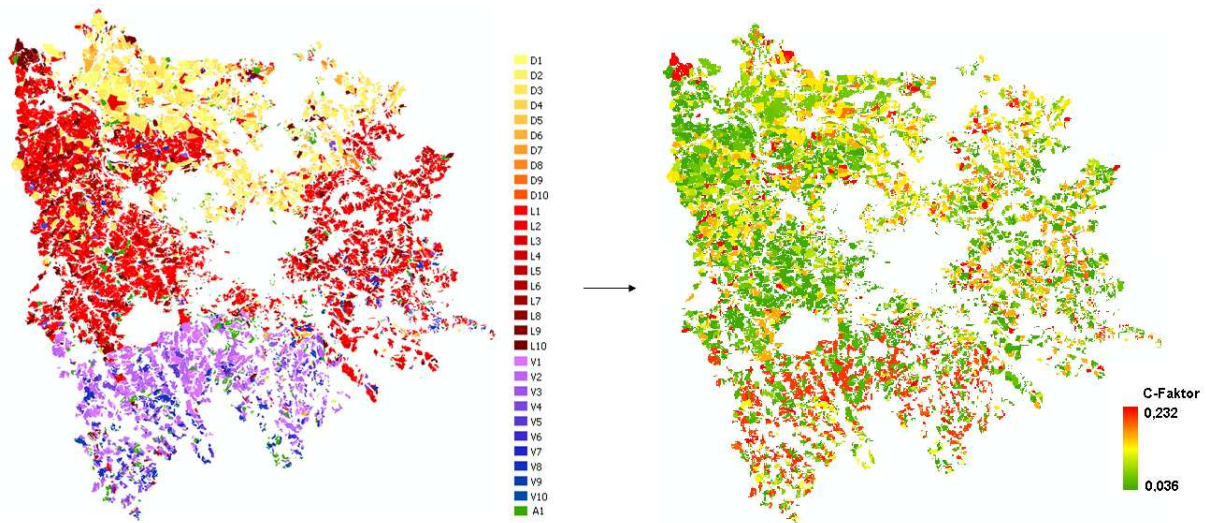


Abbildung 6: Darstellung der in der Modellregion vorkommenden 31 Fruchtfolgeklassen und deren zugehörige C-Faktoren bei Pflugbearbeitung (Lorenz 2011)

Der **P-Faktor**, auch Erosionsschutzfaktor genannt, gibt das Verhältnis des Bodenabtrags bei der Bearbeitung quer zum Hang (Konturpflügen) zur Bearbeitung senkrecht zum Hang an. Eine Anwendung ist nur auf Ackerflächen möglich. Je nach Bearbeitungsrichtung und Hangneigung sind Werte bis 1 (höchste Erosionsgefährdung = Bearbeitung senkrecht zum Hang) möglich. Für die einzelnen Ackerflächen der Modellregion sind keine langfristigen Aussagen hinsichtlich der Bearbeitungsrichtung möglich, so dass es zu keiner Berücksichtigung dieses Faktors bei der Berechnung des Bodenabtrags kommt. Stattdessen findet die Art der Bewirtschaftung (Pflug, Mulch- oder Direktsaat) Eingang in die Höhe der C-Faktoren (vgl. 2.3.).

Neben dem Bodenabtrag wurde für die Modellregion die **Stoffbilanz** (beide Angaben in $t/(ha \cdot a)$) ermittelt. Letztere beschreibt das Saldo aus zu- und abgeführtem Bodenmaterial für jede Rasterzelle und basiert auf der Betrachtung der Fließanteile der benachbarten Rasterzellen.

2. Funktionsweise des Wassererosionstools in GISCAME

2.1 Umsetzung der Methodik

Das Wassererosionstool ist ein Zusatzmodul von GISCAME und erweitert, gemeinsam mit dem LSM- (Tool zur Analyse der Landschaftsstruktur) und dem AAMS- (Automatic Attribute Management System) Tool die Grundfunktionen von GISCAME. Obligatorisch zur Berechnung von Bodenabtrag und Stoffbilanz sind dabei die Geoinformationen aus dem DGM, sowie die des K- und R- Faktors, die dem System in Form von ASCII-Files zur Verfügung gestellt werden müssen. Das System liest diese Werte koordinatengenau in eine Postgres-Tabelle ein, in der sie gespeichert und weiterverarbeitet werden. Die Weiterverarbeitung betrifft insbesondere die Höhenwerte aus dem DGM zur Berechnung der L- und S-Faktoren. Da die Hanglänge auf einer Ackerfläche von linearen Landschaftselementen, wie Hecken, Baumreihen oder Grünstreifen unterbrochen werden kann, was im GISCAME durch Landnutzungssimulationen umgesetzt wird, muss eine ständige Neuberechnung des L-Faktors in GISCAME gewährleistet werden (vgl. Abbildung 1 und Kap. 2.4.). Der C-Faktor wird aus der jeweiligen Landnutzung bzw. Fruchtfolge anhand von Tabellen abgeleitet und die Werte werden in den betreffenden Rasterzellen, ebenso wie die des L-Faktors nach jeder Landnutzungssimulation angepasst.

Zur Berechnung des L-Faktors müssen in einem ersten Schritt für alle Rasterzellen die Fließanteile aus den jeweiligen Nachbarzellen bestimmt werden. Die anschließende Berechnung der Fließakkumulation beginnt immer in der Rasterzelle mit dem größten Höhenwert und setzt sich in Richtung des kleinsten Höhenwerts fort. In deren Folge wird der L-Faktor sowie anschließend der Bodenabtrag in $t/(ha*a)$ für jede Rasterzelle, sowie aufsummiert für die gesamte Kachel berechnet. In einem letzten Schritt wird die Stoffbilanz in $t/(ha*a)$ aus zu- und abgeführtem Bodenmaterial einer jeden Rasterzelle mit Hilfe der Fließanteile aus den umliegenden Zellen bestimmt.

2.2 GISCAME-Oberfläche

Nach Aktivierung des Wassererosionstools in GISCAME wird unter dem Menüpunkt „map extract“ der ausgewählte Kartenausschnitt, bei welchem standardmäßig die Darstellung der Höhe eingestellt ist, angezeigt. Durch einen Klick auf die Rasterzellen werden neben Höhe und Landnutzung alle ABAG-Faktoren bzw. Werte, sowie der Bodenabtrag (soil erosion) und die Stoffbilanz (balance) aufgelistet. Die in der Karte dargestellte Größe ist dabei rot gekennzeichnet. Zur besseren Orientierung im Kachelausschnitt werden zudem die x,y-Koordinaten der angewählten Rasterzelle innerhalb der Kachel angezeigt. Die Darstellung der restlichen relevanten Größen geschieht über das Anklicken des jeweiligen Faktors bzw. Werts in der unteren Liste. Über ein Drop-Down Menü wird die Bearbeitungsart (Pflug, Mulch- oder Direktsaat) ausgewählt, welche sich auf die Höhe der C-Faktoren der einzelnen Fruchtfolgeklassen auswirkt. Abbildung 7 zeigt einen Screenshot der Tool-Oberfläche.

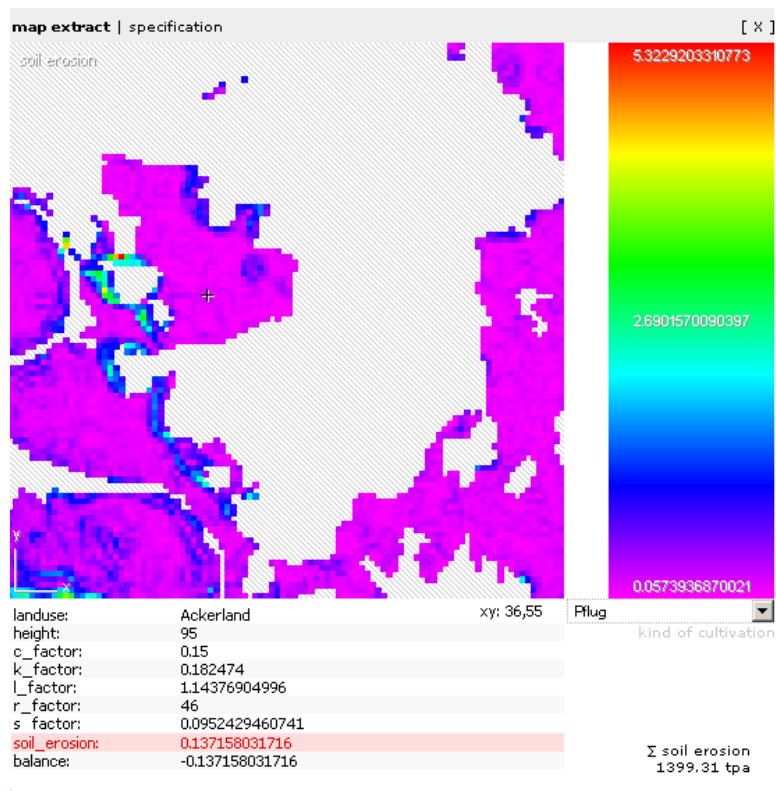


Abbildung 7: Oberfläche des Wassererosions-Tools mit Kartenausschnitt und Werteanzeige

Unter dem Menüpunkt „specification“ werden die C-Faktoren der Fruchtfolgeklassen bezogen auf ihre Bewirtschaftungsart festgelegt. Voreingestellt sind die von Lorenz (2011) ermittelten C-Faktor-Werte der einzelnen Fruchtfolgen, auf die in Folge in Kapitel 2.3. näher eingegangen wird. In Abhängigkeit des Nutzerstatus können die Werte der Tabelle modifiziert werden, was jedoch generell nicht zu empfehlen ist, da es sich um fachlich abgesicherte Ergebnisse handelt. Abbildung 8 zeigt einen Ausschnitt aus der C-Faktor-Spezifikations-Tabelle.

The screenshot shows the 'specification' window with a dropdown menu set to 'Pflug'. Below it is a table with crop sequences and their corresponding C-factors:

crop sequence	C-factor
D1 - WRaps - WW - WG	0.065
D2 - WRaps - WW - SM - SG	0.123
D3 - WRaps - WG - WR - KM -	0.102
D4 - WRaps - WT - SG - Klee/Kl	0.071
D5 - WR - SM - SG - SB	0.138

Abbildung 8: Spezifikations-Oberfläche des Wassererosions-Tools

2.3 Berücksichtigung der Fruchtfolgen

Die Ackerflächen der REGKLAM-Modellregion wurden von Lorenz (2011) auf Feldblockebene nach Fruchtfolgen klassifiziert, wozu die Hauptkulturen der Jahre 2007 bis 2010 herangezogen wurden. Auf diesem Wege wurden insgesamt 31 Fruchtfolgeklassen ermittelt, welche nach Löß (L)-, Verwitterungs- (V) und Diluvialstandorte (D) differenziert werden können. Die daraus resultierenden unterschiedlichen C-Faktoren sind zudem nach der Bearbeitungsart kategorisierbar. So wird zwischen Pflugbearbeitung, Mulchsaat (Belassen der Pflanzenreste auf der Fläche bei pflugloser Bodenbearbeitung) und Direktsaat (ohne Bodenbearbeitung bei Belassen der Pflanzenreste auf der Fläche) unterschieden. Tabelle 1 liefert eine Übersicht der nach Lorenz (2011) klassifizierten Fruchtfolgen sowie ihrer abgeleiteten C-Faktoren in Abhängigkeit der Bearbeitungsart.

Tabelle 1: In der Modellregion klassifizierte Fruchtfolgen und ihre C-Faktoren unterschieden nach Pflugbearbeitung, Mulch- und Direktsaat

Code	Fruchtfolge	C-Faktoren		
		Pflug	Mulch	Direkt
A1	Kleegras - Kleegras - Kleegras - Kleegras	0.036	0.006	0.003
D1	WRaps - WW - WG	0.065	0.019	0.013
D2	WRaps - WW - SM - SG	0.123	0.024	0.014
D3	WRaps - WG - WR - KM - WT	0.102	0.020	0.013
D4	WRaps - WT - SG - Klee/Kleegras - WRaps - WR - WG	0.071	0.019	0.013
D5	WR - SM - SG - SB	0.138	0.026	0.018
D6	Erbse - WW - WR - Hafer	0.073	0.017	0.013
D7	Klee/Kleegras - WW - Kart. - Erbse - WR - SB	0.106	0.053	0.032
D8	Luzerne - Luzerne - WR - SM - Lupine - WT	0.112	0.021	0.014
D9	SG _{GPS} - SM - WT _{GPS} - WW	0.116	0.020	0.013
D10	ST _{GPS} - SB - Hanf - WR	0.080	0.022	0.020
L1	WRaps - WW - WG	0.051	0.017	0.013
L2	WRaps - WW - WG - WW	0.058	0.018	0.012
L3	WRaps - WW - SM - SG	0.107	0.021	0.013
L4	ZR - WW - SM - SG - WW - WG	0.090	0.022	0.017
L5	ZR - WW - WW	0.076	0.024	0.017
L6	Erbse - WW - WG - Kart. - SG	0.065	0.023	0.017
L7	Kleegras - WW - SM - Ackerbohne - WR	0.107	0.020	0.012
L8	Luzerne - WW - Kart. - WR - Ackerbohne - WT	0.065	0.019	0.015
L9	Hafer - Getreidemischung _{GPS} - WRaps - WW	0.054	0.018	0.012
L10	SM - SM - SM - WW	0.232	0.030	0.016
V1	WRaps - WW - WG	0.053	0.018	0.012
V2	WRaps - WW - SM - SG	0.138	0.024	0.013
V3	Erbse - WW - SM - SG	0.156	0.024	0.013
V4	WRaps - WT - SG - Klee/Kleegras - WRaps - WT - WG -Lupine	0.067	0.017	0.012
V5	Ackergras - SM - WT - SG	0.151	0.021	0.013
V6	WG - Klee/Kleegras - WR - SM - Hafer	0.128	0.022	0.013
V7	Klee/Kleegras - WW - Erbse - WRaps -WR - SG	0.087	0.018	0.012
V8	Kleegras - Kleegras - Hafer - WR - Erbse - SG	0.093	0.017	0.012
V9	SG _{GPS} - SM - WT _{GPS} - WR	0.125	0.019	0.012
V10	SG _{GPS} - Luzerne - Luzerne - WW	0.103	0.019	0.012

Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, sind die C-Faktoren der beiden bodenschonenden Bearbeitungsarten Mulch- und Direktsaat im Vergleich zur Pflugbearbeitung um ein Vielfaches kleiner. Zudem weisen all jene Fruchtfolgen, welche Ackerfrüchte (insbesondere Mais) beinhalten, die der Erosion Vorschub leisten, die erwartungsgemäß höchsten C-Faktoren auf. Dahingegen haben Klee- und Getreideartenbeinhalten Fruchtfolgen die geringsten C-Faktoren.

2.4 Berücksichtigung linearer Landschaftselemente

Unter dem Sammelbegriff „lineare Landschaftselemente“ fallen Strukturen, wie Grünstreifen, Hecken oder Baumreihen (einschließlich Saumbereiche) insbesondere auf Ackerflächen, welche die Landschaft gliedern, Biotope vernetzen sowie Schutz vor Wind- und Wassererosion bieten. Die Anlage linearer Landschaftselemente insbesondere hangparallel auf Ackerflächen entspricht in GISCAME dem rasterzellbasierten Umwandeln von Acker zu bspw. Gehölzanpflanzungen (Setzen des C-Faktors auf „0“). Diese Landnutzungsänderung in Hangbereichen bewirkt eine Hangverkürzung und damit im Rechenalgorithmus von GISCAME eine Verringerung des L-Faktors, was wiederum einen Rückgang des Bodenabtrags hinter dem linearen Landschaftselement zur Folge hat. Mit Hilfe des Wassererosions-Tools ist es daher möglich die Auswirkungen real vorhandener oder geplanter linearer Landschaftselemente hinsichtlich des Bodenabtrags auf den betreffenden Flächen zu kalkulieren und in Folge für deren Erhalt sowie Neuanlage zu argumentieren. Der Anwenderkreis dieses Tools kann sich daher von Raum-/Landschaftsplanern, über diverse Fachbehörden bis hin zu Umwelt- und Naturschutzverbänden erstrecken.

3. Ergebnisse

3.1 Gesamtregion

Die berechneten ABAG-Faktoren wurden für die REGKLAM-Modellregion im ArcGIS multipliziert und der Bodenabtrag in $t/(ha \cdot a)$ ermittelt. Betrachtet wurden die Bodenabträge auf vorhandenen Ackerflächen unter Pflugbewirtschaftung. Abbildung 9 zeigt die Karte der Bodenabträge klassifiziert nach DIN 19708 (2005).

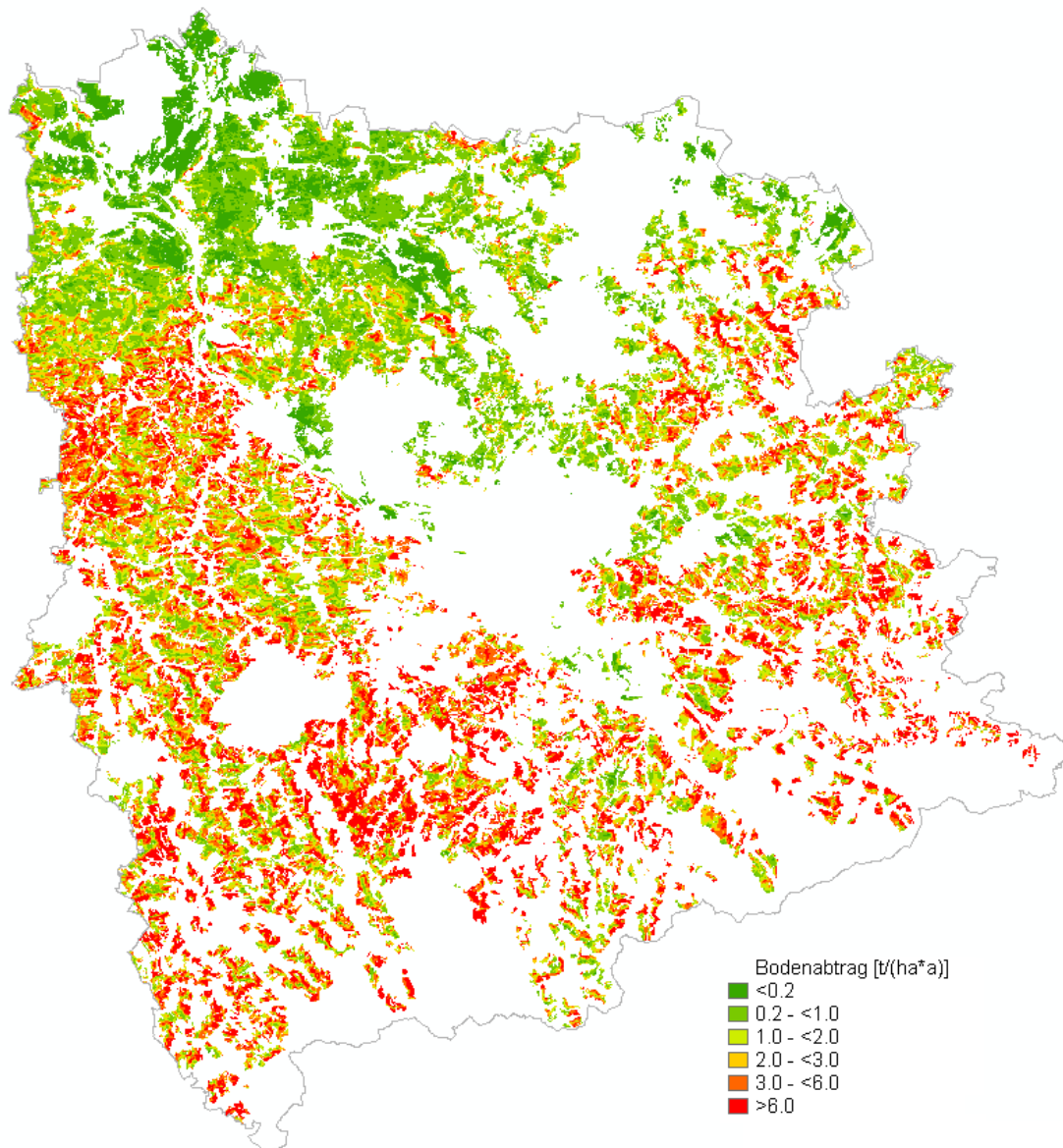


Abbildung 9: Bodenabträge in $t/(ha \cdot a)$ in der REGKLAM-Region; die Klassifikation der Erosionsgefährdung erfolgte nach DIN 19708 von $<0.2 t/(ha \cdot a)$ (keine bis sehr geringe Erosionsgefährdung) bis $>6 t/(ha \cdot a)$ (sehr hohe Erosionsgefährdung)

Die Bereiche mit geringer Erosionsgefährdung (bis $2.0 t/(ha \cdot a)$) liegen insbesondere im nördlichen Teil der Modellregion und betreffen die Elbe-Elster Niederung sowie die Tieflandsbereiche der Gro-

Benhainer Pflege und Königsbrück-Ruhlander Heiden (LfULG, 2001). Die Flächen mit der größten Erosionsgefährdung (ab $>6 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$) liegen im Bereich der Lößhügelländer, sowie im Erzgebirge. Dort kommen insbesondere die relativ hohen K-Faktoren der Lössböden sowie die starken Hangneigungen in den Berglagen zum Tragen. Erosionsschutzmaßnahmen sollten vorwiegend auf diesen Flächen durchgeführt werden.

Abbildung 10 zeigt die natürliche Erosionsgefährdung durch Wasser in der Modellregion, berechnet aus den drei ABAG-Faktoren Regenerositäts- (R), Bodenerodibilitäts (K)- sowie Hangneigungsfaktor (S). Auch hier erfolgte die Klassifikation der Gefährdungsstufen nach DIN 19708 (2005).

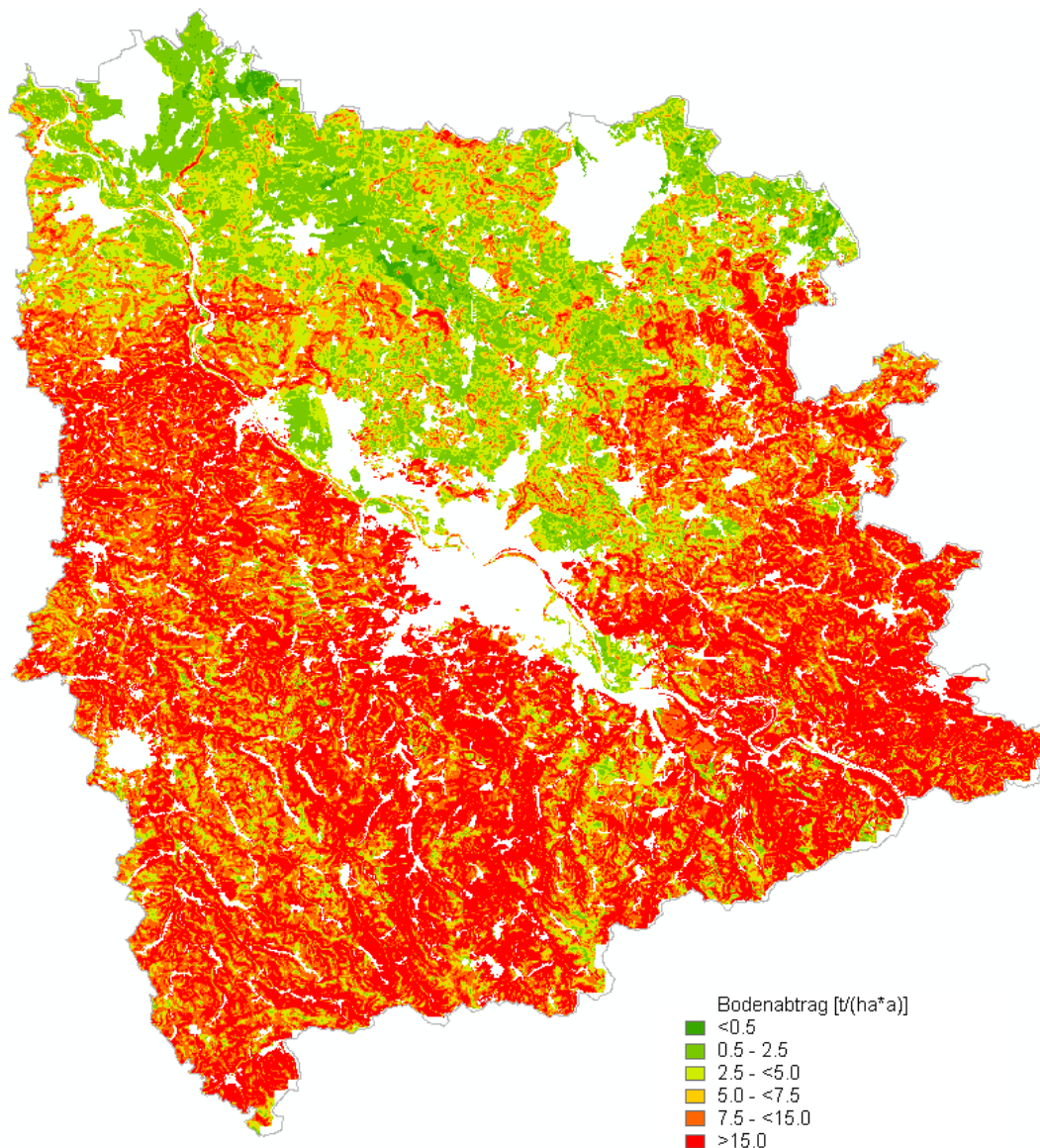


Abbildung 10: Darstellung der natürlichen Erosionsgefährdung in der Modellregion; klassifiziert nach den Bodenabträgen (berechnet aus Multiplikation von R-, K- und S-Faktor) in $\text{t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ von <0.5 (keine bis geringe natürliche Erosionsgefährdung) bis >15.0 (sehr hohe natürliche Erosionsgefährdung)

Die Karte der natürlichen Erosionsgefährdung durch Wasser bestätigt die oben beschriebenen Bereiche hohem Bodenabtrags in den Lößgebieten sowie im Erzgebirge bzw. niedrigem Bodenabtrags in den nördlich liegenden Tieflandsbereichen der Modellregion.

3.2 Beispielgebiet

Im Folgenden soll ein Gebiet in der ackerwirtschaftlich stark geprägten Lommatzcher Pflege näher betrachtet werden. Das Wassererosions-Tool soll dabei zum einen am Beispiel zweier Fruchtfolge-szenarien Anwendung finden und zum anderen die Auswirkung eines linearen Landschaftselementes an einem erosionsgefährdeten Hang aufzeigen. Abbildung 11 zeigt die von den Berechnungen betroffene Kachel in GISCAMÉ.

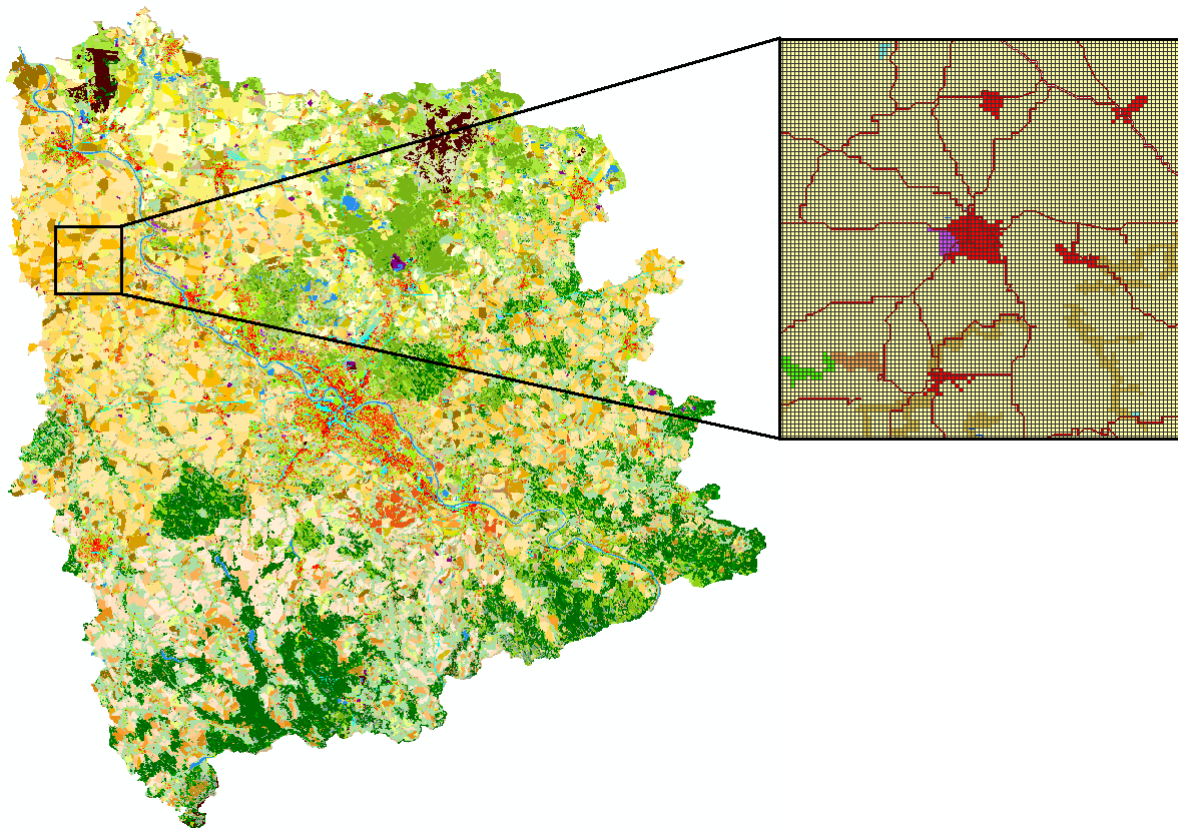


Abbildung 11: Lage der GISCAMÉ Kachel in der REGKLAM Region; zu sehen ist das Gebiet um Lommatzsch (10x10km Ausschnitt)

3.2.1 Fruchtfolgen

Eine Fruchtfolgeänderung in GISCAMÉ hat direkte Auswirkungen auf die Höhe des Bodenabtrages der betroffenen Fläche. Die rasterbasierte Umwandlung von Landnutzungen oder Fruchtfolgen in GISCAMÉ und die automatische Anpassung der betroffenen Werte im Wassererosions-Tool (C-Faktor, Bodenabtrag, Stoffbilanz) an diese Änderung ermöglicht einen Vergleich hinsichtlich der Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolgen und Bewirtschaftungsarten. Abbildung 12 zeigt die Gegenüberstellung zweier Fruchtfolgeszenarien und deren Auswirkungen auf den Bodenabtrag.

Dazu wurde in der linken Kachel ein Klee-grasanbau und in der rechten Kachel eine Fruchtfolge simuliert, die überwiegend Mais (Silomais) beinhaltet. Die Umwandlung in die jeweilige Fruchtfolge erfolgte für alle Rasterzellen, deren Ausgangslandnutzung Acker ist. Als Bewirtschaftungsart wurde Pflugbearbeitung gewählt.

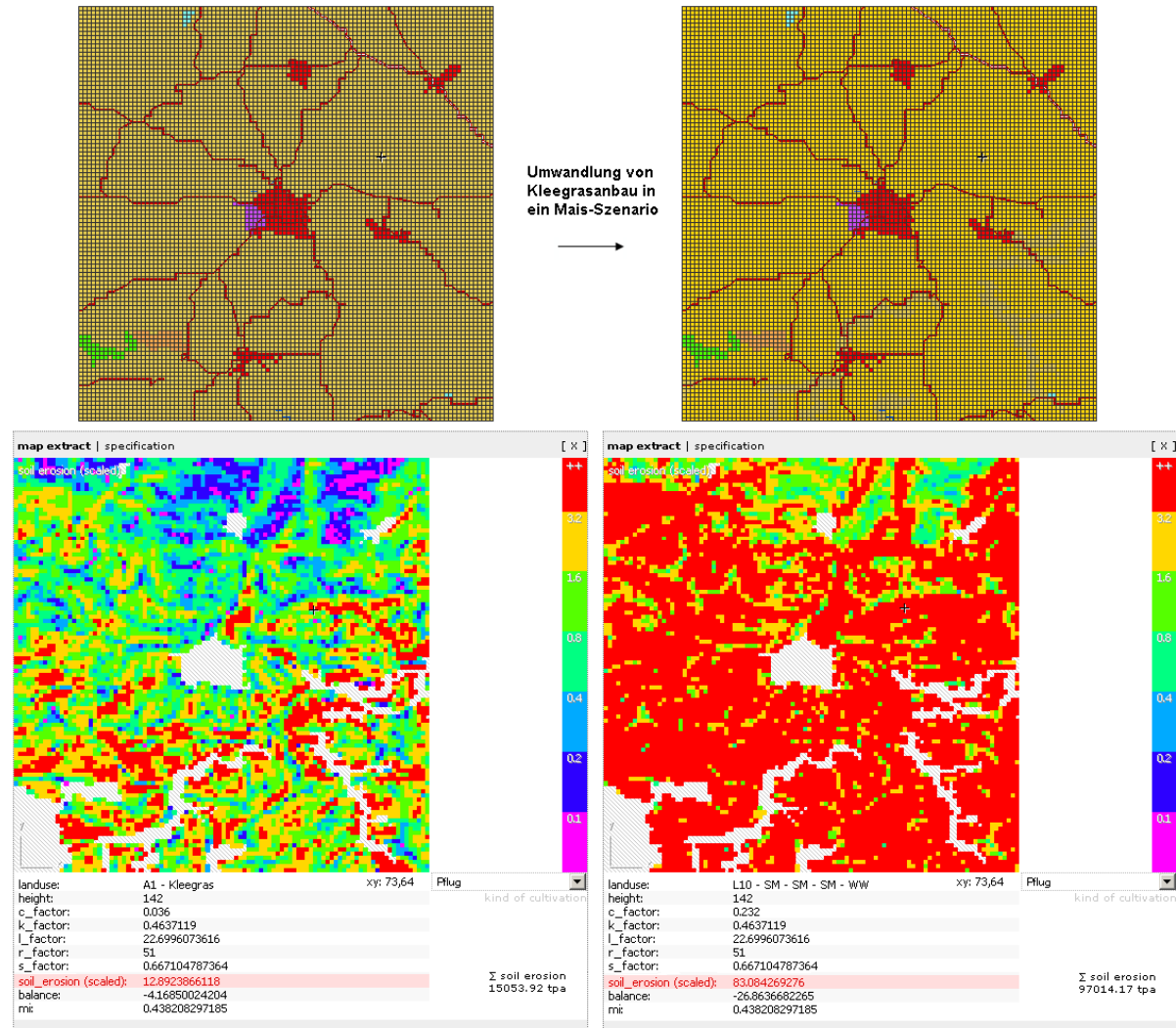


Abbildung 12: Vergleich zweier Fruchtfolge-Szenarien (Klee-gras und Mais) hinsichtlich des Bodenabtrags in $t/(ha \cdot a)$

Wie Abbildung 12 zu entnehmen ist, ist der Bodenabtrag bezogen auf die Gesamtkachel (Σ soil erosion) im Falle des Maisszenarios um mehr als sechs Mal höher als beim Anbau von Klee-gras. Bei Betrachtung einer Einzelzelle, welche in einem erosionsgefährdeten Hangbereich lokalisiert werden kann, weist der Unterschied zwischen beiden Fruchtfolgen sogar den Faktor sieben auf. Die Ergebnisse aus dem Wassererosions-Tool bestätigen somit bereits bekannte Folgen des Maisanbaus insbesondere in Hangbereichen.

3.2.2 Lineare Landschaftselemente

Wie bereits unter 2.4. aufgeführt, haben lineare Landschaftselemente einen direkten Einfluss auf den Bodenabtrag. Zur Darstellung dieses Effekts wurde in GISCAMÉ ein lineares Landschaftselement in Form einer Gehölzanpflanzung parallel eines ackerwirtschaftlich genutzten Hangs eingezeichnet (vgl. Abbildung 13).

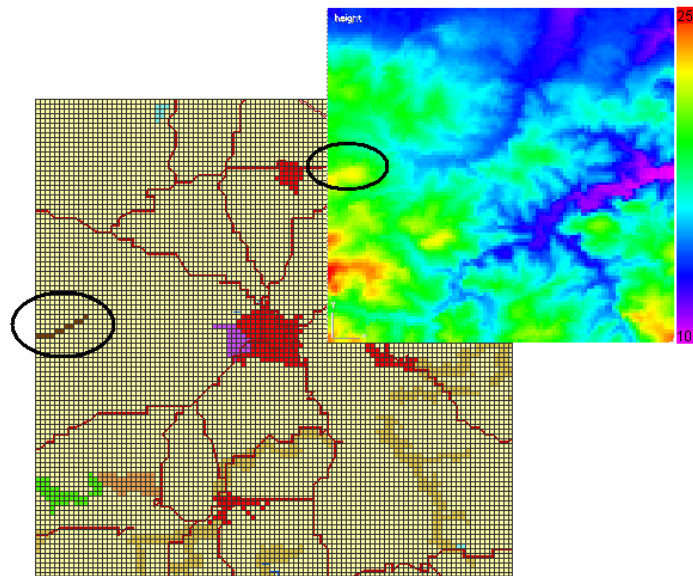


Abbildung 13: Lage des eingezeichneten linearen Landschaftselements parallel zu einem Hang (Höhendarstellung kleines Bild) in der betrachteten GISCAMÉ-Kachel

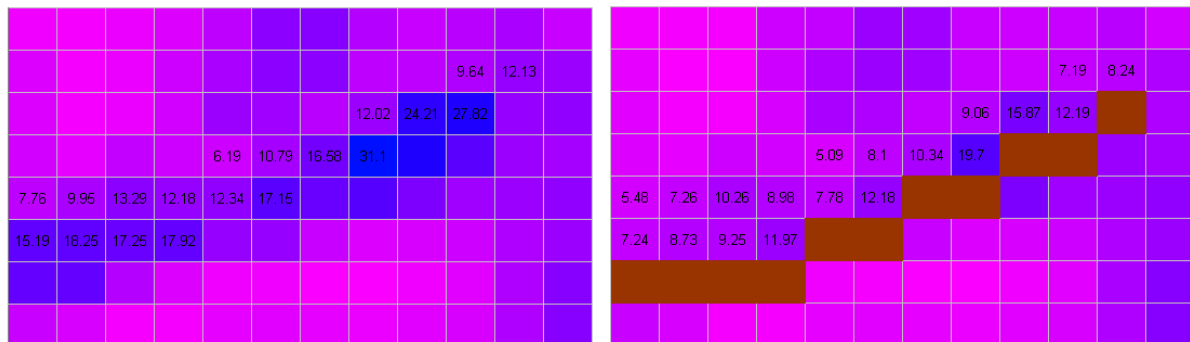


Abbildung 14: Vergleich der Bodenabträge in $t/(ha \cdot a)$ vor (linkes Bild) und nach (rechtes Bild) Einzeichnen des linearen Landschaftselements (Hangrichtung nach NW)

Wie den Werten aus Abbildung 14 zu entnehmen ist, verringern sich die Bodenabträge um teilweise mehr als die Hälfte, was den positiven Aspekt eines linearen Landschaftselements hinsichtlich des Wassererosionsrisikos zeigt. Dabei ist seine Lage (Ober-, Mittel- oder Unterhang) und Dimension von großer Bedeutung. Dies wird durch die Ergebnisse einer im Rahmen des REGKLAM-Forschungsprojekts erstellten Belegarbeit bestätigt.

4. Zukünftige Weiterentwicklung des Wassererosionstools

Die bisherige Methode zum Einzeichnen linearer Landschaftselemente in GISCAME, welche die gesamte Rasterzelle als ein Landschaftselement betrachtet, soll abgelöst werden von der attributsbezogenen Betrachtung der Rasterzellen. So wird die Landnutzung der Zelle in Zukunft nicht mehr geändert, sondern der Rasterzelle lediglich ein zusätzliches Attribut (in diesem Fall ein lineares Landschaftselement, wie Grünstreifen, Hecke oder Baumreihe) gegeben. Die Landnutzung (Ackernutzung bzw. Fruchtfolgeklasse) bleibt unverändert. Dies vermittelt dem Anwender in Bezug auf die Dimensionen der linearen Landschaftselemente eine realistischere Betrachtungsweise dieser (vgl. Abbildung 10). Da eine Akkumulation von Bodenmaterial in unmittelbarer Nähe bzw. im Bereich von Grünstreifen oder Hecken stattfindet, erfolgt dann mit Hilfe der attributsbezogenen Betrachtungsweise der linearen Landschaftselemente auch die Bereitstellung von Informationen zur Stoffbilanz in der betrachteten Rasterzelle, welche in der aktuellen Version des Wassererosionstools aufgrund der Landnutzungsänderung nicht zur Verfügung steht. Diese Verbesserung in der Anwendung des Tools verlangt eine Anpassung im Berechnungsalgorithmus, sowie in der Darstellungsweise und wird in der kommenden Version des Wassererosions-Tools eingearbeitet.

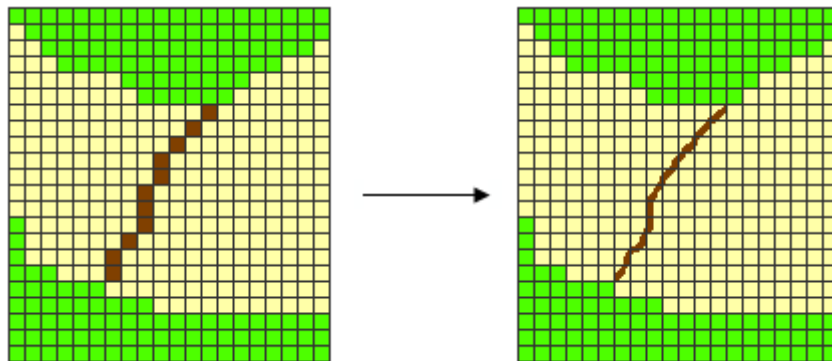


Abbildung 15: Bild links zeigt die bisherige rasterbasierte Darstellung linearer Landschaftselemente; Bild rechts dagegen die zukünftige attributbezogene Darstellung in GISCAME

Mit Hilfe des Wassererosionstools kann der Anwender die Auswirkungen vorhandener oder geplanter Grünstreifen- oder Heckenstrukturen auf den Bodenabtrag ermitteln und visualisieren. Im Rahmen der Weiterentwicklung des Wassererosions-Tools soll eine Funktion eingebaut werden, die den optimalen Verlauf eines linearen Landschaftselementes auf einer wassererosionsgefährdeten Ackerfläche berechnet. Dies wird dazu dienen die Hanglänge an der Stelle zu teilen an der der Bodenabtrag besonders effektiv verringert und somit auf der Fläche so minimal wie möglich gehalten werden kann. Dieses automatisierte Verfahren zur Verringerung der Auswirkungen der Wassererosionsfolgen mit Hilfe linearer Elemente kann Fachbehörden, Planern, Landwirten sowie Umwelt- und Naturschutzverbänden bei der Planung linearer Elemente auf landwirtschaftlich genutzten Flächen fachlich unterstützen und bspw. im Zuge einer Biotopverbundplanung ergänzend zur Seite stehen.

5. Literatur

DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Boden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. DIN Deutsches Institut für Normierung e.V., Februar 2005, Berlin (Beuth).

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2001): Freistaat Sachsen – Naturregionen und Naturräume. [Online im Internet] URL: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/1_3_naturreg_raum_A3.pdf [Stand: 15.05.2012]

Lorenz, M. (2011): Bewertungsgrundlagen in der Landwirtschaft - ein Klassifikationsansatz für die landschaftsbezogene Bewertung. IN: Das Projekt KLIMAFit in der Planungsregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge, 192 S.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. (1997): Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). US Dept Agric., Agriculture Research Service, Agriculture Handbook No. 703, 384 S.

Schäuble, H. (1999): Erosionsprognosen mit GIS und EDV, Ein Vergleich verschiedener Bewertungskonzepte am Beispiel einer Gäulandschaft. Diplomarbeit, Eberhard-Karls- Universität Tübingen, Tübingen.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1978): Predicting Rainfall Erosion Losses, A Guide to Conservation Planning. Agric. Handbk No. 537, US Dept. Agric. Washington D.C., 58 S.