TEXTE
16/2011

Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden

Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser

Kurzfassung

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

| TEXTE | 16/2011

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 3708 71 205
UBA-FB 001463

Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden

Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser

Kurzfassung

von

Dr. Daniel Wurbs
Geoflux GbR, Halle (Saale)

Dr. Michael Steininger
Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz (MISB), Halle (Saale)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.uba.de/uba-info-medien/4089.html
verfügbar. Hier finden Sie auch die Langfassung.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de
http://fuer-mensch-und-umwelt.de/

Redaktion: Fachgebiet II 2.7 Bodenzustand und -monitoring
Stephan Marahrens, Jeannette Mathews

Dessau-Roßlau, März 2011

Anlass des Vorhabens

Infolge der für das 21. Jahrhundert prognostizierten Klimaänderungen sind für die zukünftige Erosionsgefährdung Auswirkungen zu erwarten, die aus der Veränderung des (Stark-)Niederschlagsregimes und der Bodenbedeckung als Folge einer Anpassung der Vegetationsperioden landwirtschaftlicher Kulturpflanzen an die klimatischen Verhältnisse resultieren. Für den Boden- und Gewässerschutz lassen sich daraus negative Folgewirkungen ableiten, da infolge der Zunahme erosiver Niederschlagsereignisse eine verstärkte Erosionsgefährdung auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen – einhergehend mit höheren Bodenabträgen, Bodenfunktionsverlusten und einem Anstieg diffuser Stoffeinträge in die Gewässer – zu erwarten ist. Die Veränderung der Bodenbedeckung kann zusätzlich zu einer Verstärkung, aber auch Verminderung der Erosionsgefährdung führen (UBA 2008).
Im Zusammenhang mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) sind perspektivisch überregionale Aussagen zur Vulnerabilität des Bodens gegenüber Klimaänderungen erforderlich, um langfristige Anpassungsstrategien zu erarbeiten. Zusätzlich werden für die aktuelle bundes- und EU-weite Umweltberichterstattung sowie zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie Informationen über den Zustand und die Gefährdung der Böden benötigt, welche die Grundlage für Maßnahmen zur Vorsorge und zur Gefahrenabwehr gegen Erosion bilden. Um die gegenwärtige und - vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen - zu erwartende Entwicklung der potenziellen und nutzungsabhängigen Bodenerosion durch Wasser bewerten zu können, hat das Umweltbundesamt (UBA) das durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderte Forschungsprojekt „Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser“ initiiert.

Ziele des Vorhabens

Untersuchung der möglichen Folgen des Klimawandels auf die Bodenerosionsentwicklung in Deutschland. Grundlage bildete das Emissionsszenarium A1B des regionalen Klimamodells WETTREG (SPEKAT et al. 2007).

Methodisches Vorgehen

Den Szenarienbetrachtungen vorangestellt war in der ersten Projektphase die Schaffung einer Vergleichsgrundlage. Unter Verwendung aktuell verfügbarer und bundesweit einheitlicher Datengrundlagen werden Abschätzungen zum IST-Zustand der Erosionsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Flächen auf Basis der Agrarstrukturhaupterhebung von 2007 vorgenommen.

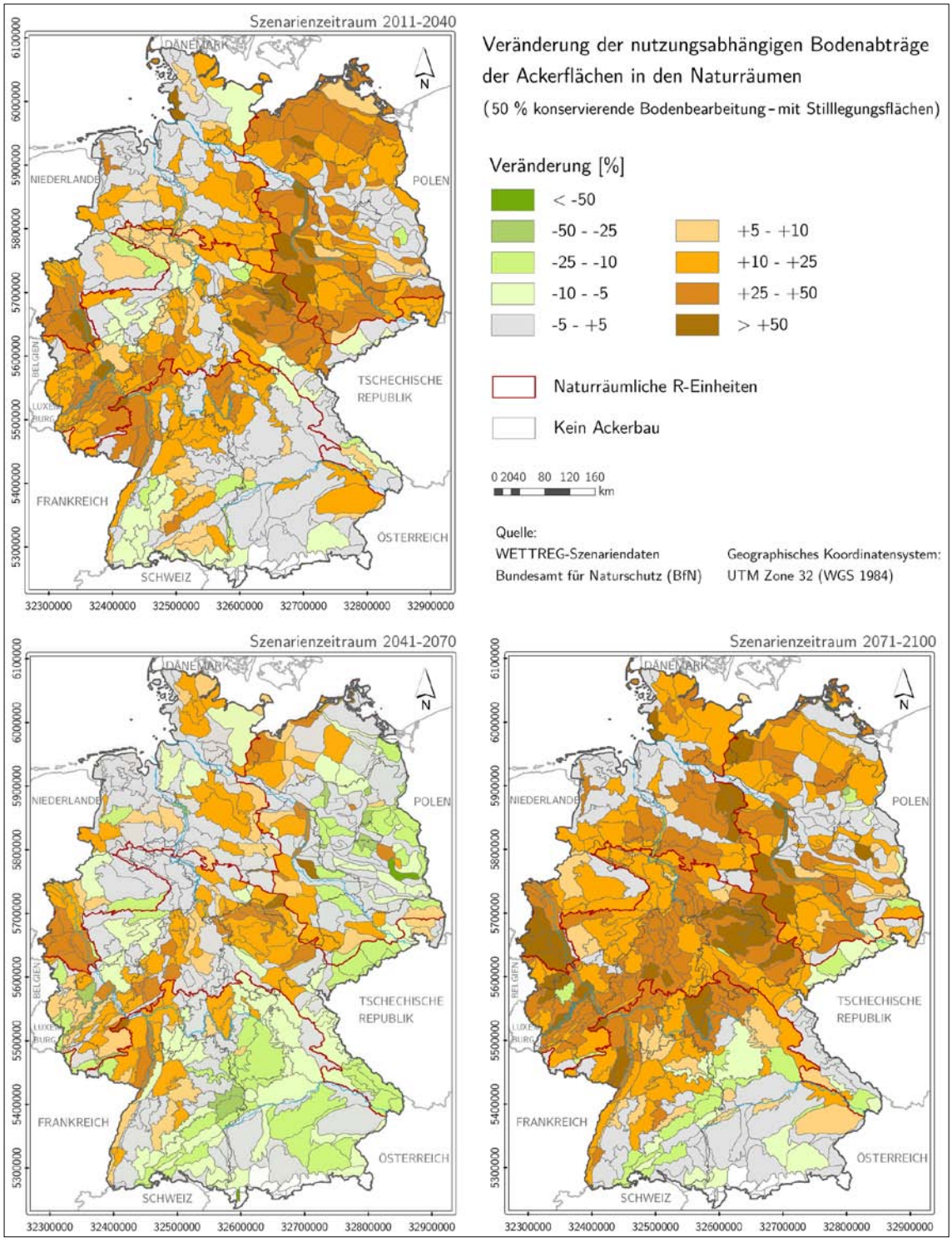
Die Betrachtung des Bodenabtrages wurde auf Grundlage eines modifizierten Modellansatzes der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) - implementiert in die Modellsysteme *ABAGFlux* und *TerraFlux* - vorgenommen. In Hinblick auf die Bewertung klimabedingter Veränderungen des Bodenabtrages ist der direkt über das Klima gesteuerte R-Faktor von Bedeutung, über den Aussagen zur Veränderung der potenziellen Erosionsgefährdung getroffen werden können.
Mittels eines Regressionsansatzes wurden auf Grundlage der Szenariendaten des WETTREG-Modells die für Deutschland gültigen R-Faktoren für die 30-jährigen CLINO-Perioden 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 neu bestimmt. Dabei wurden die simulierten Tagesniederschläge des regionalen Klimamodells ausgewertet und über eine am Perzentil orientierte Schwellenwertmethode die direkte Veränderung des R-Faktors analysiert.
Zur bundesweiten Darstellung der R-Faktoren der CLINO-Perioden erfolgte die Ableitung angepasster Regressionsgleichungen.
Die aus dem Klimawandel zu erwartende Veränderung der Vegetationsbedeckung, infolge einer Anpassung der Fruchtfolgen und der angebauten Kulturarten, wurde im Rahmen einer C-Faktoren-Szenarienanalyse berücksichtigt. Dabei wurden die Wirkungszusammenhänge und Auswirkungen ermittelt, die sich aus der Veränderung der Jahres-R-Faktoren-Verteilung und der Veränderung der Phänophasen für die angebauten Fruchtfolgen und Kulturarten und deren räumliche Verteilung ergeben können. Darüber hinaus dienten Annahmen zur Veränderung des Anteils der konservierenden Bodenbearbeitung der Ermittlung möglicher Schwankungsbreiten der zukünftigen C-Faktoren und der nutzungsabhängigen Erosionsgefährdung. Diese bildeten die Bewertungsgrundlage, um abschließend durch Szenarienbetrachtungen zum Einfluss von Bewirtschaftungs- und Anpassungsmaßnahmen Nutzungsprobleme aufzeigen und Folgeschäden für Umwelt und Gesellschaft besser abschätzen zu können.
In Hinblick auf die klimabedingte Veränderung der R-Faktoren und der daran geknüpften potenziellen Erosionsgefährdung ist eine räumlich und zeitlich differenzierte Betrachtung der Ergebnisse erforderlich.

Ergebnisse des Vorhabens

Für den Szenarienzeitraum 2011 bis 2040 konnten für große Teile Deutschlands zunächst keine ausgeprägten Veränderungen festgestellt werden. Zwischen 2041 und 2070 zeigen sich Tendenzen in Richtung Zunahme der potenziellen Erosionsgefährdung im Westen und Nordwesten Deutschlands. Bis zum Jahr 2100 verstärkt sich diese Entwicklung quantitativ und umfasst gegenüber dem mittleren Betrachtungszeitraum auch einen deutlich größeren Raum. Dagegen weisen die WETTREG-Szenarienergebnisse für die ost- und süddeutschen Bundesländer zwischen 2041 und 2070 zunächst einen Rückgang der

betrachteten (Tages-) Starkniederschlagssummen auf, bevor bis zum Jahr 2100 auch diese Landesteile überwiegend von einem Anstieg der R-Faktoren und somit der potenziellen Erosionsgefährdung betroffen sind.
Gegenüber dem potenziellen Bodenabtrag muss der Abschätzung der zukünftigen nutzungsabhängigen Erosionsgefährdung auf den ackerbaulich genutzten Flächen Deutschlands die größere Bedeutung beigemessen werden, da hierbei die tatsächlichen Nutzungsverhältnisse und Anbaustrukturen Berücksichtigung finden. Das Zusammenspiel zwischen der veränderten Erosivität des Niederschlages, seiner innerjährlichen Verteilung und der entsprechenden Bodenbedeckung durch die Kulturpflanzen lässt - insbesondere in den Perioden 2011 bis 2040 und 2071 bis 2100 – eine ausgeprägte Tendenz zum Anstieg der C-Faktoren erkennen. Dieser überdeckt zumeist die R-Faktorenentwicklung und führt zu einem großräumigen Anstieg der nutzungsabhängigen Erosionsgefährdung in Deutschland. Die Ursache liegt vor allem in der teils deutlichen Zunahme der R-Faktorenanteile in den Winter- und Frühjahrsmonaten bei vergleichsweise geringer Bodenbedeckung, die auch durch die Kappung der derzeitigen Sommerspitzen in einem Zeitraum hoher Bodenbedeckung nicht kompensiert werden kann. Die deutliche Erhöhung der C-Faktoren trifft insbesondere auf Regionen zu, die gegenwärtig einen hohen Anteil an Winterweizen, Winterroggen, Sommergerste und Zuckerrübe aufweisen.
Die Ausweisung von Schwerpunktgebieten einer veränderten Bodenerosionsgefährdung orientierte sich vordergründig auf ackerbaulich genutzte Naturräume, die bereits gegenwärtig ein erhöhtes Erosionspotenzial aufweisen. Davon betroffen sind überwiegend die Landschaftseinheiten südlich des Norddeutschen Tieflandes und nördlich der Alpen, in denen Boden-, Niederschlags- und vor allem Reliefcharakteristik, in Verbindung mit einer intensiven ackerbaulichen Nutzung, erosionswirksam sind. Hinsichtlich einer zukünftig zu erwartenden Veränderung der nutzungsabhängigen Erosionsgefährdung wurde deutlich, dass in allen betrachteten Szenarienzeiträumen Gebiete mit zunehmender Erosionsgefahr überwiegen. Hier wird die Entwicklung der R-Faktoren durch die klimabedingte Veränderung des C-Faktors teils überprägt oder sogar verstärkt. Über alle Zeiträume hinweg konnte ein ‚Kerngebiet' zunehmender Erosionsgefährdung ausgewiesen werden. Es umfasst große Teile der Deutschen Mittelgebirgsschwelle, vom Rheinischen Schiefergebirge über das Hessische und Niedersächsische Bergland bis zum Thüringer Becken und in die sächsischen Lössgebiete hinein.
Aus den Ergebnissen der Szenarienbetrachtungen wurden Handlungsstrategien zur Verminderung der Bodenerosion abgeleitet, die nicht nur vor dem Hintergrund des Klimawandels zu etablieren sind, sondern bereits gegenwärtig in Schwerpunktgebieten der Erosionsgefährdung Anwendung finden, um die `Anforderungen der guten fachlichen Praxis` zu erfüllen. Insbesondere die dauer-

haft konservierende Bodenbearbeitung ist ein wichtiger Baustein in der Vorsorge und zur Verminderung von Bodenerosion, mit dem sich die Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosionsgefährdung kompensieren bzw. sogar minimieren ließen. Zusätzlich ist eine Erhöhung der Bodenbedeckung in Zeiten der Winter- bzw. Sommerbrache notwendig.



Veränderung des mittleren nutzungsabhängigen Bodenabtrages der Ackerflächen in den Naturräumen Deutschlands gegenüber dem Referenzzeitraum – Szenarium: 50 % konservierende Bodenbearbeitung mit heutigem Stilllegungsflächenanteil

Resümee und Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass die Erosionsgefährdung durch Wasser in Deutschland bereits gegenwärtig ein Problemfeld darstellt, dem unter veränderten Klimabedingungen verstärkt Bedeutung beigemessen werden muss. Hier besteht seitens der Forschung immer noch ein wesentlicher Handlungsbedarf hinsichtlich der Verbesserung des Erosionsmonitorings und der methodischen Weiterentwicklung bei der Erosionsmodellierung.

Die Ergebnisse dieser Studie dienen der Darstellung der gegenwärtigen und zukünftig zu erwartenden Erosionsgefährdung in Deutschland. Insofern muss die Bewertung der Resultate entsprechend des bundesweiten Maßstabes erfolgen. Eine Untersetzung der Ergebnisse innerhalb der Bundesländer, unter Verwendung höher aufgelöster Datengrundlagen, ist zur Verbesserung der regionalen Aussageschärfe anzustreben.

Die Analysen zum R-Faktor haben verdeutlicht, dass diesbezüglich eine Verbesserung der Wissens- und Datenbasis für den Ist-Zustand notwendig ist. Eine Aktualisierung und Homogenisierung der Stationszeitreihen sowie die Erhöhung von Anzahl und Dichte der bisher vorliegenden Klimastationen ist hierfür anzustreben. Somit könnten nicht nur neue R-Faktoren-Werte abgeleitet, sondern gleichzeitig neue Regressionsgleichungen auf Landes- und Bundesebene bestimmt werden. Zusätzlich sollten neue Ansätze zur Ableitung von Regressionsbeziehungen einbezogen werden, die neben Jahres- bzw. Sommerniederschlagssummen auch definierte (Tages-)Starkniederschlagssummen berücksichtigen.

Die erarbeiteten Ergebnisse basieren auf dem A1B-Emissionsszenarium des WETTREG-Modells. Insofern ist eine einfache Übertragung auf weitere Klimamodelle oder Szenarien nicht zulässig. Um die Spannweite der zukünftigen Erosionsentwicklung bewerten zu können, ist die Betrachtung eines Modell- und Szenarienensembles unter Einbeziehung weiterer Modelle, wie REMO, CLM oder STAR erforderlich. Dies schließt gleichfalls auch die Weiterentwicklung der Modelle in Hinblick auf eine Erhöhung der Raum- und Zeitauflösung sowie die Verbesserung der quantitativen und räumlichen Wiedergabe des beobachteten Niederschlagsverhaltens ein.

Summary

Climate forecasts regarding the 21st century raise expectations in soil erosion growth mainly due to changes in heavy precipitation characteristics and ground cover in line with the adaptation of the crop growing season to future climatic conditions. The aim of this study initiated by the Federal Environmental Agency was, to examine the impacts of climate change on soil erosion by water in Germany using data calculated by the statistical climate model WETTREG. Soil erosion by water was estimated following an USLE approach implemented in ABAGFlux and TerraFlux with focus on the usage-based erosion potential in German agricultural areas.

In the 2nd project phase the USLE R factor was recalculated for the recent (1971-2000) and future climate periods (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) using statistical methods such as the peak over threshold method. Furthermore the climate-induced change of the C-factor was analyzed with respect to changes of culture periods, ground cover and the monthly R factor. Scenarios regarding future percentage of conservation tillage systems as also the potential and usage-based soil erosion for these four climate periods have been modelled.

The results underline a requirement to differentiate the view on temporal and spatial development of R factors and potential soil erosion. There are minor changes between 2011 and 2040 followed by an increased erosion hazard in western and north-western Germany after 2041 while eastern and southern Germany face a downward trend of R factors, derived using WETTREG data of a reference period 1971 to 2000. Between 2071 and 2100 potential soil erosion rises with R factors above the actual state due to more heavy rain falls nearly all over Germany. The resulting temporal offset of culture periods and the monthly distribution of the R factor cause rising C factors in all time periods as also increasing usage-based soil erosion hazard in Germany.

This study shows that soil erosion exists in Germany. The problem gains more and more importance due to climate change and calls for action strategies against soil erosion, especially extended conservation tillage systems in core regions of soil erosion hazards.