

**Autoren:** Steffen Bender, Paul Bowyer, Uwe Kehlenbeck, Lennart Marien, Juliane Petersen, Claudia Wunram  
**Projektmanager:** Lennart Marien **Editor:** Sandra Pingel

Der CSC-News-Scan bietet einen Überblick über die neuesten Forschungsergebnisse zu Klima und Klimawandel sowie deren Folgen. Ergebnisse der Grundlagenforschung zum Klimasystem finden dabei ebenso Berücksichtigung wie Fragen der Energieversorgung, des Klimaschutzes, zu Anpassungsmaßnahmen oder der Kommunikation der Klimaforschung. Mit dem News-Scan möchte das Climate Service Center Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft, Wissenschaftler unterschiedlichster Disziplinen sowie interessierte Laien über aktuelle Ergebnisse aus der Forschung rund um den Klimawandel informieren. Die Original-Veröffentlichungen sind jeweils verlinkt, wobei einige Fachpublikationen nicht öffentlich zugänglich sind.

Der News-Scan wird jeden Monat per E-Mail verschickt und kann auf [www.climate-service-center.de](http://www.climate-service-center.de) abonniert bzw. abgerufen werden. Für Anregungen und Kritik senden Sie bitte eine E-Mail an [csc-news-scan@hzg.de](mailto:csc-news-scan@hzg.de)

## Klimafolgen

### **Enorme Überschwemmungsschäden in Küstenstädten zu erwarten**

Auch ohne den Klimawandel würden Überschwemmungsschäden in Küstenstädten künftig zunehmen. Der Klimawandel verschärft diese Situation zusätzlich. Zu diesem Ergebnis kommt eine neue **Studie** der Weltbank, die sich auf die 136 größten Küstenstädte weltweit bezieht. Die zu erwartenden Schäden werden auch aufgrund von Bevölkerungswachstum, zunehmend höherer Sachwerte und geographischer Subsidenzbewegungen, d.h. der Absenkung des Küstenniveaus zunehmen. Die Studie schätzt die Kosten der Flutschäden mit und ohne Klimawandel ab. Während im Jahr 2005 die globalen Flutschäden mit 6 Milliarden US-Dollar pro Jahr beziffert wurden, wird allein aufgrund der sozio-ökonomischen Veränderungen bis Mitte dieses Jahrhunderts mit einem Anstieg der Kosten um den Faktor 8,5 gerechnet. Werden die Folgen des Klimawandels und der Subsidenz mit eingerechnet, so steigen die jährlichen Flutkosten bis 2050 im Vergleich zu 2005 um mehr als das 19-fache, bzw. auf 1 Billion US-Dollar. Dies zeigt, dass dringend Schutzmaßnahmen erforderlich sind, um enorme Kosten zu vermeiden.

*Hallegatte, S. et al. (2013): Future flood losses in major coastal cities, Nature Climate Change 3, 802–806, doi:10.1038/nclimate1979*

### **Klimafolgenkosten im Straßenbau**

Der Klimawandel könnte die Kosten für die Instandhaltung und Erweiterung des Straßennetzes in den USA zukünftig deutlich erhöhen, so das Ergebnis einer aktuellen **Studie**. Für gepflasterte Straßen spielen Spurrinnenbildung durch Niederschlag und Frostsprengung sowie Rissbildung durch Hitzeeinwirkung eine besonders große Rolle. Unbefestigte Straßen sind besonders von Erosion bedroht, die ebenfalls durch Niederschläge begünstigt werden kann. Die Studie quantifiziert die Abhängigkeit dieser Risikofaktoren von Lufttemperatur und Niederschlagsmengen in einer ersten Schätzung. Auch mögliche Anpassungsmaßnahmen in Form kürzerer Instandsetzungszyklen und widerstandsfähigeren Straßenbeschichtungen werden miteinbezogen. Auf Basis von Szenarien für die zukünftige Klimaentwicklung konnten dann Schätzungen für die durch den Klimawandel bewirkten zusätzlichen Kosten bzw. Einsparungen entwickelt werden. Ein Szenario beschreibt eine „business as usual“-Zukunft, in der also die Emission von Treibhausgasen im Wesentlichen den historischen Trend fortsetzt. Ein zweites Szenario beschreibt eine „global action“-Zukunft, in der die Emissionsraten in vielen Industrienationen deutlich gesenkt werden. Die Ergebnisse der Studie variieren geografisch erheblich, da erhöhte Temperaturen Schäden durch Frostsprengung eher verringern, andererseits aber erhöhte Niederschläge und Temperaturen die Auswirkungen von Spurrinnenbildung und Erosion verschärfen können. Je nach regionalen klimatischen Bedingungen ergibt sich also ein anderes Bild. In der Summe über die gesamten Vereinigten Staaten ermittelt die Studie jedoch eine mögliche Kostenzunahme durch den Klimawandel in der Größenordnung von etwa 785 Mio US-Dollar Barwert (present value) pro Jahr in der Mitte des Jahrhunderts bei 3% Abzinsung. Durch entschiedene Emissionsreduktionen im Rahmen des „global action“-Szenarios könnte dieser Wert auf schätzungsweise 504 Mio US-Dollar jährlich reduziert werden.

*Chinowsky, P. S. et al. (2013): Assessment of climate change adaptation costs for the U.S. road network, Global Environmental Change, Volume 23, Issue 4, August 2013, Pages 764–773*

### **Werden Ökosysteme vom Klimawandel überrollt?**

Die Erde erlebt zurzeit eine der stärksten Erwärmungen der letzten 65 Millionen Jahre. Vor allem die landgebundenen Ökosysteme – die Temperaturerhöhung an Land ist etwa doppelt so hoch wie in den Ozeanen – müssen sich diesen Veränderungen anpassen. Doch sind sie dazu in der Lage? In einer **Studie** wurden nun 25 Klimamodelle des Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) verglichen, um die Geschwindigkeit und Größenordnung der Klimaänderungen und deren Einfluss auf Ökosysteme bis zum Ende des 21. Jahrhunderts abzuleiten. Bei einem prognostizierten globalen Temperaturanstieg von 5° C (RCP 8,5 – entspricht einer ungebremsten CO<sub>2</sub>-Emission) bis zum Ende des 21. Jahrhunderts gegenüber vorindustriellen Werten müssten Pflanzen und Tiere jährlich einen Kilometer weiter nördlich in kühlere Breiten bzw. höher gelegene Regionen umsiedeln, um ihre Lebensräume den heutigen Umweltbedingungen →

anzupassen. Im Vergleich mit anderen Erwärmungsphasen der Erdgeschichte wird deutlich, dass die Geschwindigkeit der derzeitigen Veränderungen einzigartig ist. So vollzog sich der Klimawandel an der Grenze zwischen Eozän und Paläozän (das Paläozän/ Eozän-Temperaturmaximum vor rund 55 Millionen Jahren) mit einem Temperaturanstieg von etwa 6° C über einen Zeitraum von rund 10.000 Jahren. Damit laufen die aktuellen und prognostizierten, von Menschen verursachten Änderungen bis Ende des 21. Jahrhunderts etwa 100-mal schneller ab als in vorangegangenen Klimaänderungsphasen. Selbst unter der Annahme einer sofortigen Emissionsreduktion (RCP 2.6) und eines weniger stark verlaufenden Klimawandels vollzieht sich die Veränderung immer noch 10-mal schneller als in historischen Zeiten.

*Diffenbaugh, N.S., Field, C.B. (2013): Changes in Ecologically Critical Terrestrial Climate Conditions, Science 2, August 2013: Vol. 341 no. 6145 pp. 486-492, doi: 10.1126/science.1237123*

### **Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Ungarn**

Länder in Zentral- und Osteuropa sind Brennpunkte einer Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Landwirtschafts- und Umweltsektor. Am Beispiel Ungarns wird in der **Studie** eine sozio-ökonomische Bewertung von Klimarisiken für die Getreideproduktion vorgenommen. Die betrachtete Region im Karpatenbecken zeichnet sich durch große Niederschlagsvarianzen aus, mit humiden Bedingungen im Westen und semiariden im östlichen Ungarn. Der Ackerbau ist unter den jetzigen klimatischen Bedingungen überwiegend niederschlagsgespeist. Trotz der zunehmenden Wasserknappheit konnte Ungarn seine Getreideausfuhren innerhalb von 15 Jahren von weniger als 2 auf mehr als 6 Millionen Tonnen vergrößern. Dieser Trend könnte sich in Zukunft jedoch wieder umkehren. So wurden für die nahe Zukunft (2021-2050) zwar bessere klimatische Bedingungen für die Landwirtschaft projiziert, gegen Ende des Jahrhunderts (2071-2100) ist niederschlagsbedingt jedoch mit abnehmenden Erträgen zu rechnen. Die Autoren der Studie empfehlen, Anpassungsstrategien zu entwickeln, die sowohl ökonomische als auch klimatische Aspekte in Abhängigkeit von angebautem Getreide und der jeweiligen Region berücksichtigen.

*Gaál, M. et al. (2013): Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability of the Hungarian counties, Regional Environmental Change, July 2013, doi: 10.1007/s10113-013-0518-3*

## Anpassung

### **Anpassung ist nur ressortübergreifend wirkungsvoll**

Effiziente Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen sind nur mit einem ressortübergreifenden Ressourcenmanagement möglich. Zu diesem Ergebnis kamen Wissenschaftler bei einer **aktuellen Betrachtung** der Ressourcen Land, Energie und Wasser. Alle drei Systeme sind untrennbar miteinander verbunden. Wasser wird zur Pflanzen- und Energieproduktion benötigt, die Wasserbereitstellung sowie Verarbeitung von Pflanzen benötigt Energie und aus bestimmten landwirtschaftlich produzierten Pflanzen wird Bioenergie gewonnen. Gleichzeitig trägt die derzeitige Nutzung dieser drei Ressourcen zum Klimawandel bei. Alle diese Zusammenhänge verdeutlichen die Notwendigkeit einer systematischen, integrierenden Bewertung der Ressourcen auf nationaler Ebene, damit politische Entscheidungen zum effizienten Nutzen aller Ressourcen getroffen werden können. Zudem bietet ein integrativer Ansatz den Vorteil, dass die jeweiligen Vulnerabilitäten auch unter unterschiedlichen Umweltbedingungen besser erfasst werden können.

*Howells, M. et al. (2013): Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies, Nature Climate Change 3, 621–626, doi:10.1038/nclimate1789*

## Klimasystem

### **Extreme Verwitterung bremste Treibhauseffekt**

Vor 93,5 Millionen Jahren war die Erde ein Treibhaus. In der Zeit der Unterkreide (Cenoman-Turon) waren die Umweltbedingungen durch einen hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre und sehr hohe Oberflächentemperaturen der Ozeane gekennzeichnet. In dieser Phase kam es zum sogenannten Ocean Anoxic Event 2 (OAE2), in dem die Meere fast vollständig an Sauerstoff verarmt waren. Dieses Ereignis ging mit einem globalen Massensterben einher und dauerte etwa 440.000 Jahre. Die anoxische Phase wird mit einer sehr hohen biologischen Produktivität in Form extremer Planktonblüten und einem dadurch verstärkten Sauerstoffentzug des Meerwassers in Verbindung gebracht. Bisher war jedoch unklar, welche Prozesse dafür ausschlaggebend waren und was schließlich zur schnellen Rückkehr zu einem gemäßigteren Klima führte. In einer **aktuellen Studie** wurde mit Hilfe von Lithium-Isotopen aus unterschiedlichen Sedimenten dieser Zeit untersucht, wie sich das Ereignis abgespielt haben könnte. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass große vulkanische Eruptionen (so genannte Deckenbasalt-Ergüsse) große Mengen CO<sub>2</sub> freigesetzt haben, die Auslöser des Treibhauseffekts waren. Die Erwärmung ging einher mit einer Intensivierung der Gesteinsverwitterung insbesondere von basaltischen Gesteinen aufgrund der stark gestiegenen Temperaturen und einer stärkeren Niederschlagsintensität. Wegen der extremen Gesteinsverwitterung, die rund 200.000 Jahre anhielt, gelangten große Mengen von Nährstoffen in die Ozeane, wodurch sich die marine biologische Produktivität stark erhöhte und der Sauerstoffgehalt der Ozeane wieder zunahm. Beide Prozesse banden große Mengen CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre, was zur Abschwächung des Treibhauseffekts und zur Klimastabilisierung führte.

*Pogge von Strandmann, P. A. E. et al. (2013): Lithiumisotope evidence for enhanced weathering during Oceanic Anoxic Event 2, Nature Geoscience 6, 668–672, doi:10.1038/ngeo1875*

### **Neue hochaufgelöste Klimaänderungsinformationen für Europa verfügbar**

Für den kommenden fünften Sachstandsbericht des IPCC wurden neue Emissionsszenarien verwendet, die zeitabhängige Projektionen atmosphärischer Treibhausgase liefern, und als sogenannte „Representative Concentration Pathways“ (RCPs) bezeichnet werden. Auf Grundlage der RCP-Szenarien werden mit Hilfe globaler Klimamodelle neue →

Projektionen möglicher Klimaänderungen berechnet. Im Rahmen der EURO-CORDEX Initiative wurden die Ergebnisse der globalen Klimamodelle mit mehreren regionalen Klimamodellen für Europa auf eine höhere Auflösung von etwa 12,5 km gebracht. In einem aktuellen Paper werden die neuen hochaufgelösten Simulationen für Europa vorgestellt, die auf den RCPs 4.5 und 8.5 basieren. Der erweiterte Ensembleansatz ermöglicht dabei Aussagen über die Robustheit der Klimaänderungen. Ziel des **Artikels** ist es, diesen Datensatz verschiedenen Nutzer- und Forschungsgruppen zu präsentieren, die aktiv in der regionalen Klimamodellierung, der Klimafolgenabschätzung sowie der Anpassungsforschung sind. Die Ergebnisse aus den neuen RCP-Simulationen wurden mit den bisherigen Klimaänderungsinformationen aus den A1B-Simulationen verglichen, die die Basis für den 4. IPCC-Bericht von 2007 bildeten. In allen drei Szenarien ist das großräumige Muster des Klimaänderungssignals in mittlerer Temperatur und Niederschlag ähnlich, jedoch mit größeren regionalen Unterschieden. Der Artikel geht außerdem auf Starkregenereignisse, Hitzewellen und Trockenperioden ein. Die temperaturbasierten Indices zeigen in RCP 8.5 ein größeres Änderungssignal als in RCP 4.5. In den niederschlagsbasierten Indices ist der Unterschied zwischen den Szenarien weniger ausgeprägt.

*Jacob, D. et al. (2013): EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research, Regional Environmental Change, July 2013, doi: 10.1007/s10113-013-0499-2*