

Forstwirtschaft im Erdsystem

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Emmy-Noether-Gruppe „Forstwirtschaft im Erdsystem“ am Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) unter der Leitung von Dr. Julia Pongratz haben das Ziel, den Einfluss von Landnutzung auf das Klima besser zu verstehen und abzuschätzen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Forstwirtschaft.

Vegetation bedeckt den Großteil der Kontinente und hat entscheidenden Einfluss auf das Klima. Pflanzen und Atmosphäre wechselwirken miteinander durch den Austausch von Wärme, Feuchte, Impuls und einer Vielzahl von chemischen Substanzen. Der Mensch greift in diesen Austausch ein, indem er die Vegetationsdecke durch Landnutzung verändert: Auf etwa einem Viertel der eisfreien Landoberfläche hat er den natürlichen Vegetationstyp durch einen anderen ersetzt, etwa Wald durch Ackerland ("anthropogene Landbedeckungsänderung"). Auf noch größeren Flächen wurde der ursprüngliche Vegetationstyp zwar beibehalten, aber die Flächen werden zu gewissem Maße bewirtschaftet ("Landmanagement", beispielsweise Forstwirtschaft). Nur die restliche Fläche, lediglich ein Viertel der Landoberfläche, ist nicht direkt vom Menschen beeinflusst, obwohl auch diese Regionen durch den globalen Klimawandel indirekt vom Menschen verändert wurden (Abb. 1).

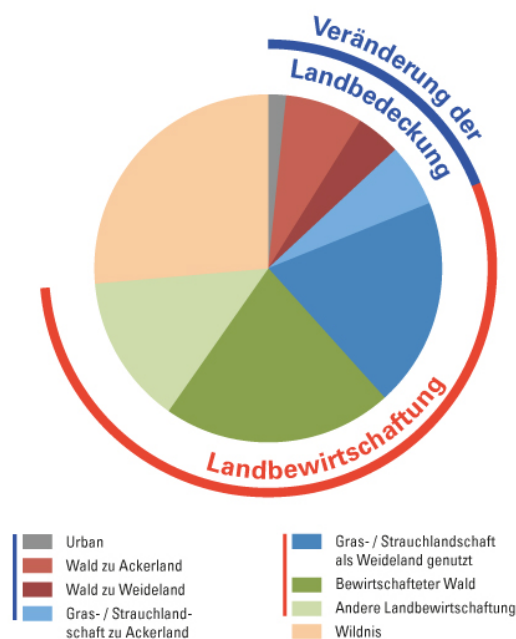


Abb. 1: Drei Viertel der eisfreien Landoberfläche wird vom Mensch genutzt. Landmanagement findet dabei auf doppelt so großer Fläche statt wie die weit besser untersuchten anthropogenen Landbedeckungsänderungen.

Eine Vielzahl von Beobachtungs- und Modellierungsstudien haben einen deutlichen Einfluss von Landbedeckungsänderung und Landmanagement auf das Klima aufgezeigt. Zum Beispiel

stammen etwa ein Drittel der CO₂-Emissionen, die der Mensch bis heute verursacht hat, aus der historischen Entwaldung zugunsten landwirtschaftlicher Ausdehnung. Es bleiben jedoch große Unsicherheiten, was den Gesamteinfluss auf das Klima angeht, denn die Effekte von Landbedeckungsänderung bzw. Landmanagement auf den Kohlenstoffkreislauf sind auf großer Skala nur sehr unsicher zu bestimmen. Zudem tragen biogeophysikalische Effekte, wie Änderungen im Reflexionsvermögen der Landoberfläche (Albedo) und in den turbulenten Wärmeflüssen, zum Gesamteinfluss auf das Klima bei.

Die Arbeit der Gruppe setzt an mehreren Stellen an, um das Verständnis der Wechselwirkungen von Landnutzung und Klima zu verbessern. Hauptwerkzeug ist dabei stets das Erdsystemmodell des MPI-M (MPI-ESM). Ein Ziel besteht darin, Unsicherheiten in der Modellierung von Kohlenstoffflüssen zu verringern. Im letzten Jahr hatten die Forscher und Forscherinnen um Julia Pongratz gezeigt, dass die große Spannweite in der Literatur von Abschätzungen der Landnutzungsemissionen vor allem auf unterschiedliche Definitionen der Kohlenstoffflüsse in verschiedenen Arten von Modellen zurückgeht (siehe [Artikel](#)). Innerhalb eines Modells sind besonders die Flüsse aus den Böden schwer realistisch nachzubilden. Der Großteil des terrestrischen Kohlenstoffs ist in den Böden gespeichert und kann durch Landnutzung beeinflusst werden. Durch Abgleich von Modellsimulationen gegen eine Vielzahl von lokalen Beobachtungsstudien untersucht Sylvia Nyawira wie gut ein typisches globales Vegetationsmodell diese durch Landnutzungsänderungen verursachten Kohlenstoffflüsse in den und aus dem Boden darstellen kann.

Die Möglichkeit, gezielt Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen und somit der globalen Erwärmung entgegenzuwirken, ist der Grund, warum Landnutzung in die Debatte um Maßnahmen zur Mitigation, also der Abschwächung des Klimawandels, geriet. Eine ausschließlich auf Kohlenstoffaufnahme konzentrierte Sichtweise greift aber zu kurz, denn die biogeophysikalischen Effekte der Landnutzung können insbesondere lokal das Klima substantiell beeinflussen: Zum Beispiel ist dunkler Wald oft mehrere Grad wärmer als Ackerland, das mehr Solarstrahlung reflektiert, kann aber auch kühlend wirken, weil seine große Blattfläche viel Wasser verdunstet. Diese Effekte sind in den Vegetationsmodellen zwar enthalten, konnten aber in bisherigen Modellstudien nicht bestimmten Regionen zugeordnet werden. Johannes Winckler entwickelt neue Methoden, dieses Problem zu lösen. Auch Dorothea Mayers Arbeit zielt darauf ab, das Mitigationpotential von Landnutzungsänderungen besser zu verstehen. Ihre Arbeit beschäftigt sich mit den politisch viel diskutierten Biomasseplantagen.

Während die Effekte der anthropogenen Landbedeckungsänderungen vielfach erforscht sind, gibt es weit weniger Untersuchungen zu den Effekten durch Landmanagement. Auch im Erdsystemmodell des MPI-M werden in erster Linie nur die Änderungen der Landbedeckung berücksichtigt. Ein Ziel der Gruppe um Julia Pongratz ist, auch das Landmanagement im MPI-ESM zu modellieren. Die Auswirkungen auf das Gesamtklima durch Landmanagement sind von der gleichen Größenordnung wie durch die Landbedeckungsänderungen, wie eine empirische Studie in *Nature Climate Change* (siehe Referenzen) zeigt, d.h. die Effekte sind in den Modellen nicht vernachlässigbar. So haben Analysen von Bodenmessungen und Satellitenbeobachtungen gezeigt, dass Temperaturänderungen durch Landbedeckungsänderungen und durch Landmanagement von gleicher Größenordnung bei mehreren Grad Celsius liegen. Da das Gebiet, auf dem Landmanagement betrieben wird, etwa die Hälfte der Landoberfläche einnimmt, ist es bei der Erfassung des gesamten anthropogenen

Einflusses auf das Klima entscheidend, den Anteil durch das Landmanagement in den Erdsystemmodellen nicht zu vernachlässigen.

Die Forscherinnen und Forscher der Emmy-Noether-Gruppe, insbesondere Dr. Julia Nabel und Dr. Kim Naudts, arbeiten deshalb daran, Forstwirtschaft – ein erheblicher Teil des Landmanagement - in das Landoberflächenmodell des Erdsystemmodells zu integrieren. Global werden ca. 60% des Waldes bewirtschaftet (Abb. 2). Die Forscherinnen und Forscher verbessern die Darstellung von Waldwachstum im Modell und implementieren verschiedene Forstbewirtschaftungsstrategien. Derartige Modellentwicklungen sind besonders relevant, um den Einfluss des Menschen auf das Erdsystem auch für die Zukunft abzuschätzen, in der globales Bevölkerungswachstum und zunehmende Nachfrage nach Bioenergie den Bedarf an Vegetations-basierten Ressourcen aller Voraussicht nach weiter erhöhen wird.

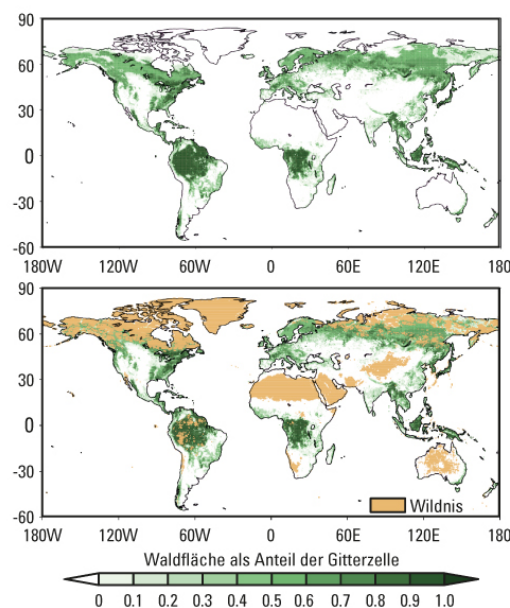


Abb. 2: Die obere Abbildung zeigt die derzeitige Ausdehnung von Wäldern, in der unteren überlagert von vom Mensch unberührten Flächen. Etwa 60% der Wälder sind demnach vom Mensch genutzt, nur in den wenig zugänglichen Regionen sind noch große Teile der Wälder unberührt (Walddaten: Pongratz et al., 2008; „Wildnis“: Haberl et al., 2007).

Die Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert.

Referenzen:

Pongratz, J., C.H. Reick, R.A. Houghton, and J. House (2014): Terminology as a key uncertainty in net land use and land cover change carbon flux estimates, *Earth Syst. Dynam.* 5, 177–195, doi:10.5194/esd-5-177-2014.

Luyssart, S., M. Jammet, P.C. Stoy, S. Estel, J. Pongratz, et al. (2014): Land management and land-cover change have impacts of similar magnitude on surface temperature. *Nature Climate Change*, Vol. 4, 389-393; doi: 10.1038/NCLIMATE2196.

Pongratz, J., C. Reick, T. Raddatz, and M. Claussen (2008): A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium. *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 22, GB3018, doi:10.1029/2007GB003153.

Haberl, H., K.H. Erb, F. Krausmann, V. Gaube, A. Bondeau, C. Plutzer, S. Gingrich, W. Lucht, and M. Fischer-Kowalski (2007): Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104(31), 12942-12947.

Weitere Informationen:

<http://www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/land-im-erdsystem/arbeitsgruppen/forstwirtschaft-im-erdsystem.html>

<http://www.mpimet.mpg.de/nc/kommunikation/aktuelles/single-news/article/aepfel-und-birnen-durcheinander-an-definitionen-erklaert-faktor-2-unterschied-in-abschaetzungen.html>

Emmy-Noether-Programm der DFG:

http://www.dfg.de/foerderung/programme/einzelfoerderung/emmy_noether/

Kontakt:

Dr. Julia Pongratz
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Tel.: 040 41173 255
E-Mail: julia.pongratz@mpimet.mpg.de