

In den Klimaverhandlungen der letzten Jahre standen im Wesentlichen die zweite Verpflichtungsperiode im Rahmen des Kyoto-Protokolls nach 2012 sowie die Verabschiedung eines zukünftigen Klimaabkommens nach Ablauf der zweiten Laufzeit im Vordergrund. Weitere Themen betrafen Finanzierungsstrategien, die Verhinderung von Emissionsverlagerungen und die Schließung möglicher Schlupflöcher, die Aufnahme weiterer Treibhausgase in das Kyoto-Protokoll sowie Waldschutzprogramme. Ein Themengebiet, das im Laufe der Verhandlungen immer wieder eine wesentliche Rolle gespielt hat, umfasst Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (*Land Use, Land Use Change and Forestry – LULUCF*) sowie die Bindung von Kohlenstoff in verschiedenen Landnutzungskategorien.

Im Bereich der Landnutzung wird im Allgemeinen zwischen verschiedenen Kategorien unterschieden, aus denen anthropogene Treibhausgasemissionen entstehen. Diese umfassen die Bereiche Wald, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen (vgl. Umweltbundesamt 2014a). Landnutzungsänderungen betreffen dagegen die Umwandlung einer Kategorie in eine andere, wie zum Beispiel die Umwandlung von Wald in Ackerland oder der Umbruch von Grünland zu Ackerland. Die meisten Treibhausgasemissionen entstehen zumeist durch die Umwandlung von Wäldern in Ackerflächen und Weideland. Oft ist auch die Umnutzung von Grünland zu Ackerland bedeutend, wie beispielsweise in Deutschland: Hier ist die Fläche an Grünland zwischen 1991–2013 um rund 13% zurückgegangen (vgl. Umweltbundesamt 2014b). Zu jeder dieser Landnutzungskategorien können Emissionen aus verschiedenen Senken geschätzt werden. Zu diesen zählen die lebende ober- und unterirdische Biomasse, totes organisches Material (z.B. Totholz) und organischer Bodenkohlenstoff. Dies ist von besonderer Bedeutung, da in den Böden weltweit rund zwei Drittel des terrestrischen Kohlenstoffs gespeichert sind (vgl. De Deyn et al. 2008). Für die Rückumwandlung nach einem Umbruch werden dagegen mehrere Jahrzehnte oder mehr benötigt, um die verloren gegangenen Kohlenstoffmengen in Humusschichten wieder aufzubauen.

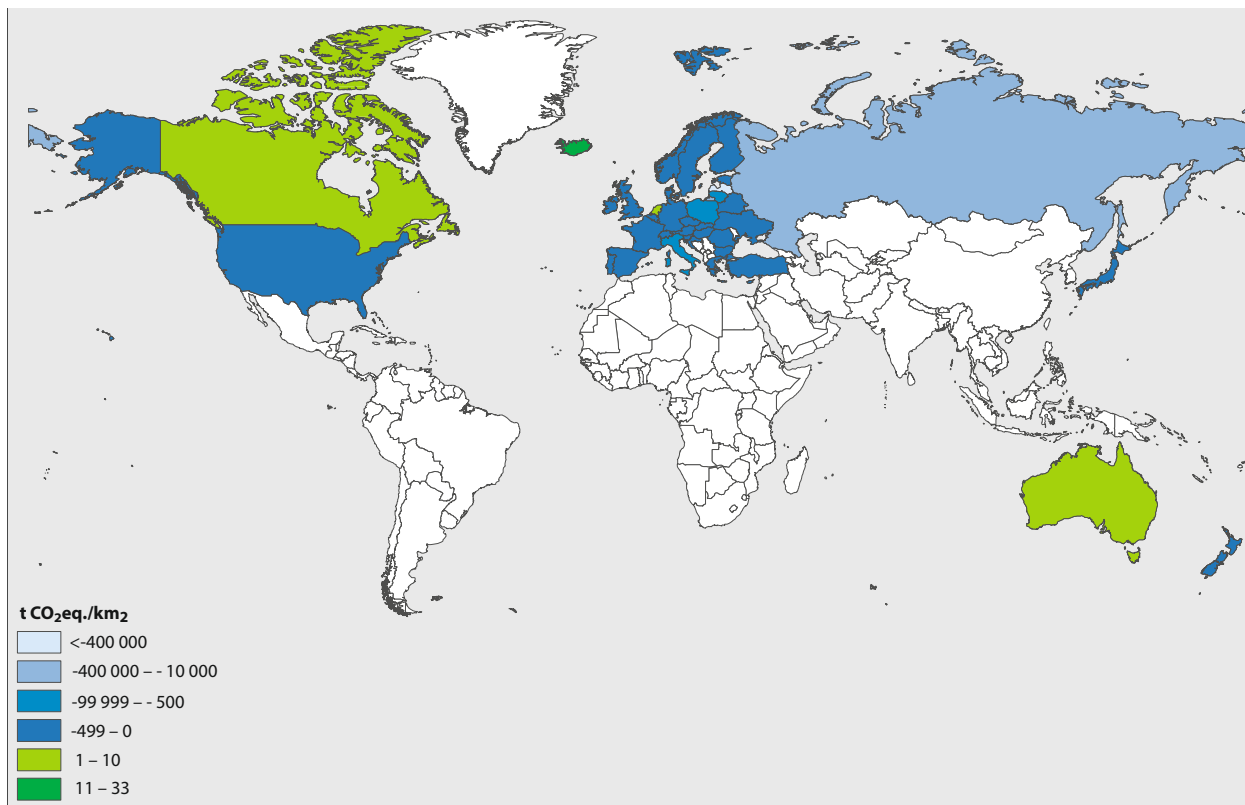
Der Landnutzungssektor unterscheidet sich von anderen Emissionsquellen durch einige bedeutende Merkmale: Im Gegensatz zu Bereichen wie Energie, Abfall und industriellen Prozessen kann die Landnutzung sowohl als Quelle als auch als Senke für Treibhausgase fungieren, beispielsweise in Wäldern, auf Äckern und in Feuchtgebieten. Hinzu kommt, dass natürliche Einflüsse wie Dürren, Fluten, Waldbrände und Stürme die Einflüsse aus menschlichen Aktivitäten übertreffen können und nur schwer von diesen trennbar sind. Zudem können sich auch solche Landnutzungsänderungen, die bereits vor langer Zeit vollzogen wurden (bspw. bei der Trockenlegung von Sumpfgebieten), weiter-

hin negativ auf die heutige und die zukünftige Kohlenstoffbilanz auswirken. Auch sind Emissionen aus gleichbleibenden Landnutzungsformen wie Wäldern oft zyklischen Schwankungen durch sich wiederholende Holzeinschläge unterworfen. Ein weiteres Problem betrifft die Frage, über welche Speicherkapazitäten die unterschiedlichen Senken verfügen (vgl. Iversen et al. 2014; JRC 2010)). In Bezug auf die Bestimmung der Emissionen ist der Landnutzungssektor somit der am schwierigsten zu schätzende Sektor.

Die Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft waren im Zeitraum von 1990–2010 für 12,5% der anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich (vgl. Houghton et al. 2012). Im Allgemeinen wird von einer jährlichen Menge von durchschnittlich 10% über alle Landnutzungen hinweg ausgegangen (vgl. PIK 2014; Iversen et al. 2014). Diese Werte sind mit einer Reihe von Unsicherheiten behaftet. Probleme bestehen hier in der genauen Abschätzung der tatsächlichen Abholzungs- und Aufforstungsraten, auch wenn diese durch die Auswertung von Satellitenbildern und Kontrollen vor Ort regelmäßig nachverfolgt werden können. Andererseits werden in verschiedenen Analysen zur Abschätzung der Emissionsraten oft unterschiedliche Bewirtschaftungsarten verglichen. Auch die Altersstruktur von Baumbeständen und deren unterschiedliche Kohlenstoffspeicherfähigkeit spielt dabei eine Rolle (vgl. Iversen et al. 2014). Hinzu kommt, dass – mit Ausnahme der Wälder – oft noch zu wenig darüber bekannt ist, wie viel Kohlenstoff in den jeweiligen Landnutzungsarten exakt gespeichert ist und bei der Umwandlung in eine andere Nutzungsform verlorengelht. Zudem existieren für die Bestimmung der Kohlenstoffflüsse eine Reihe verschiedener Ansätze, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können (vgl. Houghton et al. 2012). Da der Stofffluss zwischen Landnutzungsform und Atmosphäre nicht direkt zu beobachten ist, wird hierfür in der Regel auf Modellrechnungen zurückgegriffen. Hierbei entstehen Probleme unter anderem durch die oft mangelnde Verfügbarkeit und Konsistenz der Daten sowie der Vereinfachung verschiedener Prozesse.

Zur Reduzierung von Unsicherheiten bei der Berechnung kann hierbei vor allem die Vereinheitlichung der für die Modelle verwendeten Parameter beitragen (vgl. Pongratz et al. 2014). Dies ist vor allem im Hinblick auf die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Ländern von Bedeutung. Unterschiedliche Maßeinheiten führen bisher immer noch dazu, dass der Vergleich der Erfolge hinsichtlich der Emissionsreduktion schwierig ist (vgl. Wuppertal Institut 2014). Zur allgemeinen Vereinheitlichung der zu berichtenden Emissionsraten wurden den Ländern vom IPCC Richtlinien zur konsistenten und einheitlichen Klimaberichterstattung sowie Anleitungen zum Umgang mit eventuellen Unsicherheiten zur Verfügung gestellt (IPCC Guidelines 1996/2006 und Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change

Abb. 1

Treibhausgasemissionen und Reduktionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft 2012

Kanada ist bereits Ende 2011 vom Kyoto-Protokoll zurückgetreten, wird hier jedoch noch mit aufgeführt.

Quelle: UNFCCC (2015).

and Forestry 2003), mit Hilfe derer alle Annex-I-Staaten jährliche nationale Inventarberichte erstellen (vgl. Iversen et al. 2014). Darüber hinaus sind von den Mitgliedsländern zusätzlich alle zwei Jahre Berichte zu ihren Reduktionszielen und den Fortschritten zu verfassen. Die Mitgliedstaaten müssen in diesem Zusammenhang bestimmte Zertifizierungskriterien einhalten. Dazu zählen die Sicherung der Permanenz von Reduktionsaktivitäten, ein einheitlicher Bezugszeitraum, die Verifizierbarkeit und Vertrauenswürdigkeit und die Sicherstellung der Zusätzlichkeit der Maßnahmen. Zudem sollen Auswirkungen auf Gesellschaft und Biodiversität sowie mögliche Verlagerungen von Emissionen in andere Länder bzw. Sektoren berücksichtigt und minimiert werden. Die Karte (vgl. Abb. 1) zeigt die Emissionen bzw. Reduktion von Emissionen aus dem Landnutzungssektor in Annex-I-Ländern. In fast allen Ländern, außer Kanada, Australien, Island und den Niederlanden, wurde Kohlenstoff in der Landnutzung festgelegt (negative Zahlen). Die hohen Emissionen in Island sind vor allem auf naturräumliche Gegebenheiten zurückzuführen. Aufgrund der historisch bedingten, fehlenden Waldbedeckung sind hier rund 40% der Landfläche von Bodenerosion betroffen (vgl. Ministry for the Environment, Fisheries and Agriculture 2008). Zudem wurden in den letzten 50 Jahren zahlreiche Feuchtgebiete für die Landwirtschaft trockengelegt.

Aktuelle Entwicklungen

Im Laufe der Umsetzung der Berichterstattung und Zertifizierung können sich vielfältige Probleme ergeben, die den Kyoto-Prozess erschweren. Die Einbeziehung des Landnutzungssektors war in der Vergangenheit aufgrund zahlreicher Schlupflöcher oftmals in die Kritik geraten. Diese bezogen sich unter anderem auf Definitionsansätze. Ähnlich wie bei der Thematik zum Waldschutzprogramm für Entwicklungsländer (REDD+) stellte sich die Frage, wie Waldflächen definiert werden sollen. In Bezug zur Größe wird hier eine Mindestfläche von 0,05 bis 1 Hektar mit einer Kronenbedeckung von mindestens 10–30% angegeben (vgl. IPCC 2003). Ein weiteres Problem ist, dass sich die Bilanzierungsregeln für LULUCF von denen anderer Sektoren unterscheiden. Während die Emissionen dort üblicherweise mit dem Referenzlevel von 1990 verglichen werden, gilt dies für die Landnutzung nicht bzw. nur für bestimmte Kategorien.

In den Verhandlungen von Durban (2011) wurden im Rahmen der Einigung auf eine zweite Verpflichtungsperiode eine Reihe problematischer Schlupflöcher geschlossen. Hierzu zählt beispielsweise, dass die Waldbewirtschaftung (inkl. Biomassezuwachs, Holzeinschlag, Umwandlung in Planta-

gen) bei der Emissionsbilanzierung ab 2013 verpflichtend wird, nachdem sie in der ersten Periode freiwillig hinzugezogen werden konnte (vgl. Iversen et al. 2014). Außerdem werden Kohlenstoffvorräte in Holzprodukten als zusätzlicher Pool angesehen, bei denen Holzprodukte aus heimischen Wäldern, die in der Zeit vor 1990 bestanden, ebenfalls verpflichtend anzurechnen sind.¹ Bis dahin galt dies nur für Aktivitäten wie Aufforstung, Wiederaufforstung und Abholzung. Die Bewirtschaftung von Acker- und Weideland gilt weiterhin als freiwillige Maßnahme, ebenso wie die bereits während der Verhandlungen von Cancun eingeführte Aktivität zur Wiedervernässung und Entwässerung von Feuchtgebieten. Auch können die Emissionen, die beispielsweise durch Waldbrände, Sturmschäden oder Schädlingsbefall entstehen, auf freiwilliger Basis von der Anrechnung ausgeschlossen werden. Bedingung dafür ist hierbei die Überschreitung eines bestimmten Durchschnittsniveaus, das mit Hilfe einer Standardmethode auf Basis historischer Daten berechnet werden kann (vgl. Grassi 2012; Iversen et al. 2014). Im Vorfeld der Verhandlungen wurde von Kritikern bemängelt, dass die freiwillige Anrechnung bestimmter senkenbildender Aktivitäten dazu führen kann, dass Länder hierfür Aktivitäten wählen, die mit geringem Aufwand Emissionszertifikate generieren. In Annex-I-Ländern wie Australien hatte dies in der Vergangenheit dazu geführt, dass natürliche Wälder in Anpflanzungen umgewandelt wurden, ohne dass dies für sie Konsequenzen im Rahmen der LULUCF-Regeln hatte, da diese Umwandlung nicht als Abholzung galt (vgl. Humane Society International Inc. 2011). Als Konsequenz müssen daher nun auch Emissionen berücksichtigt werden, die aus der Umwandlung natürlicher Wälder in Anpflanzungen bzw. Plantagen entstehen. Zusätzlich wurde festgelegt, dass freiwillige Maßnahmen – einmal gewählt – in der nächsten Verpflichtungsperiode stets weitergeführt werden müssen. Damit sollte ein zusätzlicher Wechsel zwischen den freiwilligen Reduktionsaktivitäten verhindert werden (vgl. Iversen et al. 2014). Im Zuge der Verpflichtung zur Anrechnung von Maßnahmen der Forstbewirtschaftung wurde ebenfalls festgelegt, dass Zertifikate hierfür auf Basis eines Referenzlevels generiert werden. Dieses repräsentiert die in Zukunft erwarteten Emissionen und kann von den Staaten selbst festgelegt werden. Sie soll unter anderem verhindern, dass Wälder aufgrund ihrer Altersstruktur in Zukunft als Treibhausgasquelle angesehen werden (vgl. Landesbetrieb Wald und Holz NRW 2012). Ehemals wurde als Referenz die emittierte Menge im Jahr 1990 herangezogen. Eine Sorge von Kritikern dabei war und ist, dass Teilnehmerländer ihre Referenzlevel nun so ansetzen (z.B. entsprechend einem BAU-Szenario), dass das Reduktionsziel für sie einfach und ohne große Anstrengungen zu erreichen ist und Zertifikate generiert werden können. So könnten sich Länder, die bereits seit längerem Aufforstungsmaßnahmen ergriffen ha-

ben, diese als Klimaschutzmaßnahmen anrechnen lassen und andere wichtige Maßnahmen anderer Sektoren vernachlässigen. Als Gegenmaßnahme wurde hierfür zwar eine anrechenbare Obergrenze von 3,5% der Emissionen im Jahr 1990 (ohne LULUCF) festgelegt, bis zu der zusätzliche Gutschriften geltend gemacht werden dürfen (vgl. Grassi 2012). Dies bietet jedoch nur wenigen Ländern tatsächliche Anreize, mehr als die benötigten Maßnahmen zur Senkenbildung und zur Erhaltung von Wäldern zu treffen (v.a. waldreiche Länder), da sich die Obergrenze nur auf die Gutschriften und nicht auf Lastschriften durch zusätzliche Emissionen bezieht (vgl. Iversen et al. 2014; Ellison et al. 2013).

Im Rahmen der aktuellen Entwicklungen haben sich die Mitgliedstaaten der Europäischen Union bereits 2013 dazu verpflichtet, bis Januar 2015 nationale Berichte über die zu erwartenden Emissionen aus dem Landnutzungssektor sowie Strategien zur Reduktion der Emissionen abzuliefern. Die LULUCF-Kategorie war bisher nicht Bestandteil der gemeinsamen europäischen Klimapolitik. Dies soll jedoch in Zukunft, auch im Hinblick auf die Verhandlungen Ende des Jahres in Paris, in die Reduktionsziele von 40% bis 2030 mit eingebunden werden. Kritiker bemängeln hierbei, dass dadurch die bisherigen Anstrengungen in anderen Sektoren (z.B. Transport oder Energie) untergraben werden könnten, indem ein Teil der Reduktion in Form von Anrechnung aus Landnutzungssenken abgegolten wird (vgl. Heinrich-Böll-Stiftung 2015). Hintergrund dafür stellt die Tatsache dar, dass die Landnutzung in Europa eine Nettosenke darstellt, aus der Zertifikate einfach generiert werden können. Die Handlungen der EU im Bereich Landnutzung sind ein wichtiges Signal für Länder wie Brasilien und Indonesien, die sich vor allem in der Frage des Waldschutzes an der EU und ihrer Politik orientieren und gleichzeitig über die höchsten Emissionen aus diesem Sektor verfügen.

Literatur

De Deyn, G.B., J.H.C. Cornelissen und R.D. Bardgett (2008), »Plant Functional Traits and Soil Carbon Sequestration in Contrasting Biomes«, *Ecology Letters* 11, 516–531, verfügbar unter: <http://www.cef-cfr.ca/uploads/MEmbres/DeDeyn2008.pdf>.

Ellison, D., H. Petersson, M. Lundblad und P.-E. Wikberg (2013), *The Incentive Gap: LULUCF and the Kyoto Mechanism before and after Durban*, verfügbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcbb.12034/epdf>.

Grassi, G. (2012), *LULUCF: Wichtiger Schritt in Durban*, verfügbar unter: <http://www.prima-klima-weltweit.de/dokumente/Neue%20Regeln%20beim%20LULUCF.pdf>.

Heinrich-Böll-Stiftung (2015), »Klassenerster, aber nicht Klassenbester – die Vorlage der EU für den Pariser Klimagipfel«, verfügbar unter: <http://www.boell.de/de/2015/03/02/klassenerster-aber-nicht-klassenbester-die-vorlage-der-eu-fuer-den-pariser-klimagipfel>.

Houghton, R.A., J.I. House, J. Pongratz, G.R. van der Werf, R.S. DeFries, M.C. Hansen, C. Le Queré und N. Ramankutty (2012), »Carbon Emissions from Land Use and Land-Cover Change«, *Biogeosciences* 9, 5125–5142,

¹ Dies soll zudem verhindern, dass Holzprodukte vermehrt aus Ländern, im Speziellen Entwicklungsländer, importiert werden, die sich nicht unter dem Kyoto-Protokoll verpflichtet haben (vgl. Iversen et al. 2014).

verfügbar unter: <http://www.biogeosciences.net/9/5125/2012/bg-9-5125-2012.pdf>.

Humane Society International Inc. (2011), *Special Bulletin, Part 1 – Call for Truth in Targets*, verfügbar unter: https://seors.unfccc.int/seors/attachments/get_attachment?code=6W2F9A6M12OOF8KR73NWCSKGZWA4ZAZU.

IPCC (2003), *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, verfügbar unter: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/GPG_LULUCF_FULLL.pdf.

Iversen, P., D. Lee und M. Rocha (2014), *Understanding Land Use in the UNFCCC*, verfügbar unter: http://www.climateandlandusealliance.org/uploads/PDFs/Understanding_Land_Use_in_the_UNFCCC.pdf.

JRC – Joint Research Center (2010), *Overview of Land Use, Land Use Change and Forestry sector (LULUCF) in EU*, verfügbar unter: http://ec.europa.eu/clima/events/docs/0029/overview_en.pdf.

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen (2012), *Wald und Klimaschutz in NRW. Beitrag des NRW-Clusters ForstHolz zum Klimaschutz – Langfassung der Studie*, verfügbar unter: https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/media/Dokumente/Publikationen/Broschueren/Broschuere_Studie_Klimaschutz_Langfassung.pdf.

Ministry for the Environment, Fisheries and Agriculture (2008), »Why Iceland? 3rd Informal Dialogue on LULUCF«, verfügbar unter: <http://landbunadur.is/landbunadur/wgrala.nsf/key2/hhjn7etf6x.html>

Pongratz, J., C.H. Reick, R.A. Houghton und J.I. House. (2014), »Terminology as a Key Uncertainty in Net Land Use and Land Cover Change Carbon Flux Estimates«, *Earth System Dynamics* 5, 177–195, verfügbar unter: <http://www.earth-syst-dynam.net/5/177/2014/esd-5-177-2014.pdf>.

Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (2014), »Waldschutz allein reicht nicht: Emissionen aus veränderter Landnutzung«, Pressemitteilung vom 17. November, verfügbar unter: https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/waldschutz-allein-reicht-nicht-emissionen-aus-veraenderter-landnutzung?set_language=de.

Umweltbundesamt (2014a), *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2012*, verfügbar unter: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate-change_24_2014_nationaler_inventarbericht.pdf.

Umweltbundesamt (2014b), *Grünlandumbruch*, verfügbar unter: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/gruenlandumbruch>.

Wuppertal Institut (2014), *Lima Climate Report – COP20 Moves at Snail's Pace on the Road to Paris*, verfügbar unter: http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/lima-results.pdf.