

## Mögliche Emissionskompensationen durch Aufforstung im Verkehrssektor

Nicolas Koch<sup>1</sup>, Sabine Fuss<sup>1</sup>, Jessica Strefler<sup>2</sup>, Ottmar Edenhofer<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> *Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change*

<sup>2</sup> *Potsdam Institute for Climate Impact Research*

<sup>3</sup> *Technische Universität Berlin*

### Kein Klimaschutz ohne tropischen Waldschutz, kein tropischer Wald ohne Klimaschutz

Tropische Wälder sind essentielle Stabilisatoren des Weltklimas. Sie enthalten ein Speicherpotential von 844 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> (230 Milliarden Tonnen Kohlstoff).<sup>1</sup> Das ist so viel wie unser verbleibendes globales Kohlenstoffbudget für ein 2°C Ziel. Gleichzeitig ist tropische Entwaldung netto für 8% der globalen jährlichen Emissionen verantwortlich. Das sind mehr als die gesamten jährlichen Emissionen der EU. Neun Länder (Indonesien, Brasilien, Malaysia, Demokratische Republik Kongo, Bolivien, Kolumbien, Peru, Mexiko und Kambodscha) waren für 77% der tropischen Entwaldungsemissionen verantwortlich. Waldschutz und Aufforstung in den Tropen sind deshalb Prioritäten beim Klimaschutz.

Die Begrenzung der Klimaerwärmung auf einem noch nicht gefährlichen Niveau ist zugleich unabdingbar für den Erhalt von tropischen Wäldern. Klimawissenschaftler halten den Amazonas Regenwald für eines der Kippelemente des Weltklimas.<sup>2</sup> Mit einem wärmeren Erdklima und damit verringerten Niederschläge könnten sich selbstverstärkende Prozesse eintreten, die zu einer Umwandlung des Ökosystems zu einer Savanne führen könnten, was sich wiederum stark auf das Klima auswirken würde. Aufgrund solcher hohen Risiken und Kosten des Klimawandels hat sich die Weltgemeinschaft im Pariser Abkommen auf das 2°C- bzw. 1,5°-Ziel und auf Treibhausgasneutralität in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts geeinigt. Das Erreichen der Pariser Ziele erfordert gemäß Kabinettsbeschluss der Bundesregierung auch die weitgehende Treibhausgasneutralität des gesamten Verkehrssystems bis 2050.

### Die Rolle des Verkehrs bei der Dekarbonisierung

Der Verkehrssektor emittierte in 2010 global 7 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>eq Treibhausgase und ist damit für rund ein Viertel der gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emission verantwortlich.<sup>3</sup> Dreiviertel dieser Emissionen stammt von Straßenfahrzeugen.<sup>4</sup> Ungebremst würden die Emissionen im Verkehr schneller als in den meisten anderen Sektoren wachsen und zwar auf 12 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr bis zum Jahr 2050.<sup>5</sup> Der 5. Sachstandsbericht des IPCC zeigt jedoch, dass zur Erreichung des 2°C Ziels die Verkehrsemissionen im Jahr 2050 mindestens unter 6 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr bleiben müssen. Wenn Technologien zur Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre nicht rechtzeitig zum Tragen kommen,

---

<sup>1</sup> A. Baccini et al., "Estimated Carbon Dioxide Emissions from Tropical Deforestation Improved by Carbon-Density Maps," *Nature Climate Change* 2, no. 3 (March 2012): 182–85.

<sup>2</sup> Elmar Kriegler et al., "Imprecise Probability Assessment of Tipping Points in the Climate System," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, no. 13 (March 31, 2009): 5041–46.

<sup>3</sup> R. Sims et al., in *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, O. Edenhofer et al., Eds. Cambridge Univ. Press, New York, 2014), pp. 599–670.

<sup>4</sup> International Energy Agency, "Policy pathways: A tale of renewed cities", Paris, 2013.

<sup>5</sup>R. Sims et al. a. a. O.

müssten die Verkehrsemission sogar unter 3 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr bleiben. Kurz- und langfristige Emissionsminderungen im Verkehr werden vom IPCC daher als essentiell zur Erreichung der Klimaziele eingestuft. Dies spiegelt sich auch in Politikzielen wider: z.B. sieht der Klimaschutzplan der deutschen Bundesregierung bis zum Jahr 2030 eine Minderung von 42 bis 40 % gegenüber 1990 vor. Bis 2050 soll der Verkehrssektor „nahezu unabhängig von Kraftstoffen mit fossilem Kohlenstoff“ sein.

Während eine Dekarbonisierung in Teilen der Wirtschaft auf absehbare Zeit schwierig bleiben wird, was bei Klimapolitik im Einklang mit dem 2°C-Ziel einen Emissionsausgleich notwendig machen wird, stehen im Straßenverkehrssektor (wie auch im Elektrizitätssektor) neue Technologien und Mobilitätskonzepte für eine mittelfristige Emissionsvermeidung zur Verfügung. Die Elektromobilität, flankiert durch sharing Angebote und autonomes Fahren, gilt als vielversprechendster Kandidat. Investitionen in diesen Bereichen gehen zudem mit bedeutsamen Co-Benefits (bessere Luftqualität, weniger Lärm, Staus und Landnutzung) einher, die für eine nachhaltige Mobilitätsgestaltung von besonderer Bedeutung sind. Gegeben (i) der wichtigen Rolle von Emissionsminderungen im Transportsektor für das Einhalten des 2°C Klimaziels und (ii) der vorhandenen Minderungsoptionen im Straßenverkehr, ist das Ergreifen von kurz- und mittelfristigen Klimaschutzmaßnahmen im Straßenverkehrssektor daher unvermeidbar. Dies gilt umso mehr als die Flächen für Emissionskompensation zum Beispiel durch Aufforstung begrenzt sind.

### Tropischer Wald als CO<sub>2</sub>-Senke

Da Wälder CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre binden, können Waldschutz- und Aufforstungsprojekte sinnvolle Investitionen darstellen, um Emissionen aus Sektoren, die derzeit schwer zu dekarbonisieren sind (Luftverkehr und Teile der Landwirtschaft), auszugleichen.

Investitionen in Aufforstung sind aber nicht überall sinnvoll. Tropische Wälder spielen eine deutlich wichtigere Rolle für den Klimaschutz als andere Wälder, weil sie (1) akut gefährdet sind, (2) kritische Stabilisatoren für das Weltklima sind, (3) mehr Kohlenstoff speichern als andere Wälder (2,7 bis 3,5-mal so viel)<sup>6</sup> und (4) weil sie einige Torfmoore beherbergen, die wenn sie austrocknen oder brennen, gigantische Mengen an Treibhausgasen freisetzen. Der Kosten-Nutzen von Baumpflanzungen in Europa ist dagegen sehr fraglich. Aufforstung im borealen Biom könnte sogar einen Temperaturanstieg zur Folge haben, da sie zur Änderung der Albedo (Rückstrahlung von Oberflächen) führen.<sup>7</sup>

Kompensationsprojekte können prinzipiell auch Versäumnisse bei der Minderung von Treibhausgasen in anderen Sektoren ausgleichen. Doch das Ausgleichspotential für Emissionen ist limitiert. Daher sollten schwer zu dekarbonisierende Wirtschaftszweige Vorrang haben.

### Limitiertes Ausgleichspotential für Emissionen aus anderen Sektoren

Um das 2°C Ziel noch zu erreichen, dürfen zwischen 2011 und 2100 weltweit höchstens 1000 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> ausgestoßen werden.<sup>8</sup> Wenn die Klimaschutzzusagen (nationally determined contributions, NDCs), die alle Länder in Paris 2015 gegeben haben und die teilweise die Vermeidung von Entwaldung einschließen, eingehalten werden, führt das zu einem Ausstoß von ca. 800 Milliarden Tonnen bis 2030.<sup>9</sup> Mit Offsets für vermiedene Emissionen durch Entwaldung können höchstens 3,67 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr kompensiert werden<sup>10</sup> – dies steht den oben angeführten 12 Milliarden Tonnen

---

<sup>6</sup> Y. Pan et al., "A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests," *Science* (August 19, 2011): 988–93.

<sup>7</sup> Z.B.: Jones, A. D., Calvin, K. V., Collins, W. D., & Edmonds, J. (2015). Accounting for radiative forcing from albedo change in future global land-use scenarios. *Climatic Change*, 131(4), 691–703.

<sup>8</sup> IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (R. K. Pachauri & L. A. Meyer, Eds.). Geneva, Switzerland: IPCC.

<sup>9</sup> J. Rogelj et al. "Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 C." *Nature* 534.7609 (2016): 631.

<sup>10</sup> R. A. Houghton, B. Byers, and A.A. Nassikas. "A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO<sub>2</sub>." *Nature Climate Change* 5.12 (2015): 1022.

CO<sub>2</sub> aus dem Verkehrssektor, die ohne weitere Klimaschutzmaßnahmen emittiert würden, gegenüber. Wenn in den Tropen eine Fläche die vier Mal der Fläche von Indien entspricht aufgeforstet werden würde, könnten der Atmosphäre ca. 500 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> bis 2100 entzogen werden.<sup>11</sup> Dieses gigantische Aufforstungsprogramm ließe das verbleibende CO<sub>2</sub> Budget nach 2030 von 200 auf 700 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> anwachsen. Um damit auszukommen müssten die Emissionen nach 2030 jedes Jahr um 7% sinken. Das bedeutet gewaltige Anstrengungen in allen Sektoren, die nur durch größere Emissionsminderung vor 2030 reduziert werden können.

	Milliarden Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>CO<sub>2</sub> Budget für 2°C (kumuliert 2011-2100)<sup>8</sup></b>	1000
<b>Klimaschutzzusagen (NDCs)<sup>9</sup></b>	800
<b>Potential Aufforstung in den Tropen<sup>11</sup></b>	-500 (entspricht ~12 Millionen km <sup>2</sup> Wald = ca. 4 mal der Fläche von Indien)

### Was es bei Offsets zu beachten gilt

Das REDD+-Programm der Vereinten Nationen zielte ursprünglich darauf ab, Länder mit tropischem Regenwald für ihre Bemühungen beim Waldschutz zu belohnen, z.B. durch auf Kohlenstoffmärkten handelbare Zertifikate, sogenannte Offsets. Ein solcher Offsetmarkt ist bisher auf globaler Ebene allerdings nicht entstanden, was u.a. am langsamen Fortschritt beim Emissionshandel und vermeintlichen Misserfolgen bei ähnlichen Offsetting-Mechanismen (insbesondere dem Clean Development Mechanism) liegt. Beim Engagement in ein Waldkompensationsprogramm müssen deshalb wichtige Standards zum Tragen kommen. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, dass drei Punkte für die Effektivität und gesellschaftliche Akzeptanz von Kompensationsprojekten von Bedeutung sind.

Zum einen muss sichergestellt werden, dass die geschaffenen Kohlenstoffbestände in Wäldern dauerhaft geschützt sind (Permanenz). Signifikante Risiken entstehen sowohl durch ungewollte Verluste (z.B. Feuer/Sturmschäden) aber auch bewusste Entwaldung zu einem späteren Zeitpunkt. Eine sorgfältige Gestaltung der Kompensationsvereinbarung ist daher von großer Bedeutung für die Durchsetzung langfristiger Verpflichtungen und Sanktionen. Haftungsvereinbarungen sind eine Option, eine andere ist die Ausgabe von temporären Offsets für den geschützten Wald oder die Aufforstung, die später durch neue temporäre Zertifikate ersetzt werden müssen.<sup>12</sup> Zum anderen sind bei Offsetprojekten stets Baselines für die Emissionen im business-as-usual Fall (also ohne Aufforstungs- oder Schutzprojekt) festzulegen, anhand derer Emissionseinsparungen zertifiziert werden. Eine Vielzahl möglicher Festlegungsansätze steht zur Verfügung und wird politisch kontrovers diskutiert. Der gewählte Ansatz hat wichtige Implikationen für das strategische Verhalten und den Kooperationswillen der Vertragsparteien. Er ist damit ausschlaggebend für die Effizienz und Verteilung der Kosten und Nutzen des Kompensationsprojektes.<sup>13</sup>

Schwache Standards bei der Sicherstellung der Permanenz und Baseline sind ein Grund für die oft kritische Bewertung von Kompensationsprojekten durch Nichtregierungsorganisationen. Auf Seiten der Privatwirtschaft spielt noch eine dritte Komponente eine wichtige Rolle: Investitionen in Offsetprojekte unterliegen bedeutsamen regulatorischen Risiken, da keine Klarheit besteht ob und inwieweit die kompensierten Emissionen im Waldsektor für die Erreichung der eigentlichen Sektorziele (Verkehr) Anrechnung finden oder ob die Offsets in Emissionshandelssystemen gültig und damit handelbar

<sup>11</sup> U. Kreidenweis et al. "Afforestation to mitigate climate change: impacts on food prices under consideration of albedo effects." *Environmental Research Letters* 11.8 (2016): 085001.

<sup>12</sup> Kerr, Suzi C. "The economics of international policy agreements to reduce emissions from deforestation and degradation." *Review of Environmental Economics and Policy* 7.1 (2013): 47-66.

<sup>13</sup> Busch, Jonah, et al. "Comparing climate and cost impacts of reference levels for reducing emissions from deforestation." *Environmental Research Letters* 4.4 (2009): 044006.

sind.<sup>14</sup> Diese Unsicherheit über die Übertragbarkeit ist der Hauptgrund für die starke Zurückhaltung des Privatsektors bei der Nachfrage nach Offsets.<sup>15</sup>

### Mögliche Investitionsoptionen

Während kein Weg an einer Nullemissions-Strategie für den motorisierten Individualverkehr vorbeiführt, kann ein freiwilliger Einstieg eines bedeutenden Industrieunternehmens in großflächigen Waldschutz dennoch eine Win-Win Situation für den Klimaschutz sein.

Bei der Projektwahl sollte der Schutz und die Restaurierung von tropischen Wäldern aufgrund ihrer kritischen Rolle Priorität gegenüber der Aufforstung haben. Restaurierungsmaßnahmen können helfen, Torfmoore wiederherzustellen oder die Degradierung<sup>16</sup> und Fragmentierung<sup>17</sup> von Waldflächen umzukehren, die allein schon jeweils etwa ein Viertel der gesamten Waldemissionen ausmachen. Der Vorteil ist hier, dass Governance Mechanismen des entwickelten REDD+ Programms genutzt werden können, um den oben beschriebenen Herausforderungen Rechnung zu tragen. Standards, die sich hier anbieten, sind z.B. VCS (Verified Carbon Standard) und CCB Standard (Climate, Community & Biodiversity). Zudem geht der Erhalt der tropischen Wälder einher mit dem Erhalt von wichtigen Ökosystemen und Biodiversität, die durch großflächige Aufforstung nicht unbedingt gegeben sind. Eine Extragebühr beim Autoverkauf, für solche Schutz- und Restaurierungsprojekte kann helfen, die Bedeutung tropischer Wälder ins Bewusstsein der Verbraucher zu rufen.

---

<sup>14</sup> Goldstein, A., & Ruef, H. "View from the understory state of forest carbon finance 2016." Washington, DC: Ecosystem Marketplace, Forest Trends (2016).

<sup>15</sup> Laing, T., Palmer, C., Taschini, L., Wehkamp, J., Fuss, S., & Reuter, W.-H. "Understanding the Demand for REDD+ Credits." Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper Series, WP 193, London, UK (2015).

<sup>16</sup> Timothy R. H. Pearson et al., "Greenhouse Gas Emissions from Tropical Forest Degradation: An Underestimated Source," *Carbon Balance and Management* 12 (February 14, 2017): 3.

<sup>17</sup> Katharina Brinck et al., "High Resolution Analysis of Tropical Forest Fragmentation and Its Impact on the Global Carbon Cycle," *Nature Communications* 8 (March 17, 2017): 14855.