



10. Mai 2012

## Abschätzung von Treibhausgasemissionen und Treibhausgasenken

### Hintergrund

Die meisten Länder haben sich verpflichtet, die anthropogenen Treibhausgasemissionen zu begrenzen. Um den Erfolg dieser Bemühungen nachzuweisen, müssen wir standardisierte Methoden verwenden, die die natürlichen und anthropogenen Quellen und Senken von Treibhausgasen – darunter Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Stickoxid (N<sub>2</sub>O) – auf nationaler Ebene genau einschätzen. Solche Schätzungen sind nötig, um einen internationalen Klimavertrag zu verifizieren und um Veränderungen bei den natürlichen Treibhausgasemissionen (z. B. starke Freisetzung aus Methanhydraten) oder Senken zu erkennen. Außerdem würde ein besseres Verständnis der globalen Verteilung von pyrogenem Kohlenstoff („black carbon“ – Ruß, kein Treibhausgas) unsere Fähigkeit verbessern, dessen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit handzuhaben, und auch seinen Beitrag zum Klimawandel zu bewerten.

### Methoden zur Abschätzung von Treibhausgasemissionen

Es gibt drei Methoden, um die Emissionen von Treibhausgasen einzuschätzen. Alle drei Methoden ließen sich durch die Implementierung der unten aufgeführten „Empfehlungen“ verbessern. Damit könnten die Unsicherheiten bei Emissionsschätzungen reduziert werden.

**1. Nationale Verzeichnisse von Emissionen und Senken:** Die Nationen zeigen der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) nach den vom Intergovernmental Panel on Climate Change entwickelten Methoden ihre Emissionen an. Die Emissionen werden geschätzt, indem der Rohstoffverbrauch (z. B. verbrannte Kohle in Tonnen) gemessen und mit einem Emissionsfaktor (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen je Tonne) multipliziert wird. Relativ genaue Schätzungen basieren dabei auf länderspezifischen Emissionsfaktoren und ausgeklügelten Modellen zur Berechnung der Emissionsquellen. Diese Methode liefert für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Brennstoffen sowie für CO<sub>2</sub>-Senken recht genaue Schätzungen. Bei den meisten anderen Treibhausgasen ist die Ungenauigkeit jedoch größer.

**2. Atmosphärische Methoden:** Die Nettosumme der menschlichen und natürlichen Quellen und Senken kann mit atmosphärischen und/oder ozeanischen Messungen (einschließlich Fernerkundung per Satellit) der Gase sowie mit modernsten mathematischen Modellen der Luft- und Wasserbewegungen abgeschätzt werden. Diese Methoden bieten die Möglichkeit einer unabhängigen Überprüfung der Verzeichnisabschätzungen. Sie eignen sich jedoch nicht für eine hinreichend genaue Abschätzung der Treibhausgasemissionen und -senken auf nationaler Ebene aufgrund von Transportfehlern, unvollständigem Verständnis der Hintergrundfluktuationen von natürlichen Emissionen sowie der geringen Zahl und ungleichmäßigen geographischen Verteilung der Messstationen. Beispielsweise meiden die aktuellen atmosphärischen Messraster weitgehend größere Emittenten wie Städte. Dies erschwert die Interpretation von Satellitenbeobachtungen. Darüber hinaus werden Luftproben nicht für alle relevanten Isotope analysiert: Beispielsweise könnten durch Radiokohlenstoffmessungen (<sup>14</sup>C) die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Brennstoffen von nicht-fossilen Quellen und Senken getrennt werden.

Pyrogener Kohlenstoff („black carbon“), der ebenfalls die atmosphärischen Temperaturen beeinflusst, wird allgemein im Rahmen von Luftverschmutzungsprogrammen überwacht.

3. **Direkte Verzeichnisse für die Bodennutzung:** CO<sub>2</sub>-Quellen und -Senken lassen sich mit Zeitreihen-Messungen auf oder nahe Bodenhöhe (z. B. Veränderung des Kohlenstoffgehalts eines Ökosystems über und unter dem Boden) sowie mit Satellitenmessungen der Entwaldung und Wiederaufforstung abschätzen. Würden alle Quellen und Senken gemessen, ließe sich das CO<sub>2</sub> aus Ökosystemen mit hinreichender Genauigkeit abschätzen. Für einige Treibhausgase und Emissionsarten sind die Schätzungen relativ gut (z. B. Methanemissionen von Vieh), doch Schätzungen zu anderen Treibhausgasen und Quellen sind schlecht. N<sub>2</sub>O-Emissionen variieren je nach Ort und Zeit. Entscheidende Faktoren sind dabei die Art der Bodennutzung (insbesondere die Anwendung von Stickstoffdünger), das lokale Klima, Topographie sowie Boden- und Vegetationseigenschaften. Ein verbessertes Grundlagenverständnis ist erforderlich, ehe präzise N<sub>2</sub>O-Abschätzungen möglich sind.

### **Empfehlungen**

Die Fähigkeit, Quellen und Senken von Treibhausgasen genau abzuschätzen, ist Voraussetzung für die Effizienz von internationalen Vereinbarungen oder nationalen Programmen zur Emissionssenkung. Diese Fähigkeit hängt von einem besseren Wissen und Verständnis der Quellen und Senken von Treibhausgasen, von einer koordinierten Beobachtung der Quellen und Senken (am Boden, aus der Luft und aus dem All) sowie vom freien Zugang zu Informationen aus allen Ländern ab. Entscheidende Wissenslücken ließen sich binnen weniger Jahre schließen, indem vorhandene Messprogramme wieder auf Treibhausgasquellen und -senken ausgerichtet werden, die in jedem Land bzw. jeder Region von Bedeutung sind. Eine Implementierung der ersten beiden unten genannten Schritte würde dazu führen, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Brennstoffen und Entwaldung präzise abgeschätzt und unabhängig überprüft werden können. Diese Emissionen sind verantwortlich für ca. drei Viertel der im UNFCCC abgedeckten Emissionen. Die Implementierung des dritten Schritts würde das grundlegende Verständnis des Kohlenstoffkreislaufs verbessern.

1. Jährliche Messungen und Berichte zu allen Treibhausgasemissionen, die aktuell genau bestimmt werden können, einschließlich CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Brennstoffen und durch Bodennutzung sowie CH<sub>4</sub>-Emissionen aus industriellen und biogenen Quellen. Die internationale wissenschaftliche Community sollte einigen Ländern beim Aufbau von Kapazitäten helfen, die erforderlich sind, um Verzeichnisse zu diesen Emissionen anzulegen.

2. Internationale Koordination und Kooperation zur Verbesserung der Technologie und der Methoden im Rahmen der Abschätzung von Treibhausgasemissionen und zur unmittelbaren Übernahme geeigneter neuer Ansätze oder Technologien. Gemeinsame Anstrengungen, um aktuelle Technologien auszutauschen und kosteneffektive Messinstrumente auf der ganzen Welt und im Weltall bereitzustellen, sowie Kooperationen mit dem Ziel, Boden- und Satellitendaten zu kombinieren, würden die Ergebnisse beschleunigen und die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit stärken. Eine solche Anstrengung erfordert den Austausch von Mess- und Analysemethoden sowie etablierte Standards für die Bewertung von Datenqualität und die Einschätzung von Ungewissheit.

3. Internationale und multidisziplinäre Forschungsprogramme sollten eingerichtet oder gestärkt werden, die sich auf das Verstehen möglicher Veränderungen konzentrieren, welche zu signifikanten und/oder schnellen Anstiegen bei den atmosphärischen Treibhausgasen führen. Zu den größten Risiken gehören die potenzielle Freisetzung von CO<sub>2</sub> und/oder CH<sub>4</sub> aus großen Höhen, aus Meeressedimenten, durch Änderungen der ozeanischen Biogeochemie und Zirkulation sowie Änderungen in der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Regenwälder. Es ist wichtig, diese Veränderungen bei den Treibhausgasen im Rahmen der globalen biogeochemischen Kreisläufe zu analysieren.