

Isotopenanalyse ermittelten Werten, als wenn die diffuse Strahlung entsprechend variiert. Allerdings ist der Effekt der sich ändernden diffusen Strahlung nur schwer ersichtlich (Figur 2 in Mercado et al 2009). Vor allem wegen der globalen Bemühungen zur Reduktion der Schadstoffemissionen erwarten die Autoren für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts einen Rückgang der durch die erhöhte diffuse Strahlung bedingten Kohlenstoffsenke.

Unbestritten ist die Gesamtfotosyntheseleistung eines Bestandes bei konstanter Strahlung höher, wenn der Anteil diffuser Strahlung steigt, selbst wenn dabei die gesamte Strahlungsenergie abnimmt. Damit sich diese Erhöhung der Fotosyntheseleistung aber im terrestrischen Kohlenstoffspeicher niederschlägt, muss ein System generell lichtlimitiert oder, anders ausgedrückt, von der Fotosynthese limitiert sein. Dies mag zwar für ein isoliert betrachtetes Blatt in den unteren Stockwerken eines Waldes zutreffen, ist aber für ein gesamtes Ökosystem unwahrscheinlich. Sollten, gemäss der Aussage von Mercado et al (2009), zwischen 1960 und 1999 tatsächlich 25% mehr Kohlenstoff in den terrestrischen Ökosystemen eingelagert worden sein, so würde das aus stöchiometrischen Gründen auch bedeuten, dass gleichzeitig 25% mehr Stickstoff, Phosphor sowie andere Mineralien gebunden worden sind. Dies entspricht aber kaum der Realität, da diese Nährstoffe mindestens zum Teil limitiert sind. Speziell in Wäldern besteht generell keine Wachstumslimitierung durch die Fotosynthese, da gezeigt werden konnte, dass die mobilen Kohlenstoffreserven von Bäumen in verschiedenen Klimazonen und unter verschiedensten Bedingungen (z.B. an der Baumgrenze, in Mastjahren) ein konstant hohes Niveau aufweisen (Körner 2003).

Das Problem liegt hier bei der Hochskalierung eines auf der Ebene der Blattphysiologie unumstrittenen Effekts. Der von den Autoren beschriebene Düngeeffekt der diffusen Strahlung mag in gewissen Systemen (z.B. in anderweitig nicht limitierten Agroökosystemen) zum Tragen kommen. Das Ausmass der von den Autoren modellierten Auswirkung (+ 25%) auf den Kohlenstoffspeicher dürfte aber kaum zutreffen, denn dies würde eine erwiesenermassen nicht vorhandene Kohlenstoff-

limitierung der quantitativ wichtigen Ökosysteme (tropische, gemässigte und boreale Wälder) voraussetzen. ■

Sebastian Leuzinger

Literatur

- KÖRNER C (2003) Carbon limitation in trees. *J Ecol* 91: 4–17.
WILD M (2009) Global dimming and brightening: A review. *J Geophys Res* 114, D00D16.

Struktur zur Analyse von Nachhaltigkeit sozioökologischer Systeme

- OSTROM E (2009) A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Sci* 325: 419–422. doi: 10.1126/science.1172133

Die neu erkorene Nobelpreisträgerin Elinor Ostrom hat kürzlich in einer Übersichtsperspektive in «Science» ihre verallgemeinerte Grundstruktur für die Analyse der Nachhaltigkeit sozioökologischer Systeme (SÖS) erläutert. Die Autorin ist der Auffassung, dass die Erforschung von natürlichen Ressourcen unter anderem deshalb so schwierig ist, weil erfolgreiche Forschungsansätze letztlich immer interdisziplinären Charakter haben. Nun bedienen sich aber die einzelnen Forschungsgebiete in der Ökologie und in den Sozialwissenschaften unterschiedlicher Theorien und Modelle, und es besteht die Gefahr, dass das gewonnene Wissen isoliert bleibt.

Die von Ostrom postulierte Grundstruktur für die interdisziplinäre Erforschung von SÖS will dieses Dilemma überwinden. Sie unterscheidet dazu zuerst einmal vier verschiedene Subsysteme: das Ressourcensystem (z.B. Wald), die Ressourceneinheit (z.B. Baum), die Nutzer (z.B. Waldeigentümer) und das Governance system (z.B. Waldgesetz, Waldgesinnung, Waldbehörden). Für jedes dieser Subsysteme führt die Autorin im Folgenden Variablen auf, welche für das Verständnis der SÖS erfasst und untersucht werden müssen. Mithilfe einer solchermassen differenzierten Betrachtung von SÖS soll es möglich werden, die Nachhaltigkeit einer bestimmten Ressourcennutzung zu beurteilen. So haben Lin Ostrom und ihre Mitarbeiter am Workshop in

Political Theory and Policy Analysis an der Indiana University in Bloomington festgestellt, dass frei zugängliche natürliche Ressourcen nicht immer übernutzt oder gar zerstört werden. Ostrom distanziert sich in diesem Sinne dezidiert von der Schulbuchökonomie, welche bei nicht abgegrenzten beziehungsweise aus Kostengründen kaum abzäunbaren natürlichen Ressourcen immer von einer «tragedy of the commons» (Hardin 1968) beziehungsweise einer Übernutzung und Zerstörung der Ressource ausgeht und die Beschlagnahme oder Regulierung der Ressource durch den Zentralstaat propagiert.

Ihre optimistische Sichtweise resultiert aus einer grossen Zahl von empirischen Untersuchungen, in welchen sie häufig lokale Selbstorganisation der Ressourcennutzer beobachtet hat. Damit es jedoch tatsächlich zum Schutz der Ressource vor Übernutzung kommt, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein. Aus Sicht von Ostrom vorteilhaft sind dabei (1) eine moderate räumliche Ausdehnung des Ressourcensystems, (2) eine angeschlagene Produktivität der Ressource, (3) eine einigermaßen prognostizierbare Entwicklung der Ressource, (4) wenig mobile Ressourceneinheiten, (5) eine kleine Anzahl von Nutzern, (6) vorbildhaftes, unternehmerisches Denken einzelner Nutzer, (7) gemeinsame moralische und ethische Standards der Nutzer, (8) gutes, geteiltes Wissen der Nutzer über relevante Attribute des SÖS, (9) eine hohe Bedeutung des Ressourcensystems für die Nutzer und (10) volle Autonomie der lokalen Nutzer und Einwohner bei der Gestaltung des Governance systems.

Es bleibt zu hoffen, dass die methodischen Anregungen von Ostrom vermehrt in sozialwissenschaftliche und ökologische Forschungsprojekte über natürliche Ressourcen in der Schweiz einfließen – dies unter anderem auch deshalb, weil Ostrom in ihren Werken verschiedentlich die Schweiz mit ihren vielen Tausend kleinen Körperschaften als positives Beispiel nennt. Angesichts ihrer Analyse, die klar für das selbstbestimmte Kleine und Überschaubare, den Non-Zentralismus, spricht, könnte man Ostrom sogar als föderalistische Urschweizerin feiern. ■

Martin Hostettler