



ADRIENNE GRÊT-REGAMEY: «EIN CHOICE EXPERIMENT SOLL DIE HYDROLOGISCHEN ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN GEWICHTEN»

Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 will wissenschaftlich fundierte Grundlagen zum künftigen Umgang mit Wasser bereitstellen. Es verfügt über einen Finanzrahmen von zwölf Millionen Franken und dauert ab Januar 2010 vier Jahre. Die Praxisrelevanz wird im Programm stark gewichtet. Aqua & Gas stellt in dieser Ausgabe das Projekt «HydroServ – Vulnerabilität von hydrologischen Ökosystemleistungen: Integrative Analyse unter Beachtung des Klimawandels und sozio-ökonomischer Veränderungen» vor. Projektleiterin Adrienne Grêt-Regamey von der ETH Zürich gibt einen Einblick.

In Ihrem Projekt HydroServ geht es um Ökosystemleistungen, die von der Resource Wasser und Gewässern bereitgestellt werden (hydrologische Ökosystemleistungen, H-ÖSL). Können Sie zur Veranschaulichung welche nennen?

Die Natur stellt «Dienstleistungen» zur Verfügung. Trinkwasser wird zum Beispiel durch den Boden gefiltert, oder Wälder schützen uns vor Naturgefahren. Diese Leistungen, die uns die Natur zur Verfügung stellt, werden Ökosystemleistungen genannt. Für das Projekt relevant sind die hydrologischen Ökosystemleistungen. Dazu gehören alle mit Wasser in Zusammenhang stehenden Leistungen, die uns die verschiedenen Ökosysteme, wie z.B. Wald, Wiese oder Moore, zur Verfügung stellen. Dazu gehören u. a. Trinkwasser, Hochwasserschutz oder die Erholung am Fluss. Viele Schlüsselbereiche der Wirtschaft (Landwirtschaft, Energiesektor usw.) sind davon abhängig.

Sie führen Ihre Untersuchungen im Gebiet der Kleinen Emme durch. Welche H-ÖSL betrachten Sie dabei?

Wir betrachten die Leistungen Trinkwasser, Abflussregulierung, Erosionsregulierung, Erholung und Wasserkraft mit starkem Fokus auf Abflussregulierung und den damit zusammenhängenden Hochwasserschutz. Diese Leistungen sind im Einzugsgebiet am stärksten nachgefragt.

Lassen sich die H-ÖSL im Untersuchungsgebiet bewerten? Gibt es eine Rangordnung der Wichtigkeit der H-ÖSL im Untersuchungsgebiet?

Die H-ÖSL lassen sich mit verschiedenen Methoden quantifizieren und bewerten.

Die Methodik zur Quantifizierung hängt jeweils von der Art der H-ÖSL und von den vorhandenen Daten ab. Die Bewertung, z.B. als Monetarisierung, hängt mit der Nachfrage nach der Leistung und deren Nutzen sowie mit den Präferenzen der nachfragenden Akteure zusammen. Eine Rangordnung festzulegen ist schwierig. Jede Leistung ist wichtig für die Leute, die sie nachfragen, aber nicht alle Leute fragen die gleichen Leistungen im gleichen Ausmass nach. Trinkwasser ist natürlich eine unserer wichtigsten Lebensgrundlagen, aber auch die Regulierung des Abflusses ist bei der Kleinen Emme von grosser Bedeutung. Wenn das Regulierungssystem versagt, können sich Überschwemmungen mit katastrophalen Auswirkungen ereignen, wie etwa im Jahr 2005. Leistungen wie die Wasserkraft oder die Erholung am Flusslauf können wir leichter ersetzen. Aber auch diese Leistungen tragen zum Wohlbefinden der Bevölkerung bei. Die Frage ist also, welche Priorität man welchen Leistungen einräumt. Wir setzten ein *Choice Experiment* ein, um die Präferenzen für H-ÖSL mittels Umfragen und statistischer Modellierung zu ermitteln.

Wie wirken sich die derzeitigen Landnutzungsformen im Einzugsgebiet der Kleinen Emme auf die H-ÖSL aus?

Um die Frage nach der Auswirkung zu beantworten, benötigen wir einen Vergleich zwischen zwei Zuständen. Das bedeutet, dass wir nicht nur die heutige Landnutzung betrachten können, sondern dass wir sie mit der vergangenen oder zukünftigen Landnutzung vergleichen müssen, um den Unterschied sichtbar zu machen. Wir arbeiten an einem

Baysschen Netzwerkmodell, das uns zeigt, wie die zukünftige Landnutzung im Einzugsgebiet aussehen und wie sich diese Veränderung auf die H-ÖSL auswirken könnte.

Mit welchen Modellen versuchen Sie Ökosysteme und deren Leistungen sowie deren Beeinflussung durch Klimawandel und Landnutzung zu beschreiben?

Wir betrachten das Studiengebiet auf drei Ebenen. Auf einer sozio-politischen Ebene erfassen und modellieren wir die Landnutzung und deren Veränderung. Dies wird mit Hilfe eines räumlich-expliziten Landnutzungsmodells, das auf den Charakteristika der lokalen Akteure beruht, erarbeitet. Damit decken wir einen Zeithorizont bis ca. 2030 ab. Dies ist wichtig für die sektorübergreifende Umweltplanung und könnte erweitert werden mit Modulen, die aufgrund der Landnutzung die Ökosystemleistungen zeigen. Davon ausgehend, dass klimatischen Einflüsse erst später Auswirkungen zeigen, wird in einem ökohydrologischen Modell das Klima als Treiber genutzt, um das hydrologische Regime bis ca. 2100 zu zeigen. Dafür wird ein Vegetationsmodell (LPJ-GUESS) mit einem hydrologischen Modell (TOPKAPI-ETH) dynamisch gekoppelt.

Wie sich die Veränderung der Landnutzung auf die Bereitstellung von H-ÖSL auswirkt, ist eine sehr schwierige Frage, zu deren Beantwortung wir aus dem Projekt Hinweise erhoffen. So versuchen wir die Beziehung von Landnutzung zur Abflussmenge und der Wasserqualität (Stickstoff, Phosphor) zu verstehen. In einer Vorstudie mit dem empirischen Modell ZEMOKOST zeigte sich, dass die



Veränderung der Bodenbedeckung (z. B. von Wiese zu Wald) in einem kleinen Einzugsgebiet zu Änderungen des Abflussverhaltens führt.

Um die nicht direkt messbaren H-ÖSL zu erfassen und zu bewerten wird wie bereits erwähnt ein *Choice Experiment* durchgeführt, d.h. eine Umfrage, die unterschiedliche Szenarien zur Auswahl stellt. Mittels statistischer Modellierung werden die Präferenzen der Bevölkerung für die Szenarien und H-ÖSL ermittelt.

Hinter Landnutzung steckt eine Vielzahl von Akteuren mit teilweise gegenläufigen Interessen. Wie versuchen Sie diese Akteure in Ihre Untersuchungen zu den Auswirkungen von Veränderungen in der Landnutzung einzubeziehen?

In einer Kulturlandschaft sind die Akteure (Landwirte, Wald- und Bauzoneneigentümer) der entscheidende Faktor, wenn wir von Landnutzungsveränderungen sprechen. Deshalb basiert unser Landnutzungsmodell auf den Entscheidungen der lokalen Akteure. D.h. in einem ersten Schritt werden über Experten aus den verschiedenen Sektoren der Landnutzung die Einflussfaktoren auf die Landnutzungsentscheidung ermittelt und das Entscheidungsverhalten der Akteure geschätzt. Anschliessend wird durch ein Fragebogen die lokalen Charakteristika der Bewirtschafter, Wald- und Bauzoneneigentümer erfasst und in das Modell aufgenommen. Damit können wir die Modellierung durchführen. Die Ergebnisse können anschliessend in einem partizipativen Prozess validiert und auf den Grundlagen, die durch die jeweiligen Stakeholder geliefert wurden, kann eine Diskussion geführt werden, welche die jeweiligen Interessen offenlegt. Dadurch wird es möglich, sich einerseits über die Ergebnisse der Landnutzungsmodellierung zu unterhalten, aber auch die Parametrisierung kann offengelegt werden und diese wird allenfalls aufgrund der Aussagen der Stakeholder verändert.

Eingriffe in Ökosysteme, z. B. die Revitalisierung eines Flussabschnitts, mag positive Auswirkungen auf gewisse H-ÖSL wie den Hochwasserschutz haben, kann aber andere wie die Trinkwassergewinnung negativ beeinflussen. Wie werden in einem solchen Fall die HÖL gewichtet?

Der Gewinn bzw. Verlust von Leistungen, der durch Änderungen und Eingriffe entsteht, wird *Trade-off* genannt. Diesen können wir in unserem Projekt aufzeigen. Die Gewichtung der verschiedenen H-ÖSL liegt jedoch nicht bei uns, sondern hängt von den Präferenzen der beteiligten Akteure ab, d.h. von den Interessen der Bevölkerung, Politik und Wirtschaft. Die Präferenzen der Akteure kann man z.B. in Umfragen ermitteln, sie zeigen sich aber auch in anderen Entscheidungssituationen wie beim Konsumverhalten oder bei Abstimmungen. Im Nationalrat wurde debattiert, ob in Zukunft eher die Produktivität der Landwirtschaft oder die Erhaltung einer ökologisch wertvollen Kulturlandschaft gefördert werden soll. Bei dieser Diskussion geht es eigentlich um die Gewichtung verschiedener Ökosystemleistungen, die wir in unserem *Choice Experiment* eruieren.

Gibt es schon Hinweise, welche Landbedeckung und Landnutzungsformen die Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen, wie sie im Gebiet der Kleinen Emme vorliegen, im Falle von klimatischen Veränderungen verbessern und somit für die zukünftige Bereitstellung von H-ÖSL vorteilhaft sind?

Zentral für diese Frage ist die Belastbarkeit eines Systems. Das heisst beispielsweise, welche Landnutzungsformen können bei intensiveren Starkniederschlägen oder längeren Trockenperioden ihre Funktionsweise ohne grosse Investitionen wieder aufnehmen? Aus unserem Projekt können wir derzeit noch keine Hinweise geben, da die langfristige ökohydrologische Modellierung noch nicht abgeschlossen ist.

NACHHALTIGE SICHERUNG VON WASSERRESSOURCEN

Wasser wird als Trinkwasser genutzt, Felder werden bewässert und Energie damit gewonnen. Menschliche Aktivitäten und der Klimawandel beeinträchtigen jedoch die Ökosysteme. Ist weniger Wasser vorhanden, sind zahlreiche Wirtschaftszweige gefährdet.

ZIEL

Das Projekt betrachtet die gesamte Wertschöpfungskette der Wasserressourcen von der Bereitstellung im Einzugsgebiet bis hin zur Nutzung im Tal. Dabei werden nationale und internationale politische Rahmenbedingungen und ihre Einflüsse auf die Bewirtschaftung ebenso berücksichtigt wie die Änderungen, die sich aufgrund des Klimawandels ergeben. Es wird ein Modell entwickelt, das die hydrologischen, ökologischen und ökonomischen Aspekte bei der Entwicklung der Wasserressourcen miteinander verbindet und in verschiedenen Szenarien abbildet. Die Auswirkungen der Veränderungen von Klima und Landnutzung auf die Wasserressourcen werden auf Karten dargestellt. So wird aufgezeigt, dass gewisse Gebiete empfindlicher auf den Klimawandel und auf sozio-ökonomische Entwicklungen reagieren als andere, und es können geeignete Anpassungsstrategien für die regionalen Akteure formuliert werden.

BEDEUTUNG

Es werden Instrumente entwickelt, die es Entscheidungsträgern erlauben, regionale Massnahmen zu entwickeln, damit Wasser in genügender Menge und Qualität zur Verfügung steht. Dazu gehören Bewirtschaftungsänderungen und finanzielle Anreizsysteme. Die Akteure werden sich vor allem an die Klimaänderung anpassen müssen. Bei Landnutzungsänderungen können sie möglicherweise negative Trends abschwächen.

IN DER NÄCHSTEN AUSGABE

Bernhard Truffer beschreibt den Weg zu einer integrativen Wasserpolitik.