

Understanding Social-ecological Systems under Climate Change – Exploring the Ecosystem Service Concept towards an Integrated Vulnerability Assessment

SIMONE A. BEICHLER

Abstract

Urban and regional planning is confronted with the challenge to develop measures for climate change adaptation. In this context, on the one hand vulnerability assessments are increasingly requested by decision makers in order to prioritize actions. On the other hand, it is argued in literature that ecosystem based adaptation could assist in finding long-term adaptation strategies, whereby ecosystem services could serve as a common language. This signals the need to combine the vulnerability and the ecosystem service concept, which so far have been developed in parallel. Against this background, the thesis presents a framework that integrates the concepts in order to enhance the understanding of social-ecological systems under climate change.

Inter- and transdisciplinary research approaches were undertaken to unravel the complex characteristics of social-ecological systems and issues related to climate change. First, studies from various disciplines related to vulnerability, ecosystem services, and resilience were investigated. The results clearly demonstrate conceptual overlaps and methodological limitations particularly regarding the balanced focus on the social and the ecological system. Moreover, elements that ought to be included in an integrated approach were revealed. Thereby, the underlying objective was to develop a method that allows a comprehensive spatial characterization of the urban region as a basis for an integrated vulnerability assessment. For the development of a framework, the Driver-Pressure-State-Impact-Response approach served as a pragmatic tool to structure the vulnerability elements and associated analytical steps. The social-ecological vulnerability loop proposed here, combines vulnerability and ecosystem service supply and demand, whereby a consideration of the social and the ecological system as well as their interactions was achieved.

To apply the proposed framework, methods directed towards the understanding of adaptive capacity and the linkages between ecosystem service supply and demand were developed and applied in the urban region of Rostock (Germany). A comprehensive dataset was obtained through the participatory mapping of the cultural ecosystem services aesthetics / inspiration, spiritual / religious, recreation, knowledge / education, cultural heritage / identity, and natural heritage / intrinsic value of biodiversity, as well as the participants' perceived vulnerability to extreme precipitation, heat wave, and drought. Besides the mapping, the participants evaluated the importance of the individual cultural ecosystem services for their wellbeing as well as their satisfaction with supply in the urban region. Adaptive capacity was approached by a combination of inter- and transdisciplinary methods exploring knowledge aspects (exchange, generation) in science-science and science-practice cooperations. To investigate supply-demand relationships, the categorical link between social factors and the importance of the cultural ecosystem services for wellbeing, as well as the spatial link between population and cultural ecosystem service were analyzed. Remarkably, no differences according to social

factors were found considering the relation to the importance for wellbeing as well as the spatial link. Furthermore, the differences between the services highlighted the high importance of both recreation and natural heritage / intrinsic value of biodiversity. Through the established critical distances between supply and demand ranging from 2-7 km for the individual cultural ecosystem services, the innovative integrated supply-demand map was generated. This allowed for the first time a clear spatially explicit visualization of the differences between the city, the hinterland, and coastal areas as well as the potential vulnerability to climate change in the urban region. In this regard, the total area, the number, and the diversity of cultural ecosystem services were identified as key parameters. Through the enhanced understanding of the supply-demand relationships, it was possible to characterize the elements of the social-ecological system as well as their interactions. Therewith, responses in terms of adaptation measures can be linked to consequences for the whole system. The proposed comprehensive social-ecological approach can assist planning in the formulation of targets, the identification of suitable areas, and the reflection of potential shortcomings. Finally, it was highlighted that a development of adaptation measures in combination with cultural ecosystem services can create win-win opportunities and therewith facilitate the implementation of long-term strategies.

Zusammenfassung

Die Anpassung an den Klimawandel stellt eine große Herausforderung für die Stadt- und Regionalplanung dar. In diesem Kontext wird einerseits von Praktikern verstärkt der Bedarf an Untersuchungen zu Vulnerabilität geäußert. Andererseits wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass ein ökosystembasiertes Management zur Entwicklung von langfristigen Anpassungsoptionen beitragen kann, wobei Ökosystemleistungen als Grundlage für die Verständigung zwischen Praktikern dienen könnten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Konzepte von Vulnerabilität und Ökosystemleistungen miteinander zu kombinieren, denn bisher wurden diese Konzepte unabhängig voneinander entwickelt. Vor diesem Hintergrund präsentiert die vorliegende Arbeit ein Rahmenkonzept, das beide Konzepte integriert, um somit zu einem besseren Verständnis von sozial-ökologischen Systemen im Klimawandel beizutragen.

Im Forschungsprozess wurden inter- und transdisziplinäre Ansätze angewendet, um den komplexen Eigenschaften von sozial-ökologischen Systemen und der Problemstellung des Klimawandels auf den Grund zu gehen. Dabei wurden zunächst Studien mit Bezug zu Vulnerabilität, Ökosystemleistungen und Resilienz aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen untersucht. Die Ergebnisse zeigen klar konzeptionelle Überschneidungen und methodische Einschränkungen insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung des sozialen und des ökologischen Systems auf. Desweiteren wurden Elemente, die in einem integrierten Ansatz berücksichtigt werden sollen, identifiziert. Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit war dabei eine Methode zu entwickeln, die eine umfassende räumliche Charakterisierung von sozial-ökologischen Systemen ermöglicht, um daraus eine integrierte Vulnerabilitätsanalyse abzuleiten. Als Ausgangspunkt für die Entwicklung des Rahmenkonzeptes wurde der Driver-Pressures-State-Impact-Response (DPSIR) Ansatz genutzt, da dieser es ermöglicht die

Vulnerabilitäts-Elemente und assoziierten Analysen zu strukturieren. Die hier vorgestellte sozial-ökologische Vulnerabilitäts-Schleife (social-ecological vulnerability loop) verbindet erstmals Vulnerabilität mit dem Angebot von und der Nachfrage nach Ökosystemleistungen (ecosystem service supply and demand). Dadurch konnte erreicht werden, dass sowohl das soziale als auch das ökologische System und insbesondere deren Interaktionen in die Vulnerabilitätsanalyse mit einbezogen wurden.

Für die Umsetzung des Rahmenkonzeptes wurden innovative Methoden entwickelt, um in der Stadtregion Rostock (Deutschland) die Anpassungskapazität (adaptive capacity) hinsichtlich des Klimawandels und die Verknüpfungen zwischen dem Angebot von und der Nachfrage nach Ökosystemleistungen konkret darzustellen. Hierzu wurde eine partizipative Erhebung durchgeführt hinsichtlich der kulturellen Ökosystemleistungen Ästhetik / Inspiration, spirituell / religiös, Erholung, Wissen / Bildung, kulturelles Erbe / Identität und Naturerbe / intrinsischer Wert von Biodiversität sowie der wahrgenommenen Vulnerabilität der Teilnehmer in Bezug auf Starkregen, Hitzewelle und Dürre. Neben der Kartierung haben die Teilnehmer die Bedeutung der einzelnen kulturellen Ökosystemleistungen für ihr Wohlbefinden sowie ihre Zufriedenheit mit der Bereitstellung bewertet. Die Anpassungskapazität wurde mittels einer Kombination aus inter- und transdisziplinären Methoden untersucht, wobei Wissensaspekte (Austausch, Generierung) in der Kooperation zwischen Wissenschaftlern sowie zwischen Wissenschaft und Praxis betrachtet wurden. Um die Verbindung von Ökosystemleistungs Angebot und Nachfrage zu bestimmen, wurde der Zusammenhang zwischen sozialen Faktoren und der Bedeutung von kulturellen Ökosystemleistungen für das Wohlbefinden sowie die räumliche Verknüpfung zwischen kulturellen Ökosystemleistungen und der Bevölkerung untersucht. Bemerkenswerterweise wurde kein signifikanter Einfluss der sozialen Faktoren auf die Bedeutung der Ökosystemleistungen für das Wohlbefinden sowie auch hinsichtlich der räumlichen Verteilung gefunden. Außerdem konnte gezeigt werden, dass in der Stadtregion Rostock Erholung einerseits und Naturerbe / intrinsischer Wert von Biodiversität andererseits von gleich hoher Bedeutung für das Wohlbefinden sind. Auf der Basis der ermittelten kritischen Distanzen zwischen Angebot und Nachfrage für die einzelnen kulturellen Ökosystemleistungen im Bereich von 2-7 km wurde erstmals eine integrierte Angebots-Nachfrage-Karte für die Stadtregion erstellt. Dies ermöglichte eine räumlich explizite Darstellung der Unterschiede zwischen Stadt, Umland und Küstenbereich und der potentiellen Klimawandel-Vulnerabilität. Dabei wurden als Hauptmerkmale bei der Analyse von Stadtregionen die Gesamtfläche, die Anzahl und die Diversität der kulturellen Ökosystemleistungen identifiziert. Das verbesserte Verständnis des Zusammenhangs zwischen Angebot und Nachfrage ermöglichte es, die Elemente des sozial-ökologischen Systems und deren Interaktionen zu charakterisieren. Auf dieser Grundlage können die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel auf das gesamte sozial-ökologische System dargestellt werden. Der vorgestellte umfassende sozial-ökologische Ansatz kann die Planung dabei unterstützen Ziele zu formulieren, geeignete Flächen zu identifizieren und mögliche Konsequenzen von Maßnahmen zu reflektieren. Damit konnte erstmals aufgezeigt werden, dass Klimawandelanpassung in Verbindung mit kulturellen Ökosystemleistungen Win-Win-Situationen ermöglicht, die die Umsetzung von langfristigen Strategien erheblich fördern.