

Konsequenzen von Holznutzung auf Nachhaltigkeit aus einer Systemperspektive

Theresa Boiger

27.11.2024, Graz, Pro Scientia

Holznutzung wird heutzutage durch viele Faktoren beeinflusst, vor allem durch den Klimawandel und die politische Vision einer Bioökonomie. Die Nutzung erneuerbarer Ressourcen ist unweigerlich mit dem Thema Nachhaltigkeit verbunden. Daher müssen die Auswirkungen von Holznutzung auf die Nachhaltigkeit analysiert werden. In dieser Dissertation werden die Konsequenzen von Holznutzung auf die Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung des Klimawandels und der Bioökonomie behandelt. Die Bedeutung der Systemperspektive wird hierbei in den Vordergrund gestellt.

Hintergrund

Nachhaltigkeit wird definiert als die Fähigkeit, die Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu gefährden. Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – ökologisch, sozial und ökonomisch – sind dabei von zentraler Bedeutung. Hierbei sind auch Klimawandelvermeidung und -anpassung zentrale Aspekte.

Die Holzwertschöpfungskette umfasst mehrere Schritte – von der Waldwirtschaft über die Holzverarbeitung bis hin zu Endprodukten wie Papier, Verpackungen, Textilien, Bau- und Möbelprodukten. Dabei entstehen auch Nebenprodukte und Teile von Holzprodukten können im Rahmen von kaskadischer Nutzung wieder verarbeitet werden. Entlang der Holzwertschöpfungskette spielen sowohl ökologische Aspekte (z.B. Kohlenstoffsequestrierung, -speicherung und vermiedene Treibhausgasemissionen durch Substitution) als auch soziale Aspekte (z.B. Arbeitskräfte entlang der Wertschöpfungskette) und ökonomische Aspekte (z.B. Resilienz von Wertschöpfungsketten) eine Rolle.

Ziele und Forschungsfragen

In dieser Arbeit werden Holznutzung, ihre Treiber – Klimawandel und Bioökonomie – sowie ihre Auswirkungen auf die drei Nachhaltigkeitsdimensionen aus einer Systemperspektive betrachtet. Dabei werden folgende zwei zentrale Forschungsfragen formuliert:

1. Wie beeinflussen Treiber die Holznutzung entlang der Wertschöpfungskette aus einer Systemperspektive?
2. Welche Konsequenzen hat die veränderte Holznutzung auf die drei Nachhaltigkeitsdimensionen?

Methode

Methodisch konzentriert sich die Arbeit auf Österreich und verwendet Modellierungen (WOODSIM, FOHOW) und Szenarioanalysen, um die Auswirkungen der Bioökonomie und des Klimawandels zu bewerten. Weiters wird Optimierung eingesetzt, um die Holznutzung zu optimieren. Die Nachhaltigkeitsbewertung erfolgt in allen drei Dimensionen – ökologisch, sozial und ökonomisch.

Zusätzlich werden Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalysen gemacht, um mit Datenunsicherheiten und sensitiven Parametern umzugehen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind aus 5 Studien zusammengestellt, die in wissenschaftlichen Journalen veröffentlicht wurden. **Paper I** untersucht die Verschiebung zwischen materieller und energetischer Holznutzung und deren Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Nettoeffekte gering sind, was alternative Maßnahmen zur Emissionsreduktion erforderlich macht. **Paper II** analysiert die Auswirkungen von Schadholzereignissen und Baumartenwechsel auf Nutzungsverschiebungen und die damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionen. Es wird gezeigt, dass Schadholz die Treibhausgasemissionen erhöht, während ein Baumartenwechsel diese senkt. **Paper III** optimiert die Holznutzung, um maximale Treibhausgasvermeidung zu erreichen. Die Ergebnisse beinhalten, dass Speichereffekte in Holzprodukten ein größeres Potenzial haben als die Substitution, mit einer möglichen Vermeidung von 4,67 Mio. t CO₂-Äquivalent pro Jahr. **Paper IV** untersucht die sozialen Auswirkungen von Holzinnovationen und demonstriert deren positiven Einfluss durch Regionalisierung und Effizienzsteigerungen. **Paper V** bewertet die Resilienz der Holzwertschöpfungskette bei Schadholzereignissen und einer möglichen Nicht-Bewirtschaftung des Waldes. Die Ergebnisse zeigen, dass Schadholzereignisse in Kombination mit einer Nicht-Bewirtschaftung zu niedrigeren Preisen und geringerer Profitabilität führen, insbesondere für Waldeigentümer.

Diskussion

Klimawandel und Bioökonomie beeinflussen die Holznutzung und erfordern daher eine optimale Verteilung von Holz zur Verbesserung der sozialen und ökologischen Performance. Holz wird optimal genutzt in hochwertigen und langlebigen Produkten. Die Verschiebung zu materiellen Anwendungen von Holz trägt zur Treibhausgasvermeidung bei, während Schadholz zu einer Erhöhung der Emissionen führt. Die soziale Performance verbessert sich durch Regionalisierung und Innovationen, während die ökonomische Situation durch Marktregulierungen und Schadholzereignisse beeinflusst wird. Auch die Resilienz von Wertschöpfungsketten ist von Bedeutung, um den sozialen und ökologischen Nutzen von Holz gewährleisten zu können. Die Arbeit trägt zum Verständnis der Treiber und Auswirkungen der Holznutzung auf die Nachhaltigkeit bei. Es werden Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung weiterentwickelt und eine ganzheitliche Betrachtung durch eine Systemperspektive geschaffen.

Conclusio

Der Modellierungsansatz aus einer systemischen Perspektive zeigt, dass die Nachhaltigkeitsdimensionen in Beziehung zueinanderstehen und eine ganzheitliche Betrachtung erforderlich ist. Klimawandel und Bioökonomie beeinflussen die Holznutzung und die Holzwertschöpfungsketten, die wiederum Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit haben. Ein systemischer Modellierungsansatz ist notwendig, um die komplexen Zusammenhänge zu verstehen. Zukünftige Forschung könnte sich mit der Kombination von Treibern beschäftigen, zukünftige Entwicklungen einbeziehen, verschiedene Modellierungsansätze kombinieren und politische Maßnahmen bewerten.

Referenzen

- Boiger, T., Mair-Bauernfeind, C., Asada, R., Stern, T. (2024): Shifting wood between material and energy use - Modeling the effects of substitution. *Journal of Industrial Ecology* 28: 1198-1211. [10.1111/jiec.13530](https://doi.org/10.1111/jiec.13530)
- Boiger, T., Mair-Bauernfeind, C., Asada, R., Stern, T. (2024): Carbon-efficient wood utilisation in times of climate change. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 175: 28-35. [10.3188/szf.2024.0028](https://doi.org/10.3188/szf.2024.0028)
- Boiger, T., Mair-Bauernfeind, C., Asada, R., Stern, T. (2025): Optimizing the utilization of harvested wood products for maximum greenhouse gas emission reduction in a bioeconomy: A multi-objective optimization approach. *Journal of Environmental Management* 373: 123424. [10.1016/j.jenvman.2024.123424](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123424)
- Mair-Bauernfeind, C., Boiger, T., Asada, R., Stern, T. (2024): Social consequences of wood based innovations: a generic analysis of sectoral differences in Austria. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. [10.1007/s11367-024-02361-3](https://doi.org/10.1007/s11367-024-02361-3)
- Boiger, T., Hoeben, A., Asada, R., Mohr, J., Seidl, R., Hurmekoski, E., Stern, T. (n.d.): Unraveling tipping points of wood value chains: Resilience under forest disturbances and management abandonment in Austria. *Mitigation and Adaptation strategies for Global Change* (submitted).