

Entwicklung einer Methode zur Quantifizierung des Kaskadennutzungseffektes bei Holzprodukten

Abstract

Der Klimawandel und die Verknappung fossiler Ressourcen stellen für die industrielle Wirtschaft große Herausforderungen dar. Die Kaskadennutzung ist eine vieldiskutierte Maßnahme zur ressourcenschonenden Verwendung nachwachsender Rohstoffe, insbesondere von Holz. Die Grundidee des Kaskadennutzungskonzeptes ist die mehrfache Hintereinanderschaltung stofflicher Nutzungen und der abschließenden energetischen Verwertung von Biomasse. Den positiven Effekten einer mehrfachen stofflichen Rohstoffnutzung stehen Bedenken auf Seiten der Energiebranche entgegen, deren Vertreter eine Verknappung der energetisch verwertbaren Rohstoffe befürchten. Zu welchem Zeitpunkt stofflich genutzte Rohstoffe am Ende ihrer Nutzungszeit wieder dem Energiemarkt zur Verfügung stehen, ist unter anderem von den Produktlebensdauern und der Anzahl der hintereinandergeschalteten Nutzungsphasen abhängig.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein allgemeines **Modell zur Quantifizierung des Kaskadennutzungseffektes** zu entwickeln, mit dessen Hilfe modellbasierte Berechnungen zur dynamischen Entwicklung von Produktpools in kaskadierenden Nutzungssystemen durchgeführt werden können. Dabei erweist sich der **System Dynamics-Ansatz** mit seinen zur Verfügung stehenden Softwarelösungen als geeignete Methode, die nutzungsbedingt verzögerten Rohstoffflüsse über längere Zeiträume hinweg abzubilden. Zunächst werden anhand eines Feedback-Diagrammes die Wirkungsbeziehungen innerhalb einer Nutzungskaskade qualitativ analysiert. In einem quantitativen Modell werden anschließend die Schlüsselvariablen definiert und die Stoffflüsse formal dargestellt. Die zeitlichen Verzögerungsstrukturen werden in Form von nichtlinearen Lebensdauerverteilungsfunktionen, die als **Weibullverteilung** oder **logarithmische Normalverteilung** beschrieben werden können, in das Modell eingebunden. Somit können **diskontinuierliche Rohstoffzuflüsse** berücksichtigt werden. Die Parameter zur Beschreibung dieser Lebensdauerfunktionen werden japanischen Studien zur Lebensdauer von Holzprodukten entnommen und mit Durchschnittswerten aus deutschen Erhebungen abgeglichen. Für eine Beurteilung des Kaskadennutzungseffektes werden Kennzahlen aufgestellt, die **Rohstoffrücklaufquoten** und **Systemgleichgewichtszustände** beschreiben.

Das allgemeine Modell wird auf **sieben Szenarien**, die unterschiedliche Kaskadierungstiefen und -intensitäten repräsentieren, exemplarisch angewendet. Im Rahmen der Szenarioauswertungen wird demonstriert, wie sich die Intensivierung der stofflichen Rohstoffnutzung über längere Zeiträume hinweg auf die Rohstoffverfügbarkeit auswirkt und wie lang der Umstellungszeitraum bis zum Erreichen eines neuen Systemfließgleichgewichtes andauert. Anhand der erarbeiteten Kennzahlen kann die Entwicklung der Rohstoffverfügbarkeit sowohl für stoffliche als auch energetische Rohstoffanwendungen über längere Zeiträume hinweg quantitativ beschrieben werden. Diese Kennzahlen stehen politischen und betrieblichen Entscheidungsträgern als **Kriterien zur Bewertung von Biomassenutzungspfaden** und als praxisnahe Planungsinstrumente zur **Abschätzung langfristiger Rohstoffverfügbarkeiten** zur Verfügung.