

Kaskadennutzung von Altholz in Bayern

Mengenpotenziale aus dem Gebäudebestand und ökologische Bewertung

Karin Höglmeier, Gabriele Weber-Blaschke und Klaus Richter

In welchen Mengen und welchen Qualitäten fällt Altholz aus Gebäudeabbrüchen in Bayern an? Wie viel davon kann recycelt werden? Birgt ein solches, eventuell sogar mehrmaliges Recycling Vorteile für die Umwelt? Eine Studie an der Holzforschung München hatte zum Ziel, diese Fragen zu beantworten. Sie analysierte hierzu detailliert das in Bayern in Gebäuden verbaute Holz und erstellte umfassende Ökobilanzen verschiedener Altholznutzungsoptionen.

Angesichts einer steigenden Nachfrage nach Holz insbesondere zur Energieerzeugung im Laufe der letzten Jahre (Gaggermeier et al. 2014) wird die Kaskadennutzung als Möglichkeit gesehen, den knappen Rohstoff Holz effizienter zu nutzen (BMU 2012; EC 2013). Als Kaskadennutzung wird in der Regel die aufeinander folgende, mehrmalige Nutzung eines Rohstoffs zur Herstellung von Produkten gefolgt von einer abschließenden thermischen Verwertung verstanden (Abbildung 1). Nicht gemeint ist jedoch die Verwertung von Koppelprodukten, wie sie beispielsweise als Sägenebenprodukte im Zuge der Schnittholzherstellung anfallen. Voraussetzung für eine Holznutzung in Kaskaden ist das Vorhandensein von Gebrauchtholz (Altholz) in ausreichender Qualität und Menge. Insbesondere für hochwertige Folgenutzungen, etwa im Bereich Innenausbau, aber auch für tragende Anwendungen, sollte das Altholz mög-

lichst großformatig und nicht verunreinigt sein. Diese Voraussetzungen sind derzeit in der Praxis mit wenigen Ausnahmen aber noch kaum realisiert. Besonders Altholz aus Gebäudeabbrüchen scheint aber für den möglichen zukünftigen Ausbau der Kaskadennutzung interessant. Bisher werden zwar die anfallenden Altholzmengen erfasst (Friedrich et al. 2012; Gaggermeier et al. 2014; Mantau et al. 2012), jedoch in der Regel ohne Angaben zu qualitätsbestimmenden Merkmalen. Ziel eines Projekts des Lehrstuhls für Holzwissenschaft war es daher, die potenzielle Menge und Qualität des jährlich aus dem bayerischen Gebäudebestand anfallenden Altholzes zu bestimmen. Darauf aufbauend wurden Ökobilanzen verschiedener Holznutzungskaskaden erstellt, um Empfehlungen für eine effiziente Nutzung dieses Potenzials abzuleiten.

Übersicht einer Holzkaskade

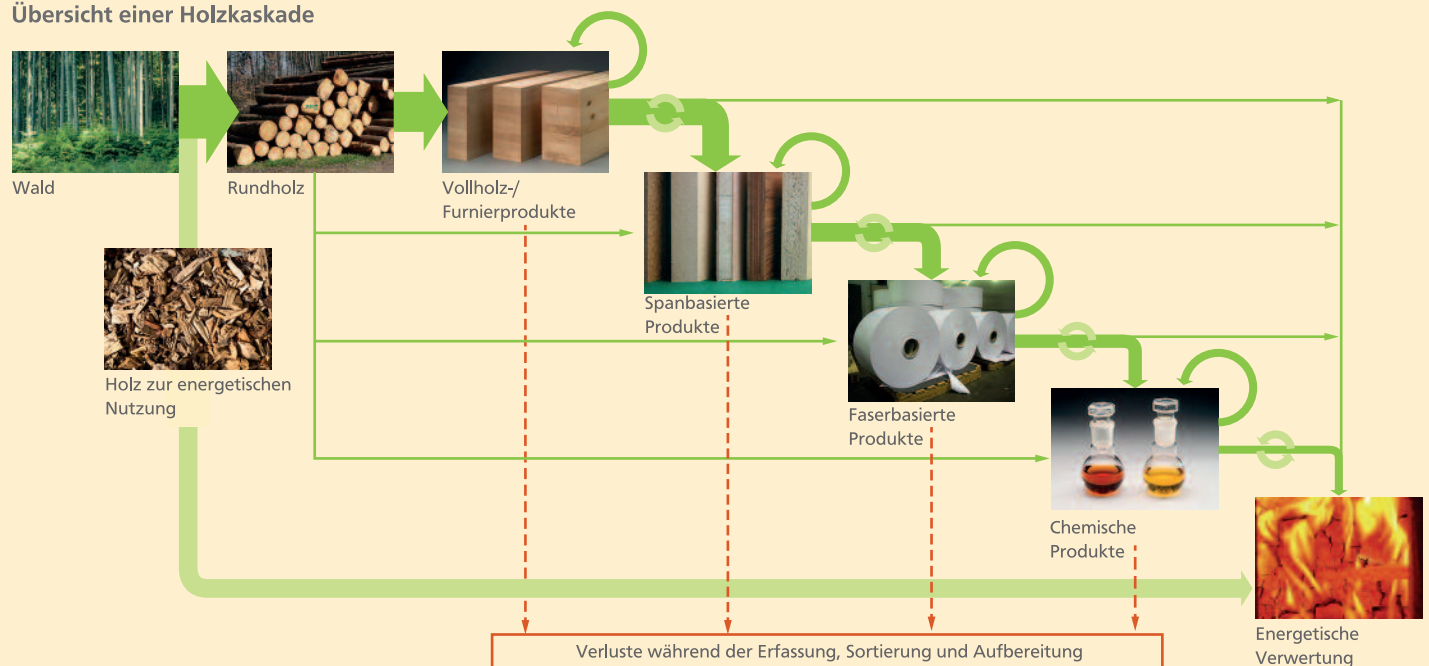


Abbildung 1: Übersicht einer exemplarischen Holzkaskade (verändert aus Höglmeier et al. 2015a) Fotos: R. Rosin

Datenermittlung

In einem ersten Schritt wurden, basierend auf Materialinventaren bayerischer Gebäude, die in einer Datenbank der Deutschen Architektenkammer enthalten sind, Durchschnittswerte der Mengen und Arten des im bayerischen Gebäudebestand enthaltenen Holzes ermittelt. Über statistische Kennwerte des Bestands und der Abbruchraten konnten daraus Kennwerte des zu erwartenden Altholzstroms aus dem Gebäudebestand ermittelt werden (Höglmeier et al. 2015b). Die Ökobilanzen wurden für derzeit existierende stoffliche Altholznutzungen wie beispielsweise die Spanplattenherstellung und für weitere technisch machbare Verwertungsoptionen (Bodendielen, Oriented Strand Board u.a.) erstellt. Der überwiegende Teil des Altholzes – etwa 80 % – wird zurzeit allerdings energetisch genutzt (Mantau et al. 2012). Die Altholzkaskaden wurden mit der Option der sofortigen energetischen Nutzung des Altholzes und der dadurch nötigen Herstellung der Produkte aus Frischholz bzw. nicht-regenerativen Rohstoffen verglichen. Der Vergleich erfolgte immer zwischen Produktportfolios, die den gleichen Nutzen hinsichtlich Materialien *und* Energie bereitstellen. Grundlage waren die im Zuge der jeweiligen Kaskaden entstehenden Produkte und Energiemengen. Details zur Methodik, den verwendeten Daten und getroffenen Annahmen sind bei Höglmeier et al. (2014) nachzulesen.

Altholzpoteziale für eine Kaskadennutzung aus dem bayerischen Gebäudebestand

Unter Annahme der statistischen Abbruchrate fließen jährlich circa 57.000 m³ Altholz aus dem bayerischen Gebäudebestand. Angesichts eines bayerischen Gesamtanfalls von 1,25 Millionen Tonnen (Friedrich et al. 2012) handelt es sich dabei um eine Quelle von geringer mengenmäßiger Bedeutung. Untersuchungen



Foto: R. Rosin

Abbildung 2: Altholzhaufen der Kategorie A I und A II zur Herstellung von Spanplatten

(Sautter 2004) zeigen jedoch, dass tatsächlich wohl deutlich mehr Häuser abgebrochen werden als statistisch erfasst sind, so dass die Menge in Realität wohl um den Faktor 3 bis 4 höher ist. Wichtiger als die absolute Menge an Altholz sind jedoch die Ergebnisse der Analyse der Qualität, da diese ausschlaggebend für zukünftige stoffliche Verwertungsmöglichkeiten im Rahmen einer Kaskadennutzung ist. Es zeigte sich, dass knapp die Hälfte des anfallenden Holzes den gesetzlichen Anforderungen für ein stoffliches Recycling genügt (Abbildung 3) und in die Klassen A I oder A II gemäß der Altholzverordnung eingeordnet werden kann. Bei einem Viertel des Altholzes handelt es sich um Vollholz, oft in großen Dimensionen. Dieser Anteil kann für hochwertige Sekundäranwendungen eingesetzt werden. Auch eine Wiederverwendung als Bauteil ist theoretisch denkbar. Zusammen mit weiteren 19%, die kleinteiliger und/oder als Holzwerkstoffe anfallen und als Rohstoff für span- oder faserbasierte Werkstoffe geeignet sind, könnte somit fast die Hälfte des Altholzes aus Gebäudeabbrüchen in Kaskaden genutzt werden. Bei den zugrunde liegenden Qualitätsansprüchen handelt es sich um ein Optimal-Szenario, das einen rationellen Einsatz von Holzschutzmitteln und vor allem eine sorgfältige Trennung, Sammlung und Aufbereitung des anfallenden Altholzes voraussetzt. Vielfach bestehen derzeit an den Abbruch- und Baustellen (noch) nicht die Systeme, um dieses Potenzial tatsächlich zu realisieren.

Ökologische Bewertung der Kaskadennutzung

Die Ökobilanzen ermöglichen eine Bewertung der Verwertungsoptionen des anfallenden Altholzes unter Umweltgesichtspunkten. Sie quantifizieren die Auswirkungen sämtlicher mit der Kaskadennutzung und den Vergleichsprodukten in Verbindung stehenden Produktionsprozessen, indem sie die auftretenden Stoffflüsse, wie beispielsweise Emissionen in die Luft, im Hin-

Qualitätsverteilung Altholz (57.000 m³)

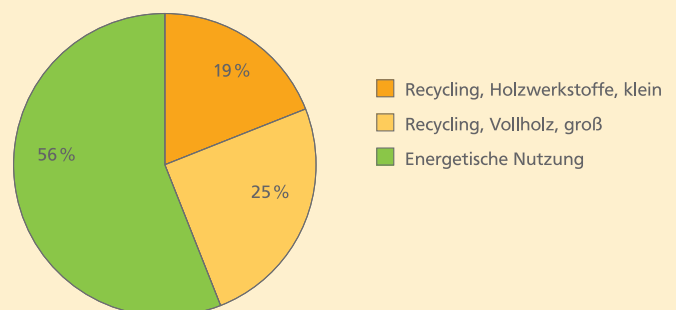


Abbildung 3: Qualitätsverteilung von Altholz aus Gebäudeabbrüchen im Jahr 2011 in Bayern; ein Viertel könnte in hochwertigen Kaskaden genutzt werden.

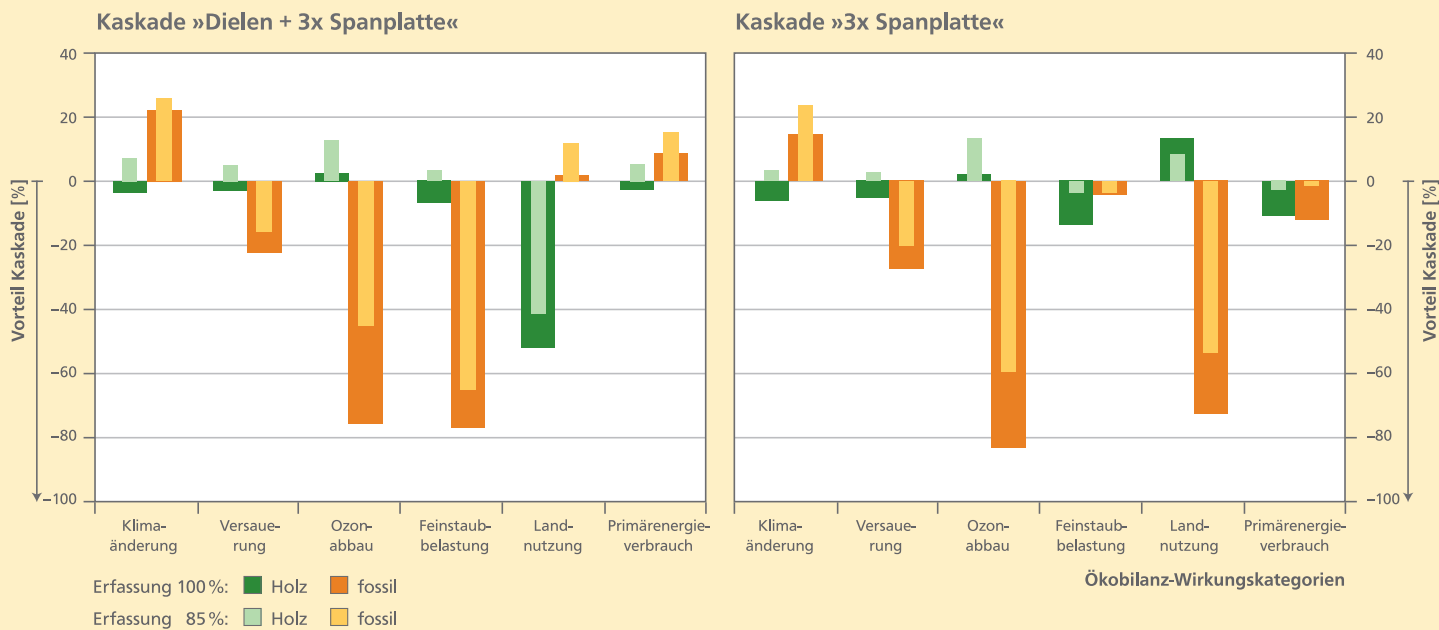


Abbildung 4: Umwelteinwirkungen von Altholznutzung in Kaskaden relativ zur direkten Verbrennung des Altholzes und Produkten aus Frischholz (grün) oder fossilen Rohstoffen (orange). Kaskadennutzung führt in den meisten Fällen zur Reduktion der Umwelteinwirkungen (= negative Werte). Hohe Materialverluste (helle Balken) beeinträchtigen den Erfolg der Kaskadennutzung

blick auf ihren Beitrag zu verschiedenen Umweltbeeinträchtigungen (Wirkungskategorien) erfassen. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse des Vergleichs für die Kategorien Klimaänderung, Versauerung, Ozonabbau, Feinstaubbelastung, Landnutzung und Primärenergieverbrauch.

Es wird die ökobilanzielle Bewertung von zwei Kaskaden vorgestellt, die jeweils drei Herstellungszyklen von Spanplatten und eine energetische Verwertung in einem Heizkraftwerk zur Produktion von Strom und Wärme umfassen. In einem Fall geht der Spanplattenproduktion die Herstellung von Dielen aus Altholzbalken voraus. Diese Kaskade umfasst somit eine zusätzliche stoffliche Verwertungsstufe. Vergleichsgrundlage sind jeweils funktionsgleiche Produkte aus Frischholz und nicht-regenerativen Rohstoffen (Tabelle 1). Ein Großteil der Umweltbelastungen kann durch die Nutzung des Altholzes in einer Kaskade reduziert werden (Abbildung 4). Dies gilt sowohl un-

ter der Annahme, dass Frischholz statt des Altholzes zur Produktherstellung eingesetzt wird, als auch wenn man davon ausgeht, dass die aufgrund der direkten Verbrennung nicht vorhandenen Produkte auf Basis von Nicht-Holz-Rohstoffen entstehen. Auf den ersten Blick überraschend ist, dass sich die Kaskadennutzung insbesondere beim Vergleich mit fossilen Produkten im Hinblick auf die Klimaänderung (Treibhausgasemissionen) und dem Primärenergiebedarf als unvorteilhaft erweist. Grund dafür ist, dass sich mit jeder Kaskadenstufe die zur Verfügung stehende Holzmenge verringert, weil mit jeder Kaskadenstufe durch Transporte, Aufbereitung und energetische Holznutzung zur Prozessenergieherstellung Verluste entstehen. Dadurch kann am Ende der Kaskade weniger Energie erzeugt werden als im Vergleichssystem, wenn das Altholz direkt energetisch genutzt wird. Diese »fehlende« Energiemenge wird in einer Variante der Vergleiche aus fossilen Quellen erzeugt. Die entstehenden Umweltwirkungen beeinträchtigen dann das relative Abschneiden der Kaskadennutzung. Um den Effekt der Mengenverluste im Laufe der Kaskade genauer darzustellen, wurden zusätzliche Varianten bilanziert, die davon ausgehen, dass nur noch 85 % des Altholzes nach jeder Kaska-

Tabelle 1: Durch Kaskadennutzung produzierte Produkte aus Altholz sowie Vergleichsprodukte aus Frischholz und nicht-regenerativen Rohstoffen

Altholz-Kaskadenprodukte	Vergleichsprodukte	
	aus Frischholz	aus nicht-regenerativen Rohstoffen
Dielen aus Altholz	Dielen aus Frischholz	Keramische Fliesen
Spanplatte aus Altholz	Spanplatte aus Frischholz und Industrierechtholz	Produktmix, nutzungsgleich zu 1 m ³ Spanplatten (50% Möbel, 50% Gipsplatten)
Wärme und Strom aus Verbrennung von Altholz in Heizkraftwerk	Wärme und Strom aus Verbrennung von Waldhackschnitzel in Heizkraftwerk	Wärme aus Erdgas, deutscher Strom-Mix

denstufe wieder erfasst wird und für eine weitere Nutzung zur Verfügung steht (Abbildung 4, helle Balken). Diese Verringerung der Effizienz der Nutzung hat zur Folge, dass die Konkurrenzfähigkeit der Kaskadennutzung gegenüber der direkten energetischen Verwertung des Altholzes sinkt.

Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse des ökobilanziellen Vergleichs zeigen einerseits das – wenn auch begrenzte – Potenzial, das eine Holznutzung in Kaskaden im Hinblick auf die Verringerung verschiedener schädlicher Umweltwirkungen bietet. Andererseits wird aber deutlich, dass auf eine möglichst effiziente Holzaufbereitung und -logistik geachtet werden sollte, um die Vorteile einer mehrfachen Nutzung des Rohstoffes Holz zu verwirklichen. Dazu müssen die Materialverluste im Laufe der Kaskade so gering wie möglich sein, zum Beispiel, indem über effektive Erfassungssysteme ein Großteil des Altholzes wieder für weitere stoffliche oder auch energetische Anwendungen zur Verfügung gestellt wird. Mehr noch als die eigentlichen Verluste von Holz trägt aber auch die Verbrennung von Altholz zur Herstellung von Prozesswärme, vor allem in der Spanplattenherstellung, dazu bei, dass sich die Holzmenge bis zum Ende der Kaskade stark reduziert. Eine Erhöhung der Prozesseffizienz entweder durch bessere Verbrennungstechnologien oder Senkung des Energiebedarfs kann einen wichtigen Beitrag leisten, die Vorteile der Kaskadennutzung weiter zu steigern.

Eine stoffliche Nutzung von Altholz ist nur mit sauberem, nicht verunreinigtem Holz möglich. Vor diesem Hintergrund ist es essenziell, dass sowohl während der Herstellung der Holzprodukte als auch während deren Nutzung so weit wie möglich auf den Einsatz schädlicher chemischer Stoffe verzichtet wird. Dem Konzept des konstruktiven Holzschutzes kommt hier eine große Bedeutung zu, um die in der Studie ermittelten potenziellen Altholzqualitäten aus dem Gebäudebestand auch in der Realität zu erreichen.

Je größer die Dimension des Altholzes ist, desto mehr Anwendungen sind technisch möglich. Daher sollte Stammholz in einer ersten Nutzungsphase, die außerhalb der hier vorgestellten Ökobilanzen liegt, möglichst hochwertig, d. h. in großen Dimensionen und für langfristige Verwendungen, etwa im Baubereich, eingesetzt werden. Neben dem positiven Effekt einer verlängerten Kohlenstoffspeicherung maximiert dies die Anzahl der im Folgenden möglichen Sekundärverwendungen des Holzes.

Angesichts der steigenden Nachfrage nach energetisch verwertbaren Holzsortimenten sollte jedoch trotz der gezeigten Vorteile der Kaskadennutzung darauf geachtet werden, dass deren Ausbau nicht dazu führt, Frischholz in Holzprodukten durch Altholz zu ersetzen und das freiwerdende Frischholz dann energetisch zu verwerten. Dies ist mittelfristig für die Gesamteffizienz der Holznutzung kontraproduktiv, da durch diese gesteigerte energetische Frischholz-Nutzung das zukünftige Nutzungspotenzial verringert wird. Um unerwünschte Sortimentsverschiebungen zu vermeiden, sollte eine Unterstützung der Kaskadennutzung daher Hand in Hand gehen mit Bemühungen, den Energiebedarf insgesamt zu verringern.

Literatur

BMU – Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes). Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29.2.2012, Berlin

EC – European Commission (2013): A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels

Friedrich, S.; Schumann, C.; Zormaier, F.; Schulmeyer, F.; Dietz, E.; Burger, F.; Hammerl, R.; Borchert, H.; Egner, J. (2012): Energieholzmarkt Bayernbericht 2010. LWF Wissen 70, 91. S.

Gaggermeier, A, Friedrich, S.; Hiendlmeier, S.; Zetting C. (2014): Energieholzmarkt Bayern 2012. Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch. Abschlussbericht. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising

Höglmeier, K.; Weber-Blaschke, G.; Richter, K. (2014): Utilization of recovered wood in cascades versus utilization of primary wood – a comparison with life cycle assessment using system expansion. *Int J LCA* 19 (10): S. 1755–1766

Höglmeier, K.; Weber-Blaschke, G.; Richter, K. (2015a): Evaluation of wood cascading. In: Dewulf J, Alvarenga R, Meester S de (Hrsg.) *Sustainability Assessment of Renewables-Based Products: Methods and Case Studies*. Wiley, Oxford, S. 335–346

Höglmeier, K.; Weber-Blaschke, G.; Richter, K. (2015b): Potentials for cascading of recovered wood from building deconstruction – a case study for south-east Germany. *Res Con Rec*, <http://dxdoi.org/10/1016/j.resconrec.2015.10.030>

Mantau, U.; Weimar, H.; Kloock, T (2012): Standorte der Holzwirtschaft - Holzrohstoffmonitoring. Altholz im Entsorgungsmarkt - Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010. Abschlussbericht, Hamburg

Sautter, H (2004): Wohnungsbedarfsprognose Hessen 2020. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt

Karin Höglmeier war abgeordnet von der Bayerischen Forstverwaltung an die Holzforschung München der TU München, Forschungsbereich Stoffstrommanagement. Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke leitet die Abteilung Stoffstrommanagement. Prof. Dr. Klaus Richter ist Leiter der Holzforschung München und leitete das Projekt. Korrespondierender Autor: Prof. Dr. Klaus Richter, richter@hfm.tum.de

Das Projekt X38 »Leitlinien für nachhaltiges Bauen mit Holz« wurde vom Kuratorium für Forstliche Forschung von 2012 bis 2014 finanziert und an der Holzforschung München bearbeitet.