



Michael Rosenberger, Norbert Weigl (Hrsg.)

Über Nutzen und Würde von Wald und Holz

Überlegungen zur Verantwortung im Umgang
mit einer zentralen Lebensgrundlage

 oekom

Michael Rosenberger (Hrsg.), Norbert Weigl (Hrsg.)
Über Nutzen und Würde von Wald und Holz
Überlegungen zur Verantwortung im Umgang mit einer zentralen
Lebensgrundlage

ISBN 978-3-86581-695-5
136 Seiten, 16,5 x 23,5 cm, 24,95 Euro
oekom verlag, München 2014

©oekom verlag 2014
www.oekom.de

Michael Rosenberger

Einfach sein dürfen

*Ethische und spirituelle Betrachtungen
über Nutzen und Würde des Waldes*

Etymologische Spuren:
Der Wald als nicht »gebaut«

Schon die Ursprünge der deutschen Sprache lassen den Wald als »das nicht bebaute Land« erscheinen, wie es der althochdeutsche Begriff »walt« meint. Vermutlich ist er verwandt mit althochdeutsch »wild«, das seinerseits bedeutet: »nicht angebaut, im Wald vorkommend«. Diese deutsche Etymologie korrespondiert exakt mit der lateinischen: »silva« (Wald) ist abgeleitet von »silvestris«, wild, wildwachsend. – Zugleich leitet sich der althochdeutsche Begriff »walt« vermutlich von »weida« ab, der Weide, der Nahrungsquelle. An den Wurzeln unserer Sprachen wird der Wald also als das wahrgenommen, was genutzt, aber nicht so intensiv gestaltet und planmäßig bebaut wird wie das Feld. Im Vergleich zwischen Wald und Feld kommt dem Wald eine wesentlich größere Eigenentwicklung und Naturwüchsigkeit zu.

Ich möchte daher im Folgenden zunächst über eine ethisch verantwortete Nutzung des Waldes *nachdenken* und dann den eher spirituellen Aspekt des Nichtnützlichen, die »Würde« des Waldes *bedenken*.

Verantwortete Waldnutzung:
Nachhaltige Waldwirtschaft

Angeregt durch die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro 1992 definiert die zweite Ministerkonferenz über den Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) 1993 in Helsinki nachhaltige Waldwirtschaft als »die Behandlung und Nutzung von Wäldern auf eine Weise und in einem Ausmaß, das deren biologi-

sche Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit, Vitalität sowie deren Fähigkeit, die relevanten ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen gegenwärtig und in der Zukunft auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, gewährleistet, ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen« (Helsinki-Resolution H1 Punkt D).

Auf dieser Basis entwickelt die Konferenz sechs »Paneuropäische quantitative Kriterien für nachhaltige Forstwirtschaft«:

1. Funktionen für den Klimaschutz
2. Funktionen für den Erhalt der Biodiversität
3. Funktionen für Gesundheit und Vitalität des Ökosystems Wald
4. Produktive Funktionen (Holz und Nichtholz)
5. Schutzfunktionen (besonders für Boden und Wasser)
6. Andere sozioökonomische Funktionen (Betriebs- und Volkswirtschaft, Erholung, Kultur und Spiritualität)

Diese sechs Kriterien werden von der Folgekonferenz in Wien 2003 in 35 messbaren Indikatoren konkretisiert (vgl. www.foresteurope.org/sfm_criteria/criteria). Sie machen deutlich, dass der Wald enorm viele und vielschichtige Funktionen hat. Auch wenn in keinem Wald alle genannten Funktionen vollständig und vollumfänglich verwirklicht werden können und Panfunktionalität folglich ein konstruiertes Idealbild darstellt, geht die Dynamik der Helsinki-Kriterien dahin, eine möglichst große und vielschichtige Multifunktionalität jedes Waldes zu erreichen. Ein oligo- oder gar monofunktionaler Plantagenwald wird sich in ihrem Sinne jedenfalls nicht nachhaltig nennen können.

Das heißt: Je mehr von den am jeweiligen Standort möglichen Funktionen ein Wald erfüllt, umso nachhaltiger ist er bewirtschaftet. Die da und dort vertretene Segregationsstrategie, die »jeder Funktion ihre Fläche« zuweisen will und viele auf je andere Weise monofunktionale Wälder anstrebt, ist im Sinne der Helsinki-Kriterien hingegen nicht nachhaltig. Sie wird der Komplexität von Ökosystemen nicht gerecht.

Der deutsche Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) stellt in seinem Umweltgutachten 2012 Forderungen, die sich aus einer gesamthaften Betrachtung aller Wälder ergeben und analog auch auf andere Länder bezogen werden können:

- ◆ Flächendeckende naturnahe Waldwirtschaft in allen Wäldern (bisher auf circa 35 Prozent der deutschen Waldflächen, SRU 2012a, S. 221) und 10 Prozent natürliche Waldentwicklung in Wäldern der öffentlichen Hand (SRU 2012a, S. 233)
- ◆ Einführung eines (höheren) Mindestalters von Endnutzungsbeständen (SRU 2012a, S. 228) und damit Erhöhung der Umtriebszeiten (SRU 2012b, 2-3.8-9) und des Zielvorrats (SRU 2012b, S. 10)
- ◆ Kaskadische Nutzung des Holzes – nur geringe Direktnutzung als Energieträger.
- ◆ Ausweisung von mindestens 2 Prozent der Gesamtwaldfläche als Wildnisgebiete bis 2020 (SRU 2012a, S. 215)

Die Begründung des SRU baut auf zwei naturwissenschaftlichen und einem ethischen Argument auf:

- ◆ Biodiversität: Die Biodiversität nimmt ab (67 Prozent 2009 im Vergleich zu 77 Prozent 1990) und liegt unter dem politisch angestrebten Wert von 100 Prozent für das Jahr 2015 (SRU 2012a, S. 213).
- ◆ Klimaschutz: Die Kohlenstoffbindung ist im naturnahen Wald mit hohem Ertragsalter der Bäume am höchsten (SRU 2012a, S. 216).
- ◆ Unter den drei Säulen der Nachhaltigkeit Ökologie – Ökonomie – Soziales kommt der ersten Säule der Ökologie Priorität zu, weil sie die Grundlage der beiden anderen Säulen ist (»starke Nachhaltigkeit«, SRU 2012a, S. 225).

Als theologischer *Ethiker* teile ich diese Argumentation, die von einigen Forstwissenschaftlern kritisiert (Erlor et al. 2012) und im Gegenzug vom SRU verteidigt wurde (SRU 2012b), vollumfänglich. Ich möchte ihr aber ein *theologisch-spirituell* motiviertes, hoffentlich auch etwas provozierendes Zusatzargument beifügen. Es orientiert sich am alttestamentlichen Gebot des Sabbattages und des Sabbatjahres.

Spiritueller Wahrnehmung des Waldes:
»Sabbatische Forstwirtschaft« und »Würde« des Waldes

Der wöchentliche Sabbattag

Fünf Texte formulieren im Alten Testament das Sabbatgebote: Ex 20,8–11; 23,12; 34,21; 35,1–3; Dtn 5,12–15. Schon seine häufige Wiederholung und die Einordnung unter die Zehn Gebote zeigen, wie wichtig, aber auch umstritten das Gebot war. Umgekehrt verdichten sich in ihm religiöse Grundanschauungen Israels zu einer Weisung, die zum härtesten Kern des biblischen Ethos zu rechnen ist.

Abgesehen von der ältesten Formulierung in Ex 34,21 werden überall die Subjekte des Rechtes auf Sabbatruhe einzeln aufgezählt: Männer, Frauen und Kinder, Sklavinnen und Sklaven und Fremde sowie die Nutztiere. Damit sind alle Lebewesen des menschlichen Einflussbereichs in den Schutz des Sabbats einbezogen, besonders diejenigen, die innerhalb einer patriarchalen Gesellschaftsordnung zu den Unterprivilegierten zählten und somit des gesetzlichen Schutzes vorrangig bedurften. Gerade sie sollen vor einer übermäßigen oder gar maßlosen ökonomischen Ausnutzung bewahrt werden und die letzte und tiefste Freiheit von Leistungsdruck und Verzweckung real erfahren. Denn der Sabbat setzt der (land-)wirtschaftlichen Dynamik eine klare Grenze: sechs Tage Arbeit – ein Tag Ruhe. Insofern ist die Ruhepflicht ein eminent soziales Gebot: Am Sabbat sind alle gleich.

Die Bibel kennt vor allem zwei Begründungen des Gebots: Zum einen ist die Respektierung des Sabbat ein Zeichen der Dankbarkeit für die Befreiung Israels aus der Sklaverei Ägyptens (Dtn 5,15). Wer »selbst« einmal unter der Last der Fronarbeit zu leiden hatte (das kollektive Selbst des Volkes Israel ist gemeint), wird in Erinnerung daran gerne und freiwillig denjenigen einen Ruhetag gönnen, die jetzt eine unterprivilegierte Stellung einnehmen. Aus der Dankbarkeit wächst eine soziale Haltung.

Zum anderen beruft sich das biblische Sabbatgebot (Ex 20,11) auf die erste Schöpfungserzählung: In sechs Tagen hat Gott die Welt erschaffen, am siebten Tag ruhte er. Gott hat den Rhythmus von Arbeit und Ruhe also in seine Schöpfung hineingelegt. Der letzte Sinn seines Schöpfungswerkes sind nicht Arbeit und der Kampf ums Überleben, sondern ist die Möglichkeit, für alle Lebewesen, »zu Atem zu kommen« (Ex 23,12). Leben in Fülle, verstanden als Lebensqualität, ist Sinn und Zweck des Ruhetages. Der Sabbat ist nicht einfach irgendeiner der sieben Tage, er wird in Gen 1,1–2,4a vielmehr als »Krönung« und Ziel des gesamten Schöpfungswerkes verstanden.

Das siebenjährige Sabbatjahr

Was im Kleinen der Woche gilt, soll auch den größeren Zeitrhythmus von sieben Jahren prägen: Alle sieben Jahre sollen alle Felder, Weinberge und Olivenhaine brach liegen (Ex 23,10–11; Lev 25,2–7). Dann dürfen die Wildtiere fressen, was dennoch auf den Feldern wächst – gerne soll der Mensch es ihnen überlassen. Das Gebot ist weniger ökologisch oder landwirtschaftlich motiviert, etwa damit sich die Böden erholen können. Für Israel geht es vor allem um eine religiöse Erfahrung: Im Sabbatjahr soll erfahrbar werden, dass die Schöpfung im Überfluss gibt: »Der Sabbat des Landes selbst soll euch [in diesem Jahr] ernähren« (Lev 25,6).

Letztlich geht es also um eine Glaubensfrage: Können wir es uns leisten, dem Nutzendenken und -handeln eine Grenze zu setzen? Reicht es für ein einträgliches Leben, wenn wir ein Siebtel unserer Lebenszeit und ein Siebtel der Zeit des Pflanzenwachstums dem Wirtschaften entziehen? Die Bibel beantwortet diese Frage mit »Ja!«. Ja, wir können uns dies leisten, weil Schöpfer und Schöpfung großzügiger sind, als wir es brauchen. Wir brauchen nicht alles dem Nutzendenken unterwerfen – es gibt etwas jenseits des Nutzens: einfach sein zu dürfen.

Dabei ist das von der Bibel vorgeschlagene Siebtel keine mathematisch präzise Größe, sondern eine ungefähre Größenangabe. Das Maß sabbatischer Zeiten und Räume muss so klein bleiben, dass es für die Gesellschaft als Ganze lebbar ist. Zugleich muss es so groß sein, dass der ökonomische Verzicht ebenso wie das Wohlergehen der Schöpfung deutlich spürbar sind. Grob geschätzt dürfte beides mit einem Sabbatmaß zwischen 10 und 20 Prozent realisierbar sein – das biblische Siebtel liegt exakt in dieser Spanne.

Eine »sabbatische Forstwirtschaft«

Die Bibel wendet das sabbatische Prinzip nicht auf die Forstwirtschaft an – in Israel gab es kaum Wald. Wer das Prinzip jedoch bejaht, wird nicht daran vorbeikommen, es auf alle Nutzungsbereiche des menschlichen Lebens anzuwenden. Ein Siebtel Totholz im Wirtschaftswald liegen lassen. Ein Siebtel natürliche Waldentwicklung zulassen. Ein Siebtel aller Waldflächen zur Wildnis erklären usw. (wobei die Überlegungen aus dem Artikel von Dobler in diesem Band mahnen, gut zu überlegen, welche Flächen dies sein sollen). Die Bibel ist also großzügiger und geht weiter als der Sachverständigenrat für Umweltfragen. Sie kann das, weil sie von einer starken Hoffnung und Zuversicht getragen ist: Eine sabbatische Wirtschaft wird immer noch genug Ertrag für alle bringen.

»Würde« heißt: Funktionalität ist nicht alles

Eine sabbatische Forstwirtschaft betrachtet den Wald nicht allein unter Nutzenaspekten, sondern erkennt eine ihm eigene »Würde«. Ich setze den Begriff hier bewusst in Anführungszeichen, da wir Würde normalerweise nur Individuen zusprechen, nicht Ökosystemen. Aber wenn man das berücksichtigt, kann analog von der »Würde« des Waldes gesprochen werden.

Für Immanuel Kant bedeutet Würde das Gegenteil eines Preises (Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, Akademieausgabe IV, S. 434–436): Ein Träger von Würde ist einzigartig und unbezahlbar. Seine »Seele« kann man nicht verkaufen. Die Würde ist nicht verrechenbar. Verrechenbar oder bezahlbar ist nur der Nutzwert. Damit gibt es nach Kant zwei berechtigte und notwendige Sichtweisen, wie man die Welt betrachten kann:

- ◆ Einerseits kann und muss man sie unter Nutzen- und Funktionsaspekten betrachten: In funktionaler Perspektive hat alles (!) einen Zweck und damit auch einen Preis – sei es einen ökonomischen »Marktpreis«, sei es einen ästhetischen »Affektionspreis« (Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, Akademieausgabe IV, S. 434 f.).
- ◆ Andererseits kann und muss man sie unter dem Aspekt der Würde und des nicht funktionalen Eigenseins betrachten: In dieser nicht funktionalen Perspektive hat nichts (!) einen Preis, sondern wird »jenseits« aller Zwecke wahrgenommen. Es hat »Würde«. Das ist die Perspektive der Liebe: »Es ist, was es ist, sagt die Liebe.« (Erich Fried)

Entscheidend ist nun, in allen Überlegungen beide Perspektiven im Blick zu behalten. Die Betrachtung des Waldes unter Nutzen- und Funktionalitätsaspekten ist also möglich, solange zugleich auch (!) seine Zweckfreiheit, sein Für-sich-Sein wahrgenommen und geachtet wird. Sofern der Wald nicht völlig (!) zur Sache degradiert und aus-

schließlich (!) unter (wirtschaftlichen, ästhetischen, sozialen) Nutzenaspekten betrachtet wird, bleibt seine »Würde« respektiert. Das heißt nicht mehr und nicht weniger, als dass der Wald einfach auch Wald sein darf; dass man ihn einmal wachsen lässt, auch wenn das nicht zu 100 Prozent mit den eigenen Nutzenüberlegungen übereinstimmt; dass man ihn nicht völlig dem Diktat der Ökonomie unterwirft.

Epilog:

Wald als Inbegriff von Wohlergehen

In einer Zeit, in der die Wälder des Nahen Ostens fast vollständig zerstört und die Israeliten in assyrische Gefangenschaft deportiert waren, träumt der Prophet Jesaja von einer Wiederherstellung des Königreichs Israel. Zweimal beschreibt er dies im Bild der Wiederaufforstung der Wälder: »Nur noch kurze Zeit, dann verwandelt sich der Libanon in einen Garten und der Garten wird zu einem Wald.« (Jes 29,17) »Wenn aber der Geist aus der Höhe über uns ausgegossen wird, dann wird die Wüste zum Garten und der Garten wird zu einem Wald.« (Jes 32,15) Ein waldriches Land ist für Jesaja der Inbegriff von Wohlergehen (vgl. Beitrag Weber in diesem Band) und Heil. Darin mag durchaus eine Nutzenüberlegung mitschwingen, die sieht, dass der Wald wirtschaftlichen und sozialen Wohlstand bringt. Doch das allein erklärt nicht, dass Jesaja ihn als Symbol des Heils bezeichnet. Er sieht im Wald mehr als seine Funktionalitäten. Er nimmt ihn als Geschenk der grenzenlosen Liebe seines Gottes wahr. Diese Betrachtung der Welt und des Waldes aus zwei Perspektiven ist es, die erst ein erfülltes Leben möglich macht.

LITERATUR

Erler, J. et al. (2012): Einseitig, widersprüchlich und teilweise falsch. Forstwissenschaftler bemängeln Umweltgutachten 2012 des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU). In: Holz-Zentralblatt Nummer 32/2012, 810–811; online [<http://mediatum.ub.tum.de/oc/1120855/1120855.pdf>], abgerufen 04.07.2014.

Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe / FOREST EUROPE Liaison Unit Madrid (Hrsg.) (o. J.): SFM Criteria & Indicators, in: [www.forest-europe.org/sfm_criteria/criteria], abgerufen 15.04.2014.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012a): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Berlin, 211–239.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012b): »Umweltgerechte Waldnutzung«. Gut begründet und erforderlich. Berlin.

Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion (Hrsg.) (1963): Duden Band 7. Etymologie. Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache, Mannheim u. a.

Michael Rosenberger

Alfred Teischinger

Die Technologie des Holzes

*Herausforderungen, Möglichkeiten und Grenzen
bei der Nutzung des
wichtigsten nachwachsenden Rohstoffes*

Holztechnik und Technologie des Holzes

In dem aus dem altgriechischen Wort stammenden Begriff Technologie stecken das Wissen und die Lehre (Logos) zum Einsatz eines Handwerks bzw. einer Technik (Techne) bzw. die Fähigkeit und Vorgehensweise, ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen. Die Technologie des Holzes ist somit das Wissen um den Einsatz von Technik, den Rohstoff Holz für die Bedürfnisse des Menschen zu nutzen (Teischinger 2010a). Im historischen Rückblick war das vor allem das Wissen zur Nutzung von Holz als Energieträger, zum Bau von technischen Geräten, zum Einsatz von Holz im Bauwesen und zur Fertigung von Mobiliar. In bestimmten Zeitperioden war Holz für spezifische Einsätze in der Technik, im Schiffsbau oder Brückenbau von ganz wesentlicher Bedeutung. In seinem Buch »Holz – Wie ein Naturstoff Geschichte schreibt« beschreibt Radkau (2007) eindrucksvoll die Entwicklung und Bedeutung der technischen Nutzung von Holz durch den Menschen.

Eine aus den Naturwissenschaften abgeleitete Wissenschaft von der Technik hat sich erst sehr spät mit der Gründung der polytechnischen Schulen um 1800 und den daraus hervorgegangenen Technischen Hochschulen entwickelt. Im Zuge dieser Technologieentwicklung entstand auch grundlegendes Wissen zur Technologie des Holzes, das zur Entwicklung der wesentlichen Maschinen der Holzbe- und -verarbeitung und zu verschiedenen Nutzungsprozessen des Rohstoffes Holz führte.

Prozessketten zur Nutzung des Rohstoffes Holz

Heute umfasst die Nutzung des Holzes mehrere Prozessketten, die stark vereinfacht in Abbildung 1 zusammengefasst sind.

Die meisten Technologien der in Abbildung 1 dargestellten Prozessketten sind in ihrer Grundstruktur vergleichsweise alt, und die technischen Prozesse wurden seit ihrer Erfindung bzw. Patentierung meist in vielen kleinen und größeren Innovationschritten evolutionär bis zum heutigen Stand der Technik weiterentwickelt. Dabei ist generell zwischen einer Verfahrensentwicklung (z. B. Sulfitverfahren, Viskoseverfahren) und einer Werkstoff- bzw. Produktentwicklung (z. B. Spanplatte, Fertigparkett, Brettsperrholz, Passivhausfenster) zu unterscheiden, wobei Fertigungsverfahren und Produkt in der Regel in enger Wechselbeziehung zueinander stehen. Eine beispielhafte Übersicht zu ausgewählten Ausgangserfindungen gibt Tabelle 1.

Ausgehend von diesen Basiserfindungen hat sich die Technologie des Holzes auch im Sog der allgemeinen Entwicklung der Technik rasch weiterentwickelt.

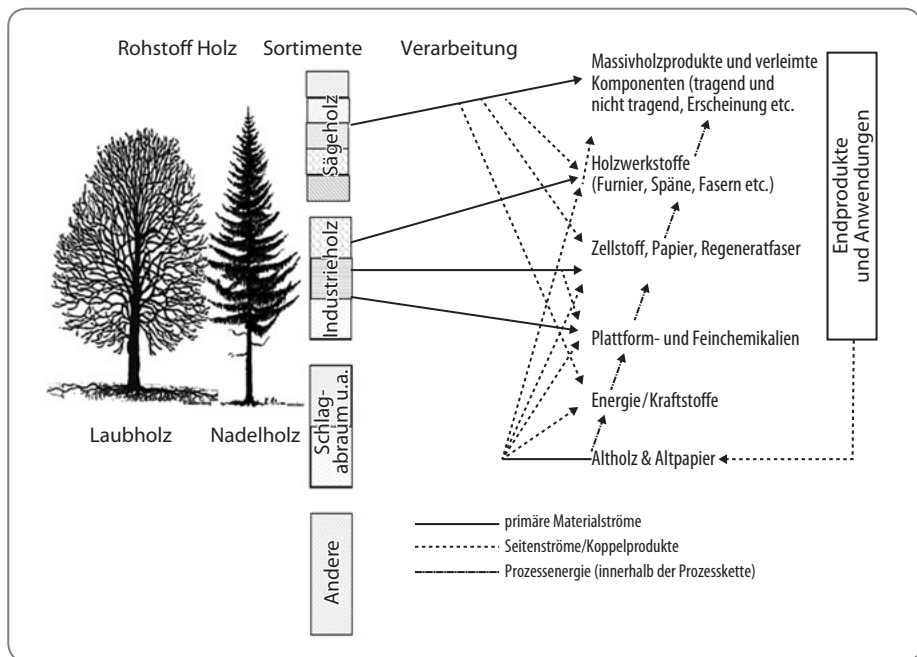


Abbildung 1: Wesentliche Prozessketten einer multiplen Nutzung von Holz inklusive ihrer Quervernetzungen über Koppelprodukte sowie Rückführungskreisläufe über das Recycling.

Quelle: Teischinger.

Table 1: Übersicht über ausgewählte historische Erfindungen und Patente im Bereich der Holznutzung mit weitreichenden technologischen Wirkungen (basierend auf diversen Internetrecherchen).
(Quelle: eigene Darstellung)

Technisches Verfahren	Erfindung/ Patentierung	Erfinder	Bemerkung
Kreissäge	1799	L. C. A. Albert, Paris	»scie sans fin«
Langsieb-Papiermaschine	1799	Nicolas-Louis Robert	Patentinhaber: Gebrüder Fourdrinier
Bandsäge	1808	William Newberry, England	von Firma Perin 1855 auf der Weltausstellung Paris gezeigt
Bugholzverfahren	1842	Michael Thonet, Wien	Biegetechnik und zerlegbares Sitzmöbel, später Vorbild für IKEA
Sulfatverfahren	1864	C. Dahl, Danzig	häufigstes Verfahren für Papierzellstoff
Sulfitverfahren	1867	B. Tilghmann, USA	effiziente Delignifizierung, z. B. Basis für Viskoseverfahren
Formsperrholz	1874	Isaak Cole, USA	Formteile für Sitzmöbel
Furniersperrholz	1893	Fa. Hausmann, Deutschland	3- und 5-lagige Furnierplatte
Brettschichtholz	1906	Otto Hetzer, Weimar	Revolution im Ingenieurholzbau
Viskoseverfahren	1910	Hugo Küttner, Pirna/Dresden	Revolution bei Regeneratfaser (»Kunstfaser«, »Kunstseide«)
Holzfaserverleimung	1924	William H. Mason, USA	Beginn der Faserwerkstoffe

Triebkräfte für technische Innovation

Kann man mit dem heutigen Stand der Holztechnik zufrieden sein, wartet die Branche, wie häufig in der Vergangenheit, auf Entwicklungen in anderen Gebieten der Produktions- und Prozesstechnik oder wird sie selbst Treiber technischer Entwicklungen? Die Bindung an einen zwar nachhaltig, aber dennoch begrenzt verfügbaren Rohstoff, umweltfreundliche Produktionsbedingungen, menschengerechte Arbeitsplätze in überschaubaren Produktionsstrukturen usw. könnten die Holzwirtschaft auch zu einem Vorbild für eine zukunftsfähige »grüne« Sachgüterproduktion machen.

Ganz im Sinne von Joseph Schumpeters »schöpferischer Zerstörung« in der Wirtschaftswissenschaft (Schumpeter 1946) ist auch in der Technik häufig das Bessere (im Sinne von technisch-wirtschaftlich besserer Lösung) der Feind des Guten. Die Triebkräfte und der Prozess für technische Innovation sind jedoch sehr komplex. Bei Klaus Kornwachs (2007) werden die verschiedenen »harten« Faktoren wie die Idee, Erfindung, technische Machbarkeit, Finanzierung etc. und die »weichen« Faktoren als

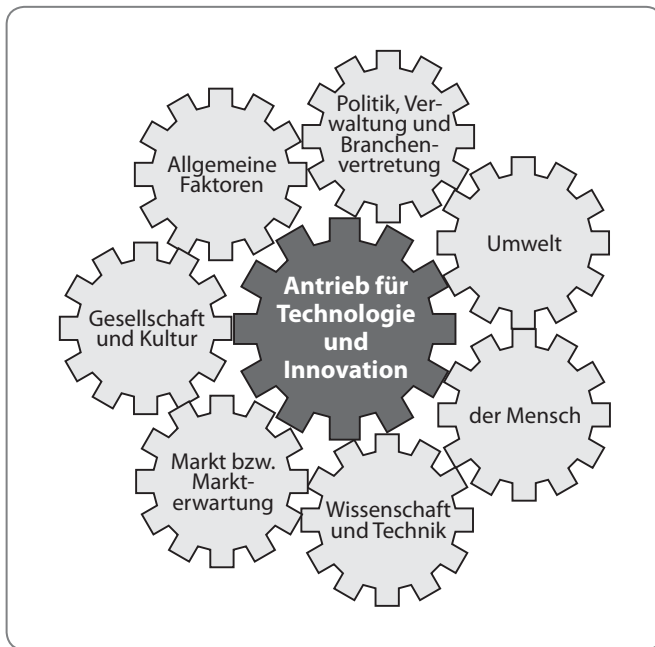


Abbildung 2: Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren als Triebkräfte für Technologieentwicklung und Innovation.
Quelle: aus Teischinger 2010b.

Beitrag zum Innovationsprozess wie soziokulturelles Umfeld, allgemeines technisches Wissen, Markt usw. analysiert. Basierend auf der Zusammenstellung der verschiedensten Triebkräfte für technische Innovation hat sich das »zukunftsforumholz Alpbach« im Jahr 2010 mit der spezifischen Frage der Triebkräfte für Innovation in der Holzwirtschaft auseinandergesetzt (Teischinger 2010b). Daraus ist eine sehr übersichtliche Zusammenstellung für die wesentlichen Innovationstreiber entstanden (Abbildung 2).

Grenzen der Technik

Grundsätzlich sind nach dem Technikphilosophen Gernot Böhme (2011) Technik und Technikentwicklung vorerst einmal neutral zu sehen. Erst in ihrer Anwendung sind sie zu bewerten, wie man am Beispiel der Kerntechnik oder auch beim Einsatz eines Taschenmessers sehr gut demonstrieren kann. Um verschiedenste Auswirkungen einer aufkeimenden und potenziell risikobehafteten Technologie abschätzen zu können, wird heute zunehmend das Instrument der Technologiefolgenabschätzung und der darauf aufbauenden Technikfolgenbewertung eingesetzt.

Bei den Fragen »Wie viel Wald braucht der Mensch?« und »Wo endet die Holznutzung?« stößt man sehr schnell an die Grenzen der Holztechnologie. Kann eine Regeneratfaser aus Zellstoff (besser bekannt unter den Markennamen Viskose, Mondal, Tencel/Lyocell) einen signifikanten Beitrag zu Bereitstellung von Textilfasern und sogenannten Nonwoven Products liefern, oder wird der intensive Baumwollanbau noch weitere Landstriche veröden, nur um Grundbedürfnisse nach Textilien einer stark wachsenden Menschheit zu stillen? Die Produktion von Stahl, Zement und Aluminium ist enorm energieintensiv, bei ihr werden daher ungeheure Mengen an CO₂ freigesetzt. Einfache Berechnungen zeigen, dass eine Teilsubstitution dieser Werkstoffe durch Holz und Holzwerkstoffe eine deutliche Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bewirken würde. Über die Photosynthese und das Baumwachstum werden der Umwelt signifikante Mengen an CO₂ entzogen und als Kohlenstoff im Holz gebunden, solange dieses als Baum im Wald verbleibt bzw. als Holzprodukt im umbauten Raum eingesetzt wird.

Für Deutschland wurde errechnet, dass etwas mehr als ein Drittel der Jahresholzernnte ausreichen würde, um das gesamte jährliche Neubauvolumen in Holz zu errichten, und dass damit signifikante Mengen an Kohlenstoff gebunden bzw. gespeichert werden könnten (Kaufmann et al. 2012).

Wie entwickeln sich in Zukunft jedoch die in Abbildung 1 dargestellten Prozessketten? Wird Holz über die sogenannte Holzraffinerie zum Ersatz der klassischen erdölbasierten Kohlenwasserstoffchemie auch ein wesentlicher Chemierohstoff? Welchen Beitrag kann Holz als erneuerbarer Energieträger zur Energiewende leisten? Im Spannungsfeld all dieser Nutzungsformen von Holz zeigt sich in Nutzungsszenarien und Materialflussanalysen von Mantau et al. (2010), dass bei der rasch steigenden Nutzung von Holz als Energieträger und der zunehmenden Nutzung von Holz insgesamt bis zum Jahr 2020 in Europa mit einer beträchtlichen Lücke im Rohstoffangebot zu rechnen ist. Was bedeutet dies aus technologischer Sicht? Sind einer weiteren Zunahme der Holzverwendung damit Grenzen gesetzt?

Wissenschaft und Technologieentwickler stehen in einer heftigen Diskussion um die zukünftigen Wege der Holznutzung. Holz als Struktur gebendes Material im Baum ist durch die evolutionäre Entwicklung von Natur aus genau auf die Aufgaben im Baum sehr hoch synthetisiert. Der Verbund der chemischen Hauptbestandteile Zellulose, Hemizellulose und Lignin sowie die zelluläre Struktur ergeben eine hohe mechanische Leistungsfähigkeit (hohe Festigkeit und Steifigkeit bei geringem Materialeinsatz), was für einen Einsatz von Holz im Bauwesen spricht. Wenn über einhundert Meter hohe Bäume mehrere Hundert Jahre alt werden können, dann können auch technische Holzstrukturen im Bauwesen diese Dimensionen und diese Lebensdauer erreichen.

Gleichzeitig ermöglicht die Faserstruktur der länglichen Holzzellen in technischen Verfahren, meist unter Herauslösung des Lignins, die Herstellung eines dünnen Vlie-

ses bzw. eine Blattbildung, die wir in der Papierherstellung nutzen. Ein wesentlicher Teil unseres heutigen Wissens sowie wesentliche Teile der täglichen Kommunikation und der Nachrichten (z. B. Zeitung, Bücher) sind über die Drucktechnik auf Papier festgehalten. Die dafür vorgesehenen Papiersorten (Printsektor) scheinen jedoch auch an den Grenzen des Wachstums angelangt zu sein. Die einzelnen das Holz bestimmenden Molekülstrukturen wecken daher zunehmend die Begierde der Chemiker, diese Holzbestandteile in chemischen Prozessen in kleinere Einheiten zu zerlegen und diese dann wieder in Syntheseschritten zu begehrten Chemikalien umzubauen, um sich so zumindest teilweise von den fossilen Rohstoffen zu lösen. Welche Prozesskette wird in Zukunft den Löwenanteil des vorhandenen Rohstoffes Holz bekommen bzw. welche Branche hat das »ökologische Recht«, sich dessen zu bedienen? Derzeit gibt es dazu mehr offene Fragen als fundierte Antworten.

Ressourceneffiziente Technologien und Mehrfachnutzung

Die dringendste Antwort auf die oben aufgeworfenen Fragen ist das Thema Ressourceneffizienz in Technologie und Produktgestaltung. Hier hat die Holzwirtschaft noch enormen Nachholbedarf und in Anlehnung an Ernst Ulrich von Weizsäckers Thesen erscheint ein »Faktor 4« durchaus möglich (Weizsäcker et al. 1997). Unter Ressourceneffizienz wird die Erzielung eines bestimmten Nutzens im Verhältnis zu dem dafür erforderlichen Einsatz von Ressourcen verstanden. Wie bewertet man jedoch Ressourceneffizienz in einer Prozesskette und im Produktdesign, die in letzter Konsequenz nur mit erhöhtem fertigungstechnischem Aufwand erzielbar ist?

Ein Beispiel mag das verdeutlichen: Schon 1951 konstruierte der Designer Gio Ponti einen Stuhl aus Eschenholz mit ausgeklügelten Verbindungsmitteln für die Konstruktion und einem Gewicht von nur 1,7 Kilogramm. Ein Meisterwerk an Materialeffizienz bei Erfüllung hoher ästhetischer und funktionaler Ansprüche im Design. Dennoch wurde der Stuhl, der auch heute noch produziert wird, wegen seines hohen Herstellungsaufwandes und des damit verbundenen Preises nie ein erfolgreiches Massenprodukt wie vielleicht der Stuhl Nr. 14 von Michael Thonet (Abbildung 3). Dennoch zeigt dieses Beispiel recht eindrucksvoll, was 1,7 Kilogramm Holz zu leisten vermögen (übliche Stapelstühle aus Metall/Holz bzw. Metall/Kunststoff wiegen zwischen 4 und 7 Kilogramm).

Um von der Materialeffizienz auf die Ressourceneffizienz zu kommen, ist jedoch die gesamte Herstellungskette zu betrachten. Gerade das Beispiel in Abbildung 3 zeigt anhand einer Fertigungsanalyse, dass die beiden Stühle trotz hoher Materialeffizienz durch erhebliche Materialverluste bei der Herstellung von Formteilen eine schlechte Ressourceneffizienz aufweisen.



Abbildung 3: Links: Superleggera Nr. 699 von Gio Ponti (Gewicht 1,7 kg). Rechts: Stuhl Nr. 14. von Michael Thonet, in der aktualisierten Form als Nr. 214 mit einem Gewicht von 2,7 kg. Beide als Beispiele für Grenzen des Materialverbrauchs für eine bestimmte Anwendung.

Quelle: Superleggera Nr. 699, Design Gio Ponti, Cassina S.p.A.
Thonet Nr. 214 © THONET GmbH, DE-35066 Frankenberg/Eder.

Beim Einsatz von lastabtragenden Bauteilen im Holzbau geht es um höchstmögliche Homogenität des Baustoffes Holz, um Stör- und damit Schwachstellen einer Holzkonstruktion zu vermeiden. Bei der extrem hohen Variabilität des Ausgangsmaterials »Rohholz« lässt sich das nur mit aufwändigen Fertigungs- und Sortierverfahren erreichen. Die Holz- bzw. Schnittholzsortierung wird somit zum Angelpunkt der Ressourceneffizienz, bei der schon einiges erreicht ist, aber noch viele Fragen offen sind. Mit dem Ziel der Ressourceneffizienz sind in der Holzverarbeitung revolutionäre Entwicklungen zu erwarten, die zu neuen Fertigungsverfahren für Bauteile führen werden. Das Werkstoffengineering im Sinne von Engineered Wood Products, inklusive der Verbindungstechnik von Bauteilen, steht erst am Beginn eines weiteren Entwicklungsschubes im Holzbau. Ein Werkstoff- und Bauteilengineering wird zu Werkstoff- und Bauteilhybriden führen, mit dem Ziel, das Bauteil hinsichtlich seiner mechanischen Leistungen deutlich besser als das Ausgangsmaterial Holz zu machen. Dies wird auch die Grenzen des wirtschaftlichen und technischen Einsatzes von Holz im Bauwesen immer weiter verschieben.

Weitere wesentliche Elemente der Ressourceneffizienz sind die Lebensdauer, die Wartungsfreundlichkeit und die Recyclierbarkeit von Produkten, wie sie bei Teischinger (2011) diskutiert werden. Ziel jedes Holzeinsatzes in Produkten und vor allem auch im Bauwesen muss es sein, zukünftiges Altholz als Sekundärrohstoff in wesentlichen Mengen mehrmals in ähnlichen bzw. sinnvoll aufeinander abgestimmten Nutzungszyklen einzusetzen (»reuse« bzw. »cascading«, »downcycling« durch ein entsprechendes

»Design for Recycling«). Ein Perpetuum mobile der Holzverwendung als fortwährender Rückführungskreislauf des jeweils selben Materials ist aus materialtechnischer Sicht bei Holz nicht machbar und auch nicht unbedingt sinnvoll. Der sich über das Baumwachstum regenerierende nachwachsende Rohstoff Holz kann und soll im Sinne einer kaskadischen Nutzung mit der Zeit nach mehreren Nutzungszyklen über die energetische Nutzung durchaus wieder in den CO₂-Kreislauf der Natur rückgeführt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Holz ist ein weltweit in riesigen Mengen verfügbarer Rohstoff, wobei regional bei zunehmender Verwendung in verschiedenen Einsatzbereichen bereits Grenzen der Verfügbarkeit erkennbar werden. Die Technologie des Holzes, also das Wissen zur Verarbeitung des Holzes in unterschiedlichen Verarbeitungsketten zu einer Vielzahl von Produktgruppen, entwickelt sich mit der allgemeinen Entwicklung des Wissens und der Technik ständig weiter und scheint vorerst noch an keine Grenzen gebunden zu sein.

Während Holz und Technologie des Holzes einst unverzichtbar waren für die gesellschaftliche, wirtschaftliche und kulturelle Entfaltung des Menschen, hat Holz heute seine dominierende Rolle vielfach eingebüßt, obwohl Holz mengenmäßig nach wie vor der weitaus wichtigste Massenwerkstoff der Menschheit ist. Im Zuge einer Entwicklung zu nachhaltigen Gesellschaftsformen könnte Holz für den Bereich der Massenwerkstoffe wieder ein Leitwerkstoff mit Bezug zu ressourceneffizienter Werkstoffnutzung werden. Als Idealvorstellung steht ein kaskadisches Nutzungsprinzip einer multiplen und vornehmlich stofflichen Nutzung in mehreren Nutzungszyklen, intelligente Recyclingwege und eine letztendlich energetische Nutzung im Sinne eines optimierten CO₂-Kreislaufes.

LITERATUR

Böhme, G. (2010): Hat der Mensch die Technik noch im Griff? Gernot Böhme im Gespräch mit Norbert Bischofberger. SRF, Sternstunde Philosophie. 08.05.2011 (abgerufen als YouTube-Film am 08.06.2014).

Kaufmann, H.; Nerdinger, W. (2012): Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft. 2. Auflage. München, London, New York: Prestel.

Kornwachs, K (2007): Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen. acatech – Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

Mantau, U. et al. (2010): EUwood – Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg/Germany, June 2010.

- Radkau, J. (2007): Holz – wie ein Naturstoff Geschichte schreibt. München: oekom.
- Schumpeter, J. A. (1946): Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie. Bern: Francke.
- Teischinger, A. (2010a): The development of wood technology and technology developments in the wood industries – from history to future. *European Journal of Wood Products* 68(3): 281–287.
- Teischinger, A. (2010b) (Hrsg.): Triebkräfte für Innovationen in der Holzwirtschaft. »zukunftsforumholz, Alpbach« 2010, LIGNOVISIONEN, 24, 1–5; Universität für Bodenkultur Wien.
- Teischinger, A. (2011): Design for Recycling: Stoffliche Nutzung von Altholz. In: C. M. Achammer (Hrsg.), *Refurbished Future. Werte, Ressourcen und Strukturen – ergänzen statt ersetzen*, 250–257. Wien: NWV Neuer Wissenschaftlicher Verlag GmbH Nfg KG.
- Weizsäcker, E. U. von; Lovins, A. B.; Lovins, L. H. (1997): Faktor 4. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Droemer Knauer.

