

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 94 (1976)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Die wirtschaftliche Bedeutung des Werkstoffes Holz  
**Autor:** Tromp, Hermann  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73115>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die wirtschaftliche Bedeutung des Werkstoffes Holz

Von Hermann Tromp, ETH Zürich

DK 691.11.003.1

Unter «Werkstoff Holz» verstehe ich nicht nur die eigentlichen Holzwerkstoffe – wie *Faser- und Spanplatten* – sondern auch die *Schnittwaren, Furniere und Sperrholz*. Damit wird also nicht die ganze Holzwirtschaft in ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung erfasst, da wichtige Sektoren – wie Zellulose, Holzschliff, Papier und Kartons, Imprägnierstangen – fehlen. Die wirtschaftliche Bedeutung der genannten Zweige soll anhand verschiedener Kriterien untersucht werden.

### Mengenmässige Produktion

Die Zahlen in Tabelle 1 lassen sich wie folgt interpretieren:

1. In allen Regionen weist die *Spanplatten-Produktion* ein überdurchschnittlich grosses Wachstum auf. Bei jährlichen Raten von über 25% kann man nicht sagen, die Schweiz sei hier wesentlich abgefallen.

2. Sehr erfreulich ist auch die *Zuwachsrate der harten Faserplatten*, die hierzulande sogar grösser war als im europäischen Durchschnitt oder für die Erde als gesamtes; die jährliche Zuwachsrate liegt weit über 10%.

3. Erfreulich – und für viele auch erstaunlich – ist die *relativ hohe Zuwachsrate bei den Schnittwaren* in der Schweiz; sie liegt immer über derjenigen von Europa oder der Welt und beträgt im gesamten knapp 3%.

4. Eine *Produktions-Schrumpfung* liegt nur beim *Sperrholz* und den *Isolier- oder Akustikplatten* vor. Hier gingen Marktanteile verloren.

5. Nicht uninteressant sind die nur für die Schweiz angegebenen Zuwachszahlen einiger anderer für unsere Betrachtung wichtiger Baustoffe. Auch hier ist beim *Kalk* eine Produktions-Schrumpfung festzustellen. Die Entwicklung von *Zement* und *Rohaluminium* liegt im Rahmen derjenigen von Laubschnittwaren und Furnieren. Nur die *Produktion von Kunststoff-Rohstoffen* ist überdurchschnittlich hoch, erreicht aber noch lange nicht die Wachstumsrate unserer Spanplatten-Industrie.

6. Aus Tabelle 1 geht nicht die Entwicklung der untersuchten Branchen im Verhältnis zur Entwicklung der gesam-

ten Volkswirtschaft hervor. Hier zeigt die Studie von *Knechtaurek* ein sehr erfreuliches Bild. In ungefähr der gleichen Zeitspanne betrug die durchschnittliche Rate der gesamten schweizerischen Produktion 4,6% pro Jahr, in der Holz- und Holzverarbeitungsindustrie hingegen 5,1%, also ein überdurchschnittliches Wachstum.

Tabelle 2. Rundholzverbrauch in der Schweiz 1973 (in Rundholz-Äquivalent)

Sortiment	Rundholz-Äquivalent	
	Total	Prozent
Nadelschnittwaren	2 300 000	69
Laubschnittwaren	370 000	11
Furniere	70 000	2
Sperrholz, Tischlerplatten	40 000	1
Faserplatten	80 000	2
Spanplatten	490 000	15
Total	3 350 000	100

Zu einem ähnlichen Schluss kommt man, wenn man den Verbrauch von Schnittwaren und holzhaltigen Platten zusammen pro Einwohner errechnet. Im Jahre 1955 wurden pro 1000 Einwohner in der Schweiz 320 m<sup>3</sup> konsumiert, zu Beginn der 70er Jahre aber deren 360 m<sup>3</sup>, was einer Steigerung von 13% entspricht. Allerdings fiel der Schnittwarenverbrauch von 290 m<sup>3</sup> auf 270 m<sup>3</sup> pro 1000 Einwohner oder um 7%; demgegenüber stieg derjenige der holzhaltigen Platten von 30 m<sup>3</sup> auf 90 m<sup>3</sup> oder um das Dreifache.

7. Das überdurchschnittliche Wachstum bei Spanplatten und bei den harten Faserplatten ging zweifellos auch *zum Teil auf Kosten der massiven Schnittwaren*. Ein gutes Beispiel gab *Häring* anlässlich der Generalversammlung des SHIV im September 1975 bekannt: eine grossflächig geschliffene und montagefertige Spanplatte kostete damals etwas weniger als ein rohes Parallelbrett II/III Klasse gleicher Rohstärke. Der Genannte hält aber auch fest, dass dank der holzhaltigen Platten auch der Absatz und damit die Produktion von Massivholz entscheidend gefördert werden konnte.

Tabelle 1. Produktion von Schnittwaren, Furnieren und holzhaltigen Platten im Jahre 1973 (1962 = 100)

Sortiment	Welt	Europa	Schweiz
Schnittwaren Total	128	124	133
davon Nadelholz	128	120	130
davon Laubholz	128	132	159
Furniere	252	145	153
Sperrholz	234	161	74
Spanplatten	650	560	415
Faserplatten Total	172	148	140
davon Hartplatten	232	179	287
davon Isolierplatten	144	112	63
Kunststoff-Rohstoffe			310
Rohaluminium			172
Zement			150
Kalk			72

### Rundholzverbrauch

Er geht für das Jahr 1973 aus Tabelle 2 hervor, der entnommen werden kann:

1. Zur angegebenen Einheit ist folgendes zu sagen: der Rundholzverbrauch wurde errechnet auf Grund der ausgewiesenen Produktion, indem für die erzeugte Tonne oder den erzeugten Kubikmeter der Rundholzbedarf ausgerechnet wurde. Das Total von 3,35 Millionen m<sup>3</sup> bedeutet aber nicht, dass tatsächlich soviel Rundholz gebraucht wurde. Es ist bekannt, dass die Span- und Faserplattenindustrie ihre Produkte auch aus *Sägereiabfällen* (Schwarten, Spreissel, Hackschnittel von Profil-Zerspanern und Sägemehl) herstellen. Dieser Anteil am Rundholz-Äquivalent kann auf 300 000 m<sup>3</sup> geschätzt werden, so dass der tatsächliche Rundholzverbrauch im Sinne von Rundholz aus dem Walde etwas über 3 Millionen m<sup>3</sup> beträgt.

Tabelle 3. Produktionswert 1971 in der Schweiz (in Millionen Franken)

Sortiment	Mio Fr.
Schnittwaren	450
Spanplatten	110
Faserplatten	21
Furniere	25
Sperrholz	14
Tischlerplatten	13
Total (1)	633
Möbel	600
Bauschreinereiwaren	300
Kisten, Fässer, Paletten, Holzwolle	220
Dachstühle, Treppen, Holzleimbau	150
Total (2)	1270

2. Die grössten Rohholz-Verbraucher sind und bleiben die *Sägereien*, die vier Fünftel aller benötigten Rundholzmen-gen verbrauchen. Selbst wenn man noch die Holzschliff- und Zellulose-Industrie mit berücksichtigt, die ja auch die kleinen Durchmesser – das sogenannte Industrieholz – verarbeitet, ist der Anteil des Sägerundholzes am gesamten Nutzholz-Sektor noch immer mehr als zwei Drittel der Masse. Betrachten wir das Verhältnis von Massivholz zu holzhaltigen Platten im Laufe einer längeren Periode, so ergeben sich folgende Zahlen (ausgedrückt in Rohholz-Äquivalent):

Bis kurz nach Ende des 2. Weltkrieges	100 : 0
1950	97 : 3
1960	93 : 7
1970	84 : 16
1974	82 : 18

Nicht berücksichtigt bei dieser Berechnung ist die Tatsache, dass die Plattenwerke auch *Restholz* verarbeiten! Dies ist auch *forstpolitisch* von grosser Bedeutung, da ein Wald, der seine im Interesse der Öffentlichkeit verlangten Dienstleistungen nur dann erfüllen kann, wenn in einem ungleichaltrigen Wald dickere Stämme stehen, die von den Sägereien abgenommen werden. Damit ist das Interesse der Waldwirtschaft an einem gesunden Sägereigewerbe dargestellt.

3. In diesem Zusammenhang ist noch auf ein Problem aufmerksam zu machen. Berechnet man den Schnittholzverbrauch im Bauwesen von der Mitte der fünfziger Jahre bis zu Beginn der siebziger Jahre, so kann eine relativ starke Abnahme pro Einheit errechnet werden. Pro eine Million reale Bautätigkeit (Basis 1955) fiel der Schnittholz-Verbrauch von 370 m<sup>3</sup> auf 200 m<sup>3</sup> pro Jahr oder um 46%. Hätten wir den im Jahre 1955 gehaltenen Verbrauch aufrecht erhalten wollen, so hätten im Jahre 1972 zum Beispiel zusätzliche 1,8 Millionen m<sup>3</sup> Schnittwaren oder 2,6 Millionen Rundholz-Äquivalent produziert werden müssen. Die Kapazitäten unseres Sägereigewerbes hätte den Einschnitt dieser enormen Mengen erlaubt; der Rohstoff hätte aber niemals, weder aus dem Ausland zu den realen Preisen des Jahres 1955 beschafft werden können. Damit kommen wir zu einer *Schlussfolgerung*, die man *selten* hört. Wäre das Holz nicht durch die Entwicklung neuer Bau- und Werkstoffe in Europa und der Schweiz verdrängt worden, so hätten die Waldungen zerstört werden müssen und wir hätten jetzt die gleichen Diskussionen um die Erschöpfbarkeit anderer Rohstoffe! Forstpolitisch war also eine Holzverdrängung erwünscht..., aber nur bis zu einem gewissen Grade! Es wird später gezeigt werden, dass wir – vom Standpunkt der Rohstoff-Beschaffung aus – diesen Grad bereits überschritten haben. Hier liegt das *Problem der Steuerung!*

## Produktionswerte

Auf diesem Gebiet Berechnungen anzustellen, ist sehr schwer, da je nach Holzart oder Weiterverarbeitungsgrad in der Industrie ganz verschiedene Endwerte anfallen können. Trotzdem soll versucht werden, in Tabelle 3 rohe Angaben zu machen; sie stammen aus Berechnungen von *Bittig*.

Ohne weiter auf die Berechnungsart einzugehen, kann Tabelle 3 wie folgt kommentiert werden:

1. Der Produktionswert der untersuchten Branchen liegt bei über 600 Millionen Franken. Da die Wertschöpfung bei den Schnittwaren relativ klein ist, beträgt deren Anteil jetzt nur noch etwas über 70%, ist also dennoch sehr bedeutend.

2. Da diese Betriebe nur *Halbfertigfabrikate* herstellen, kann die wirtschaftliche Bedeutung erst errechnet werden, wenn man die nachfolgenden Erzeugnisse mit einbezieht. Rechnen wir den Wert dieser Erzeugnisse (Möbel, Bauschreinereiwaren, Kisten, Treppen, Dachstühle, Holzleimbau usw.) hinzu, kommen wir bereits auf einen Produktionswert von eineinviertel Milliarde Franken. Die Wertschöpfung ist also etwa gleich hoch wie der Produktionswert der Halbfertigfabrikate. Vergleichen wir die letzte Zahl mit dem Sozialprodukt im Jahre 1971 (100, 76 Milliarden Franken), so kommen wir zum Schluss, dass der Anteil der untersuchten Branchen etwa 1,3% beträgt. – Um ein noch besseres Bild zu erhalten, müssen noch die Importe von Möbeln, Bauschreinereiwaren, Kisten usw. einbezogen werden. Dann erhöht sich der Wert auf 1,6 Milliarden Franken oder 1,6% des Brutto-sozialproduktes. – Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass unter Einbezug von Papieren und Kartons, die ja auch aus Rohholz erzeugt werden, der Anteil der gesamten Holzwirtschaft am Brutto-sozialprodukt 2 bis 2½% ausmacht.

3. Die Zahlen aus dem Jahre 1971 stimmen ziemlich gut überein mit denjenigen, die ich Ende der fünfziger und Mitte der sechziger Jahre berechnet habe. Eine *Verminderung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Holzwirtschaft im Laufe der Zeit kann auf alle Fälle nicht nachgewiesen werden*.

4. Versucht man, den im Bauwesen verbrauchten Holzanteil wertmässig mit demjenigen anderer Baustoffe zu vergleichen, so kommt man nach *Sell* zu etwa folgenden Zahlen:

Kunststoff-Verbrauch	400 Mio Fr.
Beton- und Mörtel-Verbrauch	1800 Mio Fr.
Konstruktionsstahl-Verbrauch	170 Mio Fr.
Holz- und Holzwerkstoff-Verbrauch	600 Mio Fr.

## Betriebsverhältnisse

Die Verarbeitung des Holzes zu Furnieren und Platten ist stark automatisiert, wird aber weiter veredelt als das bearbeitete Holz in den Sägereien. Es ist deshalb zu vermuten, dass pro Kubikmeter Rohstoff im Gewerbe weniger Personen eingesetzt werden müssen als in den betreffenden Industrien.

Die letzte zur Verfügung stehende Betriebszählung stammt aus dem Jahre 1965. Daraus ist ersichtlich, dass in der gesamten Holzwirtschaft (ohne Zellulose und Holzschliff) 86635 Personen ihre Beschäftigung fanden; das sind 3,7% aller Beschäftigten in der Schweiz. Für die im vorliegenden Bericht untersuchten Branchen sind es 11204 Beschäftigte oder knapp 5 Promille aller Tätigen. Unter der Annahme, dass 8 Jahre später ungefähr gleich viel Beschäftigte vorhanden waren, kommt man zum Schluss, dass heute ein Beschäftigter in der Sägerei pro 320 m<sup>3</sup> Einschnitt nötig ist, in der Faser-, Span-, Furnier- und Sperrholzindustrie hingegen ein Beschäftigter pro 240 m<sup>3</sup> verarbeitetes Rundholz-Äquivalent. Für alle genannten Wirtschaftszweige zusammen wird ein Beschäftigter pro 300 m<sup>3</sup> Rohholz eingesetzt; diese Menge wird jährlich nachhaltig in ca. 60 ha Wald zuwachsen.



Über die heute bestehenden Betriebe gibt Tabelle 4 Auskunft. Zu den einzelnen Zweigen kann kurz zusammengefasst folgendes gesagt werden:

**Sägereien:** Starke *Schrumpfung* der Betriebe von 1959 bis 1971 von ca. 2700 Betrieben auf knapp 1600 Betriebe oder um mehr als 40%. Da aber im Jahre 1971 etwa 400 000 m<sup>3</sup> mehr eingeschnitten wurden als im Jahre 1959, werden heute pro Betrieb etwa 1500 m<sup>3</sup> eingeschnitten gegenüber knapp 800 m<sup>3</sup> im vorangegangenen Stichjahr. Interessant ist die Feststellung, dass die Zahl der Betriebe, die weniger als 1000 m<sup>3</sup> pro Jahr eingeschnitten haben, sehr stark abgenommen hat und der absolute Zuwachs in den Kategorien von 5000 bis 10000 m<sup>3</sup> am höchsten war. Noch interessanter ist die Feststellung, dass die Anzahl reiner Sägereien stabil geblieben ist und diese Betriebe ihren Einschnitt verdoppelt haben. Der Eliminierungsprozess hat also bei den mit anderen Betrieben verbundenen Sägereien stattgefunden. Die jetzt rund 500 reinen Sägereien schneiden jetzt 49% des verarbeiteten Stammholzes ein. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass der Kantholz-Einschnitt 28% des gesamten Nadelholz-Einschnittes beträgt.

**Furnierwerke:** Seit 1959 sind zwei Werke verschwunden und die verarbeitete Rundholzmenge fiel von 78 000 m<sup>3</sup> auf 68 000 m<sup>3</sup>. Bei 65% der verarbeiteten Menge handelt es sich um Tropenholz.

**Faserplattenwerke:** Heute bestehen nur noch zwei Betriebe, von denen der eine nur Isolier- oder Akustikplatten herstellt, der andere nur Hartplatten. Währenddem die Herstellung weicher Platten bereits in den früheren sechziger Jahren ihre Spitze erreicht hat, nimmt diejenige für Hartplatten kontinuierlich zu. Als Rohstoffe dienen heute zu 98% Abfälle der Sägereien.

**Spanplattenwerke:** Die Anzahl der Betriebe hat sich stark entwickelt, da im Jahre 1959 nur 5 Unternehmen bestanden; bis vor kurzem waren es 11, jetzt sind es deren 10. Der Anteil des Restholzes am Rohstoff beträgt ungefähr einen Drittel (ca. 200 000 m<sup>3</sup> Rundholz-Äquivalent).

Zum Schluss dieser Betrachtungen soll anhand einiger Kennziffern die betriebliche Entwicklung dargestellt werden (Tabelle 5). Es wurde dabei bewusst die Spanplattenindustrie gewählt.

Dank der Umsatzsteigerung konnten die fixen Kosten auf mehr Kostenträger verteilt werden, so dass der Grundsatz der *Kostendegression* bei Umsatzsteigerung hier voll zur Geltung kommt. Dazu kommt, dass durch Rationalisierungen die Arbeitsstunden pro Einheit gewaltig gesenkt werden konnten und der Inflations-Effekt bei weitem aufgehoben wurde. Die *Arbeitsproduktivität stieg gewaltig an*. Nur nebenbei darf erwähnt werden, dass den Betrieben in der Zwischenzeit noch andere Kosten entstanden sind; denken wir in erster Linie an die Ausgaben für *Abwasser-Reinigung* sowie *Vorrichtungen zur Vermeidung von Staub und Lärm*.

Die erwähnten Kennziffern gelten sicher auch prinzipiell für die Faserplatten- und Furnierwerke. Bei den Gewerbebetrieben – namentlich den Sägereien – ist eine solche Entwicklung nicht möglich. Eine Erhöhung des Rundholzpreises kann nur zum Teil durch Produktivitäts-Steigerungen kom-

Tabelle 5. Kennziffern-Entwicklung der Spanplattenindustrie

Kennziffer	Einheit	1961	1974	1974, wenn 1961 = 100
Produktion	m <sup>3</sup> /Jahr	94 000	448 000	475
Rohstoff: Nadelholz	Fr./Ster	35	51	147
Rohstoff: Laubholz	Fr./Ster	27	39	145
Löhne	Fr./Stunde	5.10	15.45	305
Plattenerlös	t/Fr.	710	440	62
Lohnstunden pro Platte	Stunde/m <sup>3</sup>	14,7	2,6	18
Leim	Rp./kg	82,5	89	108

pensiert werden, da der Preis des Rohmaterials rund zwei Drittel aller Selbstkosten der Schnittwaren ausmacht, währenddem dies bei den Spanplatten kaum 40% sind. Eine bessere Kapazitätsausnutzung der Sägereimaschinen zieht auch vermehrte Stammholzbeschaffung mit stark erhöhten Vorfrachten nach sich. Untersuchungen haben aber ergeben, dass auch die Arbeitsproduktivität in den Sägereien stark gestiegen ist, allerdings nicht in dem Masse wie dies bei der Kennziffer in Tabelle 5 gezeigt wird.

#### Volkswirtschaftlicher Nutzen

Bei der Untersuchung der wirtschaftlichen Bedeutung dieser holzwirtschaftlichen Branchen ist noch zweifellos die Wirkung auf die Waldwirtschaft als Rohstofflieferanten zu berücksichtigen. Es geht bei dieser Betrachtung weniger um die Einnahmen, welche die Forstbetriebe aus dem Erlös der verschiedenen Sortimenten erhalten, als vielmehr um die Beantwortung der Frage, wie das Betriebsgeschehen im Wald wäre, wenn die heute etwa 3 Millionen m<sup>3</sup> Rundholz, welche diese Branchen jährlich verarbeiten, nicht mehr abgesetzt werden könnten.

Es ist bekannt, dass der Schweizer Wald Leistungen zu erbringen hat, die im hohen bis höchsten öffentlichen Interesse liegen. Der Wald unserer Gebirgstäler hat Schutz zu bieten gegen Erosion, Lawinen, Steinschlag und Wildbäche; andere Waldungen bieten Schutz gegen Staub, Rauch und bilden Lärmbarrieren. In der Umgebung grösserer Agglomerationen oder in Fremdenverkehrsgebieten hat der Wald wichtige *Erholungsfunktionen* zu erfüllen. Es ist aber auch schon lange bekannt, dass diese sogenannten «Dienstleistungen» optimal nur erfüllt werden können oder noch schärfer ausgedrückt, vom Forstgesetz verlangt werden – wenn sie entsprechend *bewirtschaftet* werden. Laufend muss deshalb Holz geschlagen werden, sei es in Form von Durchforstungen oder von Verjüngungsschlägen. Die *Bereitstellung des Rohstoffes Holz ist also Mittel zum Zweck*, d.h. zur Erreichung der im öffentlichen Interesse liegenden Waldfunktionen. Durch den *gewinnbringenden Verkauf* des Holzes werden die Waldbesitzer in die Lage versetzt, ihre Wälder *ohne Hilfe der öffentlichen Hand zu bewirtschaften*.

Im Jahre 1974 erhielten die öffentlichen Waldbesitzer der Schweiz aus dem Stammholzverkauf 275 Millionen Franken und aus dem Erlös des Industrieholzes weitere 40 Millionen Franken. Eine Schätzung des Verkaufswertes dieser Sortimenten aus dem Privatwald ergibt zusätzliche 100 Millionen Franken, also total 415 Millionen Franken. Zieht man den Anteil der Holzschliff- und Zelluloseindustrie sowie den Auslandsbedarf der Furnierindustrie ab, so darf angenommen werden, dass die untersuchten Branchen der Holzwirtschaft der schweizerischen Waldwirtschaft etwa 300 Millionen Franken bezahlt haben. Mit diesen Geldern konnten nicht nur die Ausgaben für die Bereitstellung der verkauften Sortimenten bezahlt werden, sondern auch die übrigen Betriebsausgaben wie Verwaltung, Jungwuchs- und Dickungspflege sowie Strassenunterhalt.

Tabelle 4. Bestehende Betriebe 1971/73

Branche	Anzahl	Rundholzverbrauch in m <sup>3</sup> (Rundholz-Äquivalent)	
		Total	pro Betrieb ca.
Sägereien	1556	2 330 000	1 500
Furnierwerke	16	68 000	4 000
Faserplattenwerke	2	78 000	39 000
Spanplattenwerke	10	490 000	49 000

Selbst ein Teil der Neuinvestitionen konnten damit finanziert werden. Diese Einnahmen ermöglichten den Forstbetrieben, die vom Gesetz verlangten Dienstleistungen aller Wälder zu erbringen. Man kann es auch anders ausdrücken: Holzindustrie und Holzgewerbe zahlten alle Aufwendungen, welche die Waldeigentümer im Interesse der Öffentlichkeit zu erbringen haben.

Würden aus irgendwelchen Gründen die zur Diskussion stehenden Holzprodukte *verdrängt* oder aus dem *Ausland* bezogen, so müssten die Waldbesitzer trotzdem ihre Betriebe mit einem *minimalen Aufwand* aufrecht erhalten. Hier sind zwei Ausgaben Gruppen zu unterscheiden, von denen die Aufwendungen für die eine bekannt ist, für die andere hingegen nicht.

Untersuchungen meines Institutes haben ergeben, dass im Durchschnitt pro Jahr Fr. 4.– pro Kubikmeter gefällten Holzes ausgegeben werden für zusätzliche Aufwendungen zur Beibehaltung oder Erhöhung der Schutz- und Dienstleistungsfunktionen des Waldes. Das ergäbe für die ganze Schweiz einen Betrag von 15 bis 20 Millionen Franken pro Jahr.

Dazu müsste eine *noch nicht bekannte minimale Menge* von Holz geschlagen werden, um eine Überalterung der Waldungen, ihre Naturverjüngung und Standortfestigkeit zu erhalten. Das wären im extremsten Falle, wenn überhaupt kein Holz mehr verwendet würde, etwa 5 Millionen m<sup>3</sup>. Nehmen wir ein Minimum von Fr. 30.– pro m<sup>3</sup>, so kommen wir auf zusätzliche 150 Millionen Franken. Bei Berücksichtigung einer Teuerungsrate käme man bald auf einen Betrag von 200 Millionen Franken pro Jahr.

Es ist zu vermuten, dass es sich bei diesen Überlegungen – zum mindesten gesamtschweizerisch – um eine «Gedankenakrobatik im luftleeren Raum» handelt. Es muss aber doch darauf hingewiesen werden, dass sich in einigen Gebieten unseres *Gebirgswaldes* solche Verhältnisse anzubahnen beginnen. In abgelegenen Gebieten lohnt es sich schon seit einiger Zeit nicht mehr, das Holz zu fällen und zu verkaufen, da die Aufwendungen für Rüsten und Transport allein bereits höher sind als der zu erwartende Erlös. Die Waldungen wachsen aber weiter, sie werden aber nicht mehr gepflegt und überaltern; die *Gefahr eines grossflächigen Zusammenbruchs ist zweifellos vorhanden*. Es steht im Prinzip fest, dass dann die Öffentlichkeit helfen muss, sei es durch Transportbeiträge für gerüstetes Holz, sei es durch sogenannte «Flächenbeiträge». Dann kommt mit allem Nachdruck der Spruch zum Tragen «*Wer Wald will, muss auch Holz wollen*»! Dass sich der Bund dieser Probleme bewusst ist, zeigen die vor kurzer Zeit publizierten «Grundsätze über den volkswirtschaftlichen Ausgleich» bei den Raumplanungsleistungen unserer Forstwirtschaft. Man rechnet mit jährlich 10 bis 20 Millionen Franken für Beiträge des Bundes an die organische Produktion auf Grund von Waldpflege- und Waldsanierungsplänen. Die Finanzierung soll gemäss der Mehrwertabschöpfung kantonaler Erträge und aus zusätzlichen allgemeinen Bundesmitteln erreicht werden, wobei allerdings zuerst das Eidg. Forstpolizeigesetz ergänzt werden muss.

Um trotzdem in diesem Zusammenhang wieder auf den Boden der Realität zu kommen und damit den Anschluss an meine Fortführungen über die zukünftige Problematik zu finden, soll der Vorbericht der «Expertenkommission» (erschienen im Jahre 1971), wörtlich erwähnt werden:

«Bei 10%iger Lohnkostensteigerung pro Jahr und 0,5%iger Holzpreissteigerung dürfte die auf den Markt gebrachte Holzmenge bis zum Jahre 1980 auf rund 2 Millionen zurückgehen und somit nur noch 50% der Holzmenge von 1970 betragen. Besonders gross wird der Rückgang des Angebotes von Industrieholz sein, da sich bei diesem das Kostenerlösverhältnis ungünstiger entwickeln wird als beim Stammholz.»

## Schlussbemerkungen

Die Holzwirtschaft als Ganzes hat seit Ende des 2. Weltkrieges ein Wachstum entwickelt, das dem anderer Zweige der Volkswirtschaft nicht nachsteht; in einzelnen Branchen ist das *Wachstum überdurchschnittlich* gewesen. Die untersuchten Branchen nehmen heute der Waldwirtschaft ca. 3 Millionen m<sup>3</sup> Holz ab und zahlten dafür im Jahre 1974 den schweizerischen Waldbesitzern ca. 300 Millionen Franken. Die Produktion der daraus hergestellten Halbfertigfabrikate beträgt mehr als das Doppelte, und der Wert der daraus hergestellten Produkte beträgt ca. 1,6% des Bruttosozialproduktes. Die im Bauwesen verbrauchten Holzprodukte haben einen Wert, der weit über dem der Kunststoffe und des Konstruktionsstahls liegt. Ehemals wertlose Abfälle des Sägereigewerbes konnten zu einem wertvollen Rohstoff für die Plattenindustrie gewandelt werden, um damit zu einer *wesentlichen Wertschöpfung der Holzwirtschaft* beizutragen.

Praktisch alle Branchen haben im Laufe der letzten Jahrzehnten oder der letzten Jahre einen *Konzentrationsprozess* erlitten, der besonders beim Sägereigewerbe ausgeprägt ist. Diese *Umstrukturierung fand ohne staatliche Einflussnahme* statt, d.h. ohne Stilllegungsgelder, zinslose Darlehen, Eingriffe in die Handels- und Gewerbefreiheit usw.

Der Holzverbrauch hat sich in einer freien Verkehrswirtschaft entwickelt und ohne nennenswerten staatlichen Schutz. Nur nach der Sturmkatastrophe im Jahre 1967/68 konnten mit Hilfe der Öffentlichkeit vermehrte Mengen Schnittwaren ausgeführt werden. Der Zoll- und Kontingentabbau innerhalb der EFTA konnte die erfreuliche Entwicklung nicht hemmen und auch die industrielle Freihandelszone mit der EWG hatte keinen Einfluss auf die Entwicklung. Den einzigen staatlichen Schutz in diesem Zusammenhang geniesst die Spanplattenindustrie, indem der gesamte Zollabbau anstatt auf den 1. Juli 1977 erst auf den 1. Januar 1982 stattfinden wird.

## Zukünftige wirtschaftliche Bedeutung

In den folgenden Ausführungen soll bewusst eine weitere Zukunft betrachtet werden, denn nach der rasch wachsenden Konjunkturlage der letzten zwei Jahre und des in nächster Zukunft sehr unsicheren Wirtschaftsgeschehens kann nur eine *Trendbetrachtung* sinnvoll sein.

In der gegenwärtigen Rezession leidet die Bauwirtschaft unter einem überdurchschnittlichen Rückgang der Nachfrage. Beim *Tiefbau* kann aber bis 1980 mit einer Erholung bis auf den Stand zu Beginn der siebziger Jahre und hernach mit einem normalen Wachstum gerechnet werden. Beim *Hochbau* hingegen wirkt sich neben der Konjunktur auch die *Stagnation der Bevölkerung* aus. *Nach Überwindung der Rezession wird sich ein neues Gleichgewicht auf tieferem Niveau einstellen* und erst gegen 1990 das Niveau vom Ende der sechziger Jahre erreichen. Der Bau von Einfamilienhäusern wird sich rascher erholen als derjenige von Mehrfamilienhäusern. Die Aufwendungen für *Renovationen* werden rasch zunehmen, ebenso die *Baufwendungen für Alters- und Pflegeheime*; hingegen nehmen die für Schulhäuser und Kindergärten ab.

Für eine längere Periode – etwa bis zum Jahre 2000 – wird allerdings angenommen, dass die konjunkturellen Probleme und die strukturellen Veränderungen die langfristige Chance unserer Bauwirtschaft nicht berühren.

## Holzverbrauch in der Zukunft

Der Holzbedarf eines Wirtschaftsgebietes hängt in der Zukunft von zahlreichen Einflussgrössen ab. Als wichtigste können genannt werden: Alters- und Sozialschichtung der Bevölkerung, verfügbares Einkommen und seine Verteilung, Haushaltzahl und Grösse, Preise der Holzprodukte und ihrer Substitutionsgüter, industrielle Entwicklung, Bautätigkeit und



Bautechnik, Forschungsintensität, Gesetzgebung, Marketing und Werbung. Die meisten Einflussgrößen sind miteinander verknüpft, statistische Daten liegen aber in der Regel nur wenige vor. Neuere Prognosen sind deshalb von der Trendextrapolation abgekommen und arbeiten mit Modellen, die in mathematischer Form als *Ein- und Mehrgleichungssysteme* dargestellt werden. Man arbeitet mit Parametern und Variablen. Auffallend ist, dass bei all diesen Prognosen die Annahme konstanter Preisrelationen besteht, dass Substitutionsvorgänge infolge von Preisänderung der einzelnen Baustoffe ausbleiben. Dies mag wirklichkeitsfremd erscheinen, ist aber darauf zurückzuführen, dass Preise nur sehr schwer oder gar nicht projizierbar sind und Modelle mit dem Preis als erklärender Variabler schwer zu lösende Probleme stellen. Über die Nachfrage- und Angebots-Elastizität des Holzpreises ist nur sehr vereinzelt geforscht worden. Viele Autoren messen auch den Auswirkungen von Preisveränderungen auf die langfristige Bedarfsentwicklung geringere Bedeutung zu.

Für Europa berechnet die FAO/ECE für das Jahr 2000 einen Rundholzverbrauch von 630 Millionen m<sup>3</sup> gegenüber 425 Millionen m<sup>3</sup> im Jahre 1970. Der Anstieg des Verbrauches im Bauwesen soll in diesen 30 Jahren etwa 90 Millionen m<sup>3</sup> betragen, der Schnitwareverbrauch steigt um knapp 20 Millionen m<sup>3</sup>. Aus einer anderen Studie geht hervor, dass von 1975 bis 1985 der Nadelstammholzverbrauch in den Industrienationen (zu der auch die Schweiz gehört) um 9% steigen wird, derjenige der Laubschnitware um 15%, von Sperrholz und Furnieren um 38% und von Faser- und Spanplatten um 45%.

Dass der zukünftige Verbrauch dieser Holzprodukte von der Entwicklung des Baumarktes abhängt, ist bekannt. Bekannt ist aber auch, dass die jährliche Zuwachsrate 1958 bis 1969 beim Baugewerbe mit 7% überdurchschnittlich hoch war, denn die gesamtschweizerische Zuwachsrate der Inlandnachfrage betrug nur 5,5%. Damit war auch die Wachstumsrate der Holzwirtschaft mit 5,8% über dem Durchschnitt. – Für die Periode 1970 bis 2000 wird die jährliche durchschnittliche Zuwachsrate der gesamtschweizerischen Inlandnachfrage mit 3,4% bedeutend kleiner sein; immerhin steht das Baugewerbe mit einem Satz von 4,1 bis 4,2% *wieder über dem Durchschnitt*. Sofern also das Holz seinen Anteil an den Bauten halten kann, wird der Holzverbrauch ebenfalls eine überdurchschnittliche Zuwachsrate zeigen.

Trendextrapolationen, Modellrechnungen und wissenschaftlich erarbeitete Indices geben also für die Zukunft des Holzes einen tröstlichen Ausblick, und nichts spricht dafür, dass die wirtschaftliche Bedeutung der untersuchten Holzwirtschaftszweige zurückgehen werde.

### Rohstoffbasis

Seit einigen Jahren beginnt man sich allgemein vermehrt Gedanken zu machen über die *Rohstoffreserven*. Die Schwierigkeiten von genauen Bestandesaufnahmen sind gross, denn viele Fundorte sind nur oberflächlich bekannt und der wirtschaftliche Abbau ist schwer zu berechnen. Unter der Voraussetzung, dass die Preise doppelt so hoch wie vor etwa zwei Jahren sein werden, kommen Fachleute zum Schluss, dass bei Anhalten des jetzigen Verbrauchs die Vorräte der meisten *schweren Metalle* – mit Ausnahme von Mangan und Eisen – im Jahre 2000 erschöpft sein werden; die beiden genannten Metalle könnten noch 50 Jahre länger abgebaut werden. Die *Erdölvorräte* wären in ungefähr 30 Jahren erschöpft, die von *Erdgas* in knapp 40 Jahren und die von *Kohle* unter den genannten Voraussetzungen erst nach 150 Jahren. Man wird im Prinzip diesen Zahlen glauben müssen, denn während des Abbaus dieser Rohstoffe findet keine entsprechende Neubildung statt. Die Lieferanten dieser Grundstoffe sind sich dessen bewusst, und als Folge davon werden die Preise steigen.

Grundsätzlich anders liegen die Verhältnisse beim *Rohstoff Holz*. Ohne hier auf die Situation in Europa oder in anderen Kontinenten einzugehen, soll nur die *Situation der Schweiz* dargestellt werden. Das jährliche Produktionsvermögen des Schweizer Waldes kann auf 5,3 Millionen m<sup>3</sup> veranschlagt werden. Dem steht eine jährliche Nutzung von 3,5 bis 4 Millionen m<sup>3</sup> gegenüber. Um aber die bestehenden Waldungen in einen Gleichgewichtszustand überführen zu können, sollten in den nächsten Perioden 6 bis 7 Millionen m<sup>3</sup> geschlagen werden. Zusätzlich könnten also ohne weiteres eine Million Nadelstammholz und eine doppelte Menge von Industrielholz zur Herstellung der holzhaltigen Platten bereit gestellt werden. *Mengenmässig kann also auch auf lange Zeit nicht mit einer Rohstoffknappheit der in Frage stehenden Holzwirtschaftsbetriebe gerechnet werden*. Im Gegenteil, aus waldbaulichen Gründen sollte das Holzangebot gegenüber heute dringend erhöht werden. Holz als Rohstoff hat also in der Schweiz gegenüber vielen anderen Baustoffen eine günstige Ausgangslage für die Zukunft.

### Potentielle Vorteile

#### Umweltbelastung

Die künftige Beseitigung vieler Umweltbelastungen (wie Schmutzfrachten und Schadstoffe) verlangt die *Entwicklung umweltfreundlicher Produkte*, also von Gütern, deren chemische und physikalische Beschaffenheit nach dem Gebrauch eine relativ unproblematische Zerlegung in ihre schadlosen Bestandteile erlauben oder die wieder in den Produktionsprozess zurückgeführt werden können. Holz als Bau- und Werkstoff hat hier verschiedene *Vorteile* gegenüber anderen Baustoffen. Bei der «Herstellung» des Rohstoffes im Wald wird das schädliche Kohlendioxid gebunden und die Luft mit Sauerstoff angereichert. *Rohholz ist also nicht nur ein umweltfreundlicher, sondern sogar ein umweltschonender Baustoff*. Bei der Herstellung der in Diskussion stehender Produkte entwickelt kein Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und -dioxid oder Stickstoffdioxid sowie Russ; andere schädliche Emissionen halten sich im erträglichen Rahmen. Die Forderung, welche die Allgemeinheit in naher Zukunft an alle Rohstoffe stellen muss, ist beim Holz bereits erfüllt, so dass in diesem Zusammenhang *keine teuren Entwicklungen* mehr nötig sind. Wenn in naher Zukunft Belastungswertgrenzen für die wichtigsten Verschmutzungskomponenten aufgestellt werden, berühren diese die Technik der Holzbearbeitung und -verarbeitung kaum.

In Zukunft wird man auch verlangen, dass die Güter eine *längere Lebensdauer* besitzen als bisher. Die «Wegwerf-Tendenz» wird länger denn je als schädlich empfunden. Dass hier beim Holz bestimmte Probleme entstehen, ist bekannt. Die Lebensdauer der Holzprodukte hängt von verschiedenen Einflüssen ab, wie denjenigen des Lichtes, des Windes, des Regens, der ultravioletten Strahlung, der Pilze und der Insekten. Die Lebensdauer ist, bei gleichen Bedingungen, von Holzart zu Holzart und von Werkstoff zu Werkstoff verschieden. Bei der Holzverwendung im Innenbau wird im Zusammenhang mit dem Problem der Umweltbelastung die Verlängerung der Lebensdauer keine Rolle spielen. *Noch nicht gelöst* ist allerdings das *Problem der Konservierung des Holzes bei seiner Verwendung im Aussenbau*, doch bestehen berechtigte Hoffnungen – nicht zuletzt dank den Forschungsarbeiten an der EMPA Dübendorf und St. Gallen – dass auch hier in relativ kurzer Zeit wirksame Holzschutzmittel entwickelt werden können, die den Normen des neuen Giftgesetzes entsprechen.

#### Energie-Einsparung

Durch die im Verlaufe der nahen Zukunft sich gebietensmäßig aufdrängende Notwendigkeit, den Zuwachs an Energie zu senken und das bis vor kurzem anhaltende Wirtschafts-

Tabelle 6. Energieverbrauch in kg Kohle-Äquivalent (kg CE)

Stoff	Energieverbrauch
Holz (Schnittware)	0,4
Kohle	1
Beton	60
Kalkstein	90
Stahlbeton	162
Ziegel	245
Glas	1 750
Kunststoff	2 000
Stahl	7 900
Aluminium	11 400

wachstum in diesem Sektor in einen Gleichgewichtszustand überzuführen, lassen den Bau- und Werkstoff Holz in einer neuen, bisher ungewohnten Bedeutung erscheinen. Deshalb ist es interessant zu untersuchen, wie günstig Holz – verglichen

mit anderen Bau- und Werkstoffen – hinsichtlich der investierten technischen Energiemenge abscheidet. Tabelle 6 gibt dazu einen Überblick.

Mit Hilfe kostenloser Sonnenenergie gewachsen, ist also bei Holz – verglichen mit anderen Baumaterialien – ein relativ kleiner Energieaufwand für seine Gewinnung, für die Weiterverarbeitung und den Transport erforderlich.

Zusammenfassend darf man sicher behaupten, dass *Bauen mit Holz weniger Energie beansprucht*. Wenn sich auch dieser Vorteil nicht in Franken und Rappen ausdrücken lässt – dies wäre erst der Fall, wenn die vereinzelt bereits diskutierte Besteuerung des Energieverbrauchs im weitesten Sinne eingeführt würde – so erhält man doch den Eindruck, dass in einer nicht allzu fernen Zukunft der Holzkonsum im Bauwesen von diesem Gesichtspunkt her angeregt werden kann.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. H. Tromp, Institut für Forstliche Betriebswirtschaftslehre, ETHZ, Universitätsstrasse 2, 8006 Zürich

## Entwicklungen im Ingenieur-Holzbau

Von Hansjakob Strässler, EMPA, Dübendorf

DK 694.4

Fortschritte und Entwicklungstendenzen im Bauwesen lassen sich am ehesten dadurch ermitteln, dass man den heutigen Stand mit demjenigen in einem früheren Zeitpunkt vergleicht.

Im Jahre 1964 beispielsweise erstellte man Fachwerkträger mit Nägeln (sog. Nagelbrettbinder), Ringdübeln und Bulldogs. Man baute Nagelträger mit Stegen aus gekreuzten Brettlagen und Stegträger aus verleimten Trägern (z. B. Kämpfträger, Häringträger) und stellte viele lamellenverleimte Träger her, die man damals zu Ehren ihres Erfinders noch allgemein als *Hetzerbalken* bezeichnete. Die damaligen Kostenvergleiche [1] ergaben, dass die genagelten bzw. gedübelten Fachwerkträger am preisgünstigsten, die brett-schichtverleimten Balken eher am teuersten waren. – Von den Sonderbauweisen wurden in jenem Zeitpunkt u. a. Trigonit-, Wellsteg- und DSB-Träger verwendet. Die Zeit der verdübelten Balken und auch diejenige der Greimbauweise schien schon lange vorbei zu sein. – Man wusste schon damals, dass es Zackenplatten, Nagelplatten (z. B. vom Typ «Gang-nail»), verschiedenartige Blechverbinder wie Balkenschuhe usw. gibt; ihre Verwendung hierzulande blieb aber eher in bescheidenem Ausmass.

Betrachtet man nun den *heutigen Stand*, so stellt man fest, dass sich in unserem Ingenieurholzbau in den letzten 10 Jahren einiges verändert hat [2]. Fachwerkträger mit Ringdübelverbindungen werden noch bei Lehrgerüsten, jedoch immer weniger für Hallenbauten eingesetzt. Vollwand-Nagelträger sieht man nur noch selten. Die frühere Massenfabrikation von hölzernen Schalungsträgern ist, infolge der Rezession im Bauwesen, sehr stark zurückgegangen. Aus der Vergessenheit aufgetaucht ist hingegen die *Greimbauweise* [3]. Es handelt sich dabei um Fachwerkstrukturen, bei denen die Stabkräfte in den Knotenpunkten mittels Nägeln und Stahlblechen übertragen werden (Bild 1).

Die Bleche stecken in eingefrästen Schlitzten; beim Durchtreiben der Nägel durch die nur 1–1,75 mm dicken Bleche fransen diese etwas aus, wodurch Festigkeit und Verformungssteifigkeit der Verbindung erhöht werden. Bereits stehen in der Schweiz einige Bauten, die nach diesem Verfahren erstellt wurden und es werden noch weitere folgen, denn eine Inner-schweizer Holzfirma widmet sich intensiv dieser Greimbauweise.

Für die Verwendung von *Nagelplatten* vom Typ «Gang-nail» [4], «Beves» u. ä. haben ebenfalls verschiedene einheimische Holzbaufirmen die Lizenz erworben. Serienweise werden Fachwerkbinder bis ca. 20 m Spannweite hergestellt. Feuerverzinkte Nagelplatten werden mittels hydraulischer Pressen gleichzeitig von beiden Seiten her ins Holz der Knotenpunkte und Stoss-Stellen eingetrieben. Es handelt sich also um einseitige Verbindungsmittel, die auf der Träger-Aussenseite sichtbar bleiben. Im Gegensatz dazu sind die «Menig-Nagelplatten» beidseitige Verbindungsmittel; sie werden zwischen die Holzteile eingepresst und sind nur knapp in den Kontaktfugen, nicht aber auf den Träger-Aussenseiten zu sehen (Bild 2).

Viele grössere Sportbauten und Lagergebäude (Bild 3 und Artikel Bogusch) wurden in den letzten paar Jahren aus Fachwerkträgern mit «Menig-Nagelplatten» erstellt; sie gelten, verglichen mit brett-schichtverleimten Trägern, Stegträgern usw., als preisgünstig.

Bei *Fachwerken mit hohen Knotenkräften* kann der Bulldog-Verbinder nicht mehr eingesetzt werden. Hingegen findet man ihn mit einseitiger Zahnung und verstärkter Lochleibungsfläche als Mittel zur Lastübertragung grösserer Bolzenkräfte bei Knotenplatten, Stosslaschen und Stabanschlüssen. Doch bei ganz hohen Lasten genügen auch derartige einseitige Bulldogs nicht mehr; es müssen grössere Lochleibungs- und Lastverteilungsflächen angeordnet werden (vgl. Bild 4).

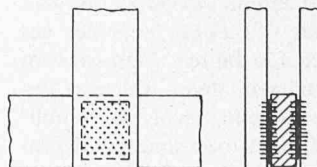
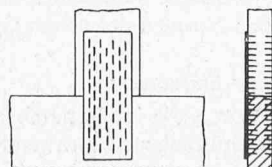
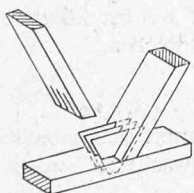


Bild 1. Knotenpunkt in «Greimbauweise» (links aussen)

Bild 2. Stabanschluss mit Nagelplatten vom Typ «Gang-nail», «Beves» usw. (links). Stabanschluss mit «Menig-Nagelplatten» (rechts)