Anforderung an die Werkstoffe des 21. Jahrhunderts

Prof. W. Winter

TU Wien

NUTZUNGSPOTENTIAL UND TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN EINES NACHWACHSENDEN ROHSTOFFES

Das Bauen ist auch in einer modenen, hochentwickelten, industrialisierten Gesellschaft nach wie vor ein Schlüsselbereich des wirtschaftlichen und sozialen Lebens. In den Ländern Westeuropas werden 10 bis 20% des Bruttoinlandproduktes direkt oder indirekt in diesem Wirtschaftszweig erbracht. So betrachtet drängt sich die Frage nach dem «Wie und womit bauen wir» auf. Mit Blick auf das Vertretbare sollten sich die Projektierenden vor einem starren Beharren auf ausgehöhlten Traditionen wie auch vor einem Überbewerten kurzfristiger Modetrends hüten.

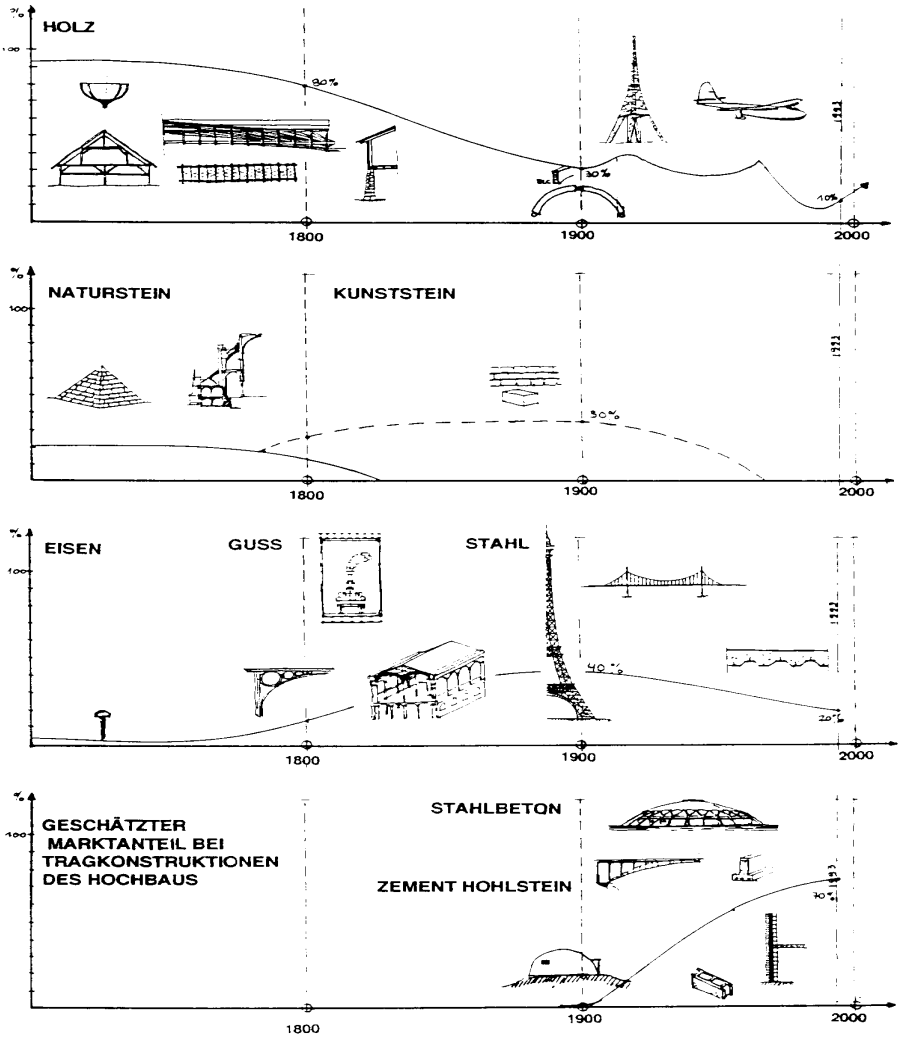
DIE BAUMATERIALIEN IM ZEITENWANDEL

In der Vergangenheit gab es einen konstanten Wechsel bei den jeweils vorherrschenden Bautechniken und Baumaterialien, ausgelöst von der momentanen Verfügbarkeit von Rohstoffen, Energien und Arbeitskräften, aber auch von den wirtschaftlichen und sozialen Gesellschaftsstrukturen sowie den kulturellen und geistigen Wertsystemen. Seit den sozialen Umwälzungen, die die französische Revolution Europa und der Welt gebracht hat, lässt sich ein radikaler Wechsel bei den dominierenden Bautechniken und Materialien feststellen. Jedes Jahrhundert hat sich einem anderen Baumaterial verschrieben:

- Bis zum 19. Jahrhundert waren Holz und Naturstein die dominierenden Baustoffe. Insbesondere das universelle Material Holz wies ein vielseitiges Anwendungsspektrum auf - von der Behausung über Möbel, Geräte bis zu Schiffen und Brücken. Die in geschlossenen, elitären Gesellschaften streng organisierten Zimmerleute und Steinmetze monopolisierten ihr Anwendungswissen und erwarben dadurch eine hohe soziale Bedeutung.
- Das 19. Jahrhundert, also das Jahrhundert der Industrialisierung, schuf neue Sozialstrukturen; mittelalterliche Zünfte und Stände konnten nicht das Arbeiterpotential liefern, das die Industrie benötigte. Allgemeinbildende Schulen ermöglichten den Zugang breiter Schichten zum Wissen. Das «handwerkliche» Material Holz wurde vom wichtigsten Produkt der neuen Industrien, dem Stahl, abgelöst. Dieses neue Material wurde von der kapitalistischen Grossindustrie in unbegrenzten Mengen hergestellt und von ungelernten Arbeitskräften verarbeitet, die im Gegensatz zu den in Zünften organisierten Zimmerleuten zu niedrigen Löhnen arbeiteten. Das notwendige Anwendungswissen wurde von einem neuen Berufsstand, den Bauingenieuren, erarbeitet und an den neu geschaffenen Technischen Hochschulen verbreitet. Diese Demokratisierung des Wissens war notwendig, um das neue Material in industriellen Mengen absetzen zu können. Der «Eisenbahnbau» war der Entwicklungsmotor für den Baustoff Stahl. Beim Bau von Brüc??ken und Bahnhöfen wurden neue Techniken erprobt. Die grossen Weltausstellungen, der Glaspalast und der Eiffelturm ermöglichten spektakuläre Prestigebauten, mit denen sich das neue Bürgertum identifizierte.

- Das 20. Jahrhundert konnte mit dem «weichen, brennbaren» Naturbaustoff Holz wenig anfangen, und auch der Stahleinsatz war keineswegs gesichert, zumal ihm Konkurrenz durch den Stahlbeton erwuchs. Dieser neue Baustoff entstand aus einer Zwangsehe zwischen dem altbekannten Kunststein aus Zement und dem Stahl als «Bewehrung». Erfunden vom französischen Gärtner Monier und lange von den Zementfabrikanten bekämpft, die nicht an die Haltbarkeit des Stahles im Beton glaubten, begann der Stahlbeton seinen unglaublichen Siegeszug. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde hauptsächlich in den europäischen Ländern, die das Kriegstrauma direkt erlebt und erlitten hatten, mit Stahlbeton weiter- und wiederaufgebaut. Dieser junge Baustoff, der sich nach nur 30 Jahren Anwendung bereits das Image des «Ewigen» (Eternit) erworben hatte, drängte den Stahlbau auf einen Marktanteil von 15 bis 20% zurück. Der verständliche Wunsch der westeuropäischen Bevölkerung nach Schutz und Sicherheit und die im Kriegszusammenhang aufgebaute Produktionsstruktur der Betonindustrie verhalfen dem Stahlbeton zu seinen 70 bis 80% Marktanteil im Bauwesen.

In den von den Weltkriegen weniger betroffenen westlichen Industrienationen Nordamerikas und Skandinaviens konnte der Stahlbau im Industrie- und Verwaltungsbau seine ehemalige Bedeutung stärker behaupten. Der Holzbau nahm in diesen Ländern sogar im Hausbau mit 60 bis 90% Marktanteil an Bedeutung zu, während er in Westeuropa mit nur 5 bis 10% Marktanteil dem «Einfamilienbunker» mit gemauerten Wänden und Stahlbetondecken weichen musste.



Übersicht: Die Werk- und Baustoffe in der Darstellung ihrer Entwicklungsgeschichte und Bedeutung

DAS MATERIAL DES 21. JAHRHUNDERTS

Wer kann daran zweifeln, dass der Stahlbeton in Weteuropa der führende Baustoff bleiben wird? Die Zementindustrie hat in den vergangenen Jahrzehnten die Produktion ständig gesteigert, grosse monopolartige Industriekomplexe sind entstanden. Die schweizerische «Holderbank» kontrolliert gegen 50% der gesamten westlichen Zementproduktion, die U.S.A. eingeschlossen. Zusammen mit der meist verstaatlichten und subventionierten Stahlindustrie, die mit dem Bewehrungsstahl wertmässig ca. 50% der Ausgangsmaterialien liefert, stehen hinter diesem Material industrielle Produktionskapazitäten, die für den hohen Verbrauch der 70er und 80er Jahren aufgebaut wurden. Die Produktionsmengen von installierten Stahlwerken und Zementöfen können nicht einfach reduziert werden, die eingesetzte Technik erfordert eine 24-Stunden-Produktion (Hochöfen können bei Nachfragemangel nicht einfach abgeschaltet werden) und die investierten Kapitalien verlangen eine konstante Verzinsung. Bei einer Bedrohung des aktuellen Marktanteils ist ein aggressives Marktverhalten zu erwarten, das vor dem Hintergrund der in den fetten Jahren 1960-1980 erwirtschafteten Gewinne über bedeutende Mittel verfügt, um die Monopolstellung auf dem Baumarkt zu verteidigen.

Entsprechende Marketingstrategien zeichnen sich bereits ab: «Beto-lebendiges Material». Wichtige Normausschüsse, z.B. die für Brandvorschriften, werden von der Betonbranche besonders aufmerksam betreut, so dass es für jedes andere Material sehr schwierig sein wird, sich einen Platz neben dem marktbeherrschenden Stahlbeton zu erkämpfen. Architekten und Ingenieure, die nach Studienplänen ausgebildet wurden, die den 80%-Marktanteil des Stahlbetons widerspiegeln, werden ihrerseits kaum andere Materialien und Bautechniken vorschlagen, für die sie nicht ausgebildet wurden und die nicht den gleichen vorbildlichen technischen Beratungsservice liefern wie der Stahlbeton. Die industrieabhängige Forschung und Entwicklung, deren Hauptauftraggeber der letzten 50 Jahren die Stahlbetonindustrie war, wird sich auf die Lösung der aktuellen technischen Probleme dieses Baustoffes konzentrieren, wie z. B. der Stahlkorrosion im Beton, der Carbonatisierung und dem doch nicht so problemlosen Langzeitverhalten. Der Stahlbeton hat im 21. Jahrhundert keine ernsthafte Konkurrenten zu befürchten, dazu ist er zu entwickelt und zu mächtig. Die entscheidende Frage wird sein, wie er sich den zu erwartenden globalen Änderungen der Rahmenbedingungen anpassen kann. Ist ein Dinosaurierschicksal des Stahlbetons denkbar?

ÄNDERUNG DER RAHMENBEDINGUNGEN

Das 21. Jahrhundert wird das Jahrhundert der Umwlt werden, dies nicht im Sinne eines romantischen «Zurück zur Natur» sondern als existentieller Imperativ für das menschliche Dasein. Wissenschaftler fürchten hauptsächlich zwei Entwicklungen:

- ***Die Erschöpfung der fossilen Energiequellen**:*
  In 50 bis 100 Jahren wird es kein Erdöl mehr geben, in 100 bis 200 Jahren keine Kohle mehr. Die entwickelten Industriegesellschaften, die heute noch 70 bis 80% ihres Energieverbrauchs mit fossilen Energieträgern decken, müssen sich total umstellen, oder sie erleiden das Schicksal der Dinosaurier der Vorzeit.

- ***Die globale Temperaturerhöhung als Folge des Treibhauseffekts:***
  Die entwickelten Industriegesellschaften produzieren unvorstellbare Mengen von Gasen, die die Atmosphäre anreichern und damit den Temperaturausgleich zwischen Erdhülle und All beeinflussen. Im Treibhaus Erde ist eine Temperaturerhöhung von 2 bis 4^0C in den nächsten 100 Jahren vorhergesagt. Wenn man bedenkt, dass sich die durchschnittliche Temperatur auf der Erde - selbst während der Eiszeiten - nie mehr als ein Grad verändert hat, so kann man sich vorstellen, oder vielleicht eben auch nicht, welche radikalen Veränderungen bei den Vegetationen und des Meeresspiegels sich durch eine derart massive Temperaturerhöhung ausgelöst werden können.

Einen ca. 50%-Anteil an den «Treibhausgasen» hat das Kohlendioxyd, das bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern freigesetzt wird. Politiker, die an die mittelfristige Zukunft denken, versuchen zu reagieren und die Gesellschaft zu überzeugen oder zu zwingen, nämlich

- weniger nicht erneuerbare fossile Rohstoffe und Energieträger zu verbrauchen, allgemein den Energieverbrauch zu reduzieren und stärker erneuerbare Energiequellen zu nutzen,
- die Emissionen von Treibhausgasen, speziell von Kohlendioxid, drastisch zu verringern.

Wie sind nun die wichtigsten Baustoffe Beton, Stahl und Holz im Hinblick auf die unumgänglichen Massnahmen zur Reduktion des Verbrauchs fossiler Rohstoffe, zur allgemeinen Reduktion des Energieverbrauchs und zur Reduktion der Emission von Treibhausgasen zu beurteilen?

«KLASSISCHE» ENERGIEBILANZEN

In der Fachliteratur der 80er Jahre findet mn unzählige Ansätze, den Energieverbrauch für die Produktion, die Verarbeitung und das Recycling von Baustoffen (sogenannte graue Energie) zu ermitteln und zu vergleichen. Man summiert alle eingesetzten Energiemengen auf, indem man sie einheitlich in kWh ausdrückt, und vergleicht dann diese aufaddierten Energiemengen pro Volumeneinheit (m^3) oder Gewicht (kg) des produzierten Baustoffes. Eine typische Energiebilanz für die Herstellung von 1 m^3 Schnittholz (KH), Brettschichtholz (BSH), Beton (B), Stahlbeton (SB) bzw. Stahl (S) ist in Tabelle 1 angegeben.

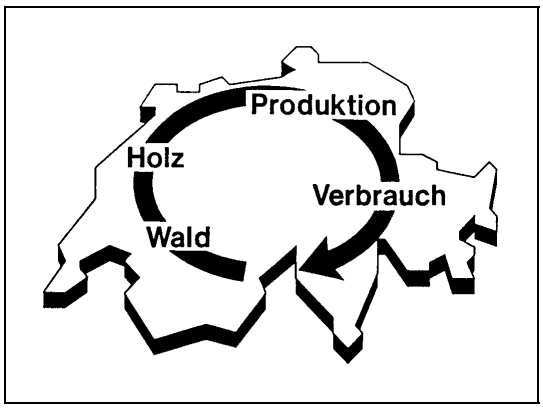
Tabelle 1: Energiemengen zur Produktion von Baustoffen

	KH	**BSH**	**B**	**SB**	**S**
kWh/m^3	660	1200	500	1600	50000
kWh/kg	1.5	2.7	0.2	0.67	6.4

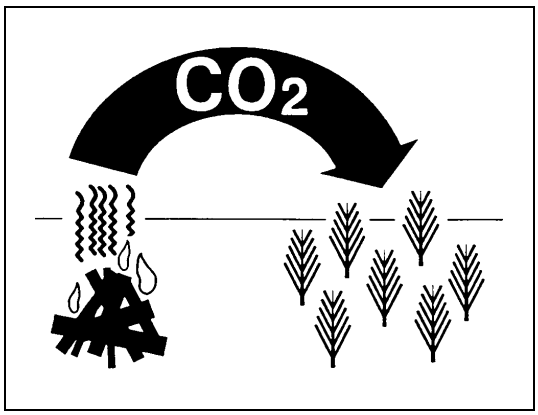
Weitergehende Untersuchungen vergleichen den Energieaufwand zur Herstellung der Tragkonstruktion des gleichen Gebäudes. Tabelle 2 zeigt die Werte, die für eine Industriehalle mit ca. 25 m Spannweite und 1000 m^2 Grundfläche mit Brettschichtholzrahmen (BSH), Stahlbetonfertigteilen (SB) und Stahlrahmen (S) ermittelt wurden.

Tabelle 2: Graue Energie für die Tragstruktur einer Industriehalle

	BSH	**SB**	**S**
Gesamtgewicht (t)	18.5	183	24
Graue Energie (kWh/m^2)	42.6	180	192



Schweizer Holz - Rohstoff mit Nachwuchs. Auf eine bessere Formel lässt sich die Vorzugsstellung des Roh- und Werkstoffes Holz innerhalb eines ausgewogenen, ökologisch sinnvollen Stoffkreislaufes wohl kaum bringen.



Die Verbrennung von Holz setzt nicht mehr CO_2 frei als die Bäume im Verlauf ihres Wachstums gebunden haben. Die gleiche Menge CO_2 wird auch freigesetzt, wenn das Holz ungenutzt vermodert.

Die Interpretation dieser allgemein bekannten Zahlen gab keinen Anlass, die aktuellen Marktanteile der Baustoffe grundsätzlich in Frage zu stellen. Die eingesparte Energiemenge bei der Verwendung von Holz scheint relativ gering, und die Stahlbetonindustrie argumentiert mit gewissem Recht, dass die notwendige Energiemenge zur Beheizung eines Gebäudes, die jährlich ca. 20 bis 80 kWh/m^2 beheizter Nutzfläche beträgt, auf die Lebensdauer eines Gebäudes bezogen die notwendige Energie zur Herstellung des Gebäudes bei weitem übersteigt. Dementsprechend wurde der Reduktion der Heizenergie durch energiesparende Gebäudekonzeption und durch bessere Wärmedämmung erste Priorität eingeräumt. Die Verschärfung der Wärmedämmverordnung in allen europäischen Ländern führte nicht zu einem Entwicklungssprung des Holzbaus, sondern zu Stahlbetonwände mit «aufgeklebter» Wärmedämmung, sehr zur grossen Freude der Dämmstoffindustrie.

«ÖKOBILANZIERUNG» VON BAUSTOFFEN

Man wird sich heute mehr und mehr bewusst, wiekomplex die Folgen des menschlichen Umgangs mit der Biosphäre sind. Es genügt nicht, richtiges und falsches Handeln anhand eindimensionaler Kriterien zu bewerten. Energieverbrauch in kWh ist ein eindimensionales Kriterium. Man fragt sich heute mit Recht, ob es richtig ist, auf Basis von Erdöl hergestellte mineralische Faserstoffe in grossen Mengen zur Erfüllung der im Rahmen der k-Wert-Olympiade vorgegebenen Wärmedämmrichtwerte in derart grossen Mengen einzusetzen. Und auch das gilt es zu hinterfragen: Wie ist das Verhältnis von eingesparter Heizenergie zu aufgewendeter Herstellungsenergie? Wie knapp sind die Rohstoffe? Wie ist die Entsorgung der Materialien? Oder können sie eventuell wiederverwendet werden? Wie aufwendig und kapitalintensiv sind die Herstellungsprozesse? Die Wissenschaft versucht sich mit diesen komplexen Fragen auseinanderzusetzen und ist dabei, ein neues Instrumentarium, die «Ökobilanz» zu entwickeln.

In vorderster Reihe beim Ers tellen von Ökobilanzen finden sich Materialien, die sich durch ihr negatives Abschneiden bei klassischen Energiebilanzierungen in ihrer Existenzberechtigung gefährdet fühlen. Hersteller von PVC-Fenstern legen Ökobilanzen vor, die mit guten Argumenten eine Überlegenheit ihres Produktes gegenüber imprägnierten, nicht recyclingfähigen Holzfenstern nachweisen. Die Holzseite gerät bereits in Argumentationsnot. Seriöse Untersuchungen und Analysen sind notwendig, um die intuitiven Argumente zu untermauern. Nachfolgend seien einige Kriterien skizziert, die bei einer gesamtheitlichen Bewertung des Baustoffes Holz eine Rolle spielen könnten.

- *Energie ist nicht gleich Energie*

Ein Vergleich von Energiemengen, die zur Produktion von Baustoffen benötigt werden, kann nicht nur auf der Basis des reinen Heizwertes der verbrauchten Energieträger erfolgen, sondern er muss die Art des Energieträgers mit berücksichtigen. Obwohl zur Herstellung von einem Kubikmeter Schnittholz die gleiche rechnerische Energiemenge(ca. 600 kWh/m^3) wie für einen Kubikmeter Beton benötigt wird, ist es ein Unterschied, ob die Zementöfen mit CO_2 emittierendem Erdöl befeuert werden oder ob die Holztrocknung, für die 2/3 des Energieverbrauchs bei der Holzherstellung angerechnet werden, hauptsächlich mit aus Holzabfällen gewonnener Energie erfolgt. Wenn die Holztrocknung gar im Freien, also mit Sonnenenergie erfolgt, müsste dies als Energiegewinnung bilanziert werden, vergleichbar mit dem Einsatz von Solaranlagen zur Warmwassergewinnung.

- *Herstellung von Bauholz ist Energiegewinnung*

Ein Kubikmeter trockenes Holz hat einen Brennwert von ca. 2300 kWh, 10 mal mehr als die zum Einschlagen, Einsägen und Transportieren des Holzes verbrauchte Energiemenge (bei Freilufttrocknung). Verglichen mit der Herstellung anderer Baustoffe, bei der knappe Energieträger für immer verbraucht werden, wird bei der Herstellung von Bauholz nicht nur ein nützlicher Werkstoff erzeugt, sondern gleichzeitig ein Überschuss an in Zukunft nutzbarer Energie erwirtschaftet.

- *Rohstoff ist nicht gleich Rohstoff*

Selbst wenn man annimmt, dass die mineralischen Rohstoffe, die zur Herstellung von Zement und Stahl verwendet werden, in unerschöpflichen Mengen zur Verfügung stehen, was zumindest für Kies und Eisenerz nicht sicher ist, muss berücksichtigt werden, dass der Abbau dieser Mineralien «Wunden» in der Umwelt hinterlässt, die «gepflegt» werden müssen. Holz dagegen ist ein Rohstoff, der bei einer ausgeglichenen Waldnutzung nachwächst und sich nicht erschöpft. Der «Abbau» dieses Rohstoffes hinterlässt keine negativen Spuren in der Umwelt (nachhaltig betriebene Waldnutzung vorausgesetzt), ja er ist sogar zur Pflege der Umwelt notwendig, um der aus forsthygienischen Gründen gefährlichen Überalterung der Wälder vorzubeugen.

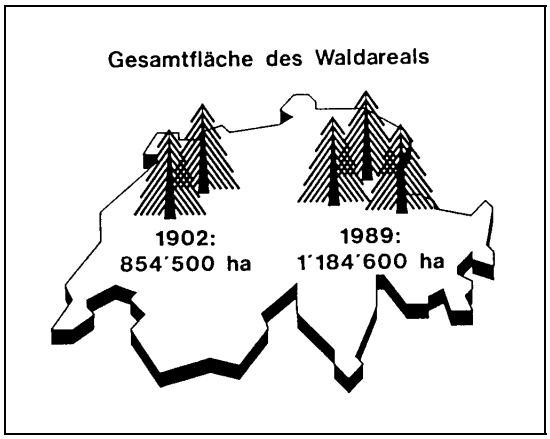
- *Bäume als Sonnenkollektoren, Luftfilter und CO_2-Speicher*

Die Biomasse und speziell die Wälder sind mit die wichtigsten CO_2-Speicher und tragen dadurch zum Gleichgewicht des CO_2-Haushaltes der Atmosphäre bei. Um eine Tonne troc??kener Holzmasse zu bilden, entzieht der Baum der Atmosphäre 1,5 Tonnen CO_2, gleichzeitig erzeugt er 0,6t Wasserdampf und 1,1t Sauerstoff. Die gespeicherten CO_2-Mengen werden zwar beim natürlichen Zerfall des Holzes oder beim Verbrennen (unter Abgabe hoher nutzbarer Energiemengen) wieder frei, doch wird dadurch die Atmosphäre nicht zusätzlich belastet, da die gleiche Menge CO_2 während der Lebenszeit des Baumes, also vor nur 100 bis 200 Jahren, der Atmosphäre entzogen worden war. Die fossilen Energieträger dagegen setzen beim Verbrennen CO_2-Mengen frei, die vor Milliarden Jahren gebunden wurden und dadurch den CO_2-Gehalt der «heutigen», ohnehin schon stark belasteten Atmosphäre effektiv erhöhen.

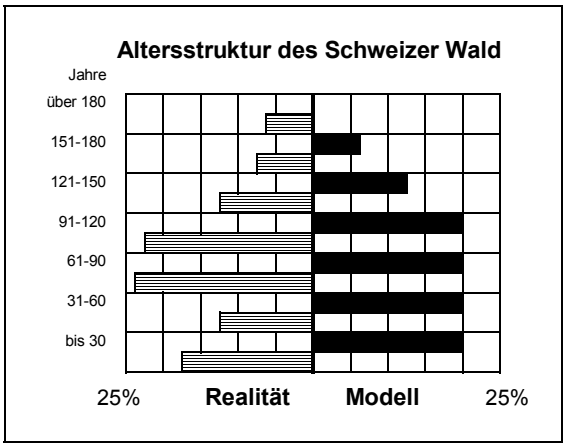
Während den letzten 50 Jahren hat sich der CO_2-Gehalt der Luft um 20% erhöht; zur Zeit werden jährlich weltweit 5 Millionen Tonnen CO_2 durch die Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt, die zur konstanten CO_2-Menge der Atmosphäre von 110 Milliarden Tonnen dazukommen. Weitere 1,5 Millionen Tonnen CO_2 werden jährlich durch die Brandrodung der tropischen Regenwälder freigesetzt, dies allerdings nicht, weil das Holz zum Bauen verwendet würde (dann würde es ja nicht verbrannt), sondern um Weideflächen für die lukrativere Viehnutzung zu schaffen. Gebaut wird in Entwicklungsländern ja kaum mit Holz, sondern nach europäischem Vorbild mit Zement, so dass eine «doppelte» CO_2-Belastung entsteht, einmal weil man Holz verbrennt und zum anderen weil man Zement mit Erdöl produziert, um den verbrannten Baustoff Holz zu ersetzen.

- *Optimale Waldnutzung - ein Gebot der Öko«logik»*

Ökologisch bewusstes Handeln heisst sicher einmal unvermeidbare Schäden nicht willkürlich verschlimmern, also nicht am Ast sägen, auf dem man sitzt, sondern an einem anderen (wenn man das Brennholz tatsächlich braucht) oder nicht die Kuh schlachten, von deren Milch man lebt. Öko«logik» fordert jedoch ebenfalls eine moralische Haltung, Selbstbeschränkung und Bescheidenheit. Zuerst nutzen was man hat und kann, und erst dann,



Die Gesamtfläche des Waldes in der Schweiz hat seit dem Jahre 1902 um fast 39 Prozent zugenommen.



Der Anteil an Verjüngungsflächen sowie die natürliche Vielfalt in den Schweizer Wäldern muss verbessert werden.

wenn alles aufgebraucht ist und keine Alternative mehr besteht, «fremde» Ressourcen angreifen - das ist eine Tradition im menschlichen Umgang mit der Natur...

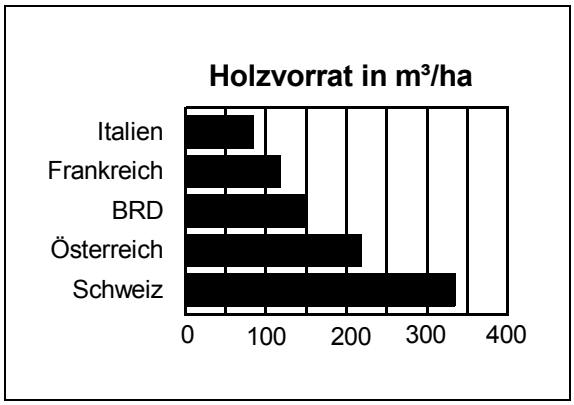
Die Wälder sind wie die Menschheit Bestandteil der Biosphäre, sie wurden zumindest in Europa zu «domestizierten» Kulturwäldern, von und mit denen die menschliche Gesellschaften in gegenseitigem Geben und Nehmen lebten. Es ist bekannt, wie man sie pflegen muss oder zumindest müsste, und was man entnehmen kann, ohne zu schaden. Es ist ein Gebot der Öko«logik», diese Symbiose voll auszuschöpfen, also die Wälder vollständig zu nutzen, sowohl als CO_2-neutrale Energiequelle als auch als fremdenergiesparender Rohstofflieferant. Zum anderen besteht aber auch die Verpflichtung, moralisch sowie auch aus Eigennutz, sie optimal zu pflegen, so dass sie ihre Funktion bei der Klimaverbesserung und als CO_2-Zwischenspeicher voll erfüllen können. Überspitzt gesagt heisst dies, dass man - unabhängig von fragwürdigen eindimensionalen Energiebilanzen und von an aktuellen Marktpreisen orientierten Wirtschaftlichkeitsüberlegungen - zuerst mit Holz bauen sollte, sofern es aus einer vernünftigen Waldpflege quantitativ zur Verfügung steht und keine gravierenden technischen Nachteile mit sich bringt. Und erst wenn die verfügbare Menge aufgebraucht ist bzw. wenn es technisch unmöglich wird, sollte auf künstliche Baustoffe wie Zement und Stahl zurückgegriffen werden.

ZUM NUTZUNGSPOTENTIAL EUROPÄISCHER WÄLDER

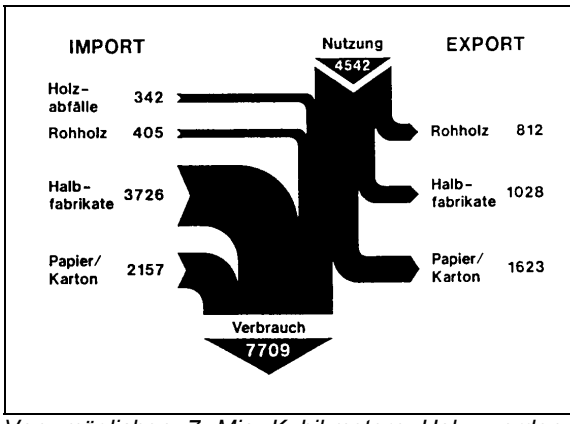
Die europäischen Wälder werden seit dem Zweiten Weltkrieg nur och zu 60 bis 70% ihres jährlichen Zuwachses genutzt. Seit ca. 100 Jahren konnten sich die nun eher unternutzten Wälder regenerieren, und ihr Flächenanteil stieg auf die aktuellen 30% im mitteleuropäischen Durchschnitt. Heute herrscht eher die Tendenz vor, die Waldflächen weiter zu vergrössern, da weniger landwirtschaftliche Flächen benötigt werden. Parallel zum Anwachsen der Waldflächen sank die Nachfrage nach Bau- und Brennholz; Erdöl und Stahlbeton hatten die traditionellen Märkte des Holzes eingenommen. Heute sind die Wälder im Durchschnitt unternutzt und überaltert. Dadurch sind sie anfälliger gegen Schäden (sowohl gegen natürliche Schädlinge als auch gegen «menschengemachte» wie Luftverschmutzung, saurer

Regen etc.), der Holzzuwachs nimmt ab (und damit die gebundene Menge an CO_2) und ungenutzte Holzmengen verfaulen unter «unnötiger» Emission von CO_2. Es ist nicht möglich das Nutzungspotential detailliert zu quantifizieren. Aus globalen Überlegungen können jedoch grobe Einschätzungen abgeleitet werden:

- Der jährliche Zuwachs der aktuellen überalterten, forstwirtschaftlich nicht optimal gepflegten Wälder liegt bei ca. 6 bis 8 m^3/ha. Forstwirtschaftler gehen davon aus, dass der Zuwachs von Wäldern, die zu 100% genutzt werden, auf 8 bis 10 m^3/ha ansteigt und dass optimal angelegte «Plantagenwälder» unter mitteleuropäischen Klimabedingungen Zuwächse von 12 bis 15 m^3/ha erzielen können.



Die Schweiz hat mit 333 m^3/ha den grössten Holzvorrat pro ha Wald in Europa.



Von möglichen 7 Mio Kubikmetern Holz werden jährlich nur 4,5 Mio in den Schweizer Wäldern genutzt.

- Der in den letzten 50 Jahren nicht eingeschlagene Zuwachs der Wälder liegt im Durchschnitt bei 50 bis 100 m^3/ha. Diese Menge kann als «Fettpolster» betrachtet werden, das über den normalen jährlichen Zuwachs hinaus sukzessive eingeschlagen werden könnte.

- Die grossen Waldflächen der schwach besiedelten Länder Skandinaviens (unter Vorbehalten auch Russlands) stellen eine natürliche Versorgungsbasis für Mitteleuropa dar. Man kann davon ausgehen, dass die momentan importierten Mengen von «Nordholz» (ca. 30% des aktuellen Holzkonsums) auch in Zukunft zur Verfügung stehen.

Auf der Basis dieser Annahmen angestellte Modellrechnungen beweisen, dass die Holzmengen, die in mitteleuropäischen Wäldern eingeschlagen werden könnten, unter Beibehaltung der aktuellen Importmengen aus Nordeuropa, ausreichen, um den momentanen Marktanteil des Holzbaus im Bauwesen (Annahme 10% der im Hochbau insgesamt verbauten Baustoffmengen, 50% des gesamten Holzverbrauchs für das Bauwesen) wesentlich zu steigern.

Global kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass bei einer Verdoppelung des heutigen Marktanteils des Holzbaus am Hochbau diejenigen Holzmengen absorbiert würden, die bei einer ökologisch sinnvollen Forstnutzung anfallen. Anders formuliert kann man sich fragen, wer die erhöhten Kosten einer derartigen Forstpflege übernimmt, wenn der Holzbau bei seinem jetzigen Marktanteil bleibt und die anfallenden Holzmengen nicht abnehmen kann?

Tabelle 3: Steigerungsmöglichkeiten des Anteils des Holzbaues am Baumarkt durch höhere Nutzung mitteleuropäischer Wälder

Aktueller Anteil	10%
100% Einschlag des Zuwachses	18%
plus Einschlag der überalterten Masse	21%
Ertragssteigerung durch Auslichtung	28%
10%ige Erhöhung der Waldfläche	32%

DER HOLZBAU UND SEIN TECHNISCHES POTENTIAL

Ein Vergleich der wichtigsten technischen Leistungsdaten der Bustoffe Holz, Stahl, Beton zeigt die Überlegenheit des Baustoffproduzenten «Natur». Holz ist ein mit Zellulosefasern bewehrter Verbundbaustoff mit hohem Hohlraumanteil. Astfreies Holz ist bei gleicher Tragkraft leichter als Stahl, es kann Zug- und Druckkräfte übernehmen und hat annähernd die gleiche Druckfestigkeit wie Beton, der allerdings keine Zugfestigkeit aufweist. Im Gegensatz zu den kristallinen, aus der Mineralwelt kommenden Baustoffen hat Holz auf Grund seines hohen Hohlraumanteiles eine zufriedenstellende Wärmedämmwirkung bei gleichzeitiger Speicherfähigkeit für Wärme und Feuchtigkeit. Es ist das tragfähigste aller wärmedämmenden Materialien.

Jedes Material hat seine Schwachseiten. Beim Stahl ist es die Empfindlichkeit gegen Korrosion und Wärme (Brand und Wärmeausdehnung), beim Beton die Empfindlichkeit gegen Wärmeschwankungen und Risse, beim Holz die Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit und seine Brennbarkeit. Holz ist der ideale «Zehnkämpfer» unter den Materialien mit dem ausgeglichensten Leistungsbild in allen für das Bauen wichtigen «Disziplinen». Im Bereich des Hausbaus hat die Holzbautechnik ihre Leistungsfähigkeit auch unter den hohen Anforderungen entwickelter Industriegesellschaften bewiesen (Beispiel Skandinavien und Nordamerika mit 60 bis 90% Marktanteil des Holzbaus). Im Bereich des Ingenieurbaus, d. h. dem Tragwerks- und Brüc??kenbau mit hohen Lasten, grossen Spannweiten und mehreren Stockwerken ist es schwieriger als im Hausbau, die Leistungsfähigkeit an einer grossen Zahl von Beispielen nachzuweisen. Dies kann an prinzipiellen Schwächen der Holzbautechnik liegen, aber auch an dem zu geringen Entwicklungsaufwand, der von Ingenieuren betrieben wurde, um die Qualitäten des Materials in leistungsfähige Tragkonstruktionen umzusetzen. Einige Ausnahmebeispiele wie die Holzfunktürme der 20er Jahre (bis 160 m Höhe), das grösste Flugzeug der Welt, also die aus Fichtenholz und formverleimten Spanten gebaute «Spruce Goose» der 40er Jahre, sowie einige Grossbauten der 80er Jahre scheinen zu beweisen, dass die geringe Anzahl realisierter Objekte weniger auf prinzipielle technische Grenzen zurückzuführen ist, sondern auf nicht-technische Faktoren des Umfeldes.

AUSBLICK

In Mitteleuropawird der Holzbau das 21. Jahrhundert in einer Marktnische beginnen. Die Gründe, weshalb er seine ehemals dominierende Rolle im Bauwesen verloren hat, sind vielfältig, jedoch kaum technischer Natur. Die technische Leistungsfähigkeit des Materials ist unbestritten; Einzelbeispiele zeigen die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten bis hin zu den komplexesten Bauaufgaben hochentwickelter Industriegesellschaften. Man kann überspitzt sagen: Gäbe es keinen Stahl und keinen Stahlbeton, könnte man alles, oder fast alles, technisch verantwortbar in Holz bauen.

Die Hauptgründe für die untergeordnete Roll des heutigen Holzbaus sind in sozialen und wirtschaftsgeschichtlichen Entwicklungen zu suchen. Industrialisierung, Kapitalismus, Weltkriege, unbekümmerter Umgang mit Rohstoffreserven, unbegrenzte industrielle Produktion, Konzentration und Monopolbildung waren vielleicht notwendige Etappen in der Entwicklung Europas, die Verwendung von Holz widersprach jedoch sicher ihren Gesetzmässigkeiten. Wälder in Europa sind Allgemeingut, es widerspräche den Prinzipien kapitalorientierter Industrieproduktion, sich auf Rohstoffquellen zu verlassen, die nicht frei verfügbar sind. Es ist sicher interessanter, aus Rohstoffen, auf die niemand Anspruch erhebt (wie Mineralien), durch hohen Energie- und Kapitaleinsatz Baustoffe herzustellen, die nur wenige herstellen können. Es wäre sicher töricht, diese Entwicklungen zu verteufeln und neu anfangen zu wollen. Die bestehende industrielle Infrastruktur, das erarbeitete Wissen und die Erfahrung beim Einsatz der künstlichen Baustoffe sind unabdingbare Voraussetzung, um die Aufgaben des 21. Jahrhunderts meistern zu können. Genauso töricht wäre es jedoch, wenn man nur noch künstliche Baustoffe einsetzen würde, deren ökologische Nachteile sichtbar geworden sind. Der Holzbau sollte in diesem Sinne nicht als Alternative, sondern als Ergänzung, als Korrektiv gegen den möglichen Missbrauch der Monopolstellung der künstlichen Materialien verstanden werden. Dazu muss er jedoch aus seiner Nischenposition herausgeführt werden; allein, ohne Unterstützung von aussen, kann er sich gegen die etablierten Marktpositionen nicht so entwickeln, dass er die Rolle des ernsthaften Korrektivs spielen könnte. Die Holzbauer sind zu bescheiden. Zu oft glauben sie, es liege an ihnen, wenn wieder eine Industriehalle mit einer Stahlkonstruktion und mit Profilblechverkleidung gebaut wird, weil die Holzkonstruktion zu teuer war. Und wenn wieder eine Fussgängerbrücke betoniert wird, dann glauben viele, Holz sei nicht tragfähig genug und ungeeignet im Aussenbau.

Die momntanen Marktpreise haben nichts mit Öko«logik» beim Einsatz von Baustoffen zu tun, und schlecht geplante Negativbeispiele sagen nichts über das Leistungsvermögen eines Baustoffes aus, dessen Anwendungstechnologie seit 100 Jahren nur sporadisch weiterentwickelt wurde. Das Entwicklungspotential in der Branche ist vorhanden, um es voll auszuschöpfen, braucht es jedoch erhebliche Anstrengungen auf allen Gebieten, von der Ausbildung über die Forschung bis zur Betriebsrationalisierung. Wenn die Gesellschaft bereit ist, auf die Entwicklung neuer alternativer Energiequellen wie Photovoltaktik oder Kernfusion zu setzen, so muss sie auch überzeugt werden können, dass es sich lohnt, den altbekannten Holzbau weiterzuentwickeln.