Holzbau mit System

Josef Kolb

Holzbau mit System

Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile

Herausgegeben von
Lignum – Holzwirtschaft Schweiz, Zürich

Birkhäuser
Basel

Vorwort

Der Systemgedanke bestimmt die Struktur von Holzbauten. Bis Mitte der neunziger Jahre war es noch hinreichend, die traditionellen Systeme wie Blockbau, Fachwerkbau und Ständerbau zu kennen und sich mit den damals neuzeitlichen Systemen wie Rahmenbau und Skelettbau auseinander zu setzen. Inzwischen hat sich die Situation vollständig verändert: Die Bauten sind deutlich höher und auch grösser geworden. Neue Tragsysteme sind dazugekommen. Nicht mehr allein die Systeme für Tragwerke sind von Belang, sondern auch die Gebäudehülle ist infolge von Systemlösungen zum geschlossenen, jedoch auf das Tragwerk abgestimmten Funktionsträger geworden. Entsprechendes gilt für Geschossdecken und Wände.

Für ein erfolgreiches Holzbauwerk ist der Entwurf massgeblich. Unter dem Begriff «Entwurf» sind das architektonische Konzept, die räumliche Gestaltung und technische Massnahmen zu verstehen. Eine wesentliche Rolle spielt die frühzeitige Wahl des Tragsystems mit den damit verbundenen konzeptionellen und konstruktiven Überlegungen zum Brand- und Schallschutz. Gleichzeitig sind die Systeme für Wärmedämmung, Luftdichtung und Feuchteschutz, die Bedürfnisse der Haustechnik, die Massnahmen für Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Betrieb eines Gebäudes bis hin zu seinem späteren Rückbau zu berücksichtigen. Für Bauschaffende ist es entscheidend, die aus dem Auftrag sich ergebenden Ansprüche mit den Möglichkeiten und Grenzen der technischen Konzepte so zu verbinden, dass sich ein überzeugendes Ganzes entwickelt. Das vorliegende Buch «Holzbau mit System» fördert und stützt derartige konzeptionelle und planerische Arbeiten. Das Detail muss immer Teil des Ganzen sein, und das Ganze wird nur dann perfekt, wenn alle Details stimmen.

Ich danke für Unterstützung und Ermutigung meinen Mitarbeitern Stefan Schuppisser, Rico Kaufmann, Jakob Studhalter, Urs Tappolet und Stefan Rusch, die als auf den Holzbau spezialisierte Ingenieure, Konstrukteure und Planer bei Text, Konstruktion und Zeichnung intensiv mitwirkten. Für die Durchsicht von Manuskripten und für Hinweise zu technischen Fragen danke ich den Holzfachleuten Christoph Fuhrmann, Bernhard Furrer, Hanspeter Kolb, Klaus Richter und Reinhard Wiederkehr; den Bauphysik- und Schallschutzspezialisten Markus Zumoberhaus, Karl Menti, Georg Stupp, Heinz Weber und Beat Kühn sowie den Fachleuten von DGfH und Lignum. Geduldig und genau hat das Team des Verlags Birkhäuser die Herstellung begleitet. Ich danke dem Fachbeirat für fachliche Kritik und Stützung, Ueli Rhiner für die Buchgestaltung und Charles von Büren für die publizistische Begleitung. Dank der Unterstützung durch holz 21, dem Förderprogramm des Bundesamtes für Umwelt BAFU und den Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung ist dieses Buch überhaupt erst zustande gekommen. Wertvolle Förderung hat es zudem von der Lignum (Holzwirtschaft Schweiz), der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH) und von Firmen der Zulieferindustrie für den Holzbau erfahren.

Uttwil, Schweiz, Januar 2007 Josef Kolb

Zur dritten Auflage: Schon nach einem Jahr war die Erstauflage aus dem Jahre 2007 vergriffen. Bereits zwei Jahre später wurde nach der aktualisierten Zweitauflage (Januar 2008) eine Drittauflage (August 2010) und nun, im Jahr 2012, ein unveränderter Nachdruck der dritten Auflage notwendig. Offenbar schliesst «Holzbau mit System» eine Lücke in der Fachliteratur. Seit dem Erscheinen dieser drei Auflagen haben mir zahlreiche Leser, darunter viele Baupraktiker, spontan bestätigt, dass dieses Buch dem aktuellen Baugeschehen entspricht, ja in etlichen Belangen seiner Zeit voraus ist. Besonders dort, wo der Systemgedanke für optimierte Tragkonstruktionen und energetisch höchst wirksame Systemlösungen für Gebäudehüllen und Trennbauteile in zeitgemässe Baukonzepte mündet.

Die deutschsprachigen Auflagen bilden gleichzeitig auch die Grundlagen für die Ausgaben in verschiedenen anderen Sprachen, darunter Englisch und Französisch.

Romanshorn, Schweiz, August 2012 Josef Kolb

a

Grundlagen

Material bezogen

a1 Holz – Naturbaustoff mit Potential 10
a1 10 Der Fortschritt wurzelt in der Tradition 10
a1 20 Holzbau 13
a1 30 Fassade 15
a1 40 Ausbau 17

a2 Ökologie, nachhaltiges Bauen 18
a2 10 Holz – ein Baustoff mit ökologischen Vorzügen 18
a2 20 Kreislauf und Verarbeitungskette des Holzes 18

a3 Entwurf und Konstruktion 22
a3 10 Entwurf und Konstruktion 22
a3 20 Planung 25
a3 30 Prozessablauf 27
a3 40 Qualitätssicherung 28

a4 Material 32
a4 10 Holzarten 32
a4 20 Eigenschaften von Holz 33
a4 30 Sortierbestimmungen 34

b

Holzbausysteme

Tragstruktur, Baustruktur, Konstruktion

b1 Systemübersicht 38
b1 10 Die Bausysteme des Holzbaus 38
b1 20 Wände, Decken, Dächer 40
b1 30 Wahl eines Bausystems 41

b2 Fertigungsprozesse 42
b2 10 Fertigungsprozesse, bezogen auf die Bausysteme 42
b2 20 Bauprinzipien 44
b2 30 Fertigungsstufen, bezogen auf die Bauteile 46
b2 40 Bauen mit Elementen 47

b3 Blockbau 50
b3 10 Allgemeines 50
b3 20 Weiterentwicklung 51

b4 Fachwerkbau 54
b4 10 Tradition und Gegenwart 54
b4 20 Konstruktionsteile 56
b4 30 Setzmasse 57

b5 Balloon-Frame, Platform-Frame 60
b5 10 Zwei Grundtypen 60
b5 20 Ständerbau heute 61

b6 Rahmenbau 62
b6 10 Allgemeines 62
b6 20 Konstruktionsteile 64
b6 30 Setzmasse 65
b6 40 Baustruktur und Wandaufbau 66
b6 50 Statik 78
b6 60 Tragkonstruktion 82

b7 Skelettbau 86
b7 10 Allgemeines 86
b7 20 Konstruktionsteile 88
b7 30 Baustruktur 90
b7 40 Skelettbauarten 94
b7 50 Statik 106
b7 60 Tragwerk und Gebäudehülle 108

C

Gebäudehülle, Wände, Decken

Funktionen, Schichtaufbau, Konstruktion

b8 Massivholzbau 112
b8 10 Allgemeines 112
b8 20 Vollquerschnitte 114
b8 30 Zusammengesetzte Querschnitte 128

b9 Dachtragkonstruktion 136
b9 10 Allgemeines 136
b9 20 Übersicht Tragsysteme 140
b9 30 Sparrendach 142
b9 40 Pfettendach 146
b9 50 Traditionelle Dachstühle 150
b9 60 Dachbinder, Sparrenbinder 152
b9 70 Bindersysteme Primär- und Sekundärtragwerk 154
b9 80 Statik, Tragkonstruktion 156

b10 Deckentragkonstruktion 158
b10 10 Allgemeines, Systemübersicht 158
b10 20 Statik, Tragkonstruktion 160
b10 30 Ausführungsdetails 164
b10 40 Materialtechnische Anforderungen 170
b10 50 Balkendecken 172
b10 60 Rippen- und Hohlkastendecken 174
b10 70 Massivholzdecken: Vollholzdecken 176
b10 80 Massivholzdecken: plattenförmige, verleimte Decken 178
b10 90 Holz-Beton-Verbunddecken 180

b11 Mehrgeschossiger Holzbau 182
b11 10 Allgemeines 182
b11 20 Entwurf und Konstruktion 184
b11 30 Tragwerksplanung 185
b11 40 Setzungsverhalten 194
b11 50 Konstruktionsschnitte 198
b11 60 Installationen 200
b11 70 Herstellung 200
b11 80 Montage 200

c1 Grundlagen, Funktionen und Aufgaben 202
c1 10 Allgemeines 202
c1 20 Gebäudehülle 204
c1 30 Funktionen, Aufgaben und Leistungen 208
c1 40 Baustandards 222

c2 Anordnung und Aufbau 224
c2 10 Allgemeines 224
c2 20 Lage der Bauteilschichten 225
c2 30 Bauteilübergänge 228

c3 Aussenwände 234
c3 10 Aussenwandsysteme 234
c3 20 Äussere Bekleidungen 238
c3 30 Innere Bekleidungen 244

c4 Geneigte Dächer 246
c4 10 Nicht wärmegedämmte geneigte Dächer 246
c4 20 Wärmegedämmte geneigte Dächer 246

c5 Flachdach 254
c5 10 Nicht wärmegedämmte Flachdächer 254
c5 20 Wärmegedämmte Flachdächer 255
c5 30 Ausführung wärmegedämmte Flachdächer 260
c5 40 Gefälle 261

c6 Gebäudetrennwände, Innenwände 262
c6 10 Aufgaben 262
c6 20 Schalldämmung von Trennwänden 263
c6 30 Nebenwegübertragungen 265
c6 40 Konstruktionsvorschläge 266

c7 Geschossdecken 270
c7 10 Aufgaben 270
c7 20 Schalldämmung von Holzdecken 270
c7 30 Nebenwegübertragungen 275
c7 40 Konstruktionsvorschläge 275

d

Rahmenbedingungen

Holzfeuchte, Holzschutz, Brandschutz

d1 Holzfeuchte 286
d1 10 Allgemeines 286
d1 20 Anforderungen 286
d1 30 Die richtige Einbau-Holzfeuchte 287

d2 Holzschutz 288
d2 10 Gefährdung 288
d2 20 Baulich-konstruktiver Holzschutz 289
d2 30 Oberflächenbehandlung und chemischer Holzschutz 291
d2 40 Neue Entwicklungen für den Holzschutz 295

d3 Brandschutz 298
d3 10 Brandschutz in der Projektierung 298
d3 20 Grundbegriffe 298
d3 30 Anforderungen 301
d3 40 Konstruktion 306

e

Anhang

Zuständigkeiten, Hinweise

e1 Zitierte Literatur, Fachstellen 310

e2 Auskünfte, Herstellernachweise 312

e3 Vorschriften, Normen, Merkblätter, Arbeitshilfsmittel 312
e3 10 Schweiz 312
e3 20 Deutschland 313
e3 30 EN Baustoff- und Produktenormen 313

e4 Ergänzende Literatur 313

e5 Bildnachweis 314

e6 Vorgestellte Bauobjekte 315

a

Grundlagen

Material bezogen

a1 Holz – Naturbaustoff mit Potential

Bauen mit Holz heisst planen, gestalten und bauen mit einem Werkstoff aus der Natur, der stetig nachwächst. So eindrücklich wie ein Baum seine weit ausladenden Äste trägt, so imposant er über die Jahre in die Höhe wächst, so leistungsfähig ist das Holz, das er uns liefert. Die Faszination, die vom Wald ausgeht, und der Respekt, den seine Bäume gebieten, übertragen sich auf das Material Holz.

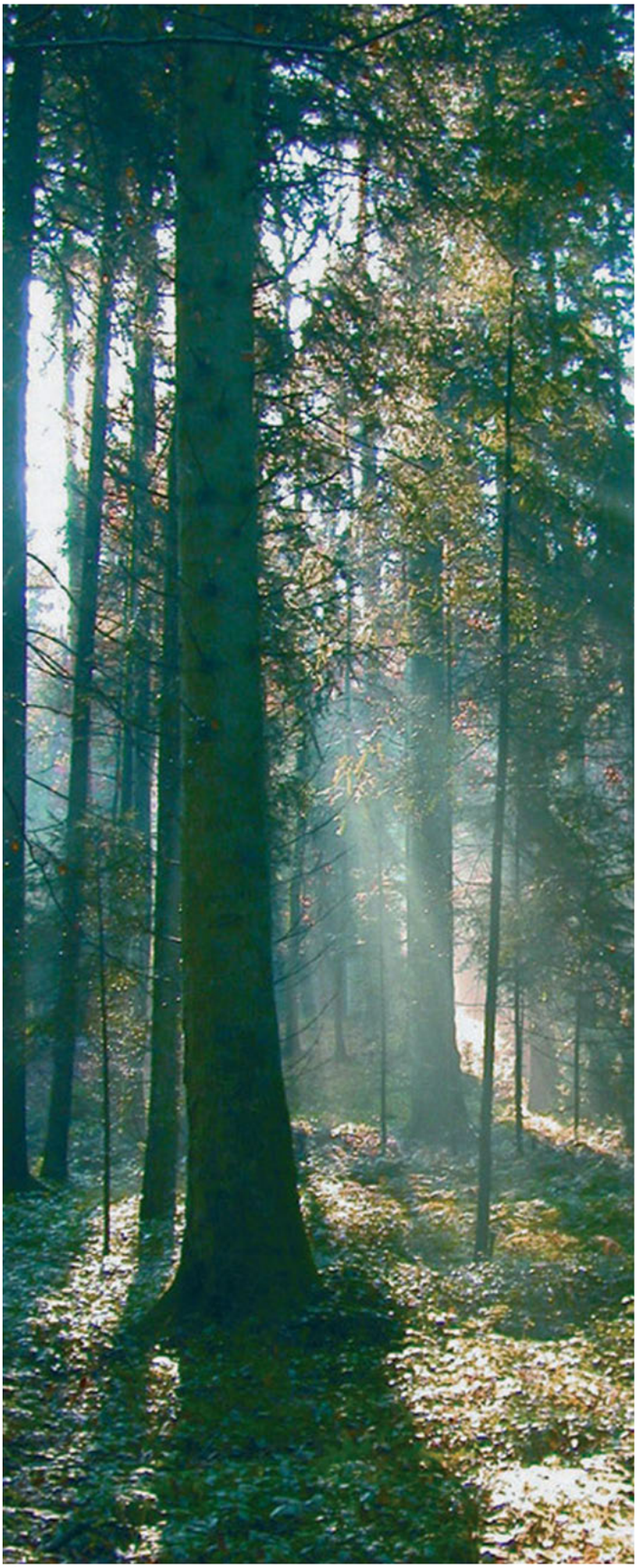
Kinder freuen sich über Holz. Sie spielen mit Bauklötzen, spüren die Wärme, riechen die Natur, fühlen seine Struktur und sehen die angenehmen Farben. Untersuchungen belegen, dass Kinder von allen Baustoffen Holz am meisten schätzen. Welche Kriterien für diese Sympathien wirklich ausschlaggebend sind, ist kaum abschliessend zu beantworten. Ist es das Aussehen, der Geruch, sind es die Strukturen? Ist es die Oberflächentemperatur, oder ist es die Eigenschaft, die Feuchtigkeit anzupassen? Wohl alle diese Faktoren zusammen verleihen dem Holz seinen einmaligen Charakter und seine Aura.

Architekten, Baumeister, Handwerker und ihre Auftraggeber, die Bauherrschaften, haben denn auch seit Jahrtausenden mit Holz gebaut und diesen Bau- und Werkstoff aus der Natur immer wieder neu genutzt, geformt und verändert. Mit Holz lässt sich fast alles realisieren, vom Möbel bis zum Schiff, von der Mühle bis zum Haus. Es eröffnet einen unermesslichen Spielraum für Gestaltung und Konstruktion und lässt auch ausgefallene Ideen Realität werden. Kein Wunder, dass zahlreiche neue Bauformen dem Holz entstammen. Holz setzt Trends.

a1 10 Der Fortschritt wurzelt in der Tradition

Das Bauen und seine Technik beruhen auf Tradition und Erfahrung und hängen von unterschiedlichen Bedingungen ab. Bauformen und Bauweisen sind durch Gewohnheiten, das Klima und durch kulturelle Eigenheiten bedingt; vor allem aber sind sie von der Verfügbarkeit von Baumaterialien, Werkzeugen und dem Stand der Bautechnik abhängig. Bis vor nicht allzu ferner Zeit wurde fast gänzlich mit den lokal verfügbaren Materialien gebaut. Was mit heutigen Möglichkeiten des Tranports gang und gäbe ist – die weltweite Verfügbarkeit fast aller Baumaterialien –, war noch vor

Bild Seite 9: Hochschule für Technik und Wirtschaft Aalen, D



a1

a1 Wälder und ihre Bäume faszinieren durch ihre urtümliche Kraft.

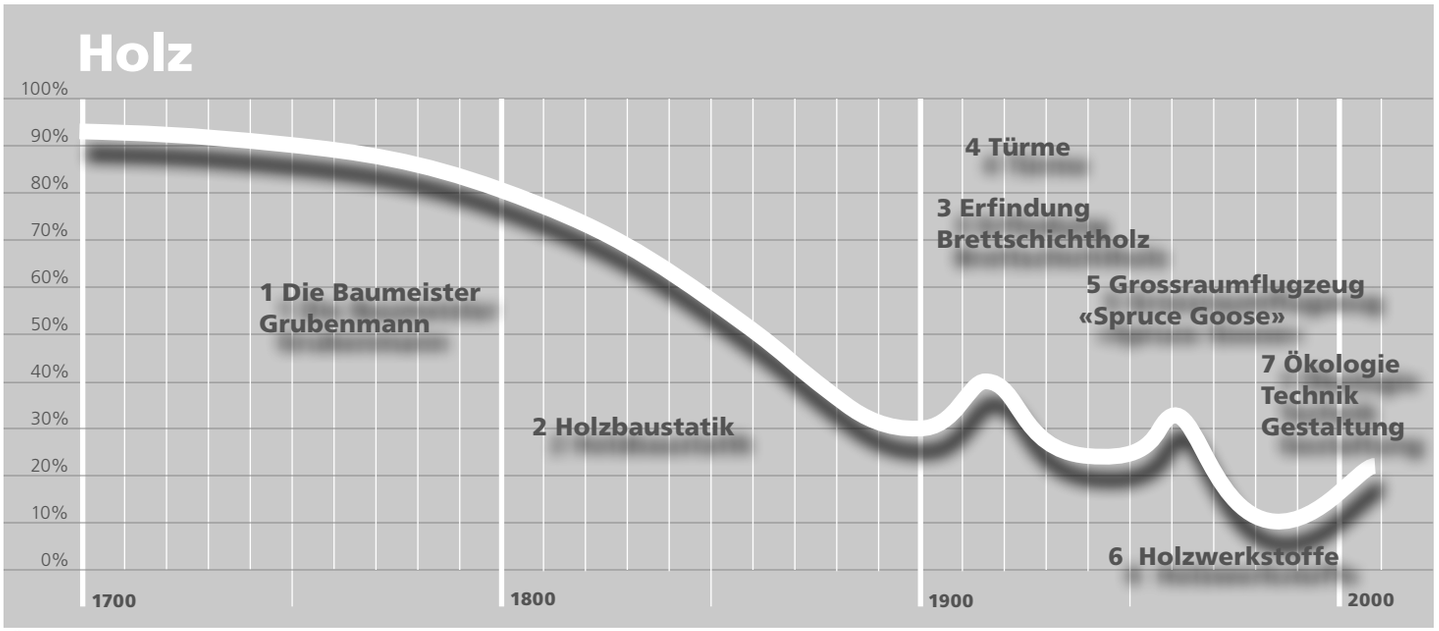
a2

rund hundert Jahren entweder nicht denkbar, nicht möglich oder die kostspielige Ausnahme.

Traditionelle bäuerliche Bauformen oder die schlichten Zweckbauten von Gewerbetreibenden zeugen auch heute noch von diesen Tatsachen. So war es nahe liegend, in felsigen Gebieten den Naturstein vorzuziehen, in waldreichen Gegenden dagegen das Holz zu verwenden, in den baumlosen Ebenen den Lehm und im tropischen Urwald die rasch wachsenden, leichten Stämme und Pflanzen, die sich für Geflechte eignen. In den warmen Ländern des Mittelmeergebietes überwiegt allgemein der Steinbau, im waldreichen Nord- und Mitteleuropa der Holzbau. Im 19. Jahrhundert hat die Industrialisierung das Bauen stark beeinflusst und bis heute geprägt. Sie führte zu neuen Verarbeitungs- und Baumethoden (Eisen, Stahl, Beton, Kunststoffe), deren Einführung durch Forschung, Entwicklung und Lehre zusätzlich gefördert wurde. Der preiswerte Transport neuer Materialien über weite Strecken wurde möglich. Dies alles verdrängte weitgehend die herkömmlichen Bauweisen. Im gleichen Zeitraum verzeichneten die Städte einen raschen Bevölkerungszuwachs. Parallel dazu entwickelte sich rasch die Technisierung von Arbeitsplätzen und Haushalten, und es kamen neue und höhere Ansprüche an Wohnhygiene und Komfort auf.

Im 20. Jahrhundert war Holz besonders in den Krisenzeiten der späten zwanziger und frühen dreissiger Jahre und während der

a2 Holz lässt Spielraum für die Gestaltung und ermöglicht so wegweisende Architektur. Wohnhaus in Stuttgart, D



a3

beiden Weltkriege 1914–1918 und 1939–1945 gefragt. Die knappen Ressourcen legten es nahe, den heimischen und problemlos verfügbaren Bau-Rohstoff zu verwenden. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts ist nun Holz zu jenem Baustoff geworden, der wohl die meisten für die Baupraxis wirksamen Entwicklungen aufweist. Nach der Konsumwelle der fünfziger bis achtziger Jahre folgte eine Zeit der Suche nach dem Wesentlichen. Der verlangsamte Verlauf der wirtschaftlichen Entwicklung führte zu einer Reduzierung der Architektur und Konstruktion und oft zu minimalisierten Lösungen. Gleichzeitig stiegen die technischen Ansprüche deutlich. Energiesparendes und umweltschonendes Bauen soll gleichwohl hohe Komfortansprüche der Bewohner erfüllen. Minimale Lösungen für maximale Ansprüche waren und sind künftig gefragt. Das sind die Grundsätze, die gegenwärtig das Bauen mit Holz prägen und zu neuen Horizonten führen werden.

Die neuzeitliche Holzbaukultur

Heutiger Holzbau hat nichts mehr mit den historischen Bauweisen, mit dem Chalet von einst oder mit dem Bauen für sozial einfachere Schichten zu tun. Auch beschränkt er sich nicht auf Wohnhäuser oder Hallenkonstruktionen. Neu ist, dass Holzbauten aufgrund komplexer technischer Entwicklungen und Konstruktionsweisen, aber auch dank eines besseren Verständnisses für die eigenständige, zeitgemässe Architektur erfolgreich sind. Bauen mit Holz hat den Sprung vom reinen Handwerk zu rationellen Fertigungsprozessen in der Werkstatt, zur effizienten Industrialisierung mit Hilfe von Halbfabrikaten und zur präzisen und raschen Montage auf der Baustelle geschafft. Aus der traditionellen Zimmerei ist ein Betrieb geworden, der EDV-gesteuerte Planungsprozesse mit robotergesteuerten, präzisen Werkzeugen verbindet. Aus den ehemals handwerklich gefertigten Einzelteilen wurden Bauteile mit im Voraus bestimmten Anforderungen und definierter Qualität, welche sich auf der Baustelle in kürzester Zeit und massgenau zum Ganzen fügen lassen.

Nicht zu unterschätzen ist dabei der Beitrag der Architekten. Führende Vertreter einer neuen Holzbaukultur haben zu einem unverkrampften Verhältnis gegenüber dem Naturbaustoff beigetragen. Für sie ist der Holzbau selbstverständlich geworden, sie nutzen ihn erfolgreich für Bauten, die heutigen Bedingungen entsprechen. Konkret bedeutet das, dass sich diese Architekten auf die Ausei-

a3 Verwendung von Holz und Entwicklung Holzbau ab 1700 [1, 2]

1 Weit gespannte Brücken und Bauwerke aus Holz, konstruiert von den Baumeistern Grubenmann.
2 Tragwerke aus Holz werden mittels Baustatik erfassbar.
3 Ab 1906: Entwicklung und Patentierung von verleimtem Holz (Hetzerbauweise, heutiger Begriff Brettschichtholz)
4 Als Beispiel: Funkturm aus Holz im Erdinger Moos, Oberbayern, D, 1932 bis 1983, Höhe 150 Meter
5 «Spruce Goose», ein Grossraumflugzeug aus Holz, dessen Flügelspannweite von 97.5 Metern bis heute nicht übertroffen wurde.
6 Anwendung verschiedenster Holzwerkstoffe als Platte
7 Um 2000: Allgemeine Einflüsse aus Ökologie, Technik und Gestaltung führen nach einem Einbruch im zweiten Teil des 20. Jahrhunderts zur vermehrten Holzanwendung.

a4

nandersetzung mit dem Konventionellen der Baukunst einlassen, diese aber mit heutigen Möglichkeiten umsetzen. So vereint eine neue Bauauffassung und eine neue Holzbaukultur die Konstruktion mit einer Gestaltung, die auf einfache und gleichzeitig effiziente Lösungen abzielt und dem heutigen Bauen mit Holz zu neuen Dimensionen verhilft.

a5

a1 20 Holzbau

Die während der achtziger und neunziger Jahre durchgeführten Programme zur Förderung von Holz und Holzbau zeigen Wirkung. Die breit angelegte und vernetzte Forschung und Entwicklung führte zu markanten Fortschritten. Neue Werkstoffe auf der Basis von Holz, moderne Verbindungsmittel, rationelle Verarbeitungsmethoden und effiziente Hebe- und Transportgeräte ermöglichen neue Formen für das Bauen mit Holz. Dank der Ausbildungsprogramme der Holzförderung in zahlreichen europäischen Ländern und den verlässlichen Hilfsmitteln in Form von Informations-, Planungs- und Berechnungsgrundlagen für Planer und Anwender stieg die Qualität der Holzbauten deutlich. Koordinierte Aktivitäten der Holzwirtschaft in Bezug auf die Entwicklung brandsicherer Holzbauten führten zudem zu einer veränderten Betrachtungsweise beim Erlass neuer Brandschutzvorschriften. Noch vor rund einem Jahrzehnt waren grössere Holzbauten die Ausnahme. Heute erleben mehrgeschossige oder grossvolumige Holzbauten auch in verdichteten, städtischen Regionen einen stetigen Aufwärtstrend. Beim Wohnbau ist Holz schon seit Jahrzehnten auf

a4 Zeitgemässer Blockbau, Schulhaus und Mehrzweckanlage, St. Peter, CH

a5 Moderne Fassadengestaltung, Universitätsklinikum, Tübingen, D

a1 Holz – Naturbaustoff mit Potential

a6

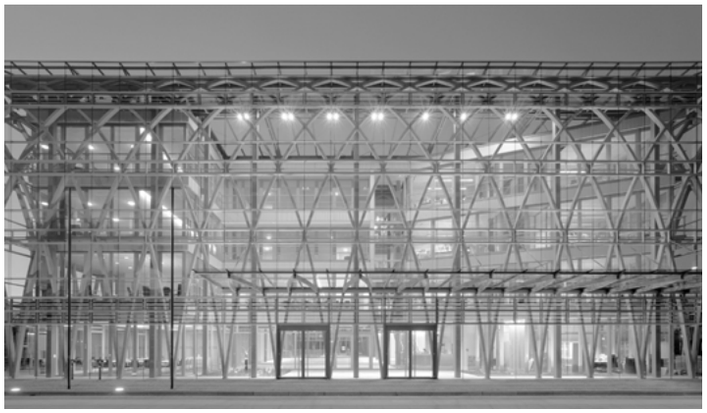
a8

a7

a6 Tragwerksgestaltung mit Holz, Bootshaus in Minneapolis, USA

a7 Nahtlose Übergänge von innen nach aussen. Wohnhaus in Stuttgart, D

a8 Forschung und Entwicklung von neuen Holzbauweisen, Tragverhalten, ETH Zürich, CH [3]



a9

a10

a11

a9 bis a11 Holz im Tragwerksbau, neuartig in Tragwerkstechnologie und Ausdruck

a9 Filigranes, gekrümmtes Tragwerk, mit Glas vekleidet. Ländervertretung in Berlin, D

a10 Holzgrossbau für ein Schulgebäude in Mirecourt, F

a11 Permanentes Dach von eindrucksvoller Grösse und Gestalt, erstellt für die Expo 2000 in Hannover, D

Erfolgskurs. Im Bereich der Niedrigenergie- und Passivhäuser ist die Holzbauweise richtungsweisend geworden. Moderne Wohnbauten sind technisch ausgereift und entsprechen durchaus jenem Wohnstandard, der künftig zu erwarten ist.
Die technische Entwicklung des Holzbaues setzte sich auch beim mehrgeschossigen Bauen durch. Büro- und Verwaltungsbauten, Mehrfamilienhäuser oder Schulen aus Holz sind ernsthafte Alternativen zu den bis anhin vorherrschenden Materialien geworden. Zahlreiche Realisierungen führen dies eindrücklich vor Augen. Vier- bis sechsgeschossige Gebäude lassen sich nach standardisierten Vorschriften und Konzepten (gemäss einem definierten Personen- und Sachwertschutz) in rationeller Holzbauweise ausführen. Neben den Anforderungen an den Brandschutz sind im mehrgeschossigen Bauen auch technische Aspekte wie Tragverhalten, Bauphysik, Schallschutz und Witterungsschutz zu berücksichtigen. Die nachfolgenden Kapitel enthalten dazu umfangreiche Informationen.

a1 30 Fassade

Anlage, Form und Grösse sind zusammen mit der Fassadengestaltung entscheidend für den architektonischen Ausdruck eines Gebäudes. Die Fassade gibt dem Gebäude das Gesicht, ihrer Gestaltung sind kaum Grenzen gesetzt. Oft wurde zwischen der Tragkonstruktion und der Fassadenbekleidung ein Zusammenhang gesucht: Ein Holzbau sollte auch nach aussen hin mit Holz in Erscheinung treten. Dies ist heute überholt. Holzbauten werden inzwischen auch mit anderen Materialien bekleidet. Umgekehrt kann ein Bau aus Backsteinen oder Beton eine Fassade aus Holz erhalten. Zunehmend kommen Kombinationen zum Zuge, in denen tragende Bauteile eines Skelettbaus aus Stahl oder Stahlbeton und die raumbildenden Wände und die Gebäudehülle aus hoch dämmenden Holzelementen bestehen. Der Grundsatz, dass eine kluge Konstruktion und Materialwahl einer architektonisch anspruchsvollen Gestaltung entgegenkommt, gilt nach wie vor. Für Tragkonstruktionen wie auch für raumbildende Elemente und für die Gebäudehülle sollen jene Materialien zum Einsatz kommen, welche den grundlegenden Anforderungen am besten entsprechen. Die Fassade lässt sich weitgehend unabhängig von der Bauweise der Tragkonstruktion betrachten. Deshalb sind nachfolgend Tragstruk-

a1 Holz – Naturbaustoff mit Potential

a13

a12

a14

tur und Baustruktur (Teil b) unabhängig vom Schichtaufbau der Gebäudehülle und den inneren Bauteilen (Teil c) behandelt. Auf diese Weise kann die ideale Synthese zwischen Tragwerk und Hülle gefunden werden. Die Aufgabe, ein optimales Tragwerk zu entwerfen und dieses Tragwerk mit einer optimalen Hülle (Aussenwände und Dach) zu ummanteln und in Kombination zu den innen liegenden Wänden und Decken zu stellen, wird damit erleichtert. Holz prägt seit Jahrhunderten das Äussere von Bauten, und alte Bauten zeigen die Haltbarkeit von Holzfassaden. In jüngster Zeit stehen Fassadenbekleidungen aus Holz bei Gestaltern und Bauherren wieder hoch im Kurs. Neuartige Bekleidugen treten visuell ganz anders in Erscheinung als die herkömmlichen Schalungstypen. Unterschiedliche Holzarten, Oberflächenbearbeitungen und -behandlungen, Dimensionen und Querschnittsformen ermöglichen eine grosse Gestaltungsvielfalt.

a15

a16

a12 bis a16 Holz an der Fassade

a12 Industriebau in Triengen, CH
a13 Altersheim in Glarus, CH
a14 Wohnsiedlung in Arlesheim, CH
a15 Produktionshalle in Böhen, D
a16 Verwaltungsgebäude in Sursee, CH

a17

a18

a19

a20

a17 bis a20 Holz im Ausbau

a17 Gestaltete Räume mit Gips- und Holzwerkstoffplatten
a18 Massives Holz, Holzart Ahorn, für Brüstungsbekleidung und geschweifte Abdeckungen

a19 Holzeinbauten aus Holzwerkstoffen in Kombination mit dem sichtbaren Tragwerk

a20 Holz in Tragwerk und Ausbau für eine Schwimmhalle

a1 40 Ausbau

Neben Tragstruktur und Fassade ist der Ausbau als dritte Komponente zu betrachten. Der Ausbau wirkt sich massgebend auf das Wohlbefinden der Bewohner und Benutzer aus.
Der Ausbau eines Gebäudes unterliegt Moden und Trends. Von schlichter, fast klinisch reiner Gestaltung über kräftige Farben bis zum mehr rustikalen Ausbau ist alles möglich. Beim Innenausbau bietet Holz noch mehr Freiheiten als bei der Fassadengestaltung, weil andere technische Voraussetzungen vorliegen. Zu den möglichen Hölzern für die Aussenanwendung kommen jene Holzarten dazu, welche sich speziell für den Ausbau eignen. Zusätzlich bieten eine Vielzahl von Holzwerkstoffen spezielle Effekte und Oberflächen.

Mit den verschiedenen Holzarten verfügen Architekten, Innenarchitekten und Schreiner über eine einzigartige Palette von Farben, Strukturen und Formen. Grundsätzlich gilt: Jeder Ausbau hat seinen eigenen Charakter, denn Holz ist nie gleich Holz. Die Wahl der Holzart steht neben den Aspekten der Gestaltung und Nutzung in engem Zusammenhang mit ökologischen und ethischen Denkansätzen. Wir wissen heute, dass der Raubbau besonders in den Wäldern der südlichen Hemisphäre verheerende Wirkungen hat. Zwar sind zertifizierte Tropenhölzer (z.B. PEFC, FSC) auf dem Markt, die als unbedenklich gelten. Aber in den nachhaltig genutzten und bewirtschafteten Wäldern in unserer Nähe wachsen grosse Mengen unterschiedlichster Holzarten nach. Es ist daher sicher nicht falsch, wenn immer möglich Holz aus der Region zu wählen.

a2 Ökologie, nachhaltiges Bauen

a21

Holz ist ein leistungsstarker Baustoff aus der Natur und bewirkt eine Reihe positiver Effekte im Öko-Kreislauf, der im Zusammenhang mit unserer Lebensgrundlage, der Erde, eine immer wichtigere Rolle spielt. Allgemein bekannt und akzeptiert ist, dass ein sorgsamer Umgang mit den Ressourcen der Erde notwendig ist, um eine nachhaltige Entwicklung für die Zukunft sicherzustellen.

Der Begriff nachhaltige Entwicklung ist in den letzten Jahren zu einem Modewort geworden, das unterschiedlich definiert und interpretiert wird. Ursprünglich stammt das Prinzip der Nachhaltigkeit aus der mitteleuropäischen Forstwirtschaft. Auch in der Schweiz wurde 1870 reglementiert, nur so viel Holz im Wald zu schlagen, wie nachwächst. Dieser Grundsatz, nur so viel zu verbrauchen, dass der Grundstock, das Kapital nicht abnimmt, bewährte sich nicht nur in der Holzwirtschaft, sondern hat heute Bedeutung im globalen Denken erlangt. Nachhaltiges Handeln beim Bauen und Nutzen eines Gebäudes heisst, nur so viele Ressourcen (Material, Energie, Wasser, Luft, Lebensräume usw.) zu verbrauchen, wie die Natur «nachproduzieren» kann. Wer mit Holz baut, leistet deshalb schon grundsätzlich einen wesentlichen Beitrag. Wer darüber hinaus hoch dämmende Gebäudehüllen konzipiert, ökologisch verträgliche Zusatzmaterialien verwendet, Herstellungsmethoden, Transport- und Montagebedingungen optimiert, kommt dem Ziel, nur so viel zu verbrauchen, wie die Natur «nachproduzieren» kann, sehr nahe.

Nachstehend sind Fakten zum Kreislauf des Produkts Holz und zu dessen positivem Einfluss auf die Ökologie aufgeführt. Weitergehende Informationen sind in vielen Publikationen oder Fachbüchern zu finden (zum Beispiel: «Nachhaltig handeln» [4] oder in den Schriften des Informationsdienstes Holz [5, 6]).

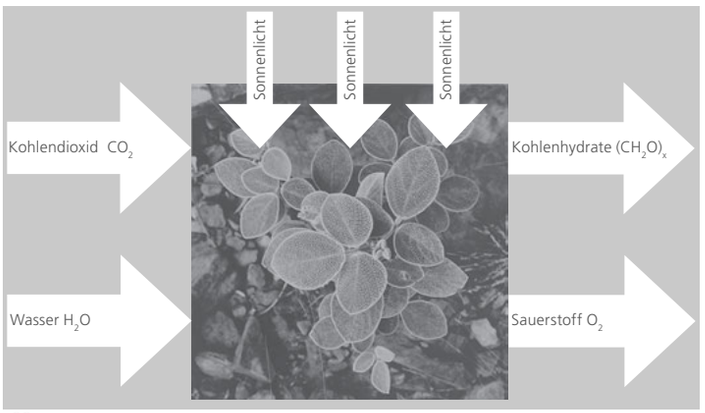
a2 10 Holz – ein Baustoff mit ökologischen Vorzügen

Der Begriff Ökologie setzt sich aus den griechischen Wörtern «oikos» (= Haus, Haushalt) und «logos» (= Lehre) zusammen. Er bedeutet also «die Lehre vom Haushalt». Die Ökologie ist ein Teilbereich der Biologie und bezeichnet die Wissenschaft von den Wechselwirkungen der Organismen untereinander sowie den Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer unbelebten Umwelt.

Holz gilt wie erwähnt als ökologisch vorteilhafter Baustoff. Betrachtet man sein Wachstum genauer, kommen erstaunliche Erkenntnisse zu Tage. Aus Wasser, Kohlendioxid (CO_2) und Licht entstehen durch die Photosynthese Kohlenhydrate und der für den Menschen lebensnotwendige Sauerstoff O_2. Wachsendes Holz bindet also über die Photosynthese des Baumes Kohlendioxid, geerntetes Holz speichert es. Kohlendioxid gilt als hauptverantwortlich für den Treibhauseffekt. Durch die Verwendung von Holz wird der Atmosphäre für die Lebensdauer der Produkte die entsprechende Menge Kohlendioxid entzogen (Abb. a22). Langlebige Holzprodukte sind somit besonders wirksam. Hinzu kommt, dass die Verbrennung von Holz Kohlendioxid neutral ist und sich bei technischer Nutzung der gewonnenen Wärme fossile Energieträger einsparen lassen. Beispielsweise entspricht der Heizwert eines Kubikmeters trockenen Buchenholzes rund 300 Litern Heizöl.

a2 20 Kreislauf und Verarbeitungskette des Holzes

Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist das Denken in Kreisläufen. Jedes Produkt durchläuft seinen eigenen Lebenszyklus. Der Holzkreislauf beinhaltet alle Stationen vom Wachstum des Holzes über die Rohstoffgewinnung, Verarbeitung und Nutzung bis zur Wiederverwendung. Holz eignet sich als polyvalenter, traditionsreicher und erneuerbarer Rohstoff hervorragend dazu, nachhaltige Entwicklung im Alltag erfahrbar und verständlich zu machen und so als Vorbild für künftiges Bauen zu wirken.



a22

a21 Das Prinzip, von den Zinsen zu leben, stammt aus der Forstwirtschaft.

a22 Photosynthese: Aus Wasser, Kohlendioxid und Licht entstehen Kohlenhydrate und Sauerstoff.

	Waldfläche in % der Landesfläche	Waldfläche ha/Kopf der Bevölkerung	Holzvorrat im Wald m³/ha	Holzzuwachs m³/ha/J.	Holznutzung m³/ha/J. (in %des Holzzuwachses)	Holzverbrauch m³/J./Kopf 2001
Deutschland	30 %	0.13	271	5.9	4.4 (= 75 %)	0.23
Österreich	47 %	0.50	286	6.6	5.2 (= 79 %)	0.62
Frankreich	24 %	0.25	140	5.3	3.9 (= 74 %)	0.18
Italien	22 %	0.15	169	4.1	1.8 (= 44 %)	0.10
Schweiz	31 %	0.18	354	9.2	5.1 (= 55 %)	0.21

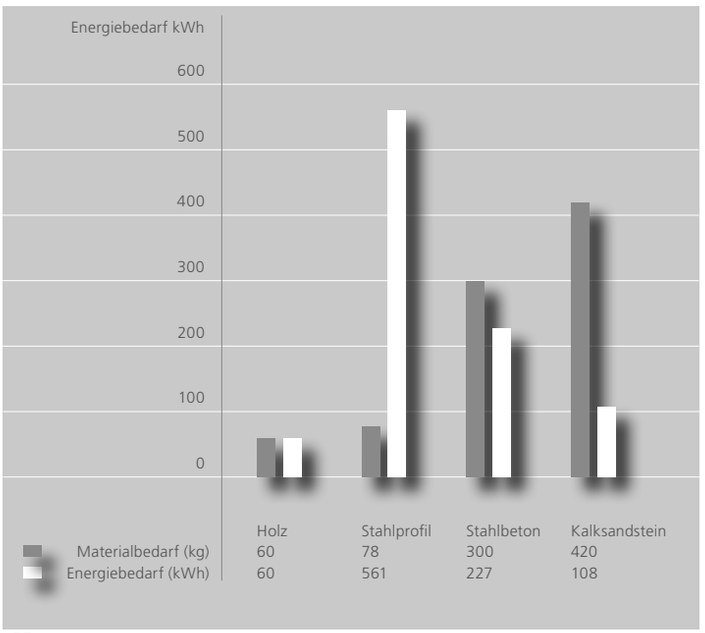
a23

a2 21 Der Wald – Rohstoffgewinnung

Der Wald ist der Ausgangspunkt des Holzkreislaufes. Er erfüllt nebst der Holzproduktion unzählige Funktionen, die für unsere Gesellschaft und ihre nachhaltige Entwicklung wichtig sind. Die Holznutzung und die Waldwirtschaft beeinflussen sowohl die Qualität unserer Wälder und Landschaften als auch die Qualität des Rohstoffes Holz.

Der Wald kann im Holzkreislauf als Kapital bezeichnet werden und wirft bei richtigem Umgang auch Zinsen ab. In der Schweiz und Deutschland sind rund 31 Prozent, in Österreich rund 47 Prozent der Fläche mit Nadel- oder Laubwäldern bedeckt. Der Zuwachs an Holz beträgt in der Schweiz jährlich 8 bis 10 Millionen Kubikmeter. Oder anders gesagt: Jede Sekunde wachsen 0.30 Kubikmeter Holz nach. Das heisst, alle vier bis sechs Minuten gewinnen wir den Bedarf für ein Holzhaus. Die Nutzung des Schweizer Waldes liegt jedoch nur bei etwa 5 Millionen Kubikmetern jährlich, sprich bei der Hälfte des theoretisch Möglichen.

a24



a25

a23 Wald- und Holznutzung im Vergleich mitteleuropäischer Länder: Österreich nutzt sein Kapital Wald am besten [7, 8].

a24 Ein gefällter Baum lässt sich vollständig für wertvolle Stoffe verwenden. Vom Kern bis zur Rinde

a25 Vergleich des Energiebedarfs zur Herstellung einer 3 Meter hohen Stütze bei gleicher Belastung

a2 Ökologie, nachhaltiges Bauen

a2 22 Holz – Rohstoffverarbeitung

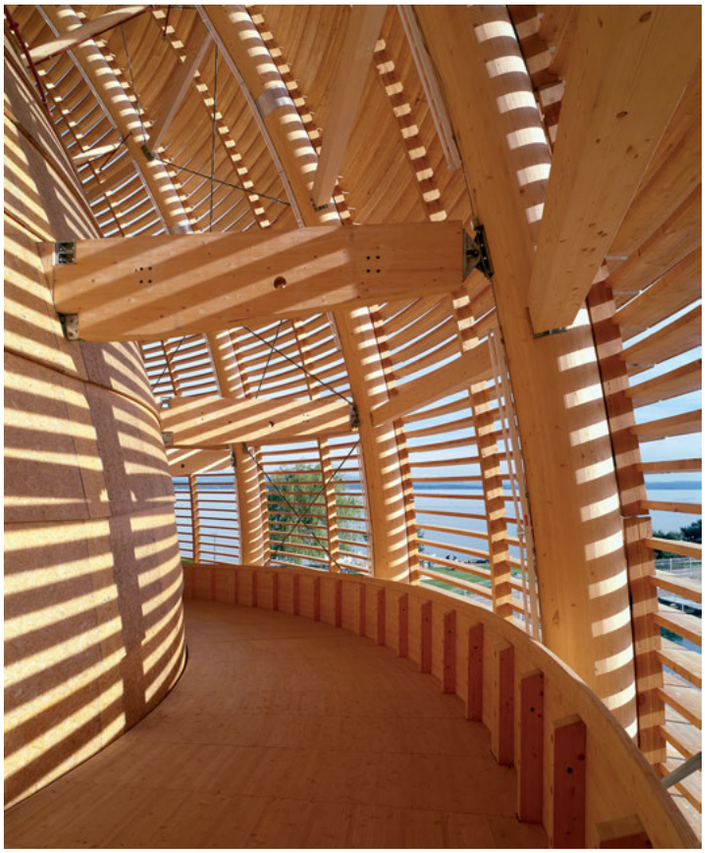
Gewinnung und Verarbeitung des Holzes sind die nächsten Schritte im Holzkreislauf. In diesem Bereich sind kurze Transportwege und regionale Verarbeitungsstätten von grosser Bedeutung. Die Be- und Verarbeitung von Holz bildet die Grundlage der Holzindustrie. Sie setzt Wissen und Erfahrung voraus, kann aber mit einfachsten oder auch mit neuesten industriellen Mitteln erfolgen.
Ein gefällter Baum lässt sich vollständig verwerten. Nebst Balken, Brettern und Furnieren können Holzwerkstoffe, Zellstoffe, Kunststoffe, Gerb- und Farbstoffe und anderes produziert werden. Schliesslich ist Holz auch als Energiequelle nützlich. Der Rohstoff hat nicht nur einmalige statische Eigenschaften, sondern zeichnet sich neben seiner grossen Zug- und Druckfestigkeit in Faserrichtung auch durch besondere akustische und thermische Eigenschaften aus.

a2 23 Gebäude und Bauteile – Herstellung

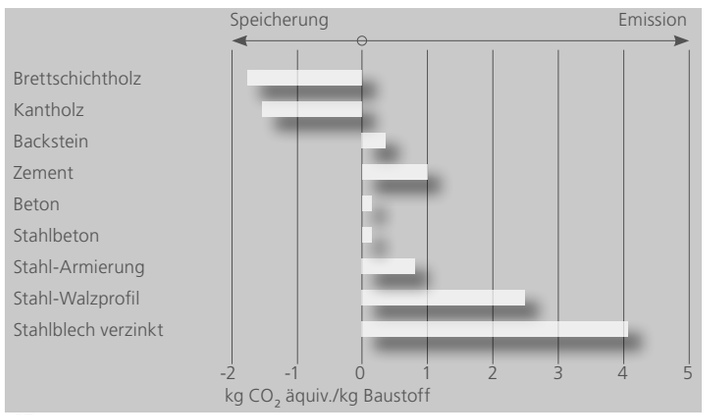
Bauen und Konstruieren mit Holz bedeutet einen Rohstoff aus der Natur in ein nützliches und schönes Produkt zu verwandeln. Technologische Innovationen und moderne Werkstoffe erlauben anspruchsvolle Konstruktionen und Bauteile. Ein neues Erscheinungsbild in Gestaltung und Entwurf ist die Folge. Vieles spricht im beginnenden 21. Jahrhundert für die Erstellung von Holzbauten. Die wichtigsten Argumente: der kohlendioxid-neutrale Rohstoff steht in grossen Mengen, gerade auch hier zu Lande, zur Verfügung; Holz ist ein Naturprodukt, und zugleich ein feuchteregulierendes, warmes, gesundes, wieder verwertbares Material; die Verarbeitung des Rohstoffes belastet die Umwelt im Vergleich mit Beton, Backstein oder Stahl wenig; ein Holzbau benötigt keine belastenden Fremdstoffe; die Herstellung erfolgt ausschliesslich in ökologisch wertvoller Trockenbauweise.

a2 24 Nutzung – Gebrauch

Ein Zuhause und einen Arbeitsplatz zu haben und darin zu wohnen oder zu arbeiten befriedigt menschliche Bedürfnisse. Wie gut ein Gebäude den Ansprüchen seiner Nutzer genügen kann, hängt von den architektonischen und konstruktiven Qualitäten und von der Ausstattung ab. Die Raumqualität wird durch Naturmaterialien wie Holz und durch bauphysikalisch durchdachte Bauteilaufbauten positiv beeinflusst. Viele Strukturen, Farbgebungen und Gerüche, die Fähigkeit zum Feuchteaustausch und die als warm empfundene Oberfläche von Holz bewirken insgesamt ein angenehmes und gesundes Raumklima.
Für Behaglichkeit sorgen ferner gut dämmende Gebäudehüllen, welche meistens aus Bauelementen aus Holz gefertigt werden. Einerseits verhindern hoch dämmende Wände und Dächer an den inneren Bauteiloberflächen gegenüber der Raumtemperatur abfallende Temperaturen, anderseits können gut gedämmte Häuser (Niedrig-, Passiv- oder Nullenergiehaus) mit geringem Energieaufwand erstellt werden. Gespart wird während der gesamten Nutzungsdauer, und die Nutzungsdauer eines Gebäudes beträgt im Durchschnitt etwa 60 bis 100 Jahre (siehe Abb. a29 und a30).
Der ökologisch wertvolle Baustoff Holz bietet dem Nutzer neben den aufgezählten Vorteilen schliesslich auch schadstofffreie Wohn-



a26



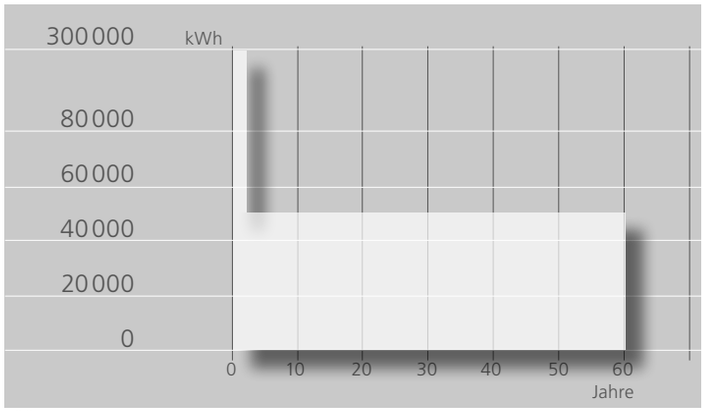
a27

a26 Das Palais de l'Equilibre der Schweizer Landesausstellung Expo 02 ist ein eindrückliches Symbol für Nachhaltigkeit. Nach der ersten Nutzung (Ausstellung) wurde die begehbare, 28 Meter hohe und 41 Meter breite Holzkonstruktion zerlegt und in Genf bei der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) wieder montiert und einer neuen Nutzung zugeführt.

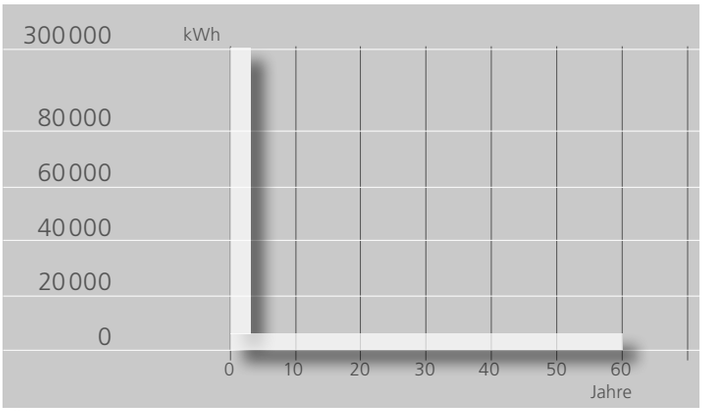
a27 Vergleich der Kohlendioxid-Emission bei der Herstellung verschiedener Baustoffe. Bei der Entstehung von Holz wird Kohlendioxid gespeichert. Bei allen anderen Werkstoffen wird es in die Atmosphäre ausgestossen [9].

a28 Die Raumqualität wird durch die architektonischen und konstruktiven Qualitäten und durch die Verwendung von Naturmaterialien wie Holz beeinflusst.

a28



a29

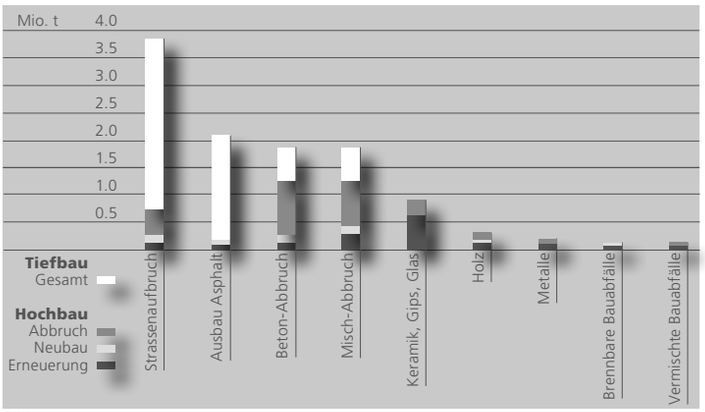


a30

und Aufenthaltsräume – alles in allem für Mensch wie Tier gleichermassen angenehme Raumverhältnisse.

a2 25 Wiederverwendung – Rückgewinnung

Jedes Produkt sollte am Ende seines Lebenszyklus in einem Recyclingprozess enden. Holzbauteile lassen sich auch nach ihrer Nutzung stofflich weiterverwenden. Diese Form von Kaskadennutzung sollte so lange wie möglich betrieben werden. Ist eine stoffliche Nutzung nicht mehr sinnvoll, können die Holzteile noch immer zur Energiegewinnung dienen. Sie geben dabei zwar Kohlendioxid ab, welches aber vom nachwachsenden Wald wieder aufgenommen wird. Der Kohlenstoff-Kreislauf wird auf diese Weise geschlossen. Holzabfälle, die mit nicht verträglichen Werkstoffen bearbeitet worden sind, müssen fachgerecht in Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Naturbelassenes Holz kann jedoch ohne Bedenken verbrannt werden, die Asche kann als normaler Hausmüll entsorgt werden.



a31

a29 und a30 Durch eine bessere Gebäudeisolation kann der Verbrauch von Heizenergie stark reduziert werden. Der Gesamtenergieverbrauch (Erstellungsenergie und Verbrauch in 60 Jahren) reduziert sich auf rund 15 Prozent.

a29 Gesamtenergiebedarf (Richtwerte) eines schlecht gedämmten Gebäudes:
- Nutzfläche 150 m²
- Nötige Erstellungsenergie 300 000 kWh
- Jährlicher Bedarf (Heizenergie) 50 000 kWh
- Gesamtenergieverbrauch in 60 Jahren 3 300 000 kWh

a30 Gesamtenergiebedarf (Richtwerte) eines gut gedämmten Gebäudes:
- Nutzfläche 150 m²
- Nötige Erstellungsenergie 300 000 kWh
- Jährlicher Bedarf (Heizenergie) 6 300 kWh
- Gesamtenergieverbrauch in 60 Jahren 678 000 kWh

a31 Bauabfälle der Schweiz [10]

a3 Entwurf und Konstruktion

Holzbauten sind aus ihrer Struktur heraus vom Systemgedanken bestimmt. Die herkömmlichen Systeme wurden im Verlauf der letzten Jahrzehnte ergänzt und durch neue Systeme erweitert. Genügte es vor Jahren noch, die traditionellen Systeme wie Blockbau, Fachwerkbau und Ständerbau auseinander zu halten und die neuzeitlichen Systeme Rahmenbau und Skelettbau zu kennen, so ist heute der Systemgedanke zu erweitern. Nebst den Systemen für Tragwerke gilt dies ebenso für die Gebäudehülle, die durch Systemlösungen zu einem geschlossenen Funktionsträger geworden ist, ferner auch für Geschossdecken oder innen liegende Trennwände.

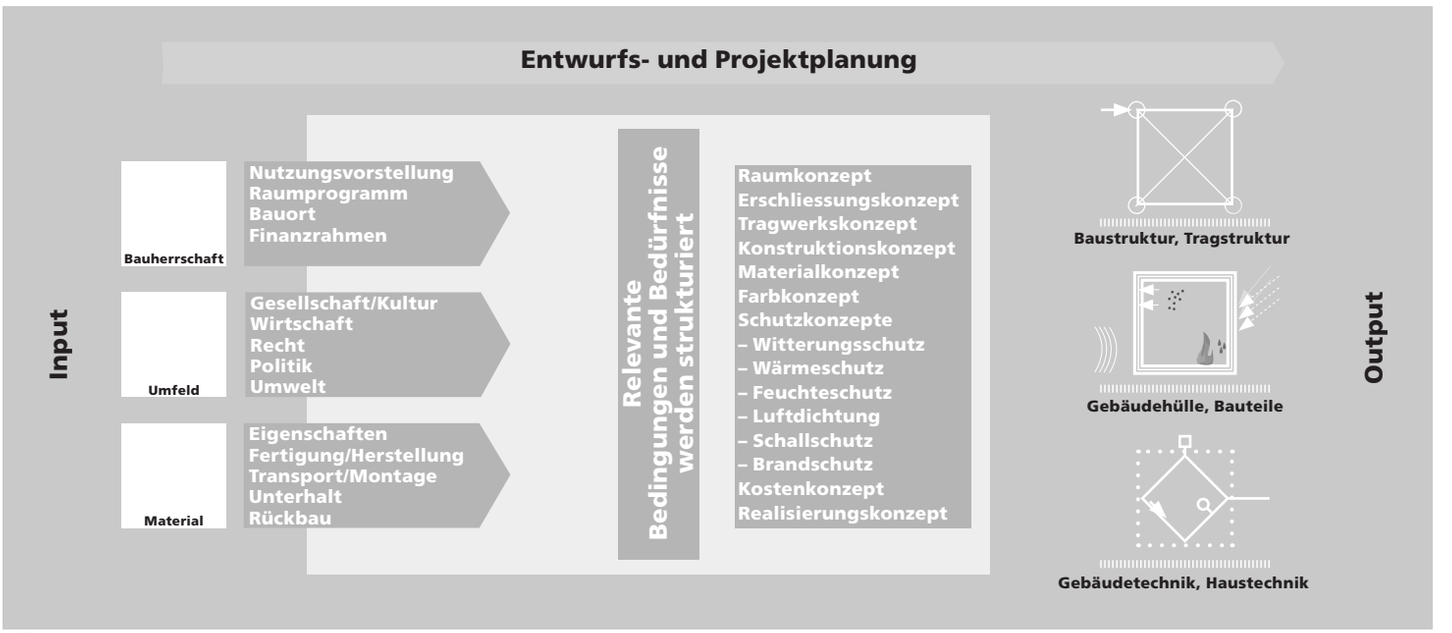
Für Architekten, Ingenieure und technische Planer ist es entscheidend, diese verschiedenen Einzelsysteme zu einem objektbezogenen, massgeschneiderten Gesamtkonzept zu verbinden. Diese konzeptionelle und planerische Arbeit soll mit Hilfe des vorliegenden Buches erleichtert werden. Deshalb sind die Einzelsysteme so dargestellt, dass der Systemgedanke sowohl im Einzelbauteil als auch im Gesamtsystem eines Baus zum Ausdruck kommt. Holzbau wird auf diese Weise zu einer gestalterisch-konstruktiven Aufgabe, welche über das Beherrschen des Details weit hinausreicht. Das richtige Detail muss vielmehr aus dem konstruktiven System entstehen, welches Teil des Gesamtkonzeptes eines Baus ist.

a3 10 Entwurf und Konstruktion

Entwurf

Bauen ist – ob mit Holz oder mit anderen Baustoffen – eine komplexe Aufgabe, die nicht Einzelwissen, sondern das Erkennen von Zusammenhängen in einem Feld wechselnder Beziehungen zwischen verschiedenen Anforderungen verlangt. Bereits in der Entwurfsphase müssen Konzepte vorliegen, die dies berücksichtigen.

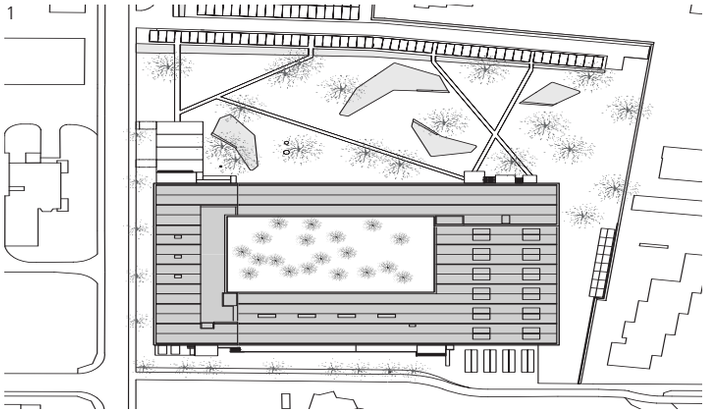
Dies gilt für das Projekt als Ganzes, für Situation und Ort, Funktion und Raum, für Konstruktion und Material. Stimmen die Konzepte im Entwurf, werden die späteren Projektphasen, aber auch die Ausführungsphasen vereinfacht. Abbildung a32 verdeutlicht die Wechselwirkungen zwischen dem gewählten Holzbausystem, der Ausbildung von Bau- und Tragstrukturen (einschliesslich Bauhülle,



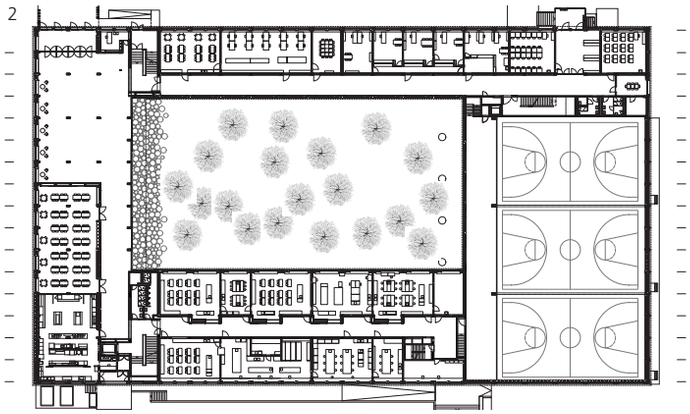
a32

a32 Informationen, Bedingungen und Abhängigkeiten, welche die bauliche Konzeption beeinflussen

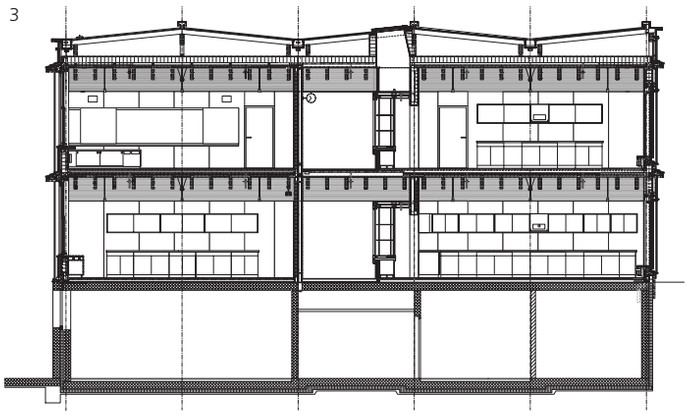
1



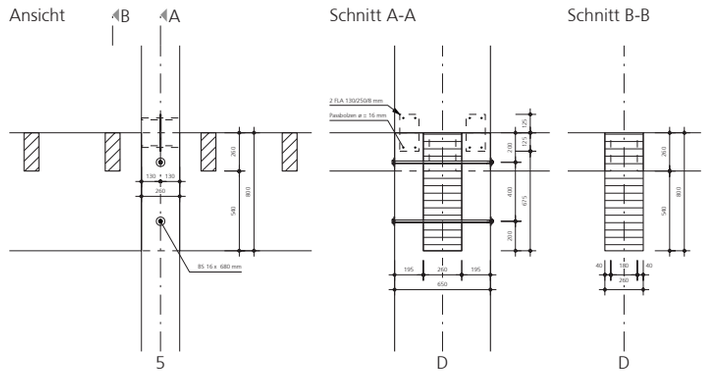
2



3



4



a33

a33 Zusammenhang zwischen Entwurf und Konstruktion am Beispiel einer Schulanlage:

1 Situationsplan: Ort
2 Erdgeschossgrundriss: Raum, Funktion, Baustruktur
3 Schnitt: Tragstruktur
4 Detail: Tragwerk

Ausführung Gesamtansicht und Fassade: Abb. a34 bis a36

Bauteilen und Haustechnik) und der Form. Die Wahl der Bau- und Tragstruktur (mit Bauhülle und Konstruktion der Bauteile) wird wiederum durch System-Informationen (Fragen von Material und Technik, Herstellung, Transport, Montage, Ökologie und Schutzfunktionen) bestimmt. Diese weisen je nach Holzbausystem unterschiedliche Parameter auf.

Entsprechend diesen Überlegungen bildet der Entwurf die massgebliche Grundlage für ein erfolgreiches Holzbauwerk. Bereits in dieser Phase muss – zusätzlich zu den gestalterischen Massnahmen – das Holzbausystem ausgewählt werden, welches die Wahl des Tragsystems beeinflussen wird. Dazu kommen Fragen des Brandschutzes, Wärmeschutzes, Schallschutzes, Holzschutzes, der Luftdichtigkeit und Dauerhaftigkeit sowie des Unterhaltes, die ebenfalls systemgerecht zu beantworten sind. Es versteht sich daher von selbst, dass bei den gestalterischen Massnahmen nicht alleine das Aussehen des Baues massgeblich ist.
Solche Prozesse in Entwurf und Ausführung können unterschiedlich ablaufen und lassen auf jeden Fall Freiheit für individuelle Gestaltung. Einen möglichen Ablauf zeigt am Beispiel eines grösseren Holzbaus die Bildfolge in Abbildung a33. Bereits während der Projektierung hat der Architekt den Kontakt zu den Tragwerksplanern gesucht und mit ihnen den Entwurf und die Wahl des Holzbausystems besprochen. Die Weiterentwicklung des Entwurfes unter Hinzuziehung weiterer Fachspezialisten führte zur Planung. Der frühe Einbezug der Tragwerksplaner hat rechtzeitig die Schnittstellen zwischen Entwurf und Konstruktion deutlich gemacht. Dies vereinfachte Werkplanung und Ausführung und reduzierte zudem die Kosten.

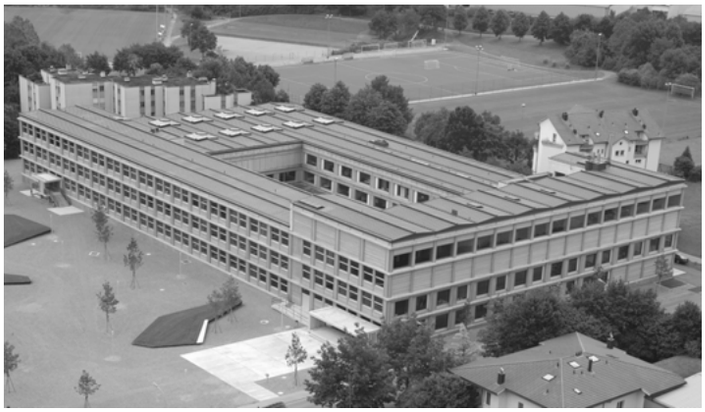
Das abgebildete Beispiel zeigt eine von vielen möglichenLösungen. Bei einer anderen Formulierung der Entwurfsabsicht kann der Holzbau durchaus abstrakt, kubisch oder flächig erscheinen und die Aussenhaut der Fassade gleichmässig und homogen wirken. Auch unterschiedliche Farben oder Materialien für die Bekleidung können Holzbauten aussen und innen prägen. Unabhängig davon gilt: Eine gute Konstruktion kommt der architektonischen Gestalt entgegen. Beides, Entwurf und Konstruktion, muss von Beginn an aufeinander abgestimmt sein.

Konstruktion

Beim Konstruieren werden die Entwurfsideen in klar definierte Abmessungen, Dimensionen, Schichten und deren Anordnung umgesetzt, und zugleich werden Anschlüsse und Details festgelegt. Dabei ist wie erwähnt der wechselseitige Prozess zwischen Entwerfen und Konstruieren stets zu berücksichtigen. Die Ideen entstammen oftmals dem Entwurf, die Machbarkeit zeigt sich bei der Konstruktion. Beim Konstruieren erhält der Bau klare Strukturen. Beim Tragwerk geht es darum, den Anforderungen bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit zu genügen. Bei den Wänden, Dächern und Decken sind neben der Statik die bauphysikalischen und energetischen Anforderungen an die Nutzung abzustimmen und zu optimieren.

Wichtige Bedingungen für einfache Schnittstellen zwischen Entwurf und Konstruktion sind auf einen Holzbau abgestimmte Konzepte in Grundriss (Rastermasse) und Schnitt (Geschosshöhen) und daraus abgeleitet das Einhalten von Systemhöhen und Bauteildimensionen. Grössere Konstruktionshöhen für Decken ergeben beispielsweise einfachere und wirtschaftlichere Konstruktionen und bieten gleichzeitig Raum für die Installationsführung. Im Kapitel b10 «Deckentragkonstruktion» sind für Lasten in Wohnbauten und für Lasten in Büro-, Verwaltungsbauten sowie für Versammlungsflächen Richtsystemhöhen angegeben. Ebenso beeinflusst das Rastermass das Tragsystem eines Holz-Grossbaus in Bezug auf Bauteilabmessung und Anzahl der Knotenpunkte wesentlich.

Als weitere Entwurfs- und Konstruktionsregel gilt, dass Bauteil- und Funktionsschichten bei den Anschlussstellen Wand-Boden und Fundament, Wand-Wand, Wand-Decke, Wand-Dach «fugenlos» durchzuziehen sind. Ein zeitgemässes Entwerfen und Konstruieren fordert deshalb aufeinander abgestimmte Konzepte oder Systeme auf der Stufe Entwurf und Konstruktion für den Wärmeschutz, Brandschutz, Schallschutz, Feuchteschutz, für Luftdichtung usw. Durch einen geschickten Entwurf von Grundriss und Schnitt lassen sich zudem Schall- oder Brandschutzanforderungen bereits im Entwurf einwandfrei umsetzen. Mit der Konstruktion können die gestalterischen, technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Bedingungen weiter verfeinert und optimiert werden. Von Bedeutung sind auch die Kriterien Dauerhaftigkeit und Unterhalt. Gute Lösungen entstehen aus der Wahl der geeigneten Gebäudeform, durchdachten Konstrukti-



a34

a35

a36

a34 bis a36 Zusammenhang zwischen Entwurf und Konstruktion anhand der Kriterien Holzschutz, Dauerhaftigkeit und Unterhalt am Beispiel der Kantonsschule Wil, CH.
Ob und wie eine Fassade verwittern soll, ist eine zentrale Frage und auf der Stufe des Entwurfes zu beantworten.

a34 Gesamtansicht
a35 Fassade: Ausschnitt
a36 Fassade: Detail

Entwurf und Planung: Abb. a33

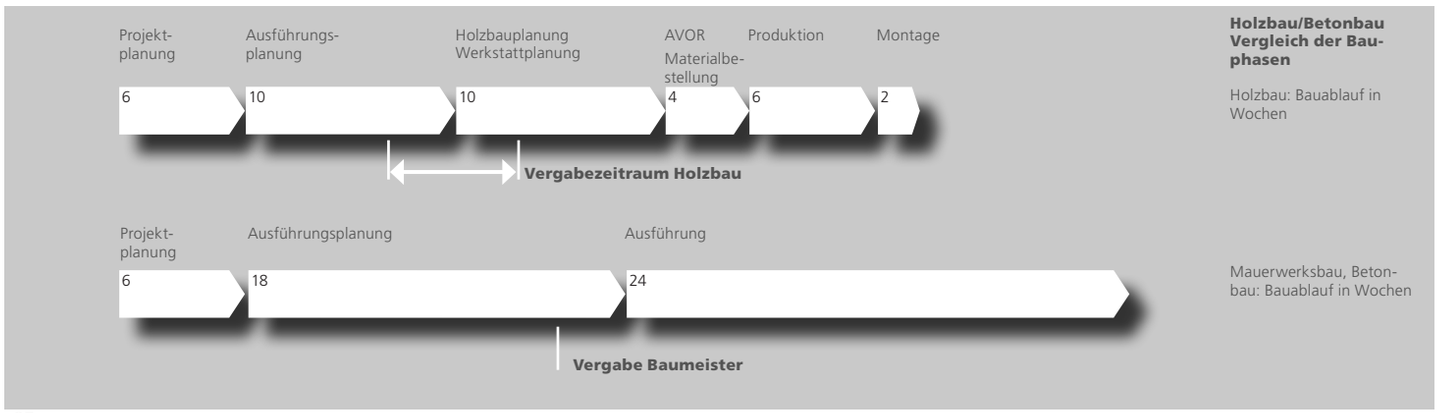
onen und intelligenten Details. Dazu kommt die Wahl der Holzarten und der Oberflächenbehandlung. Möglicherweise gehören auch Vorkehrungen für den chemischen Holzschutz dazu.

a3 20 Planung

Wegen der zunehmend industriellen Fertigung von Holzbauten verlagern sich die zeitlichen Abläufe für die massgebenden Entscheidungen in den Planungsprozessen der Architekten, Ingenieure, Fachplaner und Unternehmer. Was früher erst auf der Baustelle zur Diskussion stand, muss heute lange vor Fertigung der Wände, Decken und Dächer festgelegt sein. Abbildung a37 zeigt einen Planungs-, Produktions- und Montageablauf in Wochen für einen Holzbau mittlerer Grösse im Vergleich zur herkömmlichen Vorgehensweise, wie sie häufig noch im Mauerwerks- oder Betonbau zur Ausführung gelangt.
Eine fachlich korrekte Planung, auch unter Einbezug einer ganzheitlichen Ausführungs- und Werkplanung, ist die Voraussetzung für einen erfolgreichen Holzbau und führt zur grösstmöglichen Sicherheit für den Bauherrn. Auf der Baustelle sind die Bauteile lediglich noch zusammenzufügen. Diese Vorgehensweise hilft, bei korrekter Umsetzung, Kosten und Zeit zu sparen.

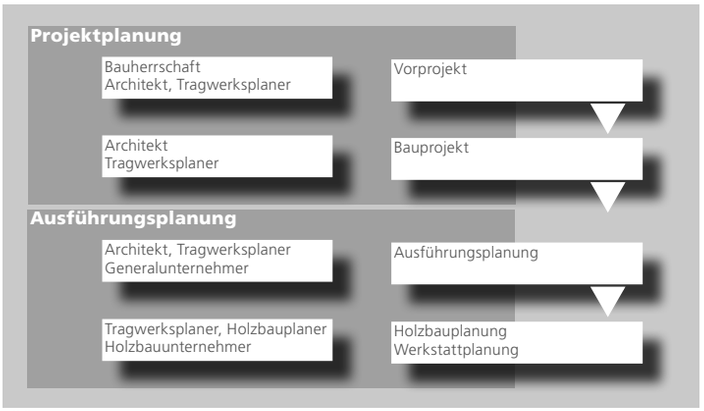
Projekt-, Ausführungsplanung

In der Projektplanung wird zwischen Vorprojekt und Bauprojekt unterschieden. In der Ausführungsplanung wird zwischen der Planung des Architekten oder des Gesamtplaners und der Tragwerksplanung des Bauingenieurs (Tragwerksplaner) sowie der Holzbau- und Werkstattplanung des Fachplaners oder Holzbauunternehmers unterschieden (Abb. a38 und a39). Im Holzbau wird die Ingenieur- oder Tragwerksplanung oft mit der Holzbau- und Werkplanung zusammengelegt. Das ist durchaus sinnvoll, weil sich so Kompetenzen und Verantwortlichkeiten klar und einfach regeln lassen und Schnittstellen reduziert sind. In einem Holzbau erhält die Holzbau- oder Werkplanung – vorzugsweise durch einen Holzbauingenieur oder einen Holzbauplaner erstellt – umfassende Bedeutung und dient vielfach auch der Planung der Installationen oder weiterer Bauteile wie Fenster und Türen. In den durch den Architekten erstellten Ausführungsplänen muss nebst der Vermassung in Grundriss, Schnitt und Details insbesondere die Koordination aller Bauteile, bezogen auf den ganzen Bau, enthalten sein. In den Holzbauplänen sind dann die Angaben zur Herstellung der Holzbauteile zu finden. Dabei können sich die Inhalte der Pläne durchaus verschieben. Ein Ausführungsplan des Architekten kann sich auf die umfassende Masskoordination und die Festlegung der Systemskizzen und Konzepte beschränken, sollte aber auf der Stufe Konzeption für Installationen, Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz, Luftdichtigkeit usw. und auch in Bezug auf die architektonisch wesentlichen Details vollständig sein.
Die technischen Detaillösungen finden sich im Holzbauplan. Allerdings zeigt sich, dass die Schnittstelle zwischen dem Ausführungsplan des Architekten und den Holzbau- und Werkplänen manchmal nicht einfach zu planen ist. Es braucht hier klare Absprachen,



a37

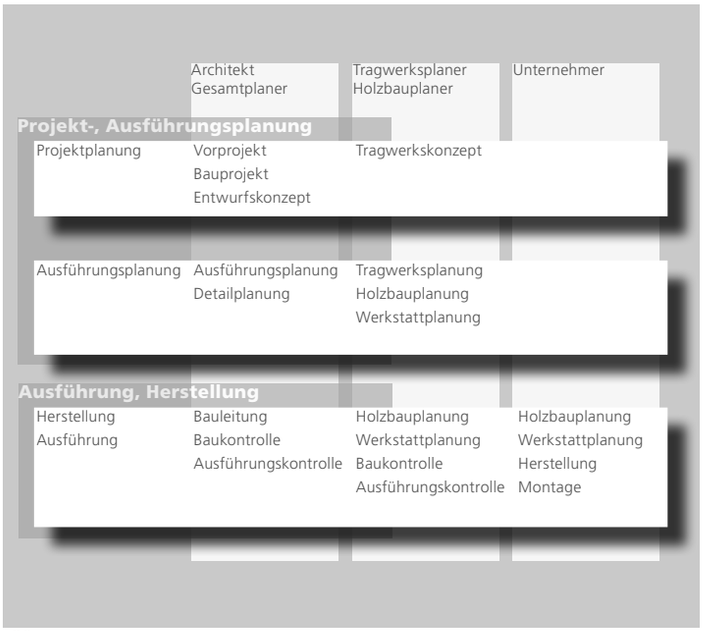
a37 Möglicher zeitlicher Planungs-, Produktions- und Montageablauf in Wochen für einen Holzbau mittlerer Grösse im Vergleich zur herkömmlichen Vorgehensweise wie zum Beispiel im Mauerwerks- oder Betonbau



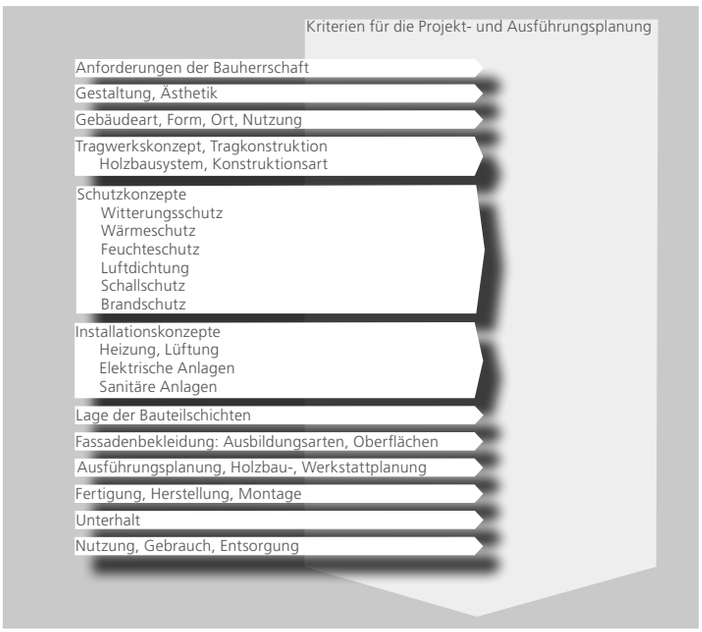
a38

denn es gibt die unterschiedlichsten Möglichkeiten, wie zum Beispiel Türen oder Fenster in die Wände zu integrieren sind oder wie die Anschlüsse zwischen Türen, Fenstern und Wänden ausgeführt werden können. Ausführung und Lage dieser Bauteile und Anschlüsse haben durchaus Einfluss auf die architektonische Gestaltung. Somit ist eine klare Verständigung und Vereinbarung notwendig, in welcher Art die Zusammenarbeit ablaufen soll und wer für welche Fragen in der Planung zuständig ist. In der Abbildung a39 ist als Ergänzung zur Abbildung a38 (Planungsschritte) eine mögliche Zuteilung nach Planungsstellen ersichtlich.

Abbildung a40 zeigt die Zusammenhänge und Bedingungen, welche im Grundsatz die bauliche Gesamtkonzeption beeinflussen und im fortlaufenden Planungsfluss kontinuierlich zu überprüfen und gegebenenfalls mit der Gesamtzielsetzung zu vereinbaren sind. Erfahrungsgemäss sind diese Konzeptüberlegungen bereits in der Entwurfs- und Vorbereitungsphase zu gestalten und in der Planungsphase jeweils zu überprüfen.



a39



a40

a38 Unterteilung nach Projekt- und Ausführungsplanung.
Bemerkung zur Terminologie: In der Schweiz ist der Begriff Holzbauingenieur gebräuchlich, ansonsten der Begriff Tragwerksplaner.
Tragwerkspläne oder Ingenieurpläne sind Tragwerks- und Übersichtspläne, Lastpläne, Konstruktionspläne usw.
Die Holzbau- oder Werkstattplanung umfasst Bauwerks-, Ausführungs- und Werkpläne, Elementpläne, Aussparungspläne, Montagepläne usw. In der Praxis wird sowohl von Holzbau- wie von Werkstattplänen gesprochen.

a39 Zuteilung der Planungsschritte (nach Abb. a38) nach Planungsstellen.
Holzbau- wie Werkstattplanung sind objektbezogen entweder durch den Unternehmer oder durch den Tragwerksplaner auszuführen.

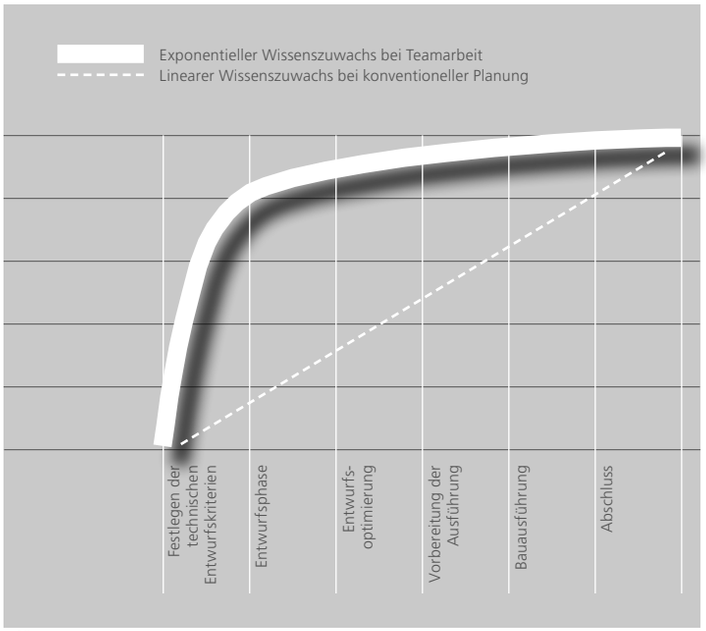
a40 Einflüsse, Kriterien und Bedingungen, welche die Gesamtkonzeption eines Baus beeinflussen, und im gesamten Planungsprozess vom Entwurf bis zum Detail laufend zu überprüfen und zu verfeinern sind.

a3 30 Prozessablauf

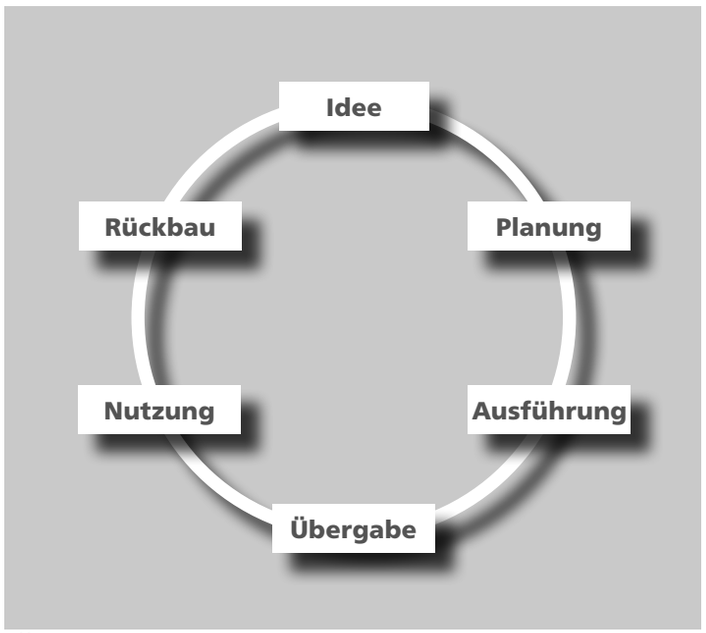
Der Bauprozess beginnt mit der Bauidee und der Formulierung der Bauabsicht. Bis zum fertigen Bauwerk sind alle Schritte in einer detaillierten Projektorganisation zu planen und die Prozessstufen festzulegen. Fortschrittliche Planer nehmen über die eigentliche Projekt- und Bauphase hinaus auch klare Vorstellungen zu Nutzung, Unterhalt und Rückbau in ihre Planung auf. Der Prozessablauf bildet so einen Kreislauf (Abb. a41).

Planung

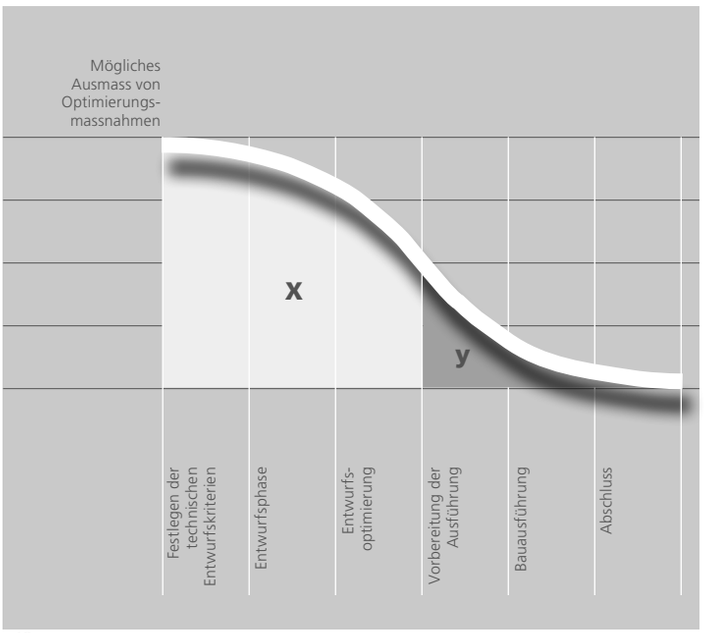
Bei der Bauplanung sind die ersten Phasen bezüglich Qualität, Kosten und Termine von grösster Bedeutung. Wie in den Abbildungen a42 und a43 dargestellt, verläuft durch enge Teamarbeit in der Anfangsphase der Wissenszuwachs exponentiell. In dieser Periode ist auch die Kostenoptimierung am weitaus effizientesten. Zu einem späteren Zeitpunkt gefällte Entscheidungen, welche im Extremfall zu Änderungen auf der Baustelle führen, sind unweigerlich mit Kosten, vermehrtem Zeitaufwand und häufig auch mit Qualitätseinbussen verbunden.



a42



a41



a43

a41 Lebenszyklus eines Gebäudes

a42 Wissenszuwachs in Bezug auf die Projektphasen [11]

a43 Ausmass des Kosteneinsparungspotentials [11]
x – in der Planungsphase
y – in der Ausführungsphase

Bei einem Holzbau muss die Ausführungsplanung des Architekten in einer frühen Phase in die Holzbauplanung einfliessen. Die Produktion der Elemente im Werk braucht Vorlaufzeit. Diese Vorlaufzeit wird umso besser planbar, je früher die entsprechenden Ausführungsdetails und Schnittstellen bestimmt sind.
Ein als Netzwerk funktionierendes Planungsteam verfügt über kurze Kommunikationswege. Jedes Mitglied trägt Verantwortung und setzt sein Wissen zur Optimierung des ganzen Projektes ein. Wichtig ist die Gesamtleitung, welche für die Koordination, den Informationsfluss und das Zusammenführen aller Angaben zu einem Ganzen zuständig ist. Sie ist der Dreh- und Angelpunkt des Projektes.

Die durch Computer unterstützte Planung hat in vielen Bereichen der Architektur und Ausführung Einzug gehalten. Gleichzeitig ist die Kommunikation durch die elektronischen Medien vereinfacht worden. In der Fertigung können die Daten weiter bearbeitet und für die Maschinensteuerung eingesetzt werden.

Ausführung
Für Holzbauten werden zunehmend vorgefertigte Bauteile eingesetzt. Dies bietet unter anderem den Vorteil wirtschaftlicher, wetterunabhängiger und kontrollierbarer Herstellung. Die Montage hängt hingegen nach wie vor von der Witterung ab. Durch die kurze Montagezeit wird deren Einfluss zwar minimiert, trotzdem muss das Wetter berücksichtigt werden. Bauteile aus Holz sind vor Witterungseinfüssen wie Niederschlägen, aber auch vor UV-Strahlen zu schützen. Entsprechende Massnahmen sind in den Plänen und Konzepten für Transport, Zwischenlager und Montage, aber auch nachfolgend bis zur Bauvollendung zu berücksichtigen. Dazu gehört auch ein einwandfreier Schutz der Bauteile vor Verschmutzung oder Beschädigung durch Fremdeinwirkung.

Nutzung
Die Ausführung sollte nach einem vorgängig erstellten Kontrollplan geprüft werden. Erst nach Abnahme des Baus kann dieser der Nutzung übergeben werden. Unterhalt und Betrieb des Baus sind ebenfalls zu definieren. Dank periodischer Kontrollen und Unterhaltsarbeiten kann ein Bauwerk seine der Nutzung entsprechenden Funktionen viele Jahrzehnte erfüllen. Zwischen Funktionstüchtigkeit und Werterhaltung eines Bauwerkes und der Periodizität der Unterhaltsintervalle bestehen klar belegbare Zusammenhänge.

Rückbau
Der geplante Rückbau wird künftig an Bedeutung gewinnen, dies insbesondere wegen der Kosten und Umwelteinflüsse von schwer entsorgbaren Materialien. Schon beim Bau ist deshalb der Rückbau einzuplanen. Der Holzbau bietet dazu gute Voraussetzungen.

Eine Arbeitshilfe, wie Planung und Ausführung zu strukturieren, die einzelnen Arbeitsschritte festzulegen und die einzelnen Prozesse zu definieren sind, zeigt Abbildung a44.

a3 40 Qualitätssicherung

Integrierender Bestandteil eines umfassenden Bauprozesses ist bei jedem Bauwerk die Qualitätssicherung (QS). Natürlich verlangt ein Holz-Grossbau für einen viergeschossigen Verwaltungsbau eine andere Qualitätssicherung als ein zweigeschossiger Wohnbau.
Untersuchungen haben ergeben, dass Ausführungsfirmen von Holzbauten allein nicht das gewünschte Ziel erreichen. Die Planung und Projektorganisation beeinflusst die Qualität eines Bauvorhabens weit mehr. Eine Qualitätssicherung ist deshalb über sämtliche Projektphasen (von der Planung bis zur Nutzung) aufzubauen. Sie richtet sich an alle am Bauprozess beteiligten Akteure: an Bauherren, Behörden, an die Fachleute vom Projektentwurf bis zur Ausführungs- und Detailplanung sowie an die ausführenden Fachleute.

Die Holzwirtschaft hat während der letzten Jahre grosse Fortschritte in der Sicherheit von Bauten erreicht – sie war aufgrund einschränkender Vorschriften, insbesondere im Brandschutz, auch dazu gezwungen. Sie hat gelernt, trotz der Verwendung eines brennbaren Baustoffs brandsicher zu bauen, und sie hat sich beispielsweise in der Schweiz um den Aufbau einer wirkungsvollen Qualitätssicherung gekümmert.
Die Lignum-Dokumentation Brandschutz «Bauen mit Holz – Qualitätssicherung und Brandschutz» aus dem Jahre 2005 [12] unterteilt die Bauten nach Nutzung und Geschossen und nach Qualitätssicherungsstufen. Dabei wird definiert, was je nach Qua-

litätssicherungsstufe notwendig ist und wer dafür verantwortlich ist. Mit der Anwendung dieses Dokuments ist ein wichtiger Schritt erfolgt, um die Forderung nach Qualitätssicherung – die nationalen Normenwerke weisen deutlich darauf hin – zu erfüllen. Dabei wird deutlich: Eine griffige Qualitätssicherung bedeutet keinen Mehraufwand, sondern führt über den gesamten Bauprozess effizient zum gewünschten Sicherheitsniveau und langfristig zu einem Mehrwert eines Gebäudes.

Ein Qualitätssicherungssystem hat folgende Aufgaben zu erfüllen:
– Festlegung der objektbezogenen Sicherheitsstandards bei der Planung und Ausführung
– Gewährleistung der Sicherheitsstandards (z. B. Tragverhalten, Brandschutz, Wärme- und Feuchteschutz, Schallschutz usw.)
– Sicherung und Überprüfung dieser Standards durch eine kontinuierliche Eigen- und Fremdüberwachung
– Bereitstellung von Hilfsmitteln für Bauherren, Planende und Ausführende zur Vermeidung von Fehlern bei der Anwendung der Regelwerke und der Rationalisierung der Arbeiten

Bei der Projektierung eines Gebäudes ist ein Qualitätssicherungssystem zu planen. In Abbildung a44 (Planungsablauf inkl. Qualitätssicherung Brandschutz) ist eine entsprechende Vorlage dargestellt.
Wesentliche Punkte, welche zur Qualitätssicherung beitragen, sind:

Projektierung

Kompetente Fachplaner
Der frühzeitige Einbezug von kompetenten Fachplanern und Ingenieuren führt zu qualitativ guten Gebäuden.

Nutzungsvereinbarung
Sie dient den Planern als Grundlage zur Realisierung des gewünschten Nutzungsziels und sichert das einwandfreie Verständnis zwischen Bauherr, Architekt, Fachplaner und Ausführung.

Terminplanung
Holzsystembauten weichen bei der Terminplanung von anderen Bauten ab. Die Termine sind mit erfahrenen Fachplanern und Unternehmern abzusprechen.

Vertrauens- und Prüfingenieur
Bei komplexen Gebäuden wie mehrgeschossigen Holzbauten oder bei grossvolumigen Holz-Grossbauten kann der Einbezug eines Vertrauens- und Prüfingenieurs von Vorteil sein. Für fünf- und sechsgeschossige Holzbauten schreiben die Brandschutzbehörden aufgrund der Brandschutzvorschriften in der Schweiz die Hinzuziehung eines Fachingenieurs als Kontrollorgan vor. In Deutschland sind je nach Grösse des Baues die Vorschriften aus dem Baurecht zu erfüllen und die bautechnischen Nachweise vorzulegen.

Koordination
Die Koordination unter den Beteiligten muss klar strukturiert sein. Schnittstellen sind deutlich zu kennzeichnen.

Planung

Nach den Architekturplänen mit den Konzepten für Installationen, Brandschutz, Schallschutz usw. und den architektonisch bestimmten Details sowie den Tragwerksplänen des Tragwerksplaners sind die Holzbau- und Werkstattpläne zu erstellen. Mit der Holzbau- und Werkstattplanung sollte erst begonnen werden, wenn die Hauptschritte und sämtliche relevanten Details geklärt sind. Nach der Bestätigung der Holzbau- und Werkstattpläne durch den Architekten oder den Projektleiter kann mit dem Bestellen der Materialien und mit der Produktion begonnen werden. Nur durch eine detaillierte, umfassende und archivierbare Planung wird eine hohe Ausführungsqualität generiert.

Produktion

Eine Werkstattbesichtigung durch Planer und Bauherrschaften gibt einen Einblick in die Fertigung der Bauteile. Sie ermöglicht ferner die Kontrolle der Planung und erlaubt Rückschlüsse auf die Vorstellungen der Bauherren. Die eingesetzten Materialien und die vorhandenen Produktionsbedingungen können überprüft werden. Die Produktion ist von entsprechend eingerichteten Betrieben durchzuführen.

Montage

Die Montage ist witterungsabhängig. Feuchteeinwirkung verschlechtert die Qualität der Bauteile. Im Montagekonzept müssen negative Witterungseinflüsse, aber auch andere mögliche Fremdeinwirkungen oder Verschmutzungen durch entsprechende Schutzvorkehrungen ausgeschlossen werden. Das Montagekon-

Prozessphasen	Beschreibung der Arbeitsschritte	Bauherr	Architekt (Gesamtleiter)	Bauleiter	Tragwerksplaner Holzbau / BS-Spezialist	Tragwerksplaner Massivbau	Fachplaner HLKSE, Bauphysik	Holzbauunternehmer	Brandschutzbehörde	Externes Kontrollorgan Brandschutz
Projektierung	**Vorbereitung**									
	Idee, Zielformulierung, Nutzung	x								
	Vorbereitungsarbeiten	x	•							
	Planungsstudie									
	Machbarkeitsstudie Holzbau		•		x					
	Vorabklärung Brandschutz, Entscheid QS-Stufe		•		x				•	
	Vorprojekt									
	Angebots-, Vertragsverhandlungen Fachplaner		x		•					
	Ausarbeitung Pflichtenheft Fachplaner		x		•					
	Ausarbeitung Anforderungskatalog Bauwerk	•	x							
	Erstellen der Nutzungsvereinbarung	•	x		•	•				
	Entwurf Brandschutzkonzept und QS-Konzept	•	x		•					
	Trag- und Bausystemkonzepte erarbeiten		•		x					
	Vorstatik und Systemdetails		•		x	•				
	Entwurf Installationskonzepte HLKSE		•		•		x			
	Entwurf: Raumakustik- und Schallschutzkonzept		•				x			
	Kostenschätzung		x		•	•	•			
	Organisation Projektplaner (Termine, Informationen)	•	•	x	•	•	•			
	Entwurf Überwachungs- und Unterhaltsplan		x	•	•	•				
	Baueingabe und Prüfung Baugesuch	x	•		•				x	•
	Projekt									
	Definitives Brandschutzkonzept		•		x					
	Überarbeitung Überwachungs- und Unterhaltsplan	•	x		•	•				
	Definitive Systemdetails (Fenster, Sturz, Storen)		x		•					
	Definitives Installationskonzept		•		•		x			
	Statische Berechungen des Tragsystems				x	x				
	Definitives Konzept Raumakustik und Schallschutz						x			
	Bauprojektzeichnungen Holzbau				x					
	Ausarbeitung Kontrollplan für Produktion und Montage		•	•	x	•				
	Provisorische Terminplanung	•	•	x	•	•				
Ausführung	**Submission**									
	Konstruktionszeichnungen für Submission				x					
	Ausschreibung Holzbau und Merkblätter		•		x					
	Ausarbeitung von Eignungs- und Zuschlagskriterien	•	•	•	x					
	Vorevaluation Submittenten	•	•	x	•					
	Einholen von Angeboten		•	x				•		
	Rechnerische Kontrolle der Angebote		•	x	•					
	Technische Kontrolle der Angebote		•		x					
	Unternehmergespräche und Angebotsbeurteilung	•	•	x	•			•		
	Zuschlagserteilung	•	•	x	•			•		
	Ausführungsprojekt									
	Materialisierung, Detailplanung, Bauteilnachweise	•	•		x					
	Koordination Haustechnik		x	•	•	•	•			
	Werkstattplanung Holzbau	•		•	•			x		
	Endkontrolle der Ausführungsplanung und Freigabe							•		x
	Protokolle und Checkliste an Behörde und Bauherrn	•	•						•	x
	Terminplanung Ausführung und Kontrollen		•	x	•	•		•	•	•
	Besprechung mit Projektpartnern		•	x	•	•	•	•		
	Ausführung Bauauftrag							x		
	Bauleitung und Kontrollen									
	Generelle Überwachung der Ausführung	•		x						
	Werkstatt- und Baustellenkontrollen intern laut Plan							x		
	Werkstatt- und Baustellenkontrollen extern laut Plan			•	x	•		•		x
	Anleitung der Ausbaufirmen			x	•					
	Endkontrolle Brandschutz und Protokoll für Behörde							•		x
	Bauabnahme Brandschutz und Freigabe Nutzung							•	x	
	Bauabnahme allgemein		•	x	•			•		
	Kontrolle von Ausmass und Einheitspreisen		•	•	x			•		
	Dokumentation des Bauwerks									
	Übergabe von Nutzungsvereinbarungen, definitivem Überwachungs- und Unterhaltsplan		x	•	•					
	Instruktion Bauherr über Instandhaltung	•	•	x				•		
	Archivierung der Bauakten		x		•					
	Schlussbesprechung mit Projektpartnern	•	•	x	•	•	•	•		
	Schlussprüfung									
	Überwachung Garantiearbeiten		•	x						
	Schlussprüfung	•		x						
Nutzung	**Gebäudenutzung**									
	Bewirtschaftung und Erhaltung gemäss Überwachungs- und Unterhaltsplan	x								
	Periodische Kontrolle je nach Nutzung des Gebäudes	x	•	•					•	
	Rückbau									

a44

a44 Beispiel eines Planungsablaufs bei einem (grösseren) Holzbauprojekt. Die Funktions- und Arbeitsschritte beziehen sich auf den Holzbau.

Beteiligte Stellen:
x verantwortlich
• beteiligt

zept zwingt die Ausführenden, sich vorgängig mit dem Montagevorgang zu beschäftigen und hat durchaus Auswirkungen auf die Planung. Die Schlüsselstellen sind durch die Verantwortlichen bezüglich planmässiger und fachgerechter Ausführung zu kontrollieren.

Abnahme

Wie bei konventionellen Bauten ist es auch bei einem Holzbau sinnvoll, direkt nach wichtigen Bauabläufen Abnahmen durchzuführen. Diese sind freiwillig, bei bestimmten Nutzungen, Bauteilen und Ausführungen auch behördlich verordnet. Zunehmend bieten die Hersteller von Produkten umfassende Dienstleistungen an, indem sie nicht nur die Anleitung der Handwerker auf der Baustelle übernehmen, sondern auch die Ausführung der Arbeit einer Abnahme unterziehen.

Dank einer solchen Abnahme erhält der Bauherr nicht nur eine Garantie für Produkt und Applikation. Sie gewährleistet darüber hinaus, dass sowohl Material als auch Verarbeitung stimmen. Auch können einzelne Schutzfunktionen wie Schallschutz oder Luftdichtung durch Messungen am Bau überprüft werden. Für das Überprüfen der Luftdichtigkeit und Wärmedämmung stehen technische Hilfsmittel zur Verfügung. Anhand thermografischer Aufnahmen oder Luftdichtigkeitsmessungen lassen sich im Rohbau oder beim fertigen Bauwerk Tests durchführen, bevor das Gebäude der Bauherrschaft übergeben wird. Somit können allfällige Nachbesserungen noch umgesetzt werden. Insbesondere bei grösseren Objekten wie Schulen, Mehrfamilienhäusern usw. ist eine Testreihe ein Bestandteil des Auftrages und entsprechend ein wichtiges Instrument der Qualitätssicherung.

Allerdings ist in diesem Zusammenhang auch festzuhalten, dass sich die Frage der Qualität nicht bei der Abnahme beantworten lässt. Ob ein Bau die an ihn gestellten Anforderungen auch erfüllt, ist bereits aus den Plänen ersichtlich. Kontrollmessungen, etwa der bei gedämmten Bauten unausweichlich erforderlichen hohen Luftdichtigkeit, können kein befriedigendes Ergebnis erbringen, wenn die Planung schon fehlerhaft war. Werden Konzepte und Systeme im Entwurf, in Planung und Ausführung korrekt und handwerksgerecht umgesetzt, sind Holzbauten absolut dicht und benötigen nur im Ausnahmefall eine Kontrollmessung.

Abschluss, Nutzung

Eine Schlussdokumentation mit allen Plänen, insbesondere auch mit den nachgeführten Holzbau- und Werkstattplänen, gibt dem Auftraggeber ein unentbehrliches Nachschlagewerk über seinen Bau in die Hand. Zur Übergabe eines Bauwerkes an die Betreiber oder Nutzer gehört auch die Instruktion, wie das Gebäude zu nutzen und zu warten ist und wie und in welchen Abständen die wichtigsten Teile wie Tragkonstruktion, Gebäudehülle usw. zu kontrollieren sind.
Nutzungsvereinbarung, Überwachungs- und Unterhaltspläne, Ausführungspläne, aber auch Holzbau- und Werkstattpläne sind wichtige Dokumente und Grundlagen bei Änderungen oder Erweiterungen während der sich über Jahrzehnte hinziehenden Nutzung.

a4 Material

a4 10 Holzarten

Für Tragkonstruktionen werden hauptsächlich die folgenden einheimischen Holzarten verwendet:

Nadelhölzer
– Fichte (Rottanne)
– Tanne (Weisstanne)
– Föhre (Kiefer)
– Lärche
– Douglasie

Den grössten Anteil des Konstruktionsholzes stellen Fichte und Tanne. Zwischen den Holzarten Fichte und Tanne wird im üblichen Sortiment nicht unterschieden.

Laubhölzer
– Eiche (Traubeneiche, Stieleiche)
– Buche (Rotbuche)
– Edelkastanie

Eiche und Buche werden in der Regel für Unterlagshölzer, Dübel, Keile und andere hoch beanspruchte Spezialbauteile verwendet. Eichenholz wird auch für Bauteile eingesetzt, die eine erhöhte Feuchteresistenz aufweisen müssen.

a45

a46

a47

a48

a49

a50

a51

a52

a45 bis a49 Nadelhölzer
a45 Fichte
a46 Tanne
a47 Föhre
a48 Lärche
a49 Douglasie

a50 bis a52 Laubhölzer
a50 Eiche
a51 Buche
a52 Edelkastanie