

Nachhaltiges Bauen mit Holz

2020 / 1

Wussten Sie, dass...

- ... Holz als Baustoff und innovativer Werkstoff auch für **mehrstöckige Gebäude** eingesetzt werden kann?
- ... auch statisch **anspruchsvolle Konstruktionen** wie Brücken und Hallen aus Holz erbaut werden können?
- ... mit vorgefertigten Holzbausystemen die **Errichtungszeit einer Baute wesentlich verkürzt** wird?
- ... der Baustoff Holz auch im **Brandfall** erstaunlich tragfähig bleibt?
- ... trocken verbautes Holz **Generationen überdauern** kann?
- ... Holzbauten **wirtschaftlich** und **wettbewerbsfähig** sind?
- ... Holzbauten sich **gesundheitlich positiv** auf den Menschen auswirken können?
- ... Holz eine der wichtigsten natürlichen, **erneuerbaren Ressourcen** der Schweiz ist?
- ... Holzprodukte CO₂-neutral sind und bei der Herstellung relativ **wenig Energie** verbrauchen?
- ... Holzprodukte auch im verbauten Zustand **CO₂ speichern**?
- ... die meisten neu erstellten Holzbauten den Anforderungen des **Minergie-Standards** entsprechen?

Die Waldgesetzgebung

Art. 34b des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) und Art. 37c der Waldverordnung (WaV, SR 921.01) verpflichten den Bund bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb eigener Bauten und Anlagen soweit geeignet die Verwendung von nachhaltig produziertem Holz zu fördern. Dabei soll er bei der Beschaffung von Holzerzeugnissen die nachhaltige und naturnahe Waldbewirtschaftung sowie das Ziel der Reduktion von Treibhausgasemissionen berücksichtigen.

Ziel dieser Empfehlung

- Bauherren für die neuen Vorgaben des Waldgesetzes sensibilisieren
- State of the art des modernen Holzbaus präsentieren
- Gängige Vorurteile/Hemmnisse zum Holzbau bei den Bauherren abbauen
- Vorteile des Holzbaues für den Nutzer zeigen
- Juristisch und technisch gangbare praktische Lösungen aufzeigen
- Zur breiteren Anwendung von Holz im Bau motivieren

Diese Empfehlung richtet sich an

- Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes und der bundesnahen Betriebe
- Öffentliche Bauherren auf Stufe Kanton und Gemeinde
- Private professionelle Bauherren

Holz ist architektonisch und technisch vielseitig einsetzbar

Holz hat in der Schweiz als Baumaterial eine jahrhundertealte Tradition. In jüngerer Zeit setzen Architekturschaffende und Bauherrschaften wieder vermehrt auf Holz als Baumaterial. Sie nutzen die vielfältigen Möglichkeiten, die dieser einheimische und nachwachsende Rohstoff bietet, und realisieren damit Bauten, die punkto Ästhetik, Funktionalität und Ausdruck in jeder Hinsicht überzeugen. Der industriellen Nutzung von Holz als Baustoff standen lange technische, wirtschaftliche und gesetzliche Hürden im Weg. Nun erlebt es eine echte Renaissance. Die vom Bund unterstützten Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Rahmen des «Aktionsplans Holz» haben massgebend dazu beigetragen, dass die Schweiz zu den führenden Nationen im Bereich Ingenieurholzbau gehört. An Fachhochschulen wurden spezialisierte Ingenieurinnen ausgebildet, welche die technischen Einschränkungen und Wissenslücken nach und nach beseitigt haben. Mehrgeschossige Holzbauten bis über die Hochhausgrenze, Wohnsiedlungen mit bis zu 300 Wohnungen – so zeigt sich der Stand der Technik im Bauen mit Holz heute.



Abbildung 1: Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Ittigen



Abbildung 3: Sue & Til, Winterthur

Bürobauten:

Zukunftsweisende Architektur, flexibel genutzt

Für Holz im Büro- und Verwaltungsbau sprechen die kurze Realisationsdauer, flexibel gestaltbare Raumstrukturen, eine gute Wirtschaftlichkeit sowie die Tatsache, dass sich damit hohe Anforderungen an Nachhaltigkeit und Ökologie umsetzen lassen. Behagliche Räume mit einem guten Raumklima unterstützen zudem eine gute Arbeitsatmosphäre. Nicht zuletzt lässt sich mit solchen Bauten auch eine hohe architektonische und städtebauliche Qualität erreichen, wie zum Beispiel der Verwaltungsbau des Bundesamts für Raumentwicklung ARE in Ittigen oder das Bürogebäude Werd der Tamedia AG in Zürich zeigen. Während sich ersteres diskret in den städtischen Kontext einbettet, sticht letzteres mit einer sichtbaren Primärkonstruktion in Skelettbauweise am Kopf einer Häuserzeile heraus.



Abbildung 2: Tamedia, Zürich

Wohnbauten:

Behaglichkeit und zeitgemässe Grundrisse

Dass das Wohnen in einem Holzhaus Zukunft hat, belegen mittlerweile unzählige realisierte Beispiele: vom Einfamilienhaus über Mehrfamilienhäuser bis zu grossvolumigen Wohnsiedlungen. Die Argumente für das Einfamilienhaus in Holz gelten dabei auch für Mehrfamilienhäuser und grosse Wohnbauten: Sie sind energieeffizient, ökologisch und bieten ein gutes und gesundes Raumklima. Dazu kommen als weitere Vorteile eine kurze Bauzeit und ein hoher Vorfertigungsgrad.

Zudem lässt sich mit dem verbauten Holz CO₂ binden: Für die insgesamt 307 Wohnungen in der Überbauung Sue & Til im Winterthurer Hegi-Quartier wurden 10000 m³ Holz verbaut und so 10000 Tonnen CO₂ auf Jahrzehnte hinaus gebunden. Weiter vermag die Überbauung dank des geringen Anteils grauer Energie des Holzes nicht nur die Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft problemlos zu erfüllen, sondern widerlegt mit Ausführungskosten von CHF 129 Mio. und einem Marktwert von CHF 170 Mio. auch eindrücklich das Vorurteil des «teuren Holzbaus». Nicht zuletzt überzeugen viele der in den letzten Jahren realisierten Wohnbauten mit neuartigen Wohnkonzepten.

Spezialbauten:

Grosse Spannweiten, Vielfalt in der Formensprache

Holz ist auch erste Wahl für Tragwerke mit grossen Spannweiten. Das zeigen Beispiele, die kürzlich realisiert worden sind wie die Turnhalle auf dem Waffenplatz Thun oder das Mehrzweckgebäude in der Westschweizer Gemeinde Le Vaud. Diese spannen das breite Spektrum möglicher Lösungen auf: Während die Doppelhalle in Thun mit einem kompakten Volumen und weiteren Massnahmen gemäss den Anforderungen des Minergie-A resp. -P-ECO Standards erstellt wurde, macht das Gemeindezentrum in der Westschweiz deutlich, was bei der Überwindung grosser Spannweiten hinsichtlich formaler und räumlicher Gestaltung möglich ist.



Abbildung 4: Turnhalle Waffenplatz Thun



Abbildung 5: Gemeindezentrum Le Vaud

Kommunalbauten:

Funktionalität und eigenes Holz

Eine wichtige Motivation für das Bauen öffentlicher Gebäude mit Schweizer Holz sind die ökologische Bauweise, kürzere Bauzeiten dank vorgefertigter Elemente, geringere Emissionen aufgrund kürzerer Transporte sowie die nachhaltige Waldbewirtschaftung. Holz wird dabei vor allem bei Schul- und Verwaltungsbauten sowie für Werkhöfe eingesetzt, wobei Argumente wie ein gutes Raumklima oder die positive Wahrnehmung durch die Bevölkerung angeführt werden. Ein Beispiel dafür ist der von der Krienser Gemeinde realisierte Werkhof mit Feuerwehrdepot: Hier sind insgesamt 1347 m³

Schweizer Holz verbaut worden, was rund 85% der Gesamtholzmenge entspricht. Dafür gab es 2016 eine Auszeichnung mit dem «Label Schweizer Holz».



Abbildung 6: Werkhof Gemeinde Kriens

Schulhäuser und Kindergärten:

Räume zum Entdecken und Lernen

Bei Bauten für Schulen hat Holz in der Schweiz die Nase vorn. Rund ein Viertel der Projekte für Neubauten im Marktsegment Unterricht und Bildung wurden im Jahr 2017 mit einer Tragkonstruktion in Holz bewilligt. Betrachtet man Kindergärten und Kinderhorte gesondert, wird die Sachlage noch deutlicher: Jährlich werden rund 100 neue Gebäude in dieser Kategorie bewilligt, rund 40% davon werden mit einer Tragkonstruktion in Holz geplant und der gleiche Anteil mit Fassaden ganz oder teilweise in Holz. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Holz ist ein Material, das Kindern vertraut ist. Oft sind Gemeinden zudem als Besteller auch Waldbesitzer. Mit der Verwendung von regionalem Holz sorgen sie für Wertschöpfung vor Ort und erhalten einen nachhaltigen Bau. Ein gutes Raumklima und die Flexibilität des Materials für freie Formen sind weitere Pluspunkte – gerade wenn es um Bauten für Kinder und Jugendliche geht. Die Schulanlage Pfingstweid ist ein gelungenes Beispiel unter vielen.



Abbildung 7: Schulanlage Pfingstweid, Zürich

Aufstockungen und Erweiterungen: Ausnutzung der Bausubstanz, kurze Bauzeit

Der Schweizer Gebäudepark soll sich nach innen verdichten. Zugleich gilt es, den Bestand energetisch zu verbessern. Mit Holz lassen sich beide Ziele geschickt kombinieren, denn Aufstockungen oder Dachausbauten sind die beste Möglichkeit, mehr Raum auf gleicher Grundrissfläche zu generieren. Und dafür ist der Holzbau geradezu prädestiniert: Aufstockungen müssen vom darunterliegenden Bestand statisch verkräftet werden. Das Eigengewicht von Holz liegt bei einem Bruchteil dessen, was für massive Materialien zu veranschlagen ist. Dank Vorfertigung reduziert sich zudem der Aufwand auf der Baustelle, die neuen Räume stehen rasch zur Verfügung, und die Nachbarschaft wird kaum durch Lärm und Staub gestört. Dieses Vorgehen eignet sich für alle möglichen Nutzungen, sei es Wohnen, Gewerbe oder Büro, wie viele realisierte Beispiele zeigen. Zwei davon sind die Aufstockung des Sylvana-Spitals in Epalinges und die viergeschossige Wohnaufstockung auf das Betriebsgebäude der Sihltal-Zürich-Uetliberg-Bahn SZU.



Abbildung 8: Sylvana-Spital, Epalinges



Abbildung 9: Wohnelemente auf Betriebsgebäude SZU, Zürich

Modulbauten: Geschwindigkeit und Vielseitigkeit

Holzmodule bieten sich an, wenn beim Bauen Flexibilität und Schnelligkeit gefragt sind, und dies nicht nur als Einzelstück oder auf Zeit. Die Verwendung von Holz erlaubt es, Bauteile – Wände, Decken oder

eben auch ganze Raumelemente wie Module – im Werk zu fertigen, auf die Baustelle zu transportieren und dort in Kürze zu einem fixfertigen Ganzen zusammensetzen. Die Leitungen sind bereits verlegt, die Anschlüsse ausgespart und die Wärmedämmung integriert. Module lassen sich aneinanderreihen oder stapeln. Kurz und gut: Der Modulbau multipliziert die ausgewiesenen Stärken des Holzbaus. Er ist noch präziser in der Fertigung, noch schneller im Aufbau, noch wirtschaftlicher und effizienter und dadurch auch noch kostengünstiger. Dabei können Module nicht nur temporär – wie häufig zur Brechung von Bedarfsspitzen von bestehenden Schulbauten – sondern auch permanent zum Einsatz kommen. Das zeigt das Projekt «Bever Lodge» im Engadin: ein Holz-Hotel in Modulbauweise mit rund 40 Zimmern, das im Dezember 2015 eröffnet wurde.



Abbildung 10: Raummodule aus Holz auf dem Tieflader

Bauen in extremen Lagen: Leichtigkeit und Sparsamkeit

Für Gebäude an schwer zugänglichen Standorten bietet sich der Holzbau geradezu an: Das Material ist leicht zu transportieren, und die Elemente können weitgehend vorgefertigt und bereits in der Planungsphase auf die besonderen Bedingungen des Bauens im hochalpinen Raum abgestimmt werden. Der Bau lässt sich zudem rasch und energieeffizient erstellen, ein weiterer Pluspunkt bei Gebäuden im unwegsamen Gebiet. Realisierte Beispiele gibt es viele: Eines ist die Erweiterung der Dossenhornhütte des Schweizer Alpen-Clubs SAC in den Berner Alpen.



Abbildung 11: Dossenhornhütte, Berner Alpen

Hochhäuser: Holz im urbanen Kontext

Selbst bei Hochhäusern ist die Anwendung von Holz unter bestimmten Rahmenbedingungen möglich. Das erste Schweizer Hochhaus mit Holz wurde im Juli 2018 in Rotkreuz bezogen. Der Holzbau entwickelt sich auf der Basis eines betonierten Erdgeschosses und umschliesst dabei zwei ebenfalls in Beton ausgeführte Erschliessungskerne. Die Decken sind in einem Holz-Beton-Verbund ausgeführt. Das Haus ist mit 36 Metern baurechtlich zwar ein echtes Hochhaus, aber mit seinen zehn Geschossen über Terrain nicht riesig. Ganz in der Nähe in der Stadt Zug wird ab 2021 das höchste Holzhaus der Schweiz gebaut. Dieses wird mit 28 Geschossen und 80 Metern Höhe das schweizweit höchste Holzgebäude. Treiber dieser Entwicklung sind zum einen die moderne Bautechnologie im Holzbau mit spezialisierten Ingenieuren, vielfältigen neuen Holzwerkstoffen und Bauprodukten sowie computergestützter Vorfertigung in der Werkhalle. Zum anderen ist es der unaufhaltsame Trend zu nachhaltigem und klimaschonendem Bauen.



Abbildung 12: Geplantes Hochhaus Pi in Zug

Holz als Imageträger: Wertigkeit und Eleganz

Holz als Material lässt sich auch als Imageträger in repräsentativen Bauten einsetzen. Paradebeispiele dafür sind der international beachtete siebengeschossige Tamedia-Neubau (siehe oben unter [Bürobauten](#)) oder der spektakuläre Bau für die Swatch Group in Biel. Beide Entwürfe stammen aus der Feder des japanischen Stararchitekten und Pritzker-Preisträgers Shigeru Ban. Ein temporäres, aber dafür nicht weniger überzeugendes Beispiel ist der Konzertraum der Tonhalle Zürich auf dem Maag-Areal: Eine Box-in-Box aus Holz bildet einen schlichten, aber edlen Rahmen für die Musik.



Abbildung 13: Hauptsitz Swatch, Biel



Abbildung 14: Tonhalle, Zürich

Prototypen im Holzbau: Die Forschung steht nicht still

Auch im Rahmen der angewandten Forschung sind in letzter Zeit verschiedene Holzbauten entstanden, so an der ETH Zürich das House of Natural Resources oder die digital fabrizierte Holzdachkonstruktion für den Neubau des Arch_Tec_Lab der ETH Zürich. Das aktuellste Beispiel ist das DFAB House: Dieses steht auf dem NEST-Gebäude der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz Eawag in Dübendorf und wurde weitgehend digital geplant und gefertigt, unter anderem mittels zweier Bauroboter für die massgeschneiderten und vorgefertigten Holzbauerelemente in den beiden Wohngeschossen.



Abbildung 15: DFAB House, NEST, Empa Dübendorf

Die Holzbautechnik ist in jeglicher Hinsicht auf der Höhe

Erst dank hochwertiger Holzwerkstoffe, effizienter Maschinen und der durchgehend digitalen Abläufe von Planung bis Fertigung gelingt es dem Holzbau heute, sich auf dem Markt mit konkurrenzfähigen Angeboten zu behaupten. Unternehmen der Holzbranche beweisen, dass sich heute auch Grossprojekte aus Holz einwandfrei planen und realisieren lassen. Im Vergleich zu anderen Bauweisen ergeben sich zudem eine hohe Planungssicherheit und entscheidende Zeitersparnisse im Bauablauf. Ob Wohn- oder Gewerbebauten in Elementbauweise, vorgefertigte Modulbauten oder Hochhäuser in Skelettbauweise, ob als sichtbares Gestaltungselement oder verborgen in der Tragkonstruktion: Mit Holz ist heute praktisch alles möglich.

Holzbau hat Tradition

Sowohl im Alpenraum als auch im Mittelland ist Holz seit Jahrhunderten ein unverzichtbarer Baustoff. Behäbige Bauernhäuser und rustikale Chalets prägten vielerorts die Landschaft und sind heute wertvolle Zeugen einer eigenständigen Baukultur. In Gegenden, in denen Holz nicht im gleichen Mass zur Verfügung stand, entwickelte sich mit den Fachwerkhäusern eine eigene, der Umwelt angepasste Architektur. Die traditionellen Bauformen sind eindruckliche Zeugen der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Holz, seiner Beständigkeit, seiner Ästhetik und des hohen Niveaus des heimischen Holzbaugewerks.

Holzbausysteme

In den letzten Jahrzehnten hat der Holzbau eine eigentliche Revolution erfahren, was sich in einer modernen Formensprache, computergestützter Planung, maschineller Fertigung und neuen Konstruktionen äussert. Der Bau wird von Beginn weg als System geplant und gefertigt, welches nicht nur das Tragwerk, sondern den ganzen Bauteilbau inklusive Wärmedämmung, Fassaden- und Innenbekleidungen einschliesst. Einige gehen gar soweit, ganze Gebäudemodule mit komplettem Innenausbau vorzufertigen.

Zu den wichtigsten Holzbausystemen gehören heute der Rahmenbau und der Skelettbau. Moderne Formen des Hybridbaus und des Massivholzbau ergänzen die Palette der konstruktiven Möglichkeiten und ermöglichen damit für fast jede Situation eine überzeugende Lösung.

Holzrahmenbau

Diese Elementbauweise ist heute das wichtigste Bausystem im europäischen Holzbau. Die Leichtbauelemente bestehen aus einem ringsum laufenden Rahmen, die Zwischenräume werden in gleichmässigen Abständen mit Rippen verstärkt. Das Gerippe wird beidseitig mit aussteifenden Holzwerkstoff- oder Gipsfaserplatten beplankt. Die Wärmedämmung ist direkt in die Holzrahmen integriert. Das erlaubt gegenüber Lösungen aus dem Massivbau schlanke Aufbauten mit beträchtlicher Platzersparnis. Holzrahmenbau mit starker Vorfertigung wird auch Holztafelbau genannt.

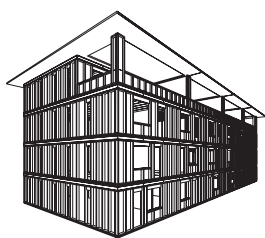


Abbildung 16: Holzrahmenbau

Skelettbau

Die Hauptkonstruktionselemente im Holzskelettbau bestehen aus senkrechten Stützen und waagrechten Trägern. Die Verwendung von Konstruktionsvollholz oder Brettschichtholz ermöglicht grosse Stützenabstände und eröffnet damit viel Gestaltungsfreiheit. Auch gebogene Formen sind möglich, die im Innenraum oft eindrucklich wirken und deshalb sichtbar gelassen werden. Der Skelettbau mit Holz eignet sich speziell für grossvolumige Bauten mit grossen Spannweiten. Ein weiterer Vorteil ist die Flexibilität in der Raumeinteilung mit nichttragenden Leichtbauwänden sowie die Möglichkeit, die ganze Fassade zu verglasen.

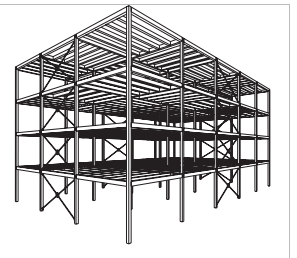


Abbildung 17: Skelettbau

Massivholzbau

Die Bauteile der massiven Holzbauweise bestehen aus einem Tragsystem aus grossflächigen Platten. Die Platten können zum Beispiel aus Brettsperrholz, verdübelten Brettstapeln oder starr verleimten Hohlkastenelementen bestehen. Durch die tragende und raumbildende Funktion dieser Bauteile wird die Zahl der Bauteilschichten und Materialien reduziert, Wärmedämmungen müssen jedoch aufgedoppelt werden. Das Tragsystem der massiven Holzbauweise nimmt vertikale und horizontale Belastungen bestmöglich auf und lässt sich statisch einfach berechnen. So eignet sich dieses Bausystem besonders für hohe Bauten.

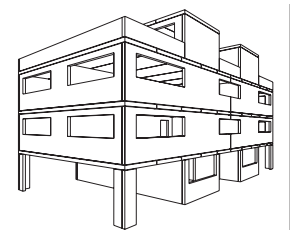


Abbildung 18: Massivholzbau

Hybridbau

In der Hybridbauweise werden Bauteile aus Stahlbeton, Beton oder Backstein mit Bauteilen aus Holz kombiniert. Als Hybridbauteile haben sich Holz-Beton-Verbundsysteme (HBV) in Decken bewährt. Gerne werden massive Stützen-Platten-Bauten mit vorgesetzten Aussenwänden aus Holz kombiniert. Solche Leichtbaufassaden sind bedeutend leichter und dünner als Kompaktfassaden mit Backstein. Dank dem Einsatz von Holz hat ein Gebäude in Hybridbauweise eine bessere Ökobilanz als ein Gebäude in Massivbauweise.

Statik – Bauen in die Höhe

Dank der vielfältigen Holzwerkstoffe, der neuen Planungs- und Produktionstechnologien sowie der Möglichkeiten der heutigen Klebe- und Verbindungstechnologien ist es möglich, Tragwerke aus Holz in allen Nutzungen und Gebäudekategorien einzusetzen. Fachplaner und Holzbauunternehmen stehen dafür ein, die Grundanforderungen an Gebäude nach den geltenden SIA-Normen zu erfüllen. Mit der Analyse in verschiedenen Bemessungssituationen werden dabei auch aussergewöhnliche Situationen wie Brand und Erdbeben untersucht.

Brandschutz

Die neue Generation der VKF-Brandschutzvorschriften von 2015 hat die bestehenden Beschränkungen für die Holzanwendung beseitigt und die Planungs- und Ausführungsregeln für den Holzbau vereinfacht. Die Frage ist heute also nicht mehr, ob mit Holz gebaut werden darf, sondern nur noch wie. Die Tragfähigkeit von Bauteilen mit Holz wird so bemessen, dass das Tragwerk selbst im Falle eines Brandes die Sicherheit der Nutzer und der Einsatzkräfte über einen vorgeschriebenen Zeitraum gewährleistet.

Bei einem Brand bleibt der Restquerschnitt unter der verkohlten Oberfläche von Holz noch lange tragfähig. Stahl verliert schon ab 450 °C seine Tragfähigkeit, und Beton büsst ab 650 °C zwei Drittel der Druckfestigkeit ein. Holz hingegen leitet die Wärme kaum und verliert damit seine Festigkeit im noch intakten Rest-Querschnitt nicht. Die Abbrandgeschwindigkeit bei Nadelhölzern beträgt rund 1 mm pro Minute und bei Laubhölzern rund 0,5 mm pro Minute. Mit entsprechender Dimensionierung lässt sich somit der Rest-Querschnitt und damit die Tragfestigkeit über einen ausreichend langen Zeitraum gewährleisten^{[4],[5]}.

Die Gefahr im Brandfall geht weder von der Hitze noch vom Tragwerk aus. Die grösste Gefahr für die Bewohner bleibt der Hausrat, welcher bei einem Brand rasch giftigen Rauch erzeugt. Entsprechend wichtig sind sichere Fluchtwege.



Abbildung 19: Hochhaus Arbo, Rotkreuz

Erdbeben

In Bezug auf Erdbeben zeigen Holzkonstruktionen ein vorteilhaftes Verhalten. Die leichteren Bauteile führen dazu, dass bei einem Erdbeben weniger Masse horizontal beschleunigt wird und damit auch geringere Kräfte entstehen. Holz ist zudem gegenüber einfachem Mauerwerk nicht nur auf Druck, sondern auch auf Zug beanspruchbar. Dank dem hohen Verformungsvermögen (Duktilität) in den vielzähligen Holzverbindungen und Verbindungsmitteln können die Kräfte aus Erdbeben bei entsprechender Planung besser abgebaut werden.

Feuchteschutz

Wird Holz am Bau trocken gehalten, hält es über Generationen. Dazu gibt es für alle Einsatzbereiche geeignete konstruktive Detaillösungen. Konstruktiver Holzschutz bedeutet, dass das Holz bei Regen nass werden darf, sofern das Wasser abfließen oder abtropfen und das Holz schliesslich rasch wieder austrocknen kann. Ist dies nicht möglich, muss es vor Bewitterung geschützt oder ein Holz in der geeigneten Dauerhaftigkeitsklasse gewählt werden. Allenfalls kann auch druckimpregniertes oder modifiziertes Holz eingesetzt werden, welches bei erhöhter Feuchtebelastung der Zersetzung durch Pilze und Insekten widersteht. Ein umfassender Holzschutz beginnt somit beim Planer, welcher die Einflüsse von Feuchtigkeit im und am Gebäude erkennt, konstruktive Massnahmen trifft und geeignete Materialien auswählt.

Digitale Planungs- und Bauverfahren

Erst dank der durchgehend digitalen Abläufe von Planung bis Fertigung gelingt es dem Holzbau heute, sich auf dem Markt mit konkurrenzfähigen Angeboten zu behaupten. Die digitale Transformation hat deshalb die Holzbaubetriebe schon vollständig durchdrungen. Der Holzbau ist denn auch für fortschrittliche Arbeitsmethoden wie BIM bestens geeignet. Auch wenn der Holzbau in der Planungsphase aufwendiger ist als andere Bauweisen, bedeutet der hohe Detaillierungsgrad in der Fertigungsplanung für die Bauherrschaft mehr Qualität für weniger Geld. Und damit meist auch geringere Kosten über den ganzen Lebenszyklus.

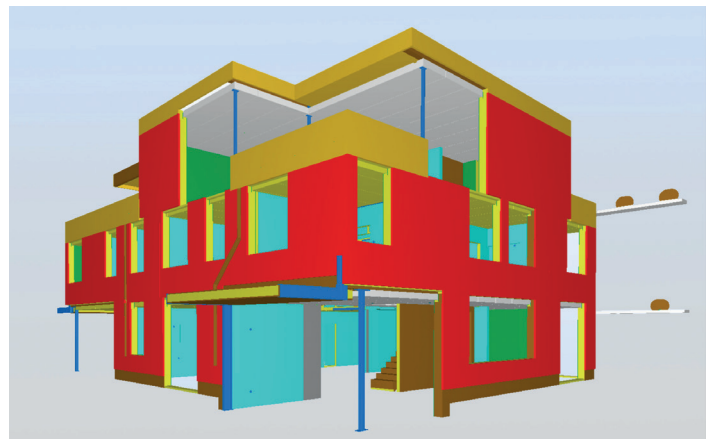


Abbildung 20: BIM-Gebäudemodell

Holzbauten sind wirtschaftlich

Holzbauten zeichnen sich dank Vorfabrikation durch eine kurze Bauzeit und durch hohe Ausführungsqualität aus. Dadurch lassen sich früher Mieterträge erzielen, höhere Renditen erwirtschaften und Nachtragsarbeiten in der Bauphase vermindern. Demgegenüber erfordern sie tendenziell einen höheren Aufwand in frühen Planungsphasen und gelten daher als eher teurer in der Erstellung als konventionelle Bauten. In einer gesamthaften, langfristigen Perspektive können Holzbauten oft die vorteilhaftere Lösung bieten.

Lebenszyklusbetrachtung

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Baute ist es wesentlich, die Kosten über den gesamten Lebenszyklus von der Projektentwicklung bis zum Rückbau zu betrachten. In der Regel übersteigen die Betriebskosten nämlich die Investitionskosten. Die (in der Praxis immer noch verbreitete) Fokussierung auf die Kosten von Planung und Erstellung greift deshalb für langfristig denkende Investoren zu kurz.

Verwendung von Holz aus eigenem Forstbestand lassen sich wesentliche Kostenvorteile realisieren.

Baustandard

Holzbauten haben einen Vorteil bei der Erfüllung anspruchsvoller Nachhaltigkeitsstandards. Der Baustandard hat einen Einfluss auf die Immobilienbewertung der Bank und somit auf die Kapitalzinsen.

Unterhalt und Betrieb

Holzbauten zeichnen sich oft durch eine besonders hohe Energieeffizienz aus; die Raumtemperatur kann im Winter niedriger gehalten werden, weil sich Oberflächen mit geringer Wärmeleitung wärmer anfühlen. Dadurch ergeben sich tiefe Kosten für Heizung und Klimatisierung, welche sich über die Jahre zu erheblichen Einsparungen summieren können. Im Unterhalt sind keine wesentlichen Unterschiede zu konventionellen Bauten zu erwarten, sofern insbesondere für direkt bewitterte Bauteile ein Holzschutzkonzept umgesetzt ist und Oberflächen an Fassaden fachgerecht gepflegt werden.

Instandsetzungs- und Rückbaukosten

Bezüglich Instandsetzungskosten haben Holzbauten den Vorteil, dass sich nachträgliche Ein- und Ausbauten problemlos durchführen lassen. Das beim Rückbau anfallende Holz kann teilweise wiederverwendet, sicher jedoch energetisch genutzt werden. Die teure Ablagerung in Deponien oder Beseitigung von belasteten Materialien entfällt.

Werhaltung

Das Angebot an Objekten in Holzbauweise ist zurzeit tiefer als die Nachfrage. Holzbauten gelten als innovativ, behaglich und modern. Damit bestehen beste Voraussetzungen für eine gute Vermietbarkeit und eine hohe Beachtung auf dem Liegenschaftsmarkt.

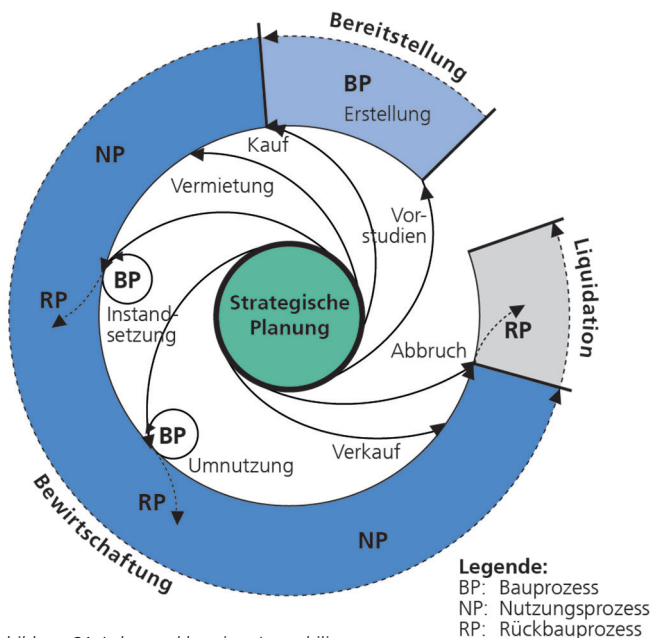


Abbildung 21: Lebenszyklus einer Immobilie
(Quelle: Schalcher 2007, leicht angepasst)

Planungskosten

Holzbauten sind in der Planung aufwendiger, weil die Ausführungspläne für die Vorfertigung alle Details berücksichtigen müssen, damit die einzelnen Bauteile auf der Baustelle auch problemlos zusammengefügt werden können. Entsprechend fallen aber weniger unvorhergesehene Kosten auf der Baustelle an. Hier gehen Bauunterbrüche schnell ins Geld. Ein Projekt der Berner Fachhochschule BFH AHB Biel hat ergeben, dass der Holzbau im Angebot 2–5% teurer eingeschätzt wird [26.][27.]. In der Schlussabrechnung sind die Kosten aber mit denen von konventionellen Bauweisen vergleichbar. Auch neuere Analysen der HSLU verzeichnen im Neubau keinen signifikanten Kostenaufschlag für Holzbauprojekte. Zudem lassen sich bei Umbauten und Erweiterungen in Holzbauweise 3,6% höhere Nettomieten als bei anderen Projekten realisieren [26.].

Baukosten

Dank der Vorfertigung von Holzbausystemen sind Gebäude schnell errichtet und bezugsbereit. Das verringert Kosten und vereinfacht besonders in städtischen Gebieten den Bauablauf erheblich. Dank der digitalen Vernetzung im Holzbau können auch grosse Bauten aus Holz mit hoher Planungs- und Kostensicherheit gefertigt werden. Bei

8 Gründe für Holz aus Investorensicht

1. Kürzere **Bauzeit**: Reduktion der Zinsen, frühere Mieternahmen
2. Hoher Detaillierungsgrad der **Planung**: Höhere Termin- und Kostensicherheit
3. Höhere **Qualität**: Vorfabrikation in der geschützten Halle
4. Niedriges **Gewicht**: Bei schlechtem Baugrund tiefere Fundationskosten
5. Geringe **Baufeuchte**: Reduktion der Bauzeit und besseres Raumklima
6. **Nutzflächengewinn**: Mehr nutzbare Fläche durch schlanke Konstruktion
7. **BIM**: Für digitale Planungs-, Fertigungs- und Bewirtschaftungsverfahren (Building Information Modeling) geeignet
8. **Image**: positive Wahrnehmung von Holz als natürlicher, nachwachsender Rohstoff

In Holzbauten lebt es sich gut

Viele Menschen halten sich privat und während der Arbeit in Gebäuden auf. Umso wichtiger ist es, Innenräume so zu gestalten, dass sie Gesundheit und Wohlbefinden fördern. Die natürlichen Eigenschaften des Holzes begünstigen mehrere Aspekte der Wohngesundheit. Holz ist ein hygroskopisches Material und kann Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft aufnehmen und wieder abgeben. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit fühlt sich Holz angenehm an und fasziniert mit seiner vielfältigen Optik. Kein Wunder, verbinden viele Menschen moderne Holzbauten mit positiven Attributen wie Helligkeit, Leichtigkeit, Natürlichkeit, Wärme und Lebendigkeit.

Behaglichkeit

Holz reguliert auf natürliche Weise die Luftfeuchtigkeit, es kann Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und wieder abgeben. Damit sorgt es nicht nur für ein angenehmes Raumklima, sondern verringert auch die Gefahr von Schimmelbildung. Aufgrund seiner mit Luftpolstern gefüllten Zellstruktur ist Holz ein schlechter Wärmeleiter. Gegenüber Stein oder Metall fühlt es sich bei gleicher Oberflächentemperatur wärmer an. In einem Raum mit Holzoberflächen kann die Behaglichkeit mit einer geringeren Raumtemperatur erzielt werden. Wärmedämmung und Beschattungselemente sowie Kühlungs- und Heizsysteme haben einen Einfluss auf die Betriebsenergiekosten. Für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie existieren heute Energiestandards, welche schlüssige Energiekonzepte vorgeben.



Abbildung 22: Büroräume im Gebäude Suurstoffli 22, Rotkreuz

Bauakustik

Trotz geringerer Masse können auch Bauteile in Leichtbauweise den Schall effektiv dämmen. Wichtig dabei ist die sorgfältige Planung der Bauteile unter Berücksichtigung des «Masse-Feder-Masse»-Prinzips. Entkoppelte Deckenbekleidungen und Trittschalldämmungen bei ausgewogener Massenverteilung sind der Schlüssel dazu. Gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) gelten für alle Gebäude die gleichen Anforderungen nach SIA 181.

Raumakustik

In grossen oder stark belegten Räumen ist die Nachhallzeit die wichtigste Referenzgrösse der Raumakustik. Um eine ideale Nachhallzeit zu erzielen, kann ein bestimmter Anteil der Raumbofläche mit akustisch wirksamen Holzpaneelen bekleidet werden. Sie absorbieren je nach Perforationen oder Schlitzen unterschiedliche Frequenzen. Damit bleiben Sprache oder Musik präzise und klar hörbar.

Schutz vor Hitze und Kälte

Mit der Veränderung des Klimas werden lange sommerliche Hitzeperioden häufiger. Die sommerliche Hitze kann mit folgenden Massnahmen gemindert werden (aufgeführt nach abnehmender Wirkung):

- 1) Lüftung der Räume während der Nacht
- 2) Abschirmung der Wärmestrahlung der Sonne mittels konstruktiver Massnahmen, Umgebungsgestaltung sowie bei Fenstern über bewegliche Beschattungselemente oder speziell beschichtete Gläser
- 3) Minderung des Einflusses interner Wärmequellen
- 4) Erhöhung der Wärmespeicherkapazität (bei Holzbauten bereits mit einer doppelten Gipsbeplankung möglich)

Raumluftqualität

Eine gute Raumluftqualität wird sowohl durch den Einsatz schadstoffarmer Materialien als auch einen genügenden Raumluftwechsel erreicht. Regelmässiges, kurzes Lüften oder eine kontrollierte mechanische Lüftung sorgen dafür, dass Sauerstoffgehalt und Luftfeuchte optimal sind sowie unangenehme Gerüche und Schadstoffansammlungen vermieden werden. In gut gelüfteten Räumen lebt und arbeitet es sich besser.

Einige Hölzer, wie zum Beispiel die Arve, verströmen einen wohlthuenden Duft. Verleimtes Holz wie Spanplatten, aber auch Massivholzplatten können innerhalb der zulässigen Grenzwerte flüchtige organische Stoffe (VOC) ausströmen. Diffusionsgeschlossene Lacke, Kunstharz- oder Melaminbeschichtungen verringern den Austritt von VOC sowie von Formaldehyd deutlich. Der Minergie-ECO-Standard definiert erhöhte Anforderungen an die Formaldehydemission von Holzwerkstoffen nach EN717-1. Die Lignum-Produktliste «Holzwerkstoffe in Innenräumen» [28.] gibt entsprechende Auskunft zur Erfüllung dieser Anforderungen.

Holz als Gestaltungselement

Neben seinen technischen Vorteilen bietet Holz die Möglichkeit, gestalterische Akzente in Architektur und Raumgestaltung zu setzen (Beispiele: Swatch-Hauptsitz, Tonhalle-Provisorium auf Seite 5). Eine sichtbare Holzkonstruktion verleiht modernen Zweckbauten eine sinnliche Ausstrahlung und ist Ausdruck eines innovativen Umgangs mit einem traditionellen, lokalen Baustoff. Im Innenbereich findet Holz als Bodenbelag, Wandverkleidung oder Möbel vielfältige Verwendung. Dabei zeigt es sich als wahrer Verwandlungskünstler. Je nach Gestaltung, Wahl der Holzart und Verarbeitung kommt Holz rustikal-bodenständig, wohnlich-modern oder gehoben-elegant daher.

Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern

Unser Wald garantiert die Versorgung mit sauberem Wasser, er mildert die Effekte von Dürren, bietet Schutz vor Steinschlag, Überschwemmungen und Lawinen. Der Wald ist Lebensraum vieler Pflanzen und Tiere, daneben speichern Wälder auch viel CO₂. Der Schweizer Wald hat ein Regenerationspotential von jährlich über 10 Mio. m³ Holz, davon werden 5–6 Mio. m³ pro Jahr geerntet. Der Naturbaustoff Holz hat im Gegensatz zu nicht erneuerbaren Materialien ein schlagendes Plus: Er wächst laufend wieder nach.

Holz aus nachhaltiger, regionaler Produktion

In der Schweiz ist die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes seit 1876 per Gesetz geregelt. Damit sind die Fläche und die räumliche Verteilung des Waldes in der Schweiz geschützt. Der grosse Flächenanteil des Waldes in der Schweiz stellt eine wichtige Ressource dar. Diese gilt es nachhaltig zu bewirtschaften, so dass die Produktivität der Wälder erhalten bleibt und alle Waldfunktionen erfüllt werden. Nachhaltig produziertes Holz kann mit Labels wie dem Label Schweizer Holz, FSC oder PEFC gekennzeichnet werden.

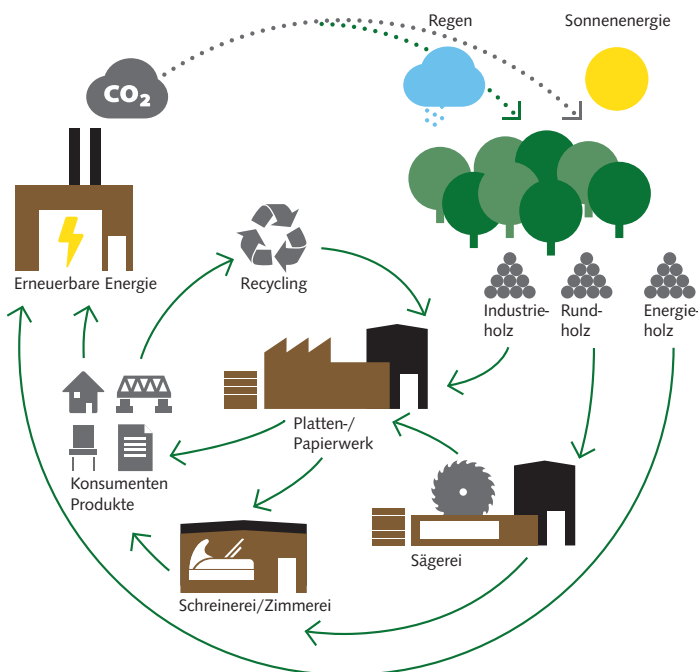


Abbildung 23: Rohstoffkreislauf in der Wald- und Holzwirtschaft

Die Holznutzung vitalisiert den Wald

Wird Holz genutzt, so bedeutet dies heute auch immer, dass dadurch neuer Wald entsteht. Überall, wo im Wald ein alter Baum verschwindet, entsteht ein dichter Jungwuchs, aus welchem sich diejenigen Jungbäume durchsetzen, welche mit den aktuellen Klimabedingungen am jeweiligen Ort besser zurecht kommen – die Biodiversität in einem so genutzten Wald steigt. Die Holznutzung ist also nicht nur ökologisch, sie folgt auch dem Urprinzip des Waldes. Durch die gesteigerte Diversität der Bäume wird es künftig aber auch immer wichtiger, sowohl Nadelhölzer als auch Laubhölzer beim Bauen einzusetzen.

Anteile der Baumarten im Schweizer Wald



Abbildung 24: Anteile der Holzarten im Schweizer Wald

Wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Nutzen

Die Wald- und Holzwirtschaft bietet vielen Tausend Menschen Arbeit und Einkommen, besonders im ländlichen Raum. Dabei profitieren nicht nur die Forst- und Sägereibetriebe vom Rohstoff Holz, sondern auch das verarbeitende Gewerbe (Schreinereien, Zimmereien), Bauunternehmen und Handwerk. Mit zunehmender Nutzung von Holz als Energieträger erschliesst sich ein Absatzmarkt für Forstprodukte, die nicht anderweitig verwertet werden können. Nicht zuletzt stellen nachhaltig bewirtschaftete Wälder einen wichtigen Faktor für Freizeit und Tourismus dar.

Umweltvorteile von Holz

Der Baustoff Holz hat in Ökobilanzen gegenüber anderen Baustoffen ein paar gewichtige Vorteile:

- **Holz wächst ohne zusätzliche Energie.** Angetrieben durch die Sonnenstrahlung, wächst der Rohstoff Holz ohne weiteren Energieeinsatz und ohne Schadstoffe zu produzieren. Im Gegenteil: Bäume spenden Sauerstoff und reinigen die Luft.
- **Holz ist CO₂-neutral.** Während es wächst, bindet es Kohlendioxid aus der Luft und lagert es in Form der Holzbestandteile Lignin und Zellulose ein. Erst wenn das Holz nach seiner Verwendung verbrannt wird oder durch Organismen natürlich zersetzt wird, wird das ursprünglich gebundene Kohlendioxid wieder freigesetzt.
- **Holz ist in der Nähe verfügbar.** Dank kurzer Transportwege werden zusätzliche CO₂-Emissionen vermieden. **Kann Holz aus dem eigenen Wald genutzt werden, ist dies deshalb nicht nur wirtschaftlich, sondern auch ökologisch eine gute Wahl.**

Ökologische Beurteilung von Baumaterialien und Gebäuden

Im öffentlichen Bau spielt die Nachhaltigkeit zu Recht eine immer wichtigere Rolle. Die Nutzung von Holz trägt zur Wertschöpfung im Inland und zur Sicherung von Arbeitsplätzen bei. Damit unterstützt Holz die nachhaltige Entwicklung in der Schweiz auf der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ebene. Seine besondere Stärke spielt es aber in der ökologischen Dimension aus. Als nachwachsender Rohstoff kann es wesentlich dazu beitragen, die Ökobilanz von Gebäuden zu verbessern. Verbautes Holz speichert CO₂ und ersetzt gleichzeitig Baustoffe mit höheren ökologischen Auswirkungen.

Lebenszyklus von Gebäuden

Der Lebenszyklus von Gebäuden umfasst den gesamten Lebensweg des Gebäudes «von der Wiege bis zur Bahre». Damit sind mindestens folgende Phasen abgedeckt (vgl. [Abbildung 21](#)):

- Herstellung der Baumaterialien
- Bau des Gebäudes
- Betrieb des Gebäudes
- Erneuerung und Unterhalt
- Rückbau und Entsorgung der Materialien

Einsatz von Ökobilanzen

Für die effiziente Reduktion der negativen Umweltauswirkungen ist es wichtig, nicht nur hohe Anforderungen an das Gebäude in der Nutzung zu stellen, sondern ebenso die Auswirkungen in den Phasen Herstellung, Bau und Entsorgung effektiv zu verringern.

Ökobilanzen helfen, den ökologischen «Preis» von Baumaterialien, Bauteilen oder ganzen Gebäuden zu bestimmen, und erweitern somit die rein finanzielle Bewertung.

Die Basis bilden **Ökobilanzdaten von Baumaterialien**. Dazu bestehen generische Kataloge für die Umweltbelastung pro kg des jeweiligen Materials. Soll der Transport auf die Baustelle berücksichtigt werden, müssen diese Belastungen dazugerechnet werden. Dies ist bei Holz besonders wichtig, da die Transporte aufgrund seiner günstigen Umweltbilanz relativ gesehen schwerer wiegen.

In der Praxis sind **Ökobilanzen für funktionelle Einheiten** (z.B. ein Fenster oder 1 m² Fassade) aussagekräftiger. Hierzu werden die Umweltbelastungen der verwendeten Baumaterialien entsprechend ihren Gewichtsanteilen addiert. Ausserdem wird die vorgesehene Einsatzdauer bzw. Lebensdauer berücksichtigt. Im digitalen Bauteilkatalog [\[22.\]](#) lassen sich Bauteile unterschiedlicher Holzbausysteme nach unterschiedlichen Kriterien, wie auch die Indikatoren der Ökobilanz, vergleichen. Im Onlinetool «Bauteilrechner» [\[12.\]](#) lassen sich für standardisierte Elemente Ökobilanzen abrufen, ausserdem können im Expertenmodus individuelle Berechnungen durchgeführt werden. Zusätzlich sind wie bei den Baumaterialien nötigenfalls die Transporte einzurechnen.

Auch **Ökobilanzen für ganze Gebäude** lassen sich rechnen. Dazu sind allerdings erweiterte Fachkenntnisse notwendig. Gebäudeökobilanzen dienen dem Vergleich verschiedener Konstruktionen oder architektonischer Varianten. Sie müssen sich auf dieselbe Grundeinheit beziehen, damit sie aussagekräftig sind, beispielsweise die Energiebezugsfläche.

Ökobilanzdaten von Bauteilen und Gebäuden

Ökobilanzdaten finden sich z.B. in der KBOB-Empfehlung 2009/1 «Ökobilanzdaten im Baubereich». Die Empfehlung enthält generische Daten (Durchschnittswerte für in der Schweiz gehandelte Materialien). Spezifische Herstellerdaten finden sich in der Excel-

Version der Empfehlung. Verschiedene Hersteller veröffentlichen die ökologische Qualität ihrer Produkte auch in einer EPD (Environmental Product Declaration) nach SN EN 15804.

Folgende Indikatoren sind verfügbar und bilden die Basis für die SIA-Planungsinstrumente:

- Primärenergie nicht erneuerbar (Graue Energie)
- Primärenergie total
- Treibhausgasemissionen (GWP)
- Umweltbelastungspunkte (nur KBOB-Empfehlung)

Die Berechnung der gesamten Treibhausgasemissionen aus Baustoffen ist heute Stand der Technik und wird sowohl zur Erfüllung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft als auch für das Label Minergie-ECO breit angewendet.

Das Merkblatt SIA 2032 erläutert die Berechnung der Grauen Energie. Das Merkblatt SIA 2040 «Effizienzpfad Energie» ermöglicht ausserdem eine absolute Beurteilung der Energieeffizienz für gängige Gebäudekategorien. Vom Verein eco-bau gibt es das Tool «Graue Energie Minergie-Eco», zudem bestehen bereits erste Lösungen für BIM-Gebäudemodelle.

Zum Vergleich unterschiedlicher Angebote gibt es den vom BAFU mitentwickelten «KBOB-Holzrechner»[\[11.\]](#). Mit Hilfe des Holzrechners können die Umweltauswirkungen der Herstellung, des Transports und der Entsorgung von Holz und Holzwerkstoffen quantifiziert werden.

Umweltoptimierung von Bauwerken in der Planung

Mehrere Entscheidungen im Bauprojekt bestimmen in grundsätzlicher Weise die Umweltperformance der Baute. Dazu gehören neben der Materialisierung und der Betriebseffizienz insbesondere

- die Gebäudeform (Ausnutzungsziffer, Kompaktheit),
- die Wahl zwischen Umbau oder Ersatzneubau,
- die Bauweise (Massiv-, Leicht- oder Mischbau) und
- die Tragwerksgestaltung (Spannweite, auskragende Bauteile).

Faustregeln für den Einsatz von Holz

- Holzbauweise in frühen Planungsphasen festlegen, damit das Raster des Tragwerks auf Träger mit handelsüblichen Abmessungen abgeglichen werden kann.
- Bewitterte Bauteile aus Holz benötigen ein Holzschutzkonzept und eine Instandhaltungsanleitung
- Nachhaltig produziertes Holz wie z.B. FSC, PEFC oder Label Schweizer Holz einfordern.
- Raumluftanforderungen definieren, z.B. gemäss Minergie ECO

Wer nachhaltig beschafft, setzt auf Holz

Öffentliche Bauherren können unabhängig vom Ausschreibungsverfahren die Materialisierung mit Holz vorsehen. Dies verletzt den WTO-Grundsatz der Nichtdiskriminierung nicht, erlaubt aber die frühzeitige Konzeption eines Projekts als Holzbausystem. Holzbauten profitieren in der Regel auch davon, wenn in den Vergabekriterien Aspekte der Qualität und der Nachhaltigkeit hoch gewichtet werden. Private Bauherren und Investoren haben in der Beschaffung keine Einschränkungen. Aber auch für sie lohnt es sich, bei den Vergabekriterien auf diese Punkte zu achten, um das Angebot nicht nur in Bezug auf die Erstellungskosten, sondern in Bezug auf den Lebenszyklus ganzheitlich zu beurteilen.

Spielräume in der öffentlichen Beschaffung

Bauwerke sind keine Standardprodukte, welche nur nach dem Preis bewertet werden können. Öffentliche Auftraggeber haben grosse Spielräume, über die Qualität das gewünschte Preis-Leistungs-Verhältnis zu definieren. Die Revision des öffentlichen Beschaffungsrechts hat mit einer verstärkten Gewichtung der Qualität des Beschaffungsgegenstandes die Nachhaltigkeit gestärkt.

Bauherrschaften der öffentlichen Hand vergeben in der Regel General- oder Totalunternehmeraufträge. Es ist wichtig, bereits auf dieser Stufe die Anforderungen an die ökologische Qualität der zu erstellenden Bauteile zu definieren und entsprechende Leistungsnachweise der Auftragnehmer einzufordern. Dasselbe gilt grundsätzlich aber auch bei der Vergabe von Aufträgen an Architekten, Planer und Bauunternehmer. Detaillierte Hinweise enthält die KBOB-Empfehlung 2020/4 «Nachhaltiges Holz beschaffen»[\[14.\]](#).

Nachhaltigkeitsaspekte

Nachhaltigkeit umfasst die Aspekte Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Schwerpunkt bei der Ausschreibung sind im Bereich Wirtschaft die Lebenszykluskosten, im Bereich Gesellschaft die Arbeitsbedingungen sowie Arbeitsschutzbestimmungen und im Bereich Umwelt die Ökologie.

Bagatellklausel

Beschaffungen der öffentlichen Hand, welche die entsprechenden Schwellenwerte erreichen, sind den Regeln der WTO unterstellt. Im Rahmen der Bagatellklausel (siehe KBOB-Faktenblatt [\[18.\]](#)) sind aber Ausnahmen möglich. So können Einzelleistungen im Einladungsverfahren oder im freihändigen Verfahren (je nach Wert der einzelnen Leistungen) vergeben werden. Dies ermöglicht, gezielt auf die Qualitätsanforderungen an die zu beschaffenden Produkte und Dienstleistungen Einfluss zu nehmen, um beispielsweise regionale Wertschöpfungsketten zu berücksichtigen.

Gestaltung der Eignungskriterien

Die Eignungskriterien dienen der Vorselektion derjenigen Anbieter, die u.a. wirtschaftlich leistungsfähig sind und die notwendigen fachlichen Qualifikationen aufweisen. Dabei kann gefordert werden, anhand von Referenzprojekten den Nachweis zu erbringen, dass die Firma die erforderliche Kompetenz im Bereich des Holzbaus besitzt.

Gestaltung der technischen Spezifikationen

Technische Spezifikationen sind Anforderungen an den Beschaffungsgegenstand, die zwingend einzuhalten sind.

Das Waldgesetz fordert für Bauten und Anlagen des Bundes die Verwendung von Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft. Der Nachweis kann über anerkannte Labels wie FSC oder PEFC erfolgen. Ebenfalls geeignet ist das «Label Schweizer Holz», da die Schweizer Waldwirtschaft von Gesetzes wegen nachhaltig produzieren muss.

Eine weitere Möglichkeit ist, Holzarten zu fordern, die im Schweizer Wald besonders oft anzutreffen sind (siehe [Abbildung 24](#): Anteile der Holzarten im Schweizer Wald).

Gestaltung der Zuschlagskriterien

Bei der Festlegung der Zuschlagskriterien ist darauf zu achten, dass sie von Anfang an bekannt sowie eindeutig überprüf- und vergleichbar sind. Ferner kommt einer ausgewogenen Gewichtung der Zuschlagskriterien eine wesentliche Rolle zu.

a) Ökologische Aspekte

Bei verleimten Holzwerkstoffen kann die Anforderung an den Formaldehydgehalt gemäss Minergie ECO gestellt werden.

Die Ökologie kann anhand von Indikatoren aus Ökobilanzen gemessen und beurteilt werden. Zu den wichtigsten Indikatoren gehören die Primärenergie nicht erneuerbar (Graue Energie), das Treibhausgaspotential (GWP, CO₂-Äquivalente) oder die Umweltbelastungspunkte. Eine Berechnungshilfe findet sich im KBOB-Holzrechner [\[11.\]](#).

b) Holz aus dem eigenen Wald

Der Bauherr kann eigene Rohstoffe wie Holz als Eigenleistung einbringen. In der Ausschreibung kann entsprechend vorgegeben werden, dass vom Auftraggeber bereitgestelltes Holz zu verwenden ist. Ausserdem sollten bereits Ausweichszenarien ausgearbeitet werden für den Fall, dass Holz in Bezug auf Menge, Qualität oder terminlich nicht passend bereitgestellt werden kann (siehe Merkblatt Lignum [\[15.\]](#)).

c) Schweizer Holz als Eventualposition

Für die Beschaffung im Bauhauptgewerbe bis zu einer Summe von CHF 500 000 bei den Kantonen, bzw. CHF 2 000 000 beim Bund, kann das «Label Schweizer Holz» direkt gefordert werden. Der Zuschlag erfolgt aufgrund der Hauptposition. Nach dem Zuschlag kann auf die Eventualposition gewechselt werden, sofern der Anbieter auch damit immer noch in der Bewertung zuoberst liegt.

Holzbau konkret: Diese Weichen gilt es zu stellen

Ob Holz in einem Bauprojekt eingesetzt wird, hängt massgeblich von der Immobilienstrategie ab. Sie definiert die Zielsetzungen bezüglich Nachhaltigkeit im Immobilienportfolio und legt fest, wie der Eigentümer die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Auswirkungen berücksichtigen will. Diese grundsätzliche Ausrichtung muss in den einzelnen Projekten konkretisiert werden. In jeder Phase gilt es deshalb, bewusste Entscheide zu treffen, um eine möglichst nachhaltige (d.h. wirtschaftlich, ökologisch und gesellschaftlich optimale) Lösung über den gesamten Lebenszyklus der Baute zu erreichen.

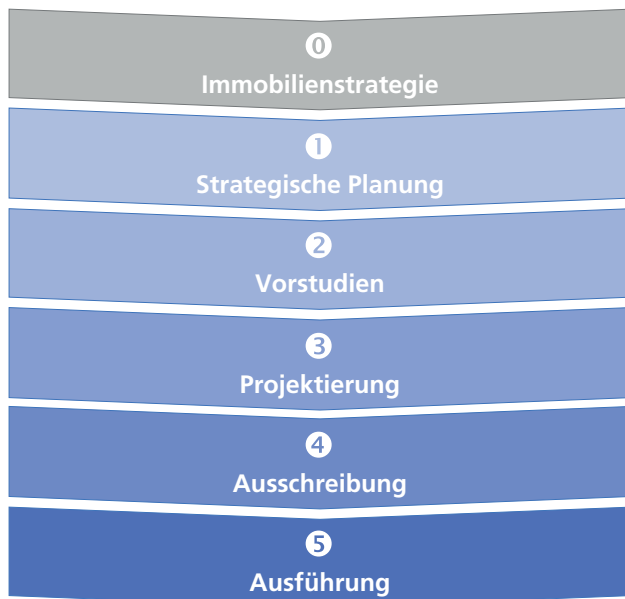


Abbildung 25: Projektphasen nach SIA

Immobilienstrategie

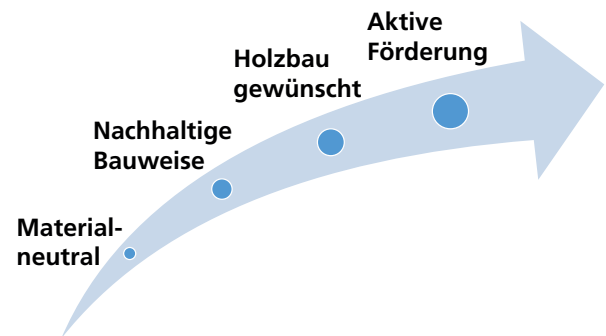
Öffentliche Bauherren sind gehalten, eine nachhaltige Immobilienstrategie zu verfolgen. Beim Bund ist dieser Anspruch in der Strategie Nachhaltige Entwicklung des Bundesrats verankert. Der Holzbau kann die Ziele einer nachhaltigen Immobilienstrategie in unterschiedlichem Ausmass unterstützen. Typischerweise lassen sich vier Ambitionsniveaus unterscheiden (siehe Kasten). In der Terminologie des nachhaltigen Immobilienmanagements beim Bund entspricht die Strategie «Nachhaltige Bauweise» der Guten Praxis, «Materialneutral» ist die Minimalanforderung

Strategische Planung

In der strategischen Planung ist der richtige Zeitpunkt da, um den Einsatz von Holz in Projekten anzustossen. In dieser Phase werden die wichtigsten Bedürfnisse formuliert, erste Ziele gesteckt und die Rahmenbedingungen geklärt. Ist der erforderliche Gestaltungsspielraum vorhanden, kann im Einzelfall auch ein höheres Anspruchsniveau gewählt werden als in der Strategie vorgegeben.

Um die richtigen Entscheide zu treffen, ist bereits in der strategischen Planung der Einbezug von erfahrenen Architekten, Ingenieuren und Ausführenden sinnvoll. Standort, Nutzung und Funktion eines Objekts, Kostenrahmen, energetische und ökologische Zielsetzungen werden in dieser Phase definiert. Erfolgen diese mit Blick auf den gesamten Lebenszyklus einer Baute und mit dem Wissen um die Stärken und Besonderheiten des Holzbaus, sind die besten Voraussetzungen für innovative, dauerhafte und nachhaltige Lösungen geschaffen.

Holzbau-Strategien



1. Materialneutral: Die strategischen Vorgaben beschränken sich auf die Erfüllung der technischen Minimalanforderungen. Angestrebt werden die geringsten Erstellungskosten ohne zusätzlichen Qualitätswettbewerb. Die Planer entscheiden bereits in der Ausschreibung darüber, wo Bauteile über die Materialien oder über die Funktion vorgegeben werden.

2. Nachhaltige Bauweise: Die Anforderungen umfassen nebst der Erfüllung der technischen Anforderungen einen Qualitätswettbewerb bezüglich Nachhaltigkeit über den gesamten Lebenszyklus. Der Bauherr entscheidet bereits in der strategischen Planung, welche zusätzlichen Beurteilungskriterien gelten sollen.

3. Holzbau gewünscht: Aufgrund der Ziele in der Immobilienstrategie kann ein Projekt schon in der strategischen Planung als Holzbau definiert werden. Damit kann ein Bauwerk in Bezug auf Holz konzipiert und optimiert werden. Andere Bauweisen bleiben möglich, wenn sie die Anforderungen wesentlich besser erfüllen.

4. Aktive Förderung: Diese Strategie hat den Anspruch, auch ausserhalb etablierter Anwendungsbereiche architektonisch und materialtechnisch neue Lösungen in Holz zu realisieren. Damit werden Leuchtturmprojekte möglich, die Innovationen fördern und eine positive Aussenwahrnehmung erzielen.

Vorstudie

Bund, Kantone und Gemeinden sind angehalten, Projekte über Wettbewerbe öffentlich auszuschreiben. Dabei ist es nicht das primäre Ziel, Holz zu fördern, sondern die funktional, qualitativ, ästhetisch, ökologisch und wirtschaftlich beste Lösung zu finden. Die Bauherrschaft setzt Ziele, bestimmt Rahmenbedingungen, wählt das Beurteilungsgremium und legt die Beurteilungskriterien fest. Sie hat deshalb bei der Vorbereitung des Auswahlverfahrens einen grossen Einfluss darauf, ob Holz seine Stärken ausspielen kann.

Um die insgesamt optimale Lösung zu finden, ist es oft sinnvoll, nicht explizit den Einsatz von Holz zu fordern, sondern anhand funktionaler Kriterien dafür zu sorgen, dass sich Holz als die bessere Variante durchsetzt. Zu spezifizieren sind Vorgaben zur Energieeffizienz und zur Reduktion der Klimabelastung sowie zur Verwendung von ökologischen Baustoffen. Entscheidend ist die Lebenszykluskostenbetrachtung, bei der nebst den Baukosten auch der Aufwand für Betrieb, Unterhalt und Rückbau betrachtet wird. Zudem sind in einer rechnerischen Vorprüfung die Projekte nicht nur auf ihre Wirtschaftlichkeit, sondern auch auf ihre Energie- und Treibhausgasbilanz zu überprüfen.

Projektierung

Die Planungsphase in einem Holzbauprojekt hat ihre Eigenheiten. Der Holzbau bringt einen früheren Detaillierungsgrad als der Massivbau, da Vorfertigung zur integralen Planung gehört. Ausserdem sind spezifische Kenntnisse im Holzbau notwendig. Entsprechend ist das Planerteam so zu besetzen, dass die notwendige Kompetenz gewährleistet ist. Wenn etwa kein Holzbauingenieur im Team ist oder sich der Bauphysiker beim Holzbau nicht auskennt, werden die Stärken des Holzbaus nicht genutzt und Schwächen nicht rechtzeitig erkannt.

Um den Stärken des Holzbaus gerecht zu werden, sind Entscheide nicht mit Fokus auf die kurzfristigen Kosten zu legen. Der frühe Planungsaufwand beim Holzbau ist in der Regel höher und entsprechend auch teurer als bei konventionellen Bauweisen. Dafür ist die Bauzeit kürzer, und entsprechend früher können Einnahmen generiert werden.

Ausschreibung

Die Ausschreibung bietet einen wichtigen Hebel zur Beeinflussung der Kosten eines Bauwerks, aber ebenso sehr entscheidet sie über seine Qualität. Ziel ist nicht, das preisgünstigste, sondern das vorteilhafteste Angebot zu ermitteln. Damit ist jenes Angebot gemeint, welches langfristig die finanziellen und qualitativen Kriterien (z.B. Funktionalität, Nachhaltigkeit) am besten erfüllt. Die Möglichkeiten, über die Ausschreibung auf den Einsatz von Holz Einfluss zu nehmen, sind im Abschnitt „Wer nachhaltig beschafft, setzt auf Holz“ ausgeführt.

Vor Erteilung des Zuschlags sollte die Selbstdeklaration des Anbieters durch Einholen von Auskünften bei seinen Kunden überprüft werden. Garantie und Serviceleistungen sowie Haftungsklauseln sind zwingender Bestandteil der vertraglichen Regelung.

Ausführung

Vorfertigung ist im Holzbau die Regel und nicht die Ausnahme. Statt auf der Baustelle werden die Elemente im Werk unter kontrollierten Bedingungen hergestellt. Das erlaubt eine höhere Qualität und Termintreue sowie kurze Bauzeiten.

Auch auf der Baustelle sind Fachleute mit der Überwachung und Kontrolle der Arbeiten zu beauftragen, welche den Holzbau kennen. Der Holzbau ist eine Trockenbauweise. Um die Qualität des verwendeten Holzes beizubehalten, müssen die vorgefertigten Bauteile auf der Baustelle vor Nässe geschützt werden.



Abbildung 26: Schulhaus Nottwil

Umsetzungshilfen

Architektur

- [1.] Diverse Broschüren mit Anschauungsmaterial für Holzbauten bei Lignum ([Link](#))

Technik, Brandschutz

- [2.] Vergleich Holzbau vs. Massivbau – Ein umfassender Vergleich zweier Bauweisen im Zusammenhang mit dem Standard SNBS 2.0, Pirmin Jung Büro für Bauphysik im Auftrag des BAFU, 2015 ([Link](#))
- [3.] Holzbau mit System, Josef Kolb, Birkhäuser Verlag in Zusammenarbeit mit Lignum, 3. Auflage 2010
- [4.] Bauteile in Holz – Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand, Lignum 2015 ([Link](#))
- [5.] Broschüren zu den Themen Brandschutz und Konstruktion, Lignum ([Link](#))

Nachhaltigkeit

- [6.] Strategie Nachhaltige Entwicklung, Schweizerischer Bundesrat ([Link](#))
- [7.] Faktenblätter zum nachhaltigen Immobilienmanagement, KBOB/IPB ([Link](#))
- [8.] KBOB-Empfehlung 2020/3 «Holzbau in der Immobilienstrategie», in Vorbereitung
- [9.] Tool «Graue Energie Minergie-Eco», eco-bau, 2020 ([Link](#))
- [10.] KBOB-Empfehlung 2009/1:2016; Ökobilanzdaten im Baubereich (nächste Aktualisierung 2021) ([Link](#))
- [11.] KBOB-Holzrechner ([Link](#))
- [12.] Bauteilkatalog.ch, EnergieSchweiz und Verein eco-bau ([Link](#))
- [13.] Weitere Rechner für einfache Ökobilanzen ([Link](#))

Beschaffung

- [14.] KBOB-Empfehlung 2020/4, Nachhaltig produziertes Holz beschaffen (in Vorbereitung)
- [15.] Lignum Compact: «Ausschreiben mit Schweizer Holz» ([Link](#))
- [16.] KBOB-Empfehlung 2020/5: Beschaffung von nachhaltigen Holzprodukten (in Vorbereitung)
- [17.] Broschüre «Holz nachhaltig beschafft, richtig produziert», BAFU (in Vorbereitung)
- [18.] Faktenblatt Bagatellklausel, KBOB ([Link](#))

Vertiefende Informationen

- [19.] Nachweisverfahren sommerlicher Wärmeschutz von Holzbauten in der SIA 180, Pirmin Jung Büro für Bauphysik im Auftrag des BAFU, 2015 ([Link](#))
- [20.] Brandschutzvorschriften, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), 2015 ([Link](#))
- [21.] Holzbautabellen (elektronischer Katalog), Lignum 2013 ([Link](#))
- [22.] Lignumdata.ch – Bauprodukte und Bauteile in Holz, Lignum ([Link](#))
- [23.] Schweizerisches Holzschutzmittelverzeichnis, Lignum/Empa im Auftrag des BAFU, 2018 ([Link](#))
- [24.] Chatham House Report Executive Summary «Making Concrete Change Innovation in Low-carbon Cement and Concrete», Royal Institute of international Affairs, Johanna Lehne and Felix Preston, 2018
- [25.] Jahrbuch Wald und Holz 2019, BAFU, 2020 ([Link](#))
- [26.] Forschungsprojekt «Nachhaltige Wohnungswirtschaft» der Hochschule Luzern HSLU, 2020
- [27.] «Erfahrungen bei Grossprojekten in Holzbauweise», Forschungsprojekt durchgeführt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, im Rahmen des Aktionsplans Holz Schlussbericht der Berner Fachhochschule, Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur, Berner Fachhochschule, 2014
- [28.] Produktliste «Holzwerkstoffe in Innenräumen», Lignum, 2020 ([Link](#))

Abbildungen: Bauherren und Architekten, Bildnachweis

Seite 2

- Abbildung 1: Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Ittigen; Mischa Badertscher AG, Zürich, 2013. Foto: Markus Beyeler
- Abbildung 2: Tamedia AG, Zürich; Shigeru Ban Architects Europe, 2013. Foto: Corinne Cuendet, Clarens/Lignum
- Abbildung 3: Implenia Immobilien, Zürich; Weberbrunner Architekten AG mit Soppelsa Architekten GmbH, 2018. Foto: Beat Bühler, Zürich

Seite 3

- Abbildung 4: Armasuisse Immobilien, Bern; HMS Architekten und Planer AG, 2016. Foto: M. Liechti / SQWER, Thun
- Abbildung 5: Gemeinde Le Vaud; Localarchitecture, 2018. Foto: David Matthiessen
- Abbildung 6: Gemeinde Kriens; Masswerk Architekten AG, 2016. Foto: Georg Aerni, Zürich
- Abbildung 7: Stadt Zürich, Baumann Roserens Architekten, Zürich, 2019. Foto: Jürg Zimmermann, Zürich

Seite 4

- Abbildung 8: CUTR Sylvana, Epalinges; 2b architectes, 2015. Foto: Corinne Cuendet, Clarens/Lignum
- Abbildung 9: SZU, Zürich; Burkhalter Sumi, 2013. Foto: Hector Egger Holzbau, Langenthal/Lignum
- Abbildung 10: ERNE AG Holzbau, Laufenburg. Foto: Ralf Dieter Bischoff
- Abbildung 11: Schweizerischer Alpenclub SAC; Bürgi Schärer Architekten, 2010. Foto: Mathias Josi

Seite 5

- Abbildung 12: V-ZUG Immobilien AG; Duplex Architekten. Visualisierung: Filippo Bolognese

- Abbildung 13: Swatch AG, Biel; Shigeru Ban Architects Europe, 2018. Foto: Blumer-Lehmann AG
- Abbildung 14: Tonhalle-Gesellschaft, Zürich; Spillmann Echsle Architekten, 2017. Foto: Hannes Henz, Zürich
- Abbildung 15: DFAB House NFS Digitale Fabrikation, 2018. Foto: Roman Keller

Seite 6

- Abbildung 16: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz
- Abbildung 17: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz
- Abbildung 18: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz

Seite 7

- Abbildung 19: Zug Estates, Zug, ERNE AG Holzbau, Laufenburg
- Abbildung 20: Pascal Scheidegger

Seite 8

- Abbildung 21: Darstellung: Schalcher 2007

Seite 9

- Abbildung 22: Arval (Schweiz) AG

Seite 10

- Abbildung 23: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz
- Abbildung 24: Lignum, Holzwirtschaft Schweiz

Seite 13

- Abbildung 25: eigene Darstellung KBOB

Seite 14

- Abbildung 26: Gemeinde Nottwil; Kost Holzbau
Foto: Ferdinand Schmidlin

Kontinuierliche Verbesserung

Die Instrumente der KBOB unterstützen Sie in Ihrer täglichen Arbeit. Die dynamische Entwicklung bringt es mit sich, dass diese regelmässig aktualisiert und auch verbessert werden müssen. Dank Ihren praktischen Erfahrungen aus der Anwendung können wir die Instrumente optimieren und Ihren Bedürfnissen besser anpassen. Vielen Dank für Ihre Rückmeldung!

E-Mail-Adresse: kbob@bbl.admin.ch

Impressum

Ansprechpartner innerhalb der Organisation

- KBOB** Paul Eggimann, KBOB/Leiter KBOB-Fachgruppe nachhaltiges Bauen
- BAFU** Alfred W. Kammerhofer, BAFU/Sektionschef Holzwirtschaft und Waldwirtschaft, Abt. Wald
Christian Aebischer, BAFU / Sektion Holzwirtschaft und Waldwirtschaft, Abt. Wald
Achim Schafer, BAFU/Sektion Holzwirtschaft und Waldwirtschaft, Abt. Wald
- Lignum** Sandra Burlet, Direktorin

Redaktion

- Leitung Paul Eggimann, KBOB
Koordination Rémy Chrétien, geelhaarconsulting gmbh
Texte Jutta Glanzmann, Lignum
Hansueli Schmid, Lignum
Rémy Chrétien, geelhaarconsulting gmbh
Lektorat Alice Feehan, KBOB

Herausgeber

- KBOB c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik,
Fellerstrasse 21, 3003 Bern
Internet: www.kbob.admin.ch