

AUSBAUEN UND GESTALTEN

mit nachwachsenden Rohstoffen



NATURBAUSTOFFE

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Text

Jürgen Benitz-Wildenburg, Waldemar Bothe, Dr. Hans Korte, Martin Krampfer, Achim Pilz,
Winfried Schneider, Josef Spritzendorfer
Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren.

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR),
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Bilder

Titel: archideaphoto, home decorating, wolf_c, Alexandre Zveiger – alle Fotolia.com, tangram/K. Grümmert
Sofern nicht am Bild vermerkt: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Druck

www.druckerei-weidner.de, Rostock

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 828
1. Auflage
FNR 2016

AUSBAUEN UND GESTALTEN

mit nachwachsenden Rohstoffen







VORWORT

Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen binden Kohlenstoff für lange Zeiträume, zudem verbraucht deren Erzeugung in der Regel im Vergleich zu konventionellen mineralischen Baustoffen weniger Energie.

Wenn wir also den heutigen gesellschaftlichen Prämissen von Klimaschutz und Energieeffizienz auch im Bauwesen Rechnung tragen wollen, sind nachwachsende Baustoffe erste Wahl. Hinzu kommen bestimmte bauphysikalische Vorzüge, eine hohe ästhetische Qualität, Langlebigkeit und leichte Entsorgbarkeit.

Das vorliegende Kompendium gibt einen Überblick über die vielfältigen Angebote und die breiten Anwendungsmöglichkeiten von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die Qualität der Gestaltung ist auch im Innenausbau von einer stimmigen Materialwahl abhängig. Schöne, lebendige Wandoberflächen oder behagliche Fußböden aus natürlichen Materialien geben einem sanierten Altbau oder dem Neubau aus Holz einen einzigartigen Charakter. Im Kapitel „Holzfenster – heute und morgen“ erhalten diese für die Gestalt des Hauses immens wichtigen Bauelemente gebührenden Raum. Aber auch viele der später unsichtbaren Baustoffe können durch biobasierte Produkte ersetzt werden. So sind inzwischen Verbindungsmittel wie Dübel sowie viele Werk- und Zuschlagstoffe zu großen Teilen aus biobasiertem Material herstellbar.

An vorderer Stelle steht für viele Verbraucherinnen und Verbraucher aber auch der Aspekt der Wohngesundheits. Schließlich verbringen wir einen Großteil unserer Lebenszeit in Innenräumen. Die Auswahl der Baustoffe und Einrichtungsgegenstände hat entscheidenden Einfluss auf die Luftqualität: Zahlreiche Farben, Beschichtungen, Fußböden und viele weitere Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen können hier im Vergleich zu bisher verwandten, konventionellen Bauprodukten mit niedrigen Emissionen punkten. Einige Materialien wie Holzwerkstoffe oder Vollholzmöbel jedoch emittieren naturbedingt und abhängig von Herstellungs- und Holzart bestimmte Stoffe, die zum Beispiel für Allergiker problematisch sein können. Die Broschüre enthält deshalb ein eigenes Kapitel zum Thema „Innenraumklima und Wohngesundheits“. Der Autor zeigt systematisch auf, welche Labels und Zertifikate zu welchen Inhaltsstoffen Klarheit schaffen.

Ich hoffe, dass Ihnen die vorliegende Broschüre viel Wissenswertes vermittelt, und wünsche Ihnen bei der Planung und Ausstattung Ihres Zuhauses viel Erfolg!

Dr.-Ing. Andreas Schütte
Geschäftsführer
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)



© lunamarina/fotolia.com



© olgavolodina/fotolia.com



INHALT

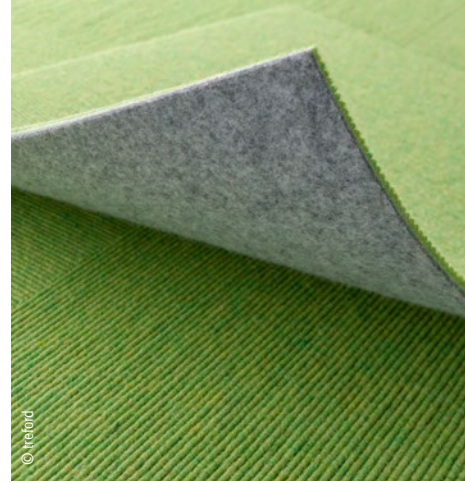
| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 6 |
| | Vom Rohbau zum Ausbau – Gestaltung von Innenräumen mit natürlichen und nachwachsenden Baustoffen Zusammenfassung | |
| 2 | Fußbodenaufbauten und Bodenbeläge aus nachwachsenden Rohstoffen | 8 |
| | Boden gut machen Gesundheitlich positiv Umweltschutz Checkliste für Bodenbeläge Ganzheitliche und nachhaltige Informationen Einteilung der Bodenbeläge Herstellung Verarbeitung Reinigung, Pflege, Reparatur Nachnutzung Fußbodenaufbau Holzböden Linoleum Kork Teppiche Laminatböden Zusammenfassung | |
| 3 | Beschichtungen aus nachwachsenden Rohstoffen im Innen- und Außenbereich | 28 |
| | Die Oberflächennatur: Vom Rohstoff zum Werkstoff zum Anstrich Farben aus der Natur – das Grundrezept und seine Inhaltsstoffe Farben am Bau – Anstrichsysteme und Einsatzbereiche Der Außenbereich Der Innenbereich Zusammenfassung | |
| 4 | Innenwände und Wandoberflächen im Innenausbau | 42 |
| | Innenwandkonstruktionen, Wand- und Deckenoberflächen Innenwände – in leichter und massiver Ausführung Wandoberflächen im Innenausbau Zukunftsfähiges Bauen mit natürlichen Rohstoffen | |



© Alexandre Zveiger/fotolia.com



© The Photos/Fotolia.com



© iStock

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Innenraumklima und Wohngesundheit Schadstoffbelastungen in Innenräumen Qualitätsrichtlinien für Baustoffe Wohngesundheitliche Beurteilung von Naturbaustoffen Zusammenfassung | 59 |
| 6 | Holzfenster – heute und morgen Konstruktionen moderner Holzfenster Neue Materialien Energieeffizienz Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Gesundheit Komfort, Sicherheit und Universal Design Zusammenfassung | 68 |
| 7 | Möbel aus Holz im Innen- und Außenbereich | 83 |
| 8 | Holzwerkstoffe sowie biobasierte Materialien im Baubereich Kurzer Überblick Werkstoffe | 88 |
| 9 | Anhang Literatur- und Quellenverzeichnis Weiterführende Literatur Weiterführende Informationen Autoren | 94 |

1 EINFÜHRUNG

Vom Rohbau zum Ausbau – Gestaltung von Innenräumen mit natürlichen und nachwachsenden Baustoffen

Warum sollte man für den Innenausbau mehr natürliche und nachwachsende Materialien verwenden? Nachwachsende Baustoffe sind „lebendige“ Baustoffe. Sie verleihen Räumlichkeiten eine wohltuende Atmosphäre und schaffen ein angenehmes und gesundes Raumklima. Zudem haben sie meist eine bessere Ökobilanz, binden während ihres Wachstums Kohlendioxid und lassen sich am Ende ihres Lebens in der Regel auf einfache Art und Weise entsorgen, thermisch verwerten oder idealerweise sogar wiederverwenden.

Anforderungen

Ein Haus ist wie ein Organismus, der mit seinen Nutzern und mit der Umwelt interagiert. Er kann für unsere Gesundheit und die Umwelt förderlich oder – wie es leider allzu häufig der Fall ist – schädlich wirken. Wie die Kleidung unsere „zweite Haut“ ist, so bildet das Haus unsere „dritte Haut“, die uns zusätzlichen Schutz, Komfort und Geborgenheit bietet. Deshalb ist es wichtig, dass wir Gebäude bauen, die „gesund“ und wohltuend sind.



Büroraum im Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN

Besonders im Innenausbau werden aus baubiologischer Sicht häufig Fehler gemacht. Dabei bieten gerade hier natürliche und nachwachsende Baustoffe viele Möglichkeiten und Vorteile.

Die folgenden Ausführungen sollen die Leser in die Lage versetzen, Innenausbau-Materialien objektiv und ganzheitlich zu beurteilen, um dann selbst die richtige Auswahl treffen zu können.

Thermisches Verhalten

Für ein gesundes Raumklima sind hohe Oberflächentemperaturen sehr wichtig. Sie sollten ähnlich hoch oder mit Unterstützung einer Wand- oder Fußbodentemperierung sogar etwas höher sein als die Raumlufttemperatur. Besonders bei Fußböden kommt es darauf an, dass man Materialien verwendet, die dem Körper wenig Energie entziehen. Dies sind Baustoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit unter ca. $0,20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, also z. B. Naturfaserteppiche, Korkfliesen, Linoleum oder Holz.

Feuchteverhalten – Hygroskopizität und Diffusion

Nennenswerte Raumluftfeuchtemengen werden nur durch Lüftung reduziert. Dennoch haben Baustoffe eine wichtige feuchteausgleichende Funktion für die Raumluft. Hygroskopische und diffusionsfähige Baustoffe können auch einen wichtigen Beitrag zur Schimmelvermeidung leisten und sind in der Lage, Geruchs- und Schadstoffe aus der Luft zu absorbieren. Die meisten pflanzlichen Baustoffe weisen sehr gute feuchteausgleichende Eigenschaften auf.

Toxische Belastung

Baustoffe können gesundheitsschädliche Chemikalien und Fasern enthalten, die gas- und/oder staubförmig teilweise jahrelang die Raumluft von Gebäuden belasten. Leider werden zum Teil auch natürliche Baustoffe, die selbst toxisch unbedenklich sind, mit fragwürdigen Mitteln behandelt, vermischt oder verklebt. Dies sollte Anlass sein, jedes Produkt genau zu prüfen und auszuwählen.

Elektrostatiche Aufladung

Künstliche elektrische Gleichfelder entstehen vor allem durch synthetische Oberflächen und -beschichtungen. Am deutlichsten spürbar werden sie dann, wenn sie sich beim Berühren z. B. von Türklinken entladen. Elektrostatik bedingt erhöhtes Staubaufkommen in der Atemluft. An den zum Teil lungengängigen Staub können sich schwerflüchtige Schadstoffe anlagern. Kunststoffe und synthetische Materialien sollten im Innenraum reduziert und stattdessen konsequenterweise Naturmaterialien verwendet werden.

Gerüche

Gerüche haben enorme Auswirkungen auf unser Wohlbefinden, auch wenn man sie durch Gewöhnung oft nur unbewusst wahrnimmt. Riecht es schlecht, fühlt man sich auch schlecht und umgekehrt. Alle in Innenräumen verwendeten Materialien sollten deshalb angenehm riechen oder geruchsneutral sein, so wie z. B. Hölzer, Baumwolle oder Oberflächenbehandlungsmittel auf Naturharzbasis.



Wohnraum in einem Haus aus Holz, Stroh und Lehm
(Planung: Architekturbüro Reinberg ZT GmbH, Wien)



Innentür aus Vollholz (Tanne) in Rahmenbauweise

Ökobilanz

Ökobilanzen sind Instrumente zur Abschätzung der Umweltwirkungen entlang des Lebensweges eines Produktes von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung. Am wenigsten wird unser Ökosystem durch Materialien belastet, die am Ort ihrer Verwendung als Nebenprodukte anfallen, wie z. B. Säge- oder Hobelspäne für Wärmedämmungen oder Produkte aus Flachs, Hanf oder Stroh.

Brandverhalten

Im Brandfalle bilden z. B. Schaumkunststoffe giftige Brandgase, die zum Teil innerhalb von Sekunden zur Bewusstlosigkeit führen können. Natürliche und nachwachsende Baustoffe bieten oft ein besser einschätzbares Abbrandverhalten, zudem sind die entstehenden Rauchgase meist weniger giftig.

Langzeit-Bewährung

Naturbaustoffe haben sich – im Gegensatz zu den heute vielfach verwendeten künstlichen Baustoffen – meist seit Jahrhunderten und Jahrtausenden bewährt.

Preis-Leistungs-Verhältnis

Baubiologische Innenausbau-Materialien sind meist nur unwesentlich teurer, wenn man es richtig macht und auf exklusive Materialien und Oberflächen verzichtet. Eventuelle Mehrkosten amortisieren sich in der Regel mittelfristig und werden durch eine Reihe von Vorteilen belohnt: besseres Raumklima, Gesundheitsvorsorge, geringeres Bauschadenrisiko, keine Entsorgungsprobleme, höherer Wiederverkaufswert, längere Haltbarkeit usw.

Handwerk und Ästhetik

Erst durch sensible, materialgerechte und handwerkliche bzw. künstlerische Bearbeitung erstrahlen viele Materialien in ihrer besonderen Ästhetik und verschaffen Gebäuden und Räumen eine individuelle und wohltuende Ästhetik. Das Handwerk bietet ganz besonders auf Basis natürlicher

und nachwachsender Rohstoffe Möglichkeiten, die sich über viele Jahrhunderte entwickelt haben.

Perspektive für die regionale Landwirtschaft

Für die Land- und Forstwirtschaft bietet der Anbau nachwachsender Rohstoffe als Grundlage für Baumaterialien eine willkommene und notwendige Perspektive.

Zusammenfassung

Mit pflanzlichen Baustoffen kann man baubiologische und ökonomische Anforderungen hervorragend erfüllen, wenn man deren gute Eigenschaften nicht durch künstliche Zusätze, Oberflächenbehandlungen oder Kleber beeinträchtigt. Die Wahl der richtigen Materialien ist sehr komplex. Oftmals ergeben sich Widersprüche zwischen verschiedenen Anforderungen. Wichtig ist jedoch immer eine ganzheitliche Betrachtung des Bauens und Wohnens. Dabei können niemals einzelne Kriterien maximiert, sondern immer nur das Ganze mit all seinen Aspekten optimiert werden.

Jedes Material hat seine spezifischen Vor- und Nachteile. Neben objektiven Kriterien sollten auch eher subjektive, gefühlsmäßige Vorlieben beachtet werden. Hierzu gehören sinnliche und seelische Aspekte wie Farbe, Geruch, Bedürfnis nach Geborgenheit, Gemütlichkeit oder Sicherheit usw.

Letztendlich findet man für jedes Bedürfnis, für (fast) jeden Geldbeutel und für jeden Geschmack geeignete Innenausbau-Materialien aus pflanzlichen Rohstoffen. Bei der Auswahl und Zusammenstellung der Baustoffe und Innenausbau-Materialien können Baubiologen, die z. B. entsprechend dem Standard der Baubiologischen Messtechnik (SBM) beraten, planen und ausführen, eine wertvolle Hilfe sein.

Autor: Winfried Schneider

2 FUSSBODENAUFBAUTEN UND BODENBELÄGE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

Boden gut machen

Aufenthaltsdauern in Innenräumen wie Büro, Schule oder Schlafzimmer betragen 19–22 Stunden täglich. Da lohnt es sich, diese vorsorglich mit Fußböden aus nachwachsenden Rohstoffen zu gestalten. Denn Fußböden sind große Flächen, die im direkten Austausch mit der Raumluft stehen. Deshalb sind sie besonders wichtig für das Raumklima, das heißt die Luftfeuchte, die Temperatur der Oberflächen, den Schallschutz und nicht zuletzt für die Qualität der Luft.

Bodenbeläge aus nachwachsenden Rohstoffen sind für ihre schönen und angenehmen Oberflächen bekannt. Sie sind strapazierfähig, sorgen für eine ausgeglichene Raumfeuchte und sind für Allergiker positiv, da sie sich kaum statisch aufladen. Nicht zuletzt sind sie umweltschonend zu produzieren und zu entsorgen. Seit jeher werden sie deshalb gern eingesetzt. Inzwischen sind sowohl dauerhaftes Parkett, fußwarmer Teppich, ästhetisches Linoleum und ökologischer Kork wie auch weitere günstige Varianten verfügbar. Die Alltags-tauglichkeit von Innovationen wurde in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt.

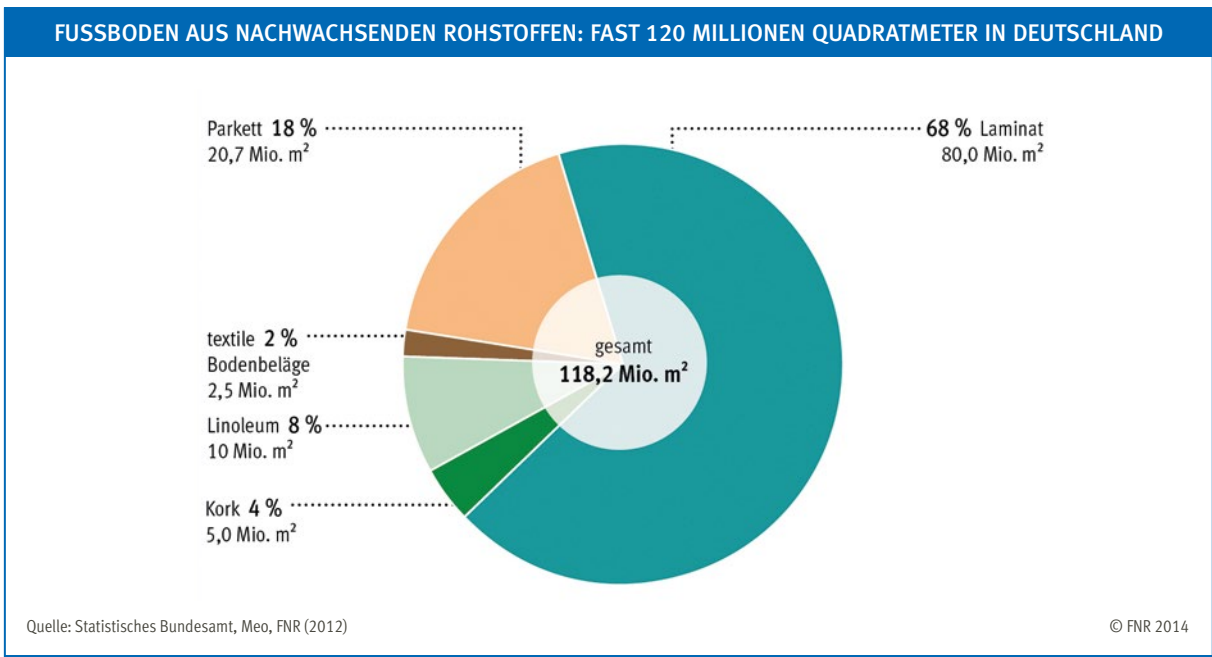
Verbraucher leisten mit dem Kauf von Bodenbelägen aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) einen Beitrag zum Gesundheits- und Umweltschutz sowie zu einem sozial ver-träglichen Wirtschaften.



Bodengestaltung mit Ziegenhaar-Teppichen

Gesundheitlich positiv

Nach einer aktuellen Untersuchung von 465 schwangeren Frauen kann ein neuer Fußboden zu Atemproblemen bei Babys führen [2.1]. Demnach können flüchtige organische Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds) aus Klebern, Laminat, Teppichboden oder Fußbodenbelag in den Monaten vor und nach der Geburt Atemprobleme in der frühesten Kindheit nach sich ziehen. Dabei ist die Schadstoffbelastung vor der Geburt offenbar entscheidender als danach. Die Studie rät deshalb, mit neuen Böden vorsichts-





Korkboden im Kinderzimmer

halber bis nach der Geburt zu warten. Nicht ins Visier nimmt sie den Einsatz von NawaRo, die das Risiko einer Schadstoffemission deutlich senken. Doch Vorsicht: Da Begriffe wie „natürlich“ oder „Naturbaustoff“ nicht eindeutig geregelt oder geschützt sind, werden sie oft nicht nur für Bodenbeläge aus NawaRo verwendet. Auch Anpreisungen wie „bio“, „gesund“ oder „allergikergeeignet“ sollten stets hinterfragt werden.

Bodenbeläge aus echten NawaRo sorgen für ein angenehmes Raumklima, indem sie Feuchtespeicherfähigkeit, Elektrostatik, Fußwärme, Wärmedämmung und Schallschutz positiv beeinflussen. Zudem haben sie eine lange Lebensdauer.

Feuchtespeicherfähigkeit/Elektrostatik

Beim Wohnen entsteht viel Feuchtigkeit: Kochen, Trocknen von Wäsche, Gießen der Zimmerpflanzen, Duschen und auch der Organismus der Nutzer produzieren viel Wasserdampf. Insgesamt 10 Liter entstehen so über den Tag in einem 4-Personen-Haushalt [2.2]. In immer dichteren Wohnungen und bei immer geringeren Luftwechselraten kommt es so zu **Schimmelgefahr**. Wärmebrücken wie hinter den Silikonfugen der Fenster bei Alt- und Neubau oder an vielen Stellen von Altbauten zeichnen sich an den Oberflächen oft durch schwarze Schimmelflecken ab. Von feuchtespeicherfähigen Materialien – auch sorptionsfähig genannt – kann die Feuchtigkeit aufgenommen, zwischengespeichert und wieder abgegeben werden, wenn die Luftfeuchtigkeit im Raum durch Luftwechsel sinkt. Besonders feuchtespeicherfähig sind NawaRo. Ein Sisalteppich nimmt in einer Stunde fast viermal so viel Feuchtigkeit auf wie Beton. Heute kommen deshalb wieder vermehrt NawaRo für Böden sowie sorptionsfähige Putze zum Einsatz. Diese Materialien reduzieren extreme relative Raumluftfeuchten.

EIGENSCHAFTEN FEUCHTE UND ELEKTROSTATIK

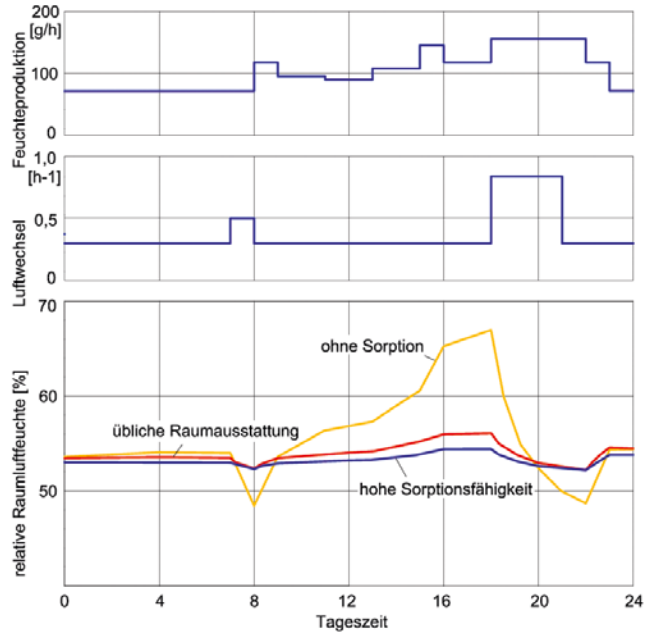
| Belagsart | Feuchtespeicherfähigkeit | Elektrostatische Aufladung |
|--|---------------------------------------|--|
| Holzparkett/Dielen, geölt, gewachst | sehr gut | gering |
| Holzparkett/Dielen, lackiert | gut | hoch |
| Keramik, Feinsteinzeug | gering | gering |
| Laminat | gering | hoch |
| Linoleum/Kork, Massiv- oder Fertigparkett | gewachst = gut versiegelt = gering | gewachst = gering versiegelt = hoch |
| Naturstein ohne Kunststoffsiegel | gut | gering |
| PVC, Kunststoffbeläge | gering | hoch |
| Teppich | | |
| – Baumwolle, Jute, Kokos, Sisal, Schurwolle ohne Fleckenschutz | sehr gut | gering |
| – Fasergemische | sehr gut | hoch |
| – mit E-Statik-Schutz | sehr gut | gering |
| – synthetisch | gut | hoch |

Quelle: IQUH, 2010 [2.11]

Durch **elektrostatische Aufladung** werden Staubpartikel in der Schwebelage gehalten, weil die leichten Partikel und eine gleich geladene Oberfläche sich gegenseitig abstoßen. Dieser Effekt lässt einem auch die Haare in die Höhe stehen, wenn man auf der Kunststoff-Oberfläche eines Trampolins

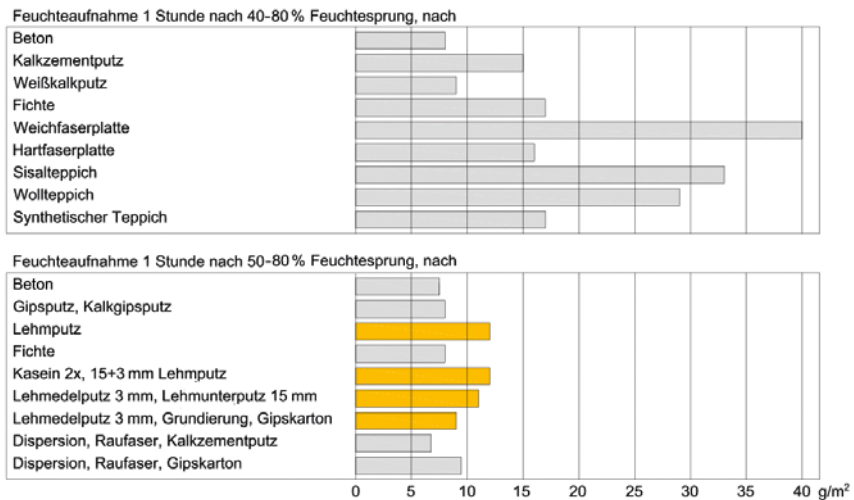
springt. In Innenräumen schweben Staubpartikel dadurch vermehrt in der Luft und werden eingeatmet. Besonders für Hausstauballergiker ist das ein Problem. Durch die statische Aufladung steigt auch die Luftelektrizität an, worunter das Raumklima leidet [2.3].

LUFFTFEUCHTE IM TAGESVERLAUF SIMULIERT IN EINEM WOHNZIMMER MIT UNTERSCHIEDLICHER SORPTIONSFÄHIGKEIT DER BAUSTOFFE UND AUSSTATTUNG



Quelle: Schauer + Volhard Architekten BDA, Darmstadt [2.13]

FEUCHTEAUFNAHME VERSCHIEDENER BAUSTOFFE IN g/m²



Quelle: Schauer + Volhard Architekten BDA, Darmstadt [2.13]

Fußwärme, Wärmedämmung, Schallschutz

Besonders in Räumen, in denen man lange Kontakt mit dem Boden hat, wie in der Küche, ist seine Wärmeleitfähigkeit ein Faktor, der beachtet werden sollte. Bei längerem Kontakt entziehen kalte Fußbodenbeläge mit hoher Wärmeleitfähigkeit dem berührenden Körperteil Wärmeenergie und lassen es auskühlen. Sie werden als fußkalt bezeichnet.

EIGENSCHAFTEN FUSSWÄRME, WÄRMEDÄMMUNG UND SCHALLSCHUTZ

| Belagsart | Fußwärme | Schallschutz, Wärmedämmung |
|---|--------------|---|
| Holzparkett/Dielen, geölt, gewachst | fußwarm | gering bis hoch (je nach Unterbau) |
| Holzparkett/Dielen, lackiert | fußkalt | gering bis hoch (je nach Unterbau) |
| Keramik, Feinsteinzeug | fußkalt | gering |
| Laminat | fußkalt | gering |
| Linoleum/Kork, Massiv- oder Fertigparkett | fußkalt | mit Dämmrücken: hoch ohne Dämmrücken: gering |
| Naturstein | fußkalt | gering |
| PVC, Kunststoffbeläge | fußkalt | mit Dämmrücken: hoch ohne Dämmrücken: gering |
| Teppich, alle Fasern | sehr fußwarm | hoch |

Quelle: IQUH, 2010 [2.11]

Lebensdauer

Die Lebensdauer eines Belages und der dazugehörigen Beschichtungsart hängt nicht nur vom Material, sondern auch entscheidend von der Pflege und der Beanspruchung ab. Natürliche Oberflächen haben bei einer Oberflächenbeschädigung Vorteile, weil sie leichter und vor allem auch partiell zu renovieren sind. Laminierte und leimhaltige Beläge sind feuchteempfindlicher als massive, denn ihre Schichten können aufquellen.



Laminat hat eine kurze Lebensdauer



Dielenböden lassen sich wiederholt aufarbeiten und entwickeln mit der Zeit eine schöne Patina

NUTZUNGSDAUER

| Belagsart | Mittlere Nutzungszeit in Jahren |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Estriche, Unterkonstruktionen | ≥ 50 |
| Holz massiv/Dielen, Hartholz | ≥ 50 |
| Holzparkett/Dielen, Weichholz | 40 |
| Holz-Mehrschichtparkett | 10–18 |
| Keramik, Feinsteinzeug | ≥ 50 |
| Kork massiv, 4–6 mm | 20 |
| Kork-Fertigparkett | 10–18 |
| Laminat | 20 |
| Linoleum massiv, 2–3 mm | 20 |
| Linoleum-Fertigparkett | 10–18 |
| Naturstein | ≥ 50 |
| Oberflächen, geölt/gewachst | 5 |
| Oberflächen, synthetischer Lack | 10 |
| PVC, Kunststoffbeläge | 20 |
| Teppich, alle Fasern | 10 |

Quelle: Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMUB, 2011 [2.12]



Allergien und Überempfindlichkeiten nehmen heute immer mehr zu

Überempfindlichkeiten

Die Industrie hat bis heute viele Millionen Stoffe kreiert und in Umlauf gebracht. Die gesundheitlichen Auswirkungen vieler Stoffkreationen sind noch nicht hinreichend bekannt. Stoffe mit bekannter Umweltrelevanz sind z. B. schwermetallhaltige Trocknungsmittel (Sikkative), Stabilisatoren, Flammschutzmittel, Weichmacher und Biozide. Aufgrund der Stoff- und Materialvielfalt haben mögliche Innenraumbelastungen stetig zugenommen. Schadstoffe emittierende Produkte lassen sich oftmals mit den herkömmlichen Analysemethoden nicht mehr erfassen. Inzwischen sind sensorische Prüfungen von Bauprodukten in Entwicklung [2.4], denn der menschliche Organismus ist ein ganzheitliches Messinstrument. Weil er sehr sensibel reagiert, nehmen auch Allergien und Überempfindlichkeiten wie MCS (multiple Chemikalienunverträglichkeit) zu. Sie stellen heute ein volkswirtschaftliches Problem dar. In Innenräumen lassen sich die Emissionen häufig auf Fußböden und deren Unterbau sowie auf die Möblierungen zurückführen. Allein bei Klebstoffen stehen weltweit ca. 23.000 Produkte zur Verfügung, die auch bei geringen Schadstoffanteilen zu erheblichen gesundheitlichen Befindlichkeitsstörungen führen können. Bei zu großen Schichtdicken kann es zu Lösemittelretention kommen, sodass Lösemittel auch in der Nutzungsphase ausgasen. Durch Autooxidation können neue Verbindungen entstehen, die nicht nur störend riechen. Es muss davon ausgegangen werden, dass bei den meisten Produkten keine ausreichenden Erkenntnisse über die Wechselwirkungen der eingesetzten Substanzen und deren gesundheitliche Auswirkungen vorliegen.

Risiko minimieren

Nach Erkenntnissen und Untersuchungen des Umweltbundesamtes [2.5] werden die innenraumbedingten Erkrankungen mit wissenschaftlichen Methoden und Verfahren nicht ausreichend erfasst. Daher werden pragmatische Denksätze und die konsequente Substitution von Gefahrstoffen gefordert. Die WHO fordert einen Paradigmenwechsel „from cure to care“. Das heißt, es soll das Produkt oder Verfahren gewählt werden, das bei gleichem Nutzen das geringere Risiko aufweist. Bei gesundheitlichen Problemen ist es angeraten, die Bauprodukte gemeinsam mit einem Baubiologen oder erfahrenen Umweltmediziner auszuwählen.

Volldeklaration

Grundlage für die Produktauswahl ist immer die Volldeklaration – die Auflistung sämtlicher Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, die zur Herstellung des Produktes zum Einsatz kamen. Von der Verwendung von Produkten, die keine verbindlichen Volldeklarationen ausweisen, ist aus gesundheitlichen Gründen abzuraten.

Umweltschutz

NawaRo für Fußbodenbeläge entstammen der belebten Natur. Schon während des Wachstums der Pflanzen reduziert ihre Fotosynthese die gefährliche und klimaverändernde CO₂-Belastung. Neben Holz werden als Rohstoffe für flexible Bodenbeläge Kork, Holzmehl oder Leinöl verwendet. Für Teppiche kommen vor allem Tierwolle, Sisal, Seide, Flachsleinen, Hanf, Kokos und Jute zum Einsatz.

Sortenreine Qualitäten sind bei der Entsorgung problemlos wieder in den Naturstoffkreislauf eingliederbar. Da viele Mischprodukte wie Sisalflorteppiche mit synthetischer Rückenbeschichtung oder chemisch-zellulosischen Fasermaterialien wie Viskose oder Zellwolle auf dem Markt sind, sollten Verbraucher beim Einkauf auf sortenreine Produkte achten.

Umweltbilanzen

Umweltbilanzen für Bodenbeläge gewichten und analysieren alle Umwelteinflüsse über den ganzen Lebenszyklus. Sie zeigen umweltproblematische Auswirkungen wie einen hohen Energieverbrauch oder gefährlichere Innenraumemissionen, aber auch Recyclingrisiken.

Künstliche Bodenbeläge wie PVC, Kunststoffteppiche oder Synthesekautschuk schneiden in Umweltbilanzen schlechter ab, da sie in der Regel mehr Problemstoffe beinhalten als Beläge aus NawaRo [2.6]. Unter den elastischen Belägen schneiden demnach Kork und Linoleum besser ab, da sie aus NawaRo hergestellt sind. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe auch bei Verarbeitung, Reinigung und Pflege schont die endlichen Rohstoffe und reduziert gleichzeitig die schädlichen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt.

CHECKLISTE FÜR BODENBELÄGE

| | |
|--|--------------------------|
| Böden mit passenden Belastungsklassen auswählen. | <input type="checkbox"/> |
| Auf gesundheitsoptimierte, langlebige, pflegeleichte Produkte zurückgreifen. Allergiker sollten die Inhaltsstoffe der angebotenen Produkte prüfen und einen Haut- bzw. Geruchstest durchführen. | <input type="checkbox"/> |
| Untergründe genau prüfen auf Ebenheit, Materialart, Festigkeit, Gefahrstofffreiheit (Formaldehyd, Holzschutzmittel, PAK [polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe], Asbest etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Natürliche und lösemittelfreie/-arme Kleber, Fixierer, Spachtel, Grundierungen aus Naturstoffen benutzen. | <input type="checkbox"/> |
| Vorteilhaft sind mechanische Befestigungen : lose Verlegung mit doppelseitigem Klebeband, Spannverlegung, Klettverbund, schwimmende Verlegung mit Verleimung nur an den Seiten, Klickverbund, Metallbandverklammerung oder mechanische Befestigungsart durch Nageln, Schrauben. | <input type="checkbox"/> |
| Verlegung so weit planen, dass zerstörungsfreie Entfernung und Wiederverwertung möglich sind. | <input type="checkbox"/> |
| Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen sind nachhaltig ästhetisch . Sie entwickeln mit der Zeit Charakter und sind in aller Regel länger schön als künstlich hergestellte Baumaterialien. | <input type="checkbox"/> |
| Einheimische Produktion oder Rohstoffgewinnung (z. B. europäische) bevorzugen. | <input type="checkbox"/> |
| Oberflächenbehandlung mit natürlichen Ölen und Wachsen bevorzugen, ggf. werkseitig angebracht. Anfänglich niedriger Pflegeaufwand bei Nano- und Kunststoffprodukten kann Gesundheitsrisiken beim Abschleifen, Renovieren oder Auffrischen mit sich bringen. Zudem ist der Renovierungsaufwand größer. | <input type="checkbox"/> |
| Elastische Bodenbeläge mit hoher und nachweisbarer Produktqualität, Nutzschichtdicke und Volldeklarationen wählen. Sie haben weniger schädliche Ausdünstungen während der Nutzungsphase. | <input type="checkbox"/> |
| Reinigung und Pflege der Böden während der Nutzungsphase kann emissionsintensiv sein, deshalb auf gesundheits- und umweltverträglichere Rohstoffe achten. | <input type="checkbox"/> |
| Umweltschutzkriterien beachten bei der Rohstoffgewinnung, dem Transport, der Herstellung, der Verarbeitung, der Nutzung, der Renovierung und der Entsorgung oder Wiederverwendung. | <input type="checkbox"/> |

Quelle: u. a. IQUH Tabelle, 2010 [2.11]

Ganzheitliche und nachhaltige Informationen

Bodenbeläge, Kleber und Reiniger sollten weder das Raumklima noch die Gerüche, die elektrostatische Aufladung oder die Feuchtespeicherfähigkeit negativ beeinflussen. Auch Haltbarkeit, Reparatur- und Entsorgungskosten sind zu berücksichtigen. Tests wie von ÖKO-TEST oder Stiftung Warentest und Siegel wie das natureplus-Label sind hilfreich für einen orientierenden Schadstoff- und Qualitätscheck.

Getestet und geprüft

Der **Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)** widmet sich der Frage, ob Bauprodukte die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen. Dazu hat er ein Bewertungsschema zur gesundheitlichen Einstufung entwickelt. Nach dem AgBB-Bewertungsschema geprüfte Produkte erfüllen Grenzwerte für VOC. Zum AgBB gehören u. a. Umweltbundesamt, Ländergesundheitsbehörden und Bundesinstitut für Risikobewertung. Ihre Bewertung ist entscheidend für die Zulassung eines Bauproduktes beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt).

ÖKO-TEST und **Stiftung Warentest** überprüfen in der Regel die Gebrauchstauglichkeit und die Gesundheitsverträglichkeit der Produkte und veröffentlichen dabei auch deren aktuellen Preise.

Für eine nachhaltige Kaufentscheidung sind zusätzliche Informationen empfehlenswert. Zertifikate wie die des eco-INSTITUT, Köln oder des IBO Instituts, Wien beispielsweise sind wichtig zur orientierenden Produktinformation für Verbraucher und zum Qualitätsnachweis für Hersteller, Architekten oder Handwerker. Zusätzlich sollten besonders Allergiker auf eine verbindliche Volldeklaration des Herstellers achten. Denn **Schadstoff-geprüft** hinsichtlich einzelner untersuchter Stoffe bedeutet nicht gleich **Schadstoff-frei** bezüglich aller möglichen Schadstoffemissionen.



Produkte, die nach dem AgBB-Schema geprüft sind, sind besonders emissionsarm (Quelle: AURO)

Gütezeichen, Labels und Zertifikate

Bei der Produktauswahl können auch die diversen Gütezeichen, Labels und Testbewertungen ein Indikator für gesundheits- und umweltverträgliche Produkte sein. So garantieren **FSC-** und **PEFC-**zertifizierte Holzprodukte eine umweltverträgliche Forstbewirtschaftung und stellen sicher, dass keine illegalen Hölzer zum Einsatz kommen.

Die Vergabegrundlagen für die **RAL-Gütezeichen**, mit denen Produkte ausgezeichnet werden, die den „Blauen Engel“ tragen, grenzen die stoffliche Verwendung ein und zeichnen damit einen höheren Produktstandard aus.

Mit dem **natureplus**-Zertifikat werden Produkte aus NawaRo oder aus ausreichenden mineralischen Rohstoffvorkommen ausgezeichnet. Auf wissenschaftlicher Basis werden Kriterien und Schwellenwerte auszeichnungswürdiger nachhaltiger Bauprodukte festgelegt. Geprüft wird im Hinblick auf Gesundheit, Umwelt und Funktion. Bauherren und gewerbliche Bauakteure haben damit ein verlässliches Informationssystem zur vereinfachten Produktauswahl.

Auch das Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) prüft Bauprodukte. Wie die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) hat sich das IBU zum Ziel gesetzt, Nachhaltigkeit im Bauwesen und die überwiegende Verwendung von NawaRo voranzubringen.

Nach der EMICODE-Klassifizierung der **Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e. V. (GEV)** kennzeichnen die EC1plus-Deklarationen sehr emissionsarme Kleber, Grundierungen, Spachtelmassen und Oberflächenbeschichtungen.



Zertifikate wie das von natureplus belegen die Qualität nachhaltiger Produkte. Besonders gut schneiden bei ihren Produktprüfungen Bodenbeläge aus NawaRo ab. (Quelle: natureplus®)

Einteilung der Bodenbeläge

Bodenbeläge lassen sich nach verschiedenen Merkmalen einteilen, z. B. nach:

- **Belagsarten** (Holz, Keramik, Kork, Laminat, Linoleum, Stein, Teppich)
- **Rohstoffherkunft** (mineralisch, nachwachsend, fossil)
- **Beanspruchung** (Bad, Flur, Wohnzimmer, Tierhaltung, Schlafzimmer, Büro)
- **Reinigungsaufwand** (nass reinigen, allergikergerecht, kindgerecht, antibakteriell)
- **Anwendungsbereich** (Wohnen, Gewerbe, Industrie)
- **chemischer Zusammensetzung** (organisch, anorganisch)
- **Beschaffenheit der Oberfläche** (textil, elastisch, hart)
- **Qualitätsprüfung** (Haltbarkeit, Volldeklaration, Schadstoffprüfung, Kompostierbarkeit)

Anwendungsbereiche und Beanspruchung

Für die Einteilung von Bodenbelägen in Anwendungsbereiche gibt es verschiedene Systeme. **Elastische und textile Bodenbeläge sowie Laminatböden** werden europaweit in Beanspruchungsklassen unterteilt (nach DIN EN ISO 10874). Für jede Beanspruchungsklasse sind Raumbeispiele angegeben (z. B. Gewerbebereich, normale Beanspruchung: Klassenzimmer, Einzelbüros, Hotels, Boutiquen).

Textile Bodenbeläge werden nach den FCSS (Floor Covering Standard Symbols) in Beanspruchungsklassen unterteilt. Die 1. Ziffer gibt Wohn- (2) oder Objektbereiche (3) an. Jede Beanspruchungsklasse wird durch Raumbeispiele ergänzt (z. B. 21 – Wohnen, geringe Beanspruchung: Schlafzimmer; 32 – Objekt, starke Beanspruchung: Büro, Restaurant, Schule).

Herstellung

Die Herstellung und Verarbeitung von natürlichen Bodenbelägen basiert auf NawaRo wie **Holz, Kork, Papier, Naturlatex**, Naturfasern wie **Jute**, Harzen und Ölen wie **Leinöl** sowie Mehlen aus **Kaolin und Kreide**. Selten kommen auch Gräser wie **Bambus, Schilf oder Seegrass** zum Einsatz. Die Herstellung umfasst im Wesentlichen einfache mechanische Prozesse (z. B. Mahlen, Reinigen) und Transporte. Etwas aufwendiger ist die Herstellung von speziellen Füllstoffen wie Aluminiumhydroxid (Flammschutz) und Ruß (Leitfähigkeit).

Die Herstellung von synthetischen Bodenbelägen birgt Risiken, sowohl bei der Herstellung der Rohstoffe (Kunststoffe, Kunstharze, Kunstfasern) als auch bei der Verarbeitung, Nutzung, Renovierung und Entsorgung. Zudem ist Erdöl endlich. **Gesundheits- und umweltproblematischere Rohstoffe** sind u. a. Polyethylen, Polypropylen, Elastomere, Polyester, Polyvinylchlorid und Formaldehydharze. Auch beim Färben von Teppich, Linoleum und Kork können umweltschädigende Substanzen eingesetzt werden. So werden für synthetische



© Franz Eugen Köhler (Medizinische Pflanzen 12)

Insgesamt sind etwa 150 färbende Pflanzenarten bekannt. Die Wurzel des Krapps (*Rubia tinctorum*) ergibt ein kräftiges Rot.

Pigmente und organische Farbstoffe aus fossilen Ressourcen oft kritische chemische Hilfsstoffe verwendet. Färbepflanzen hingegen sind gesundheitlich vorbildlich verträglich. Auch natürliche Pigmente schonen die Gesundheit. Sie sollten allerdings auf Verunreinigungen wie schädliche Schwermetalle geprüft sein.

Auch toxische Verbindungen wie Bleisikkative oder Biozide können in konventionellen Bodenbelägen oder Hilfsprodukten (Kleber, Reiniger, Beschichtungsmittel) eingesetzt werden. Grundsätzlich gibt es eine Vielzahl von vermeidbaren Hilfsstoffen.



© treibrd

Naturfaserböden in verschiedenen Farbtönen sind möglich

Verarbeitung

Bei der Verarbeitung von Bodenbelägen bestehen unter Umständen arbeitshygienische Risiken durch Grundierungen, Spachtelmassen, Klebstoffe für die Verlegung, zudem durch Beschichtungsstoffe wie Öle, Wachse und Lacke sowie Pflegestoffe und Reiniger.

Untergrundbewertung und Vorbehandlung

Vor einer Verlegung oder dem Aufbringen des Klebstoffes ist der Untergrund zu prüfen. Bei porösen, stark saugenden oder schlecht haftenden Untergründen muss der Untergrund entsprechend vorbehandelt werden (Rissbearbeitung, Verfestigung, Haftgrundierung, Spachtelung). Folgende Kriterien müssen erfüllt sein:

- Untergrund planeben, sauber, rissfrei, fest, waagrecht und trocken
- Raumluft trocken
- Raumtemperatur ausreichend hoch
- Materialtemperatur des Untergrundes geeignet
- Aufbauhöhe des Untergrundes plangemäß korrekt
- Untergründe ohne Ausblühungen und/oder Frost

Für schwierige, feuchteverdächtige und materialspezifisch unkonkrete Bodenaufbauten sollten Fachberater hinzugezogen werden, damit Verklebungen langfristig halten.

Ökologisch sinnvolle Verlegearten

Teppichverlegungen mit geringer Umweltbelastung sind die lose Verlegung (z. T. mit Fixierung durch doppelseitiges Klebeband) und mechanische Befestigungsarten (Verspannen). Eine andere Art der Befestigung erfolgt durch die Verlegung spezieller Matten, die den Bodenbelag über einen Klettverschluss fixieren.

Für eine **Verklebung** sollte die Klebstoffauswahl aus ökologischen und gesundheitlichen Gründen auf Dispersions- oder Pulverkleber beschränkt werden. Sie erreichen sehr gute Festigkeitswerte. Am ehesten sollten Klebstoffe mit GISCODE D1 bzw. EMICODE EC1plus verwendet werden. Ökologisch betrachtet sind Kunstharzdispersions-Kleber weniger empfehlenswert. Sie werden oft als lösemittelfreie Produkte bezeichnet, was nicht bedeutet, dass sie keinerlei Emissionen an die Raumluft abgeben. Auch Weichmacher und Stabilisatoren können in geringen Mengen dauerhaft in die Raumluft emittieren. Lösemittel-Klebstoffe und Polyurethan-Klebstoffe sollten wegen der arbeitshygienischen Risiken nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Linoleumbahnen, Massivkorkparkett und Teppiche werden bei einer vollflächigen Verklebung oder Fixierung auf der ganzen Fläche mit Naturharzdispersions-Klebstoffen auf dem Untergrund befestigt. Fertigparkette mit Linoleum oder Kork können mit unproblematischen mineralischen Pulverklebern verklebt werden.



Ökologische Dispersionskleber enthalten überwiegend Naturkautschuk und Kolophonium als Bindemittel



Bei der schwimmenden Verlegung wird kein Bodenkleber benötigt

Harte Böden wie Parkett und Laminat können ohne Bodenkleber geschraubt oder auch schwimmend verlegt werden. Schwimmend werden die einzelnen Elemente auf eine trittschalldämmende Naturfaserunterlage (konventionell: Kunststoffolie) verlegt und durch Hinzugabe von Klebstoff in Nut und Feder an den Seiten miteinander verleimt. Bei Klickverbindungen entfällt auch das Verkleben der Seiten.

Oberflächenbehandlungen

Die Oberflächenbeschichtung bildet die eigentliche Verschleißschicht. Kriterien wie Belastbarkeit (Haftfestigkeit, Kratzfestigkeit, Chemikalienbeständigkeit), Pflegeaufwand, Lebensdauer und Kosten bestimmen neben Ökologie und Gesundheit die Auswahl. Zur Verfügung stehen **Wachse, Öle und Hartwachsöle** sowie unterschiedliche Lacke. Natürliche Öle und Wachse sind gesundheits- und umweltverträglicher als Kunststoff- und Nanolacke. Von stark lösemittelhaltigen Produkten ist auch bei natürlichen Ölen und Wachsen abzuraten, da bei häufiger Anwendung mit allergischen Reaktionen gerechnet werden muss. Natürliche

Öle und Wachse sind hochwasserdampfdurchlässig und lassen um den Faktor 100 mehr Wasserdampf passieren als Kunststofflacke. Dadurch können Böden aus NawaRo Wohnfeuchtigkeit viel besser puffern. Zudem lassen sie sich einfacher ausbessern. Bei vorbeschichteten Elementen sollte man deshalb geölte oder gewachste Oberflächen wählen und sie nach der Verlegung mit einem Endfinish behandeln. Denn auch Naturbeläge können mit Kunststofflacken oder mit synthetischem und möglicherweise gesundheitsgefährdendem Flecken-, Flamm-, Woll- oder UV-Schutz beschichtet sein.

Reinigung, Pflege, Reparatur

Bei **Beschichtungen aus Kunststoffen** lässt sich die Beständigkeit durch den Einsatz von Nanomaterialien gezielt beeinflussen. Die Unterhaltspflege wird verbessert, aber der Reperaturaufwand wird erhöht. Bei Reparatur, Beschichtungserneuerung oder Abschleif können gesundheitsgefährliche Inhaltsstoffe der Oberflächen in Form von bedenklichem Mikrostaub frei werden. Zudem können Lösemittel für Kunststoffbeschichtungen die Raumluft bei einer Erneuerung belasten.

Bei **Beschichtungen aus Wachsen und Ölen** ist der Aufwand für die Unterhaltspflege vergleichsweise höher, aber dafür der Aufwand für Renovierung und Reparatur niedriger. Wird weniger nachgeschliffen, ist die Arbeit auch weniger riskant. Deshalb sind Wachse und Öle aus NawaRo auch bei Reparaturarbeiten empfehlenswerter für Handwerker und Wohnungsnutzer. Für geölte oder gewachste Oberflächen **keine Microfasertücher** verwenden, da diese entfettend wirken.



Holzoberflächen renovieren, ohne zu schleifen: Schmutz mit Reiniger und Maschine auflösen und danach abnehmen



Für jede Oberfläche stehen heute wieder pflanzliche Reiniger zur Verfügung. Bei Teppichen ist ein Sprüh-Extraktionsgerät hilfreich.

Reinigungsmittel

Bei unbekanntem Reinigern ohne Deklaration der Inhaltsstoffe kann prinzipiell ein Gefahrstoff vorliegen. Die Reinigung und Pflege mit Produkten aus NawaRo ist heute von der Bauschluss-Reinigung und Erstpflege über die tägliche Reinigung, Unterhaltsreinigung, Pflege und Fleckenbehandlung gut möglich. Selbst PVC, Polyolefine, Laminat, Lackbeschichtungen sowie kunststoffbeschichtetes Linoleum und Kork lassen sich mit pflanzlichen Reinigern gesünder pflegen.

Geölte und gewachste Beläge lassen sich **partiell reparieren**, lackierte Oberflächen hingegen nicht!

Nachnutzung

Stoffliche Verwertung

Die stoffliche Verwertung von alten Bodenbelägen ist vom Vorhandensein einer Rücknahmelogistik und geeigneter Anlagen zur Verarbeitung der Altmaterialien abhängig.

Energetische Verwertung

Konventionelle Bodenbeläge oder natürliche Materialien mit chemischen Beschichtungen oder Rücken lassen sich in dafür zugelassenen Anlagen energetisch verwerten. Aufgrund des Energiegewinns ist die Verbrennung von Bodenbelägen zwar der wirtschaftlichste Entsorgungsweg, aber wegen der problematischen Verbrennungsrückstände nicht der umweltverträglichste.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie

Die Rechtsvorschrift TA-Siedlungsabfall wurde 1993 aufgrund erkennbarer Umweltschäden aus der Ablagerung unvorbehandelter Siedlungsabfälle erlassen. 2009 wurde sie außer Kraft gesetzt. Dennoch hat sie einiges bewegt. Seit dem 1. Juni 2005 dürfen etwa Bodenbeläge aus PVC nicht mehr abgelagert werden. Abfallwirtschaftsbetriebe wie der

AWM München empfehlen heute nachwachsende Rohstoffe, „die bei der Entsorgung keine Probleme machen“ und „keine Bodenbeläge, die gesundheits- und umweltschädliches PVC enthalten“ [2.7]. Aufgrund der Altholzverordnung und der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) können bei der zukünftigen Entsorgung von Mischprodukten wie etwa Laminat Kosten entstehen. Laminat gilt in manchen Kommunen heute schon nicht als Sperrmüll.

Fußbodenaufbau

Es gibt von fast allen gängigen Fußbodenaufbauten ökologische Varianten mit guten Schall-, Wärme-, Gesundheits- und Umweltschutzeigenschaften. Für einen guten Schallschutz sind vorrangig eine massive Unterkonstruktion und eine fehlerfreie Ausführung wichtig.

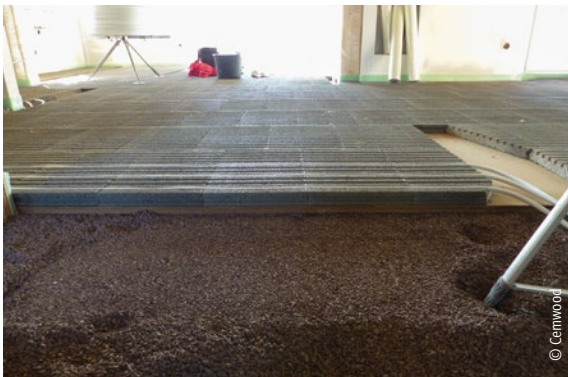
Unterkonstruktionen

Die Entscheidung für einen Fußbodenbelag hängt wesentlich von den Untergründen ab. Ist ein Baustellenestrich vorhanden, sind in der Regel Holzböden mit Lagerholzkonstruktion zu hoch.

Bei **Estrichen** sollte der Parkett- oder Bodenleger zusätzlich prüfen, ob die mineralischen/pflanzlichen Grundierungen, Spachtelmassen und Kleber mit den eventuell schon vorhandenen Grundierungen aus synthetischen, absperrenden Oberflächen (z. B. Kunstharzprodukte, Bitumenestrich, Dispersionen) harmonisieren. Sonst sind Geruchsentwicklungen und ausgasende chemische Verbindungen möglich, auf die nicht nur Allergiker und chemikaliensensible Menschen reagieren. Im Sanierungsbereich ist diese Prüfpflicht besonders wichtig.

Bei **Spachtelmassen und Grundierungen** wie bei den Klebern sollten möglichst nur lösemittelfreie und emissionsarme Produkte mit dem EMICODE EC1plus verwendet werden. Ökologische Materialien aus NawaRo brauchen hochsaugfähige Untergründe. Synthetische Untergrundmaterialien sind deshalb nur bedingt geeignet und müssen immer an-/abgeschliffen werden (mit Staubschutz gegen toxische Stäube). **Grundierungen auf Silikatbasis** sind die nachhaltigen Alternativen der Untergrundvorbereitung.

Der Einsatz von **Dampfsperren und Feuchtigkeitssperren** unter dem Estrich ist nach DIN 18195 verpflichtend – obwohl unter den Kunststoff- oder Bitumenabdichtungen mikrobielle Belastungen (flüchtige Gase durch Mikroorganismen) im anaeroben Bereich entstehen und in die Raumluft gelangen können. Auch ist davon auszugehen, dass bei einfachen PE-Folien im Laufe der Zeit die Weichmacher entweichen und sie dadurch ihre Funktion nicht mehr erfüllen. Zudem kann es durch Wärmebrücken wie etwa zwischen beheizten und unbeheizten Räumen zu Kondensation (Feuchte-



Trockenschüttungen, z. B. aus zementierten Holzspänen, gleichen Unebenheiten sehr gut aus



Holzweichfaserplatten verbessern die Trittschalldämmung

bildung) und in der Folge zu mikrobiellen Belastungen kommen. Kondensation kann bei Laminat und mehrschichtigen Belägen auch zu Quellungen und Verformungen führen.

Trockenschüttungen

Trockenschüttungen eignen sich besonders bei unebenen Decken wie alten Holzbalkendecken, da sie Unebenheiten sehr gut ausgleichen. Nachhaltige Trockenschüttungen sind z. B. Korkschröt, Hanfschäben, zementierte Holzspäne oder gebrochener Blähton. Fallweise Dampfbremsspappen vollflächig und überlappend verlegen und an den Wänden verkleben, damit keine Stäube in die Raumluft gelangen können.

Trittschall- und Wärmedämmungen

Für Trittschall- und für Wärmedämmungen sind nachhaltige und nachwachsende Materialien zu bevorzugen.

Entkoppelungen durch Jute-, Hanf- oder Flachsfilz verbessern die Raumakustik. Kork dämpft bei harten Böden den Trittschall. Wenn mehr Aufbauhöhe zur Verfügung steht, sollten neben einer schalldämpfenden Granulatschüttung Holzweichfaserplatten den Trittschall vermindern.



Eine Korksicht dämpft den Trittschall. Unter harten Böden wird sie flächig ausgelegt.

Fertigteilestriche

Die meisten Fertigteilestriche werden mit Spanplatten ausgeführt. Nachhaltig sind **gips- und zementgebundene Spanplatten**, die in der Regel keine Formaldehyd- oder Isocyanatkleber enthalten. Gipskarton- und Gipsfaserplatten sollten frei sein von silikonhaltigen Beschichtungen und Beimischungen. Bei Holz und Holzwerkstoffplatten ist in der Regel die Hinterlüftung der Platten zu beachten und ein umlaufender Entlüftungsabstand einzuhalten. Um die Feuchteaufnahme aus dem Untergrund zu verhindern, sind bei Schüttungen und direktem Kontakt zu neuen Nassestrichen immer geeignete Sperrschichten einzubauen.

Verbundestriche aus Holzfasern bestehen im unteren Teil aus Holzweichfasern und im oberen Teil aus Hartfaserplatten. Mit diesen Nut-Feder-Elementen sind schnelle und kostengünstige Lösungen zu erzielen.

Auch mineralische Fertigteilestriche sind ökologisch sinnvoll. In der Regel ist keine Belüftung der Schichten notwendig. Gipsfaserdämmplatten, Gipskartonplatten, Ziegel- oder Lehmplatten haben hier je nach Anwendung besondere Vorteile, z. B. hohes Gewicht zur Wärmespeicherung mit luftschalldämpfender Wirkung. Die Stöße mit PVAC-Leimen (formaldehydarme Weißleime) gemäß EMICODE D1 verkleben.



Nachhaltiger mineralischer Fertigteilestrich: Mit Holzfaser gedämmt und die Stöße mit PVAC-Leim verklebt



Fußbodenheizungssystem für Trockenbau: In die Tonelemente werden Heizleitungen eingelegt, auf den Hölzern dazwischen das Parkett fixiert

Fußbodenheizung

Neben den gängigen Fußbodenheizungssystemen nach DIN EN 1264-4 in **Nassestrichen** gibt es auch Systeme für **Trockenaufbauten**. Die Heizleitungen können in Gipselementplatten oder in Tonelementen in die Unterkonstruktionen integriert bzw. in Trockenschüttungen verlegt werden. Auf Nassestrichen ist das Verkleben des Belags energetisch günstiger als eine schwimmende Verlegung, da die dann nötige Trittschalldämmung auch die Heizleistung reduziert.

Blindboden- und Lagerholzkonstruktionen

Blindböden aus Brettern sind traditionell die Unterböden von genagelten oder geschraubten Parkettböden. Lagerholzkonstruktionen für Dielen- und Parkettböden sind gemäß DIN 18334-3.8 bei Anforderungen an den Trittschallschutz schwimmend auf einer elastischen Unterlage (Kokos, Kork, Jutefilz, Holzweichfaser) zu verlegen. Mit kreuzweise verlegten Lagerhölzern und Holzkeilen können leicht unterschiedliche Höhenverhältnisse ausgeglichen werden.

Sollen flexible Linoleum-, Kork- oder Teppichbeläge verklebt werden, sollte ein Fertigteilstrich gewählt werden, um einen ebenen Belag zu garantieren.

Hohlraumboden (Doppelboden)

Im Objektbereich haben sich inzwischen die Hohlraumböden nach DIN EN 13213 zum Standard entwickelt. So können Leitungen effektiv und preiswert im Hohlraum verlegt werden.

Holzböden

Holzböden sind besonders nachhaltige Baustoffe. Bei richtiger, sachgerechter Auswahl können mit geringem Aufwand lange Nutzungsdauern erreicht werden. Ihr natürlicher Charakter bleibt auch beim Altern erhalten. Holz unterstützt mit seiner Feuchtespeicherfähigkeit ein gutes Raumklima, lädt sich nicht elektrostatisch auf und ist im Brandfall normal bis schwer entflammbar.

Rohstoffe

Die **Holzarten** werden zunächst in Laub- und Nadelhölzern unterteilt. Neben einfachen **Nadelhölzern** wie Fichten, Kiefern, Lärchen, Douglasien gibt es auch ausgefallene **Laubholzarten** wie Robinien-, Kirsch-, Hainbuchen- und Olivenbäume mit besonders ausgeprägtem Erscheinungsbild. In den letzten Jahren wurde auch **Thermoholz (TMT)** weiterentwickelt. Für TMT wird Holz so erhitzt, dass es beständiger gegen holzerstörende Pilze, dimensionsstabiler (quillt und schwindet weniger) und dunkler wird. Damit ist es etwa in Nassbereichen nachhaltiger als Tropenholz. Allerdings ist seine Tönung, wie bei dunklem nativem Holz, nicht lichtecht. Zudem nimmt die Festigkeit etwas ab. Für Thermoholz-Dielen für den Innenbereich haben die ersten Firmen Prüfungen nach AgBB-Schema bestanden.

Holzbeläge

Die **Sortierung** beschreibt die optische Erscheinung des Holzes. Die höchste Sortierungsstufe ist durch einen Kreis gekennzeichnet, dies entspricht in etwa der ehemaligen Sortierung „Natur“, ein Dreieck entspricht ungefähr der Sortierung „gestreift“, ein Quadrat der ehemaligen Klassifizierung „rustikal“. Die Dauerhaftigkeit der Holzböden ist wesentlich von der Härte der gewählten Holzart abhängig sowie vom Quellverhalten unter Feuchtebelastung.

Für **Fußbodenheizungen** dürfen die Holzbeläge nicht dicker als 22 mm sein. Weil Holz bei schwankender Raumluftfeuchte quillt und schwindet und es zu Rissen und Fugenbildung kommen kann, werden Niedertemperatur-Fußbodenheizungen empfohlen.

Die **Abnutzungsfestigkeit** und die natürliche Holztonung werden durch die Baumart, den Wuchsbereich (Kern/Splint) und die Oberflächenbehandlung bestimmt.

NORMEN UND LIEFERFORMEN FÜR HOLZBÖDEN

| Holzbodenart | DIN | Dicke in mm |
|---|-------|--------------------------------|
| Stabparkett | 13226 | 14–22 |
| Mosaikparkett | 13488 | 8 |
| Industrieparkett | ohne | bis 25 |
| Lamparkett massiv | 13227 | 9–11 |
| Mehrschichtparkett (früher Fertigparkett), Landhausdielen | 13489 | 7–26 Nutzschicht mind. 2,5! |
| Hobeldielen | 4072 | 15,5–35,5 |
| Holzpflaster | 68702 | 22–100 |

Quelle: Achim Pilz, Bau|Satz, Architektur|Journalismus

Verlegung

Bei der Verlegeart wird zwischen geklebten, schwimmend verlegten, genagelten oder geschraubten Systemen unterschieden. Die Verlegearten bestimmen im Wesentlichen auch das Format des Parketts und die Optik der Holzböden.

In Räumen mit verklebten Holzböden muss immer mit einer erhöhten Grundbelastung aus der Klebersubstanz gerechnet werden. Aus diesem Grund sind vor allem in **Ruhe- und Schlafräumen** genagelte, geklammerte, geschraubte oder schwimmend verlegte Holzbodensysteme zu bevorzugen.

Im Gegensatz zur alten DIN 280 ist die **Holzfeuchte** nicht mehr so eindeutig geregelt. Für massives Parkett ist ein Feuchtegehalt von 7–11 % festgelegt, für Mehrschichtparkett 5–9 %. Der Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik fordert eine mittlere Einbaufeuchte von 9 % bei Massivparkett und 8 % bei Mehrschichtparkett. Vom Verband der deutschen Parkettindustrie wird auf die Verantwortung des Verarbeiters hingewiesen, sein Parkett mit der richtigen, dem jeweiligem Einbauort angepassten Holzfeuchte zu ordern. Vor der Verlegung sollte auch geprüft werden, ob Maßgenauigkeit und Sortierung den vorgegebenen Werten entsprechen.

Grundsätzlich ist ein ausreichender **Randabstand** zu festen Bauteilen, Rohren und Einbauteilen einzuhalten. Die früher häufig ausgeführten **Verlegevarianten** mit Wandfriesen, Ornamentik und Einlagen spielen heute, auch bei repräsentativen Räumen, kaum noch eine Rolle. Die Ausführungen beschränken sich meist auf die Standardverlegung, die bisweilen durch eine Diagonalverlegung variiert wird. Gefragt sind heute eher die edlen, naturbelassenen Hölzer und Oberflächen, die eine ruhige Atmosphäre ausstrahlen.

Die **Verlegerichtung** kann einen Raum länger oder breiter wirken lassen und dadurch ungünstige Proportionen ausgleichen.

Wenn nagelbare Untergründe (Lagerhölzer, Blindboden, Holzwerkstoffplatten) gewählt werden oder vorhanden sind, ist eine **traditionelle Verlegung** mit Nägeln, Klammern oder Schrauben gemäß den DIN-Normen möglich und gesundheitlich vorteilhafter.

Bei **Grundierungen, Klebern und Oberflächenbehandlungen** sollte darauf geachtet werden, dass die Mengenangaben der Hersteller nicht wesentlich überschritten werden. Die räumlichen Gegebenheiten (Temperatur/Luftfeuchtigkeit) sollten vor den Verlegearbeiten überprüft werden. Die Schutzmaßnahmen und die Gefahrstoffverordnungen sind den beteiligten Personen zu vermitteln und die Abfälle sortengetrennt zu entsorgen.



Fachgerechte Verlegung von Parkett

Gestalten mit Holz

Das klassische **Stabparkett** ist ringsum genutet und wird mit einer Weichholzfeder auf den Untergrund genagelt oder geklebt. Heute sind die Parkettriemen oder -dielen mit einer Nut-und-Feder-Profilierung versehen und können auch auf den Untergrund geschraubt werden. Zusammen mit einem elastischen Unterbau bieten diese Fußböden einen guten Gehkomfort. Bei extremer Luftfeuchteveränderung kann es zu den typischen Knarrgeräuschen eines Dielenbodens kommen.

Mosaikparkette mit Würfelmuster kommen häufig vor. Sie können sowohl auf Estrich als auch auf einer Schalldämmung aus Holzweichfaserplatten verlegt werden. Die bis zu 25 mm breiten und bis zu 165 mm langen Einzelstäbe werden werkseitig zu Verlegeeinheiten zusammengesetzt und auf ein Trägernetz verklebt.

Als Sonderform werden die Einzelstäbe aus der Mosaikparkettproduktion auch in anderen Verlegeanordnungen, z. B. als **Muster- oder Industrieparkett**, angeboten. Industrieparkett, bei dem aussortierte Einzelstäbe hochkant zu Verlegeeinheiten zusammengestellt werden, kann sehr oft geschliffen und überarbeitet werden.

Das dünne **Lamparkett** aus glattkantigen Vollholzstäben ohne Nut und Feder wird in Deutschland meist im Format 50 × 250 mm gefertigt. Wie das Mosaik- oder Musterparkett wird es werkseitig zu Verlegeeinheiten zusammengesetzt, die sich schneller verlegen lassen. Es wirkt in der fertigen Fläche ähnlich wie das Stabparkett.

Für **Mehrschichtparkett und Landhausdielen** werden mindestens zwei Lagen kreuzweise miteinander verklebt. Lediglich für die Nutzschicht aus 2,5–5 mm dicken Furnieren ist Massivholz vorgeschrieben, die übrigen Schichten können sowohl aus Holz als auch aus verleimten Holzwerkstoffen wie MDF und HDF bestehen. Diese Fertigparkett-elemente werden als klassische **Mehrstabelemente mit**



Heute werden meist Mehrschichtparkette verwendet, die günstiger sind als massive Dielen



Massivdielen in Sägerau-Variante aus französischer Eiche: gut auch für die Küche



Mehrschichtparkett aus Kirschbaum mit klassischer Schiffsbodenstruktur

Schiffsbodenstruktur und als Einstelelemente mit der Bezeichnung **Landhausdielen** in unterschiedlichen Längen und Breiten angeboten. Eine nur 2,5 mm dünne Nutzschicht kann höchstens zweimal abgeschliffen werden. Vorversiegelt wird das Parkett in der Regel mit synthetischen Lacken, die die Feuchtespeicherfähigkeit verschlechtern.

Hobeldielen bzw. Massivdielen bestehen aus unverleimten, massiven Nadelhölzern. Eine Sortierung von Hobeldielen wird in einer DIN nicht beschrieben. In der Regel werden in Bezug auf den Wuchs und die Astigkeit die Merkmale aus dem Parkettbereich zugrunde gelegt.

Holzpfaster, das auch als **Stirnholz** bezeichnet wird, wird seit Jahrhunderten für extreme Anforderungen verwendet. Die stehenden Holzfasern ergeben eine besonders widerstandsfähige Oberfläche. Sie schwinden und quellen kaum.

Fußbodenaufbauten

Eine einfache Variante ist neben dem Klammerparkett das Nagelparkett 14 mm, das speziell auch im Renovierungsbereich auf Lagerhölzern mit Schrauben oder Klammern befestigt wird. Es ist immer darauf zu achten, dass der Belag durch eine Trittschalldämmung von der Unterkonstruktion durchgehend getrennt ist. Über Kellerdecken ermöglichen **Lagerholzaufbauten** maximale Dämmstärken. Über **sichtbaren Holzbalkendecken** sollte zur Verbesserung der Luftschalldämmung zu den darunterliegenden Räumen eine schwere Schicht aus Lehmsteinen oder Betonplatten eingelegt werden. Im Renovierungsbereich sind auch Sonderformen von Fußbodenaufbauten mit geringeren Aufbauhöhen möglich.

Schleifen, Oberflächenbehandlung und Pflege

Nach dem Verlegen und ggf. der Abbindezeit des Klebers werden rohe Holzoberflächen unverzüglich mit den entsprechenden Gerätschaften egalisiert, verkittet und endgeschliffen. Bei geölten und gewachsten Holzfußböden ist der **Schliff** besonders sorgfältig auszuführen, da Öl nicht nur den Charakter des Holzes, sondern auch Schleifspuren verstärkt.

Die **Oberflächenbehandlung** sollte gemäß der TRGS 617 (Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden) ausgeführt werden. Hierfür bieten die Hersteller von nachhaltigen Produkten eine reichhaltige Palette von Öl- und Öl-Wachs-Systemen an, die auch für extreme gewerbliche Belastungen und öffentliche Gebäude geeignet und zu empfehlen sind. Besonders vorteilhaft sind die Systeme, die auf der Basis natürlicher Rohstoffe mit geringen Lösemittelanteilen aufzutragen sind, sowie lösemittel- und butanonoximfreie Produkte (GISCODE Ö10+), die schnell zum Endzustand auspoliert werden können.

Generell sollte bei Oberflächenarbeiten wegen der Abbinde-reaktionen auf eine ausreichende Frischluftzufuhr und Temperierung (mindestens 15 °C) geachtet werden. Die Oberflächen bis zur gleichmäßigen Sättigung füllen. Bei Öl- und

Wachssystemen gemäß den Herstellerangaben den ersten Auftrag satt mit der Walze, dem Raket oder dem Flächen-spachtel auftragen und die Überstände in der angegebenen Zeit abnehmen. Je nach Produkt die weiteren Schichten dünn mit dem Raket oder dem Spachtel aufziehen und nach Möglichkeit kurz darauf mit einer Einscheibenmaschine mit grünen und weißen Pads auspolieren. Die Langlebigkeit und Widerstandsfähigkeit eines Bodenbelages ist von der regelmäßigen Pflege abhängig.



Geschliffen wird in bis zu drei Arbeitsgängen



Nach dem Ölen wird poliert, am Ende mit einem weißen Pad



Linoleum kann mit den Proportionen des Raums spielen

Linoleum

Seit ca. 1860 werden Linoleumbeläge in Deutschland hergestellt. Linoleum unterstützt mit seiner Feuchtespeicherfähigkeit ein gutes Raumklima. Es lädt sich kaum elektrostatisch auf, ist elastisch, lichtecht, chemikalienbeständig, eindrucksfest, kurzzeitig glutecht und im Brandfall normal bis schwer entflammbar. Durch Oxidationsprozesse wirkt seine Oberfläche bakterienhemmend. Üblicherweise wird Linoleum als Rollen- oder Plattenware geliefert. Es sollte nur auf einem fachmännisch vorbereiteten, ebenen Untergrund verlegt werden.

Inhaltsstoffe

Linoleum ist der einzige elastische Bodenbelag in Bahnen, der überwiegend aus NawaRo besteht. Leinöl, Harze, Kork- und Holzmehl, Kalksteinmehl und Pigmente werden dafür zu einer Masse vermischt und unter Hitze und Druck auf das pflanzliche Trägermaterial Jute aufgewalzt.

Beschichtungen aus Kunststoff sind grundsätzlich bei allen konventionellen Linoleumqualitäten zu erwarten. Unbehandelte Linoleumbeläge können mit Naturwachs beschichtet werden.

Linoleumbeläge

Im Handel werden heute verschiedene Belagsqualitäten angeboten. Die Variante mit den besten Werten im Bereich Gesundheits- und Umweltschutz ist die unbehandelte Bahnenware. Sehr gute Gesundheits- und Umweltverträglichkeit bieten zudem Naturharzkleber, Naturwachs, Reiniger und Pflegemittel aus NawaRo. Linoleum-Fertigparkette haben eine Klick-Verbindung oder Nut und Feder, die mit Weißbleim verleimt werden. Ihre Linoleumschicht ist 2–2,5 mm stark. Die Mittellage ist aus Holzwerkstoff, die Unterseite mit Trittschalldämmung (z. B. Korkschiicht) belegt. Ihre Oberflächen sind kunststoffbeschichtet oder gewachst. Eine Kunststoffbeschichtung reduziert die Feuchtespeicherfähigkeit. Linoleum-Fertigparkette werden schwimmend verlegt.

Gestalten mit Linoleum

Optimale Linoleumbeläge gibt es für alle Beanspruchungen – vom Schlafzimmer bis zum Industrieboden. Die Auswahl an Farben und Strukturen (z. B. Noppen) ist reichhaltig.

Kork

Kork unterstützt mit seiner Feuchtespeicherfähigkeit ein gutes Raumklima. Er zeichnet sich durch gute Wärme- und Schallsolierung aus und ist selbst für die Verlegung in Badezimmern geeignet. Darüber hinaus ist er fußfreundlich, gelenkschonend, pflegeleicht, verrottungsfest und lädt sich kaum elektrostatisch auf. Kork wird überwiegend in Portugal und Spanien aus der Rinde von Korkeichen gewonnen. Alle 8–10 Jahre können die ausgereiften Bäume geschält werden. Diese handwerkliche Arbeit sichert die Existenz vieler Kleinbauern. Gleichzeitig leisten diese einen wichtigen Beitrag, um ökologisch wertvolle Landschaftsräume zu erhalten.

Inhaltsstoffe

Die Rinde der Korkeichen wird zu Granulat zerkleinert und unter Druck bei 120 °C zu Platten und Blöcken gepresst. Dabei werden Gemische von Naturharz- oder synthetischen Klebern verwendet. Eine Volldeklaration der Klebmaterialien für die Herstellung liegt in der Regel nicht vor. Teilweise wird jedoch für die Fixierung der Korkkörner auch Polyurethan (PU) eingesetzt. Wegen der Gesundheitsgefährdung und der kostspieligen Entsorgung sind Polyurethan-Verklebungen nur eingeschränkt empfehlenswert.



Korkeichen bilden ökologisch wertvolle Landschaftsräume und werden handwerklich geschält

Korkbeläge

Kork-Massivparkett hat eine Stärke von 4 oder 6 mm. Es kann zur Renovierung abgeschliffen werden, wenn es keine dünnen Korkdekore aufweist. **Kork-Fertigparkett** gibt es unbehandelt, mit Naturharzbeschichtung sowie weniger empfehlenswert mit Kunststoff- oder Nanobeschichtung. Eine geölte/gewachste Oberfläche erhält die guten Eigenschaften.

Gestalten mit Kork

Mit vielen verschiedenen Maserungen und Farbnuancen bietet Kork vielseitige Möglichkeiten einer individuellen Gestaltung. Es gibt ungefärbte und gefärbte Korkqualitäten mit einer Vielfalt von Strukturen und Farben für den privaten und gewerblichen Bereich.

Die **Oberflächen** sind unbehandelt, geölt, gewachst, transparent versiegelt oder eingefärbt versiegelt. Über die Inhaltsstoffe der Einfärbemittel liegen keine Volldeklarationen vor. Zudem werden viele Dekorbeschichtungen angeboten, die bei Belagsschäden nicht wieder abschleifbar sind. Hierbei sollten Verbraucher den natürlichen, möglichst volldeklarierten Oberflächenbeschichtungen wie Bienenwachs oder Naturharzöl-Klarlack den Vorzug geben.

Entsorgung

Die Entsorgungs- und Umweltproblematik bei der Kompostierung oder Müllverbrennung betrifft sowohl die Korkbeläge mit hohen Anteilen an problematischen Inhaltsstoffen als auch diejenigen mit geringen Prozentanteilen an gesundheits- und umweltgefährdenden Chemikalien. Verbraucher haben die Möglichkeit, sich beim Verband „Das Kork-Logo“ zu Inhaltsstoffen und Qualitäten zu informieren. Sein Qualitätszeichen Kork-Logo dokumentiert eine Absichtserklärung der Hersteller. Es belegt die labortechnische Überwachung einiger Gefahrstoffe, die umweltverträglichere Erzeugung und die funktionelle Qualität der Produkte.

Teppiche

Nicht nur Kinder schätzen gemütliche Teppichböden. Sie sind wohnlich, schalldämmend, fußwarm und weich. Teppichböden aus NawaRo erhöhen die Behaglichkeit und Lebensqualität sowohl im privaten wie auch im öffentlichen und gewerblichen Bereich. Naturfaser-Teppichböden verbessern das Raumklima besonders gut. Schafwolle beispielsweise ist äußerst atmungsaktiv. Sie nimmt bis zu einem Drittel ihres Gewichts an Feuchtigkeit auf. Nach wissenschaftlichen Untersuchungen kann Wolle sogar Raumluftschadstoffe wie Formaldehyd abbauen. Bei regelmäßiger Reinigung sind Teppichböden aus Naturfasern auch für Hausstaub(milben)-sensibilisierte Allergiker vorteilhaft. Hausstaub liegt im Teppich nahezu gebunden vor und wird nicht so leicht aufgewirbelt wie bei glatten Fußböden.



Eine Volldeklaration oder ein Prüfcertifikat verlangen, damit schädliche Inhaltsstoffe minimiert werden können

Inhaltsstoffe

Besonders gesundheits- und umweltverträglich sind ökologische Teppichböden aus Wolle und Ziegenhaaren, Sisal, Kokos, Jute, Seide, Baumwolle oder Wolle-Synthetik-Gemischen.

Gewebte Teppiche haben keine Rückenbeschichtung. Bei **getufteten Teppichen** wird ein Teppichgarn auf ein Trägergewebe zu einem Flor gestickt und zur Stabilisierung verklebt. Bei ökologischen Teppichböden wird der Teppichflor meist mit Naturlatex stabilisiert und mit einem langlebigen Zweirücken aus Jute oder Baumwolle verklebt. **Teppichböden mit Schaumstoffrücken** hingegen können Schadstoffe abgeben. Zudem können die verwendeten Kleber, Grundierungen und Spachtelmassen den Innenraum belasten.

Rund 90 % der textilen Bodenbeläge bestehen aus **Kunstfasern** wie Polyamid, Polyacryl, Polyester oder Polypropylen. Sie kommen zum Einsatz, weil sie über die für Hotels, Büros und öffentliche Einrichtungen erforderlichen technischen Ausrüstungen verfügen. Diese hohen technischen Ansprüche können bisher meist nur mit massiven chemischen Nachrüstungen erreicht werden, die Gesundheitsrisiken bergen, wie etwa Flamm- und Mottenschutz. Oftmals werden Aluminiumhydroxid als Flammenschutzmittel und für die

Vor- und Rückenbeschichtung das problematische Styrol-Butadien-Copolymerisat mit diversen Hilfsstoffen eingesetzt. Es gibt auch Naturfaserbeläge mit einer komplett synthetischen Rückenbeschichtung und einem dafür typischen „Neugeruch“ im Handel. Teppichbeläge aus Kunstfaser sind zudem schwer zu entsorgen, denn sie sind aus unterschiedlichen Stoffgruppen zusammengesetzt. Sie können nur mithilfe der umweltproblematischen Müllverbrennung vernichtet werden. Echte Naturteppichböden ohne Kunststoffe oder Hilfsstoffe sind im Gegensatz zu konventionellen Bodenbelägen kompostierbar.

Wollteppiche mit dem **Wollsiegel** oder dem **Teppichsiegel GUT** (Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V.) müssen zwischen 80 und 200 mg/m² des Mottenschutzmittels Permethrin enthalten. Permethrin schützt vor Insektenbefall – vor allem, bis die Teppiche eingebaut sind. Denn eine Mottenschutzrüstung ist überall dort, wo die Teppiche regelmäßig gepflegt werden, eigentlich nicht notwendig. Dass es auch anders geht, zeigen Hersteller von Naturteppichböden, die in manchen Qualitäten kein Permethrin einsetzen oder höchstens bis zu 5,0 mg/m². Als Motten- und Milbenschutz für Naturteppichböden empfiehlt sich das pflanzliche und weitaus gesundheitsverträglichere Neemöl.



Der Rücken sollte am besten ohne Schaumstoff auskommen – Jute und Tierhaar sind ehrliche Alternativen



Eiche-Oberfläche wird am häufigsten von Laminat imitiert

Teppichbeläge

Teppiche aus NawaRo gibt es aus Schurwolle von Schaf und Ziege. Sie sind gewebt, getuftet, geknüpft, mit oder ohne Zweitrücken. Beläge aus Sisal oder Kokos sind meist geknüpft, ohne oder mit Zweitrücken. Eine besonders nachhaltige Verbindung mit dem Zweitrücken ist das Vernadeln, da es rein mechanisch verbindet. Prinzipiell können alle Teppiche aus NawaRo verklebt, mit Nagelleisten verspannt oder mit doppelseitigem Klebeband oder Klettband fixiert werden. Randfixierungen genügen für Flächen bis zu 30 m². Gewebte Teppiche aus Baumwolle, Hanf oder Jute werden lose verlegt. Eine Teppichunterlage aus Jute und Naturlatex verhindert das Verrutschen auf glatten Belägen wie Parkett oder Linoleum.

Gestalten mit Teppichen

Das Färberwesen hat eine jahrtausendealte Tradition im Umgang mit Pflanzenfarbstoffen und Mineralpigmenten. Zur Färbung von Naturfaser-Bodenbelägen werden sie heute noch verwendet. Etwa 60 % aller im Markt befindlichen Farbstoffe für synthetische Bodenbeläge sind allerdings Azofarbstoffe. Die Aufnahme von gesundheitsbedenklichen Azo- und Synthetikfarbstoffen in den menschlichen Körper ist durch Einatmen und Verschlucken von Stäuben und Aerosolen sowie durch Hautkontakt möglich.

Bei Teppichböden sollte daher auf eine Volldeklaration oder ein Prüfzertifikat bestanden werden, damit schädliche Inhaltsstoffe minimiert werden können.

Laminatböden

Ein **Laminatboden**, meist einfach „Laminat“ genannt, ist ein Fußbodenbelag, der grundsätzlich mindestens aus einer Holzfaserplatte und etwa 15 % Kunstharzen wie Klebstoffen, Melaminharz oder Lacken besteht. Damit enthält er zwar etwa 80 % NawaRo, weist aber bedingt durch seine Herstellung einige Nachteile auf. So belasten die Kunstharze bei ihrer Herstellung die Umwelt und erfordern einen erhöh-



Recycling: Auch die alten Weinkisten sind imitiert

ten Aufwand beim Recycling. Lamine mit Klickverbindung werden unverleimt und schwimmend auf dem Boden verlegt. Weil dazu wenig handwerkliches Geschick nötig ist, werden sie besonders von Heimwerkern gern verarbeitet. Zudem sind einfache Qualitäten schon relativ günstig zu bekommen. Die neuesten Produkte imitieren praktisch jedes Material täuschend. Dafür können sie auch teurer sein als manches Parkett.

Als Alternativen zu den Laminaten wurden mehrlagige, modulare Fußbodenbeläge (MMF) entwickelt. Sie sind wie die Lamine geschichtet, haben z.B. Oberflächen aus versiegelten Holzfasern, Kork oder Linoleum und werden schwimmend verlegt und geklickt. Sie sind mit 1 cm etwas dicker als die meisten Lamine und noch verhältnismäßig teuer. Seit 2014 sind sie in der DIN EN 16511 geregelt. Auch hier gilt: Die Oberfläche bestimmt Elektrostatik und Feuchtespeicherfähigkeit. ÖKO-TEST testet 2014 elf Produkte [2.8].



© HARO – Hamburger Flooring GmbH & Co., KG

Optik und Haptik nachwachsender Rohstoffe können durch mehrlagige modulare Beläge (MMF) imitiert werden. Per Definition gehören MMF nicht zu den Laminaten, obwohl sie ebenfalls geschichtet aufgebaut sind.

Inhaltsstoffe

Prinzipiell gibt es unterschiedlich aufgebaute Laminatarten. Die klassischen **Direct Pressure Laminate (DPL)** bestehen aus einer Deckschicht aus mehreren Papieren, die mit Melaminharz getränkt sind. Auf ein Dekorpapier werden die Motive aufgedruckt. Die Trägerplatte besteht aus Holzspänen, Leimen und Zusätzen. Die Kanten von höherwertigen Laminaten werden lackiert. Auf der Unterseite der Trägerplatte gibt es einen Gegenzug. Manche Produkte schließen mit einer elastischen Verlegeunterlage ab.

Eine relativ neue Entwicklung ist das **DPR-(Directprint)-Laminat**. Hier wird das strukturierte Bild direkt auf die Trägerplatte aufgedruckt und mit mehreren Lackschichten überzogen. Damit ist DPR elastischer als DPL. Beim hochpreisigen Synchronporendruck werden zum Motiv passende Strukturen gedruckt.

Laminatbeläge

Durch den Schichtaufbau ist DPL relativ steif und spröde, was es schlagempfindlich macht. Zudem überträgt es Schall hart und benötigt eine Trittschalldämmung. Durch den diffusionsbremsenden Schichtenaufbau und die Trittschalldämmung bilden die meisten Laminatarten eine Sperrschicht für Feuchtigkeit. So kann es unter dem Laminat zu lange unerkanntem Schimmelbefall kommen. Für Altbauten mit Feuchteproblemen eignet sich Laminat deshalb nicht. Unter starker Hitze- einwirkung (direkte Sonneneinstrahlung, ggf. Fußbodenheizungen) können sich Dielen krümmen – der sogenannte Bananeneffekt. Wenn Wasser in die Laminat-Fugen gelangt, können die Holzfasern in der Trägerplatte quellen und so Beulen oder Wellen entstehen. Diese Verformungen lassen sich nicht mehr entfernen. Somit ist einfaches Laminat weit weniger dauerhaft als ein Holzfußboden.

Gestalten mit Laminat

Laminatarten haben keine eigentümliche ästhetische Oberfläche. Sie werden stattdessen mit Motiven bedruckt, die beliebig ausgewählt werden können. Meist imitieren sie unterschiedlichste Holzarten, aber auch Beton oder Fliesen. Ihre Formate sind vielfältig.

Nachhaltigkeit

ÖKO-TEST bemängelte bei einem Laminat-Test 2006, dass bei manchen Produkten **flüchtige organische Substanzen (VOC)** ausgasen. Speziell wurden krebserzeugende und krebserregende Chemikalien wie Formaldehyd und Styrol gefunden und bemängelt. Formaldehyd ist seit 2016 von der EU als krebserregend eingestuft. Besonders problematisch seien in einem der untersuchten Laminatarten die kumulierten hohen Werte an VOC. In der Testreihe 2009 gab es ein Produkt mit Formaldehyd aus. Inzwischen gibt es auch einige geprüfte sichere Produkte mit dem Blauen Engel (RAL-UZ 38). Baubiologen fordern allerdings niedrigere Innenraum-Richtwerte [2.9].

Die **starke elektrostatische Aufladung** aufgrund der Oberflächen aus Kunststoff ist ein Kritikpunkt. Keines der von ÖKO-TEST getesteten Produkte schaffte noch 2009 einen Wert unter 500 Volt. Das ist der Wert, den die anerkannte schwedische TCO-Norm als Grenzwert für Bildschirmarbeitsplätze vorgibt. 2012 schnitten beim Test für elektrostatische Oberflächenspannung von 15 Produkten zwischen 3,50 und 24,- €/m² 6 mit „befriedigend“ ab, 7 mit „gut“ und nur 2 mit „sehr gut“ [2.10]. Nicht bewertet hat ÖKO-TEST die **Feuchteausgleichsfähigkeit**. Laminatböden können in den seltensten Fällen Wohnfeuchtigkeit puffern.

In Europa wurden 2010 etwa 400 Mio. m² Laminatboden eingebaut, davon mehr als 80 Mio. in Deutschland. Diese enormen Mengen müssen nach ihrer relativ kurzen Nutzung aufwendig entsorgt werden.

Zusammenfassung

Natürliche Bodenbeläge aus nachwachsenden Rohstoffen sind aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit den meisten synthetischen Belägen klar überlegen. Sowohl bei der Herstellung als auch bei der Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung wirken sich NawaRo ganzheitlich betrachtet positiver auf die menschliche Gesundheit, unsere Umwelt und den Klimaschutz aus.

Bauherren finden in der Checkliste für Bodenbeläge auf der Seite 13 eine Zusammenfassung der Auswahlkriterien, um schnell und komfortabel in das Thema einzusteigen. Das Kapitel „Fußbodenaufbauten und Bodenbeläge aus nachwachsenden Rohstoffen“ zeigt ihnen, wie sie einen auf Dauer günstigeren und gesünderen Fußboden wählen können.

Handwerker finden Ausführungstipps zur Verarbeitung und zum Aufbau. Mit dem so erlangten Wissen können sie höherwertige Produkte und ihre handwerkliche Leistung besser verkaufen.

Allergikern und Sensibilisierten sei vor allem der Abschnitt über gesundheitliche Aspekte ans Herz gelegt. Sie erhalten Informationen, wie sie ihr Immunsystem vor komplexen Schadstoffbelastungen durch Bodenbeläge und Reiner schützen.

Jeder **Verbraucher** wird hier über Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, Eignung, Kosten und Qualität informiert. Detaillierte Einblicke machen die Produkte transparent.

Autor: Achim Pilz



3 BESCHICHTUNGEN AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN IM INNEN- UND AUSSENBEREICH

Die Oberflächennatur: Vom Rohstoff zum Werkstoff zum Anstrich

Werke der chemischen Industrie, Zementfabriken oder Sägewerke stehen keinesfalls am Anfang der Baugeschichte. Bevor der Mensch neue Werkstoffe kreierte oder vorhandene Baustoffe abrichtete, suchte und fand er seine Baustoffe in der Natur. Eine Historie mit vielen spannenden Entwicklungen. Bis heute entstammen viele Baumaterialien direkt der Natur und werden als natürliche Werkstoffe im Bau verwendet. Sand, Lehm und Steine, Holz, Schilf und Bambus, Öle, Harze und Wachse sind nur einige Beispiele. Mit einfachen Mitteln wie Zerkleinern und Sieben, Trocknen und Mischen, Kochen und Lösen entstehen daraus Baustoffe.

Schon lange machte man sich natürlich ablaufende Reaktionen zunutze, indem man sie perfektionierte und beschleunigte. Diese Kenntnisse erlangten die Menschen weitgehend durch Versuch und Irrtum. So werden Milcheiweiße im alkalischen Milieu zu hervorragenden Klebstoffen (Kaseinleim), pflanzliche Öle beginnen unter Luftabschluss zu polymerisieren und verändern dabei ihre technischen Eigenschaften (Standöle) oder Kalk kann nach dem Brennen und weiterer Zubereitung zu großer Härte versteinern (Carbonatisierung). Seit 4.000 Jahren arbeitet die Menschheit mit Kalk. Durch geschickte Mischungen und Steuerung der Verfahren und Abläufe entstanden zahllose Werkstoffe des Maurer- und Malerhandwerks wie auch für Stuckateure, Tischler und viele andere Gewerke.

Wer sich mit nachwachsenden Rohstoffen beschäftigt, fragt auch nach Nachhaltigkeit. Dazu gehören neben der Kreislauffähigkeit eines Baustoffes auch die ökologisch vertretbare Gewinnung, die gesundheitlich ratsame Aufbereitung, die vorteilhafte Nutzung und damit ein marktfähiges Preis-Leistungs-Verhältnis. Weitere Faktoren wie Regionalität, Recyclingfähigkeit, Transportaufkommen und damit verbundene Faktoren kommen hinzu. Eigentlich liegt es auf der Hand, dass der einfachste, seinem Zweck dienende Baustoff das Mittel der Wahl sein sollte. Interessanterweise stellt sich oft im Nachhinein heraus, dass vermeintliche Zusatzvorteile moderner Baustoffe letztlich Probleme verursachen. Als Stichworte seien Styroporgebilde (deren thermische Verwertung nun aufgrund bestimmter Inhaltsstoffe wieder infrage gestellt wird), kumulierte ubiquitäre Fungizide und der verschwenderische Umgang mit endlichen Ressourcen genannt.

Doch zurück zum Ausgangsgedanken, der Vorteilhaftigkeit natürlich nachwachsender und damit unbegrenzter Roh-

stoffe. Die Natur regeneriert sich weitgehend, wie auch keine Energie auf der Erde verloren geht. Die Natur ist weder unser Feind noch unser Freund. Sie ist neutral und genügt sich selbst. Bauholz ist ein gutes Beispiel, da es sich für den Menschen sichtbar regeneriert, aber doch eine Trägheit besitzt, die menschlicher Gier entgegensteht. Jeder weiß inzwischen, dass Waldböden gepflegt werden müssen, damit sie neues Holz hervorbringen. Auch der Umweg über die CO₂-Kreisläufe wird heute gern als Vorteil ins Feld geführt, weniger gern werden Zeiträume damit in Verbindung gebracht. Holz ist ein eigenwilliger Werkstoff, Plantagenholz hat nicht die Qualität langsam gewachsener Urwälder und eine Eiche kann man nicht zur eigenen Nutzung anpflanzen. Die Geschichte unserer Forstwirtschaft spiegelt sehr schön die Irrungen und Wirrungen des menschlichen Strebens. Vielleicht etwas überspannt wirkt die These, dass auch Kalk ein nachwachsender Rohstoff ist, allerdings kann das erdgeschichtlich leicht nachvollzogen werden. Und es gibt Meeresbecken, in denen pro Jahr bis zu 10 cm Kalk abgelagert werden. Grundsätzlich gälte das sogar für Mineralöl, nur können wir nicht auf die Ergebnisse warten.

Der Preis ist oft ausschlaggebend bei der Rohstoffwahl. Das ist logisch, doch manchmal kurzfristig, denn die Qualität eines Produktes ist meistens von seinen Rohstoffen abhängig. Außerdem sind Preise ohne Zusammenhang mit Ergiebigkeit, Haltbarkeit und Verarbeitungsaufwand kein realistisches Kriterium. Erstens sind viele Preise durch Subventionen bewusst verfälscht, und zweitens sind sie durch soziale und ökologische Nebenkosten irreführend. Die wirklichen gesellschaftlichen Kosten müssten alle strukturellen Nebenkosten einpreisen, was ein langfristiges Denken voraussetzt und Faktoren berücksichtigen müsste, die wir im Moment gar nicht gewärtigen.



Der rote, regionale Backstein harmoniert mit ockerfarbenen Silikatfarben und Ölfarbe für die Fenster

Farben aus der Natur – das Grundrezept und seine Inhaltsstoffe

Farben sind Lichterscheinung und Vielfalt. Sie spiegeln Leben und erzeugen in uns ein Bild. Aber sie sind auch Technik, Werkstoff und Anstrichmittel. Farben beschichten den gesamten Baukörper, von innen und außen. Auch wenn sie massenmäßig weniger ins Gewicht fallen, sind sie doch ein wesentlicher Faktor für die Wohngesundheit. Wir alle sind ständig von ihnen umgeben, niemand möchte auf sie verzichten. Farben dienen der Gestaltung und schützen Gebäude, sie beeinflussen Hygiene und Nutzbarkeit, sie haben Signalwirkung und nicht zuletzt nehmen sie großen Einfluss auf die Bauphysik, speziell auf den Feuchtehaushalt. Es ist ein weites Feld, das sich bei der Betrachtung von Farben auftut.

Anstrichmittel für den Baubereich haben eine ökologische und eine wirtschaftliche Bedeutung. Nicht nur der Beruf des Malers wird von ihnen beherrscht, sie wirken in das gesamte Baugeschehen hinein. Was uns besonders interessieren soll, ist neben der ökologischen Qualität die Rohstoffseite. Farben folgen jahrhundertealten Rezepturen, meist mit einer inneren Logik unter Berücksichtigung der Bauphysik. Anstrichmittel stellen heute aber auch hochmoderne technische Produkte dar. Sie können uns umbringen, und sie können einem Bau zu wohngesundheitlichem Wert verhelfen, ein strenger Blick lohnt sich hier unbedingt!

Farben wachsen zwar nicht an paradiesischen Bäumen, aber sie können zu einem wesentlichen Anteil der Natur entstammen. Bis vor zweihundert Jahren gab es keine anderen als Naturfarben. Zum einen kamen sie aus der Pflanzen- oder Tierwelt und waren damit nachwachsende Rohstoffe, zum anderen kamen sie aus der Welt der Mineralien. Mit dem derzeitigen Verständnis wird man Mineralöl und Kohle, aber auch Kreide oder Ton nicht zu den nachwachsenden Rohstoffen zählen, man kann allerdings darüber streiten. Doch hilft es unserer technisierten Welt nicht weiter, wenn wir wissen, dass die Mühlen der Erdgeschichte Sand mahlen und die Kleinlebewesen der Meere Kalk sammeln und ablagern.

Um Farbrezepturen und den Rohstoffeinsatz besser zu verstehen, sollte man ihre Bestandteile kennen und mit sehr einfachen Rezepturen beginnen. In aller Regel sind es vier Gruppen von Inhaltsstoffen, die jedes Anstrichmittel benötigt. Dabei sind es die Bindemittel, die die wichtigsten Eigenschaften definieren und Namensgeber sind. Sie sind es, die alle anderen Stoffe in den Anstrich einbinden, und sie bestimmen Festigkeit, Elastizität, Härte und andere Faktoren. Doch schauen wir uns die vier Gruppen etwas genauer an.



Mineralien zur Pigmentgewinnung

Pigmente oder Farbkörper

Pigmente oder Farbkörper sind traditionell der färbende Bestandteil von Anstrichmitteln. Erd- und Mineralfarben sind lichtecht, alkalibeständig und sehr dauerhaft, nachwachsen können sie allerdings nur in erdgeschichtlichen Zeiträumen. Manche Lagerstätten sind so gewaltig, dass wir über ihre Ergiebigkeit kaum nachdenken müssen, andere Erdfarben aus kleinen regionalen Fundorten wurden schon bis ans Limit ausgebeutet. Aus Pflanzen und Tieren lassen sich teilweise Farblacke herstellen, ihre Schönheit ist allerdings verhältnismäßig vergänglich. Auch mineralölbasierte Farbstoffe sind oft nicht lichtecht, außerdem erfordern sie immer einen großen technischen Aufwand. Im Gegensatz dazu ist die Gewinnung von Erdfarben meist mit geringem technischen Aufwand verbunden. Das heißt Abbau im Steinbruch, Brechen und Mahlen, Windsichten oder Waschen und manchmal zur Ausdifferenzierung der Farbtöne Brennen. Dieses Brennen ist bei vielen Tonmineralien mit dem Erhitzen in einem Backofen vergleichbar. Verantwortliche Naturfarbenhersteller wählen nur schwermetallfreie, strahlungsfreie und auch sonst ungiftige Pigmente aus vertretbaren Quellen.



Fein vermahlene Pigmente

Bindemittel oder Klebstoffe

Bindemittel oder Klebstoffe verbinden und fixieren die Pigmente, ja das gesamte Anstrichmittel in sich und auf dem Untergrund. Hier gibt es eine Fülle von nachwachsenden Rohstoffen, die zum Einsatz kommen. Während moderne Maler und Künstler schnell an Acryl oder Polyvinylacetat denken, sind hier auch Eier und Quark, Harze und Öle und andere „Biokleber“ einsetzbar. An ihrer Wirkungsweise wird deutlich, warum für die jeweiligen Untergründe unterschiedliche Anstrichmittel notwendig beziehungsweise nicht einsetzbar sind. Ein Beispiel ist die Verkieselung (sozusagen das „Versteinern“) von reinen Silikatfarben mit dem Sandanteil der sauberen Putzunterlage. Im Bereich der Bindemittel wird ständig nach neuen Quellen und Anwendungen gesucht und geforscht. Erwähnt seien nur das Chitosan aus Krabbenschalen, das von den Sehestädter Naturfarben entwickelt wurde, oder die Sojaweiße, mit denen die Kreidezeit Naturfarben GmbH eine neue Kaseinfarbe mit pflanzlichem Bindemittel entwickelte. An anderen Eiweißen wird weiter geforscht, auch von der Firma Biofa. Auch Auro hat ein angeblich neuartiges pflanzlich generiertes Bindemittel im Angebot, das aber bisher der Geheimhaltung unterliegt. Ein Ei dagegen kennen wir alle, und es ist nicht nur für die Temperafarbe der Künstler geeignet – die schwedische Firma Ovolin produziert zum Beispiel hochwertige Holzanstrichmittel für die Denkmalpflege auf dieser Basis. Bindemittel kennzeichnen die Farben, wie bei Leimfarben, Ölmalen, Kasein- und Kalkfarben oder Silikatfarben, mit etwas Erfahrung wird dem Anwender damit auch ihre Einsatzmöglichkeit deutlich.

Zuschlagstoffe

Zuschlagstoffe sind das unübersichtlichste Feld, da sie vielerlei Aufgaben und technische Funktionen haben. Trocknungsbeschleuniger oder -verzögerer, Härter und Weichmacher, Verdicker, Verlaufshilfen, Filmbildner, Emulgatoren, Konservierungsstoffe und Antiabsetzmittel. Manche wirken im Gebinde, manche dienen der Verarbeitung, und manche konditionieren den fertigen Anstrich. Bei der Festlegung der Qualität spielen sie eine große Rolle, für die ökologische Qualität natürlich ebenso. Grundsätzlich sollte hinterfragt werden, was eine Farbe jeweils leisten soll: Geht es um Wetterschutz, vornehmlich um dekorative Aufgaben oder um Gebrauchstauglichkeit? Werden die Oberflächen später mechanisch belastet, dürfen sie nicht spiegeln, sollen sie abwaschbar oder leicht überstreichbar sein? Spielt die statische Aufladung eine Rolle, sollen sie gar Strahlung abschirmen oder Korrosionsschutz bieten? Zuschlagstoffe haben die unterschiedlichsten Aufgaben in speziellen „Funktionsfarben“. Universalfarben werden vor allem dem Endverbraucher gern angeboten, aber eher selten benötigt. Universalität geht oft zulasten einzelner Qualitäten, sodass ein intelligenteres Auswahlkriterium die optimale Anpassung an den Untergrund und den Anstrichzweck ist.

Lösemittel

Wasser als Lebenselixier zu bezeichnen, hat nichts mit Esoterik zu tun, vielmehr ist es der Erkenntnis geschuldet, dass zumindest jedes organische Leben von Wasser abhängt. Es ist nämlich das Universallösungsmittel, in dem alle Lebensprozesse stattfinden. Auch für Farben wäre es die allererste ökologische Wahl, und oft genügt es auch. Leim-, Kalk- und Silikatfarben benötigen nicht mehr, um ihre Streichfähigkeit zu erlangen. Genau das ist nämlich die Hauptaufgabe der Lösungsmittel, die Bindemittel zu verflüssigen und den Anstrich streichfähig zu machen. Für Öle, Harze und Wachse reicht Wasser nicht, hier finden wir traditionelle natürliche Verdüner aus dem Pflanzenreich. Allen voran die Terpene, wobei das Balsamterpentinöl, ein Destillat aus Kiefernharzen, das bekannteste ist. Orangenschalenöl, nicht zuletzt ein Abfallstoff der Saftindustrie, folgt mit anderen Zitrusterpenen. Sie sind in ihrer natürlichen Konzentration nicht giftig, können aber für Allergiker zum Problem werden. Hier ist der Giftbegriff zu überdenken, denn alles ist eine Frage der Konzentration und zu viel Orangenschalenöl kann zunächst sensibilisieren und in hohen Dosen auch schädlich sein. Für manche Harze, insbesondere Schellack, wird Gärungsalkohol eingesetzt.

Ein Wort zur Pinselreinigung

Die Pinselreinigung sollte nicht mit Lösungsmitteln erfolgen, da das unnötig ist. Auch das Händewaschen sollte mit Seife erfolgen, die für die öligen Naturstoffe ausreicht und keine zu starke Entfettung bedingt. Für kürzere Arbeitspausen bis zu einigen Tagen kann man Ölmalpinsel sehr gut in Lackleinöl lagern. Vor längeren Ruhezeiten sollten Pinsel sehr gut ausgestrichen und dann mehrfach in warmem Seifenwasser ausgewaschen werden. Eine hängende Lagerung schont anschließend die Borsten. Bei der Arbeit mit Kalkfarben sollte unmittelbar nach dem Streichen alle Alkalität aus den Werkzeugen gewaschen werden, da besonders Schweineborsten sonst schnell zerstört werden.

Transparenz und Volldeklaration

Wer nach Naturfarben fragt, hat ein Recht auf Volldeklaration. Wer natürliche, nachwachsende Rohstoffe einsetzen möchte, braucht Informationen über ihre Herkunft und Zubereitung. Es geht nicht um Pedanterie, sondern um ein notwendiges Informationsbedürfnis (zum Beispiel für Allergiker oder Menschen mit Chemikalienunverträglichkeiten), gepaart mit einem gesunden Misstrauen gegenüber ökonomischen Verwertungsinteressen mit allem, was dazugehört. Die Volldeklaration ist die Basis, die ein kritisches Verbraucherverhalten erst möglich macht. Wünschenswert wäre darüber hinaus eine zumindest grundlegende Erklärung der Wirkweisen einer Rezeptur in Verbindung mit Anwendungshinweisen. Von warentkundlichen Kenntnissen kann im Baubereich nur bedingt ausgegangen werden. Fachchinesisch und unbewertete Kennzahlen helfen niemandem weiter. Gerade Naturfarbenhersteller sollten technische Merkblätter bereitstellen, die über das Vorgesriebene hinausgehen und eine echte Hilfe darstellen.



Farbvarianten auf Holz

Die Farbenherstellung

Die Herstellung von Anstrichmitteln ist dem Anwender oft fremd. Dennoch sollte man sich dazu Gedanken machen, denn ökologische Probleme liegen oft im Produktionsbereich. Nicht nur das Rohstoffaufkommen, seine Ausbeutung und Aufbereitung können Umweltschäden verursachen, auch der Transport stellt einen ganz wesentlichen Faktor dar. Die eigentliche Produktion ist gerade bei konventionellen Pigmenten oft das Problem. Hightech-Produkte bergen Risiken der Arbeits- und Gesundheitsgefährdung in der Prozessführung, und nicht selten werden parallel zum erwünschten Pigment große Mengen an Abfällen mitproduziert. Diese können die Menge des Produktes weit übersteigen und einen möglichen Nutzen zunichtemachen (hier steht wieder die Frage nach versteckten Kosten im Raum). Auch wenn die meisten Prozesse heute in Recyclingverfahren geführt werden, bleibt auch dort Sondermüll zurück. Gibt es Alternativen, sollte man sie nutzen!

Auch unter den heute üblichen Anstrichmitteln der Farben- und Lackindustrie finden sich sicher gute Produkte. Wichtig ist jedoch eine kritische und überlegte Auswahl. Lösungsmittel, Weichmacher und Restmonomere aus den konventionellen Rezepturen bereiten gesundheitliche Probleme. Oft wurden gesundheitsschädliche Wirkstoffe eingesetzt, bei den Holzschutzmittelskandalen des letzten Jahrhunderts ist der Vorwurf krimineller Energie nicht von der Hand zu weisen. Konservierungsstoffe sind Biozide und wir sollten uns gut überlegen, was wir wirklich töten wollen. Werden neue Wirkungsweisen von Stoffen eingesetzt (z. B. in der Nanotechnologie), um einen ökonomischen Vorsprung zu erlangen, ist das zwar verständlich, kann aber zu Risiken und Nebenwirkungen führen, die oft erst zu spät offenkundig werden. Um ein Verbot bleihaltiger Pigmente mussten die frühen Berufsgenossenschaften daher fast 30 Jahre kämpfen.

Die meist alten Rezepturen der Naturfarben beruhen auf jahrzehnte-, wenn nicht jahrhundertelangen Erfahrungen. Und das betrifft auch die bauphysikalischen Zusammenhänge, also das „Zusammenleben“ mit den Farben. Die Oberflächen, der Baukörper und die Nutzer müssen hierbei ein Team aus Natur und Technik bilden. Manche Bauschäden, zum Beispiel durch Feuchteansammlungen hinter (oder vor) dampfdichten Anstrichen, wären nicht nötig.

Farben am Bau – Anstrichsysteme und Einsatzbereiche

Lassen Sie uns durch ein Gebäude und darum herum wandern, um in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen Anstrichbeispiele zu finden. Schnell werden die Einsatzmöglichkeiten für ökologisch sinnvolle Farben und Feinputze deutlich. Es ist erstaunlich, was man aus natürlichen Rohstoffen alles machen kann und welche Vorteile daraus erwachsen. Ein Umstand, der noch keine Erwähnung fand, sind die Restmengen oder die Altbeschichtungen. In den letzten Jahren wurde es immer wichtiger, diesen Aspekt zu berücksichtigen, denn Abfälle nehmen nicht nur quantitativ zu, als Compounds sind sie auch immer schwerer zu entsorgen. Viele Probleme wurden erst in letzter Zeit unübersehbar, oft erkennt man die Schattenseiten neuer Werkstoffe zu spät. Der ideale Werkstoff ist kompostierbar, nur muss es gelingen, diesen Prozess für die Dauer der Nutzung aufzuhalten.

Vorarbeiten und Grundanstriche

Jeder Anstrich ist nur so gut wie sein Untergrund. Gern hört das niemand, denn die Leute wollen streichen, rollen, spritzen und möglichst schnell nette Ergebnisse erzielen. Doch die Physik fordert ihr Recht, handwerkliche Grundregeln müssen eingehalten werden. Auch die Materialien zur Oberflächenbeschichtung aus nachwachsenden Rohstoffen stehen auf dem Prüfstand. Ärgerlich ist es, wenn Farben für schlechte Ergebnisse verantwortlich gemacht werden, die andere Ursachen haben. Jeder Untergrund muss sauber sein. Fett, Staub oder Farbstoffe bilden Trennschichten beziehungsweise können später durchschlagen. Wenn Farben abblättern oder Flecke sichtbar werden, liegt das selten am Anstrichmittel.

Tragfähigkeit und Saugfähigkeit

Insbesondere zwei Umstände verlangen Berücksichtigung: die Tragfähigkeit und die Saugfähigkeit der zu streichenden Flächen. Gibt der Untergrund nicht ausreichend Halt, wird der Anstrich abblättern. Alte Leimfarben beispielsweise, staubige lockere Putze oder ungebürstetes altes Holz können keinen Anstrich tragen. Bereits beim Trocknen entstehen in aller Regel Spannungen, die der Untergrund aufnehmen muss. Sauber und tragfähig heißt also gereinigt und gegebenenfalls verfestigt. Diese Aufgabe übernehmen am



Graue Holzlasur auf Gebäudeverschalung

besten Grundierungen aus dem gleichen System wie der folgende Anstrich, also beispielsweise Kaseingrundierung vor Kaseifarbanstrichen oder Grundieröl (ein verdünnter Leinölfirnis) vor Ölfarbanstrichen. Auf mineralischen Gründen kommt auch Farbenwasserglas als Verfestiger infrage, und gegen Flecke helfen Grundiersalze oder Schellackisoliergründe.

Für die Saugfähigkeit gilt Ähnliches. Ist sie zu groß, kann zu viel Bindemittel in den Untergrund abwandern, der Anstrich kriedet später. Ist sie zu gering, kann es passieren, dass die Haftung am Untergrund versagt. Ein Abblättern kann also zwei Ursachen haben: zu geringe Tragfähigkeit (man findet in der Regel Untergrundreste an der abgeblätterten Farbe) oder keine Aufnahmefähigkeit oder Anhaftungsfähigkeit für den Anstrich (saubere Farbschollen platzen ohne Schäden am Untergrund ab). Systemangepasste Voranstriche, die die Saugfähigkeit einstellen, das heißt meist vermindern und egalisieren, sind die Mittel der Wahl. Nichts ist schwieriger zu streichen als ein Mischuntergrund mit verschiedenen Saugfähigkeiten. Das können Gipsreparaturen in Kalkputzen sein oder zementhaltige Ausbesserungen in Lehmputzen. Aber auch Spachtelflächen auf Holzuntergründen oder unbekannte Imprägnierungen und Grundierungen können viel Ärger machen.

Anmerkungen zu Wandanstrichen

Wandanstriche wirken gelegentlich scheckig. Es ist nicht immer einfach zu sagen, woran das liegt. Oft wurde auf unterschiedlich oder zu stark saugenden Untergründen gestrichen. Bei der Verarbeitung wird die erste Rollenbahn oder der erste Pinselschlag bereits dick, fast schon trocken. So entsteht natürlich in dem Moment, in dem die Fläche noch einmal „übergangen“ wird, eine Aufdoppelung des Anstrichs. Diese wechselnden Schichtstärken führen zu Schattenbildungen. Bindemittelanreicherungen (wo die

Saugfähigkeit geringer war) ergeben schnell changierende Glanzgrade, was oft nicht hinnehmbar ist und zu vermeiden wäre. Hier helfen Grundierungen, die den Wasserdurchgang verlangsamen. Als Verarbeitungstechnik hilft außerdem der Kreuzgang, also die gleichmäßige Verteilung der Farbe in der Fläche. Das bedeutet vor allem, sowohl beim Streichen, Rollen als auch Spritzen eine gleichmäßige Schichtstärke anzustreben. Aber wir kommen hier in Bereiche, die eine tiefere Auseinandersetzung mit handwerklichen Techniken verlangen.

Anmerkungen zu Holzanstrichen

Wie marode Putzschichten sollte auch verwittertes Holz aufmerksam betrachtet werden. Für manch einen Anstrich kann eine vergraute oder lockere Zellosoeschicht auf dem Holz eine Art Trennschicht sein, die späteres Abblättern bedingt. Altanstriche müssen zum Neuanstrich passen, vor allem sollen sie tragfähig sein. Es gibt eine Reihe von Methoden zur Entfernung von Altanstrichen auf Holz. Trocken kann man mit zunehmender Kraft fegen, bürsten, schleifen und mit der Klinge abziehen. Bedenken Sie, dass die Stäube Problemstoffe enthalten können, also arbeiten Sie mit Staubmaske und entsorgen die Altanstrichreste ordnungsgemäß. Diese Verfahren sind am schonendsten für das Holz und gut zu dosieren. Alkalische oder lösemittelhaltige Abbeizer sind teils sehr wirksam und erleichtern den Farbabtrag aus Reliefs. Wenn nass gereinigt wird, ist wiederum ein Vorgehen von sanften zu härteren Methoden zu empfehlen. Manchmal reicht Waschen mit Seife, bei Schellacken hilft Alkohol, bei alten Ölfarben ist Alkalität ausreichend und nur bei Kunstharzprodukten braucht man lösemittelhaltige Abbeizer. In diesem Bereich sollte man wohl auf Fachfirmen zurückgreifen, die spezielle Verfahren zur Gebäudereinigung anbieten. Das Abbrennen kann mit speziellen Geräten einigermaßen schonend erfolgen. Was die Dämpfe den Verarbeitern antun, ist eher eine medizinische Frage, die Arbeiten sollten wir Fachleuten überlassen.



Solch ein verwitterter Altanstrich muss restlos entfernt werden

Der Außenbereich

Die Außenhaut eines Gebäudes steht nicht nur für Schönheit und habituelle Wirkung, sondern sie spielt auch eine große Rolle für die Dauerhaftigkeit, da sie eine wesentliche Schutzfunktion übernimmt. Anstriche sind die letzte Grenzschrift zu Wind und Wetter. Regen und Tau, Frost und Hagel nagen an den Oberflächen. Vor allem das energiereiche UV-Licht greift fast alle Materialien an. Chemische und biologische Faktoren, vom sauren Regen bis zu Pilzen oder Insekten, arbeiten an unseren Gebäuden. Farben müssen dem standhalten.

Bewuchs und Biozide

Darüber hinaus sollte dem Bewuchs besondere Beachtung gewidmet werden. Fassaden neigen dazu, grün zu werden, manchmal auch grau oder schwärzlich gepunktet. Es kann sich dabei schlicht um Schmutz, also vorwiegend Zusammenballungen von Staub und Ruß handeln, oft liegt aber tatsächlich Bewuchs vor. Meist beginnt es mit Algen, kann dann aber Flechten oder gar Moos umfassen. Unangenehm an beginnenden Biofilmen ist, dass sie Feuchtigkeit festhalten, also langsamer trocknen als der Baustoff darunter. Mit zunehmendem Bewuchs verschlechtert sich dann die Trockenbilanz, sodass der Bewuchs zunimmt. Manche Lebensformen sondern Stoffe ab, meist Säuren, die wiederum Nährstoffe aus dem Untergrund lösen, die Verwitterung nimmt ihren Lauf.

Diesen an sich natürlichen Korrosionsvorgang wollen wir stoppen. Am einfachsten geht das über regelmäßiges, rechtzeitiges Reinigen. Die Instandhaltung ist also einer der Aspekte, der in die Baustoffauswahl mit einfließen sollte. Der Aufwand dafür ist durchaus unterschiedlich, glatte Oberflächen lassen sich zum Beispiel deutlich einfacher reinigen. Viele Produkte werden mit Bioziden ausgerüstet, die kurzfristig wirken. Ihr Wirkprinzip beruht jedoch darauf, dass sie den lebendigen Angriffen auch zur Verfügung stehen, sie dürfen also nicht zu fest in den Baustoff eingebunden sein.



Fortgeschrittener Bewuchs auf der Wetterseite

Wenn sie zur Verfügung stehen, verbrauchen sie sich aber. Eine biozidbedingt saubere Fassade sondert also ständig ihre Wirkstoffe ab, ein Umstand, zu dem es bereits mehrere Untersuchungen gibt. Am leichtesten findet man die Biozide in den umgebenden Gräben wieder, wo sie leider ihre Wirkung in der Natur entfalten. Wer also seine Fassade auf diese Art reinhält, vergiftet leicht seine Umgebung!

Sehr sinnvoll scheint es, bei der Planung eines Gebäudes und seiner Oberflächen bereits den ökologischen Standort mit einzuplanen. Normalerweise ist das Mikroklima bekannt und der Umgebungsbewuchs kann teilweise gesteuert werden. Auch wer Großbäume liebt, möchte sie nicht mit weniger als fünfzehn Meter Abstand am Haus haben. Außerdem ist die Anpassung an die jeweiligen Untergründe von allerhöchster Bedeutung, denn nur im Zusammenspiel kann eine gute Langlebigkeit erreicht werden. Ob Holz, Putz oder Stein, Tapete oder Spielarten dieser Werkstoffe, immer erfordert die Auswahl unterschiedliche Anstriche.

Holz-anstriche

Holz ist an sich bereits ein Muster von nachhaltigem, nachwachsendem Rohstoff, den wir eigentlich gar nicht genug am Bau einsetzen können. Der größte Feind des Holzes ist Feuchtigkeit, erst in ihrem Gefolge kommen Pilz-, Fraß- und Frostschäden. Bevor man über Oberflächenbehandlungen spricht, sollte man immer daran denken, dass Holz in sehr vielen Varianten vorhanden ist und sehr unterschiedlich verbaut werden kann. Die Holz Auswahl und der konstruktive Holzschutz stehen also vor jedem Anstrich. Ein im Feuchten verbautes Fichtenbrett können sie kaum schützen, ein Stück Eiche steht auch ohne Behandlung lange im Wetter. Wenn es um Optimierung und Schönheit geht, streichen wir.

Die Diffusionsfähigkeit

Diffusionsoffene Anstriche sind in den allermeisten Fällen zu empfehlen, denn arbeitendes Holz zu versiegeln, ist kaum möglich. Ölprodukte füllen vor allem die Holzporen, also Hohlräume auf und stellen eine Art Imprägnierung dar. Wo aber getrocknetes Öl in den Poren steckt, findet Wasser keinen Platz mehr. Dringt dennoch irgendwo Feuchtigkeit ein, geht es vor allem um eine schnelle Trocknung. Pflanzliche Ölanstriche, die auf der Holzoberfläche sitzen, lassen Wasserdampf hindurch, obwohl sie flüssiges Wasser, also Regentropfen, abperlen lassen. Damit sind sie prädestiniert als Bindemittel.

Ölfarben

Farben aus pflanzlichen Ölen, allen voran das Leinöl, stehen ganz weit vorn in der Auswahl. Die geringe Größe ihrer Moleküle begünstigt ein schnelles und tiefes Eindringen in das Holz. Bootsbauer sollen in alten Zeiten bei der Kielleugung zugleich den Mastfuß in einen Leinöleimer (nicht Firnis) gestellt haben. Bis zum Einbau des Mastes hatte sich dieser dann über das Hirnholz weitgehend vollgesogen und



Historische Holzfassaden, Ölfarbe in Norwegen



Moderne Standölfarbe auf einer Lärchenschalung

war imprägniert. Diese gute Verankerung in den Holzporen ist, nebenbei bemerkt, der Grund, warum harzfreie Ölfarben nicht abblättern.

Leinöl allein reicht allerdings nicht aus. Erst Trockenstoffe, sogenannte Sikkative, verkürzen die Trocknung durch Oxidation auf etwa 24 Stunden. Solch ein Leinölfirnis nimmt allerdings immer noch Wasser auf, es quillt in feuchter Umgebung. Danach trocknet es zwar wieder, aber das Hin und Her ist ein Verwitterungsvorgang. Neben der Trocknung durch Oxidation polymerisiert Leinöl, das heißt, die sehr kleinen Leinölmoleküle vernetzen sich langsam zu größeren Einheiten, die wesentlich weniger Wasser aufnehmen. Früher ließ man Öl lange ruhen, daher der Name Standöl, heute verkocht man es unter Luftabschluss. Dieses vorpolymerisierte Öl, früher manchmal auch Dicköl genannt, ist ein gutes Bindemittel für wetterfeste Außenanstriche. Nimmt man als Verdünner, um die Streichfähigkeit einzustellen, echtes Balsamterpentinöl, ein Kiefernharzdestillat, haben wir ein Anstrichmittel, das fast vollständig aus NawaRo besteht.

Ein Warnhinweis und Tipps für Ölanstriche: Man sollte sich mit natürlichen, selbsttätig ablaufenden Reaktionen auskennen. Bei der Oxidation des Leinöls, die ein wesentlicher Teil seiner Trocknung ist, entsteht Reaktionswärme. Sammelt sich diese in einem ölgetränkten Reinigungslappen (zum Beispiel vom Abnehmen zu großer Ölmengen) und kann aus diesem Ballen nicht entweichen, so kommt es zum Wärmestau, der bis zum Entflammen führen kann. Diese Feuergefahr ist real, aber leicht zu vermeiden, indem man die Lappen trocknet oder unter Luftabschluss aufbewahrt. Umgekehrt fällt auf, wie wichtig die Sauerstoffzufuhr für eine schnelle Trocknung ist. Querlüften hilft enorm. Bei zu dicken Ölanstrichen bemerkt man gelegentlich die Sauerstoffaufnahme auch an einer Volumenzunahme, es kommt zur Runzelbildung.

Eine andere Anforderung an Holzanstriche ist der UV-Schutz. Pigmente absorbieren und reflektieren nicht nur UV-Strahlung, sondern erzeugen damit auch die Farbigkeit. Leinöl ist in der Lage, enorme Mengen an Festkörpern zu binden. Von zarten Lasuren bis zu hervorragend deckenden Anstrichen ist alles möglich. Pigmente bringen Farbigkeit und Deckkraft, in diesem seltenen Fall kann man sagen „Viel hilft viel“, denn dickere Pigmentlagen bedingen eine höhere Lebensdauer. Was Ölfarben manchmal als Mangel angerechnet wird, ist ihre fehlende Härte. Bei Außenanstrichen auf Holz ist das allerdings eher ein Vorteil, da Ölfarben eine hohe Elastizität behalten, die dem Arbeiten, also dem Quellen und Schwinden des Holzes folgt. Ist eine größere Härte gefordert, wie bei den Fußbodenanstrichen, werden Harze als Härter eingesetzt. Meist handelt es sich um Kolophoniumzubereitungen, die allerdings auf Kosten der Dampfoffenheit gehen. Lässt man harzfreien Ölfarben übrigens genug Zeit, werden auch sie erstaunlich hart und damit mechanisch belastbar. Für Gartenmöbel beispielsweise sind das allerdings mehrere Tage. Vollast darf erst nach ein paar Wochen gefordert werden!

Anmerkungen zum Ölanstrich

Qualitativ hochwertige, und das heißt in diesem Zusammenhang vor allem dauerhafte Holzanstriche erfordern einen durchdachten Anstrichaufbau. Jedem Holzanstrich geht eine Grundierung voran. Dieser dünnflüssige Anstrich füllt die Holzporen möglichst vollständig auf. Damit garantiert er nicht nur eine gute Anhaftung der folgenden Anstriche, sondern schützt das Holz vor Wasseraufnahme in nicht mehr vorhandene Hohlräume. Wären Wasser und Luft in den Holzporen, würde bei Sonnenschein schnell ein großer Dampfdruck im Holz entstehen, der zu Blasenbildung führt. Beginnt der Anstrich später von der Oberfläche her zu verwittern, ist das Holz immer noch eine gute Zeit lang vor Nässe geschützt. Außerdem egalisiert der Grundanstrich den lebendigen ungleichmäßigen Holzwuchs und verhindert damit unterschiedliche Glanzgrade im Schlussanstrich.



Der Regen perlt von dampfopenen Ölfarben ab

Auf die Grundierung folgt der magere, pigmentreiche Anstrich, der eine farbliche Gestaltung ermöglicht und vor allem UV-Schutz garantiert. Um ihn noch einmal abzuschließen und eine möglichst glatte, und das heißt auch wasserabweisende Oberfläche zu erlangen, erfolgt als Letztes der fette (also ölfreiche) Schlussanstrich. Das Abperlen der Feuchtigkeit führt unterm Strich zu schnellerer Trocknung.

Schlamm- und andere Farben

Nicht selten bringt der Blick zurück in alte Systeme, die bereits aufgegeben wurden, neue Ideen für zeitgemäße Anwendungen. Das Schwedenrot ist mit 400-jähriger, durchgängiger Tradition sicher einer der ältesten Holzanstriche. Es basiert auf Mehlhaltstoffen, die eine äußerst stabile Emulsion von Leinöl in Wasser möglich machen. Dass Eisenoxide und Eisenvitriol aus dem Grubenwasser die Rezeptur abrunden, war wohl eine Entwicklung aus langjährigen Beobachtungen heraus. Synthetische Farbenrohstoffe gab es damals nicht. Hier zeigt sich jedoch, dass auch natürliche Rohstoffe nicht automatisch gesundheitsförderlich sind. Gerade in Schweden hat man Holzschutz vielfach mit Holzteer oder -pech betrieben, eine wirksame Holzschutzmethode, die aber einen sachgerechten Umgang mit den Rohstoffen erfordert, um sich und die Umwelt zu schützen.

Ähnlich ist es mit Eitempera. Wir alle kennen noch die Temperafarben aus unserer Schulzeit, für Künstler ein nach wie vor hervorragendes Malmittel. Die Hühner-Eiweiße sind gleichzeitig ein sehr gutes Bindemittel und ein Emulgator und erreichen beim Aushärten unter UV-Einfluss eine große Wetterfestigkeit. Schon erwähnt wurde die schwedische Firma, die mithilfe von Hühnereiern äußerst erfolgreich Holzanstriche für die Denkmalpflege herstellt.



Typische Rostunterwanderung einer Lackschicht auf Eisenblech

Auch deutsche Naturfarbenhersteller haben in den letzten Jahren viel in Richtung wasserverdünnbarer Ölfarben entwickelt. Bislang sind die Ergebnisse dieser lösemittelreduzierten Holzanstriche noch nicht mit denen der lösemittelhaltigen Produkte zu vergleichen. Die Standzeiten sind kürzer, das Eindringvermögen in die Hölzer ist weniger gut. Für den Innenbereich ist es sicher sinnvoll, solche Produkte einzusetzen, bei Außenanstrichen sollte man berücksichtigen: Wer Ölfarbenanstriche in den Sommermonaten vornimmt, wenn alle Öle temperaturbedingt dünnflüssiger sind, kann bereits durch diese Zeitwahl auf zusätzliche Lösemittel oder Verdünner verzichten.

Rostschutzanstriche

Besonders Eisen neigt zu schneller Rostbildung, einer Art der Verwitterung, die durch Eisenoxidation in unserem Klima gewaltige Mengen an Metall frisst. Rostschutzanstriche müssen gut in Kontakt zum Untergrund gelangen und möglichst Sauerstoff und Wasser fernhalten. Eine ebenfalls recht alte Rezeptur nutzt hier wiederum das Leinöl, weil es sehr kriechfähig ist, und Eisenglimmer, ein Schichtsilikat. Silikate sind sehr wetterfest und als Glimmer finden sie sich in sehr feinen Schuppen in der Natur. In einem Anstrich aus Leinöl/Leinölstandöl legen sie sich auf ihre flache Seite und bilden einen Schuppenpanzer, ähnlich einer Ritterrüstung. Solche etwas glitzernden Anstriche begleiten die Geschichte unserer Stahlindustrie und finden sich an Brücken, Laternenmasten und zum Beispiel am Eiffelturm. Die Firma Kreidezeit Naturfarben hat einen solchen glimmerhaltigen Rostschutzanstrich mit hervorragenden Resultaten testen lassen.

Stein und Putz im Außenbereich

Neben Holz ist Stein immer der Hauptbaustoff für Gebäude gewesen. Mineralische Werkstoffe reichen von der einfachen Lehmwand bis zum Stahlbeton. Gemauerte Wände begannen sicher mit dem Bruchstein aus der Natur. Der Lehmstein, gebrannt zum Backstein, oder später der Kalksandstein als „Kunststeine“ folgten. Es gibt zahllose Variationen daraus, von schweren Betonformsteinen bis zu leichten Blähton- oder Gasbetonblöcken. Auch Putze werden in verschiedensten Härte- und Gewichtsklassen angeboten. Nicht zuletzt steht der Betonbau in dieser Reihe.

Ein Bruch für die Oberflächengestaltung kam mit den Wärmedämmverbundsystemen der neueren Zeit. Wir haben hier leider ein typisches Beispiel für die eigentlich nicht zeitgemäße Abkehr von Naturprodukten. Traditionelle oder neue Naturbaustoffe wie Schilfmatten oder Holzfaserwerkstoffe werden von billigen Syntheseprodukten verdrängt. Einzelne Vorteilsaspekte dominieren ganze Bausysteme ohne ganzheitliches Denken. Kunstharze sprengen die Kreislauffähigkeit natürlicher, mineralischer Rohstoffe. Während mineralisches Recyclingmaterial hervorragend weitergenutzt werden kann, stellen Verbundsysteme mit Kunststoffen in der Regel ein Problem dar. Gelingt eine technisch interessante Kombination, bleibt oft ein Trennungproblem bei den Alt- und Reststoffen, die schnell in Gefahrstoff- oder Sonderabfallkategorien fallen können.

Kalkanstriche

Kalk liefert das eine große System der natürlichen Bauwerksbeschichtung, Silikatfarben ergänzen es durch größere Härte und Wetterfestigkeit. Kalktechniken gibt es seit Menschengedenken, das Wirkprinzip liegt im Kalkkreislauf. Die Kalkbrennerei hat sich dabei vom Meiler- oder Feldbrand über Ringöfen und Schachtofenanlagen bis zu den modernen Betonwerken entwickelt. Noch immer geht es darum, den natürlich anstehenden Kalkstein zu brennen (ihn also auf

ca. 1.000 °C zu erhitzen), um ihm Wasser und CO₂ auszutreiben. Beim anschließenden Löschen und späteren Luftzutritt während und nach der Verarbeitung beginnt die Carbonatisierung. Es entsteht wieder Kalkstein in einem naturnahen Kreislauf. Das Handwerk und heute die Industrie bestimmen mit ihren Zuschlägen und Mischungen, was man aus dem gebrannten Kalk machen kann. Doch schon Sumpfkalk allein, also der gebrannte und nur gelöschte Kalk, kann einen Anstrich ergeben. Die einfache Kalkschlämme in der Freskotechnik, also mehrlagig ohne zwischenzeitliches völliges Abbinden, ist sehr dauerhaft, hygienisch, weil besonders alkalisch und frei von allen denkbaren Begleitstoffen.

Eingebürgert hat sich in den letzten Jahren der Begriff der dispergierten Kalkfarben. Durch mechanische Methoden, im Wesentlichen kräftiges Rühren, wird der Kalk optimal feinteilig aufgeschlossen. Das perfekte Löschen und die Zugabe von Feinzuschlägen aus Kalk, besonders Marmormehlen, ergeben ein komfortables Anstrichmittel. Mikrofasern aus Zellulose oder kleine Methylcellulosezugaben ergeben bessere Verlaufseigenschaften und verhindern ein zu schnelles Trocknen des Anstrichs. Diese Farben sind auch besser abtönbar.

Weitere Bindemittel wie Milcheiweiße oder Leinöl können solche Farben bindiger machen, wodurch sie noch stärker pigmentiert werden können. Mineralische Zuschläge ergeben Körnung und Strukturierbarkeit. Weiterentwickeln lassen sich auch Spachtelmassen oder Produkte wie der italienische Stucco lustrato. Durch den Einsatz von Pflanzenseifen wie der Marseiller Seife können wasserabweisende Eigenschaften der Kalkprodukte erreicht werden. Wasserunlösliche Kalkseifen verstopfen die Kapillaren des Putzes oder Anstrichs und ergeben somit eine Hydrophobierung. Hier liegt die Kunst allerdings weniger in der Rezeptierung als in der Anwendungstechnik, da in mehreren Schritten fachgerecht gearbeitet werden muss.

Kalk gegen Schimmel

Werbeaussagen haben Kalk mittlerweile etwas mystifiziert. Das ist nicht ganz ungefährlich. Richtig ist, dass gute Kalkprodukte zunächst eine hohe Alkalität aufweisen, dampffohene Bauwerke beziehungsweise Oberflächen ermöglichen und keinen organischen Nährboden darstellen. Damit sind sie für das ökologische Bauen prädestiniert und in vielen Bereichen sind Kalkfarben und -putze ein Mittel der Wahl. Aber ihre Kapazität ist begrenzt. Ihre Alkalität wird sich langfristig immer verringern, in Poren kann sich Nährstoff sammeln und Feuchtigkeitsaufnahme ist nur dann ein Vorteil, wenn diese auch wieder verschwinden kann. Kalk gibt Wasser bereitwillig wieder ab, er trocknet normalerweise völlig zufriedenstellend. Wo aber die Trocknung behindert ist oder ständig Feuchtigkeit nachrückt, muss zuallererst die Ursache gesucht werden. Danach ist Kalk ein großer Helfer.



Farbige Wandgestaltung mit Kalkglanzputz

Zur Beachtung empfohlen werden darüber hinaus die Isolier-, Schimmelsanier- und Opferputze auf Kalkbasis. Wie auf allen Kalkuntergründen wird hier der Kalkanstrich die erste Empfehlung sein!

Silikatanstriche

Das Funktionsprinzip ist dem der Kalkfarben ähnlich, nur dass hier mit dem härteren Quarzgestein gearbeitet wird. Vereinfacht dargestellt wird Quarzsand geschmolzen, die erkaltete Schmelze wird gemahlen, in Wasser gelöst und ergibt Wasserglas. Ein Anstrich mit Farbenwasserglas als Bindemittel versteinert ebenfalls unter CO₂-Aufnahme, nur spricht man hier vom Verkieseln statt von einer Carbonatisierung. Silikatfarben können leicht eingefärbt werden und erreichen hervorragende Standzeiten durch ihre Wetterfestigkeit. Allerdings können sie ausschließlich auf silikathaltigen Untergründen, also sandhaltigen Putzen, Silikatfarben und entsprechenden Natursteinen verarbeitet werden, mit denen sie chemisch reagieren.

Dispersionssilikatfarben sind eine universell anwendbare Spielart, die etwas in die Irre führen kann. Durch zugefügte Kunstharzbindemittel sind sie auf vielen Putzarten und Mischuntergründen sowie manchen Altanstrichen einsetzbar. Allerdings geht dies auf Kosten ihrer Diffusionsoffenheit. Je nach Bindemittelmix wird eine höhere Dichtigkeit des Anstriches erreicht, was leicht von einem Vorteil in einen Nachteil umschlagen kann. Auch für die Wand gilt, was wir für Holz konstatiert hatten: Eine schnelle Trocknung des Baukörpers ist erwünscht. Sollte sich Nutzungsfeuchte im Inneren ansammeln oder gar die Wände durchfeuchten, kann man sich über einen möglichst schnell abblätternden Anstrich nur freuen.

Ein Hinweis: Gelegentlich wird Farbenwasserglas zur Hydrophobierung oder Abdichtung eingesetzt – das ist zunächst einmal sinnlos. Als solche ausgewiesene Abdichtungsprodukte enthalten immer Silikone oder andere Kunstharze. Mit Wasserglas kann lediglich eine Verfestigung quarzsandhaltiger Putze erfolgreich betrieben werden.

Der Innenbereich

Wärme und Kühle, Gemütlichkeit, Großzügigkeit, Stil und Geschmack, das alles sind Begriffe, die man im Zusammenhang mit Farben benutzt. Man kann sich mit Farbpsychologie beschäftigen und Farb- und Wohnkonzepte erarbeiten. Auch für Arbeitsplätze, Unterrichts- oder Verkaufsräume entsteht immer mehr Bewusstsein in diesem Zusammenhang. Ähnlich wie im Außenbereich müssen auch hier die Untergründe berücksichtigt, bestimmt und bewertet werden. Hinzu kommen die Techniken, die bestimmte Effekte erzeugen. Nicht weniger bedeutend ist die Nutzung, die zu erwartenden Beanspruchungen der unterschiedlichen Ober-



Farbiges Wohnumfeld steigert die Lebensqualität

flächen. Abwaschbarkeit, Wischfestigkeit, Glanz, Struktur, Reinigungs- und Renovierungsmöglichkeiten, nicht zuletzt der Preis und damit auch der Arbeitsaufwand spielen eine große Rolle. Bauphysikalische Besonderheiten stehen für Naturfarbeninteressierte im Vordergrund. Leider müssen wir uns im Folgenden auf eine kurze Betrachtung der gängigen Anstrichsysteme beschränken.

Wandfarben/Dispersionfarben

Eigentlich sind alle Anstrichmittel, in denen Festkörper in Flüssigkeiten verteilt sind, Dispersionen. Gängig ist die Bezeichnung heute für kunstharzgebundene Wandfarben unterschiedlichster Qualität. Üblich ist zum Beispiel Polyvinylacetat als Kunstharz, aber auch Acrylate oder sogenanntes Latexbindemittel. Je nach Anforderung sollte eine Farbe dampffoffen oder -dicht sein, für Wohnräume ist es in der Regel wünschenswert, dass Nutzungsfeuchte aufgenommen wird, ohne dass eine nasse Oberfläche entsteht. Eine solche Kondenswasserbildung ist nämlich die häufigste Ursache für Schimmelbildung. Danach soll Feuchtigkeit ebenso schnell wieder abgegeben werden. Die Pufferung des Feuchteanfalls ist eine wesentliche Leistung von Anstrichen, die im Zusammenwirken mit dem ganzen Baukörper ein ausgeglichenes Raumklima mit gesunder relativer Luftfeuchtigkeit ermöglicht.

Neben den konventionellen Kunstharzdispersionen gibt es von einigen Herstellern auch Naturharzdispersionen. In der Regeln sind sie einfach zu verarbeiten und gut abzutönen sowie mehrfach überstreichbar. Ihre Komposition mit Emulgatoren und natürlichen Ölen und Harzen ist anspruchsvoller als die der Pulverfarben zum Anrühren vor Ort. Die Bequemlichkeit hat natürlich ihren ökologischen Preis, nämlich die Notwendigkeit der Konservierung und des Transports von Wasser.

Leimfarben

Leimfarben können sehr einfach konzipiert sein, sie bestehen aus Kreide als Pigment und Füllstoff zugleich, Wasser zur Verflüssigung und eben Leim. Während man früher auf unterschiedliche pflanzliche Stärken und tierische Leime zurückgriff, ist heute Methylcellulose der Kleber der Wahl. Diese Binder ergeben reversible Leimfarben, alle mit pflanzlichen Ausgangsrohstoffen. Leimfarben sind gut zu verarbeiten, preiswert und meist von guter Deckkraft. Vor Renovierungen müssen die Altanstriche allerdings entfernt, also abgewaschen werden. Was vielfach als störend empfunden wird, ist ein entscheidender Vorteil, wenn reversible Anstriche gewünscht sind. Das gilt grundsätzlich für Anstriche von Stuck, also Reliefs, die nicht mit mehreren Farbschichten bis zur Unkenntlichkeit gefüllt werden sollen. Gelegentlich sind Leimfarben für Denkmalübermalungen interessant oder für Räume, die aus hygienischen Gründen sehr häufig gestrichen werden sollen. Der Mehraufwand wird teilweise durch den günstigen Preis aufgewogen.

Kaseinfarben

Kaseinfarben sind ein Sonderfall unter den Leimfarben. Milcheiweiß, auch Kasein genannt, hat nach dem alkalischen Aufschluss (mit Borax, Soda oder Kalkhydrat) eine besonders hohe Klebkraft. Sogar eine begrenzte Resistenz gegen Feuchtigkeit ist gegeben, besonders wenn etwas Öl zugesetzt wird. Anders als Zelloleime dürfen sie feucht werden, müssen allerdings innerhalb eines Tages wieder gut durchtrocknen. Manche Kaseinfarbenanstriche haben Jahrhunderte überdauert, wie beispielsweise die 300 Jahre alten Deckengemälde in der Hildesheimer Domkirche. In den letzten dreißig Jahren haben sie sich einen eigenen kleinen Markt bei mehreren Naturfarbenherstellern zurückerobert. Sie lassen sich sehr gut pigmentieren und überstreichen. In einer einfachen Emulsion mit Pflanzenölen (Kasein ist gleichzeitig ein sehr potenter Emulgator) ergeben sich die beliebten Temperafarben. Diese werden im künstlerischen Bereich sowie in der Fassmalerei eingesetzt.



Mit Kaseinfarben gestaltete Innenräume

Neben den Milcheiweißen sind Entwicklungen mit anderen Eiweißen vielversprechend. So gibt es von der Kreidezeit Naturfarben GmbH eine Vega-Wandfarbe mit pflanzlichem Eiweiß, die sich seit einigen Jahren bewährt. Noch ist Soja der häufigste Eiweißlieferant, andere Leguminoseneiweiße werden beforscht, wahrscheinlich werden sich regionale Quellen finden. Bohnen oder Lupinen können entsprechende pflanzliche Klebstoffe liefern, die Frage ist nur, wie aufwendig ihre Gewinnung und Aufbereitung ist und wo sie genau eingesetzt werden können.

Kalkfarben

Kalkfarben sollen hier erwähnt werden, auch wenn sie wenig nachwachsende Bestandteile enthalten. Ihre ökologische Qualität bietet eine Nachhaltigkeit auf anderer Ebene.

Kalkfarben werden ausschließlich aus natürlichen Rohstoffen gewonnen, sie sind wohngesund, entsprechen der Forderung nach Diffusionsfähigkeit und kommen ohne Müll und Restabfälle aus. Kalkfarben sind darüber hinaus hygienisch, was nicht nur dem oft zitierten Stallanstrich zugutekommt, sondern auch Schimmel im Wohnraum vorbeugt.

Neben Silikatfarben können sie als einziges System in länger feuchten Bereichen wie Kellern eingesetzt werden. Einige technische Details wurden bereits bei den Außenanstrichen erläutert.

Silikatfarben

Silikatfarben sind für den Innenbereich überqualifiziert, da keine Wetterfestigkeit benötigt wird. Neben den Kalkfarben sind sie allerdings eine gute rein mineralische Anstrichvariante. Sie lassen sich jedoch ausschließlich auf mineralischen, quarzhaltigen Putzsystemen und Anstrichen einsetzen. Eine abschließende Bewertung von Produkten ist nur im Einzelfall zu leisten, aber es gibt einen Konsens unter Baubiologen und vielen Technikern, sich auf reine Silikatfarben zu beschränken, da diese sicher eine optimale Dampfdurchlässigkeit gewährleisten.

Lehmfarben

Farben aus Lehm oder Anstrichmittel für Lehmputze, das ist hier die Frage. Lehm ist ein Gemisch aus Ton und Sand. Ton ist der Anteil, der wie ein Bindemittel wirkt und den Putz, Mörtel oder Stein zusammenhält. Lehmfarben gibt es eigentlich nicht, denn aus Ton kann man zwar eine Schlämme herstellen, aber nur schwach gebundene Anstrichmittel. Die meisten Lehmfarben auf dem Markt sind heute also Leimfarben oder Kaseinfarben, auf jeden Fall etwas, bei dem man auf Bindemittel achten sollte.

Es gibt durchaus Produkte, zum Beispiel im claytec-Sortiment, die überzeugende tuchmatte, satte Farben und schöne Oberflächen ergeben. Besondere Zuschlagstoffe mit natürlichem Ursprung wie Stroh oder Glimmer überneh-

men gestalterische Aufgaben. Lehmfarben brauchen etwas Übung in der Verarbeitung, Ausbesserungen sind häufig nicht ganz so einfach, wie es manchmal dargestellt wird. Die mechanische Strapazierfähigkeit ist nicht groß, daher sollte man im Einzelfall seine Erwartungen an eine Oberfläche einmal mehr überdenken.

Holzanstriche

Zwar spielt der UV- und Wetterschutz hier kaum eine Rolle, aber neben der Optik gibt es durchaus funktionale Aufgaben für Holzanstriche. Zunächst die Pflegeeigenschaften von Möbeln, Arbeitsplatten, Holzbauteilen, Wandverkleidungen und Fußböden. Holz als offenerporiger Werkstoff verschmutzt leicht, Fingerabdrücke und alle Arten von Flecken sind nur schwer von unbehandeltem Holz zu entfernen. Anstriche haben hier also vor allem die Aufgabe, Poren zu füllen und Oberflächen zu schließen, ohne sie zu versiegeln. Dass das Holz in seinem natürlichen Farbton angefeuert wird, kommt hinzu. Oft werden die Holzfarbe und die Maserung erst im geölten Zustand wirklich deutlich sichtbar.

Möbelwaxse

Möbelwaxse haben im Wesentlichen nur eine Pflegefunktion. Im Gegensatz zu Versiegelungen, wie sie mit Lacken erreicht werden können, bleibt die Haptik und Wärme der Oberflächen erhalten. Dies ist vermutlich der Hauptgrund für die Beliebtheit und Renaissance von naturnahen Holzoberflächen. Bienenwachshaltige Produkte sind zudem antistatisch, sodass selbst Staub zumindest nicht angezogen wird. Leichte Tönungen sind durch Pigmentierungen möglich. Bienenwachs kann ohne Lösungsmittel in Leinöl geschmolzen werden, wobei eine weiche Paste entsteht. Manche Produkte enthalten Terpene zum Lösen, was beispielsweise bei Carnaubawachs sinnvoll ist.

Ein anderes Feld sind Holzbeizen, die das Holz einfärben oder Holzinhaltstoffe chemisch umwandeln. Will man dieses Thema vertiefen, muss man sich intensiver mit chemischen Vorgängen auseinandersetzen. Einige milde Pflanzenfarben ergeben bereits recht ansehnliche Effekte, wobei jedoch die Lichtechtheit begrenzt bleibt.

Anmerkungen zu Arbeitsplatten

Arbeitsplatten werden sehr unterschiedlich genutzt, Holz ist nur eine Variante. Der Einsatzbereich reicht von der Küche über die Werkstatt zu allen möglichen Arbeitsplätzen. Besonders in der Küche muss mit Wasser und Fett gerechnet werden, außerdem mit Hitze und Schnittverletzungen. Das alles verträgt sich nur begrenzt mit Holz. Es wird sich also normalerweise eine Patina bilden, die eine Nutzung und Alterung erkennen lässt. Manche Menschen finden das gerade reizvoll, andere möchten das verhindern. Je mehr eine Fläche strapaziert wird, umso mehr muss sie gepflegt werden. Eine Imprägnierung des Holzes mit Öl ist auf jeden Fall sinnvoll, sonst würden alle Arten von Flecken schnell und tief eindrin-

gen. Ob die Oberfläche versiegelt werden sollte, ist schon schwieriger zu beantworten. Kann nämlich Feuchtigkeit (zum Beispiel an Becken- oder Armaturenrändern) unter die Beschichtung kriechen, trocknet das Holz meist zu langsam ab. Schwärzliche Ränder oder Stockflecken sind oft das Resultat. Dann ist eine Imprägnierung mit Grundieröl vorzuziehen, die zwar schneller abnutzt, dafür aber ein zügiges Abtrocknen der Oberfläche zulässt und leicht aufzufrischen ist.

Fußbodenbehandlungen

Fußbodenbehandlungen sollten im ökologisch anspruchsvollen Bau vorwiegend mit Hartölen ausgeführt werden. Bei erhöhter Beanspruchung, etwa in öffentlichen Räumen, sind gewachste Böden noch strapazierfähiger. Alle Naturfarbhersteller haben Angebote in diesem Bereich. Im Wesentlichen geht es immer darum, die mechanische Belastbarkeit zu optimieren. Das Öl füllt zunächst wieder die Poren, um Schmutz den Weg zu versperren. An natürlichen Härtern bieten sich einige Harze an, allen voran das Kolophonium, ein Bestandteil der Kiefernharze, das bereits seit alters eingesetzt wird.



Der erste, satte Ölauftrag erfolgt oft mit der Walze

Wachse erreichen, wenn sie poliert werden, eine große Härte. Besonders Carnaubawachs, das einen hohen Schmelzpunkt besitzt und sehr hart wird, hat sich schon in den Schlössern von Versailles, Zarskoje Selo und Neuschwanstein bewährt. Parkettrestauratoren empfehlen Carnaubaprodukte nach wie vor an erster Stelle. Dieses reine Pflanzenwachs wird meist mit Leinölfirnis gemischt oder durch andere Wachse etwas weicher gemacht. Als Salbe oder Paste lässt es sich auf den Boden auftragen, beim Auspolieren erlangt es eine Festigkeit wie Schuh-, Auto- oder Pralinenpolituren (z. B. Schokolinsen).

Tipp für Fußböden

Gelegentlich weisen geölte Böden eine gewisse Klebrigkeit auf, es handelt sich praktisch immer um ein Verarbeitungsproblem. Auch die Fußbodenöle trocknen vorwiegend durch Oxidation, eine möglichst dünne Schicht garantiert den guten Luftzutritt. Sicher trocknen zwei dünne Schichten schneller als eine dicke, man sollte also die Herstellerhinweise zum „Abnehmen der Überstände“, zum „Auspolieren“ oder „Einpfelegen“ ernst nehmen. Erfahrungsgemäß lohnt es sich, ab 10 m² eine Poliermaschine einzusetzen.

Weitere Holzoberflächenbehandlungen

Bewährt, sehr einfach und effektiv ist das Seifen von Holz. Marseiller Seife beispielsweise, eine traditionell aus Olivenöl gewonnene Seife, ist zu diesem Zweck sehr geeignet. Die Seife wird zunächst etwas konzentrierter in die Poren eingewaschen, bis diese gefüllt sind und keinen Schmutz mehr aufnehmen. Dabei können auch Kalk oder Weißpigmente mit eingearbeitet werden, sodass das Holz etwas aufgehellt wird. Leider wäscht sich die Seife auch wieder aus. Es liegt ein klassischer Fall für regelmäßige Pflege vor, die allerdings effektiv und hygienisch ist und gut aussieht.

Lösemittelfreie Ölfarben

Pure-solid-Produkte sind voll im Trend der Lösemittelvermeidung und werden ebenfalls viel angeboten. Man muss hierbei allerdings wissen, dass die Lösemittel, oft auch Verdüner genannt, eine technische Funktion haben, nämlich die Streichfähigkeit, das Eindringvermögen und die Trockenzeiten zu verbessern. Für bestimmte Anwendungen, gerade im Innenbereich, sind die lösemittelfreien Produkte aber ein ökologischer Gewinn und eine Wohltat für die Verarbeiter.

Kieselzolbehandlung

Mit einem sehr feinmolekularen Wasserglas, auch Kieselzol genannt, kann man ebenfalls Poren füllen und auch recht glatte Untergründe wie gehobeltes Paneelholz mit leichter Pigmentierung lasieren. Der Unterschied zu Ölen liegt vor allem darin, dass das Holz hierbei nicht angefeuert wird und der Anstrich nicht mit den Jahren vergilbt. Es kann also auch eine Aufhellung ohne weitere Nebeneffekte erzielt werden, allerdings nur auf völlig unbehandeltem Holz.

Schellackpolituren

Schellackpolituren haben dort ihre Berechtigung, wo geübte Handwerker edle Lackierungen herstellen möchten. Das Läuse-/Pflanzenharz aus tropischen Ländern hat einen ganz eigenen Reiz, große Härte und geringe Wasserfestigkeit. Neben den Polituren gab es auch schon Spirituslacke und -firnisse, deren Anwendungen man sich vielleicht bald wieder einmal anschauen wird. Wenn Kunstharze nicht mehr verfügbar sind, werden all diese alten Rohstoffe aus der Natur wieder interessanter. Selbst die asiatischen Tungölprodukte und Lackbaumerzeugnisse wie Urushi (Chinalack) könnten dann eine Renaissance erfahren.

Von Marmorimitation bis Shabby Chic

Naturfarben sind die ursprünglichen Werkstoffe aller klassischen Dekorationstechniken und der Illusionsmalerei. Ob Fassungen eines alten Kirchengestühls oder Bibliotheken in Schlössern oder Bürgerhäusern, ob Reißlack oder Marmor-malerei, Holzimitationen oder Trompe-l'œil, alles wurde mit nachwachsenden Rohstoffen erschaffen. Und es war das Handwerk, das hier eine Unzahl von speziellen Werkstoffen hervorgebracht hat. Die Industrialisierung hat sichere Standards geschaffen, aber zugleich auch Individualität vernichtet. Man sollte sich also heute immer zuerst fragen: Wozu soll mir der Anstrich dienen? Wählen wir eine Standardlösung oder eine einzigartige Gestaltung?

Um eine moderne Optik wie den Shabby Chic zu erreichen, kann mit Kaseifarben bzw. Tempera gearbeitet werden. Was einmal hundert Jahre dauerte, nämlich die Entstehung einer echten Patina auf Möbeln, kann hier in wenigen Arbeitsgängen in ein paar Tagen imitiert werden. Auch solche Effekte sind mit natürlichen Rohstoffen zu erreichen.

Zusammenfassung

Naturfarben aus nachwachsenden Rohstoffen, ungiftige und umweltfreundliche Produkte haben sich weltweit einen Ruf erarbeitet. Deutschland steht mit seiner Vielzahl an Naturfarben als Vorreiter da. Vielleicht ist es sogar die alte Tradition der regionalen Farbenherstellung, die hier nachwirkt. Viele Hersteller kleinerer oder auch kompletter Sortimente für den Malerbedarf sind an innovativen Entwicklungen beteiligt. Leider wird gelegentlich versucht, die Produktpalette der industriellen Petrochemie zu imitieren. Wir sollten dabei die Individualität des Handwerks und das Zusammenspiel von Werkstoff und Handwerkstechnik nicht vergessen!

Da wir heute durch das Internet und eine Reihe ökologisch orientierter Branchenverzeichnisse über ein gutes Bezugssystem verfügen, verzichten wir hier auf einen Adressteil. Die Vielfalt der Produkte und das Tempo neuer Entwicklungen lassen ohnehin einen Blick in das aktuelle Angebot sinnvoll erscheinen. Es lohnt sich auf jeden Fall, selbst ein wenig zu recherchieren. Als Suchbegriffe eignen sich alle hier genannten Anstrichsysteme, für die wir hoffentlich erste Aus-

wahlhilfen geben konnten. Die Grundlagen der Farb Rezepturen und der Anstrichtechnik bleiben gleich.

Inwieweit nachwachsende Rohstoffe modifiziert werden dürfen, um noch als natürliche Rohstoffe zu gelten, bleibt immer wieder zu diskutieren. Die Frage kann kaum abschließend bewertet werden. Die technische Anpassung von natürlichen Stoffen war immer ein Motor der Produktentwicklung. Die Grenzen zwischen Zubereitung und molekularer Veränderung bis zur Neuschaffung von Stoffen müssten von Naturwissenschaftlern definiert werden. Es ist sicher äußerst kritisch zu bewerten, wenn natürliche Rohstoffe so weit verändert werden, dass sie nicht in ihre natürlichen Kreisläufe zurückgeführt werden können. Wir kennen natürliche Kreisläufe selten bis ins letzte Detail, Neueinführungen sind immer ein Feldversuch und Wechselwirkungen bleiben oft sehr lange im Dunkeln. Eine Basierung auf natürlichen Rohstoffen ist heute politisch opportun, aber nur noch Greenwashing, wenn weitergehende Transparenz fehlt.

Autor: Martin Krampfer



Natürliche Farben werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt

4 INNENWÄNDE UND WANDOBERFLÄCHEN IM INNENAUSBAU

Innenwandkonstruktionen, Wand- und Deckenoberflächen

Aktuelle Erkenntnisse aus der Raumklimatechnik sollten zu einer Rückbesinnung auf altbewährte Bauweisen führen. In unzureichend belüfteten Räumen kommt es wegen immer dampfdichterer Raumbooberflächen vermehrt zu Geruchsbelastungen, Feuchte- und Schimmelschäden. Je mehr wir uns bei der Rohstoffauswahl von den reinen Naturmaterialien wie Lehm, Kalk, Holz, Sand oder Nutzpflanzen entfernen, umso mehr sinkt die Wohnbehaglichkeit. Heute werden im Winter nicht selten Raumluftfeucht-(RLF-)Werte unterhalb

von 20 % gemessen, was sich sehr nachteilig auf Haut und Schleimhäute auswirkt. Im Sommer hingegen werden über längere Zeit unangenehme Werte von über 70 % RLF bei über 28 °C erreicht. Jedoch sollten gemäß der europäischen Norm für Wohnbehaglichkeit solche Klimaextreme vermieden werden. Um dies zu ermöglichen, sollte der erste Zentimeter von Raumbooberflächen kapillaraktiv und feuchteausgleichend sein. Außerdem muss verhindert werden, dass infolge ungenügender Trocknung, zu dicken Auftrags oder ungeeigneter Untergründe unvorhergesehene Innenraum-schadstoffe aus Wandaufbauten ausgasen.

EU-Leitmarktinitiative (Lead Market Initiative for Europe LMI)

2007 rief die EU-Kommission durch die LMI dazu auf, den Markt für nachhaltiges Bauen zu stärken. Nationale Behörden werden aufgerufen zu überprüfen, ob ungerechtfertigte Handelshemmnisse durch Baunormen, Rechtsvorschriften oder Vergabebedingungen vorliegen, und diese nötigenfalls abzubauen, um den Fortschritt des nachhaltigen Bauens nicht zu behindern. Gerade rechtsrelevante Anforderungen an Oberflächen, wie beispielsweise Abwischbarkeit, verhindern die Verwendung der meisten raumklimaverbessernden Holz-, Lehm- und Kalkprodukte oder Sprühtapeten aus Naturfasern.

Bauökologie im Trend

Im Zusammenhang mit den Gefahrstoffskandalen wegen Holzschutzmitteln und lungengängigen Asbest- und Mineralfasern ist **seit den 70er-Jahren** das Interesse der Verbraucher an schadstofffreien Baumaterialien gestiegen. Durch die Verwendung geprüfter Baustoffe können nicht nur verbotene Gefahrstoffe wie Asbest, alte KMF (künstliche Mineralfasern), PAK, PCP, Lindan, PCB und Schwermetalle, sondern auch Risikostoffe wie Glykole, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Biozide, Weichmacher oder Flammschutzmittel vermieden werden. **Seit den 90er-Jahren** sind vermehrt Schimmelschäden wegen feuchteabweisender Oberflächenmaterialien aufgetreten und viele Bauexperten haben sich wieder auf **altbewährte, kapillaraktive und feuchtevariable Baustoffe** zurückbesonnen. Durch die Verwendung von Baumaterialien aus Holz, Stroh, Hanf, Flachs oder Schilf, aber auch aus Kalk, Lehm oder Silikat treten diese Probleme nicht mehr auf. Sobald in Oberflächenbeschichtungen zusätzlich chemische Hilfsstoffe wie Bindemittel, Farbstoffe, Konservierer oder Lösemittel „baumarkttauglich“ eingesetzt werden, verlieren sie wertvolle Raumklimateigenschaften. Ökologische, das heißt gesundheits- und umweltverträgliche Naturbaustoffe möchte fast jeder Bauherr in seinen vier Wänden wissen. Bauökologisch hochwertig bedeutet, dass



Moderner Holzbau

durch Bauprozesse möglichst geringe Eingriffe in die Naturkreisläufe vorgenommen werden. Dabei sollte der gesamte Lebenszyklus von Materialien von der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Verarbeitung und Nutzung bis zur Entsorgung oder Sanierung berücksichtigt werden. Vor allem rein pflanzliche Rohstoffe fügen sich meist problemlos wieder in die Umweltkreisläufe ein und in Zeiten der bedrohlichen Klimaänderungen sollte bei Innenwand- und Oberflächenmaterialien auf eine gute Ökobilanz geachtet werden.

Bauökologischer Innenausbau

Wenn man der Werbung glauben möchte, scheinen nahezu alle Baustoffhersteller die Anforderungen an gesundheits- und umweltschonende Produkte zu erfüllen. Labels und Prüferzertifikate geben jedoch nur einen eingeschränkten Einblick in diese Qualitätsziele. Zudem fehlt fast immer die Angabe der vollständigen Inhaltsstoffe mit Hinweis zur **Rohstoffherkunft (pflanzlich, mineralisch/metallisch, fossil)**. Die Qual der Wahl hat dann der Verbraucher, wenn er wissen will, welche Qualitätseigenschaften eine Innenraumbeschichtung hat. Vornehmlich sollte auf die Roh- und Hilfsstoffe geachtet werden. Einige Hersteller von Naturbaustoffen geben ihre Inhaltsstoffe komplett an. Zudem sollten Zulassungen und Emissionsprüfungen vorliegen und die Verarbeitungsvorschriften müssen unbedingt eingehalten werden.

Normen und Richtwerte für Baustoffe

Labels wie Blauer Engel, natureplus oder TÜV geben einen Hinweis zu verschiedenen Schadstoffemissionen und bieten eine wertvolle, aber unvollständige Qualitätseinschätzung. Bauindustrie und Verbraucher werden durch die zunehmende und uneinheitliche Labelflut verunsichert und überfordert. Kleinere Hersteller von bewährten Naturbaustoffen können sich teure Produktprüfungen nicht leisten, weshalb sie oft in Vergleichs- und Empfehlungstabellen fehlen und dann in Ausschreibungen nicht berücksichtigt werden, obwohl beispielsweise rein mineralische Kalkprodukte die Emissionsanforderungen bestimmter Labels in jedem Fall erfüllen würden. Eine ganzheitliche ökologische Baustoffqualität ist nur auf der Basis einer vollständigen und geprüften Inhaltsstoffliste mit Bezeichnung der Rohstoffherkunft möglich. Eine Ökobilanz für eine Wandfarbe kann nur dann mit den richtigen Faktoren gerechnet werden, wenn **alle Rohstoffkomponenten mineralischer, metallischer, pflanzlicher oder fossiler Herkunft** bekannt sind. Hersteller mit solch einer externen Qualitätsüberwachung der Produktionsprozesse und Offenlegung einer Volldeklaration bieten zusammen mit den Emissionsprüfzeugnissen einen **verbesserten Verbraucherschutz**.

Richtwerte für die Innenraumluftqualität

Wand- und Deckenoberflächen haben den größten Einfluss auf ein behagliches und normgerechtes Raumklima. Hochwertige Räume erkennt man daran, dass nach deren Fertigstellung keine negativen Effekte wie Lufttrockenheit,

Geruchsmängel, Schallprobleme oder Zugluft das Wohlbefinden der Raumnutzer stören. Beim Fehlen von raumlufttechnischen Anlagen oder bei geringer Lüftungstätigkeit können durch emissionsträchtige Baumaterialien schnell rechtsrelevante Innenraumlufttrichtwerte überschritten werden. Deshalb legen private und öffentliche Auftraggeber heute vermehrt strenge Qualitätsziele in Bauverträgen fest. Vor der Bauabnahme ist dann vom Bauunternehmer der Nachweis zu erbringen, dass die Qualitätsanforderungen an die Bauprodukte und an die Innenraumluft erfüllt wurden. Gerade Oberflächenmaterialien wie Holz, Wandfarben, Kleber oder Lacke verursachen während der Trocknungszeiten vermehrt Emissionen. Ohne den Einbau gut funktionierender Lüftungsanlagen oder die Einplanung von emissionsreduzierenden Oberflächen können Richtwertüberschreitungen nicht sicher vermieden werden. Vor allem Kalk-, aber auch Lehmoberflächen bieten eine emissionsabbauende Wirkung in der Raumluft, die durch vergleichende Messreihen der IQUH-Messstudie „Klimabox“ im Jahre 2009 nachgewiesen werden konnte.

Baustoff-Informationsquellen

In Europa wird die Zulassung der Baustoffe durch die Bauprodukteverordnung mithilfe der CE-Kennzeichnung geregelt. Gerade Oberflächenmaterialien sollten schon bei der Planung im Hinblick auf die Erfüllung der rechtlichen Vorschriften gemäß CE-Kennzeichnung, Technischem Merkblatt, Sicherheitsdatenblatt, Qualitätsprüfung und Einhaltung der Lösemittelgrenzwerte geprüft werden. Eine Leistungserklärung zu besorgniserregenden Inhaltsstoffen ist seit Juni 2013 gemäß EU-Chemikalienverordnung REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) vom Auftragnehmer oder Qualitätskoordinator beim Lieferanten anzufordern. Datenbanken über die Umweltverträglichkeit von Produkten geben Hinweise über die Umweltauswirkungen und Herstellungsverfahren. Somit kann z. B. eine Gebäudebilanzierung, wie sie Holger König (www.legep.de) durchführt, vorgenommen werden.

Qualitätsziele für Innenwände und Oberflächen

Solange Auftraggeber nach der DIN 53778 vorrangig eine hohe Wasch- und Scheuerbeständigkeit oder einen extremen Härte- und Glanzgrad von Wandoberflächen fordern, sind rein mineralische oder nachwachsende Materialien meist im Nachteil. Liegen die Qualitätsziele im Bereich eines behaglichen Raumklimas und einer guten Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, dann würden vermehrt Baustoffe aus Holz, Stroh, Lehm, Kalk und Silikaten zum Einsatz kommen. Raumklimarelevante Qualitätsziele für die Planung von Innenwänden und Oberflächen sind daher:

1. Umweltverträglichkeit
2. Feuchteausgleichswirkung
3. Schimmelwidrigkeit
4. Geruchsneutralisierung
5. Antistatik



Rohbauzustand von Innenwänden

Innenwände – in leichter und massiver Ausführung

Einfluss der verwendeten Materialien auf das Raumklima und die Innenraumluftqualität

Innenwände nehmen einen hohen Flächenanteil am Rauminhalt eines Gebäudes ein. Deshalb besitzen die hierfür verwendeten Materialien eine entscheidende Relevanz für das Raumklima, die Raumluftqualität, das Behaglichkeitsempfinden und somit auch für die Gesundheit der Bewohner.

Neben den unumgänglichen Anforderungen an Statik, Schall- und Brandschutz müssen Materialien für den Bau von Innenwänden auch den modernen Anforderungen der Bauökologie wie Umweltverträglichkeit und Feuchteausgleichswirkung gerecht werden.

Der großflächige Einsatz von feuchtespeichernden und feuchteabgebenden Baumaterialien wie z.B. Holz, Kalk, Zellulose oder Lehm wirkt durch gute physikalische Ausgleichsvorgänge ungesund und unbehaglich hohen Luftfeuchteschwankungen in Innenräumen entgegen. Deshalb ist das Feuchteausgleichsverhalten ein wichtiges Bewertungskriterium für die Auswahl von Baumaterialien. Gerade diese Materialien besitzen in der Regel auch eine vorbildliche Umweltverträglichkeit. In Schulen und Kindergärten gibt es Anforderungen an Abriebfestigkeit und Abwaschbarkeit, die den Einsatz von feuchteabweisenden Baumaterialien erforderlich machen. In solchen Fällen sind ausreichend große Feuchteausgleichsflächen zu schaffen, damit die Anforderungen an ein optimales Raumklima erfüllt werden können.

Ausführungsvarianten von Innenwandkonstruktionen

Um den wirtschaftlichen und terminlichen Anforderungen des modernen Bauens und Sanierens gerecht zu werden, errichtet man Innenwände oftmals im Trockenbauverfahren. Im Gegensatz zu einer massiven Ausführung sind bei Sanierungen unter Verwendung der leichten Trockenbauweise in der Regel keine Eingriffe in die Statik des Gebäudes nötig. Analog dazu ermöglicht diese leichte Bauweise bei der Planung von Neubauten den Einsatz von kostengünstigeren geringeren Abmessungen von tragenden Bauteilen und Bauwerksgründungen. Stehen die statische Belastbarkeit, die Schalldämmung und das Wärmespeichervermögen im Vordergrund, entscheiden sich Planer oftmals für die massive Ausführung von Innenwänden.

Folgende Anforderungen werden an Innenwandkonstruktionen gestellt:

- Raumaufteilung und Raumtrennung
- Aufnahme und Ableitung von statischen und dynamischen Lasten
- Bereitstellen einer Installationsebene für die Haustechnik
- Schall-, Wärme-, Brand- und Feuchteschutz
- Baustoffökologie und Innenraumlufthygiene

Innenwände in leichter Ausführung

Mehrschalige, nicht tragende Leichtbauwände aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen in der Regel aus horizontal und vertikal verlaufenden **Ständern und Riegel (Rähm, Schwelle)**, einer beidseitigen plattenförmigen **Beplankung (2-schalig)** und hohlraumfüllenden **Dämmstoffen**. Je nach Bedarf sind im Wandaufbau ein oder zwei Installationsebenen vorhanden. Bei den Ständerkonstruktionen unterscheidet man je nach Anforderungen in Einzelständer- und Doppelständerwände, welche jeweils ein-, zwei- oder mehrlagig beplankt werden können. Dies ist abhängig von den Anforderungen der Statik und des Schall- und Brandschutzes.

Aus Gründen der Standfestigkeit sowie des Brand- und Schallschutzes kommt den Anschlüssen von Boden, Wand, Decke sowie Türen an die angrenzenden Bauteile besondere Bedeutung zu. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass die Innenwände auf der Rohdecke stehen, das heißt, durchlaufende Estriche sollten gegebenenfalls getrennt werden. Die angrenzenden Bauteile sind schalltechnisch gegeneinander zu entkoppeln. Alle Verkleidungen, Schalungen oder abgehängte Decken werden nach dem Erstellen der Innenwände eingebaut. Was bei Neubauvorhaben dem Stand der Technik entsprechend als selbstverständlich angesehen wird, ist im Rahmen von Sanierungs- bzw. Umbaumaßnahmen oftmals schwer realisierbar und wird deshalb regelmäßig leichtfertig übergangen.

Des Weiteren kann es aus innenraumhygienischer Sicht ratsam sein, die Randfugen zwischen Boden und Wand mit

Hygienegranulat (Zusammensetzung: Weißkalkhydrat, Vermiculite, Blähglasgranulat) fachgerecht auszufüllen. Dies verringert eventuell auftretende Randfugenemissionen und schafft bei einer diffusionsoffenen und säurebindenden Ausführung eine Pufferung von geruchsauffälligen Substanzen (Geruchsabsorption) aus angrenzenden Bauteilen.

Im Folgenden wird das Bauteil „Innenwand“ in seine Komponenten zerlegt und nach jeweils ausgewählten Materialien beschrieben.

Ständerkonstruktion

In der DIN 4103 ff. sind die Anforderungen der Ständer in Bezug auf Standsicherheit, Mindestquerschnitte, Mindestdicken und Wandhöhen festgelegt. Die DIN 4074-1 klassifiziert die Sortierung von Nadelholz nach dessen Tragfähigkeit. Die gute Umweltverträglichkeit der verwendeten Holzarten wird in Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) dokumentiert.

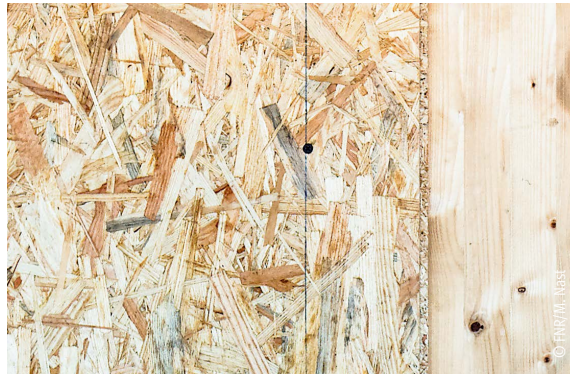
Für die Erstellung der Ständer werden in der Regel Vollholzprodukte aus Nadelholz verwendet. Je nach den geforderten Eigenschaften können aber auch Balkenschicht- oder Brett-schichtholz zum Einsatz kommen. Die bei Sanierungen oder Umbauten oftmals schon vorhandenen Metallständerkonstruktionen sind bezüglich Beplankung und Dämmung analog zu den Holzständervarianten zu betrachten. Jedoch sind aus Sicht der Umweltverträglichkeit die Holzständervarianten zu bevorzugen. Die Hölzer sollten aus der Region und aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen.

Beplankung

Beplankungen sind plattenförmige Materialien, die in der Regel auf die Unterkonstruktion aufgeschraubt oder geklammert (Tacker) werden. Da die Beplankung im Aufbau einer Innenwand die Schnittstelle zwischen Konstruktion und Oberfläche (Beschichtung) darstellt, ist hier sowohl aus technischer Sicht als auch im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit und die Feuchteausgleichswirkung ein besonderes Augenmerk auf die Auswahl der Spachtel- und Ausgleichsstoffe sowie Grundierungen und Haftvermittler zu richten. Ungeeignete Produkte oder das Nicht-Beachten der Verarbeitungsvorgaben der Hersteller (Auftragsmenge, Trockenzeit, Untergrundvorbereitung) können später zu technischen und optischen Mängeln oder ungewollten Immissionen in der Raumluft führen. Diese könnten dann in Ausnahmefällen Geruchsauffälligkeiten verursachen.

Beplankung aus Holzwerkstoffen

Beplankungen aus Holzwerkstoffen werden aus Holzspänen, -chips oder -furnieren unter Zugabe von Bindemitteln hergestellt. Dabei wird auch ein hoher Anteil an Holzresten und Spänen aus der Holzverarbeitenden Industrie sowie Recyclingholz eingesetzt. Im modernen Holzbau werden hauptsächlich OSB-, Furnierplatten oder Spanplatten für tragende und aussteifende Zwecke sowie für den Schall- und Brand-



OSB-Platten als innere Beplankung

schutz der Konstruktionen verwendet. Aufgrund der eingesetzten Hölzer, der Temperatur- und Druckverhältnisse bei der Herstellung sowie mancher beigefügter petrochemischer Bindemittel weisen Gebäude, in denen viel Holzwerkstoffplatten verbaut sind, eine typische Emissionscharakteristik und Raumluftqualität auf. Sollten diese Holzwerkstofftypischen Emissionen nicht erwünscht sein, kann man auf Plattenhersteller zurückgreifen, die formaldehydfreie Verklebungen und mit harzarmen Holzarten hergestellte Produkte anbieten.

OSB-Platten

OSB (Oriented **S**trand **B**oard) sind mehrschichtig aufgebaute Flachpressplatten aus Strands (Mikrofurniere). Die besondere Form und Ausrichtung der Deckschichten bedingen die guten technischen Eigenschaften.

Die Einteilung der OSB-Typen in technische Klassen (OSB/1–OSB/4) entspricht der DIN EN 300. Diese Klassen sind entsprechend dem vorgesehenen Einsatzbereich der OSB-Typen in den jeweiligen Nutzungsklassen (NKL 1–3) definiert. Zur Beplankung von Innenwänden sind nur Platten der Klassen 2–4 zugelassen. Auf dem Markt befinden sich auch formaldehydfrei verleimte Produkte und mit harzarmen Hölzern hergestellte Varianten.

DEFINITIONEN NACH DIN EN 300

| | |
|-------|--|
| OSB/1 | Platten für allgemeine Zwecke wie für Inneneinrichtung und Möbelbau im Trockenbereich, entsprechend Nutzungsklasse 1 |
| OSB/2 | Platten für tragende und aussteifende Zwecke im Trockenbereich, entsprechend Nutzungsklasse 1 |
| OSB/3 | Platten für tragende und aussteifende Zwecke im Feuchtbereich, entsprechend Nutzungsklasse 2 |
| OSB/4 | hochbelastbare Platten für tragende und aussteifende Zwecke im Feuchtbereich, entsprechend Nutzungsklasse 2 |



Schlichte Innenraumgestaltung mit Holz und OSB

Spanplatte

Spanplatten bestehen aus beleimten Spänen, die in zumeist drei bis fünf Schichten zu Platten verpresst werden. Die Platten zeichnen sich durch gute Maßhaltigkeit und Verarbeitbarkeit aus. Spanplatten werden gemäß DIN EN 312 in mehrere Klassen unterteilt.

Folgende 7 Plattentypen werden unterschieden:

ANFORDERUNGEN NACH DIN EN 312:2010

| | |
|-----|--|
| P 1 | Platten für allgemeine Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich |
| P 2 | Platten für Inneneinrichtungen (einschließlich Möbel) zur Verwendung im Trockenbereich |
| P 3 | Platten für nicht tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich |
| P 4 | Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich |
| P 5 | Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich |
| P 6 | hochbelastbare Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich |
| P 7 | hochbelastbare Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich |

Auch hier bieten die Hersteller formaldehydfrei verleimte Produkte an.

Furnierplatten

Bei **Bau-Furnierplatten** kann man zwischen zwei Aufbauten der einzelnen Furnierschichten unterscheiden.

Bei Bau-Furniersperrholz (BFU) werden die einzelnen Lagen um 90° zueinander versetzt verleimt, wodurch der sogenannte Absperreffekt erreicht wird. Abgesperrte Furnierplatten weisen geringe und in der Plattenebene homogene Schwindmaße sowie eine hohe Biegefestigkeit auf.

Bei **Furnierschichtholz** sind die einzelnen Furnierlagen parallel zueinander verleimt. Somit ist bei der Betrachtung der mechanischen Eigenschaften immer in längs und quer zur Faserrichtung zu unterscheiden. Die zweifellos hervorragenden technischen Eigenschaften der Furnierplatten sollten jedoch kritisch dem Feuchteausgleichsverhalten, dem Emissionspotenzial und der Nachhaltigkeit gegenübergestellt werden.

Aufgrund der hohen Anzahl an Furnierlagen pro Platte ist der Kleberanteil pro Platte in Relation zur Fläche vergleichsweise hoch. Bei 1 m² Furnierplatte mit 5 Furnierlagen werden 4 m² Klebstoff verbraucht. Trotzdem entsprechen diese Platten den geforderten Emissionsklassen (E1 oder E1+) und besitzen auch diesbezüglich weiterreichende Prüflabels. Definitionen, Klassifizierung und Spezifikationen sind in der DIN EN 14279 geregelt.

Beplankungen aus gipsgebundenen Plattenwerkstoffen

Das zweifellos am häufigsten eingesetzte Beplankungsmaterial für Innenwände ist die Gipskartonbauplatte (GKB). Der günstige Preis, die großflächige Verfügbarkeit und die einfache, auch für den Laien machbare Verarbeitung sind wohl die Hauptgründe dafür.

In den meisten GKB werden REA-Gipse, die bei der Rauchgasentschwefelung anfallen, verwendet. Es gibt aber auch Platten aus Naturgips. Gipskartonplatten bestehen aus einem Gipskern und einer Ummantelung aus Karton. Dieser ist je nach Verwendungszweck (z. B. Feuchtraum) mit entsprechenden Additiven versehen. Sind erhöhte Anforderungen an die Statik, den Brand- und Schallschutz zu erfüllen, kommen oftmals **Gipsfaserplatten** zum Einsatz. Diese sind mit Zellulose und anderen Fasern gleichmäßig versetzt und weisen gegenüber den GKB eine höhere Festigkeit auf.

Die Bezeichnung und den Anwendungsbereich legen die DIN 18180 und DIN EN 520 fest.

BEZEICHNUNGEN NACH DIN 18180, DIN EN 520

| | Kurzbezeichnung nach | |
|----------------------------------|----------------------|------------|
| | DIN 18180 | DIN EN 520 |
| Bauplatten | GKB | Typ A |
| Feuerschutzplatten | GKF | Typ DF |
| Bauplatten – imprägniert | GKBI | Typ H2 |
| Feuerschutzplatten – imprägniert | GKFI | Typ DFH2 |
| Putzträgerplatten | GKP | Typ P |

Beplankungen aus lehmgebundenen Plattenwerkstoffen

Lehmbauplatten sind geformte Baustoffe aus ungebranntem Lehm mit oder ohne Zuschläge. Sie sind grundsätzlich dadurch gekennzeichnet, dass sie durch Austrocknen fest und bei Feuchtigkeitsaufnahme wieder weicher werden. Durch die Zugabe von mineralischen oder pflanzlichen Zuschlägen kann die Trockenschwindung und Rissbildung verringert, die Zug-, Druck- bzw. Abriebfestigkeit erhöht oder die Wasserempfindlichkeit herabgesetzt werden.

Üblicherweise werden die Platten durch die Zugabe von Strohfasern oder Sägespänen verstärkt. Eine Armierung erfolgt bei dünnen Platten über Schilfrohmatten. Lehmplatten ab einer Stärke 50 mm sind selbsttragend und erfordern keine Unterkonstruktion. Wegen der genauen Abmessungen von Lehmbauplatten kann die Oberflächenbehandlung aus einer eher dünnen Lehmbeschichtung bestehen. Lehmbauplatten sind aus bauökologischer Sicht eines der besten Beplankungsmaterialien. Die Umweltverträglichkeit, das Feuchteausgleichsverhalten, das Geruchsneutralisierungsvermögen sowie die antistatische Oberfläche zeichnen die Lehmbauplatte im Vergleich zu den anderen Materialien aus. Des Weiteren weist der Baustoff Lehm gegenüber vergleichbaren Baustoffen sehr gute Schirmdämpfungen von hochfrequenten elektromagnetischen Wellen (Handy usw.) auf.

Weitere Beplankungsarten

Magnesitgebundene Holzwolleplatten

Diese aus langfaseriger Holzwolle und gebranntem Magnesium gepressten Platten haben gute Schalldämmungs- (verputzt) bzw. Schallabsorptionseigenschaften (unverputzt) sowie gute Feuchte-Regulierungsfähigkeiten. Sie eignen sich sehr gut als Putzträger.

Strohbauplatten

Strohbauplatten bestehen im Kern aus komprimiertem reinem Stroh, welches durch ein Strangpressverfahren ohne weitere Bindemittel hochfest verdichtet wird. Stroheigene Lignine sorgen dabei für eine dauerhafte Verklebung der Halme untereinander. Ähnlich wie bei den GKB bekommt die Strohplatte ihre Stabilität durch eine Ummantelung aus Recyclingkarton.

OSSB-Platten

Analog zu den aus Holz-Strands hergestellten OSB-Platten bietet die Firma NOVOFIBRE ihre Oriented Structural Straw Boards, kurz OSSB, auf dem Markt an.

Diagonalplatten

Diese aus rein mechanisch mit Schwalbenschwanzverbindungen gefügten Brettern und somit leimfrei und luftdicht erzeugten Platten sind sowohl zur Aussteifung als auch zur reinen Beplankung von Innenwänden einsetzbar.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG VON BEPLANKUNGEN

| Beplankungen | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich |
|--|-----------------------|------------------|
| +++ Vorbildlich | | |
| ++ Befriedigend | | |
| + Standard | | |
| Lehmbauplatten | +++ | +++ |
| Strohbauplatten | +++ | +++ |
| Magnesitgebundene Holzwolleplatten | ++ | +++ |
| OSSB-Platten | ++ | ++ |
| Beplankungen mit statischen Eigenschaften | | |
| Diagonalplatten | +++ | +++ |
| Gipsfaserplatten | ++ | ++ |
| Spanplatten (PU ¹) | ++ | ++ |
| OSB (PU) harzarme Hölzer | ++ | ++ |
| Gipskartonbauplatte, doppelt beplankt | ++ | + |
| Spanplatte (PF ² o. UF ³) | + | ++ |
| OSB (PF o. UF) | + | ++ |
| Furnierschichtholz | + | + |
| Bau-Furniersperrholz | + | + |

Quelle: IQUH

¹ Bindemittel Polyurethan (PU)

² Bindemittel Phenolformaldehydharze (PF)

³ Bindemittel Harnstoff-Formaldehydharze (UF)

Dämmung

Generell gelten bei der Dämmung von Innenwänden die gleichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten wie sie von den Außenwanddämmungen her bekannt sind.

Da es in der Regel nur niedrige Temperaturgefälle zwischen zwei Innenräumen gibt, ist die Gefahr der Kondensatbildung dort geringer einzustufen als bei Außenwänden. Aus diesem Grund sollte bei der Auswahl der verwendeten Materialien für Innenwände mehr auf die Eigenschaften des Schall- und Brandschutzes sowie der Bauökologie Wert gelegt werden.

Weiterführende Informationen zum Thema Dämmstoffe erhält man unter anderem in der FNR-Broschüre „Marktübersicht Dämmstoffe“. Erhältlich auf: <https://mediathek.fnr.de>

Exkurs: Schalldämmung von leichten Innenwänden

Anforderungen an die Schalldämmung werden in der DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau – festgelegt. Folgende Faktoren können die Schalldämmung von leichten Innenwänden beeinflussen:

- Ständerart, Ständerabstand, Schalenabstand
- Einfachständer/Doppelständer
- Dämmmaterial, Ausführungsqualität der Dämmarbeit
- Art der Beplankung, Lagenanzahl der Beplankung
- Anbindung an angrenzende Bauteile (Entkoppelung)

Bei gleicher Ausführungsqualität und gleichen Materialien ist eine gute Steigerung des Schallschutzes durch eine Doppelbeplankung erreichbar. Eine dreifache Beplankung erreicht gegenüber der doppelten nur eine geringe weitere Schallschutzverbesserung. Jedoch wird durch eine Mehrfachbeplankung ein erhöhter Feuerwiderstand erreicht.



Zellulose als Dämmstoff

Um noch bessere Schalldämmwerte zu erreichen, kann man eine Doppelständerwand statt einer Einfachständerwand verwenden. Des Weiteren besitzen verschraubte Beplankungen bessere Schalleigenschaften als solche, die an die Ständer geklammert sind. Besondere Sorgfalt ist bei der Planung und Ausführung der Installationen (Rohre, Steckdosen usw.) anzuwenden. Hier sollten Hohlräume vermieden und mögliche Schallbrücken ausgeschlossen werden. Alle Anschlüsse an angrenzende Bauteile sowie Installationen sind schalltechnisch zu entkoppeln.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG VON DÄMMSTOFFEN

| Dämmstoffe | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich |
|--|-----------------------|------------------|
| +++ <i>Vorbildlich</i> | | |
| ++ <i>Befriedigend</i> | | |
| + <i>Standard</i> | | |
| Hobelspäne | +++ | +++ |
| Hobelspäne mit Lehm | +++ | +++ |
| Holzfaser (lose) | +++ | +++ |
| Wiesengras | +++ | +++ |
| Hanf (lose) | +++ | +++ |
| Seegras | +++ | +++ |
| Kork (unbehandelt) | +++ | ++ |
| Zelluloseflocken unbedruckt | +++ | +++ |
| Zelluloseflocken bedruckt | ++ | +++ |
| Holzwoleplatten, Holzwole-Akustikplatten | ++ | +++ |
| Holzfaserdämmplatten | ++ | +++ |
| Zelluloseplatten | ++ | +++ |
| Backkork | ++ | ++ |
| Schafwolle mit Mottenschutz | + | +++ |
| Korkschrot (expandiert) | ++ | ++ |
| Korkplatte | ++ | ++ |
| Mineralwolle Matte/Platten/Flocken | ++ | + |
| Expandiertes Polystyrol | + | + |
| Polyurethan-Dämmstoffe | + | + |

Quelle: IQUH

Innenwände in massiver Ausführung

Massive Innenwände überzeugen in erster Linie durch ihr hohes Gewicht und einen monolithischen Aufbau. Sowohl die Bauherrschaft als auch die Planer denken dabei vorwiegend an Mauerwerk oder Beton. Vor allem die Kriterien statische Belastbarkeit, Schalldämmung und Wärmespeichervermögen stehen im Vordergrund, wenn die Wahl auf Massivwände fällt. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit gewinnen Massivwände aus Brettsperrholz immer mehr an Bedeutung. Die Konstruktionen aus Holz in Verbindung mit

Lehm sind seit Jahrhunderten bewährt. Nachdem der Baustoff Lehm für Jahrzehnte aus dem Blickfeld der Bautechniker geraten war, wurde er nun auch für die Renovierung und den Neubau aufgrund seiner hervorragenden bauökologischen Eigenschaften wiederentdeckt.

Holzmassivbauweise

Brettsperrholz (BSP)

Im modernen Ingenieurholzbau werden vermehrt verleimte Brettsperrhölzer (3- oder 5-lagig) als Innenwandelemente eingesetzt. Diese können sowohl ohne jegliche Oberflächenbehandlung als Sichtwände verwendet werden als auch je nach Bedarf mit den üblichen Oberflächenbeschichtungen versehen werden. Des Weiteren ermöglichen moderne Produktionsverfahren ein hohes Maß an Vorfertigung, sodass Aussparungen für Installationen werksseitig schon in das Bauteil eingräst werden können. Neben den verleimten Varianten werden auf dem Markt auch genagelte oder gedübelte Varianten angeboten.

Brettschichtholz (BSH)

Einzelne Bretter aus Nadelholz werden faserparallel zu Querschnitten unterschiedlicher Dimensionen verleimt. Brettschichtholz-Elemente können als tragende Bauteile in den Bereichen Dach, Decke und Wand eingesetzt werden. So ist es möglich, den Rohbau eines kompletten Hauses in massiver Brettschichtholzbauweise zu erstellen.

Brettstapelholz

Brettstapelholz-Elemente sind hochkant gestellte Bretter, die mit Holzdübeln, Nägeln oder Schwalbenschwanzverbindungen fortlaufend miteinander verbunden sind. Durch die „Auffädelerung“ der Bretter mit Dübeln erfährt die Brettstapelwand nur geringste Maßänderungen durch Feuchteänderungen. Aus statischen Gründen kann eine zusätzliche Beplankung nötig werden.

Die große Holzmasse macht sich auch beim Schallschutz positiv bemerkbar. Unbekleidete Brettstapelholz-Elemente erfüllen bei ausreichender Bemessung in der Regel den Brandschutznachweis F 30-B. Brandwiderstandsdauern von F 60-B und F 90-B lassen sich durch die Verwendung von verkleideten Elementen erreichen.

Lehmwände

Einerseits zur Klimaverbesserung hinsichtlich Raumluftfeuchte und Wärmespeichervermögen der umgebenden Innenwand und andererseits wegen des Schallschutzes und der elektromogabschirmenden Eigenschaften hält Lehm auch im modernen Holzbau seinen Einzug.

Seit Jahrhunderten bilden die Werkstoffe Holz und Lehm eine ideale Verbindung im Hausbau. Lehm besitzt holzkonservierende Eigenschaften. Seine Verwendung aus der Baugrube erfordert einige Erfahrung bei der Abschätzung der Qualität. Deshalb werden heute einheitliche Qualitäten in entsprechenden Gebinden (z. B. Big Packs) angeboten.



Wandheizschleifen werden mit Lehm eingeputzt



Verfestigen von Stampflehm

Innenwände aus Stampflehm

Massive Wände aus Stampflehm finden sowohl im Neubau wie auch in der Sanierung ihre Anwendung. Hierfür wird der erdfeuchte Lehm Lage für Lage in eine Schalung (Holz oder Metall) geschichtet und mechanisch verdichtet. Obwohl Stampflehmwände auch statische Aufgaben übernehmen können, werden sie häufig aufgrund ihres vergleichsweise hohen Preises aus ästhetischen Gründen eingesetzt. Eine Lastabtragung kann erst nach vollständiger Austrocknung des Lehms erfolgen.

Innenwände aus Wellerlehm

Innenwände aus Wellerlehm kommen in unseren Breiten heute fast nur noch in der Sanierung von Wellerlehmbauten zur Anwendung. Wellerlehm unterscheidet sich vom Stampflehm durch seinen höheren Anteil an Stroh. Bei der Errichtung der Wand wird zudem keine Schalung benötigt. Stattdessen wird er schichtweise aufgebracht und dann an den Seiten glatt abgestochen, um eine glatte Wandoberfläche zu erhalten.

Innenwände aus Lehmsteinen

Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften in den Bereichen Feuchteausgleich, Wärmespeicherkapazität, Schallschutz und Elektromogabschirmung werden Lehmsteine heute vorwiegend für den Bau von Innenwänden eingesetzt.

Für den Einsatz als tragende Wand sind Lehmsteine der Druckfestigkeitsklasse 2 (DIN 18945) zu verwenden und entsprechend den statischen Anforderungen zu bemessen.

Aufgrund der Feuchteempfindlichkeit dürfen Lehmsteine der Anwendungsklassen II und III nach DIN 18945 nicht für tragende Innenwände verwendet werden.

Innenwände aus Leichtlehmsteinen

Leichtlehmsteine werden mit gehäckseltem Stroh, Hanf oder Miscanthus (Chinaschilf) als Zuschlagstoffe hergestellt. Hierdurch wird ein relativ geringes Raumgewicht erreicht, weshalb große Steinformate problemlos vom Handwerker verarbeitet werden können.

Innenwände im Fachwerkbau

Die klassische Fachwerkwand mit Lehmausfachung spielt im Neubau eine untergeordnete Rolle. Bei der Altbausanierung hingegen kommen die unterschiedlichsten Techniken bei der Ausfachung zum Einsatz. Bei einer der ältesten Techniken werden in die Gefache Holzstaken mit Weidengeflecht eingebracht und die Zwischenräume dann durch Bewurf mit Strohlehm ausgefüllt.

Eine weitere althergebrachte Technik ist das Ausfüllen der Gefache mit gemauerten Lehmsteinen. Hierbei können aufgrund von Quell- und Schwindprozessen des Holzes der Gefache und des Lehmmauermörtels Fugen zwischen Holz und Lehmmauer entstehen. Ähnliches gilt beim Füllen der Gefache mit Stroh- oder Leichtlehm. Die durch die Trocknung entstehenden Hohlräume müssen durch erneutes Ausstopfen mit demselben Material gefüllt werden. Es ist besonders wichtig, dass die Füllung nach ihrer vollständigen Austrocknung ohne zu wackeln in dem Gefache festsetzt.

Weitere massive Innenwände

Neben den schon erwähnten Innenwandssystemen gibt es noch weitere Möglichkeiten, mit natürlichen Baustoffen massive Innenwände herzustellen.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG VON MATERIALIEN FÜR MASSIVE INNENWÄNDE

| Materialien für massive Innenwände | | |
|------------------------------------|-----------------------|------------------|
| | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich |
| +++ Vorbildlich | | |
| ++ Befriedigend | | |
| + Standard | | |
| Stampflehm | +++ | +++ |
| Wellerlehm | +++ | +++ |
| Lehmsteine | +++ | +++ |
| Leichtlehmsteine | +++ | +++ |
| Brettstapelholz | +++ | +++ |
| Magnesitgebundene Holzwolleplatte | +++ | ++ |
| Schilfrohwand (Hiss Reet) | +++ | ++ |
| Strohplatten (Karpfos®) | +++ | ++ |
| Brettsperrholz | ++ | +++ |
| Kalksandstein | ++ | ++ |
| Porenbeton | + | + |

Quelle: IQUH

Es existieren auf dem Markt weitere massive (monolithische, das heißt materialdurchgängige) Innenwandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen.

Monolithisches Trennwandsystem:

- aus magnesitgebundenen Holzwoleplatten (Heraklith BM)
- aus hochverdichtetem, stranggepresstem Stroh in einem festen Mantel aus Pappe (Karpfos®-Wand)
- aus Schilfdämmplatten (Hiss Reet Wand)

Wandoberflächen im Innenausbau

Die Lunge des Innenraums – das sind die Wand- und Deckenoberflächen. Damit diese richtig „atmen“ können, muss das System feuchtevariabel und kapillaraktiv sein. Erfahrungsgemäß besitzen nachwachsende (z. B. Zellulose) und mineralische (z. B. Lehm, Kalk) Rohstoffe hierfür die besten Voraussetzungen.

Feuchteverhalten von Baustoffen

Je schneller ein Baustoff Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann – ohne dabei Staunässe zu bilden – desto besser. In modernen Bädern mit Naturputzen beschlagen die Spiegel nach dem Duschen nicht mehr. Die Feuchtigkeit wird sofort zwischengepuffert – was nicht bedeutet, dass man nicht mehr lüften muss.

Die Tabelle zum Feuchtegehalt von Baustoffen verdeutlicht, wie verschiedene Materialien sich bei Feuchteveränderungen verhalten. Mit der Ausgleichsfeuchte ist der Feuchtegehalt eines Stoffes gemeint, den er „automatisch“ bei definierten klimatischen Umgebungsbedingungen annimmt. Beispielsweise wenn ein trockenes Stück Holz in einen feuchten Raum gelegt wird. Nach einer festgelegten Zeit wird der Feuchtegehalt im Holz gemessen. Damit kann die Geschwindigkeit und Aufnahmekapazität der Baustoffe ermittelt werden.

Bei den Berechnungen zeigen sich Holz und Kalkputz von ihrer besten Seite und nehmen problemlos hohe Mengen überschüssiger Luftfeuchte auf. Reine Lehmputze besitzen ebenso ein sehr gutes Feuchtesausgleichsverhalten.

Die Werte variieren je nach Zusammensetzung und Reinheit der Materialien. Wandbeschichtungen sollten keine Hilfsstoffe enthalten, die den freien Feuchtetransport in den Kapillaren und Poren behindern würden.

Untergründe und Haftung

Mauerwerk, Holzweichfaserplatten, Schilfrohr, Lehmplatten, Porenbeton, Holz – je nach Bauteilaufbau sind andere Gegebenheiten für die nachfolgenden Oberflächen zu beachten. Die häufigsten Problemstellungen liegen bei der Haftung, dem Saugverhalten und den Bewegungen des Untergrundes. Im Neubau gibt es hierfür Herstellerangaben und eindeutig definierte Materialien.

FEUCHTEGEHALT VON BAUSTOFFEN

| Bezeichnung | Zustand | Ziegel in kg H ₂ O/m ³ | Kalkputz in kg H ₂ O/m ³ | Gipsputz in kg H ₂ O/m ³ | Eiche in kg H ₂ O/m ³ |
|----------------------------------|---|---|---|---|--|
| Vollständige Sättigung | Ursache für eine Übersättigung durch die Einwirkung von Wasser im Zeitraum von mehreren Tagen oder Wochen | 240 | 300 | 305 | 730 |
| Poren-/Fasersättigung | Ursache für eine kapillare Sättigung ist hier eine direkte Befeuchtung mit Wasser oder eine extreme und langanhaltende Luftfeuchte > 90 % an der Oberfläche | 190 | 250 | 264 | 600 |
| Kapillarsättigung | erhöhte Materialfeuchte Ursache kann eine kurzzeitige direkte Befeuchtung mit Wasser oder eine Raumlufteuchte < 90 % r. L. an der Bauteiloberfläche sein | 60 | 100 | 3,5 | 100 |
| Ausgleichsfeuchte bei 80 % r. L. | erhöhte Raumlufteuchte < 80 % r. L. an der Bauteiloberfläche | 18 | 30 | 1,8 | 30 |
| Ausgleichsfeuchte bei 50 % r. L. | Raumlufteuchte ca. 50 % r. L. an der Bauteiloberfläche (r. L. = relative Luftfeuchte) | 5 | 20 | 1 | 20 |

Quelle: Dipl.-Ing. U. Gronau, 2006, Simulationsgestützte Feuchteuntersuchungen DBU-Projekt – Beseitigung spezieller Löschswassereinflüsse an der Herzogin-Anna-Amalia-Bibliothek in Weimar, Seite 3 Tabelle1, URL: http://www.building-physics.net/webfm_send/335, Zugriff am 18.05.2016)

Im Altbau dagegen finden sich nicht selten 7 Materialschichten übereinander und keiner kann sich entsinnen, welche Wandfarbe oder welcher Putz verwendet wurde. Hier sollte der Untergrund bis auf eine saugfähige Schicht freigelegt werden.

Sind Voranstriche und Spachtelungen nötig, empfiehlt es sich, auf wasserabweisende und erdölbasierte Verbindungen weitgehend zu verzichten, da dadurch die wichtigen Kapillaren der Wände/Decken verschlossen werden könnten. Als Alternative sind Haftgrundierungen basierend auf pflanzlichen und mineralischen Stoffen, z. B. auf Silikat- oder Pflanzenölbasis, eine gute Wahl. Mit dieser Untergrundvorbereitung können nachfolgende Putz- oder Farbschichten ihr volles Potenzial für ein gutes Raumklima entfalten.

Bei Tapeten sind Kleister aus Methylcellulose bzw. Stärke zu empfehlen. Kunstharze und Fungizide sind für den normalen Gebrauch nicht notwendig.

Putze

Meister des Raumklimas – so werden Stuckateure, Gipser und Maler auch genannt. Sie bringen tonnenweise Putze in Immobilien und beeinflussen damit die Gesundheit von Millionen von Menschen.

Je nach Hauptbindemittel lassen sie sich im Wesentlichen in folgende Kategorien unterteilen:

- Kalk
- Gips
- Lehm
- Zement
- Kunstharz
- Silikat

Es gibt auch Kombinationen untereinander, z. B. Kalk-Zement-Putz.

Die Tabelle zur bauökologischen Einschätzung von Innenputzen zeigt relevante Parameter für ein gutes Innenraumklima in Kombination mit der Umweltverträglichkeit.

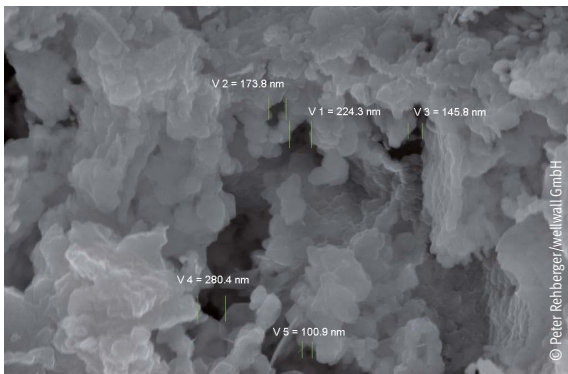
Die Einschätzungen aus praktischen Erfahrungen und Informationen des Kompetenzzentrums technischer Umweltschutz dienen als Vororientierung und können je nach Zusammensetzung der Inhaltsstoffe abweichen. Wenn z. B. Hydrophobierungsmittel, Pigmente, Farbstoffe und/oder Haftvermittler eingesetzt werden, können raumklimatische Faktoren sich verschlechtern. Die Umweltverträglichkeit sollte immer von der Herstellung bis zur Entsorgung betrachtet werden.

Bei den Putzen ist der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen generell gering. Im Sinne der Nachhaltigkeit sind mineralische Rohstoffe den fossilen Rohstoffen vorzuziehen.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG – INNENPUTZE, EINGETEILT NACH BINDEMittel

| Materialien für massive Innenwände | | | | | |
|--|-----------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------|
| | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich | Schimmelwidrigkeit | Geruchsneutralisierung | Antistatik |
| +++ Vorbildlich ++ Befriedigend + Standard | | | | | |
| Kalkputz <i>rein mineralisch</i> | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Kalkputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ |
| Lehmputz <i>rein mineralisch</i> | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Lehmputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Silikatputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ |
| Zementputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Gipsputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | ++ | + | + | + | ++ |
| Kunstharzputz <i>mit Kunststoffanteilen</i> | + | + | + | + | + |

Quelle: IQUH



REM-Aufnahme eines Sumpfkalkputzes

Kalkputze

Bereits vor 14.000 Jahren wurde Kalk als Mörtel eingesetzt. Heute nimmt die Beliebtheit nicht ohne Grund wieder stetig zu, denn Kalk und insbesondere Sumpfkalk hat besonders wertvolle Eigenschaften, wie in der Tabelle (Seite 52) beschrieben.

Messungen haben zudem gezeigt, dass rein mineralische Kalkputze sogar flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Kohlendioxid (CO₂) in der Raumluft reduzieren können.

Die positiven Wirkungen werden maßgeblich durch die Ausbildung einer großen inneren Oberfläche bestimmt. Die Aufnahme des Rasterelektronenmikroskops (REM) zeigt das Innenleben eines volldeklarierten Sumpfkalkputzes.

Neben den Inhaltsstoffen ist bei einer Kalkputzoberfläche die Verarbeitung entscheidend für das Ergebnis. Wichtig ist eine gute Einschätzung des vorhandenen Untergrundes und das Wassermanagement (vornässen, feucht halten), damit sich die sogenannten Kalkkristalle bilden können. Sie sind verantwortlich für die Verankerung mit dem Untergrund, der inneren Oberfläche und einer perfekten Oberfläche ohne Stauben, Kreiden oder Reißen.

Eine gute Kalkputzrezeptur ist immer noch eine Kunst und Voraussetzung für optimale raumklimatische Eigenschaften. Die Marktbedingungen für DIY-Kunden (DIY = Do it yourself) haben allerdings dazu geführt, dass immer mehr verarbeitungsfördernde Bestandteile hinzugefügt werden. Daher ist es wichtig, die Inhaltsstoffe zu prüfen und eine Volldeklaration vom Hersteller zu verlangen.

Gipsputze

Als Basis für Gipsputze dient Naturgips oder REA-Gips. REA steht für Rauchgasentschwefelungsanlagen, das heißt, dieser Gips entsteht zum Teil als Nebenprodukt von Kohlekraftwerken. Die Naturgipsreserven sind begrenzt und die Möglichkeiten für die zukünftige Versorgung mit REA-Gips lassen sich nicht prognostizieren.

Gipsputze finden besonders Anwendung in normalen Wohnräumen und sind für Nassräume nicht geeignet. Sie besitzen einen neutralen pH-Wert und haben eine verminderte Feuchteausgleichswirkung.

Lehmputze

Seit Jahrtausenden wird mit Lehm verputzt. Sowohl im Fachwerkbau als auch im Innenausbau erlebt er eine Renaissance.

Lehm ist besonders gut geeignet, Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben. Er ist daher auch für Innendämmungen geeignet, für die keine Wasserdampfbremsen notwendig sind. Er besitzt ein hohes Wärmespeichervermögen, wodurch er optimal für Grundöfen und Wandheizungen geeignet ist.

Im Gegensatz zu Zement-, Kalk- und Gipsputzen trocknen reine Lehmputze nur durch die Abgabe von Wasserdampf. Wird Wasser erneut zugegeben, kann Lehm wieder plastisch (also verformbar) gemacht werden. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden. Die Eigenschaft erleichtert die Verarbeitung und macht den Lehm besonders nachhaltig.

Enthaltene Tonminerale haben die Eigenschaft, Schadstoffe und Gerüche anzulagern bzw. zu puffern. Je größer die Schichtdicke, desto größer der Effekt.

Zementputze

Zementputze zeichnen sich durch eine gute Druckfestigkeit aus, nehmen dafür aber nicht so gut Mauerwerksspannungen auf. Sie sind besonders geeignet für Sockelbereiche, Kellerwandaußenputze, Putzflächen mit hoher mechanischer Beanspruchung. Die Rohstoffe Kalkstein, Ton und Kalkmergel werden im Tagebau gefördert und sind (noch) in ausreichendem Maße verfügbar.

Zementputze wirken je nach Zusatzstoffen auch feuchteausgleichend, allerdings weniger als Kalk- und Lehmputze.

Kunstharzputze

Als Bindemittel für Kunstharzputze werden wässrige Dispersionen eingesetzt, meist Acrylatharze sowie Vinylacetat. Der Anteil im Putz beträgt ca. 4,5–8 %. Der Energieeinsatz für die Herstellung der Kunstharzputze und die Umweltbelastung sind vergleichsweise hoch. Durch ihre geringe Feuchteausgleichswirkung sind sie für ein gutes Innenraumklima weniger empfehlenswert.

Silikatputze

Über 1.100 °C, Quarzsand, Kaliumcarbonat und Kohle – heraus kommt eine sirupartige Lösung – das Kaliwasserglas (Kaliumsilikat). Wassergläser sind mit dem echten Glas verwandt, aber wie der Name andeutet wasserlöslich. Beim Verputzen verdunstet das Wasser und das Wasserglas ver-

wandelt sich in eine unlösliche Kieselsäurestruktur, die sehr beständig und säurestabil ist. Für die bessere Haftung, Verarbeitung und Elastizität werden in der Regel ca. 5 % Kunststoffdispersionen zugesetzt.

Silikatputze sind wasserabweisend, Wasserdampf kann aber durch die Beschichtung wandern. Durch den alkalischen pH-Wert sind Silikatputze schimmelwidrig.

Bei der Produktauswahl sollten Silikatputze mit geringeren Anteilen an Kunststoffdispersionen und einer Volldeklaration bevorzugt werden.

Sanierungsputze

Bei Brandgerüchen, Geruchsmängeln, Schimmel- und Feuchteschäden eignen sich rein mineralische Kalkputze besonders gut.

Weitere Sanierungsputze

Wärmedämmputze enthalten Leichtzuschlagstoffe wie Perlite, Styropor und Glasgranulat und eignen sich besonders, um Oberflächentemperaturen zu erhöhen und damit Schimmel zu verhindern. Die mineralischen Perlite und Glasgranulate sind umweltverträglicher und dem Styropor vorzuziehen.

Im Gegensatz zu Sanierungsplatten sind Hohlräume und Fugen ausgeschlossen und daher besonders empfehlenswert bei ungewöhnlichen Raumgeometrien (z.B. Rundungen) und unebenen Wänden. Der Putz sollte rein mineralisch und alkalisch (pH-Wert > 11) sein.

Entfeuchtungsputze eignen sich für die Trocknung von nasen und salzbelasteten Wänden infolge von Undichtigkeiten oder Wasserschäden mit kapillar aufsteigender, eindringender Feuchte im Mauerwerk.

Als traditionelles handwerkliches Verfahren im Denkmalschutz kommen **Opferputze** bei der Entsalzung von Mauerwerken zum Einsatz. Sobald der Putz keine Salze mehr aufnimmt, wird er abgetragen (geopfert) und ggf. durch einen neuen ersetzt.

Spezialputze

Zellulose-Spritzputze

Als ursprünglich nachwachsender oder auch recycelter Rohstoff eignet sich Zellulose ideal für die nachhaltige Beschichtung von Innenwänden.

Durch die dreidimensionale Struktur schluckt dieser Putz Schall und verbessert dadurch die Akustik. Seine hohe Feuchteausgleichswirkung und guten Dämmeigenschaften tragen zu einem guten Raumklima bei und beugen der Schimmelbildung vor.

Sollten Verschmutzungen durchschlagen, ist eine Untergrundbehandlung mit einem natürlichen Absperrgrund empfehlenswert.

Roll- und Streichputze

Roll- und Streichputze sind eine Zwischenlösung zwischen Putz und Farbe. Sie lassen sich durch Bürsten, Streichen oder Rollen sehr einfach und schnell verarbeiten. Sie unterscheiden sich durch den Bindemittelzusatz, z.B. Baum- oder Pflanzenharze, und durch die verwendeten Grundsubstanzen. Eine Einfärbung geschieht in der Regel durch fertig gemischte Farbkonzentrate oder durch das Einbringen von angerührten trockenen Farbpigmenten. Auch hier gilt wieder: Ein hoher Anteil an nachwachsenden und mineralischen Inhaltsstoffen ist für ein optimales Raumklima zu bevorzugen.

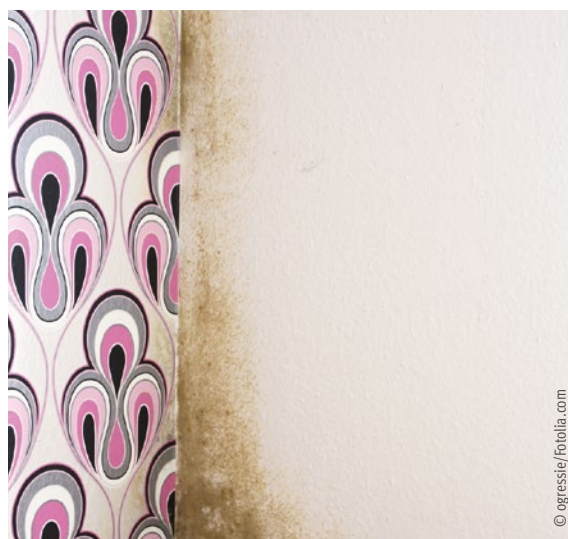
Abschirmputz und -gewebe

Um Elektrosmog im Innenraum zu reduzieren, können Metallgewebe oder Metallspäne in Putze integriert werden. Die reduzierende Wirkung sollte durch einen Messtechniker mit einer Vorher-/Nachher-Messung geprüft werden.

Tapeten

In Innenräumen sind Tapeten und insbesondere Raufasertapeten immer noch sehr beliebt. Leichte Unebenheiten können damit verdeckt und kleine Risse kaschiert werden. Optisch sind viele Sonderwünsche möglich – gedruckte Fotos, Strukturen, Muster, Fasern – die Auswahl ist riesig.

Die wenigsten Tapeten sind allerdings volldeklariert oder besitzen genaue Angaben, wie diese sich bei Feuchtigkeitsschwankungen verhalten. Haben Tapeten feuchtesperrende Oberflächen oder Kleber, kann die Diffusion von Wasserdampf behindert werden. Die anfallende Feuchte kann hinter Tapeten ganze Wandflächen befallen und so ein idealer Nährboden für Schimmel und Bakterien sein.



Schimmelschaden hinter einer Tapete



Verschiedene Arten von Tapeten stehen dem Verbraucher zur Verfügung

Die wesentlichen Tapetenarten sind in den nachfolgenden Ausführungen genauer beschrieben.

Vliestapeten

Seit Mitte der 90er-Jahre gewinnt die Vliestapete zunehmend Marktanteile. Der wesentliche Unterschied zu den anderen Tapetenarten liegt im Trägermaterial – einer Kombination aus Zellstoff- und Textilfasern. Daneben enthalten sie Polyesterfasern und synthetische Bindemittel. Je nach Hersteller werden auch aufgeschäumte Kunststoffmassen eingesetzt, die Weichmacher und andere schwerflüchtige Verbindungen abgeben können.

Im Gegensatz zu Papiertapeten müssen Vliestapeten nicht eingeweicht werden, sondern können direkt auf die eingeleistete Wand aufgebracht werden.

Vliestapeten besitzen in der Regel eine geringe Feuchteausgleichswirkung und sind daher nur bedingt zu empfehlen. Je nach Inhaltsstoffen ist die Herstellung und Entsorgung belastend für die Umwelt.

Papiertapeten

Papiertapeten können aus mehreren Schichten bestehen und haben oft einen hohen Anteil an Recyclingpapier.

Der bekannteste Vertreter ist die Raufasertapete. Sie besitzt drei Papierschichten, in die strukturbildende Holzfasern eingearbeitet wurden. Um die Nassreißfestigkeit zu erhöhen, sind oft Kunstharze zugesetzt.

Als Anstrich eignen sich volldeklarierte Wandfarben wie z. B. Naturharzdispersionsfarben, Lehm-, Kalk- oder Silikatfarben. Generell gilt: Je öfter die Tapete gestrichen wird, desto mehr wird die Feuchteausgleichswirkung eingeschränkt.

Im Markt werden auch bedruckte oder mit Kunststoff beschichtete Varianten angeboten. Die Inhaltsstoffe der Druckfarben und Beschichtungen sind allerdings unbekannt. Sie reduzieren sehr wahrscheinlich den Feuchtetransport in der Wandoberfläche und geben möglicherweise Schadstoffe an die Raumluft ab.

Textiltapeten

Textiltapeten bestehen aus auf Papier aufgeklebten Natur- oder Synthefasern. Als Synthefaser wird hauptsächlich Polyacrylnitril verwendet. Bei den Naturfasern handelt es sich um Wolle, Seide, Sisal, Baumwolle, Leinen oder Jute. Um eine höhere Reißfestigkeit zu erreichen, werden bei einigen Produkten Urethanharze eingesetzt. Bei diesen Tapeten besteht die Gefahr, dass Isocyanate abgespalten und in die Raumluft abgegeben werden. Wollfasern können mit Formaldehyd als Faserschutz und mit Mottenschutzmitteln versehen sein.

Gewebe- und Kettfadentapeten gehören auch zur Gruppe der Textiltapeten und werden in der Regel mit Dispersionskleber verklebt oder durch Einbetten in geschmolzenes Polyethylen hergestellt. Sie gelten als bauökologisch problematisch.

Naturwerkstofftapeten

Gras, Blätter, Sand oder auch Bambus sorgen für Naturoptik an der Wand. Als Trägermaterial dient in der Regel Papier. Durch die Oberflächenstruktur wird die Akustik verbessert und unbehandelte Naturmaterialien erhöhen die Feuchteausgleichskapazität.

Beim Kauf sollte abgefragt werden, welche Inhaltsstoffe für die Verklebung verwendet wurden und ob die Produkte frei von Bioziden sind. Strukturierte Naturwerkstofftapeten können auch Staubsammler sein. Daher sind in Schlaf- und Kinderzimmern eher glatte Tapeten zu empfehlen.

Vinyltapeten und Kunststoffwandbekleidungen

Dreidimensional gestaltete Wandbekleidungen aus expandiertem Kunststoff sind strapazierfähig und scheuerbeständig. Vinyl-Kunstwandbekleidungen werden aus Weichschäumen aus Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyurethan (PU) zusammen mit Papierträger, Damast, Gewebe, Glasfaser und Kunststoffanteilen hergestellt.

Vinyltapeten besitzen schlechte elektrostatische Eigenschaften (erhöhen das Staubaufkommen in der Luft) und sind kaum diffusionsfähig. Dadurch kann sich durch Wärmebrücken hinter der Tapete Kondenswasser und Schimmel bilden. Vinyltapeten können Weichmacher und Flammschutzmittel enthalten. Im Brandfall entstehen bei Vinyltapeten aus Polyvinylchlorid (PVC) stark ätzende Gase (Salzsäure) sowie schädliche Dioxine und Furane. Vinyltapeten sind wegen ihrer umweltbelastenden Produktlebenslinie und ihres negativen Einflusses auf das Raumklima sehr problematisch.

Flüssigtapeten

Ein Zwitter aus Tapete und Putz ist die sogenannte Flüssigtapete. Sie besteht in der Regel aus Textilien wie Baumwolle, Seide, Zellulose und wird mit einer Glättkelle aufgezogen. Sie ist schallisierend, leicht wärmedämmend, ausbesserungsfähig, antistatisch und besitzt eine gute Feuchteausgleichswirkung.

Der Hersteller sollte seine Rohstoffe regelmäßig auf Pestizide testen. Es lohnt sich auch die Frage nach den Inhaltsstoffen der Grundierung.

Sondertapeten

In diese Kategorie fallen Abschirmtapeten mit eingearbeiteten Metallgitterstrukturen, die einen gewissen Schutz vor Elektromog garantieren.

Ebenfalls zu den Sondertapeten zählen die Absperrtapeten aus Aluminium gegen Schadstoffe, die aus Baumaterialien ausgasen (Formaldehyd, Holzschutzmittel usw.).

Dämmtapeten bestehen aus der sichtbaren Vorderseite und einem Styropor-Dämmschichtaufbau auf dem Rücken.

Tapetenauswahl

Als Entscheidungskriterien bei Tapeten gelten hinsichtlich optimaler Feuchteausgleichswirkung, Umweltverträglichkeit und Antistatik:

- Je weniger Schichten, desto besser.
- Je größer der Gehalt an nachwachsenden Rohstoffen, desto besser.
- Je mehr feuchtigkeitsbremsende Stoffe zum Einsatz kommen, desto schlechter für das Raumklima.
- Je transparenter der Hersteller die Inhaltsstoffe angibt, desto mehr Sicherheit bei der Produktauswahl.

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick zu den üblichen Produktgruppen und deren Verhalten hinsichtlich Raumklima und Umweltverträglichkeit.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG VON TAPETEN

| Produktgruppe | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich | Antistatik |
|---|-----------------------|------------------|------------|
| +++ Vorbildlich ++ Befriedigend + Standard | | | |
| Flüssigtapeten aus nachwachsenden Rohstoffen | +++ | +++ | +++ |
| Papier-, Raufaser-, Textil-, Vlies-, Naturwerkstofftapeten mit hohem Kunststoffanteil | ++ | ++ | +++ |
| Papier-, Raufaser-, Textil-, Vlies-, Naturwerkstofftapeten mit hohem Kunststoffanteil | + | + | + |
| Kunststoffwandbekleidungen | + | + | + |

Quelle: IQUH



Immer mehr Möglichkeiten der Innenraumgestaltung

Holzverkleidungen

Holz ist ein idealer nachwachsender Rohstoff für Verkleidungen und besitzt eine sehr gute Feuchteausgleichswirkung, eine geringe Wärmeleitfähigkeit und fühlt sich warm an. Bei der Anwendung von Holz im Innenbereich ist nach einer fachgerechten Verarbeitung weder mit einem Befall von Insekten und Pilzen noch mit einer Schadstoffbelastung zu rechnen. Daher ist nicht unbedingt eine Beschichtung nötig – das ist gut für den Geldbeutel und optimal für das Raumklima.

Verkleidungen aus Vollholz

Vollholz verändert sein Volumen und seine Form beim Trocknen und beim Quellen. Es hat eine optimale kapillare Struktur, die sehr gut Wasserdampf und die darin befindlichen Raumluftschadstoffe aufnehmen kann.

Vollholz ist antistatisch und verhindert unnötiges Feinstaubaufkommen in der Innenraumluft. Es reguliert das Raumklima besser als verklebte Furnierware.

Holzverkleidungen sind wegen der Möglichkeit einer Nachbearbeitung (schleifen, neu ölen oder wachsen), der langen Haltbarkeit und der einfachen Recycle- und Verwertungsfähigkeit ökologisch unschlagbar. Eine Behandlung des Holzes mit problematischen Inhaltsstoffen würde sowohl die Gesundheits- als auch die Umweltverträglichkeit und eine umweltgerechte Entsorgung von Holzbauteilen infrage stellen.



Verkleidungen aus Furnier- und Faserholz

Wenn die Holzdecke nicht aus Massivholz besteht, sondern aus einem mehrschichtigen Aufbau, muss in der Regel mit erdölbasierten Klebstoffen gerechnet werden. Man unterscheidet Schichtholz-, Furnierholz- und Massivholzverkleidungen, deren technische Eigenschaften wie Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Witterung und Schädlinge, Biegefestigkeit, mechanische Beanspruchung, Formbeständigkeit usw. verbessert wurden.

Furnierte Holzspanplatten werden durch eine Verklebung von Holzspänen hergestellt. Es gibt sie als Flachpressplatten mit geschliffener und ungeschliffener Oberfläche oder als unbeschichtete oder mit speziellen Klebstoffen beschichtete Strangpressplatten. Holzfaserverplatten nennt man Pressplatten aus verholzten Fasern mit oder ohne Füllstoffe und mit Bindemittel. Hartfaserplatten haben eine glatte und eine raue Oberfläche und werden oftmals im Dekorations- und Wandverkleidungsbereich verwendet.

Laminierte Dekorpaneele bieten vielfältige Möglichkeiten in der Gestaltung, aber es gibt keine genauen Angaben zu den Inhaltsstoffen. Es wird angenommen, dass die Feuchteausgleichswirkung, die Umweltverträglichkeit und die Antistatik vergleichsweise schlecht abschneiden.

Holzschutzmittel

Holzschutzmittel gehören nicht in den Wohnraum. Sie sind unter normalen Umständen nicht nötig und aus gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten auch nicht ratsam. Giftstoffe gegen Mikroorganismen und Schädlinge, die in Imprägnierungen und Holzstrichen für den Innenbereich enthalten sein können, folgen den fragwürdigsten Anwendungsvorschriften der Vergangenheit und werden teilweise auch heute noch verwendet.

Holzbeschichtungen

Wenn eine farbliche Gestaltung oder eine Aufhellung gewünscht wird, sollte auf Naturfarben mit Volldeklaration (Angabe aller Inhaltsstoffe) zurückgegriffen werden. Folgende Checkliste hilft bei der Produktauswahl:

- Der getrocknete Anstrich sollte nur aus nachwachsenden und mineralischen Rohstoffen bestehen.
- Keine Produkte im Innenbereich verwenden, die für den Außenbereich beworben werden. Vorsicht, Biozide!
- Produkte mit einem auffällig chemischen Geruch sollten vermieden werden.
- Inhaltsstoffe sollten erfragt und im Internet recherchiert werden. Je mehr Informationen zu dem Produkt vorliegen, desto sicherer können Kaufentscheidungen getroffen werden.
- Nanopartikel in Beschichtungen sollten vorsorglich vermieden werden, da deren Gesundheits- und Umweltverträglichkeit noch zu wenig erforscht sind.

Die folgende Tabelle ergänzt die Checkliste mit produktbezogenen Einschätzungen, sortiert nach Holzbeschichtungen.

BAUÖKOLOGISCHE EINSCHÄTZUNG VON BESCHICHTUNGEN FÜR HOLZVERKLEIDUNGEN IM INNENBEREICH

| Beschichtungen für Holzverkleidungen* | | | |
|--|-----------------------|------------------|------------|
| +++ Vorbildlich ++ Befriedigend + Standard | Umweltverträglichkeit | Feuchteausgleich | Antistatik |
| Naturharzlasuren, -beizen | +++ | +++ | +++ |
| Silikatlasuren | ++ | ++ | +++ |
| Kunstharzlasuren | + | + | + |

Quelle: IQUH

* Je nach Zusammensetzung kann es Abweichungen geben. Kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Zukunftsfähiges Bauen mit natürlichen Rohstoffen

In der EU setzt man vermehrt auf nachhaltige Baukonzepte mit Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Holz oder Kalk- und Lehmputze sorgen für ein optimales Raumklima. Die natürlichen Innenwandmaterialien schützen den Nutzer, den Verarbeiter und die Umwelt vor schädlichen Einflüssen in allen Lebensphasen und sie sind maßgeblich an der Schaffung eines gesunden Innenraumklimas beteiligt. Vor allem im Schlaf- und Wohnumfeld, aber auch in Kindergärten, Krankenhäusern, Schulen und am Büroarbeitsplatz sollte auf die raumklimaverbessernden Eigenschaften der Wand- und Deckenflächen geachtet werden.

Optimaler Materialmix für schöne und behagliche Innenräume

Viele moderne abrieb- und wischfeste Farben, Putze und Tapeten sind kaum noch feuchteregulierend. Eine Planung der Oberflächen sollte daher berücksichtigen, dass sich unter raumhygienischen Gesichtspunkten der Luftfeuchtwert bei ca. 50 % einpendeln sollte, dauerhaft aber nicht unter 35 % absinkt oder 70 % nicht übersteigt. Für Neubauvorhaben, aber auch bei Renovierungen, Sanierungen und besonders

bei Restaurierungen ist ein Materialmix mit Baustoffen aus nachwachsenden und mineralischen Rohstoffen bestens geeignet und hat sich über Jahrtausende bewährt. Innendämmungen beispielsweise aus Holzfaser, Schilf oder magnesitgebundenen Holzwolleplatten mit und ohne Wandheizungssysteme lassen sich ideal mit Lehm- oder Kalkputzen beschichten. Werden für (Sprüh-)Tapeten, Putze und Farben synthetische Hilfsstoffe fossilen Ursprungs benötigt, sollten sie deklariert und sparsam eingesetzt werden.

Qualitätsanforderungen meistern

Aufgrund der steigenden Qualitätsanforderungen bei öffentlichen und privaten Ausschreibungen sind Weiterbildungsmaßnahmen (Cradle to Grave) unumgänglich. Gut geschulte Bauexperten sind für das Erreichen der material-, umwelt- und gesundheitsbezogenen Qualitätsziele verantwortlich. Mithilfe von Prüffaktoren wie Umweltverträglichkeit, Feuchteausgleichswirkung, Schimmelwidrigkeit, Geruchsneutralisierung und Antistatik können die mit der Bauherrschaft vereinbarten Qualitätsziele erreicht werden, sodass nach der Endkontrolle die spürbar behaglichen Räume vertragsgemäß übergeben werden können.

Autor: Waldemar Bothe

ERLÄUTERUNGEN

Natur(bau)stoffe sind lt. Art. 3 Nr. 37 der EU-RL 67/548/EWG, Anhang V bzw. REACH-Verordnung 1907/2006 natürlich vorkommende Stoffe, die lediglich manuell, mechanisch oder durch Gravitationskraft, durch Auflösen in Wasser, durch Dampfdestillation oder durch Erhitzung zum Wasserentzug verarbeitet wurden.

DIN EN 15251: Europäische Norm für Raumklimate Faktoren, Parameter für die Wohnbehaglichkeit wie Schadstoffe, Feuchte, Temperatur, Licht und Akustik

Das **CE-Kennzeichen** sichert die Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten in Europa.

Umweltverträglichkeit: Betrifft Primärenergiebedarf, Kohlendioxid, kritisches Luft-, Wasser- und Deponievolumen, toxikologisches- und allergenes Potenzial, Luftbelastung bei der Verarbeitung (und nach Trocknung/Einbau), Ökotoxizität

Feuchteausgleichswirkung (FAW) wird durch die Wasseraktivität (a_w), die relative Gleichgewichtsfeuchte und den Wasserdampfpartialdruck im Baustoff angezeigt. Bestimmend für die FAW sind auch Eigenschaften wie Sorption und Rücktrocknungsgeschwindigkeit, dampfbremsende kapillare und molekulare Eigenschaften, die durch Volldeklaration oder Mikroskopie bestimmt werden können.

Schimmelwidrigkeit von Oberflächen definiert sich durch hohe FAW, hohe Alkalität, geringe/keine organische Inhaltsstoffe in mineralischen Baustoffen.

Unter **Geruchsneutralisierung durch Raumbooberflächen** versteht man die kapillare Aufnahme von geruchsauffälligen Luftbestandteilen wie Schadgasen, Dunst und Raumluftsäuren.

Antistatik erzeugt keine/kaum elektrostatische Aufladungen auf Raumbooberflächen, die zu unerwünschten Anziehungs- oder Abstoßungseffekten der Luftbestandteile führen. Besonders kunststoffhaltige Materialien mit einem hohen elektrischen Widerstand haben geringe antistatische Wirkung im Gegensatz zu Naturmaterialien.

Cradle to Grave = von der Wiege bis zur Bahre (Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung, Entsorgung)

5 INNENRAUMKLIMA UND WOHN GESUNDHEIT

Schadstoffbelastungen in Innenräumen

In den letzten Jahrzehnten mehrten sich die Fälle gesundheitsgefährdender Innenraumbelastungen in einem besorgniserregenden Ausmaß. Die damit verbundenen Erkrankungen, bekannt auch unter dem Namen „Sick-Building-Syndrom“, wurden und werden unter anderem ausgelöst durch bekannte Schadstoffe wie

- chemische Holzschutzmittel wie ehemals PCP, Lindan, neuerdings auch Propiconazol und andere,
- PCB- und Bitumen-haltige Dichtmassen und Kleber,
- PAK- und Asbest-haltige Bauprodukte,
- Lösemittel aller Art und
- Schimmelbelastungen.

Derzeit leider noch immer zu wenig im Fokus der Verantwortlichen sind mögliche Belastungen auch durch Schwermetalle, Weichmacher, Flammenschutzmittel und andere oftmals stark hormonell oder allergen wirkende Stoffe.

Die Zunahme von Allergien und Umwelterkrankungen bis hin zu multipler Chemikaliensensitivität sind in zahlreichen Fällen unter anderem auf solche Innenraumbelastungen (neben allgemeinen Umweltbelastungen, Schadstoffen in Nahrungsmitteln, Textilien und vielem mehr) zurückzuführen. So konnte in einer mehrjährigen Studie der Zusammenhang zwischen Lösemittelbelastungen während der Schwangerschaft und wesentlich erhöhter Allergieanfälligkeit der Kinder in den Folgejahren wissenschaftlich nachgewiesen werden. [5.1]

Schwerpunkt „Wohngesundheit“ im Bauwesen

Nicht nur Allergiker und junge Familien mit erhöhtem Gesundheitsbewusstsein, sondern auch öffentliche Auftraggeber haben inzwischen erkannt, dass „Innenraumhygiene“ ein unverzichtbarer Aspekt bei Neubau, Kauf, Sanierung oder Anmietung von Wohnraum und Arbeitsplätzen ist.



Strapazierbare Bodenbeläge aus Naturfasern

Auch viele Baustoffhersteller, Händler, Planer, Bauunternehmer und Handwerker wissen inzwischen, dass Vermeidung von Schadstoffbelastungen und „Wohngesundheit“ nicht nur exzellente Argumente im Marketing darstellen, sondern dass Erstere auch in zahlreichen Landes- und Bundesgesetzen gefordert wird. Gesundheitsgefährdende Belastungen, aber auch unangenehme Geruchsbelastungen über längere Zeit stellen Mängel dar, die für die betreffenden Verursacher (Hersteller, Händler, Verarbeiter) zunehmend ein hohes wirtschaftliches Risiko bedeuten.

Getäuscht werden Verarbeiter und Verbraucher durch oftmals falsche oder unverständliche Marketingaussagen von Herstellern. Bei Bekanntwerden von gesundheitlichen Beeinträchtigungen, verursacht durch derart beworbene Artikel, fühlen sich daher nicht nur viele Endverbraucher extrem verunsichert. So werben beispielsweise noch immer Hersteller mit „formaldehydfreien“ und/oder „schadstofffreien“ Produkten. Besser wäre hier, sofern überhaupt zutreffend, die Bezeichnung „schadstoffarm“, da wirklich nur sehr wenige Produkte wirklich Schadstoff-„frei“ sind. Auch sogenannte „lösemittelfreie“ Farben und Kleber emittieren in sehr vielen Fällen hohe Mengen an Glykolen, die ebenfalls zu gesundheitlichen Belastungen führen können.

Viele Verarbeiter, aber auch Bauherren sind der Meinung, ein „Sicherheitsdatenblatt“ gäbe ausreichende Informationen für eine umfassende gesundheitliche Bewertung. Aus diesem geht allerdings nur hervor, ob und wie viele für diese Datenblätter (!) „kennzeichnungspflichtige“ Stoffe enthalten sind, die vor allem für den Verarbeiter ein gesundheitliches Risiko darstellen. Tatsächlich fehlen aber für den Verbraucher bzw. späteren Gebäudenutzer Aussagen zum Langzeit-Emissionsverhalten dieser Produkte gerade im Hinblick auf viele weitere enthaltene Stoffe und deren mögliche Wechselwirkungen.

Definition Wohngesundheit

Der Begriff Wohngesundheit kennzeichnet einen „Gebäudezustand“ (Zustand von Räumen), der durch Minimierung von schädlichen Einflüssen/Belastungen die bestmöglichen Bedingungen für die Gesundheit der Nutzer schafft und dazu beitragen kann,

- die Gesundheit möglichst zu erhalten,
- Menschen mit besonderen Sensitivitäten gegenüber Umwelteinflüssen optimal eine Reduzierung der Beschwerden zu bieten,
- im Individualfall durch positive Effekte (Licht, Farbe) das Wohlbefinden sogar zu steigern.

Die Summe dieser Eigenschaften wird auch manchmal als „Wohlfühlklima“ bezeichnet.

Gesundheitsschädliche Einflüsse entstehen durch:

- Schimmel (meist ausgelöst durch bauliche Mängel, im Einzelfall aber auch falsches Lüftungsverhalten)
- chemische Belastungen (Schadstoffe, sensibilisierende oder allergenisierende Stoffe, Gerüche)
- Stäube, Fasern (z. B. Mineralfasern, organische Fasern)
- Belastungen durch elektromagnetische Strahlen (z. B. Elektromog)
- biologische Belastungen (z. B. Pollen, Milben)
- Radon und „Radioaktivität“ (z. B. Fliesen, Natursteine)
- Baufeuchte
- Lärm (mangelnder Lärmschutz, Schallbrücken im Gebäude, lärmintensive Geräte)

Positive Einflüsse entstehen durch:

- Licht (richtiges Beleuchtungskonzept) und Farbe

Rechtliche Grundlagen für „Wohngesundheit“

Geregelt wird der Aspekt „Gesundheit“ nicht nur im Bürgerlichen Gesetzbuch (§ 633 Sach- und Rechtsmangel), im Strafgesetzbuch (§ 319 Baugefährdung), sondern vor allem im Produktesicherheitsgesetz (§ 3, Punkt 2 „keine Gefährdung der Gesundheit“), in der EU-Bauprodukteverordnung (Anhang 1, Artikel 3) und in den Landesbauordnungen (z. B. Landesbauordnung Mecklenburg Vorpommern § 13, Schutz gegen schädliche Einflüsse).

Bei rechtlichen Auseinandersetzungen werden aber nicht nur diese Gesetze herangezogen, sondern vor allem auch Empfehlungen des Umweltbundesamtes, in denen festgelegt wird, ab welchen Belastungshöhen Räume nicht mehr als „hygienisch einwandfrei“ bezeichnet werden und ab welchen TVOC-Werten eine Nutzung der Räume nicht mehr vertretbar ist. [5.2]



Schimmelpilzwachstum durch zu viel Feuchtigkeit in der Raumluft, kühle Oberflächen und fehlende Feuchtespeicherfähigkeit

Ursachen für Innenraumbelastungen

Die Ursachen für Innenraumbelastungen können vielfältig sein.

Geringere Luftwechselraten in immer dichter werden Gebäuden

Die begründete Forderung nach CO₂-Reduzierung und somit auch Einsparung von Energiekosten hat bewirkt, dass Gebäude immer „dichter“ gebaut werden – sehr oft, ohne gleichzeitig die erforderlichen technischen Voraussetzungen (Lüftungsanlagen) für eine ausreichende Luftwechselrate zu berücksichtigen. Damit können sich Schadstoffbelastungen summieren und gesundheitsgefährdende Konzentrationen erreichen.

Optimierung von Baustoffen durch chemische Zusätze und Modifikationen

Erhöhte Anforderungen an Bauprodukte ergeben sich im Hinblick auf

- Lebensdauer (z. B. Konservierungsstoffe, Fungizide, Algizide),
- Funktionalität (z. B. Brandschutz mittels oft hormonell wirksamer Flammschutzmittel) und
- Verarbeitbarkeit (z. B. streichfähiger durch Weichmacher; schneller trocknend durch oftmals nicht definierte Additive),
- Wünsche der Verbraucher nach Schmutzabweisung und
- Schadstoffabbau (oftmals mittels Nanotechnologie).

Diese Anforderungen veranlassen die Hersteller, immer neue Chemikalien einzubringen, deren Langzeitwirkungen in vielen Fällen noch in keiner Weise ausreichend erforscht sind.

Aus gesundheitlicher Sicht gilt hier oft: Weniger ist mehr. Altbewährte Naturprodukte vereinen oft viele der heute mit der Chemiekeule gewonnen Eigenschaften – gerade im Bereich der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen oftmals mit zusätzlichen technisch positiven Effekten. Beispiele sind: Schallschutz, sommerlicher Hitzeschutz, natürliche Regulierung der Luftfeuchtigkeit durch gezielte Aufnahme und Abgabe der Raumfeuchte bei Holzweichfaser, Schafwolle und Hanf.

Natürlich gibt es aber auch Bereiche, wo ein verantwortungsbewusster Einsatz von Bauchemie für die Erzielung langlebiger Effekte unverzichtbar ist. Dies gilt vor allem für zahlreiche Bereiche der Bauwerksabdichtung sowohl im Innen- als auch im Außenbereich.

Einsatz von schadstoffbelasteten Recyclingprodukten

Trotz der Sinnhaftigkeit von Recycling ist stets zu überprüfen, ob es durch den Einsatz belasteter Stoffe bei Bauprodukten nicht zu Belastungen der Innenraumluft kommen kann. Eine durchgehende umfassende Wareneingangskontrolle auf Schadstoffe bei Sekundärrohstoffen ist in der Regel kaum realistisch.

Einsatz minderwertiger Bauprodukte aus Kostengründen

In vielen Fällen werden billige Bauprodukte eingesetzt, die nach wie vor auch bedenkliche Inhaltsstoffe aufweisen können und dennoch mangels ausreichender Kontrollmöglichkeiten „zugelassen“ werden. Hier sind Planer, Bauunternehmen und Verbraucher gefordert, entsprechende glaubwürdige Nachweise bezüglich der Eigenaussagen der Hersteller zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit einzufordern. Diverse Gütesiegel (Tabelle Seite 63) sind leider keineswegs immer eine Garantie für ein umfassend schadstoffarmes Produkt.

Kostendruck bei den Bauunternehmen

Der Kostendruck führt sehr oft zu Baumängeln durch unqualifizierte Ausführung bei Neubau sowie vor allem bei mangelhaft geplanten energetischen Gebäudesanierungen (z. B. Wärmebrücken). In der Folge kommt es beispielsweise oft zu Schimmelbelastungen, die bei nicht rechtzeitiger Sanierung auch zu chronischen Krankheiten führen können und die derzeit ein Hauptgesundheitsrisiko in Gebäuden darstellen.

Kostendruck bei Bauherren

Der Kostendruck bewirkt sehr oft, dass Neubauten nicht mehr genug Zeit zum Austrocknen erhalten – eine zu frühe Nutzung bei noch erhöhter Feuchtigkeit im Gebäude kann ebenfalls zur Schimmelbildung führen.

Unwissenheit der Bauakteure

Nach wie vor fehlt vielfach bei der Ausbildung von Bauakteuren (Hersteller, Händler, Planer, Ausführende) eine ausreichende Berücksichtigung des Aspektes Wohngesundheit. Immer wieder mangelt es an Wissen über die Vorteile vieler Naturbaustoffe, über Schadstoffe und Emissionen sowie deren Vermeidung bei Baustoffherstellung, Baustoffberatung, aber auch bei der Verarbeitung.

Ausnahmen bilden hier wenige Fachhochschulen und Universitäten, die unter anderem im Rahmen von Masterkursen nachträglich Wissen zu dieser Thematik vermitteln, zum Beispiel im Masterkurs „Architektur und Umwelt“ der Universität Wismar.

Seit Langem wird von vielen gefordert, dass diese Themen verpflichtend in die Ausbildungspläne von Architekten, Baustoffhändlern und Handwerkern integriert werden.

Sanierungsmaßnahmen im Schadensfall

Bei Schadstoffsanierungen sollten vor allem stets einige Voraussetzungen berücksichtigt werden:

- Grundlage für jede Sanierungsmaßnahme muss eine vorhergehende Schadstoffuntersuchung oder Raumluftprüfung sein, um die Ursachen der Belastungen eindeutig zu identifizieren. Dazu sollten nur qualifizierte Fachleute herangezogen werden. Leider ist beispielsweise der Begriff „Baubiologe“ nicht geschützt. Bei der Auswahl ist es daher sinnvoll, vorher bei den anerkannten Berufsverbänden der

Baubiologie Empfehlungen einzuholen.

- Grundsätzlich sollten schadstoffbelastete Bauprodukte entfernt werden, nur in Einzelfällen (statisch eingesetzte Produkte, deren Entfernung kaum möglich ist) können auch sogenannte Absperrmaßnahmen mit Folien oder Maskierungen in Erwägung gezogen werden. Dabei muss man sich bewusst sein,
 - dass durch Absperrungen (damit Beendigung der Diffusionsoffenheit) das Raumklima wesentlich negativ beeinträchtigt werden kann,
 - dass die Hersteller sogenannter Absperrlacke, Tapeten u. a. in der Regel keine glaubwürdigen Aussagen zum Emissionsverhalten ihrer Produkte geben wollen und durch solche Produkte zusätzliche Schadstoffe, zumindest aber allergenisierende Stoffe (z. B. Isothiazolinone als oft eingesetzte Konservierungsstoffe) in die Räume eingebracht werden können.
- Bei Schimmelbelastungen geht es nicht nur um die Beseitigung des Schimmels, vielmehr müssen zugleich die eigentlichen Ursachen (meist bauliche Mängel) beseitigt, manchmal auch falsches Lüftungsverhalten abgestellt werden. Bei der Schimmelbeseitigung ist auf die gesundheitliche Unbedenklichkeit der eingesetzten Mittel und auf ausreichende Schutzmaßnahmen für Verarbeiter und Gebäudenutzer zu achten.

Qualitätsrichtlinien für Baustoffe

Qualitätsrichtlinien für Baustoffe unterliegen gesetzlichen Anforderungen und die Einhaltung sollte von unabhängigen Prüfinstituten untersucht werden.

Gesetzliche Anforderungen

Eine Reihe von Richtlinien bestimmen heute in einem aufwendigen Zulassungsverfahren, ob ein Produkt als Baustoff EU-weit zugelassen werden kann – größtenteils beziehen sich diese Anforderungen aber auf technische Fragen der Einsatzmöglichkeit, besonders die allgemeine Sicherheit betreffende Einflüsse und Eigenschaften (vor allem Brand, Wärme, Schallschutz, Funktionalität).

In den letzten Jahren wurden die Anforderungen an Baustoffe für bauaufsichtliche Zulassungen in Deutschland – unter anderem dank engagierter Fachleute am Institut für Bautechnik (DIBT) – bei manchen Produktgruppen (aktuell: Boden- und Wandbeläge) auch im Hinblick auf Nachweise der gesundheitlichen Unbedenklichkeit wesentlich ausgeweitet.

So wird derzeit für diese Produktgruppen eine Prüfkammeruntersuchung auf Lösemittel nach AgBB [5.3] vorgeschrieben. Das ist ein wesentlicher Fortschritt für die Verbraucher, der leider derzeit innerhalb der EU im Rahmen der Harmonisierung der EN-Normen heftig diskutiert wird und möglicherweise wieder zu Fall gebracht werden könnte.

Neben dieser aktuellen Richtlinie, die derzeit auf wenige Produktgruppen eingeschränkt ist, gibt es leider auf gesetzlicher Basis nur die allgemeinen Anforderungen bezüglich gesundheitlicher Unbedenklichkeit, die verschiedene Stoffe benennen, deren Einsatz ausgeschlossen ist. Es fehlt aber eine klare Definition von Grenz- oder Richtwerten zu zahlreichen kritischen Stoffen und die Forderung vor allem nach unabhängigen Nachweisen für Herstellerangaben beispielsweise zur Richtigkeit der Inhaltsdeklarationen.

Der gesundheits-bewusste Verbraucher ist daher angehalten, sich im Dschungel der zahlreichen Gütezeichen selbst zu orientieren.

Labels und Produktzertifikate

Sehr wesentlich für die Glaubwürdigkeit eines Labels ist natürlich die Frage, wer dieses verleiht:

- unabhängige Institutionen, Vereine, an staatliche Institutionen angebundene Vergabestellen
- privat geführte Institute mit sehr unterschiedlicher wissenschaftlicher Reputation
- Industrieverbände, die de facto die eigenen Produkte der Mitglieder nach selbst erstellten Kriterien bewerten und meist den Herstellern entgegen Verbraucherinteressen (vor allem von Allergikern, Chemikalien-Sensitiven) die Weitergabe der eigentlichen Prüfberichte sogar definitiv verbieten

Dabei muss verglichen werden:

- Wie wird geprüft? (Messmethodik)
- Auf welche Inhaltsstoffe, Emissionen wird geprüft?
- Von wem wird die Laborprüfung durchgeführt? (akkreditierte Institute?)
- Welche sonstigen Nachweise werden für die Zeichenvergabe gefordert (z. B. zu permanenten Wareneingangskontrollen der Rohstoffe)?
- Sind die Kriterien transparent dem Verbraucher zugänglich?
- Sind die Prüfergebnisse dem Verbraucher zugänglich?
- Gibt es geforderte regelmäßige Nachprüfungen?
- Wie erfolgt die Probenahme (kann der Hersteller unkontrolliert ein beliebig altes Muster einsenden oder wird die Probe von einem Externen entnommen, z. B. durch prüfendes Institut, Notar vor Ort)?

Zahlreiche Zeichenvergabestellen bieten zwar sehr oft wertvolle Informationen für den Verbraucher, aber nicht ausreichende Transparenz für eine umfassende gesundheitliche Bewertung (z. B. zweifelhafte Messergebnisse durch nicht dafür akkreditierte Institute ...). Bei manchen Gütezeichen reichen den Vergabestellen Herstellererklärungen. Wünschenswert wären auch verpflichtende Aussagen über den Einsatz von Nanotechnik und möglicherweise sensibilisierende Stoffe.



Eine Neuentwicklung ist Parkett aus Thermoholz mit gesundheitlicher Prüfung

BEDEUTUNG VON GÜTEZEICHEN FÜR EINE UMFASSENDE GESUNDHEITLICHE BEWERTUNG ANHAND EINIGER BEISPIELE

| | natureplus | eco-INSTITUT-Label | Eurofins Indoor Gold | Blauer Engel | GEV-EMICODE® |
|---|------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Kriterien transparent¹ | ja | ja | ja | ja | ja |
| Definierte regelmäßige Nachweispflicht Emissionsprüfungen² | ja | ja | ja | nicht ersichtlich | nicht ersichtlich |
| Gepprüft wird auf VOC und Formaldehyd³ | ja | ja | ja | ja | ja |
| Gepprüft wird auch auf Isocyanate, Weichmacher, Flammschutzmittel, Schwermetalle, Holzschutzmittel, PAK, Biozide ...⁴ | ja | ja | nein | nein | nein |
| Externe Probenahme ist vorgeschrieben⁵ | ja | ja | nein | nein | nein |
| Weitergabe der Messergebnisse gestattet⁶ | ja | ja | ja | ja | nein |
| Hohe Präferenz ökologischer Kriterien⁷ | ja | nein | nein | ja | nein |

¹ Kriterien und Prüfmethodik sind transparent: Prüfkriterien sind im Internet für den Verbraucher abrufbar.

² Regelmäßige Wiederholungsprüfungen sind laut den veröffentlichten Kriterien verpflichtend.

³ Teils sehr unterschiedliche Grenzwerte.

⁴ Produktgruppenspezifisch sind jeweils entsprechende relevante Prüfungen verpflichtender Bestandteil der vorgeschriebenen Laborprüfungen.

⁵ Probenahme erfolgt an der Produktionsstätte durch Institut oder einen von diesem Beauftragten (Notar, Umweltbeauftragter vor Ort) – damit wird gewährleistet, dass keine überalterte, ausemittierte Ware geprüft wird.

⁶ Hersteller entscheiden selbst, ob sie die Messergebnisse weitergeben wollen – bei manchen industrieeigenen Gütezeichen ist dies den Herstellern ausdrücklich untersagt!

⁷ Hohe Präferenz ökologischer Kriterien: Fragen wie Ressourcenschonung, Umweltbelastung bei Herstellung, Transport, Nutzung, Entsorgung sind Bestandteil der Kriterien.

Für den Verbraucher sind leider die genaue Zielsetzung und der Umfang der Bewertung nicht immer eindeutig zu erkennen. Gerade zum Thema Gesundheit werden sehr oft Marketingaussagen von Labels getroffen, deren Richtigkeit durch keinerlei Nachweise belegt wird. Dies trifft vor allem auf die meisten Labels für Reinigungsmittel zu, für die in der Regel keinerlei entsprechende Prüfberichte unabhängiger Prüfinstitute erhältlich sind.

Einen Überblick über die Aussagekraft diverser Labels bietet der Kompass Gütesiegel der Zeitschrift ÖKO-TEST mit der Beschreibung von über 300 Labels, davon über 40 nur aus dem Bereich Bauprodukte. [5.4]

Sehr oft wird aber auch mit der Aussage geworben, ökologisch nachhaltig sei gleichzeitig gesund – eine Aussage, die nicht immer zutrifft, da bekanntlich auch die Natur eine Reihe von Schadstoffen und Allergenen liefern kann.

Manche Gütezeichen dienen einer genau definierten Beurteilung einzelner Aspekte, erheben aber auch fairerweise gar nicht den Anspruch, eine umfassende Produktbewertung vorzunehmen.

Beispiele: FSC, PEFC

Aussagen zur Herkunft der ausgezeichneten Hölzer – Ziel ist der Schutz des Regenwaldes und nachhaltige Forstwirtschaft; Fragen wie Emissionen werden dabei nicht berücksichtigt.

Beispiel: Rugmark

Beurteilung von Teppichen im Hinblick auf deren Herstellung zur Verhinderung von Kinderarbeit!

Alle hier aufgeführten Zeichen haben ihre Berechtigung und sind grundsätzlich als Beitrag zu mehr Produktinformationen zu begrüßen.



Ölen eines Holzbodens mit der Rolle

Testverfahren

VOC-Messungen am Beispiel der AgBB und verschiedener Labels

Unabhängig von der anwenderrelevanten Wertung der Prüfergebnisse selbst bietet unter anderem der AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten mit einer gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen, VOC und SVOC) genaue Richtlinien, wie Emissionsprüfungen bezüglich VOC in der Prüfkammer durchzuführen sind.

Für die Methodik der VOC-Messung orientieren sich aber auch die meisten Labels derzeit an DIN 16000-6, 16000-9 und 16000-11, für Formaldehydmessungen an der DIN 16000-3. Forschungsbedarf besteht noch zu einem einheitlichen Messverfahren für Carbonylverbindungen – dafür ist die DIN 16000-3 nach Meinung des AgBB nicht ausreichend. [5.3]

Berechtigte Kritik nicht nur aus der Holzverarbeitenden Industrie gibt es allerdings im Hinblick auf die Bewertung der VOC-Emissionen durch den AgBB. Hier werden natürliche Emissionen aus Holzwerkstoffen, vor allem Terpene, gleich bewertet wie beispielsweise chemische Lösemittel, obwohl bereits in zahlreichen Studien nachgewiesen werden konnte, dass Terpene **in den üblichen (!) Konzentrationen** keinerlei toxische oder gesundheitsschädliche Auswirkungen haben. [5.5]

Natürlich sind auch hier wesentlich (!) erhöhte Werte vor allem für Allergiker unerwünscht, Werte spätestens über $5.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ TVOC sind auch aus Geruchsgründen grundsätzlich abzulehnen – die derzeitige AgBB-Obergrenze von $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ **inklusive sämtlicher anderer Emissionen** ist angesichts der zahlreichen übrigen Vorteile von Holz als Baustoff nicht nur aus ökologischer-nachhaltiger Sicht neu zu bewerten.

Wünschenswert wäre hier, die Terpene aus dem AgBB-Summenwert herauszunehmen und dafür eigene Grenzwerte – humantoxikologisch begründbar (hier besteht noch hoher Forschungsbedarf!) – festzulegen.

Aktuell meiden manche Planer/Bauunternehmer inzwischen bei Projekten mit vorheriger Definition von TVOC-Höchstwerten bei der Gebäudeabnahme oder bei Forderung nach Gebäudezertifizierungen wie DGNB, BNB, Toxproof oder Sentinel den umfangreicheren Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen, um entsprechende Zielwerte auf keinen Fall zu überschreiten, obwohl dies bei Auswahl emissionsarmer Holzarten wie Weißtanne, Fichte und verschiedener Laubbölzer keineswegs begründbar ist.

Ein weiterer Kritikpunkt an den AgBB-Kriterien ist zweifellos die zwischenzeitlich im internationalen Vergleich eher großzügige Bewertung von Formaldehyd in Bauprodukten, die spätestens seit der europäischen Einstufung 2015 von vielen als zu industriefreundlich kritisiert wird, zumal der natürliche Formaldehydgehalt von Naturprodukten wie Holz äußerst geringe (aus gesundheitlicher Sicht vernachlässigbare) Werte erreicht.

Weitere Schadstoffprüfungen (Weichmacher; Flammschutzmittel, halogenorganische Verbindungen; Schwermetalle; Isocyanate) und Geruchsprüfungen

Internationale Gütezeichen wie natureplus haben hier bereits seit Jahren Testverfahren definiert, mit denen produktbezogen auch auf diese teilweise dauerhaft hormonell wirksamen Inhaltsstoffe und Emissionen untersucht werden kann.

Auch das eco-INSTITUT-Label hat solche Prüfungen integriert und wie natureplus die Kriterien produktspezifisch transparent für den Verbraucher im Internet veröffentlicht.

Beispiele transparenter Gütezeichen mit wirklich umfassenden Schadstoffprüfungen, transparenten Kriterien und kontrollierter Probeentnahme sind:



Das natureplus-Qualitätszeichen bietet Verbrauchern und Bauprofis sichere Orientierung für nachhaltige, das heißt umweltverträgliche und gesundheitlich unbedenkliche Produkte (Quelle: natureplus®)



Das eco-INSTITUT zeichnet Bauprodukte, Bodenbeläge, Matratzen, Bettwaren und Möbel, die strengsten Schadstoff- und Emissionsanforderungen genügen, mit dem eco-INSTITUT-Label aus (Quelle: eco-INSTITUT)

Für AOX (adsorbierbare halogenorganische Verbindungen) und EOX (extrahierbare halogenorganische Verbindungen) orientiert sich beispielsweise das eco-INSTITUT an der DIN EN ISO 9562 bzw. der DIN 38414-S17 in Anlehnung (an die Norm), für Phthalate an der DIN EN 15777 in Anlehnung, für Organozinnverbindungen an der DIN EN ISO 17353. PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) werden nach der DIN ISO 18287 geprüft.

Berücksichtigt werden bei diesen beiden Labels bereits sensorische Aspekte – auch dafür (Geruchsprüfung) gibt es bereits eine standardisierte Prüfmethode (DIN ISO 16000-28) und Bewertungskriterien. Für eine Integration beim AgBB bzw. für bauaufsichtliche Zulassungen gibt es derzeit für Geruchsprüfungen eine Pilotphase (seit 2012).

Natürlich fordern diese beiden Labels auch eine Volldeklaration der Inhaltsstoffe. Für die gesundheitliche Bewertung entscheidend ist allerdings das Emissionsverhalten der Produkte, da einerseits manche bedenkliche Bestandteile bei der Produktion im fertigen Produkt abreagiert sein können (z. B. Isocyanate im PU-Kleber in Holzweichfaser), andererseits aber an sich unbedenkliche Einzelkomponenten im fertigen Produkt durch Reaktions- und Oxidationsprozesse unverträgliche oder zumindest unangenehme Emissionen (z. B. Hexanal und andere Aldehyde) verursachen können.

Gewiss bieten auch weitere Labels wie z. B. der Blaue Engel nützliche Informationen für den Verbraucher; in diesem Kapitel geht es aber vor allem um die Möglichkeit der Nutzung von Labels für eine anspruchsvolle gesundheitliche Bewertung, wie sie vor allem auch für die Beratung von Allergikern und Chemikaliensensitiven unerlässlich ist.

Umweltbilanzen

Vor allem bei öffentlichen Gebäuden wird seitens der Auftraggeber zunehmend der Einsatz von nachhaltigen Produkten gefordert; diese Nachhaltigkeit wird in der Regel mittels Umweltbilanzen bzw. sogenannter ökologischer Produktdeklarationen (EPDs) dieser Produkte nachgewiesen, welche die allgemeine Nachhaltigkeitsbewertung des Gebäudes von der Grundstücksauswahl, Infrastruktur, Planungs- und Umsetzungsprozessen bis hin zum fertigen Produkt Haus wesentlich beeinflussen.

Wesentliche Nutzer von EPDs sind die Auditoren für Gebäude mit DGNB-Zertifikat (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen) und BNB-Zertifikat (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude).

Bei diesen EPDs handelt es sich aber nicht um Gütezeichen, Zertifikate oder Labels, sondern ausschließlich um Deklarationen. Sie beschreiben lediglich die ökologische Relevanz des Produktes, beginnend bei der Ressourcenbewertung, dem Energiebedarf für Herstellungsprozesse, dem Trans-

port, Verarbeitung und Wartung/Pflege. Sie beschreiben das nachhaltige Produktverhalten in der Nutzungsphase (z. B. Energieeinsparpotenzial bei Dämmstoffen) und nicht zuletzt die ökologische Bewertung einer späteren Entsorgung bzw. Wiederverwertung (Stichworte: ökologischer Fußabdruck von Produkten, graue Energie, CO₂-Fußabdruck).

Angesichts der zunehmenden Notwendigkeit massiver CO₂-Einsparungen stellen EPDs eine unverzichtbare Planungshilfe für verantwortungsbewusste Architekten und Projektanten dar.

Antworten auf umfassende Fragen für eine gesundheitliche Bewertung werden allerdings teilweise nur auf freiwilliger Basis gegeben; in zahlreichen EPDs finden sich nicht einmal definitive Emissionswerte in Bezug auf VOC, geschweige denn Weichmacher und Flammschutzmittel. Für eine intensive gesundheitliche Bewertung sind EPDs daher zumindest derzeit noch nicht ausreichend!

Wohngesundheitliche Beurteilung von Naturbaustoffen

Nachfolgend soll anhand von Naturdämmstoffen eine allgemeine wohngesundheitliche Beurteilung von Naturbaustoffen vorgenommen werden.

Allgemeine Beurteilung

Ein natürliches Wohnumfeld mit Naturbaustoffen und Bauprodukten aus nachwachsenden Rohstoffen entspricht seit jeher auch am ehesten den natürlichen menschlichen Ansprüchen und damit den Anforderungen an gesundes Wohnen.

Der natürliche Geruch des Holzes, Wandfarben mit natürlichen Erdtönen, Naturdämmstoffe mit feuchtigkeitsregulierender Eigenschaft und hohem sommerlichen Wärmeschutz schaffen ein Wohlfühlklima, das für physisches, aber auch psychisches Wohlbefinden sorgt.

Dämmstoffe aus der Natur

Qualitativ hochwertig produzierte Naturdämmstoffe wie Holzweichfaser, Hanf und Schafwolle bieten aber nicht nur ein Wohlfühlambiente, sondern zusätzliche positive Eigenschaften.

Naturprodukte als Baustoffe dienen natürlich dem Ressourcenerhalt und der Reduzierung des Treibhausklimas. Sie bieten aber auch zahlreiche bauphysikalische Vorteile, welche die in der Regel höheren Kosten auch ökonomisch rechtfertigen.

PRODUKTBEISPIELE



Der **Dämmstoff Holzweichfaser** wird als Dämmplatte, aber auch als flexibler Baustoffe als nachhaltig und emissionsarm geschätzt. Auch aufgrund vieler technischer Vorteile wird er zwischenzeitlich nicht mehr nur im individuellen Ökobau, sondern durchaus auch bei gewerblichen Großprojekten eingesetzt.

Beispiel: siebenstöckiges Wohn- und Geschäftshaus in Zürich. Die gesamte Außendämmung übernehmen natureplus-geprüfte Pavatex-Diffutherm Holzfaserdämmplatten.



Der ökologische natureplus-geprüfte **Dämmstoff Hanf** ist unter anderem geeignet für den Trittschallschutz, die Zwischen- und Untersparrendämmung, die Innendämmung von Wänden sowie als ökologische Wärmedämmung in vorgehängten Fassaden.



Ein „Pullover fürs Haus“ aus Schafwolle sorgt nicht nur für ein angenehmes Wohnklima. Mit dem **Dämmstoff Schafwolle** können auch schadstoffhaltige Montageschäume vermieden werden. Schafwolle hat zudem die wissenschaftlich nachgewiesene zusätzliche Eigenschaft, verschiedene Aldehyde, vor allem Formaldehyd, nachhaltig abzubauen und wird daher vielfach bei Schadstoffsanierungen eingesetzt.

Längst haben die meisten am Markt erhältlichen Naturbaustoffe ein hohes technisches Niveau – „Kinderkrankheiten“ der Vergangenheit (nicht dauerhafter Mottenschutz bei Schafwolle, unkontrollierter Einsatz unerwünschter Chemikalien zur technischen Optimierung z. B. im Bereich Holzschutz) konnten zwischenzeitlich grundsätzlich abgestellt werden, durch umwelt- und gesundheitsverträglichere Stoffe ersetzt oder technische Verbesserungen (konstruktiver Holzschutz) abgelöst werden.

Anders als bei vielen komplexen Produkten der Bauchemie ist bei Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen die Summe der benötigten Einsatzstoffe überschaubar, sind diese in den meisten Fällen grundsätzlich verträglich und kommen aus dem natürlichen, optimal aus dem regionalen Umfeld.

Nur bei Naturprodukten mit besonders starkem Eigengeruch kann es auf Dauer auch bei gesunden Gebäudenutzern zu Unverträglichkeiten kommen – in der Regel kann man solche Geruchsbelastungen aber bereits beim Kauf der Produkte erkennen.

Gütezeichen mit entsprechender Aussagekraft geben zusätzliche Sicherheit für den Verbraucher, dass keine toxischen Stoffe eingesetzt wurden und eine allgemeine Verträglichkeit der Produkte garantiert werden kann.

Naturbaustoffe und Allergien, Chemikaliensensitivität

Nicht nur bei Lebensmitteln, sondern auch bei Baustoffen gibt es neben zahlreichen Chemikalien bekanntlich auch zahlreiche natürliche Stoffe, die für Allergiker und besonders Sensitive zu ernsthaften Beschwerden, Sensibilisierungen und Unverträglichkeiten führen können.

Die Deklaration solcher Inhaltsstoffe und vor allem Emissionen ist auch bei Bauprodukten keineswegs eine qualitative Abwertung, entscheidend für den betroffenen Verbraucher ist aber ebenso wie bei Lebensmitteln (Beispiel: zwingende Kennzeichnung bei Müsliriegel „enthält Erdnüsse“) die Information zu (möglicherweise auch nur individuell) sensibilisierenden Emissionen.

Solche Emissionen (Terpene aus harzreichen Hölzern oder Naturölen; Zitrus- und Orangendüfte aus Naturfarben; natürliche Gerüche aus Naturharzen bei Klebern, Lacken) werden teilweise von gesunden Verbrauchern sogar ausdrücklich gewünscht – sind für manche Allergiker oder Chemikaliensensitive aber absolut unverträglich.

Dazu können geruchsintensive Oxidationsprodukte wie zum Beispiel Hexanal und Furfural aus Kork, Linoleum, Holzwerkstoffen oder OSB-Platten bei erhöhter Konzentration auf Dauer eine definitive gesundheitliche Belastung darstellen.

Vor allem für die zunehmende Zahl von Sensitiven (geschätzt wird, dass inzwischen bereits 30 % der Bevölkerung an diversen Allergien und Unverträglichkeiten leiden) ist es daher unerlässlich, dass auch für Naturbaustoffe entsprechende Emissionsaussagen und Deklarationen mit definierten Einzelwerten zur Verfügung gestellt werden. Manche dieser Belastungen sind nicht aus den Inhaltsdeklarationen abzulesen, weil sie erst im Produkt entstehen durch Oxidation, Wechselwirkungen untereinander und Akkumuliereffekte einzelner Komponenten.

Zusammenfassung

Hersteller sollten verstärkt mit einer offenen Kommunikationspolitik auch für Allergiker und Chemikaliensensitive die benötigten Informationen zur Verfügung stellen und sich nicht nur hinter Allgemeinaussagen, Labels und Volldeklarationen verstecken.

Staatliche Förderprogramme sollten bei der Förderung von energetischen Baumaßnahmen verstärkt auch die gesundheitlichen Aspekte der Produkte berücksichtigen und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen synthetischen Produkten beispielsweise mit teils hochtoxischen Flammschutzmitteln und fragwürdiger späterer Entsorgung vorziehen.

Bei öffentlichen Bauprojekten sollten bereits in den Ausschreibungen nachhaltige Produkte mit nachgewiesener erhöhter gesundheitlicher Verträglichkeit ausdrücklich gefordert werden.

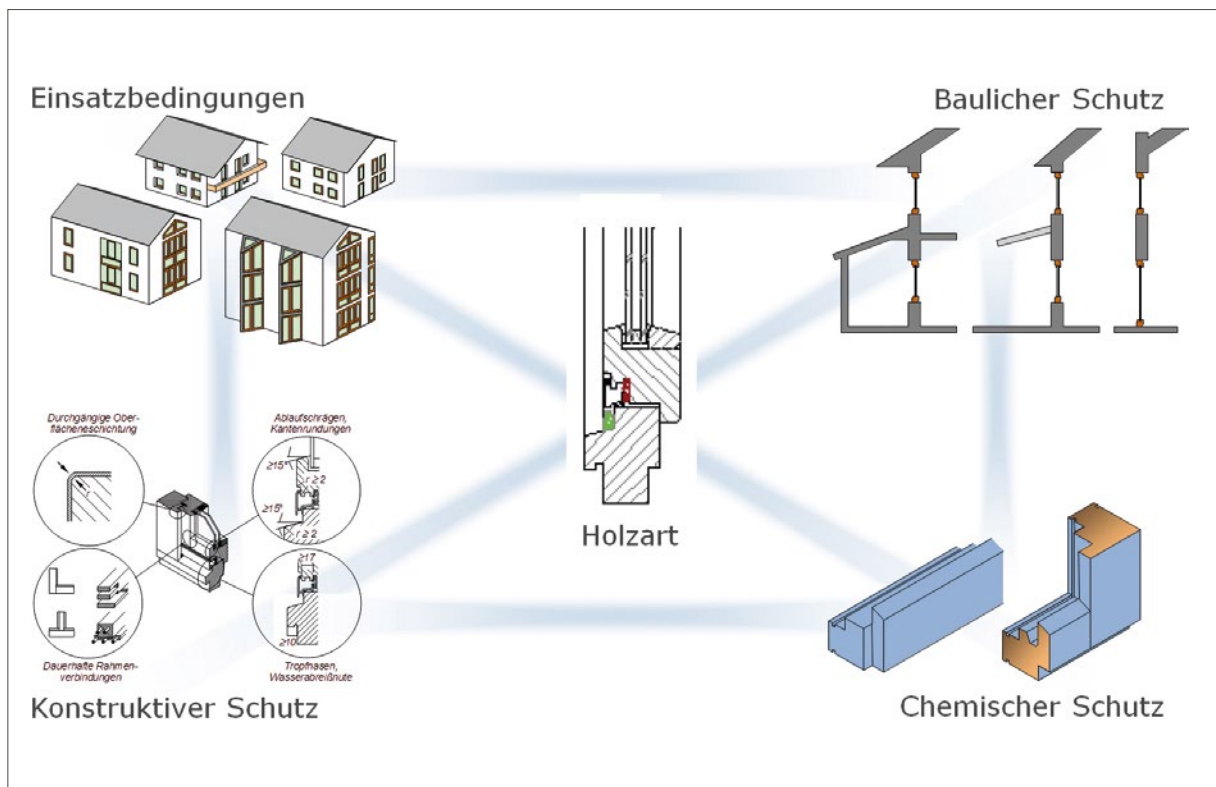
Autor: Josef Spritzendorfer

6 HOLZFENSTER – HEUTE UND MORGEN

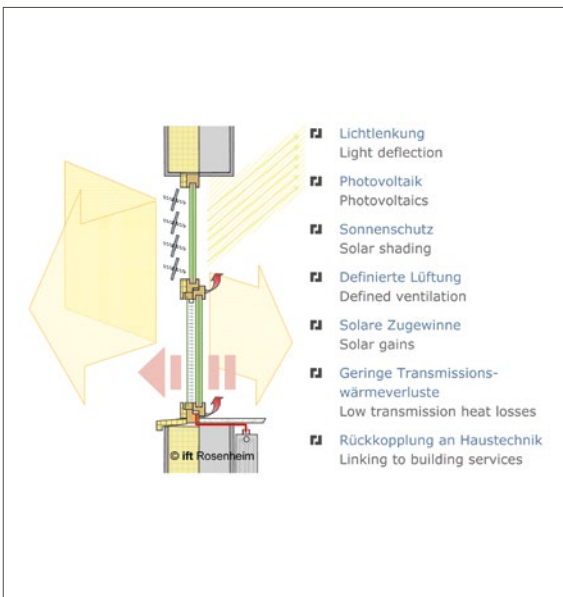
Holz ist ein perfektes und bewährtes Baumaterial. Es ist ein nachwachsender Rohstoff, lässt sich leicht mit geringem Energieaufwand bearbeiten, hat eine hohe Festigkeit, eine gute Wärmedämmung und die unübertroffene Wirkung eines natürlichen Materials auf die menschliche Psyche. Allerdings hat sich der Anteil der Holzfenster in den letzten 50 Jahren von 90 % auf unter 30 % verringert. Dies liegt an der geringeren Witterungsbeständigkeit von Nadelhölzern wie Fichte oder Tanne und der fehlenden Bereitschaft für Wartung und Nachstreichen von Holzfenstern, obwohl sich die Dauerhaftigkeit der Beschichtung erheblich verbessert hat. Neue Baustile mit fehlenden Dachüberständen und außen liegenden Fenstern bieten nur wenig baulichen Holzschutz, deshalb haben die Schäden zugenommen und das Holzfenster ist in Verruf geraten. Durch die Forschungsaktivitäten des ift Rosenheim konnten zwar die technisch/wissenschaftlichen Voraussetzungen geschaffen werden, aber es mangelte oft an der Umsetzung. Im Gegensatz dazu hat seit den 70er-Jahren das Kunststofffenster seinen weltweiten Siegeszug angetreten, weil es sich günstig fertigen lässt und pflegeleicht ist. Zudem werden die Fensterprofile von sogenannten Systemgebern hergestellt und weiterentwickelt und die Fensterhersteller von dieser Aufgabe entlastet. Dies ermöglicht eine schnelle Entwicklung leistungsfähiger Fenster.

Auch im Jahr 2015 findet man in Ausschreibungen noch immer Begriffe wie „IV 68 nach DIN 68121“ für die Beschreibung der Holzfenster, obwohl diese Norm schon seit 20 Jahren nicht mehr gültig ist. Von den mittlerweile über 40 Jahre alten Grundlagen sind lediglich allgemeingültige Details wie Ablaufschrägen, Kantenrundungen, Geometrie von Tropfnasen etc. für die heutige Zeit relevant. Die europäischen Klassen und Leistungseigenschaften nach EN 14351-1 haben Beanspruchungsgruppen und normierte Profilabmessungen und -geometrien abgelöst.

Durch die wachsende Bedeutung von Nachhaltigkeit, Gesundheit und Umweltschutz sowie neue Konstruktionsprinzipien (Klebung, Passivhausfenster), Fertigungsverfahren (Bearbeitungszentren), Materialien und Materialkombinationen bieten sich Chancen, den Marktanteil für Holzfenster zu steigern. Relevante Faktoren sind eine bessere Wärmedämmung, energiesparende Fensterlüftungen, Energiegewinnung mittels passiver Nutzung der solaren Strahlung und aktiver Fotovoltaik sowie natürlich die Haptik und Ästhetik des Werkstoffes Holz. Durch moderne Beschläge, Sonderverglasungen, elektromotorische Öffnungsantriebe, Fensterlüfter und Zusatzbauteile wie Jalousien bieten Fenster ein großes Plus an Komfort und Sicherheit und erfüllen damit die Anforderungen, die durch demografische, technische und



Holzfenster im Spannungsfeld von Bautrends, Einsatzbedingungen und normativen Anforderungen [6.1]



Konstruktionsprinzip und Komponenten eines innovativen Energiegewinnfensters (Green Window) [6.1]

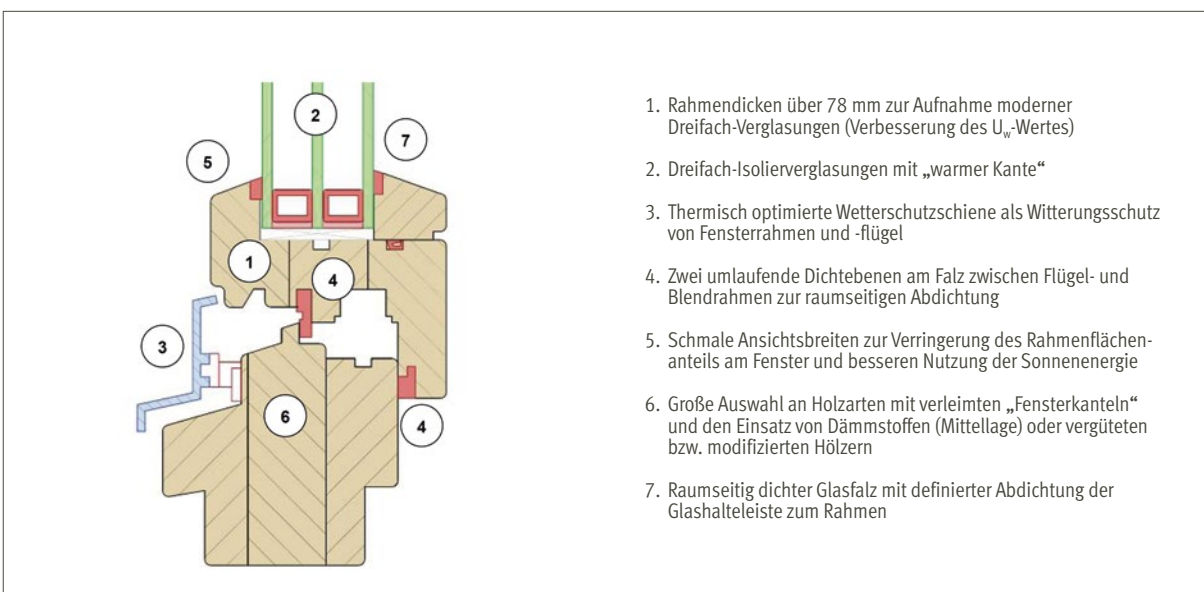
gesellschaftliche Entwicklung bedingt sind. Für denkmalgeschützte Holzfenster in historischen Gebäuden gibt es geeignete Verfahren zur Instandhaltung und Sanierung. Insbesondere der Einsatz von Verbundkonstruktionen ermöglicht leistungsfähige, wirtschaftliche und dauerhafte Holzfenster. Deshalb ist das Holz-Metall-Fenster das zurzeit vielleicht beste Holzfenster für den Einsatz bei starker Bewitterung. Hierbei muss allerdings auf eine einfache und sortenreine Trennung inkl. vollständigen Recyclings geachtet werden.

Konstruktionen moderner Holzfenster

Neue Beschläge, Öffnungsarten, Fertigungsverfahren und Verglasungstechniken ermöglichen eine Vielfalt an Fensterkonstruktionen und -formen. Dabei ist die Beachtung wesentlicher Konstruktionsgrundsätze wichtig, um Schäden zu vermeiden. Dies umfasst insbesondere die Materialverträglichkeit von Holz mit Dichtungen, Beschlägen, Glasabdichtung (Randverbund) und dem Oberflächenschutz (Anstrich). Auch der Dampfdruckausgleich im Glasfalz und eine funktionsfähige Entwässerungs- und Abdichtungsebene sind für die Dauerhaftigkeit entscheidend, damit in die Konstruktion eindringendes Wasser nach außen fließen oder verdunsten kann und nicht zu Feuchteschäden führt. Besonders wichtig ist die Dichtheit und Tragfähigkeit der Rahmeneckverbindung (Dübel, Zapfung, Verschraubung etc.) sowie der luftdichte Abschluss zur Raumseite.

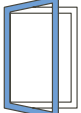
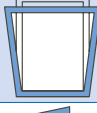




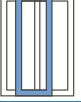
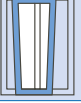


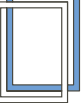
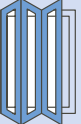

Öffnungsarten

Für Fenster gibt es eine Vielzahl an Beschlägen, mit denen unterschiedliche Öffnungsarten möglich sind. Je nach Einsatzzweck können die Öffnungsarten entsprechend geplant und eingesetzt werden. Dabei sind neben der Optik vor allem die Kriterien Lüftungspotenzial, Bedienbarkeit und Nutzungssicherheit relevant. Die Verbreitung hängt aber auch sehr stark von der Bautradition ab. Im deutschsprachigen Raum kommen vor allem Dreh- und Drehkippenfenster zum Einsatz, im englischsprachigen Raum (UK, USA, Indien etc.) sind Schiebefenster dominant. Wichtig ist auch, dass die Beschläge für die zu erwartenden mechanischen Belastungen durch Gewicht und Bedienung geeignet sind. In Schulen sollten beispielsweise einfache und robuste Drehfenster oder Schiebefenster mit schmalen Fensterflügeln eingesetzt werden.



Konstruktionsmerkmale moderner Holzfenster [6.1]

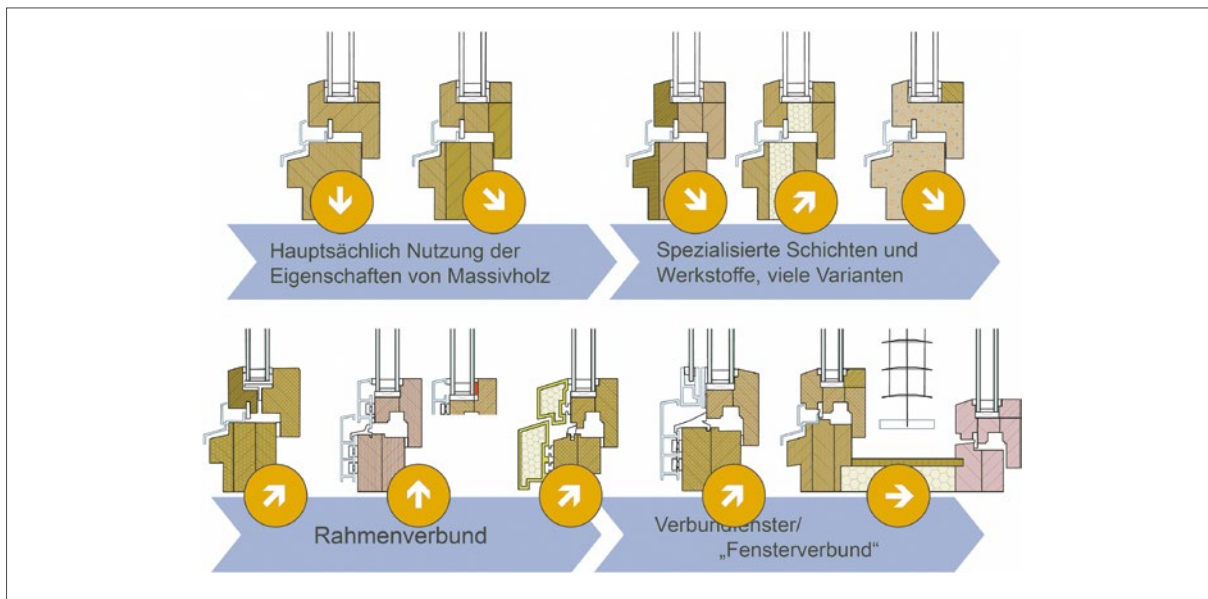
BEWERTUNG UNTERSCHIEDLICHER ÖFFNUNGSARTEN

| Nr. | Schematische Darstellung | Bezeichnung | Lüftungspotenzial | Bedienung manuell | Nutzungssicherheit* |
|-----|---|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 1 |  | Dreh | hoch | gut | mittel |
| 2 |  | Kipp | gering | gut | hoch |
| 3 |  | Dreh-Kipp Kipp-Dreh | gering bis | gut | gering |
| | | | hoch | | |
| 4 |  | Klapp | gering | gut | hoch |
| 5 |  | Wende | hoch | mittel | mittel |
| 6 |  | Schwing | hoch | mittel | gut |
| 7 |  | Schiebe horizontal | hoch | mittel | gut |
| 8 |  | Parallel- Schiebe-Kipp | gering bis | gering | mittel |
| | | | hoch | | |
| 9 |  | Schiebe vertikal | mittel | mittel | mittel |
| 10 |  | Lamellen** | hoch | gut | gut |
| 11 |  | Parallel- Ausstell | mittel | gering | hoch |
| 12 |  | Falt-Schiebe | hoch | gering | gering |
| 13 |  | Feste Verglasung | nicht vorhanden | nicht relevant | hoch |

Quelle: ift-Richtlinie FE-16/1 „Einsatzempfehlungen für Fenster in Schulbauten“. ift Rosenheim 2016

* Ohne besondere Vorkehrungen – Bewertung „gering“ bedeutet somit: hoher Aufwand für Sicherungseinrichtungen beim Einsatz.

** Hohen Pflege- und Wartungsaufwand beachten.



Entwicklungstendenzen von Holz- bzw. Holz-Hybridfenstern [6.1]

Verbundkonstruktionen, Materialmix und Holz-Alu-Fenster

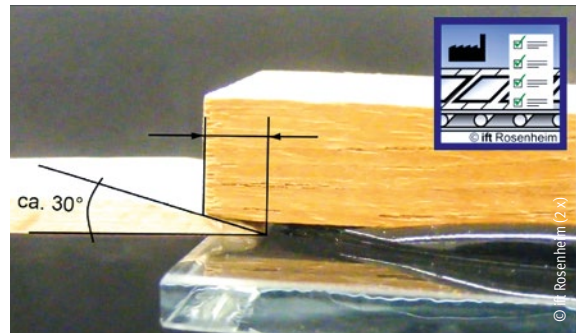
Sehr leistungsfähige Fensterkonstruktionen sind häufig Verbundkonstruktionen, bei denen die speziellen Stärken der Materialien genutzt werden. Bei Holzfenstern haben sich deshalb Holz-Metall- oder Holz-Alu-Fenster etabliert und gewinnen Marktanteile. Hierbei wird die bewitterte Außenseite des Fensters komplett durch ein witterungsbeständiges Aluminiumprofil (Aluschale) abgedeckt, sodass das Holzprofil mit weniger Holzschutz auskommt. Die Aluschale wird auf das tragende Holzprofil „aufgeklipst“, indem man das Aluprofil auf angeschraubte Formstücke aus Kunststoff klemmt. Das Aluprofil kann durch Eloxierung, Pulverbeschichtung oder Lackierungen farblich und dekorativ gestaltet werden. Hierdurch ergeben sich langlebige und pflegeleichte Oberflächen, die in der Regel während der gesamten Nutzungszeit des Fensters zwar gepflegt, aber nicht nachgestrichen werden müssen. Für die Innenseite können dann nahezu alle Holzarten genutzt werden. In Deutschland sind dies meistens einheimische Nadelhölzer wie Tanne, Fichte oder Lärche. In Italien oder Frankreich kommen häufig auch dekorative Laubhölzer wie Eiche, Kirsche oder Nussbaum zum Einsatz. Bei besonders bläueempfindlichen Hölzern wie Esche ist ein chemischer Bläueschutz notwendig, der allerdings kein Holzschutzmittel ist. Beim Verbund von Aluminium und Holz sind grundsätzlich folgende Aspekte zu beachten:

- Die Aluschale muss gleitend auf dem Holzprofil befestigt werden, um die unterschiedliche Längenausdehnung von Holz und Aluminium bei Erwärmung zu kompensieren, insbesondere bei dunklen Farben.
- Wasser, das in geringem Umfang hinter die Aluschale kommt, muss abgeleitet werden und verdunsten können. Das Holzprofil hinter der Aluschale muss deshalb auch hier abgerundet sein, Ablaufschrägen ($> 15^\circ$) sowie einen Anstrich oder Bläueschutz haben.
- Die Befestigung der Aluschale sollte thermisch getrennt sein, um Kondenswasser zu vermeiden (gerade im Bereich der Befestigung und Profilstöße wichtig).
- Die Eckfugen der Aluschale müssen dauerhaft verbunden und dicht sein.
- Die Aluschalen können die Glashaltfunktion des Fensters übernehmen und das Glas dann auch direkt abdichten (glasleistenlose Holz-Alu-Fenster). Dann muss die Aluschale leicht lösbar sein, um einen Austausch bei Glasbruch zu ermöglichen.

Geklebte Fensterflügel

Anders als bei Standardkonstruktionen mit „verklotzten“ Glasscheiben werden die Lasten durch das Verkleben des Glases linienförmig und umlaufend in das Glas geleitet, sodass höhere Lasten bei geringerer Verformung übertragbar sind. Weitere Vorteile sind eine höhere Einbruchhemmung und die diagonale Aussteifung des Fensterflügels durch das Glas, die das Absenken und damit Klemmen des Fensterflügels verhindert, wichtig gerade bei großen Abmessungen. Geklebte Verglasungssysteme bieten neue Designmöglichkeiten für Fenster und ermöglichen beispielsweise eine Überdeckung des Holzrahmens durch die Glasscheibe. Deshalb hat sich die Klebetechnologie in der Fenstertechnik etabliert. Durch die erhöhte Stabilität lassen sich die Fensterprofile schmaler ausbilden oder die Glasflächen bei gleichem Profil vergrößern. Dadurch ergeben sich interessante technische Vorteile, beispielsweise mehr Licht durch größere Glasanteile, ein besserer U-Wert, einfachere Profilgeometrien sowie eine erhöhte Flügelstabilität. Diese Fenster werden auch als Integralfenster bezeichnet.

Abhängig von der Konstruktionsart müssen von der Klebung Windsog-, Druck- und Schubkräfte (Aussteifung Flügelrahmen) oder das Eigengewicht der Glasscheibe übernommen werden. In diesem Fall sind erhöhte Anforderungen an das Langzeitverhalten der Klebeverbindung (Kriechen) zu beachten. Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Einsatz- und Konstruktionsmöglichkeiten. Einmal mit klassischer Lastabtragung aller Glasscheiben über das Profil und einmal durch die Überdeckung des Holzprofils durch ein



Einfache Verfahren zur Qualitätsüberwachung geklebter Fensterkonstruktionen im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) [6.2]

Stufenglas. Hierbei liegt die äußere Scheibe nicht mehr auf dem Profil und der Randverbund muss auch die Eigenlast dieser Glasscheibe übernehmen.

Bei allen geklebten Konstruktionen muss die Verträglichkeit aller verwendeten Materialien sichergestellt sein, also die Verträglichkeit von Randverbund, Fensterprofil (inkl. Anstrich) und Glas. Bei einer Unverträglichkeit kann es zu einer reduzierten Klebfestigkeit, Verfärbungen oder Undichtigkeiten beim Isolierglas und damit zum Versagen der gesamten

GEEIGNETE KONSTRUKTIONSPRINZIPIEN FÜR GEKLEBTE HOLZFENSTER

| | |
|--|--|
| | <p>Stufenglasklebung (mit immer kleiner werdenden Rahmenanteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV-Bestrahlung direkt ausgesetzt. • Bei ungeschütztem MIG-Randverbund ist dieser UV-beständig auszuführen. • Die Lastabtragung des Eigengewichts der äußeren Scheibe erfolgt vollständig über die Klebung. |
| | <p>Überschlagklebung innen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Klebung ist nicht der direkten Bewitterung ausgesetzt. • Durch das Glas trifft UV-Bestrahlung auf die Klebung. • Die Lastabtragung des Eigengewichts erfolgt über die Klotzung. • Bei nicht abgedecktem MIG-Randverbund ist dieser UV-beständig auszuführen. |
| | <p>Klebung im Glasfalzgrund ohne Glashalteleiste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klebung auf der Glaskante der Außenscheibe des MIG und auf Teilen des MIG-Randverbunds. • Die Falzgrundverklebung ist dem Außenklima ausgesetzt. • UV-Bestrahlung trifft auch bei Überdeckung durch zusätzliche Profile auf den Klebstoff (Lichtleitverhalten des Glases). • Bei ungeschütztem MIG-Randverbund ist dieser UV-beständig auszuführen. |
| | <p>Klebung im Glasfalzgrund mit Glashalteleiste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klebung auf der Glaskante der Innenscheibe des MIG und auf Teilen des MIG-Randverbunds. • Bei unveränderter Flügelrahmengemetrie ist die Falzgrundverklebung eine Variation der Verglasungsart. • Bei reduzierten Flügelquerschnitten übernimmt die Klebung tragende Funktion und ist zu behandeln wie das vorherige Beispiel. |

Quelle: ift-Richtlinie VE-08/2 „Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme“. ift Rosenheim 2011

rot = tragende Klebungen, grün = Abdichtungen, blau = Klotz zur Lastabtragung des Glasgewichts (bei allen Klebungen 3-Flanken-Haftungen vermeiden)

Fensterkonstruktion kommen. Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit wurde die ift-Richtlinie VE-08 „Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme“ erarbeitet, mit der die Leistungsfähigkeit der Systeme nachgewiesen werden kann, um Schäden zu vermeiden. Wichtig ist, dass das Klebesystem im Fenster geprüft wurde, weil nur so die komplexen Lastfälle und konstruktiven Zusammenhänge berücksichtigt werden. Bei der Klebung von Holzfenstern sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- Die Klebung sollte auf unbehandeltem Holz erfolgen.
- Die Klebung ist mit Klebstoffen und Klebebändern möglich.
- Die Holzart und die mechanische Bearbeitung der Holzoberfläche (feinhobeln, schleifen, finieren) muss vom Systemgeber oder Klebstoffhersteller definiert werden.
- Bei Klebungen auf behandelten Hölzern muss die Prüfung mit dem jeweils verwendeten Holzschutz- und der Oberflächenbeschichtung erfolgen.
- Bei Veränderung der Haftpartner muss die Prüfung erneut durchgeführt werden.

Architekten und Bauherren sollten deshalb bei der Planung und Ausschreibung darauf achten, ob die Fenster über Prüfungen und Nachweise gemäß VE-08 verfügen. Als Alternative zu Klebstoffen können auch Klebebänder eingesetzt werden. In der Richtlinie werden auch Empfehlungen für die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) gemacht, damit die Qualitätssicherung wirksam durchgeführt wird.

Einzelteilfertigung

Die Maschinenteknik war schon häufig sowohl die Begrenzung als auch der Wegbereiter für innovative Konstruktionen. Die konstruktiven Vorteile einer Einzelteilfertigung sind vom ift Rosenheim in mehreren Forschungsprojekten untersucht worden. Bei einer konsequenten Abstimmung von Konstruktion und Fertigung ergeben sich folgende konstruktive Vorteile:

- höhere Fugendichtheit im schadensanfälligen Stoßbereich (Brüstung) von Quer- und Längsholz durch die wirksame Beschichtung des Hirnholzes und mögliche Abdichtung mit spritzbaren Dichtstoffen und dadurch stark reduziertes Risiko von Feuchteschäden,
- Einsatz tragfähiger Eckverbindungen,
- hohe Flexibilität in der Konstruktion,
- Vorteile in der Herstellung (platzsparende Fertigung, geringerer Personal- und Transportbedarf, Komplettfertigung etc.).

Mittels moderner Bearbeitungszentren und neuer Eckverbinder lassen sich innovative, leistungsfähige und langlebige Holzfensterkonstruktionen kostengünstig herstellen. Die ift-Richtlinie FE-08/1 „Rahmeneckverbindungen für Holzfenster“ ermöglicht eine sichere Planung der Belastbarkeit durch definierte Prüfverfahren und die Einteilung in Gewichtsklassen. Dies ermöglicht einen optimierten Einsatz der Verbindungsmittel und gewährleistet eine sichere Lastabtragung hoher Glasgewichte.

BEWERTUNG VON RAHMENECKVERBINDUNGEN NACH IFT-RICHTLINIE FE-08/1

| Prüfungen | Bewertungskriterien | Anforderungen | Bewertung |
|--|-----------------------|--|--|
| Eingangsprüfung | Holzfeuchte in % | 13 % ± 2 % | erfüllt/nicht erfüllt |
| | Versatz in mm | max. ≤ 1 mm | erfüllt/nicht erfüllt |
| Prüfungen nach der künstlichen Alterung | Holzfeuchte in % | ≤ 18 % | erfüllt/nicht erfüllt |
| | Versatz in mm | Mittelwert der Versatzdifferenz** ≤ 0,6 mm | erfüllt/nicht erfüllt |
| | Fugendichtheit | <ul style="list-style-type: none"> • kein Penetrationsmittel in der Funktionsebene (Glasfalz) bzw. hinter der wasserführenden Ebene (Mitteldichtung) • geklebte Systeme: kein Eindringen in die Brüstungsfugen • andere Systeme*: keine schädigenden Auswirkungen auf die Rahmeneckverbindungen | erfüllt/nicht erfüllt |
| Dynamische Belastung parallel zur Verglasungsebene | bleibende Verformung | bleibende Verformung ≤ 25 % der maximalen Verformung unter Last | erfüllt/nicht erfüllt |
| Mechanische Prüfungen | Zugfestigkeit in kN | Mindest-Zugkraft nach Gewichtsklasse | erfüllt für G ≤ ... kg/ nicht erfüllt |
| | Scherfestigkeit in kN | Mindest-Scherkraft nach Gewichtsklasse | |
| | Bruchbild | kein Kohäsionsbruch (in der Klebefläche), kein Adhäsionsverlust des Klebstoffes zur Haftfläche (Holz) | erfüllt/nicht erfüllt |

Quelle: ift-Richtlinie FE-08/1 „Rahmeneckverbindungen von Holzfenstern; Prüfung, Bewertung und Anforderungen“. ift Rosenheim 2008

* Anforderungen werden in Abhängigkeit vom System individuell bestimmt.

** Definition des Begriffs Versatzdifferenz siehe ift-Richtlinie FE-08/1.

Einsatz elektromotorischer Komponenten

Fenster müssen heute den geänderten Erwartungen der Nutzer entsprechen, die in wohlhabenden Industriestaaten stark durch Komfort und Sicherheit geprägt werden. Produkte sollen einfach zu nutzen, sicher und pflegeleicht sein. Das wird gut am Beispiel der Fensterlüftung deutlich. Wohnungsnutzer wollen sich nicht nach vorgegebenen Lüftungszeiten richten, sondern die notwendige Grundlüftung sollte automatisch erfolgen und bei Bedarf durch Öffnen der Fenster ergänzt werden. Eine bedarfsgerechte Lüftung ist durch automatisch angetriebene Fensterbeschläge oder durch Fensterlüfter möglich, die direkt im Fensterrahmen integriert sein können. Auch der Komfort wird verbessert und freut nicht nur ältere Personen oder Menschen mit Handicap. Die Bedienung ist unkompliziert und intuitiv per Smartphone möglich. Da kraftbetätigte Bauteile kleine Maschinen sind, bestehen hier höhere Risiken als bei manuell bedienten Fenstern, die meistens durch eine Absicherung von Quetsch- und Scherstellen sowie eine Kraftbegrenzung des Antriebs erfolgen. Das heißt, der Antrieb stoppt, wenn ein Hindernis die Bewegung stoppt (ähnlich wie beim elektrischen Fensterheber im Auto). Die Automobilbranche ist mit elektronischen Helfern wie Brems- oder Einschlafkontrollsystemen Vorreiter und setzt neue Standards. Im Baubereich muss bei der Weiterentwicklung zur Praxisreife aber noch einiges getan werden, um die einfache Anbindung an haustechnische Systeme, den sicheren Betrieb und eine intuitive sichere Nutzung im Sinne des Universal Designs zu erreichen.

Neue Materialien

Die heute verfügbaren Fertigungstechnologien für Holzherzeugung und -bearbeitung ermöglichen den Einsatz von Verbundwerkstoffen und neuen Materialien. Für Holzfenster erlaubt dies die Verleimung unterschiedlicher Holzarten, die Kombination mit außen liegenden Aluminiumschalen, die Integration leistungsfähiger Dämmstoffe sowie die Erzeugung modifizierter Holzprodukte. Hierzu werden Verfahren wie die Modifizierung durch Hitzebehandlung, die Acetylierung, die Polymerisierung durch geeignete Chemikalien sowie die Hydrophobierung verwendet. Das Ziel ist es, die Aufnahme von Feuchtigkeit sowie die Verformung durch Feuchteunterschiede (Schwinden und Quellen) zu reduzieren.

Ein interessanter Weg ist die Modifizierung von Holz und die Entwicklung hierfür geeigneter Konstruktionen. Dies ermöglicht auch den Einsatz leichter Holzarten mit besseren Dämmeigenschaften und guter Verfügbarkeit, die aufgrund zu geringer Festigkeit und Witterungsbeständigkeit aber für Fenster sonst nicht geeignet wären. Hierzu zählen beispielsweise die heimische Pappel oder tropische Hölzer wie Pulai (*Alstonia spp.*), Kiri (*Paulownia tomentosa*), Abachi (*Triplochitons cleroxylon*) oder Light Red Meranti (*Shorea spp.*).

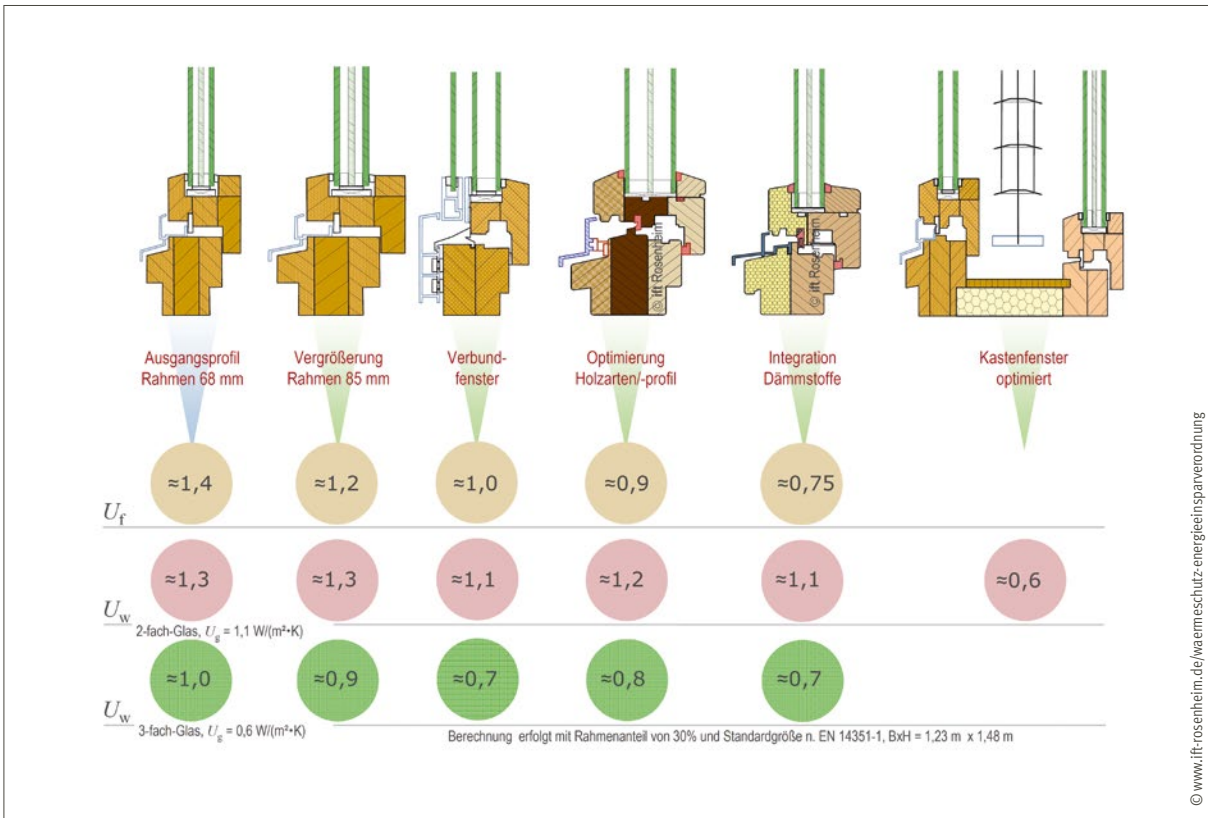
Bei chemischen Verfahren können auch natürliche Acetylene oder Alkohole in die Holzstruktur eingebunden werden. Diese können aus Biomasse gewonnen werden und vernetzen sich mit der Holzstruktur. Hierdurch wird die Festigkeit, die Wasseraufnahmefähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert) verändert, das heißt, es kann sowohl eine Verbesserung als auch eine Verschlechterung auftreten.

Der Einsatz hochwärmedämmender Dämmstoffe als Mittel- oder Außenlage von Holzkanteln oder in Verbundkonstruktionen zusammen mit Aluminiumschalen wird genutzt, um bei Energieeffizienz- und Passivhausfenstern die Dämmeigenschaften zu verbessern, ohne die Profilabmessung übermäßig zu erhöhen. Dabei gilt es, technische Schwierigkeiten zu bewältigen, beispielsweise das Erreichen einer ausreichenden Verbundfestigkeit (Klebung), die Befestigung der Beschläge sowie die Fertigung und Entsorgung der unterschiedlichen Materialien.

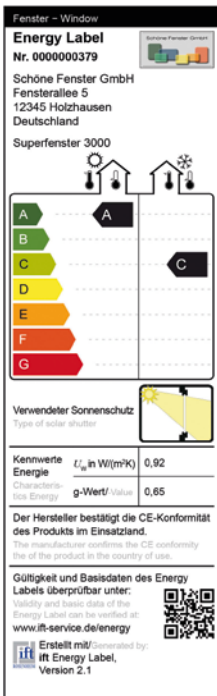
Die Eignung neuer Holzarten und modifizierter Holzprodukte als Fensterholz sollte auf der Basis der Merkblätter des Ift Rosenheim und des VFF (Verband Fenster + Fassade) geprüft werden. Hier werden alle für Fenster relevanten Eigenschaften untersucht, beispielsweise Festigkeit, Quell- und Schwindverhalten, kapillare Wasseraufnahme, Wärmeleitfähigkeit, Schraubenausziehstand, Oberflächenhärte, Eignung für verklebte Konstruktionen, maschinelle Bearbeitung oder die Verträglichkeit mit Beschlägen, Befestigungsmitteln, Dichtstoffen und -profilen. So können spezielle Konstruktionen mit Beschlägen und Verbindungsmitteln entwickelt werden, die optimal zu den Besonderheiten der verschiedenen Holzarten passen.



Einsatz von chemisch modifiziertem Holzprodukt in der Außenlage eines verleimten Fensterprofils (Fensterkante)



Konstruktive Ansätze zur Verbesserung des Wärmeschutzes (U_w -Wert) von Holzfenstern



Einfache und leicht verständliche Zeichen wie das Energy Label helfen bei der Bewertung und Auswahl geeigneter Holzfenster

Energieeffizienz

Die weitere energetische Verbesserung von Fenstern und Verglasungen ist im Hinblick auf die Energieeffizienzrichtlinie der EU notwendig, denn 2020 sollen alle Neubauten Nullenergiehäuser sein. Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016 können gerade noch durch Gläser mit einem U_g -Wert von $\leq 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ und einem leicht veränderten 68 mm dicken Fensterprofil erreicht werden. Wenn aber die Fördermittel für Einzelmaßnahmen und energieeffiziente Gebäude (KfW 55) in Anspruch genommen werden sollen, ist bereits heute ein U -Wert für Fenster $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ notwendig. Hierfür muss die Konstruktion von Holzfenstern umfangreicher geändert werden. Optimierungspotenzial ergibt sich durch Profiltiefen von über 78 mm, Einsatz von Dreifach-Gläsern, Erhöhung des Glaseinstands bis 25 mm, Optimierung der Wetterschutzschienen, reduzierte Rahmenbreiten oder Warm-Edge-Abstandhalterysteme im Isolierglas.

Allerdings muss erwähnt werden, dass moderne Fenster auf der Ost-, Süd und Westseite eines Gebäudes über die gesamte Heizperiode Nettogewinne erzielen, die erheblich zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs beitragen. Das heißt, dass die Wärmegewinne durch die Sonneneinstrahlung höher als die Wärmeverluste sind.

Moderne Gebäude mit großen Glasflächen brauchen deshalb einen sommerlichen Wärmeschutz, um eine Überhitzung und energieintensive Klimatisierung der Gebäude zu vermeiden. Neben der Verbesserung des U-Wertes bieten sich Energieeinsparpotenziale durch die Anbindung an die Heiztechnik, sodass die Heizkörper sich ausschalten, wenn das Fenster sich öffnet. Auch eine bedarfsgesteuerte Lüftung kann eine erhebliche Menge an Energie im Gebäude einsparen, die je nach Gebäudetyp über 30 % liegen kann.

Um die vielfältigen Einflüsse und Variationsmöglichkeiten in Bezug auf die Energieeffizienz zu vereinfachen, hat das ift Rosenheim ein Energy Label entwickelt, mit dem ein Vergleich unterschiedlicher Fenster leicht möglich ist.

Verwendung von Dämmstoffen im Holzprofil

Durch die Integration von Dämmstoffen in das Fensterprofil lässt sich der Wärmeschutz deutlich verbessern um $0,1-0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Hierzu kann ein Konstruktionsdämmstoff, der im Fensterprofil integriert ist und damit entsprechend belastbar sein muss, oder ein nicht tragfähiger Dämmstoff in statisch nicht belasteten Profilmitteln eingesetzt werden.

Zur wärmetechnischen Verbesserung von Holzfenstern ist die Integration von Dämmstoffen in den Blendrahmen eine einfache und effektive Lösung bei relativ geringem fertigungstechnischen Aufwand. Die Dämmstoffe können bei Bedarf, unabhängig von der Fensterform (z. B. schräg, rund etc.), in eine Nut im Blendrahmenrücken eingebracht werden. Das Konzept ist flexibel einsetzbar und kann auch von handwerklich organisierten Herstellern einfach angewendet werden.

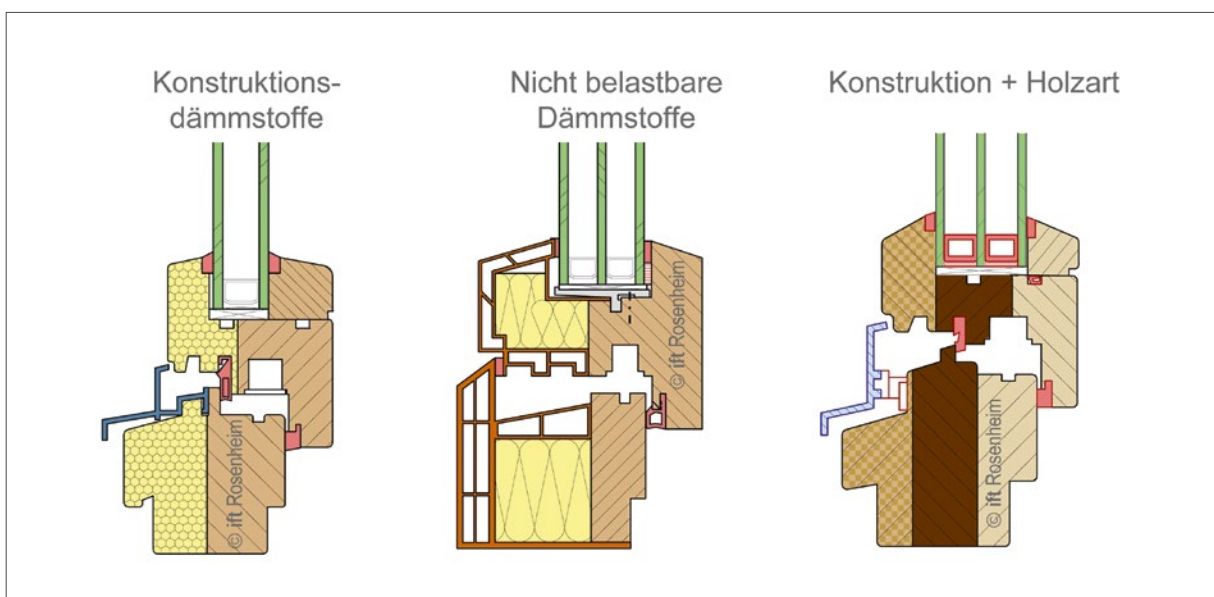


Dämmstoffeinlage im Blendrahmen

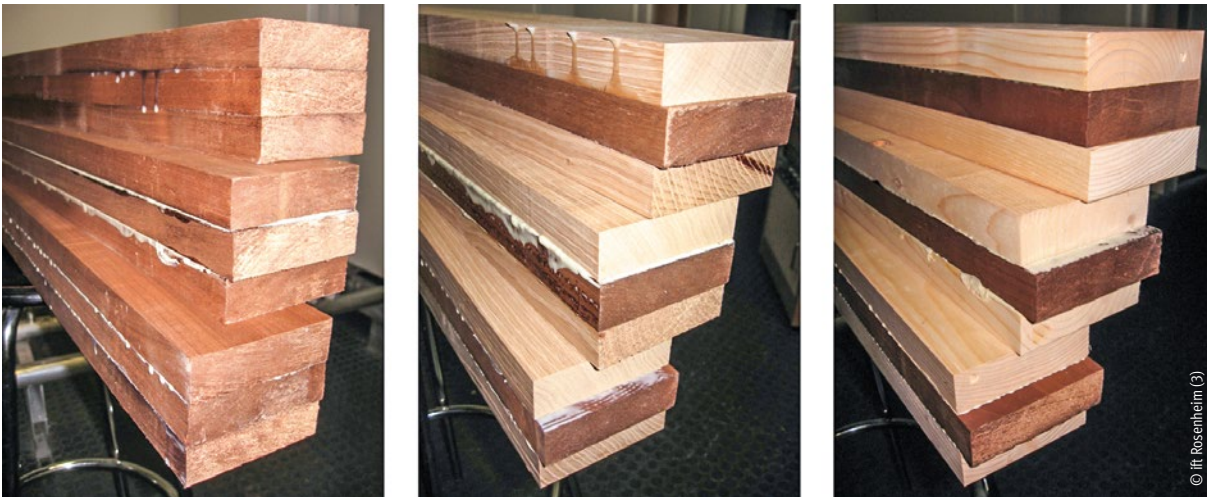
Bewährt hat sich auch das Füllen von Hohlräumen mit Dämmstoff in den Vorsatzschalen von Holz-Alu-Fenstern. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Funktionsfähigkeit der Glasfalzwässerung erhalten bleibt.

Verwendung leichter und modifizierter Hölzer

Eine Möglichkeit mit Zukunftsperspektiven für wärmetechnische Verbesserungen ist der Einsatz von modifizierten Holzprodukten bzw. Hölzern mit geringer Rohdichte und niedriger Wärmeleitfähigkeit im Mittelbereich von Fensterkante. Im Gegensatz zu Dämmstoffen im Blendrahmen ist hierbei auch eine unkomplizierte Verbesserung aller Rahmenteile (Pfosten, Riegel, Sprossen etc.) möglich. Zudem bringt ein Verzicht auf Kunst- bzw. Dämmstoffe Vorteile bei Konstruktion, Fertigung und Entsorgung.



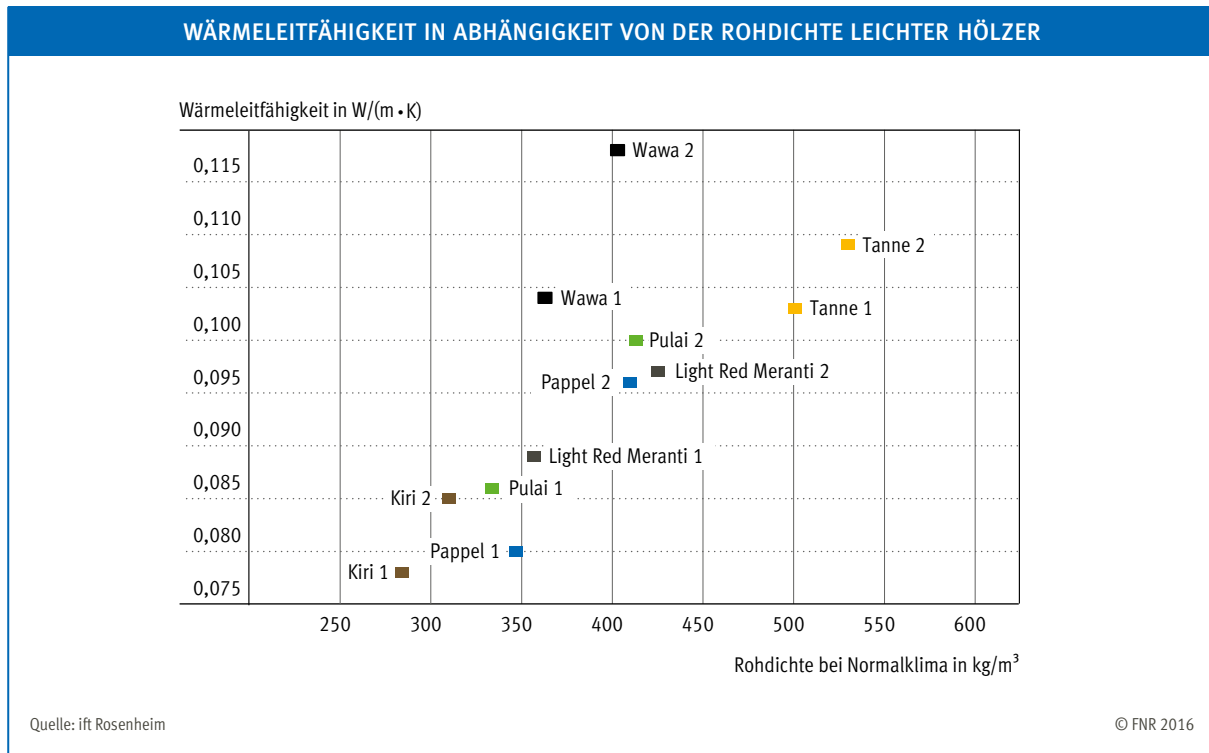
Optimierung der wärmetechnischen Eigenschaften durch modifizierte Hölzer [6.1]



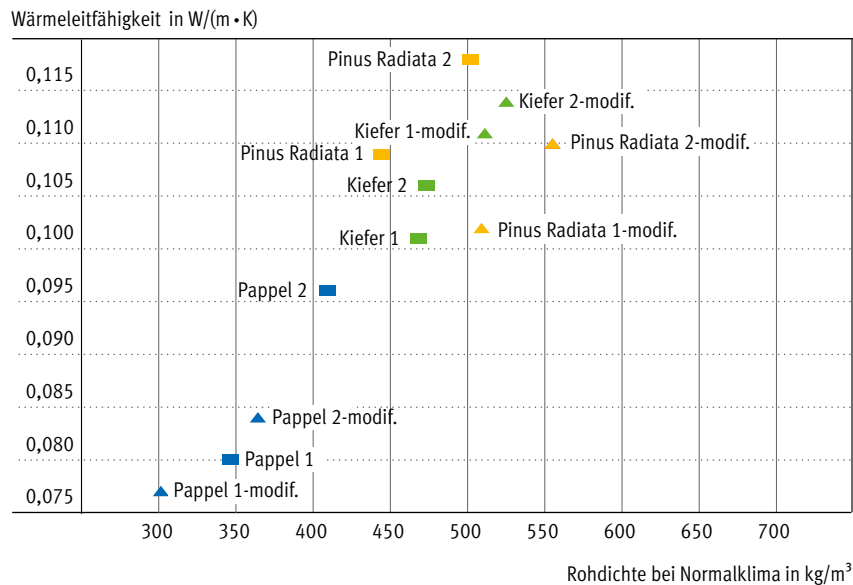
Kantelaufbau mit thermisch modifizierter Pappel (links: ausschließlich thermisch modifizierte Pappel, Mitte: thermisch modifizierte Pappel und Eiche, rechts: thermisch modifizierte Pappel und Fichte)

Im Rahmen des ift-Forschungsprojekts [6.1] wurden Hölzer mit geringer Rohdichte ausgewählt, beispielsweise europäische Hölzer wie Pappel und Tanne, aber auch außereuropäische Hölzer. Ein Kriterium für die HolzAuswahl war eine ausreichende Verfügbarkeit. Durch deren Verwendung lassen sich ebenfalls hochwärmedämmende Fenster herstellen, die

auch zukünftige Anforderungen aus Gesetzen, Normen und vom Verbraucher erfüllen. Dabei ist mit Rahmendicken von 90 mm in Verbindung mit Dreifach-Mehrscheiben-Isolierglas zu rechnen. Durch die Modifizierungsverfahren ergeben sich allerdings auch Einflüsse auf Rohdichte, Ausgleichsfeuchte sowie die Wärmeleitfähigkeit.



WÄRMELEITFÄHIGKEIT MODIFIZIERTER HÖLZER IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ROHDICHTE



Quelle: ift Rosenheim

© FNR 2016

Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Gesundheit

Der Bau- und Immobilienbereich hat einen hohen Umwelteinfluss, da große Mengen an Energie und Rohstoffen für die Herstellung und Nutzung von Gebäuden verbraucht werden. Der Begriff Nachhaltigkeit umfasst im Baubereich die gleichberechtigte Umsetzung von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen, die deshalb auch als die drei Säulen der Nachhaltigkeit bezeichnet werden. Fenster spielen dabei eine wichtige Rolle, da das Wohnklima, die Tageslichtversorgung und die natürliche Lüftung wesentlich beeinflusst werden. Holz bietet als nachwachsender, natürlicher und leicht bearbeitbarer Baustoff beste Voraussetzungen, sofern er aus nachhaltig bewirtschafteten Beständen kommt (FSC-Zertifikat, Holz aus der Region etc.).

Nachhaltigkeit

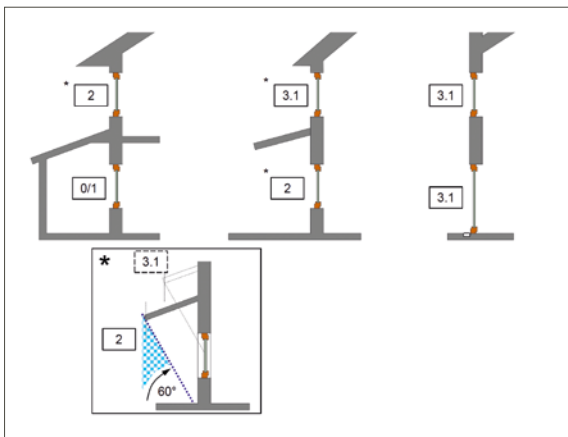
Die europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO) als gesetzliche Grundlage definiert als siebte wesentliche Anforderung eine „nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“. Anforderungen tauchen zunehmend auch in Ausschreibungen auf, weil Bauherren oder die Bank ein Nachhaltigkeitszertifikat für das Gebäude fordern, ob aus Imagegründen oder um den langfristigen Werterhalt der Immobilie zu gewährleisten. Wichtig ist jedoch zu wissen, dass es keine nachhaltigen Produkte geben kann, weil eine Beurteilung ohne den Verwendungszweck nicht möglich ist. Dies wird am Beispiel Schallschutz verständlich, denn der Wohn-

komfort und die Gesundheit werden durch den Einbau von Schallschutzfenstern in einem Gebäude in Flughafennähe deutlich verbessert, aber in einer ruhigen Wohngegend ist diese Maßnahme überflüssig. Die Ermittlung der Umweltwirkungen wird durch eine Umweltproduktdeklaration/EPD (Environmental Product Declaration) nach DIN EN ISO 14025 erbracht. Bei der Erstellung einer EPD sollten alle Lebenszyklusphasen, also Herstellung, Nutzung, Rückbau und Recycling berücksichtigt werden.

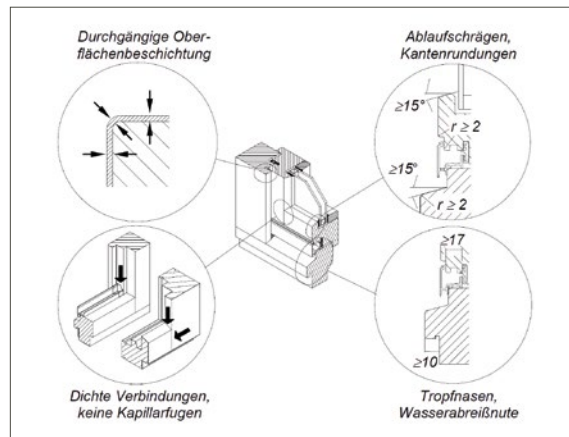
Gerade bei der Gebäudehülle sind die Einflüsse während der Nutzungsphase wesentlich bedeutsamer, denn der Energieverbrauch hat den höchsten Einfluss. Deshalb ist auch der Einfluss des Rahmenmaterials vergleichsweise gering, zumal es für Glas, Aluminium und Kunststoffe funktionierende Recyclingsysteme gibt, die die Vorteile des nachwachsenden Rohstoffs Holz relativieren. Für Fenster aus Holz, Metall und Kunststoff hat das ift Rosenheim Ökobilanzen und EPDs erstellt.

Holzschutz im Fensterbau (chemisch und konstruktiv)

Die Verwendung von Holz im Bauwesen wird in der Norm DIN 68800 geregelt. Diese ist eine eingeführte technische Baubestimmung und verbindlich von Bauherren, Planern und Ausführenden zu beachten. In der Norm werden verschiedene Gebrauchsklassen (GK0 bis GK5) für den Einsatz von Holz sowie die dazugehörigen Schutzmaßnahmen definiert. Damit Funktionssicherheit und lange Gebrauchsdauer erhalten bleiben, ist das Holz durch entsprechende



Einteilung von Fenstern in Gebrauchsklassen gemäß DIN 68000 in Abhängigkeit vom baulichen Holzschutz [6.3, 6.6]

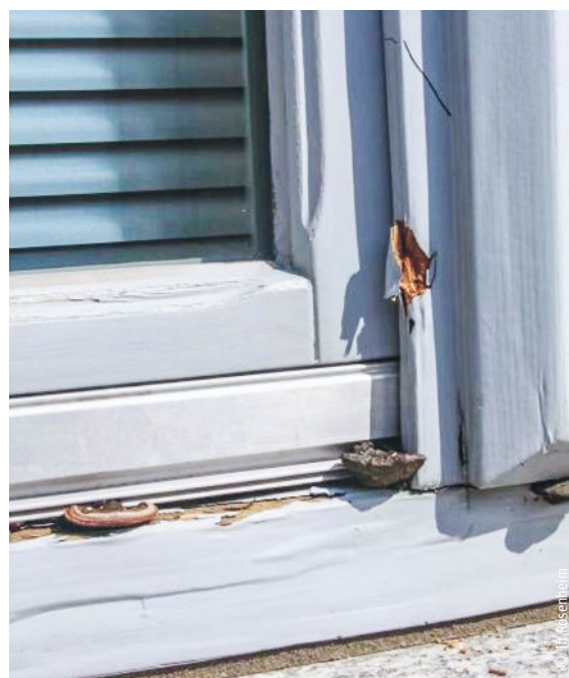
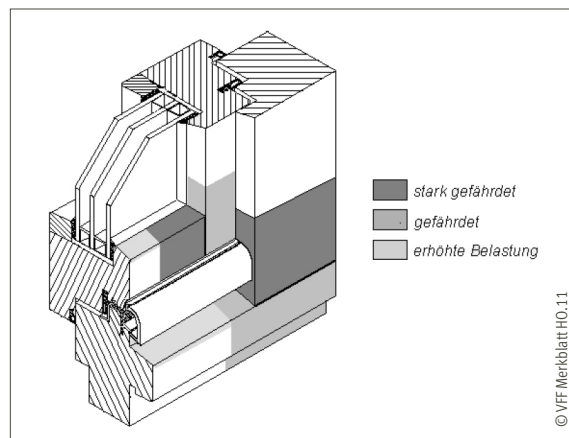


Konstruktive Grundregeln für den Holzschutz von Fenstern [ift Rosenheim, 6.6]

Maßnahmen gegen Bauschäden durch holzerstörende Organismen (Insekten, Pilze) zu schützen. Die Verwendung von Holzbauteilen in der jeweiligen Gebrauchsklasse ist abhängig von der Dauerhaftigkeitsklasse des Holzes (DIN EN 350-2 „Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz“, Klasse 1 = sehr dauerhaft bis Klasse 5 = nicht dauerhaft) sowie den baulichen und konstruktiven Holzschutzmaßnahmen. Fenster werden als „nicht tragende Holzbauteile“ definiert und in die Gebrauchsklassen GK0 bis GK3.1 eingeteilt. Die DIN 68800 sieht bei maßhaltigen Holzaußenbauteilen das Vorkommen von holzerstörenden und holzverfärbenden Organismen als Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit an.

In die GK0 fallen Fenster, die nach außen komplett durch einen geschlossenen Vorbau (Bsp. Wintergarten) vor Feuchtigkeit geschützt sind, nach innen gegen die Luftfeuchtigkeit abgedichtet sind (Tauwasser) und die optisch „einsehbar“ sind (Früherkennung von Insektenbefall). Hier können Nadelhölzer mit niedriger Dauerhaftigkeit (Klassen 4–5) eingesetzt werden. Die Gebrauchsklasse 3.1 ist der Standardfall für Fenster, bei denen die Holzbauteile zwar direkter Bewitterung ausgesetzt sind, aber das Risiko einer dauerhaften Durchfeuchtung begrenzt ist. Dies wird durch eine funktionsfähige Beschichtung und durch konstruktive/bauliche Maßnahmen erreicht. Im Anwendungsfall 3.1 müssen dauerhafte Hölzer (Eiche, Robinie oder diverse Tropenhölzer) oder Nadelhölzer wie Douglasie, Lärche und Zedernholz ohne Splintholzanteil (nur Farbkernholz) eingesetzt werden, um auf chemischen Holzschutz gemäß DIN 68800-3 verzichten zu können. Allerdings ist bei empfindlichen Hölzern wie Fichte, Birke oder Esche ein Bläueschutz sinnvoll, um Verfärbungen durch Bläuepilze bei Feuchteinwirkungen zu vermeiden.

Das Ziel der Norm ist es, durch den baulichen und konstruktiven Holzschutz und die Verwendung geeigneter Hölzer den Einsatz von chemischen Holzschutzmaßnahmen auf ein



Risikobereiche und typische Schadensbilder an Holzfenstern

Minimum zu reduzieren. Unabhängig von der Gebrauchs-klasse sollen deshalb immer konstruktive/bauliche Maßnahmen geplant und angewendet werden. Für Fenster bedeutet dies die Beachtung folgender Grundregeln:

1. Sorgfältige Auswahl der Holzart und Holzqualität
2. Fach- und sachgerechte Verarbeitung der Einzelteile zum maßhaltigen Holzbauteil, insbesondere
 - Vermeidung von Kapillarfugen
 - Ausbildung von Ablaufschrägen an den Holzprofilen (Neigung $\geq 15^\circ$)
 - gerundete Kanten an den Holzprofilen (Radius ≥ 2 mm)
3. Speziell geformte Holzprofile zur Wasserableitung (Wetterschenkel) bzw. teilweise Abdeckung mit Metallprofilen (Stock- und/oder Flügelabdeckprofile, Wetterschutzschienen etc.)
4. Vollständige Abdeckung der Holzprofile durch Metallprofile oder Verbundkonstruktionen (Holz-Alu-Fenster)
5. Schutz der Brüstungsfugen durch Hirnholzschutz
6. Schutz gegen Auffeuchtung (Tauwasser) aus hoher Raumfeuchte, z. B. durch Abdichtung der Glasleiste zum Falzgrund

Die Erfahrungen aus Gutachten und Forschungsprojekten zeigen eindeutig, dass ein Schutz der besonders gefährdeten Bereiche die Nutzungszeit von Holzfenstern erheblich verlängert. Dies betrifft die Rahmenverbindungen sowie unsauber ausgeführte Fenster mit offenen Anschluss- und Koppelungsfugen. Deshalb sind alle Maßnahmen (Beschichtung, thermische und chemische Modifizierung, angepasste Holzfeuchte) sinnvoll, die das Schwinden und Quellen des Holzes reduzieren. So kann die Bildung bzw. Vergrößerung von Fugen und damit ein kapillarer Wassereintritt und Feuchteanreicherungen vermieden werden, insbesondere über die freiliegenden Hirnholzflächen in den Brüstungsfugen.

Praktische Hinweise finden sich auch in den Merkblättern HO.02, HO.06 und HO.11 [6.4, 6.5, 6.6], die gemeinsam vom VFF und ift Rosenheim erarbeitet wurden.

Gesundheit – VOC-Emissionen

Die meisten Menschen verbringen heute 80 % ihrer Zeit oder mehr in geschlossenen Innenräumen und Emissionen aus Produkten im Innenraum haben deshalb einen großen Einfluss auf die Gesundheit. Auch Holzfenster beeinflussen das Raumklima. Mittelbar durch die Entstehung und Vermeidung von Tauwasser mit nachfolgender Schimmelpilzbildung und unmittelbar durch die Emission von Inhaltsstoffen. In der Diskussion sind sogenannte VOC (Volatile Organic Compounds), SVOC (Semi-Volatile Organic Compounds) oder VVOC (Very Volatile Organic Compounds). Dies sind organische Stoffe, die leicht verdampfen und bei höheren Konzentrationen gesundheitliche Probleme verursachen. Gesetzliche Regelungen finden sich in der Bauproduktenverordnung, in der aber nur allgemeine Anforderungen bzgl. des Emissionsverhaltens von Bauprodukten gestellt werden, um die Gesundheit von

Bewohnern nicht durch die Freisetzung giftiger Gase zu gefährden. Genauere Grenzwerte werden für ausgewählte Bauprodukte (beispielsweise Fußbodenbeläge) in Deutschland im sogenannten AgBB-Schema definiert, in dem Holzfenster nicht aufgeführt sind. Untersuchungen des ift Rosenheim an beschichteten Holzfenstern zeigten, dass die Emissionen von Holzfenstern (inkl. der Komponenten Glas, Dichtungen, Beschläge) sehr gering sind und vernachlässigt werden können, wenn emissionsarme Beschichtungen (Wasserlacke) für den Holzrahmen und die Dichtstoffe verwendet werden und die Füllung aus Glas besteht. Die Forschungsergebnisse können auch für eine Einteilung in Emissionsklassen (Klassifizierung) verwendet werden, die in einigen EU-Staaten (z. B. Frankreich) für Bauelemente heute schon vorgeschrieben und für die gesamte EU in Planung ist. Die Kriterien des deutschen AgBB-Schemas sowie die beste Klasse des französischen Bewertungsverfahrens (A+) können auch von Holzfenstern erreicht werden.

Gesundheit – Licht

Neben energetischen Aspekten hat Sonnenlicht einen großen Einfluss auf die physische und psychische Gesundheit des Menschen. Die Beleuchtungsstärke im Freien reicht von 5.000 bis über 100.000 Lux. An 85 % der Tage gibt es ein Tageslichtangebot von mindestens 5.000 Lux. Für normale Sehaufgaben wie Lesen und Schreiben wird normativ eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux gefordert. Diese Forderungen beziehen sich auf die eigentliche Sehaufgabe und lassen die Entdeckung eines dritten Lichtrezeptors (Suprachiasmatischer Kern, Suprachiasmatic Nucleus, SCN) auf der Netzhaut unberücksichtigt. Medizinische Studien belegen, dass das Tageslicht den Stoffwechsel reguliert, die Melatoninproduktion (Schlafhormon) unterdrückt, die „Gute-Laune-Hormone“ wie Serotonin und Noradrenalin aktiviert, die Abwehrkräfte verbessert, den Schlaf-wach-Rhythmus steuert sowie die Leistungsfähigkeit und Lernfähigkeit steigert. Im Licht dieser Fakten sollte man die Größe von Fenstern und Glasflächen nach der Tageslichtversorgung der Räume planen.

Als Basis für eine Planung der Fenster können folgende Grundsätze dienen:

- farbneutrale Verglasung mit einem Lichttransmissionsgrad von ca. 65 % bis 75 %
- möglichst geringer Rahmenanteil des Fensters (< 20 %, keine Glasteilungen, Sprossen etc.)
- Raum-/Grundrissplanung mit einem Verhältnis von Breite zu Tiefe von etwa 1 : 2
- Breite der Fensterfront entspricht etwa der Raumbreite und sollte ca. 20 % der Raumfläche betragen
- Breite und Höhe der Fenster etwa 1,5–2,5 m, Brüstungshöhe etwa 0,90 m und deckennahe Fensteroberkante
- möglichst geringe Abschattung durch Verbauung oder Pflanzen
- integrative Planung von Sonnen-, Blendschutz und Tageslichtlenkung



Zusätzlich geschaffender Wohnraum durch verglasten Balkon

Aber es gilt natürlich auch, die störenden Einflüsse von Blendungseffekten und der Überhitzung im Sommer zu vermeiden. Damit wird deutlich, dass die Planung und Umsetzung von Sonnenschutz, Blendschutz und Tageslichtversorgung eine anspruchsvolle Planungsaufgabe ist, die von Bauherren und Planern oft unterschätzt wird.

Gesundheit – Lüftung im Wohnbau

Die energetischen Anforderungen an Häuser fordern heute eine nahezu luftdichte Gebäudehülle, um ungeplante Lüftungsverluste zu vermeiden. In Verbindung mit einem geänderten Lüftungsverhalten vieler Bewohner führt dies zu Luftwechselraten, die deutlich niedriger sind, als die hygienisch empfohlene Mindestluftwechselrate von 0,5 pro Stunde. Damit kann es zur verstärkten Anreicherung von Giftstoffen, Stäuben, Pollen oder Luftfeuchtigkeit in der Innenraumluft kommen. Eine zu hohe Luftfeuchte kann dann zur gesundheitsschädlichen Schimmelpilzbildung führen. Aus diesen

Gründen ist eine nutzerunabhängige und bedarfsgerechte Mindestlüftung sinnvoll, am besten in Verbindung mit einer Wärmerückgewinnung. In den Sommermonaten wird die Lüftung in der Regel durch Fenster in Kippstellung erreicht. Im Winter würde dies zu deutlich erhöhten Lüftungswärmeverlusten und Tauwasserproblemen führen.

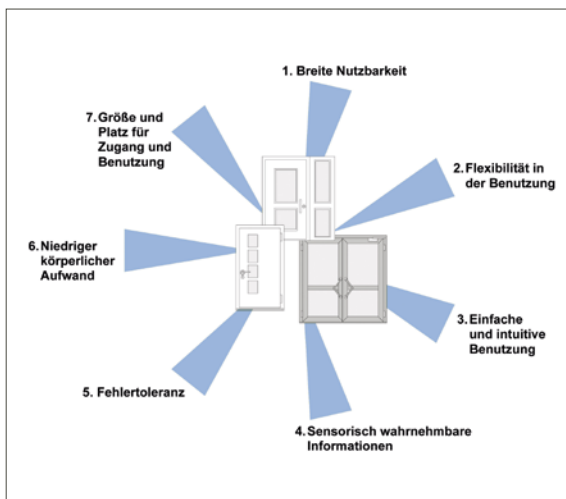
Als Alternative zur zentralen Lüftung mit Rohrleitungen gibt es eine ausreichende Auswahl an automatisch gesteuerten Fensterbeschlägen und dezentralen Lüftungssystemen, die am oder im Fenster integriert sind und auch mit Wärmerückgewinnung verfügbar sind. Wenn die Mehrkosten mit den Anschaffungs-, Reinigungs- und Betriebskosten einer zentralen Lüftungsanlage verglichen werden, relativiert sich der Mehrpreis schnell. Oft ergeben sich im Vergleich zur zentralen Lüftung günstigere Gesamtkosten, da man ja nicht in jedem Raum einen Fensterlüfter benötigt.



In Fensterrahmen integrierter Fensterlüfter mit Wärmerückgewinnung (Rehau)

Komfort, Sicherheit und Universal Design

In Forschungs- und Versuchshäusern wird die automatische Steuerung von Fenstern, Türen, Verschattung, Heizung und Licht zur energiesparenden Erreichung eines angenehmen Raumklimas bereits realisiert. Die Technik kann auch die Gewohnheiten der jeweiligen Bewohner berücksichtigen und regelt automatisch den richtigen Luftaustausch sowie Sonnen- und Lichteinfall. Mittels Touchscreen, Smartphone oder Spracheingabe kann der Bewohner einfach in das System eingreifen und dieses manuell regeln. Die Steuerung ist auch für die Sicherheit nutzbar, beispielsweise durch eine Zentralverriegelung oder Glas- und Einbruchmelder in Fenstern und Türen. In der automobilen Oberklasse sind diese Technologien bereits Standard und die Menschen möchten diesen Komfort auch in den eigenen vier Wänden haben. Innovative Hersteller der Fenster- und Türenbranche werden diesen Trend nutzen und investieren deshalb in die Entwicklung, Montage, Inbetriebnahme und Wartung automatischer Fenster und Türen. Der technische Treiber sind Haustüren, bei denen automatische Schließ- und Sicherheitssysteme heute schon verbreitet sind.



Die sieben Designprinzipien des Universal Designs [6.7]

Wichtig ist aber eine intuitive und sichere Bedienung, die von Kindern und älteren Menschen gleichermaßen einfach genutzt werden kann. Zur Entwicklung und Bewertung neuer Produkte bietet sich das Gestaltungsprinzip des Universal Designs an. Darunter versteht man eine Gestaltung von Produkten, aber auch Dienstleistungen, die für möglichst viele Anwender (Kinder, Erwachsene, ältere Menschen, Menschen verschiedener Kulturen etc.) einfach, intuitiv und sicher nutzbar sind, auch ohne spezielle Anpassungen. Bei der Umsetzung hilft die Beachtung von sieben allgemein formulierten Gestaltungsprinzipien, die das ift Rosenheim für Fenster und Türen angepasst und in einer Fachinformation beschrieben hat.

Bei Fenstern wird dies gut am Beispiel der Öffnungsfunktion deutlich. Die Hervorhebung von Griffen durch unterschiedliche Farben, Formen, Materialien oder Oberflächen, die eine haptische Information geben, sowie die Öffnung mit geringen Bedienungskräften hilft jedem Anwender. Dies könnte noch durch akustische Informationen ergänzt werden, die durch ein Klicken oder andere Geräusche das richtige Schließen signalisieren. Universelles Design bedeutet aber nicht, dass alle Menschen bzw. Anwendergruppen unter allen Umständen ein Produkt nutzen können.

Zusammenfassung

Die Forderung nach einer Verringerung des Energieverbrauchs mit steigenden Anforderungen an die Wärmedämmung und Energiegewinnung zwingt zur ständigen Weiterentwicklung der Fensterkonstruktionen. Dabei werden auch in der Fensterbranche Automation und Elektronik Einzug halten. Eine wichtige Aufgabe ist die Sicherstellung der nach DIN 1946-6 geforderten nutzerunabhängigen Lüftung. Hierfür stehen eine Vielzahl von Materialien, Beschlägen, Fensterlüftern und Konstruktionen zur Verfügung. All das ist auch mit Holz und Holzfenstern realisierbar und bietet Holzfensterherstellern genug Spielraum für eine Differenzierung und erfolgreiche Vermarktung neuer Produkte. Ganzheitliche und einfache Bewertungsverfahren wie das Energy Label oder das ift-Qualitätszeichen können Bauherren bei der Auswahl geeigneter Holzfenster unterstützen. Sofern die politischen Rahmenbedingungen für Ressourceneffizienz und Energiewende weiter verbessert werden, ist der Weg zu Nachhaltigkeit und Energieeffizienz und damit zum Holzfenster vorgezeichnet.

Autor: Jürgen Benitz-Wildenburg

7 MÖBEL AUS HOLZ IM INNEN- UND AUSSENBEREICH

Möbel begleiten unseren Alltag. Kaum mehr eine Tätigkeit, die ohne Möbel denkbar ist. So nutzen wir Möbel zum Arbeiten, zum Essen, zur Freizeitgestaltung und zum Schlafen. Erst die Möbel bringen in ein Haus, ein Zimmer, ein Büro eine behagliche Atmosphäre und machen es nutzbar. Und so ist es kein Wunder, dass Menschen zu manch schönem Möbelstück eine emotionale Beziehung aufbauen.

Holz ist weltweit anerkannt als idealer natürlicher Werkstoff für Möbel im Innen- wie auch im Außenbereich. Warum ist dies so? Es gibt viele verschiedene Holzarten mit unterschiedlichen Farben, Strukturen, Oberflächen und Gerüchen, die sich allesamt problemlos auch unter ästhetischen Gesichtspunkten kombinieren lassen. Holz fühlt sich warm und angenehm an, ist stabil, langlebig und verhältnismäßig preiswert. Holz kann sehr gut bearbeitet werden und bietet so Gestaltungsmöglichkeiten für Handwerker, Künstler und Heimwerker, aber auch für die Holz verarbeitende Industrie. Und last, but not least trägt es zu einem angenehmen Raumklima bei, soweit es nicht lackiert oder anderweitig beschichtet wird.

Vom Wald zum Möbel

Wälder sind hoch entwickelte Ökosysteme, die uns mit ihrer Schönheit, Ruhe, guten Luft und ihrem Artenreichtum Erholungswert bieten. Zugleich leisten Wälder einen wichtigen Beitrag zu einem ausgeglichenen Klima, indem sie unglaubliche Mengen von Wasser binden und durch Verdunsten wieder freigeben. Zudem bilden Bäume beim Wachstum Sauerstoff und entziehen dabei der Atmosphäre Kohlendioxid. Mit dem Kauf von Holzmöbeln können wir also ganz nebenbei dem Treibhauseffekt entgegenwirken, zum Erhalt der Wälder beitragen und wertvolle Arbeitsplätze schaffen.

Wichtig ist, dass das Holz aus Wäldern mit einer nachhaltigen Forstwirtschaft stammt. In Deutschland ist gesetzlich festgelegt, dass der natürliche Holzzuwachs größer sein muss als die Menge des eingeschlagenen Holzes. Jedoch ist dies nicht überall so, auch kann man Forstwirtschaft mehr oder weniger nachhaltig betreiben. Deshalb sollte beim Kauf von Möbeln stets darauf geachtet werden, dass das verwendete Holz aus verlässlichen Quellen der Region kommt und/oder ein seriöses **Umweltzertifikat** vorweisen kann wie z. B.:

- FSC (www.fsc-deutschland.de)
- PEFC (www.pefc.de)
- „Holz von hier“ (www.holz-von-hier.de)

Immer wieder wird der richtige Zeitpunkt des Holzfällens kontrovers diskutiert. Meist geht es darum, welchen Einfluss die Mondphasen auf die Qualität sowie Schädlings- und

Pilzresistenz von Holz haben. Zur Versachlichung der Diskussion wurden wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt. Keine der publizierten Mondphasenholz-Thesen wie „Holz quillt und schwindet nicht, reißt nicht, wird besonders hart, wird nicht von Pilzen und Insekten befallen“ konnte darin bestätigt werden.

Hölzer, die für den Bau von Holzmöbeln zum Einsatz kommen, gehören zu den hochwertigsten Sortimenten des Holzeinschlags. Bei der Produktion von Holzmöbeln anfallende Holzabschnitte und Späne sind kein Abfall, sondern Rohstoff für die Platten- und Zellstoffindustrie oder können vor Ort zum Heizen oder zur Energiegewinnung genutzt werden.

Um Qualität und Formstabilität von Holz zu sichern, muss es langsam und sorgfältig getrocknet werden, damit es später nicht reißt oder sich verzieht. Heute wird Holz meist relativ energieaufwendig in sogenannten Trockenkammern bei bis zu rund 60 °C getrocknet. Nach wie vor gibt es aber viele Schreiner, die im Sinne einer optimalen Möbelholzqualität auf eine langsame natürliche Trocknung schwören, obwohl dies deutlich (zeit)aufwendiger ist.



Bürotresen mit Dekorleisten aus heimischen Hölzern

AUSWAHL EINHEIMISCHER HOLZARTEN FÜR DEN MÖBELBAU

| Einheimische Holzarten | Holzfarben | Härte | Möbel innen | Möbel außen | Preisniveau |
|------------------------|-----------------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| Ahorn | hellgelb-weiß | hart | x | | teuer |
| Birke | hellbraun | mittel | x | | teuer |
| Buche | gelblich, rötlich | hart | x | | mittel |
| Eiche | gelbbraun | hart | x | x | teuer |
| Erle | rötlich braun | weich | x | | mittel |
| Esche | gelblich, hellbraun | hart | x | | mittel |
| Fichte/Tanne | hell/gelblich | weich | x | | niedrig |
| Lärche | rötlich | mittel | x | x | mittel |
| Obsthölzer | verschieden | hart | x | | teuer |
| Robinie | hellgelb | hart | x | x | teuer |
| Ulme (Rüster) | braun | mittel | x | | teuer |
| Walnuss | hell- bis dunkelbraun | hart | x | | teuer |

Holzarten für den Möbelbau

Holz bietet unglaublich viele Gestaltungsmöglichkeiten. Es gibt weiche und harte, helle und dunkle sowie unterschiedlich farbige Hölzer. Je nach Art und Wuchsgebiet variieren die Eigenschaften. Äste, Verwachsungen, Einläufe und unterschiedliche Einschnitte verleihen jedem Holz einen einzigartigen Charakter. Jedoch eignet sich nicht jedes Holz gleichermaßen für alle Einsatzzwecke.

Für Möbel, die der Witterung ausgesetzt werden, sollten möglichst witterungsresistente Hölzer eingesetzt werden. Von den europäischen Hölzern eignen sich hierfür vor allem Eiche, Eibe, Lärche und Robinie, wobei insbesondere bei Lärchenholz auf gute Qualität geachtet werden sollte (astarm, frei von Harzgallen, langsam gewachsenes Holz mit engen Jahresringen ...).

Holzbearbeitung

Holz kann gehobelt und/oder geschliffen werden. Je glatter die Oberfläche, umso angenehmer fühlt sich Holz an, desto besser sieht es aus und umso widerstandsfähiger ist es auch bezüglich Verschmutzung. Es lohnt sich also, dem Holz hierbei viel Aufmerksamkeit zu widmen. Ideal sind fein gehobelte oder mit der Ziehklänge abgezogene Oberflächen. Wird geschliffen, lohnt es sich, die Oberfläche nach einem ersten Schleifvorgang mit heißem Wasser zu wässern, sodass sich die Holzfasern vollsaugen und aufrichten. Bei einem zweiten Schleifvorgang mit einem feinen Schleifpapier werden dann die aufgerichteten Holzfasern abgeschliffen.

Neben Vollholz gibt es auch sogenannte Holzwerkstoffe. Dafür wird Holz zerkleinert und anschließend in der Regel durch Verwendung von Leimen wieder zusammengefügt. Holzwerkstoffe sind z. B. Leimholz-, Sperrholz- oder Spanplatten, die im Möbelbau z. B. für Rückwände oder Schubladenböden direkt oder für sichtbare Flächen furniert oder anderweitig beschichtet zum Einsatz kommen.

Leime sind in der Regel aus toxikologischer und/oder ökologischer Sicht mehr oder weniger problematisch und sollten deshalb nicht oder so sparsam wie möglich eingesetzt werden.

Holzverbindungen

Vor allem in Europa und Japan gibt es eine jahrhundertealte Tradition konstruktiver Holzverbindungen, basierend auf sogenannten Blättern, Zapfen, Zinken und Kämmen. Diese kommen ohne Leim, Nägel oder Schrauben aus, zudem können so verbundene Möbel jederzeit demontiert und wieder aufgebaut werden. Dies ist sicherlich die wertigste, intelligenteste und ökologischste Art und Weise, mit Holz umzugehen.

Massivholzmöbel

Massivholzmöbel haben eine hochwertigere Ausstrahlung als z. B. Möbel aus furnierten Holzwerkstoffplatten. Aber nicht überall, wo Massivholz draufsteht, ist auch ausschließlich massives Holz drin. Wird bei konventionellen Möbelherstellern mit Begriffen wie „Massivholz“, „Vollholz“ oder

„Echtholz“ erworben, sollte man deshalb immer nachfragen, welche Teile tatsächlich aus Holz gefertigt sind.

Die DIN 68871 „Möbelbezeichnungen“ legt genau fest, wie Möbel bezeichnet werden dürfen: Massivholz- oder Vollholzmöbel müssen in allen Teilen – außer Rückwand und Schubkastenböden – aus massivem Holz bestehen. Als „massiv“ werden Platten (Werkstücke) aus gewachsenem Holz oder aus aneinander verleimten Lamellen oder Stäben bezeichnet. Furnierte Möbel oder Platten dürfen nicht als „massiv“ bezeichnet werden. Der Begriff „echt“ hingegen darf auch bei Furnieren verwendet werden, wenn die Massivholzteile und das Furnier aus derselben Holzart bestehen.

Oberflächenbehandlung im Innenbereich

Für Holzmöbel im Innenbereich ist der Verzicht auf eine Oberflächenbehandlung oft das Beste, Schönste, Natürlichste und Billigste. Das eigene Wesen jeder Holzart kommt so besonders zur Geltung. Sicherlich ist es auch eine Frage der Einstellung, ob man mit etwas Patina leben kann oder ob immer alles blitzblank und pflegeleicht sein muss. Vollholzmöbel erhalten ihren Charme, Wert und ihre Alterswürde oft erst durch die Nutzung und ein gewisses Alter.

Natürlich gibt es auch eine Reihe von Gründen, die eine Oberflächenbehandlung da oder dort erforderlich machen oder wünschenswert erscheinen lassen. Es steigt die Widerstandsfähigkeit gegenüber Verschmutzung, das Holz wird besser gegen Feuchtigkeit geschützt, die Oberflächenstruktur wird „angefeuert“ und kommt dadurch noch schöner zur

Geltung. Nachteil ist aber, dass das Holz dadurch weniger gut Luftfeuchtigkeit auf- und auch wieder abgeben und damit weniger gut zu einer ausgeglichenen Raumluftfeuchte beitragen kann. Zudem sind viele Oberflächenbehandlungsmittel toxikologisch und/oder ökologisch problematisch und können z. B. Allergien auslösen bzw. Holz mehr oder weniger zu Giftmüll machen. Deshalb sollte man stets genau klären, wo Oberflächenbehandlungsmittel nötig sind und mit welchen Produkten das Holz behandelt wird. Ölen und Wachsen ist besser als Lackieren, da so behandelte Oberflächen dampfdurchlässiger und leichter zu pflegen sind und die Oberflächen sich weniger statisch aufladen.

Nicht feucht beanspruchte Möbel sollten gewachst werden. Massive Küchenarbeitsplatten können auch bequem von Zeit zu Zeit mit Olivenöl gepflegt werden. Stühle eignen sich weniger zum Wachsen (außer Bohnerwachs, heiß und dünn aufgetragen), da besonders die Sitzfläche wegen Erwärmung klebrig werden kann; Hartöle sind hier besser geeignet. Zur vorbeugenden Nachpflege eignen sich Polituren aus Naturharzölen. Arvenpolitur z. B. schützt zugleich gegen Motten und duftet angenehm.

Neben lösemittelhaltigen Oberflächenprodukten werden zunehmend auch wasserlösliche Naturharzprodukte angeboten. Aus gesundheitlicher Sicht ist dies eine sehr begrüßenswerte Entwicklung. Es gibt aber auch wasserlösliche Produkte, die z. B. schwerflüchtige gesundheitsbedenkliche Glykolverbindungen oder andere toxikologisch wirksame Inhaltsstoffe enthalten; hierauf sollte besser verzichtet werden.



Kücheneinrichtung mit gefärbten Ober- und geölten Arbeitsflächen



Auf geeignetes Handwerkszeug bei der Oberflächenbearbeitung sollte geachtet werden

Oberflächenbehandlung im Außenbereich

Auch im Außenbereich ist eine Oberflächenbehandlung nicht zwingend erforderlich. Durch UV-Strahlung und Wetereneinflüsse wird in der äußersten Schicht in einem mehrere Jahre dauernden Prozess der Holzbaustoff Lignin abgebaut, was neben der Vergrauung bzw. Versilberung der Oberfläche eine Reihe von Vorteilen mit sich bringt: Das Holz wird unattraktiv für Schädlinge und Pilze. Die Lichtreflexion wird erhöht (braun = ca. 25 %, hellgrau = ca. 45 %), dadurch ist das Holz keinen so großen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht ausgesetzt, die Rissbildung wird reduziert und die Lebensdauer verlängert sich. Letztendlich ist es auch eine Frage der Einstellung, ob das Vergrauen als Makel oder als schöner silbriggrauer Glanz angesehen wird.

Manche beschleunigen sogar den Prozess der Versilberung, indem Sie das Holz mit einer 5-prozentigen Sodalösung abbürsten (die Lauge löst sowohl Lignin als auch Harze aus der Holzoberfläche). Wird dies alle paar Jahre wiederholt, entsteht eine sehr schöne, antik wirkende Patina.

Am besten ist es aber, wenn Holzmöbel vor Regen und Nässe geschützt werden. Durch die Verwendung witterungs-resistenter Hölzer wie z.B. Lärche, Eiche oder Robinie sowie die Beachtung des konstruktiven Holzschutzes (Wasser sollte überall gut abtropfen und abtrocknen können), kann die Lebensdauer auch bei Bewitterung entscheidend verlängert werden.

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von **Thermoholz**. Dabei werden Hölzer – besonders Fichte und Kiefer – bei Temperaturen zwischen 190 und 240 °C etwa 2–4 Stunden lang thermisch behandelt. Die chemischen und physi-

kalischen Eigenschaften des Holzes werden durch Modifikation der Holzinhaltstoffe u. a. folgendermaßen verändert:

- deutlich verbesserte Resistenz gegen Pilze und Fäulnis
- erhöhte Resistenz gegen verschiedene Insektenarten
- stark verringerte Fähigkeit des Holzes, Feuchtigkeit aufzunehmen und aufzuquellen (Holz wird wasserabweisend, der Feuchtegehalt stabilisiert sich bei 5–8 %)
- veränderte Farbtönungen des Holzes je nach Behandlungstemperatur

Mit Ölen oder Lacken behandelte Hölzer müssen laufend – oft jedes Jahr – gepflegt werden, um das gewünschte Oberflächenbild zu erhalten. Da leinöhlhaltige Öle und Wachse bei häufiger Nässe schimmeln können, sollten so behandelte Möbel bei Regen und im Winter möglichst ins Trockene gebracht werden.

Wasserlösliche Oberflächenbehandlungsmittel eignen sich für den Außenbereich nur bedingt. Es handelt sich um Ölemulsionen, bei denen bei der Trocknung das Wasser verdunstet. Das Öl wird teilweise durch Milcheiweiße benetzungsfähig gemacht. Die Eindringtiefe und die Haftungsfähigkeit sind aber nicht so hoch wie bei Verwendung von Lösemitteln. Zumindest für strapazierte Holzoberflächen sollte man deshalb zu Produkten mit reduziertem Lösemittelgehalt greifen, um die Haltbarkeit zu optimieren.

Wohnphysiologie und Sicherheit

Wohnphysiologie wird als interdisziplinäres Fachgebiet verstanden, welches das Verhalten und die Reaktionen des Menschen im Wohnbereich erforscht, um daraus Empfehlungen für eine menschengerechte Gestaltung und den Ausbau von Wohnungen zu formulieren. Zentrale Bedeutung

haben die anatomisch wichtigen Abmessungen für Raum und Einrichtung, weiterhin die medizinischen Anforderungen an Wohnmöbel, vor allem an Sitze und Betten. In der Wohnphysiologie werden auch die Ursachen von Heimunfällen und Möglichkeiten zur Vermeidung untersucht sowie die Anforderungen an Wohnungen für Senioren und Behinderte.

Laut Umfragen ist es eine Tatsache, dass über 50 % der Erwachsenen während mindestens eines Lebensabschnitts Wirbelsäulen-Beschwerden haben und dass bei Kindern und Jugendlichen Verkrümmungen der Wirbelsäule (Haltungsfehler) in zunehmendem Maße auftreten. Weil damit nicht nur unendliches Leid für die Betroffenen, sondern auch ein enormer volkswirtschaftlicher Schaden (Krankenkosten, Lohnfortzahlung, Frührente u. a.) verbunden ist, führte dies u. a. zur Entwicklung von Sitzmöbeln, Arbeitsplätzen und Matratzen, die auch physiologischen Anforderungen entsprechen.

Auch für Holzmöbel gilt in diesem Zusammenhang, dass sie standsicher sind, ergonomische Anforderungen erfüllen (z. B. Sitz- und Tischhöhen, Erreichbarkeit von Hängeschränken, Berücksichtigung von Arbeitsabläufen in der Küche oder am Arbeitsplatz), keine scharfen Kanten haben, keine giftigen Substanzen wie z. B. Lösemittel oder Formaldehyd ausgasen und auch im Alter oder bei körperlichen Behinderungen noch nutzbar bleiben.

Wie viel dürfen Holzmöbel kosten?

Handwerklich hergestellte Holzmöbel und Einbauten – z. B. Küchen – sind trotz besserer Qualität und Berücksichtigung individueller Wünsche oft nicht oder nur wenig teurer als austauschbare Massenartikel von der Stange, denn Handwerker haben deutlich geringere Nebenkosten für Werbung, Ausstellung, Verwaltung, Verkaufspersonal, Transport und Zwischenhandel.

Während Massmöbel oft mehrmals im Laufe eines Lebens wegen schlechter Qualität oder überholten Designs ersetzt werden müssen, halten Qualitätsmöbel oft ein Leben lang oder gar für mehrere Generationen. Für die Erstanschaffung kann deshalb ein höherer Preis akzeptiert werden, da man mittel- bis langfristig viel Geld einspart – oft auch Folgekosten für den dann nicht mehr passenden Teppich oder neue Vorhänge ...

Diese Zusammenhänge, die Unterstützung eines lebendigen Handwerks und damit eines Stücks Kultur, die weit günstigere Ökobilanz langlebiger Qualitätsmöbel und vor allem deren höherer ideeller Wert sollten den Käufer dazu veranlassen, keine billigen Wegwerfmöbel zu kaufen. Bis man sich schöne und hochwertige Einrichtung finanziell leisten kann, kann man neben gebrauchten Möbeln einfache preiswerte Vollholzmöbel oder selbst gebaute Möbel nutzen. Auch Improvisationen können durchaus ihren Reiz haben.



Schreibtisch aus Nussbaum- und Ahornholz, Oberfläche gewachst (Ausführung Heinz Steinmeyer)

Viele Hersteller bieten einzelne, optisch aufeinander abgestimmte frei stehende und bewegliche Möbel mit langen Nachkaufgarantien (bis 30 Jahre) an. So kann z. B. eine hochwertige Vollholzküche je nach Geldbeutel-, Wohnungs- und Familiengröße mitwachsen und nach Belieben kombiniert werden.

Fazit

Erst durch sensible, materialgerechte und handwerkliche bzw. künstlerische Bearbeitung erstrahlen Möbel in ihrer eigenen besonderen Ästhetik und beeinflussen so den Gesamteindruck einer Wohnung oder eines Gebäudes positiv. Ein vom Schreiner mit Liebe zum Detail gefertigtes individuelles Möbelstück verströmt eine viel höhere Qualität als ein furniertes, industriell hergestelltes Möbelstück. Das Handwerk und damit eine ökologisch und menschlich geprägte Baukultur wird nur dann eine Zukunft haben, wenn die Grenzen zur industriellen Produktion nicht vollends verwischt werden und das handwerkliche, künstlerische, individuelle, sinnerfüllte Arbeiten (wieder) in den Vordergrund gestellt wird. Der Konsument kann hier mitbestimmen, wohin die Reise geht.

Autor: Winfried Schneider

8 HOLZWERKSTOFFE SOWIE BIOBASIERTE MATERIALIEN IM BAUBEREICH

Kurzer Überblick

Der Baubereich spielt volkswirtschaftlich in Deutschland eine wichtige Rolle. Mit knapp 2 Mio. Beschäftigten wurden 2013 ca. 215 Mrd. Euro umgesetzt, von denen ca. ein Drittel für Materialien aufgewendet wurden. [8.1]

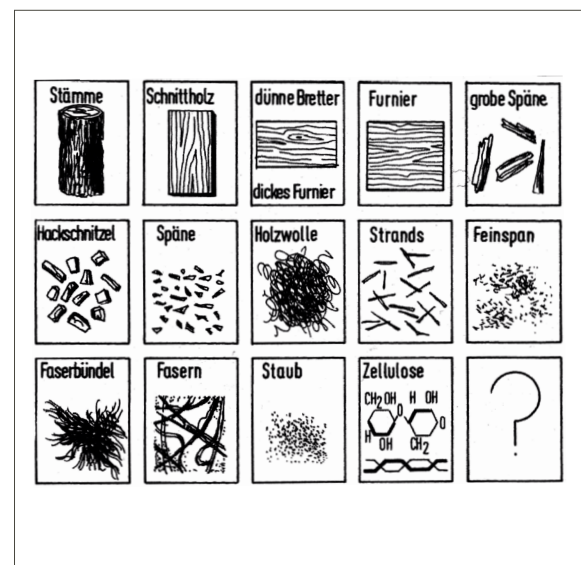
Klassisch wird der Baubereich in Hochbau und Tiefbau unterteilt, wobei zum Hochbau im Wesentlichen der Bau von Wohn- und Geschäftsgebäuden und zum Tiefbau Straßen-, Brücken-, Kanalbau etc. gezählt werden.

Holz und Holzwerkstoffe sowie biobasierte Materialien werden vorwiegend im Hochbau eingesetzt, weshalb der Tiefbau nachfolgend nicht weiter erörtert wird. Neben dem Neubau von ca. 200.000 Gebäuden im Jahr 2014 spielt die Renovierung des Gebäude- und Wohnungsbestands mit ca. 18,5 Mio. Gebäuden (2014) und knapp 40 Mio. Wohnungen (2014) eine wesentliche Rolle. [8.1]

Massivholz, Holzwerkstoffen und biobasierten Materialien kommt aus Umweltschutzgründen eine besondere Bedeutung zu. Sie werden im Vergleich zu anderen Baustoffen, wie z. B. Ziegel, Beton oder Stahl, mit relativ wenig Energieaufwand erzeugt, wodurch wenig Kohlendioxid in die Umwelt emittiert wird. Gleichzeitig speichern sie als biobasierte Materialien das Kohlendioxid, indem sie es durch Fotosynthese in Biomaterial umwandeln. Dies gilt in abgewandelter Form auch für tierische Produkte, wie z. B. Wolle, da sich Tiere in der Nahrungskette in der ersten Stufe von Pflanzen ernähren. Neben den besonderen Effekten auf die Treibhausgasbilanz besitzen Holz, Holzwerkstoffe und biobasierte Materialien aufgrund ihrer Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen oder an diese wieder abzugeben, je nachdem wie feucht oder trocken die Luft ist, einen von Mensch und Tier als angenehm empfundenen ausgleichenden Klimaeffekt auf die Umgebungsluft in Gebäuden.

Nachfolgend werden Holzwerkstoffe und biobasierte Materialien dargestellt, die im Baubereich eingesetzt werden. Dabei werden unterschiedliche Gliederungsaspekte verwendet. Zum einen können Werkstoffe nach ihrem Aufbau und ihrer Zusammensetzung, zum anderen nach ihren Anwendungen dargestellt werden.

Um Holzwerkstoffe herzustellen, wird Holz zunächst aus dem stehenden Baum gewonnen, der geerntet und in Stücke aufbereitet wird. Die „Stücke“, besser Strukturelemente genannt, können dabei in der Größe erheblich variieren. Alternativ zur Herstellung der Strukturelemente aus Stammholz können diese auch durch Recycling von Altholz gewonnen werden. Insbesondere die Späne für Spanplatten werden in erheblichem Umfang aus Altholz hergestellt.



Strukturelemente von Holzwerkstoffen (nach Marra 1972, zitiert aus [8.2])

Diese Strukturelemente, die entweder als Hauptprodukte, wie z. B. Bretter, Furnier, Holzwolle, oder als Nebenprodukte, wie z. B. Späne, gewonnen werden, werden mit Bindemitteln (Klebstoffen) zu neuen Werkstoffen verbunden (verklebt). Bei den Bindemitteln gilt es zu unterscheiden zwischen formaldehydhaltigen Leimen, wie z. B. Harnstoff- (UF), Melamin- (MF) und/oder Phenol-Formaldehyd-Leimen (PF), und formaldehydfreien Leimen auf Stärke-, Polyurethan- (PUR) oder Tanninbasis. Letztere sind deutlich teurer als UF-Leime und werden nur in speziellen Produkten eingesetzt. Moderne Holzwerkstoffe mit formaldehydhaltigen Leimen sind jedoch so eingestellt, dass sie nur sehr geringe Mengen an Formaldehyd ausdünsten können und deshalb als gesundheitlich unbedenklich eingestuft werden. Mineralische Bindemittel wie Zement und Gips enthalten kein Formaldehyd.

Durch Kombination von einem oder mehreren Strukturelementen mit einem oder mehreren Bindemitteln werden die gewünschten Eigenschaften der Werkstoffe erzielt.

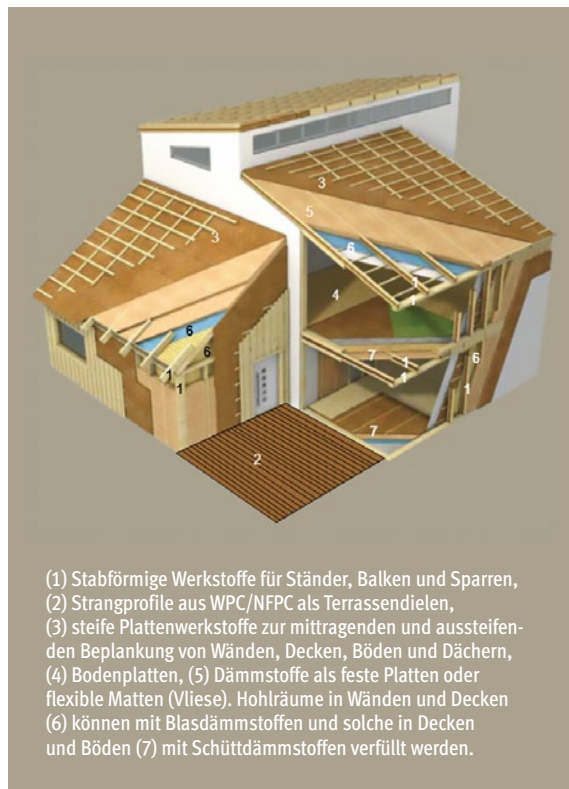
Der Form nach werden Holzwerkstoffe oder biobasierte Materialien als gerade oder gebogene stabförmige oder flächige Elemente wie feste Platten oder flexible Matten hergestellt, die wiederum zu Verbundelementen wie z. B. Hohlkastenträgern kombiniert werden können.

Nach der Art der Kombination der Strukturelemente, der Bindemittel und der Verfahrenstechnik werden die Werkstoffeigenschaften eingestellt.

Neben Festigkeitswerten spielen Vergütungen gegen Quellung, biologischen Abbau und Brennbarkeit eine wesentliche Rolle. Wärme- und Schalldämmung sowie Feuchteregulation sind ebenfalls wichtige Eigenschaften.

Holzwerkstoffe unterscheiden sich von frisch geschnittenem Vollholz in erster Linie durch ihre Feuchtigkeit. Holzwerkstoffe sind immer getrocknet und besitzen eine Holzfeuchtigkeit kleiner als 20 %. Unter Holzfeuchtigkeit (u) versteht man dabei den Anteil an Feuchtigkeit bzw. Wasser im Holz, der auf absolut trockenes (atro) Holz bezogen wird. Die Trockenheit der Holzwerkstoffe hat mehrere wichtige Vorteile gegenüber nassem Holz (und nass gewordenen Holzwerkstoffen). Trockenes Holz und Holzwerkstoffe quellen, schrumpfen, reißen, biegen und drehen sich nur in geringem Umfang, wenn sie mit der Luftfeuchtigkeit in Wechselwirkung stehen. Frisch geschnittene, noch nasse Balken und Bretter mit Holzfeuchten größer als 30 % können beim Trocknen reißen, sich biegen und/oder drehen und dabei die gesamte sie umgebende Baukonstruktion erheblich schädigen. Nasses Holz gibt beim Trocknen seine Feuchtigkeit in die Umgebung ab und kann dort für Feuchteschäden, z. B. Schimmelbewuchs, sorgen. Für Massivholz und Holzwerkstoffe gilt, dass sie bei Feuchten kleiner als 20 % von Mikroorganismen, mit Ausnahme des echten Hausschwamms, nicht befallen und abgebaut werden können.

In der Tabelle (Seite 92 f.) werden die verschiedenen Werkstoffe in ihrem Aufbau und ihrer Anwendung kurz beschrieben, wobei eine Gruppierung in stabförmige Werkstoffe, in steife Plattenwerkstoffe, flexible Flächenwerkstoffe, Blas- und Schüttdämmstoffe und andere vorgenommen wird.



Schemazeichnung (modifiziert nach Informationsdienst Holz [8.3]) eines hauptsächlich aus Holzwerkstoffen gebauten Hauses

Werkstoffe

Stabförmige Werkstoffe

Stabförmige Werkstoffe werden als Ständer, Balken, Schwellen und Sparren für Wände, Decken, Böden und Dächer verwendet. Welcher Werkstoff dabei eingesetzt werden soll, hängt von der jeweiligen Belastungssituation ab. Diese setzt sich aus statischen Belastungen, wie zu tragenden Gewichten, und dynamischen Belastungen, wie z. B. Windlasten, sowie Spannweiten zwischen zwei Befestigungspunkten zusammen. Allgemein kann beim Vergleich stabförmiger Lagenwerkstoffe, unter der Voraussetzung dass sie aus der gleichen Holzart hergestellt werden, gesagt werden, dass ein Werkstoff umso teurer wird, je mehr Lagen er enthält und je mehr Leim eingesetzt werden muss. Auf der anderen Seite wird ein Lagenwerkstoff durch die Anzahl seiner Lagen homogener, weil einzelne, die Festigkeit verringernde Holzstrukturen, wie z. B. Äste, Astlöcher und/oder Risse, durch benachbarte intakte Strukturen ausgeglichen werden. Die Auswahl des jeweiligen stabförmigen Werkstoffs wird sich, wenn ästhetische Fragen vernachlässigt werden können, am besten Preis-Leistungs-Verhältnis orientieren.

Die in der Tabelle (Seite 92 f.) aufgelisteten stabförmigen Werkstoffe, mit Ausnahme von WPC/NFPC, bestehen zu mehr als 80 % aus Holz. Sie sind in den meisten Fällen nicht zusätzlich ausgerüstet und deshalb als normal entflammbar (Feuerwiderstandsklasse B2) einzustufen. Sie dürfen auch nicht dauerhaft hoher Feuchtigkeit (Erdkontakt, Staunässe etc.) ausgesetzt werden. Wenn sie durch konstruktive Maßnahmen trocken gehalten und damit vor mikrobiellem Abbau geschützt werden, können sie über sehr lange Zeit ihre statischen Aufgaben erfüllen. Ohne Schutz durch Lacke, Farbanstriche etc. vergrauen Holzwerkstoffe genauso wie Vollholz, wenn sie UV-Strahlung ausgesetzt sind.

Von den stabförmigen Werkstoffen, die zu statischen Zwecken als Balken, Ständer und Sparren eingesetzt werden, sind extrudierte Werkstoffe aus Holz-Polymer-Verbundwerkstoffen (Wood-Plastic Composites, WPC) oder NFPC, bei denen die Holzfasern durch andere Naturfasern ersetzt sind, zu unterscheiden. Ihre hervorzuhebenden Eigenschaften liegen in ihrer Designvielfalt (Farb-, Struktur- und Querschnittsvielfalt), Splitterfreiheit und Pflegeleichtigkeit als Terrassendielen, Fassadenelemente, Geländer oder als Zäune. WPC und NFPC bestehen nicht wie die zuvor genannten stabförmigen Werkstoffe aus relativ langen Strukturelementen, sondern aus kleinen Partikeln im Millimeterbereich, die durch einen thermoplastischen Kunststoff zusammengehalten werden. Diese Materialien dürfen nicht für konstruktiv-statische Zwecke verwendet werden, weil ihre Festigkeit relativ gering und ihr Bruchverhalten spröde ist.

Plattenwerkstoffe, steif

Bei den steifen Plattenwerkstoffen kann grob unterschieden werden in solche, die für mittragende und aussteifende Beplankungen eingesetzt werden, solche, die vornehmlich als Bodenbeläge ohne statische Funktion eingesetzt werden, und solche, die als Dämmstoffe verwendet werden.

Zu den ältesten und gleichzeitig zu den modernsten Holzwerkstoffen gehören die Sperrhölzer. In ihren frühen Ausformungen waren es Furniersperrhölzer und Tischlerplatten, bei denen mehrere Lagen kreuzweise miteinander verleimt werden. Da Holz in Faserrichtung ein sehr geringes Quell- und Schwindverhalten von weniger als 1 % aufweist, quer zur Faserrichtung aber bis zu 10 % die Dimension ändern kann, wird durch die kreuzweise Verleimung das Quellen und Schwinden in Plattenebene stark eingeschränkt. Quellung und Schwindung werden abgesperrt. In Plattendicke liegt dagegen keine Absperrung vor, sodass in dieser Richtung, in Abhängigkeit von Menge und Typ des verwendeten Leims, die normale Quellung erfolgen kann. Konstruktiv ist die Dickenquellung jedoch weniger ausschlaggebend, da bei klassischen Bauplattenwerkstoffen die Dicke meist im Bereich von 16–27 mm liegt, während die Plattenlängen und Breiten bis zu mehreren Metern betragen können. Als neuartige Sperrhölzer sind großformatige Brettsperrhölzer

aus kreuzweise verleimten Bretttafeln zu sehen, die die Abmessungen ganzer Wandelemente in Länge, Breite und Dicke einnehmen können. Brettsperrhölzer werden aus Nadelhölzern, meist Fichte oder Tanne, Furniersperrhölzer aus Laub- und oder Nadelholzschäl furnieren hergestellt. Die verwendeten Leime entscheiden darüber, inwieweit die Holzwerkstoffe einer Feuchtebelastung ausgesetzt werden dürfen. Es wird dabei in die drei Holzwerkstoffklassen 20, 100 und 100 G unterschieden, die im Gebrauchszustand maximale Plattenfeuchten von 15 %, 18 % bzw. 21 % erlauben. Die Bezeichnung 100 G weist darauf hin, dass der Holzwerkstoff entweder durch Verwendung natürlich dauerhafter Hölzer oder durch Zugabe von Holzschutzmitteln vor mikrobiellem Abbau geschützt wird.

Die preiswertesten steifen Plattenwerkstoffe für mittragende und aussteifende Anwendungen sind mit Harnstoff-Formaldehyd verleimte Spanplatten. Das liegt daran, dass Harnstoff-Formaldehyd der preiswerteste Leim ist und die Späne für Spanplatten zum großen Teil aus Recyclingholz gewonnen werden. Sollen Spanplatten besonders leicht ausgeführt werden, können neben Holzspänen zusätzlich Leichtpartikel, wie z. B. Hanf- und/oder Flachschäben mitverarbeitet werden. Mit Melamin- oder Phenol-Formaldehyd verleimte Platten weisen deutlich höhere Festigkeiten und Resistenz gegenüber Feuchtigkeit auf.

Alle Platten, die mit organischen Bindemitteln ohne Zusatz von Flammschutzmitteln hergestellt werden, sind als normal entflammbar, Feuerwiderstandsklasse B2, einzustufen. Werden höhere Feuerwiderstandsklassen benötigt, so können mineralisch gebundene Platten eingesetzt werden. Sowohl mit Gips als auch mit Zement gebundene Platten sind nicht brennbar (A2). Gipsplatten sind nicht wasserfest und dürfen nur dort verbaut werden, wo die Verwendung nach Holzwerkstoffklassen 20 und 100 erlaubt ist. Mit Zement gebundene Platten erfüllen die Anforderungen aller Holzwerkstoffklassen.

Im Gegensatz zu Spanplatten, die aus Feinspänen hergestellt werden, werden mitteldichte Faserplatten (MDF), hochverdichtete Faserplatten (HDF) und Faserplatten niedriger Dichte (LDF) aus Holzfasern hergestellt, wobei Hackschnitzel in einer Mühle unter Druck und Temperatur nass zu Fasern vermahlen, nass beleimt, getrocknet und dann zu Platten verpresst werden. Faserplatten sind im Vergleich zu Spanplatten sehr viel homogener in der Struktur. Sie werden vorteilhaft als diffusionsoffene Platten mit guter Oberfläche auf der Innenseite von Wänden und Dächern eingesetzt. **Diffusionsoffen bedeutet dabei, dass Wasserdampf durch die Platte hindurchdiffundieren kann und die Platte keine Dampfsperre darstellt.** Dampfsperren, z. B. aus Kunststofffolien, können bei ungünstigen Bedingungen zur Kondensation von Luftfeuchtigkeit führen. Das dabei entstehende Kondenswasser kann umgebende Baumateri-



Vorgefertigte Wandelemente in der Werkstatt

alien stark befeuchten, was zu Schimmelbildung sowie zu mikrobiellem Abbau von organischer Substanz (Schwammbefall) führen kann. HDF finden vor allem als Trägermaterial in Laminatböden Anwendung. LDF und ultraleichte Faserplatten (ULDF) werden als Wärmedämmstoffe zwischen Ständern, Balken und Sparren in Wänden, Decken, Böden und Dächern oder als Auflageschichten verwendet. Eine vergleichbare Anwendung können in Zukunft möglicherweise auch Holzschäume finden.

OSB sind Platten aus großen, flachen Spänen, die in den Decklagen parallele und in der Mittellage dazu querliegende Orientierung aufweisen. Sie ähneln in der Herstellung und Zusammensetzung aus Spänen den Spanplatten, im kreuzweisen Schichtaufbau mit absperrender Wirkung und ihrer Festigkeit den Sperrhölzern. OSB finden bevorzugt als aussteifende Beplankung von Wänden, Böden, Decken und Dächern Anwendung.

Starre Bodenbeläge ohne aussteifende Funktion werden als Lamine oder Platten aus WPC/NFPC oder Kork angeboten. Schindeln aus WPC werden in Nordamerika auch als Dachdeckung oder wetterfeste Außenwandbeschichtung eingesetzt.

Flächenwerkstoffe, flexibel

Zu den flexiblen Flächenwerkstoffen gehören vor allem Vliese oder Faserplatten für Dämmanwendungen. Die große Vielfalt der Produkte aus verschiedenen Fasermaterialien umfasst neben Holzfasern vor allem biobasierte Fasern aus Hanf, Flachs, Jute, Baumwolle, Zellstoff, Wolle usw. Die Fasern werden meist mit synthetischen Klebefasern zu einer Faserplatte geformt und thermisch verfestigt. Alternativ

werden mechanische Verfestigungen durch Nähen oder Nadeln eingesetzt. Flexible Faserplatten sind besonders gut geeignet, um Hohlräume, z. B. zwischen Sparren, zu dämmen, da die Platten den Strukturen angepasst werden können und sich dabei selbst festklemmen.

Ein traditioneller biobasierter, sich warm und weich anführender und sehr dauerhafter Bodenbelag ist Linoleum, ein Verbundwerkstoff aus erhitztem Leinöl, Holz- und Steinmehl. Soll der Bodenbelag noch weicher werden, bieten sich geknüpft Teppiche aus Baumwolle, Schafwolle oder Seide an. Teppiche mit ornamentalen oder figürlichen Darstellungen als Wandbehänge dienen nicht nur dem Design, sondern dämpfen auch den Raumschall.

Blas- und Schüttdämmstoffe

Alternativ zur Dämmung mit plattenförmigen, steifen oder flexiblen Dämmstoffen, die eingebracht werden, wenn die zu dämmenden Wände, Böden, Decken oder Dächer noch offen zugänglich sind, können Blasdämmstoffe aus Fasern (z. B. Zellulosefasern = gemahlenes Altpapier) oder Partikeln (z. B. Hanf/Flachsschäben, Hobelspäne) auch in bereits geschlossene Hohlräume eingeblasen werden. Die geometrische Form des Hohlraums ist, anders als für Plattendämmstoffe und Vliese, für Blasdämmstoffe unerheblich. Um einen mikrobiellen Befall zu vermeiden und den Brandschutz zu verbessern, werden die Fasern häufig mit Borsalzen ausgerüstet. Alternativ können Hobelspäne auch mit einer dünnen Lehmschicht überzogen werden.

Andere

Ein sehr traditioneller biobasierter Baustoff ist Schilf. In den vergangenen Jahrhunderten wurden Schilfmatten als Putzträger an Wänden und Decken eingesetzt. Vor allem in Norddeutschland ist die Dachdeckung mit Reet nicht nur eine alte Bauweise, sondern findet auch im Familienhausneubau wieder Interessenten. Die Reetdeckung weist eine integrierte gute Wärmedämmung auf. Reetdeckungen sind jedoch sehr viel stärker brandgefährdet als Hartdeckungen.

Autor: Dr. Hans Korte

AUSWAHL VERSCHIEDENER WERKSTOFFE AUS DEM BAUBEREICH

| Werkstoff | Kurzbeschreibung | Anwendungsbereiche |
|---|---|---|
| Stabförmige Werkstoffe | | |
| Konstruktionsvollholz | in Längsrichtung mit Keilzinken verleimte „Endlosbalken“ | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| Duo-/Triobalken | zwei oder drei Brettlagen, zu einem Balken verleimt | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| Kreuzbalken | Balken mit kreuzförmiger Leimfuge aus vier Kanthölzern | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| Brettschichtholz | Balken aus verleimten Brettern mit mehr als drei Lagen | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| LVL (Laminated Veneer Lumber) | Balken aus verleimten Furnierlagen | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| Furnierstreifenholz | Platte aus längsverleimten Furnierstreifen | Ständer, Balken und Sparren für Wände, Decken/Böden und Dächer |
| WPC (Wood-Plastic Composite) | Stangenprofile aus Holzspänen und heißformbaren Kunststoffen | Terrassendielen, Fassaden, Geländer, Gartenzäune |
| NFPC (Natural Fiber-Plastic Composite) | Stangenprofile aus Naturfasern und heißformbaren Kunststoffen | Terrassendielen, Fassaden, Geländer, Gartenzäune |
| Plattenwerkstoffe, steif | | |
| Spanplatte | ein- oder mehrschichtige Flachpressplatte aus kleinen, schlanken Spänen | mittragende und aussteifende Beplankung von Wänden, Böden, Dächern |
| <i>Formaldehydharzgebunden</i> | <i>mit Formaldehyd-Harnstoff-, Melamin- und/oder Phenolharz gebundene Späne</i> | <i>abhängig von der Verleimung, Anwendung nach HWK 20, 100, 100 G</i> |
| <i>Formaldehydfrei</i> | <i>mit Polyurethan (PU) oder Tannin formaldehydfrei verleimte Spanplatte</i> | <i>abhängig von der Verleimung, Anwendung nach HWK 20, 100, 100 G</i> |
| <i>Zementgebundene Flachpressplatte</i> | <i>mit Zement oder Magnesit gebundene Spanplatte</i> | <i>Anwendung nach HWK 20, 100, 100 G, Feuerwiderstandsklasse B1</i> |
| <i>Gipsgebundene Flachpressplatte</i> | <i>mit kalziniertem Gips gebundene Spanplatte</i> | <i>Anwendung nach HWK 20, 100, Feuerwiderstandsklasse A2</i> |
| MDF (Medium-Density Fibreboard) | Faserplatte mittlerer Dichte von 650–800 kg/m ³ | Anwendung nach HWK 20, 100, Feuerwiderstandsklasse B2 |
| HDF (High-Density Fibreboard) | Faserplatte hoher Dichte > 800 kg/m ³ | Anwendung nach HWK 20, 100, Feuerwiderstandsklasse B2 |
| Laminat | Schichtwerkstoff mit HDF-Kern und abriebfester Designoberfläche | vornehmlich als Bodenbelag, auch für Wand und Deckenbeplankung |
| LDF (Low-Density Fibreboard) | Faserplatte niedriger Dichte < 600 kg/m ³ | für Dämmungen |
| Gipsfaserplatte | Platte aus mit Altpapierfasern armiertem Gips | typischerweise für Leichtbauwände, Feuerwiderstandsklasse A2 |
| OSB (Oriented Strand Board) | in Decklagen parallel, in der Mittelage quer orientierte, große, flache Späne | Anwendung nach HWK 20, 100, Feuerwiderstandsklasse B2 |
| Sperrholz | kreuzweise verleimte Schichten ungerader Anzahl, dadurch quellreduziert | Anwendungen, bei denen Dimensionsänderungen in der Fläche kritisch sind |
| <i>Furniersperrholz</i> | <i>Platte aus verleimten Furnierlagen, mit oder ohne Folienbeschichtung</i> | <i>Beplankung, mit guter Versiegelung auch als Fassade; Betonschalungen</i> |
| <i>Brettsperrholz</i> | <i>Platte aus kreuzweise verleimten Bretttafeln</i> | <i>Beplankung von Wänden, Decken, Böden, Dächern; Betonschalungen</i> |
| <i>Parkettverbundplatte</i> | <i>dreischichtige Platte mit hochwertiger Deckschicht</i> | <i>Bodenbeläge</i> |
| <i>Tischlerplatte</i> | <i>Massivholzinneilage und kreuzweise dazu verleimte Furnierdecklagen</i> | <i>höherwertiger Möbelbau, u. a. auch für Einbaumöbel</i> |

| Werkstoff | Kurzbeschreibung | Anwendungsbereiche |
|---|---|--|
| Furnierschichtholz | mehrschichtige Platte aus längsverleimten Schäl furnieren | wie Brettschichtholz, aber auch als ganze Wand- und Deckenelemente |
| Gipskartonplatte | Gipsplatte mit Kartondeckschichten | typischerweise für Leichtbauwände, Feuerwiderstandsklasse A2 |
| Zementgebundene Holzwolle-Leichtbauplatte | zu Platten verpresste, mit Zement oder Magnesit gebundene Holzwolle | Wärme- und Schalldämmung, Brandschutz |
| WPC (Wood-Plastic Composite) | Platten aus Holzspänen und heißformbaren Kunststoffen | Bodenbeläge; Dach- und Wandschindeln (in Nordamerika) |
| NFPC (Natural Fiber-Plastic Composite) | Platten aus Naturfasern und heißformbaren Kunststoffen | Bodenbeläge |
| Korkplatte | Platte aus verleimten Korkpartikeln | Bodenbeläge, Schall- und Wärmedämmung |
| Holzschaum | Platte aus nass geschäumten gemahlene Holzpartikeln | vorgesehen als Dämmmaterial (2015 noch nicht kommerziell) |

Flächenwerkstoffe, flexibel

| | | |
|----------------|---|--|
| Fasermatte | flexibles Vlies aus mit Bindefasern verfestigten Fasern | Dämmmaterial, vor allem für unregelmäßige Geometrien |
| Vliestapete | dünnes, glattes Papiervlies zum Bekleben von Wänden | Wand- und Deckenbeschichtung |
| Raufasertapete | dünnes Papiervlies mit eingelagerten Holzspänen | Wand- und Deckenbeschichtung |
| Textiltapete | bedruckte oder ornamental gestaltete Gewebe | dekorative Wandbeschichtungen |
| Linoleum | biegsames Material aus Holz, Leinöl und Füllstoffen | Bodenbelag |
| Teppich | gewobenes, geknüpftes oder gefilztes Textil | Wandbehang, Bodenbelag |

Blas- und Schüttdämmstoffe

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| Blasdämmungen | verblasbare lose Fasern oder Partikel (Schäben, geblähte Getreide) | Schall- und Wärmedämmung zum Befüllen von Hohlräumen |
| Bitumen-ummantelte Hanfschäben | mit Bitumen ummantelte Hanfschäben als nachverfestigende Schüttdämmung | Schall- und Wärmedämmstoff bei Bodenaufbauten |
| Korkgranulat | gemahlene Korkeichenrinde oder Partikel aus Korkenrecyclat | Schall- und Wärmedämmung zum Befüllen von Hohlräumen |
| mineralisch ummantelte Holzspäne | mit Zement ummantelte rieselfähige Hobelspäne | Schall- und Wärmedämmung zum Befüllen von Hohlräumen |

Andere

| | | |
|--------------|--|--|
| Strohballen | gepresste Ballen ca. 80 × 45 × 35 cm | tragende und dämmende Wandsysteme |
| Schilfmatten | zu Matten parallel angeordnete, mit Faser fixierte Schilfhalme | wärmedämmendes Trägermaterial für (Lehm-)Putze |
| Reet | zu Bündeln zusammengebundene Schilf-(Reet-)Halme | Dachbedeckung mit hoher Wärmedämmung |

9 ANHANG

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [2.1] **Franck, Ulrich; Weller, Annegret; Röder, Stefan W.; Herberth, Gunda; Junge, Kristin M.; Kohajda, Tibor; Bergen, Martin von; Rolle-Kampczyk, Ulrike; Diez, Ulrike; Borte, Michael; Lehmann, Irina (2014):** Prenatal VOC exposure and redecoration are related to wheezing in early infancy. *Environment International*, Volume 73, Dezember 2014, S. 393–401.
- [2.2] **Pilz, Achim (2006):** Gute Feuchte, schlechte Feuchte. In: *Mappe 7/06*, S. 46–48.
- [2.3] **Haumann, Thomas (2011):** Luft und Schadstoffe. In: *IBN: Fernlehrgang Baubiologie*, Heft 13, S. 101.
- [2.4] **Umweltbundesamt (UBA) (2015):** Umwelt- und gesundheitsverträgliche Bauprodukte – Ratgeber für Architekten, Bauherren und Planer.
URL: www.umweltbundesamt.de/publikationen/umwelt-gesundheitsvertraegliche-bauprodukte (Stand: 11.12.2015).
- [2.5] **UBA (2013):** Umwelt und Kindergesundheit.
URL: www.umweltbundesamt.de/publikationen/umwelt-kindergesundheit (Stand: 11.12.2015).
- [2.6] **Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (IBO) (2013):** IBO-Richtwerte für Baumaterialien – Beläge, Fußbodenmaterialien, Textilien. URL: www.ibo.at/documents/Belage2013.pdf (Stand: 11.12.2015).
- [2.7] **AWM Abfallwirtschaftsbetrieb München:** Abfalllexikon, Stichwort „Bodenbeläge“.
URL: https://www.awm-muenchen.de/index/abfalllexikon/liste/eintrag/bodenbelaege.html?no_cache=1 (Stand: 15.12.2015).
- [2.8] **Mai, Anna (2014):** Test Alternative Bodenbeläge: Klick Dich schlau. In: *ÖKO-TEST 10/2014*, S. 137–141.
- [2.9] **Mirau, Manfred (2015):** Formaldehyd – Neues vom „Alten Bekannten“. Nun auch in Deutschland als krebserregend anerkannt. In: *Wohnung + Gesundheit 155/2015*, S. 37.
- [2.10] **Klein, Maren (2012):** Test Laminat: Mehr Schein als Sein. In: *ÖKO-TEST 2/2012*, S. 78–83.
- [2.11] **Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene (IQUH) Tabelle (2010).** In: *FNR (Hrsg.): Natürliche Fußböden aus nachwachsenden Rohstoffen*, S. 16, 17, 27.
- [2.12] **Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMUB (2011):** Nutzungsdauern von Bauteilen.
URL: http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauedaten/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen__2011-11-03.pdf (Stand: 11.12.2015).
- [2.13] **Volhard, Franz (2012):** Lehm – feucht oder trocken? Lehmbaustoffe und Raumklima. In: *Pilz, Achim (Hrsg.): Lehm im Innenraum – Eigenschaften, Systeme, Gestaltung. 2., erw. Aufl.* Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, S. 32, 34.
- [5.1] **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (2012):** Allergien durch Chemikalien, Mediathek UFZ.
URL: https://www.ufz.de/export/data/global/44068_ufzspezial_okt_2012.pdf (S. 18)
- [5.2] **Umweltbundesamt (UBA) (2007):** Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten.
URL: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Handreichung.pdf> (Stand: 31.03.2016).
- [5.3] **UBA (2015):** AgBB Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten.
URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/agbb-bewertungsschema_2015.pdf (Stand: 30.12.2015).
- [5.4] **ÖKO-TEST (2010):** Kompass Gütesiegel 3/2010: „Über 300 Siegel im Test“.
- [5.5] **Mersch-Sundermann, V.; Tang, T.; Gminski, R. (2011):** Zytotoxizität und Gentoxizität von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Kiefernholz und Grobspanplatten (OSB) im biologischen Kammerexpositionssystem (BIKAS). *Umweltmed Forsch Prax*, 2011.

- [6.1] **Forschungsbericht Holzfenster 2012. Hrsg.:** ift Rosenheim.
URL: <https://www.ift-rosenheim.de/shop/forschungsbericht-holzfenster-2012-enev-energiekosten-energieeffizienz-download> (Stand: 30.03.2016).
- [6.2] **ift-Richtlinie VE-08/3:** Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme. Teil 1: Charakterisierung des Klebesystems, Teil 2: Prüfungen am Fenstersystem (Bauteilprüfungen), Teil 3: Verträglichkeit, Teil 4: Qualitätssicherung.
Hrsg.: ift Rosenheim 2014.
- [6.3] **DIN:** DIN-Taschenbuch 132 – Holzschutz. Beuth Verlag, Berlin, 2012.
- [6.4] **Merkblatt HO.02:** „Auswahl der Holzqualität für Holzfenster und -haustüren“. VFF Frankfurt, 2015.
- [6.5] **Merkblatt HO.06:** „Holzarten für den Fensterbau“; VFF Frankfurt, 2007, 2013, 2016.
- [6.6] **Merkblatt HO.11:** „Holzschutz bei Holz- und Holz-Metall-Fenster, -Haustüren, -Fassaden und -Wintergärten“; VFF Frankfurt, 2013.
- [6.7] **ift-Fachinformation UM-02/1:** Universal Design einfach – sicher – nachhaltig. – Chancen für Bauelemente. Rosenheim, 2013.
Lehrstuhl für Industrial Design: Universal Design im globalen demographischen Wandel – Forschungsbericht. TU München, Fakultät für Architektur, Institut für Entwerfen und Bautechnik, 2007.
- [8.1] **Statistisches Bundesamt Destatis (2015):** Zahlen & Fakten, Bauen.
URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Bauen/Bauen.html> (Stand 18.11.2015).
- [8.2] **Dunky, Manfred; Niemz, Peter (2002):** Holzwerkstoffe und Leime – Technologie und Einflussfaktoren. Berlin u. a.: Springer Verlag, S. 5.
- [8.3] **Informationsdienst Holz (2007):** Holzfaserdämmstoffe. Reihe 4, Teil 5, Folge 2, S. 36.

Weiterführende Literatur

- Schneider, Winfried:** Fernlehrgang Baubiologie. Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN, Rosenheim, 2015.
URL: www.fernlehrgang.baubiologie.de
- Schönburg, Kurt:** Gestalten mit wäßrigen Anstrichstoffen. Verlag Bauwesen, Berlin, 1991.
- Wehlte, Kurt:** Werkstoffe und Techniken der Malerei. Stuttgart: Urania – Kunst und Gestaltung, 2005.
- Wulf, Heinrich:** Farbwarenkunde. Verlag: Köln R Müller, 1954.
- Ziesemann, Gerd; Krampfer, Martin; Knieriemen, Sabine:** Natürliche Farben. – Anstriche und Verputze selber herstellen. Sehm, 2013.

Weiterführende Informationen

Weitere Informationen finden Sie unter <http://baustoffe.fnr.de> sowie in den zahlreichen Broschüren zum Thema Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen, die in der Mediathek der FNR bestellt werden können:
<https://mediathek.fnr.de/broschuren/nachwachsende-rohstoffe/bauen.html>

AUTOREN

Jürgen Benitz-Wildenburg ist Leiter PR & Kommunikation am ift Rosenheim GmbH. Das ift Rosenheim ist ein international tätiger, technisch-wissenschaftlicher Dienstleister und als Prüfinstitut Spezialist für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Bauprodukten wie z. B. Fenster, Türen, Tore.

Waldemar Bothe ist Mitarbeiter am IQUH (Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene). Das unabhängige Institut untersucht die Wechselwirkungen zwischen Mensch, Bauwerk und Umwelt.

Dr. Hans Korte ist Geschäftsführer einer Beratungsstelle, die sich in erster Linie mit der Entwicklung, Einführung und Vermarktung neuer und biobasierter Produkte und/oder Verfahren unter kritischer Betrachtung ökonomischer Randbedingungen beschäftigt.

Martin Krampfer ist Inhaber eines Naturfarben-Ladens und Autor eines der meistgelesenen Naturfarbenbücher. Des Weiteren befasst er sich mit der Entwicklung von umweltfreundlichen Produktionsverfahren und ökologisch sinnvoller Farbenherstellung aus umweltverträglichen Rohstoffen. Als Dozent der Hamburger Volkshochschule ist er in der Erwachsenenbildung tätig.

Achim Pilz ist freier Fachjournalist und Publizist sowie Co-Redaktionsleiter von „Wohnung + Gesundheit“, der Fachzeitschrift der Baubiologen.

Winfried Schneider ist Architekt, Fachautor und Geschäftsführer des Instituts für Baubiologie und Nachhaltigkeit in Rosenheim. Im Vordergrund der Tätigkeiten stehen die objektive Betreuung der Verbraucher sowie eine ganzheitlich und baubiologisch-ökologisch orientierte Weiterbildung. Ein Schwerpunkt ist dabei die Ausbildung zum Baubiologen IBN bzw. zur Baubiologin IBN. Das Institut ist wirtschaftlich und politisch unabhängig und neutral.

Josef Spritzendorfer ist Fachautor und Referent im Bereich der Wohngesundheit, Geschäftsführer der Europäischen Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene e. V. – EGGBI (ehemals Sentinel-Haus Stiftung e. V.) und Verfasser zahlreicher Publikationen in diesem Bereich.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 828
FNR 2016



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.