

Raumluftqualität

Grundlagen und Massnahmen für gesundes Bauen

Merkblatt 1: Rohbau

Dieses Merkblatt (Stand 20. September 2013) ergänzt die Lignatec-Publikation «Raumluftqualität» [1]. Es gibt Planern, Handwerkern und Nutzern konkrete Hinweise und Empfehlungen für die Wahl von Baumaterialien im Hinblick auf eine gute Raumluftqualität. Das Merkblatt hat nicht den Anspruch, vollständig zu sein oder alle Aspekte zu erläutern. Eine umfassende Darstellung bietet das Lignatec «Raumluftqualität».

Weitere Merkblätter stehen unter www.lignum.ch/holz_a_z/raumluftqualitaet zum Download bereit:

- Merkblatt 2: Innenausbau
- Merkblatt 3: Bodenbeläge
- Merkblatt 4: Malerarbeiten

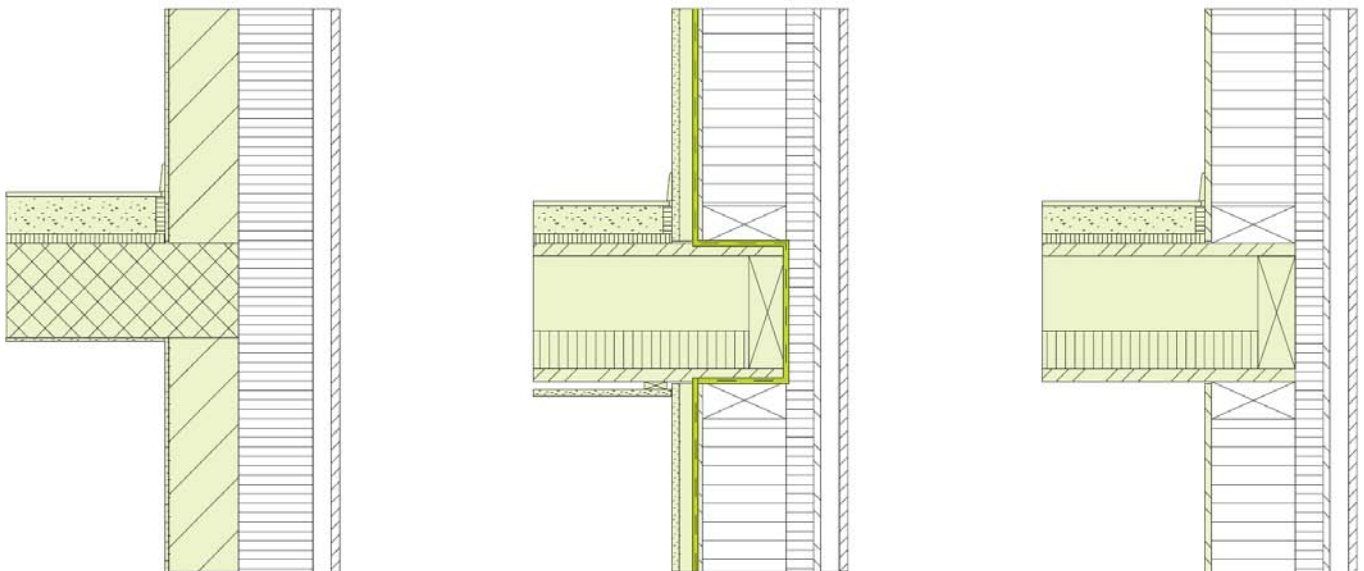


1 Vorbemerkung

Unter «Rohbau» werden im vorliegenden Merkblatt erstens nur die Leichtbauweise in Holz und zweitens nur die für die Raumluftqualität relevanten Materialien, Konstruktionen und Arbeitsschritte thematisiert. Für die Raumluftqualität sind Baustoffe von Geschossdecken, Trennwände und Aussenwand relevant, die innerhalb der luftdichten Schicht der thermischen Gebäudehülle eingebaut sind. Im Massivbau ist diese Schicht das Tragwerk aus Mauerwerk und Decken (vgl. Figur 1 links).

Im Holzbau ist eine differenzierte Betrachtung notwendig. Wo eine dampfbremsende bzw. luftdichte Folie warm- bzw. raumseitig angebracht ist, stellt diese Folie die Luftdichtigkeit sicher (Figur 1 Mitte). Wo keine solche Folie die Luftdichtigkeit gewährleistet, sondern i. d. R. die innere Beplankung eine dampfbremsende bzw. luftdichte Schicht bildet (z.B. Gipsfaserplatten, OSB), ist diese relevant für die Raumluftqualität (Figur 1 rechts).

Figur 1: Schematische Skizze eines Fassadenschnitts mit Deckenanschluss eines Massivbaus (links), eines Holzleichtbaus mit Folie (Mitte) und eines Holzleichtbaus ohne Folie (rechts)



2 Holz und Holzwerkstoffe

Die tragende Holzkonstruktion hat je nach Material und Bauweise einen sehr geringen oder einen relevanten Einfluss auf die Raumluftqualität. Nebst der Unterscheidung zwischen natürlich gewachsenem Holz, verklebtem Konstruktionsholz und Beplankungen aus verleimten Holzwerkstoffen ist ein Grundsatz für ein «gesundes» Tragwerk wichtig: der vollständige Verzicht auf vorbeugenden Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln in Innenräumen.

2.1 Natürlich gewachsenes Holz

Holz riecht. Verantwortlich dafür sind natürliche ätherische Öle und deren Oxidationsprodukte wie Pinene (Leitsubstanz α -Pinen) und höhere Aldehyde (v.a. Hexanal) bei Nadelhölzern sowie Essigsäure bei Birke oder Eiche. Solche natürlichen Geruchsstoffe führen auch in hochwärmegedämmten und dichten Gebäuden zu keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Raumnutzern.

2.2 Verklebte Konstruktionshölzer

Verklebte Konstruktionshölzer, die in ihrer Struktur noch stark verwandt mit natürlich gewachsenem Holz sind und sehr geringe Klebstoffanteile enthalten, gilt bei der Verwendung formaldehydfreier Bindemittel für die Materialwahl grundsätzlich dasselbe wie für natürliches Nadelholz. Solche Konstruktionshölzer sind: Brettschicht-, Brettsperr-, keilgezinktes und schichtverklebtes Vollholz (nicht Furnierschicht- oder Sperrholz).

2.3 Beplankungen

Bei verleimten Holzwerkstoffen stehen nach wie vor Formaldehydemissionen aus formaldehydhaltigen Bindemitteln im Vordergrund, die meist über Jahrzehnte anhalten und je nach Raumklima schwanken: Mit zunehmender Wärme und Feuchte wird mehr Formaldehyd abgegeben. Formaldehyd ist ein bekannter Reizstoff mit einem Richtwert von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Raumluft [4]. Erfolgreiche Strategien zur Sicherstellung tiefer Formaldehyd-Raumluftkonzentrationen gibt es viele. Einfach und erfolgreich ist die systematische Verwendung formaldehydfrei gebundener Werkstoffe. Weitere differenzierte Strategien zeigen die Lignatec-Publikation zu Holzwerkstoffen in Innenräumen [2] und die Hilfsmittel dazu, die auf der Lignum-Website (www.lignum.ch/holz_a_z/raumlftqualitaet) ersichtlich sind.

Mineralisch gebundene Plattenwerkstoffe (z.B. Gipsfaserplatten) zeigen in der Regel keine relevanten Emissionen.

Figur 2: Die wichtigsten Rohbaumaterialien

Baustoff	relevante Emissionen	Strategie für gute Raumluftqualität
natürlich gewachsenes Nadelholz (Tanne, Fichte)	Terpene (α -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch	keine nötig
natürlich gewachsenes Laubholz (Eiche, Buche, Ahorn, Esche etc.)	arttypischer Holzgeruch	keine nötig
Brettschichtholz schichtverleimtes Vollholz Massivholzplatten Brettsperrholzplatten Dreischichtplatten	Holzanteil: Terpene (α -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	Holzanteil: keine nötig
		Klebstoffsystem: bei formaldehydfrei verleimten Produkten keine nötig bei formaldehydhaltigen Klebstoffen Lignatec [2] beachten
OSB-Platten ¹	Holzanteil (meist hoher Kiefernanteil): Terpene (α -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), starker Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	Holzanteil: keine nötig; bei grossflächiger Verwendung können bei empfindlichen Personen Geruchs- belästigungen auftreten
Spanplatten	Holzanteil: Terpene (α -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	Klebstoffsystem: bei formaldehydfrei verleimten Produkten keine nötig bei formaldehydhaltigen Klebstoffen Lignatec [2] beachten

¹ OSB: engl. Oriented Strand Board: Grobspanplatte aus groben, ausgerichteten Spänen (engl. strands), die hauptsächlich aus Resthölzern von Tannen, Fichten und Kiefern hergestellt wird.

3 Dicht- und Dämmstoffe

3.1 Dämmstoffe

In Figur 3 sind die wichtigsten Wärmedämmungen aufgelistet, die im Rohbau bei Holzleichtbauten häufig verwendet werden. Wo relevante Emissionen die Raumluftqualität beeinflussen können, sind Strategien zur Erreichung einer guten Raumluftqualität angegeben. Die Empfehlungen geben keine Hinweise zur technischen Gebrauchstauglichkeit.

Figur 3: Die wichtigsten Dämmstoffe und ihre Emissionen

Baustoff	relevante Emissionen	Strategie für gute Raumluftqualität
expandiertes Polystyrol – EPS extrudiertes Polystyrol – XPS	Styrolemissionen (süsslicher Geruch)	Einbau im Bodenaufbau: keine nötig weitere Flächen im Innenraum wie Wände (Innendämmung) und Decke (Akustikdecke): eher sparsam einsetzen
Polyurethanhartschaum – PUR/PIR	halogenierte Flammschutzmittel	
Phenol-Formaldehyd-Hartschaum – PF	halogenierte Treibmittel (2-Chlorpropan) halogenierte Flammschutzmittel	ersetzen, z.B. durch EPS oder PUR/PIR
mineralische Schaumstoffe: Platten und Schüttungen aus Mineralschaum, Blähton, Perlit, Schaumglas	keine	keine nötig
Mineralfaserdämmstoffe (Glas- und Steinwolle)	hautirritative oder lungengängige Mineralfasern Bindemittel: ggf. Formaldehyd	Dämmstoffe von Herstellern einsetzen, die durch EUCEB (European Certification Board for mineral wool products) [5] zertifiziert werden. Bei deutschen Herstellern Dämmstoffe mit dem Gütezeichen RAL GZ 388 [6] wählen. Mineralfaserdämmstoffe staubdicht von der Innenraumluft trennen (Rieselschutzvlies, Kraftpapier) oder fest eingebaut in eine Konstruktion (bei Bodenaufbauten Stellstreifen beachten). Formaldehydfrei verleimte Mineralfaserdämmung einsetzen (z.B. Knauf Insulation mit ECOSE-Technologie oder diverse Produkte von Isover Schweiz).
Naturfaserdämmstoffe wie Gras, Flachs, Hanf, Sisal etc.	Biozide (Pilz- und Mottenschutz)	Naturfaserdämmstoffe mit dem Gütezeichen natureplus [7] oder mit anderen mineralischen Mottenschutzmitteln
Zellulose	keine	keine nötig
Schafwolle	Biozide (Mottenschutz)	Schafwolle mit dem Gütezeichen natureplus [7] oder mit mineralischen Mottenschutzmitteln
Kork	keine, ggf. Eigengerüche	keine nötig
Aerogele	Feinstaubpartikel (bei pulverförmiger Applikation oder Schüttungen)	Aerogelmatten oder -schüttungen staubdicht von der Innenraumluft trennen, z.B. Vlies einlegen, Dampfbremse warmseitig aufziehen

3.2 Folien und Klebebänder

Folien und Klebebänder zur Ausführung von luftdichten bzw. dampfbremsenden Schichten haben einen geringen Einfluss auf die Raumluftqualität. Zum Verkleben von Folien mit Klebmassen anstelle von Klebebändern (z.B. bei Wand- und Fensteranschlüssen) sind grundsätzlich lösemittelfreie Massen zu verwenden. Diese können jedoch meist nur bei Temperaturen über 5 °C verarbeitet werden. Im Winter stehen also häufig nur lösemittelhaltige Alternativen zur Verfügung.

3.3 Dauerelastische Fugendichtungsmassen

Wird der Rohbau bei Fensteranschlüssen warm- bzw. raumseitig mit dauerelastischen Fugendichtungsmassen abgedichtet, ist auch hier die Materialwahl zu beachten. Dabei ist zwischen Fugenmaterialien im Trocken- und im Feuchtbereich zu unterscheiden. Im Trockenbereich sind auf jeden Fall Produkte ohne Schimmelpilz hemmende Zusätze (Fungizide) zu wählen. Nur wo dauernd oder regelmässig für längere Zeit mit Wasser, Kondensat oder hohen Luftfeuchten zu rechnen ist, sollen fungizid ausgerüstete Produkte eingesetzt werden. Raumseitige Abdichtungen bei Fenstern sind grundsätzlich im Trockenbereich. In Wohnungen sind nur Küchen, Bäder, Duschen und WC als Nassbereiche zu betrachten.

Bei Fugendichtungsmassen wird erstens nach der Materialbasis und zweitens nach der Art der Vernetzung (Aushärtung) unterschieden. Geringe oder gesundheitlich unbedenkliche Emissionen zeigen grundsätzlich lösemittelfreie Fugen auf Basis von Acryl, sauren acetatvernetzenden Silikonen, modifizierten Silanen und verschiedene Produkte mit dem Gütezeichen Blauer Engel [8]. Bedingt bzw. für empfindliche Personen nicht empfehlenswert sind lösemittelfreie neutrale alkoxy- und oximvernetzende Silikone (vgl. Figur 4). Polysulfid- und Polyurethan-Fugendichtungsmassen sowie alkalische aminvernetzende Silikone werden nur selten verbaut.

Bei der Verarbeitung von dauerelastischen Fugendichtungsmassen ist darauf zu achten, dass keine problematischen Hilfsprodukte wie lösemittelverdünnbare Voranstriche (sogenannte Primer) verwendet werden. Meist genügt es, die Fugenflanken mechanisch aufzurauen [9].

Figur 4: Die wichtigsten Typen dauerelastischer Fugendichtungsmassen und ihre Emissionen

Baustoff	relevante Emissionen	Strategie für gute Raumluftqualität
Silikone, acetatvernetzend	Essigsäure (Acetat), riecht stark nach Essigsäure	keine nötig (Geruch verschwindet innert 1–2 Tagen)
Silikone, alkoxyvernetzend	Alkohole und Glykolderivate	nur sparsam einsetzen im Innenraum Empfindliche Personen sollten Unverträglichkeiten von Glykolderivaten abklären.
Silikone, oximvernetzend	Oxime, meist 2-Butanonoxim ¹	wo technisch möglich im Innenraum durch andere Typen ersetzen
Modifizierte Silane [3] (MS-Hybrid-Polymere, Polymere)	keine	keine nötig
Acrylate	keine	keine nötig

¹ Butanonoxim oder MEKO (CAS E,Z-Isomergemisch: 96-29-7) werden von oximvernetzenden Silikonen sowie teilweise von Alkydharz- und Ölfarben in die Raumluft abgegeben.

4 Montage

Montagearbeiten im Rohbau von Tragelementen selbst, aber auch von Beplankungen oder Fenstern, erfolgen mit Vorteil auf bewährte Art mit mechanischen und wieder lösbaren Verbindungen. Beispiele sind Holzdübel oder Zapfen bei traditionellen Zimmermannsarbeiten oder Schraubverbindungen. Rationell und daher günstig sind Nagelplatten und -bänder, Nägel oder Klammern, die sich mit geringem Mehraufwand ebenfalls wieder lösen lassen. Die Bauteile können so am Ende ihrer Lebensdauer sortenrein rückgebaut, wiederverwendet, weiterverarbeitet oder entsorgt werden.

Falls Montagekleber zum Einsatz kommen, sind formaldehydfreie Klebstoffsysteme zu wählen wie z.B. wasserverdünnbare Dispersionsleime auf Basis von Polyvinylacetat (PVAc, sog. Weissleim) oder Polyurethan. Bei Polyurethan ist der Arbeitnehmerschutz gemäss den Sicherheitsdatenblättern zu beachten. Für Raumnutzer und Bewohner stellen PU-Verklebungen allerdings keine Gefährdung dar, da diese im ausgehärteten Zustand keine Emissionen aufweisen.

Montage, Abdichtung und Dämmung mit Ortschäumen (z.B. PU-Schaum) sind jedoch aus ökologischen Gründen nicht empfehlenswert. Ein späterer Ausbau ist meist nicht zerstörungsfrei möglich, und auch hier sind Handwerker während des Schäumens gesundheitlichen Belastungen ausgesetzt [9].

Zum Abdichten oder Ausstopfen von Hohlräumen, z.B. beim Anschlagen von Fenstern, eignen sich Seiden- oder Mineralfaserzopf, Wollfilze oder Stopfwolle und Schaumstoffrundschnüre.

5 Quellen

5.1 Literatur

- [1] Lignum, Raumluftqualität – Grundlagen und Massnahmen für gesundes Bauen, Zürich, 2013
- [2] Lignum, Holzwerkstoffe in Innenräumen – Grundlagen und Massnahmen zur Sicherstellung einer tiefen Formaldehyd-Raumluftkonzentration, Zürich, 2008
- [3] Coutalides R. (Hrsg.), Innenraumklima – Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen, Zürich, Werd Verlag, 2002 (1. Auflage)

5.2 Internetseiten

- [4] Bundesamt für Gesundheit, Internet: www.bag.admin.ch
Formaldehyd:
> Themen > Chemikalien > Themen A–Z > Formaldehyd
- [5] EUCEB, European Certification Board for mineral wool products, Internet: www.euceb.org
- [6] Gütegemeinschaft Mineralwolle e. V., Gütezeichen Mineralwolle für Erzeugnisse aus Mineralwolle, 2005 (vom Reichtsausschuss für Lieferbedingungen (RAL) anerkannt als RAL-Gütezeichen Mineralwolle (RAL-GZ 388); Internet: www.ral-mineralwolle.de
- [7] Natureplus, Internet: www.natureplus.org
- [8] Reichtsausschuss für Lieferbedingungen (RAL), Vergabegrundlage für Umweltzeichen, Internet: www.blauer-engel.de
- [9] Verein eco-bau, ECO-BKP Merkblätter und eco-devis, laufend aktualisiert, Internet: www.eco-bau.ch

Projektpartner

Projektinitiant

VGQ Schweizerischer Verband für geprüfte Qualitätshäuser

Weitere Projektpartner

Amt für Hochbauten Stadt Zürich

BAG Bundesamt für Gesundheit

BAFU Bundesamt für Umwelt, Aktionsplan Holz

Bau- und Umweltchemie AG, Zürich und Bern

FRM Fédération suisse romande des entreprises de menuiserie, ébénisterie et charpenterie

Holzbau Schweiz

HWS Holzwerkstoffe Schweiz

Verein eco-bau

VSSM Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten

Herausgeber

Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich, Christoph Starck, Direktor

Redaktion

Urs Christian Luginbühl, dipl. Ing. HTL, VGQ, Biel

Bernhard Furrer, dipl. Ing. HTL, Lignum, Zürich

Autor

Stefan Schrader, Hochbauzeichner/dipl. Umwelt.-Natw. ETH

Fachliche Begleitung

Reto Coutalides, dipl. Chem. FH, Bau- und Umweltchemie AG, Zürich

Michael Pöll, Bauökologe, Amt für Hochbauten Stadt Zürich, Zürich

Roger Waeber, dipl. Natw. ETH, Bundesamt für Gesundheit, Liebfeld