

## Raumluftqualität

Grundlagen und Massnahmen für gesundes Bauen

### Merkblatt 2: Innenausbau

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](http://www.lignum.ch/holz_a_z/raumluftqualitaet) zum Download bereit:

- Merkblatt 1: Rohbau
- Merkblatt 3: Bodenbeläge
- Merkblatt 4: Malerarbeiten



## 1 Vorbemerkung

Innenausbauten sind zur Hauptsache Schreinerarbeiten wie Einbaumöbel, Schränke, Gestelle, Garderoben, Türen inkl. deren Rahmen, Treppen und Küchen, auch sogenannte Einbauküchen. Diese Innenausbauerteile sind meist aus Holz und Holzwerkstoffen gefertigt, können aber sehr vielfältig gestaltete Oberflächen wie Furniere, Kunstharzbeläge aber auch Anstriche und Lackierungen aufweisen.

Innenausbauerteile werden bei Neubauten meist am Ende der Bauzeit eingebaut, bei Renovationen häufig sogar im bewohnten Zustand. Die Innenausbauten beeinflussen so grundsätzlich die Raumluftqualität. Nebst dem Zeitpunkt des Einbaus beeinflussen folgende vier Punkte die Raumluftqualität massgeblich:

- Materialien: meist Holz und Holzwerkstoffe
- Raumbeladung: Oberfläche der verbauten Materialien im Raum
- Beschichtungen und Oberflächenbehandlung: Furniere, Beschichtungen, Lacke, Lasuren, Öl, Wachse
- Montage und Montagehilfsmittel

## 2 Holz und Holzwerkstoffe

Holz riecht. Verantwortlich dafür sind natürliche ätherische Öle und deren Oxidationsprodukte wie Pinene (Leitsubstanz  $\alpha$ -Pinen) und höhere Aldehyde (v. a. Hexanal) bei Nadelhölzern oder Essigsäure bei Birke und Eiche. Solche natürlichen Emissionen führen auch in hochwärmegeämmten und dichten Gebäuden zu keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Raumnutzern. Bei sehr grossen Einbauten in eher kleinen Räumen (geschlossene Garderoben, ‹begehbarer Schrank›, Küchen) aus rohen Hölzern kann ggf. der typische Holzgeruch wahrgenommen werden.

Bei verleimten Holzwerkstoffen stehen nach wie vor Formaldehydemissionen aus formaldehydhaltigen Bindemitteln im Vordergrund, die meist über Jahrzehnte anhalten und je nach Raumklimaschwanken: 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/raumluftqualitaet](http://www.lignum.ch/holz_a_z/raumluftqualitaet)) ersichtlich sind.

Wie für alle Holzkonstruktionen, ob aus Massivholz oder Holzwerkstoffen, gilt im Innenraum der Verzicht auf chemische Holzschutzmittel.

Figur 1: Die wichtigsten Innenausbaumaterialien

Baustoff	relevante Emissionen	Strategie für gute Raumlufthqualität
natürlich gewachsenes Nadelholz (Tanne, Fichte)	Terpene ( $\alpha$ -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch	keine nötig
natürlich gewachsenes Laubholz (Eiche, Buche, Ahorn, Esche etc.)	arttypischer Holzgeruch	keine nötig
Dreischichtplatte	<b>Holzanteil:</b> Terpene ( $\alpha$ -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	<b>Holzanteil:</b> keine nötig
		<b>Klebstoffsystem:</b> bei formaldehydfrei verleimten Produkten keine nötig bei formaldehydhaltigen Klebstoffen Lignatec [2] beachten
Spanplatte	<b>Holzanteil:</b> Terpene ( $\alpha$ -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), typischer Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	<b>Holzanteil:</b> keine nötig; bei grossflächiger Verwendung können bei empfindlichen Personen Geruchs- belästigungen auftreten (ev. Innenaussteile beschichten oder lackieren)
Mitteldichte Faserplatte (MDF)	<b>Holzanteil:</b> Terpene ( $\alpha$ -Pinen), höhere Aldehyde (Hexanal), z.T. auch Furfural, schwacher Nadelholzgeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	<b>Klebstoffsystem:</b> bei formaldehydfrei verleimten Produkten keine nötig bei formaldehydhaltigen Klebstoffen Lignatec [2] beachten
Birkensperrholz	<b>Holzanteil (Birke):</b> Essigsäure (Acetat), Essigsäurealdehyd (Acetaldehyd), Essigsäuregeruch ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem	

### 3 Raumbeladung

Die Raumbeladung eines Materials gibt das Verhältnis der Materialoberfläche zum Raumvolumen oder das Oberflächen-Volumen-Verhältnis in  $[m^2/m^3]$  an.

Innenaussteile wie Schränke, Garderoben und Küchen verfügen i. d. R. über eine hohe Raumbeladung in den betroffenen Räumen. Es ist daher in jedem Fall empfehlenswert, Strategien für eine gute Raumlufthqualität von der Planung über die handwerkliche Anfertigung bis zur Montage zu verfolgen.

## 4 Beschichtungen und Oberflächenbehandlung

Innenaussteile können sehr unterschiedliche Oberflächenbehandlungen aufweisen und dabei das Holz oder den Holzwerkstoff kaschieren oder nicht. Drei Typen werden unterschieden:

- industrielle Beschichtungen auf Ober- und Unterseite von Holzwerkstoffplatten
- handwerklich werkseits aufgebraute Kunstharzbeläge oder lackierte Echtholzurniere
- handwerklich werk- oder bauseits applizierte Lacke, Lasuren, Öle, Wachse oder Seifen

Industrielle Beschichtungen (Melaminpapiere, Grundierfolien), Kunstharzbeläge und lasierte oder lackierte Furniere bilden geschlossene Oberflächen, welche die Trägerplatte kaschieren. Sie bilden filmbildende Oberflächen, die Schmutz sowie Feuchtigkeit abweisen und Emissionen der Trägerplatte wie den typischen Holzgeruch oder Formaldehyd reduzieren. Praxiserfahrungen zeigen, dass z.B. Formaldehydemissionen deutlich reduziert werden können, wenn alle Oberflächen einschliesslich der Schmalseiten beschichtet sind.

Öle, Wachse und Seifen sind dagegen nicht filmbildende Oberflächenbehandlungen. Schmutz wird zwar ebenfalls abgewiesen, der Feuchteaustausch zwischen Raumluft und Holz findet aber statt, was die Raumluftfeuchte regulieren hilft. Gleichzeitig gelangen die Emissionen von Holz bzw. Holzwerkstoff in die Raumluft.

Bei Lacken, Lasuren, Ölen oder Wachsen ist eine sorgfältige Planung und Materialwahl wichtig, da noch viele lösemittelverdünnbare Produkte im Handel sind. Deshalb gilt grundsätzlich:

- Oberflächenbehandlung werkseitige applizieren
- wasserverdünnbare Produkte oder Produkte ohne Lösemittel verwenden

Öle härten grundsätzlich langsamer als Lacke. Die ökologisch besonders empfehlenswerten Naturharzöle aus nachwachsenden Rohstoffen spalten während der Trocknungszeit Riechstoffe (natürliche ätherische Öle, Oxidationsprodukte) ab.

Bei Renovationen und bei Arbeiten in bewohnten Räumen ist entweder genügend Auslüftungszeit (4 Wochen) zwischen Applikation und Bezug einzuplanen, oder die Bewohner sind anzuweisen, die Räume in dieser Zeit mindestens dreimal täglich für 15 Minuten intensiv zu lüften.

Figur 2: Die wichtigsten Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen

Oberfläche	relevante Emissionen	Strategie für gute Raumluftqualität
industrielle Beschichtungen auf Ober- und Unterseite	keine	keine nötig bei grossflächigen Einbauten zusätzlich Schmalseiten/Kanten beschichten
handwerklich werkseitig aufgebraute Kunstharzbeläge und Echtholzurniere	Kunstharzbeläge: keine Furniere: keine ggf. Formaldehydemissionen aus Klebstoffsystem (z.B. Furnierleim)	keine nötig keine nötig formaldehydfreie Furnierleime wie z.B. Dispersionskleber (PVAc/Weissleim)
handwerklich werk- oder bauseits applizierte Lacke, Lasuren, Öle, Wachse oder Seifen	siehe Merkblatt 4 Malerarbeiten	siehe Merkblatt 4 Malerarbeiten

## 5 Montage

Die Montage von Innenaussteilen erfolgt mit Vorteil auf bewährte Art mit mechanischen und wieder lösbaren Schraubverbindungen oder mechanisch mit Nägeln oder Klammern. Zum Abdichten oder Ausstopfen von Hohlräumen eignen sich Seiden- oder Mineralfaserzopf, Wollfilze oder Stopfwole und Schaumstoffrundschnüre. Gegen Körperschallübertragungen können Gummiprofile oder Wollfilzstreifen unterlegt 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 [5].

Wo aus ästhetischen Gründen gewünscht oder zur Abdichtung gegen Feuchtigkeit, Wasser oder Schallübertragungen nötig, werden Materialübergänge häufig mit dauerelastischen Fugendichtungsmassen abgedichtet.

Bei der Materialwahl ist zwischen Trocken- und Feuchtbereich zu unterscheiden. Im Trockenbereich sind auf jeden Fall Produkte ohne schimmelpilzhemmende 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, also in Küche, Bad, Dusche und WC.

Die Fugenmaterialien an sich werden 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 sowie verschiedene Produkte mit dem Gütezeichen Blauer Engel [6]. Bedingt bzw. für empfindliche Personen nicht empfehlenswert sind lösemittelfreie, neutrale alkoxy- und oximvernetzende Silikone. Polysulfid- und Polyurethanfugen sowie alkalische, aminvernetzende Silikone werden nur selten verbaut.

Bei der Verarbeitung von dauerelastischen Fugendichtungsmassen ist erstens darauf zu achten, dass sich bei sauer und alkalisch vernetzenden Produkten die Fugenflanken aufgrund ihrer Materialeigenschaften nicht verfärben oder angegriffen werden. Zweitens ist zu beachten, dass keine problematischen Hilfsprodukte wie lösemittelhaltige Voranstriche (Primer) verwendet werden. Meist genügt es, die Fugenflanken mechanisch aufzurauen [5].

Figur 3: 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 <sup>1</sup>	wo technisch möglich im Innenraum durch andere Typen ersetzen
Modifizierte Silane [3] (MS-Hybrid-Polymere, Polymere)	keine	keine nötig
Acrylate	keine	keine nötig

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

## 6 Quellen

### 6.1 Literatur

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

### 6.2 Internetseiten

- [4] Bundesamt für Gesundheit, Internet: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch):  
Formaldehyd:  
> Themen > Chemikalien > Themen A–Z > Formaldehyd
- [5] Verein eco-bau, ECO-BKP-Merkblätter und eco-devis, laufend aktualisiert, Internet: : [www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch)
- [6] Reichsausschuss für Lieferbedingungen (RAL), Vergabegrundlage für Umweltzeichen, Internet: [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)

## Projektpartner

<b>Projektinitiant</b>	VGQ Schweizerischer Verband für geprüfte Qualitätshäuser
<b>Weitere Projektpartner</b>	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