



Herzlich willkommen zur diesjährigen Fachanlass-Serie. Es freut uns, dass sich wieder eine schöne Anzahl Schreiner und andere «Hölzige» für diese Veranstaltungsreihe angemeldet haben. Der Kontakt und der Austausch mit Ihnen an der Front ist für uns vom VSSM aus 2 Gründen äusserst wichtig: wir wollen Sie spüren, wo wir Sie noch besser unterstützen und Ihnen den Rücken frei halten können und andererseits möchten wir Sie mit diesen Veranstaltungen auf aktuelle oder auch heikle Themen hinweisen, damit Fehler vermieden werden können. Schliesslich befinden wir uns in einer zunehmend globalisierten Welt und es werden immer mehr Forderungen an den Unternehmer gestellt. Wir vom VSSM bemühen uns, bei der Überarbeitung von Normen Einfluss in Ihrem Sinne zu nehmen und auf der anderen Seite, Sie dahingehend zu unterstützen, dass Sie kurz und bündig zu Informationen gelangen, wie was erfüllt werden kann – sei das im Thema Brandschutz, Einbruchschutz, Wärme- und Feuchteschutz, Umweltschutz – oder eben wie heute – bei der Raumluftqualität.

Inhalt

- Negative Einflüsse auf die Raumluftqualität
 - CO₂- und Luftverunreinigungen (VOC, TVOC)
 - VOC-Quellen (Emissionscharakteristik v. Holz, Holzwerkstoffen, Leimen, Lacken...)
- Lüften von Räumen / Auswirkungen auf die Luftfeuchtigkeit
 - Luftfeuchtigkeit in Räumen mit und ohne kontrollierter Lüftung
(Das Luftmengendilemma bei kontrollierter Lüftung)
 - Schäden bei Über-/Unterschreitung der Luftfeuchtigkeit
(Schimmelpilz, Trockenschäden)
- Fazit
 - Forderungen aus Norm und Ausschreibungsunterlagen
 - Was kann der Schreiner tun? (Sinnvolle Materialwahl, Akklimatisation v. Holz und Holzwerkstoffen an den Bestimmungsort, Bauphase...?)
 - Was tut der VSSM?

Hier ein kurzer Überblick über die Themen, die ich streifen werde.

- Ich werde etwas zu den negativen Einflüssen auf die Raumluftqualität sagen
- Als weiteren Schwerpunkt habe ich mir das Thema relative Luftfeuchtigkeit vorgenommen und zwar sowohl die Über- wie die Unterschreitung der empfohlenen Richtwerte

Die Zeit von 30 Min. reicht natürlich niemals, um fundiert auf jeden Punkt einzugehen.

Ich werde mich aber bemühen, mich auf die wichtigsten Punkte zu beschränken.

Grundvoraussetzungen für gutes Innenraumklima

- Schutz vor:
 - Kälte, Wärme, Feuchte
 - Lärm
 - Strahlungen
- Optimale Lichtverhältnisse
- Gute Luft (ausreichende Lüftung)
- Geringe Schadstoff-Belastung der Raumluft



Es ist ein Grundbedürfnis des Menschen, sich an einen geschützten Ort zurück zu ziehen – wo er «wohl sein» kann.

Nicht nur wir Menschen, auch die Tiere dichten ihr Nest oder ihre Höhle so ab, dass keine Zugluft entsteht und das Wasser draussen bleibt.

Wir bauen besser – Die Folgen...

Verbesserter Stand der Bautechnik:

- Es wird besser isoliert (MuKEN 2008)
- Luftwechselrate früher (natürlicher Luftaustausch):
 - Bis 60er Jahre: Luftwechsel $n = 0.5 \text{ h}^{-1}$ bis 2 h^{-1}
 $\varnothing 1,3\text{x/h!}$
 - 80er Jahre: Luftwechsel $n = 0.3 \text{ h}^{-1}$ bis 1 h^{-1} ($\varnothing 0,65\text{x/h}$)
- Luftwechselrate heute:
 - ohne kontrollierte Lüftung: $n = 0.01 \text{ h}^{-1}$ bis 0.15 h^{-1}
 $\varnothing 0,08\text{x/h} = 1\text{x in } 12,5 \text{ h!}$
 - mit kontrollierter Lüftung: $n = 0.3 \text{ h}^{-1}$ bis 0.5 h^{-1} .
 $(\varnothing 0,4\text{x/h} = 1\text{x in } 2,5\text{h})$



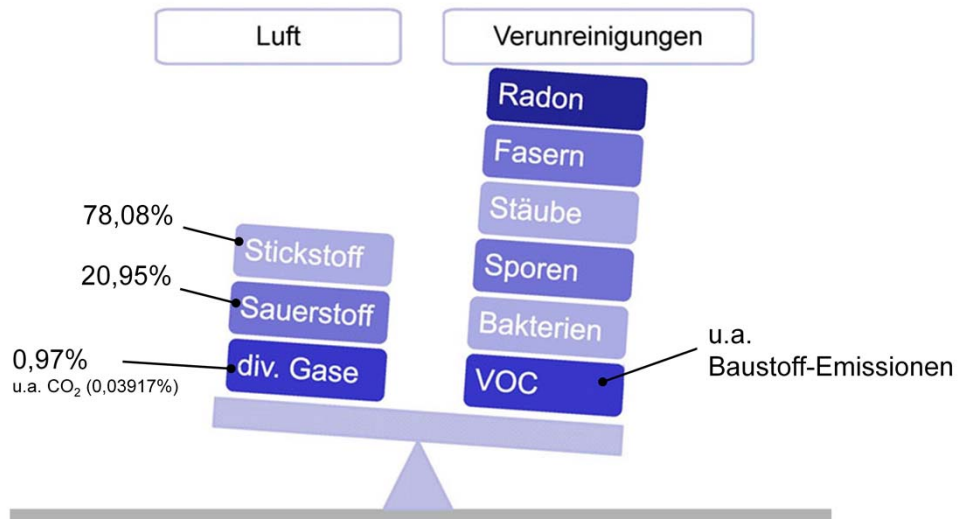
→ Zusammenhang «dichte Gebäudehülle» und «Anstieg der Schadstoffkonzentration» später im Referat der Ampack AG...

In den vergangenen 100 Jahren ist es uns gelungen, unsere Behausungen extrem dicht zu bauen.

- Lag der natürliche Luftaustausch früher im Durchschnitt bei 1,3x pro Stunde (bedingt durch Undichtheiten), so liegt er heute ohne kontrollierte Lüftungsanlage rund 15x tiefer, also nur gerade mal auf $\varnothing 0,08\text{x}$ pro Stunde; dies entspricht einer kompletten Auswechslung der Luft in 12,5h.

Ich bin jetzt nur kurz auf die Luftwechselrate eingegangen, damit das Verständnis für meinen Referatspunkt «kontrollierte Lüftung» da ist. Auf den Zusammenhang zwischen dichter Gebäudehülle und Schadstoffanstieg geht nachher René Zangerl von der Ampack AG näher drauf ein.

Luftverunreinigungen im Innenraum



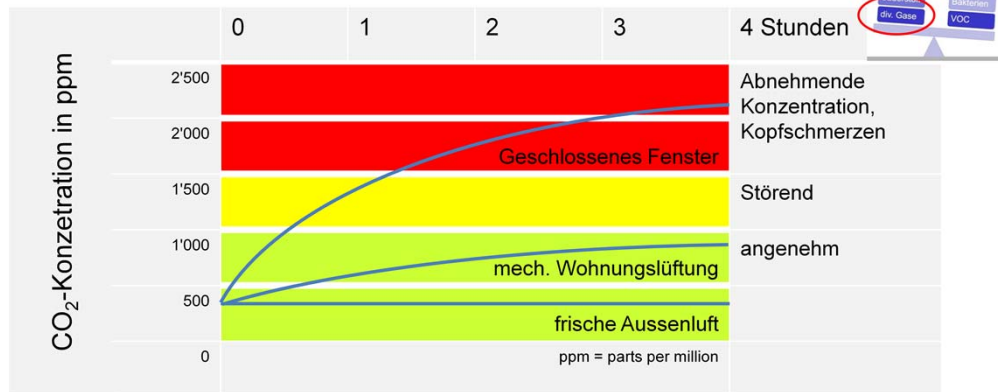
Quelle: Dr. I. Mayer, AHB Biel

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Vielen ist wohl bekannt, dass die Luft zu einem grossen Teil aus Stickstoff und Sauerstoff besteht. Nur knapp 1 % sind andere Gase, wovon nur gerade 4 hundertstel Prozent Kohlenstoffdioxid CO₂.

Was uns heute beschäftigen wird, sind die Verunreinigungen. Es betrifft dies Radon, Fasern, Staub, Sporen, Bakterien und – VOC. Baustoff-Emissionen gehen genau unter diese Gruppe.

Einfluss von CO₂ auf den Menschen

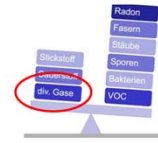


Fazit:

- «Verbrauchte Luft» hat nichts mit Sauerstoffmangel zu tun, sondern mit einer **zu hohen CO₂-Konzentration!**

Die vorliegende Grafik des Hauseigentümergeverbandes zeigt auf, wie sich CO₂-Konzentration in einem geschlossenen Raum auswirken kann. So tritt bei empfindlichen Menschen nicht selten das Gefühl von Luftknappheit oder gar von Ersticken auf. Bei sehr hohen CO₂-gehalten kann es also durchaus zu Konzentrationsschwierigkeiten oder gar Kopfschmerzen kommen. Die Gefahr besteht vor allem bei kleinen Räumen mit grosser Personenanzahl pro m², z.B. in einem Schulzimmer. Es ist also einleuchtend, dass in solchen Räumen ein Lüftungskonzept vom Architekten besonders wichtig ist.

Einfluss von CO₂ auf den Menschen



Fazit (Fortsetzung):

- CO₂ ist **nicht giftig** und **nicht riechbar**
- Gerüche stammen von
 - menschlichen Ausdünstungen (VOC)
 - stechender Geruch in der Nase / im Rachen
→ chem. Reaktion mit Feuchtigkeit der Schleimhäute entsteht Kohlensäure (bei sehr hoher CO₂-Konzentration)
- Definition Raumluftqualität bezüglich CO₂-Gehalt nach SIA-Norm 382/1:

– Hohe Qualität	< 950 ppm	(0,095 %)
– Mittlere Luftqualität	950 – 1'350 ppm	(0,095 – 0,135 %)
– Niedrige Luftqualität	> 1'350 ppm	(> 0,135 %)

→ **Lösung: Lüften!**

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Ansonsten müssen wir wissen, dass Kohlenstoffdioxid ungiftig, nicht riechbar und völlig ungefährlich ist.

Ein Beispiel:

- Mit dem vorhandenen Sauerstoff in einem gut gedichteten Wohnzimmer mit einer Fläche von 20 m² und einer Höhe von 2,6 m, könnten 3 Personen mehrere Tage auskommen.

Woher stammen aber die Gerüche, wenn es abgestanden riecht?

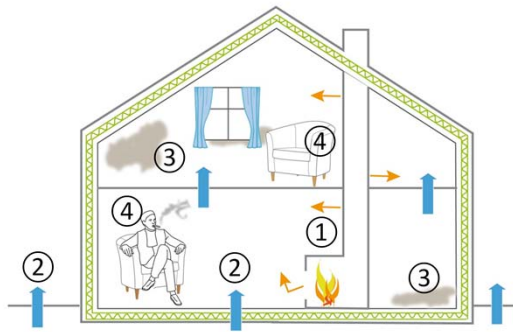
- In erster Linie von menschliche Ausdünstungen
- Zu einem stechenden Geruch in der Nase kann es dann kommen, wenn sich, mit Hilfe der Feuchtigkeit der Schleimhäute, Kohlensäure bildet.

Laut SIA-Norm 382/1 wird die Raumluft in 3 verschiedene Qualitätsgruppen unterteilt...

Die Lösung gegen hohe CO₂-Konzentrationen heisst kurz und bündig: regelmässig Lüften!

Verunreinigungen, Schadstoffe – Übersicht

Quellen:



① Abgase aus
Verbrennungsprozessen

② Radon
(hohes Lungenkrebsrisiko)

③ Biologische
Raumluftverunreinigungen
(Pollen, Hausstaub-Milben,
Schimmelpilz)

④ VOC
Baustoffe, Inneneinrichtung,
Lebensweise (Rauchen!!!)

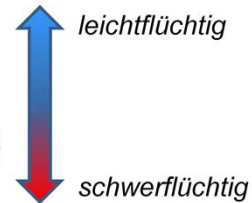
⑤ Diverse weitere
(Strahlungen, Elektrosmog...)



Gehen wir nun auf die rechte Seite unserer Waage, zu den Verunreinigungen. Quellen für Verunreinigungen sind in einem bewohnten Haus mehr als genug vorhanden. Es sind dies:...

Verunreinigungen, Schadstoffe – Begriffserklärung VOC

- VOC = **V**olatile **O**rganic **C**ompounds
(Flüchtige organische Verbindungen)
- Unterteilung je nach Flüchtigkeit
 - VVOC (Formaldehyd, Aceton, Alkohol)
 - VOC (div. Lösemittel)
 - SVOC (Weichmacher)
 - MVOC (Stoffwechselprodukte z.B. von Schimmel)
 - POM / PAK (aus Bitumen)
- Die Summe gemessener VOC-Einzelwerte wird als **TVOC-Wert**
(**T**otal **V**olatile **O**rganic **C**ompounds) bezeichnet



Die Abkürzung VOC bedeutet «flüchtige organische Verbindungen».
Sie werden nach ihrer Flüchtigkeit in folgende Kategorien unterteilt...
Als TVOC-Wert wird die Summe der VOC-Einzelwerte bezeichnet.
Bei uns gilt ein Richtwert von TVOC bis 0,3 mg/m³ als unbedenklich. Woher dieser Richtwert stammt – dazu komme ich später noch darauf zurück.

VOC-Emissionen – Mögliche gesundheitliche Folgen

- Hautreizungen, Missempfindungen an Augen, Nase oder oberen Luftwegen und unspezifische allergische Symptome
- Besonders anfällig sind Allergiker, Ältere Menschen, Kinder



- «Sick Building Syndrom (SBS)» nach WHO:
 - das «temporäre SBS»
 - das «permanente SBS»

Aufgrund von VOC-Emissionen sind folgende gesundheitliche Probleme möglich:

- Trockenheit, Brennen, Jucken, Heiserkeit, veränderte Stimmlage
- Geruchs- und Geschmacksstörungen
- Laufende Nase, tränende Augen
- Hautrötungen, Jucken, Trockene Haut
- Und: Asthmatische Symptome bei Nichtasthmatikern

Auf VOC-Emissionen besonders anfällig sind: Allergiker, ältere Menschen und Kinder.

Ein kurzer Hinweis noch zu einem Schlagwort, das oft in der Öffentlichkeit im Zusammenhang mit Beschwerden in Bauten genannt wird: Das «Sick-Building-Syndrom» (SBS) – das heisst:

- das «temporäre SBS»: Beschwerden treten **kurz nach dem Bezug** eines Gebäudes auf
- das «permanente SBS»: Beschwerden halten auch nach dem Bezug **andauernd** an

VOC-Emissionen – Anforderungen an die Raumluft / Gebäude

Normen, Vorschriften?

- Bundesamt für Gesundheit BAG (CH), EU,
(verschiedene nationale Organisationen wie z.B. Ad-hoc-AG in D)
 - Parameter Formaldehyd und weitere Einzelstoffe, TVOC
 - Nur Richtwerte!
Stufe 1 TVOC < 0,3 mg/m³ gilt als «unbedenklich»
Stufe 2... 3... 4...
Stufe 5 TVOC >10 bis 25 mg/m³ «hygienisch inakzeptabel»
- Werkverträge (Bund, Kantone, Gemeinden, Private)
 - Was vertraglich vereinbart ist, ist verbindlich!

Was wird denn auf gesetzlicher Ebene in diesem Zusammenhang verlangt? Sehr wenig...

- Das BAG wie auch die EU geben lediglich Richtwerte in Bezug auf Formaldehyd und TVOC heraus.
- Wirklich verbindlich wird es in der Schweiz höchstens auf Werkvertragsebene. Besonders in Ausschreibungen der öffentlichen Hand (BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Kantone und Gemeinden), manchmal auch bei Privaten, wird verlangt, dass z.B. nur umweltverträgliche und nachhaltige Produkte verwendet, kein Montageschaum und keine formaldehydhaltigen Baustoffen zum Einsatz gelangen dürfen usw. Dies ist verbindlich und gilt es einzuhalten (weil vertraglich vereinbart!).

Erklärung Abkürzungen (nicht referieren!)

- Ad-hoc-Arbeitsgruppe (bestehend Mitgliedern der [Innenraumlufthygiene-Kommission \(IRK\)](#) beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG))
- Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)
- Kinder-Umwelt Survey (seit 1985/86 Durchführung von Einfluss von Schadstoffbelastungen an der Bevölkerung))

VOC-Emissionen – Formaldehyd

- Farbloses, stechend riechendes Gas
- Das bekannteste Wohngift
- Wichtigste Quellen:
 - Leime, Bindemittel, Lacke
 - Konservierungsmittel in wasserbasierenden Farben und Putzen
 - Rauchen
- Max. Richtwerte am Bau gemessen:
 - Laut BAG 0,1 ppm (= 0,12 mg/m³), bei Überschreitung Sanierung empfohlen
 - Laut WHO 0,1 mg/m³ (= Abrundung von 0,12 mg/m³)



Als bekanntestes Wohngift muss immer noch das Formaldehyd erwähnt werden. Formaldehyd ist ein stechend riechendes Gas und gehört in die Gruppe der Aldehyde (Aldehyd = „dehydrierter Alkohol“ oder „Alkohol, dem Wasserstoff entzogen wurde“). Die wichtigsten Quellen sind: (aufzählen)
Hierzu geben sowohl das BAG, wie die WHO maximale Richtwerte vor. Wird der Wert überschritten, ist eine Sanierung angezeigt oder empfohlen.

VOC-Emissionen bei Holz und Holzwerkstoffen

- Terpene (Primäremissionen)
- Organische Säuren (Sekundäremissionen)
- Aldehyde (Sekundäremission)
Formaldehyd ist eine Form von Aldehyden



Fazit:

Massivholz gibt im Verhältnis zu grösseren Quellen nur geringe Mengen an Formaldehyd ab, kann daher in der Gesamtgewichtung vernachlässigt werden

Wie sieht es nun mit Emissionen von Holz und Holzwerkstoffen aus?

Massivholz gibt in erster Linie drei verschiedene VOC's ab:

1. Die **Terpene** sind Hauptbestandteil der ätherischen Öle, die von Pflanzen produziert werden.
2. Organische Säuren wie Essigsäure und Xylane
3. Aldehyde

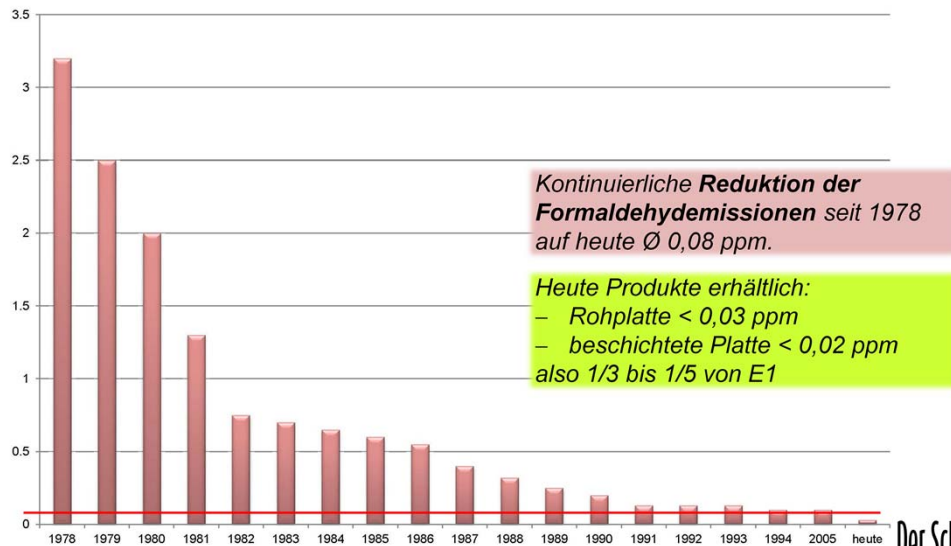
Gibt denn Massivholz auch Formaldehyd ab? **Formaldehyd** = Aldehyd

In der Forschung konnte bei künstlicher Holz Trocknung eine erhöhte Freisetzung von Formaldehyd durch «thermochemische Zersetzung» verschiedener Substanzen festgestellt werden. Massivholz weist ausserdem die Fähigkeit auf, Formaldehyd aufzunehmen und zu speichern, sowie später wieder an die Innenluft abzugeben.

Fazit zum Thema Formaldehyd im Massivholz:

Massivholz gibt im Verhältnis zu grösseren Quellen so geringe Mengen an Formaldehyd ab, dass dies in der Gesamtgewichtung vernachlässigt werden kann.

VOC-Emissionen – Reduktion Formaldehyd in Holzwerkstoffen



Diese Grafik zeigt, was wir Schreiner eigentlich schon wissen: heutige E1-Holzwerkstoffe geben \varnothing 0,08 ppm Formaldehyd an die Umgebungsluft ab. Das ist 40x weniger als vor 35 Jahren!

Viele Hersteller produzieren ihre Holzwerkstoffplatten zwar nach wie vor mit weiterentwickelten UF-Klebstoffen (Harnstoffklebstoffe). Dabei wird das Formaldehyd aber soweit gebunden, dass es nicht oder nur geringfügig abgespalten werden kann. Bei der ECO-Linie setzt die Kronospan z.B. ein Melamin-Harnstoffformaldehyd-Klebstoffsystem (MUF) «mit Formaldehydfänger» ein. Damit werden Werte von 0,03/0,02 ppm erreicht. Nachteil: Melamin ist teuer und nur begrenzt verfügbar. In den Referaten von Pavatex und Argolite werden wir zu dieser Thematik sicher noch mehr hören.

VOC-Emissionen – PMDI-Klebstoffe (Polyurethane PU)

- Polyurethane, und damit auch Reste der Ausgangsstoffe Isocyanate, finden sich z.B. in:
 - formaldehydfreien Spanplatten
 - Lacken, Leimen, Montageschäumen
 - Dämmplatten in Kühlschränken und Kühlmöbeln
 - Ausserdem: Isolationsmaterial für Elektrokabel, synthetischem Kautschuk (z.B. Schuhsohlen), Schaumstoffen für Polstermaterialien, Matratzen, Kissen, Wärmeisolation für Winterkleidung

- Verarbeitung und Aushärtevorgang:
Isocyanate sind **hochtoxisch** und können **krebserregende** aromatische Amine freisetzen.
(Verarbeitungsrichtlinien von SUVA und SIKO beachten!)



Eine weitere Möglichkeit zur Reduktion von Formaldehyd ist der Einsatz von PMDI-Klebstoffen (**P**olymeres **D**iphenylmethandiisocyanat). Diese HWS-Platten sind dann absolut formaldehydfrei.

Das **Bremer Umweltinstituts** hat **im Auftrag von NaturePlus** eine Untersuchung durchgeführt. Diese hat gezeigt, dass keine zusätzliche Gefahr für die menschliche Gesundheit und die Umwelt durch den Einsatz von PMDI-Klebersystemen zu erwarten sei. Die Gesundheitsgefährdung durch Holzstaub sei deutlich höher als die Gefährdung durch freiwerdende Kleberbestandteile.

Hingegen muss bei Lacken, Leimen und Montageschäumen der Verarbeitung und der Zeit des Aushärtens besondere Beachtung geschenkt werden. Reaktive Isocyanate sind sehr giftig, gelten mittlerweile als krebserregend und reagieren mit vielen Molekülen im Körper. Darunter leiden besonders die Allergiker; mögliche Symptome sind:

- Schwellungen im Gesicht
- Kratzen bis zum Wundwerden von nicht abgedeckten Hautstellen (Hals, Arme...)
- Atemwege: Laufende Nase, Niesen, Halsschmerzen, Asthma...

(Bedenken Sie ausserdem, dass das Spritzen von Wasserlacken ohne Maske für die Lunge fatal ist!)

Was tun gegen VOC-Emissionen aus Baustoffen?

1. Planer, Unternehmer

Material (Was)

Um welchen Baustoff handelt es sich bzw. wie gross ist sein Potential, Riech-, Reiz- und Schadstoffe in die Raumluft abzugeben?

- Kundenberatung!
 - Bedürfnisse klären (beobachten, Fragen stellen...)
 - Informieren, erklären und Unterlagen abgeben
- Schadstoffarme Materialien einsetzen

MINERGIE-ECO®



- Zu bedenken:
Natürliche Dämmstoffe enthalten fast alle biozide Wirkstoffe...!

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Mit der Materialisierung kann schon viel gegen VOC-Emissionen getan werden. Über allem aber steht das Kundenbedürfnis.

- Reden Sie mit Ihren Kunden, beobachten Sie, wie sie leben, worauf sie Wert legen. Wenn das gelingt, können 90% der späteren Reklamationen eliminiert werden.
- Setzen Sie schadstoffarme Materialien in Absprache mit Ihrem Kunden ein. Label sind natürlich nicht zuletzt auch ein Marketinginstrument...
- Geben Sie zu bedenken, dass auch natürliche Materialien störende Wirkstoffe beinhalten können (siehe Isofloc, Schafwollfliese...)

VOC-Emissionen – Liste Holzwerkstoffe (Download www.lignum.ch)



Hilfsmittel 2: Produktliste: laufend nachgeführte Liste geeigneter Holzwerkstoffe zur Verwendung im Innenraum
 Die aufgeführten Produkte können eine Formaldehyd-Ausgleichskonzentration (nach Prüfkammermethode EN 717-1) von 0,05 ppm einhalten bzw. unterschreiten. Die Formaldehyd-Emissionsgrenzwerte sind Richtwertangaben. Lignum kann für allfällige Abweichungen (z.B. durch Einflussfaktoren in der Herstellung, unterschiedliche Plattendicken) keine Garantie übernehmen.

Produkt	Hersteller / Lieferant	Oberfläche / Beschichtung	Klebstoff, Klebstoffanteil	Plattendicken	Anwendungsbereich (nach EN)	Emissionsklasse Gütezeichen	Formaldehyd-Emissionsgrenzwert
Spanplatten							
Egger Eurodekor	Egger Holzwerkstoffe	Melaminharzfilm (beidseitig)	UF, 7-12%	8-38mm	EN 312, P2	E1, Blauer Engel RAL-UZ 38	≤ 0,03 ppm
Homogen80	Jago AG	roh	PMDI ≤ 5%	80mm	Baufachliche Zulassung Z-9.1-220	E 1	*
Livingboard classic V20 P4	wodego AG	roh	PMDI, ≤ 4%	10-28 mm	EN 312, P4	E1	*
Livingboard classic V100 P5	wodego AG	roh	PMDI, ≤ 4%	10-28 mm	EN 312, P5	E1	*
Livingboard face P7	wodego AG	roh	PMDI, ≤ 6%	12-25 mm	EN 312, P7	E1	*
Swiss Span ECO	Kronospan Schweiz AG	roh	UF, 7-12%	16-40mm	EN 312, P2		≤ 0,03 ppm
Swiss Decor Span (Möbelplatten Typ P2)	Kronospan Schweiz AG	Melaminharzfilm (beidseitig)	UF, 7-12%		EN 312, P2	E1	≤ 0,03 ppm
Swiss Span Multilayer (Möbelplatten Typ P2)	Kronospan Schweiz AG	UV-härtender Lack auf Acrylatharzbasis (beidseitig)	UF, 7-12%		EN 312, P2	E1	≤ 0,03 ppm
Wodego Dekorplatten	wodego AG	Melaminharzbeschichtung (beidseitig)	UF, 9%	16-19 mm	EN 312, P2	E1, Blauer Engel RAL-UZ 76	≤ 0,03 ppm
Wodego QDF Platte P4	wodego AG	roh	MUF, 9%	10-22 mm	EN 312, P4	E1	≤ 0,03 ppm
Wodego QDF Platte P5	wodego AG	roh	MUF, 10%	10-22 mm	EN 312, P5	E1	≤ 0,03 ppm
Zementgebundene Spanplatten							
Cetris	HWZ Holzwerkstoffzentrum AG	roh	Zement	10-40 mm	EN 634	E1	*

→ Mehr dazu später im Referat der Pavatex AG...



Eine grosse Hilfe bietet die laufend geführte Produktliste der Lignum. Hier sind zu allen gängigen Produkten die Gütezeichen und Formaldehydgrenzwerte angegeben. Meine nachfolgenden Redner werden mit Bestimmtheit auch noch auf diese Liste eingehen. Downloadbar ist die Liste unter www.lignum.ch.

Was tun gegen VOC-Emissionen aus Baustoffen?

1. Planer, Unternehmer (Fortsetzung)

Einbausituation (Wo)

Wo wird der Baustoff eingebaut?

- Im Tragwerk hinter einer dampf- bzw. luftdichten Folie oder im Raum sichtbar z.B. als abgehängte Decke?
- Biozide Aussenlasuren ungeeignet für Innenräume

Raumbeladung (Wieviel)

Menge beachten: wie gross wird die Fläche des Baustoffs im Raum?

Als weiterer Punkt ist die Einbausituation. Befindet sich ein Baustoff in einem Fassadenaufbau, der nachher raumseitig noch mit weiteren luftdichten Lagen abgedeckt wird, ist die Emission wesentlich kleiner als bei einem offenen Einbau.

Für uns Schreiner ist ein Stichwort beispielsweise das Schrankinnenleben. Wenn die Flächen belegt/beschichtet und alle Schnittkanten mit Kanten versehen sind (auch die Tablare ringsum), sind die Emissionen messbar kleiner. Dies wird mittlerweile von vielen Betrieben aus eben diesem Grund so praktiziert.

Dann ist die Frage nach dem «Wieviel» ebenso von Bedeutung. Eine kleine Linol-Steckwand gibt logischerweise weniger VOC ab als eine Riesenwand von 5 x 2m...

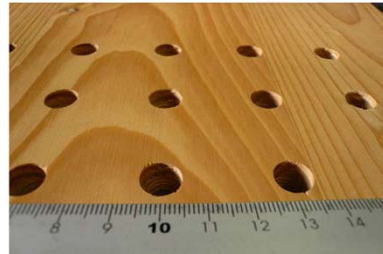
Was tun gegen VOC-Emissionen aus Baustoffen?

1. Planer, Unternehmer (Fortsetzung)

Bearbeitung (Wie)

Wie wird der Baustoff weiterbearbeitet?

- gelocht, geschlitzt
- Absperrn von Schnittkanten
- Beschichten, belegen, lackieren, streichen oder roh eingebaut?



Einbau (Wann)

Wann wird der Baustoff eingebaut und ggf. weiter bearbeitet?

- Einbau schon in der Rohbauphase oder kurz von Einzug der Nutzer?
- Lacke vor Lieferung / Einbau genügend aushärten lassen (auch Wasserlacke!)
- Dauerelastische Fugendichtmassen nicht vergessen...!

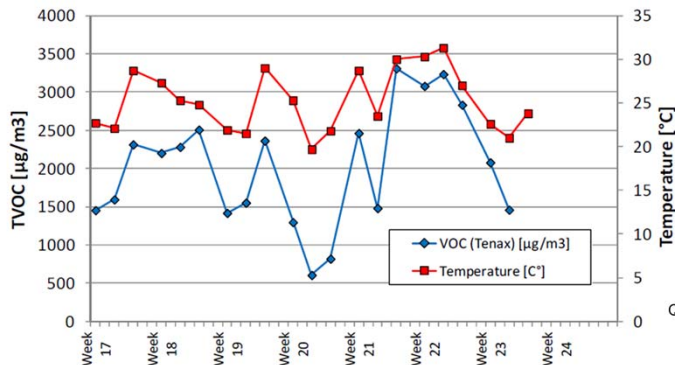
Offene Oberflächen wie beispielsweise durch Lochungen, Rillen, Nuten usw. begünstigen den Austritt von VOC. Im Gegensatz dazu kann mit einem Belag ein VOC-Austritt zumindest reduziert werden. => Mehr dazu später im Referat von Markus Höchli Argolite AG

Das heutige Bauen ist auf möglichst kurze Bauzeiten ausgelegt. Damit können neue Baustoffe, Putze, Farben, aber auch unsere Lacke und Fugendichtmassen oft nicht genügend aushärten (oder chemisch ausgedrückt: der Vernetzungsprozess ist oft noch nicht abgeschlossen), bis die Benutzer einziehen. Hier kann ich nur wiederholen, was ich zu Beginn gesagt habe: Reden Sie mit Ihrem Kunden – erklären Sie ihm den Sachverhalt, **bevor** er sich über Geruchsbelästigungen beschwert!

Was tun gegen VOC-Emissionen aus Baustoffen?

2. Benutzer

- Lüften...!
- Nicht überheizen, sommerlichen Wärmeschutz anwenden
VOC-Emissionen sind temperaturabhängig!



Quelle: Dr. I. Mayer, AHB Biel

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Was kann der Benutzer tun?

- Auch hier wieder: Lüften!
- Dann soll er nicht überheizen – was hat denn das mit der Reduktion von VOC-Emissionen zu tun?
 - VOC-Emissionen sind erwiesenermassen temperaturabhängig!
 - Je wärmer es in einem geschlossenen Raum ist, desto höher sind die VOC-Emissionen!
 - In diesem Zusammenhang noch ein Wort zum sommerlichen Wärmeschutz: Der Planer muss diesen einplanen und der Benutzer muss ihn anwenden (beispiel Storen auf der Sonnenseite)

VOC-Emissionen – Schimmelpilz

Nicht der Edelschimmelpilz...



...sondern dieser hier ist das Problem:



→ Diese Schimmelpilze bilden
hochgiftige Mykotoxine!

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Abgesehen von nützlichen Pilzen wie [Edelschimmel](#) verderben Schimmelpilze die Nahrung sensorisch, vor allem geschmacklich, und bergen die oben genannten gesundheitlichen Risiken insbesondere durch [Mykotoxine](#). Diese Pilzgifte werden an die Lebensmittel abgegeben und können sich darin verteilen, besonders schnell in sehr wasserhaltigen Nahrungsmitteln. Besonders fatal: durch Kochen, Braten, Backen, Säuern, Trocknen oder Einfrieren lassen sie sich nicht entfernen.

VOC-Emissionen – Schimmelpilzbildung am Bau

Mögliche Gründe:

- Dauernd hohe Feuchtigkeit in Konstruktionen (z.B. nach Hochwasser)



VOC-Emissionen – Schimmelpilzbildung am Bau

Mögliche Gründe:

- Möbel an Aussenwänden
- Mangelhaftes Lüften
- Alu-Glasrandverbund



Das erste Bild kann aber sehr gut in Verbindung mit einem Alu-Randverbund stehen.

VOC-Emissionen – Schimmelpilzbildung am Bau

Mögliche Gründe:

- falsch etappierte Renovation
(Ersatz von Türen und Fenstern in altem Haus, ohne Miteinbezug der Wände und Decken)
- Praxisbeispiel:

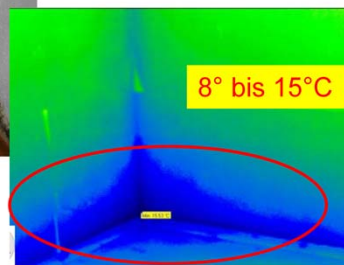


- Falsch etappierte Renovation: vorher natürlicher Luftaustausch über undichte Fenster und Türen, jetzt nicht mehr möglich, somit werden schlecht isolierte Wände und Decken grau - unbedingt Bauphysiker (oder kompetenten Energieberater / Architekten) beiziehen

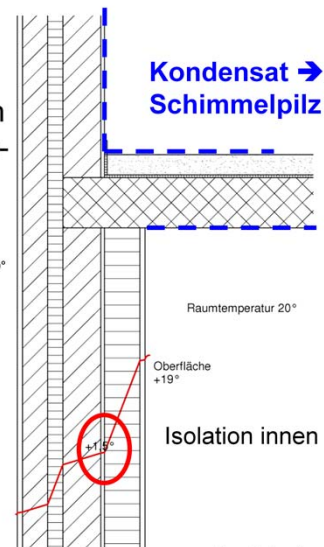
VOC-Emissionen – Schimmelpilzbildung am Bau

Mögliche Gründe:

- unsachgemässe Isolation
(z.B. Innenisolationen ergibt zu starkes Abkühlen der Wand mit entsprechenden Folgen im angrenzenden Bereich)



Ausstemperatur -10°



Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Unsachgemässe Isolation – bei den heute geforderten U-Werten (und die gelten auch für Sanierungen!) werden Isolationsschichten so dick, dass sich die angrenzenden Bauteile zu stark abkühlen.

Verhinderung von Schimmelpilzbildung am Bau

- Energetische Sanierung gesamtheitlich planen
(Beizug eines Energieberaters, Bauphysikers od. kompetenten Architekten)
- Mobiliar an Aussenwänden gut hinterlüften
(Planer, Schreiner, Bauherrschaft, Nutzer)

Tipp zum Thema:

→ VSSM-Praxismerkblatt «Wärme- und Feuchteschutz»



Damit Bauschäden verhindert werden können, sollte für solche Situationen (Beispiele von vorhin) unbedingt ein Bauphysiker beigezogen werden.

Helfen Sie darauf zu achten (falls Sie Einfluss haben), dass bei Einbauten und Mobiliar an Aussenwänden Abstand vorgesehen und eine Hinterlüftung möglich gemacht wird.

Verhinderung von Schimmelpilzbildung am Bau

Benutzer:

- Genügend und richtig lüften
 - 2 bis 4mal Stosslüften / Querlüften pro Tag
(kein Dauerlüften mit Kippflügel!)



- Kondenswasser an den Fenstern = Indikator für «jetzt Lüften!»

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Hier nur ganz kurz: So lüftet der Benutzer richtig...

Kontrollierte Lüftung

- Muss gut konzeptioniert sein:
 - Richtige Luftmengeneinstellung (Luftwechselrate)
 - Für eine einwandfreie Wartung / Reinigung
- Muss gewartet werden:
 - Regelmässiger Filterwechsel
 - Periodische Wartung und Reinigung



Bilder: special-clean.com



Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Lüftungsanlage muss richtig konzipiert sein in Bezug auf:

- die richtige Luftwechselrate (Einstellmöglichkeiten bei günstigen Anlagen oft nur sehr begrenzt möglich...)
- Keine für die Reinigung unzugänglichen Ecken und Abzweigungen
- Lüftungsgeräte mit Feuchterückgewinnung einsetzen (Zuluftbefeuchtung aus hygienischen und energetischen Gründen nicht zu empfehlen!)

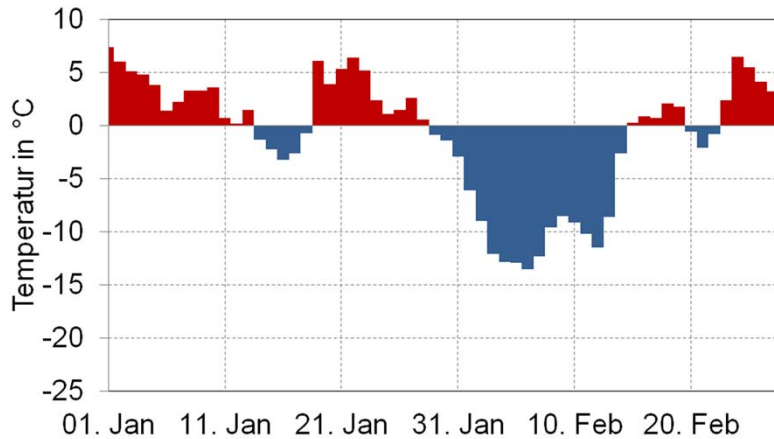
Nutzerseitig müssen regelmässig:

- Filter gewechselt werden
- Periodische Reinigungen durchgeführt werden

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate

Klima Zürich, Kälteeinbruch Februar 2012

Tiefste Temp. -14°, Tagesmittel: -9.9°



Ist die Luftwechselrate zu hoch eingestellt, wird die Situation besonders krass, wenn ein Temperatursturz wie im Feb. 2012 eintritt. Hier lag die Aussentemperatur lange Zeit konstant auf durchschnittlich -10° C!

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate

Praxisbeispiel:



Bei solchen Vorkommnissen häufen sich die Anfragen nach Expertisen beim VSSM; wir wurden gleich mehrmals für eine gerufen, weil Holzprodukte Schaden erlitten hatten. Ein Beispiel betraf ein Seniorenzentrum, einen Neubau mit kontrollierter Lüftung. Was mir hier sofort auffiel, war die extrem frische Luft – nicht mal in den Pensionärzimmern der kleinste Fremdgeruch, wie man sie von Seniorenzentren kennt. Hier wurden in sämtlichen Aufenthaltsräumen und Pensionärzimmern Massivholztische krumm und teilweise rissig– das Schwindmass war aufgrund der Verwendung nicht einmal ein Thema...

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate

Praxisbeispiel:



- Massivholz-Tischplatten in Rotbuche
- Aus Serienproduktion, unregelmässig aus Seiten- und Halbriftbrettern
- Künstlich getrocknet auf 8% (+/- 2%) (Protokolle vorgelegt)

(Überprüfung der Masse durch den Experten zeigten bereits eine Rückstellung auf gegenüber der Masstabelle der Bauherrschaft...)

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Zu den Daten:

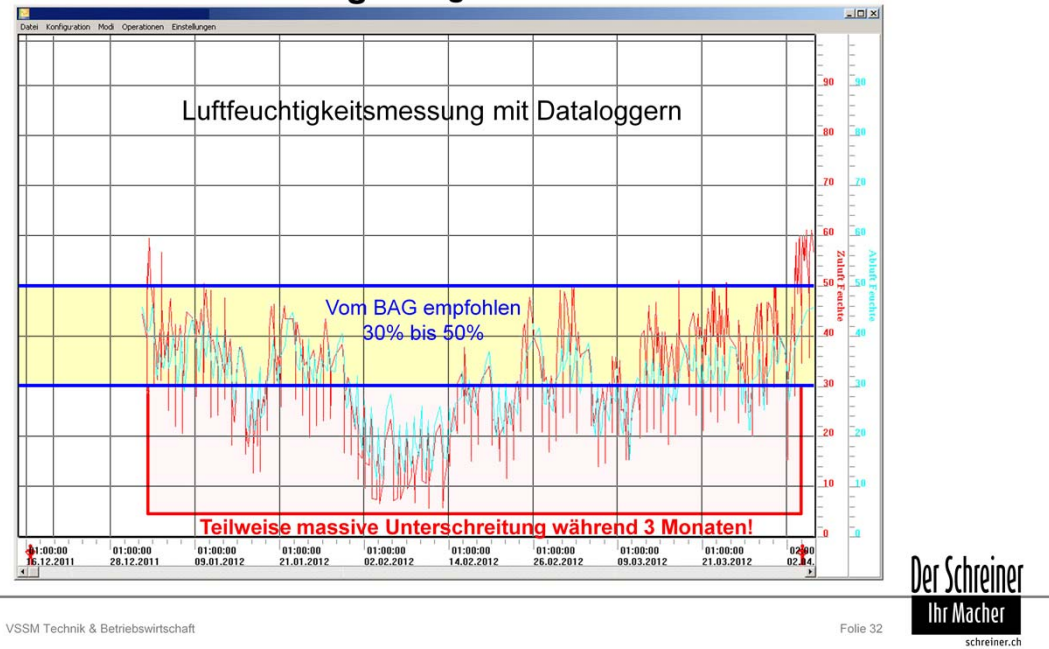
- Die Massivholztische waren in Buche gedämpft
- Die Tische stammten aus einer Serienproduktion und waren aus Seiten- und Halbriftbrettern verleimt worden (Auf die Jahrringstellung war, laut Hersteller produktionsbedingt, überhaupt nicht geachtet worden)
- Der Hersteller trocknet sein Holz jedoch nachweislich auf 8% Holzfeuchtigkeit mit einer Toleranz von +/- 2% (die Trocknungsprotokolle werden alle abgelegt)
- Die Feuchtigkeitsmessung durch den Experten vor Ort ergab eine Holzfeuchtigkeit von nur knapp 4%

Das Raumklima:

- Temperatur 22°C, relative Luftfeuchtigkeit 30,2 %; dies entspricht einer Gleichgewichtsfeuchte des Holzes von ca. 6%

Gegenüber der Masstabelle des Hauswirts konnte man schon eine Rückstellung der Verformungen feststellen, was bedeutet, dass die Holzfeuchtigkeit offensichtlich noch tiefer gelegen haben muss als die 4 %!

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate



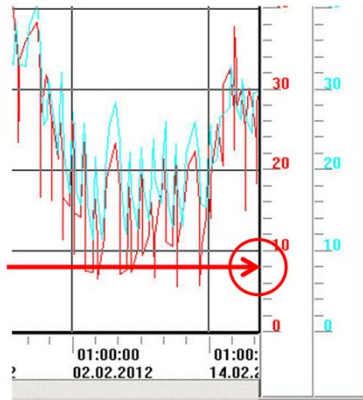
Aus einem anderen Minergie-Neubau (hier waren wir ebenfalls mit einer Expertise beauftragt), erhielt ich eine Datenloggeraufzeichnung aus dem Zeitraum im Februar 2012.

Um die Dramatik etwas zu verdeutlichen, zeichne ich hier den vom BAG empfohlenen Feuchtigkeitsbereich ein.

Sie sehen selbst, dass die empfohlene Untergrenze von 30% während einem Zeitraum von ca. 3 Monaten praktisch konstant und massiv unterschritten wurde.

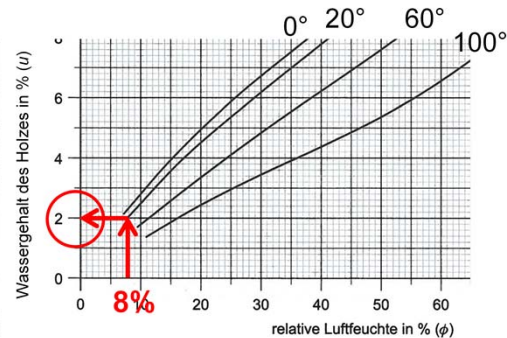
Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate

Folgen auf die Holzfeuchtigkeit:



rel. Luftfeuchte 8%

bin-Schreiner Fachschweizer
Lehrmittel für die Grundausbildung an der
Berufsschule



Gleichgewichtsfeuchte Holz 2% (bei 20°C)

Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Was das bedeutet, zeige ich Ihnen mit dieser Folie auf.

(NB: Rot: Feuchtigkeit Zuluft / Blau: Feuchtigkeit Abluft)

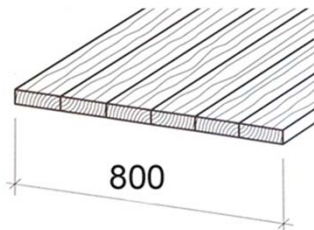
Wenn ich hier die Spitzen etwas breche, komme ich auf eine relative Luftfeuchtigkeit von nur gerade 8%.

Nehme ich das Formelbuch von der Fachlehrervereinigung zur Hand, komme ich auf eine Holzfeuchtigkeit (Gleichgewichtsfeuchte) von nur gerade 2%. Sie werden jetzt vielleicht sagen: ok, aber hier haben wir ja noch eine gewisse Trägheit. Gut – nehme ich 10 oder 12%, komme höchstens auf 3% Holzfeuchte...

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate



Holz aus der Trockenkammer 8-10%



Gegeben:

Tischblatt BU massiv

Anfangsbreite l_A 800mm

Anfangsfeuchte u_A 8%

Endfeuchte u_E 3%

Schwindmasse Rotbuche

$q_r = 0,20 \text{ \%/\%}$

$q_t = 0,41 \text{ \%/\%}$

Gesucht:

Schwindmass in mm

$$l_E = \frac{l_A \cdot (100\% + q_{\theta r,t} \cdot u_E)}{100\% + q_{\theta r,t} \cdot u_A} = 788 \text{ mm}$$

Schwindmass → 12 mm

Ich habe mich selektiv bei Schreinerkollegen umgefragt und festgestellt, dass viele seit ihrer Grund- bzw. Weiterbildung keine Schwind- und Quellsberechnungen mehr gemacht haben. Daher erlaube ich mir ein Berechnungsbeispiel mit unseren Tischen im Seniorenzentrum.

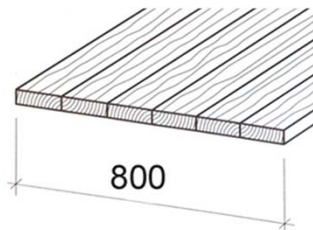
Als erstes berechne ich das Schwindmass mit dem ofentrockenen Holz des Unternehmers und die vorhin ermittelte Luftfeuchtigkeit von 3%. Ausserdem nehme ich den Durchschnitt der radialen und der tangentialen Richtung – wie wenn die Tische in Halbriftholz hergestellt worden wären.

Mit der zu trockenen Luft ergibt das ein Schwindmass von 12 mm!

Kontrollierte Lüftung – Folgen einer zu hoher Luftwechselrate



Holz aus dem Freiluftschuppen 12-18%



Gegeben:

Tischblatt BU massiv

Anfangsbreite l_A 800mm

Anfangsfeuchte u_A 15%

Endfeuchte u_E 3%

Schwindmasse Rotbuche

$q_r = 0,20 \text{ \%/\%}$

$q_t = 0,41 \text{ \%/\%}$

Gesucht:

Schwindmass in mm

$$l_E = \frac{l_A \cdot (100\% + q_{\theta r,t} \cdot u_E)}{100\% + q_{\theta r,t} \cdot u_A} = 772 \text{ mm}$$

Schwindmass → 28 mm

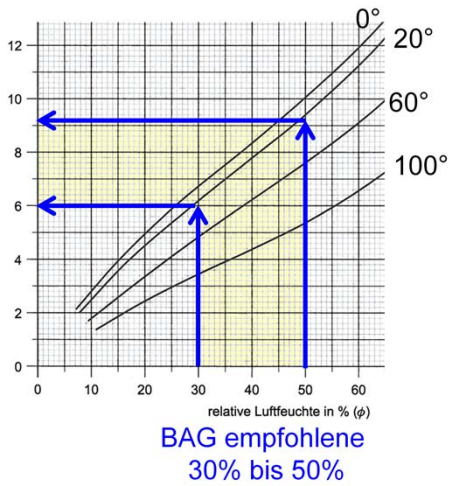
Viele Schreinereien haben nicht die Möglichkeit, ihr Massivholz in beheizten Räumen zu lagern. Sie haben noch Freiluftschuppen (von welcher Homepage ich dieses Bild habe, verrate ich natürlich nicht...).

Lufttrockenes Holz hat eine Feuchtigkeit von 12 bis 18%; wir nehmen also den Durchschnitt: 15%.

Das ergäbe im gleichen Beispiel ein Schwindmass von 28 mm!

Anschlussfrage: Wie verhält sich ofengetrocknetes Holz im Freiluftschuppen...?

Kontrollierte Lüftung – Bei korrekt eingestellter Luftwechselrate



Gegeben:

Tischblatt BU massiv

Anfangsbreite l_A 800mm

Anfangsfeuchte u_A 8%

Endfeuchte u_E 6% / 9,2%

Schwindmasse Rotbuche

$q_r = 0,20 \text{ \%/\%}$

$q_t = 0,41 \text{ \%/\%}$

Gesucht:

Schwindmass in mm

$$l_E = \frac{l_A \cdot (100\% + q_{\theta_r,t} \cdot u_E)}{100\% + q_{\theta_r,t} \cdot u_A} = 795,2\text{mm} / 802,9\text{mm}$$

Schwind-/Quellmass $\rightarrow -4,8\text{mm}/+2,8\text{mm}$

Wir haben vorhin gesehen, dass das BAG eine relative Luftfeuchtigkeit von 30 bis 50% empfiehlt.

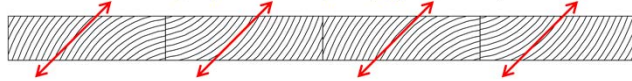
- Wie verhält sich denn die Gleichgewichtsfeuchte in diesem Bereich? 6% bzw. 9,2%
- Was bedeutet das für das Schwind- bzw. Quellmass? Schwindmass knapp 5 mm, das Quellmass knapp 3 mm!

Das sind ganz andere Zahlen als in unserem Beispiel.

Fazit: Ich bin überzeugt, dass im vorliegenden Beispiel Reklamationen bei einer richtigen Einstellung der Lüftungsanlage ausgeblieben wären.

Wie kann sich der Schreiner schützen?

- Unternehmer:
 - Materialien **auf Bestimmungsort abstimmen** / optimieren
 - Holzfeuchtigkeit an den Bestimmungsort anpassen
(bei kontrollierter Lüftung **max. 8-9% Holzfeuchtigkeit**)
 - Jahrringstellung beachten (Massivholzflächen nach dem Grundsatz
«Kern an Kern, Splint an Splint, gestürzt»)



- Vorgesehene Konstruktionen hinterfragen / anpassen

Mir ist es ein Anliegen, Ihnen heute aufzuzeigen, wie Sie sich in dieser Thematik als Schreinerunternehmer schützen können.

1. Stimmen Sie sowohl Ihre Materialien, wie auch die Holzfeuchtigkeit auf den Bestimmungsort ab.
(Innenanwendungen max. 8-9% - aber bitte im Aussenbereich lufttrockenes und nicht ofentrockenes Holz)
2. Achten Sie, wie Sie es in der Berufsschule gelernt haben, auf die Jahrringstellung
3. Hinterfragen Sie Konstruktionen, vor allem wenn Massivholz zum Einsatz kommt. Im Gegensatz zu Holzwerkstoffen weist Massivholz 3 verschiedene Schwindrichtungen auf... (längs, radial, tangential)

Wie kann sich der Schreiner schützen?

- Unternehmer:
 - Heikle Sätze aus Leistungsbeschrieben streichen (in öffentlichen Submissionen mit schriftlicher Begründung wegbedingen!)
 - **Beispiel:**
«Die Materialien sind so zu wählen, dass sie bei Feuchtigkeitsschwankungen keinen Schaden nehmen»
 - **Holz ist und bleibt hygroskopisch!** Durch falsche Versprechen greift die Produkthaftung: «Ein Produkt, das nicht so eingesetzt werden kann, wie es der Kunde erwarten darf oder **wie es vertraglich zugesichert wurde**, unterliegt der Gewährleistung.»
 - Arbeiten bei zu hoher Baufeuchtigkeit **nicht einbauen!!!**

4. Achten Sie in Ausschreibungen auf heikle, verfängliche Sätze wie diesen hier (Beispiel vorlesen). Geht denn das überhaupt? Nein, nie und nimmer! Holz ist und bleibt hygroskopisch. Im Sinne der Produkthaftung würden Sie mit einem solchen blödsinnigen Satz falsche Versprechungen nähren und Sie würden haftbar gemacht! Streichen Sie solche Sätze aus dem Vorspann. Da Sie da in öffentlichen Submissionen nicht dürfen, bedingen Sie solche Passagen in einem Begleitschreiben weg!
5. Zu hohe Baufeuchtigkeit: Wenn Architekt, Bauleitung oder Bauherr trotzdem auf Einbau bestehen => begründen Sie schriftlich, was bei zu hoher Feuchtigkeit passiert; jegliche Haftung ablehnen und, **ganz wichtig: unterschreiben lassen** => juristisch ist das eine offensichtliche Falschbestellung!

Wie kann sich der Schreiner schützen?

- Kunden/Nutzer mit ins Boot nehmen:
 - **frühzeitig** über Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen informieren (insbesondere über hygroskopische Eigenschaften)
 - Nutzer soll Räume nicht überheizen!
(Temperaturanstieg um 2° = Senkung der rel. Luftfeuchte um ca. 5%!)
 - Richtwerte / Merkblätter von BAG, FFF usw. an Kunden abgeben und erläutern (Produktehaftung)
- Planer, Bauleitung
 - Bei Bedarf (?) dieselben Infos wie oben abgeben

Und jetzt, wie heute schon mehrmals erwähnt: Nehmen Sie den Kunden mit ins Boot – dies auch wieder wegen der Produktehaftung. Diese verlangt nämlich eine «Instruktion und Dokumentation» des Bauherrn.

- Klären Sie ihn schon im Verkaufsgespräch über die Eigenschaften des Holzes auf (Verfärbungen, hygroskopische Eigenschaften...)
- Zeigen Sie ihm auf, was das Überheizen von Räumen für Folgen auf die Luftfeuchtigkeit hat
- Weisen Sie ihn auf Richtlinien und Merkblätter von BAG und Hauseigentümergeverband zum Thema Lüften hin

Planer und Bauleiter müssten die vorhin durchgenommenen Punkte eigentlich von ihrer Ausbildung her kennen. Oft funktionieren sie aber wie wir anderen Menschen – sie vergessen. Rufen Sie ihnen diese Punkte immer wieder in Erinnerung...

Was tut der VSSM?

- Fachexpertisen nach Kälteeinbrüchen... 😊
- Sensibilisierung, Aufklärungsarbeit (z.B. dieser Fachanlass)
- Praxismerkblätter
- Einflussnahme bei Normenüberarbeitungen
- Technische Beratung
 - für Mitglieder 044 267 81 31
 - für Nichtmitglieder (0900 118 900, Fr. 3.13 pro Min.)
- Rechtsberatung (044 267 81 00 **nur für Mitglieder!**)

Was tut letztendlich der VSSM? Lässt der Sie mit diesen Problemen einfach im Regen stehen?

Punkte durchgehen...

Merkblätter, weiterführende Literatur

 **Raumluftqualität, VOC**
www.lignum.ch/holz_a_z/raumluftqualitaet

- Lignatec «Holzwerkstoffe in Innenräumen» (abgegeben)
- Lignatec «Raumluftqualität» Grundlagen und Massnahmen für gesundes Bauen
 - Merkblatt 1: Rohbau
 - Merkblatt 2: Innenausbau (abgegeben)
 - Merkblatt 3: Bodenbeläge (abgegeben)
 - Merkblatt 4: Malerarbeiten
- Lignum Produktliste (abgegeben)
laufend nachgeführte Liste geeigneter Holzwerkstoffe zur Verwendung im Innenraum
- **Tipp:** Voransicht der meisten Lignum-Dokumentationen unter www.issuu.com/lignum/docs



Von Seite der Lignum gibt es sehr gute Literatur zum Thema:
Punkte durchgehen...

Merkblätter, weiterführende Literatur

Schimmelpilz

- «Vorsicht Schimmel» (Bundesamt für Gesundheit BAG)
- Kurzversion für Mieter, Hauseigentümer «Schimmel in Wohnräumen» (BAG, MV, HEV, SVIT)

Richtig Lüften

- «Komfortabler Wohnen – alles rund ums Heizen und Lüften» (BAG)
- «Optimales Lüften» (FFF Schweizerischer Fachverband Fenster- und Fassadenbranche)

Schwinden und Quellen des Holzes

- Ordner Fachkunde und Fachrechnen (bin-Verlag)
- Formelbuch zum Ordner Fachrechnen (bin-Verlag)
(Link www.bin.ch → Web 2 shop)



Der Schreiner
Ihr Macher
schreiner.ch

Zu den Themen «Schimmelpilz» und «Richtig Lüften» gibt es Merkblätter und Broschüren von Seiten des BAG, des Mieterverbandes, des Hauseigentümerversandes und von unserer Fachgruppe dem FFF

In Erinnerung rufen möchte ich, dass die Fachlehrervereinigung bin zum Thema Schwinden und Quellen des Holzes nicht nur den Fachordner «Fachrechnen» herausgibt, sondern auch ein Formelbuch für den Alltag. Wer noch das alte gelbe Formelheft hat, kann selbstverständlich weiter mit diesem arbeiten...

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Pierre Scheidegger
VSSM Technik & Betriebswirtschaft
Dipl. Schreinermeister

- Fachauskünfte
- Beratungen, Schätzungen, Expertisen, Vorkalkulationen
- Referate und Schulungen zu Themen wie:
Brandschutz, Einbruchschutz, Schallschutz, Wärme-/Feuchteschutz...

Verband Schweizerischer
Schreinermeister und Möbelfabrikanten

Gladbachstrasse 80

8044 Zürich

Direktwahl 044 267 81 33

Fax 044 267 81 54

pierre.scheidegger@vssm.ch

Fachauskünfte:

Mitglieder 044 267 81 31 / Nichtmitglieder 0900 118 900