

Postfach 950  
CH-2501 Biel

Telefon +41 (0)32 327 20 07  
Fax +41 (0)32 327 20 09  
Mail [info@vgq.ch](mailto:info@vgq.ch)  
Internet [www.vgq.ch](http://www.vgq.ch)

## Schlussbericht

# Planungssicherheit bei der Materialwahl

Datum: 30. August 2011

Verfasser: Isabel Engels

Dieses Projekt wurde vom Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung unterstützt. Projektnummer: 2009.22



## ABSTRACT

Die Raumluftqualität wird anhand von zahlreichen Kriterien beurteilt. Die Konzentrationen von Aldehyden und VOC sind Kriterien, welche infolge der dichtereren Gebäudehüllen an Bedeutung gewinnen. Der Schweizerische Verband für geprüfte Qualitätshäuser VGQ hat mit dem Projekt „LIWOTEV“ eine Bestandsaufnahme erhalten. Um das Risiko einer Richtwertüberschreitung zu reduzieren benötigen Unternehmen Informationen zu verlässlichen Produkten.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes „**Planungssicherheit bei der Materialwahl**“ wurden über 250 Produkte in einem Katalog zusammengestellt. Die Daten wurden vorwiegend recherchiert. Bei gezielt ausgewählten Produkten von Schweizer Herstellern wurden mittels Messungen die Emissionen ermittelt.

An Brettspertholzplatten aus Fichte und Tanne wurden die unterschiedlichen Emissionen von Terpenen aufgezeigt. Bei den Messungen von Brettschichtholz konnte bestätigt werden, dass sich Laubholz bezüglich der Formaldehyd-Emissionen nicht von Standardware aus Fichte/Tanne unterscheidet. Zusätzlich wurde Glasfaserdämmung mit einem neuartigen, formaldehydfreien Bindemittel gemessen.

Die im Katalog erfassten Produkte wurden weiter einer Risikobewertung unterzogen, welche Rohstoff- und Produktparameter berücksichtigt. Grundsätzlich gilt dabei das Prinzip der Inhaltstofftransparenz. Je genauer die Produktzusammensetzung bekannt ist, desto geringer ist das Risiko unbekannte Emissionen ins Gebäude zu bringen.

An einem Objekt wurden zur Erfolgskontrolle Raumluftmessungen durchgeführt. Mit dem gewählten Messkonzept konnte sowohl die Verbesserung der Luftqualität als auch der Konzentrationsunterschied zwischen Standard- und Nutzungsbedingungen aufgezeigt werden.

Der Wissenstransfer erfolgt direkt über die beteiligten Firmen. Das Projekt wurde ausführlich präsentiert und die Erarbeitung der betriebsspezifischen Listen initiiert. Die Umsetzung der Massnahmen in den Betrieben wird bei den jährlichen Qualitätsprüfungen durch den VGQ überwacht. Auf der Basis der Projektergebnisse wird eine zusätzliche Fachpublikation in Form eines LIGNATEC erscheinen und so der ganzen Branche zur Verfügung gestellt.

**Keywords:** Materialwahl, Raumluftqualität, Emissionen, VOC, Aldehyde

## ABKÜRZUNGEN

BKP	Baukostenplan: Der BKP ist ein Anlagekontenplan für sämtliche Kosten, die bei der Erstellung einer baulichen Anlage anfallen.
CAS	<u>C</u> hemical <u>A</u> bstracts <u>S</u> ervice: internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe z.B. Wasser – CAS: 7732-18-5
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
SDB	Sicherheitsdatenblatt: Inhalt sind Sicherheitshinweise für den Umgang mit gefährlichen Substanzen.
SVOC	Mittel bis schwerflüchtige Stoffe, welche über einen langen Zeitraum aus einem Produkt entweichen können. Diese fallen nicht in den TVOC-Messbereich jedoch befinden sich darunter Schadstoffe die an chemischen Wechselwirkungen beteiligt sind und/oder sich im Hausstaub ablagern.
VGQ	Schweizerischer Verband für geprüfte Qualitätshäuser
VOC	<u>V</u> olatile <u>o</u> rganic <u>c</u> ompound (flüchtige organische Verbindungen) ist die Sammelbezeichnung für organische, also kohlenstoffhaltige Stoffe, die leicht verdampfen (flüchtig sind) bzw. schon bei niedrigen Temperaturen (z. B. Raumtemperatur) als Gas vorliegen ( <a href="http://www.wikipedia.org/fluechtige_organische_Verbindingen">www.wikipedia.org/fluechtige_organische_Verbindingen</a> , 2011).

## DEFINITIONEN

Grenzwert	Grenzwerte bezeichnen Konzentrationen, die rechtlich verbindlich sind. Die Festlegung geschieht auf Grund toxikologischer Daten.
Orientierungswert	Orientierungswerte beziehen sich auf Erfahrungswerte aus Daten verschiedener Studien.
Richtwert	Richtwerte bezeichnen Konzentrationen, bei deren Überschreitung aufgrund toxikologischer Daten Symptome nicht unwahrscheinlich sind, aber dafür keine rechtliche Grundlage existiert.

## INHALTSÜBERSICHT

1	Einleitung .....	7
1.1	Ausgangslage .....	7
1.2	Problematik .....	7
1.3	Zielsetzung und Abgrenzung .....	8
1.4	Projektbeteiligte .....	9
2	Methode .....	15
2.1	AP1: Definition der Materialien und Konstruktionen .....	15
2.2	AP2: Recherche und Ermittlung der Produkteigenschaften .....	16
2.3	AP3: Erarbeitung eines Produktkatalogs .....	16
2.4	AP4: Raumlufmessungen in einem ausgesuchten Bauobjekt .....	16
2.5	AP5: Wissens- und Technologietransfer (WTT) .....	17
3	Ergebnisse .....	18
3.1	Produktkatalog als Grundlage für Materialentscheide .....	18
3.2	Raumlufmessungen .....	43
3.3	Wissens- und Technologietransfer .....	51
4	Schlussbetrachtung und weiteres Vorgehen .....	59
4.1	Schlussbetrachtung .....	59
4.2	Weiteres Vorgehen und Anregungen .....	59
5	Verzeichnisse .....	61
5.1	Tabellenverzeichnis .....	61
5.2	Abbildungsverzeichnis .....	62
5.3	Literaturverzeichnis .....	63



# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangslage

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse des Projektes „Luftqualität in Wohnbauten mit tiefem Energieverbrauch (LIWOTEV)“. In dessen Rahmen wurde die Raumluftqualität in hochgedämmten, dichten Holzbauten gemessen und beurteilt (Bau- und Umweltchemie, 2007).

Bei einigen der gemessenen Objekte wurden die Gesamtemissionsrichtwerte überschritten, wobei die wenigen toxikologisch begründeten Richtwerte für Einzelverbindungen und Stoffgemische zum grossen Teil eingehalten wurden. Die Hälfte der gemessenen Objekte wies aliphatische Kohlenwasserstoffkonzentrationen auf, die aus gesundheitlicher Sicht unerwünscht sind. Auch wurden relativ hohe Summen an Aldehyden festgestellt und bei der Mehrheit der Objekte lag die Lösemittelkonzentration bei Einzug der Nutzer in einem hohen bis sehr hohen Bereich, so dass in beiden Fällen nicht von einer raumlufthygienisch bevorzugten Situation gesprochen werden konnte.

Das Projekt „LIWOTEV“ kommt zu dem Schluss, dass aus raumlufthygienischer Sicht ein erheblicher Handlungsbedarf betreffend der Reduktion der Emissionen der verbauten Materialien besteht. Die allgemein aufgezeigten Vorschläge zur Reduktion von Emissionen sind für eine direkte Umsetzung in den produzierenden Betrieben jedoch noch zu unkonkret. Die Unternehmer müssen zur sicheren Einhaltung der Richtwerte eine Reduktion von VOC- und Aldehyd-Emissionen unter Berücksichtigung von Konstruktion und Baustoffen erreichen. Unternehmer und Bewohner von Gebäuden müssen die Sicherheit haben, dass mit ihren Bauten die Anforderung an die Raumluftqualität erfüllt wird.

## 1.2 Problematik

Die in der Ausgangslage geschilderte Situation zeigt, dass der Unternehmer nicht mit einer hohen Sicherheit davon ausgehen kann, dass der Gesamtemissionswert bei seinen Objekten eingehalten wird. So kann es passieren, dass obwohl keine Einzelwerte überschritten wurden, der TVOC im Innenraum zu hoch ist. Nur die Einhaltung der geltenden Produktnorm (z. B. Emissionsklasse E1) für die einzelnen Materialien ist für die heutigen Qualitätsansprüche der Raumluft oft unzureichend. Die Folge sind hohe Sanierungskosten, Vertrauensverlust der Kunden in den Unternehmer und ein Imageverlust der gesamten Baubranche.

Ein Grund für die in der Ausgangslage erwähnten unkonkreten Optimierungsvorschläge ist, dass bei vielen Werkstoffen keine brauchbaren Angaben zu gemessenen Emissionen erhältlich sind. Die Datenlage bezüglich der Emissionen von Baumaterialien ist für den Unternehmer unbefriedigend.

Aus dieser Erkenntnis heraus muss nun ein für die Baupraxis entsprechendes Hilfsmittel erarbeitet werden. Den Unternehmern muss gezeigt werden, wie sie das Risiko zu hoher Emissionen so gering wie möglich halten können und unter welchen Bedingungen die Emissionen in einen kritischen Bereich steigen können.

### **1.3 Zielsetzung und Abgrenzung**

Für die Konkurrenzfähigkeit von Holzbauten ist es entscheidend, dass mit einem angemessenen Aufwand an Planung raumlufthygienisch einwandfreie Bauten entstehen können. Ziel des Projektes ist es deshalb, Unternehmern die Möglichkeit zu geben das Risiko der Richtwertüberschreitung durch ihre Wahl der konstruktiven Details und der Wahl von emissionsarmen Materialien, so gering wie möglich zu halten. Ziel ist es praxisgerechte Lösungen zu planen und umzusetzen bei denen Schadstoffe gar nicht erst ins Gebäude gelangen.

#### **1.3.1 Zielsetzung der Arbeit**

Als Projektergebnis liegt ein Produktkatalog vor. Kritische Baustoffe, die in bedeutendem Masse zur Raumlufbelastung beitragen, können damit in Zukunft durch Alternativen ersetzt oder angepasst werden. Der Katalog dient zudem als Grundlage zur Formulierung von Qualitätsanforderungen für Materialien (z.B. bei der Bestellung), damit die Schadstoffe schon an der Quelle minimiert werden.

Folgende Teilziele wurden angestrebt:

- Die Daten der in den eigenen Bauvorhaben eingesetzten Baustoffe sind dokumentiert.
- Es liegt ein Produktkatalog als Wegleitung für Planung, Materialbestellung und Ausführung vor.
- Die Emissionen häufig eingesetzter Materialien sind bekannt.
- Die Umsetzung der Materialliste ist über Raumlufmessungen überprüft.



Die allgemeingültigen Resultate der Untersuchung dienen weiter als Grundlage zur Formulierung von Publikationen (Merkblättern), welche über die entsprechenden Kommunikationskanäle der Holzbranche verbreitet werden können.

### **1.3.2 Abgrenzung der Arbeit**

Das Projekt beinhaltet nicht eine rechnerische Abschätzung der Innenraumluftemissionen auf Grund der eingesetzten Materialien und Konstruktionen.

## **1.4 Projektbeteiligte**

Das Projekt wird durch Mitarbeiter des VGQ in Biel geleitet. Grundlagen aus der Praxis werden hauptsächlich von den Mitgliedern sowie Partnern des VGQ geliefert. Im Bereich der vertieften, fachlichen Bearbeitung wurden verschiedene Experten hinzugezogen.

Der Branchenverband unterstützt die Forderung nach einem breiten Wissens- und Technologietransfer (WTT). Im Folgenden sind die Beteiligten aufgelistet.

### **1.4.1 Projektteam des VGQ**

#### **Firma**

Schweizerischer Verband für geprüfte  
Qualitätshäuser (VGQ)  
Bahnhofplatz 1  
CH - 2501 Biel/Bienne

#### **Ansprechpartner**

Uwe Germerott  
Dipl. Ing. (FH)  
Geschäftsführer VGQ

LUGINBÜHL, Ingenieurbüro für Holzbau  
Bahnhofplatz 1  
CH - 2501 Biel/Bienne

Urs Christian Luginbühl,  
Ingenieur HTL

ISABEL ENGELS, Ingenieurleistungen  
Unterer Quai 11  
CH - 2502 Biel/Bienne

Isabel Engels,  
M.Eng. Dipl.Ing.(FH) Holzbau

#### 1.4.2 Beteiligte Partner des VGQ

##### Firma

Ampack AG  
Seebleichestrasse 50  
CH - 9401 Rorschach

BAUHAG  
an der Reuss  
CH - 6038 Gisikon

Eternit (Schweiz) AG  
Eternitstrasse 3  
CH - 8867 Niederurnen

Fermacell GmbH Schweiz  
Südstrasse 4  
CH - 3110 Münsingen

Flumroc AG  
Industriestrasse 8  
CH - 8890 Flums

Homatherm Schweiz  
Dorfstrasse 38  
CH - 6340 Baar

Holzwerkstoffzentrum AG  
Bahnhofstrasse 311  
CH - 5325 Leibstadt

isofloc AG  
Soorpark  
CH - 9606 Bütschwil

##### Ansprechpartner

Patrick Bruggmann

Roland Emmenegger

Gaudenz Gmür

David Zweifel

Roger Ackermann

Stephan Chassot

Thomas Keusch

Sabine Groeneveld

Pavatex SA  
Route de la Pisciculture 37  
CH - 1701 Fribourg

Volker Brombacher

pro clima Schweiz – intelligente bauprodukteag  
Postfach 49  
CH - 8311 Brütten

Dieter Baltensperger

Saint-Gobain Isover AG  
Route de Payerne  
CH - 1522 Lucens

Christian Röthemund

SIGA Cover AG  
Industriestrasse  
CH - 6105 Schachen

Andreas Wenger

### 1.4.3 Beteiligte Mitglieder des VGQ

#### Firma

Arento  
Eichtalstrasse 53  
CH - 8634 Hombrechtikon

Blumer-Lehmann AG  
Erlenhof  
CH - 9200 Gossau

Casa Vita / Frefel Holzbau AG  
Netstalerstrasse 42  
CH - 8753 Mollis

Forma Team AG  
Soorpark  
CH - 9606 Bütschwil

Holzbau Bucher AG  
Untergasse 11  
CH - 6064 Kerns

Renggli AG  
St. Georgstrasse 2  
CH - 6210 Sursee

Beer Holzbau AG  
Obere Zollgasse 76  
CH - 3072 Ostermundigen

Furter Systembau AG  
Birkenweg 3  
CH - 5605 Dottikon

#### Ansprechpartner

Patrick Küng

Richard Jussel  
Felix Holenstein

Beat Frefel  
Markus Thoma

Hans Helfenstein,  
Bernhard Schnider

Stefan Bucher  
Josef Bucher

Peter Meier, Mario Wapf

Jerôme Pugin

Maria Sannwald

#### 1.4.4 Externe Projektbeteiligte

##### **Firma**

Ökologische Beratungsstelle, Schadstoffuntersuchung mit  
Laboranalysen  
Deutschordenstrasse 4-6  
D - 97990 Weikersheim

Ganz Klima GmbH  
Werkstrasse 4  
CH-8630 Rüti ZH

Berner Fachhochschule  
Solothurnstrasse 102  
Postfach  
CH - 2500 Biel 6

Bau- und Umweltchemie  
Beratungen + Messungen AG  
Wasserwerkstrasse 129  
CH - 8037 Zürich

##### **Ansprechpartner, Aufgabe**

Herr Weinisch,  
Waldemar Bothe  
*Durchführung der  
Produktbewertungen*

Roland Ganz  
*Durchführung der  
Raumluftmessungen*

Christoph Wüthrich  
*Durchführung von Emissions-  
messungen der Bauprodukte*

Philip Thalmann  
*Durchführung von Emissions-  
messungen der Bauprodukte*

#### 1.4.5 Externe Projektbeteiligte WTT

Die nachfolgend aufgeführten Personen bilden zusammen mit den Verantwortlichen des VGQ das Projekt-Team zur Erarbeitung eines LIGNATEC zum Thema Raumluftqualität. Das LIGNATEC ist nicht Bestandteil des vorliegenden Projektes. Der geplante Inhalt wird jedoch unter Ziffer 3.3.4 aufgeführt.

##### **Firma**

Lignum Holzwirtschaft Schweiz  
Falkenstrasse 26  
CH - 8008 Zürich

##### **Ansprechpartner**

Bernhard Furrer

Bundesamt für Gesundheit  
Schwarztorstrasse 96  
CH - 3007 Bern

Roger Waeber

Bau- und Umweltchemie  
Beratungen + Messungen AG  
Wasserwerkstrasse 129  
CH - 8037 Zürich

Stefan Schrader

Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik  
Institut Energie am Bau  
St. Jakobs-Strasse 84  
CH - 4132 Muttenz

Heinrich Huber

## 2 METHODE

Grundsätzlich wird an die Problemstellung nicht aus der Sicht der Emissionen der einzelnen Schadstoffe herangegangen, sondern ausgehend vom anwendungsorientierten Materialeinsatz von Bauaufträgen. Die Arbeit wurde in fünf Arbeitspakete (AP1 – AP5) aufgeteilt. Abbildung 1 zeigt die Arbeitsschritte als Ablaufdiagramm.

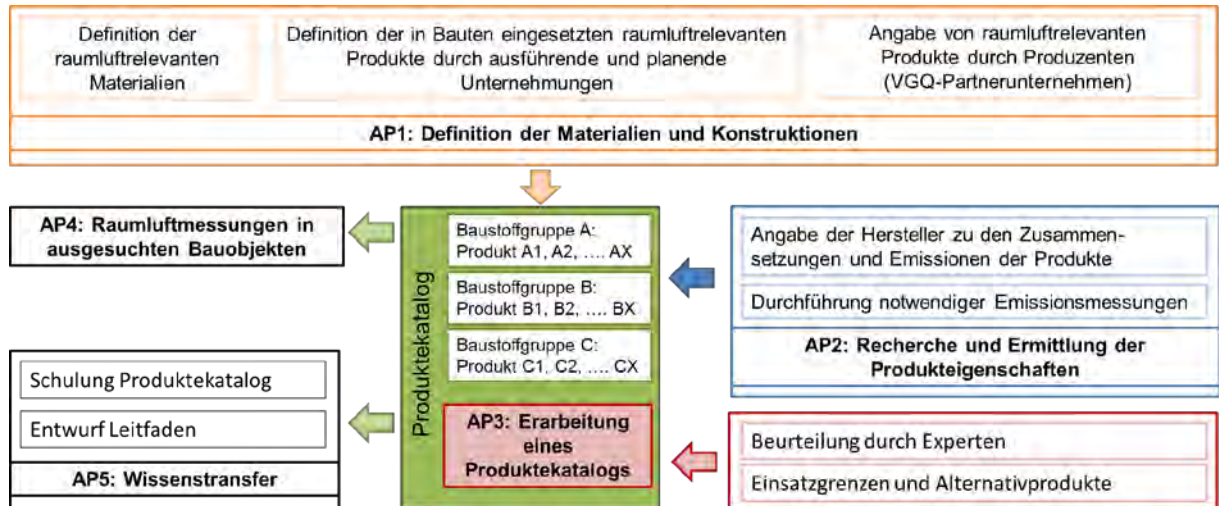


Abbildung 1: Diagramm zur Übersicht der Arbeitsschritte zur Abwicklung des Projektes

### 2.1 AP1: Definition der Materialien und Konstruktionen

Um eine praxisgerechte Auswahl an Bauprodukten zur Bewertung zu erhalten, wurde bei den beteiligten Holzbaubetrieben sowie deren Subunternehmern Listen mit den üblich verwendeten Produkten eingeholt. Die Unternehmen definieren diejenigen Produkte, die sie immer wieder einsetzen. Somit wurden in die Erfassung möglichst alle relevanten Baustoffe mit einbezogen (z.B. Holzwerkstoffe, Dämmstoffe, Farben, Dichtungsmaterialien, Bodenbeläge, Klebstoffe, etc.). Die Baustoffe wurden gesichtet, zu Gruppen zusammengefasst und gegebenenfalls wurden Hauptprodukte pro Gruppe ermittelt. Die Verursacher von möglicherweise hohen Schadstoffwerten werden von spezialisierten Experten eruiert.

## **2.2 AP2: Recherche und Ermittlung der Produkteigenschaften**

Zu den in AP1 definierten Baumaterialien wurden soweit möglich von den Herstellern mittels umfangreicher Recherche die Emissionswerte und weitere Produkteigenschaften eingeholt. Durch dieses Vorgehen konnte die Anzahl der erforderlichen Emissionsmessungen reduziert werden. Nur für einzelne Produkte, welche immer wieder eingesetzt werden, deren Werte aber nicht vorhanden sind, wurden gezielt die Emissionen geprüft. Dies mit dem Schwerpunkt auf Schweizer Produkten.

Neben den in AP1 definierten Produkten wurden auch bei den Partnern das VGQ Informationen über deklarierte, emissionsarme Baustoffe die entsprechenden Informationen eingeholt, womit die Produktpalette deutlich vergrössert werden konnte.

## **2.3 AP3: Erarbeitung eines Produktkatalogs**

Die entstandene Baustoffliste wurde im Weiteren von Experten aufgrund der Materialkennwerte und deren Einfluss auf die Raumluftqualität beurteilt. Hierfür wurden die in AP1 und AP2 erarbeiteten Werte verwendet. Kritische Baustoffe oder Konstruktionsausführungen, die in bedeutendem Masse zur Raumluftbelastung beitragen, werden durch Alternativen ersetzt oder angepasst. Diese Liste emissionsrelevanter Materialien wurde anschliessend mit Zusatzinformationen (Produktbezeichnung, Hersteller, Lieferant, Datenblätter, etc.) ergänzt. Neben den reinen Emissionswerten wurden verschiedene zusätzliche Kriterien in die Bewertung aufgenommen, womit eine Gesamtbeurteilung resp. Risikoabschätzung erstellt werden konnte.

## **2.4 AP4: Raumluftmessungen in einem ausgesuchten Bauobjekt**

Auf Grundlage der erarbeiteten Liste wurden in einem Objekt die bewerteten Produkte eingesetzt und die Ausführungsdetails in Rücksprache mit dem Experten kontrolliert und optimiert. Im Rahmen des Projektes stand ein Einfamilienhaus während einem Monat unbewohnt als Testobjekt zur Verfügung. So konnten anstelle von Stichproben in verschiedenen Objekten sechs Messungen am selben Objekt durchgeführt werden.

Durch die Messungen der Aldehyde und VOC unter Standardbedingung am Ende der Bauphase und die Messungen unter Standard- und Nutzungsbedingungen einen Monat später, konnte sowohl die Entwicklung der Luftqualität sowie der Unterschied zwischen Standard- und Nutzungsbedingungen untersucht werden. Neben der Bestimmung der Emissionen wurden über eine Woche die klimatischen Kennwerte protokolliert.



## **2.5 AP5: Wissens- und Technologietransfer (WTT)**

Der Wissenstransfer in die Branche erfolgt zum einen direkt über die beteiligten Firmen anhand des Einsatzes des erarbeiteten Produktkatalogs sowie der dazu gehörenden Schulung. Weiter wurden Zwischenresultate im Rahmen von verschiedenen Vorträgen (z.B. an den Technikertagen des VGQ) erläutert und auch Lösungsansätze für die Umsetzung einer Qualitätssicherung kommuniziert.

Das Thema Raumluftqualität ist sehr aktuell. Daher sind die Projektergebnisse bei der LIGNUM und dem Bundesamt für Gesundheit BAG auf grosses Interesse gestossen. Die beteiligten Parteien haben entschieden für die allgemeingültigen Erkenntnisse gemeinsam eine umfangreichere Publikation zu erstellen, welche als LIGNATEC erscheinen soll.

In einem gedruckten Teil werden Grundlagen und Hintergrundwissen vermittelt. Die gewerkspezifischen Merkblätter sollen als pdf-Dateien kostenlos auf Internetseiten der gesamten Holzbranche zur Verfügung gestellt werden, womit eine gute Breitenwirkung erzielt werden kann. Das im Rahmen des Projektes vom VGQ erarbeitete Inhaltskonzept des geplanten LIGNATEC ist im Kapitel 3.3.4 als Zusammenfassung näher erläutert.

## 3 ERGEBNISSE

### 3.1 Produktkatalog als Grundlage für Materialentscheide

In diesem Katalog wurden über 200 Bauprodukte erfasst und mit zahlreichen Informationen ergänzt. Dem Nutzer des Katalogs steht damit ein vielseitig anwendbares Hilfsmittel zur Materialwahl zu Verfügung, welche zudem mit einer Risikoabschätzung ausgestattet ist.

Der Produktkatalog kann in folgenden Bereichen angewendet werden:

- Basis für die Erstellung und Aktualisierung eines betriebsspezifischen Katalogs von Standardprodukten.
- Basis für präzise Angaben im Rahmen von Bemusterungen.
- Basis für klar definierte Angaben bei der systematisierten Materialbestellung.
- Basis für klare Formulierungen und Textbausteine bei der Ausschreibung von Arbeiten an Dritte und bei Auftragserteilung der Subunternehmer.

In den nachfolgenden Ziffern wird der Aufbau des Katalogs, die Bewertung der Bauprodukte mit der Risikoabschätzung und die Funktionsweise dieses Excel-Tool beschreiben.

Zur richtigen Handhabung des Produktkatalogs bedarf es einer Schulung. Diese wurde für die VGQ-Mitglieder gemäss Beschreibung in Kapitel 3.3.2 „Schulung des Produktkatalogs“ durchgeführt.

### **3.1.1 Aufbau des Produktkatalogs**

Der Produktkatalog ist als Excel-Tool erstellt worden. Er besteht aus den 5 Teilen, welche in unterschiedliche Tabellenblätter unterteilt wurden:


- Inhaltsverzeichnis: Das Inhaltsverzeichnis stellt die Startseite dar und ist als Übersicht gedacht. Alle Tabellenblätter sind zentral verlinkt (Bothe, W., 2011).
- Produktkatalog: Übersicht über alle Produkte mit Bewertung und Suchfunktion (Kapitel 3.1.3).
- Produktausweise: In diesem Tabellenblatt sind die Produktausweise (siehe 3.1.2 „Produktausweis als Basis der Bewertung“) im Detail, einschliesslich der ermittelten Inhaltsstoffe, deren Einstufung und Kennzeichnung, abgelegt (Bothe, W., 2011).
- Glossar: Das Glossar erklärt Begriffe, welche in Bezug auf die Produkte und deren Inhaltsstoffe notwendig sind (Bothe, W., 2011)
- Herstellerliste: In dieser Übersicht werden die Hersteller der Produkte und wo möglich eine Kontaktperson aufgelistet. Diese Informationen werden nur bei erweiterten Recherchen zu einem Produkt oder für die Aktualisierung der Daten verwendet.

Im Folgenden wird auf die Zusammenstellung und Bewertung der emissionsarmen Produkte im Katalog eingegangen.

### 3.1.2 Produktausweis als Basis der Bewertung

Der Produktausweis (Abbildung 2) ist das Herzstück und die Grundlage der Bewertung in dem Produktkatalog. Er besteht aus den drei Teilbereichen, welche in den folgenden Kapiteln erläutert werden:

- Basisinformationen: vom Unternehmer oder Produkthersteller auszufüllen.
- Bewertung / Einschätzung: durch den Experten durchgeführt
- Inhaltstoffe: vom Hersteller des Produkts auszufüllen

<b>PRODUKTAUSWEIS Nr.</b>		<b>ID</b>						
BKP-Nr. (4-stellig)		xxxx						
Produkt-/Stoffname		Beispiel						
Art.Nr.		123456						
Abfallschlüssel		XXXXXX						
Anwendung		vor Ort						
Lage im Raum		grossflächig						
Datensicherheit		hoch						
Funktion		Dämmstoffe						
Hersteller		Muster AG						
Ort								
Ansprechpartner				Angaben des Herstellers:				
Fon:								
Webseite:								
Preis:								
Datum		01.01.2099						
<b>Einschätzung</b>								
VOC / Nutzerrisiko / Q <sub>UH</sub> Faktor (max. erreichbar 1,0, min. 5,0)		 QF = 2,96		Volldeklaration: unvollständig ; Kennzeichnung: keine bekannt ; TVOC: vermutlich gering ; Sorption/Desorption: vermutlich gering ; VOC-Bindeverhalten: vermutlich gering				
Vor- und Nachteile								
Zusatzinformationen								
Alternativen								
<b>Inhaltstoffe<sup>1</sup></b>								
A1	A2	B	C	D	E	F	G	H
Inhaltstoffe	genauere Bezeichnung	Chemische Formel	Gew % *	CAS Nummer	Stoffherkunft	Sicherheits-Sätze	Risiko-Sätze	Gefahrstoffe
Holzfasern aus Nadelholz			50 - 70		b			
Sand			10 - 20		a			
Ammoniumpolyphosphat (MD831)		(NH <sub>4</sub> PO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	1 - 10	68333-79-9	a			
Borax			5 - 10		a		60-61	T
Staubbindung / Hydrophobierung	aliphatische Mineralöle		<= 0,5		p			
Silan		SiH <sub>2</sub> n+2	<= 0,1		a			
Harnstoff		CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	< 1	57-13-6	p			

<sup>1</sup> Die Inhaltstoffe sind für das Beispiel beliebig zusammengestellt!

Abbildung 2: Beispiel eines Produktausweises aus dem Excel-Tool (Bothe, W., 2011)

### 3.1.2.1 Basisinformationen eines Produktausweises

Die Basisinformationen (Abbildung 3) müssen vom Hersteller oder demjenigen der das Produkt verwenden möchte, eingegeben werden.



Abbildung 3: Basisinformationen eines Produktausweises

#### Identifikationsnummer (ID)

Jeder Produktausweis erhält eine fortlaufende Identifikationsnummer.

#### Baukostenplan: BKP-Nummer

Der Baukostenplan (BKP) ist in der Schweiz ein Anlagekontenplan für sämtliche Kosten, die bei der Erstellung eines Gebäudes anfallen. Die Arbeitsgattungen sind ausführungsorientiert gegliedert. Die BKP-Nummer bezeichnet eine Arbeitsgattung (Abbildung 4). Diese Nummer kann hilfreich bei der Bearbeitung von Ausschreibungen und Werkverträgen sein.

<b>BKP 21 – Rohbau 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 211.5 Stahlbetonarbeiten</li> <li>• 211.6 Maurerarbeiten</li> <li>• 214.1 Zimmererarbeiten</li> <li>• 217 Schutzraumabschlüsse</li> </ul>
<b>BKP 22 – Rohbau 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 221.0 Fenster aus Holz</li> </ul>
<b>BKP 23 - Elektroanlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 223 Leuchten und Lampen</li> </ul>
<b>BKP 24 – Heizung, Lüftung, Klima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 244 Lüftungsanlagen</li> <li>• 248 Dämmungen HLK</li> </ul>
<b>BKP 25 - Sanitäranlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 254 Sanitärleitungen</li> <li>• 255 Dämmung Sanitär</li> <li>• 258 Kücheneinrichtungen</li> </ul>
<b>BKP 27 – Ausbau 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 271 Gipserarbeiten</li> <li>• 272.2 Schlosserarbeiten</li> <li>• 273.0 Innentüren aus Holz</li> <li>• 273.3 Schreinerarbeiten</li> </ul>
<b>BKP 28 – Ausbau 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 281.0 Unterlagsboden</li> <li>• 281.2 Bodenbeläge Kunststoff, Textil</li> <li>• 281.6 Bodenbeläge Plattenarbeiten</li> <li>• 281.7 Bodenbeläge aus Holz</li> <li>• 282.1 Tapezierarbeiten</li> <li>• 282.4 Wandbelag Plattenarbeiten</li> <li>• 283 Deckenbekleidungen</li> <li>• 285.1 innere Malerarbeiten</li> <li>• 287 Baureinigung</li> </ul>

Abbildung 4: Auszug der Arbeitsgattungen nach Baukostenplan massgebend für den Produktkatalog

Folgende acht BKP-Nummern aus dem Bereich des Ausbaus 1 und Ausbau 2 wurden als besonders relevant für den Produktkatalog angesehen, da sie innerhalb der Luftdichtigkeits-ebene des Bauwerks liegen:

- BKP 271: Gipserarbeiten
- BKP 273: Schreinerarbeiten
- BKP 277: Elementwände
- BKP 281: Bodenbeläge

- BKP 282: Wandbeläge und –bekleidungen
- BKP 283: Deckenbekleidungen
- BKP 285: Innere Oberflächenbehandlungen
- BKP 287: Baureinigung

Diese stehen im Produktausweis bei den Basisangaben als Rolldown-Menü zur Auswahl.

#### Produktname inkl. Artikelnummer

Der Produktname sowie die Artikelnummer müssen so eingegeben werden, dass das Produkt eindeutig bestimmt und bestellt werden kann. Falls vorhanden kann der Preis angegeben werden. Dies macht jedoch nur Sinn, wenn das Produkt keinen grossen Preisschwankungen unterworfen ist und der Zeitpunkt der Preisrecherche angegeben ist.

#### Abfallschlüssel

Der sechsstellige Abfallschlüssel ist Bestandteil der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Er dient zur Bezeichnung von Abfällen zu einer Abfallart und der Einstufung dieser nach ihrer Überwachungsbedürftigkeit. Sie wurde am 10. Dezember 2001 zur Umsetzung des Europäischen Abfallkatalogs erlassen. Innerhalb der Verordnung werden die Gefährlichkeitskriterien benannt und beschrieben sowie die Abfälle hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit eingestuft ([www.wikipedia.org/Abfallverzeichnis-Verordnung](http://www.wikipedia.org/Abfallverzeichnis-Verordnung), 2010).

#### Anwendung / Verarbeitung / Zeitpunkt des Eintrags

Mit der Angabe des Orts der Verarbeitung kann auf die Gefährlichkeit des Emissionseintrags in das Gebäude geschlossen werden. Wird das Produkt vor Ort angewendet, zum Beispiel der Boden geölt, kann das Produkt evtl. bis zur Nutzungsphase nicht mehr auslüften. Im Gegensatz dazu kann, bei einer vorgängigen Behandlung z.B. einem Voranstrich im Werk, das einzubringende Bauteil ausserhalb des Gebäudes auslüften und der Eintrag an Emissionen ist somit geringer (Bothe, W., 2011).

Der Emissionseintrag kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen:

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| • Gewinnung / Produktherstellung | • Nutzung                  |
| • Verarbeitung                   | • Renovation               |
| • Rohbau                         | • Ende Bauphase            |
| • Ausbau                         | • Unterhalt                |
| • Innenausbau                    | • Havarien: Brand, Feuchte |

Da der Eintrag nicht immer im Voraus sicher bestimmt werden kann und der Produktkatalog zurzeit als Grundlage für die Erstellung von Neubauten erarbeitet wird, hat man sich auf die beiden Fälle „im Werk“ und „vor Ort“ beschränkt. Im Zweifelsfall oder wenn beide Fälle eintreten können, wird im Sinne der Risikominimierung „vor Ort“ ausgewählt (Bothe, W., 2011). Sollten kritische Oberflächenbeschichtungen zum Einsatz kommen, kann der gewählte Zeitpunkt des Eintrags einen Einfluss auf die Terminplanung (Liefer- und Trockenzeiten) haben.

#### Lage im Raum

Hier ist hinterlegt, ob ein Produkt eher grossflächig oder kleinflächig eingesetzt wird. Werden Produkte grossflächig eingesetzt, haben Sie einen höheren Einfluss auf die Raumluftqualität. Im Zweifelsfall oder wenn beides vorkommt, wird „grossflächig“ eingetragen. Der Anwender sollte dies bei der Auswahl berücksichtigen (Bothe, W., 2011).

Neben der verbauten Fläche spielt auch direkte Sonneneinstrahlung auf ein Produkt eine entscheidende Rolle. Stark besonnte Bauteile (z.B. Fensterbänke etc.) weisen oft grössere Emissionen auf. Im Rahmen des Produktkatalogs konnte dies nicht als Kriterium bewertet werden. Diese Thematik muss objektspezifisch beachtet werden. Entsprechende Hinweise werden in den Publikationen aufgenommen.

#### Datensicherheit

Die Datensicherheit stellt eine wesentliche Information des Produktausweises dar. Sie gibt an wie viel Daten der Hersteller selbst zur Verfügung gestellt hat oder wie sicher diese nachgewiesen sind. Dies hat einen Einfluss auf die Bewertung im Sinne der Risikoabschätzung. Die Datensicherheit ist mit einem Farbcode hinterlegt, welcher in Abbildung 5 erklärt ist:



Datensicherheit	Beschreibung
keine	Das Produkt ist allgemein beschrieben und eingeschätzt. Bekannte Inhaltsstoffe (-gruppen) sind eingetragen. Eine Bestätigung durch den Hersteller ist notwendig.
mittel – gering	Der Hersteller hat keine Informationen bestätigt. Die vorhandenen Angaben sind gemäss Veröffentlichungen mehr oder weniger ausführlich.
hoch	Der Hersteller hat Informationen gesandt oder/und bestätigt.

Abbildung 5: Angaben zur Datensicherheit als Grundlage zur Bewertung eines Produktes (Bothe, W., 2011)

### Funktion

Die Funktion eines Produktes ist eine Hauptangabe für die Suche im Planungs- und Bestellungsprozess. Nach der Auswertung einiger betriebspezifischer Materiallisten von Partnerbetrieben welche sehr individuell aufgebaut sind, konnte die folgende Strukturierung vorgenommen werden (Abbildung 6):

Bauteil	Funktion des Bauteils	Produktegruppe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dach</li> <li>• Wand</li> <li>• Decke</li> <li>• Fenster / Türen</li> <li>• Installationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tragkonstruktion</li> <li>• Dämmebene</li> <li>• Luftdichtigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baufolien</li> <li>• Bauplatten</li> <li>• Bauelemente</li> <li>• Beschichtungen</li> <li>• Bodenbeläge</li> <li>• Dämmstoffe</li> <li>• Farben / Tapeten</li> <li>• Haustechnik</li> <li>• Holzelemente</li> <li>• Möbel</li> <li>• Putze</li> <li>• Reiniger</li> <li>• Klebstoffe</li> </ul>

Abbildung 6: Erste Strukturierung der Funktion des Materials aus den betriebspezifischen Katalogen

Diese Strukturierung hätte eine Mehrdimensionalität des Produktkatalogs zur Folge, welche mit dem geplanten Excel-Tool nicht umgesetzt werden konnte. Aus diesem Grund wurden die drei Gruppen in folgende zwanzig Funktionen zusammengefasst, die nun für die Produkte zur Auswahl stehen:

- Bauplatten
- Bodenbeläge
- Dämmstoffe
- Dichtmassen
- Holz / Holzwerkstoffe
- Dichtungsbahnen, Dampfbremsen
- Estriche
- Massivbaustoffe
- Ausgleichs- und Nivellierprodukte
- Klebstoffe / Klebebänder
- Grundierungen / Haftvermittler
- Oberflächenbeschichtung, Farben
- Wandbeläge (Tapeten, Vlies)
- Putze
- Spachtel- und Füllmassen
- Maurer-, Fugen und Einbettmörtel
- Fenster, Türen, Treppen
- Sonstiges
- Verdünner
- Reinigung / Pflege

#### Hersteller

Zum Hersteller müssen genaue Angaben, wenn möglich sogar mit einer konkreten Ansprechperson, gemacht werden. Hier ist zu beachten, dass der tatsächliche Hersteller des Produktes nicht unbedingt mit der Firma in dessen Namen das Produkt vertrieben wird übereinstimmt. An dieser Stelle sollte der Name stehen unter dem das Produkt vertrieben wird. Die Angaben zum Produzenten müssen bei den Produktausweisinformationen hinterlegt sein. Das Excel Tool enthält ein Tabellenblatt in der die Liste aller in den Produktausweisen genannten Hersteller aufgelistet sind.

#### Datum der Eingaben / letzten Aktualisierung

Das Datum der Eingabe bzw. der letzten Aktualisierung je Produkt ist eine Grundvoraussetzung, damit der Produktkatalog gepflegt werden kann und Änderungen nachvollzogen werden können.

#### Weitere Angaben / Mögliche Ergänzungen:

Es wurden Vorschläge zu weiteren Angaben diskutiert (bereits vorhandene Qualitätssiegel, Wichtigkeit, Ersatzmöglichkeit, Dampfdurchlässigkeit). Diese sind zurzeit als Angaben im Produktausweis nicht vorgesehen, könnten aber bei Bedarf ergänzt werden. Um die Praxistauglichkeit der Liste zu erhalten wurde die Eingabe auf die wichtigsten Angaben beschränkt.

### 3.1.2.2 Einschätzung der Produkte und Skalierung über den $QUH_{\text{Faktor}}$

Aus den unterschiedlichen Bewertungsfaktoren (siehe Kapitel 3.1.2.3) errechnet sich eine Produktkennzahl, welche dann einem  $QUH_{\text{Faktor}}$  zugeordnet wird. Je tiefer die Zahl, desto geringer ist das Risiko des Emissionseintrags ins Gebäude. Der  $QUH_{\text{Faktor}}$  wird in eine Farbskala übertragen (siehe Abbildung 7). Die Farbwahl der Farbskala stellt ausdrücklich **keine** Bewertung im Sinne von „gut und schlecht“ dar, sondern „rot“ **signalisiert Achtung und „grün“ ein geringeres Risiko für Schadstoffemissionen beim Einsatz des Produktes.**

#### Berechnung der Produktkennzahl:

Die Produktkennzahl berechnet sich als Summe der Punkte der Produktbewertung (Formel 1) und der Rohstoffbewertung (Formel 2). Diese Zahl liegt zwischen zwei und sechs. Wobei sechs die beste Bewertung darstellt. Diese Produktkennzahl wird danach dem  $QUH_{\text{Faktor}}$  zugeordnet, welcher zwischen 1.0 (sehr gute Datenlage) und 5.0 (ungenügende Datenlage) liegt.

Die beiden Kennzahlen Produkt- sowie Rohstoffbewertung berechnen sich jeweils mit den folgenden Formeln:

Formel 1: Berechnung der Produktbewertung<sup>1</sup>

$$\text{Produktbewertung} = \frac{\text{Punkte (GSK + VD + TVOC + S/D + VOC}_B\text{)}}{\text{Anzahl Produktparameter}}$$

Formel 2: Berechnung der Rohstoffbewertung<sup>2</sup> in Abhängigkeit der Anzahl  $i$  Rohstoffen pro Produkt

$$\text{Rohstoffbewertung} = \frac{\sum_{i=1}^i \text{Punkte (IS + SH + GS)}}{\text{Anzahl Rohstoffparameter}}$$

<sup>1</sup> Legende Produktparameter:

- GSK = Gefahrstoffkennzeichnung
- VD = Volldeklaration
- TVOC = geschätzte TVOC-Emissionen
- S/D = Sorption / Desorption
- $VOC_B$  = VOC-Bindeverhalten

<sup>2</sup> Legende Rohstoffparameter:

- IS = Inhaltstoffe
- SH = Stoffherkunft
- GS = Gefahrstoffe
- $i$  = Anzahl der Rohstoffe pro Produkt

QUH <sub>Faktor</sub>	Mögliche Skalierungen	Beschreibung
5,00 - 4,51		Ungenügende Datenlage, mangelhafte Kenntnisse über Nachhaltigkeit und Gefahr-/Risikostoffe. Sehr hohes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
4,50 - 4,01		Mangelhafte Datenlage, mangelhafte Kenntnisse über Nachhaltigkeit und Gefahr-/Risikostoffe. Sehr hohes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
4,00 - 3,51		Gering ausreichende Datenlage. Hohes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
3,50 - 3,01		Ausreichende Datenlage. Mittleres bis hohes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
3,00 - 2,51		Befriedigende Datenlage. Geringes bis mittleres Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
2,50 - 2,01		Gute Datenlage. Geringes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
2,00 - 1,51		Sehr gute Datenlage, gute Kenntnisse über Nachhaltigkeit und Gefahr-/Risikostoffe. Sehr geringes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.
1,50 - 1,00		Sehr gute Datenlage, sehr gute Kenntnisse über Nachhaltigkeit und Gefahr-/Risikostoffe.. Sehr geringes Risiko, dass Schadstoffemissionen entstehen und/oder nachteilig synergistische Wechselwirkungen im Bauteil (z.B. Kondensat, Raumluftsäuren) unterstützt werden können.

Abbildung 7: Punkteverteilung und Zuordnung des QUH<sub>Faktor</sub> inkl. Beschreibung der Skalierung (Bothe, W., 2011)

Die Quellen für die Einschätzung / Bewertung stellen die Informationen aus der folgenden Literatur dar:

- "Innenwandgestaltung" von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe ([www.fnr.de](http://www.fnr.de))
- "Natürliche Fussböden" von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe ([www.fnr.de](http://www.fnr.de))
- Praxisstudie: Klimabox (<http://www.iquh.de/akademie/pages/bvbbiquh-studie.php>)
- AGÖF: Forschungsinstitut für Innenraumanalysen ([www.agoef.de](http://www.agoef.de))
- WECOBIS Ökologisches Baustoffinformationssystem ([www.wecobis.de](http://www.wecobis.de)),
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ([www.baua.de](http://www.baua.de)),
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ([www.bmu.de](http://www.bmu.de));
- Institut Bauen und Umwelt e.V. ([www.bau-umwelt.de](http://www.bau-umwelt.de)),
- Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft ([www.gisbau.de](http://www.gisbau.de)),

### 3.1.2.3 Bewertungskriterien und deren Gewichtung

Die Bewertung der Produkte und die Entstehung der Skalen (rot - gelb - grün) basiert auf einer Vielzahl von Parametern. Nachfolgend werden diese Parameter getrennt nach Rohstoffparameter und Produktparameter erläutert (Bothe, W., 2011).

**Grundsätzlich gilt das Prinzip der Inhaltsstofftransparenz: Das Risiko unbewusst ein Produkt einzubauen, welches negative Auswirkungen auf die Raumluft hat, sinkt grundsätzlich mit den Informationen die über das Produkt vorhanden sind.**

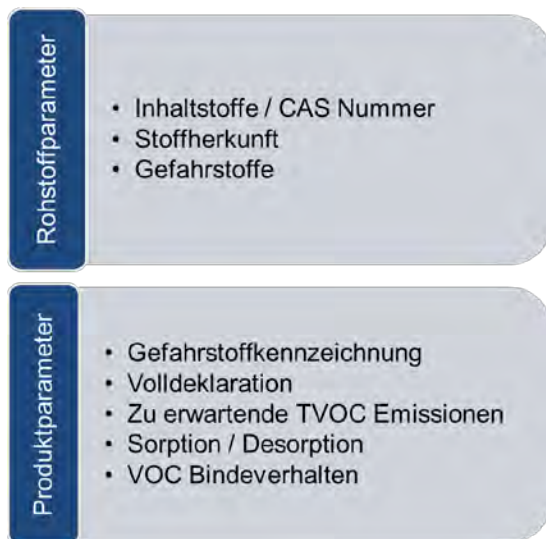


Abbildung 8: Grundlagen zur Bewertung des Produkts

#### Inhaltstoffe / CAS Nummer (Rohstoffparameter)

Ein Inhaltsstoff kann sowohl ein Stoff (Rohstoff/Reinstoff) oder eine Zubereitung sein. Ein Rohstoff kann auch aus mehreren Bestandteilen bestehen oder Verunreinigungen haben. Deshalb wird angestrebt die Reinstoffbezeichnung zu erhalten, je nachdem ob diese verfügbar ist.

Die Grundvoraussetzung für eine Bewertung der Emissionen ist die Angabe der Informationen über den Inhalt. Der Inhalt setzt sich zusammen aus einzelnen Reinstoffen<sup>3</sup>. Die notwendigen Angaben zum Inhalt sind in Abbildung 9 dargestellt.

<sup>3</sup>Als Reinstoff bezeichnet man in der Chemie einen Stoff, der einheitlich zusammengesetzt ist und damit aus nur einer "Teilchensorte" besteht. ([www.wikipedia.org/Reinstoff](http://www.wikipedia.org/Reinstoff), 2011)



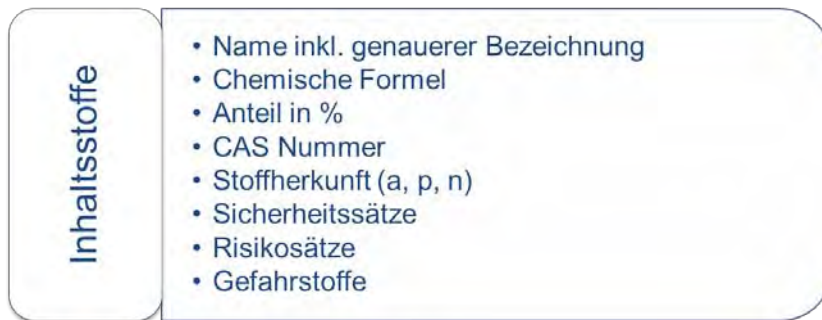


Abbildung 9: Angaben zu den Inhalts- bzw. Rohstoffen

Umso mehr Reinstoffe dem Inhalt zugeordnet werden können, desto besser ist die Bewertung (Abbildung 10). Hersteller die viele Daten und genauere Informationen offenlegen, werden so belohnt. Hiermit wird auch die Bewertung "Volldeklaration" (siehe weiter hinten) ausgeglichen, bei der nur die Gesamtvollständigkeit betrachtet wird (Bothe, W., 2011).

Für einige Rohstoffe existiert keine CAS-Nummer (z.B. für viele Naturstoffe). Liegen genügend Informationen über einen Stoff oder ein Gemisch für die Einschätzungen vor, ist keine CAS-Nummer notwendig. Es gibt grenzwertige Begriffe für eine Zuordnung zu einem Stoff oder einem Gemisch. Hier wird im Einzelfall über die Informationslage und Recherchen entschieden, ob der Inhaltsstoff noch ausreichend zugeordnet werden kann. Es erfolgt für den jeweiligen Begriff eine kurze Erläuterung im Glossar (Bothe, W., 2011).

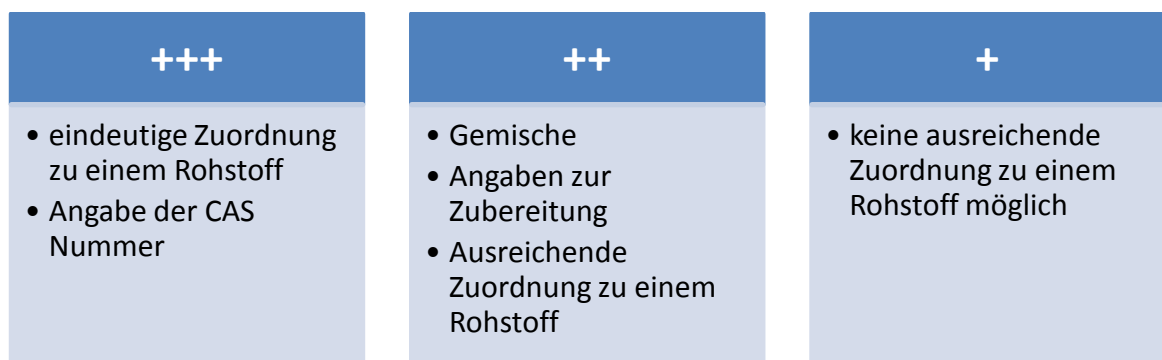


Abbildung 10: Bewertung des Parameters "Inhaltsstoff / CASNummer"

### Stoffherkunft (Rohstoffparameter)

Im Sinne der Nachhaltigkeit sind Rohstoffe aus erneuerbaren, nicht endlichen Inhaltsstoffen positiver zu bewerten. Inhaltsstoffe, welche bioorganischer Herkunft sind, werden positiv bewertet (Abbildung 11). Hilfsstoffe bei der Produktion (z.B. Extraktionsmittel)

können teilweise aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen Datenlage nicht endgültig bewertet werden, da die Herkunft nicht eindeutig bestimmt werden kann. Bei Indizien auf Verunreinigungen welche besonders bei petroorganischen Inhaltsstoffen zum Tragen kommen, wird ein Hinweis im Produktausweis eingetragen. Es findet in diesem Fall keine mengenbezogene Bewertung statt. Ist nicht exakt ermittelbar woher der Stoff kommt, kann nur eine Zuordnung durchgeführt werden (Bothe, W., 2011).

+++	++	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioorganisch (tierisch, pflanzlich)</li> <li>• Kennzeichnung mit b im Produktausweis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anorganisch (mineralisch, metallisch)</li> <li>• Kennzeichnung mit a im Produktausweis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petroorganisch (erdölbasierend)</li> <li>• Kennzeichnung mit p im Produktausweis</li> </ul>

Abbildung 11: Bewertung des Parameters "Stoffherkunft"

#### Gefahrstoffe (mengenunabhängige Einschätzung, Rohstoffparameter)

Die Bewertung der Gefahrstoffe wie sie in Abbildung 12 dargestellt ist, orientiert sich nicht am Gefahrstoffrecht. Die Bewertung berücksichtigt, dass die Möglichkeit besteht, dass sich kleinere Mengen solcher Gefahrstoffe aufsummieren. Nicht nur bei der Herstellung sondern auch während der Bearbeitung (z.B. beim abschleifen, sägen) können die enthaltenen Gefahrstoffe zu Problemen führen.

+++	++	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Gefahrstoffe bekannt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Xi, Xn, C, N, O, F+</li> <li>• CMR 3: krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoff, beim Menschen vermutet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T, T+, E</li> <li>• SVHCs</li> <li>• EDCs</li> <li>• Nanoskalig</li> <li>• CMR 1+2: krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoff, beim Menschen bzw. beim Tier nachgewiesen</li> </ul>

Abbildung 12: Bewertung des Parameters "Gefahrstoffe"



In Tabelle 1 sind die Definitionen der Gefahrstoffbezeichnungen aufgelistet. Bei unbekannten Stoffen wird, bis auf einen begründeten Verdacht, davon ausgegangen, dass kein Gefahrstoff vorliegt.

*Tabelle 1: Gefahrstoffkennzeichnung inkl. Gefahrenbezeichnung sowie Beispielen  
(www.wikipedia.org/Gefahrstoffe, 2011)*

	<b>Gefahrenbezeichnung</b>	<b>Beispiele</b>
E	explosionsgefährlich	TNT, Glycerintrinitrat, Pikrinsäure
F+	hochentzündlich	Wasserstoff, Benzin, Ethin, Diethylether
F	leichtentzündlich	Aceton, Ethanol, Campher, Phosphor, Natriumhydrid
O	brandfördernd	Sauerstoff, sauerstoffreiche Salze wie Kaliumchlorat, Peroxide, Fluor
T+	sehr giftig	Heroin, Nikotin
T	giftig	Methanol, Tetrachlormethan
Xn	gesundheitsschädlich	Toluol, Lithiumchlorid
C	ätzend	Schwefelsäure, Natronlauge, Abflussreiniger
Xi	reizend	Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat
N	umweltgefährlich	Kaliumpermanganat
CMR	krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoff	
SVHC	substances of very high concern Die Genehmigung der Verwendung fällt in der EU unter die REACH-Verordnung <sup>4</sup> .	
EDC	endocrine disrupting chemicals, EDC Endokrin wirksame Chemikalien beeinflussen das Hormonsystem und können so den Organismus schädigen, <a href="http://www.reach-info.de/endokrin.htm">http://www.reach-info.de/endokrin.htm</a> , <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Endokrine_Disruptoren">http://de.wikipedia.org/wiki/Endokrine_Disruptoren</a>	
Nanoskalig	Nano – Partikel, nanoskalig bezieht sich auf die Größe der Partikel	

<sup>4</sup>Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission (www.wikipedia.org/REACH-Verordnung, 2011).

### Gefahrstoffkennzeichnung (Produktparameter)

Die Gefahrstoffkennzeichnung ist für den Arbeitsschutz, die Nutzungsphase und die Entsorgung wichtig. Zudem erhöhen Gefahrstoffkennzeichnungen die Möglichkeit solche Stoffe in der Innenraumluft oder im Hausstaub als Schadstoffe wiederzufinden.

Die Gefahrstoffkennzeichnung ist in Deutschland nach der Gefahrstoffverordnung geregelt. Diese besagt, dass Gefahrstoffe mit Namen, Gefahrensymbol und -namen sowie Risiko- und Sicherheitssätzen gekennzeichnet sein müssen. Eine eindeutige Zuordnung der Gefahren ist nur über die R-Sätze bzw. seit dem 1. Dezember 2010 sogenannte H- und P-Sätze gemäss „Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien“. Gefahrensymbole alleine stellen die Gefahren nur unvollständig dar. (www.wikipedia.org/Gefahrstoffkennzeichnung, 2011)

+++	++	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Gefahrstoffeinstufung bekannt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Xi, Xn, C, N, O</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T, T+, E, F+</li> <li>CMR 1+2+3</li> </ul>

Abbildung 13: Bewertung des Parameters "Gefahrstoffkennzeichnung"

### ***Zusätzliche Erläuterung bezüglich Gefahrstoff und Gefahrstoffkennzeichnung:***

Bei dem Parameter F+ bezieht sich die Bewertung „Gefahrstoff“ auf eine Inhaltsstoffbetrachtung und bei der Bewertung „Gefahrstoffkennzeichnung“ auf die Produktbetrachtung. Es kann zum Beispiel zu unterschiedlichen Bewertungen in die Klassen (+++ / ++ / +) kommen, wenn der Stoff als Rohstoff hochentzündlich ist, sich aber dies u.U. nicht auf das Gesamtprodukt auswirkt, da die anderen Inhaltsstoffe diesen "neutralisieren". Wenn das ganze Produkt als hochentzündlich gekennzeichnet ist können andere Gefahren im Lebenszyklus entstehen.

### Inhaltsstoffe / Volldeklaration (Produktparameter)

Die Angabe aller Inhaltsstoffe ist die notwendige Basis für eine Bewertung / Einschätzung von Produkten. Die Angabe der Inhaltsstoffe gilt dann als vollständig wenn alle Rohstoffe ausreichend zugeordnet werden können und kein Verdacht oder ein Nachweis vorliegt, dass Daten fehlen. Das trifft insbesondere dann zu, wenn die Daten aus generischen Datenbanken wie z.B. wecobis recherchiert wurden (Bothe, W., 2011).

- Indizien für einen begründeten Verdacht:
  - Prozentangaben erreichen keine 100%,
  - in der Produktformulierung fehlen grundsätzliche Bestandteile (z.B. Bindemittel). Beispiel: Wasserlack, ohne Angabe des Konservierers. Aufgrund der Fachliteratur benötigt man jedoch einen Konservierer in wasserbasierenden Systemen.
- Nachweise für fehlende Daten:
  - E-Mails und Protokolle,
  - Sammelbezeichnungen (z.B. Additive), grenzwertige Begriffe sowie Überbegriffe
  - keine Bestätigung der Inhaltsstoffangaben des Herstellers

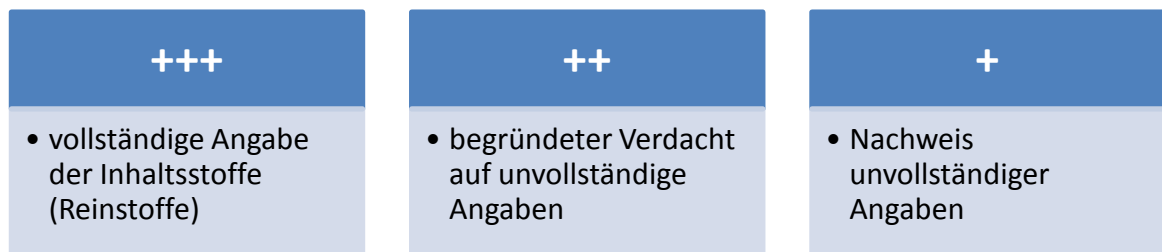


Abbildung 14: Bewertung des Parameters "Volldeklaration"

Jeder Hersteller hat die Möglichkeit erhalten die recherchierten Angaben innerhalb von zwei Wochen, zu vervollständigen und zu korrigieren. Kam keine Rückmeldung wurden auf Grund der recherchierten Daten bewertet.

#### Zu erwartende TVOC Emissionen (Produktparameter)

Die Einschätzung erfolgt bezogen auf die Nutzungsphase. Einschätzungsparameter der zu erwartenden TVOC Emissionen:

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| • Stoffherkunft (organische Anteile) | • Inhaltsstoffe                     |
| • Menge Lösemittel                   | • geschätzte Einbringungsmenge      |
| • VOC-Wert (z.B. aus SDB)            | • Einsatzort                        |
| • Produktart                         | • Internetrecherche (z.B. wecobis). |

Da Reinigungs- und Pflegemittel in der Nutzungsphase wiederholt aufgebracht werden, sind hier auch die direkten Emissionen wichtig und werden berücksichtigt.

+++	++	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TVOC Emissionen vermutlich gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TVOC Emissionen vermutlich mittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TVOC Emissionen vermutlich erhöht</li> </ul>

Abbildung 15: Bewertung des Parameters "zu erwartende TVOC Emissionen"

SVOC werden in dieser Datenbank nicht direkt eingeschätzt. Es werden aber Hinweise unter Zusatzinformationen eingetragen, falls es Indizien gibt (Bothe, W., 2011).

#### Sorption / Desorption von Feuchte (Produktparameter)

Die Sorption und Desorption von Feuchte können chemische Lösungsprozesse (z.B. Hydrolyse) beeinflussen. Zudem besteht bei zu hoher Feuchtigkeit und einem schlechten Ausgleichsvermögen der Baustoffe das Risiko, dass mikrobielle Prozesse stattfinden und MVOC (microbial volatile organic compounds) gebildet werden.

Die Einschätzung erfolgt bezogen auf die Nutzungsphase auf Grund der folgenden Parameter:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollständige Sättigung</li> <li>• Porenfasersättigung</li> <li>• Kapillarsättigung</li> <li>• Ausgleichsfeuchte bei 80% r.L.</li> <li>• Ausgleichsfeuchte bei 50% r.L.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampfdiffusionswiderstand</li> <li>• geschätzte Einbringungsmenge</li> <li>• Einsatzort</li> <li>• Inhaltsstoffe</li> <li>• Internetrecherche (z.B. wecobis)</li> </ul> |
|--|--|

+++	++	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorption / Desorption vermutlich erhöht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorption / Desorption vermutlich mittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorption / Desorption vermutlich gering</li> </ul>

Abbildung 16: Bewertung des Parameters "Sorption / Desorption von Feuchte"

Reinigungs- und Pflegemittel werden nicht mit diesem Parameter bewertet. Zu bedenken ist, dass Reinigungs- und Pflegemittel (bei hohem Kunststoffanteil) die Sorption/Desorption einer vormals sorptionsfähigen Oberfläche erheblich negativ beeinflussen können (Bothe, W., 2011).

### VOC Bindeverhalten (Produktparameter)

Die Einschätzung des VOC Bindeverhaltens erfolgt ebenfalls bezogen auf die Nutzungsphase und auf Grund folgender Parameter (Bothe, W., 2011):

- Struktureller Aufbau (Kapillare, Innere Oberfläche, Faserstruktur)
- chemische Reaktivität (sauer, basisch, oxidativ etc.)
- Sorption/Desorption von Feuchte
- Inhaltsstoffart/-basis (bioorganisch, anorganisch, petroorganisch)
- geschätzte Einbringungsmenge
- Einsatzort
- Internetrecherche (z.B. wecobis)
- Ergebnisse aus Praxisstudien (z.B. Klimabox)

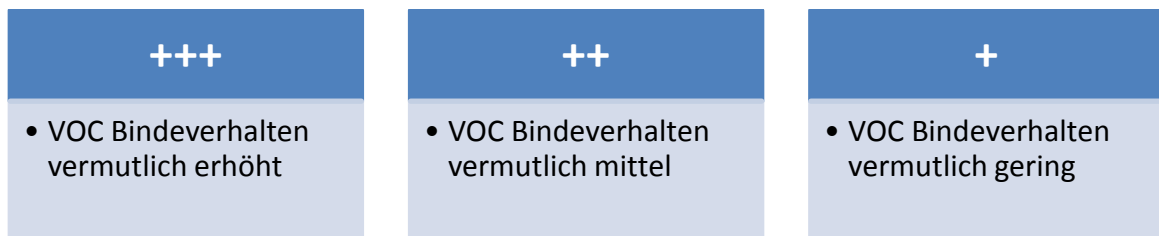


Abbildung 17: Bewertung des Parameters "VOC Bindeverhalten"

#### **3.1.2.4 Hinweis zu den Ergebnissen**

Die  $QUH_{\text{Faktoren}}$  für die Reiniger und Pflegemittel fallen durch die etwas reduzierten Berechnungsparameter generell besser aus.

Durch die teils sehr unterschiedliche Vollständigkeit der Inhaltsstoffangaben kann es zu Ungenauigkeiten kommen, welche dazu führen, dass sich die Ergebnisse geringfügig verschieben können. Dies spiegelt aber ebenfalls die gewünschte Risikoabschätzung der Bewertung wieder (Bothe, W., 2011).

#### **3.1.2.5 Grenzen der Bewertung**

Ausgenommen von der Einschätzung und der Bewertung ist die falsche Angabe von Inhaltsstoffen, die Einbringungsmenge, die Oberflächenverteilung, das Trocknungsverhalten, die Verarbeitung und der Standort des Produktes im Bauteil bzw. der Konstruktion selber.

Bei fehlerhafter Eingabe kann keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben in der Praxis übernommen werden. Die Reinheit der Inhaltsstoffe kann nicht berücksichtigt werden. Die Einschätzung stellt keine sonstigen Vor- bzw. Nachteile eines Produktes dar (Bothe, W., 2011).

### 3.1.3 Arbeiten mit der Produktliste/ Funktionsweise des Excel-Tools

Die Produktliste ist so aufgebaut, dass primär nach der Funktion des Produktes sowie an Hand des Herstellers sortiert und gesucht werden kann. In der Übersicht sind dann sofort die  $QUH_{\text{Faktor}}$  zu sehen sowie die Datensicherheit und allfällige Zusatzinformationen (Abbildung 18). Die Funktionen nach denen sortiert werden kann, sind in Kapitel 3.1.2.1 „Basisinformationen eines Produktausweises“, aufgelistet.

PA Nr.	Funktion	Hersteller	Produkt	Art.Nr.	$QUH_{\text{Faktor}}$	Datensicherheit	Zusatzinformationen
1	Dämmstoffe	Hersteller 1	<a href="#">Produkt 1</a>	1234	QF = 3,07	hoch	Mögliche Emissionen der höhersiedenden organischen Verbindungen i.V.m. chemischen Wechselwirkungen.
2	Oberflächenbeschichtung / Farben	Hersteller 2	<a href="#">Produkt 2</a>	12345	QF = 2,77	gering bis mittel	Die Werbeaussage "VOC-frei" kann den Verbraucher täuschen, da VOC laut SDB enthalten sind. Mögliche Emissionen der höhersiedenden organischen Verbindungen i.V.m. chemischen Wechselwirkungen.
3	Bodenbeläge	Hersteller 3	<a href="#">Produkt 3</a>	54321	QF = 2,82	gering bis mittel	Auf Endbeschichtung achten !
4	Estriche	Hersteller 1	<a href="#">Produkt 4</a>	999	QF = 1,83	hoch	Einatmen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bei der Heißverarbeitung kann zu Gesundheitsschäden führen. Wegen der Gefahr von Hautverbrennungen besondere Sorgfalt beim Umgang mit heißem Gussasphalt.

Abbildung 18: Beispiel aus der Produktliste

Werden weitere Informationen zu bestimmten Produkt benötigt, gelangt man durch klicken auf den Produktnamen zum verlinkten Produktausweis.

Diese Evaluation der Einzelmaterialien ist ein wichtiger Schritt um Raumluftbelastungen zu vermeiden. Jedoch beeinflussen Konstruktionsausführungen die Entstehung von Emissionen ebenfalls. Werden beispielsweise diffusionshemmende Baustoffe eingesetzt bildet sich unter Umständen hohe Feuchtigkeit und damit die Gefahr von mikrobiellem Wachstum und den damit verbundenen Emissionen (Bothe, W., 2011).

Als sinnvolle Ergänzung des Katalogs ist daher die Konstruktion in Zusammenhang mit den ermittelten Produkten zu betrachten.

### **3.1.4 Bestimmung der VOC- und Aldehyd-Emissionen**

Die Emissionswerte der Produkte in der Produktliste wurden soweit möglich von den Herstellern eingeholt. Für einige von den VGQ Mitgliedern produzierte oder immer wieder eingesetzt Produkte war das Emissionsverhalten nicht bekannt. Diese wurden hinsichtlich ihrer Emission (Aldehyde, VOC) geprüft.

Gesetzliche Grenzwerte zu Emission für Wohnungen und Aufenthaltsräume gibt es in der Schweiz nur für Radon. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) gibt Richtwerte für Formaldehyd sowie PCB vor.

#### **3.1.4.1 Prüfgrundlagen und -methoden**

Zur Abklärung von Materialemissionen von VOC sowie Aldehyden wurden Emissionsprüfungen sowie die analytische Auswertung der Ergebnisse auf Grundlage der aufgeführten Normen durchgeführt:

- SN EN ISO 16000 – 3: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen - Probenahme mit einer Pumpe
- SN EN ISO 16000 – 6: Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID
- SN EN ISO 16000 – 9: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammerverfahren
- SN EN ISO 16000 – 11: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Probestücke
- SN EN 717-1: Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode
- SN EN 717-2: Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode
- SN EN 13986: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen - Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung
- SN EN 14080: Holzbauwerke - Brettschichtholz - Anforderungen
- Deutsches Institut für Bautechnik: Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen, März 2007, AgBB Bewertungsschema 2010, ist bisher nur für Bodenbeläge verbindlich
- natureplus e.V., Vergaberichtlinie RL 0211, Verleimte Holzbauteile für tragende Zwecke, September 2010

### 3.1.4.2 Prüfobjekte

Insgesamt wurden an acht Schweizer Produkten 13 Emissionsmessungen durchgeführt. Fünf der Produkte sind Holzwerkstoffe. Ein VGQ Partner, welcher Glasfaserdämmung herstellt, hat auf Grund des offensichtlichen Bedarfs an emissionsarmen Produkten, seine bereits laufende Materialentwicklung vorangetrieben und drei neue Produkte auf deren Emissionsverhalten hin prüfen lassen. Diese Produkte werden, sofern von den Herstellern gewünscht, bei der nächsten Aktualisierung in die Produktliste aufgenommen.

Die Emissionsmessungen wurden in unterschiedlichen Prüfinstituten durchgeführt. Diese sind unter „1.4.4 Externe Projektbeteiligte“ aufgeführt. Folgende Produkte wurden gemessen:

*Tabelle 2: Zusammenstellung der Produkte bei denen zusätzliche Emissionsmessungen durchgeführt wurden.*

ID	Produktbeschreibung	Messung	Argumentation für die Emissionsmessungen
1	Massivholzplatte FI/TA, einschichtig, Klebstoff MUF	Formaldehyd	Schweizer Produkt, Eigenproduktion VGQ-Mitglied, wichtig zur Absicherung gegenüber Bauherrschaft.
2	Brettsper Holz FI, Klebstoff PU	VOC, Formaldehyd	Schweizer Produkte, von VGQ-Mitgliedern häufig eingesetzt, VOC Messung zum feststellen eines Unterschieds betreffend Terpenen.
3	Brettsper Holz TA, Klebstoff PU	VOC, Formaldehyd	
4	Glasfaserdämmung 1, d = 20mm, Plattenware	VOC, Formaldehyd	Schweizer Produkt, Forcierung der Weiterentwicklung verschiedener Glasfaserdämmungen auf Grund des Projektes und der Nachfrage von Bauunternehmen. Nachweis für kostengünstige Glasfaserdämmung für den Innenbereich ohne Formaldehyd-Risiko.
5	Glasfaserdämmung 2, d = 140mm, Plattenware	VOC, Formaldehyd	
6	Glasfaserdämmung 3, d = 80mm, Rollenware	VOC, Formaldehyd	
7	Brettschichtholz FI, Klebstoff MUF	Formaldehyd	Schweizer Produkt, Messung eines Laubholz-Produktes im Vergleich zu herkömmlichen Brettschichtholz als Nachweis, dass kein Unterschied in Bezug auf das Formaldehyd-Risiko besteht.
8	Brettschichtholz ES, Klebstoff MUF	Formaldehyd	



### 3.1.4.3 Prüfergebnisse

Die genauen (numerischen) Ergebnisse der Prüfungen liegen dem VGQ vor, sind jedoch Eigentum des jeweiligen Produktherstellers und werden aus diesem Grund hier summarisch und nicht produktspezifisch abgebildet. Für die auf dem Markt erhältlichen Produkte werden entsprechende Sicherheitsdatenblätter publiziert.

Die gemessenen Emissionen liegen alle deutlich unter den Richtwerten (n.n. = nicht nachweisbar, damit wesentlich unter dem Richtwert).

*Tabelle 3: Ergebnisse der Emissionsanalyse, Zusammenfassung der Produkte und Emissionswerte*

	<b>Prüfnorm</b>	<b>Richtwert<sup>5</sup></b>	<b>Richtwert<sup>6,7</sup></b>	<b>Messwerte</b>
TVOC	ENISO16000-9	300 µg/m <sup>3</sup>	1000 µg/m <sup>3</sup>	12 – 89 µg/m <sup>3</sup>
Formaldehyd	EN ISO 16000-3	124 µg/m <sup>3</sup>	-	0 – 8 µg/m <sup>3</sup>
Formaldehyd	SN EN 717-1	-	130 µg/m <sup>3</sup> (E1)	30 – 40 µg/m <sup>3</sup>
Formaldehyd	SN EN 717-2	3.5 mg/m <sup>2</sup> h (E1)	-	0.95 mg/m <sup>2</sup> h

Es wurden Schweizer Holzprodukte geprüft um den ausführenden Unternehmen die Möglichkeit zu geben, geprüfte einheimische Produkte mit einem niedrigen Risiko bezüglich der Raumluftqualität in Ihren Konstruktionen einsetzen zu können.

Grundsätzlich kann weiter gesagt werden, dass Glasfaserdämmstoffen in Gebäuden aus Leichtbauweise häufig auch in den Innenwänden verbaut werden. Daher ist deren Einfluss auf die Raumluftqualität als relativ hoch einzustufen. Auf Grund des Projektes und somit einer erhöhten Sensibilität der Unternehmen hat der Dämmstoffhersteller seine Entwicklung intensiviert. Seine herkömmlichen Produkte hat er bereits aus der Produktliste herausgenommen und wird bei der nächsten Aktualisierung die neuen Produkte, welche nun auf dem Markt lanciert werden, aufnehmen lassen.

<sup>5</sup> SN EN 13986: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung 2004, bisher nur für Bodenbeläge gültig.

<sup>6</sup> für TVOC: Deutsches Institut für Bautechnik: Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen, März 2007, AgBB Bewertungsschema 2010, ist bisher nur für Bodenbeläge verbindlich

<sup>7</sup> für Formaldehyd: SN EN 14080; SIA 265.151:2005-12: Holzbauwerke - Brettschichtholz – Anforderungen, E1 ≤ 130µg/m<sup>3</sup>

Beide Brettsperrholzplatten sind in Bezug auf die VOC sowie Formaldehydemissionen gleichwertig. Bei den Terpenemissionen sind erhebliche Differenzen festzustellen. Die Tanne bietet im Vergleich zur Fichte eine gute Alternative für Personen die bezüglich Terpene empfindlich sind.

Brettschichtholz aus Laubholz unterscheidet sich bezüglich der Formaldehyd-Emissionen nicht von Standardware aus Fichte / Tanne. Hier ist wichtig gewesen zu zeigen, dass der Anteil an Laubholz welches in Brettschichtholzkonstruktionen eingesetzt werden kann, keinen Einfluss auf die Raumlufthqualität hat.

Die Formaldehydabgabe der untersuchten Proben liegt deutlich unter dem für die Klasse E1 definierten Wert. Für Produkte mit MUF Klebstoff wird ein maximaler Emissionswert von ca. einem Drittel der zulässigen Emissionen für die Klassifizierung E1 gemessen. Bei Produkten mit PU Klebstoffen liegt dieser Wert nochmals tiefer bei ca. 6%. Sie liegen damit im Bereich des natürlichen Holzes.

## 3.2 Raumlufmessungen

Im Rahmen des Projektes stand ein Einfamilienhaus während einem Monat unbewohnt als Testobjekt zur Verfügung. An diesem wurden mehrere vergleichbare Messungen in einem Schlafzimmer durchgeführt.

### 3.2.1 Ausgangslage und Prüfbedingungen

#### Prüfmethode

Die Probenahme und die Analysen wurden gemäss Prüfinstitut nach der Normenreihe EN ISO 16000 sowie DIN ISO 16017 durchgeführt:

- Aldehyde: Die Probenentnahme erfolgt auf Dinitrophenylhydrazin (DNPH) mit vorgeschaltetem Ozonfilter. Das Probenröhrchen wird im Labor ausgewaschen und mittels Hochdruckflüssigkeitschromatograph (HPLC) analysiert. Neben Formaldehyd werden mit dieser Methode 13 weitere Aldehyde nachgewiesen.
- Flüchtige organische Verbindungen (VOC): Die Probenentnahme erfolgt auf Tenax TA mit anschliessender Thermodesorption und Analyse mittels Gaschromatograph und Massenspektrometer. Die Bestimmungsgrenze liegt bei 10 µg/m<sup>3</sup>. Alle nachgewiesenen Peaks werden quantifiziert und wenn möglich bestimmt.

#### Bauablauf und Standortinformationen

Es wurden an den folgenden 3 Messzeitpunkten (A –C) jeweils 2 Raumlufmessungen (Tabelle 4) durchgeführt, mit dem Ziel vorhandene chemische Verbindungen in auffälligen Konzentrationen festzustellen. Ausserdem wurde abgeklärt ob raumluftechnisch Handlungsbedarf besteht.

*Tabelle 4: Ablauf und Klima während der Raumlufmessungen*

Messung	A	B	C
Messdatum	30.05.2011	27.06.2011 morgens	27.06.2011 nachmittags
Zeitpunkt	nach Bauende	vor Einzug	vor Einzug
Lüftungsbedingungen	Standard letzte Lüftung > 12 h	Standard letzte Lüftung > 12 h	Nutzung Lüftung ≥ 6 h
Raumnutzung	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt
relative Luftfeuchte	54 %	61 %	57 %
Raumtemperatur	21.4 °C	22.5 °C	23.6 °C

### Anforderungen an das Raumklima:

Im Gegensatz zur Aussenluft existieren für Innenräume keine rechtlich bindenden Grenzwerte für Luftschadstoffe. Deshalb wird auch hier auf Richtwerte bzw. Orientierungswerte zurückgegriffen (siehe Definitionen). Diese sind jeweils direkt bei den Ergebnissen, zur besseren Vergleichbarkeit von Anforderung und Ergebnis, aufgeführt.

### Materialisierung des Prüfobjektes:

Die Materialliste für das geprüfte Objekt wurde vom Unternehmer dem VGQ zur Verfügung gestellt, welcher dann den Abgleich mit der Produktliste organisiert hat.

Aufgrund der Baubeschreibung zu den Konstruktionsaufbauten sind VOC-mindernde Massnahmen nur eingeschränkt möglich.

- Allgemeine Massnahmen bezüglich der raumluftechnischen Optimierung der Konstruktion könnten sein(Bothe, W., 2011):
  - Bei Silikonfugen möglichst hochwertiges und lebensmittelechtes Silikon verwenden.
  - Kontrolle der Produkte im Einsatz bei der Baustellenendreinigung und allen weiteren Endreinigungsvorgänge.
- Allgemeine Massnahmen bezüglich der Produkte(Bothe, W., 2011):
  - Reinigung und Pflege der Böden mit PA Nr. 155 (TRENA-Neutralreiniger nr. 556) und PA-Nr. 156 (GLANOS-Pflegeemulsion Nr. 559),
  - Fugenpulver (WKH, AK, Zeol., Perlite) einsetzen um Untergrundemissionen zu reduzieren
  - Grundsätzlich sollten keine Nassestrich für Holzböden verwenden, um nennenswerte VOC-Minderungen zu erzielen.

Auf Grund der vorliegenden Materialliste wurden die Ersatzprodukte bzw. Alternativprodukte aus Tabelle 5 vorgeschlagen.

Gemäss Produktliste liegen die gewählten Materialien im Bereich der  $QUH_{\text{Faktoren}}$  von 2.5(siehe Abbildung 7), was bedeutet, dass ein „Standardgebäude“ raumluftechnisch zu erwarten ist.

Tabelle 5: Verwendete Materialien und Alternativprodukte bei Prüfobjekt

Bauteil / Bezeichnung	Produkt	Alternativprodukt aus VGQ Produkteliste sowie Material und Bemerkung
<b>Boden OG</b>		
Oberflächenbehandlung	Wasserlack	KUNOS - Naturöl-Siegel Nr. 244 Verarbeitungshinweise beachten, das Öl darf nicht in die Fugen laufen.
Stäbelparkett Eiche inkl. Sockelleiste	Gala Collection,	Verklebung: Stauf PPK-890 Pulverparkettklebstoff
Zementunterlagsboden	Sand, Zement	siehe allgemeine Massnahmen - Randfugen dringend mit Fugenpulver abfüllen
Austrocknungsbeschleuniger	Obalith Forte	wenn möglich immer mit Trockenestrich arbeiten
Deckenverkleidung	Gipskarton	Kleber und Spachtel lt. Herstellerangaben $QUH_{\text{Faktor}} = 2,42$ aus VGQ Produkteliste
Weissputz	GRAVA-Tiefgrund Nr. 408	STRUTIVOS-Sumpfkalk Oberputz/Feinputz Nr. 470/Nr. 471, besonders geeignet durch CO <sub>2</sub> und Säurebindungseigenschaften (VOC-reduzierend)
<b>Aussenwand</b>		
	Exponal mega	bei Direktbeschichtung: SOLIMIN Silicatfarbe innen alternativ Tapete weglassen, GRAVA-Tiefgrund Nr. 408 STRUTIVOS-Sumpfkalkputz Nr. 470 mit Malervlies
Wandbelag Tapete	Taspoglas	alternativ: Gewebe oder Malervlies, Glasfasern
Innenverkleidung	Gipsfaser	Fermacell Greenline, $QUH_{\text{Faktor}} = 2,42$ , hohe Datensicherheit
<b>Innenwand</b>		
	Exponal mega	bei Direktbeschichtung: SOLIMIN Silicatfarbe innen alternativ Tapete weglassen, GRAVA-Tiefgrund Nr. 408 STRUTIVOS-Sumpfkalkputz Nr. 470 mit Malervlies
Wandbelag Tapete	Glasfasern	alternativ: Gewebe oder Malervlies
<b>Decke</b>		
Swisslack Aqua Holzlasur	BODIOS Hydro-Wachsbeize Nr. 340 oder als Absperrung gegen Emissionen BASKO-Absperrlack Nr. 740/718, Vorsicht Holzschutzmittel	
Deckenverkleidung inkl. Lattenrost	Dreischichtplatte Fichte/Tanne, möglichst fugendichter Anschluss um Emissionen aus der Konstruktion zu verhindern	
<b>Diverse Bauteile</b>		
Futtertüre in Holz	MDF, Holzwerkstoffe schaumfrei einbauen mit Flachswolle	
Fenster deckend behandelt	Holz-Alu - Fenster Fichte/Tanne; Kunstharz Vorsicht Lack- und Holzschutzmittelausdünstungen! als Absperrung gegen Emissionen BASKO-Absperrlack Nr. 740	

### 3.2.2 Ergebnisse der Raumlufthmessung

Durch die Messung unter Standardbedingung am Ende der Bauphase und die Messungen unter Standard- und Nutzungsbedingungen einen Monat später, konnte sowohl die Entwicklung der Luftqualität sowie der Unterschied zwischen Standard- und Nutzungsbedingungen gezeigt werden.

Zur allgemeinen Einschätzung der Raumlufthqualität eignet sich die Summenkonzentration flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) gut. Verbindungen, die bereits in tiefen Konzentrationen toxikologisch relevant sind, lassen sich jedoch mit einer Summenkonzentration nicht erfassen.

Formaldehydemissionsraten sind unter anderem abhängig von der Temperatur und von der Luftfeuchte. Mit der Umrechnung auf das Normklima (23 °C; 45 %rF) werden Abweichungen der Messbedingungen zum Normklima ausgeglichen. Die umgerechneten Werte sind in Klammern.

*Tabelle 6: Richtwerte und Messwerte der Formaldehydkonzentrationen sowie der TVOC Konzentration in der Raumlufth (Quelle: Ganz Klima)*

Werte	Formaldehyd-Konzentration	TVOC-Konzentration
Richtwert	120 µg/m <sup>3</sup> bei 20°C entspricht 0.1 ppm (BAG)	1000 µg/m <sup>3</sup> bis 3000 µg/m <sup>3</sup> längerfristige Konzentrationen <sup>8</sup>
Zielwert	60 µg/m <sup>3</sup> bei 20°C	1000 µg/m <sup>3</sup>
Messung A (Standard)	95 µg/m <sup>3</sup> (100 µg/m <sup>3</sup> )	2020 µg/m <sup>3</sup>
Messung B (Standard)	87 µg/m <sup>3</sup> (70 µg/m <sup>3</sup> )	1360 µg/m <sup>3</sup>
Messung C (Nutzung)	54 µg/m <sup>3</sup> (40 µg/m <sup>3</sup> )	623 µg/m <sup>3</sup>

<sup>8</sup> Seifert B: Richtwerte für die Innenraumlufth“ Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 1999

### 3.2.2.1 Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft

Die Formaldehydkonzentration der Messung A und B liegen unterhalb des Richtwerts des Bundesamts für Gesundheit. Unter Nutzungsbedingungen (laufende Lüftungsanlage) liegt die Formaldehydkonzentration bei 54 µg/m<sup>3</sup> (Tabelle 6, sowie Abbildung 19; (Ganz, 2011)).

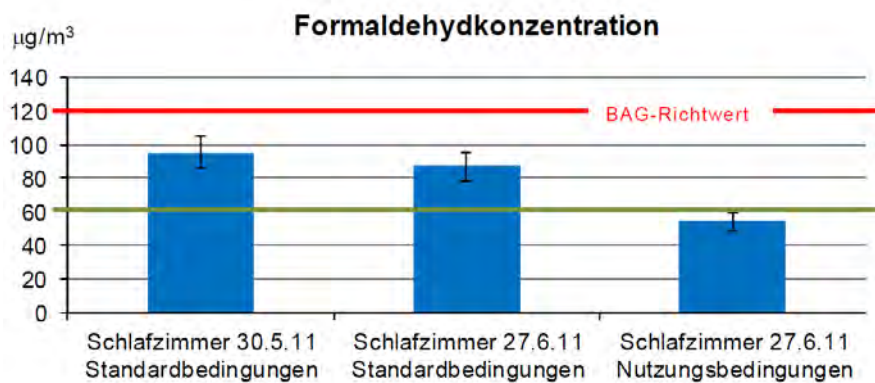


Abbildung 19: Gemessene Formaldehydkonzentration mit Standardfehler ( $\pm 10\%$ ) sowie BAG Richtwert (rot) und Zielwert (grün), Quelle: Klima Ganz

### 3.2.2.2 VOC Konzentration in der Raumluft

Die TVOC - Konzentration der Messung A und B liegen im Richtwertebereich nach Seifert (1999)<sup>9</sup>. Der Wert von 1000 µg/m<sup>3</sup> sollte längerfristig unterschritten werden. Unter Nutzungsbedingungen liegt die TVOC-Konzentration (Abbildung 20) unter dem Richtwert (Ganz, 2011).

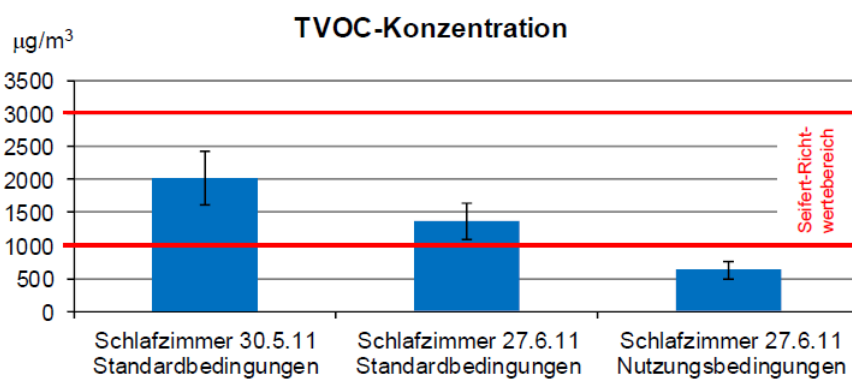


Abbildung 20: Gemessene TVOC-Konzentration mit Standardfehler ( $\pm 20\%$ ), Quelle: Klima Ganz

<sup>9</sup> Seifert B: Richtwerte für die Innenraumluft“ Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 1999

### 3.2.3 Vergleich mit den Ergebnissen der LIWOTEV Studie

Die dargestellten Messergebnisse des neu umgesetzten Objektes werden den Messergebnissen der LIWOTEV Studie gegenüber gestellt. Es werden die Messresultate Ende Innenausbau respektive vor dem Einzug verglichen.

#### 3.2.3.1 Vergleich der Materialisierung der gemessenen Objekte

Grundsätzlich sind die Räume bezüglich der Materialisierung vergleichbar (siehe Tabelle 7). Unterschiedlich ist beim Bodenaufbau, dass der Parkett im aktuellen Gebäude lackiert und nicht geölt wurde. Hier könnte als Alternativprodukt zum Wasserlack ein Naturöl-Siegel ( $QUH_{\text{Faktor}} = 1.69$ ) oder ein Fussbodenöl ( $QUH_{\text{Faktor}} = 1.82$ ) aus der Produktliste verwendet werden.

Der Wandaufbau ist konstruktiv bei allen Objektengleich. Ausgetauscht wurden die Produkte Glasfasertapete. Der Hersteller der Glasfasertapete, welche in der LIWOTEV Studie eingesetzt wurde, konnte nicht ermittelt werden. Bei der Wandbeschichtung wurde bereits ein Produkt mit bekannten Emissionen im aktuellen Projekt eingesetzt, welches in der Produktliste mit einem QUH Faktor von 2.69 bewertet wurde. Hier könnte alternativ zur weiteren Verbesserung eine Silicatfarbe mit dem QUH Faktor = 1.95 verwendet werden.

Bei der Deckenbeschichtung wurde ein Produkt mit unbekannten Emissionen eingesetzt. Hier könnte man eine Hydro-Wachsbeize ( $QUH_{\text{Faktor}} = 1.47$ ) oder als Absperrung gegen Emissionen einen Absperrlack ( $QUH_{\text{Faktor}} = 1.20$ ), welche beide in der Produktliste aufgeführt sind, verwenden.



Tabelle 7: Übersicht über die eingesetzten Materialien in den gemessenen Objekten im Vergleich LIWOTEV Studie mit den aktuellen Messungen

Bauteil / Objekt	LIWOTEV Haus 1	LIWOTEV Haus 2	aktuelles Messobjekt
Boden	Klebparkett Buche, gedämpft, geölt mit Hartwachs	Klebparkett Buche / Eiche, geölt mit Hartwachs	Klebparkett Eiche, lackiert mit Wasserlack
Wand	Gipsfaserplatten, Glasfasertapete gestrichen mit lösemittelfreier Innenwandfarbe	Gipsfaserplatten, Glasfasertapete gestrichen mit lösemittelfreier Innenwandfarbe	Gipsfaserplatte, Glasfasertapete (anderes Produkt als bei LIWOTEV), Anstrich mit emissionsarmer Einschichtfarbe
Decke	Gipskartonplatte, Weissputz gestrichen mit lösemittelfreier Innenwandfarbe Dreischichtplatte, lasiert mit wasserverdünnbarem, modifiziertem Alkydharzlack	Gipskartonplatte, Weissputz gestrichen mit lösemittelfreier Innenwandfarbe Dreischichtplatte, lasiert mit wasserverdünnbarem, modifiziertem Alkydharzlack	Dreischichtplatte, lasiert mit wasserverdünnbarem, modifiziertem Alkydharzlack

### 3.2.3.2 Messergebnisse

Die Messungen sind nur bedingt vergleichbar, da nicht immer zum gleichen Zeitpunkt bzw. unter den gleichen Messbedingungen (Standard/Nutzung) gemessen wurde.

Tabelle 8: Zusammenstellung der Messergebnisse der LIWOTEV Studie und dem aktuellen Objekt

Angaben	LIWOTEV Haus 1	LIWOTEV Haus 2	aktuelles Messobjekt	
Zeitpunkt der Messung	Ende Innenausbau	Ende Innenausbau	Ende Innenausbau (A)	vor Einzug (B)
Messverfahren	Standard	Standard	Standard	Standard
Temperatur	18°C	23.3°C	21.4°C	22.5°C
Luftfeuchte	63%	50%	54%	61%
Lüftung	Komfortlüftungssystem	Komfortlüftungssystem	Komfortlüftungssystem	
Luftwechsel	0.0 – 0.3	0.0	0.0	0.0
Formaldehyd	34 µg/m <sup>3</sup>	97 µg/m <sup>3</sup>	95 µg/m <sup>3</sup>	87 µg/m <sup>3</sup>
TVOC	3380 µg/m <sup>3</sup>	3280 µg/m <sup>3</sup>	2020 µg/m <sup>3</sup>	1360 µg/m <sup>3</sup>

### 3.2.4 Fazit der Raumlufbmessungen

Die Resultate liegen in auf Grund der Materialisierung in einem zu erwartenden Bereich. Im aktuellen Messobjekt sind die TVOC Werte nach Bauende über 1000 µg/m<sup>3</sup> tiefer als in der LIWOTEV Studie. Im Bereich der Formaldehyde sind die Werte ca. gleich. Das Verbesserungspotential ist im Bereich der Deckenaufbauten und der Dämmstoffe zu suchen.

Verglichen mit den Messwerten gleich nach Fertigstellung ist nach einer einmonatigen Auslüftzeit eine klare Abnahmetendenz nachweisbar. Aus diesem Grund macht es Sinn am Ende der Bauphase eine Auslüftzeit vor dem Einzug der Nutzer in der Bauplanung zu empfehlen.

Vergleicht man im aktuellen Objekt die Standard- mit den Nutzungsbedingungen ist der grosse Einfluss der Frischluftzufuhr auf TVOC- sowie Formaldehydkonzentrationen zu erkennen. Durch die Lüftung wird eine Reduktion der Konzentrationen um 42% (Formaldehyd-Konzentration auf Normklima umgerechnet) resp. 54% (TVOC) erreicht (Ganz, 2011). Eine ausreichende Frischluftzufuhr ist für ein gutes Raumklima unumgänglich.

Der Unternehmer sollte bei der Vereinbarung des Zielwertes gleichzeitig die Bedingungen der Raumlufbmessungen (Standard, Nutzung, Zeitpunkt, Klima etc.) schriftlich festzulegen. So können Missverständnisse mit dem Bauherren bzw. Bewohner vermieden werden. Messungen unter Nutzungsbedingungen entsprechen der Realität und stellen die Raumlufbbelastung am praxisnächsten dar. Die Werte liegen auf Grund des Luftwechsels in der Regel unter denen der Messung unter Standardbedingungen.

### 3.3 Wissens- und Technologietransfer

Die Ergebnisse des Projekts „Planungssicherheit bei der Materialwahl“ wurden in unterschiedlicher Weise für die Branche und im Speziellen auch für die Projektpartner aufgearbeitet.

Zum einen wird die Verwendung des Produktkatalogs in den Planungs- und Ausführungsprozess der VGQ-Mitglieder integriert. Hierfür wurde ein Workshop erarbeitet, an welchem die Produktliste erklärt und die QS-Massnahmen im Betrieb aufgezeigt wurden (siehe Kapitel 3.3.2 und 3.3.3) Im Rahmen des Projektes wurde diese Schulung einmal umgesetzt. Bei Bedarf, zum Beispiel neue Unternehmungen oder neue Mitarbeiter, kann diese wiederholt und die Schulungsunterlagen weiterverwendet werden.

Zum anderen liefert das Projekt die Grundlage für gezielte Fachinformationen. In Form von Vorträgen können interessierte Kreise, beispielsweise Schreinereien und Holzbaubetriebe, betreffend dieser Thematik sensibilisiert werden.

Die allgemeingültigen Resultate werden in Form eines LIGNATEC in Kombination mit pdf-Merkblättern breit zugänglich gemacht, und können so auch in die Ausbildung an Fachhochschulen einfließen. Das erarbeitete Inhaltskonzept ist in Kapitel 3.3.4 näher erläutert.

#### 3.3.1 Einsatz des Produktkatalogs in VGQ Mitgliederbetrieben

Durch den Einsatz der Produktkataloge in den Planungs- und Einkaufsabteilungen der Unternehmen wird das Bewusstsein für die Materialwahl im Bauablauf unter dem Aspekt der Raumluftqualität geschärft. Folgende drei Punkte sind hierbei wesentlich und auf diese wird bei der Umsetzung im Betrieb Wert gelegt:

- Verantwortung für die Materialwahl
- Definition der Baustoffe mit dem grössten Einfluss auf die Raumluftqualität
- Auswahlkriterien für „gute Produkte / Baustoffe“
- Materialbewirtschaftung und Qualitätssicherung

#### Verantwortung für die Materialwahl

Die Verantwortung für die Materialwahl in den verschiedenen Prozessphasen muss klar zugeordnet werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist im LIGNATEC QS Brandschutz zu finden.

In den verschiedenen **Prozessphasen** - Projektierung, Ausschreibung, Arbeitsvorbereitung, Ausführung – müssen weiter organisatorische und technische Massnahmen umgesetzt werden (Abbildung 21)

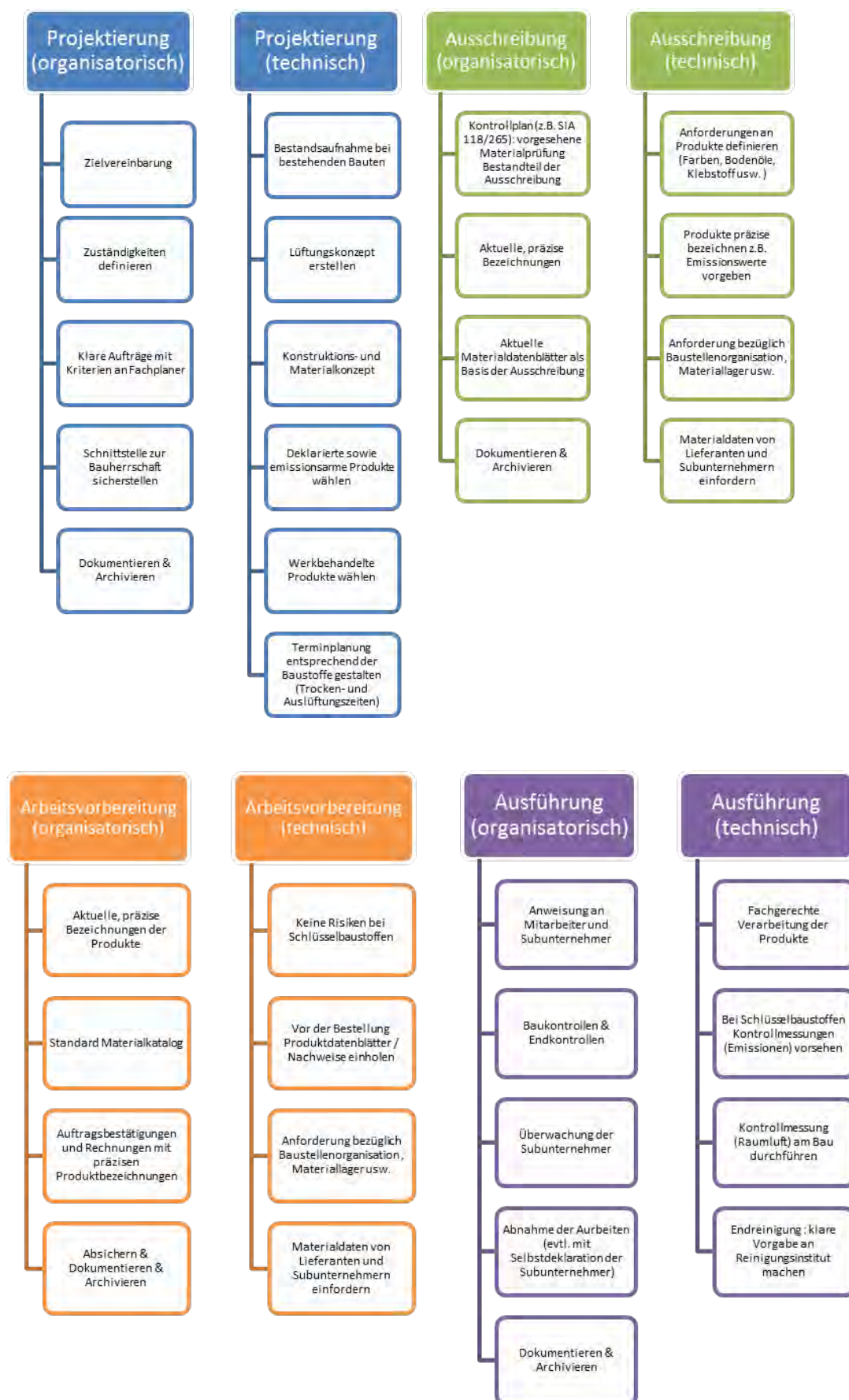


Abbildung 21: Prozessphasen und Massnahmen die Einfluss auf die Materialentschiede haben.

### Definition der Baustoffe mit dem grössten Einfluss auf die Raumlufthqualität

Den grössten Einfluss auf die Raumlufthqualität haben Baustoffe welche innerhalb der Luftdichtigkeitsschicht eingebracht werden. Hier kann häufig relativ klar abgegrenzt werden. Diese Grenze sowohl der Eintrag durch Möblierung und Reinigung wird aufgezeigt.

### Kriterien für „gute Produkte / Baustoffe“

Die grundlegenden Entscheidungskriterien unter dem Aspekt der Raumlufthqualität werden aufgezählt. Die Aufzählung kann durch ökologische Kriterien (natürliche oder synthetische Inhaltsstoffe, nachwachsende Rohstoffe, graue Energie, Herkunft etc.) erweitert werden.

### Materialbewirtschaftung und Qualitätssicherung

Es ist wichtig, dass alle am Bau beteiligten Personen festhalten was verbaut wurde. Die Dokumentation ist teilweise sicher Selbstschutz, die Rückverfolgbarkeit ist jedoch auch wichtig für Pflege oder Renovation. Der VGQ definiert die Anforderungen im Bereich Materialbewirtschaftung im Rahmen der Qualitätssicherung durch den Verband.

#### **3.3.2 Schulung des Produktkatalogs**

Die Schulung fand am 9. August 2011 am Nachmittag bei der Firma Furter Systembau AG statt. Die beteiligten Mitgliederfirmen waren mit mindestens einer Person, welcher im Betrieb für die Materialwahl zuständig ist am Workshop vertreten. Total haben 15 Personen an diesem Workshop teilgenommen.

Das Schulungsprogramm beinhaltete folgende Punkte:

- Zusammenfassung des Projektes
- Erklärungen und Funktionsweise der Produktliste
- Qualitätssicherungsmassnahmen

Der VGQ steht hier weiterhin für Fragen sowie für die allfällige Aktualisierung als Ansprechpartner für seine Mitglieder zur Verfügung.

#### **3.3.3 Überwachung durch den VGQ**

Im VGQ wird seit Jahren eine umfassende Qualitätssicherung durchgeführt. Alle zertifizierten Mitglieder verfügen über eine extern geprüfte Systemdokumentation. Die zertifizierten Betriebe werden im Rahmen von jährlich stattfindenden Betriebsprüfungen überwacht. Dabei legen die externen Prüfstellen Schwerpunkte dieser Prüfungen fest. In den folgenden Prü-

fungen werden insbesondere die betriebsspezifische Produktelisten und die Umsetzung von Qualitätssicherungsmassnahmen bezüglich Raumluftqualität geprüft.

### **3.3.4 Leitfaden Fachpublikation**

Die allgemeingültigen Erkenntnisse des Projektes werden in Zusammenarbeit mit der LIGNUM und dem BAG in Form eines LIGNATEC der Baubranche zur Verfügung gestellt, damit eine Breitenwirkung erzielt werden kann. Mit Hilfe dieses Leitfadens sollen die sich mehrfach wiederholenden Fehler vermieden werden können.

Der Leitfaden trägt das bestehende Wissen in konzentrierter/komprimierter jedoch praxistauglicher Form zusammen. Die Informationen werden dabei dem Zielpublikum in einer verständlichen Sprache zugänglich gemacht.

Der Inhalt, das Zielpublikum sowie der Aufbau des Leitfadens werden im Folgenden beschrieben.

#### **3.3.4.1 Leitfaden Fachpublikation - Inhaltsübersicht**

- Editorial, Vorwort, Einleitung, Inhaltsverzeichnis, Zielpublikum
- Grundlagen Raumklima:
  - Bedeutung Innenraumklima
  - Gesundheitsrisiken in der Innenluft
  - VOC und Aldehyde
  - Definition von Richtwerten bzw. Zielwerten
  - Raumluft aus materialtechnischer Sicht
  - Lüftungskonzept
- Materialwahl unter dem Aspekt Raumluftqualität
- Empfehlungen zur Materialwahl

#### **3.3.4.2 Einleitung**

Das Dokument soll in der Einleitung an der Oberfläche bleiben, mit dem Ziel die wichtigsten Grundsätze zu erläutern:

- Abgrenzung
- Zielpublikum: private und öffentliche Bauherrschaft, Planer, Bauunternehmer
- Zieldefinition des Leitfadens

Inhaltlich wird das Thema bei den Materialien und Baustoffen nicht bis auf die Produktebene herab gebrochen werden, da ansonsten die Fassung des Themas zu breit wird. Besser ist eine Verlinkung zu Informationsquellen, welche tiefer und aktuell über die jeweilige Materie informieren kann.

### **3.3.4.3 Grundlagen Raumklima**

#### Bedeutung Innenraumklima

Dieses Kapitel zeigt in wenigen Sätzen die Bedeutung des Innenraumklimas auf. Weiter werden die Einflussfaktoren wie die Lufttemperatur, -feuchtigkeit etc. sowie die notwendigen Voraussetzungen für ein gutes Innenraumklima erläutert.

#### Gesundheitsrisiken in der Innenluft

Neben der Auflistung der grössten Risiken wird eine Relativierung der „alleinigen Sicht auf VOC und Aldehyde“ ausgearbeitet. Es werden nicht sämtliche Gefahren detailliert beschrieben. Die Relationen der Risiken in Bezug auf das gesamte Bauwerk darf nicht vergessen werden.

#### Vertiefung zu VOC und Aldehyde

Begriffserklärung zu VOC und Aldehyden, sowie die Angabe der Quellen in der Gebäudehülle (resp. Oberflächenmaterialien), der Inneneinrichtungen und der Nutzer (Luftverunreinigungen, Gerüche, Putzmittel) sind Gegenstand dieses Kapitels. Der Unterscheidung zwischen der toxikologischen und raumlufthygienischen Sicht wird erklärt.

Die wichtigsten Massnahmen zur Reduzierung der VOC und Aldehyde in der Innenluft im Bereich der Gebäudehülle, der Inneneinrichtung / Mobiliar in der Bau- und der Nutzungsphase werden dargestellt.

#### Definition von Richtwerten bzw. Zielwerten

In der Schweiz bestehen nur für 2 Stoffe Richtwerte des BAG (Formaldehyd und PCB). Ein Vergleich mit dem Ausland ist hier zu erwägen, wie zum Beispiel:

- WHO Richtwerte ([www.who.int/indoorair/en/](http://www.who.int/indoorair/en/))
- Summenbetrachtung in Deutschland
- ev. eco-bau, resp. MINERGIE ECO

#### Raumluft aus materialtechnischer Sicht

Neben der Definition und Erläuterungen zur Raumluft allgemein ist die materialtechnische Sicht zu erklären z.B. die Emissionswerte von Werkstoffen, Farben, Klebern.

Es werden Emissionsklassierungen wie z.B. E1 erklärt und die Bedeutung der Lage des Bauteils (Innenschicht oder Aussendämmung) sowie die Beladung des Raums (Fläche bezogen auf das Raumvolumen) erläutert.



### Lüftungskonzept

Eine weitere Grundvoraussetzung für qualitativ gute Innenluft ist ein Lüftungskonzept (SIA 180). Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Definition der Luftqualität sowie zu Angaben von Luftwechselraten und allgemeinen Grundsätzen einer guten technischen Lüftung mittels Lüftungsanlagen.

Hier können auch die 12 Punkte des SIA Merkblattes 2023 „Lüftung in Wohnbauten“ Anhang F wiederholt werden. Hier kann zudem auf die Problematik des Fensterwechsels ohne Lüftungskonzept hingewiesen werden mit der Folge einer massiven Verschlechterung der Raumlufthqualität.

#### **3.3.4.4 Die Materialwahl im Bauablauf unter dem Aspekt der Raumlufthqualität**

Materialgerechte Entwürfe sowie bauphysikalisch funktionierende Bauteile sind eine Grundvoraussetzung für eine gute Raumlufth. Folgende allgemeine Punkte sind wesentlich:

- Verantwortung für die Materialwahl
- Definition der Baustoffe mit dem grössten Einfluss auf die Raumlufthqualität
- Auswahlkriterien für „gute Produkte / Baustoffe“

#### **3.3.4.5 Empfehlungen zur Materialwahl**

Grundsätzlich werden für verschiedene Bauteilegezielt die wichtigsten Punkte stichwortartig aufgelistet, wobei auf weitere Infos oder Zusatzdokumente verwiesen wird.

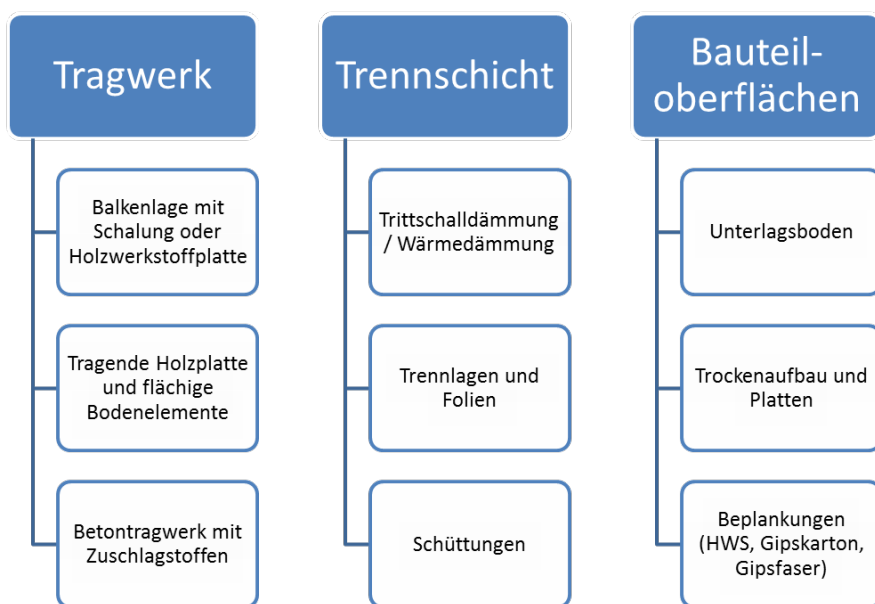


Abbildung 22: Beispiel Übersichtsdarstellung Konstruktionseinheit „Boden“



Neben den Unterkonstruktionen der verschiedenen Bauteile haben insbesondere die Produkte an den Innenoberflächen den grössten Einfluss auf die Raumluftqualität. Im Rahmen des Leitfadens werden die folgenden Bereiche behandelt. Diese konkreten Empfehlungen wurden als Download-Dateien konzipiert, damit sie weiter verbreitet werden können (Abbildung 23).



Abbildung 23: Empfehlungen als Download-Dateien konzipiert

In Abbildung 24 sind diverse Bodenbeläge dargestellt und die speziell zu beachtenden Knackpunkte bei der Material- resp. Produktwahl aufgeführt.

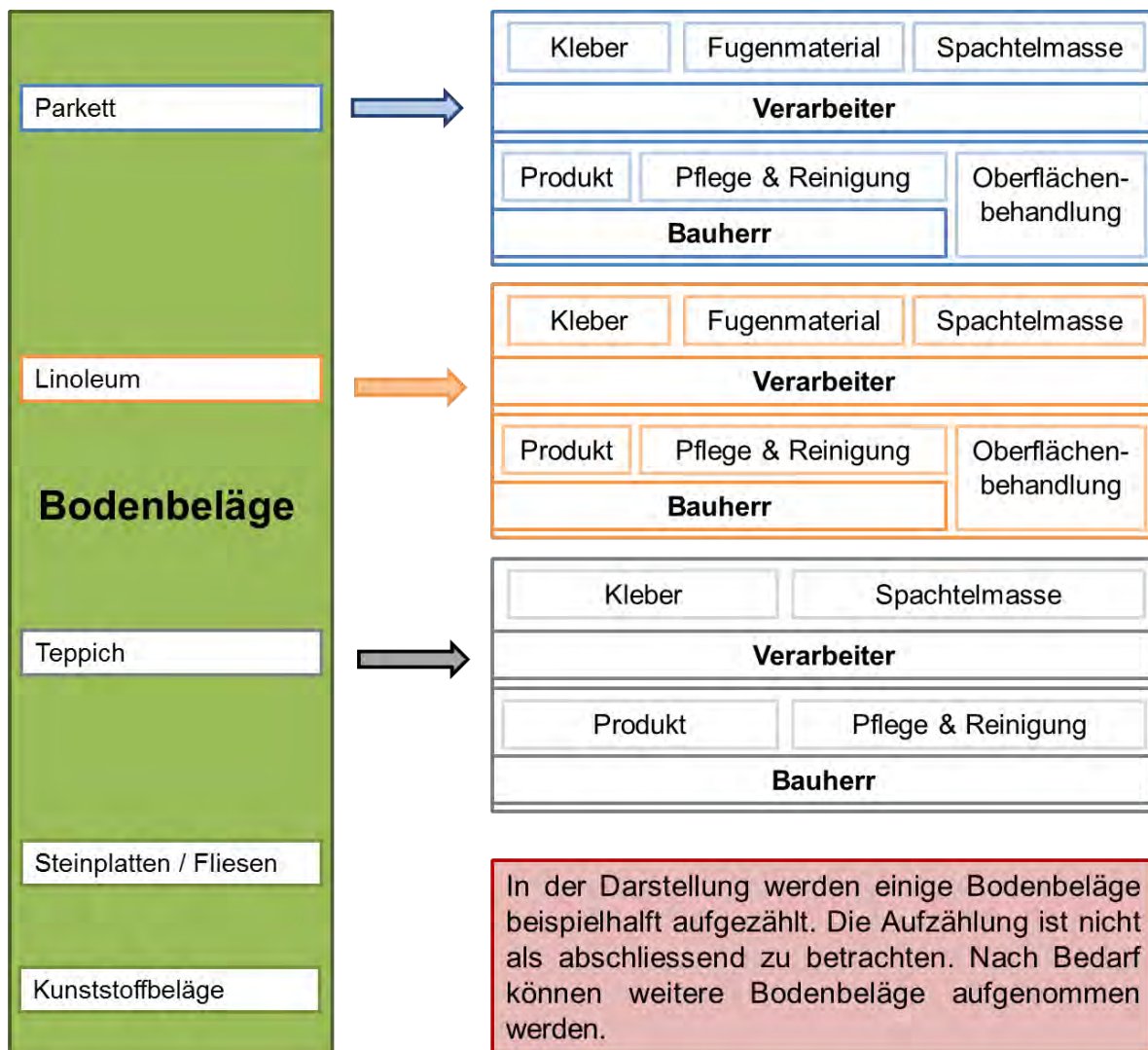


Abbildung 24: Übersicht zu Oberflächen Bodenbelag

Mit Hilfe der Darstellungen wird der Nutzer des Leitfadens sensibilisiert an welchen Stellen sich eine genaue Betrachtung der einzubauenden und einzuplanenden Materialien raumluft-technisch lohnt und das Risiko einer Luftverunreinigung vermindert werden kann. Zudem werden ihm konkrete Hinweise zur Umsetzung bei der Materialwahl an die Hand gegeben.

## **4 SCHLUSSBETRACHTUNG UND WEITERES VORGEHEN**

### **4.1 Schlussbetrachtung**

Der Hauptnutzen des Projektes liegt in der Sensibilisierung der Planer und Ausführenden. Es konnte eine konkrete Hilfestellung bei der Materialwahl geleistet werden. Mit dem Einsatz der in den QS-Massnahmen vorgesehenen Produkteliste kann das Risiko einer Verunreinigung der Raumluft durch VOCs sowie Aldehyde verringert werden.

Den Unternehmen des VGQ ist bewusst, dass sie in Zukunft die Daten der in den eigenen Bauvorhaben eingesetzten Baustoffe dokumentieren müssen. Diese auf ihr Emissionsverhalten hin überprüfen müssen und kritische Baustoffe und Verarbeitungsschritte identifiziert (Aldehyd- und VOC-Emission). Die Daten der in den Unternehmen für Holz- und Objektbau eingesetzten Baustoffe sind dokumentiert und in jeweils einer betriebspezifischen Datentabelle erfasst. Im Zuge des Workshops wurde der Wunsch geäußert, dass ein Standard-Begleitschreiben mit den Offertunterlagen mitgesandt werden sollte, in dem darauf hingewiesen wird, dass nach der Auftragserteilung die definitive Produktwahl bezüglich Raumluftqualität geklärt werden muss.

Die Entwicklung emissionsarmer Baustoffe und die Bereitstellung der für die Unternehmen notwendigen Informationen konnten durch das Projekt beschleunigt werden. Die Baustoffhersteller wurden durch das Projekt auf das Bedürfnis der Unternehmen sensibilisiert.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass mit einer bewussten Materialwahl die Formaldehyd- und die TVOC-Konzentration in der Raumluft deutlich reduziert werden kann.

### **4.2 Weiteres Vorgehen und Anregungen**

Die Betrachtung der Einzelmaterialien ist ein wichtiger Schritt um Raumluftbelastungen zu vermeiden. Jedoch beeinflussen Konstruktionsausführungen die Entstehung von Emissionen enorm. Werden beispielsweise diffusionshemmende Baustoffe eingesetzt bilden sich u. U. hohe Feuchtigkeit und damit die Gefahr von mikrobiellem Wachstum und den damit verbundenen Emissionen. Als sinnvolle Ergänzung des Katalogs ist daher die Konstruktion in Zusammenhang mit den ermittelten Produkten zu betrachten.

Am Workshop (siehe Kapitel 3.3.2) wurde von den VGQ-Unternehmen gewünscht, dass Kontrollmessungen, welche durchgeführt werden dem VGQ gemeldet und die Messungen gesammelt werden. So können Fehlerquellen von allen Mitgliedern vermieden werden. Sinnvoll wäre zudem, wenn zusätzlich die Daten weitergeleitet würden, von den Messungen, welche die Bauherren in Auftrag gegeben haben (z.B. für MINERGIE-eco).

Die Raumlufthmessungen haben gezeigt, dass der Luftwechsel einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis der Aldehyd- und TVOC-Werte hat. Hier hat sich in verschiedenen Gesprächen gezeigt, dass unter Standardbedingungen die Dichtigkeit der Gebäudehülle einen wesentlichen Einfluss auf die Konzentration der Emissionen hat. Diese Abhängigkeit soll näher untersucht werden.

## 5 VERZEICHNISSE

### 5.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gefahrstoffkennzeichnung inkl. Gefahrenbezeichnung sowie Beispielen ( <a href="http://www.wikipedia.org/Gefahrstoffe">www.wikipedia.org/Gefahrstoffe</a> , 2011).....	33
Tabelle 2: Zusammenstellung der Produkte bei denen zusätzliche Emissionsmessungen durchgeführt wurden. ....	40
Tabelle 3: Ergebnisse der Emissionanalyse, Zusammenfassung der Produkte und Emissionswerte.....	41
Tabelle 4: Ablauf und Klima während der Raumlufbmessungen .....	43
Tabelle 5: Verwendete Materialien und Alternativprodukte bei Prüfobjekt .....	45
Tabelle 6: Richtwerte und Messwerte der Formaldehydkonzentrationen sowie der TVOC Konzentration in der Raumlufb (Quelle: Ganz Klima).....	46
Tabelle 7: Übersicht über die eingesetzten Materialien in den gemessenen Objekten im Vergleich LIWOTEV Studie mit den aktuellen Messungen.....	49
Tabelle 8: Zusammenstellung der Messergebnisse der LIWOTEV Studie und dem aktuellen Objekt .....	49

## 5.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Diagramm zur Übersicht der Arbeitsschritte zur Abwicklung des Projektes .....	15
Abbildung 2: Beispiel eines Produktausweises aus dem Excel-Tool (Bothe, W., 2011) .....	20
Abbildung 3: Basisinformationen eines Produktausweises.....	21
Abbildung 4: Auszug der Arbeitsgattungen nach Baukostenplan massgebend für den Produktekatalog .....	22
Abbildung 5: Angaben zur Datensicherheit als Grundlage zur Bewertung eines Produktes(Bothe, W., 2011) .....	25
Abbildung 6: Erste Strukturierung der Funktion des Materials aus den betriebsspezifischen Katalogen .....	25
Abbildung 7: Punkteverteilung und Zuordnung des $QUH_{\text{Faktor}}$ inkl. Beschreibung der Skalierung (Bothe, W., 2011).....	28
Abbildung 8: Grundlagen zur Bewertung des Produkts .....	30
Abbildung 9: Angaben zu den Inhalts- bzw. Rohstoffen .....	31
Abbildung 10: Bewertung des Parameters "Inhaltstoff / CASNummer" .....	31
Abbildung 11: Bewertung des Parameters "Stoffherkunft" .....	32
Abbildung 12: Bewertung des Parameters "Gefahrstoffe" .....	32
Abbildung 13: Bewertung des Parameters "Gefahrstoffkennzeichnung" .....	34
Abbildung 14: Bewertung des Parameters "Volldeklaration" .....	35
Abbildung 15: Bewertung des Parameters "zu erwartende TVOC Emissionen" .....	36
Abbildung 16: Bewertung des Parameters " Sorption / Desorption von Feuchte" .....	36
Abbildung 17: Bewertung des Parameters "VOC Bindeverhalten" .....	37
Abbildung 18: Beispiel aus der Produkteliste .....	38
Abbildung 19: Gemessene Formalehydkonzentration mit Standardfehler ( $\pm 10\%$ ) sowie BAG Richtwert (rot) und Zielwert (grün), Quelle: Klima Ganz .....	47
Abbildung 20: Gemessene TVOC-Konzentration mit Standardfehler ( $\pm 20\%$ ), Quelle: Klima Ganz.....	47
Abbildung 21: Prozessphasen und Massnahmen die Einfluss auf die Materialentschiede haben. ....	52
Abbildung 22: Beispiel Übersichtsdarstellung Konstruktionseinheit „ Boden“ .....	56
Abbildung 23: Empfehlungen als Download-Dateien konzipiert .....	57
Abbildung 24: Übersicht zu Oberflächen Bodenbelag .....	58

### 5.3 Literaturverzeichnis

1. Bau- und Umweltchemie. (2007). LIWOTEV – Luftqualität in Wohnbauten mit tiefem Energieverbrauch. *Schlussbericht 1093-02, Projektnummer 2005-1093-02*. Schweiz.
2. Bothe, W. (2011). *Projekt-Handbuch: Planungssicherheit bei der Materialauswahl – Entscheidungskriterium Schadstoffemission*. DE-Weikersheim-Elpersheim: IQUH - Institut f. Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene.
3. Ganz, K. (2011). Prüfbericht Nr. 01-11-0184. Schweiz.
4. [www.wikipedia.org/Abfallverzeichnis-Verordnung](http://www.wikipedia.org/Abfallverzeichnis-Verordnung). (25. 12 2010). Abgerufen am 12. 07 2011 von [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (Abfallverzeichnis-Verordnung):  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Abfallverzeichnis-Verordnung>
5. [www.wikipedia.org/fluechtige\\_organische\\_Verbindingen](http://www.wikipedia.org/fluechtige_organische_Verbindingen). (19. 06 2011). Abgerufen am 05. 07 2011 von [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (VOC):  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Flüchtige\\_organische\\_Verbindingen](http://de.wikipedia.org/wiki/Fluechtige_organische_Verbindingen)
6. [www.wikipedia.org/Gefahrstoffe](http://www.wikipedia.org/Gefahrstoffe). (24. 03 2011). Abgerufen am 27. 06 2011 von [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (Gefahrstoffe): <http://de.wikipedia.org/wiki/Gefahrstoffe>
7. [www.wikipedia.org/Gefahrstoffkennzeichnung](http://www.wikipedia.org/Gefahrstoffkennzeichnung). (08. 02 2011). Abgerufen am 27. 06 2011 von [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (Gefahrstoffkennzeichnung):  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gefahrstoffkennzeichnung>
8. [www.wikipedia.org/REACH-Verordnung](http://www.wikipedia.org/REACH-Verordnung). (31. 03 2011). Abgerufen am 27. 06 2011 von [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) (REACH-Verordnung): <http://de.wikipedia.org/wiki/REACH>
9. [www.wikipedia.org/Reinstoff](http://www.wikipedia.org/Reinstoff). (09. 06 2011). Abgerufen am 27. 06 2011 von [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (Reinstoff): <http://de.wikipedia.org/wiki/Reinstoff>