

WERDVERLAG

Reto Coutalides

# Innenraumklima

Wege zu gesunden Bauten

**RETO COUTALIDES** (Herausgeber), geb. 1958, ist Umweltchemiker und Inhaber der Firma Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG in Zürich, die sich auf gesundes und nachhaltiges Bauen sowie auf Innenraummessungen spezialisiert hat. Er ist Referent am MAS Arbeit und Gesundheit an der ETH Zürich und an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) am Institut Life Sciences und Facility Management.

**WALTER STRÄULI**, geb. 1948, Architekt FH, arbeitet seit zwölf Jahren in der Metron Architektur AG in Brugg mit Schwerpunkt Bauleitung, insbesondere auch von öffentlichen Bauten. Sein Spezialgebiet ist ökologisches Bauen.

#### **PROJEKTPARTNER**

Bundesamt für Gesundheit

Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes (KBOB)

Koordinationsgruppe Ökologisch Bauen (KÖB): Mitwirkende Bauämter der Kantone Aargau, Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Bern, Graubünden, Thurgau, Zug, Zürich sowie der Städte Baden, Bern, St. Gallen, Zug und das Hochbauamt Fürstentum Lichtenstein

Metron Architektur AG

Staatssekretariat für Wirtschaft (seco), Direktion für Arbeit

Stadt Zürich: Amt für Hochbauten, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)

#### **BEGLEITGRUPPE**

Anita Binz-Deplazes, dipl. Arch. ETH, NDS Umweltlehre Uni ZH,

Hochbauamt Kanton Zürich, Stab, Ökologie

Markus Dietschi, Stellvertretender Leiter Fachstelle Luftreinhaltung

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)

Heinrich Gugerli, Dr. dipl. Ing. ETH/SIA, Fachstelle nachhaltiges Bauen,

Amt für Hochbauten der Stadt Zürich (Leitung Begleitgruppe)

René Reiser, Chemiker, Dr. sc. nat. ETH, seco, Direktion für Arbeit,

Grundlagen Arbeit und Gesundheit

Roger Waeber, dipl. Natw. ETH/SIA, Bundesamt für Gesundheit,

Sektion Chemie und Toxikologie

#### **DIE ÜBERARBEITUNG DES BUCHES WURDE DURCH FOLGENDE FIRMEN UND ORGANISATIONEN UNTERSTÜTZT**

Belimo Automation AG, Fermacell GmbH Schweiz, Flumroc AG, Forbo-Giubiasco SA, HWZ Kuratle&Jaecker AG, Keim Farben AG, Lignatur AG, Lignum Holzwirtschaft Schweiz, Metron Architektur AG, Pavatex SA, Pittsburg Corning (Schweiz) AG, SCHLAGENHAUF Malen Umbauen Fassaden, Saint-Gobin Isover AG

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>6</b>
<b>Stellungnahmen</b>	<b>8</b>
<b>Einführung</b>	<b>9</b>
<b>I Fallbeispiele</b>	<b>15</b>
Bauverzögerung infolge hoher Formaldehydwerte	16
Formaldehydsanierung mit Schafwolle	28
Falsche Siegelwahl – eine Belastung für die Gesundheit	34
Benzolbelastung durch mangelnde Gebäudewartung	40
Geölte Böden als Ursache von Geruchsemissionen	46
Störende Gerüche in einer Schulküche	54
Risiko Farbkonservierungsmittel	58
Holzschutzmittel im Blut – die Altlast Pentachlorphenol	63
Schädlingsbekämpfung in Wohnräumen	69
Keimbelastung durch eine Lüftungsanlage	75
Pech gehabt – Teeröle im Innenraum	78
<b>I Planerische Grundlagen</b>	<b>83</b>
Qualitätsanforderungen an das Innenraumklima	84
Einflüsse der Bauplanung und Baurealisierung	86
Emissionsarme Baumaterialien	87
Übersicht über raumluftrelevante Materialien	89
Raumluftrelevante Baustoffgruppen und ihre Labels	90
Ausgewählte Labels mit Bedeutung für die Raumluft	95
Innenraumrelevante Schadstoffe in bestehenden Gebäuden	99
Hilfsmittel	100
<b>I Planungsleistung Innenraumklima</b>	<b>107</b>
Einführung in die Planungsleistung Innenraumklima	108
Planungsmassnahmen	114
Übersichtsblätter zum Leistungsbeschrieb Innenraumklima	134

## Störende Gerüche in einer Schulküche

**I Ausgangslage/Symptome** Nach Abschluss der Bauarbeiten in einem Sonderschulheim im Herbst 2003 wurde von der Lehrerschaft in der Schulküche ein eigenartiger, starker, süßlicher, unangenehmer chemischer Geruch festgestellt. Im Frühjahr 2005 wurden Befürchtungen und Ängste wegen des Geruches vermehrt geäußert. Zudem wurde beobachtet, dass die Zimmerpflanzen abstarben. Bei einer Begehung im Dezember 2005, an der der Bodenbelagshersteller, der Architekt sowie Mitglieder der Schulleitung dabei waren, wurde von den meisten Teilnehmern ein «spezieller, nicht genau zu definierender Geruch» festgestellt. Darauf wurde beschlossen, eine Raumluftmessung durchführen zu lassen.

**I Materialerfassung** Der verbaute Bodenbelag wurde mit Hilfe von Deklarationen und Datenblättern abgeklärt. Der Epoxidharz-Bodenbelag besteht aus verschiedenen Schichten. Als Harzkomponente wurde ein Kondensationsprodukt aus Bisphenol A und Epichlorhydrin (Epoxi-GE, EPV50) eingesetzt, als Härter Gemische aus aliphatischen, aromatischen und cycloaliphatischen Aminen (Härter 310 B, Härter 510 B). Zur Mattversiegelung kam ein 2-Komponenten-Polyurethanharz zum Einsatz.

### I Materialien des Bodenaufbaus in der Schulküche

Bereich	Produkt	Flüchtige Anteile	Gehalt	Bemerkungen
Imprägnierung	Epoxi EP V50/ Härter 51 B	Benzylalkohol	10–25 %	R20/22
Mattversiegelung	2-K PU unbekannt	2-Methoxy-1-methylethylacetat	10–25 %	R 10, R 36
Eubacor glatt	Epoxi-GE/Härter 31 B	Benzylalkohol, Alkylbenzol	25–50 %	R 20/22
Unterschicht	Epoxi EP V50/ Härter 51 B	Benzylalkohol	10–25 %	R 20/22
Zementöser Unterlagsboden	unbekannt	Keine		
Trittschalldämmung	unbekannt	Keine		

**I Messungen** Bei einer Begehung im Januar 2006 stellte man fest, dass der Epoxidharz-Bodenbelag im Wandanschluss-/Sockelbereich starke Unebenheiten und Blasenbildungen aufwies.

Im Januar 2006 wurde die erste Raumluftmessung auf Lösemittel und Aldehyde durchgeführt. Aufgrund der gefundenen Werte empfahl man, den Bodenbelag abzuschleifen. Im April 2006, nachdem der Bodenbelag abgeschliffen war, wurde nochmals unter gleichen Bedingungen gemessen.

## I Übersicht über die gefundenen relevanten Substanzen resp. Substanzklassen

Substanz	Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
	Januar 2006	April 2006
n-Hexan	n.n.	144
Benzylalkohol	1250	2050
Benzaldehyd	79	207
Summe Aromaten	63	57
Verschiedene	98	182
<b>TVOC</b>	<b>1490</b>	<b>2640</b>

n.n.: die Konzentration lag unter der Nachweisgrenze von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die zweite Messung im April zeigte gegenüber der Messung im Januar deutlich erhöhte Raumluftwerte. Die gemessenen Werte stimmten mit der subjektiven Geruchswahrnehmung überein. Offensichtlich wurde durch das Abschleifen des Bodenbelages das vorhandene Lösemitteldepot im Zementunterlagsboden geöffnet.

**STOFFPORTRAIT BENZYLALKOHOL** Benzylalkohol wird bei Epoxydharzen unter anderem dazu verwendet, um das Reaktionsprodukt auf die gewünschte Viskosität zu bringen. Zudem wirkt Benzylalkohol regulierend auf den Verlauf und den Härtingsprozess. Dieses Lösemittel entweicht normalerweise während des Härtevorgangs aus dem Produkt. Reines Benzylalkohol hat einen leicht aromatischen, alkoholischen Geruch. Geruchsschwellen von Benzylalkohol sind in der einschlägigen Literatur nicht vorhanden. Nielsen et al.<sup>1</sup> vermuten die Geruchsschwelle in Analogie zur chemisch ähnlichen Substanz 2-Phenylethanol bei ca.  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und errechneten basierend auf Toxikologiedaten über Benzylalkohol einen gesundheitlichen Richtwert für eine erwachsene Person von  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Unter Berücksichtigung von empfindlichen Personen gegenüber dieser Chemikalie wird als Konvention ein Sicherheitsfaktor von 10 angenommen. Somit wäre längerfristig ein gesundheitlicher Benzylalkohol-Wert, der unter  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt, anzustreben. Das nach Bittermandelöl riechende Benzaldehyd entsteht durch Oxidation des Benzylalkohols. Es kann als sekundäre Emissionsquelle betrachtet werden. Für Benzaldehyd gilt ein gesundheitlicher Richtwert<sup>2</sup> für Innenräume von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der etwa dem Geruchsschwellenwert<sup>3</sup>, von  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entspricht.

<sup>1</sup>Nielsen, Gunnar et al., Chemical and Biological Evaluation of Building Material Emissions, Indoor Air 1997, 7:17–32

<sup>2</sup>Pluschke Peter, Luftschadstoffe in Innenräumen:

ein Leitfaden, Springer, 1996

<sup>3</sup>Devos M. et al, Standardized Human Olfactory Thresholds, Oxford University Press 1990

**INFO** Epoxidharz-Produkte sind Reaktionsharze. Darunter versteht man Produkte die durch eine chemische Reaktion die letztlich gewünschten Materialeigenschaften erhalten. Die reaktiven Komponenten, das Harz und der Härter werden bei Bodenbelägen auf der Baustelle vor Ort zur Reaktion gebracht. Die beiden Komponenten müssen im richtigen Verhältnis gemischt werden. Wird dies nicht eingehalten, ist das Aushärten nicht sichergestellt. Epoxidharze können bei den Verarbeitenden Sensibilisierungen auslösen, die bei vermehrtem Kontakt zu allergischen Hauterkrankungen führen können.

**I Sanierungsmassnahmen** Der gesamte Zementunterlagsboden inklusive der Trittschallldämmung wurde ausgebaut. Danach wurde ein neuer schwimmender Zementunterlagsboden mit Haftbrücke und einer neuen Trittschalldämmung verlegt. Anschliessend wurde der Kautschukbodenbelag vollflächig verklebt und mit einem 2-Komponenten-Polyurethanharz bauseitig versiegelt. Zudem wurden in der Schulküche alle Oberflächen (Wände, Decken, Radiatoren) feucht mit Seifenwasser gereinigt. Nach der Sanierung waren keine unangenehmen chemischen Gerüche mehr wahrnehmbar und es kam zu keinen weiteren Klagen. Aus diesem Grund verzichtete die Schulleitung auf eine Nachmessung. Die Kosten ohne die Messungen und administrativen Aufwendungen beliefen sich auf zirka Fr. 60 000.–.

## Raumluftrelevante Baustoffgruppen und ihre Labels

Baumaterialien	Problematische Schadstoffe (je nach Produkt)	Empfehlung	Deklaration/ Label	Emissionsverhalten <sup>1</sup>
Anstrichstoffe	<b>Detaillierte Zusammenstellung Seite 92 ff.</b>			
Holzwerkstoffe	Formaldehyd, Phenol, Isocyanat (4,4'-MDI)	Bei Raumbeladung > 0,1–0,2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> formaldehydfrei gebundene Platten, < 0,1 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> Einsatz von Labelprodukten	E1 Blauer Engel RAL-UZ 76 HWZ Gütesiegel natureplus-Label SIA 493.05	Kontinuierliche Emission über lange Zeiträume (Abbau des Bindemittels)  <b>Fallbeispiele Seiten 16, 28</b>
Holzschutzmittel	Lösemittel, Biozide, Konservierungsstoffe	Keine Holzschutzmittel in beheizten Wohn- und Schlafräumen verwenden	LIGNUM	Je nach Dampfdruck Emissionen über lange Zeiträume, Sekundärkontamination
Elastische und textile Bodenbeläge	Konservierungsstoffe, Formaldehyd, z. T. Weichmacher mit Spaltprodukten (z. B. 2-Ethylhexanol aus DEHP), Lösemittel	Vermeidung von Synthesekautschukrücken bei Teppichen, keine vollflächige Verklebung mit lösemittelhaltigen Klebern, trockene Untergründe	SIA 493.11 GuT RAL-UZ 120 RAL-UZ 128 natureplus-Label	In der Regel langsame Abnahme der Emissionen über längeren Zeitraum
Fugendichtungen/ Kitte	Lösemittel, Weichmacher (früher PCB), Aldehyde, 2-Butanonoxim aus Silikondichtungen	Lösemittelfreie Produkte verwenden, Produkte, die keine toxischen Reaktionsprodukte abspalten, verwenden	SIA 493.07 RAL-UZ 123	Hohe Anfangsemissionen, die in der Regel schnell zurückgehen
Fugenlose Bodenbeläge	Lösemittel, Weichmacher	Lösemittel- und weichmacherfreie Produkte verwenden, Produkte, die keine toxischen Reaktionsprodukte abspalten, verwenden		Je nach Bodenbelag und evtl. Oberflächenbehandlung unterschiedliche Emissionen und Emissionsverläufe  <b>Fallbeispiele Seite 54</b>
Klebstoffe	Lösemittel, monomere Isocyanate, div. Restmonomere, Formaldehyd, Konservierungsstoffe	Kein grossflächiger Einsatz von lösemittelhaltigen Produkten, wenn möglich einen Dispersionsleim verwenden	SIA 493.06 GEV-Emicode® EC 1, sehr emissionsarm. EC 2, emissionsarm, EC 3, nicht emissionsarm RAL-UZ 113	Die Emissionen sind stark von der Applikation, Abdeckung sowie Art und Menge des Klebers abhängig. Keine generelle Aussage zum Emissionsverhalten möglich. Verzögerung des Emissionsverlaufes durch den Bodenbelag

<sup>1</sup> Gehrig, R. et. al.: Schadstoffemissionsverhalten von Baustoffen, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, 1995

## Phase 3 Projektierung

### | Phase 31 Vorprojekt

Die Ziele der Phase 31 Vorprojekt sind die Optimierung des Konzeptes und der Wirtschaftlichkeit, konkret genannt werden in SIA 112 die Konzepte: Konstruktion, Nutzung, Energie, Ökologie, Materialien/Farben.

Dieser Planungsabschnitt beinhaltet folgende Aspekte der Planungsleistung Innenraumklima:

- Die personelle Zuweisung des Themas innerhalb des Planungsteams
- Die Leistungen Innenraumklima in Planerverträgen vereinbaren
- Die detaillierte Schadstoffaufnahme bei Umbauten und Sanierungen
- Die Optimierung der Situierung der Bauten in Bezug auf Immissionen
- Die Bewertung der Varianten der Gebäudekonzeption und der Haustechnik in den gewählten Planungsschwerpunkten
- Ein Konstruktions- und Materialkonzept mit geringem Emissionspotenzial
- Das Lüftungskonzept
- Die Vermeidung elektromagnetischer Strahlung
- Die Berücksichtigung der Auslüftungszeit im Terminplan
- Die Definition von Nutzung und Betrieb

Grundlegende Anforderungen wie architektonische Gestaltung, Benutzerverhalten und weitere Kriterien werden als bekannt vorausgesetzt und in diesem Rahmen nicht behandelt.

Planungshilfsmittel ist die Tabelle Planungsschwerpunkte Seite 84.

**PERSONELLE ZUWEISUNG DES THEMAS** Das Thema Innenraumklima muss innerhalb der Projektorganisation des Planungsteams zugewiesen werden.

**LEISTUNGEN INNENRAUMKLIMA IN PLANERVERTRÄGEN VEREINBAREN** Die Bauherrschaft muss vor Vertragsabschluss die Planungsschwerpunkte Innenraumklima festlegen und die entsprechenden Leistungen mit dem Planungsteam vereinbaren. Die erforderlichen Spezialisten (Bauökologie/Baubiologie) sind rechtzeitig beizuziehen.

Download:  
[www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch)

KBOB, IPB  
Empfehlung 2004/1  
Gutes Innenraumklima  
ist planbar  
[www.bbl.admin.ch/kbob](http://www.bbl.admin.ch/kbob)

KBOB, Eco-Bau, IPB  
Empfehlung 2008/1  
Nachhaltiges Bauen in  
Planer- und Werkverträgen  
[www.bbl.admin.ch/kbob](http://www.bbl.admin.ch/kbob)

## I Phase 5 Realisierung

### 52 Ausführung

Leistungsbereich/ Modul	Erwartete Ergebnisse/ Dokumente	Leistungen und Entscheide des Auftraggebers	Leistungen der Planer: Mögliche Modulinhalte	Verweis auf Hilfsmittel
521 Organisation	Standardablauf des Änderungswesens	Genehmigung des Änderungswesens	Standardablauf des Änderungs- wesens definieren und durchführen, unter Berücksichtigung der Ziel- vereinbarung Innenraumklima	
522.1 Bauleitung	Informationsunterlagen für Unternehmer		Information und Instruktion der Bauleitung und der beteiligten Unternehmer und Lieferanten über Zielvereinbarung Innen- raumklima	<b>Zielvereinbarung Innenraumklima Seiten 121, 122</b>  <b>Planungsblatt Innenraumklima, Phase 52</b>  <b>Download: <a href="http://www.eco-bau.ch">www.eco-bau.ch</a></b>
	Protokolle der Werkstatt- und Baustellenkontrollen, Prüfprotokolle		Kontrolle der Arbeiten und Lieferungen, bezüglich Einhaltung der Zielvereinbarung Innenraum- klima, insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien und Ausführung, allenfalls Anordnung von Materialprüfungen</li> <li>• Überprüfung der Leistungen der Anlagen sowie der Gebäudekon- zeption und der Bedingungen zu Bauwerksbetrieb und Bauwerksun- terhalt, allenfalls mit Kontrollmes- sungen, Schnittstellen der Haustechniksysteme im Betrieb überprüfen</li> </ul>	<b>KBOB, IPB Empfehlung 2004/1 <a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob">www.bbl.admin.ch/ kbob</a></b>
	Optimierte Ausführungs- bedingungen		Massnahmen zur Bauwerkstrock- nung einleiten	
522.2 Bauschlussreinigung	Vorgehen Bauschlussreinigung	Reinigungskonzept genehmigen	Bauschlussreinigung abstimmen auf Unterhaltsreinigung	
522.3 Externe Baustellen- kontrolle	Protokoll der Baustellenkontrollen	Anfordern einer externen Baustellenkontrolle	Durchsetzen der Zielvereinbarung durch Einsatz externer Baustellen- kontrollen nach Bedarf	
524 Termine	Terminplanung		Gewährleistung der vorgesehenen Austrocknungs- und Auslüftungszeit	

## I Phase 5 Realisierung

### 53 Inbetriebnahme, Abschluss

Leistungsbereich/ Modul	Erwartete Ergebnisse/ Dokumente	Leistungen und Entscheide des Auftraggebers	Leistungen der Planer: Mögliche Modulnhalte	Verweis auf Hilfsmittel
532.1 Inbetriebnahme	Abnahmeprotokolle	Abnahme des Bauwerks	<p>Abnahme des Bauwerks entsprechend Zielvereinbarung Innenraumklima, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien und Konstruktion</li> <li>• Haustechnik und Gebäudekonzept:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Überprüfung der Leistungen und der Anforderungen im Winter- und Sommerhalbjahr sowie der Anforderungen an Bauwerksbetrieb und Bauwerksunterhalt</li> <li>– Kontrolle der Schnittstellen aller Anlagensysteme untereinander und mit der Gebäudekonzeption (integrierte Tests)</li> </ul> </li> <li>• Einhaltung der Austrocknungs- und Auslüftungsfrist entsprechend Zielvereinbarung</li> </ul>	<p><b>Zielvereinbarung Innenraumklima</b> Seiten 121, 122</p> <p><b>KBOB, IPB</b> <b>Empfehlung 2004/1</b> <a href="http://www.bbl.admin.ch/kbob">www.bbl.admin.ch/kbob</a></p>
532.2 Bauwerksakten	Merkblätter zu Betrieb- und Unterhalt mit Schwerpunkt Innenraumklima für Betreiber und Benutzer	Bestellen der Unterlagen	<p>Übergabe der Unterlagen für Bauwerksbewirtschaftung und Gebäudeunterhalt mit innenklimarelevanten Angaben, Einführung der Benutzer in das Gebäude</p>	
	Dokumentation des Bauwerks		Bauwerksdokumentation erstellen mit den verwendeten Materialien inkl. Deklarationen, Messwerten etc.	
	Ergebnisse der Abnahmemessungen		Messungen durch Spezialisten in ausgewählten Bereichen (Schadstoffe, Keime, Feinstaub, Luftwechsel, thermische Behaglichkeit etc.) entsprechend Zielvereinbarung Innenraumklima und Anforderungen Gebäudelabel	
	Revisionspläne		Aktualisieren der Baubeschriebe und der Pläne	
532.3 Garantieabnahme	Garantieabnahme	Bestellen der Überprüfung der Zielvereinbarung Innenraumklima	<p>Überprüfung der Zielvereinbarung Innenraumklima bei Ablauf der zweijährigen Garantiefrist</p>	<p><a href="http://www.s-cert.ch">www.s-cert.ch</a> &gt; <b>produkte</b> &gt; <b>gutes innenraumklima</b></p>

## Altersheim Haus Unteres Gremm, Teufen, AR



**I Projekt** Der drei- bis fünfgeschossige Neubau des Altersheims Unteres Gremm im appenzellischen Teufen liegt am Fuss des Hügels Gremm mit Aussicht auf den Säntis. Das Neubauprojekt wurde in einem offenen Wettbewerb ausgeschrieben. Das siegreiche Projekt ist eine in drei Körper gegliederte und gestaffelte Baute, die sich so trotz ihrer Grösse ins Ortsbild und in die Topografie einfügt. Dem Neubau mussten ein Bauernhaus sowie das ehemalige Schwesternhaus weichen.

Das Gebäude wird über den Haupteingang im Westen erschlossen. Im Erdgeschoss befinden sich die Gemeinschaftsräume wie Cafeteria, Speisesaal, Ateliers, Therapiezimmer und Andachtsraum. In den zwei bis vier Obergeschossen sind die 60 Bewohnerzimmer, unterteilt in Wohngruppen mit Gemeinschaftsküchen, Einzelzimmern und Zimmern, die zu Appartements zusammengelegt werden können.

Das Haus Unteres Gremm ist das erste Altersheim der Schweiz, das nach dem Standard MINERGIE-ECO® geplant, erstellt und zertifiziert wurde. Zusätzlich konnte das Gebäude mit dem Label GI GUTES INNENRAUMKLIMA® ausgezeichnet werden.



**I Bauökologie** Die beiden Labels MINERGIE-ECO® und GI GUTES INNENRAUMKLIMA® wurden erst in der Projektierungsphase zum Thema. Die Bauökologen prüften als erstes das bestehende Vorprojekt anhand des Nachweisinstruments MINERGIE-ECO®. Das Ergebnis war zuerst knapp ungenügend, insbesondere weil das Gebäude mit seiner Gliederung nicht genügend kompakt war und eine Massivbauweise mit aussenliegender Wärmedämmung realisiert werden sollte. Die im Wettbewerb noch vorgesehene Holzfassade wurde von der kantonalen Gebäudeversicherung nicht bewilligt. Mit Änderungen am Lüftungskonzept und bei der Materialwahl von Dämmung und Putz des Wärmedämmverbundsystems konnte die nötige Punktzahl aber erreicht werden.

Die Ausschreibung erfolgte einerseits mit Hilfe der Ausschlusskriterien von MINERGIE-ECO® und den eco-devis, andererseits nach der Planungsleistung Innenraumklima. Dabei wurden sämtliche für die Raumluft relevanten Materialien und Schichtaufbauten genau beschrieben und bemustert. Sämtliche Ausschreibungstexte sowie eingehende Offerten von Unternehmern wurden von den Bauökologen geprüft und beurteilt. Eine besondere Herausforderung stellten hierbei die Lackierungen auf diverse, zum Teil grossflächig verbaute furnierte und lackierte Holzoberflächen und Möbel dar. In enger



Neubau Altersheim Haus  
Unteres Gremm, Teufen, AR

## AUSGEZEICHNETE BAUTEN

Zusammenarbeit mit Schreincrn und Lackherstellern wurden Lacksysteme gefunden, welche die hohen Anforderungen bezüglich Kratzfestigkeit und Beständigkeit gegenüber Desinfektionsmitteln und gleichzeitig geringe (<5 %) Anteile an organischen Lösemitteln aufweisen.

Während der Bauzeit führten die Bauökologen regelmässig Baustellenkontrollen durch. Da die örtliche Bauleitung bereits während Projektierung und Ausschreibung im Projektteam integriert und entsprechend sensibilisiert war, konnten die strengen Vorgaben eingehalten und das Projekt erfolgreich realisiert werden.

### I Steckbrief

<b>Bauherrschaft</b>	Einwohnergemeinde Teufen, AR
<b>Architekt</b>	Jaeggi Meyer Architekten, Zürich
<b>Planung/Realisation</b>	Jaeggi Meyer Architekten, Zürich / Ammann Partner AG, Stein
<b>Fachberatung Bauökologie</b>	Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG, Zürich
<b>Planungszeit</b>	2005 bis 2006
<b>Bauzeit</b>	2006 bis 2008
<b>Anzahl Bewohnerzimmer</b>	60
<b>Bruttogeschossfläche</b>	7 251 m <sup>2</sup>
<b>Energiebezugsfläche HG 1-4</b>	6 040 m <sup>2</sup>
<b>Volumen SIA [416]</b>	25 325 m <sup>3</sup>

**I Zertifizierung** Das Gebäude wurde zur Zertifizierung bei der S-Cert AG angemeldet. Aufgrund der Zertifikatsanforderungen mussten sechs Räume auf Aldehyde und VOC gemessen werden. Zudem wurde in zwei Räumen die Zuluft auf Keime und Feinstaub überprüft.

### AUSZUG DER MESSDATEN

Substanz	50-P	95-P	Max	GI-Zertifikatswert <sup>1</sup>
Formaldehyd	45	54	55	≤ 60
Hexaldehyd	33	43	44	≤ 60
Aliphatische KW	n. n.	n. n.	n. n.	≤ 500
Aromatische KW	55	126	143	≤ 500
Carbonsäuren, Alkohole, Ether	28	36	37	≤ 300
Ester	23	45	51	≤ 300
Glykole/Derivate	118	147	148	≤ 300
Siloxane	44	76	85	≤ 500
Terpene	20	34	34	≤ 400
TVOC	535	822	823	≤ 1000

<sup>1</sup> Zertifikatswerte:  
www.s-cert.ch > produkte  
> gutes innenraumklima  
> zertifikatsanforderungen

Werte in µg/m<sup>3</sup>, n.n.: unterhalb Bestimmungsgrenze VOC (10 µg/m<sup>3</sup>) und Aldehyde (2 µg/m<sup>3</sup>).  
Es wurde noch Acetaldehyd, Propionaldehyd, Butyraldehyd und Valeraldehyd nachgewiesen.

**MESSDATEN KEIME<sup>2</sup>**

Organismen [KBE/m <sup>3</sup> ] <sup>3</sup>	Aussenluft (AUL)	Zuluft 1 (ZUL)	Zuluft 2 (ZUL)	GI-Zertifikatswert
Bakterien	30	<4	<4	≤190
Thermoactinomyceten	n. n.	n. n.	n. n.	0
Schimmelpilze <sup>4</sup>				
Durchschnitt	77	<4	<4	≤120
Maximum	100	<4	<4	≤120

n.n. nicht nachgewiesen, Bestimmungsgrenze Schimmelpilze < 4 KBE/m<sup>3</sup>

**MESSDATEN PARTIKEL**

Partikelklasse [Partikel/Liter]	Aussenluft (AUL)	Zuluft 1 (ZUL)	Zuluft 2 (ZUL)	GI-Zertifikatswert
Partikel > 0.8 µm	424	67	8	≤150
Partikel > 2.0 µm	40	1	<1	≤ 10

n.n. nicht nachgewiesen

Aufgrund der Messresultate konnte das Gebäude mit dem Label GI GUTES INNENRAUMKLIMA<sup>®</sup> ausgezeichnet werden<sup>5</sup>.



[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch) > produkte  
> gutes innenraumklima  
> referenzobjekte

<sup>2</sup> Alle Ergebnisse sind basierend auf der Wahrscheinlichkeit, dass bei zunehmender Anzahl Mikroorganismen pro Probe mehrere Mikroorganismen in das gleiche Loch des Lochdeckels eintreten, korrigiert  
<sup>3</sup> Kolonie bildende Einheit  
<sup>4</sup> Es ist der Durchschnittswert der Ergebnisse für alle drei benutzten Nährböden angegeben

## Mehrfamilienhaus Vogelnest, Freiburg im Breisgau

**I Projekt** Beim Projekt handelt es sich um das erste viergeschossige Haus in Holzbauweise in Baden-Württemberg mit neun Eigentumswohnungen. Das Forschungsprojekt wurde gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Bei der Konstruktion handelt es sich um eine Holzrahmenbauweise mit Brandschutzwänden und Decken aus Stahlbeton und freistehendem Treppenhaus mit Aufzug in Stahlbetonbauweise. Ein individuelles Gesundheitskonzept für zwei besonders von Allergien betroffene Familien inkl. ausführlicher umweltmedizinischer Anamnese und individueller Baustoffauswahl führte zu einem allergikergerechten Innenausbau.



[www.ferienwohnung-vogelnest.de](http://www.ferienwohnung-vogelnest.de)



**I Bauökologie** Die Wandaufbauten von aussen nach innen wurden wie folgt verwirklicht: Mineralischer Aussenputz, 50 mm Holzfaserplatte, 200 mm Holzrahmen mit Zellulosedämmung, 15 mm OSB Platten mit verklebten Stößen als Dampfbremse, zwei versetzte Lagen Gipsfaserplatte, 40 mm Installationsebene mit Holzfaserdämmplatte, 12,5 mm Gipskartonplatte mit Karbonfasern als Elektromogschutz, Innenwandfarbe (u. a. Rotkalk). Der U-Wert der Wandaufbauten beträgt 0,17W (m<sup>2</sup>K). Der Dachaufbau von oben nach unten: Gründach, Dachabdichtung, OSB-Platte 24 mm, Zellulose 240 mm, Dampfbremsbahn, Lattung, 2-lagige Gipsfaserplatte. Der U-Wert des Dachaufbaus beträgt 0,19W(m<sup>2</sup>K). Die Oberflächen der Innenräume auf Wände und Decken bestehen aus Rotkalkputz, als Bodenbelag wurde werkseitig geölter Holzparkett verklebt. Für die Ausbauteile (Türen, Fenster) wurden 3-fachverglaste Holzfenster U<sub>g</sub>-Wert 1,0W (m<sup>2</sup>K) verwendet.

### I Steckbrief

<b>Bauherrschaft</b>	Eigentümergeinschaft «Vogelnest» GbR
<b>Architekt</b>	Planwerkstatt Ralf und Karin Vogel Freie Architekten, 76297 Stutensee-Spöck, BRD
<b>Planung/Realisation</b>	Zimmerei Grünspecht, Freiburg im Breisgau
<b>Fachberatung Bauökologie</b>	Sentinel-Haus Institut, Freiburg im Breisgau
<b>Planungszeit</b>	2006
<b>Bauzeit</b>	2006
<b>Bruttogeschossfläche</b>	1,033 m <sup>2</sup>
<b>Energiebedarf</b>	56,8 kWh/m <sup>2</sup> a

## AUSGEZEICHNETE BAUTEN



Mehrfamilienhaus Vogelnest,  
Freiburg im Breisgau

**I Zertifizierung** Eine nachträglich umgebaute Ferienwohnung wurde zur Zertifizierung bei der S-Cert AG angemeldet. Es wurde ein Raum auf VOC und Aldehyde überprüft.

### AUSZUG CHEMISCHEN MESSUNGEN<sup>1</sup>

Substanz	Ferienwohnung	GI-Zertifikatswert <sup>1</sup>
Formaldehyd	34	≤ 60
Hexaldehyd	46	≤ 60
Aliphatische KW	n. n.	≤ 500
Aromatische KW	n. n.	≤ 500
Carbonsäuren, Alkohole, Ether	n. n.	≤ 300
Ester	n. n.	≤ 300
Glykole/Derivate	n. n.	≤ 300
Siloxane	26	≤ 500
Terpene	141	≤ 400
TVOC	234	≤ 1000

Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , n.n.: unterhalb Bestimmungsgrenze VOC ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Aldehyde ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).  
Es wurde noch Acetaldehyd, Propionaldehyd, Butyraldehyd und Valeraldehyd nachgewiesen.



Aufgrund der Messresultate konnte die Ferienwohnung mit dem Label GI GUTES INNENRAUMKLIMA® ausgezeichnet werden.

<sup>1</sup> Zertifikatswerte:

[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch) > produkte  
> gutes innenraumklima  
> zertifikatsanforderungen

[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch) > produkte  
> gutes innenraumklima  
> referenzobjekte

empfohlen. Aus diesem Grund plädieren wir dafür, dass der Anteil Unzufriedener in Bezug auf die Geruchsbelastung kleiner als 15 Prozent sein soll. Bei Klagefällen empfehlen wir die Bewertung des Geruches mit einem möglichst standardisierten Vorgehen mit neutralen Testpersonen.

- Ist eine Klimaanlage oder eine Bedarfslüftung installiert, ist eine Überprüfung der Effizienz der Anlage nötig. Die Kohlendioxidkonzentration dient hier als Messgrösse. Wir plädieren dafür, dass die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration (Durchschnitt während Nutzung) 1000 ppm und die Spitzenkonzentration 1500 ppm nicht überschreiten darf.

<b>Vorsorgliche Messung Bauübernahme Kontrollmessung</b>	<b>Klagen über gesundheitliche Beschwerden</b>	<b>Bewertungsschema für die Innenraumluftqualität</b>
<p><b>Anforderungen an die Raumluftqualität 2–3 Monate nach Bau- bzw. Renovationsende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine kanzerogene Verbindungen (Verhältnis Innen- zu Aussenluft &lt;1,3)</li> <li>• Formaldehyd kleiner als 60 µg/m<sup>3</sup></li> <li>• TVOC kleiner als 1000 µg/m<sup>3</sup>, wobei bestehende gesundheitsbasierte Richtwerte für einzelne Verbindungen eingehalten werden müssen</li> <li>• weniger als 15% Unzufriedene auf Grund des Geruches</li> <li>• bei Lüftungsanlagen CO<sub>2</sub>-Konzentration kleiner als 1000 ppm (Mittel), bzw. 1500 ppm (Spitzenkonzentration)</li> </ul>	<p><b>Abklärungen (anhand Befragung und Begehung)</b> mögliche Ursachen identifizieren</p> <hr/> <p><b>evtl. Messungen</b> chemische Verbindungen biologische Keime physikalische Parameter</p> <hr/> <p><b>Bewertung der Ergebnisse</b> exakte Einzelstoffbewertung fallbezogen</p>	

## Label zur Beurteilung des Innenraumklimas

Das Label GI GUTES INNENRAUMKLIMA® wurde Anfang 2006 lanciert. Es beruht auf Messungen, welche in Bauten mit und ohne ökologische und raumlufthygienische Optimierung erhalten wurden. Daraus leitete man Zertifikatswerte für Einzelsubstanzen ab.<sup>1</sup> Diese müssen für Neu- und Umbauten 30 bis 100 Tage nach den letzten Bauarbeiten erreicht werden. Für Gebäude mit Lüftungsanlagen wurden zusätzlich Zertifikatswerte für Keim- und Feinstaubkonzentrationen in der Zuluft festgelegt.

Die Zertifikatswerte dienen in der Praxis als vertraglich (Planerverträge und Werkverträge) festgelegte und zu erreichende Werte, die nach Bauende mit Abschlussmessungen überprüft werden.

Seit 2009 können auch Bauten im Bestand zertifiziert werden. Darunter fallen Bauten, die seit mindestens zwei Jahren keine Erneuerungsarbeiten er-



Zielvereinbarung Seite 122

<sup>1</sup> Coutalides R. et al., Ein neues Schweizer Label für die Zertifizierung des Innenraumklimas, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, 67, Nr. 3, 63–69, 2007  
[www.raumlufthygiene.ch](http://www.raumlufthygiene.ch)

Neubauprojekt Sportanlage HPS,  
ETH Zürich Hönggerberg



Durchschnittlich gefundene  
VOC-Konzentrationen  
Seite 202

Zielvereinbarung  
Seiten 121, 122

[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch)

fahren. Für Bauten in Bestand wurden aufgrund von Datenbankauswertungen<sup>1</sup> neue Zertifikatswerte für chemische Schadstoffe festgelegt, zusätzlich wird auch der Kohlendioxidgehalt bei vorgesehener Nutzung unter üblichen Betriebsbedingungen gemessen.

Das Label stellt strenge und überprüfbare Kriterien an die Messfirmen und Analyselabors. Die Labelvergabe wird von der unabhängigen Schweizerischen Zertifizierungsstelle für Bauprodukte, S-Cert AG, durchgeführt.

Die Zertifizierungsstelle legt die Anzahl der zu messenden Räume fest und ist verantwortlich für die Auditierung der für die Messung zugelassenen Analyselabors und Messfirmen sowie für die Überprüfung der Konformität des Zertifizierungsablaufes. Eine Liste der zugelassenen Messfirmen ist auf deren Homepage veröffentlicht. Das Label macht keine Aussagen, auf welchem Wege ein gutes Innenraumklima erreicht werden soll; es kann durch die Anwendung verschiedener Qualitätssicherungsinstrumente wie der PLANUNGSLEISTUNG INNENRAUMKLIMA®, MINERGIE-ECO® oder des Sentinel-Haus-Konzepts oder anderer Baustandards erreicht werden.



[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch) > produkte  
> gutes innenraumklima  
> zertifikatsanforderungen

Die Zertifikatsanforderungen für Neubauten sowie für Bauten im Bestand sind auf der Homepage der Zertifizierungsstelle aufgeführt und können dort heruntergeladen werden.

<sup>1</sup> Bau- und Umweltchemie  
Beratungen + Messungen AG,  
Auswertung der Messresultate  
aus Fallbearbeitungen im  
Zeitraum von 1997 bis 2009

Seit der Einführung 2006 sind zirka 110 000 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche in verschiedenen Neu- und Umbauten privater und öffentlicher Bauherren zertifiziert worden. Eine Liste und Beschriebe der zertifizierten Objekte finden sich ebenfalls auf der Website der Zertifizierungsstelle. Einige sind im vorliegenden Buch beschrieben.