Gesunde Innenräume sind eine wichtige Voraussetzung, dass Menschen sich in ihren eigenen vier Wänden, bei der Arbeit oder in öffentlichen Gebäuden wohl fühlen. Die Autoren veranschaulichen an Fallbeispielen aus der Praxis, wo Probleme liegen und Gefahren lauern, und zeigen Wege auf, wie bei Neu- und Umbauten zertifizierte Gebäude mit einem gesunden Innenraumklima entstehen. Dokumentiert wird dies anhand einer Auswahl prominenter Bauten privater und öffentlicher Hand. Zahlreiche Hinweise, Links, Wissenswertes über emissionsarme Baumaterialien, Baustoff- und Gebäudelabels, Messmethoden und Beurteilungssysteme machen dieses Buch zu einem wichtigen Begleiter und Arbeitsinstrument, wenn es ums Bauen und Renovieren geht. Es richtet sich nicht nur an Investoren, Bauherren, Planer und Beratungsbüros, die sich mit gesundem und nachhaltigem Bauen beschäftigen, sondern bietet auch Laien

wertvolle Tipps, wie sich das Raumklima und damit letztlich die Wohn-, Arbeits- und Lebensqualität verbes-

ISBN 978-3-85932-751-1 Werd & Weber Verlag AG CH-3645 Thun/Gwatt www.weberverlag.ch www.werdverlag.ch

sern lässt.

**WERD**VERLAG.CH





Innenraumklima

WERDVERLAG.CH



**WERD**VERLAG.CH

# Reto Coutalides (Hrsg.)

# Innenraumklima

Wege zu gesunden Bauten

#### DANK

Wir danken allen, die dazu beigetragen haben, dass dieses Buch zustande kam. Insbesondere sei den Firmen und Organisationen gedankt, welche die Überarbeitung und Erweiterung dieses Buches möglich machten. Spezieller Dank auch an die Vertreter der verschiedenen Bauherrschaften, die es ermöglichten, dass ihre Bauten in das Buch aufgenommen werden konnten. Ebenso möchten wir uns bei allen Personen und Firmen bedanken, die uns freundlicherweise Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben.

#### BILDNACHWEIS

Objekt Soodring, Seite 173, Marco Blessano, Uster

Objekt Swiss Life Hauptgebäude, Seite 184, Schweizerische Lebensversicherungsund Rentenanstalt, Zürich

Objekt Gremm, Seite 169, Roger Frei, Zürich

Objekt Uetlihof 2, Seite 176 und 178, Oliver Stern, Luzern

Objekt Ständeratssaal, Seite 165, Alexander Gempeler, Bern

Objekt Tagesbetreuung Arche, Seite 187, Rolf Steinegger, Zürich

Objekt Buchental, Seite 199 (rechtes Bild), Anna-Tina Eberhard, St. Gallen,

(linkes Bild), Jörg Heikal, Berlin

Objekt Alternative Bank Schweiz AG, Seite 196, Metron Architektur AG, Brugg

Objekt Eulachhof, Seite 190, Allreal Generalunternehmung AG, Zürich

Objekt Waldhaus (Innenaufnahmen), Seite 193, Rellstab Partner Architekten GmbH,

Neuhausen am Rheinfall

Walter Sträuli, Seiten 22, 98, 108, 133

Alle übrigen Fotos sind von Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG, Zürich

Alle Rechte vorbehalten, einschliesslich derjenigen des auszugsweisen Abdrucks und der elektronischen Wiedergabe

© 2002, 2009, 2015 Werd & Weber Verlag AG, CH-3645 Thun/Gwatt

Autoren 1. Auflage: Reto Coutalides, Roland Ganz, Walter Sträuli

Autoren 2. Auflage: Reto Coutalides, Walter Sträuli Autoren 3. Auflage: Reto Coutalides, Walter Sträuli Lektorat: Sophie Muralt, Werd & Weber Verlag AG Satz: Marc Schneider, Werd & Weber Verlag AG

ISBN 978-3-85932-751-1

www.werdverlag.ch www.weberverlag.ch





**RETO COUTALIDES** (Herausgeber), geb. 1958, dipl. Chemiker FH, NDS Umweltwissenschaften und Inhaber der Firma Coutalides Consulting, Zürich. Er befasst sich seit über 20 Jahren mit Fragen des gesunden und nachhaltigen Bauens und Schadstoffen in Innenräumen. Er ist Mitglied der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamts (UBA) in Berlin und Dozent an verschiedenen Fachhochschulen. www.coutalides.ch.



**WALTER STRÄULI**, geb. 1948, Architekt FH, arbeitete bis Januar 2015 25 Jahre bei der Metron Architektur AG in Brugg mit dem Schwerpunkt Bauleitung in den Bereichen Spitalbau, öffentliche Bauten und Wohnungsbau. Sein Spezialgebiet ist nachhaltiges Bauen.

#### **PROJEKTPARTNER**

Die erste Auflage dieses Buches entstand in Zusammenarbeit mit: KBOB (Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes), Verein eco-bau, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Staatssekretariat für Wirtschaft (seco), Bundesamt für Gesundheit (BAG), Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Metron Architektur AG und Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG.

## DIE ÜBERARBEITUNG DER DRITTEN AUFLAGE WURDE DURCH FOLGENDE FIRMEN UND ORGANISATIONEN UNTERSTÜTZT:

Alternative Bank Schweiz AG, Baufritz AG, Belimo Automation AG, Dräger Schweiz AG, Flumroc AG, Kuratle&Jaecker AG/HIAG Handel AG, Forbo-Giubiasco SA, Keim Farben AG, Isolena Naturfaserfliese GmbH, Lungenliga Schweiz, Metron Architektur AG, Pittsburgh Corning (Schweiz) AG, Saint-Gobain Isover AG, ZHAW Institut für Facility Management

# Inhalt

| Vorwort<br>Stellungnahmen   | 7          |
|---|------------|
| Einführung  | 10         |
| Fallbeispiele   | 16         |
| Schimmel – die Klärung der Ursachen ist zentral                         | 18         |
| Bauverzögerung infolge hoher Formaldehydwerte                           | 24         |
| Formaldehydsanierung mit Schafwolle                                     | 36         |
| Falsche Siegelwahl – eine Belastung für die Gesundheit                  | 42         |
| Benzolbelastung durch mangelhafte Gebäudewartung                        | 48         |
| Geölte Böden als Ursache von Geruchsemissionen                          | 54         |
| Störende Gerüche in einer Schulküche                                    | 62         |
| Risiko Farbkonservierungsmittel   | 66         |
| Holzschutzmittel im Blut – die Altlast Pentachlorphenol                 | 71         |
| Schädlingsbekämpfung in Wohnräumen                                      | 77         |
| Keimbelastung durch eine Lüftungsanlage                                 | 83         |
| Pech gehabt – Teeröle im Innenraum                                      | 86         |
| Bauplanung, Baurealisierung, Nutzung                                    | 90         |
| Qualitätsanforderungen an das Innenraumklima                            | 92         |
| Planungsziele für Neubauten   | 93         |
| Bauplanung  | 93         |
| Immissionsanalyse des Grundstücks                                       | 93         |
| Belastung der Aussenluft erkennen                                       | 95<br>97   |
| Gebäudekonzeption Neubau<br>Emissionsarme Baumaterialien als erste Wahl | 97         |
| Lüftung   | 98         |
| Elektroanlagen-Strahlung reduzieren                                     | 101        |
| Heizungsanlagen – zu kalt oder zu warm                                  | 101        |
| Sorgfälltige Detailplanung und Reduktion der Schnittstellen             | 102        |
| Baurealisierung Neubauten   | 102        |
| Präzise Submission der Arbeiten   | 102        |
| Schlüsselfunktion Bauleitung  | 103        |
| Nutzung   | 103        |
| Regelmässige Lüftungswartung<br>Gebäudereinigung                        | 103<br>104 |
| Facility Management   | 104        |
| Planungsziele für Altbauten   | 105        |
| Bauplanung Altbauten  | 105        |
| Gebäudecheck ist unerlässlich   | 105        |
| Baurealisierung Altbauten   | 106        |
| Schadstoffsanierung   | 106        |
| Klima- und Lüftungsanlagen in Altbauten                                 | 108        |
| Bauphysikalische Analyse ist wichtig                                    | 108        |

|   | Quellenverzeichnis<br>Übersicht Planungsleistung Innenraumklima   | 238<br>240  |
|---|---|---|
|   | <b>Anhang</b> Adressverzeichnis Kontaktstellen Kantonale Fachstellen Stichwortverzeichnis   | 232<br>232<br>233   |
|   | von Schadstoffen in Innenräumen Beurteilungswerte Schweizer Gütesiegel zur Zertifizierung des Innenraumklimas Verdacht auf Wohngifte – was tun? Messstrategien und Qualitätsanforderungen an Raumluftmessungen Durchschnittlich gefundene Konzentrationen   | 206<br>211<br>219<br>221<br>222<br>227                                    |
| I | Messmethoden und Beurteilungssysteme<br>Wichtigste Klassen von Innenraumluftschadstoffen<br>Zusammenhang zwischen gemessener Konzentration und Symptomen<br>Rechtliche Situation in der Schweiz zur Bewertung   | 200<br>202<br>204   |
|   | Ausgezeichnete Bauten Prima Klima im Ständerat Altersheim Haus Unteres Gremm, Teufen AR Bürogebäude Soodring, Adliswil Bürogebäude Uetlihof, Zürich Wohn- und Bürohaus Uetendorf, Thun Hauptsitz der Rentenanstalt Swiss Life in Zürich Tagesbetreuung «Arche», Wallisellen Wohnsiedlung Eulachhof, Winterthur Umbau ehemaliges Schwesternhaus Waldhaus, Schaffhausen Alternative Bank Schweiz, Olten Schulhaus Buchental, Stadt St. Gallen | 162<br>164<br>168<br>172<br>175<br>179<br>183<br>186<br>189<br>192<br>195 |
|   | Planungsleistung Innenraumklima Einführung in die Planungsleistung Innenraumklima Planungsleistung Innenraumklima Planungsmassnahmen Übersichtsblätter zum Leistungsbeschrieb Innenraumklima  | 128<br>130<br>131<br>134<br>154   |
| I | Serviceteil Raumluftrelevante Baustoffgruppen und ihre Labels Ausgewählte Produktelabels mit Bedeutung für die Raumluft Gebäudelabel und Hilfsmittel  | 110<br>112<br>118<br>122  |

Farbige Marginalien verweisen auf weitere Informationen zum Thema.

Bei Linkangaben sind in den Suchfunktionen die jeweiligen Stichworte einzugeben.

Die Quellenkürzel sind im Quellenverzeichnis auf Seite 238 aufgeschlüsselt.

#### **Vorwort**

Vor über zwanzig Jahren haben wir uns, Umweltchemiker und Architekt, bei der Metron AG kennengelernt. Unsere Aufgabe war es, Architekten, Planungsteams und Bauherren bei der bauökologischen Projektplanung zu unterstützen.

Zu jener Zeit fehlte eine umfassende Systematik zum Thema. Produktelabels oder Gebäudelabels waren praktisch inexistent. Im Jahre 2000 haben wir uns erneut getroffen, um zusammen an der ersten Ausgabe des vorliegenden Buches zu arbeiten, welches 2002 veröffentlicht wurde. Unsere Postulate trugen dazu bei, dass die Themen Raumluft, Strahlung und Schadstoffe in Baumaterialien in die 2004 erschienene «Empfehlung SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen Hochbau» Eingang gefunden haben.

Das Thema «Gesundes Bauen» hat in den letzten zwanzig Jahren vor allem beim SIA, bei den Produzenten von Baumaterialien und auch in den Medien zunehmend Beachtung gefunden. Es ist zu einer vermehrten Zusammenarbeit der Bundesämter mit Fachverbänden, der Industrie und wichtigen Labelorganisationen gekommen. Themen wie Radon und Schimmel aber auch Gebäudeschadstoffe in Altbauten sind stärker in den Vordergrund getreten.

Die Informationsflut erschwert aber die Übersicht über dieses umfangreiche Themenfeld. Planer und Bauherren stehen vermehrt vor der schwierigen Aufgabe, die vielfältigen Informationsquellen zu finden und die Berge an gesammeltem Wissen zu bewältigen. Die Qualität der Bauten bezüglich Innenraumklima ist heterogen. Zertifizierte Bauten mit hohem Qualitätsanspruch stehen neben Bauten, bei denen das Thema Innenraumklima keine grosse Beachtung gefunden hat.

Die vollständig überarbeitete dritte Auflage dieses Buches bindet das Thema Innenraumklima noch stärker in den Bauablauf (Planung und Erstellung) und die Gebäudenutzung ein. Für Planer, Bauherren und interessierte Laien wird es einfacher, relevante Massnahmen zu erkennen und umzusetzen.

Damit die Qualität der Bauten bezüglich eines gesunden Innenraumklimas weiter erhöht werden kann, ist bei Auftraggebern und Planern das Verständnis und die Sensibilität bezüglich der Bedeutung des Themas notwendig. Es braucht keine weiteren Labels, notwendig ist einzig die Umsetzung des vorhandenen Wissens.

Gutes Innenraumklima findet sich in jenen Bauten, in denen Auftraggeber und Planungsteams selbst im Planungsprozess die richtigen Fragen gestellt und die entsprechenden Massnahmen umgesetzt haben.

Dieses Buch unterstützt Bauherrschaften und Planer und alle am Bau Beteiligten bei diesem Vorgehen.

Zürich, im Juni 2015 Reto Coutalides und Walter Sträuli STELLUNGNAHMEN 8 | 9

### Stellungnahmen

Genauso wie wir Pionierin für ein anderes Bankwesen sind, wollten wir auch beim Umbau unseres Hauptsitzes 2008 eine klare Vorreiterin sein: Minergie-P für die Umwelt und gutes Innenraumklima für die Mitarbeitenden war für uns darum eine logische Konseguenz.

In unserem Kreditvergabeprozess ist die ökologische Qualität von Baumaterialien ein wichtiges Bewertungskriterium einer Immobilie. Das Buch Innenraumklima ist in diesem Zusammenhang immer wieder ein hilfreiches und verlässliches Nachschlagewerk.

Etienne Bovin, Mitglied der Geschäftsleitung Alternative Bank Schweiz AG, Leiter Bereich Logistik & Dienste

Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung müssen auch die Gesundheit und das Wohlbefinden der Gebäudenutzer sichergestellt werden. In den letzten Jahren wurden erste Kriterien und Arbeitsinstrumente dazu entwickelt. Erfahrungen aus der Praxis haben dabei besondere Bedeutung. Die zentrale Herausforderung besteht darin, die Kenntnisse, die aus der Praxis gewonnen werden, in geeigneter Form umzusetzen. Das vorliegende Buch leistet einen wichtigen Beitrag zum Einbezug von gesundheitlichen Aspekten in den Bauprozess.

Roger Waeber, Bundesamt für Gesundheit, Leiter Fachstelle Wohngifte Bern

Allergien werden immer häufiger. Heute sind gegen 30 % der Menschen in industrialisierten Ländern betroffen. Da wir 90 % unserer Zeit in Gebäuden verbringen, kann eine optimierte Bauweise und Nutzung von Innenräumen zu massiven Verbesserungen des Gesundheitszustandes von Allergikern führen. Für Bauherren und Planer stellt das vorliegende Buch daher eine wichtige Lektüre dar, wenn sie zusätzlich auch für Allergiker einen entscheidenden Mehrwert schaffen wollen.

Dr. Georg Schäppi, Geschäftsleiter aha! Allergiezentrum Schweiz

Schweizweit leiden mehr als eine Million Menschen an Lungen- und Atemwegserkrankungen. Ursache vieler dieser Erkrankungen ist die Schadstoffbelastung in der Luft. Wir verbringen bis zu 90 % unserer Zeit in geschlossenen Räumen – gerade da ist saubere Luft zum Schutz unserer Lungen unabdingbar. Deshalb muss das Thema «gesunde Luft» beim Bauen und Renovieren an erster Stelle stehen, die Devise muss lauten: «Gesund bauen, damit später niemandem die Luft wegbleibt!»

Sonja Bietenhard, Direktorin, Lungenliga Schweiz

Im serviceorientierten Facility Management und nachhaltigen Life Cycle Management von Immobilien nimmt die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzer eine zentrale Rolle ein. Die nachhaltigkeitsbasierte, integrale Planung sowie die kontinuierliche Optimierung des Raumklimas im Betrieb stellen in der Praxis eine grosse Herausforderung dar. Die vorliegende Fachpublikation vermittelt dazu fundiertes Fach- sowie Anwendungswissen und dient damit als wichtige Grundlage zur Vermittlung des Themas in der Aus- und Weiterbildung am Institut für Facility Management der ZHAW.

Prof. Thomas Wehrmüller, Leiter Institut für Facility Management der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Der Uetlihof 2 ist als eines der grössten Bürogebäude mit 2000 Arbeitsplätzen in der Schweiz Minergie-P-Eco zertifiziert und erfüllt alle Anforderungen dieses Qualitätslabels hinsichtlich umwelt- und gesundheitsschonender Bauweise. Das Gebäude setzt Massstäbe in puncto Energieeffizienz und entspricht zudem den Zielen der angestrebten 2000-Watt-Gesellschaft der Stadt Zürich. Als zusätzliche Qualitätssicherung hat der Uetlihof 2 das Zertifikat «GI Gutes Innenraumklima» erhalten, das nur an Gebäude vergeben wird, die eine besonders gute Raumluftqualität aufweisen. Im Uetlihof 2 wird auf einen optimalen Luftaustausch Wert gelegt, das heisst die Frischluft wird bei Vollbetrieb alle 30 Minuten vollständig erneuert.

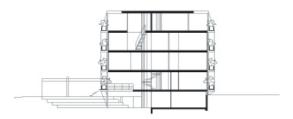
Patrik Burri, Leiter «Global Environmental Management» der Credit Suisse

FALLBEISPIELE SCHIMMEL 18 | 19

### Schimmel – die Klärung der Ursachen ist zentral

Aufgrund der gesundheitlichen Risiken muss dem Thema Schimmel in feuchten Wohnungen grössere Beachtung zukommen, dies in Anbetracht der anstehenden Gebäudesanierungen aus energetischen Gründen. Dieses Fallbeispiel zeigt das Vorgehen bei der Erneuerung eines Altbaus und beschreibt Lösungsmöglichkeiten bei schwierigen bauphysikalischen Bedingungen.

**Ouerschnitt Mehrfamilienhaus** 



I Baubeschrieb Der in den Sechzigerjahren erstellte Stahlskelettbau mit mehreren Einheiten enthält einen Mix aus Kleinwohnungen bis zu viergeschossigen Reihenhäusern. Den Mittelteil nehmen die Geschosswohnungen ein, während die Stirnseiten durch die Reihenhäuser besetzt sind. Kennzeichnend sind die sichtbare Stahlkonstruktion und die mehrheitlich verglaste Fassade. Die Enden der durchlaufenden Stahlträger kragen aus und tragen zum Ausgleich der grossen Stützenweite Pflanztröge aus Beton. Das Gebäude ist ein Pionierbauwerk, in dem mehrere technische Neuerungen erprobt wurden, so wurden beispielsweise zum ersten Mal in der Schweiz Gebäudetrennwände aus massiven Gipsplatten (Albaplatten) eingesetzt. Der minimierte, bis zur letzten Reserve durchkalkulierte Stahlbau zeigt sich auch an der Fassadenkonstruktion. In eine Rasterung aus einfachen Stahlprofilen werden mittels Gummiklemmprofilen Isolierglas oder geschlossene, minimal thermisch isolierte Sandwichelemente eingesetzt.

Das Objekt ist nicht denkmalgeschützt, gehört aber zu den interessantesten Wohnbauten der Schweiz dieser Zeit und bietet einige Herausforderungen bezüglich sanfter Erneuerung unter Wahrung der architektonischen Qualität.

I Sanierungsbedarf Geschosswohnungen Mittelzone 2006 Der Sanierungsbedarf wird hier verkürzt dargestellt. Fokussiert wird das Thema Schimmel. Eine Bestandesaufnahme vor der Sanierungsetappe 2006 ergab folgendes Bild:

- I Massiver Kondenswasseranfall im Bereich der oberen horizontalen Fensterrahmenprofile, bei sehr tiefen Aussentemperaturen Wasseranfall auf dem Plattenbelag des Fussbodens.
- I Der Verlauf des relativen Feuchtigkeitsgehaltes der Raumluft wurde in einer Wohnung über eine Woche kontinuierlich gemessen. Wie erwartet stieg der Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft entsprechend der Nutzung (Duschen, Kochen) stark an, normalisierte sich aber nicht genügend rasch hin zum angestrebten Gehalt von ca. 40 % relativer Feuchte.
- I Als Ursache fand sich nach weitergehenden Messungen der Abluftanlage und Mieterbefragungen, eine Kombination von Lüftungsverhalten und zu kleiner Kapazität der Abluftanlage.
- I In einigen Räumen fand sich ein Schimmelbefall an der heruntergehängten Deckenkonstruktion vor allem im Bereich der Anschlüsse an den ungedämmten Fensterrahmenprofilen aus Metall.

**SANIERUNGSZIEL** Die Grundlage für den Planer bildete eine Analyse der Gebäudeschwachpunkte aus bauphysikalischer Sicht. Als Sanierungsziele bezüglich Schimmel wurde festgelegt:

- I Reduzierung des Tauwasseranfalles an den Fensterrahmen
- I Reduktion der Raumluftfeuchtigkeit

Die Wärmebrücken der von innen nach aussen durchlaufenden Metallträger können bauphysikalisch nicht grundsätzlich saniert werden, da das Erscheinungsbild und der architektonische Ausdruck des Gebäudes bewahrt werden soll.

**SANIERUNGSMASSNAHMEN BAU** Im Laufe eines intensiven Prozesses wurden verschiedene Sanierungsvarianten mit Kostenberechnungen erstellt. Aufgrund des Kosten-/Nutzenverhältnisses, der technischen Machbarkeit sowie der Wahrung der architektonischen Qualität wurde auf Sanierungsmassnahmen an der Fassade verzichtet.

Folgende Sanierungsmassnahmen, die innerhalb einer weitergehenden Gebäudesanierung, welche die Verbesserung der thermischen Isolation bei Flachdächern und an Kellerdecken, den Ersatz von Steigleitungen der Haustechnikanlagen sowie der Küchen und Bäder und der Verbesserung der Schalldämmung an Wohnungstrennwänden umfasste, wurden zusätzlich umgesetzt:

- I Einbau einer mechanischen Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG).
- I Vollflächige thermische Isolation der Fensterrahmenprofile bei einspringenden Balkonen.

## Verdacht auf Wohngifte – was tun?

Bei Beschwerden in Innenräumen muss man zwischen gebäudebezogenen Beschwerden an Arbeitsplätzen und Beschwerden, die in Wohnräumen auftreten, unterscheiden. An Arbeitsplätzen ist der Arbeitgeber verpflichtet, Massnahmen zu treffen, sodass keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen auftreten. Arbeitsplatzhygieniker sind hier oft die richtigen Ansprechpersonen. Die Gesellschaft für Arbeitshygiene (SGAH) stellt eine Liste zur Verfügung.

www.sgah.ch

Etwas anders liegt der Fall bei Wohnräumen. Bei gesundheitlichen Symptomen in Wohnräumen sollte zuerst ein Arzt konsultiert werden. Für den Arzt sind eine ganze Reihe von Informationen hilfreich, die Betroffene selbstständig im Voraus erheben können. Dazu steht ein Fragebogen zur Verfügung, der speziell zur Erhebung von allfälligen «Wohngiften» entwickelt wurde.

www.coutalides.ch

Mit Hilfe dieser Informationen kann das weitere Vorgehen schrittweise festgelegt werden. Es kann sinnvoll sein, einen Experten (Bauphysiker, Raumluftspezialisten) beizuziehen. Eine seriöse Beratung erfolgt mit einer telefonischen Erhebung und allenfalls einer Begehung. Erst dann kann entschieden werden, ob Messungen durchgeführt werden müssen. Einfache Messungen wie Wandtemperaturen resp. Feuchte etc. können schon bei der Begehung ohne grossen Aufwand gemacht werden. Betroffene sollten sich das Vorgehen immer vorgängig offerieren lassen. Spezialisten für Innenraumabklärungen finden sich im Internet. Das Anfordern von Referenzen wird empfohlen. Bei Mietobjekten ist es empfehlenswert, sich frühzeitig mit dem Vermieter in Verbindung zu setzen und bei anstehenden Untersuchungen vorher schriftlich festzuhalten, wer die Kosten übernimmt. Der Markt stellt verschiedene einfache Tests, z.B. für Formaldehyd-, Lösemittel- und Radonmessungen, zur Verfügung. Solche Tests können einen ersten Hinweis auf mögliche Belastungen geben und bei der Abklärung hilfreich sein, vorausgesetzt, sie wurden korrekt durchgeführt. Der Einsatz solcher Tests ist vorher mit dem Spezialisten abzusprechen.

INFO Bei Beschwerdefällen können Messungen ein Instrument auf dem Weg zur Lösung des Problems sein. Das alleinige Wissen um eine erhöhte Schadstoffkonzentration löst das Problem jedoch nicht. Die sichere Identifikation der Schadstoffquelle gehört ebenso ins Pflichtenheft externer Fachpersonen wie die Begleitung von Sanierungsmassnahmen und deren Erfolgskontrolle.

AUSGEZEICHNETE BAUTEN 164 | 165

#### Prima Klima im Ständerat



I Projekt Der Ständeratssaal sowie die beiden Vorzimmer Ost und West befinden sich im 1. Obergeschoss des Parlamentsgebäudes am Bundesplatz 3 in Bern. Das Parlamentsgebäude wurde zwischen 1894 und 1900 in historischem Baustil erstellt. Die letzten Restaurierungsarbeiten wurden im Ständeratssaal 2001 und nun 2011 ausgeführt.

Bei den Renovationen 2011, die Ende Februar 2012 abgeschlossen wurden, ersetzte man den textilen Bodenbelag im Ständeratssaal. Sämtliche Stühle und Pulte wurden umfassend restauriert. Auch das Gemälde wurde restauriert. Der Täfer an den Wänden und der Decke des Saales wurde dreimal geölt und die Zuschauertribünen erhielten eine neue grüne Wandbespannung. Zusätzlich führte man gründliche Reinigungsarbeiten (Vorhänge etc.) durch. Alle 208 konventionellen Glühbirnen in den Leuchtern ersetzte man durch LED-Leuchten.

Die Säle werden über Lüftungsanlagen mit Frischluft versorgt. Im Ständeratssaal befinden sich die Zuluftdurchlässe unterhalb der Pulte, in den Vorsälen unterhalb der Decken. Bei den Renovationsarbeiten 2011 wurde der Druckboden im Ständeratssaal demontiert und es wurden für die Zuluft Leitungen bis an die Zuluftdurchlassöffnungen verlegt. Die Aussenluftfassung befindet sich auf der südlichen Gebäudeseite unterhalb der Bundesterrasse. Es werden Filter der Klasse F7 eingesetzt.

Strategische Planung

Vorstudien

Projektierung Ausschreibung Realisierung

Abschluss

**I Bauökologie** Die Themen der Bauökologie wurden mit der Integration der Eco-Bedingungen<sup>1</sup> als Vertragsbestandteile des Generalplanervertrags abgedeckt. Zusätzlich wurde ebenfalls im Generalplanervertrag das Erreichen des Zertifikates GI GUTES INNENRAUMKLIMA® gefordert.

Der Bauherrschaft war es wichtig zu wissen, welche Qualität das Innenraumklima vor und nach der Renovation aufwies, resp. ob und wie sich das Innenraumklima durch die Renovationsarbeiten veränderte. Deshalb wurden Messungen in den betreffenden Räumen und in der Zuluft vor den Renovationsarbeiten durchgeführt und diese mit den Messungen nach den Arbeiten verglichen.

<sup>1</sup> Empfehlung 2008/1



Bundeshaus, Bern

Ständeratssaal



#### Adressverzeichnis Kontaktstellen

#### Fachliche Fragen im Rahmen von Abklärungen, spezifische Fragen zur gesundheitlichen Beurteilung von Innenraumbelastungen

Private Ingenieurbüros und Messinstitute (Adressen im Telefonbuch)

Bundesamt für Gesundheit Abteilung Chemikalien 3003 Bern Tel. 058 322 96 40 Fax 058 464 90 34 www.wohngifte.admin.ch bag-chem@bag.admin.ch

#### Belastungen am Arbeitsplatz

Fragen zur Gesundheitsvorsorge am Arbeitsplatz, Beurteilungen

Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) Grundlagen Arbeit und Gesundheit

Postadresse: Staatssekretariat für Wirtschaft SECO Holzikofenweg 36 CH-3003 Bern

Erstanfragen und -auskünfte: Tel. + 41 58 462 56 56 Fax + 41 58 462 56 00 www.seco.admin.ch

#### Fragen zu Berufskrankheiten, Beurteilungen

Suva Fluhmattstrasse 1 6004 Luzern www.suva.ch

Für die Ursachenabklärung bei Feuchtigkeitsproblemen/Schimmelbefall wendet man sich am besten direkt an private Ingenieurbüros, (Bauphysik, Adressen im Telefonbuch)

#### Schadensabklärung

#### Raumluftmessungen

Die Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte S-Cert AG auditiert Messfirmen, die Schadstoffmessungen in Innenräumen durchführen, und führt eine Liste dieser Firmen

#### Spezialisten für Bauschäden und Bauphysik

Entsprechende Fachleute in der Region sind im Branchenverzeichnis (auch unter www.local.ch) oder im regionalen Telefonbuch (auch unter www.directories.ch) zu finden

#### Kantonale und regionale Energiefach- und Energieberatungsstellen

Diese Stellen informieren bei Fragen im Zusammenhang mit Gebäudesanierungen und können Spezialisten für Bauschäden und Bauphysik in der Region nennen. Eine Liste der entsprechenden Stellen ist auf der Internetseite des Bundesamts für Energie zu finden: www.bfe.admin.ch/dienstleistungen > Dienstleistungen

#### Fachliche Fragen zu mikrobiellen Belastungen im Zusammenhang mit Gebäude und Lüftung

Private Ingenieurbüros und Messinstitute zur Abklärung von Innenraumbelastungen (Adressen im Telefonbuch)

#### **EMPA**

Bereich Mikrobiologie im Bauwesen Lerchenfeldstrasse 5 9014 St. Gallen Tel. 058 765 74 74

#### Stichwortverzeichnis

1,2-Dichlorethan 212, 213 2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol 230, 231 2-Butoxyethanol 230, 231 2-Butoxyethanol 230, 231 4-Phenylcyclohexen 119, 121

- **A** Abschlussmessung 126, 127, 141, 177, 178, 181, 219 Acetaldehvd (Ethanal) 120, 166, 176, 188, 212, 213, 228 Air Quality Guidelines 45, 211, 212, 214 Aktivmessung 222 Akute Toxizität 80, 81 Aldehyde 30, 31, 34, 35, 48, 54–59, 104, 113, **C** Carbamate 80 114, 116, 119, 120, 121, 166, 170, 174, 177, 181, 184, 188, 194, 197, 198, 199, 203, 212, 213, 217, 224-228, 230, 231 Aliphatische Kohlenwasserstoffe 55, 119, 203, 230, 231 Allergene 14, 66, 68, 78, 96, 118, 124, 130, 205 Allergiezentrum Schweiz (aha) 8, 9 Alternative Bank Schweiz 5, 7, 8, 195, 196 Altlasten 94, 138, 203 Anstrichstoffe 25, 49, 59, 66, 67, 68, 81, 97, 113, 115, 118, 122, 123 Arbeitnehmerschutz 207, 208 Arbeitsgesetz 207, 208 Arbeitshygiene 208, 220 Aromaten 25, 63, 212, 213 Aromatische Kohlenwasserstoffe 106, 119, 208, 216, 230, 231 Asbest 12, 81, 105, 106, 138, 192, 202, 208, 209, 210 Auslüftungszeit 117, 137, 139, 148, 152, 156, 157, 159, 160
- **B** Bakterien 12, 83, 84, 86, 170, 176, 182, 188, Baubeschrieb 18, 145, 150, 159, 161 Baufeuchtigkeit 103, 139, 152 Baufritz 4, 179, 181 Baugesetz 93, 191, 208, 209 Baukostenplan 123, 145 Bauleitung 46, 47, 60, 99, 103, 131, 146, 151, 152, 160, 166, 170, 174, 176, 183, 191, 192, Bauphysik 18, 19, 23, 93, 98, 103, 108, 130, 132, 166, 180, 191, 221 Bauproduktegesetz (BauPG) 112, 208 Bauprodukteverordnung (BauPV) 112 Baurealisierung 46, 91, 102, 103, 106, 150, Baustoffgruppen 112ff. Bausystem 156 Belastete Standorte 94 Benzo[a]pyren 87 Benzol 25, 48ff., 203, 212, 213, 214, 229, 231 Benzaldehyd 63, 166, 185, 212, 213 Benzylalkohol 62, 63, 65, 212, 213 Beschwerdefälle 53, 221

Ausschuss für Innenraumrichtwerte 214

Beurteilungswerte 211
Betonzusatzmittel 121
Bewertungsschema 215, 217, 218
Biozide 68, 78, 79, 82, 113, 114, 121, 123, 203, 216, 223, 225, 226
Blauer Engel 27, 68, 113–120
Bodenbeläge 62ff., 79, 97, 106, 113, 119, 120, 183, 192
Bodenöl 54, 55, 147
BTX 50
Bundesamt für Gesundheit (BAG) 8, 12, 15, 24, 25, 28, 36ff., 43, 57, 94, 206
Bundesamt für Umwelt (Bafu) 96
Butanal (Butyraldehyd) 57, 170, 177, 188, 194

- C Carbamate 80 Chlorierte Kohlenwasserstoffe 203, 217 Chlorpyrifos 77, 78, 203, 212, 213 Chronische Toxizität 81 Credit Suisse 9, 175ff
- D Dämmmaterialien 114, 120 Detailpläne 150, 159 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) 126, 135 Dichlormethan 212, 213 Dichtungsmassen 20, 98, 106, 120, 203 Dispersionsfarben 66, 68, 69, 97, 115, 118 Dispersionslecke 69, 118 Dispersionsleim 30, 113 Di-n-butyl-phthalsäure 212, 213
- E Eco-bau 122 ff. Eco-Devis 123, 124, 169 Elektroanlagen 101, 138, 195 Elektromagnetische Strahlung 92, 94, 95, 134 Elektrosmog 94, 95 Emissionsmessungen 26, 30, 36, 38, 50, 57, 143. 172 Emissionspotential 102, 112, 179 Epoxidharz 62, 64 Erdregister 82, 84, 100 Erfolgskontrolle 75, 88, 140, 141, 146, 156, Ester 119,120, 166, 170, 174, 177, 181, 185, 188, 194, 197, 199, 203, 217, 230, 231 Ethanal (Acetaldehyd) 57, 118, 170,174, 181, 185, 194, 197, 199 Ethylbenzol 212, 213
- F Fachbauleitung 99, 152
  Facility Management 9, 104
  Farbkonservierungsmittel 2, 66, 68, 70
  Fasern 81, 107, 114
  Feinstaub 40, 95, 96, 100, 104, 127, 161, 166, 170, 174, 177, 181, 185, 188, 198, 204, 218, 226, 228
  Fensterlüftung 23, 99
  Feuchtigkeit 14, 19, 20, 21, 23, 36, 38, 39, 84, 98, 100, 101, 103, 106, 107, 112, 139, 147, 150, 152, 210
  Filter 96, 100, 103, 157, 164, 172, 174
  Filterqualität 85
  Filterwechsel 85, 103, 159

- FLEC 30 Formaldehyd 3, 12, 14, 24-39, 41-45, 49, 57, 68, 74, 92, 107, 112–114, 117–121, 126, 127, 130, 132, 140, 148, 166, 170, 174, 177, 181, 184, 186, 188, 194, 196-203, 205, 209. 212. 213, 214, 217, 221ff., 230, 231 Formaldehydabspalter 25, 68 Fungizide 119, 203 Furfural (Furfuraldehyd) 181, 212–215 Furnierleim 25, 31
- **G** Garantieabnahmen 151 f., 160 Gasanalysenmethode 27, 29, 225 Gebäudeanalyse 105 Gebäudecheck 105, 126, 192 Gebäudekonzeption 97, 102, 137, 155, 156, Gebäudelabel 7, 109, 122, 132, 161, 214, Gebäudereinigung 104, 159 Geruchsbelästigungen 14, 49, 205 GI Gutes Innenraumklima 39, 41, 125, 131, 135, 141, 163ff., 219, 226f. Gips 18, 25, 29, 33, 36, 38, 68, 75, 114, 120, 186, 198 Gipskarton 25, 29, 33, 120 Glutaraldehyd (1,5-Pentanaldial) 185, 194 Glykolderivate 69, 123, 203, 214 Glykole 68, 69, 70, 115, 116, 117, 119, 166, 170, 174, 177, 181, 185, 188, 194, 197, 199, 203, 217, 226, 230, 231 Grenzwert 24, 30, 72, 94, 95, 96, 101, 106, 158, 206, 210, 211 Guideline 45, 211, 212, 214, 215, 233 Gütesiegel 6, 27, 40, 41, 113, 121, 126, 141, 163, 167, 168, 171, 174, 175, 178, 179, 181, 182, 185, 188, 194, 197, 199, 219, 220, 226 Gütezeichen für Holz 26, 27
- H Harnstoff-Formaldehydharz 31, 44 Hartöle 55, 59, 61, 116 Haustechnikkonzepte 139, 157 HBM siehe Human Biomonitoring Heizung 14, 27, 28, 31, 53, 92, 98, 101, 102, Hexanal 57, 181, 197, 199, 224, 228, 230, Holzschutzmittel 12, 71 - 75, 81, 97, 106, 113, 119, 138 Holzwerkstoffe 12, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33-37, 41, 55, 57, 58, 97, 107, 113, 119, 121, 189, 197, 225 Human Biomonitoring 73 Hygieneinspektion 104
- Indoor Air Comfort Label 120, 121 Innenraumklima 7-16, 33, 34, 40, 41, 45, 48, 91-94, 97, 98, 99, 102, 103, 105, 112, 122, 123, 125, 126, 129-161, 163, 164, 167, 168, 171, 172, 175, 178, 181, 182, 186, 188, 194, 196, 199, 201, 211, 214, 218, 226, 227 Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) 214, 215

- Insektizide 70, 80, 119 International Agency for Research on Cancer (IARC) 11, 95, 212 Isocvanate 113, 121, 203, 225, 226 Isothiazolinone 66, 67, 68
- K Kathon 66, 67, 68 Keimbelastung 83, 84, 85, 92 Keime 40, 83, 104, 161, 166, 167, 170, 171, 174, 177, 178, 181, 182, 185, 188, 197, 199, Ketone 55, 56, 57, 114, 119, 166, 177, 181 197, 203, 217 Klarlacke 59, 116, 117 Klebstoffe 31, 49, 69, 97, 113, 118, 120 Kohlendioxid 98, 126, 216, 219 Komfortlüftung 34, 36, 39, 99, 102, 157, 175, 179, 198 Konservierungsstoffe 25, 68, 113–116, 118 Kontrollierte Wohnraumlüftung 98, 99 Kork 37, 87, 106, 192 Kunstharzbeläge 49

L Labelübersicht 132

LCI-Wert 215

Lärm 12, 92, 93, 100, 138, 210

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) 125, 135 Leistungsbeschrieb 32, 130 Leistungsbeschrieb Innenraumklima 132, 154 Lignatec 34, 98, 132 LIGNUM 26, 32, 113, 119 Limonen 203, 212, 213, 230, 231 Lindan 74, 76, 106 Linoleum 32, 37, 119, 183, 185, 198 Lösemittel 25, 42, 43, 44, 49, 54-66, 68, 71, 81, 97, 112-118, 120, 122, 123, 142, 147, 170, 172, 197, 203, 221, 222 Lowest concentration of interest (LCI) 215 Luftaustausch 9, 99, 204 Luftmessung 29, 30, 54, 55, 57, 62, 88, 140, 191, 201, 204, 214, 222 – 224, 227 Lüftungsanlagen 40, 83, 84, 85, 94, 96, 98, 99, 103, 108, 140, 153, 157, 164, 172, 204, 218, 228 Lüftungsfilter 96 Lüftungskonzept 52, 99, 138, 168, 186, 229 Lüftungssysteme 99, 103 Lüftungswartung 103 Luftwechsel 10, 12, 21, 24, 34, 92, 99, 100, 161
- M MAK-Werte 207, 208 Materialemissionen 130, 142 Materialkonzept 137, 139, 141, 143, 240 Mechanisches Lüftungssystem 99 Melamin-Formaldehydharz 31 Merkblätter Baukostenplan 122, 123 Messmethode 202ff. Messstrategie 222ff. Mietrecht 210 Mineralfasern 107 Mineralische Baustoffe 97

- Minergie 8, 9, 122, 124, 126, 168, 175, 179, 189, 191, 195, 198, 219, 227 Minergie-Eco 122, 125, 126, 168, 189, 191, 219, 227 Möbel 55, 60, 75, 106, 114, 119f., 159, 168 Möblierung 32, 86, 104, 114, 140, 150, 159 Monomere 113, 118 Mutiple Chemical Sensivity (MCS) 13 Musterräume 148
- N Naphthalin 86ff., 212 Naturharzdispersionen 115 Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS) Nichtionisierende Strahlung 94, 101, 126, 130 Niedrigst interessierende Konzentration (NIK) NIK-Wert 113 NIS Zonenplan 138 Nonanal 49, 181, 203, 212, 213 Normenübersicht 225 Nutzungsanforderungen 139, 143, 156, 157
- O Öffentliche Submission 145ff. Organophosphate 80 Orientierungswerte 69, 72, 87, 211, 215
- P PAK siehe Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe Passivmessung 51, 52, 222 Passivrauchen 207 Passivsammler 50, 227 PCB siehe Polychlorierte Biphenyle PCP siehe Pentachlorphenol p-Dichlorbenzol 212, 213 Pentachlorphenol (PCP) 70 ff., 81, 106, 138, 203, 212 Pentanal 49, 57, 170, 174, 180, 194, 109 Perforatormethode 26, 27 Permethrin 77 ff., 203 Phenol-Formaldehydharz 31, 198 Phenolresorcinharze 31 Planerverträge 137, 156, 219 Planungsgrundlagen 145, 158 Planungsleistung Innenraumklima 92, 125, 128ff., 168, 172, 175, 219 Planungsrichtlinie Nichtionisierende Strahlung (PR-NIS) 101, 144 Planungsschwerpunkte 92, 134, 136, 140, 153, Pollen 96, 100 Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe 106, 138, 203 Polychlorierte Biphenyle 138, 192, 203, 204 Projekt 91ff., 125, 126, 131, 133ff. Propanal 57, 166, 177, 181, 185, 194, 197, 199 Prüfkammermethode 27 PVC 106, 114 Pyrethroide 78, 80, 203
- Q Qualitätssicherung 9, 126, 145, 147, 153, 156, 175, 219, 222, 226

- **R** Radioaktive Folgeprodukte 93 Radon 7, 12, 81, 92, 93, 94, 126, 130, 134, 138, 206, 210, 221 Radonkataster 93 Rauchen 12, 14, 49,50,81,207 Raumluftmessung 28f., 48, 54, 62, 140, 191, Reinigungsmittel 49, 69, 105, 143, 150, 152 Renovation 66, 71, 89, 164, 166, 208, 227 Richtwerte 24ff., 130, 140, 148, 208, 211, 212, Richtwert Radon 93
- Sanierungspflicht (Radon) 94, 209 Schadstoffe 12ff., 83, 96ff., 105, 113ff., 124f., 130, 138, 143, 150, 202ff., 216ff., 225, 229 Schadstoffmessung 104 Schadstoffsanierung Altbau 18ff., 105ff. Schimmelleitfaden 22, 106 Schimmelpilzsanierung 18ff., 106 Schnittstellen 102, 103, 140, 147, 153 Säurehärtende Siegel 117 S-Cert AG 170, 174, 177, 185, 188, 194, 197f., 220, 226 Schädlingsbekämpfung 77ff., 114 Schafwolle 36ff., 92, 186 Schimmelpilze 14, 18ff., 83ff., 107, 166, 204 Schweizerische Gesellschaft für Arbeitshygiene (SGAH) 221 Schweizerische Gesellschaft Nachhaltige Immobilienwirtschaft (SGNI) 126 Schweizerischer Verein Luft- und Wasserhygiene (SVLW) 96 Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte siehe S-Cert AG Service Allergie Suisse 96 SIA-Deklarationsraster 122, 130 SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen Hochbau 7, 130 SIA Merkblatt 2023, 108 SIA Merkblatt 2032, 126 SIA Merkblatt 2055, 122 SIA-Norm 46, 93, 130, 153 Sick Building Syndrom (SBS) 13 Sicherheitsdatenblätter 115ff. Siegel 42ff., 68, 117 Sonnenschutz 34, 92, 153, 158 Spachtelmassen 49, 118f., 148 Spanplatten 26, 32, 119, 203 Staub 15, 71ff., 92ff., 203f., 223 Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) 126 Ständeratssaal 164ff.

Stoffporträts – Benzol 49

- Biozide 79 Dispersionsfarben 68
- Formaldehyd 44
- Furnierleim 31
- Glvkole 69 - Hartöle 58f.
- Pentachlorphenol 73 - Säurehärtende Lacke 44 Strahlenschutzgesetz 94

Styrol 114, 119, 212, 226, 230 Submissionsunterlagen 45f., 103, 145f. Systemnachweis Minergie-Eco 125

T Tapeten 114 Teerpeche 86 Teeröle 86ff., 92 Terminplan 103, 137, 139, 152 Terpene 59, 114, 119, 166, 170, 174, 177, 181, 185, 188, 194, 197, 199, 203, 213, 217, 226, 229, 230 Tetrachlorethylen 230, 231 Textilien 79, 106, 114 Thermische Behaglichkeit 92, 98, 141, 161, 196, 208 Tischlerplatte 25, 30, 33, 37 Toluol 48f., 203, 212, 213, 229, 230, 231 Trockene Raumluft 102 TVOC 56f., 63, 118ff., 126f., 140, 166, 170, 174, 177, 181, 185, 188, 194, 197, 199, 212, 213, 214, 216, 218, 228, 230

U Umwelt-Etikette 66, 118, 122f. Umweltbundesamt 63, 68, 73, 215, 218 Umweltschutzgesetz 95, 97

#### V Ventilation 52 Verbindungsklassen 203, 216, 217, 226 Verein eco-bau siehe eco-bau Vergabe 68, 70, 145ff., 158, 226 VOC 25, 48f., 104, 113ff., 126, 140, 170, 174, 203, 205, 217f., 224ff. Vorprojekt 137f., 141, 156, 168 Verordnung über nichtionisierende Strahlung (NISV) 94f., 101 Vorsorgeprinzip 13, 69, 73, 83, 95 VSLF-Deklarationsraster 122

W 2000 Watt-Gesellschaft 9, 195 Wandbeläge 120 Wärmrückgewinnung 19, 179 Wartung der Lüftungsanlage 84, 103f. Watt d'Or 175 Weichmacher 12, 70, 87, 113ff., 203, 223 Weissleim 25, 31 WHO 45, 94, 90, 202, 206, 211ff., 226 Wohngifte 12, 14f., 71, 221ff.

X Xylol 42, 49f., 212f., 230f.

Z Zertifikat 104, 219f. Zielvereinbarung Innenraumklima 139, 143ff., 154ff. Zielvorgabe 96, 130ff., 154ff. Zuluft 40, 83, 94, 100, 104, 164f., 170, 174, 177f., 181f., 184, 188, 197, 199, 219, 227