

Der Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. (BVS) ist die zentrale Organisation der öffentlich bestellten und vereidigten sowie gleichwertig qualifizierten Sachverständigen in Deutschland.

Die Sachverständigen in den Mitgliedsverbänden und Gruppierungen des BVS sind grundsätzlich öffentlich bestellt und vereidigt, durch staatliche Stellen oder dazu befugte Institutionen hoheitlich beliehen oder gleichwertig auf der Basis der Europeanorm EN 17024 zertifiziert.

Der **BVS Sachverständige Bayern** stellt die regionale Gruppierung des BVS in Bayern dar.

Fachbereich Bau

Der Fachbereich Bau im **BVS Sachverständige Bayern** diskutiert in Arbeitskreisen Fachthemen, die durch Normen, Merkblätter, Richtlinien, usw. nicht ausreichend geregelt sind.

Das Diskussionsergebnis wird in **Standpunkten** mit konkreten Empfehlungen veröffentlicht.

Der Inhalt dieser Veröffentlichung soll als Richtschnur bei Bewertungen und Beurteilungen herangezogen werden.

Kritiken und Anregungen sind ausdrücklich erwünscht. Mit Wissensfortschreibung sollen **Standpunkte** in unregelmäßiger Zeitenfolge aktualisiert werden.

Inhalt:

1. Einführung
2. Grundlagen
3. Anforderungen
4. Untersuchungsstrategien
5. Umfang der Untersuchungen
6. Probenahme und Laboranalytik
7. Bewertung und Schlussfolgerungen
8. Empfehlungen **BVS Sachverständige Bayern**

Der BVS Sachverständige Bayern stellt seinen Standpunkt ausdrücklich zur Diskussion und bittet um Kritik und Anregungen. Ergeben sich aus dieser Diskussion neue Erkenntnisse, wird der Standpunkt in einer aktualisierten Version fortgeschrieben.

Sollten in anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften höhere Anforderungen gestellt werden, gelten diese Regelungen vorrangig.

1. Einführung

Das Wissen und die Erfahrung aus Tausenden von chemischen und mikrobiologischen Einzeluntersuchungen in Hunderten von Gebäuden führt zu folgender Erkenntnis: Mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt in der Mehrzahl der Innenräume ein chemisches und/oder mikrobiologisches Problem vor.

Anders als bei sichtbarem Schimmelpilzbefall in Innenräumen ist es bei den i.d.R. nicht sichtbaren und nicht riechbaren Innenraumhygienefällen für Bausachverständige alleine schwierig, messbare und reproduzierbare Befunde zu erhalten. Es gibt wenige Fachgebiete, in denen vergleichbare emotionale und aus Unkenntnis geführte Auseinandersetzungen auftreten wie beim Thema „Erkennen, sanieren und vermeiden von Schadfaktoren in Innenräumen“. Da es einerseits um Gesundheit, andererseits um den Widerstreit zwischen oft großen Schadenspotenzialen und wirtschaftlichen Interessen geht, ist zwischen Panikmache und Verharmlosung ein weites Feld.

Auf diesem relativ neuen Sachgebiet arbeiten Akteure mit unterschiedlichen Erfahrungen, Kenntnissen und Interessen. Wesentliches Ziel der Empfehlungen dieses **BVS-Standpunktes** ist deshalb, auf die Erfordernis einer interdisziplinären Zusammenarbeit hinzuweisen, Anstöße zu einer interdisziplinären Fortbildung zu geben und die Diskussion auf einer wissenschaftlich-technischen und sachlichen Ebene zu führen. Dies alles schließt die Lücken in vorhandenen Regelwerken und bildet die Grundlage zur Vermeidung gesundheitlicher und finanzieller Schäden.

Begriffsdefinitionen

Zu **Innenräumen** zählen Wohnungen, Räume in öffentlichen Gebäuden, Büroräume und Transportmittel incl. PKW. Für Produktionsräume, Lagerhallen, ... gelten Vorgaben wie Gefahrstoffverordnung, Arbeitsstättenverordnung u. a.

Als **Innenraumhygiene** versteht man Einflussfaktoren wie zum Beispiel Schadstoffbelastungen, die sich auf Befinden und Gesundheit der Raumnutzer auswirken.

Nach Expertenschätzung wurden bis jetzt mehrere Tausend **chemische Einzelverbindungen** in Innenräumen nachgewiesen (siehe Tab. 1). Schimmelpilze, Holz zerstörende Pilze und Bakterien können als **mikrobiologische Belastungen** auftreten (siehe Tab. 2). Asbest und elektromagnetische Einflüsse sind Beispiele für **physikalische Faktoren**.

	Bezeichnung	Siedepunktsbereich	Beispiele
VVOC	Sehr flüchtige organische Verbindungen	< 0°C bis ca. 50°C	Aceton, Formaldehyd
VOC	Flüchtige organische Verbindungen	50°C bis ca. 200°C	Ester, Alkohole, Terpene, Alkane
SVOC	Mittel- bis schwerflüchtige organische Verbindungen	200°C bis ca. 350°C	Holzschutzmittel, Weichmacher
POM	Partikel gebundene organische Verbindungen	> 350°C	Pyrethroide, Sulfonamide

Tab. 1: Übersicht von innenraumrelevanten Verbindungsklassen bezüglich ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften

Bestandteile und Produkte von Schimmelpilzen und Bakterien	
Stoffwechselprodukte	
Geruchsaktive Verbindungen	
Zellinhaltsstoffe	
Myco-, Endo-, Exotoxine	
Einzelsporen	
Sporenpakete	
Mycelbruchstücke	
...?	

Tab. 2: Gasförmiger und partikelartiger Charakter der Emissionen und Bestandteile von Mikroorganismen

2. Grundlagen

Die mit Hilfe sachgerechter Probenahmen und laboranalytischer Untersuchungen gewonnene Zahlen, Daten und Fakten bieten die Grundlage für die Charakterisierung von Raumqualität unter gesundheitlichen und innenraumhygienischen Gesichtspunkten.

Jeder Mensch nimmt jeden Tag mehrere tausend Liter des lebenserhaltenden Mediums 'Luft' mit allen darin enthaltenen Fremdstoffen in den Körper auf und der durchschnittliche Mitteleuropäer verbringt die meiste Zeit in Gebäuden.

„Schlechte“ Raumluft kann die Raumnutzer krankmachen und für alle Bauschaffenden einschließlich der Planer haftungsrechtliche Konsequenzen auslösen.

Mit „gesunder“ Raumluft sollten sich aber nicht nur Sachverständige, Architekten, Ingenieure und Handwerker beschäftigen. Auch für die Nutzer selbst sowie für Bauträger, Investoren und Verwalter von Gebäuden sind verlässliche Angaben zur Innenraumhygiene von Bedeutung, z. B. bei mietrechtlicher oder werkvertraglicher Auseinandersetzung.

Unter anderem durch gesetzliche Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) oder durch Empfehlungen von Normen hat es in den letzten Jahren einige tiefgreifende Veränderungen gegeben, die bei Erstellung und Unterhalt von Gebäuden berücksichtigt werden müssen.

Beispielhaft sind dies insbesondere:

- Immer dichtere Bauweisen, die zur Anreicherung von Schadfaktoren im Innenraum führen.

- Vermehrter Eintrag chemischer Verbindungen durch Baumaterialien, Ausstattung, Möblierung, Reinigungs- und Pflegemittel, ...
- Schnelles Bauen ohne systematische und ausreichende Abfuhr baubedingter Feuchtigkeit.
- Zahlreiche Feuchtigkeitsursachen, die jede für sich genommen die Grundlage für mikrobielle Aktivität sind bzw. sein können.
- Neben einer offensichtlichen Quelle können weitere Feuchtigkeitsursachen vorhanden sein.
- Raumlufttechnische Anlagen: Diese können zwar eine Verringerung der Konzentrationen von Raumluftfeuchte und flüchtigen Schadstoffen bewirken („Symptombekämpfung“), bringen jedoch bei Schimmelpilzen oder SVOC/POM keine (ausreichende) Entlastung. Abgesehen davon können sie bei Wartungs- oder Konzeptionsfehlern selbst Ursache für mikrobielle Belastung werden.

Heute stellt sich deshalb nur noch die Frage, welche chemischen Verbindungen in welcher Konzentration und in welcher Kombination in einem Innenraum vorliegen. Und nach ersten Studien und vorsichtigen Schätzungen könnten bei mehr als jeder zweiten Wohnung Schimmelpilzschäden, sichtbar oder verdeckt, vorliegen. Physikalische Faktoren werden an dieser Stelle nicht näher berücksichtigt.

3. Anforderungen

Jede Raumluft sollte gesundheitlich unbedenklich und innenraumhygienisch unauffällig sein.

Bis heute gibt es aber keine allgemein verbindliche Vorgabe, was unbelastete Raumluft ausmacht.

Für eine chemische Verbindung (PER) ist ein rechtsverbindlicher Grenzwert für Innenräume festgelegt; für einige Verbindungen gibt es Richtwerte. Außerdem sind Zielwerte und Orientierungswerte bekannt. Für die meisten chemischen Einzelverbindungen bestehen aber zurzeit noch keine gerichtlich überprüften und allgemeingültigen Vorgaben.

Nachdem die Außenluftqualität typischerweise verhältnismäßig wenig belastet ist, könnte § 8 der alten Arbeitsschutzverordnung herangezogen werden:

Die Innenraumluft sollte weitgehend der Außenluft entsprechen.

Derzeit sind vor allem folgende Schriften bzw. die darin enthaltenen Denkweisen als praxisrelevant und als allgemein anerkannt anzusehen:

- 2. BImSchV (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen): Tetrachlorethen/PER
- Richtlinien liegen jeweils vor für den Umgang mit PCP, PCB und Asbest
- Richtwerteliste der Innenraumhygienekommission am Umweltbundesamt in seiner jeweils neuesten Fassung
- PAK-Hinweise: Leitfaden für die Bewertung und für Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung (Parkettböden)
- Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden (Umweltbundesamt, 2008)
- Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Umweltbundesamt, 2005)
- Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Umweltbundesamt, 2002)

- Handlungsempfehlungen für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, 2004
- Abgestimmtes Arbeitsergebnis: Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, 2001

4. Untersuchungsstrategien

Chemische Verbindungen lassen sich entsprechend ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften charakterisieren (Tab. 1). Um eine Schadstoffbelastung nachzuweisen oder auszuschließen, ist eine Untersuchung auf Einzelsubstanzen wenig zielführend. Stattdessen sind Übersichtsanalysen notwendig. Dabei werden die Raumluft auf flüchtige organische Verbindungen (VOC und VVOC), der Hausstaub auf SVOC/POM untersucht und außerdem Hinweise auf eventuell vorhandene verdeckte mikrobielle Befälle aufgenommen. Wesentlich ist ein systematisches Vorgehen, mit dem möglichst kosteneffizient eine Vielzahl von relevanten Schadfaktoren überprüft und unter innenraumhygienischen und damit unter gesundheitlichen Gesichtspunkten bewertet werden können.

Ob grau-schwarze Verfärbungen mit schimmelpilzartigen Strukturen laboranalytisch auf Schimmelpilzwachstum untersucht werden müssen, hängt von der jeweiligen Fragestellung ab. Sichtbarer Schimmelpilz ist aber häufig nur die Spitze des Eisbergs. Regelmäßig gehen solche offensichtlichen Schäden nämlich mit verdeckten, also nicht sichtbaren mikrobiellen Belastungen einher. Diese sind nicht leicht erkennbar und deshalb tückisch. Oft ist nichts zu sehen und trotzdem liegt ein massives Problem mit Schimmelpilzen vor.

Neben Schimmelpilzen treten außerdem häufig (sporenbildende) Bakterien auf. Außerdem sind in die Überlegungen mit einzubeziehen Sporen (keimfähige, schlecht und nicht keimfähige), Zellwandbruchstücke, Oberflächenstrukturen wie β -Glucane, MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds = Stoffwechselprodukte) und geruchsaktive Verbindungen, Mycotoxine (Schimmelpilzgifte), Exo- und Endotoxine (Bakteriengifte) sowie möglicherweise noch andere, bis heute unbekannte gesundheitsrelevante Strukturen von gasförmigen Emissionen über Makromoleküle und Nanopartikel bis hin zu größeren staubartigen Bestandteilen (Tab. 2).

Wegen dieser Vielfalt der Strukturen reicht erfahrungsgemäß eine Untersuchungsmethode nicht aus, um versteckte, nicht sichtbare Schimmelpilzschäden zu erkennen und zu lokalisieren oder um die Innenraumqualität unter mikrobiellen Gesichtspunkten zu charakterisieren. Dabei liefern Feuchtemessungen lediglich Indizien dafür, ob möglicherweise ein Schimmelpilzschaden vorliegt.

Liegen konkrete Hinweise auf eine Schadstoffbelastung vor, müssen bis zur Klärung des Sachverhaltes und zur Vermeidung eventueller Gesundheitsgefährdungen an den jeweiligen Einzelfall angepasste Sofortmaßnahmen erwohnen werden, wie zum Beispiel das Aufstellen von Raumluftfiltern oder – im Extremfall – die (vorübergehende) Aussetzung der Nutzung. Mit (Bau-)Trocknungs- und Desinfektionsmaßnahmen können aber weder die Ursachen noch die Folgen von Feuchteschäden (= Schimmelpilz- oder Bakterienwachstum) beseitigt werden.

5. Umfang der Untersuchungen

Wesentlich ist eine erste orientierende Begehung des Objektes durch (einen) Sachverständige(n), bei der erste Auffälligkeiten hinsichtlich möglicher chemischer und mikrobiologischer Schadfaktoren im Rahmen einer Befragung, einer orientierenden Geruchsprüfung und einer visuellen Begutachtung zu erfassen sind. Dabei können zum Beispiel risikoträchtige Konstruktionen und Materialien erkannt und erste Messungen z.B. zur Feuchtigkeit durchgeführt werden.

Um die dabei gesammelten Verdachtsmomente ausschließen oder erhärten zu können, sind chemische und mikrobiologische Untersuchungen nötig. Mit den menschlichen Sinnesorganen sind solche Schadfaktoren nämlich mehrheitlich nicht erfassbar.

Mittels breitbandiger Übersichtsanalysen kann eine bestimmte Vielfalt an chemischen Schadstoffen überprüft werden. Die dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse können dann unter gesundheitlichen und innenraumhygienischen Gesichtspunkten bewertet werden. Bei auffälligen Befunden gilt es, in einem weiteren Schritt die Schadstoffquellen (auf-)zufinden und mittels Materialanalysen (auf-)zuklären. Gesundheitlich-medizinische Fragestellungen können ergänzend spezielle Untersuchungen erforderlich machen.

Bei Schimmelpilzen und Bakterien können Raumluftuntersuchungen auf Sporen und MVOC hilfreich sein, das Problem zu erkennen. Bauphysikalische Methoden und / oder Geruchssensoren (wie z.B. ein gut geschulter und als zuverlässig bekannter Schimmelpilzspürhund) ermöglichen eine Lokalisierung des Schadens. Bauteile zerstörende Materialbeprobungen mit anschließender mikrobiologischer Laboranalytik sind notwendig, wenn ein Schaden eindeutig zu belegen oder auszuschließen ist.

6. Probenahme und Laboranalytik

In den Blättern 1 - 10 der Normenreihe DIN VDI 4300 sind die Vorgehensweisen für Probenahmen sowohl für mikrobiologische als auch für chemische Untersuchungen definiert. Bei Raumluft- und Staubuntersuchungen gilt es, schon vorher bestimmte Rahmenbedingungen zu schaffen. So dürfen die zu untersuchenden Räume mindestens 8 Stunden vor der Probenahme nicht mehr gelüftet werden. Hausstaub sollte etwa 7 Tage alt sein. Auch eine Probenahme unter Nutzungsbedingungen ist möglich, muss aber entsprechend dokumentiert werden.

Für die chemische Analytik sind zertifizierte Labore geeignet. Mikrobiologische Labore sollten an Ringversuchen teilnehmen. Bevorzugte Untersuchungsmethoden sind GC-MS (Gaschromatografie mit Massenspektrometrie-Kopplung), HPLC/UV-VIS (Hochdruckflüssigchromatografie mit UV/VIS-Detektoren), Mikroskopie und Kultivierungstechniken.

7. Bewertung und Schlussfolgerungen

Neben einer auf den jeweiligen Einzelfall angepassten Untersuchungsstrategie kommt der Bewertung der aus Messungen erhaltenen Zahlen, Daten und Fakten eine sehr große Bedeutung zu. Aus den daraus resultierenden Schlussfolgerungen und Empfehlungen ergeben sich die möglichen Instandsetzungsmaßnahmen, angefangen von fehlendem weiteren Handlungsbedarf bis zum vollständigen Rückbau.

Im Hinblick auf die Komplexität des Themas und der Zusammenhänge ist in der Regel fachübergreifende Zusammenarbeit mit erfahrenen und kenntnisreichen Spezialisten erforderlich – denn wer ist schon Innenraumanalytiker, Bau-sachverständiger, Sanierer, Jurist und Arzt in einer Person? Ein sachgerechter Umgang mit Schadstoffen in Innenräumen setzt jedenfalls bei allen Beteiligten weitreichende Fachkenntnisse voraus.

Hinweise

Für Sachverständige:

1. Sie haben die Pflicht, auf (mögliche) Gefährdungspotenziale hinzuweisen!
2. Abwesenheit von Feuchtigkeit bedeutet nicht zwangsläufig auch Abwesenheit von Schimmelpilzen und Bakterien.

8. Empfehlung des BVS Sachverständige Bayern

1. Fortbildung aller am Bau Beteiligten einschließlich der Auftraggeber (auch wegen des künftigen Gebäudeunterhalts). Heizungs- und Lüftungskonzepte berücksichtigen.
2. Vermeidung des unkontrollierten Eintrags chemischer Verbindungen:
 - a) Auswahl emissionsarmer Materialien und (Bau-) Produkte (z.B. nach AgBB-Schema des Umweltbundesamtes).
 - b) Volldeklaration aller Inhaltsstoffe einfordern. Minimierungsgebot beachten!
3. Minimierung der Folgen von Witterungseinflüssen, Neubaufeuchte und Schadensereignissen durch handwerklich machbare, fehlertolerante und damit sichere (Bau-) Konstruktionen mit geringem Schadenspotenzial sowie (Bau-)Feuchtemanagement.
4. Fachplaner für „Innenraumhygiene“ einbeziehen, wie dies für Tragwerksplanung und Haustechnik schon lange üblich ist.
5. Nach Fertigstellung oder Instandsetzung: Überprüfung der Raumqualität zur Leistungskontrolle und Sicherheit der Raumnutzer.
6. Bei gesundheitlichen Beschwerden der Raumnutzer: Chemische und mikrobiologische Bestandsaufnahme in den Innenräumen (Büro, Wohnung).
7. Bei Wasserschäden:
 - Mikrobielle Bestandsaufnahmen unmittelbar nach dem Schadensereignis sowie vor Beginn der Instandsetzung sind zwingend nötig.
 - Gefährdungsabschätzung und Betriebsanweisung nach BGI 858 vor Beginn der Instandsetzung.
 - Vermeidung von Desinfektionsmitteln (Ausnahmen sind zu begründen!)
 - Arbeitsschutzmaßnahmen berücksichtigen.
 - Überprüfung des Erfolges der Instandsetzungsmaßnahmen.
8. Bei „energetischen“ Sanierungen: Weil das Abdichten der Gebäudehülle die Folgen von Schadstoffbelastungen im Gebäude verschärft, muss im Vorfeld solcher Maßnahmen die innenraumhygienische Situation erfasst und bewertet werden. Nur so lässt sich eine „Sanierung der Sanierung“ sicher vermeiden.

Für Probennehmer:

1. Beachten Sie die Schutzrechte patentierter (Untersuchungs-) Verfahren.
2. Beim Öffnen belasteter Bauteile können Schadstoffe freigesetzt und Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig werden.

Für Geschädigte:

1. Symptome umweltbedingter Erkrankungen und Auswirkungen verschiedener Schadfaktoren auf die Gesundheit sind oft unklar.
2. Bis heute sind weder die eigentlichen Auslöser der durch Schimmelpilz- und Bakterienbeschädigungen verursachten Krankheitsbilder bekannt, noch die Relevanz der daran beteiligten mikrobiellen Strukturen.

Anmerkungen

Zusammenfassend lässt sich somit folgern, dass bei chemischen und mikrobiologischen Belastungen in Gebäuden interdisziplinäres und vernetztes Arbeiten und Denken notwendig sind. Neben Innenraumanalytikern und Bauleuten werden von Fall zu Fall auch Mediziner und Juristen hinzugezogen werden müssen. Werden Schäden und ihre Ursachen nicht vollständig beseitigt, verbleibt am Gebäude in der Regel ein merkantiler Minderwert.

Nicht zuletzt im Hinblick auf aktuelle Baupraxis sowie die daraus entstehenden riesigen (auch volkswirtschaftlichen) Schäden einerseits und die nicht mehr finanzierbaren Kosten im Gesundheitswesen andererseits empfiehlt der BVS Sachverständige Bayern ausdrücklich

- a) die innenraumhygienische Situation von Büroräumen, Wohnungen und Gebäuden verstärkt zu überprüfen und
- b) alle Sachverständige auf die Problematik hinzuweisen.

BVS Bayern Arbeitskreis „Innenraumhygiene“

Dr. Gerhard **Führer**, **Leiter des Arbeitskreises**
 öbuv Sachverständiger für Schadstoffe in Innenräumen,
 Himmelstadt bei Würzburg
 Telefon: 09364 / 89 60 01
 E-Mail: info@peridomus.de

Regierungsbaumeister **Bernd Ehrmann**
 öbuv Sachverständiger für Schäden an Gebäuden, München
 Telefon: 089 / 54 04 33 93
 E-Mail: info@bau-sach-verstand.de

Dipl.-Ing. (FH) **Albrecht Friedle**
 öbuv Sachverständiger für chemische Innenraumschadstoffe,
 Regensburg
 Telefon: 0941 / 20 86 590
 E-Mail: afr@labor-friedle.de

Dipl.-Ing. **Bernhard Riedl**
 öbuv Sachverständiger für Schäden an Gebäuden, München
 Telefon: 089 / 17 86 58 - 0
 E-Mail: info@riedl-architekten.de

Jürgen **Schäfer**
 öbuv Sachverständiger für Dachdecker- und Spenglerarbeiten, Bauten- und Holzschutz, Trostberg
 Telefon: 08621/6498008
 e-mail: Juergen.schaefer@bio-san-tec.de