

Planungs- und baubegleitende Berücksichtigung raumlufthygienischer Aspekte bei der Sanierung eines Bürogebäudes

R. Braun, W. Schmidt

Zusammenfassung Im Rahmen der Sanierung und des komplett neuen Innenausbaus eines 1974 errichteten Hamburger Bürohochhauses für 2 500 Mitarbeiter erfolgte eine planungs- und baubegleitende Beratung zur Raumlufthygiene. Die Beratung erstreckte sich von der Mitwirkung bei der Baustoffauswahl über die Überprüfung von Ausgasungen in Musterräumen und Prüfkammern sowie über die Formulierung von Bauvorgaben und deren Kontrolle bis zur Durchführung von Freigabemessungen vor Übergabe der Räumlichkeiten und zur Dokumentation aller Arbeitsschritte. Die frühzeitige Berücksichtigung von raumlufthygienischen Aspekten trug dazu bei, Raumluftbelastungen, wie sie typischerweise nach umfangreichen Baumaßnahmen auftreten, zu vermeiden. Die Zufriedenheit der Nutzer nach erfolgter Übernahme der jeweiligen Räumlichkeiten bestätigte die Vorgehensweise. Die Gesamtkosten für alle im Hinblick auf die Raumlufthygiene ergriffenen Maßnahmen betragen ca. 0,3 % der Bausumme.

Consideration of indoor air quality aspects during the reconstruction of an office block

Abstract During complete indoor reconstruction of a block of offices for 2 500 employees a consultant for indoor air quality was involved right from the planning stage. The indoor air consultancy included the qualified selection of building materials, emission testing of building materials in test rooms or in climate test chambers, the definition and monitoring of specific demands for the indoor construction works and final indoor air measurements before releasing each section of construction. All activities on indoor air quality were documented. This early and continuous focus on indoor air quality succeeded in avoiding of typical indoor air problems, occurring after comprehensive indoor construction very often. User satisfaction with indoor air quality confirmed this approach after releasing the building. The total costs of all indoor air activities during reconstruction were approximately 0,3 % of the whole construction sum.

1 Einleitung

Immer wieder kommt es nach Bau-, Umbau- oder Renovierungsmaßnahmen in Gebäuden zu Raumluftproblemen durch Ausdünstungen aus Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen. Ursache hierfür kann einerseits die Auswahl von ungeeigneten Baustoffen und Produkten mit hohem Potenzial für künftige Raumluftbelastungen sowie andererseits eine nicht sachgemäße Verarbeitung von Produkten sein. Eine schlechte Raumluftqualität kann schon unterhalb der Schwelle von gesundheitlichen Beeinträchtigungen erhebliche Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Raumnutzer haben. Eine

Dipl.-Ing. Dipl.-Biol. Roland Braun,
Ingenieur- und Sachverständigenbüro, Hamburg.
Dipl.-Ing. Werner Schmidt,
Architekt, Hamburg.

nachträgliche Ermittlung der Schadstoffquellen und deren Sanierung sind in der Regel sehr aufwändig. Eine frühzeitige Berücksichtigung raumlufthygienischer Aspekte bei der Planung und Bauausführung kann das Risiko späterer Raumluftprobleme minimieren.

2 Bauprojekt

In den Jahren 1999 bis 2003 erfolgte der Umbau des früheren Shell-Hauses in der Hamburger City Nord durch den neuen Eigentümer (Bild 1). Das Nutzungskonzept für das Gebäude sah eine Nutzung als Bürostandort für den Bauherrn bzw. für Tochterunternehmen sowie eine Vermietung von Büroräumen an Dritte vor. Im Rahmen des Umbaus wurde das Gebäude mit einem komplett neuen Innenausbau (d. h. neuer Fußbodenaufbau, neue Zwischenwände, abgehängte Decken, neue Elektro- und Dateninstallation usw.) versehen. Die Palette der umzugestaltenden Räume reichte von Einzel- über Großraumbüros, Schulungsräumen und Kantine bis zu Spezialräumen, wie einem EDV-Testcenter. Dementsprechend vielfältig waren die Anforderungen an die zu verwendenden Baumaterialien.

Der Umbau erfolgte in 16 Teilprojekten, die sehr unterschiedlich dimensioniert waren. So umfasste ein Teilprojekt z. B. den Umbau des 7. bis 12. Obergeschosses, ein anderes nur den Vorraum der Kantine. Während des Umbaus wurden andere, zum jeweiligen Zeitpunkt nicht betroffene Gebäudebereiche weiter genutzt. Dies erforderte bei der Bauausführung besondere Vorkehrungen und Rücksichtnahme gegen Lärm, Staubentwicklung etc.



Bild 1. Luftbild Bürogebäude Übersieering 35 (ehemaliges Shell-Haus). Kenngrößen zum Bauprojekt: ca. 22 000 m² Bürofläche für ca. 2 500 Mitarbeiter Baujahr: 1974, Umbau: 1999 bis 2003 in 16 Teilabschnitten.

3 Beratungskonzept

Bereits während der Planungsphase wurde ein Konzept zur Berücksichtigung raumlufthygienischer Aspekte erarbeitet. Das Ziel war die Optimierung der Raumlufqualität sowie die Vermeidung von raumlufthedingten Geruchsbelästigungen und Befindlichkeitsstörungen.

Das Beratungskonzept umfasste folgende Teilschritte:

1. Auswahl von Baustoffen,
2. Einrichtung und raumlufthygienische Überprüfung von Musterräumen bzw. Emissionsprüfungen an Baustoffen,
3. Erarbeitung einer Positivliste für Baustoffe/baubegleitende Kontrollen,
4. Erstellung von Gütezielen für die Raumlufqualität,
5. Freigabemessungen,
6. Dokumentation.

4 Projektbearbeitung

4.1 Auswahl von Baustoffen

Die Baustoffauswahl erfolgte unter Berücksichtigung raumlufthygienischer Aspekte. Zum einen wurde in die Ausschreibungstexte die allgemeine Anforderung „Verwendung emissionsarmer Produkte“ aufgenommen. Zum anderen wurde die Verwendung von Produkten mit den in Bild 2 dargestellten raumluftherelevanten Kennzeichnungen empfohlen. Produkte ohne die entsprechenden Kennzeichnungen wurden dabei nicht ausgeschlossen, sondern es wurde den Lieferanten die Möglichkeit eingeräumt, die Erfüllung der jeweiligen Anforderungen selbst nachzuweisen, z. B. durch eine entsprechende Produktemissionsprüfung.

Die Auswahl von Baustoffen, die den Anforderungen der entsprechenden Kennzeichen genügen, bietet allein noch keine absolute Sicherheit gegenüber möglichen zukünftigen Raumlufbelastungen. Zum einen bleiben Systemwirkungen (z. B. Bodenbelag und Bodenverlegewerkstoffe) unberücksichtigt, zum anderen sind auch bei Einhaltung der zeichenspezifischen Anforderungen möglicherweise noch flüchtige Verbindungen oberhalb von substanzspezifischen Geruchsschwellen in den Produkten enthalten. Die Anforderungen der jeweiligen Kennzeichnungssysteme orientieren sich teilweise nicht nur an Geruchs- oder Wirkswellen, sondern auch an der technischen Machbarkeit im Hinblick auf Produktion und erwünschte Produkteigenschaften.

Trotzdem bietet die Verwendung von Umweltkennzeichen bzw. deren Anforderungen eine sinnvolle und praktikable Möglichkeit, das Risiko zukünftiger Raumlufbelastungen zu begrenzen.

4.2 Musterräume/Prüfung von Baustoffen

4.2.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die vom Bauherrn vorausgewählten Baustoffe wurden in einem nächsten Schritt auf ihr Emissionspotenzial überprüft. Hierzu wurden zunächst die verfügbaren Unterlagen, wie technische Merkblätter, Sicherheitsdatenblätter etc., zu den einzelnen Produkten ausgewertet. Bei Bedarf wurden weitere zur Beurteilung notwendige Informationen bei den Herstellern recherchiert. Produkte, welche die in Abschn. 4.1 beschriebenen Anforderungen nicht erfüllten bzw. die aus anderen Gründen ein hohes Risiko der Freisetzung von raumlufthygienisch relevanten Verbindungen aufwiesen (z. B. stark lösungsmittelhaltige Produkte), wurden als nicht empfehlenswert eingestuft.





	<p>BLAUER ENGEL [1] RAL UZ 12a: Lacke RAL UZ 38: Holzwerkstoffe RAL UZ 102: Wandfarben (RAL UZ 113: Verlegewerkstoffe war während der Projektbearbeitung noch nicht verfügbar)</p>
	<p>EMICODE [2] Gemeinschaft emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe e.V. Bodenverlegewerkstoffe</p>
	<p>GUT-Siegel [3] Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. Teppichböden</p>
	<p>Österreichisches Umweltzeichen [4] Elastische Bodenbeläge</p>

Bild 2. Raumluftherelevante Kennzeichnungssysteme für Bauprodukte (Auswahl).

Mit den Produkten, die zur Verwendung vorgesehen waren, wurden Musterräume eingerichtet, in denen der Innenausbau mit diesen Baustoffen, insbesondere Fußbodenaufbau, Wandaufbau, Deckenkonstruktion und Türen/Fenster, analog zur tatsächlich geplanten Vorgehensweise hergestellt wurde. In diesen Musterräumen wurden Raumlufmessungen auf die Parameter flüchtige organische Verbindungen (VOC – volatile organic compounds) und flüchtige Aldehyde durchgeführt. Als Messtechnik kamen Tenax TA/Chromosorb-Röhrchen mit anschließender Thermodesorption und gaschromatografischer Untersuchung (GC/MS) für VOC [5 bis 7] sowie DNPH-beschichtete Silicagelröhrchen mit nachfolgender Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie (HPLC) zur Bestimmung der C₁- bis C₄-Aldehyde [8; 9] zum Einsatz.

Aufgrund der Vielzahl von unterschiedlichen Räumlichkeiten mit verschiedenen Produktkombinationen konnten nicht für alle Varianten Musterräume hergestellt werden. Ergänzend erfolgten daher Emissionsprüfungen an weiteren Baustoffen (Einzelprodukte oder komplette Systemaufbauten, wie z. B. Fußboden-, Wandaufbauten oder Türanstrich). Für die Produktemissionsprüfungen in den Klimakammern wurden die Standardbedingungen für typische Räumlichkeiten (Temperatur, Luftfeuchte, Luftwechsel, Beladung etc.) simuliert [10; 11], die Probenahme erfolgte analog zu den Raumlufmessungen auf VOC und flüchtige Aldehyde. Bei der Überprüfung eines Spezialklebers als Bestandteil eines in Teilbereichen eingebauten Doppelbodens wurden auch Isocyanatmissionen (Methode vgl. [12]) überprüft.

Produktemissionsprüfungen wurden ebenfalls für solche Einzelprodukte durchgeführt, für die keine Umweltkennzeichnungen vorlagen, die aber aus unterschiedlichen Gründen eingesetzt werden sollten. Die vorgesehenen Baustoffe wurden während der Projektbearbeitung in den verschiedenen Bauabschnitten mehrfach geändert und ergänzt. Mit nachträglichen Produktemissionsprüfungen stand ein geeignetes Mittel zur Verfügung, um sicherzustellen, dass

Parameter	Musterraum I	Musterraum II	Musterraum III
Summe flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC), C₆ bis C₁₆ in µg/m³	820	110	580
Relevante Einzelergebnisse (VOC) in µg/m³			
Ethylacetat	43	21	31
n-Butanol	45	n.n.	27
2-Ethylhexanol	42	n.n.	n.n.
4-Phenylcyclohexen	3,9	0,46	2,5
Texanol (2 Isomere)	120	n.n.	n.n.
Tripropylglykomonobutylether	360	43	200
diverse Spuren organischer Dämpfe	210	50	320
Flüchtige Aldehyde C₁ bis C₄, Summe in µg/m³	32	20	21
Einzelergebnisse (Aldehyde) in µg/m³			
Formaldehyd	26	15	13
Acetaldehyd	6,0	5,0	8,0
Summe sonstiger Aldehyde C ₃ bis C ₄	n.n.	n.n.	n.n.

n.n.: nicht oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze nachgewiesen

Tabelle 1. Ergebnisse der Raumluftmessungen in Musterräumen.

Parameter	Konzentration in µg/m ³ in der Prüfkammer					
	Probe I	Probe II	Probe III	Probe IV	Probe V	Probe VI
Summe (TVOC)	300	34	20	230	68	67
4-Phenylcyclohexen	16	6,9	7,9	11	9,0	17

Probe I: Systemprüfung am kompletten Bodenaufbau (Grundierung, Spachtelmasse, Kleber, Teppichboden), Probenahme Prüfkammerluft nach zehn Tagen (in Anlehnung an GEV-Methode [2])

Probe II bis VI: Prüfung verschiedener Farb- und sonstiger Varianten des vorgesehenen Teppichbodens, Probenahme Prüfkammerluft nach zwei Stunden (in Anlehnung an GUT-Methode)

Tabelle 2. Ergebnisse der Prüfkammeruntersuchung am Bodenaufbau/Teppichboden der Musterräume.

diese Produkte die gleichen Anforderungen erfüllten wie die zuvor ausgewählten Produkte. Die Produktemissionsprüfungen wurden im Prüfkammerlabor der Fa. Eurofins Danmark durchgeführt.

4.2.2 Anwendungsbeispiel

Obwohl die untersuchten Musterräume erst zwei Tage vor Durchführung der Luftmessungen fertiggestellt wurden, war der Gehalt der Raumluft an flüchtigen Aldehyden sowie leicht- und mittelflüchtigen organischen Dämpfen in allen drei untersuchten Räumen als sehr gering zu bezeichnen (Tabelle 1). Allerdings wurde die sehr geruchsintensive Verbindung 4-Phenylcyclohexen oberhalb ihrer substanzspezifischen Geruchsschwelle, die bei nur 2,1 µg/m³ [13] liegt, nachgewiesen. Das in einem Musterraum und in der Prüfkammerluft gefundene Ethylhexanol kann möglicherweise geruchsverstärkend wirken. Durch zusätzlich durchgeführte Prüfkammeruntersuchungen (vgl. Tabelle 2) konnte der Teppichboden als Quelle identifiziert werden. Bei allen untersuchten Materialproben wurde 4-Phenylcyclohexen in der Prüfkammerluft deutlich oberhalb der substanzspezifischen Geruchsschwelle nachgewiesen. Gesundheitlich bedenklich war 4-Phenylcyclohexen in den gemessenen Konzentrationen nicht. Aufgrund der geringen Flüchtigkeit dieses Stoffs bestand jedoch das Risiko, dass er möglicherweise über lange Zeiträume (in Einzelfällen bis zu mehreren Jahren) aus dem Teppichboden ausgasen und geruchlich wahrnehmbar sein würde.

Der als Quelle für 4-Phenylcyclohexen identifizierte Teppichboden verfügte über das GUT-Siegel der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e. V. Bis Ende 2003 wurde als Anforderung für die Vergabe des GUT-Siegels im Hinblick auf 4-Phenylcyclohexen ein Grenzwert von 20 µg/m³

gefordert, der damit fast um den Faktor 10 oberhalb der substanzspezifischen Geruchsschwelle liegt und Geruchsbelästigungen durch diesen Stoff nicht ausschließen kann. Seit dem 1. Januar 2004 gilt für die Vergabe des GUT-Siegels ein neues Bewertungsschema, das sich an das AgBB-Konzept [14] anlehnt. Auch dieses neue Bewertungsschema stellt jedoch Anforderungen, die oberhalb der substanzspezifischen Geruchsschwelle liegen und die eine Geruchsbelästigung durch 4-Phenylcyclohexen nicht sicher ausschließen können.

Ein Wechsel des Teppichbodenprodukts, um das Risiko späterer Geruchsbelastungen zu minimieren, kam für die Bauleitung aus verschiedenen Gründen nur als letzte Möglichkeit in Betracht. Daher wurden zunächst mit dem Hersteller Maßnahmen zur verstärkten Be- und Entlüftung der Teppichböden bei der Produktion sowie während des Transports und der Lagerung vereinbart, z. B. durch Verzicht auf Einschweißen der frisch produzierten Ware etc. Die Emission von 4-Phenylcyclohexen und das damit verbundene Geruchsrisiko konnten, wie durch weitere Produktuntersuchungen gezeigt werden konnte, durch die Maßnahmen auf ein akzeptables Maß gesenkt werden. Dieser Befund wurde auch durch spätere Freigabemessungen bestätigt.

4.3 Positivliste für Baustoffe/Baubegleitende Kontrollen

Auf der Basis der Produktüberprüfungen, der Raumluftmessungen in den Musterräumen sowie der ergänzenden Produktemissionsprüfungen wurden Positivlisten erarbeitet. In diese Positivliste wurden die als raumlufthygienisch unbedenklich eingestuft Produkte aufgenommen. Ergänzend wurden Anwendungsrichtlinien zur Bauausführung erarbeitet, um sicherzustellen, dass keine erhöhten Produktmissionen auftraten. Neben allgemeinen Vorgaben zur

Berücksichtigung der Raumlufthygiene bei der Bauausführung wurden auch für Sonderfälle, z. B. Oberflächenbehandlung des Steinfußbodens, besondere Schutzmaßnahmen empfohlen. Die Positivliste wurde von der Bauleitung gemeinsam mit den Ausführungsrichtlinien als verbindliche Vorgabe an die ausführenden Firmen weitergegeben.

Ein weiteres wichtiges Element der Bauberatung zur Raumlufthygiene waren regelmäßige unangemeldete Kontrollen auf der Baustelle. Die Notwendigkeit dieser Kontrollen wird bereits dadurch dokumentiert, dass bei allen Begehungen Abweichungen von den Vorgaben festgestellt wurden, die entsprechende Gegenmaßnahmen nach sich zogen.

4.4 Güteziele für die Raumlufqualität

Im Hinblick auf die vorgesehenen Freigabemessungen wurden auf der Basis der vorstehend beschriebenen Untersuchungen, wie Raumlufmessungen Musterräume, Emissionsprüfungen etc., Güteziele für die Raumlufqualität formuliert. In Verbindung mit den Gütezielen wurden auch die zugrunde liegenden Messbedingungen formuliert: Messung 14 Tage nach Abschluss von Maler- und Fußbodenarbeiten in Räumen ohne Möblierung bei bestimmungsgemäßem Betrieb der raumluftechnischen Anlage.

In **Tabelle 3** sind typische Beispiele für festgelegte Güteziele dargestellt. Neben Summenwerten für TVOC im Retentionsbereich von C₆ bis C₁₆ sowie für flüchtige Aldehyde (C₁ bis C₄) sind spezifische Reiz- und Geruchsstoffe mit aufgenommen, die aufgrund der Vorermittlungen möglicherweise nach den durchgeführten Sanierungs- und Umbauarbeiten in der Raumluf auftreten können. Die definierten Güteziele orientieren sich an vorhandenen Beurteilungswerten und – soweit bekannt – den Reiz- und Geruchsschwellen der jeweiligen Verbindungen. Die Güteziele für die einzelnen Bauabschnitte wurden teilweise aufgrund bauabschnittsbedingter Besonderheiten modifiziert und weichen voneinander ab (z. B. weitere Parameter).

4.5 Freigabemessungen

In den relevanten Bauabschnitten wurden in ausgewählten repräsentativen Räumen insgesamt 19 Freigabemessungen

durchgeführt. Entsprechend den Messbedingungen für die Güteziele war geplant, diese Messungen 14 Tage nach Abschluss der wesentlichen raumlufrelevanten Maler- und Fußbodenarbeiten und vor der Übergabe an die Nutzer durchzuführen. Ein enger Bauzeitenplan und Terminverschiebungen ließen jedoch zwischen Bauende und Übergabe häufig nur einen Zeitraum von wenigen Tagen, an denen dann die Freigabemessungen durchgeführt werden mussten.

Als Standardparameter wurden wiederum VOC mittels Tenax TA/Chromosorb und nachfolgender Gaschromatografie sowie flüchtige Aldehyde mittels DNPH-beschichteten Silicagels und nachfolgender HPLC gemessen (vgl. Abschn. 4.2.1)(**Bilder 3** und **4**). Die Ergebnisse lagen in der Regel innerhalb von 48 h Stunden nach den Probenahmen vor und wurden direkt mit Beurteilung an die Bauleitung übermittelt. Die Beurteilung erfolgte anhand der vereinbarten Güteziele. Ergänzend erfolgte auch stets eine Überprüfung, ob – über die vereinbarten Güteziele hinaus – sonstige Auffälligkeiten vorhanden waren.

Bei der Beurteilung der Messergebnisse der Freigabemessungen mussten die von der Gütezieldefinition abweichenden Messbedingungen berücksichtigt werden. Die geringfügigen Überschreitungen des TVOC-Güteziels bei den Messorten 1, 8 und 14 wurde als vernachlässigbar eingestuft, da davon auszugehen war, dass dieser Wert durch den bestimmungsgemäßen Betrieb der Lüftungsanlage schnell absinken würde. Bei den erheblicheren Überschreitungen des TVOC-Güteziels an den Messorten 2 und 3 konnten nicht genehmigte nachträgliche Ausbesserungsarbeiten an Türlackierungen mit lösungsmittelhaltigen Lacken als Verursacher herausgefunden werden. Durch kurzzeitig intensivere Lüftungsmaßnahmen konnte dieser Wert innerhalb weniger Tage reduziert werden, so dass eine Kontrollmessung zwei Wochen später keine Überschreitungen der Güteziele mehr erbrachte.

Das Güteziel für die Summe der flüchtigen Aldehyde C₁ bis C₄ wurde bei allen Freigabemessungen deutlich eingehalten. Auch die für Einzelstoffe festgelegten Güteziele wurden bis auf zwei Ausnahmen eingehalten. An zwei Messorten wurde das Güteziel für 4-Phenylcyclohexen mit 2,1 µg/m³ und 2,2 µg/m³ geringfügig überschritten. Das Güteziel für 4-Phenylcyclohexen basiert auf der substanzspezifischen Geruchsschwelle von 2,1 µg/m³. Da die Überschreitungen im Bereich der Messunsicherheiten liegen und zudem die Messbedingungen ungünstiger waren als für die Güteziele definiert, wurde von weiteren Maßnahmen zunächst abgesehen. Bisher sind keine Geruchsreklamationen in diesem Bereich bekannt. Grundsätzlich wurden die Vorkehrungen, die für die Reduzierung der 4-Phenylcyclohexenemission aus dem Teppichboden getroffen wurden (vgl. Abschn. 4.2.2), durch die Messergebnisse bestätigt.

4.6 Dokumentation

Alle im Rahmen der beratenden Tätigkeit durchgeführten Bearbeitungsschritte wurden in eine Gesamtdokumentation auf-

Tabelle 3. Güteziele für die Raumlufqualität.

Parameter	CAS-Nr.	Güteziel Raumluf in µg/m ³
Summe flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC), C ₆ bis C ₁₆	–	600
Summe flüchtiger Aldehyde C ₁ bis C ₄ *	–	100
Formaldehyd	50-00-0	30
Hexanal	66-25-1	20
2-Butoxyethanol	111-76-2	5
2-Butoxyethoxyethanol	112-34-5	5
2-Butoxyethoxyethylacetat	124-17-4	15
2-Phenoxyethanol	122-99-6	100
4-Phenylcyclohexen	31017-40-0	2
Vinylcyclohexen	100-40-3	2
Borneol	464-54-9	10

* Zusätzlich wurde die Einhaltung der von der früheren Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (BAGS) der Hansestadt Hamburg vorgeschlagenen Richtwerte für Alkanale (Aldehyde) [15] empfohlen.

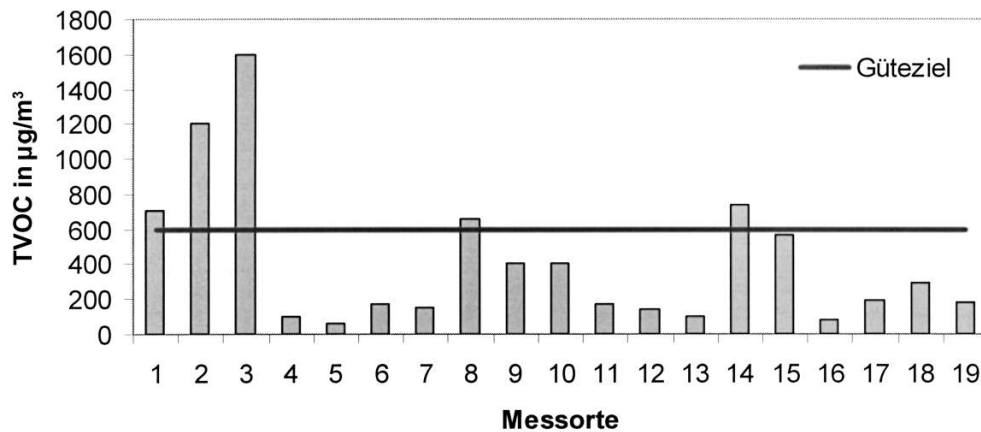


Bild 3. Freigabemessungen, TVOC-Konzentrationen in der Raumluft.

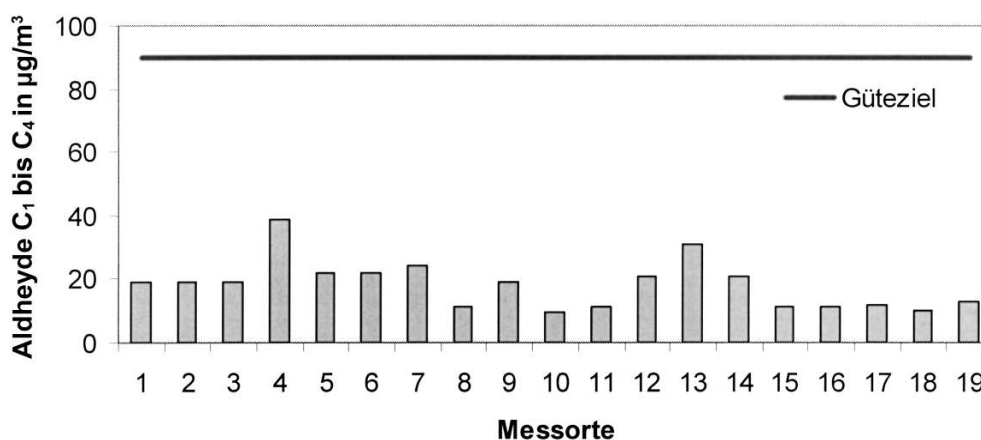


Bild 4. Freigabemessungen, Summe der flüchtigen Aldehyde (C₁ bis C₄) in der Raumluft.

genommen. In der Regel wurde eine Dokumentation pro Bauabschnitt erstellt, teilweise wurden diese dann nachträglich zusammengefasst. In der Gesamtdokumentation wurden alle Untersuchungsergebnisse einschließlich der aufgetretenen Problemfälle (z. B. Abweichungen bei Kontrollbegehungen etc.) konsequent offen gelegt.

5 Anmerkungen

Die Berücksichtigung der Raumlufthygiene schon bei der Planung und Bauausführung trug dazu bei, dass im vorgestellten Projekt bis heute – mit Ausnahme des nachfolgend beschriebenen Sonderfalls – keine Beschwerden zur Raumluftqualität aufgetreten sind.

In einem Teilbereich eines Bauabschnitts kam es trotz Einhaltung der Güteziele bei der Freigabemessung nach der Übernahme durch den Nutzer zu Geruchsbelästigungen und Befindlichkeitsstörungen. Diese traten in einem Teilbereich auf, in dem keine Freigabemessung durchgeführt worden war, da der Bereich baugleich zu anderen Räumen des Bauabschnitts war. Durch zusätzliche Raumluftmessungen und Recherchen konnte ein nicht freigegebener Reparaturkleber, der zum Fixieren hoch stehender Kanten von Teppichfliesen nach Bauabschluss eingesetzt worden war, als Emissionsquelle identifiziert werden. Durch lüftungstechnische Maßnahmen konnte die Belastung kurzfristig wieder auf ein kaum mehr wahrnehmbares Niveau gesenkt werden. Ein

direktes gesundheitliches Risiko über die Geruchswirkungen hinaus war nicht gegeben.

Der während des gesamten Projekts und für Bauvorhaben nicht untypische enge Zeitplan mit hohem Termindruck, insbesondere im Hinblick auf die geplanten Übergaben an die Nutzer mit direkt anschließender Nutzung, stellte eine besondere Herausforderung dar. Durch den eigens für die Raumlufthygiene zuständigen Berater konnte sichergestellt werden, dass raumlufthygienische Belange in Konkurrenz zu anderen Belangen ausreichend berücksichtigt wurden. Selbstverständlich gab es während des Projekts auch Konflikte mit konkurrierenden Zielen, die Kompromisse erforderlich machten. Diese Kompromisse gefährdeten jedoch nie die angestrebten Ziele hinsichtlich der Raumluftqualität. Möglich war dies u. a. nur dadurch, dass das Beratungskonzept von der Bauleitung vorbehaltlos unterstützt wurde und das einmal vereinbarte Beratungskonzept nicht starr angelegt war, sondern im Laufe des Projekts im Dialog mit den Beteiligten immer wieder den tatsächlichen und bauabschnittsbezogenen Erfordernissen angepasst wurde.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass durch eine vorsorgeorientierte raumlufthygienische Beratung bei Bauvorhaben das Risiko für spätere Raumluftprobleme durch Schadstoffemissionen aus Baustoffen und ggf. damit verbundene kostspielige Sanierungen minimiert werden kann. Die Zusatzkosten liegen bei typischen Projekten – wie auch im vorliegenden Fall mit ca. 0,5 % – unter 1 % der Bausumme.

Literatur

- [1] RAL, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. Sankt Augustin. Umweltbundesamt FG III 1.3, Berlin. www.blauerengel.de.
- [2] GEV-Einstufungskriterien – Anforderungen an emissionskontrollierte Verlegwerkstoffe und Vergabe des EMICODE. Stand: 8. November 2004. Hrsg.: GEV – Gemeinschaft emissionskontrollierter Verlegwerkstoffe e. V. www.emicode.de.
- [3] Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. – GUT. www.gut-ev.de.
- [4] Österreichisches Lebensministerium – BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (Gesamtkoordination): Abteilung VI/5 – Betrieblicher Umweltschutz/Technologie, Wien. www.lebensministerium.at, www.umweltzeichen.at.
- [5] VDI 4300 Blatt 6: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC). Berlin: Beuth 2000.
- [6] DIN ISO 16000-6: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluf und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID. Berlin: Beuth 2002.
- [7] DIN EN ISO 16017-1: Innenraumluf, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz – Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie – Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe. Berlin: Beuth 2001.
- [8] VDI 4300 Blatt 3: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für Formaldehyd. Berlin: Beuth 1997.
- [9] DIN ISO 16000-3: Innenraumlufverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen; Probenahme mit einer Pumpe. Berlin: Beuth 2002.
- [10] GEV – Prüfmethode – Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen zur Charakterisierung emissionskontrollierter Verlegwerkstoffe. Stand: 12. Mai 2004. Hrsg.: Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegwerkstoffe e.V. (GEV). www.emicode.de.
- [11] DIN EN 13419-1 (Normentwurf): Bauprodukte – Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen – Teil 1: Emissionsprüfkammer-Verfahren. Berlin: Beuth 2003.
- [12] *Tinnerberg, H.; Spanne, M.; Dalene, M.; Skarping, G.*: Determination of complex mixtures of airborne isocyanates and amines – part 3. Methylendiphenyl diisocyanate, methylenediphenylamino isocyanate and methylenediphenyldiamine and structural analogues after thermal degradation of polyurethane. *Analyst* 122 (1997) Nr. 3, S. 275-278.
- [13] *Jensen, B.; Wolkoff, P.*: VOCBASE – Odour thresholds, mucous membrane irritation thresholds and physico-chemical parameters of volatile organic compounds. Hrsg.: National Institute of Occupational Health, Kopenhagen, Dänemark 1996.
- [14] Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten – AgBB. Stand: Juli 2004. www.umweltdaten.de/daten/bauprodukte/agbb.pdf.
- [15] <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/wissenschaft-gesundheit/verbraucherschutz/gesundheits-umwelt/tox/s2-toxi.html>.