



Bekanntmachung des Umweltbundesamtes

Bewertung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft – Weiterentwicklung des Geruchs- leitwerte-Konzeptes des AIR

Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte

Vorbemerkung

Das Auftreten unüblicher oder unangenehmer Gerüche in der Luft von Wohnungen, Schulen, Büroräumen oder anderen Innenräumen kann bei Raumnutzenden zu Besorgnis über eine Exposition gegenüber Chemikalien mit möglichen gesundheitlichen Auswirkungen führen und Anlass für Beschwerden über eine Geruchsbelästigung sein [1]. Hierbei wird davon ausgegangen, dass Beschwerden über eine Geruchsbelästigung dann geäußert werden, wenn die Geruchsbelästigung so stark ist, dass ein Eingreifen der zuständigen Verantwortlichen, wie z. B. der vermietenden Person, für erforderlich gehalten wird. Dies erfolgt in Anlehnung an das in der Richtlinie VDI 3883/Blatt 1 [2] beschriebene Modell über die „Zusammenhänge zwischen Geruchsstoffimmission, Geruchswahrnehmung, Geruchsbelästigung, Folgen von Geruchsbelästigung und Einflussfaktoren“.

Quellen für Gerüche in Innenräumen können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes liegen. Neben Emissionen aus Innenraummaterialien kommen u. a. technische Anlagen, Bauschäden, Tiere sowie die Raumnutzenden selbst als Geruchsquellen in Betracht. Von wenigen anorganischen Stoffen abgesehen, stellen Geruchsstoffe vor allem eine Teilgruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC; volatile organic compounds) dar. Geruchsempfindungen treten zum Teil bereits unterhalb der Nachweisgrenze

chemisch-analytischer Verfahren auf. Die geruchliche Wahrnehmung einer Substanz ist jedoch kein toxikologischer Wirkungsendpunkt und wird deshalb bei der Ableitung von Richtwerten für die Innenraumluft nicht berücksichtigt [3–6]. Die Wahrnehmung von unangenehmen oder störenden Gerüchen kann im Einzelfall mit dem Auftreten von „Geruchs-assoziierten Symptomen“, wie Kopfschmerzen oder Übelkeit, verbunden sein, und das Wohlbefinden und die Arbeitsleistung der Raumnutzenden beeinträchtigen. Um Beschwerden über eine Geruchsbelästigung objektivieren zu können, hat der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR; vormals Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumlufthygiene und der Obersten Landesgesundheitsbehörden) im Jahr 2014 das Papier „Gesundheitlich-hygienische Beurteilung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft mithilfe von Geruchsleitwerten“ [7] veröffentlicht. Die Bewertung fußte auf der Festlegung von „Geruchsleitwerten“ (GLW) für Einzelstoffe. Das Ziel war die „Abgrenzung einer geruchlichen Lästigkeit (im Sinne einer geringen geruchlichen Belästigung) von einer unzumutbaren, erheblichen geruchlichen Belästigung“. Hierbei wurde, ausgehend von empirisch ermittelten und qualitätsgesicherten Geruchswahrnehmungsschwellen, die Intensitätsbewertung des LOA-Konzeptes („Level of distinct Odour Awareness“) des niederländischen Reichsinstituts für Volksgesundheit und Milieu-

hygiene (RIVM-NL) zugrunde gelegt. Die Hedonik wurde nicht berücksichtigt. Da für dieses Bewertungskonzept keine praxisbezogenen Erfahrungen vorlagen, wurde es in einer Erprobungsphase getestet und basierend auf den Erkenntnissen von Anwendenden neu überarbeitet. Nach Prüfung vorgelegter Einwände und neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse veröffentlicht der AIR nun eine Überarbeitung des GLW-Konzeptes, das den Entwurf von 2014 ersetzt.

Grundlagen des überarbeiteten Bewertungskonzeptes

Gerüche sind ein Bestandteil der natürlichen Umwelt, die subjektiv unterschiedlich wahrgenommen und interpretiert werden. Mithilfe von Geruchsleitwerten (GLW) wird die Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung überprüft. Das GLW-Konzept soll nur angewendet werden, wenn Beschwerden über eine Geruchsbelästigung vorliegen, da die Überschreitung eines GLW nicht automatisch das Vorliegen einer beeinträchtigenden Situa-

Abkürzungen

I	Intensität (Empfindungsstärke)
k_w	Weber-Fechner-Koeffizient
C_i	Geruchsstoffkonzentration
ODT_{50}	Geruchswahrnehmungsschwelle

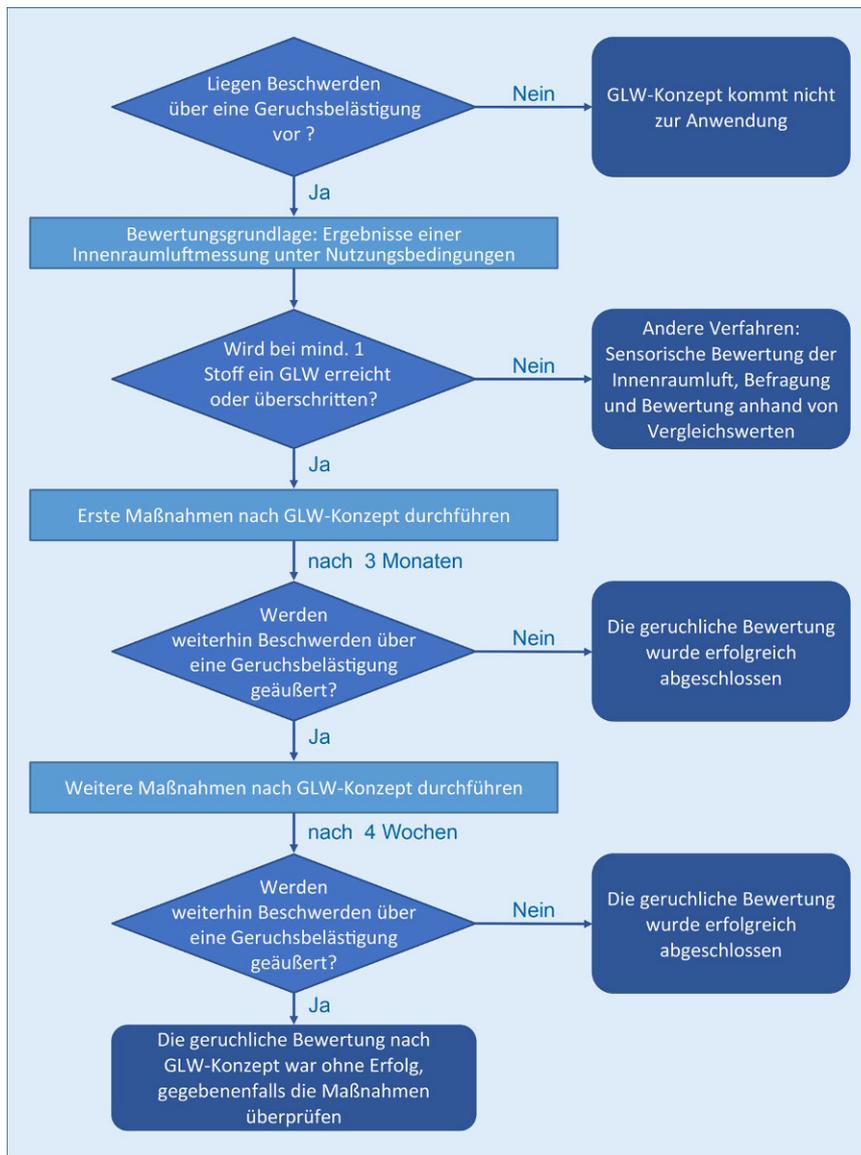


Abb. 1 ◀ Schema GLW-Konzept

on darstellt. Somit rechtfertigt die Überschreitung eines GLW ohne Vorliegen von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung auch keine Maßnahmen nach dem GLW-Konzept.

Da sich Geruchswahrnehmungen bisher nicht in ausreichendem Maße mit chemisch-analytischen Verfahren beschreiben lassen, wird der Versuch einer Differenzierung von „geruchlich auffällig“ (GLW) und „geruchlich erheblich belästigend“ (GLW II), wie er im ersten Entwurf aus dem Jahre 2014 [7] dargestellt wurde, nicht weiterverfolgt. Stattdessen wird zukünftig nur ein GLW für einen geruchlich relevanten Einzelstoff ausgewiesen (Ab-

sch. *Bewertung von Einzelstoffen anhand von Geruchsleitwerten*).

Bei Erreichen oder Überschreiten eines GLW ist es plausibel, dass dieser Einzelstoff zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung, entweder allein oder in Kombination mit anderen Stoffen, führen kann. Im Umkehrschluss kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass die Beschwerden über eine Geruchsbelästigung unplausibel sind, wenn keine Überschreitung eines GLW festgestellt wird (Abschn. *Bewertung von Einzelstoffen anhand von Geruchsleitwerten*). Dies ist unter anderem damit zu begründen, dass bislang nur für wenige Stoffe GLW vorliegen.

Bei Erreichen oder Überschreiten eines GLW folgt ein abgestuftes Maßnahmenkonzept (Abschn. *Maßnahmen nach GLW-Konzept*).

Die Maßnahmen orientieren sich an der Vorgehensweise des AIR-Papiers „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“ [4]. Dabei berücksichtigen die Maßnahmen den zeitlichen Abstand zu Veränderungen im Innenraum, wie z. B. Renovierungsarbeiten oder Neumöblierungen, die erfahrungsgemäß mit einer Überschreitung einzelner GLW verbunden sein können und zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen können. Die Anzahl an Einzelstoffen, für die ein GLW aufgestellt wurde, soll in Zukunft kontinuierlich erhöht werden. GLW werden nur für Stoffe, für die qualitätsgesicherte Geruchswahrnehmungsschwellen (Abschn. *Verfahren zur Ableitung von Geruchsleitwerten*) vorliegen, aufgestellt.

Die Überprüfung der Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung anhand von GLW erfordert das Vorliegen einer qualitätsgesicherten Innenraumluftmessung. Stoffkonzentrationen können nicht bewertet werden, wenn der entsprechende GLW unterhalb der Bestimmungsgrenze der chemisch-analytischen Bestimmung liegt. GLW werden nur auf Messwerte aus einer Innenraumluftmessung angewandt, die unter sogenannten „üblichen Nutzungsbedingungen“ durchgeführt wurde [4]. Das bedeutet, dass in Innenräumen mit konkreten Lüftungsvorgaben, wie in Schulen und an Innenraumarbeitsplätzen wie Büros, zunächst intensiv gelüftet wird und die Messung dann nach einer Ausgleichszeit von einer Stunde bzw. Schulstunde ohne Lüftung erfolgt. In anderen Innenräumen, wie in Wohnungen, wird entsprechend der vorliegenden allgemeinen empfohlenen Lüftungshinweise gelüftet und dann ebenfalls nach einer Ausgleichszeit von einer Stunde ohne Lüftung gemessen.

Um geruchsrelevante Stoffe und mögliche Geruchsquellen zu identifizieren, kann eine Innenraumluftmessung unter sogenannten „Ausgleichsbedingungen“ durchgeführt werden. Das bedeutet, dass die Innenraummessung unter reduzierten Lüftungsbedingungen durchgeführt wird. Dazu muss der Raum vor der Mes-

sung mindestens acht Stunden lang verschlossen sein, damit sich eine möglichst hohe Stoffkonzentrationen in der Luft ansammeln kann. Alternativ kann die Überprüfung der Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung über eine sensorische Bewertung der Innenraumluft erfolgen [8–11]. Außerdem kann eine Befragung zur Häufigkeit von Beschwerden über das Raumklima, gesundheitliche Beschwerden und Angaben zur Geruchswahrnehmung und -belästigung durchgeführt werden [12, 13]. Als weitere Hilfestellung kann für die Beschreibung von Innenraumgerüchen das sogenannte Geruchsradd genutzt werden. Es ermöglicht eine Zuordnung von Geruchsnoten (z. B. fruchtig und grün) zu chemischen Verbindungen (z. B. Undecanal). Eine genaue Beschreibung der wahrgenommenen Gerüche durch die betroffenen Raumnutzenden kann sowohl bei der Planung einer Innenraumluftmessung hilfreich sein, als auch bei der Identifikation möglicher Geruchsquellen.

Einen Überblick über das GLW-Konzept gibt das folgende Schema in **Abb. 1**.

Verfahren zur Ableitung von Geruchsleitwerten

Ausgangspunkt für die Festlegung eines GLW sind empirisch ermittelte, qualitätsgesicherte Geruchswahrnehmungsschwellen.

Geruchswahrnehmungsschwellenwerte

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Angaben zu Geruchswahrnehmungsschwellen (im Englischen als „olfactory detection threshold“ – ODT bezeichnet). Im Gegensatz zur Erkennungsschwelle, bei der die Qualität eines Geruchs („es riecht nach Rose“) identifizierbar ist, ist die Geruchswahrnehmungsschwelle qualitätslos („es riecht irgendwie“). In der Regel wird die ODT₅₀ verwendet. Unter der ODT₅₀ versteht man die Konzentration eines Einzelstoffes, die bei der Hälfte einer Gruppe von Prüfpersonen eine eben merkliche Geruchswahrnehmung auslöst. Daneben finden sich, vorwiegend in neueren Untersuchungen, auch Anga-

Zusammenfassung · Abstract

Bundesgesundheitsbl 2023 · 66:452–459 <https://doi.org/10.1007/s00103-023-03682-8>
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2023

Bekanntmachung des Umweltbundesamtes

Bewertung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft – Weiterentwicklung des Geruchsleitwerte-Konzeptes des AIR · Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte

Zusammenfassung

Das Auftreten unüblicher oder unangenehmer Gerüche in Innenräumen kann bei Raumnutzenden zu Besorgnis über eine Exposition gegenüber Innenraumschadstoffen mit möglichen gesundheitlichen Auswirkungen führen und Anlass für Beschwerden über eine Geruchsbelästigung sein. Um Beschwerden über eine Geruchsbelästigung zu objektivieren, hat der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) bereits 2014 ein Bewertungskonzept erarbeitet, das nach einer Erprobungs- und Überarbeitungsphase nun finalisiert wurde. Zur Überprüfung der Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung stellt der AIR sogenannte

Geruchsleitwerte (GLW) für verschiedene geruchlich relevante Innenraumschadstoffe zur Verfügung. Bei Erreichen oder Überschreiten eines GLW wird ein abgestuftes Maßnahmenkonzept empfohlen, um die Geruchsbelastung zu minimieren. Treten im Rahmen der Überprüfung ebenfalls Richtwertüberschreitungen auf, so weist der AIR darauf hin, dass Maßnahmen nach dem Richtwertkonzept vorrangig zu behandeln sind.

Schlüsselwörter

Innenraumluft · Geruchsleitwerte · Geruchsbelästigung · Innenraumschadstoffe

Assessment of odorous substances in indoor air – further development of the OGV concept

Abstract

The occurrence of unusual or unpleasant odours in indoor air can raise concern among occupants about exposure to indoor air pollutants with possible health effects and give rise to complaints about odour annoyance. To objectify complaints about odour annoyance, the German Committee on Indoor Air Guide Values (AIR) developed a preliminary concept back in 2014, which after a testing and revision phase has now been finalised. For the assessment of the plausibility of complaints about odour annoyance, the AIR provides so-called odour guide values (OGV) for various

odour-relevant indoor air pollutants. When an OGV is reached or exceeded, a concept of graded measures is recommended in order to minimise the odour exposure. When indoor air guide values are also exceeded, the AIR points out that measures based on the concept of indoor air guide values must be applied with priority.

Keywords

Indoor air · Odour guide values · Odour annoyance · Indoor air pollutants

ben zum 5. oder 10. Perzentil (ODT₅ bzw. ODT₁₀). Im vorliegenden GLW-Konzept wird von der ODT₅₀ ausgegangen, für die die meisten qualitätsgesicherten Daten vorliegen.

Geruchswahrnehmungsschwellen werden seit vielen Jahrzehnten ermittelt. Allerdings sind erst in jüngerer Zeit standardisierte Vorgehensweisen zur quantitativen Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen festgelegt worden [14]. Eine hohe Qualität weisen die Geruchswahrnehmungsschwellenwerte

auf, die nach einer standardisierten Methode, z. B. EN 13725 [15], oder einer vergleichbar hochwertigen Methodik ermittelt wurden. In diese Kategorie fallen die Datenzusammenstellungen von Abraham, Cain und Cometto-Muniz [16, 17], sowie grundsätzlich auch von Nagata [18]. Weitere ODT wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens „Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen von Innenraumluftschadstoffen“ im Auftrag des Umweltbundesamtes ermittelt [19]. Eine Übersicht und eine

Tab. 1 Geruchsintensität. (Nach VDI 3882/Blatt 1 [28])

Stufe	Geruchsintensität
0	Kein Geruch
1	Sehr schwacher Geruch
2	Schwacher Geruch
3	Deutlicher Geruch
4	Starker Geruch
5	Sehr starker Geruch
6	Extrem starker Geruch

Bewertung der Qualität der unterschiedlichen Methoden zur Geruchswahrnehmungsschwellenmessung findet sich in der Zusammenstellung von Thiele und Co-Autoren [20].

Eine niedrige Qualität weisen die Geruchswahrnehmungsschwellenwerte auf, die ohne hinreichend nachvollziehbare Angaben zu den Untersuchungsbedingungen veröffentlicht wurden. Hierzu gehören vor allem ältere Geruchswahrnehmungsschwellenwerte, die in Übersichtsarbeiten [21–27] zusammengestellt wurden. Für diese Stoffe wird kein GLW abgeleitet.

Intensität

Das Ziel des GLW-Konzeptes ist nicht, geruchsfreie Innenräume zu schaffen. Daher wird bei der Festlegung eines GLW die Intensität mitberücksichtigt. Die Abschätzung der Konzentration C_i eines Einzelstoffes bei einer bestimmten Geruchsintensität I erfolgt nach der Weber-Fechner-Gleichung [28]:

$$I = k_w * \log \left(\frac{C_i}{ODT_{50}} \right) + 0,5$$

Bei Interpretation der Intensitätsskala I als Intervallskala geht man von einer symmetrischen Verteilung der Intensitätsbewertungen aus. Dementsprechend werden bei Darbietung der Geruchsstoffkonzentration C_i 50 % der Antworten in eine Intensitätsklasse $< I + 1$ eingeordnet und 50 % der Antworten in eine Intensitätsklasse $\geq I + 1$. Deshalb wird einer Geruchsstoffkonzentration C_i der Wert $I + 0,5$ zugeordnet. Wegen fehlender Nachbarstufen kann eine symmetrische Verteilung für die niedrigste und die

höchste Intensitätsstufe nicht vorausgesetzt werden [28].

Der in der Gleichung verwendete Weber-Fechner-Koeffizient k_w ist substanzabhängig und liegt für Substanzen, die im Rahmen des Forschungsvorhabens „Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen von Innenraumlufschadstoffen“ [19] ermittelt wurden, zwischen 1,95 (Benzothiazol und Essigsäure) und 3,40 (Nonanal) (Mittelwert: 2,62; Median: 2,56). Wird ein GLW für einen Einzelstoff aufgestellt, für den kein eigener experimentell ermittelter k_w -Wert vorliegt, wird als Standardwert 2,6 verwendet. Der Wert von 2,6 entspricht dem oben genannten, gerundeten Median der im Forschungsvorhaben ermittelten k_w -Werte [19].

Ausgehend von einer empirisch ermittelten und qualitätsgesicherten Geruchswahrnehmungsschwelle ergeben sich bei Verwendung des Standardfaktors von 2,6 als k_w -Wert gemäß der oben genannten Formel folgende Konzentrationsstufen für die Geruchsintensitäten [28]:

- $I = 1$ eine Konzentration c_1 in Höhe von $1,6 \times ODT_{50} (10^{((1-0,5)/2,6)})$;
- $I = 2$ eine Konzentration c_2 in Höhe von $3,8 \times ODT_{50} (10^{((2-0,5)/2,6)})$;
- $I = 3$ eine Konzentration c_3 in Höhe von $9,2 \times ODT_{50} (10^{((3-0,5)/2,6)})$;
- $I = 4$ eine Konzentration c_4 in Höhe von $22,2 \times ODT_{50} (10^{((4-0,5)/2,6)})$.

Eine Studie zum Vergleich der Wahrnehmungsschwelle und der Belästigungsschwelle bei 40 Geruchsstoffen [29] konnte zeigen, dass Beschwerden über eine Geruchsbelästigung ab einer Geruchsstoffkonzentration geäußert werden, die etwa dreimal höher ist als die Wahrnehmungsschwelle. Das GLW-Konzept orientiert sich an diesen Ergebnissen und wählt die Geruchsintensität $I = 3$ („deutlicher Geruch“) als Ausgangspunkt für die Festlegung eines GLW (■ Tab. 1).

Bei einer Geruchsintensität von $I = 3$ ist von einer relevanten Geruchswahrnehmung auszugehen, die zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen kann. Im Einzelfall kann diese mit dem Auftreten von „Geruchs-assoziierten Symptomen“ verbunden sein. Die Wahl der Geruchsintensität $I = 3$ wird auch in anderen standardisierten Vorgehensweisen zur Un-

tersuchung und Bewertung von Gerüchen in Innenräumen verwendet [8].

Hedonik

Die Hedonik beschreibt, ob ein Geruch als angenehm oder unangenehm empfunden wird. Standardisierte Verfahren zur Ermittlung der Hedonik beschreiben die Richtlinien VDI 3882/Blatt 2 [30] und VDI 3940/Blatt 4 [31]. Die Beurteilung, ob ein Geruch als angenehm oder unangenehm empfunden wird, ist individuell sehr verschieden. Voraussetzung für die Anwendung des GLW-Konzeptes ist das Vorliegen von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung. Liegen keine Beschwerden vor, darf das Konzept nicht angewendet werden. Aufgrund dieser Voraussetzung ist die Berücksichtigung der Hedonik nicht relevant, da sowohl unangenehme als auch angenehme Gerüche zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen können.

Festlegung der Geruchsleitwerte

Die Festlegung eines GLW erfolgt nach der Formel: $9,2 \times ODT_{50}$. Hierbei wird die Intensität $I = 3$ und ein k_w -Wert von 2,6 zugrunde gelegt. Liegt für einen Einzelstoff ein eigener experimentell ermittelter k_w -Wert vor, so wird dieser zur Berechnung des GLW verwendet ($10^{((3-0,5)/k_w)}$). Zur Erläuterung werden aktuell verfügbare GLW in ■ Tab. 5 im Anhang aufgeführt. Die aktuell gültigen GLW werden zukünftig auf der Internetseite des AIR¹ veröffentlicht.

Das GLW-Konzept beruht auf der Bewertung von Einzelstoffen. Zur Bewertung von Stoffmischungen im Hinblick auf Geruchswirkungen liegen bislang keine ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse vor [32, 33]. Daher erscheint eine belastbare Festlegung von Summenleitwerten für Stoffmischungen beim derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich. Die Überprüfung der Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung kann daher nur auf Basis einer Einzelstoffbewertung erfolgen.

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte>

Tab. 2 Erste Maßnahmen (Nach dem GLW-Konzept)

Erste Maßnahmen; Maßnahmen Erfolg nach 3 Monaten überprüfen

Verstärktes Lüften und Überprüfung der raumklimatischen Bedingungen und Reinigungsroutinen	Lüftungsroutine protokollieren, ggf. CO ₂ messen Raumklimatische Bedingungen überprüfen und ggf. optimieren (Temperatur, Luftfeuchte) Reinigungsroutine überprüfen und ggf. anpassen
Geruchsquelle suchen und wenn möglich beseitigen	Mögliche (schnell zu beseitigende) Geruchsquellen siehe Tab. 3 Nutzung des Geruchsrads zur Identifikation von Geruchsquellen

Tab. 3 Beispiele für Geruchsquellen in Innenräumen

Geruchsquelle	Beispiele
Einrichtungsgegenstände	Möbel, technische Geräte, Papierakten
Reinigungsmittel	Eigengeruch der Reinigungsmittel beachten, Anwendungsfehler
Pflanzen	Eigengeruch der Pflanzen, Geruch der Pflanzerde bzw. Substrat
Lufterfrischer/Raumdüfte	Duftlampen, Duftsticks, Duftstäbchen
Technische Anlagen	Lüftung, technische Luftreiniger
Andere Quellen	„vergessener Müll hinterm Schrank“

Tab. 4 Weitere Maßnahmen (Nach GLW-Konzept)

Weitere Maßnahmen; Maßnahmen Erfolg 4 Wochen nach Abschluss der Maßnahmen überprüfen

Individuelle Maßnahme	Raumwechsel (insb. bei chronischen Erkrankungen, wie z. B. Asthma oder Migräne)
Weitergehende Maßnahmen	Einschränkung, Änderung oder Aufgabe der Raumnutzung
Bauliche Maßnahmen	Entfernung von Geruchsquellen in der Bausubstanz Bodenbeläge (Belag, Kleber, Teppich, Ausgleichsmasse) Altlasten (Teerpappe, etc.) Andere Baumaterialien Versiegelung, Abschottung, Anstrich
Optionale Maßnahme	Kontrollmessung

Bewertung von Einzelstoffen anhand von Geruchsleitwerten

Wird bei der Bewertung von Einzelstoffen ein **GLW erreicht oder überschritten**, sind die Beschwerden über eine Geruchsbelästigung als plausibel einzustufen. Gerüche in Innenräumen werden typischerweise durch Stoffmischungen hervorgerufen. GLW können eine Orientierung geben, um Einzelstoffe zu identifizieren, die – entweder allein oder in Kombination mit anderen Stoffen – zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen.

Es ist zu beachten, dass nach Neu- oder Umbauten, Renovierungen, Sanierungen, aber auch nach einer Grundreinigung von Bodenbelägen oder einer Neumöblierung erfahrungsgemäß mit Geruchswahrneh-

mungen zu rechnen ist. Diese können zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen und können mit einer Überschreitung einzelner GLW verbunden sein. In solchen Fällen wird empfohlen – analog zu den Maßnahmen bei Überschreitung des RW I (im Bereich zwischen RW I und RW II) [4] – zunächst mindestens einen Monat lang intensiv zu lüften und dies in Form eines Lüftungsprotokolls zu dokumentieren. Liegen dann immer noch Beschwerden über eine Geruchsbelästigung vor, kann eine Bewertung nach dem GLW-Konzept durchgeführt werden.

Wird bei der Bewertung eines Einzelstoffes sowohl **das Erreichen oder Überschreiten eines GLW** als auch **Überschreitungen von Richtwerten** (siehe Regelungen für RW I oder RW II Über-

schreitungen) [4] oder von **risikobezogen (inkl. vorläufigen) Leitwerten** festgestellt [5], so sind Maßnahmen nach diesen Konzepten prioritär anzuwenden.

Wird bei der Bewertung eines Einzelstoffes sowohl **das Erreichen oder Überschreiten eines GLW** als auch **Referenzwertüberschreitungen** [34, 35] festgestellt, so ist zu beachten, dass Referenzwerte rein statistisch ermittelte deskriptive Werte sind. Referenzwerte enthalten keine Informationen über die gesundheitliche Wirkung auf den Menschen oder die belastigende Wirkung von Gerüchen. Das 95. Perzentil einer Datenmenge gibt die Konzentration eines Innenraumluftschadstoffes an, die bei 95 % der gemessenen Innenräume unterschritten oder erreicht wurde. Hier sind die Maßnahmeempfehlungen infolge der GLW Überschreitung prioritär zu berücksichtigen.

Wird bei der Bewertung von Einzelstoffen **kein GLW erreicht oder überschritten**, kann *nicht* sicher davon ausgegangen werden, dass die Beschwerden über eine Geruchsbelästigung unplausibel sind. Zahlreiche individuelle Faktoren, wie Erinnerungs- und Lerneffekte oder eine chronische Erkrankung, wie z. B. Asthma oder Migräne, können die Geruchswahrnehmung und -bewertung so verändern, dass Raumnutzende Beschwerden über eine Geruchsbelästigung äußern, ohne dass eine GLW-Überschreitung feststellbar ist. Zudem liegen aktuell nur für eine begrenzte Anzahl an Innenraumschadstoffen GLW vor.

Maßnahmen nach GLW-Konzept

Ist ein GLW erreicht oder überschritten wird empfohlen, zunächst intensiv zu lüften ([Tab. 2](#)). Die Veränderung der Lüftungsroutine ist mit einem Lüftungsprotokoll zu dokumentieren und sollte kontrolliert werden, z. B. durch eine Messung der Kohlendioxid(CO₂)-Konzentration in der Innenraumluft. Für Schulen und Innenraumarbeitsplätze gibt es Lüftungsempfehlungen [36, 37].

Die raumklimatischen Bedingungen und die Reinigungsroutine sollten überprüft und ggf. optimiert werden, da diese Einfluss auf VOC-Emissionen haben können. Von der Verwendung von Lufterfri-

schern oder Raumdüften wird abgeraten, da diese eine zusätzliche VOC-Quelle darstellen und zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen können.

Wenn die Geruchsquelle identifiziert werden kann, sollte sie umgehend beseitigt werden. Beispiele für mögliche Geruchsquellen, die im Rahmen der ersten Maßnahmen vorrangig berücksichtigt werden sollten, werden in **Tab. 3** genannt. Feuchteschäden und Schimmelbefall sind ein hygienischer Mangel und sollten umgehend beseitigt werden [38]. Hilfe bei der Identifikation von Geruchsquellen bietet das bereits erwähnte Geruchsrat.

Wurden die ersten Maßnahmen konsequent umgesetzt, sollte nach drei Monaten der Erfolg der Maßnahmen überprüft werden. Werden keine Beschwerden mehr über eine Geruchsbelästigung geäußert, können diese ersten Maßnahmen als erfolgreich angesehen werden. Die Erfassung von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung kann im Rahmen einer Befragung erfolgen [12].

Werden weiterhin Beschwerden über eine Geruchsbelästigung geäußert, sollten weitergehende, individuelle oder auch bauliche Maßnahmen ergriffen werden (**Tab. 4**). Hierbei sollten insbesondere Geruchsquellen überprüft werden, die die Bausubstanz betreffen.

Optional kann mit einer Kontrollmessung und erneuten Bewertung anhand des GLW-Konzeptes überprüft werden, ob eine Verringerung der Konzentration der kritischen Einzelstoffe analytisch nachweisbar ist.

Zu den personenbezogenen Einflussfaktoren gehört das Vorliegen einer chronischen Erkrankung. Personen mit Migräne, Asthma, oder einer Atemwegsallergie reagieren empfindlicher als andere auf Gerüche. Ein intensiver Geruch kann einen Asthma- oder Migräneanfall auslösen [39, 40]. Eine mögliche „individuelle“ Maßnahme könnte also sein, dass die erkrankte Person ihren Arbeitsraum mit einer gesunden Person aus einem nicht geruchsbelasteten Arbeitsraum tauscht.

Falls die Geruchsquelle eindeutig identifiziert werden konnte, aber nicht kurzzeitig entfernt werden kann, sind in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ggf. vorläufige oder alternative Maßnahmen (Versiegelung, Abschottung,

Anstriche) mögliche Optionen. In diesem Fall sollte die Geruchsquelle eindeutig beschrieben und die baulichen Maßnahmen nachvollziehbar dokumentiert werden.

Nach Abschluss dieser weiteren Maßnahmen sollte nach vier Wochen der Erfolg der Maßnahmen überprüft werden. Werden keine Beschwerden mehr über eine Geruchsbelästigung geäußert, können diese weiteren Maßnahmen als erfolgreich angesehen werden. Die Erfassung von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung kann im Rahmen einer Befragung erfolgen [12].

Werden weiterhin Beschwerden über eine Geruchsbelästigung geäußert, so war die geruchliche Bewertung nach GLW-Konzept ohne Erfolg.

Gegebenenfalls können die getroffenen Maßnahmen überprüft werden.

Anmerkungen

Der Textentwurf dieser Mitteilung wurde federführend von Dr. Kirsten Sucker, Dr. Jörn Hameister, Dr. Malgorzata Debiak, Felicia Gerull, Dr. Katrin Schröder, Herbert Grams, Dr. Claudia Röhl, Dr.-Ing. Laura Brosig, Dr. Ana Maria Scutaru und Madlen David verfasst und vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) im Januar 2023 verabschiedet.

Danksagung. Der AIR bedankt sich bei Dr. Helmut Sagunski (verst. 2018), der bei der Entwicklung des ersten 2014 erschienenen Konzeptes zur gesundheitlich-hygienischen Beurteilung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft mithilfe von Geruchsleitwerten federführend war. Auch bei der Weiterentwicklung des Konzeptes wirkte er noch bis 2018 mit. Der AIR bedankt sich ebenso bei Frau Dr. Nadja von Hahn für ihre fachliche Unterstützung.

Literatur

1. Sucker K (2016) Können Gerüche krank machen? Gefahrstoffe – Reinhaltung Luft 76(10):371–374
2. VDI 3883 Blatt 1 (2015) Wirkung und Bewertung von Gerüchen Erfassung der Geruchsbelästigung. Fragebogentechnik. Berlin: Beuth-Verlag.
3. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der AGLMB (1996) Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 39:422–426
4. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der AGLMB (2007) Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten.

Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 50:990–1005

5. AIR (2015) Gesundheitliche Bewertung krebs-erzeugender Verunreinigungen der Innenraumluft – erste Ergänzung zum Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 58:769–773. <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2175-9>
6. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der AGLMB (2012) Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 55:279–290
7. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes und der AGLMB (2014) Gesundheitlich-hygienische Beurteilung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft mithilfe von Geruchsleitwerten. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 57:148–153
8. AGÖF (2010) AGÖF-Leitfaden „Gerüche in Innenräumen – Sensorische Bestimmung und Bewertung“. 2013. https://www.agoeff.de/fileadmin/user_upload/dokumente/orientierungswerte/AGOEF-Geruchsleitfaden-2013.pdf (Veröffentlicht zum 10. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. Oktober 2013 in Nürnberg im Anhang des Kongressreaders: „Umweltgebäude und Gesundheit – Schadstoffe Gerüche und schadstoffarmes Bauen“). Zugriffen: 16. Aug. 2022
9. Baldinger S, Braun P, Bruns-Tober E, Damberger B, Hoffmann M, Hutter H-P, Kundi M, Maraun W, Saleschak G, Santen M, Tappler P, Thumulla J, Twrdik F, Wallner P, Wittrock D (2014) Leitfaden Gerüche in Innenräumen: Sensorische Bestimmung und Bewertung. Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2014. https://www.bmvt.gv.at/dam/bmvtgvat/content/themen/klima/luft_laerm_verkehr/luft/innenraum/Leitfaden_Gerueche_2014.pdf. Zugriffen: 16. Aug. 2022
10. DIN ISO 16000-28:2020 Innenraumluftverunreinigungen; Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer (ISO 16 000-28:2020) (Indoor air; Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers (ISO 16000-28:2020)). Berlin: Beuth Verlag.
11. DIN ISO 16000-30:2014 Innenraumluftverunreinigungen; Teil 30: Sensorische Prüfung der Innenraumluft (ISO 16000-30:2014) (Indoor air; Part 30: Sensory testing of indoor air (ISO 16000-30:2014)). Berlin: Beuth Verlag.
12. Sucker K, Peters S, Giesen Y (2021) IPA/IFA-Projekt: Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen. Gefahrstoffe-reinhaltung Luft 81(5–6):199–202
13. VDI 4302 Blatt 3 (Gründruck) Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien; Zufriedenheit mit der Raumluftqualität in Wohnungen und Büroräumen mittels Fragebogen. Berlin: Beuth-Verlag.
14. Schmidt R, Cain WS (2010) Making Scents: dynamic olfactometry for threshold measurement. Chem Senses 35:109–120. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjp088>
15. DIN EN 13725 (2022) Emissionen aus stationären Quellen – Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration durch dynamische Olfaktometrie und die Geruchsstoffemissionsrate. Beuth, Berlin.

16. Abraham MH, Sánchez-Moreno R, Cometto-Muñiz JE, Cain WS (2012) An algorithm for 353 odor detection thresholds in humans. *Chem Senses* 37(3):207–218. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjr094>
17. Cometto-Muñiz JE, Abraham MH (2016) Dose-response functions for the olfactory, nasal trigeminal, and ocular trigeminal detectability of airborne chemicals by humans. *CHEMSE* 41(1):3–14. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjv060>
18. Nagata Y (2003) Measurement of odor threshold by triangle odor bag method. Odor measurement review. Tokyo (Japan): Office of Odor, Noise and Vibration. Environmental Management Bureau, Ministry of Environment. https://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/102_113_112.pdf. Zugegriffen: 16. Aug. 2022
19. Forschungsvorhaben UBA (2020) Bestimmung von Geruchswahrnehmungsschwellen von Innenraumluftschadstoffen. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen>. Zugegriffen: 18. Feb. 2022
20. Thiele V, Monsé C, Brüning T, Bünger J, Sucker K (2023) Measurement methods for the determination of odor perception thresholds in the context of indoor air – an overview, in Arbeit, geplant für *Respiratory Physiology & Neurobiology*
21. Devos M, Patte F, Rouault J, Laffort P, van Gemert LJ (1990) Standardized human olfactory thresholds. IRL Press, Oxford
22. Leonardos G, Kendall D, Barnard N (1969) Odor threshold determinations of 53 odorant chemicals. *J Air Pollut Control Assoc* 19(2):91–95. <https://doi.org/10.1080/00022470.1969.10466465>
23. Hellman TM, Small FH (1974) Characterization of the odor properties of 101 petrochemicals using sensory methods. *J Air Pollut Control Assoc* 24(10):979–982. <https://doi.org/10.1080/00022470.1974.10470005>
24. Punter PH (1983) Measurement of human olfactory thresholds for several groups of structurally related compounds. *Chem Senses* 7(3):215–235. <https://doi.org/10.1093/chemse/7.3-4.215>
25. Amoores JE, Hautala E (1983) Odor as an aid to chemical safety: odor thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. *J Appl Toxicol* 3(6):272–290. <https://doi.org/10.1002/jat.2550030603>
26. Ruth JH (1986) Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances: a review. *Am Ind Hyg Assoc J* 47(3):A142–A151. <https://doi.org/10.1080/15298668691389595>
27. van Gemert LJ (2003) Odour thresholds. Compilations of odour threshold values in air, water and other media. Oliemans Punter & Partners BV, Utrecht
28. VDI 3882 Blatt 1 (1992) Olfaktometrie – Bestimmung der Geruchsintensität. Berlin: Beuth-Verlag.
29. Willhite MT, Dydek ST (1991) Use of odor thresholds for predicting off-property odor impacts. In: Derenzo DR, Gnyp A (Hrsg) *Recent Developments and Current Practices in Odor Regulations, Controls and Technology*. Pittsburgh, Pennsylvania: Air & Waste Management Association, S 235–247
30. VDI 3882 Blatt 2 (1994) Olfaktometrie – Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung. Berlin: Beuth-Verlag.
31. VDI 3940 Blatt 4 (2010) Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung – Polaritätenprofile. Berlin: Beuth-Verlag.
32. Coureaud G, Thomas-Danguin T, Sandoz J-C, Wilson DA (2022) Biological constraints on configural odour mixture perception. *J Exp Biol* 225(6):jeb242274. <https://doi.org/10.1242/jeb.242274>
33. Endo K, Kazama H (2022) Central organization of a high-dimensional odor space. *Curr Opin Neurobiol* 73:102528. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2022.102528>
34. von Hahn N, Van Gelder R, von Mering Y, Breuer D, Peters S (2018) Ableitung aktueller Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte. *Gefahrstoffe – Reinhaltung Luft* 78(3):63–71
35. Hofmann H, Plieninger P (2008) Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft. Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e. V. im Auftrag des Umweltbundesamts. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3637.pdf>. Zugegriffen: 18. Feb. 2022
36. Leitfaden UBA (2008) Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-fuer-innenraumhygiene-in-schulgebaeuden>. Zugegriffen: 18. Feb. 2022
37. ASTA (2012) Lüftung. Technische Regeln für Arbeitsstätten. ASR A3.6. Ausgabe Januar 2012. Ausschuss für Arbeitsstätten. GMBI 92. https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-6.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugegriffen: 18. Feb. 2022
38. Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes (2017) Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/schimmel/aktueller-uba-schimmelleitfaden>. Zugegriffen: 18. Feb. 2022
39. Schlenger RL (2021) Geruchssinn und Migräne: Wenn der Schmerz zu riechen ist. *Dtsch Arztebl* 118(50):A-2398–B-1965
40. Jaén C, Dalton P (2014) Asthma and odors: the role of risk perception in asthma exacerbation. *J Psychosom Res* 77(4):302–308. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2014.07.002>

Anhang

Tab. 5 Festgelegte Geruchsleitwerte vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)							
Name	CAS-Nr	Jahr	ODT ₅₀	K _w	GLW	Einheit	Anmerkung
Aceton	67-64-1	2023	24,69	2,51	245	mg/m ³	A, RW
Acetophenon	98-86-2	2023	2,9	2,83	22	µg/m ³	A
Benzothiazol	95-16-9	2023	3,4	1,95	66	µg/m ³	A, RW
Butanonoxim	96-29-7	2023	0,27	3,27	1,6	mg/m ³	R, RW
Butansäure	107-92-6	2023	1,1	2,27	14	µg/m ³	R
Caprolactam	105-60-2	2023	0,32	3,04	2,0	mg/m ³	A
Essigsäure	64-19-7	2023	21	1,95	400	µg/m ³	R
2-Ethylhexanol (Racemat – 1:1 (R)- bzw. (S)-2-Ethylhexanol)	104-76-7	2023	0,098	2,23	1,3	mg/m ³	A, RW
Hexansäure	142-61-1	2023	0,016	2,56	0,15	mg/m ³	R
Hexanal	66-25-1	2023	3,2	2,74	26	µg/m ³	A, RW
m-Kresol	108-39-4	2023	0,3	2,28	3,2	µg/m ³	A, RW
p-Kresol	106-44-5	2023	0,4	2,10	5,6	µg/m ³	A, RW
Naphthalin	91-20-3	2023	1,0	2,86	7,3	µg/m ³	A, RW
1-Methylnaphthalin	90-12-0	2023	1,9	2,72	15	µg/m ³	A, RW
2-Methylnaphthalin	91-57-6	2023	1,6	3,31	8,9	µg/m ³	A, RW
1,4-Dimethylnaphthalin	571-58-4	2023	4,2	2,54	41	µg/m ³	A, RW
Nonanal	124-19-6	2023	2,2	2,99	15	µg/m ³	A, RW
Phenol	108-95-2	2023	14,2	3,40	77	µg/m ³	A, RW
2-Phenoxyethanol	122-99-6	2023	4,2	2,42	45	mg/m ³	A, RW
2,4,6-Trichloranisol	87-40-1	2023	0,08	2,47	0,8	µg/m ³	R

Es gelten immer die Angaben in den veröffentlichten und aktuellen Begründungspapieren

Die Werte entsprechen den AIR-Rundungsregeln für Richtwerte vom März 2020

A Der ODT₅₀ wurde analytisch bestimmt, die Werte finden sich in Tabelle 128 aus [19]. Ist kein Wert in der Spalte „optionale Geruchsschwelle (analytisch)“ angegeben, so wurde die analytische Konzentration im Mutterbeutel durch die mittlere Geruchsstoffkonzentration (nachzulesen im jeweiligen Stoffkapitel in [19]) geteilt. Beispiel Aceton: 13.899/563 = 24,69

R Der ODT₅₀ wurde rechnerisch bestimmt, die Werte finden sich in Tabelle 128 aus [19]

RW Vom AIR festgelegte Richtwerte sind vorhanden