



## Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen

### Befragungen und Innenraummessungen in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme

Kirsten Sucker, Simone Peters, Yvonne Giesen

Immer wieder geben Gerüche in Innenräumen Anlass zu Beanstandungen und lösen bei den Beschäftigten Besorgnis über ihre Gesundheit aus. Messungen von Schadstoffen in der Raumluft und deren Bewertung anhand von Richt- oder Referenzwerten sind bei Beschwerden oft nicht zielführend, da die Konzentrationen vieler Luftschadstoffe in der Innenraumluft häufig so niedrig sind, dass sie analytisch nicht quantifiziert werden können. Daher haben das Institut für Arbeitsschutz (IFA) und das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der DGUV gemeinsam ein Projekt zur Untersuchung der Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen gestartet.

#### Luftqualität an Innenraumarbeitsplätzen seit Jahren ein Thema

Seit vielen Jahren befassen sich die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung mit dem Thema „Innenraumluftqualität und Befindlichkeitsstörungen am Innenraumarbeitsplatz“. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) hat in den vergangenen Jahren die Vorgehensweise bei der Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen in der Luft von Innenraumarbeitsplätze standardisiert und verlässliche Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte für Luftschadstoffe in Innenräumen, insbesondere für Büros, aufgestellt (von Hahn, 2018). Schadstoffmessungen in der Raumluft und die Bewertung anhand von Richt- oder Referenzwerten führen jedoch nicht immer zu einer zufriedenstellenden Aufklärung der Problematik. Häufig ist es schwierig, die Ursachen für Gerüche oder gesundheitliche Beschwerden zu finden.

Der DGUV Report „Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“ gibt Hilfestellung bei der Erfassung und Bewertung von gesundheitlichen Beschwerden. Für die Beurteilung werden objektive Anhaltspunkte benötigt, wie etwa Vergleichswerte aus einer nicht belasteten, unauffälligen Referenzpopulation. Zur Objektivierung von Beschwerden über Geruchsbelästigung gibt es bislang jedoch noch keine einheitliche Vorgehensweise.

Bei der Beurteilung von Beschwerden über Befindlichkeitsstörungen oder Geruchsbelästigungen muss berücksichtigt werden, dass solche Beschwerden auch in Räumen ohne Innenraumprobleme auftreten können. So zeigte beispielsweise eine Studie in unbelasteten schwedischen Büros, dass 20% der Befragten über zu trockene Luft und 10% über stickige, schlechte Luft klagten (Andersson, 1998). Ebenso klagten 6% der Befragten über Augen- und 9% über Nasenreizung. Vergleichbare Daten aus Büroräumen in Deutschland sind derzeit nicht verfügbar.

## Kurz gefasst

Aus diesem Grund haben zwei der Forschungsinstitute der DGUV – das IPA und das IFA – gemeinsam ein Projekt zur Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen durchgeführt.

Mit Hilfe der Befragungen von Beschäftigten in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme sollte die Häufigkeit von Beschwerden über das Raumklima, gesundheitlichen Beschwerden und Angaben zur Geruchswahrnehmung und Geruchsbelästigung als Vergleichswerte ermittelt werden. Dazu wurde im Rahmen einer Vorstudie ein Fragebogen entwickelt und evaluiert (Sucker et al., 2017). Um sicherzustellen, dass tatsächlich keine ungünstigen Klimaverhältnisse oder Schadstoffbelastungen vorliegen, wurden parallel zu den Befragungen Innenraummessungen von flüchtigen organischen Verbindungen (englisch volatile organic compounds, kurz VOC), Aldehyden, CO<sub>2</sub>-Konzentration, Lufttemperatur und Luftfeuchte durchgeführt.

### Hauptstudie

Die Datenerhebung für die Hauptstudie erfolgte von Juli 2017 bis September 2019. Insgesamt wurden 116 Innenraummessungen durchgeführt und 131 Fragebögen ausgefüllt. Aufgrund der Freiwilligkeit der Studienteilnahme wurde nicht immer passend zu jeder Messung ein Fragebogen abgegeben. Bei 34 Messungen fehlt der zugehörige Fragebogen. Die Messungen von VOC, Aldehyden, CO<sub>2</sub>-Konzentration, Lufttemperatur und Luftfeuchte erfolgten entsprechend der Handlungsanleitung zum Messprogramm 9193 „IAQ Gerüche“ und wurden unter Ausgleichs- und unter Nutzungsbedingungen durchgeführt.

### Innenraummessungen im normalen Bereich

Insgesamt 116 Messungen wurden unter Ausgleichs- und unter Nutzungsbedingungen zu allen Jahreszeiten durchgeführt. Die Lufttemperatur lag zwischen 19°C und 30°C und die relative Luftfeuchte zwischen 31% und 58%. Nach der Tech-

- Gerüche in Büroräumen geben oftmals Anlass zur Besorgnis bei den Beschäftigten.
- Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Beschäftigte in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme zur Häufigkeit von Beschwerden und zur Wahrnehmung unangenehmer Gerüche befragt.
- Begleitend wurden Innenraummessungen von flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC), Aldehyden und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) sowie von Lufttemperatur und -feuchte durchgeführt.
- Die Ergebnisse der Befragungen dienen als Vergleichswerte aus einer nicht belasteten, unauffälligen Referenzpopulation zur Objektivierung von Befindlichkeitsstörungen und Beschwerden über Geruchsbelästigungen.

nischen Regel für Arbeitsstätten ASR A3.5 „Raumtemperatur“ soll die Lufttemperaturen an Innenraumarbeitsplätzen 26°C nicht überschreiten. Bei Außentemperaturen über 26°C dürfen die Lufttemperaturen im Innenraum in Ausnahmefällen auch 26°C übersteigen. In der ASR A3.6 „Lüftung“ ist keine untere Grenze für die Luftfeuchte festgelegt. In der kalten Jahreszeit können, da die Luft dann nur wenig Wasser aufnehmen kann, durchaus relative Luftfeuchten von weniger als 30% auftreten. Berücksichtigt man die verschiedenen Jahreszeiten entsprechen die hier gemessenen Lufttemperaturen und relativen Luftfeuchten den typischen Werten für Innenraumarbeitsplätze in Deutschland.

Der unter Nutzungsbedingungen empfohlene CO<sub>2</sub>-Wert von 1800 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm) wurde 33mal überschritten. Alle CO<sub>2</sub>-Werte lagen zwischen 550-3300 mg/m<sup>3</sup>. Mit dem TVOC-Wert (total volatile organic compounds) werden die in der Innenraumluft gemessenen flüchtigen organischen Verbindungen zu einem Summenwert zusammengefasst. Dieser Wert ermöglicht

### VOC und TVOC

Die Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen. Volatile Organic Compounds (VOC) umschreibt gas- und dampfförmige Stoffe organischen Ursprungs in der Luft. Dazu gehören zum Beispiel Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde und organische Säuren. Viele Lösemittel, Flüssigbrennstoffe und synthetisch hergestellte Stoffe können als VOC auftreten, aber auch zahlreiche organische Verbindungen, die in biologischen Prozessen gebildet werden. Viele hundert verschiedene Einzelverbindungen können in der Luft gemeinsam auftreten.

Fachleute unterscheiden VOC von den sehr flüchtigen organischen Verbindungen (Very Volatile Organic Compounds, VVOC) und den schwerflüchtigen organischen Verbindungen (Semivolatile Organic Compounds, SVOC). Die Summe der Konzentrationen sämtlicher VOC ergibt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds). Quelle: Umweltbundesamt. ([www.ipa.ruhr-uni-bochum.de/l/223](http://www.ipa.ruhr-uni-bochum.de/l/223))

eine erste Einschätzung der Gesamtsituation im Hinblick auf gesundheitliche Beschwerden wie Reizerscheinungen oder Beeinträchtigungen des Wohlbefindens. Der unter Nutzungsbedingungen empfohlene TVOC-Wert von 1 mg/m<sup>3</sup> wurde nie überschritten. 14 TVOC-Werte lagen zwischen 0,3 mg/m<sup>3</sup> und 1 mg/m<sup>3</sup>. Alle TVOC-Werte lagen zwischen 0,05-0,97 mg/m<sup>3</sup>. Neben den TVOC-Werten wurden auch die Werte von 68 Einzelstoffen an VOC und Aldehyden ermittelt. Die Einzelstoffe wurden mit Hilfe der Richtwerte I und II beurteilt (s. Info-Kasten). Die Prüfung zeigt lediglich Überschreitungen des Richtwertes I bei wenigen Einzelstoffen, der Richtwert II wird nie überschritten. Zusammen mit den erhöhten CO<sub>2</sub>-Werten weisen die Werte auf einen Mangel in den Lüftungsregimen hin.

**Studiengruppe**

Nach Plausibilitätsprüfung mussten acht der insgesamt 131 Fragebögen von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden. Da nur Büroräume ohne Innenraumprobleme untersucht werden sollten, wurden 26 Fragebögen aufgrund erhöhter CO<sub>2</sub>-Werte ausgeschlossen. Zusätzlich wurden fünfzehn Fragebögen ausgeschlossen, da die Beschäftigten über eine „erhebliche“ Geruchsbelästigung klagten beziehungsweise die Luftqualität als „nicht akzeptabel“ bezeichneten. Außerdem wurden sieben Fragebögen ausgeschlossen, da die Befragten überwiegend im Außendienst oder in Heim-

arbeit tätig waren und so die tatsächlich im Büro verbrachte Zeit weniger als fünfzehn Stunden pro Woche betrug.

Schließlich wurden 75 Fragebögen ausgewertet. Die Stichprobe umfasst 34 Männer und 41 Frauen im Alter von 21 bis 64 Jahren, darunter 58 Nie-Rauchende, 37 Ex-Rauchende und 9 Rauchende. Etwa zwei Drittel der Befragten hatten einen Hochschulabschluss.

Etwa ein Drittel der Befragten arbeitete in einem Einzelbüro und etwa ein Viertel in einem Großraumbüro. Die übrigen Befragten arbeiteten in einem Zweierbüro oder in einem Büro mit drei oder vier Personen.

**Überwiegend positive Beurteilung der Arbeitsbedingungen**

Die Befragten beurteilten ihre Arbeitsbedingungen überwiegend positiv: 76 % fanden ihre Arbeit interessant und anregend und 89 % konnten ihre Arbeit in der Arbeitszeit bewältigen. 65 % konnten ihre Arbeitsbedingungen beeinflussen und 71 % bekamen kollegiale Unterstützung. Allerdings machte sich fast die Hälfte der Befragten (45%) Sorgen darüber, dass sich die Arbeitsbedingungen ändern werden. Etwa zwei Drittel der Befragten machte weniger als fünf Überstunden pro Monat (71%) und nur 12 % absolvierten im Monat mehr als zehn Überstunden.

Störende Faktoren der Arbeitsumgebung <sup>2</sup>	IAQ (%)	S' (%)	Gesundheitliche Beschwerden <sup>2</sup>	IAQ (%)	S' (%)
Zugluft	1	4	Müdigkeit	15	10
Zu hohe Zimmertemperatur	3	5	Kopfschmerzen	9	5
Schwankende Zimmertemperatur	5	5	Schwindel, Übelkeit	1	1
Zu niedrigere Zimmertemperatur	4	5	Konzentrationsprobleme	4	2
Stickige "schlechte" Luft	8	10	Augenreizung	7	6
Trockene Luft	12	20	Nasenreizung	8	9
Unangenehmer Geruch	3	5	Heiserkeit, trockener Hals	3	5
Statische Aufladung	5	4	Husten	4	3
Licht (dunkel, blendet, reflektiert)	7	8	Trockene, gerötete Gesichtshaut	4	5
Lärm*	13	9	Schuppen, juckende Kopfhaut/Ohren	1	6
Staub und Schmutz	7	10	Trockene gerötete Hände, Juckreiz	4	4

\*Lärm: 7 der insgesamt 10 Beschwerden kommen aus Büros mit fünf oder mehr Personen

<sup>1</sup> Vergleichsdaten aus Schweden (Andersson, 1998, p. 37); <sup>2</sup> Auswertung der Angaben „ja oft (jede Woche)“

Tab. 1: Beschwerdehäufigkeiten

Die Mehrheit der Befragten (73%) wünschte sich, das Raumklima direkt beeinflussen zu können, was im Hinblick auf Zimmertemperatur, Fensterlüftung und Lichtverhältnisse bei mehr als 90% gegeben war. Wie erwartet konnten die meisten Personen (87%) die Luftfeuchtigkeit nicht aktiv beeinflussen.

### Beschwerdemuster

Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, ist in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme „Lärm“ der am häufigsten genannte störende Faktor der Arbeitsumgebung, direkt gefolgt von „trockene Luft“ (Abb. 1). Zu den am häufigsten genannten gesundheitlichen Beschwerden gehören „Müdigkeit“ und „Kopfschmerzen“ (Abb. 2).

Zum Vergleich werden Referenzdaten aus Schweden dargestellt, die 1989 an 319 Beschäftigten in sieben Bürogebäuden und zwei Schulen ohne bekannte Innenraumprobleme erhoben wurden (Andersson, 1998).

In der Studie von IFA und IPA ist bis auf die Beschwerden über „trockene Luft“ und „Lärm“ und die „Müdigkeit“ die Beschwerderate insgesamt niedrig. Sie liegt zum Teil deutlich unter 10% und ist vergleichbar mit den Werten aus Schweden.

INFO

**Richtwerte: Innenraum-Richtwerte (RW I und RW II)**

**Richtwert I (RW I)** gilt als Vorsorgewert und beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bis zu der auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist. Eine Überschreitung stellt eine unerwünschte Belastung dar und sollte aus Gründen der Vorsorge mit geeigneten Maßnahmen beseitigt werden.

**Richtwert II (RW II)** gilt als Gefahrenwert und beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, ab der insbesondere empfindliche Personen bei dauerhaftem Aufenthalt einem gesundheitlichen Risiko ausgesetzt sind. Bei Erreichen oder Überschreitung sollte unverzüglich gehandelt werden. <http://www.ipa.ruhr-uni-bochum.de/l/230>

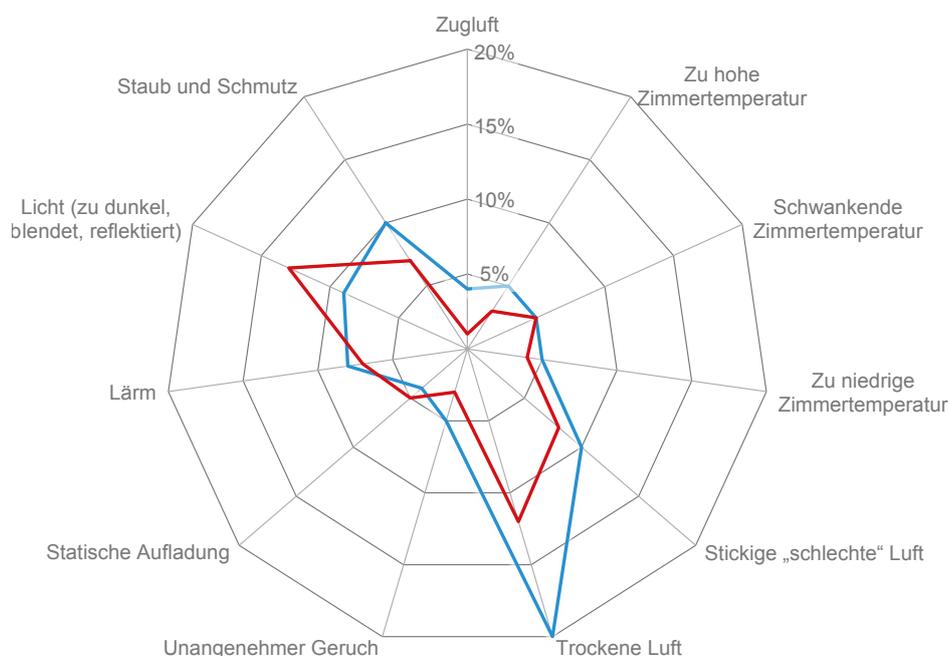


Abb. 1: Prävalenz von Beschwerden über störende Faktoren der Arbeitsumgebung; die rote Linie zeigt die Ergebnisse der Hauptstudie, die schwarze Linie zeigt zum Vergleich die Werte aus Schweden (Andersson, 1998)

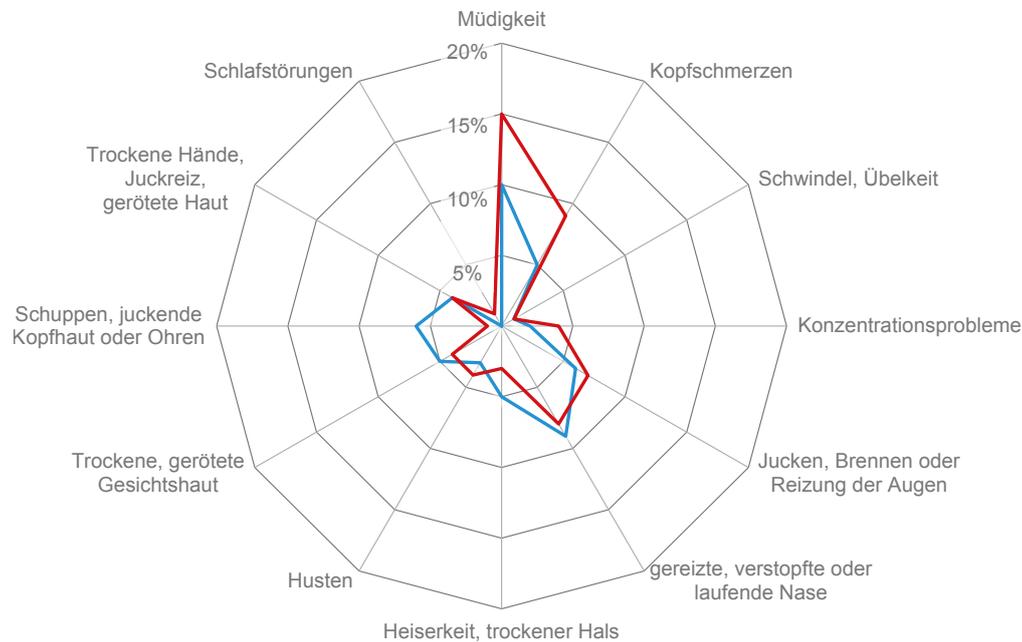


Abb. 2: Prävalenz gesundheitlicher Beschwerden; die rote Linie zeigt die Ergebnisse der Hauptstudie, die schwarze Linie zeigt zum Vergleich die Werte aus Schweden (Andersson, 1998)

### Fazit

Mit der Erhebung aktueller Prävalenzraten zu Beschwerden über störende Faktoren in der Arbeitsumgebung und gesundheitlichen Beschwerden an unbelasteten Innenraumarbeitsplätzen sollten Daten einer „Referenzpopulation“ zur Verfügung gestellt werden, um Beschwerden an Innenraumarbeitsplätzen zu objektivieren. Aufgrund der fehlenden Repräsentativität kann durch den Vergleich mit den hier vorgestellten Referenzdaten lediglich eine erste orientierende Einschätzung vorgenommen werden, ob eine überdurchschnittliche Anzahl von Beschäftigten über Beeinträchtigungen klagt oder ob ein Beschwerdemuster erkennbar ist.

Der Vergleich mit den Referenzdaten aus Schweden (Andersson, 1998) zeigt, obwohl die Daten aus Schweden bereits über 20 Jahre alt sind, eine gute Übereinstimmung. Vergleicht man die Studienergebnisse außerdem mit aktuellen Prävalenzraten von Gesundheitsbeschwerden in der deutschen Allgemeinbevölkerung, zeigen sich ebenfalls übereinstimmende Werte (Hinz et al., 2017). So klagten in der Allgemeinbevölkerung 13 % der Befragten über Müdigkeit und 6 % über Kopfschmerzen. In der aktuellen Studie von IPA und IFA waren es 13 und 9 %

Die Studienergebnisse legen nahe, dass eine Beschwerderate von mehr als 20 % als erhöht angesehen werden kann und weitere Untersuchungen begründet. Die Empfehlung, eine Beschwerderate von 20 % als Bewertungsgrenze fest-

zulegen, wird durch die Ergebnisse einer umfangreichen Befragung mit 11.154 Beschäftigten in Finnland (1996–1999) in Büros mit Innenraumproblemen gestützt (Reijula & Sundman-Digert, 2004). Hier lag die Häufigkeit von Beschwerden über schlechte stickige beziehungsweise trockene Luft bei über 30 % und über Augen-/Nasenreizung und trockene Hände bei über 15 %. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Arbeitsbedingungen und individuellen Merkmale der Beschäftigten, die mit zunehmender Dauer der Innenraumproblematik Einfluss auf die Beschwerderate haben, empfehlen die Autoren eine Bewertungsgrenze von 20 %. Sie betonen, dass auch eine geringere Prävalenz von Beschwerden erheblich sein kann und daher immer eine individuelle Betrachtung aller Daten vor dem Hintergrund der Gesamtsituation ratsam ist.

### Ausblick

Das Ergebnis des Projektes soll den DGUV Report „Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“ ergänzen. Zu Beginn der Untersuchung einer Innenraumproblematik können mit dem standardisierten Fragebogen relevante Informationen aus Sicht der Beschäftigten strukturiert erfasst werden. So erhält man eine erste Einschätzung möglicher Ursachen für die Beschwerden und kann die weiteren Untersuchungsschritte und die eventuell daraus resultierenden erforderlichen und zum Teil aufwändigen Maßnahmen effizient planen.

Der in dem Projekt vom IPA und IFA eingesetzte standardisierte Fragebogen kann insbesondere in folgenden Situationen genutzt werden:

- Prüfung von Beschwerdemeldungen,
- Prüfung der Notwendigkeit und/oder der Wirksamkeit von Maßnahmen, z. B. vor und nach einer Renovierung (Sanierungskontrolle),
- Bewertung von (neuen) Gebäuden.

Als Folgeprojekt ist eine Ausweitung auf andere Innenraumarbeitsplätze wie Schulen und Kindergärten denkbar. Wird der Fragebogen zukünftig bei der Aufklärung von Problemen an Büroarbeitsplätzen eingesetzt, könnte die Referenzdatenbank durch zusätzliche Befragungen in Vergleichsräumen, das heißt in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme, kontinuierlich erweitert werden.

Die Autorinnen:

**Dr. Simone Peters**

**Yvonne Giesen**

Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)

**Dr. Kirsten Sucker**

IPA

#### Literatur

Andersson K. Epidemiological Approach to Indoor Air Problems. *Indoor Air*. 1998; Suppl 4: 32-39

Hinz A, Ernst J, Glaesmer H, Brähler E, Rauscher FG, Petrowski K, Kocalevent RD. Frequency of somatic symptoms in the general population: Normative values for the Patient Health Questionnaire-15 (PHQ-15). *J Psychosom Res* 2017; 96: 27-31

Reijula K, Sundman-Digert C. Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. *Occup Environ Med* 2004; 61: 33-38

von Hahn, N.; Van Gelder, R.; von Mering, Y.; Breuer, D.; Peters, S.: Ableitung von Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerten. *Gef – Reinhalt Luft* 2018; 3: 63-71

Sucker, K.; Peters, S.; Giesen, Y.: IPA/IFA-Projekt: Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen – Ergebnisse der Vorstudie *Gef – Reinhalt Luft* 2017; 77: 371-377

Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld. Report der gewerblichen Berufsgenossenschaften, der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand und des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. 3. Auflage. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2013. [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa), Webcode:d650356.