

# IPA/IFA Projekt: Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen – Ergebnisse der Hauptstudie

K. Sucker, S. Peters, Y. Giesen

**ZUSAMMENFASSUNG** Immer wieder sind Gerüche in Innenräumen Anlass für Beschwerden und lösen bei den Beschäftigten Besorgnis über eine Beeinträchtigung ihrer Gesundheit aus. Messungen von Stoffen in der Raumluft und die Bewertung anhand von Richt- oder Referenzwerten sind oft nicht zielführend. Die Konzentrationen sind häufig so niedrig, dass sie analytisch nicht quantifiziert werden können. Daher haben das Institut für Arbeitsschutz (IFA) und das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung ein Projekt zur Untersuchung der Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen durchgeführt. In Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme, verifiziert durch Messungen von flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC), Aldehyden und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) sowie von Lufttemperatur und -feuchte, wurden durch Befragungen die Häufigkeit von Beschwerden über Raumklima, gesundheitliche Beschwerden und Angaben zur Geruchswahrnehmung und -belästigung ermittelt. Die Ergebnisse können nun als Vergleichswerte aus einer nicht belasteten, unauffälligen Referenzpopulation zur Objektivierung von Befindlichkeitsstörungen und Beschwerden über Geruchsbelästigungen herangezogen werden.

## IPA/IFA project: effects and evaluation of odors at indoor workplaces – results of the main study

**ABSTRACT** Frequently, odors give rise to complaints and cause concern among employees about their health. Measurements of indoor air pollutants and their evaluation based on guideline or reference values are often not useful in the case of complaints about odors, since numerous odorants cannot be quantified analytically. Therefore, two of the research institutes of the German Social Accident Insurance (DGUV), the Institute for Occupational Safety and Health (IFA) and the Institute for Prevention and Occupational Medicine (IPA), launched the joint project on the effects and evaluation of odors at indoor workplaces. In office rooms without known indoor problems, verified by measurements of volatile organic compounds (VOC), aldehydes and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) as well as air temperature and humidity, the frequency of complaints about indoor climate, health complaints, and information on odor perception and annoyance was determined. The results can now be used as comparison values from a non-contaminated, normal reference population to objectify impairments of well-being and complaints about odor annoyance.

## 1 Luftqualität an Innenraumarbeitsplätzen: Ein berechtigter Anlass für Beschwerden?

Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung befassen sich bereits seit vielen Jahren 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 Innenraumarbeitsplätzen standardisiert und verlässliche Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte für Luftschadstoffe in Innenräumen, insbesondere in Büroräumen, aufgestellt [1]. Schadstoffmessungen in der Raumluft und die Bewertung anhand von Richt- oder Referenzwerten führen jedoch nicht immer zu einer zufriedenstellenden Aufklärung der Problematik. Es ist es oft sehr schwierig, die Ursachen für Gerüche oder gesundheitliche Beschwerden zu finden.

Der DGUV Report „Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“ [2] gibt Hilfestellung bei der Erfassung und Bewertung von gesundheitlichen Beschwerden. Für eine Beurteilung werden objektive Anhaltspunkte benötigt, wie etwa Vergleichswerte aus einer nicht belasteten, unauffälligen Referenzpopulation. Zur Objektivierung von

Beschwerden über Geruchsbelästigung gab es bislang noch keine einheitliche Vorgehensweise.

Bei der Beurteilung von Beschwerden über Befindlichkeitsstörungen oder Geruchsbelästigungen muss berücksichtigt werden, dass solche Beschwerden auch in Räumen ohne Innenraumprobleme vorkommen. Eine Studie von *Andersson* in unbelasteten schwedischen Büros zeigte beispielsweise, dass 20 % der Befragten über zu trockene Luft und 10 % über stickige, schlechte Luft klagten [3]. Zudem beschwerten sich 6 % der Befragten über Augen- und 9 % über Nasenreizung. Vergleichbare aktuelle Daten aus Büroräumen in Deutschland waren bislang nicht verfügbar.

Aus diesem Grund haben zwei der Forschungsinstitute der DGUV – das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) und das Institut für Arbeitsschutz (IFA) – gemeinsam ein Projekt zur Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen ohne bekannte Innenraumprobleme durchgeführt. Mithilfe der Befragungen von Beschäftigten in Büroräumen wurden die Häufigkeit von Beschwerden über das Raumklima, gesundheitliche Beschwerden und Angaben zur Geruchswahrnehmung und -belästigung als Vergleichswerte ermittelt. Im Rahmen einer Vorstudie wurde dafür ein entsprechender Fragebogen entwickelt und evaluiert [4]. Um sicherzustellen, dass tatsächlich keine ungünstigen Klimaverhältnisse oder Schadstoffbelastungen

Tabelle 1 Beschwerdebhäufigkeiten.

Störende Faktoren der Arbeitsumgebung <sup>2</sup>	Hauptstudie in %	S <sup>1</sup> in %	Gesundheitliche Beschwerden <sup>2</sup>	IAQ in %	S <sup>1</sup> in %
Lärm <sup>3</sup>	13	9	Müdigkeit	15	10
Trockene Luft	12	20	Kopfschmerzen	9	5
Stickige „schlechte“ Luft	8	10	Gereizte, verstopfte oder laufende Nase	8	9
Staub und Schmutz	7	10	Jucken, Brennen, Reizung in den Augen	7	6
Licht (dunkel, blendet, reflektiert)	7	8	Trockene, gerötete Gesichtshaut	4	5
Statische Aufladung	5	4	Trockene Hände, Juckreiz, gerötete Haut	4	4
Schwankende Zimmertemperatur	5	5	Husten	4	3
Zu niedrige Zimmertemperatur	4	5	Konzentrationsprobleme	4	2
Zu hohe Zimmertemperatur	3	5	Heiserkeit, trockener Hals	3	5
Unangenehmer Geruch	3	5	Schuppen, juckende Kopfhaut/Ohren	1	6
Zugluft	1	4	Schwindel, Übelkeit	1	1

<sup>1)</sup>Vergleichsdaten aus Schweden [3]

<sup>2)</sup>Auswertung der Angaben „ja oft (jede Woche)“

<sup>3)</sup>Lärm: 7 der insgesamt 10 Beschwerden kommen aus Büros mit 5 oder mehr Personen

vorliegen, wurden parallel zu den Befragungen Messungen auf flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) und Aldehyde durchgeführt und die CO<sub>2</sub>-Konzentration, Lufttemperatur und Luftfeuchte in den Büroräumen ermittelt.

## 2 Durchführung der Hauptstudie

Die Datenerhebung für die Hauptstudie erfolgte von Juli 2017 bis September 2019. Insgesamt wurden 116 Innenraummessungen durchgeführt und 131 Fragebögen ausgefüllt. Die Messungen von VOC, Aldehyden, CO<sub>2</sub>-Konzentration, Lufttemperatur und Luftfeuchte erfolgten entsprechend der Handlungsanleitung zum Messprogramm 9193 „IAQ Gerüche“ (IAQ: Indoor Air Quality) des Messsystems Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU) und wurden unter Ausgleichs- und Nutzungsbedingungen durchgeführt.

### 2.1 Innenraummessungen im normalen Bereich

Die 116 Messungen wurden zu allen Jahreszeiten durchgeführt. Die Lufttemperatur lag zwischen 19 und 30 °C, die relative Luftfeuchte zwischen 31 und 58 %.

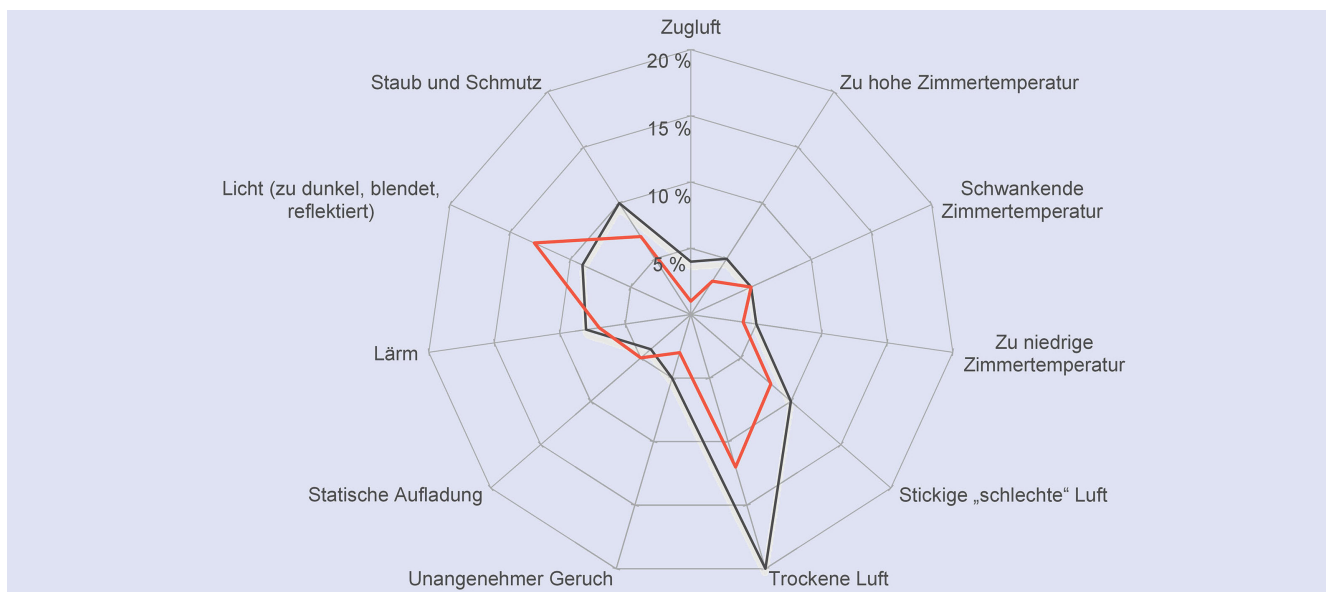
Nach der Technischen Regel für Arbeitsstätten (ASR) A3.5 „Raumtemperatur“ soll die Lufttemperatur an Innenraumarbeitsplätzen 26 °C nicht überschreiten. Bei Außentemperaturen über 26 °C darf die Lufttemperatur im Innenraum in Ausnahmefällen auch 26 °C übersteigen. In der ASR A3.6 „Lüftung“ ist für die relative Luftfeuchte aus physiologischen Gründen eine obere Grenze in Abhängigkeit von der Lufttemperatur festgelegt, z. B. 80 %

bei 20 °C. Eine untere Grenze wird nicht angegeben, da die Raumluft üblicherweise nicht befeuchtet werden muss.

Nach ASR A3.6 „Lüftung“ ist eine CO<sub>2</sub>-Konzentration unter 1 000 ppm (1 800 mg/m<sup>3</sup>) als hygienisch unbedenklich anzusehen. Diese unter Nutzungsbedingungen empfohlene CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde 33-mal überschritten. Alle gemessenen CO<sub>2</sub>-Werte lagen zwischen 732 und 3 300 mg/m<sup>3</sup>. Der TVOC-Wert (TVOC: total volatile organic compounds) ist ein Summenwert der gemessenen flüchtigen organischen Verbindungen und ermöglicht eine erste Einschätzung der Gesamtsituation im Hinblick auf gesundheitliche Beschwerden wie Reizerscheinungen oder Beeinträchtigungen des Wohlbefindens. Der vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte unter Nutzungsbedingungen empfohlene TVOC-Wert von 1 mg/m<sup>3</sup> wurde nie überschritten. 14 TVOC-Werte lagen zwischen 0,3 und 1 mg/m<sup>3</sup>. Zusätzlich wurden die Werte von 68 Einzelstoffen ermittelt und mit Hilfe der Innenraumrichtwerte I und II beurteilt. Bei wenigen Einzelstoffen wird der Innenraumrichtwert I überschritten; der Innenraumrichtwert II wird nie überschritten. Zusammen mit den erhöhten CO<sub>2</sub>-Werten weisen diese Werte auf einen Mangel in den Lüftungsregimen hin.

## 3 Ergebnisse der Befragungen

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



**Bild 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 [3]. *Quelle: Autorinnen*

CO<sub>2</sub>-Werte ausgeschlossen. Zusätzlich wurden 15 Fragebögen ausgeschlossen, da die Beschäftigten über eine „erhebliche“ Geruchsbelastung klagten oder die Luftqualität als „nicht akzeptabel“ bezeichneten. Außerdem blieben sieben Fragebögen unberücksichtigt, da die Befragten überwiegend im Außendienst oder in Heimarbeit tätig waren und so die tatsächlich im Büro verbrachte Zeit weniger als 15 Stunden pro Woche betrug. Schließlich konnten 75 Fragebögen ausgewertet werden. Die Stichprobe umfasst 34 Männer und 41 Frauen im Alter von 21 bis 64 Jahren.

### 3.1 Arbeitsbedingungen

In der vorliegenden Studie arbeiteten 66 % der Befragten in einem Einzelbüro (29 %) oder Zweierbüro (37 %). Nahezu ein Viertel arbeitete in einem Großraumbüro (23 %). Nur wenige Beschäftigte arbeiteten in einem Büro mit drei oder vier Personen (11 %). Damit ist, im Vergleich zu einer Forsa-Umfrage von 2014, der Anteil an Ein- oder Zweipersonenbüro (Forsa: 58 %) etwas höher, der Anteil an kleinen Gruppenbüros (Forsa: 28 %) geringer und der Anteil an Großraumbüros (Forsa: 5 %) deutlich höher.

Die Mehrheit der Befragten (73 %) wünschte sich, das Raumklima direkt beeinflussen zu können, was im Hinblick auf Zimmertemperatur (93 %), Fensterlüftung (97 %) und Lichtverhältnisse (99 %) überwiegend möglich war. Die Luftfeuchte konnte in den meisten Büros (87 %) nicht beeinflusst werden.

### 3.2 Beschwerdehäufigkeiten

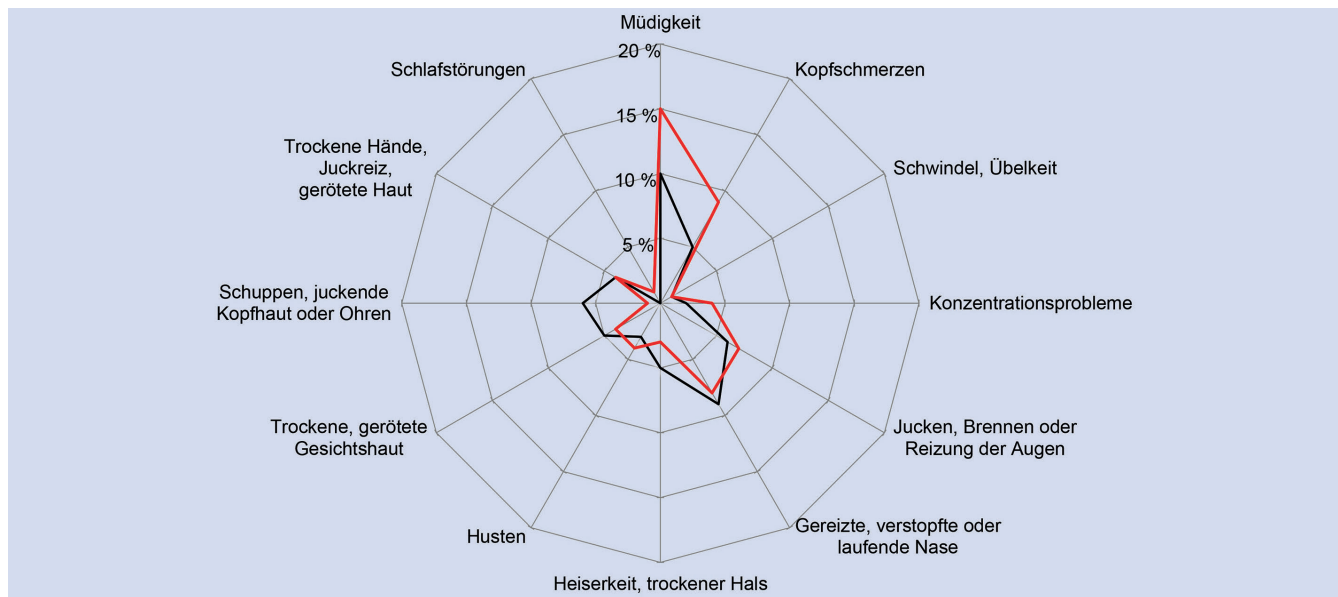
In **Tabelle 1** ist erkennbar, dass in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme „Lärm“ der am häufigsten genannte störende Faktor der Arbeitsumgebung ist, direkt gefolgt von „trockener Luft“. Zu den am häufigsten genannten gesundheitlichen Beschwerden gehören „Müdigkeit“ und „Kopfschmerzen“. Zum Vergleich werden Referenzdaten aus Schweden dargestellt, die 1998 an 319 Beschäftigten in sieben Bürogebäuden und zwei Schulen ohne bekannte Innenraumprobleme erhoben wurden [3]. In der aktuellen Studie von IPA und IFA liegt die Beschwerderate

insgesamt niedrig – bis auf die Beschwerden über „trockene Luft“, „Lärm“ und „Müdigkeit“. Sie liegt zum Teil deutlich unter 10 % und ist vergleichbar mit den Werten aus Schweden. In den **Bildern 1** und **2** sind diese Ergebnisse zur Verdeutlichung auch noch einmal grafisch dargestellt.

## 4 Ein erstes Fazit

Mit der Erhebung aktueller Prävalenzraten zu Beschwerden über störende Faktoren der Arbeitsumgebung und gesundheitlichen Beschwerden an unbelasteten Innenraum Arbeitsplätzen werden Daten einer „Referenzpopulation“ zur Verfügung gestellt, um Beschwerden an Innenraum Arbeitsplätzen zu objektivieren. Die Zahl der vorliegenden Daten ist aber noch nicht ausreichend, um repräsentative Aussagen zu machen. Durch Vergleich mit den hier vorgestellten Referenzdaten kann aber bereits 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 [3] zeigt eine gute Übereinstimmung, obwohl diese bereits über 20 Jahre alt sind. Vergleicht man die Referenzdaten außerdem mit aktuellen Prävalenzraten von Gesundheitsbeschwerden in der deutschen Allgemeinbevölkerung, zeigen sich ebenfalls übereinstimmende Werte [5]. 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 durchgeführt werden sollten. Die Empfehlung, eine Beschwerderate von 20 % als Bewertungsgrenze festzulegen, wird durch die Ergebnisse einer umfangreichen Befragung mit 11 154 Beschäftigten in Finnland (1996 bis 1999) in Büros mit Innenraumproblemen gestützt [6]. Hier lag die Häufigkeit von Beschwerden über schlechte, stickige bzw. zu trockene Luft bei über 30 % und in Bezug auf Augen- und Nasenreizungen und trockene Hände bei über 15 %. Je länger die Innenraumproble-



**Bild 2** Prävalenz gesundheitlicher Beschwerden; die rote Linie zeigt die Ergebnisse der Hauptstudie, die schwarze Linie zeigt zum Vergleich die Werte aus Schweden [3]. *Quelle: Autorinnen*

matik ungelöst bleibt, desto stärker wird der Einfluss von weiteren Faktoren, wie die jeweiligen Arbeitsbedingungen oder individuellen Merkmale der Beschäftigten, und die Beschwerderate steigt zunehmend an. Daher empfehlen die Autorinnen eine Bewertungsgrenze von 20 %. Sie betonen, dass auch eine geringere Beschwerdehäufigkeit problematisch sein kann und daher immer eine individuelle Betrachtung aller Daten vor dem Hintergrund der Gesamtsituation ratsam ist.

## 5 Einsatzmöglichkeiten des Fragebogens

Das Ergebnis des Projektes wird den DGUV Report „Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“ ergänzen. Der Fragebogen inkl. einer Anleitung zur Auswertung wird im IFA „Innenraumportal“ ([www.dguv.de/webcode.jsp?query=d6274](http://www.dguv.de/webcode.jsp?query=d6274)) zur Verfügung gestellt.

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 eventuell daraus resultierenden 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, z. B. an Schulen und in Kindergärten, denkbar. Wird der Fragebogen zukünftig bei der Aufklärung von Beschwerden über die Innenraumluft an Büroarbeitsplätzen im Rahmen des MGU eingesetzt, soll die Referenzdatenbank durch zusätzliche Befragungen in Vergleichsräumen, das heißt in Büroräumen ohne bekannte Innenraumprobleme, kontinuierlich erweitert werden.

Das Ziel ist, repräsentative Daten zu erhalten, die die Vielfalt an Betriebsarten, Bürogrößen, Gebäudealter, Wochenarbeitszeiten etc. abdeckt. ■

### Literatur

- [1] von Hahn, N.; Van Gelder, R.; von Mering, Y.; Breuer, D.; Peters, S.: Ableitung von Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerten. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft. 78 (2018) Nr. 3, S. 63-71.
- [2] 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
- [3] Andersson, K.: Epidemiological Approach to Indoor Air Problems. Indoor Air (1998), Suppl. 4, S. 32-39.
- [4] Sucker, K.; Peters, S.; Giesen, Y.: IPA/IFA-Projekt: Wirkung und Bewertung von Gerüchen an Innenraumarbeitsplätzen – Ergebnisse der Vorstudie. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft. 77 (2017) Nr. 9, S. 371-377.
- [5] Hinz, A.; Ernst, J.; Glaesmer, H.; Brähler, E.; Rauscher, F. G.; Petrowski, K. et al.: Frequency of somatic symptoms in the general population: Normative values for the Patient Health Questionnaire-15 (PHQ-15). Journal of Psychosomatic Research (2017) Nr. 96, S. 27-31.
- [6] Reijula, K.; Sundman-Digert, C.: Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. Occup Environ Med. 61 (2004) Nr. 1, S. 33-38.

**Dr. rer. nat. Kirsten Sucker**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum.

**Dr. rer. nat. Simone Peters**

**Dipl.-Chem. Yvonne Giesen**

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.