



Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld



Impressum

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Verfasst von: siehe Verzeichnis auf S. 76

Ausgabe: 4. Auflage, Dezember 2025

Satz und Layout: Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken

Bildnachweis: Titelbild: © fizkes - stock.adobe.com
Abbildungen: Autorinnen und Autoren, s. Abbildungen

ISBN (online): 978-3-948657-72-7

ISSN: 2190-7994

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.
Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur
mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder
unter www.dguv.de/publikationen › Webcode: p022812

Kurzfassung

Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld

Innenraumarbeitsplätze gibt es überall, z. B. in Büroräumen, Bildungseinrichtungen oder Verkaufsräumen. Per Definition finden an solchen Arbeitsplätzen keine Tätigkeiten mit Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen statt.

Treten Beschwerden von Beschäftigten an Innenraumarbeitsplätzen auf, sollten sie ernst genommen werden, denn sie können auf ungünstige Arbeitsbedingungen hinweisen. Vermutungen über mögliche Ursachen führen allerdings manchmal in die falsche Richtung. Wenn es unangenehm riecht, wird oft befürchtet, dass die Raumluft belastet ist, und schnell werden teure Luftmessungen in Auftrag gegeben. Faktoren wie Arbeitsüberlastung oder Probleme mit Vorgesetzten oder Kolleginnen und Kollegen können auch eine Rolle spielen. Bei Unzufriedenheit bei der Arbeit sinkt die Toleranz gegenüber ungünstigen Arbeitsbedingungen wie Lärm, unzureichende Beleuchtung oder ein unangenehmes Raumklima.

Der vorliegende Report, der in seiner vierten und vollständig überarbeiteten Auflage vorliegt, bietet eine schrittweise, modulare Untersuchungs- und Bewertungsstrategie, um Beschwerden von Beschäftigten systematisch auf den Grund zu gehen. Er wurde in interdisziplinärer Zusammenarbeit entwickelt und berücksichtigt alle wichtigen Faktoren, die nach aktuellem Kenntnisstand als mögliche Ursachen in Betracht zu ziehen sind. Dazu gehören neben ergonomischen, physikalischen und chemischen Faktoren, Biostoffen und Allergenen auch psychische Belastungsfaktoren.

Abstract

Indoor workplaces: procedure for investigation of the working environment

Indoor workplaces are to be found everywhere, for example in offices, educational establishments or sales areas. The report addresses only indoor workplaces at which no activities involving hazardous substances or biological agents are performed.

Complaints suffered by employees working at indoor workplaces must be taken seriously, as they may be indicative of unfavourable working conditions. However, false assumptions may be made regarding possible causes. An unpleasant odour may lead to fears that the indoor air is contaminated, and trigger prompt commissioning of costly air measurements. Work overload or friction with superiors or colleagues may also be factors: dissatisfaction at work reduces workers' tolerance of unfavourable working conditions such as noise, inadequate lighting or an unpleasant indoor climate.

This report, now in its fourth and completely revised edition, offers a step-by-step, modular strategy for systematic investigation and assessment of workers' complaints. It was developed by an interdisciplinary team, and takes account of all significant factors that, according to current knowledge, are to be considered as possible causes. These include ergonomic, physical and chemical factors, biological agents and allergens, and also mental stress factors.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Erste Schritte	8
2.1	Einführung	8
2.2	Relevante Akteurinnen und Akteure	8
2.3	Kommunikationsstrategie	9
2.4	Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld und zu Beschwerden	11
3	Psychische Belastung	13
4	Arbeitsplatzgestaltung	19
4.1	Ergonomie	19
5	Physikalische Faktoren	22
5.1	Lärm	22
5.2	Beleuchtung	24
5.3	Raumklima	28
5.4	Raumlüftung	31
5.5	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder	35
5.6	Vibrationen	40
5.7	Ionisierende Strahlung (Radon)	42
6	Chemische Faktoren	45
6.1	Gase – Partikel – Fasern – Stäube	45
6.2	Gerüche	53
7	Biostoffe	57
8	Allergene	64
Anhang: Vorschriften, Regeln, Normen		72
Abkürzungsverzeichnis		74
Namen und Institutionen der Autoren und Autorinnen		76

1 Einleitung

Arbeitsplätze in Innenräumen finden sich in unterschiedlichen Arbeitsumgebungen wie Büroräumen, Verkaufsräumen, Kindertagesstätten, Schulen, Universitäten, Krankenhäusern, Bibliotheken, Hotels, Spielhallen, Theatern und Kinos. Zu Innenraumarbeitsplätzen können auch Arbeitsplätze in Industriehallen zählen, z. B. in Warenverteilzentren oder Produktions- und Lagerräumen. An diesen Arbeitsplätzen gelten vorrangig die Forderungen der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und ihrer dazugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Eine Übersicht über die für diesen Report relevanten Vorschriften, Regeln und Normen, Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie weiterführende Literatur findet sich im [Anhang](#). Im Einzelfall ist die Erfüllung der Voraussetzungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung abzuklären.

Mit diesem Report werden ausschließlich Innenraumarbeitsplätze behandelt, an denen keine Tätigkeiten mit Gefahr- und/oder Biostoffen (Gefahrstoffverordnung, GefStoffV und Biostoffverordnung, BioStoffV) durchgeführt werden und es sich auch nicht um Lärmbereiche (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung, LärmVibrations-ArbSchV) handelt. Der Report gibt auch keine spezifischen Empfehlungen für Arbeitsräume, an die aus betriebstechnischen und hygienischen Gründen besondere Anforderungen an das Raumklima gestellt werden, z. B. Kühlräume in der Getränke- und Nahrungsmittelherstellung, Arbeitsplätze an Backöfen in Bäckereien, in Gießereien oder an Hochöfen, Arbeitsplätze in Reinräumen etc. Innenräume von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln werden ebenfalls nicht behandelt.

Wenn Beschäftigte an Innenraumarbeitsplätzen Beschwerden äußern, sollten diese ernst genommen werden, da sie auf ungünstige Arbeitsbedingungen hinweisen können. Die von den betroffenen Personen geäußerten Vermutungen über mögliche Ursachen führen jedoch manchmal in die falsche Richtung. Im Winter fällt der Verdacht schnell auf ein schlechtes Raumklima mit zu trockener Heizungsluft. Sind unangenehme Gerüche wahrnehmbar, besteht die Sorge, dass die Raumluft mit Schadstoffen belastet ist und schnell werden aufwändige Innenraumluftmessungen in Auftrag gegeben. Aber auch Faktoren wie Arbeitsüberlastung oder Probleme mit Kolleginnen oder Kollegen können hier eine Rolle spielen. Sind Beschäftigte unzufrieden mit ihrer Arbeit, sinkt die

Toleranz für die Duldung ungünstiger Arbeitsbedingungen wie Lärm, schlechte Beleuchtung, unangenehme Gerüche oder ein unbehagliches Raumklima. Die Ursachen für die Beschwerden können vielschichtig sein. Ihnen auf den Grund zu gehen, ist in der Regel schwierig. Um die Ursachenfindung so effektiv wie möglich zu gestalten, ist es erforderlich, die Ermittlungsmethodik zu systematisieren und zu objektivieren.

Die Vorgehensempfehlung „Ermittlungen zum Arbeitsumfeld an Innenraumarbeitsplätzen“ enthält eine gestufte, modular aufgebaute Ermittlungs- und Beurteilungsstrategie bei Beschwerden von Beschäftigten an Innenraumarbeitsplätzen (Abbildung 1.1). Sie wurde in interdisziplinärer Zusammenarbeit entwickelt und berücksichtigt alle wesentlichen Faktoren, die nach heutigem Kenntnisstand als mögliche Ursachen in Erwägung gezogen werden sollten. Der Report ist auch eine nützliche Informationsquelle für die Gefährdungsbeurteilung.

Mithilfe dieser Vorgehensempfehlung können Anwendrinnen und Anwender selbstständig eine erste Beurteilung der Arbeitssituation durchführen, ohne sofort externe Fachleute oder messtechnische Dienste in Anspruch nehmen zu müssen. Die Ermittlungen sollten immer mit einem Ortstermin und Gesprächen mit den Betroffenen starten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass es hilfreich ist, wenn die Fachkraft für Arbeitssicherheit und die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt von Anfang an eingebunden sind.

Die in den Themenkapiteln erwähnten Fragebögen und Checklisten sowie weiterführende Informationen können auf dem Internetportal „[Praxishilfe Innenraumarbeitsplätze](#)“ (kurz: Innenraumportal) des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) heruntergeladen werden.

Gelegentlich können am Arbeitsplatz auftretende Probleme auf Ursachen im privaten Bereich zurückgeführt werden. In dieser Vorgehensempfehlung wird versucht, auch solche Ursachen zu erfassen. Die weitere Behandlung fällt in derartigen Fällen jedoch nicht in den Zuständigkeitsbereich der Unfallversicherungsträger und bleibt hier deshalb unberücksichtigt. Denkbar ist natürlich auch der Fall, dass die Ermittlungen keine Lösung des Problems erlauben. Hier müssen dann ebenfalls andere Wege zur Lösung gefunden werden.

Abbildung 1.1:
Gestuftes modular aufgebautes Ermittlungskonzept



2 Erste Schritte

2.1 Einführung

Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld sollten immer mit einem Ortstermin und Gesprächen mit den Betroffenen starten. Ein persönliches Gespräch bietet die Möglichkeit, Informationen „zwischen den Zeilen“ zu erhalten, die oft den Weg für die Planung der nächsten Schritte weisen. Die Fachkraft für Arbeitssicherheit und die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt sollten von Anfang an eingebunden sein.

Wenn viele Personen betroffen sind und die Beschwerdesituation komplex oder konfliktgeladen ist, empfiehlt es sich, einen „Runden Tisch“ einzuberufen. Alle für die Themenstellung relevanten Akteurinnen und Akteure sollten vertreten sein. Die Funktion des „Runden Tisches“ ist das offene Gespräch über die Beschwerdesituation, mögliche Ursachen, die Klärung der jeweiligen Interessen und das Absprechen der weiteren Vorgehensweise.

Eine offene und gute Kommunikation trägt wesentlich zu einer erfolgreichen Lösung der Beschwerdesituation bei. Alle Teilschritte sollten gegenüber der Belegschaft offen und transparent dargelegt werden. Ein verheimlichender oder konspirativer Umgang mit der Beschwerdesituation erweist sich in der Regel als kontraproduktiv.

2.2 Relevante Akteurinnen und Akteure

An den ersten Ermittlungen zum Arbeitsumfeld sind je nach Beschwerdesituation die folgenden Personen oder Interessengruppen beteiligt:

Arbeitgebende haben die Verantwortung für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz. Als Entscheidungsträger sind sie für den gesamten Prozess der Bearbeitung der Beschwerden von Beschäftigten verantwortlich. Noch bevor die ersten Ermittlungen starten, sollte die Bereitschaft explizit deutlich gemacht werden, die Ressourcen zur Ursachenermittlung bereit zu stellen und auf Grundlage der Ermittlungsergebnisse die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen sowie deren nachvollziehbare Umsetzung durchzusetzen.

Führungskräfte sind zumeist für den Arbeits- und Gesundheitsschutz in ihrem Bereich verantwortlich. Sie kennen sowohl die betroffenen Beschäftigten als auch die Arbeitsplätze und unterstützen Arbeitgebende dabei, die Ursachen für die Beschwerden zu ermitteln und sie anschließend zu beseitigen. Tätigkeiten oder die Ausführung von Aufgaben im Bereich Arbeits- und Gesundheitsschutz können auch auf Betriebs- und Werksleitende,

Produktionsleitende, Schichtführende, Meisterinnen und Meister oder externe Dienstleistungsunternehmen übertragen werden.

Die betroffenen Beschäftigten sind Expertinnen und Experten für ihre Arbeitsplätze und sollten auch so behandelt werden. Bei der Bearbeitung der Beschwerdesituation sollten sie von Anfang an in den Gesamtprozess aktiv eingebunden werden. Unterstützung erhalten die Beschäftigten durch betriebliche Interessenvertretungen wie Betriebs- oder Personalräte.

Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Sifa) beraten und unterstützen Arbeitgebende in Fragen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Sie haben im Rahmen ihrer Aus- und Fortbildung entsprechende Fachkenntnisse erworben und kennen die rechtlichen Rahmenbedingungen, wichtige Informationsquellen und die richtigen Ansprechpersonen. Bei der Bearbeitung von Beschwerden sind die Fachkräfte für Arbeitssicherheit unersetzlich. Ihre Funktion kann von Beschäftigten oder externen Personen wahrgenommen werden. In Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten unterstützen Sicherheitsbeauftragte (SiBe) mit ihrem Orts-, Fach- und Sachverständ.

Bei gesundheitlichen Beschwerden können sich Beschäftigte auch an die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt wenden. Alle persönlichen Informationen und vertraulichen Daten unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Im Gespräch mit den Betroffenen prüft die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt mögliche und gängige Ursachen am Arbeitsplatz und außerhalb des Arbeitsplatzes. Der [IAQ-Fragebogen](#) (Raumluftqualität; Indoor Air Quality) ([Abschnitt 2.4](#)), mit dem die Beschwerdesituation am Arbeitsplatz erfasst werden kann, und die [Checkliste „Gesundheitliche Beschwerden“](#), mit der gezielt die gesundheitliche Situation am Arbeitsplatz und außerhalb des Arbeitsplatzes erfasst werden kann, unterstützen dabei. Sie können als Grundlage für das persönliche Gespräch dienen. Eine Verdichtung auffälliger Befunde im Zusammenhang mit dem Arbeitsplatz kann dabei helfen, gezielt nach der Ursache der gesundheitlichen Beschwerden zu suchen. Weist das Beschwerdebild beispielsweise auf eine allergene, mikrobielle oder chemische Belastung im Gebäude hin, können in Abstimmung mit der Sifa gezielte Ermittlungen zum Arbeitsumfeld geplant werden.

Aufsichtspersonen des zuständigen Unfallversicherungsträgers beraten Arbeitgebende sowie die betroffenen Beschäftigten in Fragen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Sie verfügen sowohl über ein breites branchenübergreifendes Grundwissen als auch über ein branchenspezifisches

Fachwissen. In den meisten Fällen kann die Anwenderin oder der Anwender dieser Vorgehensempfehlung selbstständig eine erste Beurteilung der Arbeitssituation durchführen und dafür bei Bedarf die Unterstützung externer Dienstleister in Anspruch nehmen. Bei der Bearbeitung besonders komplexer Beschwerdefälle können Aufsichtspersonen mit ihrer Erfahrung und ihrem hochspezialisierten Fachwissen wertvolle Unterstützung leisten und bei Bedarf Expertinnen und Experten aus entsprechenden Fachdisziplinen hinzuziehen. Diese können bei dem jeweiligen oder bei anderen Unfallversicherungsträgern angesiedelt sein bzw. bei der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) und deren Institutionen.

2.3 Kommunikationsstrategie

Eine unverzichtbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Kommunikation ist die Bereitschaft zu verstehen, wie die Beschwerdesituation und die eigene Rolle darin von anderen wahrgenommen und bewertet werden. „Kommunikation auf Augenhöhe“ bedeutet, anderen Meinungen offen und respektvoll zu begegnen, sich in die Perspektive des Gegenübers hineinzuversetzen und transparent über die eigenen Aktivitäten und Interessen zu informieren. Transparenz über Inhalte und Vorgehensweisen trägt wesentlich zur Klärung unterschiedlicher Interessen bei und hilft vor allem in einer bereits konfliktbeladenen Situation auf einer sachlichen Ebene zu kommunizieren. Fakten und relevante Informationen, Sachzwänge und Alternativen, Verantwortlichkeiten und Unsicherheiten sollten klar verständlich und offen erläutert, hinterfragt und diskutiert werden können.

Bei der Bearbeitung von Beschwerden der Beschäftigten an Innenraumarbeitsplätzen spielt der Umgang mit den sozialen und menschlichen Aspekten eine entscheidende Rolle. Eine Vernachlässigung dieser psychosozialen Aspekte kann zu einer Stagnation des Lösungsprozesses führen. Insbesondere wenn das Beschwerdebild komplex ist, mehrere Arbeitsplätze oder mehrere Abteilungen betroffen sind oder eine Konfliktsituation vorliegt, müssen die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld in eine entsprechende Kommunikationsstrategie eingebettet sein. Dies kann die

Zusammenarbeit mit Kommunikationsfachleuten erfordern. In Konfliktsituationen garantieren technische Lösungen allein kein erfolgreiches Ergebnis mehr. Ein ungeeigneter kommunikativer Ansatz kann zu einer Verschärfung der Beschwerdesituation führen.

Wenn körperliche Beschwerden im Vordergrund stehen, verfügt die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt über das arbeitsmedizinische Fachwissen, um die individuelle gesundheitliche Situation der Beschäftigten zu beurteilen und im Zusammenhang mit den individuellen Arbeitsplatzbedingungen einzuordnen. Wenn Beschäftigte den Verdacht haben, dass die Luft mit Schadstoffen belastet ist, kann dies zu erheblichen Ängsten und Verunsicherungen in der gesamten Belegschaft führen. Gesundheitliche Beschwerden können auch aufgrund einer – möglicherweise noch nicht diagnostizierten – Erkrankung auftreten. Psychische Belastungen können ebenfalls zu körperlichen Beschwerden führen. Die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt kann die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Arbeit und Gesundheit erläutern und darüber aufklären, ob die ausgeübte Tätigkeit gesundheitsgefährdend ist. Auf Grundlage der persönlichen Beratung kann im Einzelfall eine Empfehlung für eine individuelle Maßnahme ausgesprochen werden. Dies kann z. B. ein Wechsel des Arbeitsraumes sein. Es kann aber auch eine Empfehlung für weitergehende Untersuchungen in einer Praxis für Allgemeinmedizin oder ggf. durch Fachärztinnen und Fachärzte sein.

Die genaue Ausgestaltung der Kommunikationsstrategie wird immer auf den Einzelfall abgestimmt. Bei komplexen oder konflikträchtigen Themen reichen die üblichen formellen und informellen Kommunikationsgewohnheiten oft nicht mehr aus. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick, wann der Kommunikationsaufwand steigt. Es werden drei Kategorien unterschieden: einfach, mittel und hoch. Jede Beschwerdesituation hat ihre Besonderheiten. In der Praxis ist häufig eine Mischung der hier dargestellten Kategorien anzutreffen. Tabelle 2.1 stellt eine Vereinfachung dar und soll helfen, den Aufwand für die Ermittlungs- und Kommunikationsstrategie abzuschätzen.

Tabelle 2.1:

Kategorien und Kriterien zur Einschätzung des Kommunikationsaufwandes bei Beschwerden von Beschäftigten an Innenraumarbeitsplätzen

Kriterien	Kategorien		
	einfach	mittel	hoch
Anzahl und Kontakt	Einzelperson	Einzelperson, ggf. mehrere Einzelpersonen	mehrere Personen, evtl. aus mehr als einer Abteilung; ggf. Bildung einer Interessengruppe; ggf. Einschaltung von Betriebsrat oder der Personalvertretung
Dauer der Beschwerdesituation	akut	Wochen bis wenige Monate	mehrere Monate bis dauerhaft
Beschwerdegrund und -anlass	ein Anlass (z. B. Lärm)	mehrere Anlässe (z. B. Lärm und Geruch)	mehrere Anlässe oder nicht eindeutig zuzuordnende Beschwerden; ggf. Ausweitung des Beschwerdeumfangs
Ermittlungen zum Arbeitsumfeld	einfach bzw. kurzfristig möglich (z. B. durch Ortsbesichtigung, einfache Messung)	nicht kurzfristig möglich, mehrmonatige Bearbeitungszeit erforderlich, z. B. Ursache muss erst festgestellt werden, Messungen sind erforderlich	schwierig, da z. B. keine eindeutige Ursache feststellbar; Messwerte liegen unterhalb von Grenz- oder Richtwerten; komplexer Konflikthintergrund
Umsetzung von Maßnahmen, Kostenintensität	leicht und kurzfristig, ggf. auch kostengünstig möglich	machbar, ggf. mit mehrmonatigem Investitionsvorlauf	schwierige technische Umsetzung; längerfristige Investitionsplanung; ggf. kostenintensiv

2.3.1 Aspekte der Kommunikationsstrategie

Die relevanten Akteurinnen und Akteure lassen sich grob in die Gruppe der Betroffenen, der Verantwortlichen und der Fachleute für Sicherheit und Gesundheit unterteilen. In der Regel verfügen nicht alle Beteiligten über den gleichen Informationsstand in Bezug auf die wesentlichen Aspekte der Beschwerdesituation. Dazu gehören z. B. Informationen über die Vorgeschichte und die aktuelle Situation, Annahmen über Handlungsmöglichkeiten und den zeitlichen und finanziellen Aufwand, Erwartungen an das Vorgehen und die nächsten Schritte sowie Annahmen über die weitere Entwicklung, wenn die Beschwerdesituation nicht gelöst wird. Je konfliktreicher die Situation ist, desto mehr spielen auch Emotionen eine Rolle. Das Ziel der ersten Ermittlungen zum Arbeitsumfeld ist, möglichst alle Interessen und Meinungen – auch kritische – einzubeziehen, um ein differenziertes und umfassendes Bild von der Beschwerdesituation zu erhalten.

Gegebenenfalls müssen weitere Akteurinnen und Akteure hinzugezogen werden, z. B. externe Fachleute, die zu einem bestimmten Thema informieren oder Messergebnisse vorstellen. Unter Umständen kann auch eine externe, unabhängige Moderation sinnvoll sein.

Eine der ersten Fragen bei der Planung der Kommunikationsstrategie ist die Klärung der Kommunikationsziele. Häufig werden Ziele wie „wieder in Ruhe arbeiten können“ oder ähnliches genannt. Diese Ziele können jedoch nur in Verbindung mit Zielen erreicht werden, die die Interessen aller relevanten Akteurinnen und Akteure berücksichtigen. Typische Kommunikationsziele sind eine offene Informationspolitik und die Gewährung von Einsicht, z. B. in Messergebnisse, sowie die Bereitschaft zu Verbesserungsmaßnahmen und deren nachvollziehbare Umsetzung.

Wenn die Interessen und Erwartungen der relevanten Akteurinnen und Akteure bekannt sind, ist es wichtig zu klären, zu welchen Themen Informationsbedarf besteht

und welche Themen im direkten Gespräch behandelt werden sollen. Eine zentrale Frage ist auch, wie die betroffenen Beschäftigten informiert oder beteiligt werden sollen. Wenn der Verdacht besteht, dass an einem Arbeitsplatz ein Risiko für die Gesundheit besteht, wird die Kommunikation zu einer Herausforderung.

Wenn Risiken diskutiert werden, sind immer auch Emotionen im Spiel. Eine wirksame Kommunikation ist dann für den Lösungsprozess besonders wichtig. Die aktive Beteiligung der betroffenen Beschäftigten ermöglicht einen gegenseitigen Meinungsaustausch, der dazu beiträgt, das Risiko, die getroffenen Entscheidungen und die umzusetzenden Maßnahmen zu verstehen. Eine aktive Beteiligung stellt sich jedoch nicht von selbst ein. Verfahren, Methoden und Ressourcen, die eine aktive Beteiligung ermöglichen und sicherstellen, müssen gemeinsam vereinbart und etabliert werden.

Einerseits möchte man von den betroffenen Beschäftigten etwas über ihre Wahrnehmung der Arbeitsbedingungen und ihre Überzeugungen und Einstellungen zu möglichen Gefährdungen und Kontrollmaßnahmen erfahren. Andererseits ist zu überlegen, was den betroffenen Beschäftigten mitgeteilt werden soll und wie und wann dies geschehen soll. Inhalte und Kanäle der Kommunikation sowie die damit verbundenen Zuständigkeiten sollten frühzeitig im Prozess festgelegt werden. Zusätzlich sollte auch die Kommunikation mit den nicht betroffenen Beschäftigten Gegenstand der Planungen sein. Während des gesamten Prozesses sollte die Kommunikation regelmäßig und kontinuierlich erfolgen.

Verantwortliche, Fachleute und betroffene Beschäftigte leben in unterschiedlichen Erfahrungswelten. Es bestehen Unterschiede im Wissensstand, in Argumentationsmustern, Werten und Grundorientierungen. Häufig wird von den Beschäftigten erwartet, dass sie auf die Kompetenz und das Urteil der Fachleute vertrauen. Betroffene empfinden diese Haltung oft als arrogant und entwickeln eventuell Misstrauen gegenüber für sie undurchschaubaren Argumentationsmustern. Die Kommunikation zwischen Betroffenen und Fachleuten ist daher häufig von Missverständnissen geprägt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine eher wissenschaftlich-rational begründete Argumentation auf eine sozial-emotionale Argumentation trifft. Beschäftigte argumentieren vor allem mit Blick auf ihre persönliche Betroffenheit. Diese kann objektiv nachweisbar sein, ist aber auch oft mit subjektiven Einschätzungen oder Vermutungen über potenzielle Risiken verbunden. Nur im direkten Gespräch können diese

unterschiedlichen Kommunikationsebenen angemessen thematisiert werden.

Wichtig für die Informationsvermittlung ist eine alltagsnahe Sprache. Zudem kann eine grafische oder fotografische Darstellung helfen. Die Informationen müssen situations- und zielgruppengerecht aufbereitet werden. Sie müssen verständlich und nachvollziehbar sein und auch Hintergründe beleuchten. Je besser alle relevanten Akteurinnen und Akteure informiert sind, desto größer ist die Chance, dass einzelne Informationen richtig eingeordnet werden und eine sachgerechte Kommunikation möglich ist.

2.4 Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld und zu Beschwerden

Mithilfe der [Checkliste „Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“](#) und dem [IAQ-Fragebogen](#) können erste Hinweise auf mögliche Ursachen gewonnen werden. Mit der Checkliste werden zunächst allgemeine Angaben zum Gebäude bzw. zu Gebäudeteilen erfasst. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Arbeitsräume oder Arbeitsplätze, in denen Beschwerden von Beschäftigten vorliegen. Bei Bedarf können auch Arbeitsräume oder Arbeitsplätze beschrieben werden, in denen keine Beschwerden von Beschäftigten vorliegen (Referenzräume). Die Checkliste kann bei Bedarf durch weitere [Checklisten](#) zu speziellen Themen wie Lärm, Beleuchtung, Raumklima etc. ergänzt werden.

Der [IAQ-Fragebogen](#) eignet sich zur systematischen Erfassung der Beschwerdesituation am Arbeitsplatz und als Grundlage für die Planung weiterer Maßnahmen. Er wurde für die Erfassung von Beschwerden an Büroarbeitsplätzen entwickelt. An anderen Innenraumarbeitsplätzen kann die Erfassung der Beschwerden in Anlehnung an den Fragebogen vorgenommen werden.

Wenn nur wenige Personen betroffen sind, können einzelne Abschnitte des Fragebogens als Grundlage für das persönliche Gespräch mit den Beschäftigten genutzt werden. Wenn viele Personen betroffen sind, kann der Fragebogen im Rahmen einer Umfrage eingesetzt werden. Durch den Vergleich der Befragungsergebnisse mit Ergebnissen aus Vergleichsräumen ohne bekannte Innenraumprobleme und anhand der Beschwerdemuster kann eine Eingrenzung der möglichen Ursachen erfolgen.

Die Nennung störender Faktoren der Arbeitsumgebung (Frage Nr. 10) kann konkrete Hinweise auf spezifische Themenbereiche geben, z. B. Probleme mit dem Raumklima, der Beleuchtung oder der Akustik. Bei Beschwerden über eine schlechte Luftqualität und störende Gerüche (Frage

Nr. 12 bis 17) lassen sich im Zusammenhang mit den Angaben zu gesundheitlichen Beschwerden (Frage Nr. 19) grob zwei Beschwerdemuster unterscheiden:

1. Eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über schlechte, stickige Luft und allgemeine Symptome wie Kopfschmerzen oder Müdigkeit können auf ein schlechtes Raumklima und Lüftungsprobleme hinweisen ([Kapitel 5.3 Raumklima](#), [Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).
2. eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über unangenehme Gerüche und Schleimhautreizungen an Augen und Nase können auf Stoffe in der Innenraumluft hinweisen ([Kapitel 6.2 Gerüche](#), [Kapitel 7 Biostoffe](#), [Kapitel 8 Allergene](#)).

Wenn das Beschwerdemuster sehr heterogen ist, fast alle der zwölf möglichen gesundheitlichen Beschwerden mit „ja, manchmal“ oder „ja, oft“ angekreuzt werden und ein Zusammenhang mit der Luftqualität vermutet („ja“) oder zumindest nicht ausgeschlossen wird („weiß nicht“), sollten die Angaben zum Arbeitsraum (Frage Nr. 1 bis 5) und zu den Arbeitsbedingungen (Frage Nr. 20 bis 23) genauer betrachtet werden. Ergeben sich z. B. Hinweise auf Probleme mit der Arbeitsorganisation oder den sozialen Beziehungen, sollten spezielle Ermittlungen zu diesen

Themenbereichen durchgeführt werden ([Kapitel 3 Psychische Belastung](#)). Beschäftigte, die unzufrieden mit ihrer Arbeit sind, haben oft eine geringere Toleranz für die Duldung ungünstiger Arbeitsumgebungsbedingungen und geben mehr Beschwerden an als andere Personen. Da die Beschwerderate auch durch Faktoren beeinflusst wird, die nicht mit der Arbeitsumgebung an sich zusammenhängen, ist immer eine Betrachtung weiterer Einflussfaktoren notwendig. So reagieren beispielsweise Personen mit einer chronischen Erkrankung wie Asthma, einer Atemwegsallergie oder einer Nasennebenhöhlenentzündung (Frage Nr. 18) empfindlicher auf Gerüche oder eine schlechte Luftqualität als andere Personen und geben mehr Beschwerden an. Wenn sich aus der Befragung oder aus dem persönlichen Gespräch Hinweise auf die Beteiligung persönlicher Faktoren ergeben, wie etwa auf eine Erkrankung oder Probleme im privaten häuslichen oder familiären Umfeld, sollte die Einordnung der individuellen gesundheitlichen Situation der Beschäftigten im Zusammenhang mit den individuellen Arbeitsplatzbedingungen immer von einer Betriebsärztin oder einem Betriebsarzt vorgenommen werden.

3 Psychische Belastung

3.1 Einführung

Im Gegensatz zum alltäglichen Sprachgebrauch ist psychische Belastung zunächst einmal wertneutral zu verstehen. Gemäß der Norm DIN EN ISO 10075-1 [1] wird unter psychischer Belastung die Gesamtheit aller erfassbaren äußeren Einflüsse verstanden, die sich auf die Art und Weise auswirken, wie wir wahrnehmen, fühlen, denken und uns verhalten.

Bei der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung kommen die Arbeitsbedingungen auf den Prüfstand – nicht einzelne Beschäftigte. Die Arbeitsbedingungen lassen sich in Anlehnung an die Empfehlungen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) [2] den folgenden sechs Gestaltungsbereichen zuordnen:

- Arbeitsinhalte/-aufgabe
- Arbeitsorganisation
- Arbeitszeit
- Soziale Beziehungen
- Arbeitsmittel
- Arbeitsumgebung.

Konkrete Beispiele für einzelne Belastungsfaktoren in den Gestaltungsbereichen sind der Abbildung 3.1 zu entnehmen.

Besondere Beachtung sollte wegen des wissenschaftlich erwiesenen starken Zusammenhangs mit negativen Folgen für die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten unter anderem auf die Arbeitsintensität, den Handlungsspielraum und die soziale Unterstützung gelegt werden [3].

Psychische Belastung führt zu psychischer Beanspruchung mit kurz- und langfristigen Folgen für die Gesundheit, die positiv oder negativ sein können. Positiv wirken

z. B. Handlungsspielräume bei der Arbeit, negativ z. B. andauernder Zeit- und Leistungsdruck. So kann beispielsweise eine große Zahl an Aufgaben, die in kurzer Zeit erledigt werden müssen, die Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit stark beeinträchtigen und zu Ängsten führen, die Arbeit nicht zu schaffen. In der Folge werden Aufgaben nicht erledigt oder es werden mehr Fehler gemacht und Fehlzeiten häufen sich. Dies kann sowohl für Büroarbeit als auch für Verkaufs-, Pflege- oder andere Tätigkeiten in Innenräumen gelten. Im positiven Fall kann eine Arbeit, für die die Beschäftigten die notwendige Zeit und Qualifikation haben, sehr zufriedenstellend sein, Lernen ermöglichen und langfristig zur Weiterentwicklung von Kompetenzen beitragen.

Fallbeispiel: Stationäre Pflege

In vielen Bereichen der Pflege, unabhängig von der Zielgruppe, haben Beschäftigte eine große Zahl an Aufgaben, die sie in einer Schicht bearbeiten müssen. In der Regel wird die Reihenfolge der Bearbeitung von außen durch aktuelle Bedarfe der Bewohnerinnen und Bewohner bzw. Patientinnen und Patienten oder der Einrichtung vorgegeben. Daher verfügen Beschäftigte neben der hohen Arbeitsintensität nur über einen kleinen Handlungsspielraum. Sie können sich ihre Arbeit also nicht selbst einteilen. Gerade in Zeiten des Personalmangels verschärft sich dieses Problem und führt mitunter sogar dazu, dass Beschäftigte kurzfristig einspringen müssen, wenn sie eigentlich frei haben. Gibt es in Pflegeteams ein gutes Miteinander, unterstützen sich die Kolleginnen und Kollegen gegenseitig und federn Belastungsspitzen ab, kann dies als Puffer wirken und helfen, negative Folgen für Sicherheit und Gesundheit zu reduzieren.

Abbildung 3.1:

Inhalte der sechs Gestaltungsbereiche der GDA-Empfehlung (in Anlehnung an [2])

Arbeitsinhalte/-aufgabe	Arbeits-organisation	Arbeitszeit	Soziale Beziehungen	Arbeitsmittel	Arbeits-umgebung
<ul style="list-style-type: none">• Informationen• Aufgabenvielfalt• Vollständigkeit• Handlungsspielraum• Qualifikationsanforderungen	<ul style="list-style-type: none">• Intensität• Unterbrechungen• Kooperation/Kommunikation• Kompetenzen/Zuständigkeiten• Homeoffice-Regelung	<ul style="list-style-type: none">• Dauer• Ruhe- und Pausenzeiten• Lage/Schichtarbeit• Vorhersehbarkeit/Planbarkeit	<ul style="list-style-type: none">• soziale Interaktion• Unterstützung• Anerkennung• emotionale Anpassung• Kundenkontakt• Führung	<ul style="list-style-type: none">• verfügbar und geeignet• Verständlichkeit• Bedienbarkeit• Mensch-Maschine-Interaktion• Persönliche Schutzausrüstung	<ul style="list-style-type: none">• Physikalische, biologische und chemische Faktoren• Ergonomische Gestaltung

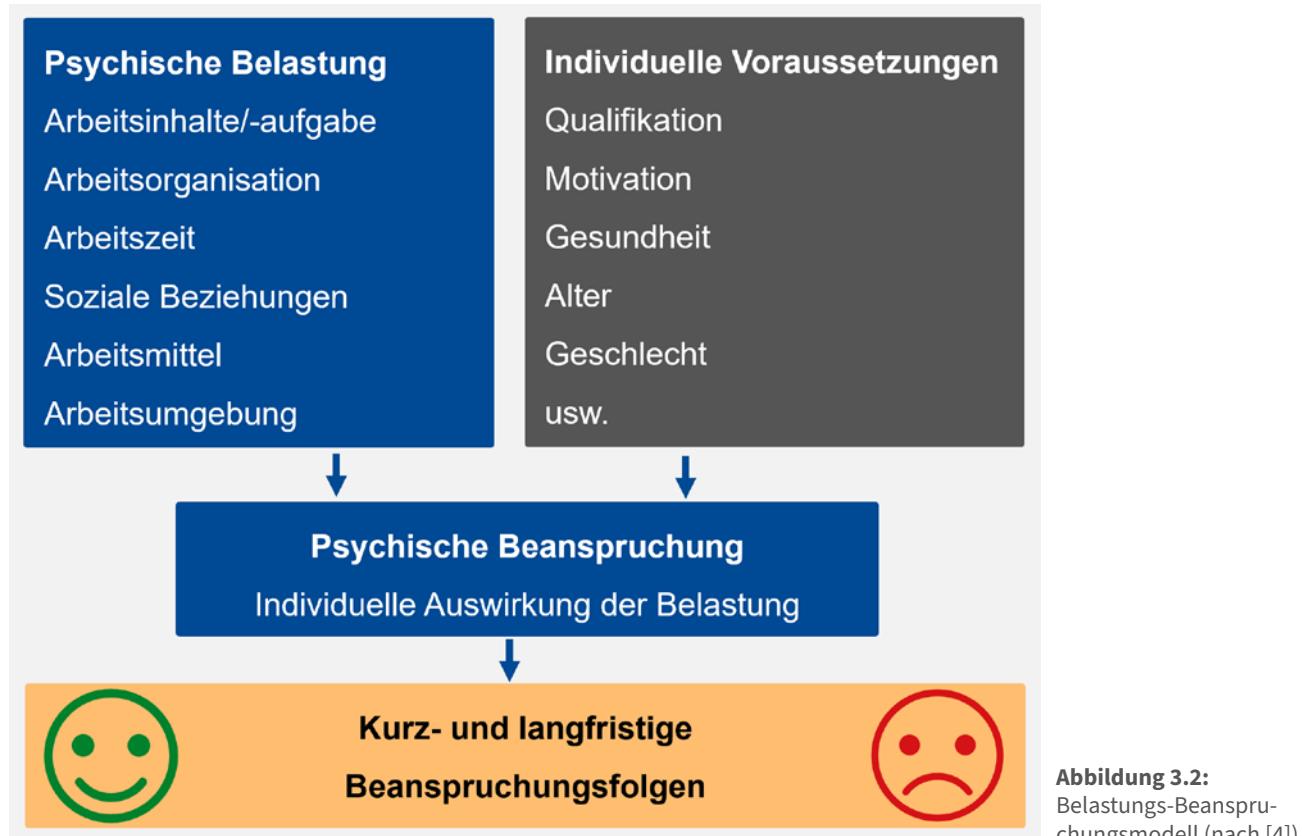


Abbildung 3.2:
Belastungs-Beanspruchungsmodell (nach [4])

Ob sich eine psychische Belastung positiv oder negativ auswirkt, hängt außerdem von den individuellen Voraussetzungen ab, die eine Person mitbringt. In Abbildung 3.2 wird das „Belastungs-Beanspruchungsmodell“ nach [4] dargestellt. Es beschreibt die Zusammenhänge zwischen den Arbeitsbedingungen und ihrer Wirkung auf die arbeitende Person.

3.2 Ermittlung

Das Arbeitsschutzgesetz [5] schreibt vor, dass Arbeitgebende neben der körperlichen auch die psychische Belastung bei der Arbeit erheben müssen. Psychische Belastungsfaktoren finden zunehmend Aufnahme in Gesetzen (Arbeitszeitgesetz) [6], Verordnungen (z. B. ArbStättV) [7], DGUV Vorschriften (1 und 2) [8, 9] und [DGUV Branchenregeln](#), da sie an allen Arbeitsplätzen und bei allen Tätigkeiten relevant sind. Ergeben sich aus dem [IAQ-Fragebogen](#)

(Kapitel 2 Erste Schritte) bei der Betrachtung der Arbeitsbedingungen Hinweise auf Probleme, z. B. mit der Arbeitsorganisation oder den sozialen Beziehungen, sollten spezielle Ermittlungen zur psychischen Belastung durchgeführt werden. Spezielle Ermittlungen zu Arbeitsmitteln oder zur Arbeitsumgebung, z. B. in Bezug auf Ergonomie, Lärm, Beleuchtung, Raumklima oder Raumlüftung, werden in den entsprechenden Kapiteln dieses Reports ausführlich behandelt.

Zur Ermittlung arbeitsbedingter psychischer Belastung gibt es eine Reihe von Erhebungsverfahren, wie Beobachtungen und Interviews, moderierte Workshops oder schriftliche Befragungen. Die Unfallversicherungsträger stellen branchenspezifische Handlungshilfen und Erhebungsinstrumente zur Verfügung. In Tabelle 3.1 werden die Stärken und Grenzen der Verfahren kurz zusammengefasst.

Tabelle 3.1:

Stärken und Grenzen von Verfahren zur Erfassung psychischer Belastung (in Anlehnung an [10])

Verfahren	Vorgehen	Stärken	Voraussetzungen/Grenzen
Beobachtungen und Interviews	Geschulte Personen beurteilen die psychische Belastung auf Basis ihrer Beobachtungen der Tätigkeit, in der Regel ergänzt um (Kurz-)Interviews mit den Beschäftigten.	<ul style="list-style-type: none"> Die psychische Belastung wird unabhängig vom subjektiven Erleben der Beschäftigten ermittelt. Belastungssituationen können in der Regel sehr detailliert beschrieben werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Psychische Belastung muss beobachtbar sein. Geschulte Beobachtende sind erforderlich. Je nach Anzahl der Bereiche hoher zeitlichen und finanzieller Aufwand. Weitere Schritte zur Maßnahmenplanung notwendig.
Schriftliche Befragungen (Tabelle 3.2)	Beschäftigte geben in standardisierten Fragebögen ihre Einschätzung zur Ausprägung der psychischen Belastung ihrer Arbeit an.	<ul style="list-style-type: none"> Besonders gut geeignet für einen Überblick und die Bestimmung von Problemschwerpunkten. Einbeziehung aller Beschäftigten. Breites Spektrum an Belastungsfaktoren. Bei standardisierten Fragebögen ist häufig ein Vergleich mit Referenzwerten möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Mindestgröße pro Auswertungseinheit für Anonymität erforderlich. Ausreichende Beteiligung vieler Beschäftigter erforderlich, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Weitere Schritte zur Maßnahmenableitung notwendig.
Moderierte Workshops (Tabelle 3.3)	Beschäftigte beschreiben und beurteilen gemeinsam mit fachkundigen Expertinnen und Experten die arbeitsbedingte psychische Belastung im betrachteten Bereich.	<ul style="list-style-type: none"> Starke Einbeziehung und Bezugnahme auf Erfahrungen der Beschäftigten. Detaillierte Beschreibung von Belastungssituationen. Unmittelbare Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen. 	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzungen: Vertrauen, eine offene Gesprächskultur. Nutzung von professioneller/ externer Moderation sinnvoll, um Gruppendiskussionen zu lenken.

Entscheidend für den Erfolg der Ermittlungen sind eine gute Vorbereitung, die Einbeziehung aller relevanten Akteure und die Kommunikationsstrategie ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)). Die Ankündigung des Vorhabens weckt Erwartungen. Wenn später Ergebnisse und Verbesserungen ausbleiben, führt der Frustr dar über oft zu einer Verschlechterung des Betriebsklimas.

Damit das Vorhaben zum Erfolg führt, sollten die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Ein Steuerkreis plant und begleitet die Ermittlungen.
- Alle relevanten Akteurinnen und Akteure sind eingebunden ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)).
- Die Geschäftsführung hat bereits vor dem Start ausdrücklich ihre Bereitschaft erklärt, die Maßnahmen, die sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergeben, zu bewerten und umzusetzen.
- Die Zeitplanung ist realistisch.
- Alle Schritte sind transparent.
- Die Anonymität der Erhebungsergebnisse ist gewährleistet.

- Die Workshops werden von qualifizierten, neutralen Personen moderiert.
- Es werden konkrete Maßnahmen vereinbart, deren Wirksamkeit nach angemessener Zeit überprüft wird.

3.3 Beurteilung

Derzeit gibt es nur für wenige Belastungsfaktoren, wie beispielsweise für die Bewertung von Stoffen in der Innenraumluft ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)), konkrete Grenz-, Richt- oder Leitwerte. Die Frage, ob es sich bei der ermittelten psychischen Belastung um eine Gefährdung handelt, kann nur im Zusammenhang mit dem gewählten Erhebungsverfahren beantwortet werden. Einige Erhebungsverfahren arbeiten mit Schwellenwerten und Risikoeinstufungen, die von arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, Theorien und Modellen abgeleitet wurden. Die Schwellenwerte und Risikoeinstufungen können auch flexibel angepasst oder ergänzt werden. Andere Verfahren nutzen Vergleichswerte zur Orientierung, wie Branchenvergleichswerte oder berufsgruppenspezifische Referenzwerte.

3 Psychische Belastung

In Tabelle 3.2 werden Beispiele für Fragebogen-Verfahren vorgestellt, die Schwellen- oder Vergleichswerte nutzen. Orientierende Verfahren bestehen in der Regel aus wenigen Fragen mit nur zwei Antwortmöglichkeiten (ja – nein) und dienen dazu, Belastungsschwerpunkte aufzuzeigen. Screening-Verfahren haben deutlich mehr Fragen und differenziertere Antwortmöglichkeiten. Damit können nicht nur Belastungsschwerpunkte identifiziert, sondern auch das Ausmaß der Fehlbeanspruchung erfasst werden.

Tabelle 3.3 zeigt Beispiele für Workshop-Verfahren, bei denen die Beschäftigten selbst die Belastungssituation analysieren, den Handlungsbedarf eingrenzen und Maßnahmenvorschläge erarbeiten.

Wenn quantitative Beurteilungsmaßstäbe fehlen, können gemäß ASR V3 Gefährdungsbeurteilung [11] gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse mit qualitativen Maßstäben genutzt werden. Es gibt mittlerweile zahlreiche Veröffentlichungen zu den negativen Auswirkungen psychischer Faktoren auf die Gesundheit und das Wohlbefinden. Wurden gesundheitsgefährdende psychische Belastungsfaktoren in einem Unternehmen ermittelt, z. B. eine Kombination aus geringer sozialer Unterstützung, hoher Arbeitsintensität und geringem Handlungsspielraum, sollten sie als kritisch bewertet und Maßnahmen abgeleitet werden [10].

Tabelle 3.2:

Beispiele für Fragebogen-Verfahren zur Erfassung psychischer Belastung, die Schwellen- oder Vergleichswerte nutzen (in Anlehnung an [10])

Verfahren	Kurzbeschreibung	Vorgaben
Prüfliste Psychische Belastung (Unfallversicherung Bund und Bahn)	Orientierendes Verfahren; Fragebogen mit 19 Items*; Antwortmöglichkeiten: „eher ja“ – „eher nein“	Schwellenwerte: > 50 % „eher nein“ Antworten: weitergehende Schritte notwendig
Psychologische Bewertung von Arbeitsbedingungen – Screening für Arbeitsplatzinhaber II (BASA II)	Screening-Verfahren; Fragebogen mit 81 Items*; Beantwortungsmodus: Spalte A zweistufig: trifft zu/ trifft nicht zu; Spalte B dreistufig: Das finde ich „schlecht/weiter-noch/ gut“	Schwellenwerte: $\geq 20\%$; Handlungserfordernis empfohlen $\geq 30\%$; Handlungserfordernis vordringlich
Befragung zu psychischer Belastung und Beanspruchung in der Pflege (BGW Personalbefragung)	Orientierendes Verfahren; Fragebogen mit 17 bis 22 Items* je nach Branche; 5-stufiges Antwortformat: „nein, gar nicht“ – „eher nein“ – „teils, teils“ – „eher ja“ – „ja, genau“	Branchenvergleichswerte für „geringe Belastung“, „durchschnittliche Belastung“ und „hohe Belastung“
Copenhagen Psychosocial Questionnaire, deutsche Standardversion (COPSOQ)	Screening-Verfahren; Fragebogen, verkürzte Version 25 Skalen, 87 Items*; Antwortformat 5-stufig	Berufsgruppenspezifische Referenzwerte aus COPOQ-Datenbank

*Items sind Fragen oder Aussagen, die in einem Fragebogen beantwortet werden müssen.

Tabelle 3.3:

Beispiele für Workshop-Verfahren zur Erfassung psychischer Belastung (in Anlehnung an [5])

Verfahren	Kurzbeschreibung
ABS-Gruppe (Arbeitsbewertungs-Skala)	Orientierendes Verfahren, Moderierter Workshop, Einstiegsfragebogen mit vier Skalen, 22 Items, (Antwortformat 5-stufig)
DGUV-Ideentreffen	Moderierter Workshop (Orientierendes Verfahren)
Arbeitssituationsanalyse	Moderierter Workshop, eine Einstiegsfrage, zwei Bewertungsfragen, eine Konkretisierungsfrage zur Belastung und zum Verbesserungsvorschlag
Fachinformation 0052 bis 0054 der BGHM	Orientierendes Verfahren (Anleitung zu einem Workshop) auf der Basis wesentlicher Merkmale

Betriebe verfügen über eine Vielzahl an Daten, die ergänzend zur Beurteilung von psychischen Belastungsfaktoren genutzt werden können, z. B. Krankenstand, Berichte aus der Arbeitsmedizin oder Ergebnisse des Arbeitsschutzausschusses.

Eine offene und transparente Kommunikation über die Bewertung der Ermittlungsergebnisse ist ein kritischer Faktor für den Erfolg des gesamten Verfahrens. Die Kommunikation kann schriftlich (z. B. Rundschreiben), mündlich (z. B. Betriebsversammlung) oder im Rahmen eines Workshops erfolgen, der gleichzeitig für die Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen genutzt werden kann. Die Kommunikationsstrategie ist immer auf den Einzelfall abzustimmen. Die Antwort auf die Frage, ob es sich bei der ermittelten psychischen Belastung um eine Gefährdung handelt, muss in jedem Fall nachvollziehbar und sachlich begründet sein. In einer komplexen oder konfliktträchtigen Beschwerdesituation reichen die üblichen formellen und informellen Kommunikationsgewohnheiten oft nicht mehr aus und der Bearbeitungsaufwand steigt ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)).

3.4 Maßnahmen

Ein Ziel von Maßnahmen ist es, die Belastungen bei der Arbeit so zu gestalten, dass eine Gefährdung der Gesundheit vermieden wird. Dabei sollte die Arbeitssituation umfassend betrachtet werden, um sowohl positive als auch negative Aspekte herauszuarbeiten.

Wie bei den vorhergehenden Schritten sind auch bei der Festlegung von Maßnahmen eine gute Vorbereitung, die Einbeziehung aller relevanten Akteurinnen und Akteure und die Kommunikationsstrategie entscheidend für den tatsächlichen und nachhaltigen Erfolg. Eine gute Möglichkeit sind Workshops, in denen die Beteiligten gemeinsam Lösungsansätze für einen Maßnahmenkatalog entwickeln. Im Hinblick auf die spätere Umsetzung ist es wichtig, dass die Führungskraft und ggf. weitere verantwortliche Personen zumindest zu Beginn des Workshops anwesend sind.

Die inhaltliche Auseinandersetzung und Meinungsbildung erfordern von allen Beteiligten ein echtes Interesse an der gemeinsamen Arbeit. Wenn nötig, darf und soll auch intensiv und kontrovers diskutiert werden. Die Moderation hat die Aufgabe, dafür zu sorgen, dass dabei niemand das Gesicht verliert.

Es gibt auch Situationen, in denen ein Workshop keine gute Möglichkeit ist, z. B. wenn die Beschäftigten von

einem akuten Konflikt eingenommen sind, der jede thematische Auseinandersetzung überlagert und konstruktive Impulse verhindert. Dieser Konflikt hat dann Vorrang und muss zuerst bearbeitet werden.

Transparenz über die Ziele des Workshops beugt möglichen Frustrationen durch klare Erwartungen vor. Die im Workshop gesammelten Ideen haben in der Regel nur Vorschlagscharakter für die Ableitung von Maßnahmen. Ideen zur Konkretisierung der Maßnahmen und zur Überprüfung der Umsetzung können im Workshop erarbeitet werden. Die Entscheidung darüber, was tatsächlich umgesetzt wird, verbleibt bei der Leitung. Die Aufgabe der Leitung ist es dann, im Nachgang mit den Ergebnissen zu arbeiten und diese in die weiteren Schritte und Entscheidungen einfließen zu lassen.

Werden die vereinbarten Maßnahmen nicht umgesetzt, führt das aufgrund der investierten Zeit und Mühe zu Enttäuschungen bei den Beteiligten – mit negativen Auswirkungen für zukünftige Beteiligungsprozesse. Für Arbeitgebende ist die Phase der Umsetzung und Wirksamkeitskontrolle von besonderer Bedeutung und muss konsequent begleitet werden – auch um die Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit der Dialogpartnerschaft nicht in Frage zu stellen. Daher sollte zeitnah und regelmäßig über die Fortschritte bei der Umsetzung der Maßnahmen, aber auch über Verzögerungen oder Schwierigkeiten berichtet werden.

Bei der Festlegung von Maßnahmen gilt das STOP-Prinzip, also Substitution vor technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen. Auch bei den Schutzmaßnahmen zur Reduzierung der Gefährdungen durch psychische Belastung gilt diese Rangfolge.

3.5 Literatur

- [1] DIN EN ISO 10075-1: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (1/2018). Beuth, Berlin 2018. <https://www.dinmedia.de>
- [2] Beck, D.; Taskan, E.; Elskamp, E.; Gold, M.; Gregersen, S.; Klamroth, H. et al.: Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung – Empfehlungen zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis. 4. Aufl. Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA). Hrsg.: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin 2022. https://www.gda-psyche.de/fileadmin/gda/Downloads/Broschuere_psychische_Belastung_Auflage_4_2024.pdf

3 Psychische Belastung

- [3] *Rau, R.; Buyken, D.*: Der aktuelle Kenntnisstand über Erkrankungsrisiken durch psychische Arbeitsbelastungen: Ein systematisches Review über Metaanalysen und Reviews. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie* 59 (2015) Nr. 3, S.113-129.
<https://doi.org/10.1026/0932-4089/a000186>
- [4] *Rohmert, W.; Rutenfranz, J; Luczak, H.*: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen. Hrsg.: Bundesministerium für Sozialordnung, Bonn 1975
- [5] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7. August 1996. BGBl. I (1996), S. 1246; zul. geänd. BGB. I (2024), Nr. 236. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>
- [6] Arbeitszeitgesetz (ArbZG) vom 6. Juni 1994. BGBl. I (1996), S. 1170-1171; zul. geänd. BGB. I (2024), Nr. 323. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>
- [7] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBl. (2004), S. 2179; zul. geänd. BGB. I (2024), Nr. 109. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>
- [8] DGUV Vorschrift: Grundsätze der Prävention (1). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2013. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/>
- [9] DGUV Vorschrift: Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit (2). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2012. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/>
- [10] DGUV Information: Psychische Belastung – der Schritt der Risikobeurteilung (206-026). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2019. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/>
- [11] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Gefährdungsbeurteilung (ASR V3). Ausg. 7/2017. GMBL. (2017), S. 390. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>

4 Arbeitsplatzgestaltung

Arbeitsplätze in Innenräumen müssen den körperlichen und psychischen Bedürfnissen der dort arbeitenden Beschäftigten entsprechen. Aus dem [IAQ-Fragebogen](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) können sich Hinweise auf einen Optimierungsbedarf bei der ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes ergeben. Die ergonomischen Anforderungen an die Arbeitsumgebung hinsichtlich Lärm, Beleuchtung, Raumklima, Raumlüftung etc. werden in den entsprechenden Kapiteln dieses Reports behandelt. Auf die ergonomischen Anforderungen an die Gestaltung von Arbeitsinhalten und -aufgaben, Arbeitsorganisation, Arbeitszeit und sozialen Beziehungen wurde in [Kapitel 3 Psychische Belastung](#) eingegangen. Spezielle Ermittlungen zu ergonomischen Faktoren werden im folgenden Kapitel dargestellt. Zu einer ergonomischen Arbeitsorganisation gehören z. B. Anweisungen zum sicherheitsgerechten Umgang mit Arbeitsmitteln oder betriebliche Regelungen zu Tätigkeitsunterbrechungen zur Vermeidung von Zwangshaltungen.

Muskel-Skelett-Erkrankungen sind für fast ein Viertel aller Arbeitsunfähigkeitstage in Deutschland verantwortlich und nach wie vor eine der häufigsten Ursachen für Frühverrentungen. Gründe für die erhöhte körperliche Belastung können sowohl ein Zuviel als auch ein Zuwenig an Bewegung sein. Ergonomie hilft, das Risiko von Muskel-Skelett-Erkrankungen zu reduzieren.

4.1 Ergonomie

4.1.1 Einführung

Der Begriff Ergonomie setzt sich aus den griechischen Wörtern *ergon* (Arbeit) und *nomos* (Gesetz, Regel) zusammen und bedeutet übersetzt „die Lehre von der menschengerechten Arbeit“. Ziel der ergonomischen Arbeitsgestaltung ist eine möglichst optimale Passung von Mensch und Arbeit, um die Sicherheit, Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten zu erhalten und zu fördern.

Um allen Beschäftigten einen optimalen Arbeitsplatz zur Verfügung stellen zu können, muss jeder Mensch individuell betrachtet werden. Dabei sind körperliche Faktoren wie Alter, Körpermaße oder gesundheitliche Beeinträchtigungen ebenso zu berücksichtigen wie psychische Aspekte ([Kapitel 3 Psychische Belastung](#)). Für die Gestaltung von Arbeitsplätzen gelten die ergonomischen Basiskriterien Ausführbarkeit, Erträglichkeit, Zumutbarkeit und Zufriedenheit:

- Eine Arbeit ist ausführbar, wenn die kurzfristig abverlangte Leistung die Grenzen der individuellen

Leistungskapazität nicht überschreitet. Beispiel: Das Einschlagen eines Nagels in die Wand mit der Hand ist nicht ausführbar.

- Eine Arbeit ist erträglich, wenn sie ausführbar ist und langfristig ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen erbracht werden kann. Beispiel: Das Anheben von 40 kg schweren Gegenständen einmal pro Minute ist ausführbar, aber nicht erträglich.
- Eine Arbeit ist zumutbar, wenn sie ausführbar und erträglich ist und von den Beschäftigten als zumutbar empfunden wird. Beispiel: Das monotone Wiederholen einer Montagetätigkeit im 15 Sekunden-Rhythmus ist erträglich, aber nicht zumutbar.
- Eine Arbeit ist zufriedenstellend, wenn sie dazu beiträgt, die Kenntnisse und Fähigkeiten des Beschäftigten weiterzuentwickeln und Möglichkeiten zur Persönlichkeitsentfaltung bietet. Beispiel: Das monotone Wiederholen einer Montagetätigkeit im 15 Sekunden-Rhythmus ist nicht zumutbar und nicht zufriedenstellend.

Ergonomie spielt in allen Bereichen eines Unternehmens eine wichtige Rolle. Arbeitsmittel wie Werkzeuge, Maschinen, Geräte, die Hard- und Software von EDV-Anlagen oder auch Arbeitstische und -stühle müssen körpergerecht gestaltet, leicht handhabbar und ggf. individuell anpassbar sein. Am Arbeitsplatz sollten die natürlichen Greif- und Bewegungsräume bei der Anordnung der Arbeitsmittel berücksichtigt werden. Raumgröße und Raumgestaltung müssen zu den Arbeitsabläufen und Kommunikationsverhältnissen passen und die individuellen Bedürfnisse der Beschäftigten berücksichtigen.

Die Digitalisierung der Arbeitswelt bringt dabei neue Herausforderungen mit sich, z. B. die Unterstützung durch auf Künstlicher Intelligenz (KI) basierte Technologien oder AR-fähige Datenbrillen (AR = Augmented Reality).

4.1.2 Ermittlung

In der Praxis wird anhand von Checklisten überprüft, ob ein Arbeitsplatz nach den Erfordernissen und Erkenntnissen der Ergonomie gestaltet ist und in welchen Bereichen Verbesserungen vorgenommen werden müssen. Dabei wird nicht nur auf die Gestaltung der Arbeitsmittel (z. B. Büroarbeitsstuhl, Werkzeuge) geachtet, sondern auch auf die Handhabung durch die Beschäftigten (z. B. Büroarbeitsstuhl individuell einstellen, Handhabbarkeit und Gewicht von Werkzeugen) und das Zusammenspiel aller Einflussfaktoren.

Für die Ermittlung körperlicher Belastungen am Arbeitsplatz empfiehlt sich ein dreistufiges Vorgehen [1]. Der erste Schritt (Stufe 1) besteht in einer einfachen,

orientierenden Gefährdungsbeurteilung mithilfe eines Grob-Screenings. Dieses Verfahren ermöglicht eine schnelle Einschätzung potenzieller Gefährdungen im Betrieb. Ein bewährtes Beispiel hierfür ist die Checkliste aus der DGUV Information 208-033 „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“ [1]. Sie bietet praxisnahe Anhaltspunkte zur Einschätzung verschiedener Belastungsarten und hilft dabei, potenzielle Belastungsschwerpunkte zu identifizieren. Auffälligkeiten in der Checkliste weisen jedoch lediglich auf eine mögliche Gefährdung hin und stellen noch keinen Nachweis für eine tatsächliche Gesundheitsgefährdung dar. Dennoch sollte in solchen Fällen geprüft werden, ob eine unmittelbare Reduzierung der Belastung möglich ist oder ob eine vertiefte Gefährdungsbeurteilung erforderlich wird.

Hierfür können in einem zweiten Schritt (Stufe 2) detailliertere Verfahren (vertiefende Gefährdungsbeurteilung) wie die [Leitmerkmalmethoden](#) herangezogen werden, die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) entwickelt wurde. Mit einem Basis-Check in Kombination mit einem Einstiegsscreening wird zunächst untersucht, ob überhaupt körperliche Belastungen am Arbeitsplatz vorliegen. Nachfolgend können sechs verschiedene Belastungsarten anhand von praxisnahen Erhebungsbögen mit Handlungsanleitung gezielt untersucht werden: manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten, manuelles Ziehen und Schieben von Lasten, manuelle Arbeitsprozesse, Ganzkörperkräfte, Körperfortbewegung, Körperzwangshaltung.

Bleiben trotz vertiefender Gefährdungsbeurteilung offene Fragen oder sind geeignete Maßnahmen nicht direkt ableitbar, kann eine weiterführende Analyse der Belastung erforderlich sein. Die in diesem letzten Schritt (Stufe 3) eingesetzten Verfahren sind in der Regel komplex und erfordern eine Zusammenarbeit mit Fachleuten aus den Bereichen Arbeitswissenschaft, Arbeitsgestaltung und Arbeitsmedizin. Ein Beispiel für ein spezialisiertes Verfahren ist das [CUELA-Verfahren](#) des IFA. Es ermöglicht eine kontinuierliche messtechnische Haltungs- und Bewegungsanalyse von Rumpf, Kopf sowie oberen und unteren Extremitäten. Die erfassten Daten werden anschließend hinsichtlich Winkelbereichen, Statik, Repetition, Aktivität, Krafteinwirkung und Lastenhandhabung auf Basis gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse ausgewertet.

Bestimmungen speziell für Bildschirmarbeitsplätze sind in der ASR A6 Bildschirmarbeit [3] aufgeführt. Ausführliche Informationen zur Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen – auch im Homeoffice – stellt das DGUV Sachgebiet

Büro zur Verfügung [4, 5]. Eine [Checkliste für das ergonomische Arbeiten im Homeoffice](#) gibt es in einer Kurz- und einer Langfassung.

Die Handlungsanleitung „[ErgoChecker](#)“ der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) hilft bei der ergonomischen Gestaltung von Tätigkeiten. Es handelt sich um eine einfache Methode, mit der Betriebe unter Beteiligung der Beschäftigten Ursachen für körperliche Belastungen identifizieren und gezielt Maßnahmen zu deren Behebung finden können.

Jeweils zwei Beschäftigte arbeiten zusammen und erfassen zuerst, wo der Körper durch die Arbeit belastet wird und was als Ursache dafür in Frage kommt. Anschließend werden Verbesserungsideen gesammelt:

- Was empfiehlt Ihre Kollegin/Ihr Kollege?
- Wie können Sie Ihre Bewegungen verbessern?
- Wie können Sie vorhandene Arbeitsmittel besser nutzen?
- Welche zusätzlichen Arbeits- oder Hilfsmittel brauchen Sie?
- Wie können Sie die Arbeit besser organisieren?

Weitere branchenspezifische Handlungshilfen und Erhebungsinstrumente zum Thema Ergonomie stellen die Unfallversicherungsträger zur Verfügung.

4.1.3 Beurteilung

Eine Checkliste enthält in der Regel konkrete Gestaltungsempfehlungen, die als Hilfestellung bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen dienen.

Mit dem Wandel der Arbeitswelt, der Flexibilisierung von Arbeit sowie der demografischen Entwicklung verändern sich auch die ergonomischen Schwerpunkte und es entstehen neue Herausforderungen. Neben den „üblichen“ ergonomischen Anforderungen ist daher zu prüfen, welche Anforderungen aus Sicht der Barrierefreiheit zu berücksichtigen sind. Unterstützung bei der Gestaltung barrierefreier Arbeitsplätze bieten die DGUV Informationen 215-111 „Barrierefreie Arbeitsgestaltung – Teil I: Grundlagen“ [6] und 215-112 „Barrierefreie Arbeitsgestaltung – Teil II: Grundsätzliche Anforderungen“ [7].

Das Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG) zeigt in sogenannten Praxisfeldern [Beispiele für ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze](#) und bietet Seminare und Beratungen für Betriebe und Unfallversicherungsträger zum Thema Arbeitsplatzgestaltung und demographischer Wandel an.

4.1.4 Maßnahmen

Im Idealfall können aus einer Checkliste direkt wirksame Maßnahmen abgeleitet werden. Kleinere Verbesserungen sollten sofort umgesetzt werden. Größere sind mit den Vorgesetzten abzustimmen. Wenn beispielsweise an einem Bildschirmarbeitsplatz mit höhenverstellbarem Büroarbeitsplatz und -stuhl mit großem Verstellbereich festgestellt wird, dass trotz Einstellung der Arbeitsmittel auf niedrigste Höhe die Füße nicht auf den Boden aufgestellt werden können, sollte eine Fußstütze zur Verfügung gestellt werden.

Allerdings ist die Festlegung geeigneter Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung übermäßiger körperlicher Belastungen häufig nicht das Problem. Oft ist es sehr schwierig, konkrete Maßnahmen erfolgreich und nachhaltig im Unternehmen zu verankern. Die Beteiligung der Beschäftigten ist ein zentraler Faktor, um passgenaue Maßnahmen zu ergreifen, die auf eine hohe Akzeptanz stoßen. Die DGUV Information 208-053 „Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen“ [2] fasst die wesentlichen Einflussfaktoren für eine erfolgreiche Umsetzung von Präventionsmaßnahmen zusammen und stellt eine entsprechende Checkliste zur Verfügung.

4.1.5 Literatur

- [1] DGUV Information: Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen (208-033). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2023. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [2] DGUV Information: Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen (208-053). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2024. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [3] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Bildschirmarbeit (ASR A6). Ausg. 7/2024. GMBL. (2024), S. 470. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [4] DGUV Regel: Branche Bürobetrieb (115-401). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2018. <https://publikationen.dguv.dde/regelwerk/dguv-regeln>
- [5] DGUV Information: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung (215-410). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2019. <https://publikationen.dguv.dde/regelwerk/dguv-regeln>
- [6] DGUV Information: Barrierefreie Arbeitsgestaltung – Teil I: Grundlagen (215-111). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2015. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [7] DGUV Information: Barrierefreie Arbeitsgestaltung – Teil II: Grundsätzliche Anforderungen (215-112). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2017. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>

5 Physikalische Faktoren

Physikalische Faktoren wie Lärm, Beleuchtung oder ungünstige klimatische Arbeitsbedingungen gehören nach wie vor zu den wesentlichen Belastungsfaktoren an Innenarbeitsplätzen. Neu hinzugekommen ist das Kapitel Gebäudeschwingungen, das nun auch eine Betrachtung der Belastung durch Erschütterungen im Gebäude ermöglicht.

5.1 Lärm

5.1.1 Einführung

Lärm ist unerwünschter Schall, der zu einer Belästigung, Störwirkung, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, besonderen Unfallgefahren oder Gesundheitsschäden führen kann. Grundsätzlich wird zwischen auralen und extra-auralen Wirkungen unterschieden.

Als aural werden diejenigen Lärmwirkungen bezeichnet, die unmittelbar das Gehör betreffen. Dazu gehören reversible Wirkungen wie die vorübergehende Hörschwellenverschiebung (Vertäubung), aber auch irreversible Schädigungen des Gehörs, die z. B. durch eine längerfristige Lärmbelastung mit hohen Schalldruckpegeln oder auch durch ein einzelnes extremes Schallereignis (z. B. einen Knall) verursacht werden. Die aurale Lärmwirkung ist unabhängig vom subjektiven Empfinden der Betroffenen.

Alle Wirkungen, die nicht das Gehör betreffen, bezeichnet man als extra-aurale Lärmwirkungen [1]. Dazu gehören z. B. Beeinträchtigungen der Konzentration oder der kognitiven Leistungsfähigkeit, Ablenkung oder Ermüdung, aber auch physiologische Reaktionen wie die Ausschüttung von Stresshormonen oder Herz-Kreislauf-Reaktionen. Die extra-auralen Wirkungen des Lärms hängen zu mindest teilweise auch vom subjektiven Empfinden der Betroffenen ab.

Für extra-aurale Lärmwirkungen gibt es bislang kein Dosis-Wirkungs-Modell und die genannten Wirkungen können auch nicht auf den Lärm als alleinige Ursache zurückgeführt werden. Die Ursachen sind vielfältig, d. h. unter anderem spielen auch Raumklima, Beleuchtung, Ernährung, Nikotin- und Alkoholkonsum, Freizeitverhalten, Schichtarbeit oder Belastungen im privaten Umfeld eine Rolle. Lärm ist in diesem Zusammenhang jedoch ein anerkannter Einflussfaktor, der durch geeignete Maßnahmen gezielt reduziert werden sollte.

5.1.2 Ermittlung

Mit einer lärmbezogenen Arbeitsplatzbegehung wird festgestellt, ob am Arbeitsplatz unter Betriebsbedingungen Lärm auftritt. Sie ist von mindestens zwei Personen

unabhängig voneinander zu Zeiten des längerfristig typischen Betriebsablaufs am zu beurteilenden Arbeitsplatz vorzunehmen. Die Checkliste „Lärm“ hilft bei der Ermittlung und wird zusammen mit einem Beispiel zur Bestimmung des Beurteilungspegels im [Innenraumportal](#) zur Verfügung gestellt.

5.1.3 Beurteilung

Bis zu einem äquivalenten Dauerschallpegel von $L_{Aeq} = 80$ dB wird die ArbStättV [2] angewendet. Zum Schutz der Beschäftigten gegen Lärm an Arbeitsstätten gilt ein Minimierungsgebot: „*In Arbeitsstätten ist der Schalldruckpegel so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Der Schalldruckpegel am Arbeitsplatz in Arbeitsräumen ist in Abhängigkeit von der Nutzung und den zu verrichtenden Tätigkeiten so weit zu reduzieren, dass keine Beeinträchtigungen der Gesundheit der Beschäftigten entstehen.*“

Diese allgemein gehaltene Formulierung stellt eine relativ strenge Anforderung an die Gestaltung von Arbeitsstätten dar. Sie verpflichtet Arbeitgebende, jegliche Art der Beeinträchtigung der Gesundheit der Beschäftigten durch Lärm unter Berücksichtigung des Standes der Technik auszuschließen. Diese Vorgabe wird in der ASR A3.7 Lärm [3] konkretisiert.

Liegt der äquivalente Dauerschallpegel am Arbeitsplatz oberhalb von $L_{Aeq} = 80$ dB, ist die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) [4] anzuwenden. Auf Innenraumarbeitsplätze trifft dies definitionsgemäß nicht zu, sodass diese Verordnung hier keine Anwendung findet ([Kapitel 1 Einleitung](#)).

Als Kennwert zur Beurteilung der extra-auralen Wirkung von Geräuschen am Arbeitsplatz ist nach ASR A3.7 Lärm [3] der sogenannte „Beurteilungspegel“ L zu bestimmen. Er berücksichtigt neben der Höhe des Schalldruckpegels auch Zuschläge für die Impulshaltigkeit sowie die Ton- und Informationshaltigkeit. Insgesamt dürfen diese Zuschläge allein und in Summe einen Wert von 6 dB nicht überschreiten. Der Beurteilungspegel ist eine tätigkeitsbezogene Kenngröße, d. h. er ist für jede Tätigkeit, die mindestens eine Stunde am Tag ausgeübt wird, gesondert zu erfassen. Eigengeräusche wie die eigene Stimme, das Läuten des eigenen Telefons oder die Tastenanschläge der eigenen Tastatur dürfen nicht miterfasst werden. Die Messung des Beurteilungspegels erfolgt daher in den meisten Fällen am jeweiligen Arbeitsplatz, jedoch in Abwesenheit der betroffenen Person.

Abhängig von der Art der ausgeübten Tätigkeit werden in der ASR A3.7 Lärm [3] maximal zulässige Beurteilungspegel vorgegeben. Dazu werden die Tätigkeiten in drei Kategorien eingeteilt, die sich durch die Anforderung an Konzentration oder Sprachverständlichkeit unterscheiden, die jeweils für die Durchführung der Tätigkeit notwendig ist. Die maximal zulässigen Beurteilungspegel werden im [Innenraumportal](#) bereitgestellt.

Die Zuordnung einer Tätigkeit zu einer bestimmten Kategorie kann strittig sein. Entscheidungshilfen sind z. B. die Berücksichtigung des Routineanteils (geringer Routineanteil in Tätigkeitskategorie 1, hoher bis ausschließlicher Routineanteil in Tätigkeitskategorie 3), aber auch die Einbeziehung weiterer Parteien (z. B. Führungskraft, Betriebsrat) oder die Festlegung durch DGUV Regeln für bestimmte Branchen.

5.1.4 Maßnahmen

Raumakustische Maßnahmen

Schallreflexionen an den Raumbegrenzungsflächen, d. h. der Decke, den Wänden und dem Boden, verstärken Geräusche im Raum. Das können Geräuschemissionen von Geräten sein, aber auch Sprachgeräusche der übrigen Personen im Raum. Die Pegelüberhöhung durch Reflexionen hängt wesentlich von der Größe des Raumes und der Beschaffenheit der Raumbegrenzungsflächen ab. Harte geschlossene Oberflächen wie Beton, Marmor, Glas, Fliesen oder Parkett reflektieren den Schall sehr stark, während poröse Materialien wie Mineralfaserplatten, Akustikschaumplatten und zahlreiche spezielle Akustikmaterialien den Schall absorbieren und ungünstige Schallreflexionen nahezu vollständig verhindern können. Die Ausstattung von Räumen mit solchen schallabsorbierenden Materialien verringert die Lärmbelastung der Beschäftigten.

Ein Maß für die Zeit, die ein Schallereignis benötigt, um in einem geschlossenen Raum zu „verklingen“, ist die sogenannte „Nachhallzeit“. Diese stellt die maßgebliche Kenngröße zur Beurteilung der akustischen Ausstattung von Innenräumen dar.

Bildungseinrichtungen

Für Räume in Bildungseinrichtungen macht die ASR A3.7 Lärm [3] konkrete Vorgaben zur Nachhallzeit, wobei der Soll-Wert vom jeweiligen Raumvolumen abhängt. Die zugrunde liegende Formel wurde aus der DIN 18041 [5] übernommen. Dieses Regelwerk enthält im Gegensatz zur ASR A3.7 Lärm [3] auch konkrete Vorgaben zur Berücksichtigung der Inklusion. Im Falle von Gehörschäden oder bei nicht muttersprachlichen Kindern ist dies zwingend zu

berücksichtigen. Eine ungünstige Raumakustik beeinträchtigt, unabhängig vom individuellen Hintergrund, den Spracherwerb der Kinder und stellt auch für die Beschäftigten eine unnötige Belastung dar, die in jedem Fall vermieden werden sollte. Bei der Planung und Beurteilung von Räumen in Bildungseinrichtungen ist daher in jedem Fall die Raumgruppe A4 nach DIN 18041 [5] anzuwenden.

Büroräume

Die ASR A3.7 Lärm [3] enthält auch Mindestanforderungen an die Nachhallzeit in Büroräumen und unterscheidet dabei zwischen Callcenter, Ein- und Zweipersonenbüros sowie Mehrpersonen- und Großraumbüros. Die Vorgaben in Form einer maximalen Nachhallzeit sind jedoch relativ einfach gehalten und führen insbesondere bei größeren Büroräumen oder offenen Büroflächen zu Problemen bei der Sprachverständlichkeit. Speziell für Mehrpersonenbüros und offene Büroflächen enthalten die Richtlinie VDI 2569 [6] und insbesondere die Norm DIN EN ISO 3382-3 [7] weitere, sprachbezogene akustische Kenngrößen, die eine wesentlich detailliertere und zielgerichtete Auslegung ermöglichen. Informationen zur akustischen Gestaltung von Mehrpersonenbüros werden im [Innenraumportal](#) bereitgestellt. Darüber hinaus empfiehlt sich ein tätigkeitsbezogener Ansatz: Um gegenseitige Störungen bestmöglich zu vermeiden, sollten kommunikative Tätigkeiten von konzentrierten, ruhigen Tätigkeiten räumlich getrennt werden. Dazu ist die tätigkeitsbezogene Gestaltung der Raumakustik nach der Norm ISO 22955 [8] der bislang vielversprechendste Ansatz.

Ausführliche Informationen zur akustischen Gestaltung von Büroräumen und zu den zu erwartenden Wirkungen verschiedener Maßnahmen wurden in der DGUV Information 215-443 „Akustik im Büro – Hilfe für die akustische Gestaltung in Büros“ zusammengestellt [9].

5.1.5 Literatur

- [1] Selzer J., Schelle F.: Erfassung und Beurteilung extra-auraler Lärmwirkungen am Arbeitsplatz (Kennzahl 220 110). In: IFA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Lfg. 2/20, XI/2020. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. Erich Schmidt, Berlin 2021 – Losebl.-Ausz. www.ifa-handbuchdigital/220110
- [2] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBL. (2004), S. 2179; zul. geänd. BGB. I (2024), Nr. 109. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>

- [3] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lärm (ASR A3.7). Ausg. 3/2021. GMBI. (2021), S. 543, zul. geänd. GMBI. (2021), S. 456.
<https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [4] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I (2007), S. 261; zul. geänd. BGB. I (2021), S. 3115. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>
- [5] DIN 18041: Hörsamkeit in Räumen (3/2016). Beuth, Berlin 2016. <https://www.dinmedia.de>
- [6] VDI 2569: Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros (10/2019). Beuth, Berlin 2019. <https://www.dinmedia.de>
- [7] DIN EN ISO 3382-3: Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3: Großraumbüros (4/2022). Beuth, Berlin 2022. <https://www.dinmedia.de>
- [8] ISO 22955: Akustik – Akustische Qualität von offenen Büroräumlichkeiten (5/2021). Beuth, Berlin 2021. <https://www.dinmedia.de>
- [9] DGUV Information: Akustik im Büro – Hilfe für die akustische Gestaltung in Büros (215-443). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2021.
<https://publikationen.dguv.de/regelwerk>

gewährleisten, sind die Anforderungen der ArbStättV [1] zu beachten, die in der entsprechenden ASR A3.4 Beleuchtung und Sichtverbindung [2] konkretisiert werden. Bestimmungen speziell für Bildschirmarbeitsplätze sind in der ASR A6 Bildschirmarbeit [3] aufgeführt. Ausführliche Informationen zu den visuellen Lichtwirkungen sind in den DGUV Informationen 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ [4] und 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz und Sichtverbindung nach außen“ [5] zusammengestellt.

Neben der visuellen Wirkung von Licht, dem Prozess der Wahrnehmung unserer Umgebung durch den Sehsinn, gibt es die nichtvisuelle Wirkung. Diese biologische Lichtwirkung wurde erst um die Jahrtausendwende entdeckt. Blaulichtempfindliche Rezeptoren im menschlichen Auge sind für den direkten Zusammenhang zwischen Licht und Gesundheit verantwortlich. Licht beeinflusst z. B. die innere Uhr, insbesondere den Schlaf-Wach-Zyklus des Menschen. Die blauen und blaugrünen Spektralanteile im Licht bewirken einen aufmerksamen und wachen Zustand. Diese Aktivierung wird natürlicherweise durch Tageslicht hervorgerufen, kann aber auch durch künstliches Licht erzeugt werden. Die nichtvisuellen Wirkungen beeinflussen das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit und stehen daher in engem Zusammenhang mit psychischen Belastungsfaktoren ([Kapitel 3 Psychische Belastung](#)).

Mit modernen Beleuchtungskonzepten können auch die nichtvisuellen Wirkungen von Licht berücksichtigt werden. Der aktuelle Stand der Forschung erlaubt derzeit noch keine allgemein gültigen quantitativen Aussagen zu den nichtvisuellen Wirkungen, wie Zahlenwerte für Beleuchtungsstärke oder Farbtemperatur. Es sind jedoch Zusammenhänge bekannt, die als Empfehlungen für die Gestaltung von Arbeitsstätten herangezogen werden können ([Abschnitt 5.2.4](#)). Da die nichtvisuellen Wirkungen des Lichts zu jeder Tages- und Nachtzeit vorhanden sind, hat auch das eigene Verhalten vor und nach der Arbeit sowie an arbeitsfreien Tagen einen wesentlichen Einfluss. Ausführliche Informationen zu den nichtvisuellen Lichtwirkungen und Hinweise zum Verhalten im privaten Bereich enthält die DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“ [6]. Diese werden durch die Empfehlung des Ausschusses für Arbeitsstätten (ASTA) „Künstliche biologisch wirksame Beleuchtung in Arbeitsstätten“ [7] ergänzt.

5.2 Beleuchtung

5.2.1 Einführung

Die Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten hängen ganz wesentlich von der Beleuchtung am Arbeitsplatz ab. Die Qualität der Beleuchtung wirkt sich auf das visuelle Sehvermögen aus und entscheidet darüber, wie genau und wie schnell Details, Farben und Formen erkannt werden. Schlechte Beleuchtung kann zur visuellen Überbeanspruchung führen, die sich durch Kopfschmerzen, tränende und brennende Augen oder vorzeitige Ermüdung bemerkbar macht und das Risiko für Fehler und Unfälle erhöht.

Tageslicht spielt bei der Beleuchtung von Innenraumarbeitsplätzen eine wichtige Rolle. Da Tageslicht nicht immer über den ganzen Tag und zu jeder Jahreszeit ausreichend zur Verfügung steht, ist in der Regel eine zusätzliche künstliche Beleuchtung erforderlich. Um eine möglichst optimale Beleuchtungssituation ([Abschnitt 5.2.4](#)) zu

5.2.2 Ermittlung

Beim Einsatz des [IAQ-Fragebogens](#) zur systematischen Erfassung der Beschwerdesituation ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) können sich Hinweise auf Probleme mit der Beleuchtung ergeben. Die Checkliste „Beleuchtung“ hilft bei der Ermittlung und wird im [Innenraumportal](#) zur Verfügung gestellt.

Orientierende Überprüfung der Beleuchtungsstärken

Die Beleuchtungsstärke ist ein Maß für das auf eine Fläche auftreffende Licht und wird in Lux (lx) gemessen. Die horizontale Beleuchtungsstärke Eh ist die Beleuchtungsstärke auf einer horizontalen Fläche, z. B. einer Arbeitsfläche. Die vertikale Beleuchtungsstärke Ev ist die Beleuchtungsstärke auf einer vertikalen Fläche.

Die Beleuchtungsstärken werden in einem möglichst gleichmäßigen Messrasterabstand von circa 20 bis 50 cm je nach Größe des Raum- oder Arbeitsbereichs mit einem Beleuchtungsstärkemessgerät mindestens der Klasse C (für orientierende Messungen) gemessen.

Die Messebenen liegen:

- für die horizontale Beleuchtungsstärke Eh auf der Arbeitsebene oder in einer Höhe von 0,75 m,
- für die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke Ev in einer Höhe von 1,20 m.

Aus den einzelnen Messwerten wird der Mittelwert der jeweiligen Beleuchtungsstärke berechnet. Die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke kann mit einem zylindrischen Sensor gemessen oder durch Messung und Mittlung von vertikalen Beleuchtungsstärken (z. B. in vier Richtungen, die jeweils um 90° versetzt sind) an einem Punkt ermittelt werden.

Bei der Messung der Beleuchtungsstärken ist Folgendes zu beachten:

- Fremdlicht ist nach Möglichkeit ausgeschaltet, d. h. die Messungen werden ohne Tageslicht in den Dunkelstunden mit geschlossenen Sonnenschutzvorrichtungen vorgenommen,
- der Sensor des Messgerätes wird nicht abgeschattet, z. B. durch die messende Person oder höhere Möbel und Einrichtungsgegenstände im Raum,
- die Lampen haben einen stabilen Betriebszustand erreicht, d. h. die Beleuchtungsanlage war mindestens 20 Minuten vor der Messung eingeschaltet,
- es herrschen übliche Lufttemperaturen vor, z. B. für Büroumre 20 bis 26 °C,
- die Betriebsspannung entspricht möglichst der Nennspannung.

5.2.3 Beurteilung

Tageslicht

Ein ausreichender Tageslichteinfall in Verbindung mit einer möglichst ungehinderten Sicht nach draußen, durch die die Beschäftigten die äußere Umgebung unverzerrt und unverfälscht wahrnehmen können, wirkt sich positiv auf ihr Wohlbefinden und somit auf ihre Motivation und Produktivität aus. Die Fensterflächen sollten ausreichend groß sein:

- Die Fläche der durchsichtigen Fenster beträgt mindestens ein Zehntel der Raumgrundfläche.
- Am Arbeitsplatz wird ein Tageslichtquotient von mindestens 2 % erreicht. Der Tageslichtquotient ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an einem Punkt im Raum zur Beleuchtungsstärke im Freien ohne Verbauung bei bedecktem Himmel.

Damit die Beschäftigten möglichst ungehindert nach draußen schauen können, sind günstige Proportionen und Brüstungshöhen zu beachten. Aus diesem Grund sollten die Arbeitsplätze nach Möglichkeit nicht in der Raumtiefe, sondern zur Fensterfront hin angeordnet sein.

Gütemerkmale der Beleuchtung

Die hier beschriebenen Gütemerkmale beziehen sich auf die künstliche Beleuchtung, sind aber hinsichtlich ihres Schutzzieles auch auf das Tageslicht anwendbar. Aufgrund der positiven Wirkung des Tageslichts bei gleichzeitiger Sichtverbindung nach außen akzeptieren die Beschäftigten allerdings auch extremere Ausprägungen des natürlichen Lichtes, z. B. hinsichtlich der Blendung, der Leuchtdichteunterschiede und der Lichtfarbe, und empfinden diese als angenehm. Um angemessene Lichtverhältnisse für die Sehauflagen am Innenraumarbeitsplatz zu erzielen, müssen besonders die folgenden lichttechnischen Gütemerkmale beachtet werden:

Beleuchtungsniveau

Die künstliche Beleuchtung muss ein ausreichendes Beleuchtungsniveau erbringen. Dies erfordert z. B. im Arbeitsbereich „Bildschirm- und Büroarbeit“ eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 500 lx. Dieser Wert gilt auch für den Arbeitsbereich „Besprechung“. Im „Umgebungsbereich“ ist eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 300 lx notwendig. Das Beleuchtungsniveau wird neben den horizontalen Beleuchtungsstärken auch von den vertikalen Beleuchtungsstärken sowie der gleichmäßigen Verteilung der Beleuchtungsstärke auf der jeweiligen Bewertungsfläche bestimmt. Die Anforderungen an die Beleuchtungsstärken sind Mindestwerte. Dies bedeutet, dass die Beleuchtungsanlage

bereits beim Erreichen des vorgegebenen Mindestwertes gewartet werden muss ([Abschnitt 5.2.4](#)).

LeuchtdichteVerteilung

Die Leuchtdichte ist die lichttechnische Kenngröße für die Helligkeit. Zur Erreichung einwandfreier Sehbedingungen ist ein ausgewogenes Leuchtdichteverhältnis im Gesichtsfeld erforderlich. Dies liegt vor, wenn ein Verhältnis der Leuchtdichten

- zwischen Arbeitsfeld (z. B. Papier) und näherem Umfeld (z. B. Arbeitstisch) in der Größenordnung von 3 : 1 sowie
- zwischen ausgedehnten Flächen der Arbeitsumgebung (z. B. Wänden) und dem Arbeitsfeld (z. B. Bildschirm) in der Größenordnung von 10 : 1

erreicht wird. Zu geringe Leuchtdichteunterschiede sind zu vermeiden, da sie einen monotonen Raumeindruck bewirken. Die Raumbegrenzungsflächen sind ausreichend aufgehellt, wenn durch entsprechende Farbgestaltung die Reflexionsgrade

- der Decke im Bereich von 0,7 bis 0,9,
- der Wände im Bereich von 0,5 bis 0,8 und
- des Bodens im Bereich von 0,2 bis 0,6

liegen. Für Arbeitsflächen, Einrichtungen und Geräte werden Reflexionsgrade im Bereich von 0,2 bis 0,7 empfohlen. Glänzende Oberflächen sind besonders kritisch und möglichst zu vermeiden.

Begrenzung der Direktblendung

Störende Direktblendung kann durch helle Flächen wie durch Leuchten, Fenster oder beleuchtete Flächen im Raum oder im Gesichtsfeld auftreten und muss begrenzt werden. Die psychologische Blendung durch Leuchten wird nach dem Unified Glare Rating-Verfahren (UGR-Verfahren) [8] bewertet. Je niedriger der UGR-Wert, desto geringer ist die Blendung. In Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen darf der UGR-Wert unabhängig vom Beleuchtungsniveau nicht größer als 19 sein.

Begrenzung der Reflexblendung

Reflexblendung entsteht durch Spiegelungen hoher Leuchtdichten auf glänzenden Oberflächen und muss begrenzt werden. Daher sollen an Bildschirmarbeitsplätzen nur gut entspiegelte LCD-Bildschirme eingesetzt werden. Die Reflexblendung auf anderen Arbeitsmitteln wird vermieden, wenn die empfohlenen Glanzgrade ([Abschnitt 5.2.3](#)) eingehalten werden. Darüber hinaus sollten Papierdokumente und Prospekthüllen matt sein.

Eine entsprechende Anordnung der Leuchten vermeidet Reflexblendung.

Begrenzung der Blendung durch Tageslicht

Um weitgehend Direkt- und Reflexblendung durch Tageslicht zu vermeiden, sollen die Arbeitsplätze möglichst mit Blickrichtung parallel zur Hauptfensterfront angeordnet sein. Eine Aufstellung von Bildschirmen vor den Fenstern kann durch große Leuchtdichteunterschiede zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung zur Direktblendung führen. Nahe gelegene Fenster im Rücken der Benutzer können die Leserlichkeit der Bildschirmanzeige verschlechtern. Zur Begrenzung der Blendung sowie zur Begrenzung zu hoher Beleuchtungsstärken durch Tageslicht müssen geeignete und verstellbare Sonnenschutzvorrichtungen an den Fenstern angebracht sein [9].

Lichtrichtung und Schattigkeit

Am Arbeitsplatz ist eine ausgewogene Schattigkeit anzustreben. Die Beleuchtung soll nicht zu schattenarm sein, da sonst die räumliche Wahrnehmung beeinträchtigt wird. Andererseits ist auch stark gerichtetes Licht, das scharfe und lange Schatten bewirkt, zu vermeiden.

Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Für die Beleuchtung sollten die Lichtfarben warmweiß oder neutralweiß eingesetzt werden. Die Lichtfarben werden nach der Farbtemperatur in Kelvin (K) unterschieden. Warmweißes Licht ist mit einer Farbtemperatur $< 3\,300\text{ K}$ definiert. Daran schließt sich das neutralweiße Licht an. Ist die Farbtemperatur $> 5\,300\text{ K}$ handelt es sich um Tageslichtweiß. Tageslichtweiße Lichtfarbe sollten erst bei hohen Beleuchtungsstärken ($\geq 1\,000\text{ Lux}$) zur Anwendung kommen. Für eine gute Farbwiedergabe ist darauf zu achten, dass mindestens ein Farbwiedergabeindex (Ra) von 80 erreicht wird.

Flimmerfreiheit

Bei künstlicher Beleuchtung können störende Flimmererscheinungen auftreten, die zu Sehstörungen und Ermüdung führen. Durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten wird das bei Leuchtstofflampen verhindert. Bei der Verwendung von Leuchtdioden können ebenfalls Flimmern oder stroboskopische Effekte entstehen. Durch die sorgfältige Auswahl der Leuchten sind diese Auswirkungen vermeidbar [10].

Instandhaltung

Die Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet und gegebenenfalls instand gesetzt werden. Für jede

Beleuchtungsanlage sollte daher bei der Anlagenplanung ein Wartungsplan erstellt werden. Der Wartungsplan legt die zeitlichen Intervalle für die Reinigung und den Austausch von Lampen, die Reinigung der Leuchten und die Renovierung der Raumoberflächen fest. Der Wartungsplan muss beim Betrieb der Anlage eingehalten werden, damit die Beleuchtungsstärken nicht unter den Wartungswert fallen.

Spätestens, wenn die geforderten Mindestwerte der Beleuchtungsstärke unterschritten werden, muss die Beleuchtungsanlage gewartet werden. Die Beleuchtungsstärke geht im Verlauf des Betriebs einer Beleuchtungsanlage aufgrund der Alterung und Verschmutzung von Lampen und Leuchten sowie des Raumes zurück. Daher muss bei der Planung der Beleuchtungsanlage von einem höheren mittleren Beleuchtungsstärkewert (Planungswert) ausgegangen werden.

Überprüfung von Beleuchtungsanlagen

Es ist sinnvoll, bereits in der Planungsphase anhand der Planungs- und Berechnungsunterlagen zu prüfen, ob die Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung eingehalten werden. Änderungen an einer bereits installierten Beleuchtungsanlage sind fast immer sehr aufwändig. Die Überprüfung von bestehenden Beleuchtungsanlagen kann notwendig sein, wenn

- Beschäftigte über unspezifische gesundheitliche Beeinträchtigungen klagen,
- Beschäftigte über Beschwerden klagen, die auf eine unzureichende Beleuchtung zurückzuführen sind,
- Befürchtungen bestehen, dass die Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung für die Beleuchtungsanlage nicht umgesetzt worden sind,
- die im Wartungsplan festgelegten Intervalle verlängert werden sollen.

Die Einhaltung der Anforderungen an die Beleuchtungsstärken können in den Unternehmen durch Sachkundige (z. B. Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärztinnen oder Betriebsärzte, Aufsichtspersonen der Unfallversicherungsträger) orientierend überprüft und ermittelt werden.

Soll genau beurteilt werden, ob die Anforderungen an die lichttechnischen Gütemerkmale eingehalten sind, sollten Sachverständige mit Messungen nach DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Messung und Bewertung“ [11] beauftragt werden.

Beachtung der Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Beim Austausch der Lampen muss darauf geachtet werden, dass die Leistungsaufnahme, die Lichtfarbe und die Farbwiedergabe der Lampen den Planungsvorgaben entsprechen.

5.2.4 Maßnahmen

Die folgenden Aspekte sind bei einer gesundheitsrelevanten Lichtplanung im Hinblick auf die nichtvisuellen Wirkungen von Licht zu beachten [11]:

- Die Beleuchtungsstärke am Auge beeinflusst die gesundheitliche Wirkung maßgeblich. Tageslichtöffnungen im Gesichtsfeld können daraufhin optimiert werden, Kunstlicht kann und soll ergänzen.
- Spektrum der Lichtquelle: Tageslicht zeichnet sich durch einen hohen Blauanteil aus. Dieses Licht ist tagsüber ideal und wirkt deutlich stärker als eine warmweiße Lichtquelle bei gleicher Helligkeit. LEDs mit variabler Farbtemperatur erlauben ein angepasstes Spektrum.
- Lichtdosis: Hohe Lichtdosen am Vormittag und minimale Lichtdosen abends oder in der Nacht stellen die Anpassung an den Tag-Nacht-Rhythmus sicher.
- Zeitpunkt: In den Dämmerungszeiten, in denen der Körper besonders empfindlich reagiert, kann mit einer sukzessive ab- bzw. zunehmenden Lichtdosis die starke Anpassung bewirkt werden.
- Lichthistorie: Je weniger Licht am Tag vorhanden ist, umso empfindlicher reagiert man auf Licht in der Nacht. Aufenthaltsräume können durch eine hohe Lichtexposition am Tag einen positiven Einfluss auf den gesamten Tagesrhythmus der Beschäftigten haben.
- Räumliche Lichtverteilung: Untersuchungen zeigen, dass die Rezeptoren in der Netzhaut empfindlicher auf Licht aus dem oberen Gesichtsfeld reagieren. Hier kann der Lichtreiz für den Tag maximiert und für die Nacht minimiert werden.
- Tageslichtöffnungen: In Industriehallen wird nur selten das Potenzial von Tageslicht für die Beschäftigten voll ausgeschöpft – dabei kann und sollte Tageslicht den primären Beitrag leisten.
- Reflexionseigenschaften: Werden „farbige“ Baumaterialien eingesetzt, wie Holz, Beton oder auch Wandfarben, muss die dadurch bewirkte Veränderung des Lichts berücksichtigt werden.
- Individuelle Faktoren: Veränderungen im Alter erfordern höhere Reizstärken für die positiven Wirkungen am Tag, gleichzeitig steigt die Blendempfindlichkeit. Auch Vorerkrankungen der Augen gilt es zu berücksichtigen.

5.2.5 Literatur

- [1] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBl. (2004), S. 2179; zul. geänd. BGBl. I (2024), Nr. 109. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>
- [2] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Beleuchtung und Sichtverbindung (ASR A3.4). Ausg. 5/2023. GMBl. (2023), S. 679, zul. geänd. GMBl. (2023), S. 248. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [3] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Bildschirmarbeit (ASR A6). Ausg. 7/2024. GMBl. (2024), S. 470. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [4] DGUV Information: Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten (215-210). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2016. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [5] DGUV Information: Tageslicht am Arbeitsplatz und Sichtverbindung nach außen (215-211). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2022. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [6] DGUV Information: Nichtvisuelle Wirkung von Licht auf den Menschen (215-220). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2018. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [7] Empfehlung des Ausschusses für Arbeitsstätten (ASTA) – Künstliche biologisch wirksame Beleuchtung in Arbeitsstätten, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2018. <https://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsleitung-von-Ausschuessen/ASTA/pdf/Beleuchtung>
- [8] DIN EN 12464-1: Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen (11/2021). Beuth, Berlin 2021. <https://www.dinmedia.de>
- [9] DGUV-Information: Sonnenschutz im Büro (215-444). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2022. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [10] LiTG-Publikation 48: Störungen und gesundheitliche Beeinträchtigung durch das Flimmerverhalten künstlicher Lichtquellen. Prof. Dr. Christoph Schierz, Technische Universität Ilmenau, September 2022. https://www.litg.de/media/30937.Publ.48_Infoblatt
- [11] DIN 5035-6: Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 6: Messung und Bewertung (Entwurf 10/2022). Beuth, Berlin 2022. <https://www.dinmedia.de>
- [12] DIN/TS 67600: Ergänzende Kriterien für die Lichtplanung und Lichtanwendung im Hinblick auf nicht-visuelle Wirkungen von Licht (8/2022). Beuth, Berlin 2022. <https://www.dinmedia.de>

5.3 Raumklima

5.3.1 Einführung

Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen, seine Leistungsfähigkeit und auch die Sicherheit am Arbeitsplatz werden durch die klimatischen Bedingungen in einem Raum wesentlich mitbestimmt. Daher sollten immer optimale Raumklimabedingungen angestrebt werden. Das Raumklima am Innenraumarbeitsplatz ist im Wesentlichen durch die physikalischen Größen gekennzeichnet:

- Lufttemperatur,
- Strahlungstemperatur,
- Luftgeschwindigkeit,
- relative Luftfeuchte.

Die Belastung wird zusätzlich beeinflusst durch individuelle Faktoren:

- körperliche Aktivität (Tätigkeit),
- Isolationswert der Kleidung.

Im Kontext mit anderen Umgebungsfaktoren wie Beleuchtung oder Lärm wird das Raumklima als angenehm empfunden, wenn es optimal an die eigenen Bedürfnisse angepasst ist. Die Erwartungen an ein behagliches Raumklima sind oft hoch. Bei Abweichungen treten vermehrt Beschwerden und Unzufriedenheit auf, die als Stressoren wirken und eine psychische Belastung darstellen ([Kapitel 3 Psychische Belastung](#)).

Es gibt zwar ein umfangreiches Normenwerk zur optimalen Gestaltung des Raumklimas, aber Menschen unterscheiden sich in ihren persönlichen und aktuellen Bedürfnissen, sodass das gleiche Raumklima von verschiedenen Personen mal als optimal, mal als zu kalt oder zu warm, mal als zu trocken oder zu feucht empfunden wird. Die Erfahrung zeigt, dass es kaum möglich ist, alle Raumnutzenden gleichzeitig zufrieden zu stellen [1].

Ein wesentlicher Einflussfaktor, ob das Raumklima als angenehm empfunden wird, ist die wahrgenommene Kontrollmöglichkeit, selbst Einfluss auf z. B. Temperatur oder Zuglufterscheinungen nehmen zu können. Dieser

Einflussfaktor sollte bei der Gestaltung eines optimalen Raumklimas immer berücksichtigt werden. Der [IAQ-Fragebogen](#) erfasst sowohl Beschwerden über das Raumklima als auch den Wunsch nach Kontrollmöglichkeiten (Kapitel 2 Erste Schritte).

Das Klimaempfinden des Menschen wird in die folgenden Bereiche unterteilt:

- Kältebereich (Raumtemperatur ca. $< 15^{\circ}\text{C}$),
- Behaglichkeitsbereich (Raumtemperatur ca. 20 bis 26°C),
- Warmbereich (Raumtemperatur ca. > 26 bis 35°C),
- Hitzebereich (Raumtemperatur ca. $> 35^{\circ}\text{C}$).

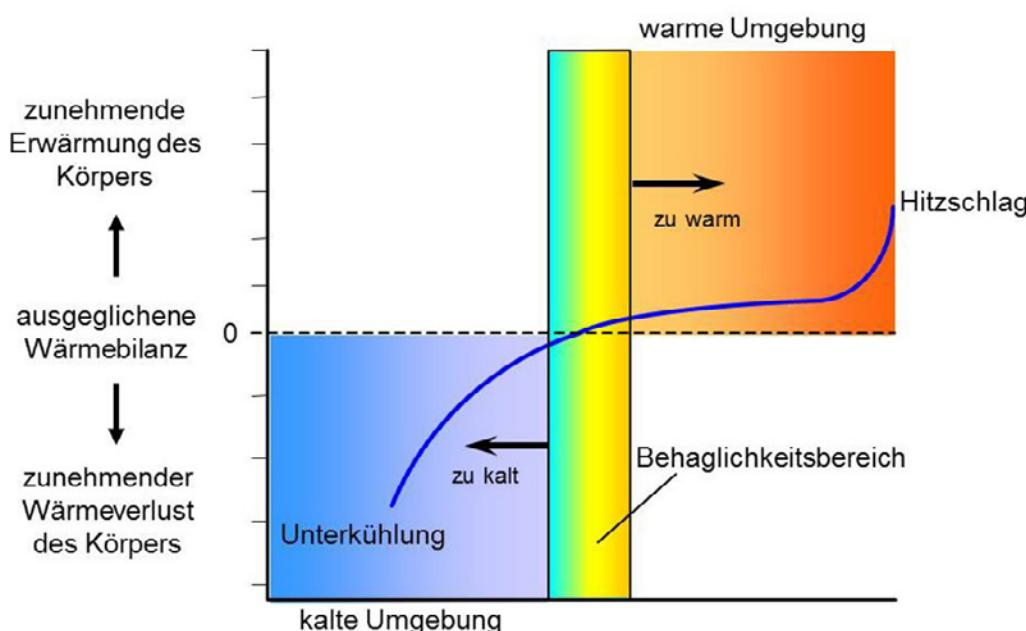
Der menschliche Körper kann sich in Grenzen an wechselnde raumklimatische Bedingungen anpassen (Abbildung 5.3.1). Geringe Abweichungen vom Klimaoptimum wie Zuglufterscheinungen können kurzzeitig Unbehagen verursachen oder bei länger andauernder Einwirkung Erkrankungen begünstigen. Außerhalb dieser Grenzen kann es zu einer erhöhten Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems kommen, die sich z. B. in Kreislaufstörungen, Unwohlsein und – insbesondere bei hoher, längerer Hitzebeanspruchung – in einem Hitzschlag äußern kann. Bei länger andauernder und wiederholter Belastung können sich bestehende chronische Erkrankungen wie Herz-, Kreislauf- oder Atemwegserkrankungen verschlimmern.

Neben der Raumtemperatur hat die relative Luftfeuchte einen Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden des Menschen. Übersteigt die relative Luftfeuchte einen gewissen Wert, wird das Klima als „schwül“ empfunden.

Der Behaglichkeitsbereich beschreibt thermische Bedingungen, unter denen der Wärmeaustausch zwischen dem menschlichen Körper und der Umgebung annähernd im Gleichgewicht steht und keine weiteren äußeren Belastungsfaktoren vorliegen. In diesem thermisch neutralen Bereich sind Wärmezufuhr und -abfuhr ausgeglichen und die Mehrheit der Beschäftigten fühlt sich wohl (thermisch behaglich).

Im Warmbereich (z. B. in Hallenbädern) liegen Belastungssituationen und/oder klimatische Verhältnisse vor, die zu einer erhöhten Schweißabgabe und Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems führen. Der Warmbereich beschreibt somit Belastungssituationen, die nicht unmittelbar zu gesundheitlichen Schäden führen, jedoch die Leistungsfähigkeit des Menschen herabsetzen. An heißen Tagen können an Arbeitsplätzen, die sich eigentlich im Behaglichkeitsbereich befinden, durch den Einfluss der witterungsbedingten Wärme Lufttemperaturen über 26°C in den Räumen auftreten. An diesen klimabelasteten Arbeitsplätzen, die nur dem Einfluss der witterungsbedingten Wärme unterliegen, können zu diesen Zeiten ähnliche Belastungssituationen wie im Warmbereich auftreten.

Abbildung 5.3.1:
Übersicht über die Klimabereiche (prinzipieller Verlauf der Klimaempfindung) [2]



Arbeiten im Kälte- oder Hitzebereich sind eine Extrembelastung und auf das absolute Mindestmaß zu begrenzen. Hier sind besondere Maßnahmen notwendig [3 bis 6]. Weitere Informationen zu Folgen von Hitze und Trockenheit an Innenraumarbeitsplätzen werden im [Innenraumportal](#) zur Verfügung gestellt.

5.3.2 Ermittlung

Zur orientierenden Einschätzung des Raumklimas reicht es meist aus, die Lufttemperatur und -feuchte zu bestimmen ([Checkliste „Raumklima“](#)). Dies gilt unter der Voraussetzung, dass keine wesentlichen Wärmestrahlungsquellen (z. B. Sonneneinstrahlung oder Deckenheizung) oder kalte Flächen (z. B. Wand- oder Deckenkühlung) vorhanden sind. Bei Zuglufterscheinungen ist zusätzlich die Luftgeschwindigkeit zu bestimmen.

Gemäß der ASR A3.5 Raumtemperatur [7] müssen Arbeitsplätze mit hoher relativer Luftfeuchte, Wärmestrahlung oder Luftgeschwindigkeit gesondert betrachtet werden. Diese Klimagrößen sind dann zusätzlich einzeln oder gegebenenfalls nach einem Klimasummenmaß zu bewerten. Ansprechpersonen der Unfallversicherungsträger können hier mit ihrer Expertise unterstützen.

5.3.3 Beurteilung

Gemäß ASR A3.5 Raumtemperatur gelten Lufttemperaturen von 20 bis 24 °C in der Regel als behaglich. Gemäß ASR A3.6 Lüftung darf keine unzumutbare Zugluft auftreten und die oberen Werte der relativen Luftfeuchte sind ebenfalls hier [7; 8] beschrieben.

Für eine detailliertere Beurteilung des Raumklimas stehen unter anderem im Internet eine Vielzahl von Publikationen und Hilfen zur Verfügung. Die DGUV hat zur Beurteilung des Raumklimas am Arbeitsplatz, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, einfache und praxisnahe DGUV Informationen veröffentlicht, die das Erkennen, Beseitigen bzw. Verringern raumklimatischer Probleme erleichtert. Anwenderinnen und Anwender sollen darüber hinaus in die Lage versetzt werden, zu entscheiden, ob sie das Problem selbst lösen können oder ob die Hilfe von Fachleuten, z. B. von Sicherheitsfachkräften, Betriebsärzten und -ärzten oder der Unfallversicherungsträger, hinzugezogen werden muss. Die Information kann über das [Innenraumportal](#) heruntergeladen werden. Hier werden auch weitere Hilfen zur Beurteilung des Raumklimas bereitgestellt, unter anderem ein Raumklimacheck und Anforderungen an das Raumklima.

5.3.4 Maßnahmen

Bei Beschwerden über das Raumklima, z. B. bei hohen Raumtemperaturen im Sommer oder bei Zugluft, können verschiedenen Maßnahmen getroffen werden, um die Belastung der Beschäftigten zu reduzieren. Dazu gehören z. B.:

- Wärmeschutz von Gebäuden,
- Sonnenschutzsysteme wie Außenjalousien oder Sonnenschutzverglasung,
- Bereitstellung von Getränken,
- Bereitstellung von Ventilatoren,
- Verschiebung der Arbeitszeit in die Morgen- und Abendstunden,
- Einstellung der Zu- und Abluftmengen,
- Nachtlüftung (Kapitel 5.4 Raumlüftung).

5.3.5 Literatur

- [1] Bericht Psychische Gesundheit bei der Arbeit – Klima. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2016. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-4c.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- [2] Peters S.: Wärme- und Hitzebelastung an Arbeitsplätzen. DGUV Forum, Ausgabe 5, 2024. <https://forum.dguv.de/ausgabe/5-2024/artikel/waerme-und-hitzebelastung-an-arbeitsplaetzen>
- [3] Arbeitsmedizinische Regeln: Tätigkeiten mit extremer Hitzebelastung, die zu einer besonderen Gefährdung führen können (AMR 13.1). Ausg. 2/2021. GMBL (2021) Nr. 7-8, S. 167-169. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR>
- [4] Hitzearbeiten (E HTZ). In: DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen. 2. Aufl. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2024, S. 838-859. <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4783>
- [5] Kältearbeiten (E KLT). In: DGUV Empfehlungen für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen. 2. Aufl. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2024, S. 860-873. <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4783>
- [6] DIN EN ISO 7243: Ergonomie der thermischen Umgebung – Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe temperature) (12/2017). Berlin, Beuth 2017. <https://www.dinmedia.de>

- [7] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Raumtemperatur (ASR A3.5). Ausg. 6/2010. GMBL. (2010), S. 751, zul. geänd. GMBL. (2022), S. 198. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [8] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung (ASR A3.6). Ausg. 1/2012. GMBL. (2010), S. 92, zul. geänd. GMBL. (2018), S. 474. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>

5.4 Raumlüftung

5.4.1 Einführung

Gemäß ASR A3.6 Lüftung [1] muss in Arbeitsräumen eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein. Dies entspricht in der Regel der Außenluftqualität. Ausreichendes Lüften zum Abtransport von Stoff-, Wärme- und Feuchtelasten ist wichtig, um die Gesundheit und das Wohlbefinden der Beschäftigten zu gewährleisten. Bei hohen Außentemperaturen kann z. B. eine Nachtlüftung dazu dienen, die am Tag angestaute Wärme abzutransportieren und das Gebäude wieder abzukühlen. In Zeiträumen mit erhöhtem Infektionsgeschehen, z. B. bei Grippe- und Erkältungswellen im Winter oder bei einer Epidemie, ist ein ausreichender Luftaustausch besonders wichtig, um die Ansteckungsgefahr zu verringern [2].

Beim Einsatz des [IAQ-Fragebogens](#) zur systematischen Erfassung der Beschwerdesituation ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) kann eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über schlechte, stickige Luft und allgemeine Symptome wie Kopfschmerzen oder Müdigkeit auf Lüftungsprobleme hinweisen. Eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über unangenehme Gerüche und Schleimhautreizungen an Augen und Nase kann auf unerwünschte Stoffe in der Raumluft hinweisen. Die [Checkliste „Räumlüftung“](#) hilft dabei, spezielle Ermittlungen zur Lüftungssituation durchzuführen ([Abschnitt 5.4.3](#)).

Durch „falsches“ Lüftungsverhalten, wie zu langes Stoßlüften im Winter oder dauerhaft gekippte Fenster, können Gebäudestrukturen auskühlen. Die ausgekühlten Wände, Böden und Decken führen zu einem unbehaglichen Raumklima ([Kapitel 5.3 Raumklima](#)) und können die Bildung von Kondenswasser und den Befall mit Schimmelpilzen begünstigen ([Kapitel 7 Biostoffe](#)).

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist es empfehlenswert, für jedes Gebäude bzw. für jeden Raum ein Lüftungskonzept zu erstellen, mit dem festgelegt wird, welche Art der Lüftung genutzt wird, um den erforderlichen

Luftaustausch sicherzustellen. In der Lüftungstechnik werden drei Arten der Lüftung unterschieden:

- freie Lüftung,
- technische Lüftung,
- hybride Lüftung.

Freie Lüftung

Bei der freien Lüftung erfolgt der Luftaustausch durch offene Fenster, Türen, Tore und Undichtigkeiten des Gebäudes infolge des Druck- und Temperaturunterschiedes zwischen Innenraum und äußerer Umwelt. Ungeachtet der Undichtigkeiten des Gebäudes stehen für die meisten Innenräume nur Fenster für die freie Lüftung zur Verfügung. Da der Luftaustausch im Wesentlichen von den Wind- und Temperaturbedingungen der Außenluft abhängig ist, kann durch eine freie Lüftung kein konstanter und gleichbleibender Luftaustausch sichergestellt werden.

Die freie Lüftung wird in kontinuierliche Lüftung und Stoßlüftung unterteilt. Bei der kontinuierlichen Lüftung erfolgt der Luftaustausch dauerhaft durch z. B. gekippte Fenster. Bei der Stoßlüftung werden die Fenster in regelmäßigen Abständen (Zeitintervalle) vollständig geöffnet. In der Regel ist die Stoßlüftung effektiver und energetisch sinnvoller als die kontinuierliche Lüftung. Letztere kann aber als Ergänzung zum Stoßlüften sinnvoll sein.

Des Weiteren wird zwischen einseitiger Lüftung und Querlüftung unterschieden, wobei die Querlüftung die effektivere Variante ist. Im Lüftungskonzept sollten auch die Zeitintervalle bis zur nächsten Stoßlüftung festgelegt werden [3]. Zur Orientierung wird empfohlen, in Büroräumen mindestens einmal pro Stunde und in Besprechungsräumen alle 20 Minuten zu lüften.

Technische Lüftung

Bei der technischen Lüftung erfolgt der Luftaustausch über eine Raumlufttechnische Anlage (RLT-Anlage). Sie kann als zentrale RLT-Anlage ein ganzes Gebäude versorgen oder als dezentrale Anlage nur einen Bereich. Durch RLT-Anlagen kann ein konstanter Luftaustausch gewährleistet werden, mit dem die Stoff-, Feuchte- und Wärme-lasten aus dem Raum transportiert werden können. Dadurch kann eine gesundheitlich zuträgliche Innenraumluftqualität sichergestellt werden. Der Einbau einer RLT-Anlage ist mindestens dann erforderlich, wenn durch eine freie Lüftung eine ausreichend gesundheitlich zuträgliche Innenraumluftqualität nicht sichergestellt werden kann. Die Abmessung und die Lage der Räume, die umliegende Bebauung oder viele Menschen in einem relativ kleinen Raum können neben energetischen Aspekten

Gründe für die Notwendigkeit einer technischen Lüftung sein.

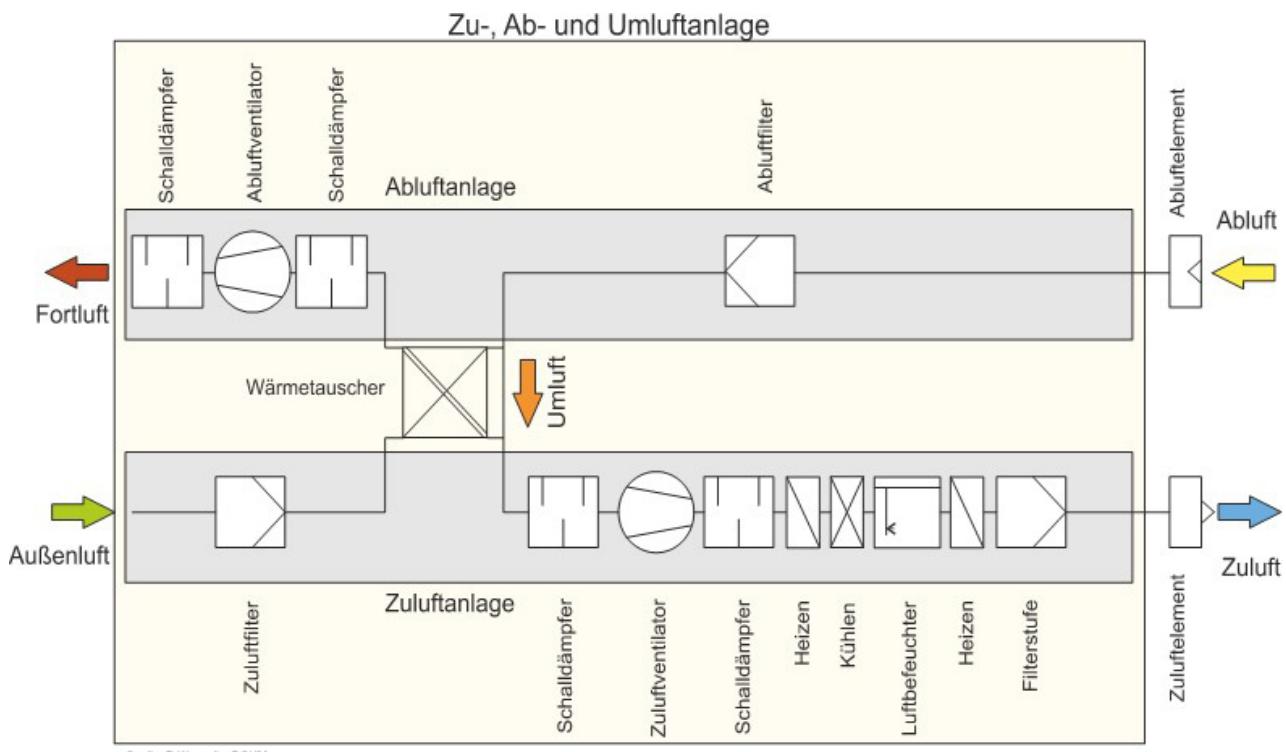
Gemäß ARS A3.6 Lüftung [1] ist eine RLT-Anlage eine Anlage mit maschinellicher Förderung der Luft, Luftreinigung (über Filter) und mindestens einer thermodynamischen Luftbehandlungsfunktion (Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten). Hierbei muss eine RLT-Anlage nicht zwingend frische Außenluft in den Innenraum führen. Als Beispiel sind sogenannte Umluftanlagen (Sekundärluftanlagen) wie Klima-Splitgeräte zu nennen. Sie führen keine frische Außenluft zu und dienen damit nicht der Lüftung, sondern nur der Raumbeheizung oder -kühlung. RLT-Anlagen können daher auch in RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion und RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion eingeteilt werden. Abbildung 5.4.1 zeigt exemplarisch den Aufbau einer RLT-Anlage mit Lüftungsfunktion.

Die Anforderungen an Planung, Ausführung, Abnahme, Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen zur

Sicherstellung eines hygienisch einwandfreien Zustandes sind unter anderem in den Normen DIN EN 16798-3 [4] und DIN EN 12599 [5] sowie in der Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 [6] enthalten. Das Lüftungskonzept beschreibt, welcher Außenluftvolumenstrom von RLT-Anlagen in den Innenraum geführt werden muss und wo die Luftdurchlässe der Zuluft und Abluft installiert werden. Der erforderliche Außenluftvolumenstrom pro Person kann nach DIN EN 16798-3 [4] berechnet werden. Dabei wird von leichten Arbeitstätigkeiten wie Büroarbeiten ausgegangen. Werden im betrachteten Raum schwere Tätigkeiten ausgeführt, erhöht sich der notwendige Außenluftvolumenstrom entsprechend. In der DGUV Information 215-550 „Lüftungskonzepte für eine gute Innenraumluftqualität – Ermitteln, beurteilen, sicherstellen“ [3] wird der erforderliche Außenluftvolumenstrom pro Person in Abhängigkeit von der Schwere der Tätigkeit angegeben, die bei der Planung der RLT-Anlage berücksichtigt werden kann.

Abbildung 5.4.1:

Exemplarischer Aufbau einer RLT-Anlage mit Lüftungsfunktion (Quelle: R. Woyzella, BGHM)



Hybride Lüftung

Die hybride Lüftung kombiniert die freie und die technische Lüftung. Eine RLT-Anlage kann beispielweise ausgeschaltet werden, wenn ein Fenster geöffnet wird oder die RLT-Anlage schaltet automatisch ein, wenn bei geschlossenem Fenster die CO₂-Konzentration ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)) im Raum eine gewisse Konzentration überschreitet. Häufig wird dies bei einer dezentralen RLT-Anlage genutzt. Die Interaktion beider Lüftungsarten muss genau aufeinander abgestimmt sein und ist im Lüftungskonzept zu beschreiben.

5.4.2 Ermittlung

Zur orientierenden Einschätzung einer ausreichenden Lüftung durch freie Lüftung oder durch RLT-Anlagen ist nach ASR A3.6 Lüftung [1] die CO₂-Konzentration ein anerkanntes Maß für die Innenraumluftqualität, wenn der Mensch selbst die Hauptemissionsquelle ist ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)).

Aus der Erfassung der Lüftungssituation mit der [Checkliste „Raumlüftung“](#) können sich bereits konkrete Hinweise darauf geben, in welchen Bereichen Verbesserungsmaßnahmen ([Abschnitt 5.4.4](#)) erforderlich sind.

5.4.3 Beurteilung

Bei der freien Lüftung kann die Luftqualität durch Messen der CO₂-Konzentration, z. B. mit einer sogenannten CO₂-Ampel, überwacht werden. Bei RLT-Anlagen kann die CO₂-Konzentration als Regelgröße herangezogen werden.

Die nach ASR A3.6 [1] heranzuziehenden Konzentrationen zur Beurteilung der vorliegenden CO₂-Konzentration (Momentanwert) und zur Ableitung von Maßnahmen werden im [Innenraumportal](#) bereitgestellt. Im Hinblick auf CO₂ gilt: Bei Überschreitung einer Konzentration von 1 000 ppm soll gelüftet werden; bei Überschreitung einer Konzentration von 2 000 ppm muss gelüftet werden. Ein rechtzeitiges Erinnern an das Lüften von Innenräumen kann durch Berechnung der CO₂-Konzentration mit der DGUV App „[CO₂-Timer](#)“ oder durch Messen mit CO₂-Ampeln oder ähnlichen Geräten erfolgen. Reichen die Lüftungsmaßnahmen nicht aus, um den Wert von 2 000 ppm zu unterschreiten, so sind weitergehende organisatorische, lüftungstechnische oder ggf. auch bauliche Maßnahmen erforderlich. Hierzu zählt vor allem eine Verringerung der Personenzahl im Raum oder der Einbau einer technisch geregelten Lüftung.

Freie Lüftung

Bei der freien Lüftung strömt die notwendige Außenluft über die vorhandenen und offenbaren Fenster in den Innenraum. Bei der Bewertung der freien Lüftung ist zu prüfen, inwieweit die vorhandenen Fensterflächen die Mindestanforderungen gemäß ARS A3.6 [1] erfüllen. Dort werden in Kapitel 5 unter anderem die Mindestgröße der freien Fensterfläche für die kontinuierliche Lüftung pro Person sowie für die Stoßlüftung pro 10 m² Grundfläche in Abhängigkeit vom System der freien Lüftung festgelegt.

RLT-Anlage

Eine fachgerecht geplante, installierte und regelmäßig gewartete RLT-Anlage in Form einer zentralen, dezentralen oder hybriden Lüftung trägt positiv zum Raumklima und zur Luftqualität in Innenräumen bei. Falsch eingestellte RLT-Anlagen oder schlecht positionierte Luftdurchlässe der Zuluft können das Raumklima ([Kapitel 5.3 Raumklima](#)) negativ beeinflussen. So kann es beispielweise zu Zuglufterscheinungen kommen, wenn die mittlere Luftgeschwindigkeit im Innenraum zu hoch ist [1]. Eine zu hohe Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Rohrleitung oder eine falsch geplante oder eingestellte RLT-Anlage kann zu einer Lärmbelästigung im Innenraum führen ([Kapitel 5.1 Lärm](#)).

Insbesondere schlecht oder nicht gewartete RLT-Anlagen können zu Beschwerden über das Raumklima oder über eine Geruchsbelästigung führen ([Kapitel 6.2 Gerüche](#)). Hygienisch mangelhaft gewartete oder falsch konzipierte Filter, Erhitzer, Kühler, Luftbefeuchter oder -entfeuchter können die Ursache für Belastungen durch Biostoffe sein ([Kapitel 7 Biostoffe](#)). Regelmäßige Hygienekontrollen und -inspektionen gemäß Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 [6] gewährleisten einen hygienisch sicheren Betrieb einer RLT-Anlage.

Luftbefeuchter, die in RLT-Anlagen verbaut sein können, sind mit Wasser von Trinkwasserqualität im Sinne der Trinkwasserordnung (TrinkwV) [7] zu betreiben. Für das Befeuchterwasser sind z. B. in der Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 [6] entsprechende Werte festgesetzt ([Kapitel 7 Biostoffe](#)).

Zur Einhaltung der Hygieneanforderungen und zur Instandhaltung der RLT-Anlagen muss geschultes (Betriebs-) Personal diese in regelmäßigen Zeitabständen kontrollieren. Die Zeitintervalle dieser Hygienekontrollen – z. B. alle sechs Monate die Funktion der Entkeimungsanlage prüfen, alle drei Monate die Luftfilter auf Verschmutzung und Beschädigung (Leckagen) sowie Gerüche prüfen – sind ebenfalls in der Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 [6] festgelegt.

Die regelmäßigen Hygieneinspektionen der gesamten RLT-Anlage sind bei Anlagen mit Luftbefeuchtung im Abstand von zwei Jahren, bei Anlagen ohne Luftbefeuchtung im Abstand von drei Jahren durchzuführen und zu dokumentieren. Im Hinblick auf die Luftbefeuchtung mit RLT-Anlagen steht zudem die Informationssammlung „[Portal Luftbefeuchtung](#)“ der BG ETEM im Internet zur Verfügung.

5.4.4 Maßnahmen

Ansprechpersonen der Unfallversicherungsträger können mit ihren Erfahrungen bei der Auswahl und Priorisierung von Maßnahmen und ggf. auch bei der Kommunikation mit den Beschäftigten unterstützen. Die Wirksamkeit der Maßnahmen sollte mit einer für die Beschäftigten wahrnehmbaren Verbesserung der Innenraumluftqualität einhergehen, die Beschwerderate sollte sinken.

Freie Lüftung

Erfüllen die vorhandenen Fensterflächen die Mindestanforderungen gemäß ARS A3.6 Lüftung [1] nicht, sind Maßnahmen erforderlich. Beispielsweise können größere Fenster eingebaut oder eine RLT-Anlage zur Unterstützung installiert werden (hybride Lüftung).

Da die freie Lüftung durch geöffnete Fenster, Türen oder Tore erfolgt, können Allergene wie Pollen, Staub oder anderen Stofflasten die Innenraumluftqualität verschlechtern ([Kapitel 7 Biostoffe](#), [Kapitel 8 Allergene](#)) und Straßen- oder Baustellenlärm ([Kapitel 5.1 Lärm](#)) von außen in den Innenraum dringen. Durch den Einbau einer RLT-Anlage können diese Belastungen minimiert werden.

RLT-Anlage

RLT-Anlagen können schlecht geplant, falsch eingestellt oder unzureichend gewartet sein. Aus der Analyse der Dokumentation über die Durchführung von Hygienekontrollen sowie Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten können sich bereits Hinweise auf Verbesserungsmaßnahmen ergeben.

5.4.5 Literatur

- [1] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung (ASR A3.6). Ausg. 1/2012. GMBL. (2010), S. 92, zul. geänd. GMBL. (2018), S. 474. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [2] Fachbereich AKTUELL: Infektionsschutz: Empfehlungen zum Lüftungsverhalten an Innenraumarbeitsplätzen (FBVW-502). Sachgebiet „Klima am Arbeitsplatz“ im Fachbereich „Verwaltung“ der DGUV. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2024. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/fachbereich-aktuell>
- [3] DGUV Information: Lüftungskonzepte für eine gute Innenraumluftqualität – Ermitteln, beurteilen, sicherstellen (215-550). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2025. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
DIN EN 16798-3: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4) (Entwurf 12/2022). Beuth, Berlin 2022. <https://www.dinmedia.de>
- [4] DIN EN 12599: Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen und Luftbehandlungssysteme in Nichtwohngebäuden (Entwurf 8/2024). Beuth, Berlin 2024. <https://www.dinmedia.de>
- [5] VDI 6022 Blatt 1: Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln) (1/2018; Berichtigung 4/2023). Beuth, Berlin 2018. <https://www.dinmedia.de>
- [6] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung, TrinkwV) vom 20. Juni 2023. BGBl. I (2023) Nr. 159, S. 2. <https://www.gesetze-im-internet.de>

5.5 Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

5.5.1 Einführung

Das elektromagnetische Spektrum umfasst die Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen, die anhand ihrer Frequenzen bzw. Wellenlängen unterschieden werden.

Der Teil des Spektrums zwischen 0 Hz und 300 GHz beschreibt die durch die Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV) [1] erfassten Elektromagnetischen Felder (EMF) (Abbildung 5.5.1).

EMF bestehen aus elektrischen und magnetischen Feldkomponenten. Je nach Frequenz und Anwendung sind nur eine oder beide Feldkomponenten für die Bewertung relevant. Stärke und Richtung der Felder werden durch physikalische Größen wie die elektrische Feldstärke (E), die magnetische Flussdichte (B) oder die magnetische Feldstärke (H) beschrieben. Bezogen auf den Punkt der Erzeugung der EMF (sogenannte Feld- oder EMF-Quelle)

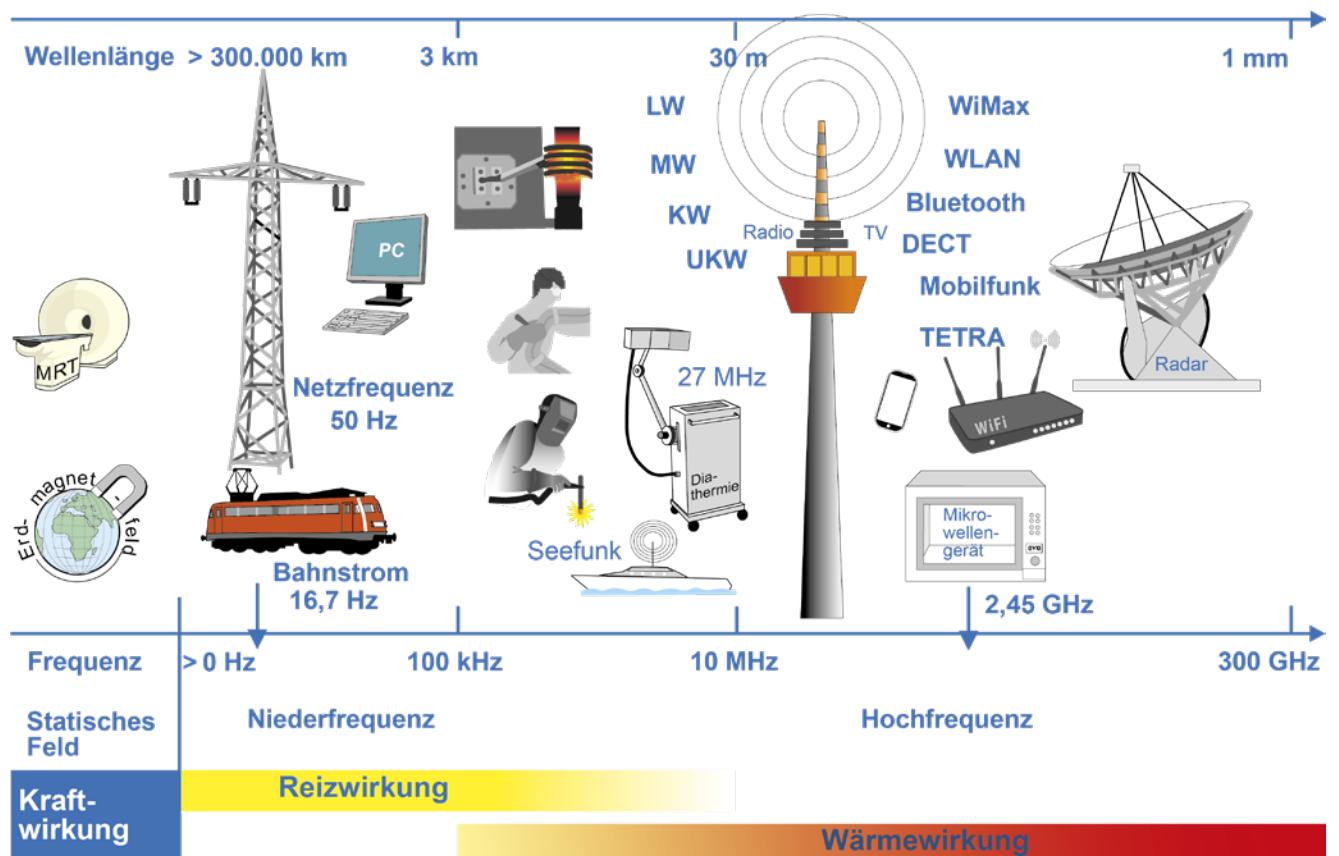
können sich die EMF entweder als Welle von der Quelle ablösen und im Raum ausbreiten oder eng an ihre Quelle gebunden bleiben.

EMF im Sinne der EMFV [1] gehören zur nicht-ionisierenden Strahlung. Das unterscheidet sie im elektromagnetischen Spektrum von der Röntgen- und Gammastrahlung, die zur ionisierenden Strahlung gehören.

EMF können natürlichen (Erdmagnetfeld, Gewitter) oder technischen Ursprungs sein. Jede elektrische Anlage, jedes elektrische Arbeitsmittel oder Elektrogerät emittiert EMF und kann somit als EMF-Quelle betrachtet werden. Dies gilt für die einfache Schreibtischlampe im Büro ebenso wie für einen großen Induktionsofen in einer Werkhalle. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede in der Stärke der emittierten Felder. Bei der überwiegenden Zahl der EMF-Quellen treten Felder in einer vernachlässigbaren Stärke auf und es ist mit keiner Gefährdung für Beschäftigte zu rechnen.

Abbildung 5.5.1:

Exemplarische Darstellung der Wellenlängen, Frequenzen, Anwendungen und Wirkungen elektromagnetischer Felder von 0 Hz bis 300 GHz (Quelle [2])



Direkte und indirekte Wirkungen

Hinsichtlich möglicher Gefährdungen berücksichtigt die EMFV [1] bekannte direkte Wirkungen und indirekte Auswirkungen, die bei Exposition durch EMF im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz auftreten können.

Bei den direkten Wirkungen von EMF auf Personen ist je nach Frequenzbereich zwischen nicht-thermischen (Reizwirkungen) und thermischen Wirkungen (Wärmewirkungen) zu unterscheiden (siehe Abbildung 5.5.1). Bis 100 kHz ist die wichtigste physiologische Wirkung die elektrische Stimulation (Reizung) von erregbarem Körpergewebe wie Nerven, Muskeln und Sinnesorganen. Beeinträchtigungen des zentralen oder peripheren Nervensystems können die Folge sein und zu Schwindelgefühl, Übelkeit, metallischem Geschmack im Mund, Magnetophosphenen (Lichtempfindungen auf der Netzhaut) oder sogar unkontrollierten Muskelkontraktionen führen. Bei Frequenzen oberhalb von 100 kHz gewinnt die Erwärmung des Körpergewebes durch EMF zunehmend an Bedeutung und überwiegt oberhalb von 10 MHz. Eine zu hohe Exposition, d. h. eine Überschreitung der zulässigen Feldstärken in diesem Frequenzbereich kann zu Gewebeschäden bis hin zu Verbrennungen führen.

Sind Gegenstände durch EMF exponiert, können diese indirekt einen Einfluss auf die Gesundheit und die Sicherheit von Beschäftigten am Arbeitsplatz haben. In diesem Fall spricht man von indirekten Auswirkungen. Beispiele für indirekte Auswirkungen sind die Störbeeinflussung medizinischer Implantate, z. B. Herzschrittmacher, durch EMF. Auch Projektilwirkungen ausgelöst durch die Kraftwirkung auf ferromagnetische Gegenstände in starken statischen Magnetfeldern oder Entladungsvorgänge beim Berühren elektrisch aufgeladener Gegenstände zählen hierzu.

Alle Wirkungen, die in der EMFV [1] berücksichtigt werden, beziehen sich auf bekannte Kurzzeitwirkungen von EMF, für die es eine gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisgrundlage gibt. Für gesundheitsschädliche Auswirkungen durch eine dauerhafte Exposition durch EMF (Langzeitwirkungen) fehlen bislang reproduzierbare und belastbare wissenschaftliche Nachweise. Mögliche Langzeitwirkungen können daher im Schutzkonzept der EMFV [1] nicht berücksichtigt werden. Zu diesem Thema wird aber weiterhin geforscht.

5.5.2 Ermittlung

Arbeitgebende sind nach § 3 EMFV [1] verpflichtet festzustellen, ob am Arbeitsplatz EMF-Expositionen

auftreten, die die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können. Die folgenden Vorschriften und Regeln sind vor der Bewertung von EMF-Expositionen am Arbeitsplatz zu berücksichtigen, um eine zielgerichtete Ermittlung durchzuführen.

Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV)

Werden Beschäftigte am Arbeitsplatz durch EMF exponiert, müssen sie vor möglichen Gefährdungen geschützt werden. Dazu stellt die EMFV [1], die die Mindestanforderungen der Europäischen Richtlinie 2013/35/EU [3] in deutsches Recht umsetzt, ein Schutzkonzept zur Verfügung, das auf maximal zulässigen frequenzabhängigen Expositionsgrenzwerten (EGW) und davon abgeleiteten Auslöseschwellen (ALS) basiert.

Maßgeblich für die Bewertung möglicher Gefährdungen sind die EGW. Erst bei Überschreitung dieser Grenzwerte ist eine Gefährdung möglich und gesundheitliche Auswirkungen durch die Exposition von EMF können nicht mehr ausgeschlossen werden.

Anzumerken ist, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen einer biologischen Wirkung und einer gesundheitlichen Auswirkung besteht. Eine Gewebeerwärmung (biologische Wirkung) kann bis zu einem gewissen Grad als angenehm empfunden werden. Wird aber der Expositionsgrenzwert überschritten, können eine übermäßige Gewebeerwärmung und eine daraus resultierende Gewebeverbrennung (gesundheitliche Auswirkung) die Folge sein.

In der Praxis lässt sich die Einhaltung der EGW am Arbeitsplatz nicht ohne weiteres überprüfen, da es sich um Grenzwerte handelt, die sich auf physikalische Größen im Körperinneren beziehen. Um dennoch EMF-Messungen am Arbeitsplatz durchzuführen und die ermittelten Messwerte bewerten zu können, wurden Auslöseschwellen (ALS) unter Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren von den EGW abgeleitet. Werden die Auslöseschwellen eingehalten, so ist sichergestellt, dass auch die EGW nicht überschritten werden. Damit gilt das Schutzziel als erreicht.

In der Praxis kann ein Großteil der EMF-Exposition anhand der Auslöseschwellen gut bewertet werden.

Technische Regeln (TREMF)

Die EMFV [1] benennt die Anforderungen, die zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz zu erfüllen sind. Zur Konkretisierung dieser Anforderungen wurden durch den Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) Technische Regeln

(TREMF) [2] erarbeitet. Die TREMF umfassen drei separate Technische Regeln zu statischen und niederfrequenten Feldern (TREMF NF), hochfrequenten Feldern (TREMF HF) und für Magnetresonanzverfahren (TREMF MR). Die Besonderheit der TREMF MR besteht darin, dass sie Hilfestellungen zur Inanspruchnahme der besonderen Festlegungen von § 18 EMFV [1] anbietet. Die TREMF stellen den Stand der Technik dar, wenn es um die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, die Messung und Berechnung sowie die Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Gefährdungen von Beschäftigten durch EMF geht. Zusätzlich geben sie eine Hilfestellung zur betrieblichen Umsetzung des Schutzkonzeptes mittels Expositionszonen. Die TREMF NF und HF bestehen jeweils aus vier Teilen (Allgemeines, Beurteilung, Messen und Berechnen, Maßnahmen).

Als staatliche Technische Regel löst die Anwendung der TREMF Vermutungswirkung aus. Das bedeutet, dass Arbeitgebende bei Einhaltung der Technischen Regeln davon ausgehen können, die entsprechenden Anforderungen der EMFV [1] zu erfüllen.

Die TREMF können auf den [Internetseiten der BAuA](#) kostenlos heruntergeladen werden.

Technische Regeln (TREMF): Schutz für Beschäftigte mit aktiven oder passiven medizinischen Implantaten

Beschäftigte mit aktiven oder passiven medizinischen Implantaten (Implantatträger/-trägerinnen) fallen nach der EMFV [1] in die Gruppe der besonders schutzbedürftigen Beschäftigten. Die mögliche Störbeeinflussung von aktiven medizinischen Implantaten wie Herzschrittmachern (HSM) oder implantierbaren Kardioverter-Defibrillatoren (ICD) durch EMF gehören zu den indirekten Wirkungen. Dies gilt ebenso für den Einfluss von EMF auf passive Implantate wie Stents. Welche Störbeeinflussungen auftreten können, hängt von dem Implantat und der Art und Stärke des Feldes sowie der Frequenz ab. Zudem ist zu beachten, dass die Beeinflussung eines Implantats nicht immer auch eine klinische Relevanz hat. Die Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) [6] enthält hierzu weitere hilfreiche Informationen.

Für die Beurteilung, ob eine unzulässige Beeinflussung eines Implantats durch eine EMF-Exposition am Arbeitsplatz möglich ist, können die EGW und ALS der EMFV [1] nicht angewendet werden. Hierfür ist auf die Angaben der Technischen Regeln (siehe TREMF, Kapitel 10.4) zurückzugreifen. Die TREMF enthalten Schwellenwerte, die für die

Gefährdungsbeurteilung bei Beschäftigten mit Implantat (TREMF NF/HF Teil 2, Anhang A1.7) angewendet werden können. Diese Schwellenwerte geben die Höhe der Exposition durch magnetische und elektrische Felder an, die nicht überschritten werden dürfen, um die Störbeeinflussung eines Implantats ausschließen zu können. Die Schwellenwerte sind sehr konservativ, da bei ihrer Bestimmung von der Verwendung sehr störempfindlicher Implantate ausgegangen wurde (Worst-Case-Annahme). Sie können daher ohne Kenntnis weiterer Eigenschaften eines implantierten HSM oder ICD angewendet werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer individuellen Gefährdungsbeurteilung für Implantatträger. Hierzu können unter Einbeziehung individueller Faktoren und Eigenschaften des konkreten Implantats individuelle Schwellenwerte abgeleitet werden, die dann für die Bewertung herangezogen werden können. Voraussetzung hierfür ist eine entsprechende EMF-Fachkunde.

EU-Ratsempfehlung 1999/519/EG und 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmSchV)

Auch an Arbeitsplätzen mit Publikumsverkehr (z. B. Kassenarbeitsplatz im Einzelhandel) treten EMF-Expositionen auf. Obwohl der Fokus im Arbeitsschutz auf den Beschäftigten liegt, ist es sinnvoll, auch die Exposition der Kunden und Kunden zu berücksichtigen und zu bewerten. Als zulässige Werte hierfür können unter Berücksichtigung des jeweils definierten Anwendungsbereiches die Vorgaben der Empfehlung des Europäischen Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) [4] oder der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [5] herangezogen werden. Diese Vorgaben sind deutlich konservativer als die zulässigen Werte (ALS, EGW) der EMFV [1] und der TREMF für den Arbeitsschutz.

Da derzeit keine rechtsverbindlichen zulässigen Werte für die Bewertung der Exposition Schwangerer durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz vorliegen, wird empfohlen, die Vorgaben für die Allgemeinbevölkerung [4, 5] als Bewertungsgrundlage heranzuziehen.

5.5.3 Beurteilung

In der TREMF werden zwei Arten der Gefährdungsbeurteilung (GBU) detailliert beschrieben, die den Arbeitgebenden die einzelnen Schritte zum Erstellen einer GBU aufzeigen.

In der TREMF wird neben der vereinfachten GBU die GBU durch eine fachkundige Person beschrieben. Die beiden

Varianten unterscheiden sich im Wesentlichen durch den erforderlichen Aufwand und die vorauszusetzenden Fachkenntnisse. Für den Fall einer vereinfachten GBU können sich Arbeitgebende durch die Fachkraft für Arbeitssicherheit unterstützen lassen. Stellt sich heraus, dass eine vereinfachte GBU nicht ausreichend ist, muss die GBU von einer fachkundigen Personen nach § 2 Absatz 8 EMFV [1] durchgeführt werden.

Informationen ermitteln

Unabhängig von der Art der GBU steht am Beginn jeder GBU die Informationsermittlung, die die Fachkraft für Arbeitssicherheit durchführen kann. Die Informationen müssen sorgfältig dokumentiert werden.

Schritt 1 „Erfassen der Expositionssituation“

- Arbeitsplatz und/oder Arbeitsbereich(e), ebenso
 - Aufenthaltsbereiche, z. B. Sozialräume
 - Verkehrsweg zu Sozialräumen, Toiletten oder anderen Aufenthaltsbereichen
- Arbeitsmittel (EMF-Quellen)
 - EMF-Quellen, die in Zusammenhang mit der/den Tätigkeit(en) stehen
 - EMF-Quellen, die nicht im Zusammenhang mit der/den Tätigkeit(en) stehen, aber zu einer Exposition führen (z. B. bei der Benutzung von Verkehrswegen)
- Sind Implantatträger oder -trägerinnen zu berücksichtigen?
- Tätigkeitsanalyse, z. B. Informationen zu
 - durchzuführenden Tätigkeiten; Betriebszuständen während der Tätigkeiten
 - Abständen zu EMF-Quellen während der Tätigkeit (Arbeitspositionen)
 - vorhandenen Schutzmaßnahmen gegen Gefährdungen durch EMF-Expositionen

Schritt 2 „Recherche über die EMF-Emission der EMF-Quellen“, z. B. anhand von

- Herstellerangaben,
- Standortbescheinigungen unter Angabe von standortbezogenen Sicherheitsabständen, z. B. Bundesnetzagentur (BNetzA),
- Messwerte aus vorhandenen Messberichten/Gefährdungsbeurteilungen
(Wichtig: Übertragbarkeit, Verlässlichkeit, Plausibilität und Informationsgüte prüfen).

Vereinfachte Gefährdungsbeurteilung

Das Ziel der Informationsermittlung ist die Beantwortung der Frage: Kann unter Verwendung der ermittelten

Informationen eine Gefährdung durch EMF sicher ausgeschlossen werden?

Abhängig von den Informationen, die ermittelt werden konnten, kann die Beantwortung dieser Frage – auch für mögliche Beschäftigte mit Implantat – wie folgt erreicht werden: Eine vereinfachte Gefährdungsbeurteilung ist erreicht, wenn die gestellte Frage wie in den beiden Fällen beschrieben mit einem klaren „Ja“ beantwortet werden kann. Für diesen Fall sind keine weiteren Messungen, Berechnungen, Bewertungen der EMF-Quellen oder Schutzmaßnahmen notwendig. Alle ermittelten Informationen und die Herleitung der Bewertung müssen nachvollziehbar dokumentiert werden. Eine Wiederholung der Gefährdungsbeurteilung auf Grundlage dieser Dokumente sollte zum selben Ergebnis führen. Eine vereinfachte GBU ist beispielsweise bei regulär ausgestatteten Büroarbeitsplätzen angezeigt.

Lautet die Antwort auf die Frage hingegen „Nein“ oder kann keine eindeutige Antwort gegeben werden, weil z. B. eine EMF-Quelle nicht in den Tabellen (siehe Tabellen im blauen Kasten, Fall 1) aufgeführt ist, so ist eine umfangreichere, fachkundige GBU durchzuführen.

Fall 1:

Die EMF-Quellen konnten ermittelt werden, es liegen aber keine genauen (Hersteller)-Angaben oder Messwerte zu den von diesen Quellen emittierten Feldern vor.

Beurteilung: Anhand eines Vergleichs mit den Angaben in den folgenden Tabellen der TREMF kann geprüft werden, ob für die vorgefundenen EMF-Quellen eine Gefährdung der Beschäftigten von vorneherein ausgeschlossen werden kann. Die genannten Tabellen sind nicht abschließend.

- TREMF NF/HF Teil 1, Anhang 1, Tabelle A1.1 (für Beschäftigte ohne Implantat)
- TREMF NF/HF Teil 1, Anhang 2, Tabelle A2.1 (für Beschäftigte mit aktiven oder passiven medizinischen Implantaten)

Bei EMF-Emissionen von EMF-Quellen, für die nach den Tabellen keine weitere Bewertung erforderlich ist (Tabelleneintrag „Nein“), kann davon ausgegangen werden, dass die ALS der EMFV [1] oder die Schwellenwerte für Beschäftigte mit Implantat nicht überschritten werden. Es ist daher von keinen Gefährdungen für die Beschäftigten durch EMF auszugehen. Eine Messung der elektromagnetischen Felder ist in diesem Fall nicht notwendig.

Fall 2:

Die EMF-Quellen konnten ermittelt werden und es liegen belastbare (Hersteller)-Angaben oder Messwerte zu Art, Frequenz, Stärke und zeitlichem Verlauf der von diesen Quellen emittierten Felder vor.

Beurteilung: Die vorhandenen Feldstärkewerte können unter Berücksichtigung des jeweils definierten Anwendungsbereiches mit den zulässigen Werten der EU-Ratsempfehlung zu EMF 1999/519/EG und der 26. BlmSchV verglichen werden. Werden diese Werte eingehalten, ist von keiner Gefährdung der Beschäftigten auszugehen. Dies ist darin begründet, dass dann die im Vergleich zum Arbeitsschutz deutlich konservativeren Anforderungen für die EMF-Exposition der Allgemeinbevölkerung erfüllt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass dieses Vorgehen nicht angewendet werden kann, wenn ermittelt wurde, dass die Quelle EMF mit einem gepulsten oder zeitlich nicht-sinusförmigen Charakter emittiert.

Gefährdungsbeurteilung durch eine fachkundige Person (fachkundige GBU)

Ist keine vereinfachte GBU möglich, werden Messungen und/oder Berechnungen zur Ermittlung der vorliegenden EMF-Exposition notwendig. Diese, wie auch die anschließende Bewertung, sind von fachkundigen Personen zu planen und durchzuführen. Die allgemeinen Anforderungen an die Fachkunde sind im DGUV Grundsatz 303-006 [7] beschrieben.

Da diese Fachkunde und auch die notwendige Messausrüstung in der Regel nicht beim Arbeitgebenden oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit vorliegen, kann sich der Arbeitgebende in diesem Fall fachkundig unterstützen lassen. In einem ersten Schritt sollte bei dem zuständigen Unfallversicherungsträger nachgefragt werden, ob dieser eine fachkundige Unterstützung anbieten kann. Das IFA kann den Träger zudem mit fachkundiger Beratung und Betriebsmessungen am Arbeitsplatz unterstützen. Überdies gibt es auch in der freien Wirtschaft Anbieter, die entsprechende Leistungen anbieten. Hier sollte vor einer möglichen Auftragsvergabe unbedingt das Vorhandensein der EMF-Fachkunde vom ausgewählten Anbieter nachgewiesen werden.

Überprüfen und Aktualisieren der Gefährdungsbeurteilung

Unabhängig von der Art der Gefährdungsbeurteilung ist das Ergebnis und ggf. die Wirksamkeit der abgeleiteten

Maßnahmen regelmäßig zu überprüfen. Eine verbindlich festgelegte Frist zur Überprüfung gibt es nicht. Da die Unterweisung der Beschäftigten auf einer aktuellen GBU beruht, ist zu empfehlen, dass diese spätestens im Rahmen der Vorbereitung zur jährlichen Sicherheitsunterweisung überprüft wird. Die Notwendigkeit der Aktualisierung der GBU ergibt sich z. B. bei folgenden Anlässen:

- Einsatz neuer und zusätzlicher EMF-Quellen,
- Änderungen der Schutzbedürftigkeit von Beschäftigten (z. B. Versorgung mit aktiven oder passiven medizinischen Implantaten),
- Änderungen der EMFV [1] oder des Technischen Regelwerkes.

5.5.4 Maßnahmen

Ergibt die Bewertung der ermittelten Exposition, dass eine Überschreitung der zulässigen Expositionswerte nicht ausgeschlossen werden kann, dann sind Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung von Beschäftigten durch EMF nach dem Stand der Technik festzulegen und durchzuführen. Bei der Festlegung und Durchführung der Schutzmaßnahmen ist gemäß § 6 EMFV [1] die Rangfolge des STOP-Prinzips zu berücksichtigen. Nach Durchführung der Maßnahmen muss ihre Wirksamkeit z. B. durch Messung oder Berechnung dokumentiert werden. Mögliche Maßnahmen können sein:

- Unterweisung, z. B. auf Gefahren hinweisen, Hinweise für besonders schutzbedürftige Beschäftigte (Implantatträger/innen),
- Einhalten von Mindestabständen (Sicherheitsabstand), Abstandsvergrößerung zur Quelle,
- Kennzeichnung (Warnzeichen, -leuchten, Verbotszeichen),
- weitere Abgrenzungs- und Zugangskontrollmaßnahmen (Markierungen, Schranken),
- Verriegelung, Abschirmung, Leistung reduzieren,
- Wartung der Arbeitsmittel, Gestaltung des Arbeitsplatzes,
- Einsatz alternativer Arbeitsverfahren, Arbeitsmittel mit geringeren Emissionen verwenden,
- zeitliche Begrenzung der Exposition (nur im Zusammenhang mit hochfrequenten EMF anwendbar).

Ein Beispiel für eine vereinfachte Gefährdungsbeurteilung zu EMF an einem Innenraumarbeitsplatz wird im [Innenraumportal](#) bereitgestellt.

5.5.5 Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Felder – EMFV) vom 15. November 2016. BGBL. I (2016), S. 2531; zul. geänd. BGBL. I (2019), S. 554. <https://www.gesetze-im-internet.de>
- [2] Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (TREMF). <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TREMF/TREMF>
Statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz (NF). Ausg. 1/2023. GMB. (2023) Nr. 3-12, S. 50, zul. geänd. GMB. (2024) Nr. 41-42, S. 905.
Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz (HF). Ausg. 1/2023. GMB. (2023) Nr. 3-12, S. 140, zul. geänd. GMB. (2024) Nr. 41-42, S. 908.
Magnetresonanzverfahren (MR). Ausg. 1/2023. GMB. (2023) Nr. 3-12, S. 235, zul. geänd. GMB. (2024) Nr. 41-42, S. 911.
- [3] Richtlinie 2013/35/EU des Europäischen Rates und des Rates vom 26. Juni 2013 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder). ABl. EU Nr. L 179 (2013), S. 1-21. <https://www.gesetze-im-internet.de>
- [4] Empfehlung 1999/519/EG des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz). ABl. EG Nr. L 199 (1999), S. 59. <https://www.gesetze-im-internet.de>
- [5] Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996. BGBL. I (1999); geänd. BGBL. I (2013), S. 3266. https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_26/BJNR196600996.html
- [6] Napp, A.; Kolb, C.; Lennerz, C.; Bauer, W.; Schulz-Menger, J.; Kraus, T.; Marx, N.; Stunder, D.: Elektromagnetische Interferenz von aktiven Herzrhythmus-implantaten im Alltag und im beruflichen Umfeld. Kardiologe 13 (2019) Nr. 4, S. 2016-235. https://leitlinien.dgk.org/files/2019_stellungnahme_elektromagnetische_interferenz_druckfassung.pdf
- [7] DGUV Grundsatz: Anforderungen an Fachkundige für die Messung und Berechnung und die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Exposition durch elektromagnetische Felder nach § 4 der

Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (303-006). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2024. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>

5.6 Vibrationen

5.6.1 Einführung

An Innenraumarbeitsplätzen wie beispielsweise an Arbeitsplätzen mit einer feinmotorischen Tätigkeit (z. B. Forschungslabore) und an Arbeitsplätzen mit überwiegend geistiger Tätigkeit (z. B. Schaltwarte, Bürosäume) werden höhere Anforderungen an eine geringe Schwingungseinwirkung als in Fahrzeugen wie Gabelstaplern und Erdbaumaschinen gestellt.

Schwingungsquellen, wie Produktionsmaschinen in der Fertigung oder der umgebende Güter- und Straßenverkehr, führen nicht selten zu einer Übertragung der Schwingungen auf das Gebäude, in dem sich die Innenraumarbeitsplätze befinden. Mechanische Schwingungseinwirkungen auf den Menschen, die bei sitzender oder stehender Tätigkeit über das Gesäß und die Füße oder bei liegender Körperposition über den gesamten Körper übertragen werden, können das Wohlbefinden, die Wahrnehmung und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen [1]. Neben Schwingungen und Vibrationen werden die Einwirkungen auf den Menschen bei Tätigkeiten im Gebäude auch als Erschütterungen bezeichnet.

5.6.2 Ermittlung

Um die Intensität der Vibrationen in Gebäuden und damit an Innenraumarbeitsplätzen beurteilen zu können, muss eine Schwingungsmessung von Fachkundigen durchgeführt werden. Bei einer Schwingungsmessung sind die auf die Beschäftigten wirkende Beschleunigung und die Anregungsfrequenz die relevanten Messgrößen. Zur Ermittlung der Vibrationsexposition sind repräsentative Belastungssituationen zu untersuchen. Eine generelle Aussage zur Messdauer ist nicht möglich, da diese von den auftretenden Vibrationen abhängig ist. Je nach Betriebszustand können die Vibrationen variieren.

Bei kontinuierlichen Arbeitstätigkeiten sollte etwa fünf Minuten pro Situation gemessen werden und bei kurzzeitigen periodischen Schwingungen mindestens zehn Arbeitszyklen. Die Messungen müssen entsprechend der Richtlinie VDI 2057 Blatt 3 [1] durchgeführt und dokumentiert werden. Dabei ist der Arbeitsplatz, die Tätigkeit, das

Arbeitsmittel, der Betriebszustand, das Einsatzwerkzeug und der verwendete Werkstoff anzugeben, damit die konkrete Situation und dessen Merkmale nachvollziehbar sind. Diese Parameter können einen Einfluss auf die Schwingungen haben, sodass während verschiedener Betriebszustände gemessen und dokumentiert werden muss. Die Einwirkungsrichtung und die Körperhaltung sind ebenfalls zu erfassen. Der Messort und die Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer sowie die Messstrategie und -einrichtung spielen ebenfalls eine Rolle. Bei einer Schwingungsmessung werden die Beschleunigungsaufnehmer auf einer Ankopplungsvorrichtung nach der Norm DIN 45669-2 [2] mit spitzen Dornen befestigt. Die Dorne werden dabei durch den Teppich gedrückt, damit die Schwingungen direkt auf dem festen Untergrund gemessen werden können. Bei glatten Untergründen wie ebenen Hallenböden werden die Aufnehmer direkt aufgeklebt oder bei unebeneren Strukturen verschraubt. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden die Situationen fotografiert. Ein Beispiel ist Abbildung 5.6.1 zu entnehmen [1; 3].

In Abbildung 5.6.1 ist eine Ankopplungsvorrichtung mit drei Beschleunigungssensoren zu sehen, damit in jeder Raumrichtung gemessen werden kann. Bei Gebäudeschwingungen ist in der Regel die vertikale Richtung diejenige, in der die stärksten Vibrationen auftreten. Eine beispielhafte Darstellung des Schwingungsverlaufs ist in Abbildung 5.6.2 zu sehen.

In Abbildung 5.6.2 wurde auf der horizontalen Achse die Uhrzeit aufgetragen, zu der die Messung durchgeführt wurde, und auf der vertikalen Achse die Beschleunigung in Meter pro Sekundenquadrat. Bei dieser Messung in einer Recyclinganlage wurde in allen Raumrichtungen gemessen. Die unterschiedlichen Achsen sind farblich gekennzeichnet.

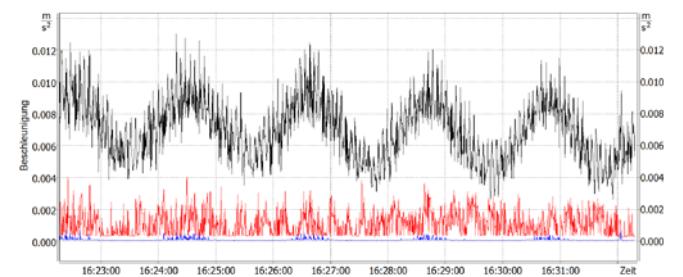
5.6.3 Beurteilung

Die für verschiedene Einwirkungsorte aktuell gültigen frequenzbewerteten Beschleunigungen werden im [Innenraumportal](#) bereitgestellt. Die Werte beziehen sich in Form von Anhaltswerten auf den Beginn einer Beeinträchtigung der Wahrnehmung und ggf. der Leistungsfähigkeit. Die dargestellten Anhaltswerte beziehen sich auf Neuanlagen. Nach Möglichkeit sind niedrigere Werte nach dem jeweiligen Stand der Technik anzustreben.

Abbildung 5.6.1:
Ankopplungsvorrichtung mit Beschleunigungssensoren
(Quelle: C. Freitag, N. Kleinewalter, IFA)



Abbildung 5.6.2:
Schwingungsverlauf einer Messung (Quelle: C. Freitag, N. Kleinewalter, IFA)



5.6.4 Maßnahmen

Wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, sind durch die einwirkenden Schwingungsbelastungen keine Gesundheitsgefährdungen zu erwarten. Jedoch sind mögliche Beeinträchtigungen bei der Wahrnehmung und gegebenenfalls der Leistungsfähigkeit der Beschäftigten nicht zu vernachlässigen.

Bei der Planung des Gebäudes gilt es darauf zu achten, dass Arbeitsplätze wie Forschungslabore und Bürosäume, die zumeist mit einer geistigen Tätigkeit verbunden sind, sowie Erholungsräume oder Ruheräume nicht in unmittelbarer Nähe von Produktionsanlagen errichtet werden. Die Vibrationsexpositionen von Produktionsanlagen müssen darüber hinaus von dem umgebenden Gebäude entkoppelt werden, damit die beeinflussenden Vibrationen nicht in ihrer vollen Intensität die entsprechenden Räume erreichen können.

In Teil 3 der Technischen Regel zur LärmVibrations-ArbSchV (TRLV) [3, 4] sind weitere Maßnahmen zur Reduktion der Vibrationsexpositionen an den Arbeitsplätzen aufgeführt. Die Schwingungsquelle, in den meisten Fällen die Produktionsmaschine im Betrieb, ist von dem Gebäudeuntergrund zu entkoppeln. Dies geschieht in der Regel über eine an die Hauptanregungsfrequenz angepasste Schwingungsisolierung. Gleichzeitig können Schwingungsminderungsmaßnahmen an den betroffenen Arbeitsplätzen durchgeführt werden. Ferner bietet sich die Möglichkeit, arbeitsorganisatorische Umstrukturierungen durchzuführen. Vibrationsfreie Pausen sorgen für eine Entlastung der Muskulatur und reduzieren Zwangshaltungen. Beschäftigte sollten ihre eigene Arbeitsorganisation prüfen, von ihren Vorgesetzten über die Expositionen informiert werden und selbst auf die Gestaltung der Arbeitsabläufe achten.

5.6.5 Literatur

- [1] VDI 2057 Blatt 3: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden (3/2017). Beuth, Berlin 2017. <https://www.dinmedia.de>
- [2] DIN 45669-2: Messung von Schwingungssimmissionen – Teil 2: Messverfahren (2/2025). DIN Media, Berlin 2025. <https://www.dinmedia.de>
- [3] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung: Vibrationen (TRLV Vibratoren) – Teil 3: Vibrationsschutzmaßnahmen. GMBL (2015) Nr. 25-26, S. 524. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRLV/TRLV-Laerm-Teil-3>
- [4] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I (2007), S. 261; zul. geänd. BGB. I (2021), S. 3115. <https://www.gesetze-im-internet.de/index.html>

- Einatmen radioaktiver Stoffe, insbesondere von Radon und seinen Folgeprodukten,
- Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Nahrung,
- Strahlung aus der Umgebung, z. B. aus den Baustoffen der umgebenden Wände und Decken,
- Strahlung aus dem Weltraum.

Im Mittel beträgt die Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland durch natürliche Strahlenquellen etwa 2,1 Millisievert (mSv) im Jahr. Davon entfällt etwa die Hälfte auf das Einatmen von Radon und seinen Folgeprodukten. Zur natürlichen Strahlenexposition kommt im Mittel eine Dosis von etwa 2 mSv pro Jahr hinzu, die durch die Anwendung künstlicher Strahlenquellen, vor allem in der Medizin, hervorgerufen wird. Die mittlere Strahlendosis der Bevölkerung ändert sich über die Jahre hinweg wenig. Die Strahlendosis des Einzelnen kann jedoch erheblich vom Mittelwert abweichen, unter anderem durch regionale Unterschiede in der natürlichen Umgebungsstrahlung, vor allem aber durch medizinische Therapie und Diagnostik. Das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) veröffentlicht jährlich einen Bericht über die aktuelle Strahlenexposition der Bevölkerung.

Radon

Der größte Teil der Dosis aus natürlichen Strahlenquellen wird durch das radioaktive Edelgas Radon und seine Folgeprodukte verursacht. Radon ist weder geruchlich noch mit anderen menschlichen Sinnesorganen wahrnehmbar. Es ist ständig in mehr oder weniger hoher Konzentration in unserer Umgebung vorhanden, also auch in Büros oder büroähnlichen Räumen. Radon ist Teil der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium. Die Konzentrationen von Uran und Thorium (und damit auch von Radon) im Untergrund hängen von der geologischen Struktur des Bodens ab. Eine hohe Konzentration in der Bodenluft (gasförmiger Teil des Bodens) findet man z. B. in bestimmten Gegenden des Erzgebirges, Bayerischen Waldes und Schwarzwaldes. Eine Übersichtskarte über die Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) veröffentlicht. Typische Werte liegen im Bereich einiger Kilobecquerel pro Kubikmeter (kBq/m^3). Die Einheit Becquerel gibt an, wie viele Atome in einer Sekunde zerfallen. Radon ist bei normalen Umgebungsbedingungen (Temperatur und Druck) gasförmig. Radon kann aber auch in Wasser gelöst über weite Strecken transportiert werden. Aus dem Erdboden kann es in die Atmosphäre gelangen. Dies führt zu einer geringen Radonkonzentration in der Außenluft. Radon kann nicht nur in die Außenluft, sondern auch in die

5.7 Ionisierende Strahlung (Radon)

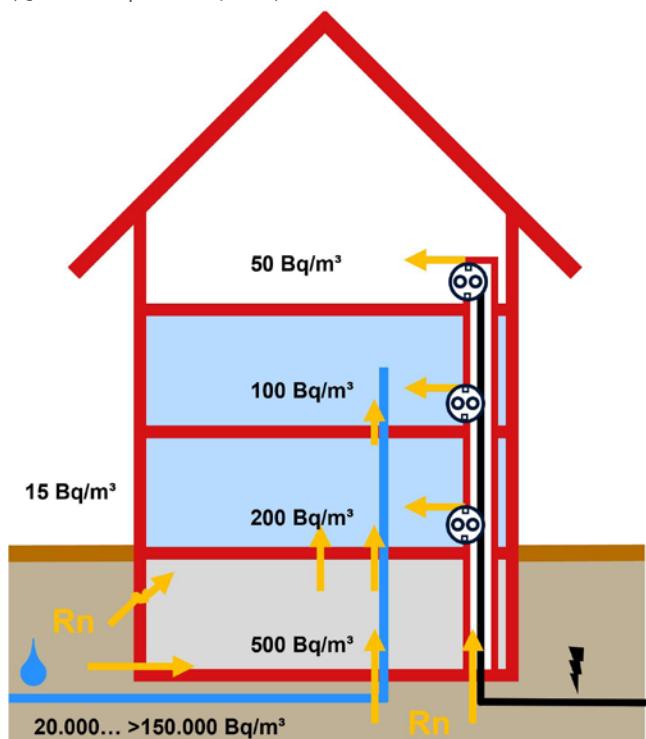
5.7.1 Einführung

Natürliche Strahlung

Der Mensch ist ständig einer schwachen ionisierenden Strahlung aus natürlichen Strahlenquellen ausgesetzt. Diese natürliche Umgebungsstrahlung hat im Wesentlichen folgende Ursachen:

Keller von Gebäuden gelangen. Durch geringe Druckunterschiede, die vor allem in der Heizperiode auftreten, kann Radon aus dem Keller in die darüber liegenden Stockwerke aufsteigen (Abbildung 6.3.1).

Abbildung 6.3.1:
Ausbreitung von Radon in einem Wohnhaus
(Quelle: J. Sparmann, BGN)



In den Räumen eines Gebäudes hängt die Höhe der Radonaktivitätskonzentration unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- Geologie des Untergrundes: Mit zunehmendem Gehalt an Uran und Thorium im Boden steigt auch die Radonaktivitätskonzentration. Die Beweglichkeit des Radons ist abhängig von der Durchlüftung des Bodens.
- Stockwerk, in dem sich der jeweilige Raum befindet: Ausgehend vom Kellergeschoß nimmt die Radonaktivitätskonzentration in der Regel mit jeder weiteren Etage ab.
- Bauweise: Durch Undichtigkeiten in der Bodenplatte, in den Kellerwänden (z. B. durch Durchbrüche für Leitungen) und durch Fugen dringt Radon in das Gebäude ein.

Die Radonaktivitätskonzentration in einem Raum hängt außerdem von der Tages- und Jahreszeit ab. Weitere Einflussgrößen sind Wetterparameter wie Luftdruck,

Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Typische Werte in Gebäuden liegen zwischen wenigen Bq/m^3 und einigen hundert Bq/m^3 ; in Einzelfällen können die Werte um Größenordnungen darüber liegen.

Biologische Wirkung

Ein sehr kleiner Teil des eingeatmeten gasförmigen Radons wird nicht wieder ausgeatmet, sondern zerfällt. Außerdem werden die in der Luft staubgebundenen festen Zerfallsprodukte mit eingeatmet. Die eigentliche Strahlenexposition geht daher vielmehr nicht vom Radon selbst aus, sondern von seinen Zerfallsprodukten wie Polonium, Blei und Wismut.

Die Strahlenbelastung des Körpers erfolgt hauptsächlich in der Lunge, verursacht aber keine sofort merklichen Beschwerden. Insofern gibt es auch keine Warnwirkung. Es besteht aber ein dosisabhängiges Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken.

Radon an Arbeitsplätzen

An einer Reihe von Arbeitsplätzen ist aufgrund besonderer betrieblicher Bedingungen in den Unternehmen mit erhöhten Radonaktivitätskonzentrationen in der Luft zu rechnen. Hierzu zählen insbesondere Arbeitsplätze in Untertagebergwerken, Radonheilbädern und Anlagen zur Wassergewinnung. Für diese Arbeitsplätze besteht nach der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1] die Verpflichtung, die Strahlenexposition durch Radon und seine Folgeprodukte zu ermitteln, festgelegte Grenzwerte einzuhalten und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenbelastung zu ergreifen.

Im Allgemeinen ist an Innenraumarbeitsplätzen nur mit einer geringen Strahlenbelastung zu rechnen, die der mittleren natürlichen Umgebungsstrahlung entspricht. Es gibt aber auch Innenraumarbeitsplätze, an denen die Radonaktivitätskonzentration erhöht ist. Für Arbeitsplätze, die in einem von den zuständigen Behörden festgelegten Radonvorsorgegebiet liegen, besteht seit 2018 mit dem Strahlenschutzgesetz (§§ 124,126 StrlSchG) [2] eine gesetzliche Verpflichtung zur Ermittlung der Strahlenbelastung durch Radon. Es wird die Einhaltung des Referenzwertes von $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ für Arbeitsplätze und Aufenthaltsräume gefordert.

5.7.2 Ermittlung

Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass an einem Innenraumarbeitsplatz eine erhöhte Radonaktivitätskonzentration vorliegen könnte, ist es sinnvoll, diese genauer zu

ermitteln. In Radonvorsorgegebieten und speziellen Arbeitsfeldern, z. B. in Untertagebergwerken, Radonheilbädern oder Anlagen der Wassergewinnung (StrlSchG, Anlage 8) [2], ist dies gesetzlich vorgeschrieben. Die Untersuchung besteht aus einer Vorermittlung und einer Messung. Bei der Vorermittlung wird geklärt, ob tatsächlich mit einer erhöhten Radonaktivitätskonzentration gerechnet werden muss. Dabei sind folgende Punkte zu bewerten:

- Aktivitätskonzentration in der Bodenluft: Das BfS veröffentlicht hierzu eine Karte.
- Lage des Raumes im Gebäude: In der Regel sind Keller oder Untergeschosse höher belastet als darüber liegende Räume. Aber auch Räume im Erdgeschoss eines nicht unterkellerten Gebäudes können höher belastet sein. Mit jeder weiteren Etage nimmt in der Regel die Radonaktivitätskonzentration ab.
- Raumlüftung: Die örtlichen Gegebenheiten, Lüftungskonzepte oder vorhandene technische Lüftungen beeinflussen die Radonaktivitätskonzentration.

Hat die Vorermittlung ergeben, dass mit einer erhöhten Radonaktivitätskonzentration zu rechnen ist, dann ist diese durch eine Messung zu bestimmen und das Ergebnis durch Vergleich mit dem Referenzwert zu bewerten. Das BfS veröffentlicht eine [Liste mit Messstellen](#) für Radon-Messungen an Arbeitsplätzen. Die Messungen mit einem passiven Radon-Detektor sind einfach und kostengünstig, dauern aber drei bis zwölf Monate.

5.7.3 Beurteilung

Das entscheidende Kriterium für die Beurteilung von Messergebnissen ist der oben bereits genannte Referenzwert von 300 Bq/m^3 . Bei Überschreitung dieses Wertes wird das folgende Vorgehen erforderlich:

1. Maßnahmen zur Senkung der Radonaktivitätskonzentration ergreifen,
2. Nachmessung,
3. erforderlichenfalls weitere Maßnahmen ergreifen,
4. Anmeldung bei der zuständigen Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes,
5. Informationspflicht gegenüber den Beschäftigten, Betriebsrat oder Personalrat.

5.7.4 Maßnahmen

Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition durch Radon können z. B. sein:

- Verbesserung der Lüftung durch Erhöhung des Luftwechsels, z. B. durch häufigeres und intensiveres Lüften bei natürlicher Lüftung,
- Installation einer technischen Lüftung (bevorzugt mit geringem Überdruck) oder Absaugung von Radon im Kellergeschoss oder unter dem Gebäude (Drainage-Lüftung),
- Änderung der Nutzung eines überdurchschnittlich radonbelasteten Raumes, z. B. die Nutzung von Räumen in Untergeschosse als Büroräume aufgeben und als Lagerräume nutzen,
- gasdichte Abdichtung von Bodenplatten, Kellerwänden, Durchbrüchen, Fugen und Rissen,
- Anstreichen der Wände mit speziellen Farbanstrichen.

Einige einfache Maßnahmen wie häufigeres Lüften können von Betroffenen selbst durchgeführt werden und sind bereits sehr wirkungsvoll. Für aufwändigere Maßnahmen müssen Fachfirmen hinzugezogen werden. Welche Maßnahme im Einzelfall geeignet ist, hängt unter anderem von der Höhe der Radonaktivitätskonzentration und von den baulichen Gegebenheiten ab. Ausführliche Hinweise zu Radonschutzmaßnahmen finden sich im Internetangebot des BfS. In Gebieten mit hoher Radonbodenkonzentration sind bereits beim Bau geeignete Maßnahmen einzuplanen (§ 154 StrlSchV).

Ausführliche Informationen zum Thema Radon enthält die DGUV Information 203-094 „Radon – eine Handlungshilfe zu Expositionsmessungen, zur Interpretation von Messergebnissen und zu Strahlenschutzmaßnahmen“ [3].

5.7.5 Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018. BGBL. I (2018), S. 2034-2036; 2021 S. 5261; geändert BGBL. I (2024) Nr. 324. https://www.gesetze-im-internet.de/strlschv_2018/
- [2] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017. BGBL. I (2017), S. 1966; geändert BGBL. I (2024) Nr. 324. <https://www.gesetze-im-internet.de/strlschg/>
- [3] DGUV Information: Radon – eine Handlungshilfe zu Expositionsmessungen, zur Interpretation von Messergebnissen und zu Strahlenschutzmaßnahmen (203-094). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2021. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>

6 Chemische Faktoren

6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube

6.1.1 Einführung

Die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen können bei der Arbeit in Innenräumen durch eine Vielzahl von Stoffen wie Gase, Partikel, Fasern oder Stäube in der Innenraumluft beeinträchtigt werden. Typische Quellen sind Produkte und Materialien, die beim Bau von Gebäuden und bei der Innenausstattung verwendet werden, z. B. Boden-, Wand- und Deckenmaterialien, Farben, Lacke, Klebstoffe, Möbel und Dekormaterialien. Auch bei Umbau- und Renovierungsarbeiten oder bei der Reinigung gelangen Stoffe in die Innenraumluft. Außerdem können beim Lüften Stoffe aus der Außenluft in den Innenraum transportiert werden. Vermeidbare Quellen von Stoffemissionen sind z. B. das Tabakrauchen oder Dampfen, das Abbrennen von Kerzen oder die Verwendung von Duftstoffen zur Raumbeduftung.

Vor allem aber beeinflusst der Mensch selbst die Qualität der Innenraumluft durch das Ausatmen von Kohlendioxid (CO_2), Körperausdünstungen (z. B. beim Schwitzen), die Kleidung und die Verwendung von Pflege- und Kosmetikprodukten (z. B. Hautcremes, Deodorants, Parfüms). Der Mensch setzt pro Stunde etwa $2\ 180 \pm 620\ \mu\text{g}$ flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOC) frei, darunter Stoffe wie Aceton, Isopren, Methanol und Essigsäure [1]. Bei unzureichender Frischluftzufuhr entsteht dann der Eindruck von „verbrauchter, schlechter Luft“. In Räumen, in denen nicht geraucht werden darf und die Verunreinigungen hauptsächlich durch den menschlichen Stoffwechsel entstehen, ist die CO_2 -Konzentration ein guter Indikator für die Raumluftqualität und ein Maß für die Wirksamkeit der Raumlüftung. Eine ausreichende Belüftung ist immer unerlässlich, sie muss jedoch sinnvoll erfolgen, um nicht unnötig Energie zu verschwenden ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

Auf der Grundlage der von den Betroffenen geäußerten Vermutungen und mithilfe der [Checkliste „Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) können Hinweise auf mögliche Ursachen gewonnen werden. Wenn sich beim Einsatz des [IAQ-Fragebogens](#) zur systematischen Erfassung der Beschwerdesituation ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) bestimmte Beschwerdemuster zeigen, lassen sich die Ursachen der Beschwerden weiter eingrenzen:

1. Eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über schlechte, stickige Luft und allgemeine Symptome wie Kopfschmerzen oder Müdigkeit können auf ein

schlechtes Raumklima und Lüftungsprobleme hinweisen ([Kapitel 5.3 Raumklima](#), [Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

2. Eine erhöhte Häufigkeit von Beschwerden über unangenehme Gerüche und Schleimhautreizungen an Augen und Nase kann auf Stoffe in der Innenraumluft hinweisen ([Kapitel 6.2 Gerüche](#), [Kapitel 7 Biostoffe](#), [Kapitel 8 Allergene](#)).

6.1.2 Ermittlung

Ergeben sich aus der [Checkliste „Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) Hinweise auf mögliche chemische Verunreinigungen in der Innenraumluft, können mithilfe der [Checklisten „Raumausstattung“](#) und „Reinigung“ weitere Informationen zu möglichen Quellen und wichtigen Einflussfaktoren zusammengestellt werden. Quellen unterscheiden sich in ihrem Emissionscharakter [2]:

- Kontinuierliche Quellen können Stoffe über einen langen Zeitraum abgeben, z. B. Baumaterialien oder Einrichtungsgegenstände.
- Intermittierende Quellen führen zu kurzzeitigen Spitzenbelastungen, z. B. Reinigungsmittel.

Nach Neu- oder Umbauten, Renovierungen, Instandhaltungsarbeiten, aber auch nach einer Grundreinigung oder einer Veränderung der Einrichtung (z. B. neue Möbel oder Geräte) ist erfahrungsgemäß mit einer erhöhten Belastung der Innenraumluft durch Stoffe zu rechnen. Unter Umständen sind diese Stoffe auch geruchlich wahrnehmbar und führen zu Beschwerden ([Kapitel 6.2 Gerüche](#)). Ein über die normale Lüftungsroutine hinausgehendes, verstärktes Lüften, eventuell in Kombination mit einer Erhöhung der Raumtemperatur, gehört zu den wirkungsvollsten Maßnahmen, um die Stoffbelastung zu verringern ([Abschnitt 6.1.4](#)).

Eine der ersten Maßnahmen ist in der Regel die Überprüfung der Reinigungsroutine, denn eine Grundvoraussetzung für eine gute Innenraumluftqualität ist ein übliches Maß an Hygiene und Sauberkeit. Eine falsche Dosierung oder Anwendung von Reinigungsmitteln kann eine Quelle für Stoffe in der Innenraumluft sein ([Abschnitt 6.1.4](#)).

Mögliche Quellen können auch außerhalb des Gebäudes oder des Arbeitsbereiches liegen (z. B. Autoabgase aus der Tiefgarage) oder aus der Historie der Gebäudenutzung resultieren (z. B. früheres Gewürzlager).

Aus der systematischen Suche nach möglichen Quellen und wichtigen Einflussfaktoren können sich bereits

konkrete Hinweise darauf ergeben, in welchen Bereichen Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind. Manchmal braucht es aber auch den Blick einer außenstehenden Person, die die Situation vor Ort systematisch untersucht, um Stoffe zu identifizieren oder Quellen zu ermitteln, die leicht zu beseitigen sind. Ansprechpersonen der Unfallversicherungsträger können hier mit ihren Erfahrungen zu typischen Stoffen und Quellen in Innenräumen unterstützen.

Orientierende Messungen

Eine orientierende Messung, z. B. mit direkt anzeigender Messtechnik, ist ein wichtiges Hilfsmittel, wenn keine anderen Vorinformationen vorliegen. Anhand der Ergebnisse kann entschieden werden, ob weitergehende Innenraumluftmessungen erforderlich sind. Eine orientierende Messung kann auch verwendet werden, um den Erfolg erster Maßnahmen zu überprüfen, wie verstärktes Lüften, die Optimierung der Reinigungsroutine und die Beseitigung offensichtlicher Quellen ([Abschnitt 6.1.4](#)).

Generell sollten bei der Planung von Messungen kürzlich durchgeführte Veränderungen im Arbeitsraum oder im Arbeitsbereich, wie Renovierungsarbeiten oder Neumöblierung, berücksichtigt und ein angemessener zeitlicher Abstand eingehalten werden.

Kohlendioxid:

Gemäß ASR A3.6 Lüftung [3] muss an Innenraumarbeitsplätzen eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein. Werden die in der Technischen Regel beschriebenen Lüftungskonzepte umgesetzt, ist diese Forderung meistens erfüllt und Messungen sind nicht erforderlich.

Eine Überprüfung kann durch eine orientierende Messung der CO₂-Konzentration erfolgen, sofern die anwesenden Personen die einzige CO₂-Quelle sind. Dazu wird mit einem direkt anzeigenden Messgerät eine kontinuierliche Messung über einen längeren Zeitraum bei üblicher Nutzung durchgeführt ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

Bei üblicher Nutzung bedeutet, dass der Raum oder Arbeitsbereich zunächst entsprechend den Lüftungsvorgaben gelüftet wird, sodass sich als Ausgangspunkt für die Messung eine CO₂-Konzentration wie in der Außenluft ergibt. Anschließend werden Fenster und Türen geschlossen. Danach wird die Messung mit der üblichen Personenbelegung und Lüftungsroutine durchgeführt. Die Randbedingungen, z. B. die Häufigkeit und die Art der Fensteröffnungen (Kipp- oder Stoßlüftung), die Anzahl und Aktivität der anwesenden Personen und die Temperaturen (Innen- und Außenluft), sind zu dokumentieren.

Die Messung erfolgt in Atemhöhe der Beschäftigten, ca. 1 bis 1,5 m über dem Fußboden und in einem Abstand von mindestens 1 bis 2 m von den Wänden entfernt. Es ist darauf zu achten, dass das Messergebnis nicht durch die Atemluft der Person beeinflusst wird, die sich in der Nähe des Messgerätes aufhält. Dies gilt auch für die Person, die die Messung durchführt. In kleineren Räumen bis 50 m² reicht in der Regel eine Probenahmestelle aus. Als Referenzmessung kann eine Außenluftmessung durchgeführt werden.

Die Messergebnisse geben Aufschluss darüber, wie stark die CO₂-Konzentration im Raum mit der Zeit ansteigt, welche Konzentrationen dabei erreicht werden und ob die Lüftungsmaßnahmen dazu geeignet sind, die CO₂-Konzentration immer wieder ausreichend abzusenken.

TVOC-Konzentration:

Die TVOC-Konzentration ist die Summe aller in der Innenraumluft gemessenen flüchtigen organischen Verbindungen. Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) empfiehlt, die TVOC-Konzentration als ersten wichtigen Untersuchungsparameter (Screening) für eine stoffliche Belastung der Innenraumluft heranzuziehen [4].

Die Messung kann mit einem universellen Passivsammler (Diffusionssammler) durchgeführt werden. Die Messdauer beträgt in der Regel mehrere Tage. Daher wird diese Art der Messungen auch als Langzeitmessungen bezeichnet. Die Messung kann auch mit einem direkt anzeigenden Messgerät wie einem Flammenionisationsdetektor (FID) oder einem Photoionisationsdetektor (PID) mit einem entsprechend niedrigen, für Innenräume geeignetem Messbereich erfolgen.

Die TVOC-Konzentration kann für eine erste allgemeine Einschätzung herangezogen werden, um dann ggf. anschließend mit einer Einzelstoffbetrachtung und Quellsuche fortzufahren ([Abschnitt 6.1.3](#)). Es ist jedoch möglich, dass die Stoffkonzentrationen in der Innenraumluft so gering sind, dass sie messtechnisch nicht erfasst werden können, aber dennoch zu Beschwerden oder Gruhsbelastigungen führen. In diesem Fall sollte von einer Einzelstoffbetrachtung abgesehen werden. Statt dessen sollten alternative Schritte zur Ursachenfindung und Ableitung von Maßnahmen in Betracht gezogen werden ([Kapitel 3 Psychische Belastung](#), [Kapitel 5.3 Raumklima](#), [Kapitel 5.4 Raumlüftung](#), [Kapitel 6.2 Gerüche](#)).

Bei der Kommunikation mit den betroffenen Beschäftigten vor Ort kann es hilfreich sein, zum Vergleich eine TVOC-Messung bei einer Person durchzuführen, die

Parfüm trägt oder eine Mandarine schält. Insbesondere wenn die gemessene TVOC-Konzentration sehr niedrig ist und die Betroffenen Befürchtungen über mögliche Gefährdungen durch Stoffe in der Innenraumluft entwickelt haben, hilft dieser Vergleich bei der Einordnung der TVOC-Konzentration und unterstützt die Kommunikation zwischen Fachleuten und Betroffenen. Auf diese Weise kann eine orientierende Messung der TVOC-Konzentration zur Versachlichung einer emotional geführten Diskussion über mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch chemische Verunreinigungen in der Innenraumluft beitragen.

Die TVOC-Konzentration wird auch im Rahmen einer Innenraumluftmessung auf Basis der Einzelstoffbetrachtungen bestimmt. Die Mess- und Berechnungsmethodik für die TVOC-Konzentration sowie die Definition des Substanzbereiches für VOC sind nicht einheitlich festgelegt [4].

Innenraumluftmessungen

Eine detaillierte Vorermittlung ist für die Festlegung der Mess- und Probenahmestrategie und die Durchführung einer Innenraumluftmessung unerlässlich. Auf Basis der Informationen zu möglichen Quellen, Stoffen, Substanzklassen und der Emissionscharakteristik können dann Ort, Dauer, Häufigkeit und Anzahl der Messungen festgelegt werden.

Die Untersuchung von einzelnen Stoffen in der Innenraumluft erfolgt üblicherweise mit aktiven Probenahmeverfahren. Dabei wird mithilfe einer Pumpe ein definiertes Luftvolumen durch ein anreicherndes Medium wie Aktivkohle gesaugt. Die analytische Bestimmung der angereicherten Stoffe erfolgt im Labor, z. B. mit gaschromatographischen Verfahren.

Da für die Probenahme vor Ort und die anschließende Analyse im Labor ein entsprechender apparativer Aufwand und Fachpersonal erforderlich sind, sind Innenraumluftmessungen sehr zeitaufwändig und kostenintensiv, insbesondere wenn mehrere Räume betroffen sind.

Grundsätzlich werden zwei Messstrategien unterschieden [5]:

1. Messungen unter Nutzungsbedingungen:

Das heißt unter Berücksichtigung der Lüftungsempfehlungen nach ASR A3.6 Lüftung [3] wird der Raum intensiv gelüftet, anschließend werden Fenster und Türen geschlossen, die Messung erfolgt nach einer Stunde. Bei einer Messdauer von weniger als einer Stunde bleibt der Raum weiterhin geschlossen, bei einer Messdauer von mehr als einer Stunde wird der Raum gemäß der Empfehlungen der ASR A3.6

Lüftung [3] gelüftet. Die Messung der VOC und Aldehyde erfolgt bei üblicher Nutzung, d. h. in Anwesenheit der Raumnutzenden. Die Ergebnisse dienen zum Vergleich mit Richt- und Leitwerten (gesundheitliche Bewertung), zum Vergleich mit Geruchsleitwerten – wenn Beschwerden über eine Geruchsbelästigung vorliegen – und zum Vergleich mit dem TVOC-Wert (Abschnitt 6.1.3). Ziel ist die Erfassung der tatsächlichen Exposition der Raumnutzenden, wenn diese auch eine Quelle sein können. Bei der Untersuchung von Räumen mit einer Raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) ist diese vor der Probenahme mindestens drei Stunden lang unter den für den Raum üblichen Bedingungen zu betreiben.

2. Messungen unter Ausgleichsbedingungen:

Das bedeutet, nach der letzten intensiven Lüftung werden Fenster und Türen geschlossen und bleiben mindestens acht Stunden (oder über Nacht) verschlossen. Die Messung der VOC und Aldehyde erfolgt im ungelüfteten Raum. Die Ergebnisse sind geeignet zum Vergleich mit Referenzwerten. Ziel ist die Stoffidentifizierung und Quellenermittlung. Zusätzliche Messungen in vergleichbaren Räumen ohne Beschwerden oder in der Außenluft können bei der Identifizierung von Stoffen und der Ermittlung von Quellen hilfreich sein.

6.1.3 Beurteilung

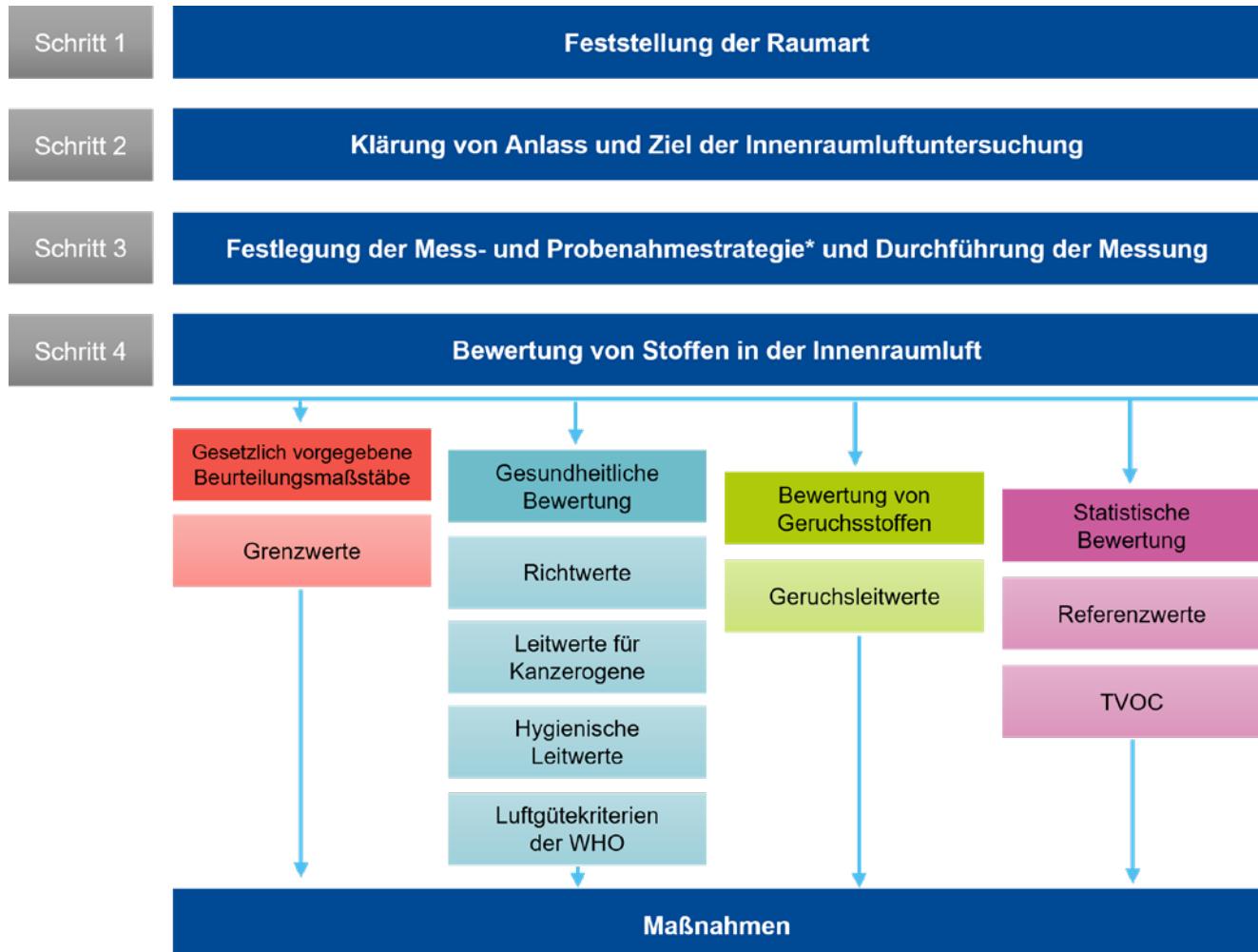
Die Beurteilung der Exposition an Innenraumarbeitsplätzen erfolgt anhand von Grenz-, Richt- und Leitwerten sowie Referenzwerten nach dem in Abbildung 6.1.1 beschriebenen Ablaufschema des AIR-Leitfadens [4]. Die Folgen einer Unter- oder Überschreitung dieser Beurteilungswerte und die sich daraus ergebenden Maßnahmen werden in Abschnitt 6.1.4 näher erläutert.

Die verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe nach Gefahrstoffverordnung, z. B. Arbeitsplatzgrenzwerte, gelten nicht für Innenraumarbeitsplätze, da in diesen Räumen keine Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden ([Kapitel 1 Einleitung](#)).

Bei der Kommunikation der Beurteilungswerte sollte auf die Unterschiede im Hinblick auf ihre rechtliche Verbindlichkeit und ihre gesundheitliche Bedeutung hingewiesen werden. Bei der Interpretation der Beurteilungswerte sind immer die entsprechenden Mess- und Probenahmebedingungen (z. B. Ausgleichs- oder Nutzungsbedingungen, mit oder ohne anwesende Personen, raumklimatische Bedingungen) zu berücksichtigen.

Abbildung 6.1.1:

Ablaufschema zur Bewertung von Stoffen in der Innenraumluft (Quelle: [4])



*Je nach Anlass und Ziel der Messung sind die unterschiedlichen Probenahmestrategien zu beachten.

Gesetzlich vorgegebene Beurteilungswerte:

Bislang gibt es nur für Tetrachlorethen nach der 2. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmSchV) [6] einen gesetzlich festgelegten Grenzwert für Innenräume. Weitere Vorgaben, z. B. bezüglich der Sanierung von Bestandsgebäuden, werden über die Sanierungsrichtlinien (bzgl. Asbest, polychlorierte Biphenyle (PCB), Pentachlorphenol (PCP)) mit bundeslandspezifischen Regelungen getroffen [4].

Gesundheitliche Bewertung:

Gesundheitsbezogene Richtwerte für die Innenraumluft werden vom AIR nach einheitlichen toxikologischen Kriterien abgeleitet. Sie dienen der allgemeinen Beurteilung von Innenräumen mit dem Fokus auf Wohnräume. Dementsprechend wurden sie als Langzeitwerte (24 Stunden pro Tag, 7 Tage pro Woche) abgeleitet, die auch für

Neugeborene, Kinder, Alte und Kranke gelten. An einem Innenraumarbeitsplatz ist die Aufenthaltsdauer in der Regel kürzer (8 Stunden pro Tag, 5 Tage pro Woche).

Der AIR definiert einen vorsorgeorientierten Richtwert (RW I) und einen gefahrenbezogenen Richtwert II (Abbildung 6.1.2).

Für die gesundheitliche Bewertung von krebserzeugenden Stoffen in der Innenraumluft werden vom AIR risikobezogene Leitwerte abgeleitet [7]. Dazu werden Messdaten über das übliche Vorkommen eines Stoffes in der normalen Innenraumluft als Referenzwert (Hintergrundbelastung) und Informationen über die Exposition-Risiko-Beziehung für diesen Stoff benötigt. Die Konzentration des krebserzeugenden Stoffes, die bei lebenslanger Exposition mit einem theoretischen Krebsrisiko von 1 : 1 000 000 verbunden ist, wird mit dem Referenzwert für

Abbildung 6.1.2:

Beurteilung von Richtwertüberschreitungen (Quelle: [4])

Richtwert	Gesundheitliche Einschätzung	Handlungsbedarf
Richtwert II erreicht oder überschritten	Gesundheitliche Gefährdung möglich (vor allem empfindliche Personen einschließlich Kinder, insbesondere bei Daueraufenthalt in den Räumen)	Unverzüglicher Handlungsbedarf (Einleitung von Maßnahmen zur Expositionsminderung)
Richtwert II unterschritten aber Richtwert I überschritten	keine unmittelbare gesundheitliche Gefährdung zu erwarten, aber eine über das übliche Maß hinausgehende unerwünschte Belastung	aus Gründen der Vorsorge sind Maßnahmen zur Expositionsminderung angeraten, Richtwert I als Zielwert sollte unterschritten werden
Richtwert I erreicht oder unterschritten	keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten (nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition von empfindlichen Personen)	kein Handlungsbedarf

diesen Stoff verglichen. Liegt die Konzentration über dem Referenzwert, wird diese als risikobezogener Leitwert verwendet. Liegt sie unter dem Referenzwert, wird der Referenzwert als vorläufiger Leitwert verwendet.

Hygienische Leitwerte werden vom AIR festgelegt, wenn praktische Erfahrungen wiederholt gezeigt haben, dass mit steigender Konzentration dieses Stoffes in der Innenraumluft die Wahrscheinlichkeit für gesundheitliche Beschwerden (z. B. Kopfschmerzen) zunimmt, der Kenntnisstand aber nicht ausreicht, um toxikologisch begründete Richtwerte abzuleiten. Zurzeit gibt es Leitwerte für CO_2 (Kapitel 5.4 Raumlüftung), Kohlenmonoxid (CO) und Feinstaub (Particulate Matter, $\text{PM}_{2,5}$). Hygienische Leitwerte können für eine erste allgemeine Einschätzung der Situation herangezogen werden, um dann ggf. anschließend mit einer Einzelstoffbetrachtung und Quellensuche fortzufahren.

Bereits 2010 hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) gesundheitsbezogene Leitlinien für die wichtigsten gesundheitsschädigenden Stoffe in der Innenraumluft abgeleitet und in ihren Luftgüteleitlinien (air quality guidelines, AQG) für Innenraumluftqualität in Europa veröffentlicht [8]. Neben diesen speziell für den Innenraum geltenden Leitlinien hat die WHO 2021 weitere Leitlinien veröffentlicht, die sowohl für die Innenraumluft als auch für die Außenluft gelten [9]. Diese Leitlinien stellen keine rechtlich verbindlichen Normen dar, sondern sollen die WHO-Mitgliedstaaten bei der Erarbeitung von Rechtsvorschriften und Handlungskonzepten unterstützen.

Statistische Bewertung:

Referenzwerte werden aus einer Häufigkeitsverteilung von Messdaten ermittelt und sind somit statistisch definierte Werte. Sie geben einen Hinweis auf das übliche (normale) Vorkommen dieser Einzelsubstanz in Innenräumen. Referenzwerte erlauben keine Bewertung des gesundheitlichen Risikos. Sie sind jedoch hilfreich, wenn andere Beurteilungswerte fehlen. Eine deutliche Überschreitung kann ein Hinweis darauf sein, dass im Sinne einer hygienischen Bewertung eine „über das normale Maß hinausgehende“ Belastung vorliegt. Diese Information kann bei der Quellensuche oder bei der Aufklärung möglicher Ursachen von Beschwerden genutzt werden.

Referenzwerte beschreiben den Ist-Zustand zum Zeitpunkt der Datenerhebung. Die Gestaltung von Arbeitsplätzen unterliegt jedoch einem ständigen Wandel, Materialien und Ausstattung ändern sich. Die Qualität von Referenzwerten ist daher immer abhängig von der Aktualität der Datengrundlage und der Vergleichbarkeit mit den damals vorliegenden Rahmenbedingungen. Zu den Rahmenbedingungen gehören insbesondere die Art der Probenahmestrategie (passiv/aktiv, Nutzungs- oder Ausgleichsbedingungen), die raumklimatischen Bedingungen, der Gebäudetyp, die Nutzungsart sowie der Zeitraum der Datenerhebung und die Regionalität.

In Abhängigkeit von der Gebäudenutzung können Referenzwerte aus verschiedenen Veröffentlichungen herangezogen werden, z. B. aus Innenraumluftuntersuchungen in Schulen und Kindergärten [10], in Kindergärten [11], in

Containerbauten für Schulen und Kindergärten [12], in Schulen [13 bis 15] und an Innenraumarbeitsplätzen [16]. Darüber hinaus verwenden und/oder veröffentlichen Messinstitute und -vereinigungen statistische Werte aus eigenen Daten, die überwiegend anlassbezogen unter Ausgleichsbedingungen in privaten Wohnungen gewonnen wurden und teilweise abweichende Bezeichnungen und statistische Kennwerte haben [17].

TVOC-Konzentration:

Eine gesundheitliche Bewertung allein auf Basis der TVOC-Konzentration ist aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der in der Innenraumluft vorkommenden Stoffe und Stoffgemische sowie ihrer unterschiedlichen Wirkungscharakteristika nicht möglich.

Das frühere Stufenkonzept des Umweltbundesamtes für eine hygienische Bewertung anhand von TVOC-Konzentrationsbereichen (mg/m^3) wurde zurückgezogen und durch einen Referenzwert in Höhe von $0,95 \text{ mg}/\text{m}^3$ ersetzt.

Praktische Erfahrungen haben gezeigt, dass mit steigender TVOC-Konzentration die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung der Beurteilungswerte des AIR zunimmt. Daher ist die TVOC-Konzentration ein erster wichtiger Indikator zur Einordnung der Belastungssituation (Abschnitt 6.1.2).

Aus Gründen der Vorsorge sollten auffällig hohe TVOC-Konzentrationen oberhalb von $0,95 \text{ mg}/\text{m}^3$ vermieden werden. Ist der TVOC-Wert kleiner oder gleich $0,27 \text{ mg}/\text{m}^3$, bedeutet dies, dass die gemessene TVOC-Konzentration nicht höher als in 50 % der deutschen Aufenthaltsräume ist. Dennoch können auch in diesem Bereich (50. Perzentil) Richtwertüberschreitungen von Einzelstoffen vorliegen.

6.1.4 Maßnahmen

Generell gilt, dass bei Überschreitung von Grenz-, Richt- oder Leitwerten Maßnahmen nach dem AIR-Leitfaden [4] zu ergreifen sind. Die Wirksamkeit der Maßnahmen sollte mit einer für die Beschäftigten wahrnehmbaren Verbesserung der Luftqualität einhergehen, die Beschwerderate sollte sinken. Bei der Auswahl und Priorisierung von Maßnahmen und ggf. auch bei der Kommunikation mit den Beschäftigten sollte beachtet werden, dass es sich bei den Beurteilungswerten des AIR im Gegensatz zu den auf acht Stunden bezogenen Arbeitsplatzgrenzwerten um Langzeitwerte handelt (Abschnitt 6.1.2).

Liegen Beschwerden über eine schlechte Luftqualität vor oder hat die orientierende Messung der CO_2 -Konzentration oder der TVOC-Konzentration erhöhte Werte ergeben, sollten zur Sicherstellung einer gesundheitlich

zuträglichen Atemluft und aus Gründen der Vorsorge Maßnahmen ergriffen werden, die (langfristig) zu einer Unterschreitung der Werte führen. Zu den ersten Maßnahmen gehören:

- Verstärktes Lüften über Fenster oder raumlufttechnische Anlagen, ggf. in Kombination mit der Aufheizung des Raumes oder des Arbeitsbereiches; ggf. das Verhalten der Raumnutzenden berücksichtigen, um mit dem Lüften Expositionsergebnisse bestmöglich auszugleichen; Dokumentation der Änderung der Lüftungsroutine in einem Lüftungsplan (Kapitel 5.4 Raumlüftung),
- Kontrolle der Reinigungsvorgänge und -mittel sowie die Überprüfung und ggf. Optimierung der Reinigungsroutine,
- Überprüfung und ggf. Anpassung der raumklimatischen Bedingungen (Kapitel 5.3 Raumklima),
- gezielte Quellensuche.

Wurden diese ersten Maßnahmen konsequent umgesetzt, sollte nach einer gewissen Zeit der Erfolg der Maßnahmen überprüft werden. Ist eine Verbesserung der Luftqualität für die Beschäftigten spürbar oder sind die Beschwerden zurückgegangen, können diese ersten Maßnahmen als erfolgreich angesehen werden. Reichen die Lüftungsmaßnahmen nicht aus, so sind weitergehende organisatorische oder lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich. So kann beispielsweise die tägliche Nutzungsdauer eingeschränkt oder die Art der Nutzung verändert werden (z. B. Büro wird zum Besprechungsraum). Möglicherweise müssen Einrichtungsgegenstände reduziert oder ausgetauscht werden.

Gesundheitliche Bewertung:

Bei Erreichen oder Überschreiten eines RW I sollten zunächst die oben genannten ersten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität ergriffen werden. Hat sich die Luftqualität nicht verbessert und wird bei einer Kontrollmessung nach einer gewissen Zeit (in der Regel nach einem Monat) der RW I immer noch überschritten, sind in einem zweiten Schritt auch weitergehende, ggf. auch bauliche Maßnahmen zu empfehlen.

Weitergehende bauliche Maßnahmen sind die Beseitigung der Quelle, wobei bei Fußböden oder Wänden unter Umständen auch die darunter liegenden Schichten entfernt werden müssen (z. B. Teppich, Kleber, Ausgleichsmasse). Wenn die Quelle zwar identifiziert, aber nicht kurzfristig entfernt werden kann, sind je nach örtlichen Gegebenheiten vorläufige oder alternative Maßnahmen wie Versiegelung, Abschottung oder Anstriche mögliche Optionen. Da solche baulichen Maßnahmen in der Regel

zeit- und kostenintensiv sind, sollten die Quelle eindeutig beschrieben und die baulichen Maßnahmen nachvollziehbar dokumentiert werden. Der Erfolg dieser weiteren Maßnahmen sollte vier Wochen nach Abschluss überprüft werden. Hat sich die Luftqualität nicht verbessert, sollten die Maßnahmen überprüft werden. Durch eine Kontrollmessung kann festgestellt werden, ob eine Verringerung der Konzentration kritischer Einzelstoffe analytisch nachweisbar ist.

Bei Erreichen oder Überschreiten eines RW II ist der Handlungsbedarf als unverzüglicher Prüfbedarf zu verstehen, d. h. das Ergebnis der Innenraumluftmessung ist umgehend durch Kontrollmessungen unter üblichen Nutzungsbedingungen zu bestätigen und es müssen unverzüglich Maßnahmen zur Expositionsminderung eingeleitet werden. Außerdem sollten:

- die Quelle der Belastung identifiziert und sofort beseitigt werden. Wenn die Quelle nicht kurzfristig entfernt werden kann, sollte zumindest die Exposition kurzfristig deutlich reduziert werden, z. B. durch Maßnahmen wie Versiegelung, Abschottung oder Anstriche.
- Empfehlungen zur Raumnutzung ausgesprochen werden, d. h. eine Einschränkung oder ein Verbot der Raumnutzung, wenn die Exposition nicht kurzfristig deutlich reduziert werden kann.
- ggf. weitere bauliche Maßnahmen ergriffen werden.

Im Hinblick auf das gesundheitliche Risiko durch krebs erzeugende Stoffe müssen bei Überschreitung eines risikobezogenen Leitwertes Maßnahmen zur Expositionsminderung ergriffen werden. Die Überschreitung eines vorläufigen Leitwertes weist aus Sicht des Gesundheitsschutzes auf die generelle Notwendigkeit von Minimierungsstrategien hin. Gezielte Ansatzpunkte für Maßnahmen werden in den jeweiligen Begründungspapieren gegeben.

Hygienische Leitwerte stellen keine zwingend einzuhal tenden Werte dar, bei deren Überschreitung unverzüglich gehandelt werden muss. Aus Gründen der Vorsorge sollten jedoch Maßnahmen analog zu den Maßnahmen bei Überschreitung eines RW I ergriffen werden mit dem Ziel, die Konzentration von beispielsweise CO₂, CO und Feinstaub in der Innenraumluft unter den Leitwert abzusenken.

Statistische Bewertung:

Wird ein Referenzwert (z. B. TVOC-Wert) überschritten, ist zu prüfen, welche Ursache dafür verantwortlich sein könnte. Dabei kann ein Vergleich mit unbelasteten Räumen oder mit der Außenluft hilfreich sein. Anhand der

vorliegenden Informationen ist zu prüfen, ob mit einer dauerhaften Überschreitung zu rechnen ist oder ob eine Verringerung der Konzentration erwartet wird. Ist mit einer dauerhaften Überschreitung zu rechnen, sollte eine weitergehende fachliche Beratung, z. B. durch die zuständige Behörde oder den Unfallversicherungsträger, in Anspruch genommen werden. Letztendlich gilt: Eine Überschreitung von Referenzwerten ist nur ein Hinweis darauf, dass etwas anders ist als „normal“. Eine gesundheitliche Bewertung kann nur auf der Grundlage einer Innenraummessung unter Nutzungsbedingungen und der Anwendung der Beurteilungswerte des AIR erfolgen.

Präventive Maßnahmen:

Um bereits bei der Errichtung eines Gebäudes und bei der Ausstattung erhöhte Belastungen der Innenraumluft durch VOC oder Aldehyde zu vermeiden, hat der [Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten \(AgBB\)](#) Prüfkriterien erarbeitet und ein Bewertungsschema entwickelt. Das Bewertungsschema setzt einheitliche und nachvollziehbare gesundheitsbezogene Qualitätsmaßstäbe für die Herstellung von Bauprodukten fest und unterstützt so die Entwicklung besonders emissionsarmer Produkte. Seit 2018 können auch Gerüche bei der Prüfung berücksichtigt werden ([Kapitel 6.2 Gerüche](#)).

Allerdings können sich bei der Verwendung von neuartigen Anstrich- und Klebstoffsystmen, die als lösemittelarm, lösemittelfrei oder „auf Wasserbasis“ gekennzeichnet sind, ebenfalls Probleme ergeben. Diese Produkte enthalten eine neue Generation von Lösemitteln wie Glykole und Glykolether, die aufgrund ihres Siedepunktes von > 200 °C nicht mehr als solche deklariert werden müssen und daher auch in lösemittelfreien Produkten mit Gehalten bis zu 10 % enthalten sein dürfen. Darüber hinaus enthalten diese Produkte eine Vielzahl weiterer Stoffe wie Weichmacher, Konservierungsstoffe oder Altersschutzmittel, die während der Verarbeitung empfindlich auf die Umgebungsbedingungen reagieren. So kann z. B. ein feuchter Untergrund oder die Raumtemperatur das Abbinden und Aushärten der Produkte verzögern oder sogar ganz verhindern. Dadurch kann es zu einer langanhaltenden Freisetzung von Stoffen kommen, die zu gesundheitlichen Beschwerden oder Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen können.

Bei der Verwendung dieser emissionsarmen Produkte ist daher auf eine fachgerechte, produktsspezifische Verarbeitung und eine anschließende gute Beheizung und Belüftung der Räume und Arbeitsbereiche zu achten. Die später für die Oberflächenbehandlung eingesetzten Reinigungs- und Pflegemittel müssen ggf. angepasst werden.

Um die Unternehmen der Bauwirtschaft bei der Umsetzung der vielfältigen Vorschriften zu unterstützen, wurde das Gefahrstoff-Informationssystem GISBAU aufgebaut. In Zusammenarbeit mit Herstellern für unterschiedliche Produktgruppen (z. B. Farben und Lacke, Kleb- und Dichtstoffe, Epoxidharze, Reinigungsmittel) wurde das Codierungssystem GISCODE entwickelt, das eine hersteller- und vertriebsunabhängige Auswahl emissionsarmer Produkte ermöglicht. Der GISCODE wird in Preislisten, Sicherheitsdatenblättern, Technischen Merkblättern und auf Gebinden angegeben.

6.1.5 Literatur

- [1] Wang, N.; Ernle, L.; Bekö, G.; Wargocki, P.; Williams, J.: Emission rates of volatile organic compounds from humans. *Environ. Sci. Technol* 56 (2022) Nr. 8, S. 838-4848. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c08764>
- [2] Umweltbundesamt (UBA): Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Luft von Innenraumarbeitsplätzen (ohne Tätigkeit mit Gefahrstoffen). *Bundesgesundheitsblatt* 57 (2014), S. 1002-1018. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-2004-6>
- [3] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung (ASR A3.6). Ausg. 1/2012. GMBL. (2010), S. 92, zul. geänd. GMBL. (2018), S. 474. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [4] Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR): Bewertung von chemischen Innenraumluftverunreinigungen auf der Grundlage von Messergebnissen. *Bundesgesundheitsblatt* 68 (2025), S. 190-200. <https://doi.org/10.1007/s00103-024-03999-y>
- [5] Breuer, D.; Sagunski, H.; Ball, M.; Hebisch, R.; von Hahn, N.; Lahrz, T. et al.: Empfehlungen zur Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Luft von Innenraumarbeitsplätzen. *Gefahrstoffe – Reinh. Luft* 74 (2014) Nr. 9, 354-360. https://www.deutsche-gesetzliche-unfallversicherung.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2014_135.pdf
- [6] Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen - 2. BImSchV) vom 10. Dezember 1990. BGBl. I (1990); geänd. BGBl. I (2020), S. 1328. https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_2_1990/BJNR026940990.htm
- [7] Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR): Gesundheitliche Bewertung krebserzeugender Verunreinigungen der Innenraumluft – erste Ergänzung zum Basisschema. Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte. *Bundesgesundheitsbl* 58 (2015) Nr. 7, S. 769-773. <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2175-9>
- [8] WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. 2010. Hrsg.: World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe, Kopenhagen. <https://www.who.int/europe/publications/item/9789289002134>
- [9] WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM 2.5 and PM 10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. Hrsg.: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- [10] Ostendorp, G.; Riemer, D.; Harmel, K.; Heinzel, B.: Aktuelle Hintergrundwerte zur VOC-Belastung in Schulen und Kindergärten in Schleswig-Holstein. *Umweltmed. Forsch. Prax.* 14 (2009) Nr. 3, S. 135-152. <https://www.ecomed-umweltmedizin.de>
- [11] Fromme, H.; Lahrz, T.; Burghardt, R.; Fembacher, L.; Kraft, M.; Sievering, S. et al.: Luftqualität in Kindertagesstätten – Belastung mit Kohlendioxid (CO₂), flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Feinstäuben – LUPE 3. Gefahrstoffe – Reinh. Luft 76 (2016) Nr. 3, S. 55-61.
- [12] Raumluftuntersuchungen in öffentlichen Gebäuden in Schleswig-Holstein. Teil 2: Luftqualität in Containerbauten für Schulen und Kindergärten in Schleswig-Holstein. (2011). Hrsg.: Ministerium für Soziales, Arbeit und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein. https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/G/gesundheitsschutz_umweltbezogen/Luft/Downloads/studie_Raumluft_2_2011.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- [13] Fromme, H.; Heitmann, D.; Dietrich, S.; Schierl, R.; Körner, W.; Kiranoglu, M. et al.: Raumluftqualität in Schulen - Belastung von Klassenräumen mit Kohlendioxid (CO₂), flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), Aldehyden, Endotoxinen und Katzenallergenen. *Gesundheitswesen* 70 (2008) Nr. 2, S. 88-97. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1046775>
- [14] Fromme, H.; Sysoltseva, M.; Schieweck, A.; Röhl, C.; Gerull, F.; Burghardt, R. et al.: Very volatile and volatile organic compounds (VVOCs/VOCs) and endotoxins in the indoor air of German schools and apartments (LUPE 10). Preprint 2024. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4970699>

- [15] Neumann, H.D., Buxtrup, M.; Benitez, S.; Hahn, J.-U.: VOC- und Aldehydkonzentrationen in beschwerdefreien Klassenräumen unter unterschiedlichen Nutzungs- und Lüftungsbedingungen. Gefahrstoffe – Reinh. Luft 74 (2014) Nr. 3, S. 85-94. https://www.unfallkasse-nrw.de/fileadmin/server/download/PDF_2014/VOC_und_Aldhydkonzentrationen.pdf
- [16] von Hahn, N.; Van Gelder, R.; von Mehring, Y.; Breuer, D.; Peters, S.: Ableitung aktueller Innenraumarbeitsplatz-Referenzwerte. Gefahrstoffe – Reinh. Luft. 78 (2018) Nr. 3, S. 63-71. https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2018_003.pdf
- [17] AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft. 2013. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e. V. <https://www.agoef.de/orientierungswerte/agoef-voc-orientierungswerte.html>

6.2 Gerüche

6.2.1 Einführung

Beim Einsatz des [IAQ-Fragebogens](#) (Kapitel 2 Erste Schritte) zur systematischen Erfassung der Beschwerdesituation können sich Hinweise auf Probleme mit Gerüchen ergeben. Beschwerden über störende Gerüche am Arbeitsplatz sind ernst zu nehmen, denn sie können auf Probleme mit der Luftqualität oder auf andere ungünstige Arbeitsplatzbedingungen hinweisen. Oft werden Gerüche als ein Anzeichen für Stoffe in der Innenraumluft interpretiert und sind dann mit der Sorge über mögliche gesundheitliche Folgen verbunden. Eine unmittelbar krankmachende Wirkung durch das Riechen, also den Sinnesvorgang selbst, konnte jedoch bislang nicht nachgewiesen werden [1].

Gerüche werden mit Erinnerungen verknüpft und können ein Gefühl von Wohlbefinden oder Unwohlsein auslösen, ohne dass dabei die Verbindung zu früheren Ereignissen bewusst ist. Ob ein Geruch als unangenehm und belästigend wahrgenommen wird, hängt nicht nur von der Stoffkonzentration, der Geruchsqualität oder den individuellen Erfahrungen und Erinnerungen ab, sondern auch von der Dauer und Häufigkeit der Geruchswahrnehmung, der individuellen Geruchsempfindlichkeit und zahlreichen weiteren Faktoren.

Der Geruchssinn funktioniert wie ein Objekterkennungssystem, das sehr stark von Lern- und Assoziationsprozessen beeinflusst wird. Dabei spielen Informationen über den Geruch eine besondere Rolle. So wird der Geruch von Isovaleriansäure beispielsweise als unangenehmer

Schweißgeruch oder als wohlschmeckender Käsegeruch interpretiert, je nachdem ob er zusammen mit der Information „müffelnde Socken“ oder „edler Käse“ präsentiert wird.

Wird der Geruch als ungefährlich eingestuft, gewöhnt man sich schnell und nimmt ihn nach relativ kurzer Zeit nicht mehr wahr. Wenn der Geruch jedoch mit Sorgen über ein mögliches Gesundheitsrisiko verbunden ist, kann er zum Stressfaktor werden und die Gewöhnung bleibt aus. Stattdessen findet ein Prozess der Sensitivierung statt. Dieser Prozess geht mit einer Steigerung der Geruchsempfindlichkeit einher, d. h. die Wahrnehmungsschwelle für den Geruch sinkt, sodass eine geringere Konzentration ausreicht, um den Geruch zu erkennen.

Gleichzeitig verändert sich die Aufmerksamkeit für den Geruch, d. h. man achtet viel stärker auf den Geruch als vorher. Außerdem führt die Erwartung negativer Auswirkungen auf die Gesundheit zu einer genaueren Überwachung der eigenen Körpersignale. Die Folge ist, dass körperliche Symptome wie leichte Kopfschmerzen, die man in einer anderen Situation vielleicht gar nicht bemerkt hätte, im Sinne der Erwartung interpretiert werden. Die Symptome werden in diesem Fall aber nicht von dem Geruch verursacht, sondern dem Geruch und der damit einhergehenden vermuteten Stoffbelastung in der Innenraumluft als Ursache zugeschrieben.

Die Geruchsbelästigung ist definiert als eine negative Bewertung einer fremdbestimmten, durch unerwünschte Geruchsempfindungen geprägten Situation, die von einem Gefühl der Verärgerung über eine Behinderung erwünschter Aktivitäten (z. B. den Raum nicht nutzen können) begleitet wird. Die Nennung gesundheitlicher Beschwerden, wie Kopfschmerzen, Konzentrationsprobleme oder Schleimhautreizungen an Augen und Nase, ist eine Möglichkeit, um die Geruchsbelästigung auszudrücken [2].

Am Arbeitsplatz soll laut Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) eine unangemessene Belästigung wie durch ekelregegenden Geruch vermieden werden [3]. Das bedeutet, dass Gerüche durchaus wahrnehmbar und bis zu einem gewissen Grad auch belästigend sein dürfen. Im Rahmen der Entwicklung des Geruchsleitwertkonzeptes [4] wurde der Begriff „unangemessene“ Geruchsbelästigung näher definiert (Abschnitt 6.2.3).

Bei der „Duftstoffallergie“ handelt es sich um eine sogenannte Kontaktallergie. Dabei kommen duftende chemische Stoffe, die z. B. in Kosmetikprodukten, Wasch- und Reinigungsmitteln oder in Raumdüften enthalten sind, mit der Haut in Berührung und diese reagiert z. B. mit

einem juckenden Hautausschlag (Kontaktekzem) – ähnlich wie bei Nickel in Schmuck. Die Kontaktallergie tritt nicht unmittelbar nach dem Hautkontakt mit dem auslösenden Stoff auf, sondern meist erst mehrere Stunden oder Tage später. Deshalb wird diese Form der Allergie auch als Spättypallergie oder Typ-IV-Allergie bezeichnet ([Kapitel 8 Allergene](#)). Manche Stoffe können auch als Aerosol, d. h. als Dampf, Rauch oder Nebel auftreten und über die Luft mit der Haut in Kontakt treten. Eine Allergie aufgrund von Stoffen aus Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen ist aber sehr selten.

Unangenehm riechende Stoffe aus Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen können zu Reizwirkungen an den Augen, der Nase oder den oberen Atemwegen führen. Bei empfindlichen Personen können sie zu Atemwegsbeschwerden führen und ein bestehendes allergisches Asthma verschlechtern ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)). Da die Beschwerden ohne Beteiligung des Immunsystems auftreten, spricht man sinnvollerweise eher von einer Duftstoffunverträglichkeit. Betroffene stehen vor großen Herausforderungen, da sie Düfte im Alltag kaum meiden können. Gemäß ASR A3.6 Lüftung [5] muss an Innenraumarbeitsplätzen eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein. Um dies zu gewährleisten, wird von der Verwendung von Duftstoffen zur Raumbeduftung an Innenraumarbeitsplätzen abgeraten.

6.2.2 Ermittlung

Gerüche zu beschreiben oder zu benennen, fällt vielen Menschen schwer. Eine möglichst genaue Beschreibung des Geruchs, der zu den Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führt, kann sowohl bei der Planung einer Innenraumluftmessung als auch bei der Identifizierung möglicher Geruchsquellen hilfreich sein. Das sogenannte „Geruchsrat“ hilft dabei, dass alle Beteiligten – betroffene Beschäftigte, Vorgesetzte, Fachkraft für Arbeitssicherheit etc. – eine gemeinsame Sprache sprechen. So kann beispielsweise von einer eher allgemeinen Kategorie wie „chemisch“ zu einer spezifischeren Kategorie wie „Reinigungsmittel, medizinisch“ gewechselt werden. Es ermöglicht auch die Zuordnung einer Geruchsqualität wie

„Reinigungsmittel, medizinisch“ zu einer chemischen Substanz wie Propanol [6]. Geruchsräder für typische Innenraumgerüche wurden im Rahmen eines vom Umweltbundesamt geförderten Forschungsprojektes [7] und von der [Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute \(AGÖF\)](#) entwickelt.

Eine systematische Erfassung von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung kann mit dem [IAQ-Fragebogen](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) oder im persönlichen Gespräch unter Verwendung der beiden folgenden Skalen (Abbildung 6.2.1 und 6.2.2) erfolgen.

Liegen Ergebnisse einer Innenraummessung unter Nutzungsbedingungen und Beschwerden über eine Geruchsbelästigung vor, kann zusätzlich zur Bewertung der Einzelstoffe anhand von Richtwerten oder Leitwerten ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)) eine Bewertung anhand von Geruchsleitwerten erfolgen.

Problematisch wird es, wenn die Konzentration eines Geruchsstoffes so niedrig ist, dass sie messtechnisch nicht erfasst werden kann, aber dennoch deutlich wahrgenommen wird. Die Erfassung und Bewertung von Gerüchen nach dem Konzept der Geruchsleitwerte auf Basis von Innenraumluftmessungen stößt dann an seine Grenzen.

Abbildung 6.2.1:
Erfassung der Geruchsbelästigung mit dem Belästigungsthermometer (Quelle: K.Sucker, IFA)



Abbildung 6.2.2:
Erfassung der Zumutbarkeit der Geruchsbelästigung (Quelle: K. Sucker, IFA)

Wenn Sie sich durch Geruch an Ihrem Arbeitsplatz belästigt fühlen: Halten Sie die Belästigung durch den Geruch für zumutbar oder unzumutbar, wenn Sie an die letzten drei Monate denken?

zumutbar

unzumutbar

trifft nicht zu, ich fühle mich nicht belästigt

Die Überprüfung der Plausibilität von Beschwerden über eine Geruchsbelästigung kann auch mithilfe der sogenannten „sensorischen Geruchsprüfung mit Prüfpersonen“ erfolgen [8]. Die Geruchsbelastung in einem Raum wird anhand der Bewertung von Geruchsintensität, Geruchsqualität und Hedonik (angenehm-unangenehm Qualität) von ausgewählten und geschulten Prüfpersonen beschrieben. Außerdem wird die Akzeptanz des Geruchs im Hinblick auf den erwarteten Anteil an unzufriedenen Raumnutzenden bewertet.

6.2.3 Beurteilung

Wurden Beschwerden über eine Geruchsbelästigung erfasst, kann die Beschwerderate als erhöht angesehen werden, wenn mehr als 10 % der Befragten „sehr stark belästigt“ sind, d. h. einen Wert von 7 oder höher auf dem 11-stufigen Belästigungsthermometer (siehe Abbildung 6.2.1) angeben oder „unzumutbar belästigt“ sind (siehe Abbildung 6.2.2).

Das Konzept der Geruchsleitwerte (GLW) des AIR [4] fußt auf der Annahme, dass Beschwerden über eine Geruchsbelästigung dann geäußert werden, wenn die Geruchsbelästigung so stark ist, dass ein Eingreifen für erforderlich gehalten wird. Das Ziel des GLW-Konzeptes ist, Beschwerden über eine Geruchsbelästigung zu objektivieren, jedoch nicht, geruchsfreie Innenräume zu schaffen. Daher kommen GLW nur dann zur Anwendung, wenn Beschwerden über eine Geruchsbelästigung vorliegen. GLW werden auf Basis empirisch ermittelter, qualitätsgesicherter Geruchswahrnehmungsschwellen in Kombination mit der Intensitätsstufe 3 „deutlich wahrnehmbarer Geruch“ festgelegt.

Wird ein GLW erreicht oder überschritten, ist es plausibel, dass dieser Einzelstoff zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung – entweder allein oder in Kombination mit anderen Stoffen – führen kann. Mit einem abgestuften Maßnahmenkonzept soll die Geruchsbelästigung minimiert werden (Abschnitt 6.2.4). Treten im Rahmen der Überprüfung ebenfalls Richtwertüberschreitungen auf, so sind die Maßnahmen nach dem Richtwertkonzept natürlich vorrangig zu behandeln.

Beschwerden über eine Geruchsbelästigung können auch auftreten, obwohl kein GLW erreicht oder überschritten wurde. Bei der Anwendung des GLW-Konzeptes ist zu beachten, dass die Geruchswahrnehmung und Belästungsreaktion immer auch von der individuellen Empfindlichkeit und den persönlichen Erfahrungen und Erwartungen der betroffenen Person abhängen. So können beispielsweise chronische Erkrankungen wie Asthma

oder Migräne die Geruchswahrnehmung und Belästungsreaktion so verändern, dass Beschwerden über eine Geruchsbelästigung geäußert werden, ohne dass ein GLW überschritten wurde. Zudem liegen aktuell nur für eine begrenzte Anzahl an Einzelstoffen GLW vor.

Die Interpretation der Ergebnisse einer sensorischen Geruchsprüfung der Innenraumluft mit Prüfpersonen ist von der Zielsetzung der Untersuchung und der Nutzungsbestimmung des Innenraumarbeitsplatzes abhängig. Standardwerte zur Interpretation der Ergebnisse gibt es bislang nicht, da Daten zur Exposition-Wirkungs-Beziehung zwischen der Höhe der Geruchsbelastung und dem Ausmaß der Geruchsbelästigung fehlen. Daher sollte eine Gesamtbewertung vorgenommen werden, bei der sowohl die Bewertungen der Prüfpersonen als auch die Rückmeldungen der betroffenen Beschäftigten berücksichtigt werden.

Vom [Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten \(AgBB\) \(Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube\)](#) wurde zusätzlich zur Prüfung von Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen die Geruchsprüfung 2018 als neues, freiwilliges Kriterium eingeführt. Beim Umweltzeichen „[Blauer Engel](#)“ wurde eine verbindliche Geruchsprüfung gemäß der Norm DIN ISO 16000-28 [9] in die Vergabekriterien aufgenommen.

6.2.4 Maßnahmen

Das abgestufte Maßnahmenkonzept bei Beschwerden über eine Geruchsbelästigung orientiert sich an der Vorgehensweise bei Erreichen oder Überschreiten eines Richtwertes I (RW I) ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)), unabhängig davon, ob die Beschwerden mithilfe von Geruchsleitwerten oder mit einer sensorischen Geruchsprüfung mit Prüfpersonen objektiviert wurden.

Die Maßnahmen berücksichtigen den zeitlichen Abstand zu Veränderungen im Innenraum, wie Renovierungsarbeiten oder Neumöblierungen, die erfahrungsgemäß mit einer Überschreitung einzelner GLW verbunden sein und zu Beschwerden über eine Geruchsbelästigung führen können.

Erste Maßnahmen sind zum einen das verstärkte Lüften ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)) und die Überprüfung der raumklimatischen Bedingungen ([Kapitel 5.3 Raumklima](#)) und Reinigungs routinen ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)). Zum anderen sollte die Geruchsquelle gefunden und wenn möglich beseitigt werden [4]. Nach drei Monaten sollte der Erfolg dieser ersten Maßnahmen überprüft werden. Werden keine Beschwerden mehr über eine

Geruchsbelästigung geäußert, waren die Maßnahmen erfolgreich.

Wenn jedoch weiterhin Beschwerden über eine Geruchsbelästigung geäußert werden, sollten individuelle oder sogar bauliche Maßnahmen ergriffen werden [4]. Vier Monate nach Abschluss dieser Maßnahmen sollte der Erfolg überprüft werden. Werden keine Beschwerden mehr über eine Geruchsbelästigung geäußert, waren die Maßnahmen erfolgreich. Werden weiterhin Beschwerden über eine Geruchsbelästigung geäußert, so war die geruchliche Bewertung nach GLW-Konzept ohne Erfolg.

Optional kann eine erneute Innenraumluftmessung mit Bewertung anhand des GLW-Konzeptes erfolgen, um zu überprüfen, ob zumindest eine Verringerung der Konzentration der geruchlich auffälligen Einzelstoffe analytisch nachweisbar ist.

6.2.5 Literatur

- [1] Sucker, K.: Können Gerüche krank machen? Gefahrstoffe – Reinh. Luft 76 (2016) Nr. 10, S. 371-374.
- [2] VDI 3883 Blatt 1: Wirkung und Bewertung von Gerüchen. Erfassung der Geruchsbelästigung. Fragebogentechnik (9/2015). Beuth, Berlin 2015.
<https://www.dinmedia.de>
- [3] van Thriel, C.; Monsé, C.; Rettenmeier, A.W.; Sucker, K.; Werner, S.; MAK-Commission: Geruchsintensive Stoffe: Grundlagen, Bewertung und Markierung. MAK-Begründung. MAK Collect Occup Health Saf. 8 (2023) Nr. Doc010.
https://doi.org/10.34865/mb0geruchdgt8_1or
- [4] Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR): Bewertung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft – Weiterentwicklung des Geruchsleitwerte-Konzeptes des AIR. Bundesgesundheitsbl 66 (2023), S.452-459. <https://doi.org/10.1007/s00103-023-03682-8>
- [5] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung (ASR A3.6). Ausg. 1/2012. GMBL. (2010), S. 92, zul. geänd. GMBL. (2018), S. 474. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [6] Sucker, K.; Bünger, J.; Brüning, T.: Was stinkt denn da? „Geruchsräder“ und „Polaritätenprofile“ können Gerüche beschreiben. IPA-Journal 3 (2009), S. 26-28. <https://www.dguv.de/ipa/publik/ipa-journale/index.jsp>
- [7] Brosig, L. et al.: Entwicklung eines Geruchsrads für typische Innenraumgerüche. UBA Forschungsprojekt. Reihe Umwelt & Gesundheit (FKZ 3719 61 213 0). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen>
- [8] Sucker, K.; Peters, S.: Neue Entwicklungen zur Bewertung von Gerüchen in der Innenraumluft. Gefahrstoffe – Reinh. Luft 84 (2024) Nr. 3-4, S. 69-74. https://www.dguv-vorsorge.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/grdl_3_2024_sucker.pdf
- [9] DIN ISO 16000-28: Innenraumluftverreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfкамmer (11/2021). Beuth, Berlin 2021.
<https://www.dinmedia.de>

7.1 Einführung

Das Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden wie Augentränen, Nies- und Hustenreiz, Unwohlsein oder auch die Wahrnehmung von unangenehmen Gerüchen werden oft mit dem Vorhandensein von Schimmelpilzen oder Bakterien und deren Zellbestandteilen oder Stoffwechselprodukten in Verbindung gebracht. In diesem Zusammenhang wird eine mikrobiologische Belastung der Raumluft auf das Vorhandensein von Feuchteschäden im Gebäude oder auf den Betrieb einer Raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) zurückgeführt und eine Messung zur Aufklärung der Ursache gefordert.

Häufig können die erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsplatzsituation nach einer fachkundigen Begehung des Arbeitsplatzes und der Beseitigung der Ursachen auch ohne Messungen eingeleitet werden. Sollten dennoch Messungen erforderlich sein, muss eine an die Fragestellung angepasste Messplanung erfolgen ([Abschnitt 7.3](#)).

Die Übertragung von Infektionserregern von Mensch zu Mensch über die Innenraumluft oder über Kontaktflächen wird in diesem Kapitel nicht betrachtet. Die Wirkungen von mikrobiologischen Stoffwechselprodukten wie mikrobielle flüchtige organische Verbindungen (Microbial Volatile Organic Compounds, MVOC) und Mykotoxinen sowie von Zellwandbestandteilen wie Endotoxinen oder

Glucanen werden in diesem Kapitel ebenfalls nicht betrachtet, da ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen solcher Substanzen in der Innenraumluft und dem Auftreten gesundheitlicher Beschwerden bisher nicht gesichert nachgewiesen werden konnte. Darüber hinaus gibt es in der medizinischen Diagnostik keine Indikation für ein solches Monitoring [1].

Vorkommen

Biostoffe wie Schimmelpilze oder Bakterien kommen überall in der Umwelt vor. Sie kommen in den Umweltmedien Luft, Wasser und Erde vor, besiedeln Pflanzen, Tiere und Menschen und sind sowohl in als auch auf vielen Materialien enthalten, mit denen sie in Innenräume transportiert werden. Tabelle 7.1 gibt einen Überblick über mögliche Quellen, aus denen Biostoffe in Innenräume eingetragen werden können.

Um die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen und auch bei hohen Außentemperaturen angenehme Aufenthaltsbedingungen in Innenräumen zu gewährleisten, gewinnen technische Anlagen zur Lüftung und Klimatisierung von Arbeitsstätten zunehmend an Bedeutung. Die Problematik des Eintrags von Biostoffen in die Innenraumluft beim unsachgemäßen Betrieb solcher Anlagen ist seit langem bekannt. Bestehende Richtlinien zum hygienegeerten Bau und Betrieb von RLT-Anlagen werden laufend aktualisiert und an den Stand der Technik angepasst [2] ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

Tabelle 7.1:
Beispiele für die Herkunft von Biostoffen an Innenraumarbeitsplätzen

Quelle Außenluft	Folgen
Angrenzende Betriebe, aus denen Bioaerosole freigesetzt werden können, wie Landwirtschaftliche Betriebe, Kompostier-/Wertstoffsortieranlagen, Abwassertechnische Anlagen	Eintrag von Mikroorganismen aus der Umwelt, z. B. durch freie Lüftung über Fenster, Türen oder die Außenluftansaugung von RLT-Anlagen
Innenraumluft	
Blumentöpfe, Hydrokulturen; Biomüll	Besiedelung durch Mikroorganismen (z. B. fauliges Wasser in Blumentöpfen), insbesondere Ansiedelung von Schimmelpilzen
Tauwasserniederschlag bei Wärmebrücken; Bauschäden nach Durchfeuchtung	bei entsprechender Feuchtigkeit: Besiedelung von Baustoffen aller Art (Tapeten, Papier, Pappe, Trockenbauwänden, Dämmstoffen, Mauerwerk, Holz, Fugen) mit Mikroorganismen, insbesondere Ansiedelung von Schimmelpilzen
Unzureichender Abtransport von Feuchtigkeit bei fehlerhafter Lüftung	Tauwasserniederschlag und anschließende Besiedelung verschiedener Baumaterialien
Verunreinigungen, z. B. durch verschüttete Lebensmittel, Haare oder Hautschuppen im Staub	Wachstumsgrundlage für verschiedene Mikroorganismen an Ort und Stelle; Besiedelung verschiedener Materialien (siehe Tauwasserniederschlag)

Tabelle 7.2:

RLT-Anlagen als mögliche Quellen von Biostoffen an Innenraumarbeitsplätzen

Quelle	Folgen
Luftleitungen	Besiedelung von Staubablagerungen und Kondenswasser mit Mikroorganismen
Luftfilter	Hoher Staubanfall, Eintrag von Mikroorganismen oder mikrobiellen Bestandteilen in die Raumluft
Wartung und Instandsetzung	Staubfreisetzung, Eintrag von Mikroorganismen oder mikrobiellen Bestandteilen in die Raumluft bei unsachgemäßer Ausführung

Tabelle 7.2 fasst Beispiele für mögliche Quellen von Biostoffen aus RLT-Anlagen und daraus resultierende Hygiene-Probleme zusammen.

Aufnahme und Wirkung von Biostoffen

Für eine Exposition gegenüber Biostoffen an Innenraumarbeitsplätzen ist vorrangig eine Aufnahme über die Atemwege von Bedeutung. Andere Aufnahmewege, beispielsweise über die Nahrung, werden in diesem Kapitel nicht berücksichtigt. Aufgrund ihrer geringen Größe können die meisten Biostoffe eingeatmet werden. Dies gilt insbesondere für Luftsporen von Schimmelpilzen, Actinomyceten, Viren sowie für lungengängige Bruchstücke der Bakterien- oder Schimmelpilzzellwand (Endotoxine, Glucane). Actinomyceten sind Bakterien mit „schimmelpilzartigem“ Wachstum, die deshalb auch als „Strahlenpilze“ bezeichnet werden. Nach Feuchteschäden können Baumaterialien ein vielfältiges Spektrum unterschiedlicher Schimmelpilze und Actinomyceten in teilweise hohen Konzentrationen aufweisen. Ihre Luftsporen gelangen aus diesen Materialien jedoch nicht ohne Weiteres in nachweisbaren Konzentrationen in die Innenraumluft [3].

Ein quantitativer und kausaler Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Biostoffen an Innenraumarbeitsplätzen und gesundheitlichen Beschwerden konnte bisher nicht gesichert nachgewiesen werden. Ob ein Gesundheitsrisiko z. B. durch Schimmelpilze oder Actinomyceten besteht, hängt wesentlich von der Disposition der exponierten Personen ab.

Infektionen

Das Risiko einer Infektion durch Schimmelpilze oder Bakterien an Innenraumarbeitsplätzen ist äußerst gering. Infektionen durch Schimmelpilze (Mykosen) betreffen vor allem Personen mit einer starken oder sehr starken allgemeinen Immunschwäche (Grad 2 und 3 gemäß [4]). Weitere besonders zu schützende Risikogruppen sind Personen mit schwer verlaufender Influenza (Virusgrippe), schwer verlaufender COVID-19, Mucoviszidose (Zystischer Fibrose) und Asthma bronchiale [1]. Bakterien der Gattung *Legionella* können im Befeuerterwasser von kontaminierten RLT-Anlagen vorkommen ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

Sensibilisierende Wirkungen von Schimmelpilzen und Actinomyceten

Schimmelpilzsporen und andere Mikroorganismen wie Actinomyceten können sensibilisierend wirken und allergische Reaktionen wie beim Heuschnupfen hervorrufen (gereizte Augen, laufende Nase, Niesen). Im Vergleich zu anderen Inhalationsallergenen, z. B. Pollen, Tierhaare oder Milben, ist das allergene Potenzial von Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen jedoch deutlich geringer [1] ([Kapitel 8 Allergene](#)).

Für hohe Konzentrationen von Schimmelpilzsporen und anderen Mikroorganismen, wie sie an entsprechenden Arbeitsplätzen z. B. in der Landwirtschaft oder bei der Wertstoffsortierung auftreten, sind gesicherte Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge hinsichtlich Allergien, Atemwegsinfektionen und bestimmten Atemwegsbeschwerden beschrieben [5]. Im Vergleich zu diesen mikrobiell hoch belasteten Arbeitsbereichen sind die gemessenen Konzentrationen an Innenraumarbeitsplätzen niedrig. Das Risiko einer Sensibilisierung kann zwar nicht völlig ausgeschlossen werden, wird jedoch als gering eingestuft ([Kapitel 8 Allergene](#)).

Schimmelpilze und andere Mikroorganismen wachsen nur in feuchten Innenräumen. Um eine Exposition der Beschäftigten dauerhaft zu vermeiden, muss daher vorrangig die Ursache des Feuchtigkeitsproblems beseitigt werden.

Gemäß ASR A3.6 Lüftung [6] muss in Arbeitsräumen eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein. Ergänzend wird ausgeführt, dass das Eindringen von belasteter Luft aus anderen Räumen oder Bereichen, in denen z. B. Tätigkeiten mit Biostoffen durchgeführt werden, von außen, durch eine schlecht gewartete RLT-Anlage oder das Auftreten von Schimmelpilzbefall zu Stofflasten führen können, die die Qualität der Atemluft beeinträchtigen. Weiterhin heißt es dort, dass auch die RLT-Anlage selbst nicht zur Gefahrenquelle werden darf, z. B. durch eine Besiedelung mit Bakterien oder Schimmelpilzen [7].

7.2 Ermittlung

Mikrobiologische Untersuchungen sind in vielen Fällen nicht erforderlich. Generell stellt Schimmelpilzwachstum in Innenräumen immer ein hygienisches Problem dar, das beseitigt werden sollte, auch wenn keine gesundheitlichen Beschwerden auftreten [1]. Wenn also Veränderungen wie Schimmelpilzbefall oder Wasserränder sichtbar sind oder Materialfeuchtebestimmungen vorliegen, können sofort Maßnahmen eingeleitet werden [8, 9].

Auf der Grundlage von Beschwerden und möglichen Ursachen, die in Gesprächen mit den Beschäftigten oder mit dem [IAQ-Fragebogen](#) und mithilfe der [Checkliste „Erste Ermittlungen zum Arbeitsumfeld“](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) systematisch erfasst wurden, sollten vorab detaillierte Informationen gesammelt werden, um die Notwendigkeit einer mikrobiologischen Untersuchung abzuklären. Weitere Informationen, z. B. zu Schimmelpilzen, können mit der [Checkliste „Biostoffe“](#) erfasst werden.

Eine mikrobiologische Probenahme kann aus den folgenden Gründen erforderlich sein:

- Anhaltende, ungeklärte gesundheitliche Beschwerden der Raumnutzenden (Auffinden versteckter Schäden),
- Handlungsbedarf aus Gründen der Gesundheitsvorsorge, z. B. um eine Sanierung anzuregen,
- Quelle für Biostoffe unklar, z. B. bei Kontamination einer RLT-Anlage,
- im Rahmen von Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren.

Das weitere Vorgehen wird im Folgenden anhand von zwei Fallbeispielen erläutert.

Fallbeispiel 1: Geruch, kein sichtbarer Schimmelpilzbefall oder Wasserränder

Es werden gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit dem Aufenthalt in bestimmten Räumen geäußert. Veränderungen wie Schimmelpilzbefall oder Wasserränder sind nicht sichtbar, jedoch ist ein bestimmter Geruch wahrnehmbar.

In solchen Fällen wird zunächst versucht, den Geruch zu klassifizieren. Gerüche zu beschreiben oder zu benennen, fällt vielen Menschen schwer. Das sogenannte „Geruchsrat“ hilft dabei, dass alle Beteiligten (betroffene Beschäftigte, Vorgesetzte, Fachkraft für Arbeitssicherheit etc.) eine gemeinsame Sprache sprechen ([Kapitel 6.2 Gerüche](#)).

Riecht es nach chemischen Stoffen, z. B. nach Farbe, Klebstoff, Gummi, Pappe oder frisch behandeltem Holz, ist keine mikrobiologische Messung erforderlich, da die Ursache für die Beschwerden wahrscheinlich eher in einer chemischen Verunreinigung der Innenraumluft zu suchen ist ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)).

Bei einem modrigen, fauligen, schimmeligen oder alkoholisch-gärenden Geruch, der typisch für die Stoffwechselaktivität von Mikroorganismen ist, sollte durch eine gezielte Begehung der Räume nach der Geruchsquelle gesucht werden. Dabei kann es sich auch um einen verdeckten Schaden handeln, z. B. hinter Verkleidungen, Einbauschränken, in Doppelböden oder abgehängten Decken. Auch fauliges Wasser in Blumentöpfen kann eine Geruchsquelle sein.

Wird trotz intensiver Untersuchungen keine Geruchsquelle gefunden und besteht weiterhin der Verdacht auf eine Belastung mit Biostoffen, können orientierende mikrobiologische Messungen veranlasst werden:

a. Luftmessungen

Bestimmung der Schimmelpilz-Gesamtkoloniezahl (in Kolonie bildende Einheiten [KBE]/m³ Luft) im Vergleich zu den jeweiligen Referenzwerten in der Außenluft oder in augenscheinlich unbelasteten Räumen).

Standardisierte und geeignete Messverfahren für die Luftprobenahme von Bakterien, Schimmelpilzen und Actinomyceten in Innenräumen sind in verschiedenen Quellen beschrieben [10 bis 16].

b. Probedung von Oberflächen

Zur Bestätigung, ob es sich bei Verfärbungen von Oberflächen oder Materialien um Schimmelpilze oder Actinomyceten handelt, werden Klebefilmpräparate empfohlen. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Präparate kann zwischen Myzel und Sporen unterschieden werden: Der Nachweis von Myzel gilt als Beleg für aktives Wachstum, während vorhandene Sporen auch durch Ablagerung auf die untersuchte Oberfläche gelangt sein können [18, 19].

Eine Identifizierung der Schimmelpilzarten wird im Rahmen dieser orientierenden Untersuchungen nicht durchgeführt. Aussagen zur individuellen Gesundheitsgefährdung oder zum konkreten Sanierungsbedarf können aus den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung nicht abgeleitet werden. Sie geben lediglich Auskunft darüber, ob und in welcher Größenordnung Schimmelpilze an dem untersuchten Standort vorhanden sind.

Fallbeispiel 2: Sichtbarer Schimmelpilzbefall oder Wasserränder

Verfärbungen an Wänden, z. B. Schimmelpilzbefall oder Wasserränder, sind sichtbar und können mit gesundheitlichen Beschwerden der Beschäftigten in Zusammenhang gebracht werden.

Sind die Verfärbungen offensichtlich auf eindringende Feuchtigkeit zurückzuführen, so sind die zur Erhaltung der Bausubstanz erforderlichen Gegenmaßnahmen zu treffen. Eine mikrobiologische Messung oder Probenahme ist dann nicht erforderlich. In begründeten Einzelfällen kann anhand von Klebefilmpräparaten, Abklatschproben oder durch die Untersuchung von Materialproben festgestellt werden, ob es sich bei den Verfärbungen um Schimmelpilze handelt oder welche Schimmelpilzarten vorhanden sind. Hinweise zum standardisierten Vorgehen bei der Probenahme von Materialproben sind in der Literatur beschrieben [19].

7.3 Beurteilung

Die [Kommission Innenraumlufthygiene \(IRK\)](#) des Umweltbundesamtes hat einen „Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelpilzbefall in Gebäuden“ veröffentlicht (Schimmelleitfaden) [9]. Der Leitfaden gilt für Innenraumarbeitsplätze wie Büroräume, aber auch Wohnräume. Der Leitfaden gilt nicht für Großküchen, Gastronomie, Lebensmittelbetriebe und

produktionstechnisch mit Mikroorganismen belastete Arbeitsplätze. In Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen gelten besondere hygienische Anforderungen, die im Leitfaden nicht behandelt werden.

Da keine allgemein anwendbaren Beurteilungskriterien vorhanden sind, ist immer eine Einzelfallprüfung notwendig. Zur Beurteilung der Ursachen von Feuchteschäden und Schimmelpilzbefall ist die Erfassung der Raumklimasituation sehr wichtig ([Kapitel 5.3 Raumklima](#)). Der Umfang der Sanierungsempfehlung richtet sich in erster Linie nach der Nutzung des betroffenen Raumes. Ob ein sichtbarer Schimmelpilzbefall ein gesundheitliches Risiko darstellt und ob in dem betroffenen Raum bei ausreichender Lüftung bis zur Sanierung weitergearbeitet werden kann, ist ggf. unter Einbeziehung der Betriebsärztin oder des Betriebsarztes abzuklären ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)).

Beurteilung eines Schimmelpilzbefalls von Materialproben und Oberflächen

Aus den langjährigen Untersuchungen des IFA und der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) und den auf der Auswertung dieser Ergebnisse beruhenden Erfahrungen bei der Beurteilung von Schimmelpilzbefall an Innenraumarbeitsplätzen wurden die in Tabelle 7.3 und 7.4 dargestellten Vorschläge für Bewertungsschemata aufgestellt. Gesundheitliche Beschwerden finden in diesem Zusammenhang keine Berücksichtigung.

Tabelle 7.3:

Bewertungsschema für Untersuchungsergebnisse von Materialproben aus Innenräumen (nach Deininger, BGW, 2001 [18])

Gesamt-Schimmelpilze [KBE*/g] Material	Bewertung
< 103	normale Hintergrund- bis geringe Schimmelpilzbelastung, in der Regel keine Feuchteprobleme
103 bis 105	starke Schimmelpilzbelastung, Vorhandensein von Feuchteproblemen/ Wasserschäden etc.
106 bis 108	sehr starke Schimmelpilzbelastung, Vorhandensein von Feuchteproblemen/ Wasserschäden etc.

*) KBE = Kolonie bildende Einheit

Tabelle 7.4:

Bewertung von sichtbar mit Schimmelpilz befallenen Oberflächen in Innenräumen [in Anlehnung an [19]]

Schadensausmaß	Kategorie 1 Normalzustand bzw. gering-fügiger Schimmelpilzbefall	Kategorie 2 Geringer bis mittlerer Schimmelpilzbefall	Kategorie 3 Großer Schimmelpilzbefall
Ausdehnung des Schadens in Fläche und Tiefe	Oberflächenschaden < 20 cm ²	Ausdehnung auf der Oberfläche < 0,5 m ² ; tiefere Schichten nur lokal begrenzt betroffenen	Ausdehnung auf der Oberfläche > 0,5 m ² ; auch tiefere Schichten in größerem Umfang betroffen
Vorhandensein von mikrobieller Biomasse	Keine bzw. sehr wenig	Mittlere Menge	Große Menge

Im Idealfall sollten bei der Untersuchung von Materialien neben Proben des verdächtigen Materials auch Proben von neuwertigem bzw. unbenutztem Material oder aus vergleichbaren Räumen, in denen keine entsprechenden gesundheitlichen Beschwerden auftreten, untersucht werden. Die Ergebnisse der Untersuchung dieser Vergleichsproben können dann als Grundlage für die Bewertung der verdächtigen Materialien herangezogen werden.

Durch die Untersuchung der Schimmelpilz-Artenspektren aus den verschiedenen Materialproben können bei Vorliegen von Arten, die für eine sehr hohe Materialfeuchte charakteristisch sind, Aussagen über das Vorliegen von Feuchteschäden getroffen werden.

Folgende Gattungen und Arten gelten als Schimmelpilze mit einem hohen Zeigerwert für Feuchteschäden in Innenräumen (Feuchteindikatoren) [18]:

- *Acremonium spp.*
- *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus versicolor*
- *Chaetomium spp.*
- *Phialophora spp.*
- *Penicillium chrysogenum*
- *Penicillium brevicompactum*
- *Scopulariopsis brevicaulis*, *Scopulariopsis fusca*
- *Scopulariopsis brumtii*, *Scopulariopsis chartarum*
- *Stachybotrys chartarum*
- *Tritirachium (Engyodontium) album*
- *Trichoderma spp.*

Auf und in mineralischen Baumaterialien (Zementestrich, Wandputz, Beton) wurden bisher hauptsächlich verschiedene *Penicillium*-Arten, *Aspergillus versicolor*, verschiedene *Cladosporium*-Arten, *Acremonium spp.*, Angehörige der *Aspergillus restrictus*-Gruppe und ca. 18 weitere Arten nachgewiesen [18].

Beurteilung des Vorkommens von Schimmelpilzen in Luftproben

Während der Nachweis einer hohen Anzahl relevanter Schimmelpilzarten in Materialproben ein deutlicher Hinweis auf einen Feuchteschaden ist, muss bei Luftproben eine besondere Prüfung der Schimmelpilzquellen erfolgen. Pilzsporen sind in der Luft weitläufig verteilt und können aus verschiedenen Quellen stammen. Mit der Sporensammlung können auch solche Schimmelpilzsporen erfasst werden, die im Labor nicht kultivierbar sind und daher durch die Bestimmung der Koloniezahl nicht nachgewiesen werden können.

Die Bestimmung der Gesamtkoloniezahl und der Sporenkonzentration in der Luft kann jeweils nur den Zustand zum Zeitpunkt der Messung abbilden. Schimmelpilze geben ihre Sporen jedoch nicht gleichmäßig in die Raumluft ab, d. h. die Messergebnisse können eine Schimmelpilzexposition in der Raumluft sowohl unter- als auch überschätzen.

Im Hinblick auf die in der ASR A3.6 Lüftung [6] erwähnte „gesundheitlich zuträgliche“ Atemluft gibt es derzeit weder Beurteilungsmaßstäbe noch arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse mit qualitativen Maßstäben, wie Forschungsberichte, wissenschaftliche Veröffentlichungen oder Normen, aus denen hervorgeht, welche Hintergrundkonzentrationen oder welche Arten von Biostoffen (Schimmelpilze, Bakterien, Viren) in der Innenraumluft üblicherweise vorkommen und als „gesundheitlich zuträglich“ anzusehen sind.

Zur Beurteilung der Ergebnisse von Biostoffmessungen in der Raumluft werden daher in der Regel die entsprechenden Konzentrationen von Biostoffen in der Außenluft und/oder in der Luft eines unbelasteten Raumes am selben Tag zum Vergleich herangezogen. Ein Unterschied zwischen den Ergebnissen von mehr als einer Zehnerpotenz wird als Hinweis auf eine mögliche Belastung gewertet.

Tabelle 7.5:

Bewertung der Ergebnisse aus Schimmelpilz-Luftmessungen in Innenräumen (Zusammenfassung nach [9])

Bestimmungsgröße [KBE/m ³] Luft	Bewertungskriterium	Ergebnis der Bewertung
Gesamtschimmelpilze und/oder Schimmelpilzartenspektrum	Innenraumluft weist signifikant höheren Schimmelpilzsporengehalt auf als Außenluft und/oder signifikant unterschiedliche Artenspektren in Innenluft und Außenluft	Hinweis auf eine Schimmelpilzbelastung im Raum
Vorkommen von Feuchte anzeigen den Schimmelpilzarten	Vorhandensein solcher Arten	Hinweis auf Feuchteproblematik
Vorkommen pathogener Arten	Vorhandensein solcher Arten	aus allgemeinen hygienischen Gründen nicht akzeptabel

Dabei ist zu beachten, dass in der wärmeren Jahreszeit durch stärkeren Schimmelpilzsporenflug die Konzentration in der Außenluft und damit auch in der Innenraumluft höher sein kann, insbesondere wenn Fenster und Türen zur freien Lüftung geöffnet werden. Werte im Bereich von mehreren tausend KBE an Schimmelpilzen pro m³ Außenluft sind in diesen Monaten keine Seltenheit [19, 20].

Besteht der Verdacht, dass externe Quellen eine Schimmelpilzquelle im Innenraum überlagern, z. B. Außenluft oder Einträge aus einem anderen Betriebsbereich, so kann dies durch einen Vergleich der Artenspektren in den jeweiligen Luftproben geklärt werden.

In Tabelle 7.5 sind die wichtigsten Kriterien des Schimmelleitfadens als Vorschlag für ein Bewertungsschema für die Ergebnisse von Schimmelpilzmessungen in der Raumluft zusammengefasst.

7.4 Maßnahmen

„Schimmel am Gebäude stellt einen Mangel dar, auch wenn er die Gesundheit nicht konkret gefährdet“, lautet ein Grundsatzurteil des Bundesgerichtshofs [20]. Diese Kernbotschaft steht auch in der AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie an erster Stelle [1]. Zur Beurteilung des Schadensmaßes bei Schimmelpilzbefall in Innenräumen wird dort auf den Schimmelleitfaden verwiesen [9]. Beide Quellen sind auch für die Beurteilung entsprechender Sachverhalte an Innenraumarbeitsplätzen hilfreich.

Bei großflächigem, kompliziertem und/oder immer wiederkehrendem Schimmelpilzbefall sollten qualifizierte Bausachverständige hinzugezogen werden. Im Rahmen einer Sanierung können mehrere Gewerke betroffen sein. Eine Wasserschadensanierung durch Erneuerung von Tapeten und Putz, Aufbringen eines fungizidhaltigen Anstrichs und Ähnliches führt nur zu einer vorübergehenden

Verbesserung des optischen Eindrucks. Wird der zugrunde liegende Schaden, z. B. ein undichtes Dach, eine defekte Wasserleitung oder eine Wärmebrücke, nicht beseitigt, ist nach kurzer Zeit erneut mit Schimmelpilzbefall zu rechnen.

Das größte Risiko, mit Schimmelpilzen und anderen Biostoffen aus entsprechend belasteten Baumaterialien in Kontakt zu kommen, besteht für die mit der Sanierung der Flächen beauftragten Personen. Deshalb sollten Laien nicht mit der Ausführung beauftragt werden (Hausmeister oder technisches Personal).

Umfangreiche Informationen zur Gesundheitsgefährdung durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung von Gebäuden und zu Schutzmaßnahmen, die eine Exposition der Beschäftigten bei der Durchführung entsprechender Tätigkeiten verhindern sollen, können der DGUV Information 201-028 „Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung“ entnommen werden [21].

7.5 Literatur

- [1] AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie: Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen – Update 2023, AWMF-Register-Nr. 161/001. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/161-001>
- [2] VDI 6022 Blatt 1: Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln) (1/2018; Berichtigung 4/2023). Beuth, Berlin 2018. <https://www.dinmedia.de>

- [3] Szewzyk, R.: Schimmelpilze sind nicht die einzigen Übeltäter bei Feuchteschäden in Wohnungen. *Telegramm umwelt + gesundheit* 2/2009. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2009. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Ausgabe02-2009.pdf>
- [4] Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert-Koch-Institut (RKI): Anforderungen an die Infektionsprävention bei der medizinischen Versorgung von immun-supprimierten Patienten. *Bundesgesundheitsbl* 64 (2021) Nr. 2, S. 232-264. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03265-x>
- [5] WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Hrsg.: World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe, Kopenhagen 2010. <https://www.who.int/publications/item/9789289041683>
- [6] Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung (ASR A3.6). Ausg. 1/2012. GMBL. (2010), S. 92, zul. geänd. GMBL. (2018), S. 474. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
- [7] Kolk, A.: Verfahren zur Bestimmung der Bakterienkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9430). In: IFA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 32. Lfg. IV/04. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. Erich Schmidt, Berlin – Losebl.-Ausz. 1989. www.ifa-arbeitsmappedigital.de/9430
- [8] WTA-Merkblatt 4-11: Messung des Wassergehaltes bzw. der Feuchte von mineralischen Baustoffen (3/2016), Beuth, Berlin 2016. <https://www.dinmedia.de>
- [9] Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden (Schimmelleitfaden). Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2024. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinflusse-auf-den-menschen/schimmel/aktueller-uba-schimmelleitfaden>
- [10] Mikroorganismen in der Arbeitsplatzatmosphäre – Aktinomyceten. KAN-Bericht 13. 2. Aufl. Hrsg.: Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), Sankt Augustin 1999. www.kan.de/de/publikationen/kan-berichte.html
- [11] Kolk, A.: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9420). In: IFA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 30. Lfg. IV/03. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. Erich Schmidt, Berlin – Losebl.-Ausz. 1989. www.ifa-arbeitsmappedigital.de/9420
- [12] DIN ISO 16000-19: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze (12/2014). Beuth, Berlin 2024. <https://www.dinmedia.de>
- [13] DIN ISO 16000-16: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Filtration (12/2009). Beuth, Berlin 2009. <https://www.dinmedia.de>
- [14] DIN ISO 16000-18: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion (1/2012). Beuth, Berlin 2012. <https://www.dinmedia.de>
- [15] DIN ISO 16000-20: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Bestimmung der Gesamtsporenanzahl (11/2015). Beuth, Berlin 2015. <https://www.dinmedia.de>
- [16] DIN ISO 16000-21: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme von Materialien (5/2014), Beuth, Berlin 2015. <https://www.dinmedia.de>
- [17] Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement. Hrsg.: Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2011. https://www.ergomed-landau.de/downloads/schimmelpilze_in_innenraeumen.pdf
- [18] Deininger, C.: Schimmelpilzproblematik in Innenräumen von Mitgliedsbetrieben der BGW. Schriftliche Arbeit als Teil der Prüfung zur Aufsichtsperson. BGW Präventionsdienste Würzburg, Oktober 2001.
- [19] Kolk, A.; Van Gelder, R.; Schneider, G.; Gabriel, S.: Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Außenluft – Auswertung der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA. Gefahrstoffe – Reinh Luft 69 (2009) Nr. 4, S. 130-136. https://www.gesetzlicheunfallversicherung.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2009_057.pdf
- [20] Grundsatzurteil Bundesgerichtshof Az. VII ZR 274/04 (06/2006). <https://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=en&nr=36997&pos=0&anz=1>
- [21] DGUV Information: Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung (201-028). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2022. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>

8 Allergene

8.1 Einführung

Eine Allergie ist eine überschießende Reaktion des Immunsystems auf körperfremde Substanzen aus der Umwelt. Diese Allergie auslösenden Substanzen bezeichnet man als Allergene. Das Wort Allergie hat seinen Ursprung in den beiden griechischen Begriffen „allos“ (= anders) und „ergos“ (= Tätigkeit) und meint eine „veränderte Reaktionsfähigkeit“ des Immunsystems.

An Innenraumarbeitsplätzen treten vor allem die sogenannten Inhalationsallergien auf, bei der die Allergene über die Luft verbreitet werden, wie z. B. Birkenpollen bei der Heuschnupfenallergie. Bei der „Duftstoffallergie“ handelt es sich dagegen um eine sogenannte Kontaktallergie. Sie wird daher nicht in diesem Kapitel, sondern im [Kapitel 6.2 Gerüche](#) behandelt.

Voraussetzung für das Entstehen einer Inhalationsallergie ist der wiederholte Kontakt mit der Substanz. Bevor eine Allergie entsteht, führt der Kontakt zu einer sogenannten allergischen Sensibilisierung, d. h. der Körper wird sensibel, also empfindlich für eine ansonsten harmlose Substanz. Da bei diesen ersten Kontakten in der Regel noch keine Symptome auftreten, verläuft der Prozess unberichtet. Aber bei überempfindlichen Personen „erinnert“ sich das Immunsystem und reagiert mit der Produktion von bestimmten Antikörpern. Die Sensibilisierung, also die Produktion von Antikörpern, kann mit einem Test nachgewiesen werden. Erst jetzt wird die auslösende Substanz als „Allergen“ oder auch als „Antigen“ bezeichnet. Von einer Allergie spricht man, wenn bei einer Person eine allergische Sensibilisierung erfolgt ist und zusätzlich eine allergische Entzündungsreaktion mit entsprechenden Symptomen auftritt. Diese Phase zwischen der Sensibilisierung und dem Auftreten von allergischen Symptomen kann wenige Tage bis zu mehreren Jahren dauern.

Jedes Protein, umgangssprachlich Eiweiß genannt, kann zum Allergen werden. Bei einer gesunden Person ohne genetische Veranlagung kann ein klassisches Antigen jedoch auch ohne jede sensibilisierende Wirkung bleiben. Wichtig ist die Unterscheidung zwischen Sensibilisierung, d. h. der Produktion von spezifischen Antikörpern gegen Allergene, und der Allergie, die voraussetzt, dass die Sensibilisierung bereits zu allergischen Symptomen führt. Personen mit allergischer Sensibilisierung zeigen nicht immer allergische Symptome. Allerdings ist die Sensibilisierung eine Voraussetzung für eine allergische Erkrankung und für Präventionsmaßnahmen ein entscheidender Hinweis.

Allergische Erkrankungen können an verschiedenen Organen (z. B. Auge, Nase, Lunge, Haut) auftreten. Zu den wichtigsten allergischen Erkrankungen gehören der allergische Schnupfen (Rhinitis), Augenrötung (Konjunktivitis), Asthma bronchiale, Nesselsucht (Urtikaria) sowie der lebensbedrohliche anaphylaktische Schock.

Die Symptome treten meist kurz nach dem Kontakt mit dem Allergen auf. Deshalb wird diese Form der Allergie auch als Soforttypallergie oder Typ I-Allergie bezeichnet. Sie wird durch eine eigene Antikörperklasse, das Immunoglobulin E (IgE), vermittelt. Die Diagnose einer Sensibilisierung erfolgt durch den Nachweis von allergenspezifischem IgE in Blutproben oder durch einen Prick-Test auf der Haut ([Kapitel 8.3](#)). Typ I-Sensibilisierungen sind sehr häufig: Knapp ein Drittel der Erwachsenen in Deutschland weist spezifisches IgE gegen Inhalationsallergene auf [1].

Eine seltene Allergieform ist die exogen-allergische Alveolitis (EAA), eine Entzündung des Lungengewebes. Ihre akute Verlaufsform ist dadurch gekennzeichnet, dass durch wiederholtes Einatmen organischer Partikel (z. B. Schimmelpilze, Vogelfedern, Holzstaub), typischerweise drei bis zwölf Stunden nach der Exposition grippeähnliche Symptome mit Fieber, Schüttelfrost, Kopf- und Gliederschmerzen, Atemnot mit unproduktivem Husten, Brustenge und Abgeschlagenheit auftreten [2]. Das Risiko, an einer EAA zu erkranken, ist an Innenraumarbeitsplätzen deutlich geringer als an hoch belasteten Arbeitsbereichen, z. B. in der Landwirtschaft oder bei der Holzverarbeitung. In seltenen Ausnahmefällen kann eine EAA im Zusammenhang mit einer Belastung durch Schimmelpilze (z. B. durch verunreinigte RLT-Anlagen) oder durch Vogelantigene (z. B. im Homeoffice) auftreten.

Inhalationsallergene können nach dem Ort des Auftretens in Innenraumallergene und Außenluftallergene sowie nach dem Zeitpunkt des Auftretens in ganzjährig oder saisonal unterschieden werden. Typische Außenluftallergene sind Pollen von Gräsern, Kräutern oder Bäumen sowie bestimmte Schimmelpilzarten. Die häufigsten Innenraumallergene in Deutschland sind Milben, felltragende Tiere (hauptsächlich Hund und Katze) und Schimmelpilze. Obwohl diese Allergenquellen im Allgemeinen als Ganzes betrachtet werden, ist es wichtig zu bedenken, dass sie aus verschiedenen Proteinen bestehen, auf die Personen unterschiedlich reagieren können.

Allergene in der Innenraumluft sind entweder Bestandteile einzelner identifizierbarer Partikel, wie Pollenkörner (10 bis 60 µm) oder Schimmelpilz-Sporen/Fragmente (2 bis 100 µm), oder sie sind an heterogene anorganische

oder organische Staubpartikel unterschiedlicher Größen gebunden. Während Tierallergene eher an kleine Partikel (2 bis 15 µm) gebunden sind, die lange in der Luft schweben können, sind Milbenallergene in erster Linie an größere Staubpartikel (> 20 µm) gebunden, die sich etwa 15 bis 30 Minuten nach dem Aufwirbeln wieder absetzen. Die Größe der Allergenpartikel bestimmt, wie tief sie in den Atemtrakt eindringen können und an welchen Stellen sie entsprechende allergische Entzündungen und Symptome verursachen. Partikel mit einer Größe von > 10 µm lagern sich größtenteils in den oberen Atemwegen ab, während Partikel < 10 µm bis in die unteren Atemwege gelangen.

Allergien haben in den letzten Jahrzehnten weltweit zugenommen und insbesondere Innenraumallergene spielen eine immer größere Rolle, da sich die meisten Menschen heute bis zu 90 % ihrer Zeit in Innenräumen aufhalten. Die Prävalenz (Häufigkeit) der Sensibilisierungen bei Erwachsenen in Deutschland liegt bei 15,9 % gegen Hausstaubmilben, 10 % gegen Tierhaare und 4,6 % gegen Schimmelpilze [3].

8.1.1 Milben

Die in Innenräumen vorkommenden Milben werden unter dem Sammelbegriff als „Domestic mites“ bezeichnet und stellen das ganze Jahr über eine Allergenquelle dar. Zu ihnen gehören sowohl die Vorratsmilben, deren Nahrungsquelle Lebensmittelvorräte sind, als auch die Hausstaubmilben, die sich bevorzugt von abgestorbenen Hautschuppen ernähren. Hausstaubmilben brauchen für ihre Vermehrung und Entwicklung eine warme und feuchte Umgebung (Temperatur um 25 °C und Luftfeuchte von mindestens 50 %). Zu ihren bevorzugten Aufenthaltsorten gehören Matratzen, Kissen, Teppiche, Polstermöbel, Gardinen, Stofftiere und Kleidung. Bei Milbenallergenen handelt es sich hauptsächlich um Proteine, die im Kot der Milben enthalten sind. Milbenkot und abgestorbene Milbenkörper trocknen mit der Zeit aus und zerfallen zu Feinstaub, der beim Putzen und Staubsaugen aufgewirbelt wird, in die Atemluft gelangt und dort für etwa 30 Minuten verbleibt.

8.1.2 Tierallergene

Im Jahr 2023 lebten in deutschen Haushalten rund 34,3 Millionen Haustiere. Dabei waren Katzen mit rund 15,7 Millionen Tieren (in 25 % der Haushalte) die beliebtesten Haustiere. An zweiter Stelle folgten 10,5 Millionen Hunde in 21 % der Haushalte. Wie oben beschrieben sind etwa 10 % der Bevölkerung in Deutschland sensibilisiert gegen

Hunde und/oder Katzen, obwohl nur 50 % von ihnen ein Haustier besitzen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Tierallergene in der Umwelt allgegenwärtig sind und durch Verschleppung an viele private und öffentliche Orte gelangen, an denen sich normalerweise keine Tiere aufhalten.

Bei Tierallergenen handelt es sich um Proteine, die sich in der Haut und in Körperflüssigkeiten wie Urin, Speichel, Blut, Milch und Schweiß befinden. Die Allergene werden in der Umwelt verteilt, wenn die Tiere Haare und Hautschuppen verlieren und Flüssigkeiten ausscheiden. In Innenräumen reichern sich die Allergene vor allem in Textilien wie Teppichen, Polstern, Matratzen oder Gardinen an, wo sie auch nach Entfernung des Tieres noch lange Zeit nachweisbar sind. Außerdem binden sich die Allergene an sehr kleine Staubpartikel (< 5 µm), die über längere Zeit in der Luft schweben können. Aufgrund dieser Eigenschaften können Tierallergene an Kleidung und Haaren haften und von den Personen leicht in Bereiche übertragen werden, in denen sich nie Tiere aufgehalten haben. Obwohl die Allergenkonzentrationen in diesen Bereichen in der Regel gering sind, können sie dennoch ausreichen, um bei sensibilisierten Personen allergische Symptome auszulösen.

In den letzten Jahrzehnten wurden das Vorkommen und die Verteilung bestimmter Allergene in Innenräumen, insbesondere von Katzen, Hunden und Mäusen, intensiv untersucht. Diese Allergene findet man in Kindergärten, Schulen, Büroräumen, Bibliotheken, Krankenhäusern und in verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln. Die Belastung mit Mausallergenen scheint jedoch in Europa nicht besonders relevant zu sein und ist eher auf dem amerikanischen Kontinent verbreitet, was wahrscheinlich mit einer unterschiedlichen Bauweise von Gebäuden zusammenhängt. Über die Verbreitung von Allergenen von Kaninchen, Meerschweinchen und Hamstern ist bisher wenig bekannt, da die Quantifizierungsmethoden erst seit kurzem kommerziell verfügbar sind.

8.1.3 Schimmelpilze

Schimmelpilze können zusammen mit anderen Biostoffen aus der Außenluft in den Innenraum gelangen, insbesondere wenn Fenster und Türen zur freien Lüftung geöffnet werden, oder über die Außenluftansaugung von RLT-Anlagen. Schimmelpilze wachsen hauptsächlich in feuchten Innenräumen. Um eine Exposition der Beschäftigten dauerhaft zu vermeiden, muss daher vorrangig die Ursache des Feuchtigkeitsproblems beseitigt ([Kapitel 7](#)

Biostoffe, Kapitel 5.3 Raumklima) und die Lüftung der Räume optimiert werden (**Kapitel 5.4 Raumlüftung**).

Bei Verdacht auf Schimmelpilzbefall werden häufig mikrobiologische Untersuchungen zur Klärung der Ursache gefordert (**Kapitel 7 Biostoffe**). Durch eine fachkundige Begehung des Arbeitsplatzes und Beseitigung der Ursachen kann in der Regel auch ohne Messungen eine Verbesserung der Arbeitsplatzsituation erreicht werden.

In **Kapitel 7 Biostoffe** dieser Vorgehensempfehlung geht es um den Nachweis einer Exposition gegenüber Schimmelpilzen mithilfe von keimungsfähigen Mikroorganismen und nicht proteinbasierten Stoffen (z. B. Endotoxinen oder MVOCs). Im Gegensatz dazu geht es hier um die Schimmelpilzallergie, die durch Proteine lebender und toter Schimmelpilzsporen und Schimmelpilzfragmente verursacht wird.

Eine IgE-vermittelte Sensibilisierung und Allergie kann prinzipiell durch jeden Schimmelpilz ausgelöst werden, allerdings können nur wenige Schimmelpilzarten in der Allergiediagnostik getestet werden. Die am häufigsten mit klinisch relevanten Symptomen beschriebenen Arten sind *Alternaria alternata* und *Cladosporium herbarum* als

typische Außenluft-Schimmelpilze, die saisonal allergische Symptome in erster Linie im Freien verursachen können. Anders ist es bei *Aspergillus fumigatus* und *Penicillium chrysogenum*, die ebenfalls in der Außenluft vorkommen, aber auch bei Schimmelpilzbefall im Innenraum wachsen und hier zu ganzjährigen allergischen Symptomen führen können. Um die Schimmelpilzallergie festzustellen, sollte immer die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt kontaktiert werden. Die Sensibilisierungsrate in Deutschland gegen Schimmelpilze liegt unter 5 % und ist damit deutlich niedriger als bei anderen Inhalationsallergenen. Allerdings findet man eine Schimmelpilzsensibilisierung wesentlich häufiger, wenn die Betroffenen bereits eine andere allergische Sensibilisierung haben oder an Asthma leiden. Insbesondere *Aspergillus fumigatus* scheint bei Patientinnen und Patienten mit schwerem Asthma und Sensibilisierung gegen Schimmelpilze eine relevante Rolle zu spielen.

Neben der Typ I-Allergie können Schimmelpilze, anders als Milben- oder Tierallergene, auch eine EAA auslösen. Eine Auswahl möglicher Krankheitsbilder der EAA durch Schimmelpilze in Innenräumen mit den jeweiligen Quellen ist in **Tabelle 8.1** aufgeführt.

Tabelle 8.1:

Mögliche für Innenräume relevante Krankheitsbilder der exogen-allergischen Alveolitis (EAA) mit auslösenden Antigenquellen ohne spezielle berufliche Exposition (modifiziert nach [2], Bakterien sind mit [B], Schimmelpilze mit [S] gekennzeichnet)

Krankheitsbild	Antigen	Antigenquelle
Befeuchtterlunge	<i>Achromobacter spp.</i> [B], <i>Alcaligenes spp.</i> [B], Thermophile Aktinomyzeten [B], Mykobakterien [B], <i>Aureobasidium pullulans</i> [S]	Kontaminierte Luftbefeuchter, Klimaanlagen, Wasserreservoirs, Abwasser
Hausstaub-Alveolitis (oder Innenraum-Alveolitis)	Thermophile Aktinomyzeten [B], <i>Aspergillus spp.</i> [S], <i>Penicillium spp.</i> [S], <i>Cladosporium herbarum</i> [S], <i>Fusarium spp.</i> [S], <i>Epicoccum nigrum</i> [S], Hefen (<i>Geotrichum spp.</i> , <i>Rhodotorula spp.</i>), <i>Phoma spp.</i> [S], <i>Serpula lacrymans</i> [S], <i>Stachybotrys chartarum</i> [S], <i>Pullularia pullulans</i> [S]	Hausstaub, Schimmelpilz in Wohn- und Arbeitsräumen
Zimmerspringbrunnen-Alveolitis	<i>Bacillus spp.</i> [B], <i>Pseudomonas spp.</i> [B], <i>Stenotrophomonas spp.</i> [B], <i>Mucor spp.</i> [S]	Luftbefeuchter auf Ultraschallbasis

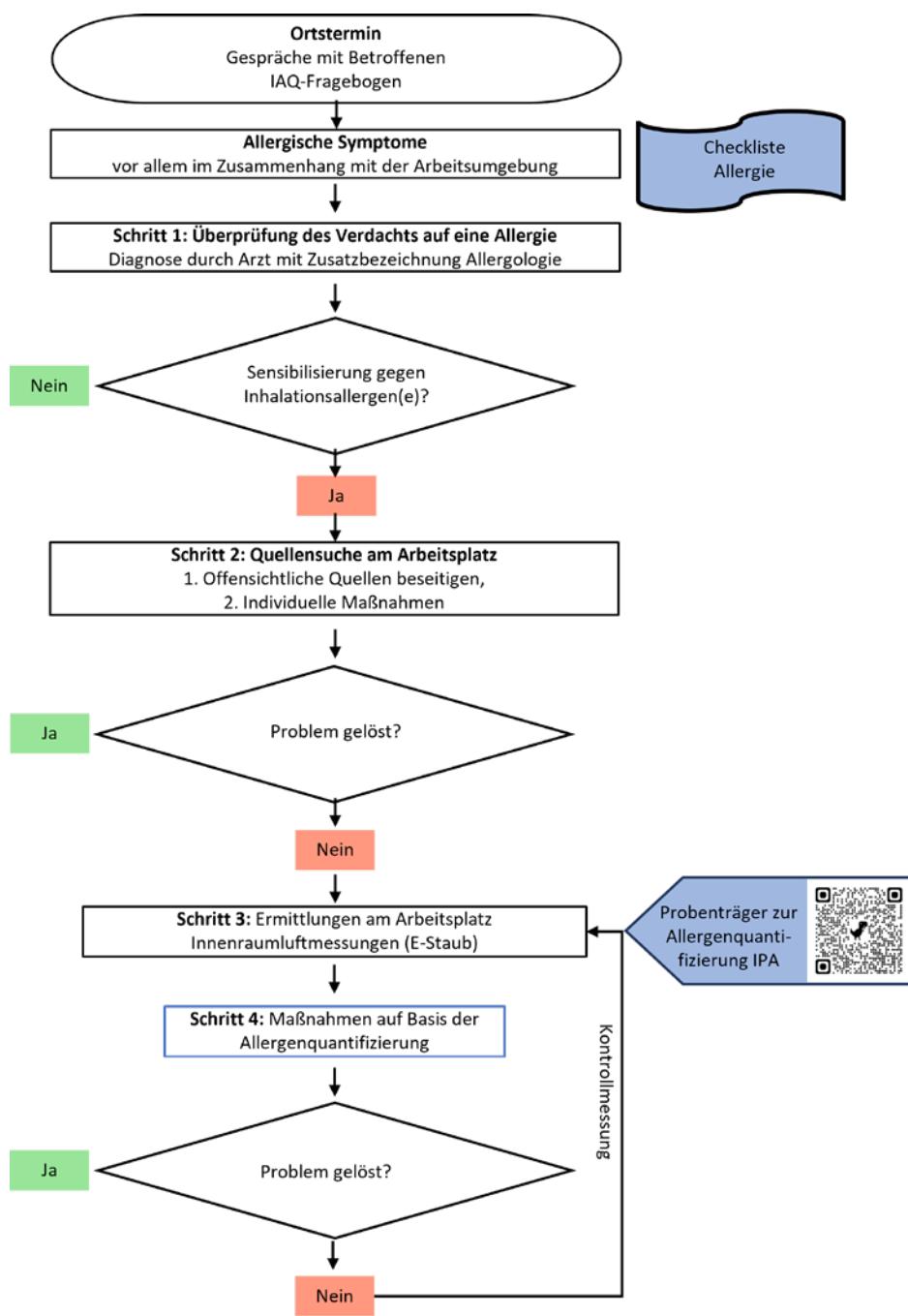
8.2 Ermittlung

Für Allergene gibt es keine allgemein anwendbaren Beurteilungskriterien. Prinzipiell gilt ein Minimierungsgebot als zentrale Maßgabe für einen effektiven Arbeitsschutz. Allergenmessungen an Innenraumarbeitsplätzen werden nur in Betracht bezogen, wenn ein Verdacht auf eine berufsbedingte Allergie besteht. Wenn ein Schimmelpilzbefall

oder Feuchteschäden wie Wasserränder sichtbar sind, können sofort Maßnahmen eingeleitet werden ([Kapitel 7 Biostoffe](#)). Da die typischen Inhalationsallergene für nicht sensibilisierte Personen am Innenraumarbeitsplatz im Vergleich zur häuslichen Umgebung kein erhöhtes Risiko darstellen, wird ein systematisches und schrittweises Vorgehen empfohlen (Abbildung 8.1).

Abbildung 8.1:

Vorgehen bei Verdacht auf Allergie (Fließschema) (Quelle: S. Sander/IPA)



Als Ergänzung zur Befragung mit dem [IAQ-Fragebogen](#) ([Kapitel 2 Erste Schritte](#)) können die Beschwerden der betroffenen Beschäftigten mit Unterstützung der [Checkliste „Allergie“](#) im persönlichen Gespräch mit der Betriebsärztin oder dem Betriebsarzt erfasst werden.

Schritt 1: Ermittlungen bei den Betroffenen

- a. Wenn die Beschwerden der betroffenen Beschäftigten im Zusammenhang mit der Arbeitsumgebung stehen, d. h. in der Regel nur am Arbeitsplatz auftreten, und die Symptome vor allem Augen, Nase und Atemwege betreffen, sollte der Verdacht auf eine Typ I-Allergie überprüft werden. In diesem Fall sollten die Betroffenen bei einer Fachärztin oder einem Facharzt mit der Zusatzbezeichnung Allergologie (z. B. Hautarzt/-ärztin, Hals-Nasen-Ohren-Arzt/-ärztin oder Lungenfacharzt/-ärztin) einen Allergietest auf Milben, Tierhaare, Schimmelpilze und ggf. weitere verdächtige Inhalationsallergene durchführen lassen. Dabei wird das allergenspezifische IgE in Blutproben oder durch einen Pricktest auf der Haut bestimmt.
- b. Wenn innerhalb von drei bis zwölf Stunden nach Arbeitsende unter anderem grippeähnliche Beschwerden auftreten, die sich z. B. im Urlaub bessern, sollte der Verdacht auf eine akute EAA überprüft werden. Dieses

erfordert zunächst eine ärztliche Klärung des Zusammenhangs zwischen Symptomen und potenziellen Auslösern. Das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV (IPA) kann den zuständigen Unfallversicherungsträger mit fachkundiger Beratung unterstützen und eine serologische Bestimmung des Auslöser-spezifischen Immunglobulin G (IgG) durchführen.

Schritt 2: Ermittlungen am Arbeitsplatz

Liegt eine Sensibilisierung gegen ein Inhalationsallergen vor, kann eine Messung in der Innenraumluft am Arbeitsplatz durchgeführt werden. Aufgrund des vorliegenden Sensibilisierungsnachweises ist das zu messende Allergen bekannt [4]. Für die Gefährdungsbeurteilung von Allergenen am Arbeitsplatz werden standardmäßig Probenahmen von einatembarem Staub (E-Staub) durchgeführt [5]. Die Messung kann entweder personengetragen oder stationär erfolgen. Es wird empfohlen, die Proben von mehreren Personen oder stationär an mehreren Stellen im Raum oder in verschiedenen Räumen zu nehmen. Probenträger für die Allergenquantifizierung sind beim IPA erhältlich. Tabelle 8.2 zeigt, welche Allergene derzeit im IPA quantifiziert werden können.

Tabelle 8.2:

Allergene, die derzeit im IPA quantifiziert werden können

Name des Immunoassays	Nachweisbare Allergene
Domestic mites	diverse Allergene von Hausstaubmilben und Vorratsmilben
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	Allergene der Modermilbe
<i>Acarus siro</i>	Allergene der Mehlmilbe
<i>Lepidoglyphus destructor</i>	Allergene der Pflaumenmilbe
Fel d 1	Hauptallergen der Katzenepithelien
Can f 1	Hauptallergen der Hundeepithelien
Equ c 1	Hauptallergen der Pferdeepithelien
Bos d 2	Hauptallergen der Rinderepithelien
Mus m 1	Hauptallergen aus Mausurin
Rat n 1	Hauptallergen aus Rattenurin
<i>Cladosporium herbarum</i>	Antigene des häufigen Schimmelpilz Cladosporium
<i>Aspergillus amstelodami</i>	Antigene des xerophilen Schimmelpilz Aspergillus amstelodami, auch <i>Eurotium amstelodami</i>
<i>Aspergillus amoenus</i>	Antigene des bei Feuchteschäden im Innenraum relevanten Schimmelpilzes, der zur Clade <i>Aspergillus versicolor</i> gehört

8.3 Beurteilung

Allergenkonzentrationen in der Atemluft, die auf ein erhöhtes Risiko zu erkranken hindeuten, sind für Umweltallergene unbekannt. Die Ableitung solcher gesundheitsbasierten „Risiko-Levels“ ist für Allergene sehr schwierig, da die Immunreaktivität auf das gleiche Allergen zwischen einzelnen Personen stark schwanken kann und vor allem von der individuellen Veranlagung abhängt. Schon geringste Allergenmengen können bei bereits allergischen Personen Beschwerden hervorrufen, während nicht sensibilisierte Menschen auch bei hohen Allergenkonzentrationen keine Symptome zeigen. An Innenraumarbeitsplätzen, die in diesem Report betrachtet werden, findet kein gezielter Umgang mit Allergenen statt.

Da es keine allgemein gültigen Beurteilungskriterien gibt, ist immer eine Einzelfallprüfung notwendig. Bei Feuchteschäden und Schimmelpilzbefall ist die Erfassung der Raumklimasituation wichtig ([Kapitel 5.3 Raumklima](#), [Kapitel 7 Biostoffe](#)). Milben- und Tierallergene an Innenraumarbeitsplätzen stammen hauptsächlich aus dem häuslichen Umfeld. Um die Allergenbelastung an einem Innenraumarbeitsplatz beurteilen zu können, ist der Vergleich mit der typischen Allergenbelastung im häuslichen Umfeld bisher der beste Ansatz. In zahlreichen Studien wurde die Allergenkonzentration im häuslichen Umfeld quantitativ bestimmt, allerdings meist in abgesaugtem Boden- oder Matratzenstaub oder in auf elektrostatischen Tüchern (Passivsampler) abgesetztem Staub.

So konnte mithilfe von Passivsammlern gezeigt werden, dass in Kindertagesstätten häufig höhere Konzentrationen von Hausstaubmilbenallergenen auftreten als bei Kindern oder Betreuungspersonen zu Hause [6]. In Büroräumen hingegen war die Belastung durch Hausstaubmilben deutlich geringer als in der häuslichen Umgebung [7]. Bei der Bewertung von Katzen- und Hundeallergenen fielen die Vergleiche unterschiedlich aus, je nachdem, ob Haushalte mit oder ohne diese Haustiere als Vergleichsbasis herangezogen wurden. In Kindertagesstätten war die Belastung durch Hunde- und Katzenallergene ähnlich hoch wie in Haushalten mit diesen Tieren. In Büroräumen waren Tierallergene meist nur dann nachweisbar, wenn dort Beschäftigte arbeiteten, die zu Hause Haustiere hielten [7]. Das Vorhandensein von Haustieren muss bei der Expositionsberechnung unbedingt berücksichtigt werden, da sich die Allergenkonzentrationen um ein Vielfaches (Faktor 50 bis 100) unterscheiden können. Für Innenraumarbeitsplätze, an denen sich keine Haustiere aufhalten

sollten, wäre dann der Privathaushalt ohne Tiere der passende Vergleichsmaßstab. Wäre hier die Belastung mit Tierallergenen höher als im häuslichen Bereich, könnte man von einer erhöhten Belastung ausgehen und entsprechende Maßnahmen zur Allergenreduktion einleiten.

Die oben genannten Erkenntnisse über Allergenbelastungen an Innenraumarbeitsplätzen beruhen auf Untersuchungen von abgelagerten Stäuben. Für die Bewertung hinsichtlich eines möglichen gesundheitlichen Risikos sind jedoch Messungen des einatembaren Staubs (E-Staub) in der Raumluft erforderlich.

8.4 Maßnahmen

Inhalationsallergene kommen in allen Innenräumen vor, am Arbeitsplatz und zu Hause. Die einzige vorbeugende Maßnahme ist die Verringerung der Allergenkonzentration. Dabei unterstützen eine optimale Lüftungsroutine ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)), ein optimales Raumklima ([Kapitel 5.3 Raumklima](#)) und die regelmäßige Reinigung ([Kapitel 6.1 Gase – Partikel – Fasern – Stäube](#)).

8.4.1 Milben

Kontrolle der Luftfeuchte: Eine Verringerung der Luftfeuchte kann das Wachstum von Hausstaubmilben hemmen; allerdings muss die relative Luftfeuchte deutlich unter 50 % liegen, damit diese Maßnahme erfolgreich ist. Um dies zu erreichen, sollte die komplette Raumluft mehrmals täglich über Stoßlüften ausgetauscht werden ([Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).

Häufige Reinigung der Bodenflächen: Glatte Bodenbeläge sollten feucht gewischt werden, um die Staubaufwirbelung so gering wie möglich zu halten.

Entfernen, Erneuern, oder regelmäßiges Waschen von Gegenständen, die Staub ansammeln: Das Vorhandensein von textilen Gegenständen wie Teppichen, Polstermöbeln, Decken und Gardinen wurde in Studien mit einer erhöhten Konzentration an Hausstaubmilbenallergenen in Verbindung gebracht.

Verwendung von Staubsaugern mit HEPA-Filters: Regelmäßiges und häufiges Staubsaugen mit HEPA-Filters führt zu einer deutlichen Verringerung der Konzentration an Hausstaubmilbenallergenen.

Einsatz von Akariziden (Biozide zur Milbenbekämpfung): Durch den Einsatz von Milbensprays auf Textilien kann die Konzentration an Hausstaubmilbenallergenen reduziert

werden. Werden Biozide unsachgemäß verwendet, kann ein Risiko für Umwelt und Gesundheit entstehen. Vor jeder Anwendung sollte daher sorgfältig geprüft werden, ob es nicht schonendere Alternativen gibt. Weitere Informationen zu Bioziden sind im Informationsportal für Biozide des Umweltbundesamtes (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/biozide>) zu finden. Die Wirkung dieser chemischen Stoffe auf die Gesundheit der Betroffenen ist jedoch ungewiss. Da die Allergene auch im Milbenkot und in abgestorbenen Milbenkörpern vorhanden sind, sollten zusätzlich die zuvor genannten Reinigungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Verwendung von mobilen Luftreinigern als ergänzende Maßnahme, wenn der Raum nur unzureichend mit frischer Außenluft belüftet werden kann [8, 9].

8.4.2 Tierallergene

Zusätzlich zu den in Abschnitt 8.4.1 genannten Maßnahmen kann ein Verbot, Tiere mit an den Arbeitsplatz zu bringen, helfen. Beschäftigten mit einer Tierallergie und Beschwerden am Arbeitsplatz wird empfohlen, den Raum bzw. das Büro zu wechseln, wenn sie mit Personen zusammenarbeiten, die entsprechende Haustiere zu Hause halten.

8.4.3 Schimmelpilze

Schimmelpilzbefall im Innenraum ist ein hygienisches Problem und muss beseitigt werden ([Kapitel 7 Biostoffe](#)). Entsprechende Maßnahmen wurden von der Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) des Umweltbundesamtes im „Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden“ (Schimmellettfaden) [10] zusammengestellt.

- Fachgerechte Beseitigung von Schimmelpilzbefall, Sanierung von Feuchteschäden, Vermeidung von Kältebrücken.
- Kontrolle des Raumklimas: Die Senkung der relativen Luftfeuchte kann eine Kondensation an Materialoberflächen verhindern und damit das Wachstum von Schimmelpilzen hemmen. Um dies zu erreichen, sollte ausreichend geheizt und gelüftet werden ([Kapitel 5.3 Raumklima](#), [Kapitel 5.4 Raumlüftung](#)).
- In der kalten Jahreszeit zusätzliche Feuchtequellen vermeiden (z. B. nicht Wäsche trocknen, Zimmerspringbrunnen abstellen, Feuchtigkeit von Zimmerpflanzen kontrollieren).

- Bei unzureichend gedämmten Außenwänden Einrichtungsgegenstände oder Gardinen mit einigen Zentimetern Abstand zur Wand aufstellen oder aufhängen, um eine optimale Zirkulation der warmen Raumluft zu gewährleisten. Dadurch werden die Wände erwärmt und Feuchtigkeit von der Wandoberfläche abgeführt.
- Möbeloberflächen und Böden häufig feucht wischen und trocknen oder absaugen und ggf. zusätzlich mit Mitteln reinigen, die pilzhemmende Substanzen enthalten.
- Luftfilter in Klimaanlagen regelmäßig überprüfen und austauschen ([Kapitel 7 Biostoffe](#)).

8.5 Literatur

- [1] Klimek, L.; Vogelberg, C.; Werfel, T.: Weißbuch Allergie in Deutschland. Springer, Berlin 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-89935-313-6>
- [2] AWMF S2k-Leitlinie: „Diagnostik und Therapie der exogen allergischen Alveolitis (EAA)“ 2024, AWMF-Register-Nr. 161/001. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/020-036>
- [3] Haftenberger, M.; Laußmann, D.; Ellert, U.; Kalklösch, M.; Langen, U.; Schlaud, M. et al.: Prävalenz von Sensibilisierungen gegen Inhalations- und Nahrungsmittelallergene. Bundesgesundheitsblatt 56 (2013) Nr. 5-6, S. 687-697. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1658-1>
- [4] Raulf, M.; Buters, J. T. M.; Chapman, M.; Cecchi, L.; de Blay, F.; Doekes, G. et al.: Allergenexposition - wie kann man Inhalationsallergene an Arbeitsplätzen und in der Umwelt messen? Zusammenfassung des „EAACI Positionspaper“ zum Allergenmonitoring. Allergologie 39 (2016) Nr. 2, S. 45. <https://doi.org/10.5414/ALX01812>
- [5] Riediger, G.: Geräte zur Probenahme der einatembaren Staubfraktion (E-Staub) (Kennzahl 3010). In: IFA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 27. Lfg. X/01. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. Erich Schmidt, Berlin – Losebl.-Ausg. 1989. www.ifa-arbeitsmappedigital.de/3010
- [6] Sander, I.; Neumann, H.-D.; Lotz, A.; Buxtrup, M.; Raulf, M.: Ergebnisse der „Kita-Studie“ – Messung der Allergenbelastung in Kindertageseinrichtungen. IPA-Journal 2 (2020), S. 11-15. <https://www.dguv.de/ipa/publik/ipa-journale/index.jsp>

- [7] Marschall, V.: Aus der Praxis: Katzenallergene am Büroarbeitsplatz? IPA vergleicht Belastung durch Milben-, Katzen- und Hundeallergene in Büros und im häuslichen Bereich. IPA-Journal 3 (2022), S. 37-39. <https://www.dguv.de/ipa/publik/ipa-journale/index.jsp>
- [8] Fachbereich AKTUELL: Infektionsschutz: Empfehlungen zum Lüftungsverhalten an Innenraumarbeitsplätzen (FBVW-502). Sachgebiet „Klima am Arbeitsplatz“ im Fachbereich „Verwaltung“ der DGUV. Berlin, 2024. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/fachbereich-aktuell/>
- [9] DGUV Information: Lüftungskonzepte für eine gute Innenraumluftqualität – Ermitteln, beurteilen, sicherstellen (215-550). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2025. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk>
- [10] Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden (Schimmelleitfaden). Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2024. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/schimmel/aktueller-uba-schimmelleitfaden>

Anhang: Vorschriften, Regeln, Normen

1. Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln für Arbeitsstätten

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet:
z. B. www.gesetze-im-internet.de oder www.baua.de

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit
- Arbeitszeitgesetz (ArbZG)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
Verordnung über Arbeitsstätten
Technische Regeln für Arbeitsstätten
 - ASR A3.4 „Beleuchtung und Sichtverbindung“
 - ASR A3.5 „Raumtemperatur“
 - ASR A3.6 „Lüftung“
 - ASR 6 „Bildschirmarbeit“
 - ASR V3 „Gefährdungsbeurteilung“
- Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV)
Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder
Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (TREMF)
 - NF – Statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz
 - HF – Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz
 - MG – Magnetresonanzverfahren
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln
- Empfehlung 1999/519/EG des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz)
- Richtlinie 2013/35/EU des Europäischen Rates und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder)
- Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BlmSchV) – Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – Lärm- VibrationsArbSchV
Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen

- Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeits- schutzverordnung (TRLV)
- Trinkwasserverordnung (TrinkwV)
Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

2. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle: Beim zuständigen Unfallversicherungsträger und unter <https://publikationen.dguv.de>

DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift Grundsätze der Prävention
- DGUV Vorschrift Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit

DGUV Regeln

- DGUV Regel 102-601 „Branche Schule“
- DGUV Regel 102-602 „Kindertageseinrichtung“
- DGUV Regel 115-401 „Branche Bürobetrieb“

DGUV Informationen

- DGUV Information 201-028 „Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung“
- DGUV Information 203-094 „Radon - eine Handlungshilfe zu Expositionsmessungen, zur Interpretation von Messergebnissen und zu Strahlenschutzmaßnahmen“
- DGUV Information 208-033 „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“
- DGUV Information 208-053 „Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen“
- DGUV Information 215-111 „Barrierefreie Arbeitsgestaltung Teil 1: Grundlagen“
- DGUV Information 215-112 „Barrierefreie Arbeitsgestaltung Teil 2: Grundsätzliche Anforderungen“
- DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- DGUV Information 215-211 „Tageslicht am Arbeitsplatz und Sichtverbindung nach außen“
- DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“
- DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büro- arbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“
- DGUV Information 215-442 „Beleuchtung im Büro – Hil- fen für die Planung der künstlichen Beleuchtung in Bü- roräumen“

- DGUV Information 215-443 „Akustik im Büro – Hilfe für die akustische Gestaltung von Büros“
- DGUV Information 215-444 „Sonnenschutz im Büro“
- DGUV Information 215-520 „Klima im Büro – Antworten auf die häufigsten Fragen“
- DGUV Information 215-550 „Lüftungskonzepte für eine gute Innenraumluftqualität – Ermitteln, beurteilen, sicherstellen“

DGUV Grundsätze

- DGUV Grundsatz 303-006 „Anforderungen an Fachkundige für die Messung und Berechnung und die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei Exposition durch elektromagnetische Felder nach § 4 der Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern“

3. Normen

- DIN 18040-1 „Barrierefreies Bauen Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude“
- DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“
- DIN 45669-2 „Messung von Schwingungsimmisionen – Teil 2: Messverfahren“
- DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Messung und Bewertung“
- DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 6: Messung und Bewertung“
- DIN ISO 16000-16 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Filtration“
- DIN ISO 16000-19 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze“
- DIN ISO 16000-18 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion“
- DIN ISO 16000-20 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Bestimmung der Gesamtsporenanzahl“
- DIN ISO 16000-21 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme von Materialien“
- DIN ISO 16000-28 „Innenraumluftverunreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer“
- DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“
- DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer

Anlagen und Luftbehandlungssysteme in Nichtwohngebäuden“

- DIN EN 16798-3 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4)“
- DIN EN 527-1 „Büromöbel – Büro-Arbeitstische – Teil 1: Maße“
- DIN EN ISO 10075-1 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe“
- DIN EN ISO 3382-3 „Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3: Großraumbüros“
- DIN EN ISO 7243 „Ergonomie der thermischen Umgebung – Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe temperature)“
- DIN/TS 67600 „Ergänzende Kriterien für die Lichtplanung und Lichtenwendung im Hinblick auf nichtvisuelle Wirkungen von Licht“
- ISO 22955 „Akustik - Akustische Qualität von offenen Büroräumlichkeiten“
- VDI 2057 Blatt 3 „Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden“
- VDI 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros“
- VDI 6022 Blatt 1 „Raumlufttechnik, Raumluftqualität - Hygieneanforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)“
- VDI 6022 Blatt 3 „Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Beurteilung der Raumluftqualität“
- VDI 3883 Blatt 1 „Wirkung und Bewertung von Gerüchen. Erfassung der Geruchsbelästigung. Fragebogen-technik“

4. Weiterführende Informationen

- Fachbereich AKTUELL „Arbeiten im Homeoffice – nicht nur in der Zeit der SARS-CoV-2-Epidemie“ (FBVW-402). Sachgebiet „Klima am Arbeitsplatz“ im Fachbereich „Verwaltung“ der DGUV. Berlin, 2024.
- Fachbereich AKTUELL „Infektionsschutz: Empfehlungen zum Lüftungsverhalten an Innenraumarbeitsplätzen“ (FBVW-502). Sachgebiet „Büro“ im Fachbereich „Verwaltung“ der DGUV. Berlin, 2022.

Abkürzungsverzeichnis

26. BImSchV	Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV)
ABS	Ausschuss für Betriebssicherheit
AgBB	Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten
AGÖF	Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute
AIR	Ausschuss für Innenraumrichtwerte
ALS	Auslöseschwellen
AQS	Luftgüteleitlinien (Air Quality Guidelines)
AR	Augmented Reality
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung)
ASR	Technische Regeln für Arbeitsstätten (Arbeitsstättenregeln)
ASTA	Ausschuss für Arbeitsstätten
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung)
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BG ETEM	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
BioStoffV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung)
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BNetzA	Bundesnetzagentur
DGAUM	Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin
DGK	Deutschen Gesellschaft für Kardiologie
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
EAA	Exogen-Allergische Alveolitis
EGW	Expositionsgrenzwerte
EMF	Elektromagnetische Felder
EMFV	Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern
E-Staub	einatembare Staubfraktion
FID	Flammenionisationsdetektor
GBU	Gefährdungsbeurteilung
GDA	Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung)
GLW	Geruchsleitwerte

HEPA	High Efficient Particulate Air (Hocheffizienter Partikelfilter)
HF	Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz
HSM	Herzschriftmacher
IAG	Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV
IAQ	Raumluftqualität (Indoor Air Quality)
ICD	Kardioverter-Defibrillatoren
IFA	Institut für Arbeitsschutz der DGUV
IgE	Immunglobulin E
IgG	Immunglobulin G
IPA	Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV
IRK	Kommission Innenraumlufthygiene
KI	Künstliche Intelligenz
LärmVibrationsArbSchV	Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung)
MAK-Kommission	Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)
MR	Magnetresonanzverfahren
MVOC	Mikrobielle flüchtige organische Verbindungen (Microbial Volatile Organic Compounds)
NF	Statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCP	Pentachlorphenol
PID	Photoionisationsdetektor
RLT-Anlage	Raumlufttechnische Anlage
SiBe	Sicherheitsbeauftragte
Sifa	Fachkraft für Arbeitssicherheit
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TREMF	Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TRLV	Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
TVOC	Gesamt-VOC-Konzentration (Total Volatile Organic Compounds)
UGR	Unified Glare Rating
UVT	Unfallversicherungsträger
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Namen und Institutionen der Autoren und Autorinnen

Carsten Alteköster

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Dr. Jonathan Bechem

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Christian Behr

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Ingo Bömmels

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Frank Breuer

Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

Dr. Marlen Cosmar

Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

Elke Danhamer

Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN)

Holger Fisch

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW)

Dr.-Ing. Christian Freitag

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Dr. Hans-Peter Fröhlich

Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

Harald Hauck

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)

Dr. Kai Heinrich

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Dr. Christina Heitmann

Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG)

Dr. Carina Jehn

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Dr. Sabine Kesphol

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Nick Kleinewalter

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Dr. Annette Kolk

IIInstitut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Ute Kutscher

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)

Ulrich Metzdorf

Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Postlogistik
und Telekommunikation (BG Verkehr)

Dr. Birger Neubauer

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Sylke Neumann
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Dr. Simone Peters
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Dr. Walter Prinz
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Prof. Dr. Monika Raulf
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV,
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Dr. Ingrid Sander
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV,
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Dr. Florian Schelle
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Malu Schumann
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Frank Siebert
Sozial-Versicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gar-
tenbau (SVLFG)

Jan Sparmann
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe
(BGN)

Andreas Stephan
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Dr. Kirsten Sucker
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Thomas Sye
Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Postlogistik
und Telekommunikation (BG Verkehr)

Alexander Tjaberings
Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

Dr. Nadja von Hahn
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Christina Walther
Unfallkasse Hessen (UK Hessen)

Silke Werner
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)

Eva Zahradnik
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV,
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de