

4 Geruch und Geruchssinn

K. Sucker, Bochum

H.-D. Neumann, Düsseldorf

In vielen Fällen ist das Auftreten von Geruch der Auslöser für geäußerte Beschwerden an Innenraumarbeitsplätzen. Die folgenden Hintergrundinformationen sollen helfen, Beschwerden über Geruch richtig zu interpretieren und Möglichkeiten für das weitere Vorgehen aufzeigen.

4.1 Das olfaktorische Sinnessystem der Nase

Unter dem Geruchssinn versteht man ein Sinnessystem, das mithilfe des Geruchsorgans der Wahrnehmung/Empfindung von Geruchsstoffen im Dienste der Umweltorientierung, Nahrungsbeurteilung und Zusammenführung der Geschlechter dient [1].

Die Geruchswahrnehmung [2] beginnt in der Riechschleimhaut. Auf einer Fläche von etwa zwei mal fünf Quadratzentimetern befinden sich zwischen zehn und 30 Millionen Riechsinneszellen. Diese werden im Gegensatz zu allen anderen Nervenzellen etwa alle vier Wochen immer wieder neu gebildet und stehen im direkten Kontakt mit der Außenwelt. Jede Sinneszelle ist immer nur mit einem bestimmten Riechrezeptortyp ausgestattet. Der Mensch besitzt ca. 350 unterschiedliche Riechrezeptoren. Diese Riechrezeptoren weisen ein molekulares Erkennungsvermögen auf. Das bedeutet, dass sie nicht nur auf die Molekülgestalt (Größe, Form), sondern auch auf die chemischen Eigenschaften eines Geruchsmoleküls (Kettenlänge, Anzahl und

Anordnung funktioneller Gruppen etc.) reagieren. Dabei haben sie eine hohe Spezifität (bevorzugte Empfindlichkeit) für bestimmte Molekulareigenschaften, aber auch eine hohe Toleranz gegenüber weiteren chemischen Merkmalen. Daraus ergibt sich, dass ein Rezeptor auf mehrere Geruchsstoffe reagiert und ein einzelner Geruchsstoff durch mehrere Rezeptoren registriert wird.

Am Rezeptor angekommen, löst ein Geruchsstoffmolekül in der Zelle einen elektrischen Impuls aus, der in den Riechkolben im Gehirn weitergeleitet wird. Dort befinden sich kugelige Schaltzentren, die sogenannten Glomeruli (Riechknötchen). In einem Glomerulus werden die Informationen aus ca. 1000 Riechzellen des gleichen Typs gebündelt. Die enorme Bündelung hat den Vorteil, dass die Geruchswahrnehmung weiterhin möglich ist, auch wenn größere Teile der Riechschleimhaut z. B. bei einer Infektion geschädigt werden. Insgesamt gibt es ca. 350 unterschiedliche Glomerulustypen, wobei pro Typ zahlreiche Glomeruli redundant zur Verfügung stehen.

Ähnlich wie in der Musik scheint das olfaktorische System eine Kombination von unterschiedlich stark aktivierten Rezeptoren zu nutzen, um mit den „wenigen“ 350 verschiedenartigen Rezeptortypen (Tönen) die Vielzahl von ca. 10 000 unterschiedlichen Gerüchen (Klängen) identifizieren und unterscheiden zu können.

4 Geruch und Geruchssinn

Ein Geruch selbst besteht wiederum aus einer vielfältigen Kombination chemischer Substanzen. Die Zahl der riechbaren Substanzen ist somit quantitativ kaum festzulegen. Allein der Duft einer Rose besteht aus ca. 500 Einzelkomponenten. Allerdings reichen meist wenige sogenannte Leitsubstanzen aus, um einen Geruch zu erkennen. Die Leitsubstanz für Rosenduft zum Beispiel ist Geraniol. Wer Geraniol riecht, denkt sofort an Rosen – merkt aber auch, dass zum Geruch einer echten Rose noch irgendetwas fehlt.

Das im Riechkolben erzeugte neuronale Aktivierungsmuster wird ins Riechhirn weitergeleitet. Hier werden die Nervenimpulse verrechnet, gebündelt und weitergeleitet. Einer der Informationswege führt vom Riechhirn direkt zum Sitz der Emotionen, zum sogenannten limbischen System. Hier erzeugen die eintreffenden Duftinformationen unmittelbar ein Gefühl. Je nach Geruch kann das zum Beispiel Freude, Angst oder Ekel sein. Ist der Geruch intensiv genug, schickt das Riechhirn Nervenimpulse über den Thalamus in die Riechrinde. Hier entsteht der bewusste Geruchseindruck und man erkennt den Rosenduft.

Für manche Stoffe ist die menschliche Nase sehr empfindlich. Isobutylmethoxy-pyrazin, ein Aromastoff der Peperoni, wird zum Beispiel bereits in einer Konzentration von $0,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wahrgenommen [3]. Problematisch wird es, wenn die Konzentration eines Geruchsstoffes so niedrig ist, dass sie messtechnisch nicht erfasst, aber dennoch mit der Nase wahrgenommen werden kann. Die Erfassung und Bewertung von Gerüchen entzieht sich daher oftmals den bekannten chemisch-physikalischen Messverfahren,

wie sie üblicherweise für Luftverunreinigungen zur Anwendung kommen (siehe Abschnitt 12.2).

4.2 Geruchsschwellenwerte aus der Literatur

Die Bewertung von Geruchsschwellenwerten aus der Literatur ist mitunter problematisch. Insbesondere für gut untersuchte Stoffe, für die man eine gewisse Konsistenz der Werte erwarten sollte, zeigt sich oft genau das Gegenteil: Je mehr Geruchsschwellenwerte man in der Literatur für denselben Stoff findet, umso mehr weichen diese voneinander ab, nicht selten sogar über mehrere Größenordnungen. Beispielsweise findet man für die Geruchsschwellen von Anilin in der Literatur Daten von $0,2$ bis $350\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Ursache hierfür liegt nicht nur in unterschiedlichen Messstrategien begründet, sondern auch in der unterschiedlichen Geruchsempfindlichkeit der Menschen. Aus solch starken Streuungen von Literaturwerten resultiert zwangsläufig, dass Aussagen zu derjenigen Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei der ein Geruch wahrnehmbar ist, sehr unzuverlässig sein müssen. Bei Stoffen, für die man in der Literatur nur einen einzigen Geruchsschwellenwert findet, kann man demzufolge auch nicht mit Sicherheit davon ausgehen, dass dieser Wert korrekt ist.

4.3 Geruchsempfindungen

Ob man einen Geruch mag oder nicht, ist nicht angeboren, sondern abhängig von der Erfahrung, die man mit diesem Geruch gemacht hat. So treten z. B. kulturelle Unterschiede bei der Empfindung des Geruchs von getrocknetem Fisch auf, der für die

japanische Nase angenehm, für die deutsche Durchschnittsnase dagegen eher nicht angenehm ist.

Unser Geruchssinn ist auch nicht zuverlässig in der Lage, „Gut von Böse“ zu unterscheiden. Der Geruch vieler aromatischer Kohlenwasserstoffverbindungen wird als angenehm empfunden, obwohl sie oftmals bereits in niedrigen Konzentrationen toxische Wirkungen zeigen, während der völlig harmlose Duft mancher deftiger Käsesorten zu massiven Protestreaktionen führen kann.

Beim Riechen werden verschiedene Aromastoffe wie z. B. Vanille aufgenommen, mit weiteren Informationen anderer Sinne verknüpft („Ofen ist noch warm“, „Oma wollte heute backen“ etc.) und schließlich als „Kuchengeruch“ wahrgenommen und abgespeichert. Der gleiche Geruchseindruck kann im Zusammenhang mit anderen Informationen oder bei einer anderen Person als „süßliches Parfüm“ und „unangenehm“ gespeichert werden.

Auf diese Art und Weise werden Gerüche mit Erinnerungen verknüpft und können später das Gefühl von Wohlbefinden oder Unwohlsein auslösen, ohne dass uns die Verbindung zu den früheren Ereignissen in diesem Moment bewusst ist.

Ob ein Geruch als unangenehm und belästigend wahrgenommen wird, hängt nicht nur von der Stoffkonzentration und der Geruchsart oder den individuellen Erfahrungen und den Erinnerungen ab, sondern auch von der Dauer und Häufigkeit (Gewöhnungseffekt) der Wahrnehmung, von der Geruchsempfindlichkeit der Person und zahlreichen weiteren Faktoren.

4.4 Der Nocebo-Effekt

Beim Nocebo-Effekt handelt es sich um die Umkehrung des Placebo-Effektes, der insbesondere aus dem Arzneimittelbereich bekannt ist [4].

Arzneimittel übertragen grundsätzlich zwei Botschaften. Zum einen vermitteln die Wirkstoffe in Arzneimitteln eine chemische Information. Der Wirkstoff reagiert mit Bestandteilen des Organismus und löst Ereignisse aus, die sich in erwünschten oder unerwünschten Wirkungen äußern. Zum anderen vermitteln Arzneimittel ein Signal an den Patienten, dass ihm als Person etwas widerfährt. So ist es möglich, dass selbst im Falle fehlender chemischer Informationen die Erwartung eines positiven Effektes dazu führt, dass eine Besserung der Symptomatik eintritt. Man spricht in diesem Zusammenhang vom Placebo-Phänomen (Deutsch: „Ich werde gefallen“).

Das Negativ des Placebo erscheint als Nocebo (Deutsch: „Ich werde schaden“). Die Menschen erfahren als Nocebo, was sie befürchten. Sie haben körperliche Symptome, deren Ursache sie darin suchen, was ihnen in ihrem Umfeld als naheliegend erscheint. Wie beim Placebo kann dieser Effekt unabhängig von der chemischen Wirkung des Stoffes auftreten. So gibt es Berichte, dass Personen, die sich nach Meldungen über erhöhte Ozonwerte und damit verbundenen Verhaltensempfehlungen als „Betroffene“ fühlen, Bedrohungsängste entwickeln können. Diese Personen berichten über Symptome, die in den Medien als „ozontypisch“ beschrieben werden, wie z. B. Augenreizung, Schluckbeschwerden, erschwerte Atmung, Schmerzen beim tiefen

4 Geruch und Geruchssinn

Einatmen, Kopfschmerz, Schläffheit, Kreislaufbeschwerden. Auffallend ist, dass diese Beschwerden im Bereich von Ozonkonzentrationen beschrieben werden, die vermutlich nicht ausreichen, diese Symptome hervorzurufen.

Fazit

Die Wahrnehmung eines Geruchs lässt keine Rückschlüsse auf seine gesundheitliche Relevanz zu. Auch vom Menschen deutlich empfundener Geruch kann unterhalb der analytischen Nachweisgrenzen für die jeweiligen Einzelsubstanzen liegen; umgekehrt kann nicht jeder potenziell gefährliche Stoff vorab an seinem Geruch erkannt werden. Deswegen sind Meldungen über ungewöhnliche Geruchswahrnehmungen ernst zu nehmen. Sie können ein Hinweis darauf sein, dass die Luftqualität und andere Umgebungsbedingungen am Arbeitsplatz nicht optimal sind.

Die rechtliche Begründung findet sich im Absatz 3.6 „Lüftung“ im Anhang der Arbeitsstättenverordnung [5]. Demnach muss in umschlossenen Arbeitsräumen unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren, der körperlichen Beanspruchung und der Anzahl der Beschäftigten sowie der sonstigen anwesenden Personen ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein. Dies bedeutet die Vermeidung von belästigendem Geruch, soweit es die Natur des Betriebes gestattet. In der Regel dürfen somit auch keine belästigenden Geruchsemissionen von Produkten (z. B. Bauchemikalien) und Geräten (z. B. Laserdrucker, -kopierer) oder Anlagen (z. B. raumluftechnische Anlagen) ausgehen.

4.5 Literatur

- [1] Roche Lexikon Medizin. 5. Aufl. Urban & Fischer, München 2003
- [2] *Hatt, H.*: Geschmack und Geruch. In: *Schmidt, R.F.; Lang, F.* (Hrsg.): Physiologie des Menschen – Mit Pathophysiologie. 30. Aufl. Springer, Berlin 2007, S. 422-438
- [3] *Buttery, R. G.; Seifert, R. M.; Guadagni, D. G.; Ling, L. C.*: Characterization of some volatile constituents of bell peppers. *J. Agric. Food Chem.* 17 (1969) Nr. 6, S. 1322-1327
- [4] *Habermann, E.*: Vergiftet ohne Gift – Glauben und Angst in der Toxikologie. *Skeptiker* (1995) Nr. 3, S. 92-100
- [5] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBl. I (2004), S. 2179-2189; zul. geänd. durch Artikel 4 der Verordnung vom 19. Juli 2010, BGBl. (2010) S. 960-967