



## Aufnahme von Gefahrstoffen über die Haut von Feuerwehreinsatzkräften während der Brandbekämpfung

Dirk Taeger, Stephan Koslitz, Heiko Käfferlein, Thomas Brüning

Brandbekämpfung bei der Feuerwehr geht in der Regel mit einer Brandrauchbelastung einher. Das Tragen von umluftunabhängigem Atemschutz verhindert die inhalative Aufnahme von krebserzeugenden Stoffen im Brandrauch, wie zum Beispiel polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Eine mögliche Aufnahme von Gefahrstoffen über die Haut ist allerdings noch wenig untersucht, trotz der bekanntermaßen guten Hautgängigkeit vieler Gefahrstoffe.

Der Beruf einer Feuerwehreinsatzkraft ist durch besondere Gefahren charakterisiert. Neben technischer Hilfeleistung und Rettungsdienst zählt die Brandbekämpfung zu den vorrangigen Aufgaben. Die Belastung der Einsatzkräfte ist dabei abhängig von deren Funktion im Einsatz. Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist in der lebensfeindlichen Umgebung eines Brandes unerlässlich. Dazu zählt neben feuerresistenter Einsatzkleidung auch das Tragen von umluftunabhängigem Atemschutz.

### Brandrauch – Ein gefährlicher Gefahrstoffmix

Brandrauch stellt einen Gefahrstoffmix aus mehreren Hundert unterschiedlichen Komponenten dar, von denen einige krebserzeugend für den Menschen sind. Beispiele hierfür sind PAK, Benzol und Schwermetalle. Abgängig vom Brandgut, der Sauerstoffzufuhr und der Temperatur kann die Menge und Zusammensetzung dieser Stoffe im Brandrauch variie-

ren. Aufgrund einer größtenteils unvollständigen Verbrennung entstehen auch Gefahrstoffe aus der Gruppe der PAK in unterschiedlichen Konzentrationen und Zusammensetzungen. Die Position einer Feuerwehreinsatzkraft im Einsatz, die Größe und Dauer des Feuers, das Brandgut sowie die Art und der Umfang der eingesetzten PSA beeinflussen daher in hohem Maße die individuelle Exposition.

### Feuerwehreinsatzkräfte und Krebs

In den letzten 15 Jahren sind eine Vielzahl epidemiologischer Studien publiziert worden, die sich mit dem Krebsrisiko von Feuerwehreinsatzkräften beschäftigen. In einer vom IPA dazu veröffentlichten Meta-Analyse zeigte sich, dass das allgemeine Krebsrisiko von männlichen Feuerwehreinsatzkräften vergleichbar mit dem der Allgemeinbevölkerung ist (Casjens et al. 2020). So konnten mit Ausnahmen, wie einer erhöhten Blasenkrebssterblichkeit, lediglich moderat

erhöhte Risiken für ausgewählte andere Tumorarten ermittelt werden. Aufgrund der komplexen und oftmals individuellen Expositionssituation ist es natürlich möglich, dass das individuelle Krebsrisiko für einzelne Feuerwehreinsatzkräfte bei entsprechenden Expositionen erhöht ist.

### Präventionsmaßnahmen zur Reduzierung der Exposition

Als primäre Präventionsmaßnahme steht bei einer Brandbekämpfung der konsequente Einsatz von Atemschutz im Vordergrund. So ist es nicht überraschend, dass in epidemiologischen Studien mit Ausnahme der Waldbrandbekämpfung kein erhöhtes Risiko für Lungenkrebs gefunden werden konnte (Casjens et al. 2020; Navarro et al. 2019; Bigert et al. 2016). Andererseits können auch andere Aufnahmewege von Gefahrstoffen, zum Beispiel über die Haut, zu einer Gefährdung und damit insbesondere zur Krebsentstehung an anderen Organen beitragen.

So gelangen während des Einsatzes Schadstoffe auf und in die Einsatzkleidung und dünsten im Anschluss aus beziehungsweise fallen in partikulärer Form ab. Entsprechend müssen Kontaminationsverschleppungen in die Einsatzfahrzeuge oder in die Wachen durch entsprechende Hygienemaßnahmen verhindert werden. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Einsatzkleidung unter Vermeidung von direktem Hautkontakt mit verschmutzten Arealen ausgezogen wird, die Hände und das Gesicht nicht berührt werden sowie die nach einem Brandeinsatz durchzuführende Reinigung der Kleidung und Geräte. Aktuell wurde eine DGUV-Information zur Einsatzstellenhygiene publiziert, in der an Hand von Beispielen konkrete Hilfestellungen zur Kontaminationsvermeidung gegeben werden (DGUV 2020).

### Dermale Aufnahme von besonderer Bedeutung

Gerade der Vermeidung einer dermalen Aufnahme im Nachgang zur aktiven Brandbekämpfung kommt eine hohe Bedeutung zu, unter anderem wegen Kontaminationsverschleppungen im Einsatzfahrzeug, der Wache und den Reinigungsstationen. Aber auch während des Einsatzes kann die für die Feuerwehr zugelassene PSA nicht immer verhindern, dass Brandrauch auf die Haut gelangt und sich dort ablagert. Die PSA darf auch nicht luftdicht abschließen, da sie gleichzeitig zur Regulation der Körpertemperatur atmungsaktiv sein muss, um einen Hitzestau zu vermeiden. In einem ersten Schritt ist es daher zunächst wichtig, die dermale Exposition generell zu erfassen. Wenn die Exposition über die Haut reduziert werden soll, müssen in einem zweiten Schritt effektive Präventionsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden (z. B. Anpassung PSA und Einsatzstellenhygiene, Verhaltensprävention, etc.).



### Abschätzung der Hautaufnahme durch Human-Biomonitoring

Um die tatsächliche, insbesondere die über die Haut aufgenommene Menge an Gefahrstoffen im Körper einer Feuerwehreinsatzkraft zu beurteilen, bietet sich das Human-Biomonitoring (HBM) an. Die Bestimmung der Exposition gegen PAK erfolgt im Urin über das Stoffwechselprodukt des Pyrens, das 1-Hydroxypyren (1-OHP). Pyren ist Bestandteil von PAK und immer im Brandrauch zu finden. Für die analytische Bestimmung von 1-OHP liegen verschiedene Routineverfahren sowie Beurteilungswerte zur Ergebnisinterpretation vor. Im Gegensatz zu Untersuchungen unter Ausbildungs- und Trainingsbedingungen existieren jedoch nur wenige HBM-Studien nach realen Brandeinsätzen (Gill und Britz-McKibbin 2020). So wurde in einer kanadischen Studie nach einem Einsatz im Rahmen von Gebäudebränden eine ca. vierfache Erhöhung des 1-OHP im Urin nach den Einsätzen beobachtet (Keir et al. 2017).

### DGUV fördert deutsche Human-Biomonitoring-Studie am IPA

In Deutschland gab es bisher keine ähnliche Studie, so dass die DGUV das Projekt "Krebsrisiko für Feuerwehreinsatzkräfte – Strategien zur Expositionsvermeidung und -erfassung" unter Leitung des Fachbereiches Feuerwehren, Hilfeleistungen, Brandschutz (FHB) initiiert hat. Das Teilprojekt „Biomonitoring von Feuerwehreinsatzkräften bei Realbränden“ wird vom IPA hauptverantwortlich durchgeführt. In diesem Projekt werden Einsatzkräfte der Berufs- und Freiwilligen Feuerwehren Berlin und Hamburg mittels HBM auf 1-OHP als Parameter einer PAK-Exposition untersucht. Die ersten Er-

gebnisse aus der Pilotstudie zeigen auch hier eine geringe Erhöhung der inneren Exposition nach dem Einsatz (Taeger et al. 2020). Zusätzlich lassen die ersten Ergebnisse erkennen, dass eine korrekt angelegte, funktionsfähige Schutzkleidung sowie das bedarfsgerechte Tragen von umluftunabhängigem Atemschutz zu niedrigeren Expositionen führt. Neben der inhalativen Aufnahme von Gefahrstoffen, wird aus qualitativer Sicht aber bereits auch jetzt schon deutlich, dass eine dermale Aufnahme tatsächlich von Bedeutung ist. So konnten in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) erkennbare Beaufschlagungen von Brandrauch unterhalb der getragenen PSA schon während einiger Einsätze nachgewiesen werden. Eine abschließende Beurteilung der Daten hinsichtlich von 1-OHP im Urin und der Brandrauchbeaufschlagungen ist allerdings erst nach Beendigung der Hauptstudie Ende 2020 möglich. Darüber hinaus ist geplant, in den vorhandenen Proben auch noch weitere Gefahrstoffe bzw. deren Stoffwechselprodukte zu untersuchen, um dann auf Basis dieser Daten eine umfassendere Gefährdungs- und Risikobeurteilung zu ermöglichen.

#### Fazit

Feuerwehreinsatzkräfte sollen sich so schützen bzw. so verhalten können, dass eine schädigende Einwirkung ausgeschlossen ist. Der Hautkontakt kann bei Einsätzen eine Quelle für eine Exposition durch krebserregende Gefahrstoffe sein. Dieses DGUV-Projekt hilft mögliche Gefahren zu erkennen, damit die Prävention im Brandeinsatz verbessert und optimiert werden kann.

Die Autoren:  
**Prof. Dr. Thomas Brüning**  
**Dr. Heiko Käfferlein**  
**Stephan Koslitz**  
**Dr. Dirk Taeger**  
 IPA

#### Literatur

Casjens S, Brüning T, Taeger D. Cancer risks of firefighters: a systematic review and meta-analysis of secular trends and region-specific differences. *Int Arch Occup Environ Health* 2020; 93: 839-852

Navarro KM, Kleinman MT, Mackay CE et al. Wildland firefighter smoke exposure and risk of lung cancer and cardiovascular disease mortality. *Environ Res* 2019; 173: 462-468

Bigert C, Gustavsson P, Straif K et al. Lung Cancer among firefighters: Smoking-adjusted risk estimates in a pooled analysis of case-control studies. *J Occup Environ Med* 2016; 58: 1137-1143

DGUV. DGUV Information 205-035. Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr. 2020; Online: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/>.

Gill B, Britz-McKibbin P. Biomonitoring of smoke exposure in firefighters: A review. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2020; 15: 57-65

Keir JLA, Akhtar US, Matschke DMJ et al. Elevated exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons and other organic mutagens in Ottawa firefighters participating in emergency, On-Shift Fire Suppression. *Environ Sci Technol* 2017; 51: 12745-12755

Taeger D, Koslitz S, Casjens S et al. Krebsrisiko im Feuerwehrdienst – erste Studienergebnisse. *DGUV Forum* 2020; 1: 30-33