



Studie untersucht „Fume- and Smell-Events“ bei Flugpersonal

Biomonitoringstudie „FUSE II“ schafft weitere Datenbasis

Ursache und Wirkung liegen bei gesundheitlichen Beschwerden am Arbeitsplatz häufig nah beieinander. Mit wissenschaftlichen Methoden lassen sich Zusammenhänge bei vielen Problemstellungen darstellen und auf Basis der abgeleiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse, dort wo es notwendig ist, geeignete Schutzmaßnahmen ableiten. Aber es gibt Beschwerdebilder, die sich auch nach mehreren Jahren Forschung nicht eindeutig klären lassen. Ein Beispiel hierfür sind die sogenannten „Fume- and Smell-Events“, von denen fliegendes Personal betroffen sein kann. Die BG Verkehr beschäftigt sich seit langem mit diesen Ereignissen und versucht gemeinsam mit dem IPA Stoffe zu identifizieren, die für die Beschwerden verantwortlich sein könnten. Zu dem Themenkomplex wurde jetzt eine weitere Studie abgeschlossen

Fliegendes Personal berichtet immer wieder von Zwischenfällen an Bord von Flugzeugen, die mit unangenehmen Gerüchen und gelegentlich auch sichtbarem Rauch verbunden sind. Diese „Fume- and Smell-Events“ gehen gelegentlich auch mit gesundheitlichen Beschwerden einher. Zu den Symptomen zählen unter anderem Erschöpfung, Müdigkeit oder Konzentrationsstörungen. Sind kurzfristig auftretende Symptome noch plausibel begründbar, so fehlt für zum Teil berichtete längerfristig vorhandene Symptome eine toxikologisch nachvollziehbare Erklärung. Die BG Verkehr nimmt diese Vorfälle sehr ernst und dokumentiert sie, obwohl sie – strenggenommen – meist nicht meldepflichtig sind. Die Berufsgenossenschaft fordert Betroffene ausdrücklich auf, sich bei Verdachtsfällen zu melden. 524 dieser „Fume- and Smell-Events“ hat sie 2019 – also noch vor der Pandemie und dem damit verbundenen Rückgang des Flugverkehrs – registriert. „Wir hatten gegenüber den Vorjahren bereits

vor dem Ausbruch von Corona einen leichten Rückgang der Zahlen festgestellt“, sagt Dr. Jörg Hedtmann, Präventionsleiter der BG Verkehr, „aber wir konzentrieren uns weiterhin darauf, Ursachen zu finden.“

TCP als Ursache ausgeschlossen

Lange Zeit galten ausgewählte Bestandteile von Triebwerksölen als eine mögliche Ursache. So wurde vermutet, dass die Kabinenfrischluft, die als Zapfluft aus den Triebwerken stammt, dort mit Ölen verunreinigt wird. Luftproben bei den seltenen, unvorhersehbaren und nur kurz auftretenden Zwischenfällen zu nehmen, ist in der Praxis kaum umsetzbar. Daher nutzte das IPA bereits in einer ersten Studie, die vor etwa 10 Jahren unter der Bezeichnung „FUSE“ (Fume- and Smell-Event) durchgeführt wurde, die Methoden des Biomonitorings (Schindler et al. 2012). Die Idee: Wenn toxische

Stoffe in den Körper gelangen, werden sie dort umgewandelt, wieder ausgeschieden und sind im Urin nachweisbar. In „FUSE“ richtete das IPA den Fokus auf die Gruppe der Trikesylphosphate (TCP), die zu den Organophosphorverbindungen zählen. Das dazu gehörende „ortho-TCP“ war früher in Turbinen- und Hydraulikölen enthalten und ist bekanntermaßen neurotoxisch. Das IPA untersuchte in FUSE mehr als 300 Urinproben von Flugzeugcrews, die angaben, kurze Zeit vor der Probenabgabe ein „Fume- and Smell-Event“ erlebt zu haben. Erhöhte Konzentrationen von TCP konnten in den Proben nicht nachgewiesen werden. „Da wir trotz hoher Empfindlichkeit des Analysenverfahrens in keiner einzigen Urinprobe Stoffwechselprodukte des ortho-TCP nachgewiesen haben, konnten wir ortho-TCP als Ursache ausschließen“, erklärt Dr. Tobias Weiß, Studien- und Bereichsleiter Human-Biomonitoring am IPA.

Dieses Ergebnis stellte für die BG Verkehr zumindest einen Anfang dar. Bei den häufig auch in der Presse teils sehr emotional geführten Diskussionen zu „Fume- and Smell-Events“ kam damit ein wenig Licht ins Dunkel. „Das Problem bis dahin war, dass eine völlig unzureichende Datenlage herrschte“, so Dr. Hedtmann, früher selbst als Pilot und Betriebsarzt tätig, „aber jetzt konnten wir aufgrund wissenschaftlicher Ergebnisse zumindest eine Ursache weitgehend ausschließen und weitere Stoffe ins Visier nehmen.“

„FUSE II“ untersucht 17 Verbindungen

In den Mittelpunkt der Folgestudie „FUSE II“ rückten nun die flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe, kurz „VOC“. Auch das in der ersten Studie untersuchte ortho-TCP wurde zur Sicherheit nochmals bei den Analysen berücksichtigt. Ergänzend wurden die analysierten Proben auch auf weitere Organophosphate untersucht, wie sie beispielsweise in Flammschutzmitteln in Flugzeugen vorkommen. Insgesamt 17 verschiedene Stoffe aus den Gruppen der „VOC“ und der Organophosphate umfasste die Liste der Stoffe, denen das IPA in dieser wissenschaftlichen Studie nachgegangen ist. Um die Frage, ob und gegebenenfalls in welcher Höhe die toxischen Stoffe in den Körper der betroffenen Beschäftigten gelangt sind, zu beantworten, wurden nicht nur Urin- sondern auch Blutproben untersucht. Dementsprechend komplex entwickelte sich das Studiendesign. „Logistisch und analytisch war das eine Mammutaufgabe“, erklärt Studienleiter Weiß, „wir hatten es mit verschiedenen Herausforderungen bei der Probenahme und dem -transport zu tun. Zudem musste die Zustimmung der Ethik-Kommission für diese hochkomplexe Studie eingeholt werden.“

Von November 2018 bis Februar 2020 konnte sich schließlich das Flugpersonal nach einem „Fume- and Smell-Event“ an insgesamt zwölf deutschen Flughäfen untersuchen lassen. Geschulte Durchgangsärzte und -ärztinnen nahmen standardisiert Proben der Beschäftigten und beantworteten mit den Betroffenen einen Fragenkatalog. Die Proben erreichten das IPA spätestens nach 48 Stunden und wurden dort direkt weiterverarbeitet. Parallel dazu wurde ein Kontrollkollektiv rekrutiert, das nicht in der Flugbranche tätig ist, und somit Vergleichswerte zum Flugpersonal liefern konnte.

Intensive Vorbereitungsphase

Der eigentlichen Studie ging eine intensive präanalytische Phase voraus: Welche Methoden kommen bei der Untersuchung der Proben zum Einsatz? Wo und durch wen werden bei den betroffenen Beschäftigten die Proben genommen? Welche Gefäße kommen bei solch empfindlichen Nachweisverfahren zum Einsatz? Wie kann der schnelle und sichere Transport der Proben ins IPA gewährleistet werden? „Eine Studie mit einem vergleichbar hohen Aufwand haben wir vorher kaum durchgeführt“, sagt Stephan Koslitz, technischer Laborleiter im Bereich Human-Biomonitoring des IPA. Der komplette Ablauf musste standardisiert sein. So musste zum Beispiel auch gewährleistet werden, dass das ärztliche Personal an allen 12 Flughäfen dieselben Tools und Materialien nutzt und nach den gleichen Handlungsanweisungen arbeitet.

Die erste große Herausforderung stellten die verwendeten Probennahme-Gefäße dar. Da sich die nachzuweisenden Stoffe leicht verflüchtigen, mussten die Proben umgehend nach der Probennahme in gasdichte Gefäße gefüllt werden. Die Wahl fiel auf Glas, allerdings eigneten sich dazu nicht alle dazugehörigen Verschlüsse. So enthielten gummierte Kunststoff-Verschlüsse einiger gängiger Blutabnahmesysteme den Stoff „n-Hexan“ und damit exakt einen der Stoffe, der in den Proben nachgewiesen werden sollte. „Damit wäre das Ergebnis falsch-positiv beziehungsweise falsch zu hoch gewesen“, so Koslitz, „wir hätten einen Stoff nachgewiesen, der Bestandteil des Probennahme-Gefäßes war, aber nicht unbedingt aus dem Blut der untersuchten Person stammt.“

Proben durften nicht eingefroren werden

Auch eine falsche Lagerung der Proben hätte zu einem falschen Ergebnis führen können – in diesem Fall zu einem falsch negativen oder falsch zu niedrigem Ergebnis. Proben

werden häufig tiefgefroren, um sie länger haltbar zu machen. „Allerdings zieht sich das Material der Probengefäße beim Einfrieren unterschiedlich zusammen, sodass in ungünstigen Fällen Gefäße undicht werden können. Flüchtige Probenbestandteile können dann aus der Probe entweichen und sind nicht mehr nachweisbar.“ Auf das Einfrieren vor dem Versand wurde daher verzichtet. „Mit der Auswahl der speziellen Gefäße waren die Proben aber mindestens fünf Tage lang stabil“, erklärt der Chemiker Dr. Weiß. „Da wir sie aber spätestens nach zwei Tagen im IPA erhielten und auch sofort aufbereitet haben, konnten keine Stoffe verloren gehen oder sich zersetzen.“ Eine weitere Herausforderung: Die Desinfektionsmittel für die Haut, die das ärztliche Personal bei der Blutprobenentnahme aus der Armvene verwendet. Auch hier enthielten einige Standardprodukte Stoffe aus der Gruppe der VOC, die eigentlich in den Blutproben selbst nachgewiesen werden sollten. Entsprechend mussten zunächst verschiedene Desinfektionsmittel geprüft werden, um ein geeignetes vorgeben zu können, das keine der zu analysierenden Stoffe enthält.

Nachdem schließlich in Vorversuchen die geeigneten Materialien und Protokolle für die Probennahme sowie die Versandlogistik feststanden, mussten noch das Personal der medizinischen Einrichtungen an den Flughafenstandorten entsprechend geschult werden. Rund um die Uhr musste gewährleistet sein, dass Flugpersonal mit einem „Fume- und Smell-Event“ direkt nach der Landung untersucht werden konnte. „Auch dies war keine leichte Aufgabe, denn die Ärztinnen und Ärzte der Unfallstationen arbeiten grundsätzlich an der Belastungsgrenze“, weiß Jörg Hedtmann, „mit großem, vor allem kommunikativem, Einsatz haben wir es geschafft, die Krankenhäuser ins Boot zu holen, sodass wir an insgesamt 12 deutschen Flughäfen die Teilnahme an der Studie ermöglichen konnten.“

Insgesamt 21 Parameter wurden analysiert

Nach dem praktischen Start der Studie gab es ab und an noch Nachfragen aus den teilnehmenden medizinischen Einrichtungen – vor allem zum Versand der Proben – aber nach kurzer Zeit lief es reibungsfrei. Auch an der Schnittstelle zwischen betroffenen Crews und Notaufnahmepersonal brauchte es etwas Geduld. Innerhalb der 16-monatigen Studienlaufzeit kamen Proben von 375 Betroffenen nach einem „Fume- and Smell-Event“ im IPA an. Im Kontrollkollektiv befanden sich 86 Teilnehmende, bei denen jeweils insgesamt 17 Substanzen in Form von 21 Parametern untersucht wurden: 11 im Blut und 10 im Urin. Im Anschluss wurden die Analyseergebnisse aus

der Gruppe des betroffenen Flugpersonals denjenigen aus der Kontrollgruppe vergleichend gegenübergestellt. Das Ergebnis: Zwischen den beiden Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. „Wir konnten wissenschaftlich nicht bestätigen, dass die Stoffe, die bisher in der Diskussion standen, die berichteten Beschwerden auszulösen, tatsächlich dafür verantwortlich sind“, erklärt Dr. Tobias Weiß die Ergebnisse. Besonders n-Hexan und Toluol standen hier bisher im Fokus, waren aber nicht auffällig. In sehr wenigen Crews fanden sich im Vergleich zur Kontrollgruppe jedoch leicht höhere Werte für die VOC n-Heptan, n-Okтан und n-Decan. „Die Tendenz war aber nur schwach ausgeprägt und trat vor allem nicht bei allen Crews, sondern nur einzelnen, sehr wenigen Crews nach einem berichteten „Fume- und Smell-Event“ auf. Interessant ist auch, dass bei denjenigen Crews, bei denen sich höhere Werte fanden, jeweils nur einer dieser Parameter erhöht war. Derzeit suchen wir noch nach der Ursache für das beobachtete Muster.“

Größere Datenlage an wissenschaftlichen Erkenntnissen

Dr. Jörg Hedtmann von der BG Verkehr zeigt sich auf der einen Seite erleichtert. „Wenn wir von der Nadel im Heuhaufen sprechen, dann ist dieser mit dem nun vorliegenden Studienergebnis deutlich kleiner geworden. Keiner der untersuchten Stoffe zeigt in dieser Studie das Potenzial die gesuchte Nadel zu sein.“ Andererseits werden mit den Studienergebnissen natürlich auch neue Fragen aufgeworfen. „Wir werden uns die Ergebnisse jetzt sehr genau ansehen, nach den möglichen Ursachen für die unterschiedlichen Belastungen einzelner Crews suchen und analysieren, wo uns jetzt noch Informationen fehlen.“

Im vergangenen Dezember wurden die ersten Ergebnisse bei einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) vorgestellt. Die Publikation der Studie ist für Sommer 2022 geplant. „Die Studie bestätigt unser bisheriges Verwaltungshandeln. Wir sind auf dem richtigen Weg“, meint Dr. Hedtmann abschließend.

Ansprechperson:

Dr. Tobias Weiß
IPA

Die Autorin:

Vicki Marschall
dreisatz