

Kabinenluftqualität mit Schwerpunkt auf Geruchsereignissen – Eine Literaturstudie

Christine E. Hellweg¹ und Christa Baumstark-Khan¹

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, Linder Höhe, 51147 Köln

Einleitung: Während eines Fume and Smell Events (FSE) können Dämpfe oder Gerüche ins Cockpit oder in die Flugzeugkabine gelangen. Insbesondere Kontaminationen der Zapfluft mit Triebwerks- oder Hydrauliköl werden mit vom fliegenden Personal berichteten vor allem neurologischen und/oder respiratorischen Symptomen während und / oder nach einem FSE in Verbindung gebracht. Zudem besteht Besorgnis über eine mögliche chronische Exposition mit toxischen Substanzen in der Kabinenluft.

Fragestellungen: In dieser Studie wurde wissenschaftliche Literatur zu Ursachen von Gerüchen, Dampf- und Rauchentwicklung in Flugzeugen, zu chemischen Substanzen, die bei FSE in die Kabine gelangen könnten, zu einer möglichen Exposition von fliegendem Personal bei FSE, und zu akuten und chronischen Symptomen, die nach FSE-Exposition von fliegendem Personal im Kontext mit dem „aerotoxischen Syndrom“ beschrieben wurden und möglichen Ursachen, recherchiert und ausgewertet.

Methodik: Durch eine orientierende Literaturrecherche wurde Suchstrings definiert und für eine systematische Recherche in den Literaturdatenbanken Medline, Web of Science und Scopus verwendet. Nach Import in eine Literaturdatenbank folgte ein Abstract- und Volltextscreening, eine Zuordnung zu den Fragestellungen und eine Bewertung der Evidenzklasse der Publikationen, die in Evidenztabellen mit einer zusammenfassenden Bewertung der Evidenzlage aufgelistet wurden.

Ergebnisse: Die Häufigkeit von Kabinenluftereignissen wurde auf 1 Ereignis pro 2000-15.000 Flüge geschätzt. FSE können sich in allen Flugphasen ereignen, mit einer Häufung während Steig- und Reiseflug. Als Ursachen wurden u.a. Probleme mit der „Auxiliary Power Unit“ (APU), den Triebwerken, der Klimaversorgung/Environmental Control System (ECS), elektrischen Systemen und Küchengeräten, Kaffeemaschinen und Öfen identifiziert. Messflüge ergaben, CO, Ozon, *volatile organic compounds* (VOCs) und *semi-volatile organic compounds* (SVOCs) und Organophosphate im Normalbetrieb und bei vereinzelt Geruchsereignissen aktuelle Richt- oder Grenzwerte nicht überschreiten. Erhöhte CO₂-Konzentrationen und Partikelzählraten traten in der Taxiphase auf. Während des Reiseflugs sind die Konzentrationen von Luftkontaminanten aufgrund der hohen Luftwechselrate in der Flugzeugkabine meist gering und steigen gelegentlich durch Service und Passagieraktivitäten an. Die Beschreibung des durch FSE- ausgelösten Symptomkomplexes beruht im Wesentlichen auf Fall- und Fragebogen-Studien. Die in Expositionsstudien und nach versehentlicher Exposition beschriebenen Symptome zeigen eine gute Übereinstimmung mit einem Teil der durch Fragebogenstudien ermittelten akuten Symptome. Biomarker-Studien ergaben keinen Hinweis auf eine Organophosphatvergiftung. Genetische Variationen bei der Entgiftung wurden in einer Risikoabschätzung mit einem Faktor von 4000 als theoretischer maximaler Unterschied zwischen empfindlichen und unempfindlichen Individuen berücksichtigt. Die berichteten chronischen Symptome sind unspezifisch und divers und es bleibt unklar, ob die Symptome beim fliegenden Personal häufiger vorkommen als in der Allgemeinbevölkerung oder in anderen Berufsgruppen. Wenige Studien wiesen eine

Kontrollgruppe auf und zeigten, dass Müdigkeit, Schlafstörungen und Depressionen von Flugbegleiterinnen häufiger berichtet wurden als von der Kontrollgruppe. Vereinzelt Studien mit neurologischer Untersuchung und psychometrischen Tests zeigten eine geringfügige Verschlechterung weniger Parameter. Des Weiteren wurden in kleinen Studien bei Betroffenen Veränderungen des Gehirns mit bildgebenden Verfahren gefunden, oder eine Erhöhung Nervensystem-spezifischer Auto-Antikörper im Serum. Die Bedeutung dieser morphologischen Veränderungen und der Auto-Antikörper im Krankheitsprozess und für die Diagnostik ist noch unklar.

Schlussfolgerungen: Es lässt sich vermuten, dass in seltenen Fällen einer starken Kontamination der Zapfluft mit (pyrolysierten) Ölen CO, CO₂, Aldehyde und Feinstaub und ggf. weitere Substanzen ansteigen und akute Symptome wie Augen-, Nasen- und Rachenreizung, Schmerzen / Engegefühl in der Brust, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen und Kopfschmerzen direkt oder indirekt verursachen können. Die Datenlage lässt eine Kausalitätsbewertung für mögliche chronische Symptome nicht zu. Dafür wäre u.a. ein Expositionsmonitoring des fliegenden Personals nach Identifikation geeigneter Markersubstanzen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Exposition gegenüber Kabinenluftkontaminanten erforderlich.

Danksagung: Die Literaturstudie erfolgte mit freundlicher Unterstützung der BG Verkehr.