



Fachbereich WD 8

Fume Events und aerotoxisches Syndrom in der zivilen Luftfahrt Stand der Forschung und Fallzahlen

Fume Events und aerotoxisches Syndrom in der zivilen Luftfahrt

Stand der Forschung und Fallzahlen

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 051/25

Abschluss der Arbeit: 10.10.2025

Fachbereich: WD 8: Gesundheit, Familie, Bildung und Forschung, Umwelt

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzugeben und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Fume Events und das aerotoxische Syndrom: wissenschaftliche und arbeitsmedizinische Einordnung gemäß Stand der Forschung	6
3.	Relevante Schadstoffe in kontaminiert Kabinenluft	9
4.	Entwicklung der Fallzahlen zu Fume Events	14
5.	Entwicklung der Fallzahlen zu Fume Events im Ausland	16
5.1.	USA	16
5.2.	Australien	17
5.3.	Großbritannien	18

1. Einleitung

Als Fume Events, auch Fume and Smell Events (FUSE) oder Cabin Air Contamination Events (CACE), wird das Auftreten kontaminierter Luft in Flugzeugen bezeichnet. Es kann, muss aber nicht von unangenehmen Gerüchen oder Rauchentwicklung begleitet sein. Als potenzielle Auslöser werden Flugzeugbetriebsmittel, wie zum Beispiel Motorenöl und Hydraulikflüssigkeiten, diskutiert, deren Inhaltsstoffe oder thermische Zersetzungprodukte mit der Zapfluft über die Klimaanlagen und Druckausgleichssysteme in das Cockpit und die Kabine gelangen. Denn bei den meisten Verkehrsflugzeugen wird die Frischluft für Kabine und Cockpit an den Triebwerken und dort aus den Kompressoren als heiße, komprimierte Luft abgezweigt. Diese Luft heißt „Zapfluft“ (Bleed Air). Der Flugzeuginnenraum wird zu einem Teil über diese Zapfluft und zu einem anderen Teil über umgewälzte Kabinenluft belüftet, klimatisiert und auf Normaldruck gebracht.¹

Dieses Zapfluftsystem kommt in allen Flugzeugen mit Ausnahme der Boeing 787 zum Einsatz. Bei diesem Flugzeugtyp wird die Umgebungsluft separat in einem elektrischen Kompressor bereitgestellt und keine Zapfluft aus dem Triebwerk verwendet. Dieses System war bis in die 1960er Jahre in der zivilen Luftfahrt Standard.²

1 Fraunhofer IBP (2025), „Fresh Aircraft - Facts“, <https://www.ibp.fraunhofer.de/de/projekte-referenzen/fresh-aircraft.html>; Weiß, T. u. a. (2020), „Human-Biomonitoring nach „Fume and Smell Events“ in Verkehrsflugzeugen“, <https://www.ecomed-medizin.de/human-biomonitoring-nach-fume-and-smell-events-in-verkehrsflugzeugen>; Fraunhofer IBP (2025), „Luftqualität in der Flugzeugkabine“, [https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/umwelt-hygiene-sensorik/luftqualitaet-im-innenraum/luftqualitaet-in-der-flugzeugkabine.html#:~:text=Kabinenluftqualit%C3%A4t%20im%20Flugzeug,Englisch%20Bleed%20Air\)%20genannt%20wird](https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/umwelt-hygiene-sensorik/luftqualitaet-im-innenraum/luftqualitaet-in-der-flugzeugkabine.html#:~:text=Kabinenluftqualit%C3%A4t%20im%20Flugzeug,Englisch%20Bleed%20Air)%20genannt%20wird); ARD report Mainz (2020), „Schädigen giftige Gase in Flugzeugen Personal und Passagiere?“ vom 28. Januar 2020 <https://www.ardmediathek.de/video/report-mainz/schaeidigen-giftige-gase-in-flugzeugen-personal-und-passagiere/das-erste/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzExOTQ3OTg>; Ärzteblatt (2018). „Das sind nicht alles Simulanten“, 19. Januar 2018, <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Das-sind-nicht-alles-Simulanten-222703.html>; BG Verkehr (2025). Fume- and Smell-Events, online abrufbar <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>. Diese und alle weiteren Links zuletzt abgerufen am 09. Oktober 2025.

2 Flugsicherheitskonzept der Vereinigung Cockpit, Kapitel 4.6.1 „Kontaminierte Kabinenluft“, https://www.vcockpit.de/fileadmin/Vereinigung-Cockpit/Dokumente/ASC_2024_Web.pdf.

Insbesondere bei hoher Turbinenbelastung, z. B. beim Start oder bei der Landung, kann Motoröl die „Zapfluft“ verunreinigen, wenn die Motordichtungen dies nicht verhindern.³ Oberhalb einer Höhe von 10.000 Fuß muss gemäß den EASA-Spezifikationen eine angemessene Sauerstoffversorgung sichergestellt werden. Dies geschieht, indem die Kabinenluft mithilfe von Zapfluft unter Druck gesetzt wird.⁴ Fume Events können während des Routinebetriebs, vor allem bei Änderungen der Motorleistung, und bei defekten Motordichtungen auftreten.⁵

Die Luftfahrtaufsichtsbehörden verschiedener Länder schätzen, dass Fume Events bei 0,2 bis 0,5 Prozent aller Flüge auftreten. Objektive Nachweise fehlen allerdings meist, da die Innenraumluft nicht umfassend sensorisch überwacht wird. Indirekte Beweise in Form von Biomarkern – also Parameter wie Blut- oder Urinwerte von potenziell belasteten Personen, die einem konkreten Fume Event zuzuordnen sind – sind rar.⁶ Einer US-Studie zufolge melden Piloten die meisten Fume Events während des Sink- (47 Prozent) und Steigflugs (19 Prozent).⁷

Dass Fume Events grundsätzlich auftreten können, ist in der Luftfahrtbranche wie in der Fachliteratur unbestritten. So haben Fluggesellschaften allgemeine Anweisungen bzw. Checklisten herausgegeben, wie bei Rauch- oder Geruchsentwicklung in der Luft der Kabine oder im Cockpit vorzugehen ist.⁸

Im Zusammenhang mit den Fume Events wird das so genannte „**aerotoxische Syndrom**“ beschrieben und diskutiert. Den Begriff führten die Wissenschaftler Chris Winder und Jean-Christophe Balouet 1999 ein: Sie bezeichneten damit gesundheitliche Beeinträchtigungen bei kurzzeitiger Exposition mit kontaminiertem Kabinenluft in Flugzeugen, vermuteten aber auch chronische Gesundheitsfolgen bei langanhaltender Belastung. Als Folge einer einmaligen oder kurzzeitigen Exposition beschrieben sie folgenden Symptomenkomplex: verschwommenes Sehen oder Tunnelblick, Desorientierung, Gedächtnisstörungen, Zittern und Tremor, Übelkeit/Erbrechen, Parästhesien, Gleichgewichtsstörungen, Schwindel, Krampfanfälle, Bewusstlosigkeit, Kopfschmerzen,

3 Weiss, Tobias et al. (2024), Biomonitoring of volatile organic compounds and organophosphorus flame retardants in commercial aircrews after „fume and smell events. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health, Band 259, 114381, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463924000622>.

4 Stichernath, Lukas (2021), Pilot Measures against Cabin Air Contamination, Bachelorarbeit, Hamburg University of Applied Science, online abrufbar <https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/arbeiten/TextStichernath.pdf>.

5 Furlong, Clement et al. (2025), Investigating biomarkers of exposure to jet aircraft oil fumes using mass spectrometry, medRxiv Preprint, online abrufbar <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12045433/>.

6 Hageman, Gerard et al. (2022), Chapter Four - Aerotoxic syndrome: A new occupational disease caused by contaminated cabin air?, in: Advances in Neurotoxicology, Band 7, 77-132, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468748022000017>.

7 Judith Anderson (2025), Lessons Learned from Official Airline Reports of Onboard Fumes and Smoke, in: Aerospace, 12(5), 437, online abrufbar: <https://www.mdpi.com/2226-4310/12/5/437>.

8 Stichernath, Lukas (2021), Pilot Measures against Cabin Air Contamination, Bachelorarbeit, Hamburg University of Applied Science, online abrufbar <https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/arbeiten/TextStichernath.pdf>.

Benommenheit, Schwindel, Verwirrtheit und Rauschgefühl, Atembeschwerden (Kurzatmigkeit, Engegefühl in der Brust, Atemversagen), erhöhte Herzfrequenz und Herzklopfen, Nystagmus (Augenzittern) sowie Reizungen von Augen, Nase und oberen Atemwegen.⁹

Nach andauerndem Einatmen von kontaminiert Kabinenluft listen Winder und Balouet folgende Symptome auf: Gedächtnisstörungen, Vergesslichkeit, Koordinationsstörungen, Übelkeit/Erbrechen, Durchfall, Atemwegsprobleme, Brustschmerzen, starke Kopfschmerzen, Schwindel und Benommenheit, Schwäche und chronische Müdigkeit, Erschöpfung, erhöhte Herzfrequenz und Herzklopfen, Taubheitsgefühl (Finger, Lippen, Gliedmaßen), Hitzewallungen, Gelenkschmerzen, Muskelschwäche und -schmerzen, Speichelbluss, Reizungen von Augen, Nase und oberen Atemwegen, Hautjucken und Hautausschläge, Hautausschläge an unbedeckten Körperstellen), Anzeichen einer Immunschwäche, Haarausfall, Chemikalienunverträglichkeit, die zu einer erworbenen oder multiplen Chemikalienunverträglichkeit führt.¹⁰

Dessen ungeachtet ist die **Ätiologie (=Ursache von Erkrankungen und ihren auslösenden Faktoren) des aerotoxischen Syndroms im Allgemeinen wie in der Fachliteratur bis heute strittig**. Insbesondere wird kontrovers diskutiert, ob es als Folge einer langzeitigen Exposition mit kontaminiert Kabinenluft auftreten kann.¹¹

2. Fume Events und das aerotoxische Syndrom: wissenschaftliche und arbeitsmedizinische Einordnung gemäß Stand der Forschung

Ende der 2010er Jahre erfuhren Fume Events eine intensive mediale Aufmerksamkeit. Daraufhin begann die BG Verkehr mit bis heute anhaltende Untersuchungen potenziell betroffener Personen, wobei vornehmlich der Ansatz eines so genannten Biomonitorings verfolgt wird, also bestimmte Schadstoffe im Blut oder Urin der Betroffenen gesucht und ihre Gehalte gemessen werden. Da unklar ist, ob und welche Schadstoffe das Syndrom hervorrufen, erweist sich diese Art der Nachforschungen als aufwändig.¹²

9 Winder, Chris; Balouet, Jean-Christophe (2000), Aerotoxic Syndrome: Adverse health effects following exposure to jet oil mist during commercial flights. Online abrufbar https://www.anstageslicht.de/fileadmin/user_upload/Geschichten/Aerotoxisches_Syndrom/WINDER_BALOUET-2000.pdf.

10 Winder, Chris; Balouet, Jean-Christophe (2000), Aerotoxic Syndrome: Adverse health effects following exposure to jet oil mist during commercial flights. Online abrufbar https://www.anstageslicht.de/fileadmin/user_upload/Geschichten/Aerotoxisches_Syndrom/WINDER_BALOUET-2000.pdf.

11 Zum Beispiel: Weiss et al. (2024), Biomonitoring of volatile organic compounds and organophosphorus flame retardants in commercial aircrews after „fume and smell events. in: International Journal of Hygiene and Environmental Health, Band 259, 114381, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463924000622>; European Cockpit Association (2021). Cabin air contamination – a safety issue, 6. März 2012, online abrufbar <https://www.eurocockpit.eu/news/cabin-air-contamination-safety-issue>; Bauer, Christine (2018), "Das sind nicht alles Simulanten", 19. Januar 2018, online abrufbar <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Das-sind-nicht-alles-Simulanten-222703.html>; Messner, Patrick (2025), Aerotoxisches Syndrom, online abrufbar https://flexikon.doccheck.com/de/Aerotoxisches_Syndrom.

12 BG Verkehr (2025), „Fume and Smell Events“, <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>.

Fume Events sind gegenwärtig Gegenstand weiterer und laufender Forschungsarbeiten seitens der Luftfahrtbehörden, der Berufsgenossenschaften und der Hochschulforschung. Das aerotoxische Syndrom ist bis dato in Deutschland **keine anerkannte Berufskrankheit** und kann allenfalls im Einzelfall als „**Wie-Berufskrankheit**“ seitens der Berufsgenossenschaft „Verkehr“ (BG Verkehr) geprüft werden.¹³

Leistungen aus der Unfallversicherung können nur dann gewährt werden, sofern der erforderliche Kausalzusammenhang zwischen Unfallereignis und Gesundheitsschaden nachweisbar ist. Dies ist auf Grundlage der bisherigen Erkenntnisse aus Sicht der verantwortlichen Institutionen bisher nicht der Fall. Hintergrund ist, dass der für die Anerkennung von Berufskrankheiten zuständige Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“, der dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales angegliedert ist, sich 2018 mit dem aerotoxischen Syndrom befasst hat. Er kam zu der Einschätzung, dass angesichts der noch unklaren Erkenntnislage und des noch nicht abgrenzbaren Krankheitsbildes wissenschaftlich nicht belegt werden könne, dass eine Berufskrankheit vorliegt. Es bestehe erheblicher Forschungsbedarf.¹⁴ Kam der Sachverständigenbeirat bei anderen Fragestellungen zu einem anders lautenden Votum, folgte die Bundesregierung bisher immer dieser Fachempfehlung – die Krankheit wurde über eine Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) in die Liste der Berufskrankheiten aufgenommen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die oben angeführten neurologischen Symptome unspezifisch sind und auch im Zusammenhang mit anderen Phänomenen und Krankheiten auftreten können. Zugespitzt mündet das in die Frage, die eine Übersichtsarbeit von 2025 wie folgt formuliert: „Die Frage ist, ob das aerotoxische Syndrom auf einer psychosomatischen Störung oder auf einer tatsächlichen organischen neurologischen Schädigung beruht.“¹⁵ Mit welcher Zurückhaltung Behauptungen in die eine wie in die andere Richtung zu treffen sind, lehrt die Wissenschaftsschichte. Einst wurde Asthma für eine Erkrankung hysterischer Menschen gehalten.

Um die Datengrundlage und das Verständnis des aerotoxischen Syndroms zu verbessern, hat die BG Verkehr 2017 ein aktualisiertes arbeitsmedizinisches Verfahren für Betroffene eingeführt. Demnach sollen alle potenziell geschädigten Besatzungsmitglieder bei gesundheitlichen Beschwerden nach einem Fume Event möglichst zeitnah einen Durchgangsarzt oder eine Durchgangsärztin aufsuchen. Die Kosten für die Untersuchung trägt die BG Verkehr. Bei Bedarf sollen spezifische Untersuchungen vorgenommen und Laborwerte erhoben werden. Das Verfahren

13 BG Verkehr (2025), Fume- und Smell-Events, online abrufbar <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>.

14 Bericht des Petitionsausschusses (2. Ausschuss) (2022), Entschädigungsleistungen der gesetzlichen Unfallversicherung bei Fume-Events in Flugzeugen, S. 48, Drucksache 20/2200, 22.06.2022, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/20/022/2002200.pdf>.

15 Ramsden, Jeremy (2025), Aerotoxic Syndrome—Susceptibility and Recovery, In: Toxics, 13, 420, online abrufbar <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12196834/pdf/toxics-13-00420.pdf>.

entstand in Abstimmung mit dem Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft und mit Beteiligung der medizinischen und betriebsärztlichen Dienste der Fluggesellschaften, Vertretern der Crews und Fluggesellschaften.¹⁶

Seit 2017 gibt es innerhalb der Vereinigung Cockpit zudem die Arbeitsgruppe „FHE“ (Flight, Health and Environment). Die Mitglieder stellten Handlungsempfehlungen im Falle eines Fume Events zur Verfügung. Dieser „Fume Guide“ enthält Informationen zur Beschreibung des Klinikablaufs, zum Durchgangsarzt und zu den angebotenen medizinischen Untersuchungen. Außerdem enthält er einen Symptomfragebogen für die Dokumentation des Ereignisses.¹⁷

Gemäß § 7 und 9 der Luftverkehrs-Ordnung sind sicherheitsrelevante Ereignisse und Störungen dem Luftfahrt-Bundesamt anzugeben.¹⁸ Unfälle und schwere Störungen gemäß § 2 Flugunfalluntersuchungsgesetz und Artikel 2 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 müssen auch der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) unverzüglich gemeldet werden. Sollte die Fluggesellschaft der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen einen Fume Event behördlich angezeigt haben, führt die Behörde eine Untersuchung durch. Explizit werden „Fume Events“ in den rechtlichen Bestimmungen allerdings nicht genannt. Faktisch ist damit auch ein Ermessensspielraum gegeben, wie mit Fume Events, die wie oben beschrieben auf der Wahrnehmung von einzelnen, mehreren oder allen Besatzungsmitgliedern beruhen, umgegangen wird.

Dessen ungeachtet haben Flugzeughersteller Anweisungen herausgegeben, wie ein Flugzeug nach einem Fume Event zu reinigen ist, was noch einmal unterstreicht, dass deren Existenz an sich nicht in Zweifel steht. Dieter Scholz, Professor für Flugzeugentwurf, Flugmechanik und Flugzeugsysteme an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, ließ im Rahmen einer Bachelorarbeit die Liegezeiten von Passagierflugzeugen nach Fume Events analysieren. Dazu wurde Onlinedienst „The Aviation Herald“¹⁹ nach dem Suchbegriff „Fume“ durchsucht, der Unfälle und Zwischenfälle der kommerziellen Luftfahrt weltweit listet. Die Auswertung der Suchergebnisse ergab für den Zeitraum von 2006 bis Anfang 2020 insgesamt 425 Ereignisse. Die Forschenden kamen zu dem Ergebnis, dass die Liegezeiten von Flugzeugen oft so kurz waren, dass erforderliche Wartungsarbeiten ihrer Einschätzung nach wohl kaum vollständig durchgeführt werden konnten.²⁰

16 BG Verkehr (2025), Fume- und Smell-Events, online abrufbar <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>.

17 Vereinigung Cockpit (2024), Flugsicherheitskonzept, https://www.vcockpit.de/fileadmin/Vereinigung-Cockpit/Dokumente/ASC_2024_Web.pdf; Vereinigung Cockpit (2021). „Fumeguide“, <https://fumeguide.vcockpit.de/>; Vereinigung Cockpit, AG Flight, Health & Environment (2018), „Neuer Fume Event Guide“, https://fume-guide.vcockpit.de/fileadmin/fumeguide/VC-Info_2018-2_Fume_Event_Guide.pdf; Vereinigung Cockpit (2025), „Fumeguide“, <https://fumeguide.vcockpit.de/login.html>.

18 Luftverkehrs-Ordnung vom 29. Oktober 2015, BGBl. I, S. 1894, online abrufbar https://www.gesetze-im-internet.de/luftvo_2015/.

19 „The Aviation Herald“, <https://avherald.com/h?list=&opt=1024>.

20 Taner, Ayan; Scholz, Dieter (2024), Analyse der Liegezeiten von Passagierflugzeugen nach Fume Events mittels Flugverfolgung online abrufbar [https://publikationen.dglr.de/?tx_dglrpublications_pi1\[document_id\]=630512](https://publikationen.dglr.de/?tx_dglrpublications_pi1[document_id]=630512).

Der Deutsche Bundestag hat sich in den letzten Jahren wiederholt in Anträgen und Schriftlichen Fragen an die Bundesregierung sowie Kleinen Anfragen mit Fume Events und dem aerotoxischen Syndrom befasst. Am 21. September 2011 fand initial ein Expertengespräch in der 38. Sitzung des Ausschusses für Tourismus des Deutschen Bundestages statt. Die Drucksachen beschäftigen sich mit dem Stand der Erkenntnisse, mit der nach wie vor lückenhaften Datengrundlage und wie diese verbessert werden können sowie der Frage des Umgangs mit mutmaßlich betroffenem Flugpersonal.²¹

3. Relevante Schadstoffe in kontaminierte Kabinenluft

Dass die Luftversorgung des Flugzeuginnenraums regelhaft über rezirkulierte Kabinenluft und über Zapfluft aus den Triebwerken erfolgt (siehe Kapitel 1), hat eine Anreicherung von Schadstoffen verglichen mit der Außenluft zur Folge. Ob diese von toxikologischer Relevanz ist, ist eine nachgelagerte wissenschaftliche Fragestellung.

Da das aerotoxische Syndrom vorwiegend neurologische Symptome (siehe Kapitel 1) umfasst, wurde in der Wissenschaft um die Jahrtausendwende zunächst eine bekanntermaßen neurotoxische Stoffgruppe in Flugzeugbetriebsmitteln, **die Trikresylphosphate**, verdächtigt. Insbesondere das dazu gehörende „ortho-Trikresylphosphat“, das in Turbinen- und Hydraulikölen enthalten sein kann und neurotoxisch ist, galt als denkbarer Auslöser. Bei den Trikresylphosphaten (TKP oder vom Englischen abgeleitet TCP) handelt es sich um eine Gruppe chemischer Verbindungen, die in unterschiedlichen Isomeren (Molekülstrukturen) auftreten.

Organophosphate werden als Verschleißschutzadditiv in einem Anteil von etwa drei Prozent in synthetischen Motorölen verwendet. Trikresylphosphat ist dabei die am besten untersuchte Substanz mit nachgewiesener Neurotoxizität, obwohl es Hinweise gibt, dass auch andere Organo-

²¹ Deutscher Bundestag (2019), Antwort der Bundesregierung auf Kleine Anfrage: Datengrundlage zu kontaminierte Kabinenluft in Flugzeugen, Drucksache 19/7571, 07. Februar 2019, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/19/075/1907571.pdf>; Deutscher Bundestag (2019), Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 7. Januar 2019 eingegangenen Antworten der Bundesregierung, Nr. 98, S. 75, Drucksache 19/6961, 11. Januar 2019, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/19/069/1906961.pdf>; Deutscher Bundestag (2018), Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der der Fraktion Bündnis 90 /Die Grünen: Kontaminierte Kabinenluft in Flugzeugen 2017, Drucksache 19/4806, 08. Oktober 2018, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/19/048/1904806.pdf>; Deutscher Bundestag (2017), Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 18. April 2017 eingegangenen Antworten der Bundesregierung, Nr. 45, S. 33, Drucksache 18/12021, 21. April 2017, <https://dserv.bundestag.de/btd/18/120/1812021.pdf>; Deutscher Bundestag (2016), Antwort der Bundesregierung die Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen: Kontaminierte Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen, Drucksache 18/7776, 01. März 2016, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/18/077/1807776.pdf>; Deutscher Bundestag (2015), Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen: Kontaminierte Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen, Drucksache 18/3949, 04. Februar 2015, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/18/039/1803949.pdf>; Deutscher Bundestag (2011), Antrag der Fraktion der SPD. Flugzeugbesetzungen und Reisende vor kontaminierte Kabinenluft schützen, Drucksache 17/7611, 08. November 2011, online abrufbar <https://dserv.bundestag.de/btd/17/076/1707611.pdf>.

phosphate toxisch sein können. Hydraulikflüssigkeiten enthalten in der Regel eine Mischung aus bis zu 95 Prozent an Organophosphaten, wobei Tributylphosphat und Phenolisopropylphosphat mit einem Anteil überwiegen, jedoch keine TCPs.²²

Da die bisherigen Studien TCPs und ihre Metaboliten mithin im Blut sowie Urin gar nicht und in der Luft entweder in sehr geringen Mengen oder unterhalb der Wirkungsschwelle nachweisen konnten, hat sich das Augenmerk in der Forschung in den letzten Jahren auf andere Schadstoffe in der Innenraumluft von Flugzeugen erweitert. Von dieser sich verlagernden Diskussion zeugen die nach Relevanz und Aktualität ausgewählten Übersichtsarbeiten:

Burdon et al. schreiben in ihrer Übersichtsarbeit von 2023: „Während Organophosphate im Mittelpunkt des Interesses standen, enthalten Öl- und Hydraulikdämpfe in der Luftzufuhr auch **ultrafeine Partikel, zahlreiche flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC) und thermische Abbauprodukte.** (...) Das Einatmen dieser potenziell giftigen Dämpfe wird zunehmend als Ursache für akute und langfristige neurologische, respiratorische, kardiologische und andere Symptome anerkannt.“ In bisherigen Studien wurden zwischen 100 und mehr als 300 unterschiedliche flüchtige organische Verbindungen (VOC) in der Flugzeugkabinenluft identifiziert. Die Forschenden stellen ein medizinisches Protokoll vor, mit dem die immer noch lückenhafte Datengrundlage zu den Gesundheitsfolgen kontaminierte Kabinenluft verbessert werden könne.²³

Stichernath beschäftigt sich mit der Frage von tragbaren und teils kommerziell verfügbaren Sensoren zur Detektion von Fume Events, einer Forderung, die verschiedene Akteure immer wieder formuliert hatten und aufstellen. Dennoch sind solche Sensoren bis heute in der zivilen Luftfahrt nicht gebräuchlich. Stichernath legt dar, dass **Kohlenmonoxid, flüchtige organische Kohlenwasserstoffe** und aus dieser Stoffgruppe am ehesten **Formaldehyd**, sowie insbesondere **ultrafeine Partikel** geeignet sein könnten, Fume Events zu detektieren. Während die Konzentrationen von Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen lediglich geringfügig ansteigen, vervierfache sich der Gehalt an **ultrafeinen Partikeln**.²⁴

22 Burdon, Jonathan et al. (2024), Health consequences of exposure to aircraft contaminated air and fume events: a narrative review and medical protocol for the investigation of exposed aircrew and passengers, In: Environmental Health, Band 22, 43, online abrufbar <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-023-00987-8>.

23 Burdon, Jonathan et al. (2024), Health consequences of exposure to aircraft contaminated air and fume events: a narrative review and medical protocol for the investigation of exposed aircrew and passengers, In: Environmental Health, Band 22, 43, online abrufbar <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-023-00987-8>.

24 Stichernath, Lukas (2021), Pilot Measures against Cabin Air Contamination, Bachelorarbeit, Hamburg University of Applied Science, S. 26-27, online abrufbar <https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/arbeiten/Text-Stichernath.pdf>.

Um eine umfassendere Bewertung der Gesundheitsrisiken infolge von Fume Events zu erhalten, führt die European Union Aviation Safety Agency (EASA) das neue Forschungsprojekt „CAQ III“ (Cabin Air Quality Assessment of Long-Term Effects of Contaminants) unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für Toxikologie und Experimentelle Medizin durch.²⁵ ²⁶ Die Vorläuferprojekte CAQ1, CAQ2 und FACTS (FreshAircraft) hatten den Schwerpunkt Datenerhebung.²⁷

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik hat als Forschungsbeteiligter im CAQ III- Vorhaben einen Zapfluftkontaminationssimulator in Betrieb genommen, um weitergehend zu erforschen, welche Schadstoffe sich in kontaminiert Flugzeuginnenraumluft anreichern können. Die bisherigen Tests in dem 20 Meter langen Simulator mit einem Durchmesser von zwei Metern bestätigten keine neurotoxischen Effekte von Stoffen wie Valeriansäure und Spuren von Organophosphaten wie Trikresylphosphat, teilt das Institut mit. Es gebe jedoch einen starken Anstieg **ultrafeiner Partikel** mit einem Durchmesser kleiner 0,1 Mikrometern und eine Zunahme an **Kohlenmonoxid** und Kohlendioxid.²⁸

Ultrafeine Partikel entstehen, wenn Motorenöle in den Triebwerken oder im Hilfstriebwerk (auxiliary power unit, APU) hohen Temperaturen ausgesetzt sind, erläutern Burdon et al. Eine Ölverunreinigung der Zapfluft führt zu einem starken Anstieg ultrafeiner Partikel und weist letztlich oft auf ein Ölleck hin. Flughäfen sind bekannt dafür, dass sie die Umgebungsluft in messbarem Umfang mit ultrafeinen Partikeln belasten.²⁹

-
- 25 Scholz, D. (2023), „Neue Forschung zur Kontamination von Kabinenluft“, <https://www.vcockpit.de/news-room/forschung-soll-hinweise-geben-zur-kontamination-der-kabinenluft-von-flugzeugen/> sowie https://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/Aero/AERO_PR_CabinAirContamination/CabinAirContamination.html.
- 26 Fraunhofer ITEM (2025), „Für ein besseres Verständnis der Kabinenluftqualität“, <https://www.item.fraunhofer.de/de/f-e-kompetenzen/toxikologie/cabin-air-quality-3.html>.
- 27 CAQ I: Festlegung geeigneter Messmethoden für Luftschaudstoffe in der Kabinenluft sowie Messungen zur Qualität der Kabinenluft: EASA (2017). „CAQ - Preliminary cabin air quality measurement campaign“, <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/research-reports/easarepresea20144>; CAQ II: Die Analyse ergab, dass der vollständige Stoffwechselweg und der Einfluss individueller Unterschiede in den Stoffwechselenzymen bei den meisten Industriechemikalien, einschließlich Kabinenluftschadstoffen, noch weitgehend unbekannt sind. EASA (2017). „Characterisation of the toxicity of aviation turbine engine oils after pyrolysis (AVOIL)“, <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/research-reports/easarepresea20152>; FACTS: Die Meta-Studie identifizierte Datenlücken in Bezug auf Gefahreninformationen zu bestimmten Chemikalien, Expositionsmessungen, Messungen der Auswirkungen auf die Gesundheit sowie des Studiendesigns. Im Web-Archiv unter FACTS (2017). „Review of the state of the art and establishment of the baseline for the FACTS project“, http://web.archive.org/web/20200322153241/https://facts.aero/images>Status/FACTS_Deliverable_D1_for_website.pdf.
- 28 Fraunhofer-Institut für Bauphysik (2025), Simulator Helps Characterizing Air Pollution in Aircraft Cabins, Meldung vom 3. Februar 2025, online abrufbar <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2025/february-2025/simulator-helps-characterizing-air-pollution-in-aircraft-cabins.html>.
- 29 Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestags (2024), Sachstand zu „Gesundheitliche Effekte von Ultrafeinstaub. Entstehung, Relevanz verschiedener Quellen und Wirkungen auf den Menschen“, WD 8 - 3000 - 031/24, 29. Mai 2024, online abrufbar <https://www.bundestag.de/resource/blob/1011736/WD-8-031-24-pdf.pdf>.

Messungen der **ultrafeinen Partikel** in der Kabinenluft ergaben erhöhte Konzentrationen, die mit Änderungen der Motor- und APU-Leistung sowie der Luftzufuhr in Zusammenhang standen und mit beeinträchtigten Dichtungen einhergingen. Eine Ölverunreinigung des Kompressors führt laut Burdon et al. meist zu sehr feinen Tröpfchen in der Zapfluft, sodass die Konzentrationen an ultrafeinen Partikeln bei Änderungen der Leistung und der Luftzufuhr ansteigen. Die maximalen Konzentrationen an Ultrafeinstaub liegen bei normalen Flugbedingungen zwischen 60.000 bis 500.000 Partikeln je Kubikzentimeter. In einer EU-Studie wurden Konzentrationen von bis zu 280.000 Partikeln je Kubikzentimeter, während eines bestätigten Fume Events festgestellt, was deutlich über den durchschnittlichen Gehalten von 5000 Partikeln je Kubikzentimeter in Büros liegt.

Burdon et al. führen aus, dass eine Reihe von Messungen der letzten Jahrzehnte in der Kabinen- und Zapfluft auf die Organophosphate Trikresylphosphat und Tributylphosphat und Trixylylphosphat abzielten, auch auf flüchtige organische Verbindungen wie Toluol, Benzol, Formaldehyd, Valeriansäure, Acetaldehyd, n-Hexan und Hexansäure. Die Gehalte dieser Substanzen liegen jedoch praktisch allesamt unter den Belastungslimits, ab denen nachteilige Effekte zu erwarten wären. Einschränkend fügen die Autoren hinzu, dass die Messungen nicht während eines Fume Events gemacht wurden. Die Isomere des Trikresylphosphats konnten immer wieder in geringen Mengen in der Luft nachgewiesen werden. Die Kohlenmonoxidwerte können vielmehr leicht erhöht sein. Wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, gehen Burdon et al. davon aus, dass mögliche andere Schadstoffe wie **ultrafeine Partikel** und **VOCs** sowie **deren thermische Zersetzungprodukte** relevant sein könnten.³⁰

Im Rahmen der Forschungsvorhaben FUSE I (2012) und FUSE II (2017)³¹ finanziert die BG Verkehr Untersuchungen, um den Ursachen der vom Flugpersonal berichteten Beeinträchtigungen infolge des aerotoxischen Syndroms auf den Grund zu gehen. 2024 wurden die Ergebnisse des zweiten Projektes FUSE II veröffentlicht. Hierfür wurden bei 88 Kontrollpersonen und 375 Flugzeugbesatzungsmitgliedern, die eine Exposition gegenüber flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Organophosphatverbindungen nach selbst gemeldeten Fume-Events berichteten, über 20 Parameter in Blut und Urin geprüft. Den betroffenen Crewmitgliedern wurden hierfür nach der Landung in flughafennahen Kliniken Blut- und Urinproben abgenommen und analysiert. Die meisten Parameter für Organophosphate im Urin, einschließlich der neurotoxischen Orthoisomere von Trikresylphosphat, lagen beim Flugpersonal wie bei den Kontrollpersonen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Forschenden ziehen aus diesen jüngsten Befunden den Schluss, dass **Trikresylphosphate als unmittelbare Ursache der berichteten neurologischen Beschwerden inzwischen weitgehend ausgeschlossen** sind.³² Bei den übrigen Substanzen zeigten sich teils geringfügige Belastungen. Diese wichen aber nicht erheblich von der Kontrollgruppe ab und waren

30 Burdon, Jonathan et al. (2024), Health consequences of exposure to aircraft contaminated air and fume events: a narrative review and medical protocol for the investigation of exposed aircrew and passengers, In: Environmental Health, Band 22, 43, online abrufbar <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-023-00987-8>.

31 FUSE für „Fume und Smell-Events“.

32 Weiß, Tobias, Marschall, Vicki (2022), Studie untersucht „Fume and Smell Events“ bei Flugpersonalonline, In: IPA-Journal 01, 37, online abrufbar https://www.dguv.de/medien/ipa/publikationen/ipa-journale/ipa-journal-2022/ipa_journal_1_2022_praxis.pdf.

nicht geeignet, neurotoxische Effekte zu erklären. Die Ergebnisse lassen weder die Identifikation einer verantwortlichen Substanz zu, noch ergeben sich insgesamt Unterschiede zwischen der Gruppe der Betroffenen und der Kontrollgruppe, die auf ein relevantes Expositionsgeschehen hinweisen, halten die Forschenden fest.³³ Die in der jüngeren Fachliteratur in den Fokus gerückten Schadstoffe der ultrafeinen Partikel sowie Kohlenmonoxid waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

In einem aktuellen Review legen Ramsden et al. den Fokus neben Trikresyl- und Tributylphosphat auf das ebenfalls neurotoxisch wirkende **Kohlenmonoxid**, das in der Innenraumluft von Flugzeugen in erhöhten Mengen auftreten kann.³⁴

In einem zusammenfassenden Buchbeitrag legt der Neurologe Gerard Hageman vom Allgemeinkrankenhaus Medisch Spectrum Twente in Enschede den Forschungsstand dar: Er betont die Bedeutung **der ultrafeinen Partikel als Träger toxischer Substanzen**. Potenziell giftige Chemikalien sind in Hydraulikflüssigkeiten und Motoröl enthalten; sie umfassen Organophosphatverbindungen, Lösungsmittel und bei Verbrennungsvorgängen entstehendes **Kohlenmonoxid**. Individuelle genetische Unterschiede in der Fähigkeit, Lösungsmittel und Organophosphate zu verstoffwechseln, könnten erklären, warum eine langfristige intermittierende Exposition in geringer Konzentration bei manchen Menschen zu Gesundheitsproblemen führt. Hageman et al. diskutieren die aktuellen Erkenntnisse zu Schädigungen des Zentralnervensystems beim Aerotoxischen Syndrom und schlagen Diagnosekriterien vor, um dessen Anerkennung als Berufskrankheit zu begründen. Die Gegenwart von Ultrafeinstaub als Träger toxischer Verbindungen im Flugzeuginnenraum sollte die Entwicklung von Flugzeugen ohne Zapfluftsystem vorantreiben. Bis dahin sollte die „Flugzeugkabine der Zukunft“ über eine kontinuierliche Kabinenluftüberwachung und Filtertechnologie verfügen, um das Fliegen für alle sicherer zu machen.³⁵

In einer neueren Veröffentlichung stellt Hageman anhand einer Auswertung der Fachliteratur die Rolle von **Kohlenmonoxid** heraus: Er schildert eindeutig beschriebene Fälle von CO-vergiftetem Kabinenpersonal. Der Effekt des niedrigen Luftdrucks in großen Höhen erhöhe die Toxizität von Kohlenmonoxid, und die Bindung von Kohlenmonoxid an bestimmte Enzyme beeinträchtige die Entgiftung von Organophosphaten. Kohlenmonoxid müsse stärker berücksichtigt werden.³⁶

33 BG Verkehr (2025), Fume- and Smell-Events, online abrufbar <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>; Weiss et al. (2024). Biomonitoring of volatile organic compounds and organophosphorus flame retardants in commercial aircrews after „fume and smell events. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health, Band 259, 114381, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463924000622>.

34 Ramsden, Jeremy (2025), Aerotoxic Syndrome - Susceptibility and Recovery, In: Toxics, 13, 420, online abrufbar <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12196834/pdf/toxics-13-00420.pdf>.

35 Hageman, Gerard et al. (2022), Chapter Four - Aerotoxic syndrome: A new occupational disease caused by contaminated cabin air? In: Advances in Neurotoxicology, Band 7, 77-132, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468748022000017>.

36 Hageman, Gerard et al. (2024), The role of carbon monoxide in aerotoxic syndrome, In: Review Neurotoxicology, 100:107-116, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161813X23001791>.

2021 werteten Hayes et al. 138 Fachveröffentlichungen zum Risiko der Organophosphate für das Luftfahrtpersonal aus. Schadstoffe seien in der Kabine nachweisbar, jedoch scheinen die Konzentrationen unter normalen Umständen nicht einzeln für die Symptome verantwortlich zu sein, die bei betroffenen Personen auftreten. Unklar sei, wie groß das Risiko für Personen sei, die empfindlicher gegenüber bestimmten Schadstoffen seien. Darüber hinaus seien die Folgen einer chronischen Exposition in niedrigen Dosen und mit Schadstoffmischungen unklar.³⁷

Zusammenfassend lässt sich in der Fachliteratur eine Ausweitung, wenn nicht Verlagerung der Diskussion weg von den ursprünglich einzig verdächtigen Trikresylphosphaten hin zu **ultrafeinen Partikeln** beobachten, die im Flugzeuginnenraum in sehr hohen Konzentrationen auftreten können und **Träger anderer Schadstoffe (VOC ebenso wie Organophosphate)** sind. Auch **Kohlenmonoxidbelastungen**, die im Flugzeuginnenraum auftreten, sind neu in den Blick gerückt.

Die nicht aufgeklärte Ätiologie des aerotoxischen Syndroms ist Gegenstand weiterer Nachforschungen. Die Forderung nach einem konsequenteren und durchgängigen Monitoring der Innenraumluftqualität von Flugzeugen ist in der Fachliteratur wiederholt zu finden. Es steht außer Frage, dass bisherige Belüftungs-, Klimatisierungs- und Druckausgleichssysteme nach sich ziehen, dass die Qualität der Innenraumluft in Flugzeugen in Mitleidenschaft gezogen werden kann und sich auch messbar von unbeeinträchtigter Außenluft unterscheidet.

4. Entwicklung der Fallzahlen zu Fume Events

Die Kabinenluftkontamination wurde erstmals in den 1950er Jahren beobachtet, als Zapfluft für die Kabinenluft eingeführt wurde. Der erste dokumentierte Fall stammt aus dem Jahr 1977. Ein Navigator einer C-130A erlitt durch Einatmen von Triebwerksöldämpfen schwere neurologische und gastrointestinale Symptome. In den 90er Jahren kam es bei der BAe 146 zu mehreren ernsten Zwischenfällen, darunter ein Fall im Jahr 1997, bei dem zwei Piloten durch Ölleckage handlungsunfähig wurden. Schweden meldete 1999 einen ähnlichen Vorfall. Auch in den folgenden Jahren kam es immer wieder zu vergleichbaren Ereignissen. Da Fume Events häufig nicht vollständig gemeldet wurden, sind lückenlose statistische Übersichten selten.³⁸

Im Jahr 2010 wurde ein schwerer Zwischenfall in Deutschland öffentlich bekannt. Daraufhin führte die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) eine retrospektive Studie über 845 Fume Events in den Jahren 2006 bis 2013 durch. Die Studie untersucht die Häufigkeit von Fume Events und deren Einfluss auf die Sicherheit im Luftverkehr. Bei 663 Fume Events sei es in 460 Fällen zu einer Geruchs- und in 188 Fällen zu einer Rauchentwicklung gekommen.

37 Hayes, Kevin et al. (2021), Occupational risk of organophosphates and other chemical and radiative exposure in the aircraft cabin: A systematic review, In: Science of the Total Environment, 796, 148742, online abrufbar: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721038146>.

38 Sachstand zur Lage in 2018: Vereinigung Cockpit https://fumeguide.vcockpit.de/fileadmin/fumeguide/VC_Info_2018-2_Fume_Events.pdf. Investigative Journalisten stellten für den Zeitraum von 1944 bis 2017 eine chronologische Aufstellung einzelner Aspekte im internationalen Kontext zusammen. Diese umfasste die Entwicklung der verwendeten Öle, deren Toxizität, Fume und Smell Events, gesundheitliche Beeinträchtigungen und individuelle Schicksale: anstageslicht.de (2021), „Kontaminierte Kabinenluft: ein Gesundheitsproblem wird zur Gewissheit. Chronologie des ‚aerotoxischen Syndroms‘“, aktualisiert am 15. September 2021, <https://www.anstageslicht.de/kabinenluft/oefentliche-wahrnehmung/chronologie>.

In 15 Fällen wurden gesundheitliche Beschwerden vorgetragen. Die Studie stellt die Erkrankungen nicht in Frage, kann aufgrund der verwendeten Methoden der Flugunfalluntersuchung und der fehlenden standardisierten medizinischen Untersuchungen aber keine Kausalität herstellen.³⁹

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) äußerte sich 2013 in seinen „Ärztlichen Mitteilungen bei Vergiftungen“ zu Fume Events. Das BfR wies darauf hin, dass in seiner Vergiftungsdatenbank vermehrt Fallmeldungen eingegangen seien, bei denen die im Flugverkehr auftretenden Symptome dem „Aerotoxischen Syndrom“ zugeschrieben würden. Es handele sich um 35 Fälle.⁴⁰

In den nachfolgenden Jahren wurden der BG Verkehr im Zeitraum von 2013 bis 2023 insgesamt folgende Vorfälle gemeldet:

2013: 300	2014: 420
2015: 450	2016: 830
2017: 920	2018: 542
2019: 524	2020: 118
2021: 47	2022: 185
2023: 284.	

Dabei blieben die Kriterien für die Erfassung seit Beginn der Dokumentation unverändert. Es wurden alle Ereignisse angezeigt, auch die nicht meldepflichtigen. Meldepflichtig sind Unfälle mit einer Arbeitsunfähigkeit von mehr als drei Kalendertagen. Im Jahr 2023 waren neun Prozent der Fälle meldepflichtig.⁴¹

39 Bundesstelle Für Flugunfalluntersuchung (BFU) (2014), „Studie über gemeldete Ereignisse in Verbindung mit der Qualität der Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen“, Seite 9, 88, https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Studien/Studie_Fume_Events_2014.pdf?blob=publicationFile&v=2; Schindler, B.K. et al. (2013), Occupational exposure of air crews to tricresyl phosphate isomers and organophosphate flame retardants after fume events. Arch Toxicol 87 (4): 645–648. doi: 10.1007/s00204-012-0978-0. Epub 2012 Nov 21, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-012-0978-0>.

40 BfR (2013), Kapitel 3.1, Seite 32, <https://www.bfr.bund.de/cm/350/aerztliche-mitteilungen-bei-vergiftungen-2011-2013.pdf>; darin Tabelle 3 „Zusammenfassung aller dem BfR gemeldeten ärztlichen Meldungen im Rahmen von Smell-Events“, Stand 2013, Seite 34-35.

41 BG Verkehr (2025), „Fume and Smell Events“, <https://www.bg-verkehr.de/arbeitssicherheit-gesundheit/branchen/luftfahrt/gesundheit/fume-and-smell-events>.

BG Verkehr (2022), „Fume- und Smell-Events: Ergebnisse der Biomonitoring-Studie liegen vor“, 2. März 2022, <https://www.bg-verkehr.de/presse/pressemittelungen/archiv/fume-and-smell-events-ergebnisse-der-biomonitoring-studie-liegen-vor>.

5. Entwicklung der Fallzahlen zu Fume Events im Ausland

Auch in anderen europäischen Ländern sowie in den USA und Australien wurden zahlreiche Fume Events dokumentiert.

5.1. USA

In den USA sind die Fluggesellschaften dazu verpflichtet, Vorfälle, bei denen es zu einem Fume Event kommt, der Federal Aviation Administration (FAA) zu melden. Die FAA untersucht die Ursachen und stellt sicher, dass sie behoben werden, bevor das Flugzeug wieder in Betrieb genommen wird. Seit 1984 ist in den Vereinigten Staaten die Forschung zur Luftqualität in Flugzeugkabinen, einschließlich der Untersuchung von Gesundheitsrisiken für Personen, die während des Flugs giftigen Dämpfen ausgesetzt sind, rechtlich geregelt. Im Rahmen einer Literaturstudie setzten die Autoren den Fokus auf Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Ozon, flüchtige und halbflüchtige organische Verbindungen sowie Partikel in der Luft.⁴²

Der im Jahr 2015 veröffentlichte Bericht über die Untersuchungen zu den potenziellen Gesundheitsrisiken der Fume Events kam zu dem Fazit, dass eine Quantifizierung der mit der Exposition gegenüber Verunreinigungen der Kabinenluft durch Bleed-Air-Ereignisse verbundenen potenziellen Gesundheitsrisiken nicht möglich sei. Es sei jedoch erforderlich, die Identifizierung und Messung der gefährlichen Bestandteile der durch Bleed-Air kontaminierten Luft weiter zu erforschen.⁴³

In den folgenden Jahren wurden in den USA Standards für die Messung der Kabinenluft sowie für die Meldung der Events veröffentlicht. Die Thematik hat auch in den USA mediale Aufmerksamkeit erreicht. Explizite Statistiken zu Fume und Smell Events gibt es jedoch bisher nicht.⁴⁴

Neuere Studien untersuchten die Quantität der Ereignisse. Im Rahmen einer Studie verglich die Autorin Wartungsberichte zu Rauch, Gerüchen sowie Dämpfen (SOFs), die US-Fluggesellschaften zwischen 2018 und 2023 an die zuständige FAA übermittelt hatten. Um die Anzahl der SOF-Meldungen für jeden Flugzeugtyp zu relativieren, ermittelte die Expertin die Zusammensetzung der US-Flotte. Sie kam zu dem Ergebnis, dass „Dampfereignisse“ von Motoröl oder Hydraulikflüssigkeit, die mit 43 Prozent die häufigste Art von SOFs an Bord seien, die von US-Fluggesellschaften gemeldet wurden. Elektrische Ursachen hätten einen Anteil von 20 Prozent und Ventilatoren von 6,1 Prozent. Im betrachteten Zeitraum habe der Anteil der Flugzeuge der A320-Familie 20 Pro-

42 FAA (2025), „Cabin Air Quality“, <https://www.faa.gov/newsroom/cabin-air-quality-0>.

43 Day, G., FAA (2015), „Aircraft Cabin Bleed Air Containments: A Review“, https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/about/initiatives/cabin_safety/section_326/201520.pdf.

44 FAA (2025), „Alle Sicherheitswarnungen für Betreiber (SAFOs)“ https://www.faa.gov/other_visit/aviation_industry/airline_operators/airline_safety/safo/all_safo; FAA (2024), „Information for Operators“, https://www.faa.gov/other_visit/aviation_industry/airline_operators/airline_safety/info/all_info/InFO24013.pdf; FlightGlobal (2025), „2024 Aircraft Cabin Air Conference predictions become reality“, <https://www.flighglobal.com/paid-content/2024-aircraft-cabin-air-conference-predictions-become-reality/163076.article>; Furlong, C.E. u. a. (2025), „Investigating biomarkers of exposure to jet aircraft oil fumes using mass spectrometry“, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2025.04.17.25326021v4.full.pdf>.

zent der US-Flotte betragen, aber 80 Prozent der gemeldeten Dampfereignisse seien hier zu verzeichnen gewesen. Der Anteil der Flugzeuge der B737-Familie habe 27 Prozent der US-Flotte betragen, aber nur 3,0 Prozent der gemeldeten Rauchentwicklungen ausgemacht.⁴⁵

In einer vorangegangenen Studie hatte die Autorin die relative Häufigkeit von 12.417 Ereignissen untersucht, die auf Öl- und Hydraulikflüssigkeitsdämpfe in der Zuluft zurückzuführen sind, im Vergleich zu anderen Ursachen von Dämpfen und Rauch, die von US-Fluggesellschaften zwischen 2002 und 2011 der US-amerikanischen Luftfahrtbehörde gemeldet wurden. Die Auswertungen hätten ergeben, dass ein Anteil von 37 Prozent der Ursachen elektrischen Ursprungs gewesen seien und 26 Prozent aus den Bereichen Entlüftung, Öl sowie Hydraulikflüssigkeit stammen würden.⁴⁶ Ein möglicher Zusammenhang mit den entsprechenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen wurde dabei offensichtlich nicht untersucht.

5.2. Australien

Im Rahmen einer Studie des australischen Amts für Verkehrssicherheit (Australian Transport Safety Bureau, ATSB) zu Fume and Smell Events für den Zeitraum 2008 bis 2012 wurden zunächst die Flugsicherheitsdaten des ATSB, der Civil Aviation Safety Authority (CASA) und des australischen Verteidigungsministeriums analysiert. Anschließend wurden die Sicherheitsvorfälle, die im Zusammenhang mit Rauch/Dämpfen standen, einer Risikoanalyse unterzogen.

Die Autoren fanden heraus, dass sowohl der ATSB als auch der Civil Aviation Safety Authority (CASA) innerhalb von fünf Jahren über 1.000 Fälle von Rauchentwicklung gemeldet wurden. Aus Sicht der australischen Flugsicherheit seien die meisten davon als geringfügig einzustufen. Es habe jedoch einen Vorfall gegeben, bei dem die Flugbesatzung handlungsunfähig geworden sei, sowie elf weitere Vorfälle, bei denen die Besatzung leichte Verletzungen erlitten habe.

Die weiteren Untersuchungen ergaben, dass die BAe 146 der Flugzeugtyp gewesen sei, bei dem es unter Berücksichtigung der Flugaktivitäten am häufigsten zu Rauchentwicklung gekommen sei. Zu den weiteren Flugzeugtypen, bei denen im gleichen Zeitraum ebenfalls überdurchschnittlich häufig Rauchentwicklung aufgetreten sei, gehörten der Airbus A380, die Boeing 767, die Embraer EMB-120 und die E-190. Die Ereignisse hätten unterschiedliche Ursachen gehabt.⁴⁷

Die ATSB zieht aus den Untersuchungen das folgende Fazit:

45 Anderson, J. (2025), „Lessons Learned from Official Airline Reports of Onboard Fumes and Smoke“, <https://www.mdpi.com/2226-4310/12/5/437>.

46 Anderson, J. (2021), „Sources of Onboard Fumes and Smoke Reported by U.S. Airlines“, <https://www.mdpi.com/2226-4310/8/5/122>.

47 Australian Transport Safety Bureau (ATSB) (2014), „An analysis of fumes and smoke events in Australia from 2008 to 2012: A joint initiative of Australian aviation safety agencies“, <https://www.atsb.gov.au/sites/default/files/media/5394101/AR-2013-213.pdf>.

„Fume and smoke events are generally appropriately managed by flight and cabin crew resulting in little consequence. Good reporting by aircraft operators, with sufficient detail, to both the ATSB and CASA where relevant will assist ongoing efforts to monitor the risk of fume and smoke events.“⁴⁸

5.3. Großbritannien

Auch in Großbritannien ist die Thematik „contaminated air“ und deren mögliche gesundheitliche Folgen für Crews, Piloten sowie Passagiere Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.⁴⁹

Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2023 hat besondere mediale Aufmerksamkeit erlangt. Die Studie bietet nach Aussage der Autoren eine Übersicht der Rauchentwicklungen und über Personen, die der Zuluft von Flugzeugen ausgesetzt waren. Darüber hinaus stellt sie den ersten umfassenden und systematischen Ansatz zur Dokumentation und Sammlung weiterer epidemiologischer Daten dar, die ein berufsbedingtes Krankheitsbild beschreiben sollen. Der praktische Leitfaden wurde von der International Fume Events Task Force erstellt.⁵⁰

Die Autoren verwendeten Daten zur medizinischen Versorgung oder zu Krankenhausaufenthalten von Flugpersonal und Passagieren nach Fume Events für den Zeitraum von 2000 bis 2018. Sie ordneten die Ereignisse den einzelnen Flugzeugtypen von Airbus und Boing zu. Anschließend erstellten sie eine prozentuale Verteilung. Der Anteil der Ereignisse, die den Passagieren zugeordnet wurden, sei im Vergleich zu denen des Flugpersonals sehr gering. Der Anteil der einzelnen Flugzeugtypen würde stark variieren.⁵¹

48 Australian Transport Safety Bureau (ATSB) (2014), „An analysis of fumes and smoke events in Australia from 2008 to 2012: A joint initiative of Australian aviation safety agencies“, Seite 3, <https://www.atsb.gov.au/sites/default/files/media/5394101/AR-2013-213.pdf>.

49 Browne, B. (2023), „Aviation industry urged to respond to medical guidance on cabin fumes“, <https://www.medicalindependent.ie/in-the-news/news-features/aviation-industry-urged-to-respond-to-medical-guidance-on-cabin-fumes/>; Michaelis, S. (2022). „World leading health experts say aviation industry must act on cabin fumes as they launch new medical guidance“, <https://www.stir.ac.uk/news/2023/may-2023-news/world-leading-health-experts-say-aviation-industry-must-act-on-cabin-fumes-as-they-launch-new-medical-guidance/>.

50 Burdon, J. u. a. (2023), „Health consequences of exposure to aircraft contaminated air and fume events: a narrative review and medical protocol for the investigation of exposed aircrew and passengers“, Environmental Health volume 22, Article number: 43 (2023), <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-023-00987-8>.

51 Ebenda, Tabelle unter: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-023-00987-8/figures/1>; Quelle der Studien: Howard, C.V. (2018). Vortrag „Pathogenesis of Non-Specific Neurological Signs and Symptoms in Aircrew on Civil Aircraft“ auf der Aviation Health Conference 2018 in London, <https://perma.cc/7JWV-578V>.