

## Sitzung des Ausschusses für Tourismus am 21. September 2011, Stellungnahme für das Expertengespräch zum Thema „Kontaminierte Kabinenluft“

Autor: Dr. Andreas BEZOLD, Airbus Operations GmbH, Hamburg

### Executive Summary:

- Eine Vielzahl öffentlicher Untersuchungen sowie zahlreiche Messungen auf Flugzeugen seit den 90er-Jahren ergeben stets dasselbe Bild: Die Luft an Bord von Verkehrsflugzeugen ist von einwandfreier Qualität.
- Trikresylphosphat (engl.: Tri-Cresyl Phosphate, TCP) ist ein Sammelbegriff. Die Gruppe der Trikresylphosphate ist wissenschaftlich sehr gut untersucht. **Die neurotoxische Wirkung hängt demnach vom Gehalt an ortho-Kresol ab.** Neurotoxische Erkrankungen durch TCPs, die kein ortho-Kresol enthalten, sind nicht dokumentiert.
- Auf Basis wissenschaftlicher Daten wurde in den USA **einen Arbeitsplatzgrenzwert** für ein ortho-Trikresylphosphatisomer, das Tri-ortho-kresylphosphat, eingeführt, an und unter dem auch bei wiederholter Exposition keinerlei gesundheitliche Auswirkungen zu erwarten sind. **Der Grenzwert liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup> als permanente Belastung im zeitlichen Mittel über 8 Stunden.** Es liegen keinerlei Messergebnisse vor, die darauf schließen ließen, dass dieser Grenzwert im operativen Betrieb auch nur annähernd erreicht würde.
- Pauschalisierungen vernebeln die Fakten. Es gilt deshalb, sauber zu differenzieren. So ist insbesondere das Auftreten eines Geruches kein objektives Anzeichen für eine hohe Belastung an organischen Komponenten oder gar eine Vergiftung mit neurotoxischen Substanzen. Da Gerüche jederzeit und aus unterschiedlichsten Quellen auftreten können, ist eine Einstufung nahezu jedes Geruchsevents als Vergiftung nicht nur wissenschaftlich nicht sinnvoll, sondern auch gesellschaftlich unseriös und bedenklich.
- Die Herstellerfirmen haben in der Vergangenheit - und werden auch in Zukunft - jeden seriösen wissenschaftlichen Ansatz zur Aufklärung der Tatsachen beim Thema Kabinenluft unterstützen. Den hohen Qualitätsstandard der gesamten Kabinenumgebung beizubehalten bleibt das unverrückbare Ziel der Herstellerindustrie.

Die zivile Luftfahrt nimmt unter den öffentlichen Verkehrsträgern wegen ihrer Umgebungs- und Betriebsbedingungen eine besondere Stellung ein. Verkehrsflugzeuge operieren, abhängig von der geographischen Position, vornehmlich in der Troposphäre und unteren Stratosphäre. Dies ist eine lebensfeindliche Umgebung. Die Außentemperatur kann unter -50 °C sinken, und der Umgebungsdruck kann auf unter 200 hPa abnehmen, was einem Fünftel des Druckes an der Erdoberfläche entspricht. Trotz dieser ungewöhnlichen Betriebsumgebung ist der Passagierflug nach wie vor der sicherste Teil einer Reise.

Ein Flugzeug-Klimasystem hat im Wesentlichen drei Aufgaben: 1. die Frischluftzufuhr und damit verbunden die Entfernung von Luftschadstoffen aus der Kabine, 2. die Bedruckung des Flugzeugrumpfes und 3. die Temperierung der Kabine sowie die Kühlung von technischem Equipment.

Eine adäquate Luftqualität ist Voraussetzung für einen sicheren Flugbetrieb. Dies ist bei den Zulassungsbehörden, den Herstellern und Betreibern selbstverständlich anerkannt. Entsprechende Zulassungskriterien für Flugzeuge, Flugzeugturbinen und Hilfsturbinen sind von der EASA spezifiziert (CS 25, CS-E und CS-APU).

Neben den Anforderungen für Luftaustauschraten und dezidierten Grenzwerten für Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Ozon, fordern die Zulassungskriterien für große Passagierflugzeuge, CS 25, dass keine gesundheitsschädlichen oder gefahrbringenden Schadstoffkonzentrationen in die Kabine gelangen können.

Für Triebwerke und Hilfsturbinen, die über ihre Kompressionsstufen die Versorgung des Flugzeuges mit Luft sicherstellen, müssen die Hersteller Sicherheitsanalysen vorlegen. Etwaige Schadstoffeinträge, die zu einer körperlichen Beeinträchtigung von Besatzungsmitgliedern oder Passagieren führen könnten, müssen dem Flugzeughersteller mitgeteilt werden.

Eine Vielzahl öffentlicher Untersuchungen sowie zahlreiche Messungen auf Flugzeugen seit den 90er-Jahren ergeben stets dasselbe Bild: **Die Luft an Bord von Verkehrsflugzeugen ist von einwandfreier Qualität.** Die Belastung mit organischen Verunreinigungen relativ gering und überwiegend auf den Eintrag von Äthylalkohol und Aceton zurückzuführen. Beide Substanzen sind Produkte des menschlichen Stoffwechsels. Hinzu kommt der Eintrag durch den Ausschank alkoholischer Getränke und durch Emissionen anderer Konsumentenprodukte.

Bei Untersuchungen der Kabinenluft stehen zunehmend auch schwerer flüchtige organische Komponenten, sogenannte Semi Volatile Organic Carbons (SVOCs), im Mittelpunkt. Aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften finden sich diese schwerflüchtigen Komponenten nur in äußerst geringer Konzentration in der Umgebungsluft. Um sie erfassen zu können, benötigt man hochpräzise Analysemethoden.

Hinter dem Interesse an einer Messung der SVOCs steckt in erster Linie eine Befürchtung: Es ist die Sorge, dass das in den Turbinenlagern verwendete Öl in die Luftzufuhr gelangen könnte und dabei Additive wie die sogenannten Trikresylphosphate in gesundheitsschädlichen Konzentrationen freigesetzt werden. Trikresylphosphate sind in Triebwerksölen zu etwa 3% enthalten.

Dabei wird dem Begriff Trikresylphosphat (engl.: Tri-Cresyl Phosphate, TCP) eine allgemeine stark neurotoxische Wirkung unterstellt. **Dies ist unzulässig.** Trikresylphosphat ist der Sammelbegriff für ein Gemisch aus mehreren ähnlichen chemischen Verbindungen, sogenannten Isomeren. Ob und inwieweit Trikresylphosphat eine neurotoxische Wirkung hat, hängt wesentlich von der isomeren Zusammensetzung des Gemisches ab.

Unter Isomeren eines Stoffes versteht man Moleküle, die die gleiche atomare Zusammensetzung, aber einen anderen strukturellen Aufbau besitzen. Es ist hinlänglich bekannt, dass bereits kleine Unterschiede im strukturellen Aufbau eines Moleküls zu unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften führen können – und damit auch zu Unterschieden in ihrer physiologischen Wirkung auf den menschlichen Organismus. Dieses Phänomen trifft in besonderem Maße auf die Trikresylphosphate zu, wie die Fachwelt bereits seit den 1950er-Jahren weiß.

Der Sammelbegriff Trikresylphosphat umfasst 10 unterschiedliche Isomere, sogenannte Stellungsisomere. Sie unterscheiden sich durch die Stellung der Methylgruppen an den Kresolen (aromatische Verbindungen), die mit dem Phosphatgrundkörper über eine Veresterung verbunden wurden. Man unterscheidet je nach Stellung der Methylgruppe nach ortho-, meta- und para-Kresol. Trikresylphosphate, die mindestens eine ortho-Kresolgruppe enthalten, werden im Folgenden als ortho-Trikresylphosphate bezeichnet.

Aus dem vergangenen Jahrhundert sind zahlreiche Trikresylphosphat-Vergiftungen dokumentiert. Sie stehen meist im Zusammenhang mit der Verunreinigung von Nahrungs- und Genussmitteln mit Trikresylphosphaten, welche eine toxische isomere Zusammensetzung aufwiesen. Unter anderem aufgrund dieser Vorfälle ist die Gruppe der Trikresylphosphate toxikologisch sehr gut untersucht.

Seit den 1950er-Jahren ist anhand von Tierversuchen und epidemiologischen Daten wissenschaftlich dokumentiert und publiziert, dass die neurotoxische Wirkung eines Trikresylphosphatgemisches vom Gehalt an ortho-Kresol abhängt. Die schädigende Wirkung wird einem zyklischen Phosphat zugeschrieben, das im Körper aus ortho-Trikresylphosphaten gebildet wird.

Fest steht: Dieses zyklische Phosphat kann aus den anderen Trikresylphosphatisomeren, die kein ortho-Kresol enthalten, nicht gebildet werden. Aus genau diesem Grund sind neurotoxische

Erkrankungen aus Trikresylphosphaten, die kein ortho-Kresol enthalten, auch nicht dokumentiert.

Das in Triebwerksölen enthaltene Trikresylphosphat enthält gemäß Herstellerspezifikationen maximal 0,2% ortho-Trikresylphosphate. Bei einem Gehalt von 3% Trikresylphosphat in Triebwerksöl hat das Triebwerksöl folglich einen Gehalt an ortho-Trikresylphosphaten von maximal 0,006%. **Wie publizierte Analysen des australischen Verteidigungsministeriums bestätigen, ist in der Praxis mit geringeren Konzentrationen zu rechnen.**

Auf Basis wissenschaftlicher Daten hat die American Conference of Governmental Industrial Hygienists einen Grenzwert für ein ortho-Trikresylphosphatisomer, das Tri-ortho-kresylphosphat, eingeführt, an und unter dem auch bei wiederholter Exposition keinerlei gesundheitliche Auswirkungen zu erwarten sind. **Der Grenzwert liegt bei 0,1 mg/m<sup>3</sup> als permanente Belastung im zeitlichen Mittel über 8 Stunden.**

Zum Vergleich: Unter der Annahme, dass die im Triebwerksöl befindlichen ortho-Isomere des Trikresylphosphates ein 10-fach höheres Toxizitätspotential hätten, ließe sich ein rechnerischer Grenzwert für ortho-Trikresylphosphate von 0,01 mg/m<sup>3</sup> ermitteln. Und selbst um diese Konzentration zu erreichen, müsste die Konzentration an Trikresylphosphat aus Triebwerksöl in der Atemluft etwa 5 mg/m<sup>3</sup> betragen. Dies entspricht einem Triebwerksölgehalt in der Atemluft von 167 mg/m<sup>3</sup>. Eine derart massive Aerosolbelastung ist nicht vorstellbar. Sie entspräche bildhaft dem inhalierten Rauch von mehr als 10 Zigaretten, konzentriert auf einen Kubikmeter.

Aufgrund der sehr geringen Zahl der Vorfälle sind in der Literatur nur wenige Messungen während sogenannter „fume events“ in der Flugzeugkabine dokumentiert. **Eine dieser Messungen wurde unlängst in Norwegen vorgenommen. In der Kabine eines Passagierflugzeuges mit einer Triebwerksleckage und deutlich wahrnehmbaren Ölgeruch wurde eine Trikresylphosphat-Konzentration von 0,005 mg/m<sup>3</sup> festgestellt. Das ist ein Tausendstel(!) des oben errechneten Wertes. Neurotoxische ortho-Isomere des Trikresylphosphates wurden nicht gefunden.**

Vergleichbare Tests des australischen Verteidigungsministeriums in Militärflugzeugen, deren Resultate kürzlich veröffentlicht wurden, kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Bei Messungen aus dem Jahr 1998 konnten in einem Passagierflugzeug bei sichtbarer Rauchentwicklung keine Trikresylphosphate gefunden werden. Auch die bei dieser Gelegenheit gemessenen Kohlenmonoxid-Werte von maximal 3 ppm (parts per million) lagen deutlich unter den Grenzwerten aus den Luftqualitätsleitlinien der WHO. Der deutsche Arbeitsplatzgrenzwert AGW für Kohlenmonoxid beträgt 30ppm.

Eine Häufung von Beschwerden über Ölkontaminationen in den 1980er- und 1990er-Jahren insbesondere bei zwei Flugzeugtypen hatte unter Piloten und Flugbegleitern den Wunsch nach Aufklärung ausgelöst. Daraufhin wurden in Australien, den USA und Großbritannien öffentliche Untersuchungen durchgeführt. In keiner dieser Untersuchungen konnte ein kausaler Zusammenhang zwischen verschiedenen individuellen Erkrankungen und einer Exposition von Kabinenluft ganz allgemein oder aufgrund eines Zwischenfalls durch Ölkontamination belegt werden. Von allen Messungen, die bisher an Bord von Passagierflugzeugen durchgeführt wurden, **hat keine einzige eine Überschreitung von gesetzlichen und/oder empfohlenen Grenzwerten ergeben.**

Das 1999 erfundene „*Aerotoxische Syndrom*“ ist medizinisch nicht belegt. Die Vielzahl der dem „Aerotoxischen Syndrom“ zugeschriebenen Symptome erlaubt es, nahezu jede Befindlichkeitsstörung als solches zu deklarieren. Ein unabhängiges Komitee des US National Research Council, ein Organ der US National Academy of Science, konstatierte 2002, dass die zugrunde liegenden Fakten nicht geeignet sind, die Existenz eines solchen Syndroms zu begründen.

Eine Analyse der EASA aus dem Jahr 2009 ergab, dass die Mehrzahl der durch Ölkontamination hervorgerufenen Vorfälle auf zwei Flugzeugtypen zurückzuführen ist, und dass

die Anzahl dieser Vorfälle nach entsprechenden technischen Maßnahmen deutlich zurückgegangen ist.

Ungeachtet der wissenschaftlichen Ergebnisse und der Analysen der zuständigen Behörden, propagieren wenige Personen die Existenz akuter oder chronischer Erkrankungen durch kontaminierte Kabinenluft. Fliegendes Personal wird dadurch teilweise stark verunsichert, Informationen und Ausführungen werden oft ohne kritische Prüfung übernommen. Jede Art von Geruch in einer Flugzeugkabine, teilweise bloßes Unwohlsein, wird als Anzeichen einer Vergiftung durch Kabinenluft gewertet. Seriöse und nachweisbare Belege dafür gibt es nicht. Geruchsbelastungen auf Flugzeugen, die durch die Flugzeugsysteme ausgelöst werden, treten nach wie vor sehr selten auf. **Im Bodenbetrieb ist die Ansaugung geruchsbelasteter Außenluft die wahrscheinlichste Quelle.**