



Die Luft in der Kabine von Passagierflugzeugen ist möglicherweise mit gesundheitlich bedenklichen Stoffen belastet

Erkenntnisse von der International Aircraft Cabin Air Conference

(PresseBox) (Hamburg, 21.09.17) Eine internationale Fachtagung zur Luftqualität in Passagierflugzeugen fand am 19. und 20. September 2017 in London am Imperial College statt. Das Problem der Kabinenluftqualität ist schon lange bekannt, als Themen der Wissenschaft sind die Fragestellungen aber noch recht jung. Die Londoner Konferenz war erst die zweite Konferenz zum Thema – nach einer Konferenz im Jahr 2005 am gleichen Ort. Das Thema ist multidisziplinär. Es geht um medizinische Fragen, Arbeitsschutz, Arbeitsrecht und nicht zuletzt um das Leid der Personen, die in der Flugzeugkabine erkrankt sind. Technisch geht es um die Frage, wie Triebwerksöl in die Kabinenluft gelangen kann, welche Schadstoffkonzentrationen in der Kabinenluft zu erwarten sind, welche technischen Lösungsmöglichkeiten es für das Problem gibt und welchen Nutzen die jeweiligen Lösungen haben. Obwohl schon viel geschrieben wurde zum Thema, findet man kaum Quellen zur Kabinenluftproblematik aus technischer Sicht. Prof. Dr. Scholz von der HAW Hamburg war derjenige Vortragende auf der Konferenz, der die technischen Hintergründe und Lösungsmöglichkeiten erklärte.

Flugbetrieb: Die typischen Kurz-, Mittel- oder Langstreckenjets fliegen in großen Höhen von oft mehr als 10 km. Dort oben hat die Luft nur noch 20 % des Druckes von dem auf der Erdoberfläche. In dieser Umgebung werden wir Menschen bereits nach wenigen Sekunden ohnmächtig. Die Klimaanlage des Flugzeugs sorgt aber für passenden Luftdruck. Während des Fluges wird die Luft in der Kabine in kurzen Zeitintervallen durch frische Luft ausgewechselt, weil viele Personen auf engem Raum sitzen. Die Luft wird aus der Umgebung genommen und muss im Reiseflug dazu verdichtet werden. So etwas wird mit einem Verdichter gemacht. Jeder Jet ist mit einem Verdichter in jedem seiner Triebwerke ausgestattet. Die Luft wird im Triebwerk verdichtet, bevor sie in die Brennkammer und dann über die Turbine wieder nach draußen gelangt und das Flugzeug antreibt. Es ist üblich, die Luft für die Kabine dem Verdichter des Triebwerks als sogenannte "Zapfluft" zu entnehmen. Das hat den Vorteil, dass man keinen zusätzlichen Verdichter für die Klimaanlage benötigt, Komponenten einspart und dadurch das Flugzeug preiswerter bauen und anbieten kann. Das

ist eigentlich auch kein Problem, denn der Verdichter des Triebwerks nimmt ja die Umgebungsluft auf. Wenn Flugzeuge an der Startbahn hintereinander aufgereiht auf die Startfreigabe warten, dann ist die Luft dort nicht so frisch, was man auch sofort in der Kabine riechen kann. Während des gesamten Reisefluges erhält der Verdichter aber frische Luft. Soweit so gut.

Zu beachten ist dabei jedoch: Die großen heißen Triebwerke haben schwere Rotoren auf drehenden Wellen. Die Wellen müssen gelagert werden. Die Lager müssen mit speziellem Öl geschmiert und abgedichtet werden. Das Öl enthält Zusätze, die gesundheitlich zum Teil extrem bedenklich sind, ohne die das Triebwerk aber nach kurzem Gebrauch zerstört wäre. Besonders brisant ist der Stoff Trikresylphosphate (TCP) der mit ca. 3 % im Triebwerksöl vorkommt und in 10 unterschiedlichen isomeren Formen auftritt. Sechs Isomere sind als starkes Nervengift bekannt. Ein Isomer, das bekannte o,o,o-Trikresylphosphat (durch welches um 1930 in den USA ca. 30000 Personen teilweise gelähmt wurden) ist in Triebwerksölen heute nicht mehr vorhanden. Über die Verbreitung der anderen fünf noch giftigeren Isomere in heutigen Triebwerksölen ist wenig bekannt. Die Hersteller der Triebwerksöle machen dazu keine Angaben. Als Dichtungen kommen an den Lagern meist berührungslose Labyrinthdichtungen zum Einsatz, die einen Spalt haben. Das Öl wird am Ausfließen nur dadurch gehindert, dass Luft durch den Spalt in das Lager hineingeblasen wird. Dadurch kann aber ein Ausfließen nicht vollständig verhindert werden. Es kommt also konstruktionsbedingt regelmäßig zu kleinen Leckagen von Öl in den Triebwerksverdichter. Das austretende Öl pyrolysiert (verbrennt) bei den hohen Temperaturen (bis zu 400 °C) im Verdichter. In einer Studie wurden 127 teils bedenkliche Stoffe nachgewiesen. Es ist möglich, dass bei der Pyrolyse weniger giftige TCP-Isomere zu den hochgiftigen Isomeren umgebaut werden. Weder das, noch die Frage, wie so eine Mischung von Giftstoffen auf den Menschen wirkt, ist bisher bekannt. Internationale Empfehlungen, die die Ingenieure sich für ihre Arbeit selbst geschrieben haben, weisen aber seit vielen Jahren darauf hin, dass aus den genannten Gründen der Verdichter am Triebwerk für die Verdichtung der Luft für die Kabine nicht genutzt werden soll. Trotzdem wird es aus ökonomischen Gründen so gemacht.

Der Normalfall an Bord: In verschiedenen Studien wurden Messungen in Flugzeugkabinen gemacht. Dabei wurden nur geringe Mengen der bedenklichen Stoffe gefunden. Jeder kennt diesen Geruch, den neue Autos haben. Der Geruch entsteht durch sogenannte flüchtige organische Verbindungen die aus neuen Kunststoffteilen entweichen. Die Luft im neuen Auto kann also deutlich stärker belastet sein, als die Luft in einer alten Flugzeugkabine. Die Luft in der Flugzeugkabine kann auch besser sein als die Luft im Wohnzimmer. An dieser Stelle wird nach Grenzwerten gefragt. Eine Belastung unterhalb der Grenzwerte wäre dann hinzunehmen. Es ist aber fraglich, ob für Nervengifte Grenzwerte überhaupt Sinn machen. Grenzwerte werden i. d. R. festgelegt für die Belastung am Arbeitsplatz. Diese gelten aber nicht für Passagiere und auch nicht für Bedingungen im Flug. Die Europäische Agentur für

Flugsicherheit (EASA) ist u. a. zuständig für die Zulassung von neuen Flugzeugen basierend auf etablierten Zulassungsvorschriften. Die EASA sagt, dass es keine Vorschrift gibt zu maximal zulässigen Konzentrationen giftiger Stoffe in Flugzeugkabinen (abgesehen von CO und CO₂) und folgert daraus, dass es gar keine Handhabe gäbe rechtlich einzuschreiten. Schadstoffbelastungen dürften also beliebig hoch sein. Scholz hat nachgerechnet. In der Tat, im Normalfall ist die Belastung der Kabinenluft mit Stoffen die aus dem Triebwerksöl kommen gering – aber eine Belastung ist vorhanden. Die errechnete geringe Konzentration deckt sich mit dem was gemessen wurde.

Fehlerfälle an Bord: Bei einer nicht unerheblichen Anzahl von Flügen wurden "Rauchereignisse" oder "Geruchereignisse" beobachtet. Es gibt dazu Videos im Internet. Bei Rauchereignissen ist die Kabine von Rauch erfüllt einhergehend mit Gerüchen. Bei Geruchereignissen ist die Luft zwar klar, aber es werden trotzdem Gerüche festgestellt. Der Geruch wird oft beschrieben mit "dreckige, alte Socken". Dies ist der Geruch der Buttersäure. Dieser Stoff kommt am Menschen vor, ist aber auch Ausgangsstoff des Triebwerksöls. Größere Mengen an Öl können in die Kabine gelangen bei plötzlich auftretenden Fehlern der Dichtungen. Die Schadstoffkonzentrationen bei einem Rauchereignis wurden noch nicht gemessen, weil es bei den wenigen durchgeführten Messungen noch nicht zu so einem Ereignis gekommen ist. Piloten wurden bei Rauchereignissen aber akut so beeinträchtigt, dass sie das Flugzeug nicht mehr sicher führen konnten. Bisher wurde zum Glück in allen solchen Fällen noch eine sichere Landung erreicht. Piloten, Kabinenbesatzung und Passagiere sind durch Rauch- oder Geruchereignisse langzeiterkrankt, wie sie selbst berichten und wie von Medizinern bestätigt wird. Aber auch ohne jemals ein derartiges Einzelereignis erlebt zu haben, sind Piloten und Personen der Kabinenbesatzung erkrankt. Basierend auf den technischen Zusammenhängen und den bedenklichen bis hochgiftigen Bestandteilen des Öls muss allein wegen der Fürsorgepflicht des Arbeitgebers zunächst angenommen werden, dass auch geringe Schadstoffkonzentrationen über längere Zeit krank machen können.

Die Probleme und mögliche Lösungen: Das Problem beginnt damit, dass die Piloten gar nicht wissen, welchen Schadstoffkonzentrationen sie im Flug ausgesetzt sind. Es gibt dafür keine Sensoren an Bord. Die Besatzung ist auf ihren Geruchssinn angewiesen, der für die Aufgabe nicht geeignet ist. Wenn etwas gerochen wird, dann ist es subjektiv und es kann dazu kein Messwert erfasst und gespeichert werden. Zumindest gute CO-Sensoren sollten an Bord verfügbar sein. Die Triebwerke verbringen heute längere Zeit am Flugzeug ohne Grundüberholung als früher. Die Dichtungen sind daher länger im Einsatz als früher und entsprechend stärker verschlissen. Einige Luftverkehrsgesellschaften (darunter Lufthansa und EasyJet) setzen neue Filter in der Rezirkulation der Kabinenluft ein, die auch Aktivkohle enthalten. Derartige Filter sind für einige wenige Flugzeuge verfügbar z. B. für den Airbus A320. Das ist ein erster Schritt, ohne hohe zusätzliche Kosten, leider aber auch nur mit

begrenzter Wirkung. Scholz rechnete aus, dass eine evtl. vorhandene Schadstoffkonzentration damit um etwa 40 % reduziert werden kann. Die Luft sollte nicht als Zapfluft vom Triebwerk, sondern direkt aus der Umgebung genommen werden und durch einen separaten Verdichter geschickt werden, der Lager enthält, die nicht mit Öl, sondern mit Luft geschmiert werden. So macht es Boeing mit der neuen 787. Damit ist das Problem gelöst. Wie in der 787 gemessen wurde, ist die Schadstoffkonzentration damit sehr gering, aber auch noch nicht Null, weil Kabineneinbauten weiterhin Lösungsmittel frei setzen. Das wird nicht ganz zu verhindern sein.

Etwa zeitgleich mit der Kabinenluftkonferenz hat die Airline **EasyJet** angekündigt, dass sie bei ihren Flugzeugen aus der Airbus A320 Familie die Luft bereits in der Zuleitung zur Kabine filtern will. Der Filterhersteller Pall will das technisch umsetzen und zulassen. **Pall** nennt das Konzept "**Complete Cabin Air Filtration**". Dr. David Stein, VP Aerospace Global Strategic Marketing von Pall Aerospace berichtete über das neue Konzept auf der Konferenz. Pall wird gewisse Daten von Airbus benötigen und wird versuchen Airbus für die Idee zu gewinnen. Ende 2018 sollen Flugzeuge so umgerüstet bei Easyjet eingesetzt werden. Konferenzteilnehmer waren der Meinung, dass mit dieser Filterlösung das Problem gelöst wäre. Dem ist aber nicht ganz so. Scholz zeigte, dass die Schadstoffkonzentration damit um etwa 80 % reduziert werden kann.

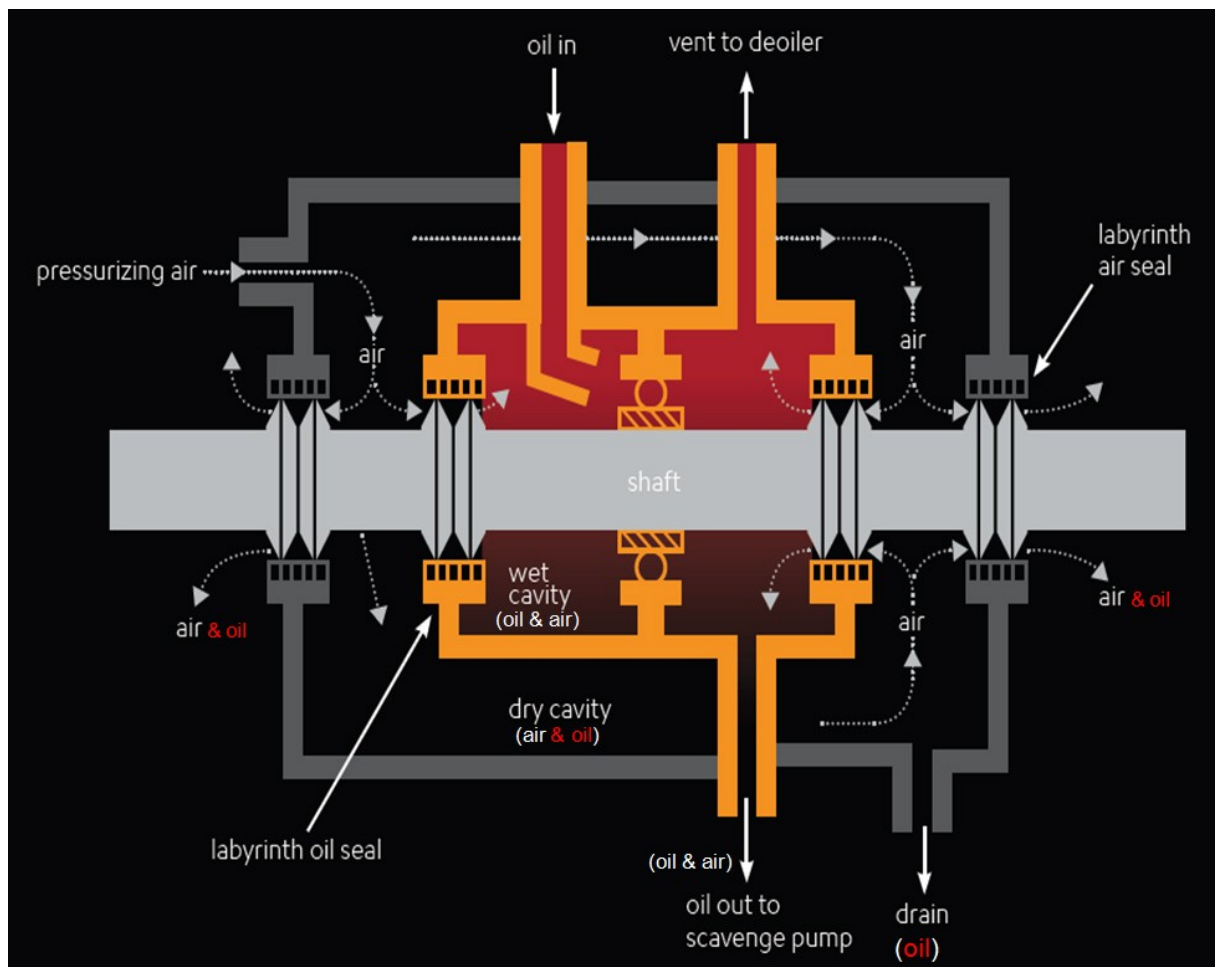
Die Luftfahrt ist stolz auf den Stil eines besonnenen Umgangs mit Risiken. Dieser Stil hat das Flugzeug zu einem beispiellos sicheren Verkehrsmittel gemacht. Es wäre der Bruch mit dieser erfolgreichen Tradition, wenn das Vorgehen beim Thema Kabinenluft ein anderes wäre als bisher. Trotzdem ist leider zu beobachten, dass die Luftfahrtindustrie hier die gleichen Verhaltensmuster zeigt, wie andere Branchen. **Es geht um die Maximierung von Gewinnen.**

Die Luftfahrtindustrie beteuert, dass von der Kabinenluft keine Gefahr ausgeht. Der wissenschaftliche Beleg für diese These wurde bisher nicht erbracht. Schwerwiegende Probleme mit der Kabinenluft sind umfangreich dokumentiert und damit auch den Luftverkehrsgesellschaften bekannt. Ohne entsprechende Maßnahmen zu ergreifen kommen die Luftverkehrsgesellschaften der Fürsorgepflicht für ihre Mitarbeiter nicht nach.

Die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BfU) ist der Meinung, dass Flugzeuge, die eine Zulassung bekommen haben, so gebaut sein müssen, dass weder die Besatzung noch Passagiere darin akut oder chronisch erkranken dürfen. Andere Interpretationen der Vorschriften sind daher abwegig. Gesundheit ist das höchste Gut. Man kann zwar Ärzte bezahlen, aber Gesundheit nicht kaufen.

Konferenz: <https://www.AircraftCabinAir.com> (alle Vorträge sind online)

Hintergründe: <http://CabinAir.ProfScholz.de>



Lager einer Triebwerkswelle mit doppelter Labyrinthdichtungen. Luftströmungen und zusätzlich in rot eingezeichnete Ölströmungen. (Courtesy of Exxon)

Aircraft Design and Systems Group (AERO) ist die Forschungsgruppe für Flugzeugentwurf und Flugzeugsysteme im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau der HAW Hamburg. AERO führt wissenschaftliche Mitarbeiter zur kooperativen Promotion und bearbeitet Projekte aus Forschung, Entwicklung und Lehre.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Dieter Scholz, MSME

info@ProfScholz.de

Schlagwörter

Triebwerk, Zapfluft, Klimaanlage, Öl, TCP, Flugzeugkabine, Sensor, Filter, Aktivkohle, Rezirkulation, Boeing, 787, Airbus, EasyJet, Pall

Newsroom

<https://www.pressebox.de/newsroom/aircraft-design-and-systems-group-aero>

Short Link zur Online Version

<https://www.pressebox.de/bx/931762>

Diese Datei

[http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/Aero/AERO PR Kabinenluft 17-09-21.pdf](http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/Aero/AERO_PR_Kabinenluft_17-09-21.pdf)