

Gefahrstoffbelastung auf dem Flughafenvorfeld – Teil 1: Grundlagen

D. Breuer, B. Flemming, T. Sye, S. Auras, O. Heise, I. Thullner, T. von der Heyden, C. Möhlmann, P. Welge

Zusammenfassung Flughäfen sind hochkomplexe Arbeitsbereiche mit vielfältigen Tätigkeiten und Gefährdungen. Besonders auf Flughafenvorfeldern ist die Freisetzung von Gefahrstoffen bei verschiedenen Aktivitäten nicht auszuschließen. In dieser Publikation werden die relevanten Tätigkeitsbereiche eines Flughafenvorfeldes, wie z. B. Betankung, Catering, De-Icing und Frachtverladung, sowie die dort möglichen Gefahrstoffbelastungen zusammengestellt. Der Fokus dieser Veröffentlichung liegt auf der grundlegenden Feststellung, welche Gefahrstoffe bei welchen Tätigkeiten auftreten können und wo erhöhte Belastungen möglicherweise zu erwarten sind. Nicht betrachtet werden Gefahrstoffexpositionen innerhalb von Verkehrsflugzeugen, also von Fluggästen und Flugzeugbesatzungen. In Teil 2 dieser Publikation werden die Gefahrstoffbelastungen durch Enteisungsmittel, Kerosin, Dieselmotoremissionen und Stickoxide eingehender diskutiert. Darüber hinaus werden die vorliegenden Erkenntnisse zum Biomonitoring zusammengestellt.

Hazardous substance exposure on the airport apron – Part 1: Basics

Abstract Airports are highly complex workplaces with diverse activities and hazards. On airport aprons in particular, the risk of hazardous substance release during various activities cannot be ruled out. In this publication, the apron activities concerned, e.g. refuelling, catering, de-icing and freight loading, are listed along with the possible hazardous substance exposure. The focus of this publication is on basic information on which hazardous substances can arise during which activities and where elevated exposure can be expected. Disregarded is hazardous substance exposure in commercial aircraft, i.e. affecting passengers and crew members. Part 2 of this publication addresses hazardous substance exposure to de-icing agents, kerosene, diesel engine emissions and nitrogen oxides. It also brings together the findings on biomonitoring available to date.

Prof. Dr. rer. nat. Dietmar Breuer, Dipl.-Chem. Thomas von der Heyden, Dipl.-Phys. Carsten Möhlmann,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

Dipl.-Ing. Björn Flemming, Dipl.-Ing. Thomas Sye,
Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation (BG Verkehr), Hamburg.

Dr. phil. nat. Stefan Auras,
Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), Mannheim.

Dipl.-Ing. Oliver Heise, M.Sc., Dipl.-Ing. Ingrid Thullner,
Unfallkasse Hessen (UKH), Kassel.

Dipl.-Biol. Peter Welge,
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum.

1 Einleitung

Flughäfen sind hochkomplexe Arbeitsbereiche mit vielfältigen Tätigkeiten und Gefährdungen. Die Unfallversicherungsträger (UVT) erarbeiten derzeit die Branchenregel „Branche Luftfahrt – Abfertigung von Verkehrsflugzeugen“, die Gefährdungen aus dem Luftfahrtbereich und somit auch an Flughäfen umfassend behandeln soll. Diese Branchenregel behandelt ebenfalls Gefahrstoffe, enthält aber keine Messergebnisse der UVT. Die Belastung mit Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen – speziell auf Flughafenvorfeldern – wurde unabhängig davon von den zuständigen UVT in der Vergangenheit intensiv untersucht. Darüber hinaus gibt es Veröffentlichungen aus Europa und den USA, insbesondere die einer Forschergruppe aus Dänemark, die umfangreiche Untersuchungen am Flughafen Kopenhagen durchgeführt hat. Dieser Bericht wird intensiv diskutiert und ist auch in deutscher Sprache erhältlich [1 bis 3].

Die UVT haben sich daher entschlossen, diese Daten zur Gefahrstoffbelastung auf Verkehrsflughäfen zusammenzustellen und zu veröffentlichen. In einer ersten Übersicht beschreibt dieser Beitrag relevante Tätigkeitsbereiche auf dem Vorfeld und die damit verbundenen Gefahrstoffbelastungen.

In einer zweiten Veröffentlichung werden Messdaten zu ermittelten Gefahrstoffbelastungen auf Verkehrsflughäfen für die einzelnen Arbeitsbereiche dargestellt. Dabei wird auch auf ultrafeine Partikel eingegangen. Diese Veröffentlichung wird voraussichtlich Anfang 2019 in dieser Zeitschrift erscheinen.

Die Belastung durch Triebwerksabgas wird nicht im Einzelnen erwähnt. Es ist aber davon auszugehen, dass diese in allen Bereichen zusätzlich auftreten kann. Die Zusammenstellung beschränkt sich ausschließlich auf Tätigkeiten in Verbindung mit Flughafenvorfeldern. Belastungen von fliegendem Personal (Cockpit- und Kabinencrew) sowie von Passagieren werden ausdrücklich nicht betrachtet.

Ebenfalls nicht berücksichtigt sind weitere Belastungsfaktoren, wie z. B. Lärm, hohes Arbeitsaufkommen oder das Tragen schwerer Lasten.

2 Bereiche

Die schnelle und effektive Abfertigung von Luftfahrzeugen ist die Kernkompetenz der Bodenverkehrsdienste eines jeden Flughafens. Komplexe Logistikprozesse und qualifiziertes Fachpersonal, unterstützt durch eine Reihe von Spezialgeräten und Systemen, sorgen für ein hohes Maß an Effizienz, Verlässlichkeit und Präzision während der Bodenzeit (ground time) der Maschinen.

Abfertigung von Luftfahrzeugen bezeichnet im Flugverkehr die Vorbereitung eines Luftfahrzeugs auf den nächsten Flug. Die einzelnen Schritte der Abfertigung sind davon abhängig, ob das Luftfahrzeug an diesem Tag erstmals bereitgestellt wird oder ob es sich bereits in einem Umlauf (Turnaround) befindet, d. h. an diesem Tag bereits Flughä-



Bild 1. Übersicht der Abfertigung.

fen angefliegen hat. Ein Operator (Planung) und ein Ramp Agent (Kontrolle der korrekten Durchführung) koordinieren die komplexen Abläufe, die möglichst zeitsparend und sicher erfolgen sollen.

Bei all diesen Prozessen besteht die Möglichkeit, dass die Beschäftigten in diesen Bereichen Gefahrstoffen – z. B. Kerosin, Enteisungsmittel oder auch Abgasen von Dieselmotoren, wie Dieselmotoremissionen (DME) und Stickoxiden (NO, NO₂) – ausgesetzt sind. Nachfolgend werden diese Bereiche im Hinblick auf die Gefährdung durch Gefahrstoffe beurteilt.

2.1 Zufahrt und Kontrolle

Sämtliche Fahrzeuge, mit denen Waren und Personen auf das Vorfeld eines Flughafens befördert werden, damit Luftfahrzeuge abgefertigt werden können, müssen erfolgreich die Sicherheitskontrollen nach § 8 Luftfahrtsicherheitsgesetz bestanden haben. Diese Kontrollen führen Beschäftigte des Flughafenbetreibers oder beauftragte Unternehmen an Kontrollstellen durch. Je nach Größe des Flughafens können Anzahl, Größe und personelle Belegung solcher Kontrollstellen variieren. Sie sind in der Regel überdacht und von baulich unterschiedlich großer Ausprägung. Sie verfügen üblicherweise über zwei bis vier Zufahrtspuren auf das Vorfeld, einen Aufsichtsbereich und eine Personenkontrolle.

Das Fahrzeugaufkommen an den Kontrollstellen ist für die Exposition der Kontrollkräfte gegenüber Motorabgasen verantwortlich und hängt im Wesentlichen vom Flugplan und der Anzahl abzufertigender Luftfahrzeuge ab. Es ist deshalb nicht gleichmäßig über den Tag verteilt. In Spitzenzeiten stauen sich die Fahrzeuge vor den Kontrollstellen. Jedoch gibt es auch Zeiträume innerhalb einer Arbeitsschicht, in denen nur wenige Fahrzeuge zur Kontrolle kommen. Die Anzahl der Fahrzeuge in den einzelnen Kontrollspuren kann ebenfalls schwanken. Die zu kontrollierenden Fahrzeuge sind in der Regel Lastkraftwagen unterschiedlicher Größe, Busse, Luftfahrt-Bodengeräte, Schlepper und Personenkraftwagen. Die überwiegende Anzahl der Fahrzeuge verfügt über Dieselmotoren, die aufgrund ihres Alters den unterschiedlichen Abgasprüfnormen entsprechen (z. B. von EURO III bis VI). Es ist jedoch nicht aus-



Bild 2. Anschluss der Bodenstromversorgung.

zuschließen, dass Fahrzeuge, die der Abgasprüfnorm EURO I oder dem Zustand aus der Zeit vor deren Geltung entsprechen (z. B. Schlepper), die Kontrollstellen passieren. Zur Tätigkeit der Kontrollkräfte an den Fahrspuren gehört die Kontrolle der Fahrerlaubnis, der Zutrittserlaubnis (Flughafenausweis), ggf. auch des Personalausweises, des Fahrers oder der Fahrerin selbst mittels Handsonden und bei Bedarf manueller Nachkontrolle sowie des gesamten Fahrzeugs. Dabei kommen Ausweislesegeräte und Metalldetektoren zum Einsatz.

In der Regel kontrollieren zwei Personen ein Fahrzeug. Diese sind bei jedem startenden Fahrzeug mit Diesel- bzw. Ottomotor, das die Kontrollspur verlässt, dessen Abgasen ausgesetzt. Je nach Entfernung zu den Start- und Landebahnen sowie zu Abstellpositionen für Luftfahrzeuge können auch Flugzeugabgase relevant sein.

2.2 Flugzeug-Bodenstromversorgung

Die Luftfahrzeuge landen, werden auf die Abfertigungsposition geleitet (Bild 1), gegen Wegrollen gesichert und während der Aufenthaltsdauer auf der Abfertigungsposition mit elektrischer Energie (Bodenstrom) versorgt. Die 400-Hz-Bodenstromspeisung findet über entsprechende Kabel- und Leitungsanlagen am Bugfahrwerk der Luftfahrzeuge statt (Bild 2). Je nach Flughafen und Abfertigungsposition wird der Strom mit einem mobilen heizöl- oder dieselbetriebenen Aggregat (Ground Power Unit, GPU) im Bereich des Bugfahrwerks erzeugt oder die Stromspeisung erfolgt über das vor Ort verfügbare Flughafen-Stromnetz. Die GPU erzeugt beim Betrieb Abgase von Dieselmotoren, das Stromnetz ist vor Ort emissionsfrei.

2.3 Fluggastbrücken und -treppen

Sobald das Luftfahrzeug die Parkposition erreicht hat, werden für den Übergang der Passagiere zum Terminal Fluggastbrücken an die Maschine gefahren. Bei Luftfahrzeugen,

die auf dem Flughafenvorfeld ihre Parkposition haben, können Passagiere über Treppen aussteigen und zu bereitgestellten Bussen gehen.

Dabei gilt die Regel, dass Servicefahrzeuge auf der rechten Seite des Luftfahrzeugs auf dem Vorfeld bereitgestellt werden und Fluggastbrücken oder mobile Fluggasttreppen an der linken Seite.

Für die Bereitstellung der Treppen ist es häufig nötig, diese mittels Körperkraft an die Flugzeugtür zu rangieren und in gleicher Weise vor dem Start vom Flugzeug zu entfernen. Der verantwortliche Vorfeldmitarbeiter bewegt sich dabei kurzzeitig auch in Bereichen, in denen er gegenüber den Abgasen von Dieselmotoren und erhöhter Ozonimmission exponiert ist, die Vorfeldfahrzeuge und benachbarte oder vorbeifliegende Luftfahrzeuge verursachen. Im Winter kann es gerade auf den Außenpositionen auch zu einer Exposition gegenüber Enteisungsmitteln kommen.

2.4 Fracht- und Gepäckverladung

Frachtgüter sind in Abmessungen, Gewicht, Form und Material sehr unterschiedlich. In der Regel werden bei der Frachtverladung Luftfrachtcontainer und palettierte Ladungseinheiten als Ladungsträger eingesetzt, mit Luftfahrt-Bodengeräten verfahren und über Fördersysteme in den Frachtraum der Luftfahrzeuge geladen oder entladen (Bild 5). Der Transport zwischen Luftfahrzeug und Frachtzentrum geschieht mit Fracht- und Gepäckschleppern, an die Frachthänger (Dollies) angehängt sind. Als Transportmittel am Luftfahrzeug dienen Container-Paletten-transporter oder Ladetransporter. Als Antriebsarten bei den Luftfahrt-Bodengeräten und Fördersystemen kommen vor allem Diesel, aber auch Elektroantriebe, Hybridantriebe sowie Erd- und Flüssiggas zum Einsatz.

Bei der Be- und Entladung von Gepäckcontainern und Gepäckwagen werden viele Gepäckstücke von Hand bewegt. Gewicht, Form und Handhabbarkeit der Gepäckstücke sind sehr unterschiedlich. Als Transportmittel zum Luftfahrzeug kommen Flughafenschlepper mit Dollies, am Luftfahrzeug Förderbandwagen zum Einsatz. Die Antriebsarten entsprechen den oben genannten.

Beim Diesel- und Hybridbetrieb werden Abgase von Dieselmotoren frei, der Elektroantrieb ist vor Ort emissionsfrei und beim Gasantrieb werden Abgase von Gasmotoren freigesetzt. Aufgrund teils nachlaufender Flugzeugturbinen und des Flugbetriebs im direkten Umfeld ist eine Exposition gegenüber Emissionen von Flugzeugtriebwerken möglich.

Die zuvor genannten Tätigkeiten werden durch die „Oberlader Vorfeld“ durchgeführt. In beengten Laderäumen wird in Zwangshaltungen und auf zum Teil unebenen oder offenen Ladeböden mit Gepäck, Paletten und Containern hantiert.

2.5 Betankung von Luftfahrzeugen

In der zivilen Luftfahrt ist die Betankung am Boden gebräuchlich. Dazu werden an Verkehrsflughäfen große Mengen Kerosin vorgehalten. Die Betankung von Luftfahrzeugen auf Flughäfen erfolgt entweder über ein Unterflurbetankungssystem oder mithilfe von Tankwagen (Bild 4). Die Unterflurbetankung ist ein System zur Bodenbetankung von Luftfahrzeugen, bei der das Kerosin durch unterirdische Leitungen von einem nahegelegenen Tanklager direkt an die Abfertigungspositionen gepumpt wird. Die eigent-



Bild 3. Frachtverladung.

liche Betankung der Luftfahrzeuge findet dann auf der Position mit Flugfeldtankwagen ohne eigenen Tank statt, den sogenannten Dispensern. Beim Einsatz von Tankwagen erfolgt die Betankung der Luftfahrzeuge direkt aus dem Fahrzeug. Dieses wird zuvor an dafür ausgewiesenen Positionen befüllt, entweder ebenfalls aus einem Hydranten des Unterflurbetankungssystems oder aus einem Großtank. Die wesentlichen Arbeitsschritte – Schlauchverbindung zwischen Fahrzeug und Luftfahrzeug herstellen, Betankungsvorgang überwachen, Treibstoff beproben, Schlauchverbindung trennen – sind sowohl für Dispenser als auch für Tankwagen vergleichbar.

Zu Beginn jeder Betankung wird das Erdungskabel vom Betankungsfahrzeug mit dem definierten Erdungspunkt des Luftfahrzeugs verbunden.

Die Eingangskupplung mit dem zugehörigen Eingangsschlauch wird von der Aufnahme des Dispensers abgehoben und vom Tankwart an einem Griff oder einer Zugleine an den Hydrantenpit (Bodenanschlussventil des Unterflurbetankungssystems) gezogen. Dort entfernt er mit einem Behelfshaken den Pitdeckel und dann die darunterliegende Staubschutzkappe auf der Hydrantenkupplung. Anschließend wird die Eingangskupplung auf den Hydrantenpit aufgesetzt und verriegelt. Beim Einsatz von Tankwagen wird zunächst der Betankungsschlauch ausgezogen. Nachfolgend wird sowohl bei Einsatz eines Dispensers als auch eines Tankwagens der Tankdeckel des Flugzeuges geöffnet und der Deckschlauch an die Tanköffnung des Flugzeuges angeschlossen.

Während der Betankung erfolgt die Qualitätssicherung des Kerosins per „Visual Check“. Dazu befindet sich am Tankfahrzeug ein Glasgefäß, das während der Betankung nach 1 000 l Durchfluss und am Ende der Betankung befüllt wird. Nach 1 000 l findet eine Sichtprüfung und am Ende der Betankung eine Prüfung aus dem Glasgefäß statt, bei der mit einer Probenahmespritze 5 ml Kerosin durch eine Prüfkapsel gezogen werden. Die Kapsel stellt fest, ob sich ungelöstes Wasser im Treibstoff befindet, das mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen wäre.

Nach Abschluss der Betankung werden alle Schläuche gelöst und eingezogen oder eingerollt. Der Hydrant wird wieder verschlossen und das Erdungskabel eingeholt.

Bei der Betankung von Luftfahrzeugen kann es unabhängig vom eingesetzten System (Dispenser oder Tankwagen) insbesondere zu einer Exposition gegenüber Kohlenwasser-

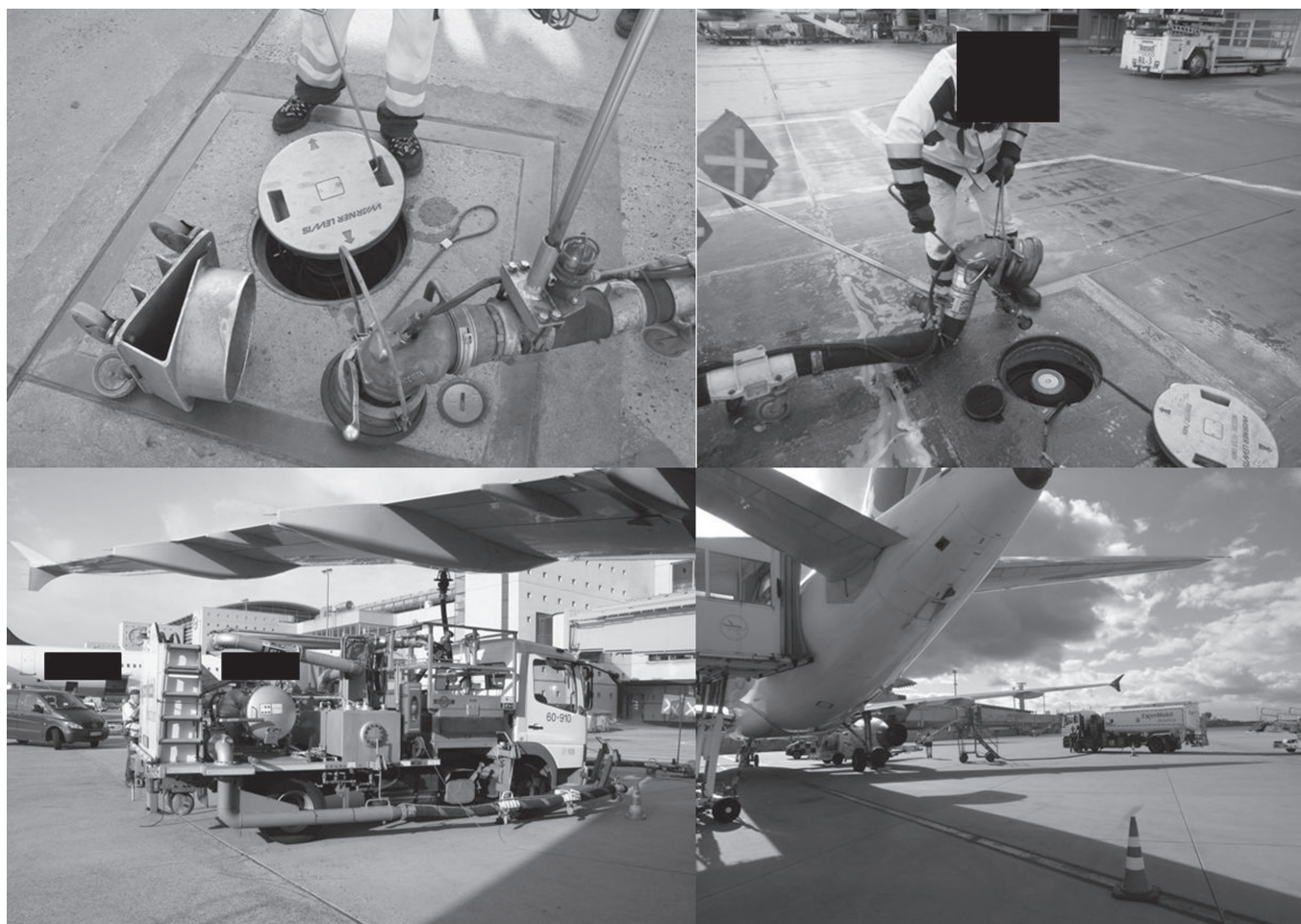


Bild 4. Betankung von Luftfahrzeugen: Unterflurbetankungssystem (oben und unten links), Betankung mit Tankwagen (unten rechts).

stoffen kommen. Da im Expositionsbereich des Tankwerts parallel zur Betankung aber auch mit Dieselkraftstoff betriebene Fahrzeuge, z. B. Gepäckwagen, Catering Service, Follow-me-Fahrzeuge, Fluggasttreppen, Flugzeugschlepper usw., betrieben werden, ist auch eine Exposition gegenüber Abgasen von Dieselmotoren zu beachten.

2.6 Catering

Das beladene Catering-Hubfahrzeug mit Kofferaufbau fährt zur Abfertigungsposition und rangiert exakt an die vorgegebene Position am Luftfahrzeug. Anschließend wird der Kofferaufbau auf die Übergabehöhe angehoben, um das Catering durchzuführen. Bei großen Luftfahrzeugen werden zeitgleich mehrere Catering-Hubfahrzeuge eingesetzt.

Das Catering umfasst die Versorgung mit Mahlzeiten, Getränken, aber auch das Bereitstellen von Besteck, Kopfhörern, Zeitschriften etc. Transportiert wird dabei in Flugzeugtrolleys. Die angelieferten beladenen Trolleys bleiben ladungsgesichert an Bord und werden – falls vorhanden – gegen leere an Bord befindliche ausgetauscht. Danach findet deren Rücktransport statt.

Die Catering-Hubfahrzeuge sind in der Regel dieselbetrieben und erzeugen Abgase von Dieselmotoren.

2.7 Trinkwasserversorgung und Toilettenentsorgung

Um an Bord von Luftfahrzeugen die Versorgung mit Frischwasser zu gewährleisten und die Funktionsfähigkeit der Bordtoiletten sicherzustellen, werden diese vor dem Start

von einem Servicefahrzeug mit Frischwasser versorgt. Auch die Entsorgung der Toilettenabwässer geschieht über flughafeneigene Servicefahrzeuge.

Die Betankung der Servicefahrzeuge mit Frischwasser und die Entsorgung der Abwässer finden an Füll- und Entsorgungsstationen auf dem Flughafen statt.

Da die Versorgung mit Frischwasser und die Entsorgung der Abwässer in der Regel während des Turnarounds – also der Bodenzeit des Luftfahrzeuges zwischen zwei Flügen – erfolgt, ist neben einer Exposition gegenüber Aerosolen von Fäkalien insbesondere mit einer Exposition gegenüber Abgasen von Fahrzeugen, die mit der Versorgung der Luftfahrzeuge befasst sind, zu rechnen. Hierzu zählen z. B. Tankfahrzeuge für die Betankung mit Kerosin, aber auch Fluggasttreppen, Fahrzeugschlepper und GPU zur Energieversorgung am Boden. Zusätzlich ist mit einer Exposition gegenüber den Abgasen von Luftfahrzeugen zu rechnen, die vom Gate zur Startbahn rollen oder umgekehrt. Nicht zu vergessen sind Abgase, die nach dem Stillstand aus den Triebwerken von Luftfahrzeugen freigesetzt werden können, sogenannte nachrauchende Triebwerke.

In der Regel wird es sich bei den infrage kommenden Abgasen und Gefahrstoffen um Abgase von Dieselmotoren sowie Aerosole handeln. Aber auch mikrobiologische Gefährdungen durch freigesetzte Abwasseraerosole, insbesondere beim Herstellen der Schlauchverbindung mit dem Abwasserbehälter des Flugzeugs, können auftreten.

2.8 Pre-Flight- und Ramp-Check

Den Pre-Flight-Check – also den „walk-around“ – übernehmen vor jedem Flug in der Regel der Kapitän oder teils delegierte Piloten und Mechaniker. Dabei handelt es sich um einen Flugzeug-Außencheck, bei dem das Luftfahrzeug auf von außen sichtbare Beschädigungen oder Leckagen überprüft wird. Teilweise erfolgt der Außencheck auch zusätzlich planmäßig oder bedarfsorientiert nach dem Flug. Der Ramp-Check wird täglich am Boden durchgeführt: Ein Mechaniker testet einzelne Funktionen des Luftfahrzeugs. Kontrolliert werden dabei das Fahrwerk, die ausgeschalteten Triebwerke, die Bremsen und die Reifen. Bei Bedarf werden Betriebsstoffe wie Öl, Hydraulikflüssigkeit, Wasser und Luft nachgefüllt. Außerdem gehört eine Sichtprüfung des Luftfahrzeugs von außen und in der Kabine dazu.

Die Checks betreffen das gesamte Luftfahrzeug, dabei befinden sich diverse Fahrzeuge und Maschinen am Luftfahrzeug. Diese erzeugen Abgase von Dieselmotoren. Aufgrund teils nachlaufender Flugzeugturbinen sind auch Emissionen aus Flugzeugtriebwerken möglich und unter ganz bestimmten Konstellationen kann sich Ozon aus speziellen Flugstrecken, -höhen und -zeiten im Flugzeugkörper befinden. Je nach Witterungsbedingungen sind auch kurzzeitige Expositionen – bedingt durch den Flug- und Abfertigungsbetrieb im direkten Umfeld – möglich.

2.9 Pushback

Da Luftfahrzeuge nicht über einen Rückwärtsgang im herkömmlichen Sinne verfügen, ist es notwendig, sie mit einem Schlepperfahrzeug von der Gateposition zu entfernen (Nose in Position) und auf den Rollweg zu schieben. Von dort bewegt sich das Luftfahrzeug dann mit eigener Kraft zur Startbahn. In der Regel werden heute auf größeren Verkehrsflughäfen Hubschlepper eingesetzt, die das Bugrad bei ausgeschalteter Bugradsteuerung anheben und das Luftfahrzeug zurücksetzen. Vor dem Anheben des Bugrades und nach dem Absetzen auf der Rollbahn muss der Fahrer des Schlepperfahrzeugs eine Funkverbindung herstellen, die einen Kontakt zum Cockpit gewährleistet. Dabei ist er bei ungünstigen Windverhältnissen den Abgasen der bereits laufenden Triebwerke ausgesetzt. Darüber hinaus ist bei geöffneten Fenstern insbesondere im Sommer mit einer Exposition gegenüber den Abgasen der Triebwerke und Dieselmotoren der Luftfahrt-Bodengeräte zu rechnen.

2.10 Enteisen (De-Icing)

Um auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen einen sicheren Start von Luftfahrzeugen zu gewährleisten, ist es notwendig, Eis, Schnee oder Reif vollständig und zuverlässig von Rumpf, Leitwerk und Tragflächen zu entfernen und diese vor Wiedervereisung zu schützen. Dazu besprühen Enteiserfahrzeuge das Luftfahrzeug unmittelbar vor dem Start an festgelegten Positionen auf dem Vorfeld mit Enteisungsflüssigkeit, einem Glykol-Wasser-Gemisch. Das aufgesprühte Gemisch schützt die Oberfläche eine gewisse Zeit vor Vereisung, fließt beim Start aber schnell von den Tragflächen ab, sodass sich dort die nötigen Auftriebskräfte entfalten können. Die Glykolkonzentration schwankt in diesen Gemischen je nach Anwendungszweck zwischen 50 und 80 %. Die Enteisung erfolgt üblicherweise über einen an einem Fahrzeug angebrachten Arbeitskorb oder eine Bedienerkabine, die mit Filtern gegen Aerosole ausgestattet sein sollte. Chemische Gefährdungen sind in die-

sem Bereich insbesondere durch Abgase von Triebwerken und Dieselmotoren von Luftfahrt-Bodengeräten auf dem Vorfeld zu erwarten. Auch eine Exposition gegenüber den verwendeten Enteisungsflüssigkeiten ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen.

2.11 Vorfeldverkehr und „Follow me“

Das Flughafenvorfeld gehört zum nicht öffentlichen Bereich des Flughafengeländes. Auf engem Raum finden hier gleichzeitig verschiedene Tätigkeiten statt. Neben dem Bustransport von Passagieren zu Außenpositionen auf dem Vorfeld gehören hierzu beispielsweise der Transport von Gepäck und Catering zu den Luftfahrzeugen, aber auch Follow-me-Fahrzeuge, die Luftfahrzeuge zu ihren Positionen am Gate begleiten. Auch bei diesen Tätigkeiten kann es zu Gefahrstoffbelastungen durch die übrigen auf dem Vorfeld betriebenen Fahrzeuge und Luftfahrt-Bodengeräte kommen.

2.12 Werkstätten der Flugzeugtechnik

Eine Werkstatt für Flughafenvorfeld-Fahrzeuge und -Maschinen unterscheidet sich in der Art der Reparaturen nicht wesentlich von einer konventionellen Kfz-Werkstatt. Flughafenvorfeld-Fahrzeuge sind sehr spezielle Fahrzeuge mit besonderen Maßen und teils spezieller Technik, die an die Bedürfnisse auf dem Flughafenvorfeld angepasst sind. Wie bei der konventionellen Fahrzeuginstandhaltung erzeugen Verbrennungsmotoren beim Betrieb Abgase. Zudem wird beispielsweise geschweißt, geschliffen und mit Spachtelmassen, Klebern und Harzen, Farben, Lacken, Verdünnern, Reinigungsmitteln, Kältemitteln, Kühlschmierstoffen, Kraftstoffen (auch Kerosin), Ölen und vielem mehr gearbeitet. Die in den Zubereitungen verwendeten Gefahrstoffe, z. B. Lösemittel, sind den jeweiligen Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen. Für Werkstätten gelten zusätzlich gesonderte Regelungen, beispielsweise die unmittelbare und geeignete Absaugung der Abgase von Verbrennungsmotoren an der Entstehungsstelle bei Wartungsarbeiten am laufenden Motor, bei der Durchführung von Abgasuntersuchungen und bei Brems- und Leistungsprüfungen auf Prüfständen.

Luftfahrzeuge werden in großen Wartungshallen gewartet. Für Luftfahrzeuge gibt es – zeit-, laufleistungs- und bedarfsorientiert – unterschiedliche Wartungszyklen. Der Pre-Flight- und der Ramp-Check auf dem Vorfeld wurden bereits in Abschn. 2.8 erwähnt. Zusätzlich spielen bei der Flugzeugwartung flugzeugspezifische Faktoren, wie Gewichtsaspekte, Temperaturbeständigkeit und Verschleißfestigkeit eine wichtige Rolle. Dabei werden u. a. legierte, hochfeste und leichte Materialien, z. B. spezielle Aluminiumlegierungen und Glas-/Kohlefaser-Verbundwerkstoffe, eingesetzt.

Weiterhin ist – je nach Tätigkeit – eine dermale und inhalative Kerosin-(Abgas)-Exposition möglich. Für Turbinenleistungsprüfungen stehen gekapselte Prüfstände zur Verfügung.

3 Ausblick

Die Ausführungen belegen, dass es sich beim Betrieb eines Verkehrsflughafens um eine hochkomplexe Arbeitsstätte handelt. Darüber hinaus sind die Arbeitsbereiche so eng verzahnt, dass sie sich immer auch gegenseitig beeinflus-

sen können. Es zeigt sich aber auch, dass sich die Bewertung der inhalativen Exposition im Wesentlichen auf Abgase von Dieselmotoren und Triebwerken, Kerosin sowie Enteisungsmittel zusammenfassen lässt. Diese Schwerpunkte werden in Teil 2 der Veröffentlichung näher behandelt. Darüber hinaus wird diese Publikation Ergebnisse aus der Messung ultrafeiner Partikel und zum Biomonitoring enthalten.

Danksagung

Wir danken der Fa. Fraport für die Bereitstellung von Bild 1 und die Diskussion bei der Erstellung dieser Veröffentlichung.

Literatur

- [1] *Ellermann, T.; Massling, A.; Løfstrøm, P.; Winther, M.; Nøjgaard, J.; Ketzler, M.*: Luftverschmutzung an Flughäfen – Ultrafeine Partikel, Lösungen und erfolgreiche Zusammenarbeit. Hrsg.: The Ecological Council, Kopenhagen, Dänemark 2012. www.ecocouncil.dk/documents/publikationer/2037-120426-air-pollution-in-airports-german-1
- [2] *Touri, L.; Marchetti, H.; Sari-Minodier, I.; Molinari, N.; Chanez, P.*: The airport atmospheric environment: Respiratory health at work. *Eur. Respir. Rev.* 22 (2013) Nr. 128, S. 124-130.
- [3] General Aviation Airport Air Monitoring Study, Final report. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Region IX San Francisco. August 2010.