

213-735

DGUV Information 213-735



Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Betanken von Strahlflugzeugen
in der zivilen Luftfahrt mit Kerosin (Jet A-1)

komm**mit****mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Gefahrstoffe des
Fachbereichs Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Juni 2020

DGUV Information 213-735
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p213735

Bildnachweis

Skytanking Frankfurt GmbH

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Betanken von Strahlflugzeugen
in der zivilen Luftfahrt mit Kerosin (Jet A-1)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkungen	5
1 Allgemeines	6
2 Anwendungsbereich und Hinweise	8
3 Begriffsbestimmungen	9
4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten	10
5 Gefahrstoffexposition	13
5.1 Exposition bei Tätigkeiten.....	14
5.2 Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen.....	16
6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung	20
Literaturhinweise	22

Vorbemerkungen

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung werden von der antragstellenden Organisation erarbeitet in Zusammenarbeit mit

- den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern (UVT) und dem
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

gemeinsam mit der

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
- und gegebenenfalls weiteren Messstellen, z. B. der Bundesländer.

Sie werden herausgegeben und in regelmäßigen Abständen überprüft durch das Sachgebiet „Gefahrstoffe“, Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), und in das Regelwerk unter der Bestellnummer DGUV Information 213-701ff. aufgenommen. Darüber hinaus erfolgt eine Verbreitung über das Internet sowie branchenbezogen durch die einzelnen Unfallversicherungsträger.

Diese Empfehlungen der DGUV Information 213-735 wurden erstmals im November 2018 in Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) und der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW) erstellt.

Sie wird in regelmäßigen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig sein, werden diese veröffentlicht.

1 Allgemeines

Maßnahmen aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [1] und dem 7. Sozialgesetzbuch (SGB VII) [2] gegen arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren werden in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [3] und den zugehörigen Technischen Regeln konkretisiert, sowie durch Regeln, Vorschriften und Informationen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) erläutert.

Die in den Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach GefStoffV beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die GefStoffV gerichtet. Weitere Gefährdungen (z. B. biologische, physikalische, psychische Belastungen), die durch die Arbeitsbedingungen entstehen können, sind bei der Anwendung von EGU in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Im Rahmen der hier angeführten Empfehlungen ist in Absprache mit dem zuständigen Betriebsarzt oder der Betriebsärztin ggf. die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (Arb-MedVV) festzulegen [4].

Die GefStoffV fordert die Unternehmen unter anderem auf, Gefahrstoffe durch nicht oder weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren zu ersetzen. Ist dies nicht möglich und werden Gefahrstoffe freigesetzt, ist Art und Ausmaß der Exposition der Beschäftigten zu bewerten. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder gleichwertige, auch nichtmesstechnische Ermittlungsverfahren erfolgen. EGU nach GefStoffV sind eine Hilfe bei der Gefährdungsbeurteilung, da sie für abzuleitende Schutzmaßnahmen und deren Wirksamkeitsüberprüfung entsprechend der Technischen Regeln für Gefahrstoffe 400 – Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400) [5] mit herangezogen werden können.

Darüber hinaus können diese EGU als nichtmesstechnisches Verfahren bei der Informationsermittlung und Durchführung der Expositionsbewertung nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe 402 – Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402) [6] verwendet werden. Somit können Unternehmen den eigenen Ermittlungsaufwand erheblich reduzieren. Dies ist insbesondere bei messtechnischen Ermittlungen von Bedeutung, die im Einzelfall ganz entfallen können.

Diese EGU leistet Unterstützung bei der Beurteilung der inhalativen Exposition gegenüber leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen, alveolengängigem Staub, Dieselmotoremissionen und Stickoxiden sowie den daraus abzuleitenden

Maßnahmen bei der Betankung von Strahlflugzeugen auf dem Flughafenvorfeld in der zivilen Luftfahrt.

2 Anwendungsbereich und Hinweise

Diese EGU geben den Unternehmen praxisgerechte Hinweise, wie sichergestellt werden kann, dass ein Stand der Technik erreicht ist. Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 Abs. 4 der GefStoffV erfüllt wird. Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind auch Methoden und Fristen zur Überprüfung der Wirksamkeit bestehender und zu treffender Schutzmaßnahmen festzulegen. Grundsätze hierzu sind umfassend in der TRGS 500 [7] dargestellt; gibt es Besonderheiten, werden diese in den EGU in Nummer 6 zusätzlich beschrieben.

Bei Anwendung von EGU bleiben andere Anforderungen der GefStoffV, insbesondere die Informationsermittlung und Substitutionsprüfung (§ 6), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangordnung der Schutzmaßnahmen (§ 7), die Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 14) bestehen.

Die Anwenderin oder der Anwender muss bei Änderungen im Arbeitsbereich, der arbeitsmedizinischen Vorsorge oder bei Verfahrensänderungen sofort, und ansonsten mindestens einmal jährlich die Gültigkeit dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren.

Eine Dokumentationshilfe ist z. B. in der Anlage 1 der DGUV Information 213-701 zu finden. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 der GefStoffV.

Diese EGU umfassen das Betanken von Strahlflugzeugen mit Kerosin auf dem Flughafenvorfeld in der zivilen Luftfahrt. Sie können zur Beurteilung der inhalativen Exposition gegenüber den in Tabelle 2 aufgeführten Gefahrstoffen angewendet werden.

Sind im Ergebnis der individuellen Gefährdungsbeurteilung Brand- und Explosionsgefahren nicht auszuschließen, müssen ergänzende Schutzmaßnahmen nach § 11 GefStoffV getroffen werden.

Zum Anwendungsbereich dieser EGU gehören folgende Tätigkeiten/Arbeitsbereiche:

- Betankung von Flugzeugen
- Visual Check am Tankwagen bzw. Dispenser
- Befüllung von Tankwagen.

Nicht behandelt wird die Betankung von Flugzeugen mit AvGas (Kurzform für Aviation Gasoline, Fachausdruck für Flugbenzin).

3 Begriffsbestimmungen

Dispenser: Fahrzeuge, die aus einem unterirdisch verlegten Hydrantensystem Flugzeugkraftstoff in Flugzeuge leiten und im Gegensatz zu Tankwagen über keinen eigenen Tank für Flugzeugkraftstoffe verfügen.

Kerosin: Kerosine (ein leichtes Petroleum, griech. Keros: Wachs) sind Luftfahrtbetriebsstoffe unterschiedlicher Spezifikationen, die vorwiegend als Treibstoff für die Gasturbinentriebwerke von Strahl- und Turbopropflugzeugen sowie Hubschraubern (Flugturbinenkraftstoff) verwendet werden. Die Hauptbestandteile des Kerosins sind vorwiegend Alkane, Cycloalkane und aromatische Kohlenwasserstoffe mit etwa 8 bis 13 Kohlenstoff-Atomen pro Molekül. Darüber hinaus enthält Kerosin verschiedene funktionale Additive wie zum Beispiel Anti-Oxidantien, Metall-Deaktivatoren, Korrosionsschutzmittel oder Vereisungsschutzmittel. In der internationalen zivilen Luftfahrt kommt fast ausschließlich die Spezifikation Jet A-1 (Flammpunkt: +38 °C, Gefrierpunkt: -47 °C) zum Einsatz.

Strahlflugzeug: Strahlflugzeuge sind Flugzeuge, die mittels Strahltriebwerken durch Rückstoßantrieb fliegen. Düsenflugzeug, Düsenjet und Jet sind umgangssprachliche Bezeichnungen für diese Art von Flugzeugen.

Visual Check: Der Visual Check besteht aus einer Sichtkontrolle nach den ersten 1.000 Litern einer Betankung und dem Chemical Water Detector Test (CWD) am Ende der Betankung. Beide Prüfungen dienen der Qualitätssicherung des Kerosins. Beim CWD wird Treibstoff aus dem Betankungskreislauf in ein Probenahmegefäß entnommen. Anschließend wird eine CWD-Kapsel in Verbindung mit einer Spritze genutzt, die 5 ml Kerosin durch die Kapsel zieht. Die Kapsel stellt fest, ob sich ungelöstes Wasser im Treibstoff befindet, welches mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist. Wechselt das Papier im Inneren der Kapsel bei Durchführung des Tests nicht die Farbe von gelb zu grün, so beträgt der Wasseranteil im Kerosin weniger als die von der IATA (International Air Transport Association – Dachverband der Fluggesellschaften) empfohlene Grenze von 30 ppm. Ergebnis des Testes ist in diesem Fall „Test bestanden (PASS)“. Eine starke Grünfärbung hingegen bedeutet einen höheren Wasseranteil als 30 ppm im Kerosin und somit das Ergebnis „Test nicht bestanden (FAIL)“.

Darüber hinaus werden Begriffe so verwendet, wie sie im Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetRSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der GefStoffV [8] bestimmt sind.

4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

In der zivilen Luftfahrt ist die Betankung am Boden gebräuchlich. Dazu werden an Verkehrsflughäfen große Mengen an Kerosin vorgehalten.

Die Betankung von Verkehrsflugzeugen auf Flughäfen erfolgt entweder über ein Unterflurbetankungssystem (Abbildung 1) oder mit Hilfe von Tankwagen. Die Unterflurbetankung ist ein System zur Bodenbetankung von Flugzeugen, bei der das Kerosin durch unterirdische Leitungen von einem nahegelegenen Tanklager direkt an die Flugzeugabfertigungspositionen gepumpt wird. Die eigentliche Betankung der Flugzeuge erfolgt dann auf der Position mit Tankfahrzeugen ohne eigenen Tank, den sogenannten Dispensern. Bei der Betankung mit Hilfe von Tankwagen erfolgt die Betankung der Flugzeuge mit Treibstoff direkt aus dem Tankwagen. Dieser wird zuvor an dafür ausgewiesenen Befüllpositionen, entweder ebenfalls aus einem Hydranten des Unterflurbetankungssystems oder aus einem Großtank, befüllt. Die wesentlichen Arbeitsschritte (Herstellen der Schlauchverbindung zwischen Tankfahrzeug und Flugzeug, Überwachung des Betankungsvorganges, Beprobung des Treibstoffes, Trennung der Schlauchverbindung) sind sowohl für Dispenser als auch für Tankwagen vergleichbar. Die

Dauer einer Betankung inklusive aller oben genannten Arbeitsschritte ist von der Größe des Flugzeuges und der angeforderten Treibstoffmenge abhängig. Sie kann von wenigen Minuten bis zu mehr als einer Stunde reichen.

Der Betankungsvorgang läuft folgendermaßen ab:

Zu Beginn jeder Betankung, wird im ersten Arbeitsschritt das Erdungskabel vom Betankungsfahrzeug mit dem definierten Erdungspunkt des Flugzeuges verbunden. Das Erdungskabel stellt den Potentialausgleich sicher und verhindert mögliche statische Entladungen während den An- bzw. Abbauarbeiten zur Betankung. Das Erdungskabel wird immer als erstes angeschlossen und als letzter Schritt beim Abbauen eingeholt.

Die Eingangskupplung wird von der Aufnahme des *Dispensers* abgehoben und auf dem Boden abgesetzt. An einem Griff oder der Zugleine zieht der Tankwart die Eingangskupplung mit dem dazugehörigen Eingangsschlauch an den Hydrantenpit (Bodenanschlussventil des Unterflurbetankungssystems) heran. Am Hydrantenpit wird mit einem Behelfshaken der Pitdeckel entfernt und die darunterliegende Staubschutzkappe auf der Hydrantenkupplung entfernt.

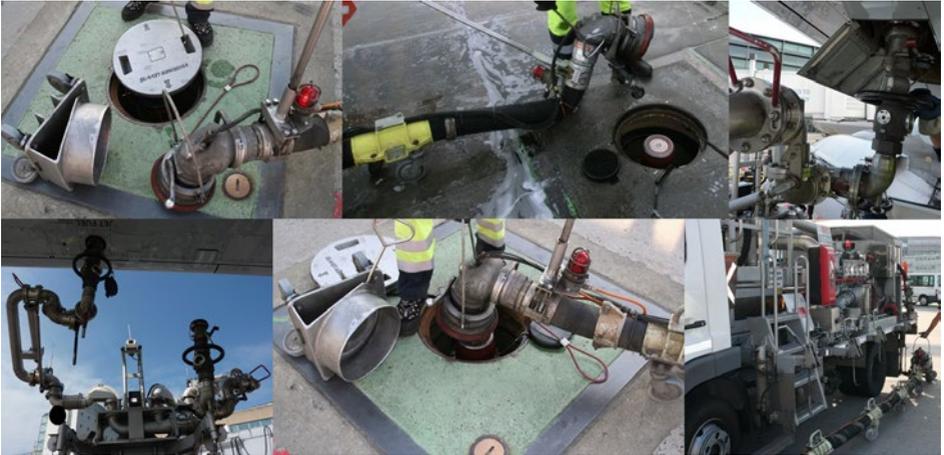


Abb. 1 Betankung mittels *Dispenser* – Öffnen des Hydrantenpits (oben links), Anschluss der Kupplung auf dem Hydrantenpit (oben Mitte), Anschluss des Tankschlauchs am Flugzeug (oben rechts), Betankung (unten links), Entfernen der Kupplung vom Hydrantenpit (unten Mitte), Befestigen des Schlauches am Dispenser (unten rechts)

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 bei Einsatz eines Tankwagens der Tankdeckel des Flugzeuges geöffnet und der Deckschlauch an der Tanköffnung des Flugzeuges angeschlossen. Sind alle An-

schlüsse hergestellt, wird die Betankung durchgeführt. Das Kerosin fließt dabei aus dem Hydrantenpit durch den Dispenser (Filtersystem, Zähler) in das Flugzeug bzw. aus dem Tank des Tankfahrzeuges in das Flugzeug.

Während der Betankung wird zur Qualitätssicherung des Kerosins der Visual Check durchgeführt (Abbildung 2).

Nach Abschluss der Betankung werden die Schläuche wieder vom Flugzeug und beim Einsatz von Dispensern

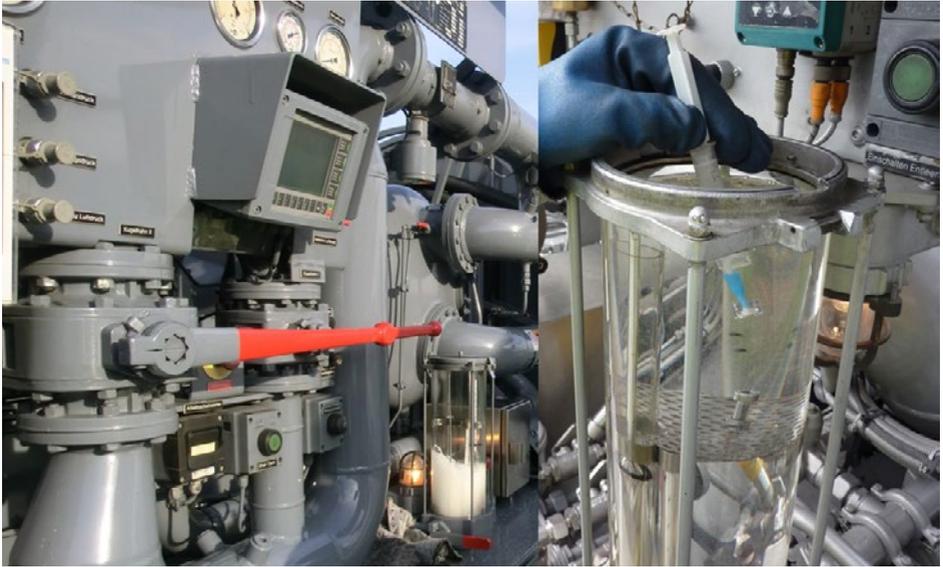


Abb. 2 Visual Check – Befüllen des Probenahmegefäßes mit Kerosin (links), Durchführung der Qualitätsprüfung mittels Probenahmespritze (rechts)

zusätzlich auch vom Hydrantenpit gelöst und die Schläuche eingezogen bzw. an den entsprechenden Halterungen am Dispenser wieder befestigt. Der Hydrant

wird wieder verschlossen. Beim Einsatz von Tankwagen wird der Betankungsschlauch wieder eingerollt. Das Erdungskabel wird eingeholt.

5 Gefahrstoffexposition

Nach der Verordnung (EU) 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Chemikalien (CLP-Verordnung) [9] ist Kerosin als Gefahrstoff eingestuft.

Tabelle 1 Einstufung von Kerosin

Gefahrstoff (CAS-Nr.)	Kennzeichnung	Einstufung nach CLP – Verordnung
Kerosin (Erdöl) 8008-20-6	    „Gefahr“	Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3; H226 Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336 Gewässergefährdend, Chronisch, Kategorie 2; H411

H226: Flüssigkeit und Dampf entzündbar

H304: Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein

H315: Verursacht Hautreizungen

H336: Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen

H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

5.1 Exposition bei Tätigkeiten

Hinsichtlich der Exposition beim Betankungsvorgang sind maßgeblich Kohlenwasserstoffe zu beurteilen. Da im Expositionsbereich des Tankwerts parallel zu der Betankung aber auch dieselbetriebene Fahrzeuge wie z. B. Gepäckwagen, Catering Service, Follow Me-Fahrzeuge, Fluggasttreppen, Flugzeugschlepper usw. betrieben werden, beinhaltet diese EGU ergänzend auch die Expositionen durch Dieselmotoremissionen (DME), die Alveolengängige Staubfraktion und Stickoxide. Die Einatembare Staubfraktion spielt dagegen bei den Betankungen von Flug-

zeugen auf dem Flughafenvorfeld keine Rolle und wurde daher hier nicht betrachtet.

In Tabelle 2 werden für die aufgeführten Gefahrstoffe Angaben zu Beurteilungsmaßstäben (z. B. Arbeitsplatzgrenzwerte) und zur Einstufung nach der CLP-Verordnung aufgeführt. Soweit vorhanden werden in der 3. Spalte die „Beurteilungsmaßstäbe“ angegeben. Da durch Fahrzeugabgase auch Stäube freigesetzt werden, ist der Allgemeine Staubgrenzwert von 1,25 mg/m³ für die Alveolengängige Fraktion (A-Staub) zu berücksichtigen.

Tabelle 2 Gefahrstoffe, Beurteilungsmaßstäbe und Einstufung

Gefahrstoffe	Einstufung*	Beurteilungsmaßstäbe
Dieselmotoremissionen (Dieselrußpartikel, als elementarer Kohlenstoff)	Krebserzeugend K 1B (bei Einhaltung des AGW keine krebserzeugende Tätigkeit nach TRGS 906 [10])	0,05 mg/m ³ (AGW) (EC in der A-Fraktion)
Alveolengängige Fraktion	keine	1,25 mg/m ³ (AGW) Überschreitungsfaktor 2 (II)
Kohlenwasserstoffgemisch, RCP-Methode C9-C14 Aromaten**	keine	50 mg/m ³ (AGW) Überschreitungsfaktor 2 (II)

Gefahrstoffe	Einstufung*	Beurteilungsmaßstäbe
Stickstoffmonoxid	Oxidierende Gase, Kategorie 1; H270 Gase unter Druck, verdichtetes Gas; H280 Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314  „Gefahr“	2,5 mg/m ³ $\hat{=}$ 2 ppm (AGW) Überschreitungsfaktor 2 (II)
Stickstoffdioxid	Oxidierende Gase, Kategorie 1; H270 Gase unter Druck, verdichtetes Gas; H280 Akute Toxizität, Kategorie 1, Einatmen; H330 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314  „Gefahr“	0,95 mg/m ³ $\hat{=}$ 0,5 ppm (AGW) Überschreitungsfaktor 2 (I)

* Mindesteinstufung bzw. Herstellerangaben – Quelle: www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank

** Wird auf Grund eines fehlenden Beurteilungsmaßstabs für Kerosin herangezogen.

Erläuterungen TRGS 900 [11]

Überschreitungsfaktor 2 (I): Als Mittelwert über 15 min darf eine 2-fache AGW-Konzentration nicht überschritten werden (Stoffe, bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe).

Überschreitungsfaktor 2 (II): Als Mittelwert über 15 min darf eine 2-fache AGW-Konzentration nicht überschritten werden (Resorptiv wirksame Stoffe).

AGW: Arbeitsplatzgrenzwert (TRGS 900).

RCP-Methode: AGW für Kohlenwasserstoffgemische nach TRGS 900.

Erläuterungen CLP-Verordnung:

H270: Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

H330: Lebensgefahr bei Einatmen

5.2 Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen

Die Beurteilung der inhalativen Exposition am Arbeitsplatz durch Kohlenwasserstoffe, DME, die Alveolengängige Staubfraktion und Stickoxide erfolgt nach den Vorgaben der TRGS 402 und 900 [6, 11]. Die Messungen erfolgten sofern möglich personenbezogen in Anlehnung an die TRGS 402 nach den in der IFA-Arbeitsmappe [12] aufgeführten Methoden.

Grundlage der Auswertung sind Messwerte von Betankungsvorgängen aus dem Zeitraum von 2011 bis 2018.

Die Messungen umfassten alle wesentlichen Arbeitsschritte der jeweiligen Betankungsvorgänge (Herstellen der Schlauchverbindung zwischen Dispenser oder Tankwagen, Flugzeug und Hydranten (nur bei Dispenser), Abheben des Pitdeckels vom Hydrantenschacht, Überwachung des Betankungsvorganges, Beprobung des Treibstoffes am Dispenser bzw. Tankwagen, Trennung der Schlauchverbindung zwischen Dispenser oder Tankwagen, Flugzeug und Hydranten) inklusive der Fahrten mit dem Dispenser oder Tankwagen zu den jeweiligen Flugzeugabfertigungspositionen.

Die Messungen erfolgten in der Regel über die gesamte Schichtdauer. Dabei wurden durchschnittlich etwa 8 Betankungen ausgeführt. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Dauer einer Betankung inklusive der erforderlichen Arbeitsschritte von der Größe des Flugzeuges und der angeforderten Treibstoffmenge abhängig ist. Sie kann von wenigen Minuten bis zu mehr als einer Stunde reichen.

In der Tabelle 3 sind für die berücksichtigten Stoffe die Anzahl der Messwerte und Betriebe, die Anzahl der Messwerte kleiner der analytischen Bestimmungsgrenze sowie der maximale Messwert der Messungen dargestellt. Die Messwerte beziehen sich auf eine 8-stündige Arbeitsschicht. Es wurden nur Messungen mit einer Probenahmedauer von mindestens zwei Stunden berücksichtigt.

Tabelle 3 Auswertung der Messwerte für den Zeitraum 2011 bis 2018

Stoff	Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte	Anzahl Messwerte		maximaler Messwert
			< BG ¹⁾	< NG ¹⁾	
Kohlenwasserstoffgemisch, RCP-Methode	3	16	16	–	< 35 mg/m ³
Dieselmotor-emissionen	3	16	16	–	< 0,05 mg/m ³ (EC)
Alveolengängige Fraktion	3	8	–	7	0,13 mg/m ³
Stickstoffmonoxid	3	6	–	4 ²⁾	0,39 ppm ³⁾
Stickstoffdioxid	3	6	–	4 ²⁾	0,09 ppm ³⁾

¹⁾ BG = analytische Bestimmungsgrenze; NG = Nachweisgrenze

²⁾ Messungen mit Dräger X-am 7000; Nachweisgrenzen: Stickstoffmonoxid 1 ppm, Stickstoffdioxid 0,5 ppm

³⁾ Messungen (2018) mit Dräger X-am 5600; Nachweisgrenzen: Stickstoffmonoxid 0,3 ppm, Stickstoffdioxid 0,04 ppm

Hinweis: Aufgrund der Anzahl der Messwerte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze werden keine 50%- und 95 %-Werte angegeben.

Insgesamt ist festzustellen, dass die zum Zeitpunkt der Messungen gültigen AGW für Kohlenwasserstoffe nach der RCP-Methode (AGW: 50 mg/m³) sowie für die A-Fraktion (AGW: 1,25 mg/m³) sowohl bei der Betankung mittels Dispenser als auch bei der Betankung mit Tankwagen unterschritten werden. Auch der AGW für DME (0,05 mg/m³; EC in A) wird ebenfalls sowohl bei der Betankung mittels Dispenser als auch bei der Betankung mit Tankwagen unterschritten.

Hinsichtlich der Stickoxidmessungen ist anzumerken, dass das bei den Messungen zunächst eingesetzte Dräger X-am 7000 insbesondere für Stickstoffdioxid nur bedingt zur Bewertung der Einhaltung der derzeit gültigen AGW geeignet ist. Allerdings lagen bei diesen Messungen alle Messwerte unterhalb der Nachweisgrenzen des Gerätes von 1 ppm für Stickstoffmonoxid (AGW: 2,5 mg/m³, 2 ppm) sowie 0,5 ppm für Stickstoffdioxid (AGW: 0,95 mg/m³, 0,5 ppm). Bei den Messungen im Jahr 2018 wurde das Gerät Dräger X-am 5600 eingesetzt, das über niedrigere Nachweisgrenzen von 0,3 ppm für Stickstoffmonoxid (AGW: 2,5 mg/m³, 2 ppm) sowie 0,04 ppm für Stickstoffdioxid (AGW: 0,95 mg/m³, 0,5 ppm) verfügt. Bei diesen Messungen wurden die derzeit gültigen AGW

für Stickstoffmonoxid sowie Stickstoffdioxid unterschritten.

Auch wenn der AGW für Kohlenwasserstoffe nach der RCP-Methode über die Schicht gesehen unterschritten wird, so zeigten sich in den mit Photoionisationsdetektor-(PID)-Messungen erfassten Konzentrationsverläufen für leichtflüchtige organische Verbindungen sowohl bei der Betankung mittels Dispenser als auch bei der Betankung mittels Tankwagen Expositionsspitzen gegenüber leichtflüchtigen organischen Verbindungen. Die in den PID-Messungen erfassten Verbindungen beinhalten dabei auch die leichtflüchtigen Bestandteile von Kerosin.

Expositionsspitzen von bis zu 20 ppm finden sich bei der Befüllung des Probenahmegefäßes mit Kerosin für den Visual Check mit der Sichtprüfung sowie der nachfolgenden Durchführung der Qualitätsprüfung (CWD), da diese bei geöffnetem Probenahmegefäß erfolgt. Die ermittelten Expositionsspitzen sind in den Sommermonaten bei höheren Außentemperaturen ausgeprägter als in den Wintermonaten. Dies ist auf die erhöhte Verdunstung von Kerosin bei erhöhten Außentemperaturen zurückzuführen. Bei der Betankung mittels Dispenser sind darüber hinaus Expositionsspitzen

beim Öffnen des Pitdeckels am Hydrantenpit zu beobachten, da auf dem Pit nach der Betankung geringe Kerosinmengen verbleiben, die insbesondere bei erhöhten Außentemperaturen zu einer Konzentrationserhöhung von leichtflüchtigen organischen Verbindungen im Raum zwischen Pit und Pitdeckel führen.

Beim Einsatz von Tankwagen finden sich vergleichbare Expositionsspitzen wie beim Einsatz von Dispensern. Zusätzlich sind bei der Befüllung der Tankwagen auf den Befüllpositionen im Bereich unterhalb der Druckausgleichsöffnung des Tanks erhebliche Expositionsspitzen bis in einen Bereich von 100 ppm und mehr zu beobachten. Ein Aufenthalt der Tankwarte in diesem Bereich kommt jedoch in der Regel nicht vor, da diese die Befüllung überwachen.

Schließlich sind auch in den Konzentrationsverläufen der Stickoxide NO und NO₂ sowohl beim Einsatz von Dispensern als auch beim Einsatz von Tankwagen Expositionsspitzen zu beobachten. Diese sind auf die Abgasemissionen der dieselmotorbetriebenen Fahrzeuge zurückzuführen. Hier ist insbesondere der Einfluss der Windrichtung bei der Durchführung des Visual Checks zu beachten. Bei entsprechender Windrichtung

können Fahrzeugabgase in Richtung des am Fahrzeug stehenden Tankwartes getrieben werden und es so zu einer Exposition kommen. Neben den Dispensern bzw. Tankwagen sind auch weitere in der Abfertigung der Flugzeuge eingesetzte dieselmotorbetriebene Fahrzeuge wie etwa Förderbandwagen für Gepäck zu beachten. An diesen hält sich der Tankwart in der Regel jedoch nicht auf.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es bei der Betankung von Flugzeugen unabhängig vom eingesetzten System zu einer Exposition gegenüber Kohlenwasserstoffen, Dieselmotoremissionen und Stickoxiden kommen kann. Dabei sind Expositionsspitzen für bestimmte Arbeitsschritte wie etwa die Befüllung des Probenahmegefäßes und die Durchführung der Qualitätsprüfung zu beobachten. Die derzeit gültigen AGW für Kohlenwasserstoffe nach der RCP-Methode, Alveolengängigen Staub, Dieselmotoremissionen sowie für die Stickoxide wurden jedoch bei den durchgeführten Messungen auch unter Berücksichtigung der oben genannten Expositionsspitzen durchgängig unterschritten.

6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung

Die in dieser EGU dargestellten Messergebnisse weisen darauf hin, dass die Expositionen beim Betanken von Strahlflugzeugen in der zivilen Luftfahrt so niedrig sind, dass die AGW (siehe Tabellen 2 und 3) unterschritten werden. Hierfür muss allerdings ein Aufenthalt im Abgasstrom der Turbinen von Flugzeugen, wie auch der Hilfsturbine (APU), vermieden werden. Hinzu kommt das Minimierungsgebot, das bei Einhaltung der unten genannten Maßnahmen erfüllt ist. Daneben ist die dermale Aufnahme zu vermeiden. Die Schutzmaßnahmen nach TRGS 500 und 554 [7; 13] sind umzusetzen.

Die Rangfolge der Schutzmaßnahmen ist in der GefStoffV genannt (**S**ubstitution – **T**echnische Maßnahmen – **O**rganisatorische Maßnahmen – **P**ersönliche Schutzmaßnahmen).

Ein Unternehmen hat auf Grundlage des Ergebnisses der Substitutionsprüfung nach GefStoffV vorrangig eine Substitution durchzuführen und dadurch die Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren. Dies kann durch die Festlegung und Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen erreicht werden.

Eine Substitution des Kerosins ist nicht möglich.

Nachfolgend werden Schutzmaßnahmen beschrieben, die nach bisherigen Erkenntnissen die Einhaltung der relevanten AGW beim Betanken von Strahlflugzeugen in der zivilen Luftfahrt erwarten lassen:

- Durchführung der Betankung im (weitgehend) geschlossenen System
- Öffnung des Probenahmegefäßes nur zur unmittelbaren Durchführung der Qualitätsprüfung mittels Probenahmepritze
- Vermeidung des Aufenthaltes im Bereich der Tankentlüftungsöffnungen von Tankwagen und Flugzeugen
- Vermeidung des Aufenthaltes im Abgasstrom von dieselbetriebenen Fahrzeugen und Bodengeräten
- Verwendung von geeigneten Schutzhandschuhen zur Vermeidung der dermalen Aufnahme von Kerosin (vgl. auch TRGS 401 [14])

Eine weitere Optimierung der Expositionssituation könnte durch nachfolgende Maßnahmen erzielt werden:

- Durchführung des Visual Checks im vollständig geschlossenen System
- Entfernung von ggf. auf dem Hydrantenpit verbleibenden Kerosin-Restmengen
- Einsatz von nicht dieselbetriebenen Fahrzeugen und Bodengeräten auf dem Vorfeld
- Einsatz von Abgasreinigungssystemen bei dieselbetriebenen Fahrzeugen und Bodengeräten, die noch nicht mit derartigen Systemen ausgestattet sind
- Überprüfung der Windrichtung, um eine Exposition gegenüber Fahrzeugabgasen insbesondere beim Visual Check zu vermeiden. Hierzu könnten beim Einsatz von Dispensern beispielsweise die Warnfähnchen auf der Eingangskupplung genutzt werden.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Da für die inhalative Exposition der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ getroffen werden kann, richtet sich die Art der zu organisierenden Vorsorge nach dem Grad der dermalen Gefährdung.

Beim Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe von regelmäßig mehr als 2 Stunden pro Tag (Feuchtarbeit) wird gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) eine Angebotsvorsorge und bei mehr als 4 Stunden pro Tag eine Pflichtvorsorge erforderlich.

Unterweisung

Für alle Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen und auszuhängen. Die Beschäftigten sind mindestens einmal jährlich arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen anhand der Betriebsanweisung in einer für sie verständlichen Form und Sprache zu unterweisen. Hierbei ist insbesondere auf die Hygiene am Arbeitsplatz einzugehen.

Literaturhinweise

- [1] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) Ausg. vom 7. August 1996; Stand November 2019. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbeitsschutzgesetz.html>
- [2] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII) Ausg. vom 07. August 1996; Stand Dezember 2019. Im Internet verfügbar unter <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/sozialgesetzbuch-7-gesetzliche-unfallversicherung.html>
- [3] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Ausg. vom 26. November 2010; Stand März 2017. Im Internet verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/gefahrstoffverordnung.html>
- [4] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) Ausg. vom 18. Dezember 2008; Stand Juli 2019. Im Internet verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/BJNR276810008.html>
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400). Ausg. Juli 2017. GMBI 2017, Nr. 36, S. 638 (08.09.2017). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-400.html>
- [6] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausg. Januar 2010. GMBI 2010, Nr. 12 S. 231 253 (25.02.2010); zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016, Nr. 43, S. 843–846 (21.10.2016). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [7] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500). Ausg. September 2019. GMBI. 2019, Nr. 66/67, S. 1330–1366 (13.12.2019); berichtigt: GMBI. 2020, Nr. 4, S. 88 (31.01.2020). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-500.html>

- [8] Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV); Stand April 2009 Im Internet verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar_node.html
- [9] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006
- [10] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV (TRGS 906), Ausgabe: Juli 2005, Zuletzt geändert und ergänzt: März 2007. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-906.html>
- [11] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900), Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt: GMBL 2020, Nr. 9–10, S. 199–200 (13.03.2020), berichtigt: GMBL 2020, Nr. 12–13, S. 276 (30.03.2020). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-900.html>
- [12] IFA-Arbeitsmappe: Messung von Gefahrstoffen (Stand 2019)
- [13] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Abgase von Dieselmotoren (TRGS 554), Ausgabe Januar 2019, GMBL 2019, Nr. 6, S. 88–104 (18.03.2019). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-554.html>
- [14] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen (TRGS 401), Ausgabe Juni 2008, zuletzt berichtigt: GMBL 2011, Nr. 9 S.175. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de