



**POSITION // MAI 2019**

# **Treibstoffschnellablass aus Luftfahrzeugen: Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit**

Für Mensch & Umwelt

**Umwelt   
Bundesamt**

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Fachgebiet I 2.2  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
buergerservice@uba.de  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

**Autor:**

Frank Wetzel

**Satz und Layout:**

Atelier Hauer+Dörfler GmbH

**Publikationen als pdf:**

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

**Bildquellen:**

Adobe Stock

Shutterstock

Stand: Mai 2019

ISSN 2363-8273

**POSITION // MAI 2019**

# **Treibstoffschnellablass aus Luftfahrzeugen: Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit**

## **Inhalt**

<b>1 Anlass</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Notwendigkeit und Ablauf von Treibstoffschnellablässen</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Statistik zur Ablasshöhe und Menge</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Modellrechnungen</b> .....	<b>7</b>
4.1 Szenarien.....	7
4.2 Modellierung.....	8
4.3 Modellergebnisse und Vergleich mit früheren Untersuchungen.....	9
<b>5 Umwelttoxikologische Bewertung</b> .....	<b>10</b>
5.1 Luft.....	10
5.2 Boden.....	10
5.3 Grundwasser.....	11
5.4 Menschliche Gesundheit.....	11
<b>6 Rechtliche Aspekte</b> .....	<b>13</b>
6.1 Untersuchte Fragestellungen.....	13
6.2 Empfehlung.....	13
<b>7 Fazit</b> .....	<b>14</b>
<b>8 Literatur</b> .....	<b>15</b>

## 1 Anlass

Am 5. Mai 2017 wurde im Rahmen der 88. Umweltministerkonferenz (UMK) in Bad Saarow der Beschluss gefasst, den Bund zu bitten, eine aktuelle Bewertung über den Umfang und die Auswirkungen von Treibstoffablässen auf Umwelt und Gesundheit basierend auf neuesten wissenschaftlichen Grundlagen vorzunehmen und über die Ergebnisse in der 91. UMK schriftlich zu berichten. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) bat daraufhin das Umweltbundesamt (UBA) eigene Bewertungen über den Umfang und die umwelttoxikologischen Auswirkungen von Treibstoffablässen auf Wasser, Boden, Luft und Gesundheit zu erarbeiten. Als Unterstützung der Bewertung wurde durch das UBA ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE-Vorhaben) vergeben. Das FuE-Vorhaben „Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Rückständen/Ablagerungen von Kerosin nach sogenanntem Fuel Dumping und

zu Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit (REFOPLAN 2017 FKZ 3717511020)“ begann am 01.02.2018. In seinem Verlauf wurde das Vorhaben aufgestockt und zeitlich verlängert. Es wird am 30.05.2019 nach fachlicher Abnahme durch das UBA beendet.

Zur 91. UMK am 09.11.2018 in Bremen erfolgte planmäßig der Bericht des Bundes zum Stand des oben genannten Vorhabens. Die 91. UMK bat die Bundesregierung daraufhin, die Arbeiten an dem Forschungsvorhaben fortzuführen und zu unterstützen, um eine sorgfältige und belastbare Bewertung der Ergebnisse und Ableitung von Handlungsempfehlungen zu ermöglichen. Die UMK bat die Bundesregierung außerdem, bei der 92. Sitzung über die Ergebnisse zu berichten. Der vorliegende UBA-Bericht bildet hierfür die Grundlage.



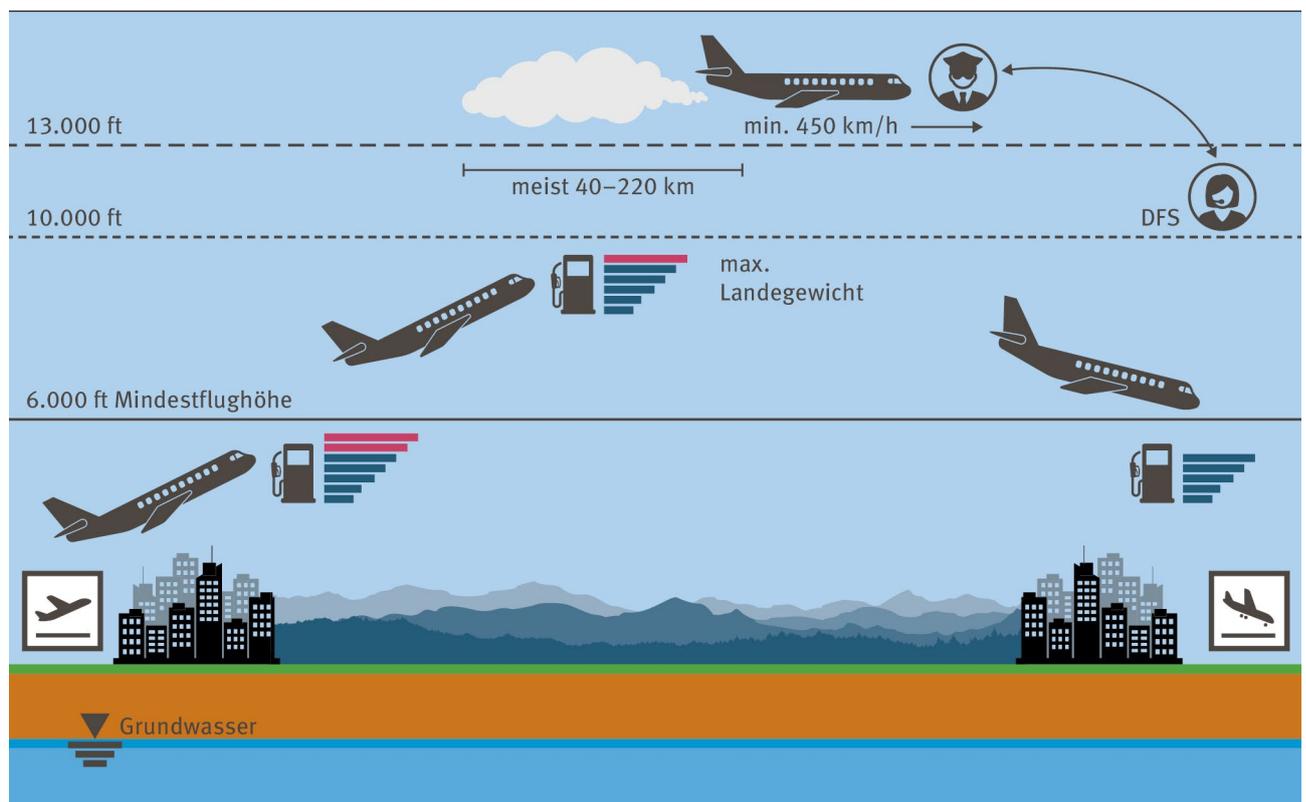
## 2 Notwendigkeit und Ablauf von Treibstoffschnellablässen

Bei Langstrecken-Flugzeugen kann das maximal zulässige Startgewicht höher festgelegt sein als das maximal zulässige Landegewicht. Unter normalen Umständen stellt dies kein Problem dar, da das Flugzeug bis zur planmäßigen Landung Treibstoff verbraucht und damit an Gewicht verliert. Tritt allerdings kurz nach dem Start ein unvorhergesehener Vorfall ein (z. B. ein medizinischer Notfall an Bord, ein technischer Defekt o. ä.), der das Flugzeug zur zeitnahen Landung zwingt, so kann es passieren, dass noch nicht genug Treibstoff verbrannt wurde, um das maximal zulässige Landegewicht zu erreichen. In diesen Fällen kann der Luftfahrzeugkommandant durch einen Treibstoffschnellablass (TSA) sicherstellen, dass das maximal zulässige Landegewicht eingehalten wird. Von der Erfordernis zum Treibstoffschnellablass im Notfall sind in der Regel vor allem größere vierstrahlige Flugzeuge betroffen (z. B. Airbus A 340 oder A 380; Boeing B 747 oder B 777). Bei kleineren Kurz- und Mittelstreckenflugzeugen liegt das maximale Startgewicht in der Regel nicht über dem maximal zulässigen Landegewicht. Im Notfall ist hier kein Treibstoffablass zur Gewichtsreduzierung erforderlich.

Der Treibstoffablass erfolgt über ein Verfahren (Non-Normal Procedure), das vom Flugzeughersteller in den Handbüchern festgelegt ist. Der Kommandant teilt das Erfordernis zum TSA der Flugsicherung mit. In Zusammenarbeit mit der Flugsicherung wird ein Luftraum gesucht, wo das Ablassen des Treibstoffes gefahrlos möglich ist [1]. Der TSA hat dabei in der Regel in einer Mindesthöhe von 6.000 Fuß und einer Geschwindigkeit von mindestens 450 km/h zu erfolgen. Die Entscheidung berücksichtigt auch eine Vielzahl von Parametern wie Wetter, Länge der Landebahnen, Art des Anfluges etc. Nach Beendigung des Treibstoffschnellablasses informiert die Besatzung die Fluglotsen und verfasst nach der Landung eine Meldung an die Fluggesellschaft. Die Meldung wird durch die Fluggesellschaft an das Luftfahrtbundesamt weitergeleitet, dass die TSA-Ereignisse im Internet veröffentlicht. Die Flugsicherung meldet diese dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

Abbildung 1

### Prinzipieller Ablauf eines Treibstoffschnellablasses



Quelle: [1]

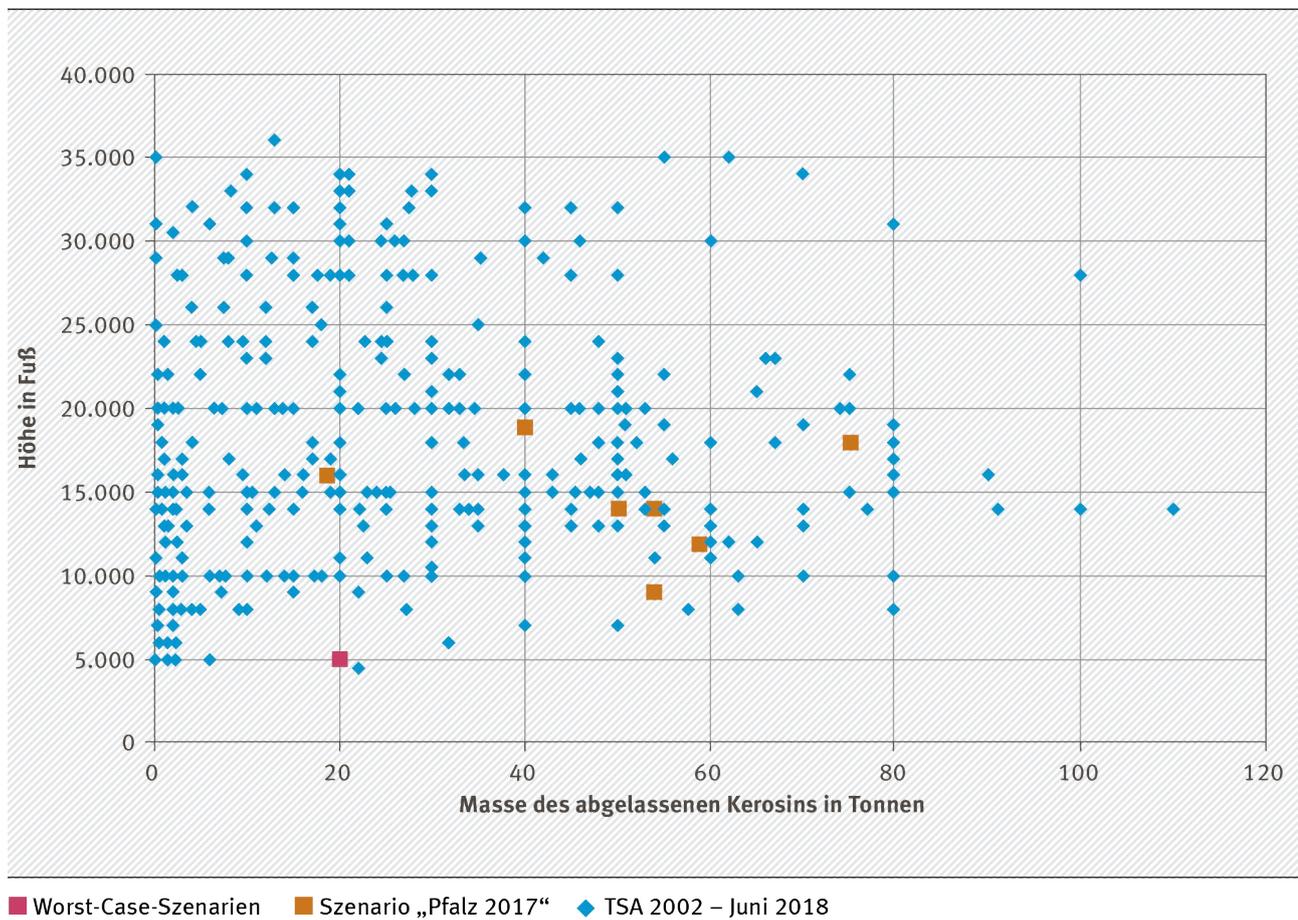
### 3 Statistik zur Ablasshöhe und Menge

Im Rahmen des FuE-Vorhabens wurden auch die TSA-Ereignisse der Vergangenheit betrachtet und statistisch ausgewertet. In Abbildung 2 ist dargestellt, in welchen Höhen welche Mengen an Kerosin im Zeitraum von Januar 2002 bis Juni 2018 über Deutschland abgelassen wurden.

Die in den folgenden Kapiteln betrachteten vier Worst-Case-Szenarien liegen mit 5.000 Fuß am unteren Rand des Höhenspektrums, während die gewählten Ablassmenge (20 t) im mittleren Bereich liegt. Das Szenario „Pfalz 2017“ verwendet hingegen reale Ablasshöhen und Mengen.

Abbildung 2

**Ablasshöhen und Masse des abgelassenen Kerosins der Treibstoffschnellablässe im Zeitraum 2002 bis Juni 2018**



Quelle: Nach [1] mit UBA-Ergänzungen

## 4 Modellrechnungen

Zur Ermittlung der Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit ist entscheidend, wie viel und welche Komponenten des Kerosins am Boden ankommen. Da hierzu keine aktuellen Messungen vorliegen und sich Messungen methodisch schwierig umsetzen lassen, haben sowohl die Auftragnehmer des UBA als auch das UBA selbst die bestehenden Simulationsmodelle für TSA so weiter entwickelt, dass in verschiedenen Szenarien und damit unter verschiedenen Rahmenbedingungen ermittelt werden kann, welche Kerosinmengen und welche Kerosinbestandteile am Boden ankommen. Im Folgenden werden sowohl die betrachteten Szenarien, die Vorgehensweise der Modellierung als auch die Ergebnisse dieser Modellrechnungen vorgestellt.

### 4.1 Szenarien

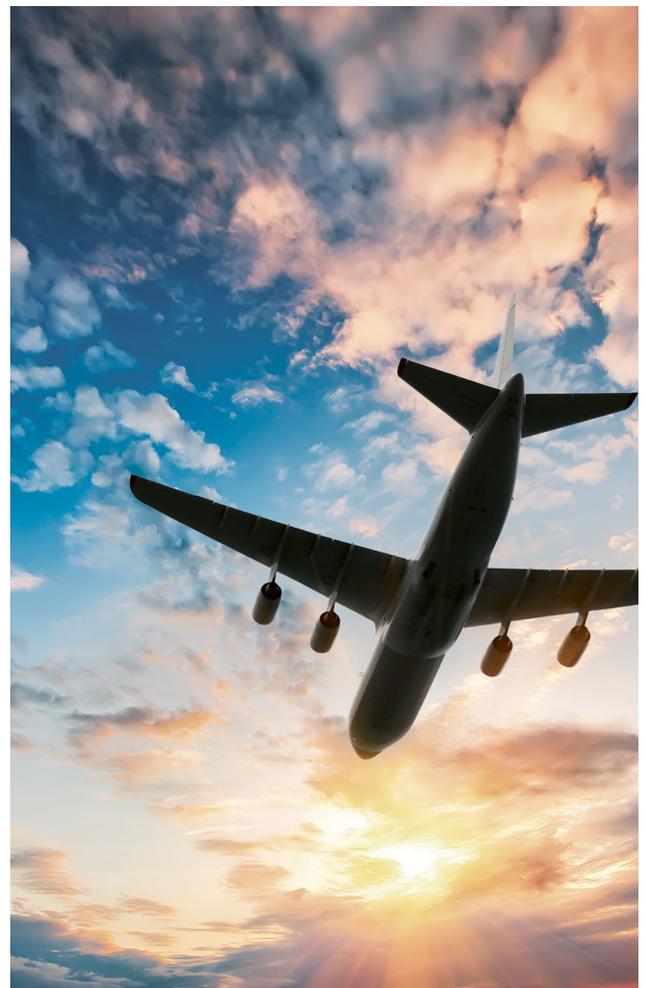
Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Rückständen/Ablagerungen von Kerosin nach sogenanntem Fuel Dumping und zu Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit (REFOPLAN 2017 FKZ 3717511020)“ wurden die folgenden **vier fiktiven Worst-Case Szenarien** untersucht, die sich hinsichtlich der Bodentemperatur und damit den Rahmenbedingungen für die Verdunstung des Kerosins unterscheiden:

- ▶ 20 °C: „Sommer“,
- ▶ 10 °C: „Jahresmitteltemperatur“,
- ▶ 0 °C: „Frostpunkt“,
- ▶ -10 °C: „Winter“.

Es handelt sich bei allen vier Fällen um Worst-Case-Szenarien, da wenig Wind (0,5 m/s) und eine sehr geringe Ablasshöhe (5.000 Fuß) angenommen wurden. Auch die übrigen Annahmen (z. B. Ablassrate, geringer Winkel von Windrichtung relativ zur Flugrichtung) wurden durchweg konservativ ausgewählt. Jedes dieser Szenarien betrachtet einen Ablass von 20 Tonnen Kerosin.

Zusätzlich wurde vom UBA ein weiteres, realitätsnahes **Szenario „Pfalz 2017“** untersucht, welches 7 von 9 gemeldeten Treibstoffschnellablässen über Rheinland-Pfalz im Jahr 2017 berücksichtigt. Das Szenario der UBA-Berechnungen baut auf den Arbeiten im oben genannten Vorhaben auf und entwickelt das Modell weiter. Die größere Realitätsnähe

ergibt sich aus der Verwendung der tatsächlichen Flugdaten, Windrichtungen und Wetterbedingungen gegenüber den Annahmen in den Worst-Case Szenarien. Das Szenario deckt mit 351 Tonnen rund 95 % der im Jahr 2017 über Rheinland-Pfalz abgelassenen Treibstoffmenge ab. Für die Modellierung wurden die realen Flugrouten mithilfe gemeldeter Radardaten erfasst, die über das Internetportal [flightradar24.com](http://flightradar24.com) (zivile Flüge) und die Bundeswehr (Militärische Flüge) bereitgestellt wurden [2]. Die Wetterbedingungen (vertikale Temperatur- und Windprofile) wurden für die jeweiligen Ablasszeitpunkte dem Wettermodell COSMO DE des Deutschen Wetterdienstes entnommen [3,4]. Die zwei nicht berücksichtigten TSA-Fälle sind auf fehlende Radardaten zurückzuführen. Da lediglich 5 % der Kerosinmengen unberücksichtigt bleiben, haben die vom UBA getroffenen Aussagen zur Bewertung der Wirkungen der TSA hinsichtlich Umwelt und Gesundheit auf Basis des Szenarios „Pfalz 2017“ dennoch ihre Gültigkeit.



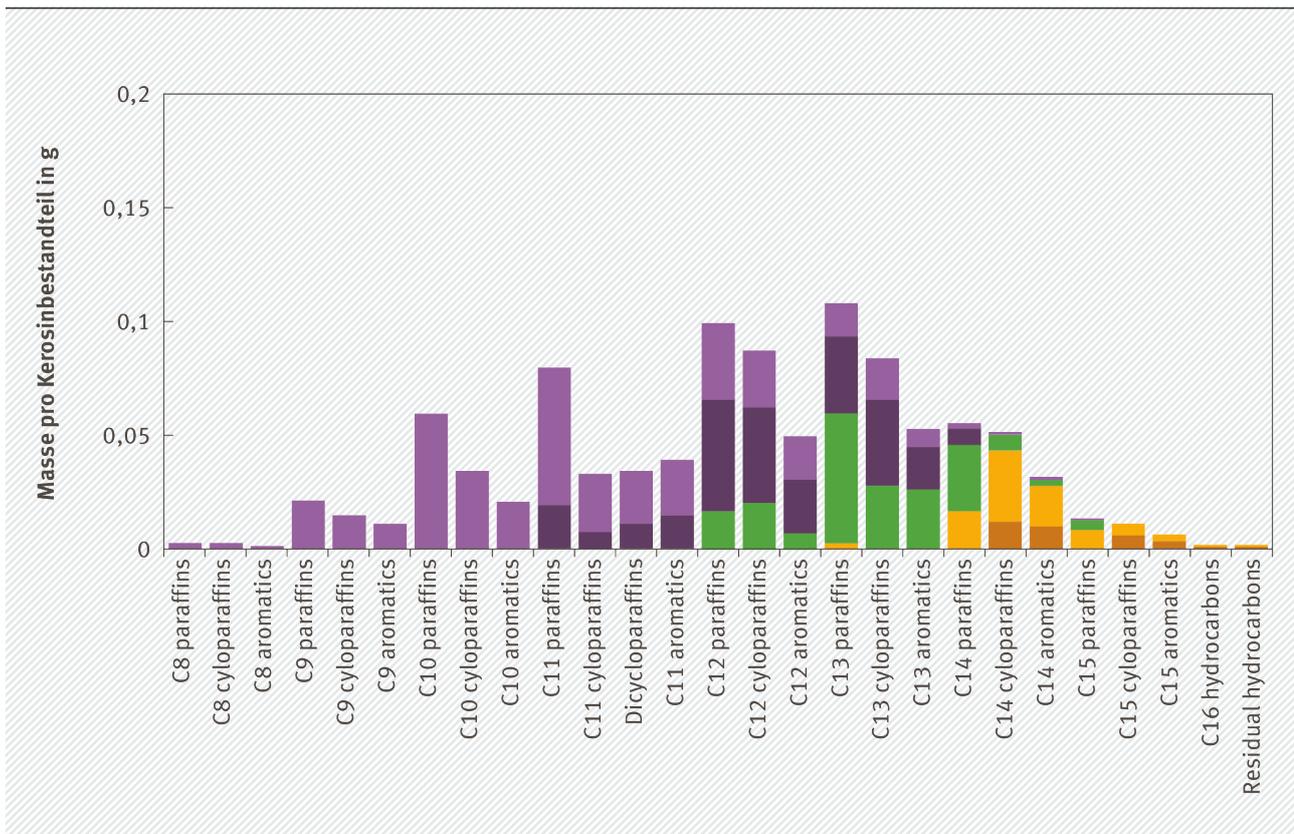
### 4.2 Modellierung

Den ersten Schritt der durchgeführten Modellierungen stellt ein **Tröpfchenmodell** dar, das das Verdunsten und Absinken einzelner Tröpfchen von der Ablasshöhe des Kerosins bis zum Boden nachvollzieht. Hierfür wurde im FuE-Vorhaben ein Modell entwickelt und genutzt, das auf einem früheren Modell basiert [5]. Für die vier Worst-Case-Szenarien wurden Tröpfchen mit einem Anfangsdurchmesser von 270µm modelliert. Beim „Pfalz 2017“-Szenario, das vom UBA modelliert wurde, wurde für die sieben betrachteten TSA-Fälle eine Tröpfchengrößenverteilung (10–490µm) berücksichtigt, was eine Vielzahl von Modellläufen notwendig machte. Aus dem Tröpfchenmodell kann abgeleitet werden, welche Bestandteile und welcher Massenanteil des abgelassenen Kerosins den Boden erreicht (siehe Abbildung 3 unten).

Den zweiten Schritt der Modellierung bildet das **Dispersionsmodell**, das die Verteilung der Tröpfchen bis zum Boden nachbildet und damit Aussagen über die Flächenkonzentration ermöglicht. Im FuE-Vorhaben wurde dazu ein Verteilungsmodell genutzt, das anhand der Fickschen Diffusionsgesetze einen normalverteilte Konzentrationsverlauf für die vier Worst-Case-Szenarien ableitet. Beim Szenario „Pfalz 2017“ wurden auf Grundlage des Windprofils und des Absinkverhaltens der unterschiedlichen Tröpfchengrößen sowie konservativer Annahmen zur Diffusion (Rauchfahnenmodell in stabiler Atmosphäre [6]) zunächst Verteilungsfunktionen für Punktquellen abgeleitet. Diese wurden mithilfe von Radardaten auf die Flugrouten projiziert und ergaben in ihrer Überlagerung die modellierten Flächenkonzentrationen.

Abbildung 3

**Zusammensetzung des Kerosins sowie Kerosinbestandteile bei Erreichen des Bodens differenziert nach Szenarien sowie für 1 Gramm abgelassenes Kerosin**



■ Masse am Anfang   
 ■ Masse am Ende Winter Szenario   
 ■ Masse am Ende Frostpunkt Szenario  
■ Masse am Ende Jahresmitteltemperatur Szenario   
 ■ Masse am Ende Sommer Szenario

Quelle: Nach [1].

### 4.3 Modellergebnisse und Vergleich mit früheren Untersuchungen

Das Ergebnis der Modellierungen durch die Auftragnehmer sowie des UBA ergeben sich die maximalen Flächenkonzentrationen des Kerosinrückstands am Boden in mg/m<sup>2</sup>. In Tabelle 1 sind zusätzlich zu den Ergebnissen der Modellierungen für die betrachteten Szenarien auch die Angaben aus dem Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau des Verkehrsflughafens Berlin-Schönefeld enthalten [7]. Letztere wurden unter vergleichbaren Annahmen wie die vier Worst-Case-Szenarien ermittelt und liegen in der erwarteten Größenordnung.

Tab. 1

#### Ergebnisse der Modellierung für die vier Worst-Case-Szenarien [1], das Szenario „Pfalz 2017“ sowie Ergebnisse der Literatur aus dem Planfeststellungsbeschluss zum Ausbau des Verkehrsflughafen Berlin Schönefeld [7]

Szenarien/Literaturquelle	Prozentualer Anteil des abgelassenen Kerosins, der den Boden erreicht in %	Maximale Flächenkonzentration des Kerosinrückstands am Boden in mg/m <sup>2</sup>
<b>Worst-Case-Szenarien</b>		
Sommer (20 °C)	4	6
Jahresmitteltemperatur (10 °C)	12	26
Frostpunkt (0 °C)	32	81
Winter (-10 °C)	59	159
<b>Szenario „Pfalz 2017“</b>	9	13
<b>Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld (15 °C)</b>	8	20

Quelle: UBA-Zusammenstellung auf Basis von Daten aus [1], [7] sowie Berechnungen des UBA (2019).

## 5 Umwelttoxikologische Bewertung

Bei der umwelttoxikologischen Bewertung wurden mögliche Beeinträchtigungen auf die Luftqualität, den Boden, das Grundwasser und die menschliche Gesundheit betrachtet. Eine Übersicht über die erfolgten Bewertungen enthält Tabelle 2.

### 5.1 Luft

#### PM<sub>10</sub>-Feinstaub

Die am Boden ankommenden Tröpfchen stellen dann PM<sub>10</sub>-Feinstaub dar, wenn ihr Durchmesser kleiner als 10 µm ist. Auf Grundlage der für das Szenario „Pfalz 2017“ angenommenen initialen Tröpfchengröße konnte abgeschätzt werden, in welchem Umfang PM<sub>10</sub> am Boden ankommt. Es zeigte sich, dass nur ein sehr kleiner Massenanteil (unter 5 %) zum Ablasszeitpunkt einen Tröpfchendurchmesser hat, bei dem die Tröpfchen mit unter 10 µm den Boden erreichen und damit zum PM<sub>10</sub> gezählt werden können. Von diesem Massenanteil verdunstet der Großteil, bevor die Tröpfchen als PM<sub>10</sub> die bodennahe Luftschicht erreichen. Alle anderen Tröpfchen landen entweder mit größerem Durchmesser oder verdunsten komplett bevor sie den Boden erreichen.

Im Modell wurden aus 351 t Kerosin letztlich 5 kg PM<sub>10</sub>, die mehrere Hundert Kilometer vom Ablassort entfernt großflächig verteilt zu Boden gehen. Um diese Menge so zu verdünnen, dass der Tages-Grenzwert der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) in Höhe von 50 µg/m<sup>3</sup> eingehalten wird, genügt ein Luftvolumen von 0,1 km<sup>3</sup>. Das entspricht einem Würfel mit 464 m Kantenlänge. Da real deutlich mehr Luft zur Verdünnung zur Verfügung steht, wird die PM<sub>10</sub>-Belastung durch TSA vom UBA als unkritisch eingeschätzt.

#### Benzo[a]pyren im PM<sub>10</sub>

Benzo[a]pyren (BaP) tritt als Produkt der unvollständigen Verbrennung auf, kann aber auch in unverbrannten Kraftstoffen enthalten sein. Messungen aus vorhandener Literatur haben ergeben, dass der BaP-Gehalt von Flug-Kerosin unter der Nachweis-schwelle von 2 µg/Gallone liegt [9]. Entsprechend enthalten 20 Tonnen Kerosin in den vier Worst-Case-Szenarien jeweils weniger als 13 mg BaP und 351 Tonnen Kerosin im „Pfalz 2017“-Szenario weniger als 232 mg BaP. Die Berechnungen ergaben, dass zur Einhaltung des Zielwertes (1 ng/m<sup>3</sup>) der 39. BImSchV

relativ kleine Luftmengen (0,013 km<sup>3</sup> bzw. 0,012 km<sup>3</sup>) zur Verdünnung genügen würden. In der Realität stehen deutlich größere Luftvolumina zur Verfügung, weshalb die BaP-Belastung im PM<sub>10</sub>-Feinstaub vom UBA als unkritisch eingeschätzt wird.

### 5.2 Boden

#### Deposition von Benzo[a]pyren

Der geplante Depositionsgrenzwert in der novellierten TA Luft (Schutzniveau Kinderspielplatz) für BaP liegt bei täglich 0,5 µg/m<sup>2</sup>. Das entspricht jährlich 182,5 µg/m<sup>2</sup>. Die oben genannten 232 mg BaP im „Pfalz 2017“-Szenario könnten demnach auf einer Fläche von 1.270 m<sup>2</sup> verteilt werden. In den vier Worst-Case-Szenarien werden noch kleinere Flächen benötigt. In der Realität verteilt sich das eventuell vorhandene BaP auf deutlich größere Flächen und ist daher aus Sicht des UBA unkritisch.

#### Deposition von Kohlenwasserstoffen

Ausgehend von einer Probenahmetiefe von 5 cm und einer Bodendichte von 1,5 kg/l werden mit jedem Quadratmeter 75 kg Boden mit Kerosinrückständen belastet. Als Vergleichssubstanz wurden die sogenannten PAK<sub>16</sub> herangezogen, da für diese Vorsorgewerte existieren [11]. Es handelt sich dabei um 16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, die als prioritäre Umweltschadstoffe eingestuft sind [10]. Die sich ergebenden Konzentrationen (80–2.120 µg/kg) lagen in allen Szenarien deutlich unter den Vorsorgewerten für PAK<sub>16</sub> (3.000–10.000 µg/kg). Aufgrund der feinen Verteilung ist nach dem Erreichen des Bodens mit weiterer Verdunstung und einem raschen Abbau durch Mikroorganismen zu rechnen, so dass eine Anreicherung über einen längeren Zeitraum nicht zu befürchten ist. Die Belastungen des Bodens durch TSA werden daher vom UBA ebenfalls als unkritisch bewertet.

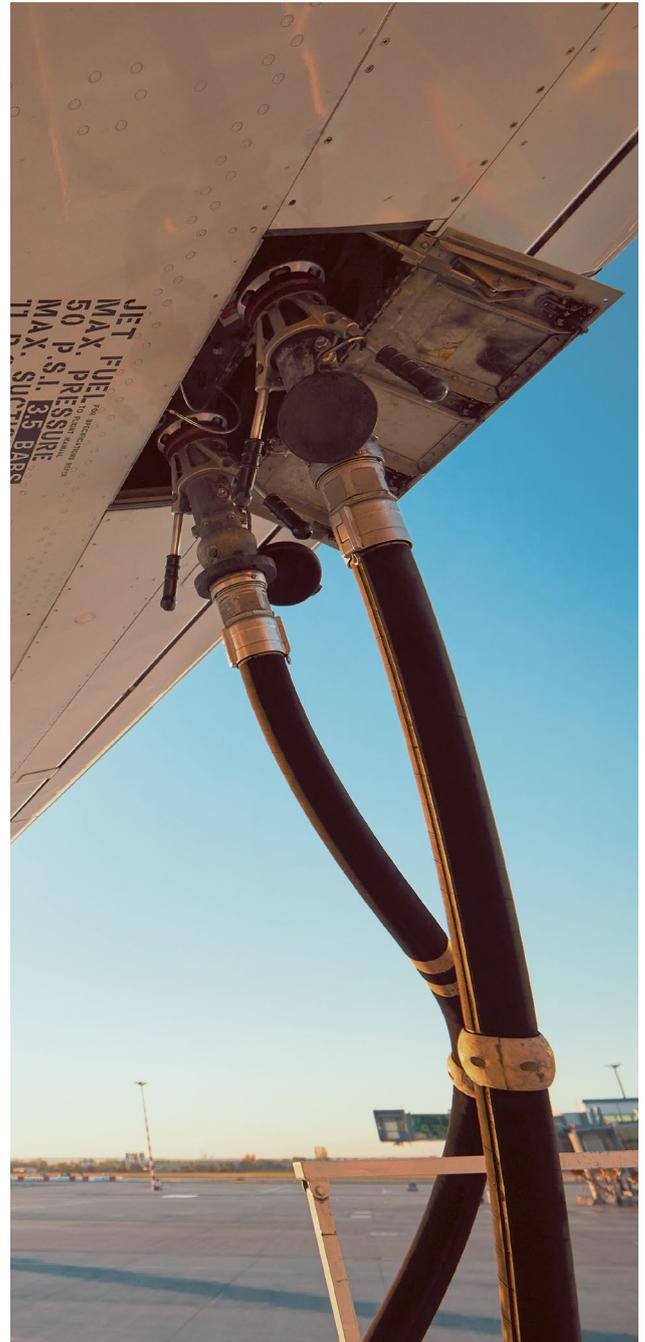
### 5.3 Grundwasser

Grundsätzlich ist aufgrund der feinen, oberflächlichen Verteilung ein Einsickern der Kohlenwasserstoffe bis ins Grundwasser unwahrscheinlich. Der überwiegende Anteil dürfte verdunsten oder in den obersten Bodenschichten verbleiben und dort abgebaut werden. Um eine Grundwassergefährdung auszuschließen, wurde dennoch fiktiv angenommen, dass sämtliche den Boden erreichenden Kohlenwasserstoffe komplett ins Grundwasser gelangen. Mithilfe des Prüfwertes von  $200\ \mu\text{g}/\text{l}$  [11] und der Geringfügigkeitsschwelle von  $100\ \mu\text{g}/\text{l}$  [12] wurde die Höhe der Wassersäule berechnet, die für eine Verdünnung bis zur Unbedenklichkeit benötigt würde. Geht man von einem jährlichen Niederschlag von etwa 800 mm in Deutschland [13] aus, so entspricht die benötigte Wassersäule dem Niederschlag von einigen Monaten. Falls also überhaupt Belastungen des Grundwassers durch TSA auftreten, so können diese als unkritisch bewertet werden.

### 5.4 Menschliche Gesundheit

Für die Bewertung der TSA in Bezug auf die menschliche Gesundheit war es notwendig, aus den Flächenkonzentrationen der deponierten Treibstoffbestandteile Volumenkonzentrationen für die belastete Luft abzuleiten. Hierfür wurde konservativ eine Gleichverteilung innerhalb einer 1 m hohen Luftschicht angenommen. Dieses Vorgehen führt zu einer deutlichen Überschätzung, weshalb die Werte nicht mit der deutlich niedriger berechneten Volumenkonzentrationen ( $0,2\ \text{mg}/\text{m}^3$ ) des TÜV Rheinland [8] vergleichbar sind.

Aufgrund fehlender anderer Bewertungsgrundlagen ist es notwendig, Arbeitsplatzgrenzwerte heranzuziehen. Die errechneten Volumenkonzentrationen liegen überwiegend unterhalb der Arbeitsplatzgrenzwerte für C9–C14 Kohlenwasserstoffe [18]. Vor dem Hintergrund, dass Arbeitsplatzgrenzwerte für 8-stündige Belastungen an 5 Wochentagen während der Lebensarbeitszeit ausgelegt sind, während die Luftbelastung beim TSA nur für kurze Zeit andauert und ein vermutlich einmaliges Ereignis darstellt, werden die Auswirkungen von TSA auf die menschliche Gesundheit vom UBA nach derzeitigem Kenntnisstand als unkritisch bewertet.



Tab. 2

**Tabellarische Zusammenfassung der Annahmen, der maximalen Flächenkonzentrationen sowie der umwelttoxikologischen Bewertung für die vier Worst-Case-Szenarien sowie das Szenario „Pfalz 2017“**

		Einheit	Vier Worst-Case-Szenarien				Pfalz 2017			
Annahmen	Lufttemperatur am Boden			20 °C	10 °C	0 °C	-10 °C	reale Werte		
	Ablasshöhe		Fuß	5.000 (Minimum)				reale Werte		
	Initialer Tröpfchendurchmesser		µm	270				10–490		
	Windgeschwindigkeit		m/s	0,5 (Minimum)				reale Werte		
	Fluggeschwindigkeit		km/h	450				reale Werte		
	Ablassrate		t/min	2,6				berechnet		
	Ablassmenge		t	20				351		
<b>Ergebnis</b>		<b>Maximale Flächenkonzentration</b>	<b>mg/m²</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>81</b>	<b>159</b>	<b>13</b>		
Bewertung	Feinstaub PM <sub>10</sub>	Gesamtmenge		kg	nicht modelliert				5	
		zur Verdünnung benötigtes Luftvolumen (39. BImSchV: 50 µg/m³)		km³					0,10	
		Luftvolumen entspricht einem Würfel mit folgender Kantenlänge:		m					464	
		Bewertung							unkritisch	
	Benzo[a]pyren	BaP im PM <sub>10</sub>	Gesamtmenge		mg	< 13				< 232
			BaP im PM <sub>10</sub>		mg	nicht modelliert				< 12
			Zur Verdünnung benötigtes Luftvolumen (1 ng/m³)		km³	0,013 <sup>a</sup>				0,012
			Luftvolumen entspricht einem Würfel mit folgender Kantenlänge:		m	236				226
			Bewertung			unkritisch				unkritisch
	Depos.		Gesamtmenge		mg	< 13				< 232
			Zur Verteilung benötigte Fläche <sup>b</sup> (jährlich 182,5 µg/m²)		m²	72				1.270
			Bewertung			unkritisch				unkritisch
	Boden	Maximale Bodenkonzentration (5 cm Probenahmetiefe, Dichte 1,5 kg/l)		µg/kg	80	347	1.080	2.120	177	
		Vorsorgewert Vergleichssubstanz (PAK <sub>16</sub> ) nach Anhang 2 BBodSchV		µg/kg	3.000–10.000 je nach Humusgehalt					
		Bewertung			unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch	
	Grundwasser	Zur Verdünnung der Mineralölkohlenwasserstoffe benötigte Wassersäule	Prüfwert nach BBodSchV: 200 µg/l	mm	30	130	405	795	66	
Geringfügigkeitschwelle: 100 µg/l			mm	60	260	810	1.590	132		
Bewertung			unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch			
menschliche Gesundheit	Volumenkonzentration bei Verteilung auf 1 m hohe Schicht		mg/m³	6	26	81	159	13		
	AGW für C9–C14 Kohlenwasserstoffe nach TRGS 900		mg/m³	50 (Aromaten)–300 (Aliphaten)						
	Bewertung			unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch	unkritisch		

a Kein PM<sub>10</sub> modelliert, daher sehr konservative Annahme, dass das gesamte BaP im PM<sub>10</sub> enthalten ist  
 b Neue TA Luft, Schutzniveau Kinderspielplatz: 0,5 µg/(m²d) = 182,5 µg/(m²a)

Quelle: [1] sowie Berechnungen/Auswertungen des UBA (2019)

## 6 Rechtliche Aspekte

Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Rückständen/Ablagerungen von Kerosin nach sogenanntem Fuel Dumping und zu Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit (REF-OPLAN 2017 FKZ 3717511020)“ wurden zusätzlich die rechtlichen Fragestellungen untersucht, ob und wie Treibstoffschnellablässe durchzuführen sind. Unabhängig von den Ergebnissen der umwelttoxikologischen Bewertung wurden zudem Empfehlungen erarbeitet, wo ggf. rechtlich angesetzt werden könnte, um im Sinne des Vorsorgeprinzips die Belastungen auf Umwelt und Gesundheit weiter zu reduzieren.

### 6.1 Untersuchte Fragestellungen

#### Entscheidung, ob TSA durchzuführen ist

Das Rechtsgutachten im Rahmen des FuE-Vorhabens macht deutlich, dass aufgrund seiner nautischen Entscheidungsgewalt der Luftfahrzeugkommandant die alleinige Befugnis hat, über die Notwendigkeit einer Sicherheitslandung und damit über einen hierfür eventuell erforderlichen TSA zu entscheiden. Voraussetzung ist eine Gefahr für Personen im Luftfahrzeug, die nur durch den TSA und die umgehende Sicherheitslandung behoben werden kann. Das Rechtsgutachten sieht einen überragenden Stellenwert der hierdurch zu schützenden Rechtsgüter (Menschenleben, hohe wirtschaftliche Werte), die ohne weiteres Vorrang gegenüber den durch einen TSA betroffenen Rechten bzw. Interessen der Menschen am Boden haben. Das Ermessen des Luftfahrzeugkommandanten ist insofern auf null reduziert.

#### Entscheidung, wie ein TSA durchzuführen ist

Die Entscheidung welcher Luftraum dem Luftfahrzeugkommandanten für den TSA zugewiesen wird, liegt bei der Flugsicherung. Das Rechtsgutachten macht deutlich, dass die hierfür geltenden Vorgaben zum einen die Sicherheit des TSA-Verfahrens selbst und zum anderen die Interessen der sonstigen

Teilnehmer am Luftverkehr berücksichtigen. Bezüglich der Rechte bzw. der Interessen der Menschen am Boden verweist das Rechtsgutachten auf Regelungen der ICAO (DOC 444), wonach empfohlen wird, den TSA außerhalb von Städten und Gemeinden durchzuführen [14]. Auf nationaler Regelungsebene erlaubt § 13 Abs. 1 Satz 2 LuftVO einen TSA an Stellen, „an denen eine Gefahr für Personen oder Sachen nicht besteht“ [15]. Das Gutachten stellt aber klar, dass eine Gefahr (d. h. die Möglichkeit eines Schadens für Rechtsgüter) durch einen TSA nicht festgestellt werden dürfte. Schließlich wird § 25 FS-DurchführungsV i. V. m. BA-FVD 665.2 angeführt wonach ein TSA möglichst abseits großer Städte durchgeführt werden soll [16,17]. Dies konzidiere zumindest die Möglichkeit einer gewissen Beeinträchtigung, die vermieden werden soll.

### 6.2 Empfehlung

Das Rechtsgutachten im Rahmen des FuE-Vorhabens hält es für folgerichtig, möglichst zu vermeiden, dass für Treibstoffschnellablässe stets derselbe Luftraum genutzt wird. Damit sollten im Sinne des Vorsorgeprinzips Summationswirkungen vermieden werden. Die Voraussetzung dafür sei, dass der Luftraum und die Verkehrslage in der Umgebung des jeweiligen Flughafens die Einrichtung mehrerer TSA-Gebiete zulässt und dass diese Lufträume in Fällen von TSA alternierend zugewiesen werden können. Schließlich empfiehlt das Rechtsgutachten, die BA-FVD 665.2 um die im Folgenden kursiv dargestellte Formulierung zu ergänzen:

„665.2 Der Treibstoffschnellablass soll möglichst abseits großer Städte und in Lufträumen mit geringer Flugverkehrsdichte erfolgen. *Die Flugsicherung hat zu diesem Zweck nach Möglichkeit alternierende Lufträume zuzuweisen.*“

## 7 Fazit

Die Modellierungen der am Boden ankommenden Kerosinrückstände und die umwelttoxikologischen Untersuchungen des UBA und seiner Auftragnehmer ergaben nach derzeitigem Wissensstand keine kritischen Umweltauswirkungen von Treibstoffschnellablässen auf Boden, Grundwasser, Luft und menschliche Gesundheit.

Die Entscheidung, ob ein Treibstoffschnellablass durchgeführt wird, liegt einzig und allein beim Luftfahrzeugkommandant. Die Entscheidung über das zugewiesene Ablassgebiet liegt hingegen bei der Flugsicherung. Zur Vermeidung von Summationswirkungen wäre es daher aus dem Vorsorgeprinzip heraus sinnvoll, eine Vorschrift zu möglichst alternierenden Ablassgebieten in die Betriebsanweisung BA-FVD 665.2 aufzunehmen.

## 8 Literatur

- [1] „Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Rückständen / Ablagerungen von Kerosin nach sogenanntem Fuel Dumping und zu Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit (REFOPLAN 2017 FKZ 3717511020)“
- [2] Internet-Portal „flightradar24“: <https://www.flightradar24.com>
- [3] Internet-Portal PAMORE des Deutschen Deutschen Wetterdienstes: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/pamore/pamore.html>
- [4] M. Baldauf, J. Förstner, S. Klink, T. Reinhardt, C. Schraff, A. Seifert und K. Stephan: Kurze Beschreibung des Lokal-Modells Kurzzeit COSMO-DE (LMK) und seiner Datenbanken auf dem Datenserver des DWD, Deutscher Wetterdienst, 2014
- [5] K. Pfeiffer: A Numerical Model to Predict the Fate of Jet-tisoned Aviation Fuel, Thesis, United States Air Force Air University 1994
- [6] Robert W. McMullen (1975) The Change of Concentration Standard Deviations with Distance, Journal of the Air Pollution Control Associatio, 25:10, S. 1057-1058
- [7] Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg: Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld vom 13. August 2004, Az.: 44/1-6441/1/101
- [8] TÜV Rheinland: Konzeptstudie zur Umweltsituation des Rhein-Main-Flughafens Frankfurt/Main. 1992
- [9] US EPA: Quantitative Analysis of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Liquid Fuels, EPA-600/2-80-069, 1980
- [10] Umweltprobenbank des Bundes: Website: Glossar: EPA-Liste
- [11] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Anhang 2
- [12] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, 2016
- [13] Chr.-D. Schönwiese, S. Trömel: 3.1.6 Langzeitänderungen des Niederschlags in Deutschland, erschienen in WARNSIG-NAL KLIMA: Genug Wasser für alle?
- [14] ICAO: Procedures for Air Navigation Services: Air Traffic Management (DOC 4444)
- [15] Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)
- [16] Verordnung über die Durchführung der Flugsicherung (FS-DurchführungsV)
- [17] Betriebsanweisung Flugverkehrsdienste (BA-FVD)
- [18] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900)



► **Unsere Broschüren als Download**  
Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)  
 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)  
 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)