



Umweltzeichen Blauer Engel Bewegungsflächenenteiser für Flugplätze (DE-UZ 99, Ausgabe Januar 2021)

Hintergrundbericht zur Überarbeitung der Vergabekriterien

Im Auftrag der
RAL gemeinnützige GmbH
Fränkische Straße 7
53229 Bonn

Bearbeitung:
Dr. Stefan Gartiser
Hydrotox GmbH
Bötzingen Str. 29
79111 Freiburg

Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Marktstudie	4
3	Bestehende Vergabekriterien	6
4	Abwasserbehandlung von Enteisungsabwasser	7
5	Überarbeitungsbedarf Vergabegrundlage DE-UZ 99.....	9
5.1	Vorbemerkung, Hintergrund und Ziele.....	9
5.2	Anforderungen und Nachweise	10
5.3	Anwenderinformationen.....	15
5.4	Verpackung	15
5.5	Ausblick	15
6	Zusammenfassung.....	15
7	Prüfnormen und Quellenangaben.....	17

Abkürzungsverzeichnis

ACI	Airport Council International
ADV	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen Abwasserverordnung
AIR	AIR: Aerospace Information Report
AMS	Aerospace Material Specification
BSB5	Biologischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
CDB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)
EC50	Effektive Konzentration, die einen 50%igen Effekt verursacht
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures (Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen)
IBC	Intermediate Bulk Container
NTA	Nitilotriessigsäure
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PFC	Per- und polyfluorierte Chemikalien
PFT	Perfluorierte Tenside
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
SAE	International Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space
SVHC	Substance of Very High Concern)
ThSB	Theoretischer Sauerstoffbedarf

1 Einleitung

Schnee und Glätte erfordern auf deutschen Flugplätzen neben mechanischen Räumverfahren auch die Anwendung von Bewegungsflächenenteisern (BE) zur Verbesserung der Griffbarkeit von Start- und Landebahnen, Rollbahnen und anderen Flächen, um die Flugsicherheit bei Starts, Landungen sowie beim Rollen aufrecht zu erhalten. In der Vergangenheit wurde überwiegend Harnstoff für diesen Zweck eingesetzt, was zu einer erheblichen Belastung des Grundwassers, der Kläranlagen oder der Oberflächengewässer führte. Die Vergabegrundlage des Blauen Engel „Bewegungsflächenenteiser für Flugplätze“, DE-UZ 99, besteht seit 1999 und zeichnet Produkte aus, die leicht biologisch abbaubar sind und zur geringstmöglichen Schadstofffracht im Abwasser führen. Im Rahmen der letzten Revision der Vergabegrundlage des Blauen Engel für Bewegungsflächenenteiser für Flugplätze, DE-UZ 99, wurde eine Expertise und Expertenanhörung durchgeführt (Gartiser 2013). Basis der Expertise war eine Marktstudie bei Herstellerfirmen sowie eine Umfrage bei Flughäfen. Die zitierten Normen wurden auf Aktualität überprüft und die Vergabekriterien des DE-UZ 99 mit denen des Umweltlabels Nordic Swan für Enteisungsmittel verglichen.

Ziel des vorliegenden Zwischenberichts ist eine Aktualisierung der Datenlage und die Überprüfung der bestehenden Vergabekriterien.

2 Marktstudie

Zum Zeitpunkt der letzten Revision des DE-UZ 99 hatte nur ein Unternehmen ein Produkt auf Kaliumformiatbasis mit dem Blauen Engel gekennzeichnet. Mittlerweile sind insgesamt 8 Produkte mit dem DE-UZ 99 ausgezeichnet (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Bewegungsflächenenteiser mit DE-UZ 99 (Stand März 2020)

Hersteller	Produktname	Hauptkomponente
ADDCON GmbH	Aviform S-solid	Natriumformiat (Granulat)
	AVIFORM® L50	Kaliumformiat (50%)
Clariant Produkte GmbH	Safeway® KF HOT	Kaliumformiat (ca. 50%)
	Safeway® SF	Natriumformiat (ca. 98 %)
	Safeway® KF	Kaliumformiat (ca. 50%)
SP Automotive GmbH	PRO MELTER	Formiatbasis (Granulat)
Taminco Finland OY (Eastman Chemical Company)	Clearway F1	Kaliumformiat
	Clearway SF3	Natriumformiat (Granulat)

Demnach sind in Deutschland derzeit ausschließlich Produkte auf Basis der Natrium- oder Kaliumsalze der Ameisensäure mit dem Blauen Engel ausgezeichnet. Vom Nordic Swan Label wurden

zudem Produkte auf Basis von Calcium/Magnesium-Acetat ausgelobt (vgl. Tabelle 2).¹ Der Geltungsbereich des Nordischen Schwans umfasst jedoch nicht nur Bewegungsflächenenteiser, sondern allgemein Enteisierungsmittel „die zum Entfernen von Eis und Schnee auf ebenen Flächen, zur Verhinderung weiterer Eisbildung oder zur Aufrechterhaltung der Reibung beispielsweise auf Landebahnen an Flughäfen und Straßen verwendet werden“.

Einige Firmen teilten mit, dass Enteisierungsmittel auf Basis von Calcium/Magnesium-Acetat nicht für Bewegungsflächenenteiser eingesetzt werden, sondern als Enteisierungsmittel im kommunalen Bereich oder von Privatfirmen verwendet werden.

Tabelle 2: Enteisierungsmittel mit Umweltlabel Nordic Swann De-icer

Hersteller	Produktname	Hauptkomponente
Alumichem A/S	CMA 25% CMA 30% CMA Blue+ 50 CMA Blue+50 Ice & Dust-Away 25 Ice & Dust-Away 30 Ice & Dust-Away + 50 Lindholm Eco Icebreaker	Calcium/- Magnesiumacetat (alle)
Helm Skandinavien A/S	Ecoform liquid *) Freeway granulate Freeway liquid	Kaliumformiat (>50%) Natriumformiat (>98%) Kaliumformiat (>50%)
Perstorp Aktiebolag	Pergrip Run KF Pergrip Run NF	Natrimformiat Kaliumformiat
Kekkilä Oy	Tösalt – Trädgårdsvänlig	Natriumformiat
JSC "STEGA"	Unisalt SF Unisalt PF	Natrimformiat Kaliumformiat

*) Wird exklusive in Dänemark vertrieben.

In einer Studie des Airport Council International (ACI) werden mehrere Generationen von Auftaumitteln unterschieden: Bis in die 80er Jahre wurden überwiegend Harnstoff und Glykole als Auftaumittel eingesetzt. Ab Mitte der 80er Jahre wurden dann Acetate verwendet, die Mitte der 90er Jahre von Formiaten abgelöst wurden. Seit Anfang der 2000er Jahre werden auch Hybride aus alkalischen Formiaten mit Glykol angeboten. Anlass waren Korrosionserscheinungen an Flugzeugbremsen (ACI 2015). Nach Auskunft des ADV haben sich diese Hybridmittel mit Glykol aber an deutschen Flughäfen nicht durchgesetzt, da ansonsten das gesamte Oberflächenwassermanagement hätte umgestellt werden müssen. Zudem werden für die Korrosion der Bremsen eher Versäumnisse in der Wartung, als die Formiate verantwortlich gemacht. In der Literatur wird in der Ursachenforschung der Korrosionserscheinungen an Flugzeugbremsen, aber auch in der vermuteten rascheren Alterung der Beton- und Asphaltflächen durch den Einfluss von Enteisierungsmitteln ein noch zu erschließendes Forschungsgebiet gesehen (ACRP 2008).

Bereits in der vorangegangenen Expertise wurde festgestellt, dass Harnstoff als Enteisierungsmittel aufgrund der bekannten Ammoniumtoxizität und wasserrechtlicher Bestimmungen in Europa praktisch nicht mehr eingesetzt wird. Obwohl sich Formiate und Acetate als Bewegungsflächenenteiser auf dem Markt durchgesetzt haben, sind die in der Vergabegrundlage beschriebenen Anforderungen weiterhin berechtigt, da nicht nur die Auswahl der Auftaumittel, sondern weitere

¹ <https://www.svanen.se/en/product-types/de-icer/> (Zugriff am 23.3.20).

Aspekte abgeprüft werden. Im Bereich der Nachketten (Abwasserbehandlung) greifen wasserrechtliche Bestimmungen für das Einleiten von Enteisungsabwasser. Zudem zeigte sich, dass aus Umweltsicht derzeit weniger die Hauptkomponenten der Enteisungsmittel, denn deren Hilfsstoffe (insbesondere Korrosionsinhibitoren auf Basis von Triazolen) in Diskussion stehen (Gartiser 2013). Diese werden durch den Ausschluss bestimmter Additive oder gefahrstoffrechtlich eingestufte Stoffe sowie durch analytischen Nachweis bestimmter Schadstoffe/Schadstoffgruppen berücksichtigt.

3 Bestehende Vergabekriterien

Neben dem DE-UZ 99 für Bewegungsflächenenteiser besteht das vom Nordischen Rat (Schweden, Finnland, Norwegen und Island) herausgegebene Umweltzeichen "Nordic Ecolabelling of De-icers". Hierbei sind Bewegungsflächen von Flughäfen explizit in den Geltungsbereich miteingeschlossen. Ein Vergleich der wesentlichen Kriterien beider Umweltzeichen ist in Tabelle 3 wiedergegeben:

Tabelle 3: Vergleich der Anforderungen an Enteisungsmittel

	DE-UZ 99 Version 2 (Mai 2013)	Nordic Ecolabelling of de-icer Version 2.9 (Dez. 2019)
Biologische Abbaubarkeit	Alle Komponenten > 1 Gew. % leicht biologisch abbaubar. und CSB-Elimination des Gesamtproduktes im Zahn Wellens-Test OECD 302 ≥ 80% in 7 Tagen.	Leicht biologisch abbaubar ohne 10-Tage Fenster oder Elimination 80% in Laborkläranlagen (OECD 303 A)
CSB	0,25 g O ₂ /g	Angabe des CSB/ThSB Sauerstoffverbrauch in der Anwendungskonzentration soll bei -5 °C 5 g O ₂ /m ² nicht überschreiten.
Stickstoffanteil	≤ 100 mg/kg	≤ 1 Gew.-%
Phosphatanteil	≤ 800 mg/kg	≤ 1 Gew.-%.
Chlorid	≤ 100 mg/kg	< 1 Gew. %
Schwermetalle	Arsen (As), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni) max. 0,1 mg/kg.	As 10 mg/kg Cd 0.8 mg/kg Cr 40 mg/kg Cu 40 mg/kg Pb 40 mg/kg Hg 0.8 mg/kg Ni 30 mg/kg Zn 30 mg/kg
Ausschluss bestimmter Stoffe	Ausschluss von Triazolen als Korrosionsschutzmittel Perfluorierte Tenside (PFT) Alkylphenoethoxylate (Octyl- oder Nonylethoxylate) Die Komplexbildner EDTA und NTA	
Abwasserrelevante Toxizität	Keine Inhaltstoffe mit aquatischer Ökotoxizität gegenüber Algen, Daphnien, Fischen und Bakterien: EC50 ≤ 100 mg/l	Keine Inhaltstoffe > 0.1 Gew. % mit EC50 Algen, Daphnien, Fische ≤ 1 mg/l Keine Inhaltstoffe mit EC50 1-100 mg/l, die nicht leicht abbaubar sind oder einen logPow > 3 haben.

Wirksamkeit	Auftauwirkung gemäß SAE AIR 6170 Ice Melting Test Method for Runways and Taxiways.	Schmelzkapazität >1.8 g Eis/ g Enteismittel in 30 Minuten (oder 2.4 g Eis/ g nach 60 Minuten). Anwendertests
Technische Anforderungen	Zulassung nach SAE, AMS 1435 (flüssige) bzw. AMS 1431 (feste Enteismittel)	Korrosion: Aluminium ≤ 0.3 mg/cm ² in 24h Edelstahl ≤ 0.8 mg/cm ² in 24h
Anwenderinformationen	Hinweis auf ADV (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen) Winterdiensthandbuch und auf das Merkblatt „Enteisungsabwasser von Flugplätzen“ des Arbeitskreises Enteisungsabwasser von Flugplätzen	Anwendungshinweise

Der Vergleich zeigt, dass beide Umweltzeichen ähnliche Kriterien aufgreifen (biologische Abbaubarkeit, CSB, Ökotoxizität, Phosphor- und Stickstoffgehalt, Gebrauchstauglichkeit, technische Anforderungen), wobei die Anforderungen zur biologischen Abbaubarkeit und zu den Schwermetallgehalten im DE-UZ 99 strenger sind.

Die Begrenzung des Chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB) der Produkte auf 0,25 g/g im DE-UZ 99 beschränkt die Auswahl an Enteismitteln auf Kaliumformiat (ThSB 0,19 g/g) und Natriumformiat (ThSB 0,24 g/g). Weitere auf dem Markt vertretene Enteismittel wie Kaliumacetat (ThSB 0,65 g) und Natriumacetat (ThSB 0,78 g/g), Calciummagnesiumacetat (ThSB 0,8 g/g) erfüllen das CSB-Kriterium nicht. Bei der letzten Anhörung zum DE-UZ 99 wurde ausführlich diskutiert, ob der Einsatz von Acetaten in der Bewegungsflächenenteisung im Umweltzeichen berücksichtigt werden sollte, indem etwas höhere CSB-Konzentrationen zugelassen werden. Acetate sind wie auch die Formiate leicht biologisch abbaubar. Einig war man, dass Glykole aufgrund des sehr hohen CSB nicht für die Bewegungsflächenenteisung zugelassen werden sollten. Die im Entwurf der Vergabegrundlage vorgeschlagene Erhöhung des CSBs wurde jedoch als nicht notwendig angesehen, daher einigte man sich darauf, den Wert bei 0,25 g O₂/g zu belassen (RAL 2012).

Der Einsatz von Harnstoff ist durch Begrenzung des maximalen Gehaltes an Stickstoff 0,01 Gew.-% bzw. 1 Gew.-%) in beiden Umweltzeichen ausgeschlossen.

Die Studie des Airport Council International (ACI, siehe <https://aci.aero/>) zum Einsatz von Auftaumitteln an 100 Europäischen Flughäfen (ACI 2003, Seitter 2005) ist nicht mehr aktuell. Neuere Daten liegen nicht vor.

4 Abwasserbehandlung von Enteisuingsabwasser

Der „Handlungsleitfaden Enteisuingsabwasser“ der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) von 2014 wurde kürzlich überarbeitet (AVD 2020) und ersetzt das Hintergrundpapier „Enteisungsabwasser von Flugplätzen“ (AVD 1998).

Wie auch in der Marktübersicht bestätigt, weist der Handlungsleitfaden darauf hin, dass überwiegend Formiate und Acetate eingesetzt werden, da sie von allen bisher eingesetzten Produkten bei gleicher Auftauwirkung die geringste Sauerstoffzehrung aufweisen. Harnstoff wird nicht mehr oder nur noch in geringem Umfang angewandt, gleiches gilt für Isopropanol und Glykole. Vereinzelt kommen Enteisuingsmittel auf Glycerin-Basis zum Einsatz. Bezüglich weitergehender Informationen zur Auswahl eines umweltfreundlichen Enteisuingsmittels wird explizit auf das DE-UZ 99 verwiesen.

Zur Abwasserbehandlung steht im Handlungsleitfaden, dass die Mitbehandlung von Enteisungsabwasser in kommunalen Kläranlagen grundsätzlich möglich ist und die häufigste Behandlungsart darstellt. Zu Beginn und Ende des Winterbetriebes sollte die Einleitung des Enteisungsabwassers in die Kläranlage langsam gesteigert bzw. reduziert werden, um eine Adaption der Biomasse zu erreichen. Um größere Belastungsspitzen und -schwankungen in der Kläranlage zu verhindern, muss das Enteisungsabwasser gesammelt und gespeichert werden. Die eigenständige Behandlung von Enteisungsabwasser durch die Flughäfen mittels des Belebtschlammverfahrens gilt als problematisch, da der Abwasseranfall extrem witterungsabhängig ist, die niedrigen Abwassertemperaturen für den biologischen Abbau ungünstig sind und das anfallende Abwasser meist einseitig belastet ist. Als Alternative sind in den letzten Jahren weltweit eine Reihe von bewachsenen Bodenfilteranlagen an Flughäfen errichtet worden, die den Abbau der belebten Bodenzone nutzen. Das so behandelte Abwasser wird je nach Qualität entweder direkt in Oberflächengewässer eingeleitet oder versickert. Teilweise wird das so vorbehandelte Abwasser auch einer kommunalen Kläranlage zugeführt (ADV 2020). In einem Review-Artikel von Freeman et al. (2015) werden die verschiedenen Strategien zur Abwasserbehandlung von Enteisungsabwasser an konkreten Beispielen beschrieben.

Im Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens zu Enteisungsabwasser (ADV 2020) werden die Hersteller von Bewegungsflächen- (BE) und Flugzeugenteisungsmitteln (FE) aufgefordert, Unterlagen (Sicherheitsdatenblatt, Produktbeschreibungen, Zusammensetzung) zur Verfügung zu stellen. Zudem sind folgende Basisdaten herstellerseits bereitzustellen:

Daten zum ökologischen Verhalten der Produkte:

- Fischtoxizität nach DIN EN ISO 15088, OECD 203
- Bakterientoxizität Pseudomonas-Zellvermehrungshemmtest nach DIN 38 412 L8² oder
- Leuchtbakterientest nach DIN EN ISO 11348-1/11348-2
- Daphnientoxizität nach DIN EN ISO 6341 (Stoffprüfung), OECD 202
- Algtoxizität nach DIN EN ISO 8692 (Stoffprüfung), OECD 201
- Leichte biologische Abbaubarkeit (OECD-Screening-Test nach OECD 301 E) oder
- Zahn-Wellens-Verfahren nach DIN EN ISO 9888.
- Bei Hinweisen auf Bakterien-schädlichkeit: Hemmwirkungen auf biologischen Abbau mittels weiteren Abbautests (z. B. Sapromat-Test nach Offhaus) zusammen mit einem leicht abbaubaren Substrat (z. B. Pepton)

Chemische Prüfungen und Untersuchungen

- Biochemischer Sauerstoff nach 5 Tagen (BSB₅) nach DIN EN 1899-1 oder -2
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) nach DIN 38409 H41
- gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) nach DIN EN 1484
- Gesamtstickstoff nach DIN EN 12260
- Gesamtphosphor nach DIN EN ISO 6878 oder DIN EN ISO 11885
- Metalle (Hg, As, Cr, Co, Ni, Cu, Se, Cd, Sb, Pb, Na, K, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, Zn und Ba) sind anzugeben. Organische Spurenstoffe sollen als GC-Screening im polaren Extrakt (z.B. Dichlormethan bei pH 3,5-4,0) und im unpolaren Extrakt (z.B. Hexan bei pH 8-10) soweit identifiziert werden, dass Stoffe bis 0,005 Gew. % noch erfasst werden.

² Hinweis: Die DIN 38412 L8 wurde zurückgezogen und durch die DIN EN ISO 10712 ersetzt.

- Perfluorierte Tenside nach DIN 38407-42: 2011-03

Von Seiten des ADV wurde angemerkt, dass in den überarbeiteten Vergabekriterien darauf hingewiesen werden sollte, dass die in Anhang 1 dargestellte Pflicht der Datenübermittlung realisiert wird. Diese Daten stehen den Flughäfen bzw. dem ADV bislang nicht im vollen Umfang zur Verfügung. Inwieweit diese Kriterien mit denen des DE-UZ 99 übereinstimmen, wird im Kapitel 5.2 beleuchtet.

Es wurde eine überschlägige Recherche zu den seit der letzten Überarbeitung (Gartiser 2013) veröffentlichten Fachpublikationen durchgeführt. Hierbei wurden allerdings keine konkreten Hinweise auf weitere zu berücksichtigende Inhaltsstoffe gefunden. Sulej-Suchomska et al. (2016) stellen ein Verfahren zur parallelen Bestimmung von Ethylenglykol, Propylenglykol und Diethylenglykol im Abwasser von Flughäfen vor, die allerdings für die Flugzeugenteisung und nicht für die Bewegungsflächenenteisung eingesetzt werden. Budd et al. (2015) beschreiben allgemeine Optionen für den nachhaltigen Betrieb von Flughäfen, darunter auch den Einsatz von Infrarotstrahlern als Alternative zu Enteisungsmitteln. Mohiley et al. (2015) sowie Calvo et al. (2020) ermittelten die ökotoxischen Wirkungen von Enteisungsmitteln und Flughafenabwasser gegenüber Wasserlinsen (*Lemna gibba*) und Leuchtbakterien (*Vibrio fischeri*) und stellten teils erhebliche Toxizitäten gegenüber Wasserlinsen fest.³ Natile und Solan (2019) untersuchten als „umweltfreundlich“ bezeichnete Auftaumittel hinsichtlich ihrer Toxizität gegenüber der Zuckmückenlarve *Chironomus dilutus*. Ein Enteisungsmittel auf Basis von Calcium/Magnesiumacetate zeigte vergleichbare ökotoxische Wirkungen wie Kochsalz, ein weiteres auf Harnstoffbasis war um eine Größenordnung toxischer.

5 Überarbeitungsbedarf Vergabegrundlage DE-UZ 99

Nachfolgend wird der Überarbeitungsbedarf für die einzelnen Kriterien der Vergabekriterien beschrieben. Grundlage sind Recherchen zu Normen und dem technischen Regelwerk sowie die Diskussion auf der Expertenanhörung vom 30.10.2020, an der Vertreter der Herstellerfirmen, der Flugplatzbetreiber und des Umweltbundesamtes neben dem RAL und den Forschungsnehmern teilnahmen.

5.1 Vorbemerkung, Hintergrund und Ziele

Das Umweltzeichen soll weitergeführt werden, obwohl Formiate sich als Bewegungsflächenenteiser auf dem Europäischen Markt durchgesetzt haben und Harnstoff bzw. Glykole nicht mehr in diesem Bereich eingesetzt werden. Zur Begründung wird darauf hingewiesen, dass das Umweltzeichen als internationaler Referenzpunkt herangezogen wird. So wird im „Handlungsleitfaden Enteisungsabwasser“ der ADV explizit auf die Vergabekriterien des DE-UZ 99 bei der Auswahl von Bewegungsflächenenteisern verwiesen. Zudem soll der vorhandene Standard, der ja nicht nur in der Auswahl Auftaumittel, sondern auch in der Bewertung von Zusatzstoffen wie Korrosionsinhibitoren besteht, abgesichert werden.

Die Begrenzung der DE-UZ 99 Vergabekriterien auf Bewegungsflächenenteiser zur Anwendung auf Flugplätzen ist noch aktuell. Eine allgemeine Erweiterung des Anwendungsbereiches auf Straßen und Gehwege im privaten und öffentlichen Raum wird nicht empfohlen, da die Ökobilanz und Ökotoxizität der eingesetzten Formiate nicht günstiger zu bewerten ist als die von Kochsalz (Gartiser et al. 2003).

Im Erklärfeld wird weiterhin die „leichte biologische Abbaubarkeit“ der Enteisungsmittel als Vorteil für Umwelt und Gesundheit genannt. Die Berücksichtigung weiterer Themen, wie die geringe

³ Wasserlinsen sind zwar in der Abwasserverordnung als möglicher Testorganismus für die Routine-überwachung mit Verweis auf die Methode nach DIN EN ISO 20079 aufgeführt, allerdings gibt es bislang keinen Herkunftsbereich für den dieser Biotest verbindlich durchzuführen ist. Sowohl im Abwasserbereich wie auch in der Chemikalienbewertung nach OECD 221 wird meist eine andere Lemnaart (*Lemna minor*) verwendet.

Ökotoxizität, wurde nicht als zielführend erachtet. Gleichwohl sind bei der Zeichenvergabe alle Kriterien zu erfüllen.

Die neuen Vergabekriterien sollen im Januar 2021 in Kraft treten und bis zum 31.12.2025 gelten.

5.2 Anforderungen und Nachweise

Vorlage einer vollständigen Liste aller Inhaltsstoffe

Bislang werden die Hersteller nicht aufgefordert, eine vollständige Liste der Inhaltsstoffe der Bewegungsflächenenteiser dem RAL (vertraulich) zur Verfügung zu stellen. Sie mussten lediglich die Seiten der Produktunterlagen als Anlage 2 zum Vertrag vorlegen, in denen auf die Empfehlungen des Winterdiensthandbuches sowie des Merkblattes „Enteisungsabwasser von Flugplätzen“ (neu „Handlungsleitfaden Enteisungsabwasser“) der ADV hingewiesen wird.

Im Gegensatz dazu fordert eben dieser „Handlungsleitfaden Enteisungsabwasser“ der ADV die Hersteller auf, Unterlagen wie das Sicherheitsdatenblatt, die Produktbeschreibung und Angaben zur Zusammensetzung zur Verfügung zu stellen. Dies ist eine Voraussetzung für die Identifikation und Bewertung möglicher gefährlicher Stoffe. Da in Sicherheitsdatenblättern oftmals nur die kennzeichnungspflichtigen Produktbestandteile aufgeführt werden, wird empfohlen, die vollständige Liste der verwendeten Inhaltsstoffe beim RAL zu hinterlegen.

Soweit die Sicherheitsdatenblätter der derzeitigen Zeichennehmer von den Firmen zur Verfügung gestellt bzw. bei Internetrecherchen gefunden wurden, wurden dort neben der Hauptkomponente (Natrium- oder Kaliumformiat 50 - 97%) nur wenige Stoffe aufgeführt. Dies betrifft Natrium- metasilikatpentahydrat (CAS 10213-79-3) und Dinatriummetasilikat (CAS 6834-92-0), die beide in Natriumformiat-basierten Produkten in Konzentrationen von 1-3% eingesetzt werden. Bei den anderen Produkten wird nur allgemein von Korrosionsinhibitoren gesprochen, die nicht kennzeichnungspflichtig sind.

Die von der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP) festgelegten allgemeinen Berücksichtigungsgrenzen für "relevante Bestandteile" eines Gemisches sind relativ hoch. So werden Stoffe, die als „sehr giftig für Wasserorganismen“ (Akut 1) oder als sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung (Chronisch 1) eingestuft sind, erst ab einer Konzentration von 0,1 % (1 g/kg) und solche, die als "Chronisch 2", "Chronisch 3" oder "Chronisch 4" eingestuft sind, ab einer Konzentration von 1 % (10 g/kg) berücksichtigt, falls für diese Stoffe nicht spezifische Grenzwerte festgelegt sind. Nur wenn die Rezepturen bekannt sind, lassen sich möglicherweise bedenkliche Stoffe mit einem vertretbaren Aufwand als solche identifizieren und bewerten.

Auf der Expertenanhörung vom 30.10.2020 wurde festgestellt, dass die SAE- und AMS-Zertifikate von Bewegungsflächenenteisern nur 4 Jahre gelten. Vom RAL wurde bekräftigt, dass die jeweils aktuellen Zertifikate ebenso wie mögliche Rezepturänderungen, dem RAL vorzulegen sind.

Biologische Abbaubarkeit

Bei der letzten Überarbeitung des DE-UZ 99 wurden die Anforderungen bezüglich einer leichten biologischen Abbaubarkeit auf alle organischen Inhaltsstoffe der Produkte mit einem Anteil von > 1 Gew. % bezogen. Die angegebenen OECD-Guidelines und ISO-Normen sowie die entsprechenden Verweise auf die REACH-Prüfmethodenverordnung wurden überprüft und sind alle noch aktuell.

Zudem ist weiterhin der Nachweis einer guten biologischen Abbaubarkeit der Fertigzubereitung in Kläranlagen gefordert. Als Nachweis gilt eine DOC- bzw. CSB-Abnahme im Zahn-Wellens-Test von mindestens 80 % in 7 Tagen (in Anlehnung Nr. 408 an die Abwasserverordnung). Auch diese Anforderung ist noch aktuell.

Im Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens werden ebenfalls Daten zur biologischen Abbaubarkeit gefordert, wobei die Fokussierung auf den OECD Screening-Test (OECD 301 E, ein DOC-basierter Test) nicht schlüssig ist. Die anderen Tests der OECD 301 Reihe sind als gleichwertig (OECD 301 A) oder sogar höherwertig (OECD 301 B, D, F) anzusehen, da hier die Mineralisierung zu CO₂ erfasst wird.

Auf der Expertenanhörung vom 30.10.2020 wurde von Seiten der Flughafenbetreiber vorgeschlagen, die zur Erfüllung der Anforderungen im Zahn-Wellens-Test geltende Testdauer von 7 Tagen auf einen Tag zur verkürzen, um dem Begriff „gute Abbaubarkeit in Kläranlage“ Rechnung zu tragen. Hintergrund ist, dass dieses Kriterium in der Satzung der Stadtentwässerung Dresden festgelegt ist (CSB-Elimination unter Einsatz von Belebtschlamm der jeweiligen öffentlichen Abwasserreinigungsanlage $\geq 75\%$ in 24 h).⁴ Dem wurde allerdings entgegengehalten, dass auch kommunales Abwasser oder die im Test verwendete Referenzsubstanz Natriumacetat innerhalb von 2 Tagen vollständig eliminiert werden. Der Nachweis der leichten biologischen Abbaubarkeit aller Bestandteile über 1% wird als wichtiger angesehen, da hierbei potentiell persistente Stoffe als solche erkannt werden. Eine weitergehende Verschärfung der Anforderungen könnte daher darin bestehen, die Berücksichtigungsgrenze von 1% auf z.B. 0,5% zu senken, um auch Daten zur leichten biologischen Abbaubarkeit der in geringeren Konzentrationen eingesetzten Stoffe abzufragen. Es wurde beschlossen, zunächst die Datenlage zu prüfen und die Option einer möglichen Verschärfung der Anforderungen bezüglich der biologischen Abbaubarkeit bei der nächsten Revision zu prüfen.

Chemischer Sauerstoffbedarf

Die Produkte müssen einen chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) von 0,25 g O₂/g Produkt einhalten. Der Verweis auf die DIN 38409-41 (12/1980) ist noch aktuell. Für gängige Auftaumittel ergeben sich die in Tabelle 4 dargestellten abwassertechnischen Kenndaten:

Tabelle 4: Enteisungsmittel – Abwassertechnische Kenndaten

Wirkstoff	Aggregat-zustand	CSB [mg/mg]	BSB ₅ [mg/mg]	BSB ₅ : CSB
Propylenglykol	Flüssig	1,68	0,93	0,55
Diethylenglykol	Flüssig	1,51	0,39-0,96	0,26 – 0,64
Natriumacetat	Fest	0,78	0,46	0,59
Kaliumacetat	Flüssig	0,65	0,39	0,60
Natriumformiat	Fest	0,24	0,05-0,16	0,21 - 0,67
Kaliumformiat	Flüssig	0,19	0,04-0,13	0,21 - 0,68
Glycerin	Flüssig	1,16	0,87	0,75

Quelle: ADV 2020, verändert.

Der Biologische Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen (BSB₅) stellt hierbei ebenfalls ein Maß für die biologische Abbaubarkeit dar: Aus dem BSB₅/CSB-Verhältnis lässt sich direkt die Abbaubarkeit in % ableiten (z.B. 0,55 = 55%).

Formiate weisen demnach die geringste CSB-Belastung aller organischen Auftaumittel auf. In den letzten Expertenanhörungen zum DE-UZ 99 am 30.10.20 und 08.11.2012 wurde entschieden, das

⁴ Persönliche Mitteilung Frau Bardehle, Sachbearbeiterin Lärmschutz/Umweltschutz am Flughafen Dresden GmbH vom 4.11.2020

CSB-Kriterium unverändert zu belassen, so dass der Einsatz von Acetaten weiterhin ausgeschlossen ist. Die Frage zu den Gründen des Ausschlusses von Acetaten könnte prinzipiell noch genauer untersucht werden. Derzeit besteht hier kein Änderungsbedarf.

Im Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens wird neben dem CSB auch der biologische Sauerstoffbedarf BSB₅ gefordert. Für die Bewertung ist dieser Wert aus Sicht des Autors nicht unbedingt erforderlich, wenn Daten zur leichten biologischen Abbaubarkeit vorgelegt werden. Bisher wird in den Vergabekriterien auf die ältere (aber noch aktuelle) DIN 38409-41:1980-12 verwiesen. Es wird empfohlen bezüglich der CSB-Bestimmung auch auf die ISO-Methode DIN ISO 15705 als gleichwertiges Verfahren zu verweisen.

Auf der Expertenanhörung vom 30.10.2020 wurde von Seiten der Flughafenbetreiber vorgeschlagen, die Anforderungen bezüglich des CSB soweit anzuheben, dass auch Acetate als organische Auftaumittel verwendet werden können. Diese werden allerdings nur in geringem Umfang für die Bewegungsflächenenteisung eingesetzt. Nach Angaben eines Herstellers (Eastman) bestehen rd. 90% der Flächenenteisungsmittel aus Formiaten. Im Ergebnis blieben die geltenden Anforderungen zum CSB jedoch bestehen, die Berücksichtigung von Acetaten soll bei der nächsten Überarbeitung geprüft werden (siehe Ausblick).

Beschränkungen von Inhaltsstoffen

Die Gehalte der Enteisungsmittel an Stickstoff, Phosphat und Chlorid dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

- Stickstoffanteil: 100 mg/kg: Von den Nachweismethoden wurde die DIN ISO 11261:1997-05 ersatzlos zurückgezogen. Als Nachfolgestandard wird die DIN EN 16169:2012-11 empfohlen. Der Verweis auf die DIN EN 12260 (12/2003) ist jedoch noch aktuell.
- Phosphoranteil: 800 mg/kg: Der Verweis auf die DIN EN ISO 6878 (09/2004) ist noch aktuell.
- Chloridanteil: 100 mg/kg: Die Nachweismethoden DIN EN ISO 10304-1 (07/2009) und DIN 38405-1 (12/1985) sind noch aktuell.

Der Stickstoff- und Phosphoranteil müssen gemäß Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens ebenfalls angegeben werden.

Auf der Expertenanhörung vom 30.10.2020 wurde von Seiten der Flughafenbetreiber der hohe zulässige Phosphoranteil von 800 mg/kg in Frage gestellt und eine deutliche Absenkung gefordert. Ein Hersteller (Eastman) erläuterte, dass Phosphate bzw. Phosphonate als Korrosionsinhibitoren verwendet werden. Wenn die nicht mehr zulässig seien, müssten andere, möglicherweise bedenklichere Stoffe hierfür eingesetzt werden. Zudem wurde von einem der Hersteller von Enteisungsmitteln (Perstorp, bislang kein Zeichennehmer) angemerkt, dass die Anforderungen bezüglich des Nickelgehaltes nach Umstellung des Herstellungsverfahrens für Natronlauge vom Amalgam- auf das Membranverfahren nicht eingehalten werden können. Ein anderer Hersteller (Eastman, über Taminco Finland Zeichennehmer) bekräftigte jedoch, dass die Anforderungen bezüglich der Schwermetallkonzentrationen problemlos erfüllt werden. Hietala et al. (2016) beschreibt mehrere Prozesse zur Herstellung der Ameisensäure, deren Bedeutung für die Herstellung von Formiaten unklar ist. Hier wäre eine Verbesserung der Datenlage wünschenswert. Die Flughafenbetreiber bekräftigten, dass sowohl Stickstoff und Phosphor als auch die Schwermetalle im Umfeld von Flughäfen regelmäßig überwacht werden. Es wurde vereinbart, bis zur nächsten Revision weitergehende Informationen zu den Inhaltsstoffen (u.a. Phosphonate) und den verschiedenen Herstellungsverfahren der Formiate zu erheben, um eine Entscheidungsgrundlage für mögliche Änderungen der Anforderungen zu erhalten.

Genereller Ausschluss von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften

Die Verweise auf die Chemikalienverordnung REACH (EG/1907/2006) sowie der GHS-Verordnung (EG/1272/2008) sind noch aktuell. Allerdings sollten alle Verweise auf die Richtlinie 67/548/EWG zu gefährlichen Stoffen, die seit dem 1. Juni 2015 außer Kraft gesetzt wurde, gestrichen werden. Die Übergangsfristen zur verpflichtenden Einstufung von Stoffen und Gemischen anhand der GHS-Verordnung sind abgelaufen. Der Wortlaut der Vergabekriterien wurde dementsprechend angepasst.

Ausschluss von bestimmten Schadstoffen

Der Ausschluss von Triazolen als Korrosionsschutzmittel, Perfluorierte Tenside (PFT), Alkylphenolethoxylate (Octyl- oder Nonylethoxylate) oder der Komplexbildner EDTA und NTA sollte beibehalten werden, ebenso die Begrenzung der Schwermetallgehalte auf je maximal 0,1 mg/kg. Als Nachweis bezüglich der Schwermetallgehalte genügt derzeit eine Herstellererklärung nach Anlage 1 des DE-UZ 99, während der Nordic Swan Analysis einen Prüfbericht zu den mittels ICP oder AAS zu bestimmenden Schwermetallgehalten unter Angabe der Analysenmethode und der Nachweisgrenzen einfordert. Nachdem bei einer Anfrage aus Schweden vom Mai 2020 in Frage gestellt wurde, ob die zulässige Nickelkonzentration in Natriumformiat produktionsbedingt eingehalten werden kann, wird empfohlen, die entsprechenden Prüfberichte ebenfalls bei der Antragsstellung einzufordern.

Als geeignete Methoden sind die in der Abwasserverordnung aufgeführten DIN EN ISO 11885 bzw. die DIN EN ISO 17294-2 in Verbindung mit einem Salpetersäureaufschluss nach DIN EN ISO 15587-2 oder gleichwertige Verfahren (z.B. Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657) zu nennen. Die Bestimmungsgrenze des Verfahrens sollte im Prüfbericht mit angegeben werden.

Quecksilber lässt sich mit beiden Methoden nicht bestimmen. Hier sind die Normen DIN EN ISO 12846 (Atomabsorptionsspektrometrie) bzw. DIN EN ISO 17852 (Atomfluoreszenzspektrometrie) anzuwenden.

Der Begriff PFT für „Perfluorierte Tenside“ ist nicht mehr gebräuchlich, sondern es werden Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen oder allgemein „per- und polyfluorierte Chemikalien“ (PFC) unterschieden. Diese lassen sich nach DIN 38407-42 mittels Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest- Flüssig-Extraktion bestimmen. Auf die Norm wird im Nachweis hingewiesen. Von Seiten der Flughafenbetreiber wurde die Notwendigkeit des Ausschlusses von PFC, die derzeit im Fokus der Umweltüberwachung stehen, nochmals bekräftigt.

Am 16. Juni 2020 wurden die Herstellerfirmen angeschrieben und gebeten, die aktuellen Produkt- und Sicherheitsdatenblätter – soweit noch nicht vorhanden - zur Verfügung zu stellen und Angaben zum Herstellungsprozess der Formiate mitzuteilen. Es erwies sich teilweise als schwierig, geeignete Ansprechpartner der international tätigen Unternehmen zu identifizieren. Bis zum Redaktionsschluss wurden trotz mehrerer Erinnerungsmails keine vollständigen Produktinformationen zur Verfügung gestellt. Allerdings finden sich zumindest die Sicherheitsdatenblätter und allgemeine Produktinformationen teilweise auf den Firmen-Webseiten.

In der Literaturrecherche wurden keine Hinweise zu bedenklichen Inhaltsstoffen in Enteisungsmitteln gefunden. Aus den USA liegen Studien vor, in denen alternative Auftaumittel, Korrosionsinhibitoren und andere Additive hinsichtlich ihrer Abbaubarkeit und Ökotoxizität bewertet werden (ACRP 2009, 2010). Im Rahmen des vorliegenden Zwischenberichtes wurden keine vollständigen Rezepturen von Enteisungsmitteln geprüft.

Im Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens werden ebenfalls Angaben zu Perfluorierten Tensiden gefordert.

Für den allgemeinen Ausschluss von Stoffen genügen zum Teil weiterhin Herstellererklärungen (Triazole, Perfluorierten Tenside, Alkylphenoethoxylate, SVHC-Stoffe unter REACH u.a.). Es sind jedoch Prüfberichte zu den Schwermetallgehalten und polyfluorierten Tensiden vorzulegen. Dem wurde auf der Expertenanhörung zugestimmt. Die in Anlage 1 der Vergabekriterien dargestellte Herstellererklärung des Antragstellers ist entsprechend anzupassen.

Abwasserrelevante Toxizität

Die geltenden Vergabekriterien schreiben vor, dass die Enteisierungsmittel keine Inhaltstoffe enthalten dürfen, deren aquatische Ökotoxizität gegenüber Algen, Daphnien, Fischen und Bakterien im Produkt einen $EC_{50} \leq 100$ mg/l aufweisen. Die aufgeführten OECD-Guidelines, ISO-Normen und Verweise auf die REACH-Prüfmethodenverordnung wurden überprüft und sind alle noch aktuell. Bei der Norm zum Algentest ISO 8692 war als einzige die Jahreszahl (2012) angegeben, diese wurde bei der Revision gestrichen.

Im Anhang 1 des ADV Handlungsleitfadens werden ebenfalls Daten zur Ökotoxizität gegenüber Fischen, Daphnien und Bakterien gefordert. Zudem soll bei Hinweisen auf Bakterientoxizität ein weiterer Abbautest zusammen mit einem leicht abbaubaren Substrat (z. B. Pepton) durchgeführt werden. Aus Sicht des Autors ist dieses Kriterium entbehrlich: Die Bakterientoxizität könnte auch durch eine zusätzliche Hemmkontrolle in einem Test auf leichte biologische Abbaubarkeit mitgeprüft werden (optional in OECD 301 vorgesehen). Das Standardverfahren in der Chemikalienbewertung ist jedoch der Belebtschlamm-Atmungshemmtest nach OECD 209. Auf der Expertenanhörung ergaben sich keine weiteren Änderungen.

Berücksichtigung der Vorketten

Die Vorketten für die Herstellung von Bewegungsflächenenteisern sind in den geltenden Vergabekriterien des DE-UZ 99 nicht berücksichtigt. In einer Machbarkeitsstudie zu Enteisierungsmitteln schnitten die Formiate in Bezug auf den Primärenergieverbrauch im Vergleich zu Harnstoff oder Natriumchlorid deutlich schlechter ab, wobei diese beiden Enteisierungsmittel im Flughafenbereich wegen der ökotoxischen Wirkung und Korrosion nicht zugelassen sind. Vergleichszahlen zu anderen organischen Enteisierungsmitteln wie Calcium/Magnesiumacetat liegen nicht vor. Die Datengrundlage erlaubt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Aussage zur Ökobilanz, so dass vorgeschlagen wird, auch in den überarbeiteten Vergabekriterien keine diesbezüglichen Kriterien festzulegen.

Technische Anforderungen und Gebrauchstauglichkeit

Gemäß den geltenden Vergabekriterien müssen die Enteisierungsmittel den einschlägigen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit entsprechen. Die Auftauwirkung muss in genormten Verfahren experimentell nachgewiesen sein. Der Nachweis erfolgt über folgende Standards der SAE, AMS bzw. AIR:⁵

- Flüssige Enteisierungsmittel: SAE AMS 1435D (11/20018) Liquid Runway Deicing/Anti-Icing Product
- Feste Enteisierungsmittel: SAE AMS 1431E (10/2018) Solid Runway Deicing/Anti-Icing Product
- Experimenteller Nachweis der Auftauwirkung: SAE AIR 6170A (02/2017) Ice Melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing

In den Kriterien des Nordic Swan zu Enteisierungsmitteln (de-icer) wird eine Schmelzkapazität von über 1,8 g Eis/ g Enteisierungsmittel in 30 Minuten (oder 2,4 g Eis/ g nach 60 Minuten) vorgegeben. Zudem sind Anwendertests durchzuführen und zu protokollieren.

⁵ SAE-International Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space; AMS-Aerospace Material Specification; AIR-Aerospace Information Report

Da die Prüfverfahren für die Gebrauchstauglichkeit ausschließlich durch die SAE durchgeführt werden, die Einrichtung aber nicht über eine Anerkennung der „Guten Laborpraxis“ (GLP) bzw. eine Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 verfügt, werden diese Qualitätsstandards für die Prüfung der Gebrauchstauglichkeit nach wie vor nicht gefordert (vgl. auch Gartiser 2013).

Die Verweise auf die Normen wurden aktualisiert, auf der Anhörung ergaben sich keine weiteren Änderungswünsche. Als Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an die technische Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit dienen die entsprechenden aktuellen SAE bzw. AMS Zertifikate, die vorzulegen bzw. bei Aktualisierungen nachzureichen sind. In den aktualisierten Vergabekriterien wurde zudem die Vorlage von Prüfberichten für Schwermetalle, polyfluorierte Verbindungen, den gebundenen Stickstoff, Phosphor und Chlorid aufgenommen. Dem wurde auf der Expertenanhörung zugestimmt.

5.3 Anwenderinformationen

Um den sparsamen und optimalen Einsatz der Enteisungsmittel im Rahmen des Winterdienstes zu gewährleisten, soll mit den Produktunterlagen auf die Empfehlungen des ADV (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen) im „Winterdiensthandbuch“ und das Merkblatt „Enteisungsabwasser von Flugplätzen“ (ADV 1998) hingewiesen werden. Das Merkblatt wurde mittlerweile durch den Handlungsleitfaden Enteisungsabwasser (ADV 2020) ersetzt, so dass dieser Absatz in den Vergabekriterien aktualisiert werden müsste. Das Winterdiensthandbuch von 1998 ist nach Auskunft des ADV jedoch noch aktuell. Die Ergänzungen wurden auf der Expertenanhörung bestätigt.

5.4 Verpackung

Enteisungsmittel für Flughäfen werden üblicherweise in Tankwägen oder wiederverwendbaren IBC-Containern oder anderen Großpackungen angeliefert, die den Vorgaben des Gefahrguttransportes entsprechen. Daher müssen keine Kriterien an das Verpackungsmaterial definiert werden.

5.5 Ausblick

In den aktualisierten Vergabekriterien wurde ein Ausblick zu folgenden Punkten eingefügt, die bei der nächsten Revision geprüft werden sollen:

- Anpassung des CSB, um die Verwendung insbesondere von Acetaten nicht auszuschließen.
- Anpassung der Anforderungen an Phosphat.
- Anpassung der Kriterien zur Abbaubarkeit des Produktes durch Verkürzung der Testdauer des Zahn-Wellens Tests.
- Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Formiaten und damit verbundenen Restgehalten an Nickel sowie Angaben zur Ökobilanz der Herstellungsverfahren.

Den bei der nächsten Überarbeitung zu berücksichtigenden Themen wurde auf der Expertenanhörung zugestimmt.

6 Zusammenfassung

Der Einsatz von Formiaten auf Bewegungsflächen von Flugplätzen scheint sich in Europa durchgesetzt zu haben. Dennoch hat das DE-UZ 99 weiterhin seine Berechtigung, da die Vergabekriterien inzwischen als Referenz für die Auswahl auf Auftaumitteln in Flughäfen in entsprechenden ADV-Handlungsleitfäden dienen. Zudem werden auch Additive und Kontaminanten berücksichtigt.

Dem RAL liegt derzeit keine Übersicht aller Inhaltsstoffe vor, so dass als neue Anforderung künftig eine vollständige Liste aller eingesetzten Inhaltsstoffe mit den Antragsunterlagen eingereicht

werden soll. Darüber hinaus wurden formale Änderungen, wie die Aktualisierung von Normen, Gesetzen und Verweisen eingearbeitet.

Künftig sind als Nachweis der Einhaltung der Anforderungen bezüglich der Beschränkung bestimmter Inhaltsstoffe bei der Antragstellung Prüfberichte einzureichen. Bislang genügte hier oftmals eine Herstellererklärung nach Anlage 1 des DE-UZ 99.

Weiterhin wurde ein Kapitel zur Begriffsbestimmung und ein Ausblick eingefügt.

Auf der Online-Sitzung der Jury Umweltzeichen am 9.12.2020 wurden die geänderten Vergabekriterien vorgelegt und zur Abstimmung gestellt. Dabei wurden die Verbesserungen in Bezug auf die nun verpflichtende Vorlage, vollständiger Stofflisten und Prüfberichte (Schwermetallgehalte, PFC, u.a.) nochmals herausgestellt. Die Jury Umweltzeichen stimmte den aktualisierten Vergabekriterien einstimmig zu.

7 Prüfnormen und Quellenangaben

Prüfnormen

DIN 38405-1:1985-12 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung der Chlorid-Ionen (D 1)

DIN 38407-42:2011-03 Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F) - Teil 42: Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion (F 42)

DIN 38409-41:1998-12 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) im Bereich über 15 mg/l (H 41)

DIN EN ISO 6341:2013-01 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Hemmung der Beweglichkeit von *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) - Akuter Toxizitäts-Test (ISO 6341:2012); Deutsche Fassung EN ISO 6341:2012

DIN EN ISO 6878:2004-09 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Phosphor - Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat (ISO 6878:2004); Deutsche Fassung EN ISO 6878:2004

DIN EN ISO 7827:2013-03 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der "leichten", "vollständigen" aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe in einem wässrigen Medium - Verfahren mittels Analyse des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) (ISO 7827:2010); Deutsche Fassung EN ISO 7827:2012

DIN EN ISO 8692:2012-06 Wasserbeschaffenheit - Süßwasseralgen-Wachstumshemmtest mit einzelligen Grünalgen (ISO 8692:2012); Deutsche Fassung EN ISO 8692:2012

DIN EN ISO 9408:1999-12 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe im wässrigen Medium über die Bestimmung des Sauerstoffbedarfs in einem geschlossenen Respirometer (ISO 9408:1999); Deutsche Fassung EN ISO 9408:1999

DIN EN ISO 9439:2000-10 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe im wässrigen Medium - Verfahren mit Kohlenstoffdioxid-Messung (ISO 9439:1999); Deutsche Fassung EN ISO 9439:2000

DIN EN ISO 9888:1999-11 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe im wässrigen Medium - Statischer Test (Zahn-Wellens-Test) (ISO 9888:1999); Deutsche Fassung EN ISO 9888:1999

DIN EN ISO 10304-1:2009-07 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat (ISO 10304-1:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10304-1:2009

DIN EN ISO 10707:1998-03 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe in einem wässrigen Medium - Verfahren mittels Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs (geschlossener Flaschentest) (ISO 10707:1994); Deutsche Fassung EN ISO 10707:1997

DIN EN ISO 10712:2019-05 Wasserbeschaffenheit - *Pseudomonas putida* Wachstumshemmtest (Pseudomonas-Zellvermehrungshemmtest) (ISO 10712:1995); Deutsche Fassung EN ISO 10712:1995

DIN EN ISO 11348-1:2009-05 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) - Teil 1: Verfahren mit frisch gezüchteten Bakterien (ISO 11348-1:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11348-1:2008

DIN EN ISO 11348-2:2009-05 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) - Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien (ISO 11348-2:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11348-2:2008

DIN EN ISO 11885:2009-09 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES) (ISO 11885:2007); Deutsche Fassung EN ISO 11885:2009

DIN EN 12260:2003-12 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Stickstoff - Bestimmung von gebundenem Stickstoff (TNb) nach Oxidation zu Stickstoffoxiden; Deutsche Fassung EN 12260:2003

DIN EN ISO 12846:2012-08 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung (ISO 12846:2012); Deutsche Fassung EN ISO 12846:2012

DIN EN 13657:2003-01 Charakterisierung von Abfällen - Aufschluß zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen

DIN EN ISO 14593:2005-09 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen biologischen Abbaubarkeit organischer Substanzen im wässrigen Medium - Verfahren mittels Bestimmung des anorganischen Kohlenstoffs in geschlossenen Flaschen (CO₂-Headspace-Test) (ISO 14593:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14593:2005

DIN EN ISO 15088:2009-06 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der akuten Toxizität von Abwasser auf Zebrafisch-Eier (*Danio rerio*) (ISO 15088:2007); Deutsche Fassung EN ISO 15088:2008

DIN EN ISO 15587-2:2002-07 Wasserbeschaffenheit - Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser - Teil 2: Salpetersäure-Aufschluss.

DIN ISO 15705:2003-01 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs (ST-CSB) - Kuvettentest (ISO 15705:2002)

DIN EN 16169:2012-11 Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung des Kjeldahl-Stickstoffs; Deutsche Fassung EN 16169:2012

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2017

DIN EN ISO 17294-2:2017-01 Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope (ISO 17294-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17294-2:2016

DIN EN ISO 17852:2008-04 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomfluoreszenzspektrometrie (ISO 17852:2006); Deutsche Fassung EN ISO 17852:2008

DIN EN ISO 20079: 2006-12 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der toxischen Wirkung von Wasserinhaltsstoffen und Abwasser gegenüber Wasserlinsen (*Lemna minor*) - Wasserlinsen-Wachstumshemmtest (ISO 20079:2005); Deutsche Fassung EN ISO 20079:2006

ISO 10708:1997-02 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der vollständigen aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Verbindungen in einem wässrigen Medium - Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs mit dem geschlossenen Flaschentest in zwei Phasen

- OECD Nr. 201 (2011) Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test
- OECD Nr. 202 (2004) Daphnia sp. Acute Immobilisation Test
- OECD Nr. 203 (2019) Fish, Acute Toxicity Test
- OECD Nr. 301 (1992) Ready Biodegradability
- 301 A: DOC Die-Away
- 301 B: CO₂-Evolution (Modified Sturm Test)
- 301 C: MITI (I) (Ministry of International Trade and Industry, Japan)
- 301 D: Closed Bottle
- 301 E: Modified OECD Screening
- 301 F: Manometric Respirometry
- OECD Nr. 302 B (1992) Zahn-Wellens / EMPA Test
- OECD Nr. 310 (2006) Ready Biodegradability - CO₂ in sealed vessels (Headspace Test)
- SAE AMS 1435D:2018-11-02 Liquid Runway Deicing/Anti-Icing Products
- SAE AMS 1431E:2018-10-24 Solid Runway Deicing/Anti-Icing Product
- SAE AIR 6170A:2017-02-21 Ice Melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals
- Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission vom 30. Mai 2008 zur Festlegung von Prüfmetho-
den gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur
Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)
- 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 (CLP-Verordnung)
- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember
2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur
Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie
1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung
(EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien
91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

Quellenangaben

- ACI 2003. Winter Service Yearbook 2003. Airport Council International (ACI)
<http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/174364/>
- ACI 2015. Pavement de-icing products (PDP) and carbon break catalytic oxidation. ACI Briefing
Note, May 2015 [https://aci.aero/Media/130e1aa1-1fc4-44dd-8361-
e587294989eb/k5BJBQ/About%20ACI/Priorities/Environment/Documentation/Pavement-Deicing-
Products-and-Carbon-Brake-Catalytic-Oxidation-May-2015.pdf](https://aci.aero/Media/130e1aa1-1fc4-44dd-8361-e587294989eb/k5BJBQ/About%20ACI/Priorities/Environment/Documentation/Pavement-Deicing-Products-and-Carbon-Brake-Catalytic-Oxidation-May-2015.pdf)
- ACRP 2008. Impact of Airport Pavement Deicing Products on Aircraft and Airfield Infrastructure.
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC: The National
Academies Press.

ACRP 2009. Deicing Planning Guidelines and Practices for Stormwater Management Systems. ACRP Report 14, AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM 2009.

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/acrp/acrp_rpt_014_factsheets.pdf

ACRP 2009. Formulations for Aircraft and Airfield Deicing and Anti-Icing: Aquatic Toxicity and Biochemical Oxygen Demand. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, DC, The National Academies Press.

ACRP 2010. Alternative Aircraft Anti-Icing Formulations with Reduced Aquatic Toxicity and Biochemical Oxygen Demand. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine Washington, DC, The National Academies Press.

ADV 1998. (ADV) 1998. Enteisuungsabwasser von Flugplätzen – Hinweise. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen

https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4_oberirdische_gewaesser/doc/nr_456_anlage.pdf (alte Version)

ADV 1998. Winterdiensthandbuch (Stand 1.1.1998)

ADV 2007 Luftfahrt und Umwelt. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e.V., (ADV) www.adv.aero/fileadmin/pdf/Umwelt/ADV_Broschure_web.pdf

ADV 2017. Winterdienst an deutschen Verkehrsflughäfen. Hintergrundinformation des Flughafenverbandes ADV, Stand: Januar 2017

ADV 2020. ADV -Handlungsleitfaden Enteisuungsabwasser. Umweltschonender Einsatz von Flächen- und Flugzeugenteisungsmittel. Stand: Januar 2020

Anonym 2019. Nordic Ecolabelling of De-icers. Version 2.9 • 18 March 2004 – 31 December 2022: <http://www.nordic-ecolabel.org/product-groups/>

Budd, T., Budd, L., Ison, S. /2015). Environmentally sustainable practices at UK airports. Transport 168 (TR2), S. 116-123

Calvo, O. C., Quaglia, G., Mohiley, A., Cesarini, M., Fangmeier, A. (2020). Assessing potential aquatic toxicity of airport runoff using physicochemical parameters and *Lemna gibba* and *Aliivibrio fischeri* bioassays. Environ Sci Pollut Res 27, S. 40604–40617

Freeman, A. I., Surridge, B. W. J., Matthews, M., Stewart, M., Haygarth, P. M. 2015. Understanding and managing de-icer contamination of airport surface waters: A synthesis and future perspectives. Environmental Technology & Innovation Vol. 4, S. 46-62

Gartiser, S., Reuther, R., Gensch, C.-O.: 2003. Machbarkeitsstudie zur Formulierung von Anforderungen für ein neues Umweltzeichen für Enteisuungsmittel für Straßen und Wege in Anlehnung an DIN EN ISO 14024. Abschlussbericht F+E-Vorhaben 200 95308/04 im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 09/03

<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2230.pdf>

Gartiser, S, 2013. Revision der Vergabegrundlage des Blauen Engel für Bewegungsflächenenteiser für Flugplätze, RAL-UZ 99. Expertise im Rahmen des Ufoplan-Vorhabens Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel (FKZ 3709 95 302)

Hietala, J., Vuori, A., Johnsson, P., Pollari, I., Reutemann, W., Kieczka, H. (2016). Formic Acid Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry First published: 21 March 2016

https://doi.org/10.1002/14356007.a12_013.pub3

Mohiley, A., Franzaring, J., Calvo, O. C., Fangmeier, A. (2015). Potential toxic effects of aircraft de-icers and wastewater samples containing these compounds. Environ Sci Pollut Res 22, S. 13094–13101

Nutile, S. A., Solan, M. E. (2019). Toxicity testing of “eco-friendly” de-icing formulations using *Chironomus dilutus**. *Environmental Pollution* 246, S. 408-413

RAL (2012) Protokoll zur Anhörung zum Blauen Engel für „Bewegungsflächenenteiser“ RAL UZ 99 in der RAL gGmbH am 08.11.12.

Seitter, K. 2005. Alternative Enteisierungsmittel für Flugbetriebsflächen - Entsorgung- und Entwässerungsbetrieb, Flughafen Stuttgart, November 2005

Sulej-Suchomska, A. M., Polkowska, Z., Kokot, Z. J., de la Guardia, M., Namieśnik, J. (2016). Determination of antifreeze substances in the airport runoff waters by solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry method. *Microchemical Journal* 126, S. 466-473