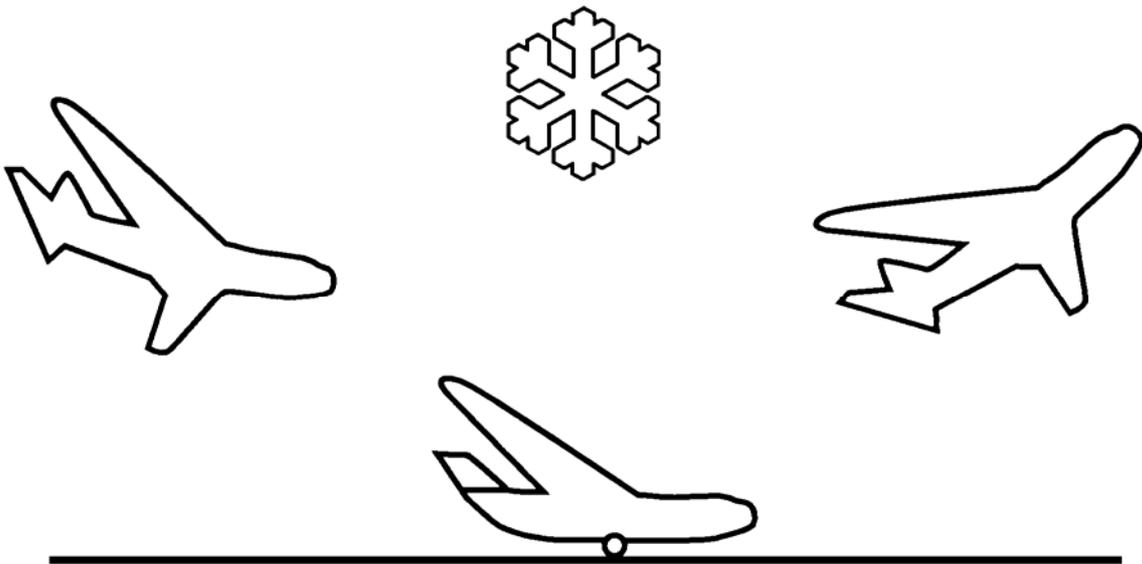


# Enteisungsabwasser von Flugplätzen

- Hinweise -

Stand Dezember 1998



Die vorliegenden Hinweise wurden auf Veranlassung der „Bund/Länder-Leitgruppe zur Erarbeitung von Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer gemäß § 7a WHG“ von einem Arbeitskreis mit folgenden Mitgliedern erstellt:

Dr. W. Wille (Obmann von Oktober 1995 bis Juni 1996)  
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim

Dipl.-Ing. H.Hettche (Obmann von September 1996 bis Dezember 1998)  
Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München

Dipl.-Ing. C.-D. Clodius  
Umweltbundesamt, Berlin

Dipl.-Ing. G. Eichstätt (bis November 1996)  
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Dresden

Angest. H.-J. Stöver  
Luftwaffen-Unterstützungskommando A 3c, Köln

Unter regelmäßiger Mitwirkung von

Dipl.-Ing. P. Goll  
Flughafen Bremen GmbH, Bremen

Dr. K.-E. Nowak  
Limnologisches Institut Dr. Nowak, Ottersberg

Dipl.-Ing. (FH) M. Schuster  
Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München

Außerdem haben Damen und Herren von Flugplatzbetreibern sowie verschiedene Gäste an den wechselnden Tagungsorten wertvolle Beiträge geliefert. Dafür wird an dieser Stelle gedankt.

Diese Hinweise begründen keine neuen Aufgaben; sie ersetzen keine bindenden Vorschriften oder Normen, sondern sollen deren Vollzug erleichtern durch Darstellung von Zusammenhängen und Handlungsmöglichkeiten.

Die Umsetzung muß vor Ort im Einzelfall diskutiert, geplant, geprüft, entschieden und ggf. schrittweise, nach Prioritäten gestaffelt, vollzogen werden.

Anregungen zur Fortschreibung dieser Hinweise nimmt entgegen :

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV)  
z. Hd. Herrn Dipl.- Ing. Schwäcke  
Postfach 230462  
70624 Stuttgart  
Fax 0711/948-4746

## Inhalt

Seite



	Vorbemerkungen	4
<b>1</b>	Begriffsbestimmungen/Abkürzungen	5
<b>2</b>	Abgrenzungen/Überschneidungen	7
2.1	Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	
2.2	Bewegungsflächen zur Betankung	
2.3	Aufsaugen von Enteisungsmittel/Wassergemischen	
2.4	Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser	
<b>3</b>	Abwasseranfall	10
3.1	Herkunft von BE-Abwasser	
3.2	Herkunft von FE-Abwasser	
3.3	Menge des Abwassers	
3.4	Beschaffenheit von BE-Abwasser	
3.5	Beschaffenheit von FE-Abwasser	
<b>4</b>	Verringerung der Schadstofffrachten	13
4.1	Auswahl der Enteisungsmittel	
4.1.1	Anforderungen aus der Sicht des Anwenders	
4.1.2	Grundforderungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht	
4.1.3	Einzelfallbewertung	
4.1.4	Basisdaten für BE und FE	
4.2	Winterdienstordnung	
4.2.1	Allgemein	
4.2.2	BE-Einsatz	
4.2.3	FE-Einsatz	
<b>5</b>	Besonderheiten des Enteisungsabwassers	17
5.1	Sammlung und Ableitung	
5.2	Biologische Behandlung	
5.2.1	Eigenständige biologische Behandlung	
5.2.2	Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage	
<b>6</b>	Zum wasserrechtlichen Vollzug	21
6.1	Zuständigkeit	
6.2	Erste Überlegungen	
6.3	Immissionsbetrachtungen	
<b>7</b>	Zusammenfassung	23
<b>8</b>	Literatur	24
Anhang 1: Ermittlung von Basisdaten für BE und FE		
Anhang 2 a: Enteiserwirkstoffe		
Anhang 2 b: Spezifische Kenndaten und Umrechnungswerte von Enteiserwirkstoffen		
Anhang 3: TOC (DOC) - Bestimmung		
Anhang 4 a: Auszug aus der Muster - VAwS der LAWA		
Anhang 4 b: Anhalt für die Anforderungen an Umfang und Tiefe von Antrags- unterlagen/Bedingungen und Auflagen		



## Vorbemerkungen

Wesentlicher Bestandteil von Flugplätzen auf dem Lande sind befestigte Flächen, auf denen Luftfahrzeuge bewegt werden (Bewegungsflächen).

Je nach Größe und Bedeutung eines Flugplatzes einerseits und den wasserwirtschaftlichen Randbedingungen andererseits treten durch die Schaffung und den Betrieb solcher Flächen auf:

- quantitative Probleme  
durch vermehrten oberirdischen Abfluß (Eingriff in den natürlichen Wasserkreislauf)
- qualitative Probleme  
vor allem durch den zeitweiligen Einsatz chemischer Mittel zur Enteisung bzw. für den Vereisungsschutz der Bewegungsflächen und der Luftfahrzeuge.

Die zur Lösung dieser Probleme notwendigen Maßnahmen müssen im Einzelfall aufeinander abgestimmt werden.

Einheitliche Regeln für die Entwässerung von Bewegungsflächen mit Anfall von Enteisungsabwasser haben sich noch nicht ausbilden können u.a. wegen

- unterschiedlicher örtlicher und klimatischer Gegebenheiten der verschiedenartigen Flugplätze
- geänderter und sich weiter ändernder Anforderungen sowohl bei den zivilen als auch bei den militärischen Flugplätzen
- der Entwicklung weniger umweltbelastender chemischer Enteisungsmittel in den vergangenen etwa 10 Jahren
- der relativ geringen Zahl von Flugplätzen
- der geringen Zahl von Neubauten in diesem Bereich

und weil die eigenständige, reproduzierbare Behandlung von Enteisungsabwasser in biologischen Verfahren bisher nicht möglich ist. Auch andere Verfahren zur Reinigung dieses Abwassers sind bisher nicht praktisch geeignet i. S. von § 7 a Abs. 5 WHG [1].

Die vorliegenden Hinweise sollen

- für die Beteiligten, nämlich Betreiber und Planer von Flugplätzen, Wasserbehörden und Sachverständige eine aktuelle gemeinsame Diskussionsgrundlage schaffen sowie
  - als Orientierungshilfe dienen, um in der Einzelfallbeurteilung gleichgelagerte Fälle in vergleichbarer Weise beurteilen zu können
- und dadurch dazu beitragen,
- den natürlichen Wasserkreislauf möglichst nicht nachteilig zu beeinflussen und
  - die Gewässer so zu bewirtschaften, daß vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen unterbleiben.

Andere Bereiche der Abwasserentsorgung von Flugplätzen (z.B. Fäkalabwasser, Abwasser aus Werkstätten und Flugzeugwaschanlagen) bleiben von den vorliegenden Hinweisen unberührt.



## 1 Begriffsbestimmungen/Abkürzungen

**1.1 Enteisungsabwasser** im Sinne dieser Hinweise ist Wasser, das durch Bewegungsflächenenteiser (BE) und/oder Flugzeugenteiser (FE) in seinen Eigenschaften verändert ist.

### 1.2 Flugplatz

*Ein festgelegtes Gebiet auf dem Lande oder Wasser (einschließlich der Gebäude, Anlagen und Ausrüstung) das ganz oder teilweise für Ankunft, Abflug und Bodenbewegungen von Luftfahrzeugen bestimmt ist [9].*

Flugplätze im Sinne dieser Hinweise sind

- Flughäfen
- Militärflugplätze
- Landeplätze für Luftfahrzeuge

Statt des umfassenden Begriffes „Luftfahrzeug“ (**Lfz**) - der z. B. auch Hubschrauber einschließt - wird teilweise auch der Begriff „Flugzeug“ verwendet.

**1.3 Bewegungsflächen (BF)** im Sinne dieser Hinweise sind befestigte Flächen, auf denen sich Luftfahrzeuge bewegen können:

- Start- und Landebahnen
- Rollbahnen
- Vorfelder mit Abstellplätzen
- Hallenvorfelder sowie
- Abbrems-, Justier-, Kompensier- und ähnliche Plätze.

**1.4 Enteiser** im Sinne dieser Hinweise sind chemische, gefrierpunktsenkende, auftauend wirkende Mittel

- zum Vereisungsschutz (Vorbeugung)
- zum Enteisen (Bekämpfung)

von Bewegungsflächen und Luftfahrzeugen.

**1.5 Enteisierung** (als Vorgang) ist die Anwendung von Enteisern im Sinne von Nr. 1.4.

**1.6 Bewegungsflächenenteiser (BE)** im Sinne dieser Hinweise sind Vereisungsschutz- und Enteisungsmittel für Bewegungsflächen (Enteiserwirkstoffe siehe Anhang 2 a).

**1.7 Flugzeugenteiser (FE)** im Sinne dieser Hinweise sind Vereisungsschutz- und Enteisungsmittel für Luftfahrzeuge (Enteiserwirkstoffe siehe Anhang 2 a).

**1.8 Winterliche Glätteerscheinungen** im Sinne dieser Hinweise sind Glatteis, Eisglätte, Reifglätte, Schneeglätte, Reif, Nebelfrostablagerungen etc. [19]



# N I E D E R S C H L A G

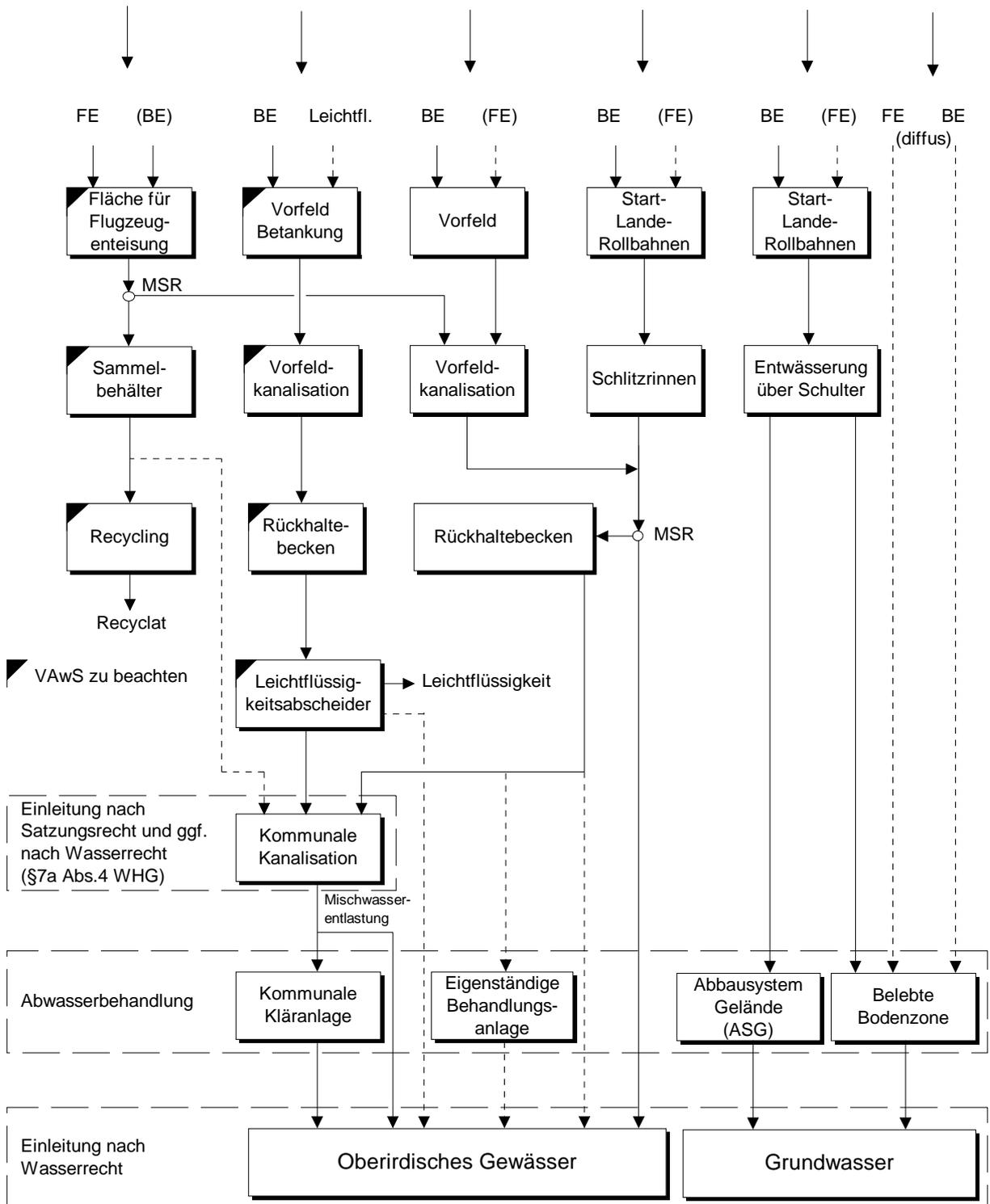


Abb.1: Fließschema Enteisungsabwasser (Auswahl von Varianten und / oder Weglassen / Hinzufügen von Einzelteilen durch Einzelfallbetrachtung)



## 2 Abgrenzungen/Überschneidungen

### 2.1 Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Wassergefährdende Stoffe im Sinne der §§ 19 g bis 19 I WHG [1] sind Stoffe, die geeignet sind, nachhaltig die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers nachteilig zu verändern. Sie werden in Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft (vgl. § 19 g Abs. 5 WHG [1] und VwVw S [2]).

Zu den wassergefährdenden Stoffen im Sinne von § 19 g Abs. 5 WHG gehören auch

- Kraftstoffe für die Lfz-Betankung und Schmierstoffe (Leichtflüssigkeiten)
- chemische Enteisungsmittel.

In **Anhang 2 a** sind die derzeit gebräuchlichen Enteisungsmittel mit Angabe ihrer WGK aufgelistet. Die Einstufung von Enteisungsmitteln (Enteisungsmittel plus Zusätze) ist entsprechend Anhang 2 der VwVwS [2] - Zuordnung der WGK bei Stoffgemischen - vorzunehmen.

Für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen erlassen die Bundesländer entsprechende Anlagenverordnungen (VAwS) - gestützt auf eine Muster-VAwS der LAWA [3] - in denen die Anforderungen an diese Anlagen nach ihrem Gefährdungspotential gestuft sind (**siehe Anhang 4 a**). Die Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit chemischen Enteisungsmitteln und den o. g. Leichtflüssigkeiten richten sich für den jeweiligen Flugplatz nach der aus der zugehörigen Landes-VAwS zu ermittelnden Gefährdungsstufe und den örtlichen, z. B. hydrogeologischen Gegebenheiten. Die Anlagen müssen so beschaffen sein und so eingebaut, aufgestellt, unterhalten und betrieben werden, daß eine Verunreinigung der Gewässer oder eine sonstige nachteilige Veränderung ihrer Eigenschaften nicht zu besorgen ist. Es liegt deshalb auf der Hand, daß Flächen, auf denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, möglichst kompakt gestaltet werden.

Im Hinblick auf § 19 g Abs. 6 WHG (wonach die Vorschriften der §§ 19 g bis 19 I u.a. nicht für Anlagen zum Umgang mit Abwasser gelten) wird dem Betreiber des Flugplatzes empfohlen, mit der Wasserbehörde zu klären, welche Anlagen, Anlagenteile und technischen Schutzvorkehrungen für den Umgang mit den o.g. Leichtflüssigkeiten und Enteisungsmitteln dem Geltungsbereich der §§ 19 g bis 19 I WHG unterliegen bzw. zu unterwerfen sind. Dies sind im Regelfall diejenigen Anlagen, die speziell für die Enteisung und/oder für die Betankung von Lfz vorgesehen sind (siehe Abb. 1).

Die Enteisungsmittel werden nach ihrem Einsatz je nach Entsorgungsabsicht zu Abwasser oder zu Abfall (siehe Nr. 2.3 und [21]).

### 2.2 Bewegungsflächen zur Betankung

Es ist üblich, die Lfz auf den Vorfeldflächen zu betanken. Werden die Vorgaben nach § 19 g Abs. 1 WHG eingehalten (das schließt die Bedienung der Anlagen durch qualifiziertes Personal ein), ist mit dem Austritt von Leichtflüssigkeiten gewöhnlich nicht zu rechnen. Sollten dennoch Störungen durch menschliches oder technisches Versagen auftreten, so können diese bei bedeutenderen Flugplätzen rasch und unmittelbar vor Ort durch qualifizierte Kräfte (Flughafen-Feuerwehr) bekämpft werden (z.B. Einsatz von Ölbindemitteln, Sperrblasen-Einsatz in Schächten des Entwässerungssystems); kleinere Flugplätze können sich diesbezüglich an den Anforderungen für Kfz-Tankstellen orientieren.



Dem Flugplatzbetreiber wird empfohlen, mit der Wasserbehörde zu klären,

- welche Abschnitte der Bewegungsflächen in Kenntnis der örtlichen Verhältnisse über Leichtflüssigkeitsabscheider (evtl. mit Koaleszenzstufe) zu entwässern sind und ggf.
- welche Regenspende - maßgeblich für die Bemessung der Abscheider - zugrunde zu legen ist.

Die örtlichen Verhältnisse können es erfordern, Regenrückhaltebecken einzurichten. In diesen Fällen ist es in der Regel wirtschaftlich, Regenrückhaltebecken und Abscheider zu kombinieren ([6], 6.3.1; [7]).

Die Entwässerungskonzeption sollte mit den Überlegungen nach Nr. 5.1 harmonisieren.

### 2.3 Aufsaugen von Enteisungsmittel/Wassergemischen

Es ist technisch möglich und teilweise bereits geübte Praxis, FE-Wassergemische (z.T. auch mit BE) von Vorfeldern aufzusaugen.

Die so aufgenommenen Flüssigkeiten sind je nach Entsorgungsabsicht entweder Abwasser oder Abfall [21]; letzterer muß verwertet (u.U. nach Aufbereitung wiederverwendet) oder beseitigt werden.

Die beim Aufsaugen nicht erfaßten Stoffe unterliegen, sobald sie in Gewässer oder Abwasseranlagen eingeleitet oder eingebracht werden (vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 6 KrW-/AbfG, [4]) den wasserrechtlichen Vorschriften.

Grundsätzlich entscheidet zunächst der Unternehmensträger/Entsorgungspflichtige selbst, ob er die vorgenannten Stoffe als Abfall nach Abfallrecht oder aber als Abwasser nach Wasserrecht entsorgen will. Es ist jedoch der Entscheidung der Wasserbehörde (bei Direkteinleitung) bzw. den Festlegungen in der Satzung der Kommune (bei Indirekteinleitung) überlassen, ob eine Einleitung als Abwasser erfolgen darf. Versagt die Wasserbehörde die Erlaubnis zur Direkteinleitung/Einbringung eines Stoffes bzw. steht die Satzung der Indirekteinleitung entgegen, dann bleibt nur die Entsorgung (Verwertung, Beseitigung) nach den abfallrechtlichen Bestimmungen.

### 2.4 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser [8]

Große befestigte Flächen - wie auf Flugplätzen - führen bei Sammlung und Ableitung von Regenwasser

- zu erhöhtem Oberflächenabfluß
- zu verringerter Grundwasserneubildung und tragen dadurch
- zur Verschärfung der Abflußextrema im Hoch- und Niedrigwasserbereich und
- ggf. zu erhöhter hydraulischer Belastung von Kanalnetz und / oder Kläranlage bei.

Im Arbeitsbericht [8] wird der komplexe Umgang mit Regenwasser durchleuchtet und geordnet; er stellt die Grundlage für ein zukünftiges ATV-Regelwerk dar, da es bisher an einheitlichen Vorgaben auf Bundesebene fehlt.

Es wird empfohlen, in ganzheitlicher Betrachtung die Anwendbarkeit der "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" im gesamten Flugplatzbereich - also nicht nur im Bereich der BF - zu prüfen.

Bewegungsflächen (BF) können kanalisiert oder nicht kanalisiert sein; es sind zu unterscheiden:



- Sommerbetrieb  
Für diesen Betriebszustand werden - mit Ausnahme jener Flächen, auf denen mit Leichtflüssigkeiten umgegangen wird - aus der Sicht des Gewässerschutzes keine grundsätzlichen Probleme gesehen, die Handlungsempfehlungen umzusetzen; das breitflächige Versickern des auf den Bewegungsflächen anfallenden Regenwassers unter Ausnutzung einer möglichst ungestörten obersten Bodenschicht stellt eine wesentlich geringere Gewässergefährdung dar, als das punktförmige Einleiten gesammelten Niederschlagswassers in das Grundwasser oder in ein Oberflächengewässer (kanalisierte Bereiche können im Sommer durch das Schließen von Schiebern - d. h. durch Erzeugung von Rückstau - zu Entwässerung durch breitflächiges Versickern geführt werden).
- Winterbetrieb/Einsatz von Enteisungsmitteln  
Hier sind gegenüber dem Sommerbetrieb zusätzliche Überlegungen erforderlich (vgl.Nrn. 4, 5 und 6).

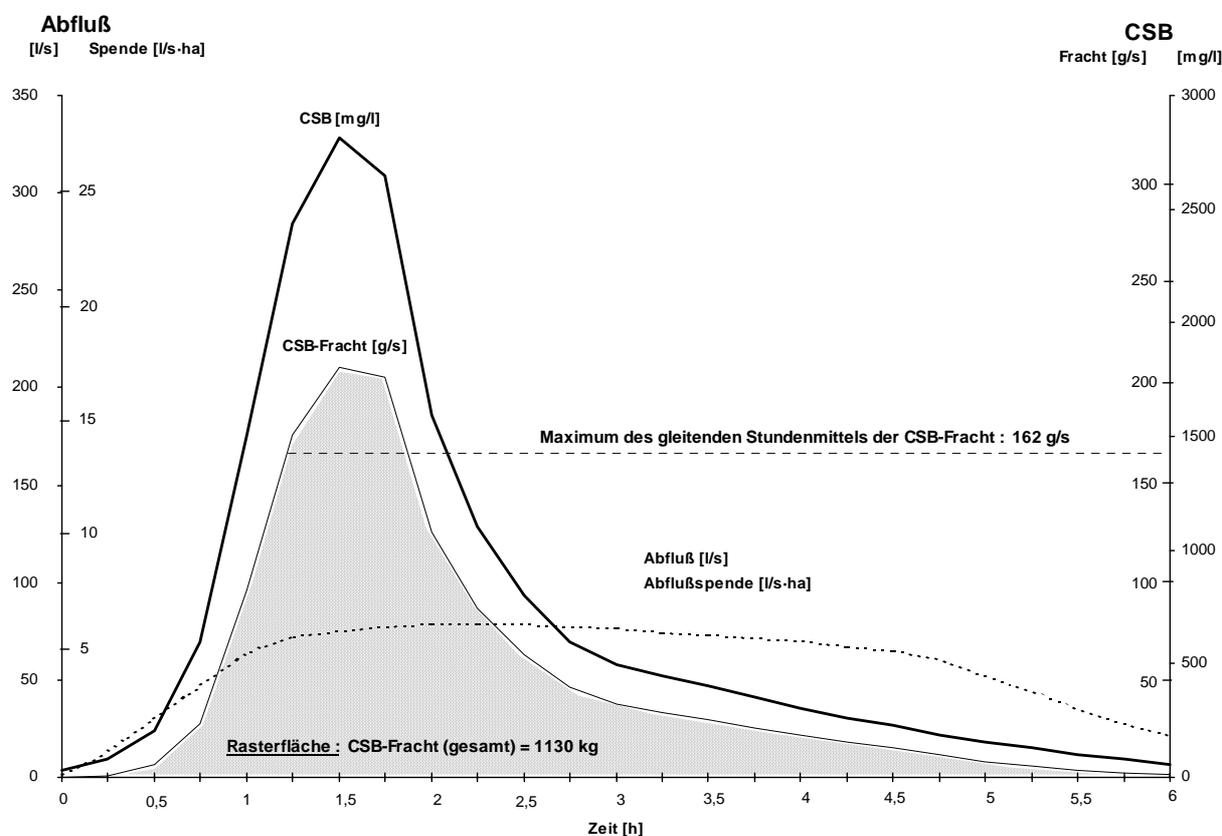


Abb.2: Abwasserabfluß und -abflußspende, CSB und CSB-Fracht von einer Bewegungsfläche (12 ha) bei Eisregen (Beispiel)



### 3 Abwasseranfall

#### 3.1 Herkunft von BE-Abwasser (siehe Abb.1)

Niederschläge als Schnee und winterliche Glätteerscheinungen erfordern neben mechanischen Räumverfahren oft auch die Anwendung von BE zur Verbesserung der Griffbarkeit von BF. Erst dadurch kann ein sicherer Betrieb von Lfz aufrecht erhalten werden. Dies gilt vor allem für die Richtungshaltung und das Bremsverhalten beim Landen und Starten bzw. Startabbruch.

BE wirken gefrierpunktsenkend bzw. auftauend; sie werden als Flüssigkeit oder als Granulat auf BF definiert verteilt. Dabei kann es sich um

- **vorbeugende** Anwendung (Vereisungsschutz) oder
- **bekämpfende** Anwendung (Enteisung) handeln.

Schneeräumungen - insbesondere auf Vorfeldern - können die Abfuhr zu einer Schneeablagerungsfläche erfordern. Dieser Schnee ist in der Regel nur gering mit BE und/oder FE belastet. Beim Abtauen fällt dann entsprechend schwach belastetes Enteisungsabwasser an. Ein kleiner Anteil von BE gelangt durch Schneeräumung bzw. Schneeschleudern diffus ins Gelände.

#### 3.2 Herkunft von FE-Abwasser (siehe Abb. 1)

Bei bestimmten Wetterlagen kann durch Schnee und winterliche Glätteerscheinungen die Oberflächenbeschaffenheit der Lfz derart verändert werden, daß die zwingend erforderlichen aerodynamischen Sicherheiten nicht mehr gegeben sind. Die Lfz werden daher aus Flugsicherheitsgründen vor dem Start mit FE bedarfsbezogen enteist und vor erneuter Vereisung geschützt (während des Fluges schützen Lfz-eigene Systeme vor Vereisung). Als FE werden besonders konfektionierte, gewöhnlich mit Warmwasser vermischte Mittel verwendet, die meist mit mobilen Sprühsystemen witterungsangepaßt ein- oder zweimalig aufgebracht werden (vgl. Abb. 5).

Es werden derzeit unterschieden FE des ISO-Typs I (dünnflüssig), des ISO-Typs II (dickflüssiger) und des ISO-Typs IV (noch dickflüssiger); je dickflüssiger das FE, desto besser haftet es am Lfz bis zum Startvorgang als Schutz vor Wiedervereisung und desto geringer sind die Abtropfverluste auf BF vom Enteisungsplatz bis zur Start-/Landebahn (S/L-Bahn).



Abb.3: Mechanische Räumung



Auf Verkehrsflughäfen wird das Aufbringen des FE - überwiegend Typ II oder Typ IV - gewöhnlich auf den Abfertigungspositionen der Vorfelder vorgenommen. Ein gewisser Teil des FE (ca. 10 bis 20 %) bleibt beim Aufbringen nicht auf dem Lfz; geringe Anteile (ca. 5 %) des aufgetragenen FE tropfen beim Rollen des Lfz ab und gelangen somit auch auf die BF. Beim Start des Lfz wird ein erheblicher Teil des FE (ca. 70 - 90 %) abgeblasen; weitere Anteile werden im S/L-Bereich und darüber hinaus diffus verfrachtet.

### 3.3 Menge des Abwassers

Die Menge des anfallenden Abwassers hängt i.w. ab von

- den örtlichen Witterungsbedingungen,
- den je nach Aufgabenstellung und Frequentierung des Flugplatzes eingesetzten FE und BE und
- der Größe der BF.

Die BF von deutschen Verkehrsflughäfen weisen derzeit folgende Teilgrößen auf:

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| • Start- und Landebahnen | 9 bis 72 ha  |
| • Rollbahnen             | 5 bis 137 ha |
| • Vorfelder              | 4 bis 390 ha |
| • Sonstige Flächen       | bis 110 ha.  |

Das Abwasser- Abflußgeschehen von BF hängt im Winter von sich überschneidenden Faktoren - **bei Abb. 1 zusätzlich zu beachten!** - ab:

- Winterlicher Niederschlag z.B. Regen, Schneeregen, Naßschnee, Schnee, Eis, Reif, Nebelfrostablagerungen
- "Natürliche" Zwischenlagerung von Schnee/Schneematsch/Eis usw.
- "Betrieblich veranlaßte Zwischenlagerung" von Schnee, Schneematsch/Eis an BF-Rändern oder eigens dafür geschaffenen Ablagerungsflächen
- "Natürliche" Schmelzvorgänge
- "Betrieblich veranlaßte Schmelzvorgänge" durch Einsatz von BE und FE

Anfall und Schadstofffrachten von Enteisungsabwasser sind weder für Einzelereignisse noch für eine ganze Winterperiode exakt vorhersehbar.

Die Abflüsse können erheblich sein: Bei einem winterlichen Niederschlagsereignis mit z.B.  $h_N = 20 \text{ mm/h}$  fallen von einer BF mit 12 ha - wenn man vereinfachend die Verdunstung und sonstige Verluste außer acht läßt -  $2400 \text{ m}^3/\text{h}$  an. Bei plötzlichem Tauwetter, verbunden mit Niederschlägen, können stoßartig noch größere Abwasserabflüsse auftreten. Umgekehrt kann es auch mehrwöchige Winterperioden mit keinem oder geringem Niederschlag aber fast täglichem BE- und FE-Einsatz geben. Dies kann zu hohen Konzentrationen des Enteisungsabwassers führen. Bei nachfolgenden Regenereignissen nimmt der Abfluß zu und dessen Konzentration ab.

### 3.4 Beschaffenheit von BE-Abwasser

Als BE werden heute überwiegend Acetate (Salze der Essigsäure) (siehe **Anhang 2 a**; Ermittlung der Basisdaten siehe **Anhang 1**) eingesetzt. Harnstoff wird nicht mehr oder nur noch in geringem Umfang angewandt, gleiches gilt für Isopropanol und Glykole. Formiate (Salze der Ameisensäure) werden als Enteiser in Zukunft vermutlich eine wichtige Rolle spielen, da sie von allen bisher eingesetzten BE spezifisch, d.h. bei gleicher Auftauwirkung, den geringsten biochemischen Sauerstoffbedarf aufweisen.



Die verwendeten Natrium- und Kaliumacetate und -formiate wirken schwach alkalisch; ihr pH-Wert liegt zwischen 7,5 und 10. Bei Einsatz dieser Salze können erhöhte Kalium- oder Natriumgehalte auftreten.

Zusatzstoffe (z.B. Inhibitoren) sind nur in Spuren im Enteisungsabwasser nachweisbar.

Die organische Belastung läßt sich über eine TOC- bzw. DOC- oder CSB-Messung (siehe Anhang 3) sowie auch indirekt über eine Leitfähigkeitsmessung bestimmen. Es sind DOC-Werte von wenigen Milligramm bis zu mehreren Gramm pro Liter Abwasser gemessen worden. Glykole oder andere Alkohole sind indirekt über eine DOC-Messung, Harnstoff über eine Gesamtstickstoffmessung bestimmbar.

**Bilanzierungsversuche haben ergeben, daß die eingesetzten BE - z.B. wegen diffuser Verfrachtungen - in der Summe nur zu etwa einem Drittel im abgeleiteten Abwasser nachgewiesen werden konnten. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.**

Die BE-Anwendungsmengen auf deutschen Verkehrsflughäfen (Gesamtverbrauch pro Flughafen und Wintersaison) betragen bis zu 400 t (in Sonderfällen auch 2 000 t und mehr). Die Ausbringeraten von BE liegen zwischen 5 und 60 g/m<sup>2</sup> pro Vorgang. Untersuchungen des von BF abfließenden Abwassers ergeben je nach Witterung sehr unterschiedliche Werte für Abfluß und CSB.

Ein **Beispiel** dafür zeigt **Abbildung 2**; ein solcher Verlauf des CSB im Abwasser tritt während eines Regenereignisses nur unter extremen Witterungsverhältnissen (z.B. bei "Eisregen") auf. Hier kommen dann auch die größten Mitteleinsätze von BE vor (je nach Flughafen 5 bis 250 t innerhalb eines Tages).

Die Gesamtfracht des CSB während des in Abb. 2 dargestellten Einzelereignisses beträgt etwa 1 130 kg (= gerasterte Fläche). Das sind rd. 100 kg/ha (Zum Vergleich: Im ATV-Arbeitsblatt A 128 wird für undurchlässige Siedlungsflächen im langjährigen Mittel eine CSB-Fracht von 600 kg/(ha·a) angesetzt). Rechnet man mit 120 g/(E.d), dann entsprechen die genannten 1 130 kg CSB der Tagesfracht von etwa 9 400 Einwohnern.

Das Maximum des gleitenden Stundenmittels der CSB-Fracht nach Abb. 2 liegt bei etwa 162 g/s = 583 kg/h. Das entspricht - rechnet man mit einer Tagestundenspitze von 20 g/(E.h) - der Belastung von etwa 29 000 Einwohnerwerten.

Diese Vergleichszahlen zeigen, welche Belastungen z.B. von einer Start- und Landebahn von 2,4 km Länge und 50 m Breite (= 12 ha) in Extremfällen ausgehen können. Damit wird gleichzeitig die Notwendigkeit demonstriert, Überlegungen nach den Nrn. 4 und 5 anzustellen.

### 3.5 Beschaffenheit von FE-Abwasser

Als FE werden derzeit Propylenglykol und in geringem Maße Diethylenglykol eingesetzt (siehe **Anhang 2 a**; Ermittlung der Basisdaten siehe **Anhang 1**). Um das Anhaften bzw. das Fließverhalten des FE auf den Flugzeugoberflächen zu verbessern, werden die Glykole mit Zusatzstoffen (z.B. Inhibitoren, Verdickungsmittel) versehen.

Die FE-Anwendungsmengen auf deutschen Verkehrsflughäfen (Gesamtverbrauch pro Flughafen und Wintersaison) betragen bis zu 1 500 t, in Sonderfällen auch mehr.

Je nach Lfz-Typ kann der FE-Verbrauch pro Vorgang zwischen 125 und 2 500 kg (in Sonderfällen auch mehr) betragen.

Aufschluß über die Beschaffenheit des Abwassers können TOC- bzw. DOC-Messungen geben (**vgl. Anhang 3**).



## 4 Verringerung der Schadstofffrachten

Ziel ist es, einen sicheren Betrieb beim Starten und Landen sowie beim Rollen und Abfertigen von Lfz mit minimierter Schadstofffracht des Enteisungsabwassers zu gewährleisten, d.h. die "Produktion von Verkehrs- und Betriebssicherheit" möglichst umweltschonend zu erreichen.

Dazu können als Sofortmaßnahmen beitragen

- die Auswahl geeigneter Enteisungsmittel (siehe Nr. 4.1)
- eine gute betriebliche Praxis des Winterdienstes (siehe Nr. 4.2)

### 4.1 Auswahl der Enteisungsmittel

#### 4.1.1 Anforderungen aus der Sicht des Anwenders

BE und FE werden zunächst hinsichtlich

- Wirksamkeit (Auftauwirkung/Gefrierpunktsenkung)
  - Materialverträglichkeit (Lfz, BF)
  - Wirtschaftlichkeit
- ausgewählt.

Aufgrund von Empfehlungen der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ([9] Nr. 9.4.14) gilt:

*"Chemikalien, die nachteilige Wirkungen auf Flugzeuge oder Beläge haben können, oder Chemikalien, die giftige Wirkungen auf die Flugplatzumgebung haben, dürfen nicht verwendet werden".*

Die Aerospace Material Specification (AMS) beschreibt Verfahren/Methoden zur Prüfung von FE sowie festen und flüssigen BE; die Enteiser müssen bestimmte Vorgaben der AMS erfüllen.

Nur, wenn diese Vorgaben (1. Schritt) erfüllt sind, hat es Sinn, den Nachweis wasserwirtschaftlicher Grundforderungen (2. Schritt, Nr. 4.1.2) zu führen und anschließend in die Einzelfallbewertung einzutreten (3. Schritt, Nr. 4.1.3).

#### 4.1.2 Grundforderungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht

- BE und FE müssen biologisch abbaubar sein (biologische Abbaubarkeit > 70 % innerhalb von 10 Tagen nach Überschreiten eines Abbaugrades von 10 % nach OECD 301 E bzw. DOC-Abbaugrad > 80 % nach DIN EN 29 888);
- Die Hauptkomponenten von BE und FE müssen in die Wassergefährdungsklassen (WGK) 0 (= i.a. nicht wassergefährdend) oder 1 (= schwach wassergefährdend) eingestuft sein;
- Zusatzstoffe in BE und FE (z.B. Inhibitoren, Verdickungsmittel) dürfen - soweit es sich um Stoffe der WGK 2 (= wassergefährdend) handelt - nur bis zu einem Anteil von insgesamt 1 Gewichtsprozent enthalten sein;
- Stoffe der WGK 3 (= stark wassergefährdend) dürfen in BE und FE nicht enthalten sein.

Die Erfüllung dieser Grundforderungen ist vom Hersteller/Vertreiber des jeweiligen Enteisungsmittels zu belegen (siehe **Anhang 1** Abschnitt 3).



#### 4.1.3 Einzelfallbewertung (siehe Abb. 1)

Im Einzelfall werden die durch den Einsatz von BE und FE hervorgerufenen, möglichen Belastungen wie

- organische Belastung und Sauerstoffzehrung durch Alkohole, Acetate oder Formiate,
- Salzbelastung durch Acetate oder Formiate,
- Stickstoffbelastung durch Harnstoff oder harnstoffhaltige Mittel

in Abhängigkeit von der Art der vorgesehenen Abwasserableitung und -behandlung z.B.:

- Einleitung in eine öffentliche Abwasseranlage (Indirekteinleitung) oder
- Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer oder
- Einleitung ins Grundwasser (Versickerung)

bewertet.

Bilanzierungen (siehe auch Nr. 3.4) sind dabei schwierig und mit Unsicherheiten behaftet u.a. wegen der diffusen Verfrachtung von BE und FE durch Schneeschleuderbetrieb bzw. Verfrachtung von FE beim Start von Lfz (vgl. Abb. 1).

#### 4.1.4 Basisdaten für BE und FE

Für die Einzelfallbeurteilung ist u. a. die Kenntnis umweltrelevanter Wirkungen der für den Einsatz vorgesehenen Enteisungsmittel (BE/FE) Voraussetzung.

- Reichen die vorhandenen Daten bzw. Gutachten (siehe dazu auch Anhang 1, Nrn. 5 und 6) für die wasserrechtliche Bewertung nicht aus, wird der Wasserbehörde und ihrem amtlichen Sachverständigen empfohlen, über den antragstellenden Flugplatzbetreiber vom Hersteller/Vertreiber des FE/BE Basisdaten gemäß Anhang 1 zu fordern.
- Sollten in Sonderfällen für die Einzelfallbeurteilung auch diese Basisdaten nicht ausreichen, bleibt es der Wasserbehörde und ihrem amtlichen Sachverständigen überlassen, gezielt ergänzende Prüfungen/Untersuchungen zu fordern.

#### 4.2 Winterdienstordnung

##### 4.2.1 Allgemein

Müssen Flugplätze aufgrund ihrer Aufgabenstellung auch im Winter betriebsbereit gehalten werden, dann sind vom Flugplatzbetreiber

- die Bewegungsflächen so weit von Schnee und Eis zu befreien bzw. freizuhalten, daß sie eine ausreichende Griffbarkeit für die Lfz-Bewegungen aufweisen,
- die Luftfahrzeuge durch Beseitigung von Schnee-, Eis- oder Reifansatz zu enteisen bzw. durch Vereisungsschutzmaßnahmen deren Anhaften zu verhindern.

Dies setzt die Organisation eines Winterdienstes voraus.

In der Winterdienstordnung werden die Zuständigkeiten und Tätigkeiten des Winterdienstes unter Berücksichtigung der betrieblichen Erfordernisse und der örtlichen Verhältnisse beschrieben und festgelegt.

Zu einem ordnungsgemäßen Winterdienst gehört u. a., daß



- bauliche und betriebliche Maßnahmen auch im Interesse des Gewässerschutzes sorgfältig aufeinander abgestimmt sind (die Optimierung dieser Maßnahmen ist, den Erfordernissen und dem technischen Fortschritt entsprechend, eine Daueraufgabe)
- fachlich qualifiziertes, gut organisiertes, regelmäßig zu schulendes Personal die Flugsicherheit unter sparsamem Einsatz von BE und FE gewährleistet,
- eine geeignete technische Ausstattung den Anforderungen des Winterdienstes entspricht,
- BE und FE entsprechend den betrieblichen Anforderungen und nach ökologischer Verträglichkeit (vgl. Nr. 4.1.4) ausgewählt und dem jeweiligen Stand der Entwicklung angepaßt werden,
- alle Beteiligten (z. B. Flughafenbetreiber, Gewässerschutzbeauftragter, Wetterdienst, Flugsicherung, Lfz-Betreiber, Lfz-Enteisungsorganisation) auch über die Winterdienstordnung hinaus eng zusammenarbeiten.

Die Winterdienstordnung sollte im eigenen Interesse des Flugplatzbetreibers regelmäßig aktualisiert werden.

#### 4.2.2 BE-Einsatz

**Die Betriebsbereitschaft der BF wird vorzugsweise durch mechanische Räumung sichergestellt; BE werden nur im notwendigen Umfang eingesetzt, wenn mechanische Räumung und Einsatz abstumpfender Mittel nicht ausreichen, die Sicherheit des Flugbetriebes zu gewährleisten.**

Die Einsatzgrundsätze werden unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse im einzelnen (z. B. Messung der Bremswirkung, mechanische Räumung, Ausbringung von abstumpfenden Mitteln oder BE) schriftlich festgelegt. Die Ausbringungsmengen werden jeweils der Wetterlage und der flugbetrieblichen Notwendigkeit angepaßt.

Jeder BE-Einsatz wird dokumentiert (z.B. Zeit, Ort, Art und Menge des BE, Bezeichnung der behandelten BF, Wetterdaten).

Zur sparsamen Verwendung von BE werden BF in Abhängigkeit von betrieblichen Erfordernissen nach Prioritäten eingeteilt in

- Bereiche, die mit BE behandelt werden dürfen,
- Bereiche, die nur eingeschränkt mit BE behandelt werden dürfen,
- Bereiche, die nicht mit BE behandelt werden dürfen.

Der Zustand der BF wird vom Betreiber überwacht. Geräte zur Messung des Reibbeiwertes und Glatteiswarnanlagen erleichtern die Zustandsbeurteilung und helfen, den richtigen Zeitpunkt des BE-Einsatzes und dessen Dosierung zu bestimmen.

Vorbeugender BE-Einsatz auf BF kann bei zu erwartender Eisbildung (regionale Wettervorhersage) zu erheblicher BE-Einsparung gegenüber der nachträglichen Enteisung führen.

Das Befahren noch nicht geräumter BF wird auf Ausnahmefälle beschränkt, da sich festgefahrene Schneespuren ohne BE-Einsatz nur schwer beseitigen lassen.

Es kann zweckmäßig sein, nasse BF abzukehren, um die Vereisungsgefahr - und damit BE-Einsätze - zu reduzieren, wenn Temperaturen unter dem Gefrierpunkt erwartet werden. Auch



Art, Unterbau und Farbe der BF-Beläge können Einfluß auf den notwendigen BE-Einsatz haben.

Für nicht vermeidbare Eisbildung auf BF gelten folgende Grundsätze:

- Nur sehr dünne Eisfilme auf BF können wirkungsvoll mit flüssigen BE entfernt werden.
- Dickere Eisschichten sollten vorzugsweise mit granulierten BE, ggf. unter Zusatz von flüssigen BE porös gemacht werden; nach ausreichender BE-Einwirkzeit werden die Eisschichten (gilt auch für festgefahrenen Schnee) mechanisch geräumt.

#### 4.2.3 FE-Einsatz

Um ein Lfz startfähig und flugtüchtig zu halten, muß es frei von Schnee-, Eis- und Reifresten sein. Die zugelassenen FE müssen internationalen Vereinbarungen und Vorgaben der Lfz-Hersteller und -betreiber entsprechen. Der FE-Einsatz erfolgt auf Anforderung des verantwortlichen Lfz-Führers. Dabei ist die erforderliche Vorhaltezeit (holdovertime) von ausschlaggebender Bedeutung (holdovertime = Zeitspanne der Wirksamkeit des FE; diese muß in jedem Falle größer sein als die Zeitspanne zwischen der Aufbringung des FE und dem Start des Lfz). Lfz-Enteisung nahe der Startposition kann die FE-Einsatzmengen verringern und die Flugsicherheit steigern.

Jeder FE-Einsatz wird dokumentiert (z.B. Zeit, Ort, Art und Menge des FE, Bezeichnung des Lfz, Wetterdaten).

Zur Beherrschung der Schadstoffe, die bei der Lfz-Enteisung anfallen, können je nachdem, wie die BF baulich gestaltet und/oder kanalisiert sind

- FE-Reste an den Enteisungspositionen mit Kehrsaugmaschinen aufgesaugt werden (dies hat den Vorteil, daß relativ zähe FE-Wassergemische mit hoher Schadstoffkonzentration aufgenommen werden können),
- FE-Reste an den Enteisungspositionen aufgefangen und gesammelt oder
- FE (und BE) von kanalisierten Flächen abgeleitet werden.

Aufgesaugte bzw. gesammelte FE/BE (siehe auch Nr. 2.3) mit hohen FE-Konzentrationen sollten vorzugsweise

- zur Wiederverwendung aufbereitet (für FE des ISO-Typs I bereits praktiziert; für die ISO-Typen II und IV läuft ein Pilotprojekt bei der Bundeswehr in Landsberg) oder
- einer anderen Verwertung zugeführt werden.



## 5 Besonderheiten des Enteisungsabwassers

### 5.1 Sammlung und Ableitung (siehe Abb. 1)

Flugplätze wurden und werden aus Flugsicherheits- und Lärmschutzgründen möglichst nicht in unmittelbarer Nähe größerer Siedlungen oder Städte angelegt bzw. betrieben.

Zur Anbindung eines Flugplatzes an eine leistungsfähige kommunale Kläranlage (vgl. Nr. 5.2.2) sind daher meist große Leitungslängen erforderlich. Moderne Verlegetechniken (z.B. Einfräsverfahren) können dies u.U. in Verbindung mit Rückhaltebecken preisgünstig ermöglichen.

Bei der Entwicklung einer Entwässerungskonzeption für die Bewegungsflächen von Flugplätzen sind im allgemeinen folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

- es handelt sich i. a. um große zusammenhängende Flächen (S/L-Bahnen, Rollbahnen und Schnellabrollwege breiten Straßen vergleichbar; übrige Flächen kompakter)
- die Flächen sind eben oder nur wenig geneigt; sofern Flächen eines Platzes nicht von untergeordneter Bedeutung sind, ist ihre Befestigung/Undurchlässigkeit betrieblich notwendig
- es sind Sommer- und Winterbetrieb (Einsatz von Enteisungsmitteln) zu unterscheiden (vgl. Nr. 2.4)
- in bestimmten Bereichen wird regelmäßig mit Leichtflüssigkeiten umgegangen
- der Aus- oder Umbau einiger Bereiche ist wegen der Flugsicherheitsbestimmungen mit größeren Schwierigkeiten verbunden; dadurch kann es unter Umständen sogar notwendig werden, einen Flugplatz vorübergehend stillzulegen.

Das auf den Bewegungsflächen anfallende Enteisungsabwasser kann (von Teilflächen) unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. je nach Verschmutzungsgrad des Enteisungsabwassers, hydrogeologischen Verhältnissen und Vorflutersituation) entweder unmittelbar versickert (siehe hierzu Nr. 5.2.1) oder aber über Sammeleinrichtungen einer Abwasseranlage oder direkt einem Gewässer zugeführt werden.

Wird das Abwasser zur Ableitung gesammelt, ist im Regelfall ein Rückhaltebecken vorzusehen für den Abfluß- und Konzentrationsausgleich; in Einzelfällen kann es sinnvoll sein, vor diesem Becken eine kontinuierliche Qualitätskontrolle z. B. durch Bestimmung des TOC/DOC einzurichten (vgl. **Anhang 3**).

Damit werden ermöglicht

- die gezielte Abtrennung gering belasteten Enteisungsabwassers durch Einsatz von MSR-Technik (mit Konzentrations- und/oder Frachtbegrenzung kann das abgetrennte Enteisungsabwasser dann - ggf. nach eigener Drosselung - in ein Gewässer eingeleitet bzw. versickert werden)
- die hydraulische Entlastung der Abwasserbehandlungsanlagen.

Im übrigen hängen die Fragen zum Konzept der Sammlung und Ableitung von Enteisungsabwasser aufs engste mit den Möglichkeiten/Notwendigkeiten der Abwasserbehandlung (Nr. 5.2) zusammen und sind auch im Blick auf den wasserrechtlichen Vollzug (Nr. 6) in einem Gesamtkonzept zu klären.

Bei unmittelbarer Einleitung von Enteisungsabwasser in ein Fließgewässer spielen die Konzentration und die Fracht der eingeleiteten organischen Belastung sicher die Hauptrolle.





Abb.4: Schneeschleuder



Abb.5: Flugzeug-Enteisung



Bei niedrigen winterlichen Temperaturen findet ein nur langsamer mikrobieller Abbau statt, der damit den Sauerstoffhaushalt des Gewässers deutlich weniger beansprucht.

Das Enteisungsabwasser von Bewegungsflächen führt - da meist durch entsprechende Niederschläge oder durch das aufnehmende Gewässer verdünnt - bezüglich der Kalium- oder Natriumkonzentration in der Regel zu keinen Problemen.

## 5.2 Biologische Behandlung

### 5.2.1 Eigenständige biologische Behandlung

Die eigenständige biologische Behandlung von BE- und FE-Abwasser ist aus folgenden Gründen problematisch:

- Der Abwasseranfall in der Winterperiode ist nach Abfluß und Verschmutzung extrem witterungsabhängig; Abflüsse treten durch den Einsatz von Enteisern und/oder durch Niederschläge und/oder durch Tauwetter unter Umständen als massive Einzelereignisse auf (Beispiel siehe unter Nr. 3.4, Abb. 2).
- Die Abwassertemperaturen liegen in einem sehr niedrigen, für die biologische Reinigung ungünstigen Bereich. Es findet bei diesen Temperaturen nur ein sehr langsamer mikrobieller Abbau statt.
- Das anfallende Abwasser ist in der Regel einseitig belastet (kohlenstoffhaltig bei Einsatz von Glykolen, Acetaten und Formiaten, stickstoffhaltig bei Harnstoffeinsatz). Für den Aufbau aktiver Biomasse müßten fehlende Nährstoffe wie z. B. Stickstoff und Phosphor dazugegeben werden. Die Salzbelastung (z. B. durch Natrium- oder Kaliumionen) kann stark ansteigen und den biologischen Abbau beeinträchtigen.
- Eine biologisch wirkende Kläranlage herkömmlicher Art ist, da die vorhandene Biomasse nicht den Sommer über vorgehalten werden kann, nicht in Lage, „aus dem Stand“ die geforderte Reinigungsleistung zu erbringen.

**Die Bemühungen, Enteisungsabwasser mit reproduzierbaren Ergebnissen eigenständig biologisch zu behandeln, müssen aus den vorstehenden Gründen derzeit als Pilotprojekte angesehen werden. Aus diesem Grunde ist die Angabe einheitlicher Emissionswerte (wie sonst beim Branchenansatz) nicht möglich; einhaltbare Werte für die Direkteinleitung sind daher im Einzelfall zu ermitteln und mit Immissionsbetrachtungen der wasserrechtlichen Beurteilung zu unterwerfen. Hier besteht Bedarf nach Weiterentwicklung und Informationsaustausch.**

Als Sonderfall der eigenständigen biologischen Reinigung mit Pilotcharakter sollte auch die breitflächige Versickerung von Abwasser über die Schultern von befestigten Flächen verstanden werden; die Bodenpassage (u. U. künstlich verlängert und durch entsprechenden Aufbau optimiert wie beim sogenannten ASG-Verfahren) dient der Reinigung des Abwassers bevor es das Grundwasser erreicht. Wesentlich ist, ob dabei die organische Belastung weitgehend abgebaut wird. Zu hohe örtliche Belastungen können die Bodenmikroorganismen überfordern und einen aeroben Abbau zunichte machen. Die Untergrundverhältnisse und der Grundwasserflurabstand sind deshalb wichtige Kriterien.

Über Frachtbetrachtungen kann näherungsweise der Einfluß der Kalium- und Natriumbelastung aus den BE berechnet werden. Unterschiedliche Nutzungen im Abstrom erfordern Einzelfallentscheidungen.

Abschließende Beurteilungen des Behandlungserfolges sind erst nach Langzeitbeobachtungen möglich.

Der Einsatz von offenen, abgedichteten Stapelteichen zur Sammlung des Enteisungsabwassers und zu seiner Behandlung in der nachfolgenden warmen Jahreszeit - analog den Sta-



pelteichen in der Zuckerindustrie - ist theoretisch möglich, aber bis jetzt nicht erprobt. Offene Wasserflächen können, sofern nicht Gegenmaßnahmen getroffen werden, zur Ansammlung von Wasservögeln führen, die eine Gefahr für den Flugbetrieb darstellen (Vogelschlag).

### 5.2.2 Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage

Die Mitbehandlung von Enteisungsabwasser in einer kommunalen Kläranlage ist technisch grundsätzlich möglich; sie sollte angesichts der Ausführungen unter Nr. 5.2.1 angestrebt werden, ist jedoch an Voraussetzungen gebunden:

- Der Betreiber der kommunalen Kläranlage muß bereit sein, Enteisungsabwasser im Rahmen seiner Möglichkeiten (Satzungsrecht) aufzunehmen. Dabei sollte nicht übersehen werden, daß der den Anschluß suchende Flugplatz für die Kommune als Einrichtung der Infrastruktur einen wichtigen Standortfaktor dargestellt.
- Die Kläranlage muß entsprechend dimensioniert sein, um das zusätzliche Abwasser nach Menge und Schadstofffracht aufnehmen zu können. Dem kommt entgegen, daß die im Sommerbetrieb der Kläranlage für die Denitrifikation benötigten Reaktionsräume im Winter für den zusätzlichen Kohlenstoffabbau von Enteisungsabwasser genutzt werden können. Kommunale Kläranlagen werden gewöhnlich nach der täglichen Schmutzfracht bzw. der Stundenspitze des BSB<sub>5</sub> bemessen; bei der Beaufschlagung einer kommunalen Kläranlage mit Enteisungsabwasser (möglicherweise unter Einsatz von MSR-Technik) sind spezifische Kenndaten zur Umrechnung von Bedeutung (**Anhang 2 b**). Die „verträgliche“ Fracht kann dann z. B. durch Online-Betrieb (Messung des TOC) gesteuert werden. Bei Beginn der „Enteisungssaison“ sollte die Einleitung des Enteisungsabwassers in die Kläranlage langsam gesteigert werden, um eine Adaption der Biomasse zu erreichen.
- Bei einem hohen Anteil von BE-/FE-Abwasser an der Gesamtbelastung der Kläranlage ist zu prüfen, ob das Nährstoffverhältnis C : N : P einen ungestörten biologischen Abbau (= Aufbau von Biomasse) zuläßt. Wenn dies nicht der Fall ist, müssen Nährstoffe zu-dosiert werden. Im übrigen ist auch ein schrittweises Vorgehen denkbar; hilfreich dürften möglichst umfassende Aufzeichnungen des Flugplatzbetreibers zum bisherigen FE/BE-Abwasseranfall sowie die Daten der aktuell eingesetzten Enteisungsmittel sein (**vgl. Anhänge 1, 2 a, 2 b**).
- Das Enteisungsabwasser muß - insbesondere, wenn es gegenüber dem kommunalen Abwasser dominiert - gesammelt und gespeichert werden, bevor es dosiert der kommunalen Abwasseranlage zugeführt wird, um keine größeren Belastungsspitzen und -schwankungen in der Kläranlage zu verursachen. Zwischen dem Flugplatzbetreiber und dem Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage sind daher entsprechende vertragliche Regelungen und enge betriebliche Abstimmungen (z. B. für den rechtzeitigen Aufbau zusätzlicher Biomasse) erforderlich.

Der bei der Abwassermitbehandlung anfallende Überschußschlamm kann landwirtschaftlich verwertet werden, sofern er den Vorgaben der Klärschlammverordnung [12]entspricht.



## 6 Zum wasserrechtlichen Vollzug

### 6.1 Zuständigkeit

Der Vollzug der Wassergesetze ist Aufgabe der Bundesländer und ihrer Wasserbehörden; letztere erteilen - sofern das Wohl der Allgemeinheit nicht entgegensteht - nach pflichtgemäßem Ermessen die wasserrechtliche Erlaubnis zur Benutzung eines Gewässers unter Festsetzung von Bedingungen und Auflagen (§ 4 Abs. 1 WHG [1]). Dabei bestimmen die Benutzungsbedingungen den Inhalt der Erlaubnis und grenzen diese nach Art und Umfang ein, während die Festsetzung von Auflagen dazu dient, nachteilige Auswirkungen der Benutzung zu verhindern oder auszugleichen.

### 6.2 Erste Überlegungen

Auf „winterdienstpflichtigen“ Flugplätzen gibt es zur Zeit für den gezielten Einsatz chemischer Enteisungsmittel im Rahmen des Winterdienstes nach der Definition des Standes der Technik i. S. von § 7 a Abs. 5 WHG, die auch „Betriebsweisen“ einschließt, keine vernünftige Alternative (unterirdische Beheizung oder thermische Oberflächenbehandlung von Bewegungsflächen kommen - wenn überhaupt - dann nur in sehr eng begrenztem Rahmen in Betracht).

Es sollte daher zunächst überlegt werden:

- Welche Möglichkeiten zur Verringerung der Schadstofffracht von Enteisungsabwasser bestehen (vgl. Nr. 4) (diese Verringerung ist Daueraufgabe unter Wahrung der Sicherheitserfordernisse) und
- ob angesichts der Schwierigkeiten einer eigenständigen biologischen Behandlung von Enteisungsabwasser (Nr. 5.2.1) dessen Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage (Nr. 5.2.2) möglich ist.

### 6.3 Immissionsbetrachtungen

Scheidet die Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage aus, dann sind im Hinblick auf Nr. 5.2.1 bei Vorlage entsprechender Antragsunterlagen im Wasserrechtsverfahren die erlaubnispflichtigen Benutzungstatbestände (insbesondere § 3 Abs. 1 Nrn. 4 und 5 und § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG) im Rahmen einer Immissionsbetrachtung zu begutachten.

Es wird vorgeschlagen, Umfang und Tiefe der zu fordernden Antragsunterlagen sowie die Formulierung von Bedingungen und Auflagen in guter Verwaltungspraxis an der Verhältnismäßigkeit zu orientieren, nämlich z. B.

- einerseits an der Empfindlichkeit und der hydraulischen Leistungsfähigkeit der zu schützenden Gewässer (Vorbelastung zu beachten)
- andererseits an der Art und Menge der pro Winter eingesetzten Enteisungsmittel,

d.h. je empfindlicher das Gewässer und je größer der Enteisungsmiteleinsatz, desto höher die Anforderungen an Umfang und Tiefe der Antragsunterlagen und die Bedingungen und Auflagen. Diese Methodik ist den Anforderungsstufen bei den VAwS (siehe Anhänge 4 a und 4 b) vergleichbar. Zur Antragstellung/Begutachtung kann auf Basisdaten (Nr. 4.1.4 und Anhang 1) und weitere Daten (Anhänge 2 a, 2 b) zurückgegriffen werden.

Wesentlich ist auch eine aussagekräftige Darstellung des Ist-Zustandes durch den Antragsteller bezüglich



- der eingesetzten BE/FE und deren Minimierung im Rahmen einer Winterdienstordnung
- der bisherigen Auswirkungen von Gewässerbenutzungen und die Darstellung der daraus unter Einbeziehung des Prognose-Zustandes (Entwicklung des Flugplatzes) evtl. schrittweise abzuleitenden Bau- und Betriebsmaßnahmen.

An die Genauigkeit von Bilanzierungen sollten allerdings im Hinblick auf die Ausführungen unter Nr. 3 keine übertriebenen Anforderungen gestellt werden.

Je aussagekräftiger die Antragsunterlagen sind, desto leichter wird es der Wasserbehörde fallen, nachvollziehbare Entscheidungen im Einzelfall zu treffen.

Abb.1 zeigt denkbare Gewässerbenutzungen auf:

- Bei der Indirekteinleitung kann der Flugplatzbetreiber seine Verhandlungsposition gegenüber der aufnehmenden Kommune dadurch verdeutlichen, daß er das Enteisungsabwasser nach Menge (Abfluß) und Konzentration durch Rückhalt vergleichmäßig, gering belastetes (oder unbelastetes) Abwasser aber fernhält.
- Die konkrete Beschreibung des Benutzungsumfanges des Grundwassers gemäß Abb. 1 ist schwierig; hilfsweise kann hier wohl nur in Anlehnung an die Grundwasserverordnung [20] verfahren werden („Vor der Erteilung einer Erlaubnis ... sind mindestens die hydrogeologischen Bedingungen, die mögliche Reinigungskraft des Bodens und des Untergrundes sowie die Möglichkeiten einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften zu untersuchen“ vgl. Grundwasserverordnung [20], § 5).



Abb.6: Bewegungsflächen-Enteisung

## 7 Zusammenfassung



Flugplätze verfügen im Regelfall über große befestigte Flächen, die die Ausbildung von Abflußextrema begünstigen; diese sollten vermieden werden (Nr. 2.4). Um zivile und militärische Flugplätze auch im Winter betriebsbereit halten zu können, ist der zeitweilige Einsatz chemischer Enteisungsmittel (Flugzeugenteiser FE, Bewegungsflächenenteiser BE) erforderlich. Andere Methoden (z. B. Unterflurheizung oder oberirdische Heißluftbehandlung) sind für große Flächen nicht praktikabel.

Die Betriebsbereitschaft der BF wird vorzugsweise durch mechanische Räumung sichergestellt; BE werden nur im notwendigen Umfang eingesetzt, wenn mechanische Räumung und Einsatz abstumpfender Mittel nicht ausreichen, die Sicherheit des Flugbetriebes zu gewährleisten.

Die Flächen, auf denen FE/BE eingesetzt werden (Abb. 1), überschneiden sich teilweise mit Bereichen z. B. für die Betankung von Luftfahrzeugen, auf denen Leichtflüssigkeiten anfallen können; hierfür sind im Regelfall besondere Vorkehrungen zu treffen (Nr. 2.2, Nr. 2.3). Soweit betrieblich sinnvoll und machbar, sollten die besonderen Flächen für die Flugzeugbetankung und -enteisung (siehe Abb. 1) möglichst kompakt gestaltet werden.

Die Zulassung des Einsatzes von Enteisungsmitteln (Art, Menge) auf einem Flugplatz bedarf der Prüfung im Einzelfall. Um diese Prüfung zu erleichtern, werden Vorschläge gemacht (Nr. 4.1 und Anhang 1). Die richtige Auswahl der Enteisungsmittel und ihr Einsatz im Rahmen der Winterdienstordnung (Nr. 4.2) können unmittelbar zur Verringerung von Schadstofffrachten im Enteisungsabwasser beitragen. Im Bereich der Flugzeugenteisung gibt es Möglichkeiten bzw. zeichnen sich Möglichkeiten des Recyclings/der Wiederverwertung ab, die genutzt werden sollten. Flugzeugenteisung nahe der Startposition kann den FE-Einsatz verringern und die Flugsicherheit steigern.

Wird das Enteisungsabwasser zur Ableitung gesammelt, so kann es in Einzelfällen vertretbar sein, nach kontinuierlicher Qualitätskontrolle den gering belasteten Anteil von Enteisungsabwasser unmittelbar in Gewässer einzuleiten.

Die Bemühungen, Enteisungsabwasser mit reproduzierbaren Ergebnissen eigenständig biologisch zu behandeln, müssen derzeit als Pilotprojekte angesehen werden; dazu gehören auch Verfahren, die den Boden z. B. durch breitflächige Versickerung zur Behandlung von Enteisungsabwasser nutzen (Nr. 5.2.1).

Die Formulierung einheitlicher Anforderungen nach dem Stand der Technik gemäß § 7 a WHG an das Einleiten von Enteisungsabwasser in Gewässer aus dafür geschaffenen Abwasserreinigungsanlagen in einem Anhang zur Abwasserverordnung [5] ist somit derzeit nicht möglich. Die Einleitung von Enteisungsabwasser bedarf daher jeweils einer Einzelfallbetrachtung. Bei Immissionsbetrachtungen sollten sich Umfang und Tiefe der zu fordernden Antragsunterlagen sowie die Formulierung von Bedingungen und Auflagen in guter Verwaltungspraxis an der Verhältnismäßigkeit orientieren, nämlich z. B. einerseits an der Empfindlichkeit der zu schützenden Gewässer, andererseits an der Art und Menge der pro Winter eingesetzten Enteisungsmittel, die auf dem Wasserpfad ins Gewässer gelangen können (Anhang 4 b). Sinngemäß gilt dies auch für die Indirekteinleitung.

Nach Möglichkeit sollte die Mitbehandlung in einer kommunalen Kläranlage (Nr. 5.2.2) angestrebt werden, zumal ein Flugplatz als Infrastruktureinrichtung für die betreffende Kommune einen wichtigen Standortfaktor darstellt.



## 8 LITERATUR

- [1] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts  
(Wasserhaushaltsgesetz -WHG) vom 12. Nov. 1996, BGBl. I, S. 1690
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen, Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) vom 18. April 1996, GMBI. Nr. 16/1996, S. 327
- [3] Muster-Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Muster-VAwS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in der Fassung vom 08.11.1990 (verbindlich ist die jeweilige Anlagenverordnung des Landes)
- [4] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz -KrW-/AbfG) vom 27. Sept. 1994, BGBl. I, S. 2 705
- [5] Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer und zur Anpassung der Anlage des AbwAG - Abwasserverordnung (AbwV) vom 21. März 1997, BGBl. I, S. 566
- [6] Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten (RiStWag) der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1982
- [7] ATV-Arbeitsblatt A 117: Richtlinien für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken, 11/77
- [8] „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“. 2. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.4.3, Korrespondenz Abwasser 8/96, S. 1445 ff
- [9] Flugplätze  
Anhang 14 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I: Entwurf und Betrieb von Flugplätzen, 1990
- [10] Sander, F.: Mit dem Stand der Technik leben  
Korrespondenz Abwasser 1997 (44), Nr. 4, S. 712 ff
- [11] ATV-Arbeitsblatt A 138, 1/90: Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser
- [12] Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992, BGBl. I, S. 912
- [13] DVWK-Materialien 3/1995: Potentielle Beeinträchtigung des Grundwassers durch den Verkehr
- [14] Nyhuis, G.: Beitrag zu den Möglichkeiten der Abwasserbehandlung bei Abwässern mit erhöhten Stickstoffkonzentrationen, Veröffentlichungen des Inst. für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 61, 1985



- [15] Eberhardt, H.: Entwicklung alternativer, umweltfreundlicher Vereisungsschutzmittel, Studie, Auftraggeber: Arbeitsgemeinschaft deutscher Verkehrsflughäfen, 1989 (unveröffentlicht)
- [16] Morszeck, Th.,  
Wolffson, Chr.: Untersuchungen zur Behandlung Vereisungsschutzmittel - (VSM) - belasteter Oberflächenwässer von Flugplätzen der Bundeswehr, gwf-Wasser/Abwasser 130, 1989, S. 293 ff
- [17] Grund, D.: „Abwasserbeseitigung am Flughafen München“ zit. nach: „Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie“, Band 49, Verlag Oldenburg, München-Wien, 1996 (Herausg.: Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft)
- [18] Hofstetter, H.: „Groundwater Protection Measures at the Munich Airport“ zit. nach „Environmental management at airports“, Conference Juli 1995, Conference Documentation, Selbstverlag, Manchester, 1996
- [19] DWD Anleitung für den Beobachter an den Klimastationen des DWD
- [20] Grundwasserverordnung vom 20. März 1997, BGBl. I, S. 542
- [21] Wiesbach, B.: Abwasser oder Abfall?  
Korrespondenz Abwasser 1998 (44), Nr. 3, S. 398 ff



## 1 Zielsetzung

Dem Winterdienst- bzw. Gewässerschutz-/Umweltschutzbeauftragten des Flugplatzbetreibers und der zuständigen Wasserbehörde soll durch Kenntnis hinreichender Daten von BE/FE ermöglicht werden

- die FE/BE nach ökologischen Gesichtspunkten zu bewerten und zu vergleichen
- die Auswirkungen von BE/FE auf biologische Kläranlagen / auf den Boden / auf Gewässer (Definition s. § 1 WHG) zu beurteilen.

Dafür sind die in diesem Anhang unter Nr. 4 genannten Untersuchungen erforderlich; nur so können - ausgehend von den Erfordernissen der Betriebsbereitschaft der BF und der Lfz und den örtlichen Gegebenheiten des jeweiligen Flugplatzes während des Winterbetriebes - diejenigen FE/BE ausgewählt werden, die bei fachgerechtem Einsatz die geringste Umweltbeeinflussung bewirken.

## 2 Anforderungen an den Gutachter

Mit der Durchführung der in diesem Anhang unter Nr. 4 genannten Untersuchungen und der Ausarbeitung des in diesem Anhang unter Nr. 5 genannten zusammenfassenden Gutachtens sollen nach Wahl des Hersteller/Vertreibers des BE/FE und auf dessen Kosten nur zertifizierte Untersuchungslabors/Institute (Zertifizierung nach AQS, ISO 9 000, EN 45001, GLP, Akkreditierung nach BAM) beauftragt werden. Diese Regelung soll sowohl bei neuen BE/FE als auch bei Rezepturänderungen von BE/FE angewendet werden.

## 3 Vom Hersteller/Vertreiber vorzulegende Unterlagen und Daten

- Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG
- Produktbeschreibungen wie Bezeichnung der Zubereitung, Handelsname, Kennzeichnung
- Angaben über die Zusammensetzung der Zubereitung.  
Dabei sind sämtliche Inhaltsstoffe (Haupt- und Nebenkomponenten) nach Art (chemische Identität), Menge (Gewichtsprozent) und Wassergefährdungsklasse (WGK) zu nennen. Diese für die Erstellung des Gutachtens nach Nr. 5 dieses Anhanges notwendigen Informationen dürfen an Dritte nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herstellers/Vertreibers weitergegeben werden.
- Daten zum ökologischen Verhalten der Produkte nach der folgenden Nr. 4 dieses Anhanges und deren Bewertung durch das jeweilige beauftragte Untersuchungslabor / Institut. Beim Hersteller / Vertreiber vorhandene Daten können mit verwendet werden, wenn sie nach den in Nr. 4 genannten Methoden ermittelt wurden.

## 4 Vom Untersuchungslabor/Institut durchzuführende Prüfungen und Untersuchungen

- Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen (BSB<sub>5</sub>)  
nach DIN 38409 H 51 oder H 52, jeweils mit Animpfung
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) nach DIN 38 409 H41
- Gesamt organischer Kohlenstoff (TOC) nach DIN 38 409 H3
- Gesamtstickstoff nach DIN 38 409 H27
- Gesamtphosphor nach DIN 38 405 D11, EN 1189
- Metalle (mit ICP-OES oder ICP-MS bzw. mit AAS)  
Es sind folgende Metalle zu bestimmen: Hg (Nachweisgrenze (NWG) 0,005 ppm), As (NWG 0,01 ppm), Cr, Co, Ni, Cu, Se, Cd, Sb, Pb (NWG 0,1 ppm), Na, K, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, Zn, Ba (NWG 1 ppm).
- Organische Spurenstoffe (als GC-Screening mit polarem Extrakt, z.B. Dichlormethan bei pH 3,5-4,0 und unpolarem Extrakt, z.B. Hexan bei pH 8-10. Die Extraktions- und Meßbedingungen sind so zu gestalten, daß Stoffe bis 0,005 Gew.% noch erfaßt werden. Die Trennbedingungen - unpolare oder schwach polare Kapillarsäule  $\geq 25$  m - sind so zu wählen, daß Stoffe wie Decachlorbiphenyl noch als scharfe Peaks eluieren. Sofern Peaks auftreten, die einem Gehalt größer 0,005 Gew.% entsprechen können, sind diese mit GC-MS zu identifizieren).



- Aquatische Toxizität
  - Fischtoxizität (DIN 38 412 L15, OECD 203)
  - Bakterientoxizität  
Pseudomonas-Zellvermehrungshemmtest (DIN 38 412 L8), oder  
Leuchtbakterientest (DIN 38 412 L34/341)
  - Daphnientoxizität (DIN 38 412 L11)
  - Algentoxizität (EN 28 692)
- Biologische Abbaubarkeit
  - Leichte Abbaubarkeit  
modifizierter OECD-Screening-Test nach OECD 301 E
  - Biologische Abbaubarkeit  
im statischen Test - Zahn-Wellens-Verfahren  
nach DIN EN 29 888 / ISO 9888 (L25), sofern kein leichter Abbau nach OECD 301 E  
vorliegt.

Die Abbautests sind mit nicht adaptiertem Belebtschlamm und ggf. zusätzlich mit adaptiertem Belebtschlamm bei der vorgeschriebenen Temperatur sowie zusätzlich bei einer niedrigeren Temperatur ( $8\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ ) durchzuführen.

- Hemmung der biologischen Abbaubarkeit

Bei Hinweisen auf Bakterien-schädlichkeit ist zur Überprüfung evtl. Hemmwirkungen auf den biologischen Abbau ein weiterer Abbautest (z.B. Sapromat-Test nach Offhaus) zusammen mit einem leicht abbaubaren Substrat (z.B. Pepton) durchzuführen.

Die Untersuchungen sind nach den angegebenen bzw. einschlägigen Norm-Vorschriften durchzuführen. Sofern für Untersuchungen keine Norm-Vorschriften existieren bzw. wenn andere Untersuchungsverfahren angewendet werden, sind diese zu beschreiben.

## 5 Gutachten

Das vom Hersteller/Vertreiber beauftragte Untersuchungslabor/Institut erstellt auf der Grundlage der ihm nach Anhang 1, Nr. 3 zur Verfügung gestellten Unterlagen und Daten und der von ihm nach Anhang 1, Nr. 4 ermittelten Untersuchungsergebnisse ein zusammenfassendes Gutachten. In ihm sind die Daten und Ergebnisse in übersichtlicher und nachvollziehbarer Form darzustellen und zu bewerten. Das Gutachten soll auch die Aussage einschließen, ob die aus wasserwirtschaftlicher Sicht an BE/FE zu stellenden Anforderungen (vgl. Nr. 4.1.2 der Hinweise „Enteisungsabwasser von Flugplätzen“) erfüllt sind.

## 6 Weiteres Vorgehen

Es wird empfohlen, wie folgt zu verfahren:

- Der Hersteller/Vertreiber des BE/FE leitet das Gutachten kostenlos an die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV)  
z. Hd. Herrn Dipl.-Ing. Schwäcke  
Postfach 23 04 62  
70624 Stuttgart  
FAX: 0711-948-4746
- Die ADV ist bis auf weiteres bereit und berechtigt, das jeweilige Gutachten über ein BE/FE sowohl für ihre Mitglieder als auch für Dritte mit einem berechtigten Interesse (Wasserbehörden, amtliche Sachverständige, Bundeswehr, Flugplatzbetreiber) bereitzuhalten und auf Anforderung Vervielfältigungen abzugeben.



## Anhang 2 a

### Enteiserwirkstoffe

1	2	3	4	5	6
Enteiserwirkstoff	Aggregatzustand von BE und FE	Wassergefährdungsklasse (WGK) <sup>1)</sup>	theoretischer Wirkstoffverbrauch in Gramm bei annähernd gleicher Wirksamkeit (Harnstoff = 100 g) <sup>4)</sup>	theor. O <sub>2</sub> -Verbrauch des Wirkstoffes in g O <sub>2</sub> pro g Enteiser	mögliche Belastungen
<b>Bewegungsflächenenteiser (BE)</b>					
Harnstoff	fest	1	100	2,13	Stickstoffbelastung / Eutrophierung, O <sub>2</sub> -Zehrung durch Nitrifikation
Isopropanol	flüssig	1	100	2,40	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung
Propylenglykol	flüssig	0	127	1,68	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung
Natriumacetat	fest	0	68	0,78	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung, bei hoher Dosierung in Kläranlagen möglicherweise Gefahr von Blähschlammabildung, Salzbelastung
Kaliumacetat	flüssig <sup>3)</sup>	1	82	0,65	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung, bei hoher Dosierung in Kläranlagen möglicherweise Gefahr von Blähschlammabildung, Salzbelastung
Natriumformiat	fest	1	57	0,24	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung, Salzbelastung
Kaliumformiat	flüssig <sup>3)</sup>	1 <sup>2)</sup>	70	0,19	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung, Salzbelastung
<b>Flugzeugenteiser (FE)</b>					
Propylenglykol	flüssig	0	127	1,68	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung
Diethylenglykol	flüssig	1	177	1,51	organische Belastung/O <sub>2</sub> -Zehrung, insbes. bei niedrigen Temperaturen nicht leicht abbaubar (Adaption erforderlich)

<sup>1)</sup> Einstufung gemäß VwVwS [2]

<sup>2)</sup> WGK in Anlehnung an Natriumformiat; Kaliumformiat ist bisher nicht eingestuft.

<sup>3)</sup> im Lieferzustand 50 Gewichtsprozent Wasseranteil

<sup>4)</sup> die angegebene Wirkstoffmenge in g entspricht jeweils der gleichen Anzahl auftauwirksamer Teilchen (Moleküle bzw. Ionen)

## Anhang 2 b

### Spezifische Kenndaten und Umrechnungswerte von Enteiserwirkstoffen (vorläufige Angaben)

1	2	3	4	5	6	7
Enteiserwirkstoff	CSB <sup>1)</sup> mg/mg	TOC mg/mg	CSB:TOC -	BSB <sub>5</sub> mg/mg	CSB:BSB <sub>5</sub> -	BSB <sub>5</sub> :TOC -
Propylenglykol	1,68	0,47	3,6	0,93	1,8	2,0
Diethylenglykol <sup>2)</sup>	1,51	0,45	3,4	0,39 - 0,96 <sup>4)</sup>	1,6 - 3,9	0,9 - 2,1
Na-Acetat <sup>3)</sup>	0,78	0,29	2,7	0,46	1,7	1,6
K-Acetat <sup>3)</sup>	0,65	0,24	2,7	0,39	1,7	1,6
Na-Formiat <sup>2)</sup>	0,24	0,18	1,3	0,05 - 0,16 <sup>4)</sup>	1,5 - 4,8	0,3 - 0,9
K-Formiat <sup>2)</sup>	0,19	0,14	1,3	0,04 - 0,13 <sup>4)</sup>	1,5 - 4,8	0,3 - 0,9

<sup>1)</sup> berechnet als theor. Sauerstoffbedarf

<sup>2)</sup> BSB<sub>5</sub>-Werte nach Firmenangaben (DIN 38 409 H 51)

<sup>3)</sup> BSB<sub>5</sub>-Wert nach Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (DIN/EN 29 408)

<sup>4)</sup> unterschiedliche BSB<sub>5</sub>-Werte in Abhängigkeit von der Adaption der Bakterien



**TOC (DOC) - Bestimmung**

Die **Bestimmung des TOC** ist mit folgenden Verfahrensvarianten möglich:

- **Direktmethode**

Die Probe wird angesäuert und gestrippt. Das gebildete CO<sub>2</sub> wird gemessen und ergibt den TIC. Von der verbleibenden Probe wird eine Teilmenge in einem katalytischen Ofen verbrannt. Aus dem gebildeten CO<sub>2</sub> ergibt sich der NPOC (= nicht flüchtiger TOC).

Nachteil: flüchtige organische Verbindungen sowie Formiate und Acetate werden unter Umständen nur teilweise erfaßt.

- **Differenzmethode**

Der TIC wird wie bei der Direktmethode bestimmt. Gleichzeitig wird eine Probe im katalytischen Ofen verbrannt und ergibt den TC. Durch Subtraktion des TIC vom TC ergibt sich der TOC.

Vorteil: Auch flüchtige Stoffe werden erfaßt

Nachteil: Bei hohen TIC-Werten und niedrigen TOC-Werten werden die TOC-Werte ungenau

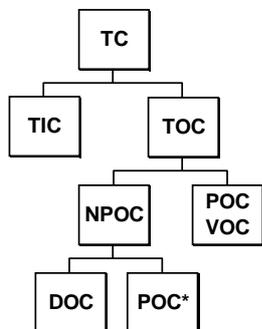
- **Additionsmethode**

Wie bei der Direktmethode wird die Probe angesäuert und gestrippt. Aus dem gestrippten Gas wird das CO<sub>2</sub> absorbiert und anschließend in den katalytischen Ofen geleitet. Das dort durch Verbrennung gebildete CO<sub>2</sub> ergibt POC. Danach wird von der Probe, die bereits gestrippt wurde, eine Teilmenge in den katalytischen Ofen dosiert, was den NPOC ergibt. Die Summe aus POC und NPOC ergibt den TOC.

Nachteil: In Wasser gut lösliche bzw. schwerflüchtige Substanzen werden möglicherweise nicht quantitativ gestrippt

Alle drei Verfahrensmethoden sind sowohl in Laborgeräten als auch in kontinuierlich arbeitenden Prozeßmeßgeräten realisiert. Derartige Geräte werden von verschiedenen Firmen angeboten. Bei der Auswahl des Gerätes ist darauf zu achten, daß es nach Ansäuerung und Strippung bei Acetaten und Formiaten bezüglich des TIC zu Minderbefunden kommen kann.

Zum Betrieb von Prozeßmeßgeräten muß das Abwasser vorher filtriert werden (DOC). Hierzu werden von den Geräteherstellern verschiedene Probenfilter angeboten: Ultrafiltrationsmodule, Papierbandfilter, Siebtrommelfilter und dgl.



Abkürzungen:

- TC total carbon (Gesamtkohlenstoff)
- TIC total inorganic carbon (gesamter anorganischer Kohlenstoff)
- TOC total organic carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
- POC (VOC) purgeable (volatile) organic carbon (flüchtiger organischer Kohlenstoff)
- NPOC non purgeable organic carbon (nicht flüchtiger organischer Kohlenstoff)
- DOC dissolved organic carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)
- POC\* particulare organic carbon (ungelöster organischer Kohlenstoff)



§ 6

Gefährdungspotential

1. Die Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, vor allem zur Anordnung, dem Aufbau, den Schutzvorkehrungen und zur Überwachung, sind nach ihrem Gefährdungspotential zu stufen.
2. Das Gefährdungspotential hängt insbesondere ab vom Volumen der Anlage und der Gefährlichkeit der in der Anlage vorhandenen wassergefährdenden Stoffe, sowie der hydrogeologischen Beschaffenheit und Schutzbedürftigkeit des Aufstellungsortes.
3. Das Volumen der Anlage und die Gefährlichkeit werden durch die in der folgenden Tabelle dargestellten Gefährdungsstufen berücksichtigt; bei gasförmigen Stoffen ist deren Masse anzusetzen. Für Anlagen mit Stoffen, deren Wassergefährdungsklassen (WGK) nicht sicher bestimmt ist, wird die Gefährdungsstufe nach WGK 3 ermittelt.

m <sup>3</sup> bzw. t	Wassergefährdungsklasse (WGK)			
	0	1	2	3
≤ 0,1	Stufe A	Stufe A	Stufe A	Stufe A
> 0,1 ≤ 1,0	Stufe A	Stufe A	Stufe A	Stufe C (B VAWS Bayern)
> 1 ≤ 10	Stufe A	Stufe A	Stufe B	Stufe D (C VAWS Bayern)
> 10 ≤ 100	Stufe A	Stufe A	Stufe C	Stufe D
> 100 ≤ 1 000	Stufe A	Stufe B	Stufe D	Stufe D
> 1 000	Stufe A	Stufe C	Stufe D	Stufe D

-----  
---

Anhalt für die Anforderungen (von A\* bis D\* zunehmend)  
an Umfang und Tiefe von Antragsunterlagen/  
Bedingungen und Auflagen

Anhang 4 b

je Winter verbrauchte Enteisungsmittel (m <sup>3</sup> bzw. t)	Empfindlichkeit des Gewässers, z.B. in Anlehnung an [8], Tabelle 1 a, 1 b		
	niedrig	mittel	hoch
≤ 10	A*	A*	A*
> 10 bis ≤ 100	A*	A*	B*
> 100 ≤ 1 000	A*	B*	C*
> 1 000	B*	C*	D*

**Notizen:**



**Notizen:**



## Dokumentenlauf

Betreff:

Mitzeichnung/Kennntnisnahme vor Auslauf:

Org.-E

Datum

Zchn.

### Dokumenteninfo:

1. Entwurf	Aktueller Bearbeiter/Dateiname
Gruber_H	Systemverwaltung E:\Zwischenablage\Flugplatz_Enteisung.doc

gelesen Kzl.	geprüft Verf.	Löschen	gelöscht
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

versandt:	Strichcode:

