

**MITTEILUNGEN ZUM
GEWÄSSERSCHUTZ**

NR. 43

**Abwässer aus Kehrlicht-
verbrennungsanlagen**

**Empfehlungen für die
Untersuchung und Beurteilung**



**MITTEILUNGEN ZUM
GEWÄSSERSCHUTZ**

NR. 43

**Abwässer aus Kehrlicht-
verbrennungsanlagen**

**Empfehlungen für die
Untersuchung und Beurteilung**

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2004**

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt». Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen, gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Das BUWAL ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Titelbild

© KEBAG Kehrichtbeseitigungs-AG, Zuchwil

Bezug

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Dokumentation
3003 Bern
Fax + 41 (0)31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

Bestellnummer

MGS-43-D

© BUWAL 2004

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
Vorwort	7
1 Einleitung	9
2 Allgemeine Erläuterungen	10
2.1 Grenzwerte und Richtwerte	10
2.2 Richtwerte für KVA-Abwässer	11
3 Abwasserverhältnisse und Stand der Technik	12
3.1 Beschreibung der Abwasserverhältnisse	12
3.2 Stand der Technik für die KVA-Abwasserbehandlung	14
4 Beurteilung und Untersuchung der Abwässer aus analytischer Sicht	15
4.1 Allgemeines zur Analytik	16
4.2 Probenahme und Probenkonservierung	16
4.3 Probenvorbereitung	17
4.4 Analytische Bestimmungen	18
4.5 Angabe der Resultate	19
5 Empfehlungen	21
5.1 Untersuchung und Beurteilung von KVA-Abwässern	21
5.2 Anforderungen an bestehende Vorbehandlungsanlagen	23
5.3 Anforderungen an neue Vorbehandlungsanlagen	24
5.4 Anforderungen bei Sonderabfallverbrennungsanlagen	24
Anhänge	
Anhang I	Konzept für die Beurteilung von bestehenden KVA-Vorbehandlungsanlagen
Anhang II	Mitglieder der Arbeitsgruppe

Abstracts

The present communication provides information about revisions of 22 October 2003 to the Water Pollution Ordinance (WPO), which come into force on 01.01.2004. This document is concerned with establishing requirements according to the best available techniques (BAT) for discharges of wastewater from municipal waste incineration plants. The increased flexibility in the form of standard values, which were fixed as requirements in relation to specific industrial sectors for wastewater from municipal waste incineration plants, is justified and explained. To assist in implementation, recommendations are given on the investigation and assessment of wastewater from municipal waste incinerators.

Keywords: wastewater from municipal waste incinerators, best available techniques (BAT), standard values, revision of the WPO, assistance in implementation

Die vorliegenden Mitteilungen informieren über die Änderung der GschV vom 22. Oktober 2003, die am 01.01.2004 in Kraft tritt. Dabei geht es um die Festlegung der Anforderungen nach dem Stand der Technik für die Einleitung von Abwässern aus Kehrichtverbrennungsanlagen. Die Flexibilisierung durch Richtwerte, die neu als branchenspezifische Anforderungen für Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen festgelegt wurden, wird begründet und erläutert. Für den Vollzug werden Empfehlungen für die Untersuchung und Beurteilung der Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen abgegeben.

Stichworte: Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen, Stand der Technik, Richtwerte, Änderung der GschV, Vollzugshilfe

La présente publication traite de la modification du 22 octobre 2003 de l'OEaux, qui entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2004. Il s'agit de nouvelles exigences, conformes aux techniques les plus récentes et s'appliquant au déversement des eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères. Les valeurs indicatives fixées qui servent de nouveaux critères pour ce secteur spécifique garantissent davantage de flexibilité. La présente publication justifie et explique cette flexibilité et propose des recommandations pour l'analyse et l'appréciation des eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères, afin de faciliter l'exécution.

Mots-clés: eaux usées des usines d'incinération des ordures ménagères, état de la technique, valeurs indicatives, modification de l'OEaux, aide à l'exécution

La presente pubblicazione informa sulla modifica del 22 ottobre 2003 dell'OPAc, che entrerà in vigore il 1° gennaio 2004. Essa tratta le procedure per stabilire i requisiti conformi allo stato attuale della tecnica relativa all'immissione delle acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Inoltre motiva e illustra la flessibilizzazione mediante valori indicativi, stabiliti ex novo quali requisiti specifici per le acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Infine, lo studio propone delle raccomandazioni sull'esecuzione, concernenti l'analisi e la valutazione delle acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani.

Parole chiave: acque di scarico degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani, stato attuale della tecnica, valori indicativi, modifica dell'OPAc, aiuto all'esecuzione

Vorwort

In der neuen Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) wurden Anforderungen für die Ableitung von Abwässern aus Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) aufgenommen. Aus zeitlichen Gründen war es jedoch seinerzeit nicht möglich, alle technischen Detailabklärungen zur Erhärtung der neuen Grenzwerte vorzunehmen, die gegenüber den bisherigen Anforderungen wesentlich niedriger festgesetzt wurden. Dies führte in der Praxis zu Problemen. Der Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA) machte in der Folge darauf aufmerksam, dass auch mit modernen Abwasserbehandlungsanlagen ausgerüstete KVA nicht in der Lage seien, die Grenzwerte einhalten zu können. Das BUWAL setzte Anfang 1999 einen Arbeitsausschuss mit Vertretern des VBSA und kantonaler Gewässerschutzfachstellen ein, um die Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Vorschriften zu prüfen, die Massnahmen nach dem Stand der Technik bei der Behandlung von Abwässern aus KVA zu evaluieren und Empfehlungen auszuarbeiten.

In der Folge zeigte sich, dass jede KVA bezüglich der Abwasserverhältnisse einen Einzelfall darstellt. Deshalb müssen die Einleitungsbedingungen für die abzuleitenden Abwässer individuell festgelegt werden können. Damit kann sichergestellt werden, dass die Art und Menge der Abwässer, der spezifische Abwasseranfall und das Abwasserregime der betreffenden KVA im Einzelfall Berücksichtigung finden. Für diese Flexibilisierung werden die Anforderungen neu als Richtwerte festgelegt. Diese Richtwerte bilden die Grundlage für die durch die Behörde verfügte Festlegung der Anforderungen an die Einleitung aufgrund der Verhältnisse im Einzelfall. Das BUWAL hat für die Umsetzung der Vorschriften die vorliegende Vollzugshilfe in Form von Empfehlungen und Erläuterungen ausgearbeitet.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Abteilung Gewässerschutz und Fischerei

Peter Michel

1 Einleitung

In der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 sind in Anhang 3.2, Ziffer 36, Nr. 2 branchenspezifische Anforderungen für Abwässer aus Kehrichtverbrennungsanlagen aufgenommen worden. Diese Anforderungen sind im Vergleich zu den Grenzwerten nach den Vorschriften der bis Ende 1998 gültigen Verordnung über Abwassereinleitungen wesentlich tiefer. Mit den neuen Grenzwerten wurde nicht bezweckt, die Anforderungen für KVA-Abwässer generell zu verschärfen, sondern es sollten Werte vorgeschrieben werden, die bei der Behandlung der KVA-Abwässer mit den erprobten Verfahren nach dem Stand der Technik erreicht werden können. Insbesondere war nicht beabsichtigt, dass bestehende, gut funktionierende Abwasserbehandlungsanlagen als Folge der neuen Anforderungen mit zusätzlichen Verfahrensstufen, wie z. B. selektiven Ionenaustauschern ausgerüstet werden müssen.

Die tiefen Konzentrationsgrenzwerte stellten die KVA-Betreiber vor erhebliche Schwierigkeiten, da die neuen Anforderungen nicht oder nur zum Teil eingehalten werden können. Nachdem umfassende Untersuchungen zeigten, dass für alle Anlagen einheitlich festgelegte Grenzwerte für die Metalle nicht zweckmässig sind, wurde die Gewässerschutzverordnung in der Folge geändert. Die Änderung der Gewässerschutzverordnung wurde mit Bundesratsbeschluss vom 22. Oktober gutgeheissen und tritt am 1. Januar 2004 in Kraft:

Die Werte für Antimon und Arsen in Anhang 3.2 Ziffer 36 Nr. 2 Kehrichtverbrennungsanlagen werden ersatzlos gestrichen.

Die übrigen Werte in Anhang 3.2 Ziffer 36 Nr. 2 Kehrichtverbrennungsanlagen gelten als Richtwerte für die Festlegung der Anforderungen an die Einleitung durch die Behörde auf Grund der Verhältnisse im Einzelfall.

Diese Regelung ermöglicht den für den Vollzug der Vorschriften zuständigen Behörden, die Einleitungsbedingungen für jede Anlage unter Berücksichtigung der spezifischen Abwassersituation individuell festzulegen. Die vorliegenden Erläuterungen und Empfehlungen sind in Zusammenarbeit mit Vertretern von kantonalen Gewässerschutzfachstellen und des Verbandes der Betriebsleiter und Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA) als Vollzugshilfe ausgearbeitet worden.

Die vorliegende Publikation stellt wie Wegleitungen, Richtlinien, Empfehlungen u.s.w. eine Vollzugshilfe für die Aufsichtsbehörde dar. Vollzugshilfen konkretisieren unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und ermöglichen damit eine einheitliche Vollzugspraxis. Sie gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit, andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden die Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Weichen sie dagegen davon ab, müssen sie nachweisen, dass die abweichende Lösung ebenfalls einen rechtskonformen Vollzug gewährleistet.

2 Allgemeine Erläuterungen

2.1 Grenzwerte und Richtwerte

Die in Anhang 3.2 Ziffer 3 festgelegten besonderen Anforderungen für bestimmte Stoffe aus bestimmten Branchen (Konzentrationsgrenzwerte, produktionsspezifische Werte, prozentuale Anforderungen) sind Grenzwerte, die mit Massnahmen nach dem Stand der Technik erreicht und demzufolge von den Behörden auch durchgesetzt werden können. Da es sich um definierte Produktionsprozesse handelt, werden diese Anforderungen in der Regel direkt in die entsprechenden Einleitungsbewilligungen aufgenommen. Die Behörden können die Grenzwerte nach Ziffer 3 – im Gegensatz zu den allgemeinen Anforderungen nach Ziffer 2 – nicht erleichtern, sofern dies bei den einzelnen Branchen nicht ausdrücklich vorgesehen ist.

Um den besonderen Verhältnissen bei einzelnen Branchen oder Abwassersituationen Rechnung tragen zu können, enthält Ziffer 3 anstelle von Grenzwerten auch Richtwerte. Numerische Anforderungen in Form von Richtwerten unterscheiden sich von Grenzwerten dadurch, dass sie lediglich die Grössenordnung für die Festlegung einer konkreten Anforderung vorgeben. Mit Richtwerten im Sinne von Zielvorgaben wird beispielsweise aufgezeigt, welcher Konzentrationsbereich bei der Abwasserbehandlung anzustreben ist und unter bestimmten Voraussetzungen auch erreicht werden kann. Es ist Aufgabe der Behörde, eine Beurteilung der Verhältnisse im Einzelfall vorzunehmen und zu entscheiden, welche konkreten Anforderungen in die Einleitungsbewilligung aufgenommen werden. Im Falle von KVA-Abwässern ist es bei bestehenden Anlagen zum Teil erforderlich und begründet, Anforderungen festzulegen, die für einzelne oder mehrere Metalle mehrfache Überschreitungen der Richtwerte zulassen (vgl. Kapitel 5).

Bei der Umsetzung der Richtwerte in die konkreten Anforderungen der Einleitungsbewilligung gelten die Grundsätze nach Anhang 3.2 Ziffer 1. Danach sind bei der Abwasserbehandlung die nach dem Stand der Technik notwendigen Massnahmen zu treffen, um die Verunreinigung der Gewässer zu vermeiden. Insbesondere ist dafür zu sorgen, dass so wenig abzuleitendes Abwasser anfällt und so wenig Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Mit den Vorschriften über die Einleitung von Metallen bezweckt die GSchV in erster Linie, die Menge der abgeleiteten Stoffe zu verringern. Das heisst, dass nicht nur die Konzentration eines Metalles im Abwasser, sondern auch die abzuleitende Metallfracht für die Beurteilung massgebend ist.

2.2 Richtwerte für KVA-Abwässer

Die als Konzentrationswerte in der Gewässerschutzverordnung enthaltenen Richtwerte für KVA-Abwässer basieren auf der Erfahrung, dass es unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist, die Metalle mittels Flockung, Fällung und mechanischer Abtrennung der Feststoffe sehr wirkungsvoll aus dem Abwasser zu eliminieren. Es können Werte erreicht werden, die zum Teil erheblich unter den nach Anhang 3.2 Ziffer 2 festgelegten „Allgemeinen Anforderungen“ liegen.

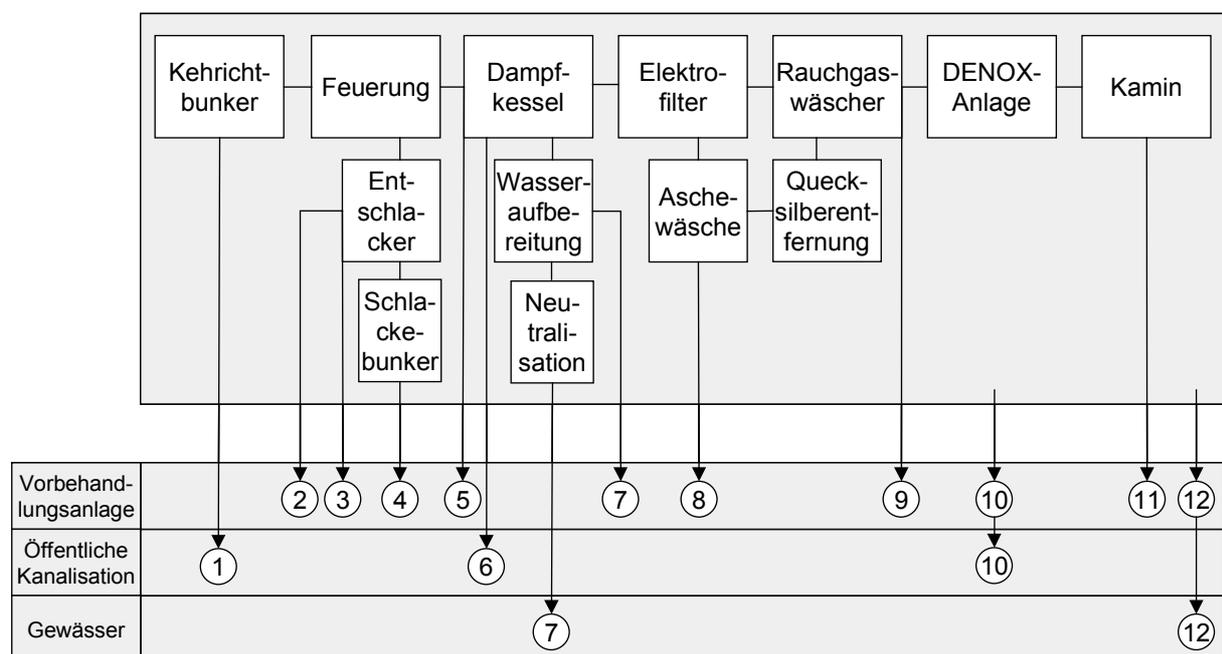
Im Falle der Richtwerte für die Anforderungen bei KVA-Abwässern sind die gleichen numerischen Werte aufgeführt, wie sie beim Erlass der Verordnung 1998 als Grenzwerte festgesetzt wurden. Damit wird angestrebt, dass weiterhin generell strenge, im Einzelfall jedoch verhältnismässige Anforderungen an die abgeleiteten Abwässer gestellt werden.

Jede KVA stellt bezüglich der Abwassersituation einen Einzelfall dar. Insbesondere zeigten die Untersuchungen, dass die Anwendung gleicher technischer Verfahren oder Verfahrensstufen bei der Abwasserbehandlung nicht gleiche Endkonzentrationen für die Metalle in den behandelten Abwässern ergeben. Im Vollzug ist dies erst augenfällig geworden, nachdem die einzelnen Konzentrationswerte in der neuen Gewässerschutzverordnung zum Teil um Zehnerpotenzen erniedrigt wurden.

3 Abwasserverhältnisse und Stand der Technik

3.1 Beschreibung der Abwasserverhältnisse

Jede KVA weist ein den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepasstes Abwasserregime auf. Je nach Betrieb fallen pro Tonne Kehrrecht zwischen rund 0.2 und 1.5 m³ Abwasser an, d.h. die spezifische Abwassermenge kann um den Faktor 6 verschieden sein. In KVA werden folgende Abwasserarten unterschieden:



Es gibt drei Varianten die DENOX-Anlage zu betreiben bzw. zu positionieren:

- A) nicht katalytische DENOX-Anlage zwischen Feuerung und Dampfkessel (SNCR)
- B) katalytische DENOX-Anlage zwischen Elektrofilter und Rauchgaswäscher (SCR high dust)
- C) katalytische DENOX-Anlage zwischen Rauchgaswäscher und Kamin (SCR low dust)

Bei den beiden Positionierungen A) und B) vor dem Rauchgaswäscher fällt in der Rauchgaswäsche zusätzlich Ammonium/Ammoniak an, das ggf. im Rahmen der Abwasservorbehandlung mittels Stripper aus dem Abwasser grösstenteils entfernt und in die DENOX-Anlage zurückgeführt wird.

- (1) Kehrrechtbunkerentwässerung
Die Schwermetallbelastung ist im allgemeinen gering, jedoch ist das Abwasser organisch verunreinigt. Auf eine Kehrrechtbunkerentwässerung wird meist verzichtet, da der Kehrrecht genügend saugfähig ist.
- (2)/(3)/(4) Abwasser aus Schlackenabkühlung / Schlackenwäsche / Schlackenbunkerabwasser
Das Abwasser ist basisch und enthält Schwermetalle insbesondere im Feinanteil der Feststoffe.

- (5) Kesselwaschwasser
Bei nasser Kesselreinigung fallen schwermetallbelastete Abwässer an, welche vorbehandelt werden müssen.
- (6) Kesselabschlammwasser
Das Abwasser enthält u. U. Korrosionsinhibitoren, Salze und Rostpartikel.
- (7) Abwasser aus Wasseraufbereitung (Ionentauscherregeneration)
Das Abwasser enthält Salzsäure und Natronlauge bzw. Natriumchlorid.
- (8) Abwasser aus Flugasche-/Elektrofilteraschewäsche
Die Aschewäsche erfolgt sauer oder neutral bis leicht basisch. Das Abwasser enthält Salze und Schwermetalle. Bei der sauren Wäsche wird meistens Quecksilber vorgängig selektiv aus dem sauren Wäscherabwasser, welches für die Aschewäsche verwendet wird, abgetrennt.
- (9) Abwasser aus Rauchgasreinigung
In der Rauchgaswäsche bestehen meist zwei Kreisläufe, a) saurer und b) neutraler bis alkalischer Kreislauf. Das Abwasser enthält Säuren, Salze, vor allem Ca- und Na-Chloride, -Sulfate, -Fluoride, und gelöste Schwermetalle. Falls sich die DENOX-Anlage vor dem Rauchgaswäscher befindet, enthält das Abwasser auch Ammoniumsalze.
- (10) Reinigungsabwässer (inkl. Kondensatabscheider)
Die Reinigungsabwässer weisen je nach Ort im Betrieb unterschiedliche Belastungen auf. Abwässer aus Kondensatabscheidern enthalten Korrosionsinhibitoren.
- (11) Kaminfussentwässerung
Das Abwasser enthält Spuren von Säuren, Schwermetallen und allenfalls Ammonium.
- (12) Infrastrukturabwässer (z.B. Umschlagplätze)
Das Abwasser ist im Normalfall schwach belastet, eine Gefährdung besteht im Havariefall.

Die Abwässer fallen zum Teil kontinuierlich und zum Teil diskontinuierlich an. Der Verlauf der Abwasserströme, insbesondere welche Abwasserströme über die Vorbehandlungsanlage geführt werden, ist aus dem Abwasserschema ersichtlich. Im Einzelfall können sich Abweichungen von diesem Schema ergeben, da z. T. wenig belastete Ströme nicht über die Vorbehandlungsanlage, sondern mit dem häuslichen Abwasser direkt in die öffentliche Kanalisation geführt werden können.

Das Ziel der Abwasservorbehandlung besteht in erster Linie darin, Metalle wie Blei, Cadmium, Kupfer, Chrom, Nickel, Zink und Quecksilber aus dem Abwasser zu entfernen. Es gelangen Verfahren zur Anwendung, die auf eine möglichst weitgehende gemeinsame Elimination dieser Stoffe ausgerichtet sind. Dafür eignen sich Verfahren, welche die Metalle zum grössten Teil ausfällen, so dass sie sich als Feststoffe mittels Sedimentation oder Filtration abtrennen lassen.

Den zu entfernenden Metallen ist eigen, dass ihre maximale Elimination nur unter ganz bestimmten pH-Verhältnissen möglich ist. Da die Fällung der Stoffe gemeinsam erfolgt und der pH-Wert nicht für jedes einzelne Metall optimiert werden kann, muss ein pH-Wert eingestellt werden, der einen für alle Metalle optimalen, jedoch nicht maximalen Fällungseffekt bewirkt. Um den Eliminationseffekt zu verbessern, werden die Metalle zusätzlich noch mit anorganischen oder organischen Schwefelverbindungen gefällt. Das Ergebnis der Abwasserbehandlung ist sowohl von der Zusammensetzung des Rohabwassers als auch von der Art der Abwasserbehandlung abhängig. Je nach Konzept der Abwasserbehandlung erfolgen die Neutralisation und Fällung mittels Natronlauge oder Kalkmilch. Als Flockungsmittel werden organische Hilfsstoffe und Eisenchlorid zugegeben.

Mit den angewandten Verfahren können sehr hohe Metall-Eliminationsraten erzielt werden, die zum Teil über 99 Prozent liegen. Dabei resultieren auch entsprechend tiefe Metallkonzentrationen in den abzuleitenden Abwässern. Die Einhaltung der Richtwerte nach der GSchV ist jedoch nicht in allen Fällen möglich.

3.2 Stand der Technik für die KVA-Abwasserbehandlung

Im Sinne der Vorschriften der GSchV kann der Stand der Technik für die Behandlung von KVA-Abwässern zusammenfassend wie folgt umschrieben werden:

- Ausreichend dimensionierte, gut funktionierende Einrichtungen zur Neutralisation der Abwässer und zur gemeinsamen Fällung/Flockung der Metalle und Abtrennung der Feststoffe, oder andere Verfahren mit vergleichbarem Wirkungsgrad.
- Nötigenfalls Zugabe von organischen oder anorganischen Schwefelverbindungen zur Nachfällung der Metalle.
- Zusätzliche Behandlungsstufen, wie zum Beispiel selektive Ionenaustauscher, nachgeschaltete Filter, oxidative Behandlung (Sulfitoxidation) oder Ammoniakstripping gehören zum Stand der Technik, wenn besondere Verhältnisse (z. B. bei der Einleitung des Abwassers in kleine empfindliche Gewässer) vorliegen.

Es hat sich gezeigt, dass für

- **Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Nickel** praktisch keine Überschreitungen der Richtwerte festgestellt werden, in Einzelfällen jedoch Überschreitungen im Bereich einer Größenordnung vorkommen können.
- **Zink** die häufigsten und höchsten Überschreitungen des Richtwertes festgestellt werden, wobei der Zinkwert auch bei gut geführten Anlagen oft oder permanent überschritten sein kann.
- **Quecksilber** Überschreitungen des Richtwertes auch bei gut geführten Anlagen festgestellt werden können.

4 Beurteilung und Untersuchung der Abwässer aus analytischer Sicht

Vorbemerkung

Gereinigte Abwässer aus KVA sind einerseits dadurch gekennzeichnet, dass sie im Vergleich zu Industrie- und Gewerbeabwässern sehr hohe Salzgehalte bis zu 50 Gramm Chlorid pro Liter und in einzelnen Fällen noch mehr aufweisen, die das Untersuchungsmaterial aus der Sicht des Analytikers zu einem Konzentrat machen. Andererseits können mit den angewandten Abwasserbehandlungsverfahren Metallkonzentrationen erreicht werden, die erheblich unter den Allgemeinen Anforderungen nach Anhang 3.2 Ziffer 2 der GSchV liegen.

Diese Umstände stellen unüblich hohe Anforderungen an die Schwermetall-Analytik. Wird den Spezialanforderungen nicht entsprechend Rechnung getragen, können Fehler entstehen, die letztlich zu Ungunsten der KVA-Betreiber als Überschreitung der vorgeschriebenen Einleitungsgrenzwerte interpretiert werden können.

Wie sich aufgrund von umfassenden Untersuchungen zeigte, sind die gereinigten Abwässer vieler KVA nach dem Inkrafttreten der neuen Vorschriften oft beanstandet worden, da als Folge von Messungenauigkeiten, Messfehlern und Kontaminationen der Proben zu hohe Metallkonzentrationen gemessen wurden.

Zielsetzung

- Bei der Untersuchung und Beurteilung der abgeleiteten Abwässer muss sichergestellt werden können, dass gut funktionierende, fachgerecht betriebene Abwasserreinigungsanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, nicht fälschlicherweise beanstandet werden, weil die Probenahme und die Analytik den Anforderungen nicht entsprechen.
- Untersuchungsergebnisse bei Messungen von Metallen in salzhaltigem KVA-Abwasser mit sehr tiefen Konzentrationen (im Bereich der Verordnungswerte) müssen zwingend mit Angaben über die Messunsicherheit versehen werden.

Das BUWAL beauftragte einen Experten, die im Zusammenhang mit der Untersuchung und Beurteilung von KVA-Abwässern auftretenden Probleme zu ermitteln und darzustellen sowie die aus analytischer Sicht nötigen Anforderungen aufzuzeigen. Die in diesem Expertenbericht¹ enthaltenen Anleitungen und Anforderungen für das korrekte Vorgehen bei der Probenahme, Untersuchung und Beurteilung von Abwässern aus KVA werden nachstehend zusammenfassend dargestellt. Die Empfehlungen richten sich sowohl an die mit der Untersuchung beauftragten Laboratorien als auch an die KVA-Betreiber und die kontrollierenden Behörden.

¹ Probenahme und Untersuchung von Abwässern aus KVA, Anforderungen und Bedingungen aus analytischer Sicht, Peter Link AG, Institut für Umweltschutz, Dezember 2001.
Der Bericht kann bei der Abteilung Gewässerschutz und Fischerei des BUWAL bezogen werden.

4.1 Allgemeines zur Analytik

Die Untersuchung von gereinigten KVA-Abwässern umfasst verschiedene Arbeitsschritte. Um eine Vorbehandlungsanlage korrekt beurteilen zu können, ist es von grösster Bedeutung, dass alle Einflüsse, die das Untersuchungsergebnis verfälschen können, möglichst ausgeschaltet werden. Die zu messenden Metallkonzentrationen liegen in einem sehr tiefen Bereich und die Untersuchung stellt demzufolge entsprechend hohe Anforderungen von der Probenahme bis zur Messung.

4.2 Probenahme und Probenkonservierung

Einflüsse durch Kontaminationen bei der Probenahme

Saubere Sammelgefässe, Schöpfkellen, Transportflaschen usw. sind für Probenahmen zwar ohnehin eine Selbstverständlichkeit, für KVA-Abwasser aber von ganz besonderer Bedeutung. Hierzu ein Beispiel für das ubiquitäre Zink:

In der KVA X erfolgt eine zeitproportionale Probenahme über 24 h. Die Schlauchleitungen der Probenahmpumpe und das Sammelgefäss sind zinkfrei. Die bereitgestellte Transportflasche ist neu. Nach Beendigung der Sammeldauer wird das Material im Sammelgefäss - 15 l Abwasser in einem 30-l-Kunststofffass - mit einer Schöpfkelle aufgerührt, geschöpftes Probematerial wird mit Hilfe eines Glastrichters in eine 1-l-Transportflasche transferiert, zur Konservierung wird aus einer Pipette Salpetersäure zugesetzt. Also beste Voraussetzungen, könnte man meinen.

Die nicht vorgereinigte Schöpfkelle wies eine durchschnittliche Zinkbelastung von lediglich $1.8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ auf, bei einer Gesamtfläche von 11 dm^2 total 2 mg Zn , hiervon gingen 80% in das Probematerial im Sammelgefäss über (total 1.6 mg Zn , bei 15 l Probematerial entsprechend 0.11 mg Zn/l).

Der Glastrichter war ebenfalls nicht vorgereinigt. Bei der Umfüllung gelangten 0.06 mg Zn absolut in die 1-l-Transportflasche (0.06 mg Zn/l).

Die benutzte Konservierungssäure bester Qualität war zinkfrei, nicht jedoch die verwendete Glaspipette. Zusammen mit der Konservierungssäure gelangten 0.04 mg Zn absolut in die Transportflasche (0.04 mg Zn/l).

Die in jeder Beziehung tadellose Laboranalytik ergibt ein Resultat von 0.24 mg Zn/l bei einem Analysefehler besser $\pm 10 \%$. Auch unter Berücksichtigung eines möglichen Fehlers von $+ 10 \%$ ist damit eine Überschreitung des Richtwerts (0.10 mg Zn/l) von $> 100 \%$ zu konstatieren.

Tatsächlich hätte der wahre Wert bei dieser Probe 0.03 mg Zn/l betragen, 0.21 mg Zn/l gingen auf Kontaminationen zurück.

Die aufgetretenen Probenahmefehler wären bei der Normalanforderung der GSchV (2 mg Zn/l) weitgehend bedeutungslos, nicht jedoch bei KVA-Abwasser. Alle beschriebenen Fehler wären vermeidbar gewesen.

Durchführung der Probenahme und Probenkonservierung

Alle für die Probenahme verantwortlichen Organe, die Abwasserproben entnehmen, müssen auf die absolute Notwendigkeit sauberer Verbindungsleitungen und Sammelgefäße sowie aller benutzten Utensilien hingewiesen werden. Um Kontaminationen möglichst zu vermeiden, sind schriftliche Arbeitsanweisungen unerlässlich. Jeder Arbeitsschritt ist zu beschreiben.

Erfolgt nur eine sporadische Probenahme, muss der Umgebungsbereich der Entnahmestelle (Endablauf Abwasser-Behandlungsanlage) vorgereinigt werden.

Ungenügend erfahrenes Hilfspersonal, das für Probenahmen im Rahmen anderer Kontrollaufgaben durchaus geeignet sein kann, ist auszuschliessen.

Utensilien sind auf das absolut notwendige Minimum zu beschränken. Jede unnötige Gerätschaft ist eine potenzielle Kontaminationsquelle. Es wird empfohlen, auf Schöpfkellen und Trichter völlig zu verzichten.

Es dürfen nur neue Transportflaschen aus Glas oder PE verwenden werden. Diese müssen mindestens einmal mit dem Probenmaterial vorgespült werden.

Für die Konservierung der Proben muss 65%ige Salpetersäure suprapur verwendet werden (2 ml/l Probe).

4.3 Probenvorbereitung

Bei jedem Probenaufschluss besteht Kontaminationsgefahr. Nach den derzeitigen Kenntnissen ist ein Aufschluss in der Regel nicht nötig, wenn das stark sauer gestellte Probenmaterial nach dem Aufkochen und Wiedererkalten kein partikuläres Material aufweist.

Ist ein Aufschluss erforderlich, muss bei Mikrowellenaufschlüssen mit Teflonlinern mit Memoryeffekten gerechnet werden. Dabei können erhöhte Werte resultieren, wie das nachfolgende Beispiel zeigt:

Die reale Nickelbelastung des Abwassers betrage 0.07 mg/l, der Richtwert von 0.1 mg/l ist also unterschritten. Vor Ausführung der Untersuchung ist dies allerdings nicht bekannt.

Mit einem Probeneinmass von 10 ml wird ein Mikrowellenaufschluss in einem ordnungsgemäss gereinigten Teflonliner erstellt. Die Aufschlusslösung wird in einen spezialgereinigten 50-ml-Messkolben transferiert, mit entionisiertem Wasser wird zur Marke ergänzt (Verdünnungsfaktor = 5).

Die für den Aufschluss verwendete Salpetersäure sei Ni-frei.

Die Messung ergibt eine Nickelkonzentration von $34 \mu\text{g} \pm 3 \mu\text{g/l}$ in der Messlösung, unter Berücksichtigung der Vorverdünnung lautet das Resultat auf 0.17 mg/l.

Tatsächlich hat der Teflonliner 14 Nanogramm Ni/ cm² abgegeben. Bei einer Liner-Innenfläche von 70 cm² entspricht dies 0.98 µg Ni total. Diese 0.98 µg Ni befinden sich in der Messlösung (0.98 µg Ni in 50 ml, entsprechend 19.6 µg Ni/l). Das Ergebnis muss um Faktor 5 hochgerechnet werden, die aus dem Liner verschleppte Kontamination leistet also einen Beitrag von 98 µg Ni/l an das Gesamtergebnis von 170 µg Ni/l.

Der wahre Wert (unbekannt, in unserem Beispiel 70 µg/l) wird also wegen der Kontamination des Liners um + 140 % überschritten.

Im Routinebetrieb wird das ermittelte Ergebnis von 0.17 mg Ni/l den Weg in den Analysenbericht finden. Der Richtwert der GSchV für Ni von 0.1 mg/l ist damit deutlich überschritten. Der Analytiker hat einen Spezialaufwand getrieben, der bereits erheblich über jenen einer normalen Abwasserprobe hinausging: Er hat mit einem scheinbar perfekt gereinigten Teflonliner, einer Aufschlusssäure bester Handelsqualität, spezialgereinigtem Glastrichter, einem ebenso spezialgereinigten 50-ml-Messkolben, in einem fast klinisch sauberen Labor und mit einem Messverfahren gearbeitet, das ihm für Ni eine Bestimmungsgrenze von 4 µg/l (bezogen auf die Messlösung) ermöglichte. Das Resultat ist trotzdem falsch.

4.4 Analytische Bestimmungen

Als Folge des hohen Salzgehaltes von KVA-Abwässern können Metallanalysen nur in verdünnten Proben durchgeführt werden, da bei unverdünnten Proben Interferenzen auftreten. Die Probenverdünnung hat allerdings den Nachteil, dass die Empfindlichkeit einiger Messverfahren nicht mehr ausreicht. Quantifizierungen im Bereich der Nachweisgrenzen sind nicht akzeptabel.

Die Probenverdünnung hat einen weiteren Nachteil, der zu beachten ist:

Alle verwendeten Gerätschaften - Pipetten, Messkolben - und das für die Verdünnungen benutzte entionisierte Wasser müssen völlig schwermetallfrei sein. Die Gerätschaften dürfen keine Schellbachstreifen haben. Bereits geringfügige Kontaminationen wirken sich, bei der erforderlichen Multiplikation der Analysen-Rohdaten, entsprechend aus.

Beim Verdünnungswasser ist speziell auf Zinkbelastungen aufmerksam zu machen. Entionisiertes Wasser bester Laborqualität ist weder im Originalzustand noch nach mehrfacher Destillation in einer Glasapparatur wirklich zinkfrei. Bekanntlich führt die de facto-Unmöglichkeit, ein völlig zinkfreies Wasser zu produzieren, dazu, dass die technischen Möglichkeiten der empfindlichsten Messmethoden (Graphitrohr-Atomabsorptions-Spektrometrie) gar nicht vollständig genutzt werden können.

4.5 Angabe der Resultate

Wer eine Abwasseruntersuchung in Auftrag gibt, erwartet in der Regel, dass ihm die untersuchende Stelle, z.B. ein privates Laboratorium, ein eindeutiges Resultat liefert. Das betreffende Laboratorium liefert in der Regel als Resultat eine Zahl ohne Angaben über die Genauigkeit dieser Zahl. Für den Auftraggeber, z.B. den KVA-Betreiber oder eine amtliche Stelle, ist die Angabe der Genauigkeit jedoch von zentraler Bedeutung, wenn es sich darum handelt, die allfällige Überschreitung einer Anforderung in Form eines vorgeschriebenen Konzentrationswertes zu beurteilen.

Messungen liefern keine exakten Werte, sondern sind mit Unsicherheiten behaftet, die nur mit hohem Aufwand oder gar nicht quantifiziert werden können.

Im technischen Bereich, z.B. bei der Metallbearbeitung oder im Bereich der Geschwindigkeitskontrolle im Verkehr, wird bei Messungen mit Toleranzen gearbeitet, da der wahre Wert nie genau ermittelt werden kann. Bei der Überschreitung einer vorgeschriebenen Geschwindigkeit kann der Verkehrsteilnehmer damit rechnen, dass der Messfehler nicht zu seinen Lasten geht. Nach den Grundregeln der Messtechnik müsste die Angabe eines Resultates zwingend mit einer Fehlerangabe versehen sein.

Von Bedeutung bei chemischen Abwasseruntersuchungen wird die Frage der Abweichungen vom wahren Wert insbesondere bei der Überprüfung von sehr tiefen Metallkonzentrationen.

Muss in einer Abwasserprobe überprüft werden, ob die Zinkkonzentration von 2 mg/l eingehalten wird, ist eine Ungenauigkeit bei der Untersuchung im Bereich von beispielsweise 0,2 mg/l nicht wesentlich. Die Abweichung vom verlangten Wert liegt bei 10 Prozent. Ist jedoch, wie im Falle von KVA-Abwässern, eine Konzentration von 0,1 mg/l Zink zu bestimmen, bedeutet die Ungenauigkeit von 0,2 mg/l Zink eine Abweichung von 200 Prozent.

Von der Entnahme einer Abwasserprobe bis zur Ausführung des letzten analytischen Messschrittes finden zahlreiche mehrstufige komplexe Prozesse statt. Nebst zufälligen Effekten während der Analyse kann jeder Teilschritt das Ergebnis entscheidend beeinflussen. Dies führt dazu, dass jedes Analysenresultat eine zum Teil erhebliche **Messunsicherheit** aufweist.

Mit dem nachfolgenden Beispiel wird verdeutlicht, welche Angaben bezüglich der Toleranzen zu einem Messresultat zwingend gehören:

Die reale Zinkbelastung des Abwassers betrage 0.10 mg/l, der Richtwert von 0.1 mg/l ist also gerade erreicht. Der wahre Wert ist allerdings nicht bekannt.

Der Analytiker hat die Chance, die Probenahme selbst auszuführen. Trotz sorgfältiger Probenahme wird bei dem sehr tiefen Erwartungsbereich von 0.03 – 0.2 mg Zn/l der mögliche Probenahmefehler mit 0 bis + 20 % bewertet.

Die Fehler durch unvermeidbare Kontaminationen bei der Probenvorbereitung im Labor (vor der Messung) werden mit + 5 bis + 30 % angenommen (man beachte wiederum den sehr tiefen Erwartungsbereich). Da die Probe nach der Entnahme ohne Verzug verarbeitet wird, werden negative Fehler ausgeschlossen.

Durch Reihenuntersuchungen im Rahmen von Massnahmen zur Qualitätssicherung ist nachgewiesen, dass trotz der gegebenen Matrix und der tiefen Konzentration für eine Wahrscheinlichkeit besser 95 % lediglich mit einem Messfehler von $\pm 15\%$ gerechnet werden muss.

Der Analytiker misst in zwei unterschiedlichen Probenverdünnungen und gelangt zu einem Endresultat von 0.11 mg Zn/l.

Jetzt wird die Fehlerbetrachtung sozusagen rückwärts abgewickelt.

Unter Berücksichtigung des Messfehlers von $\pm 15\%$ lautet der Konzentrationsbereich (bei einer Wahrscheinlichkeit besser 95 % im angenommenen Beispiel) auf 94 – 127 $\mu\text{g/l}$.

Ungünstigstenfalls beträgt der Kontaminationsfehler beim Konzentrationswert 94 $\mu\text{g/l}$ + 30 %, beim Konzentrationswert 127 $\mu\text{g/l}$ jedoch nur + 5 %. Der Bereich lautet damit auf 94 $\mu\text{g/l}$ minus 30 % bis 127 $\mu\text{g/l}$ minus 5 %, also auf 66 – 121 $\mu\text{g/l}$.

Ungünstigstenfalls beträgt der Probenahmefehler beim Konzentrationswert 66 $\mu\text{g/l}$ + 20 %, beim Konzentrationswert 121 $\mu\text{g/l}$ jedoch 0 %. Der Bereich lautet damit also auf 53 – 121 $\mu\text{g/l}$.

Die korrekte Angabe des wahren Konzentrationsbereichs im Prüfbericht müsste demnach lauten:

Zink gesamt **0.05 – 0.12 mg/l Zn**

Da derartige Angaben erklärt werden müssen, könnte die Angabe des Resultats auch wie folgt lauten:

Zink gesamt **0.08 ($\pm 50\%$) mg/l Zn**

oder, noch etwas genauer:

Zink gesamt **0.08 (Toleranz + 50% / - 38%) mg/l Zn**

Wenn der Analytiker die Probenahme nicht selbst durchführen kann und die Probe bei der Entnahme erheblich mit Zink kontaminiert wurde, muss die Toleranz aufgrund von Erfahrungswerten noch entsprechend erhöht werden.

5 Empfehlungen

5.1 Untersuchung und Beurteilung von KVA-Abwässern

Allgemeines

Die Untersuchung von gereinigten KVA-Abwässern stellt unüblich hohe Anforderungen und verursacht dementsprechend hohe Kosten. Es empfiehlt sich deshalb, die Durchführung der analytischen Messungen sowohl seitens der KVA-Betreiber als auch der kontrollierenden Behörden unter dem Gesichtspunkt einer Kosten-/Nutzenabwägung zu optimieren. Vor allem bei KVA, die dem Stand der Technik entsprechen und einen fachgerechten Betrieb führen, können Aufwand und Kosten der Überwachung gezielt reduziert werden. Anstelle von häufigen Einzel- oder Kontrolluntersuchungen sind vorzugsweise zielorientierte Untersuchungen (z. B. Überwachung von Leitparametern) durchzuführen, die ausreichend Aufschluss über den Betrieb der Anlagen geben. Dabei geht es in erster Linie darum, die festgestellte und für gut beurteilte Betriebsführung durch ein geeignetes Monitoring sicherzustellen, praxisnormale Schwankungen durch einen angemessenen Interpretationsspielraum aufzufangen und tatsächliche Verschlechterungen in der Funktion oder im Betrieb der Anlage zu erkennen. Ziel ist es, auf der Basis einer ziel- und anlagenorientierten Untersuchung ein Minimum/Optimum für beide Seiten, Behörde und Betreiber, zu erreichen.

Massgebend für die Beurteilung des gereinigten Abwassers sind nicht Stichproben, sondern mehrstündige Sammelproben, vorzugsweise 12- oder 24-Stundensammelproben. Zur Beurteilung der behördlich festgelegten Anforderungen ist das Tagesmittel zu nehmen.

Fachgerechter Betrieb

Damit die festgelegten Anforderungen an das abzuleitende Abwasser eingehalten werden können, muss die Abwasservorbehandlungsanlage jederzeit fachgerecht betrieben werden (GschV Art. 13). Die Anlage muss dauernd in funktionstüchtigem Zustand gehalten werden. Abweichungen vom Normalbetrieb sind festzustellen, deren Ursachen sind abzuklären und diese unverzüglich zu beheben. Im praktischen Betrieb bedeutet dies, dass die Anlage laufend überwacht wird. Die sehr tiefen Konzentrationsanforderungen bedingen u.a., dass das gereinigte Abwasser nur sehr geringe Schweb- oder Trübstoffe enthält. Die Durchsichtigkeit des behandelten Abwassers ist somit erfahrungsgemäss ein geeigneter Kontrollparameter. Ein weiterer Kontrollparameter ist der pH-Wert. Abweichungen vom pH-Sollwert müssen eng begrenzt werden und durch Alarme erfasst werden. Ebenso sind Störungen bei der Fällungs- und Flockungsmitteldosierung durch entsprechende Einrichtungen zu erfassen.

Untersuchung der Metalle

Da die chemische Analyse von Metallen in KVA-Abwässern sehr aufwändig und kostspielig ist, empfiehlt sich, in erster Linie den Zustand bei Normalbetrieb im Sinne einer Bestandsaufnahme möglichst gut zu erfassen. Der analytische Aufwand kann schrittweise reduziert werden, wenn die Konzentrationsschwankungen bei Normalbetrieb bekannt sind. Es empfiehlt sich zu prüfen, ob anstelle von Vollanalysen mittels der Untersuchung eines Leitmetalls (Zink oder Cadmium), Schlüsse über die Reinigungsleistung der Anlage gezogen werden können.

Kann der Normalbetrieb der Abwasseranlage über längere Zeit, d.h. mehrere Monate aufrechterhalten werden, können die jährlichen chemischen Analysen aller Metalle in den abgeleiteten Abwässern (Tagessammelprobe) in Absprache mit den Behörden entsprechend reduziert werden.

Untersuchung der organischen Stoffe

Wie die bisherigen Erfahrungen zeigen, ist bei der Kehrlichtverbrennung mit zunehmendem Ausbrand tendenziell mit geringem bis keinem Vorkommen organischer Inhaltstoffe im Abwasser zu rechnen. Das heisst, die organische Belastung kann und soll über die Einstellung und Steuerung des Ausbrandprozesses vermieden werden. Des Weiteren ist festzuhalten, dass bei der in der Regel mittels Flockung und Fällung erzielten Abwasserreinigung allenfalls im Abwasser noch vorhandene organische Stoffe weitgehend adsorptiv an die Feststoffe gebunden werden.

Die Überprüfung mit Stichproben einer Anlage hat folgendes Bild ergeben:

- Die Werte für DOC (Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff) lagen bei 7 mg/l DOC. Als FOCl (Flüchtige organisch gebundene Chlorverbindungen) wurden 15 µg/l Cl gefunden.
- Aus einem Set von 62 halogenierten organischen Verbindungen lagen mit Ausnahme von Chloroform (< 0.5 µg/l), Bromdichlormethan, Dibromchlormethan, Bromoform (alle < 0.2 µg/l) und der Summe C5-C10 (< 10 µg/l) alle Werte unter der Bestimmungsgrenze (0.05 µg/l).
- Von 16 Phenolen und Nitrobenzolen lagen mit Ausnahme von o-Kresol (ca. 1 µg/l), m+p-Kresol (ca. 2 – 3 µg/l) und 2,4,6-Trichlorphenol (ca. 2 µg/l) alle Werte unter der Bestimmungsgrenze (0.1 µg/l).
- Bei den polyzyklisch aromatischen Kohlenwasserstoffen lagen von 16 PAK mit einer Ausnahme (Phenanthren ca. 0.02 - 0.03 µg/l) alle Werte unter der Bestimmungsgrenze (0.020 µg/l).
- Bei den polychlorierten Biphenylen lagen alle Werte der 6 gemessenen PCB-Einzelisomeren unter der Bestimmungsgrenze (0.002 µg/l). Die Gesamtsumme wurde mit maximal < 0.052 µg/l angegeben.

Die Überprüfung auf polychlorierte Dibenzofurane und Dibenzodioxine hat ergeben:

- Es war keine Belastung nachweisbar. Bei drei Mischproben von vier Tagessammelproben verteilt über ein Jahr lagen alle Analysenwerte aller Einzelisomeren immer unter der Nachweisgrenze (je nach Einzelisomer im Bereich von 0.02 bis 1.2 ng/kg mit GC/MS und von 0.2 bis 12.4 pg/l mit HRGC/HRMS). Somit darf davon ausgegangen werden, dass Dioxine und Furane im KVA-Abwasser vernachlässigbar sind.

Fazit:

Aufgrund dieser Feststellungen ergibt sich insgesamt, dass in den gereinigten Abwässern von KVA keine für die Gewässer relevanten Mengen an problematischen organischen Stoffen enthalten sind. Diesbezügliche regelmässige oder periodische analytische Untersuchungen erübrigen sich deshalb.

5.2 Anforderungen an bestehende Vorbehandlungsanlagen

Bestehende KVA, die vor dem 1.1.1999 erstellt wurden, verfügen über Einleitungsbewilligungen, die gestützt auf die Vorschriften der damaligen Verordnung über Abwassereinleitungen erteilt wurden. Mit dem Inkrafttreten der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 und dem Erlass der Vorschriften über KVA-Abwässer nach Anhang 3.2 Ziffer 36 Nummer 2 sind die Einleitungsbewilligungen den neuen Bestimmungen anzupassen.

Da die Bestimmungen in Anhang 3.2 der GSchV keine für alle Anlagen einheitlichen Grenzwerte sondern Richtwerte enthalten, verfügt die Behörde über den nötigen Spielraum zur Anordnung von Einleitungsbedingungen, die auf den jeweiligen Einzelfall ausgerichtet werden können.

Für die Festlegung der konkreten Anforderungen ist eine Beurteilung des Ist-Zustandes vorzunehmen. Dabei ist zu prüfen, ob die bestehende Anlage dem Stand der Technik entspricht (vgl. Kapitel 3.2).

Ist dies nicht der Fall, sind die entsprechend notwendigen Massnahmen zu treffen.

Entspricht die Anlage dem Stand der Technik, legt die Behörde die Einleitungsbedingungen unter Berücksichtigung der folgenden Punkte fest:

- Massgebend sind die Abflusskonzentrationen, die beim Betrieb der Anlage unter Normalbedingungen erreicht werden. Die dabei auftretenden Konzentrationsschwankungen sind zu berücksichtigen.
- Anstelle von Konzentrationswerten können frachtspezifische Anforderungen festgelegt werden.

Es muss im Einzelfall durch die Behörde entschieden werden, welche Einleitung (in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation) in Verbindung mit welchen Anforderungen erfolgen soll. Bei der Einleitung des Abwassers in kleine Fliessgewässer, ist zu prüfen, ob allenfalls zusätzliche Anforderungen gestellt werden müssen z. B. für Ammonium.

Ein Konzept für die Beurteilung von bestehenden KVA-Vorbehandlungsanlagen findet sich in Anhang I.

5.3 Anforderungen an neue Vorbehandlungsanlagen

Für neue Anlagen gelten die Ausführungen nach Ziffer 5.2 sinngemäss. Auch bei neuen Anlagen können von der Behörde höhere Werte zugelassen werden, als die in der Verordnung festgelegten Richtwerte, insbesondere dann, wenn die bezogen auf die verbrannte Kehrichtmenge mit dem Abwasser abgeleitete Metallfracht spezifisch gering ist.

5.4 Anforderungen bei Sonderabfallverbrennungsanlagen

Die Anforderungen an KVA gelten sinngemäss und soweit übertragbar und anwendbar auch für Sonderabfallverbrennungsanlagen.

Konzept für die Beurteilung von bestehenden KVA-Vorbehandlungsanlagen

Das Konzept basiert auf:

- der Bestandesaufnahme
- der Beurteilung der Abwasserbehandlung
- und der Festlegung der Anforderungen

1. Bestandesaufnahme

Sofern die Angaben nicht bereits vorhanden sind, ermittelt der Betreiber der Anlage im abzuleitenden Abwasser die Metallkonzentrationen und deren Schwankungsbereich für den Normalbetrieb. Dies dient dazu, die Ausgangslage (Basiswerte) für die betreffende KVA zu erfassen und allfällige Problembereiche bei den Überwachungsparametern zu erkennen.

Bei der Probenahme ist insbesondere ist darauf zu achten, dass diese nur durch geschultes Personal vorgenommen wird. Chemische Analysen sollten nur durch Labors ausgeführt werden, welche mit der Problematik der KVA-Abwasser-Analytik vertraut sind (vgl. Kapitel 4).

2. Beurteilung der Abwasserbehandlung

Es gilt zu beurteilen, ob die Abwasserbehandlung dem festgelegten Stand der Technik entspricht und ob von einer optimierten Betriebsführung ausgegangen werden kann.

Bei der Beurteilung der abgeleiteten Abwässer sind nicht in erster Linie die Konzentrationswerte massgebend, sondern es sind die frachtspezifischen Mengen, die abgeleitet werden, zugrunde zu legen. So ist die mehrfache Überschreitung der Richtwerte unwesentlich, wenn die, bezogen auf die verbrannte Kehrichtmenge, abgeleitete Metallfracht spezifisch klein ist.

Erläuterungen dazu:

Die spezifischen Abwassermengen bei KVA bezogen auf die verbrannte Menge Kehricht liegen in einem Bereich zwischen etwa 0.2 - 1.5 m³/t. Mit dem Richtwert z.B. für Zink von 0.1 mg/l berechnet sich daraus eine Bandbreite für die spezifische Zinkfracht von 20 - 150 mg/t. Bei einheitlicher Anwendung der zulässigen Maximalfracht von 150 mg/t Zink ergibt sich aus dem Minimum der spezifischen Abwassermenge eine zugehörige Maximalkonzentration von 0.75 mg/l. Das heisst, trotz 7.5-facher Überschreitung des Richtwertes resultiert bei minimaler spezifischer Abwassermenge keine grössere Belastung als bei eingehaltenem Richtwert bei maximaler spezifischer Abwassermenge. Eine derartige Überschreitung kann deshalb in begründeten Fällen zugelassen werden.

Wenn nötig sind bei kleinen Gewässern die Anforderungen an die Wasserqualität als Kriterium zu berücksichtigen. Aufgrund spezieller lokaler Verhältnisse kann es erforderlich sein, zusätzliche oder weitergehende Massnahmen vorzusehen (Beispiel: Ammonium in kleinen Fließgewässern).

3. Festlegung der Anforderungen

Aufgrund der Bestandesaufnahme und der Beurteilung muss zuerst entschieden werden, ob die Anlage dem Stand der Technik entspricht und die gute Betriebsführung gewährleistet ist. Ist dies nicht der Fall sind Massnahmen vorzukehren.

Entspricht die Anlage den gestellten technischen Anforderungen kann gemäss folgendem Beispiel vorgegangen werden:

Bestandesaufnahme und Beurteilung haben gezeigt, dass die Anlage X den in der GschV festgelegten Richtwert für Zink dauernd überschreitet, obwohl die Anlage dem Stand der Technik entspricht und fachgerecht betrieben wird. Die Werte für Zink schwanken um 0.3 ± 0.2 mg/l Zn und liegen damit in der Regel unter 0.5 mg/l Zn. Als Anforderung für Zink kann demzufolge ein Grenzwert von 0.5 mg/l im Tagesmittel für die Anlage X festgelegt werden.

Mitglieder der Arbeitsgruppe**Kantone**

Beat Baumgartner	Amt für Umwelt, 8510 Frauenfeld
Kurt Schoch	Amt für Umwelt und Energie, 4019 Basel
Ernst Widmer	Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, 3011 Bern
Martin Würsten	Amt für Umwelt, 4509 Solothurn

Verband der Betriebsleiter und Betreiber Schweiz. Abfallbehandlungsanlagen (VBSA)

Ernst Eichhorn	8645 Jona
Rainer Heiniger	ZAB Bazenheid, 9602 Bazenheid
Pierre-André Meyrat	KVA CRIDOR SA, 2300 La-Chaux-de-Fonds
Thomas Müller	ERZO Oftringen, 4665 Oftringen

Bund

Marc Chardonens	BUWAL, 3003 Bern
Michael Hügi	BUWAL, 3003 Bern
Siegfried Lagger	BUWAL, 3003 Bern
Edwin Müller	BUWAL, 3003 Bern
Benjamin Sollberger	BUWAL, 3003 Bern