

# TECHNISCHE ANLEITUNG ZUR BEGRENZUNG VON ABWASSEREMISSIONEN AUS DER REINIGUNG VON VERBRENNUNGSGAS

(AEV VERBRENNUNGSGAS BGBl. II Nr. 271/2003)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1	Verbrennung	3
1.2	Verbrennungsanlagen	4
1.3	Verbrennungsgas	11
1.3.1	Entfernung von Stäuben	12
1.3.2	Entfernung von Schwefelverbindungen und Halogenverbindungen	12
1.3.3	Entfernung von Stickstoffverbindungen	15
1.3.4	Entfernung dampfförmiger Metalle	15
1.3.5	Entfernung organischer Spurenstoffe	16
1.4	Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas	16
<b>2</b>	<b>Geltungsbereich</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>Gegenwärtige Entsorgungssituation</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen</b>	<b>24</b>
5.1	Parameterauswahl	24
5.2	Emissionsbegrenzungen	26
5.3	Überwachung von Emissionsbegrenzungen	29

<b>6</b>	<b>Umsetzung wasserbezogener EU - Richtlinien</b>	<b>29</b>
6.1	RL 76/464/EWG	29
6.2	RL 96/61/EG (IPPC)	30
6.3	RL 2000/76/EG	31
<b>7</b>	<b>Fristen</b>	<b>34</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Verbrennung

Als Verbrennung bezeichnet man die schnelle chemische Vereinigung eines Stoffs mit Sauerstoff oder einem anderen Oxidationsmittel (Oxidation) unter Entwicklung von hoher Temperatur (Wärme) und Licht. Die äußere Erscheinungsform der Verbrennung ist das Feuer. Den Beginn der Verbrennung nennt man Entzündung, im Falle der Verbrennung von Gasen oder Dämpfen Entflammung. Die bei der Verbrennung erzeugte Temperatur heißt Verbrennungstemperatur, die bei vollständiger Verbrennung eines Stoffs erzeugte Wärmemenge bezeichnet man als Verbrennungswärme. Die Verbrennung ist eine über intermediär auftretende Peroxid – Radikale verlaufende Kettenreaktion; sie kann durch Radikalfänger, die einen Abbruch der Kettenreaktion erzwingen, durch Sauerstoffausschluss (Luftausschluss) oder durch Wärmeabfuhr zum Stillstand gebracht werden.

Sonderformen der Verbrennung sind Veraschung, Deflagration, Detonation, Explosion, Schwelung, allo- oder autotherme Verbrennung (zB. Vergasung von Kohle), Abfackelung oder Rauchen. Als elektrochemische Verbrennung bezeichnet man die in Brennstoffzellen ablaufenden Prozesse. Im menschlichen oder tierischen Organismus werden Kohlehydrate und Fette zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bzw. allgemein zur Energiegewinnung auf biochemischem Weg „verbrannt“.

Die wichtigsten Ausgangsstoffe für großtechnisch bedeutsame Verbrennungsprozesse sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel sowie deren Verbindungen, wobei Schwefel und seine Verbindungen gegenüber den erstgenannten Elementen und ihren Verbindungen als Energielieferant etwas in den Hintergrund tritt. Die vollständige Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff liefert die gasförmigen Endprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasser. Luft ist die dabei üblicherweise in Verbrennungsanlagen eingesetzte Sauerstoffquelle. Die vollständige oxidative Umsetzung von chemisch reinem Kohlenstoff im Verbrennungsprozess liefert pro Kilogramm verbranntem Kohlenstoff eine Wärmemenge von 32 800 kJ. Bei vollständiger Verbrennung von chemisch reinem Wasserstoff werden 142 700 kJ pro Kilogramm Wasserstoff freigesetzt.

Bei der Verbrennung konventioneller Energieträger zur Energiegewinnung kommen keine chemisch reinen Substanzen zum Einsatz. Kohle, Öl, Gas etc. stellen Substanzgemische dar, in welchen neben Kohlenstoff und Wasserstoff immer auch eine größere Anzahl von Begleitsubstanzen

enthalten sind (Schwefel, unbrennbare Bestandteile, Schwermetalle etc.). Ziel der in den technischen Verbrennungsanlagen ablaufenden Prozesse ist die weitestgehende Freisetzung der chemisch gebundenen Energie durch Oxidation aller brennbaren Bestandteile der Energieträger. Im Gegensatz dazu werden in der chemischen Industrie häufig Verbrennungsprozesse (Oxidationsprozesse) zur gezielten Herstellung chemischer Verbindungen durchgeführt (zB. Herstellung von Chlorwasserstoffsäure durch Verbrennung von Wasserstoffgas und Chlorgas); hierzu werden die Ausgangsstoffe in chemisch hochreiner Form eingesetzt.

## 1.2 Verbrennungsanlagen

Verbrennungsprozesse sind Massen- und Energiefreisetzungsprozesse, die in allen Bereichen des modernen Lebens eine bedeutsame Rolle spielen. Ihre technische Nutzung erfolgt im wesentlichen auf nachstehend genannte Arten:

- Gewinnung von thermischer Energie (Wärme)
- Gewinnung von mechanischer oder elektrischer Energie (mechanische Arbeit, elektrischer Strom)
- Gewinnung oder Umsetzung von chemisch gebundener Energie in Rohstoffen oder Produkten bei Synthesen oder sonstigen chemischen Reaktionen
- Zerstörung oder Inaktivierung der Inhaltsstoffe von Abfällen und Verminderung des Volumens von Abfällen.

Zur Energiegewinnung eingesetzte Verbrennungsprozesse wandeln die in den Primär- und Sekundärenergieträgern (Brennstoffen) bereit gestellte chemisch gebundene Energie in elektrische oder (und) mechanische Energie um. Auf Grund der eingesetzten Energieträger lassen sich die Verbrennungsprozesse bzw. Energieträger einteilen wie folgt :

- regenerative Prozesse (Anlagen bzw. Energieträger) : Photovoltaik- oder Biomassekraftwerke
- nicht regenerative Prozesse (Anlagen bzw. Energieträger) : Kohle-, Öl- oder Gaskraftwerke, Abfallverbrennung.

Den Verbrennungsprozessen mit nicht regenerativen Energieträgern kommt derzeit eine übertragende Bedeutung für die Deckung des Energiebedarfes zu. Mit Hilfe einer thermischen Nutzung der in den fossilen Energieträgern chemisch gespeicherten Energie wird dabei aus Wasser Dampf

erzeugt und damit Turbinen angetrieben; in Gaskraftwerken können ohne Verwendung von Wasserdampf die Turbinen direkt angetrieben werden (Gasturbinen). Generatoren wandeln die mechanische Energie der Turbinen in elektrischen Strom um. Anlagen, die nach diesem Prinzip arbeiten, werden als Wärmekraftwerke bezeichnet. Abfallverbrennungsanlagen arbeiten bezüglich der Gewinnung von Energie nach den gleichen Prinzipien.

Großtechnisch in Form von Wärmekraftwerken, Heizkraftwerken, Abfallverbrennungsanlagen etc. betriebene Verbrennungsprozesse gehören neben Verkehr und Hausbrand mit zu den größten Emissionsquellen für Luftschadstoffe (Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Kohlenstoffdioxid, Staub); sie sind auch Ursache für Belastungen der Umwelt durch Abwärme, Lärm, Abfall und Flächenverbrauch.

Im Hinblick auf den Regelungsinhalt der AEV Verbrennungsgas werden im folgenden die wichtigsten Arten von großtechnisch betriebenen Verbrennungsanlagen kurz beschrieben.

#### *Anlagen zur Verbrennung von Kohle*

Die Verbrennung von Kohle wird in Rost-, Staub- oder Wirbelschichtfeuerungen durchgeführt, wobei in der Praxis den Staubfeuerungen die größte Bedeutung zukommt. Bei Rostfeuerungen (Planrost, Schubrost oder Wanderrost) ist keine spezifische Aufbereitung der Kohle erforderlich.

Bei Verwendung der Kohle in Staubfeuerungen muss die Kohle vermahlen werden. Die Mahlfeinheit und die Auswahl der Mahlwerke richtet sich nach der Art der Feuerung und der Kohlesorte. Die vermahlene Kohle wird in den Feuerraum eingeblasen und verbrannt. Durch die Zerkleinerung wird die Brennstoffoberfläche vergrößert und die Verbrennung wesentlich beschleunigt, sodass größere Durchsatzleistungen möglich werden. Die Feuerungsverluste sind bei Staubfeuerung geringer als bei Rostfeuerung; darüber hinaus ermöglichen höhere Temperaturen der Verbrennungsluft eine bessere Ausnutzung der im Verbrennungsgas enthaltenen Wärme. Bei den Einblasarten unterscheidet man zwischen direkter (unmittelbar auf die Vermahlung folgender) und indirekter (nach Zwischenlagerung erfolgender) Einblasung. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale bei Staubfeuerungen sind auch die Brennerarten (Strahlbrenner, Mischbrenner) und die Arten des Ascheabzuges (Trockenentaschung bzw. Schmelzfeuerung mit schmelzflüssigem Abzug der Schlacke und Asche).

Bei der Wirbelschichtfeuerung wird der Brennstoff in einem Sandbett verbrannt, welches durch Einblasen von Verbrennungsluft fluidisiert wird. Bei Verbrennungstemperaturen von 750 bis 950 °C und einer relativ langen Aufenthaltszeit der Kohle im Verbrennungsraum werden ein hoher Ausbrand und vergleichsweise niedrige Emissionen von Verbrennungsrückständen erreicht. Die Verbrennung in Wirbelschichtfeuerungen eignet sich gut für aschereiche Kohlesorten. Wirbelschichtfeuerungen werden pulsierend oder zirkulierend betrieben und können bei normalem Atmosphärendruck oder mit Überdruck gefahren werden; bei gleicher Verbrennungsleistung können letztere in kleineren Dimensionen errichtet werden.

### *Anlagen zur Verbrennung von flüssigen Brennstoffen*

Für die Verbrennung kommen primär flüssige Mineralöle zum Einsatz, die von der Mineralölwirtschaft zur Verfügung gestellt werden. In Abhängigkeit von der Art der Verfeuerung (zB. Gasturbine, Dieselmotor, ölbefeuerte Kammerbrenner) werden an die flüssigen Brennstoffe unterschiedliche Anforderungen gestellt. Unter dem Begriff Heizöl versteht man ein brennbares Kohlenwasserstoffgemisch, welches bei der Verarbeitung von Rohöl als dünnflüssiges Destillattheizöl bzw. als Rückstandsöl oder durch Destillation von Stein- und Braunkohlenteeren gewonnen wird. Die Heizöle werden in die Sorten Extra Leichtflüssig (EL), Leichtflüssig (L), Mittelflüssig (M) und Schwerflüssig (S) unterteilt. Anforderungen und Prüfungen für diese Ölsorten sind standardisiert.

Flüssige Brennstoffe werden in Verbrennungsanlagen verfeuert, die jenen für die Verfeuerung von Kohlepulver sehr ähnlich sind. Häufig werden flüssige Brennstoffe auch zur Stützfeuerung in Wirbelschichtanlagen eingesetzt. Dabei unterliegen sie den gleichen Qualitätsanforderungen wie in sonstigen Feuerungsanlagen.

Entscheidend für die Leistungsfähigkeit einer Verbrennungsanlage für flüssige Brennstoffe sind Form und Strahlungseigenschaften der erzeugten Flamme. Dazu muss der Brenner die Funktionen

- Zerstäuben des Brennstoffs
- Mischen des Brennstoffnebels mit der Verbrennungsluft
- Stabilisierung der Zündung

ausführen.

Für die Zerstäuber stehen verschiedenste Bauarten zur Verfügung (zB. Druckzerstäuber, Injektionszerstäuber, Drehzerstäuber, Schallzerstäuber, Torroidalzerstäuber), mit denen für unterschiedliche Ölsorten, Flammenlängen und Betriebsweisen das Optimum gefunden werden kann.

Besondere Bedeutung kommt der Führung der Verbrennungsluft zu. Das Druckgefälle im Brenner wird umgesetzt in Luftgeschwindigkeit und ist damit maßgeblich für die Mischungsenergie, welche Flammenlänge, Rußbildung und Qualität des Ausbrandes mitbestimmt. Von wesentlichem Einfluss ist weiters, ob die Verbrennungsluft drallfrei oder drallbehaftet in den Verbrennungsraum einströmt. Verdrallung der Verbrennungsluft begünstigt die Ausbildung einer Rückströmung ausgebrannter Verbrennungsgase zur Flammenwurzel und erhöht die Zündstabilität des Brenners.

Aufgabe der Zündstabilisierung ist es, das Brennstoff – Luftgemisch gleichförmig auf Zündtemperatur zu bringen. Dies geschieht durch Einsatz von Pilotbrennern oder durch Staukörper, die am Flammenanfang eingebaut werden, durch Strahlung aufgeheizt werden und die Flamme stabilisieren.

### *Anlagen zur Verbrennung von Gas*

Gasförmige Brennstoffe werden mittels Rohrleitungen zu den Verbrennungsanlagen transportiert. Übersteigt der Gasdruck in der Transportleitung den erforderlichen Eingangsdruck in die Verbrennungsanlage, so muss eine Dekompression durchgeführt werden. Dies geschieht in der Regel durch Einsatz einer Expansionsturbine.

Die heute hauptsächlich eingesetzten Formen von Gasverbrennungsanlagen sind gasbefeuerte Dampfkessel und Gasturbinen. Gasbefeuerte Dampfkessel werden nach ähnlichen Grundsätzen gebaut und betrieben wie Verbrennungsanlagen für flüssige Brennstoffe. Derartige Kessel werden häufig auch als Zusatzaggregate in Wärmekraftwerken (als Starthilfe beim Anfahren oder als Heizaggregate für Gebäude in Zeiten des Kraftwerkstillstandes) verwendet. Die bei der Gasverbrennung freigesetzte Wärme wird zur Erzeugung von Dampf verwendet, der in einer Dampfturbine entspannt wird und einen Generator antreibt. Die Systeme zur Verfeuerung von Gas sind ähnlich jenen zur Verfeuerung von Kohle oder Öl (Brennkammer mit meist mehreren Brennern in verschiedenen Höhenetagen).

Die direkte Transformation von thermischer Energie aus der Verbrennung von Gas in mechanische Energie erfolgt heute ganz überwiegend in Gasturbinen. Gasturbinen werden mit einem weiten

Leistungsbereich angeboten (von 100 kW<sub>el</sub> bis 310 MW<sub>el</sub>) und können mit verschiedenartigen Gasen (und auch Flüssigkeiten) betrieben werden. Die hauptsächlich genutzte Quelle ist derzeit Erdgas, aber auch Gase aus der Kohlevergasung, aus Hochöfen oder aus der Biomassevergasung sind einsetzbar. Hochleistungsgasturbinen können auch flüssige Brennstoffe (zB. Naphta, flüssige Rückstände aus der Rohödestillation etc.) verbrennen. Der Einsatz von Gasturbinen kann in verschiedenster Weise mit anderen Energieerzeugungstechniken kombiniert werden (zB. Kombination von Gas- und Dampfturbine oder kombinierte Anwendung in Form der Kraft – Wärme – Kupplung); der Gesamtwirkungsgrad des Systemes kann in solchen Fällen von etwa 40 % für eine Gasturbine allein über 55 % bei Kombination von Gas- und Dampfturbine auf bis zu 85 % bei Kraft – Wärme – Kupplung gesteigert werden.

Eine Gasturbine besteht aus den wesentlichen Elementen Kompressor, Verbrennungskammer und Expansionsturbine. Die Verbrennungsluft wird zumeist durch Filtration gereinigt und auf einen Druck von 15 bis 30 Bar gebracht. In der Verbrennungskammer findet die Verbrennung bei 1230 bis 1430 °C statt. Die hohen Temperaturen, Drücke und Geschwindigkeiten stellen bei Gasturbinen höchste Anforderungen an Konstruktion, Materialbeschaffenheit und Ausführungsqualität.

#### *Anlagen zur Verbrennung von Biomasse*

Biomasse (zB. Holz, Rinde, Torf, Stroh etc.) wird heute überwiegend in Wirbelschichtöfen verfeuert. Ältere Verbrennungsanlagen oder Anlagen mit einer thermischen Leistung nicht größer als 5 MW werden auch als Rostfeuerungen betrieben. Der Betrieb dieser Rostfeuerungen unterscheidet sich vom Betrieb der Rostverfeuerung von Kohle, insbesondere betreffend die Brennstoffaufgabe.

Wirbelschichtöfen zur Verfeuerung von Biomasse werden in allen Größenordnungen sowohl mit pulsierender wie auch mit zirkulierender Wirbelschicht eingesetzt. Die Wirbelbetttemperaturen betragen zwischen 800 – 900 °C, die Temperatur in der Zone über dem Wirbelbett kann 1100 bis 1200 °C erreichen. Die Brennstoffzugabe erfolgt meist in das Wirbelbett, wo im Kontakt mit dem heißen Bettmaterial eine Trocknung und Pyrolyse einsetzt. Etwa 40 % der benötigten Verbrennungsluft wird für die Fluidisierung des Wirbelbetts gebraucht. Häufig sind über dem Wirbelbett zusätzliche Brenner angeordnet, über welche gasförmige, flüssige oder pulverförmige feste Brennstoffe zusätzlich eingetragen werden können. Die Anforderungen an die Stückigkeit der Brennstoffe, die in das Wirbelbett eingebracht werden, sind nicht hoch, dh. die Brennstoffe müssen nicht vermahlen oder pulverisiert werden.



### *Anlagen zur Verbrennung von Abfall*

Ziel der Verbrennung (thermischen Behandlung) von Abfall ist die Aufkonzentrierung und Zerstörung von schädlichen Inhaltstoffen bzw. deren Inertisierung durch Überführung in andere chemische Bindungsformen. Zusätzlich sollen nach Möglichkeit verwertbare Stoffe in marktfähige Produkte einfließen, vorhandene Energieinhalte genutzt und die verbleibenden Rückstände in einen ablagerbaren Zustand gebracht werden.

Nach dem Grad der Oxidation der Abfälle lassen sich die angewandten Verfahren folgendermaßen unterteilen :

- *Pyrolyse* (Entgasung, Verschwelung); dabei erfolgt eine thermische Zersetzung der organischen Bestandteile des Abfalls durch indirekte Erwärmung unter weitestgehendem Sauerstoffausschluss ( $\lambda \cong 0$ ) zu Pyrolysegas, Pyrolyseöl und Pyrolysekoks
- *Vergasung* (Teiloxidation); dabei erfolgt eine Teiloxidation der organischen Bestandteile des Abfalls zu einem Synthesegas zufolge unterstöchiometrischer Sauerstoffzugabe ( $\lambda < 1$ ); das Synthesegas besteht im wesentlichen aus Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff, Wasser und ggf. Methan
- *Verbrennung*, dabei erfolgt eine möglichst vollständige Oxidation der organischen Bestandteile des Abfalls zu Kohlenstoffdioxid und Wasser zufolge eines ausreichenden Angebots an Sauerstoff ( $\lambda > 1$ )
- *Kombinationen* von Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung.

In Abhängigkeit von den angewandten Verfahren bzw. ihren Kombinationen entstehen unterschiedliche Rückstände (Aschen, Schlacken, Schmelzgranulate, Schrotte, Filterstäube, schwefel- und halogenhaltige Reaktionsprodukte, verbrauchte Adsorbentien oder Katalysatoren, Abwasser aus der nassen Reinigung der Verbrennungsgase und sonstige Abwässer etc.).

Für die Verbrennung von nicht aufbereitetem Siedlungsabfall wird heute in der Regel die Rostfeuerung eingesetzt; die Verbrennung erfolgt bei Temperaturen größer als 850 °C. Feste, flüssige oder pastöse Abfälle oder Abfallgemische aus Gewerbe, Industrie etc. werden bevorzugt in Drehrohröfen verbrannt; dabei werden Temperaturen zwischen 900 und 1200 °C erreicht. Die Wirbelschichttechnik eignet sich besonders zur Verbrennung von Schlämmen, pastösen Abfällen oder vorzerkleinerten organischen Abfallfraktionen (zB. Gummi- oder Kuntsstoffabfälle). Muffelöfen be-

stehen aus Brennkammern und Brennern ohne bewegliche Teile und werden zur Verbrennung stark verschmutzter Industrieabwässer und sonstiger flüssiger Sonderabfälle verwendet. Bei der Verbrennung von einer Tonne Abfall muss mit einem Anfall von 4500 bis 5000 Kubikmeter Verbrennungsgas gerechnet werden.

Bei der Abfallpyrolyse wird zweistufig vorgegangen; dabei erfolgt nach der eigentlichen Pyrolysestufe eine Nachbehandlung des Pyrolysegases zur Gewinnung eines energetisch verwertbaren Ölgemisches oder eine Verbrennung von Pyrolysegas und –koks zwecks Zerstörung der organischen Inhaltsstoffe unter gleichzeitiger energetischer Nutzung. Die Temperaturen in der Pyrolysestufe liegen im allgemeinen zwischen 400 bis 700 °C. Die Pyrolyse bietet den Vorteil, dass bei einer nachgeschalteten Verbrennung oder Vergasung das zu behandelnde Verbrennungsgasvolumen deutlich geringer ist als bei gewöhnlicher Abfallverbrennung.

Die Vergasung von Abfällen wird in Flugstromvergasern, Zyklonvergasern, Wirbelschichtvergasern oder Festbettvergasern durchgeführt. Zum störungsfreien Ablauf des Vergasungsvorganges ist der Einsatz einer aufwändigen Vorbehandlungstechnik notwendig. Größe und Konsistenz der aufgegebenen Abfälle müssen in engen vorgegebenen Grenzen liegen, die vom jeweiligen Vergasertyp abhängen. Auch die Abfallvergasung bietet den Vorteil der gegenüber der Verbrennung wesentlich geringeren Gasbildungsrate (bis zu Faktor 10 geringer).

Kombinationsverfahren bestehen aus einer Hintereinanderschaltung unterschiedlicher thermischer Prozesse in jeweils eigenen Anlagen. Folgende Kombinationen sind derzeit verfügbar :

*Kombination Pyrolyse – Verbrennung* : Schwel – Brenn - Verfahren (Pyrolyse im Drehrohr plus Hochtemperaturverbrennung von Pyrolysegas und –koks), PyroMelt – Verfahren (Pyrolyse im Drehrohr, Kondensation gasförmiger Teere und Öle, danach Hochtemperaturverbrennung von Pyrolysegas, -öl und –koks), Duotherm - oder RCP – Verfahren (Pyrolyse am Rost mit direkt gekoppelter Hochtemperaturverbrennung)

*Kombination Pyrolyse – Vergasung* : Konversionsverfahren (Pyrolyse im Drehrohr, danach Entnahme fester Rückstände, Abtrennung der mit Kohlenstoff angereicherten Feinfraktion, Sortierung der Metall- und Inerstofffraktion, danach gesonderte Vergasung von Pyrolysegas, -öl und –koks nach Wiederaufheizung und energetische Verwertung; kondensierte Brüden werden als Abwasser abgeleitet und behandelt), Thermoselect – Verfahren (Trocknung und Teilpyrolyse im Schubofen, Ver-

gasung unter Reinsauerstoffzugabe im stehenden Festbettvergaser, energetische Verwertung des Synthesegases).

### 1.3 Verbrennungsgas

Mit den bei der Verbrennung entstehenden Gasen werden feste, flüssige und gasförmige Bestandteile der Brennstoffe sowie die Reaktionsprodukte aus dem Verbrennungsprozess emittiert. Sowohl die Menge der emittierten Gase wie auch Art, Menge und chemische Zusammensetzung ihrer Inhaltsstoffe sind stark abhängig von den verfeuerten Brennstoffen sowie den Feuerungsbedingungen. Ein Großteil der mit den Verbrennungsgasen emittierten Stoffe fällt in die Kategorie Umweltschadstoffe und muss zwecks Begrenzung schädlicher Auswirkungen auf die Umwelt zurückgehalten werden.

Bei ortsfesten genehmigungspflichtigen Verbrennungsanlagen werden in Österreich gasförmige Emissionen durch das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K BGBl. Nr. 380/1988) sowie die darauf aufbauenden Verordnungen (Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen LRV-K 1989, BGBl. Nr. 19/1989 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 324/1997) gesetzlich begrenzt. Für Anlagen zur Verbrennung von Abfall werden die einschlägigen Anforderungen durch die RL 2000/76/EG bzw. die darauf aufbauende Verordnung BGBl. II Nr. 389/2002 (AVV) definiert.

In den Verbrennungsgasen sind im wesentlichen folgende luftfremde Stoffe und Stoffgruppen zu erwarten:

1. Stäube aus den mineralischen Begleitsubstanzen der Brennstoffe einschließlich Metalle und Metalloide
2. Schwefeloxide ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) und Halogenwasserstoffe (HCl und HF, in Spuren auch HJ und HBr), die bei der Verbrennung aus den in den Brennstoffen enthaltenen Schwefel- und Halogenverbindungen entstehen
3. Stickstoffoxide (NO,  $\text{NO}_2$ ), die aus den in den Brennstoffen enthaltenen Stickstoffverbindungen sowie aus dem Stickstoff der Verbrennungsluft stammen
4. Dampfförmige Metalle und Metalloide und deren Verbindungen (Cadmium, Quecksilber, Selen, Thallium etc.)
5. Organische Spurenstoffe (zB. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK], Phenole, Dioxine und Furane etc.).

Zur Entfernung der unter Z 1 bis 5 genannten Inhaltsstoffe der Verbrennungsgase werden die folgenden Verfahren eingesetzt.

### 1.3.1 Entfernung der Stäube

Die in den Verbrennungsgasen enthaltenen Stäube sind Träger der partikulären Schadstoffe, insbesondere der Metalle und Metalloide. Sie werden vor den Anlagen zur Entschwefelung bzw. Entstickung durch in der Regel elektrostatische Abscheider oder Filter (Elektrofilter) eliminiert; vereinzelt sind auch Verfahren mit Massenkraftabscheidung (Zyklone) oder Venturi – Nasswäscher im Einsatz. Jene partikulären Schadstoffanteile, die die Filter bzw. Abscheider passieren, gelangen in die Gaswäscher und stellen einen nicht unbeträchtlichen Anteil der partikulären Belastung der Waschwässer dar (insbesondere auch mit Schwermetallen).

Wesentliche Bestandteile der Stäube sind Metalle (Schwermetalle). Sie liegen in den meisten fossilen Brennstoffen in gebundener Form vor, werden beim Verbrennungsprozess freigesetzt und treten – soweit sie nicht als Schlacken oder Aschen aus dem Verbrennungsprozess ausgeschleust werden - in fester Form oder als Dampf in die Atmosphäre über. Arsen, Bor, Blei, Cadmium, Quecksilber, Molybdän, Selen, Chrom, Kupfer, Nickel, Vanadium oder Zink sind in Abhängigkeit von der Herkunft der fossilen Brennstoffe häufig anzutreffende Elemente.

### 1.3.2 Entfernung von Schwefelverbindungen und Halogenverbindungen

Für die Entfernung von Schwefelverbindungen aus Verbrennungsgasen (Entschwefelung) werden folgende Gruppen von großtechnischen Verfahren eingesetzt:

1. Regenerative Verfahren mit Mehrfachverwendung des Sorptionsmittels (nach thermischer oder chemischer Regeneration)
  - Trockenverfahren (Aktivkohle- oder Aktivkoksverfahren)
  - Nassverfahren (Wellmann – Lord – Verfahren mit  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  - Kreislauf)
  
2. Nicht regenerative Verfahren
  - Trockenverfahren (Verfahren mit Injektion eines trockenen Adsorptionsmittels in den oder nach dem Verbrennungsprozess)
  - Halbtrockenverfahren (Sprühadsorptionsverfahren mit Kalk oder Calciumoxid)

- Nasse Waschverfahren (Kalkstein-, Natriumhydroxid-, Ammonium- oder Peroxidverfahren etc.).

Die physikalisch – chemischen Wirkprinzipien der eingesetzten Verfahren können wie folgt unterteilt werden:

- Absorption an alkalisch reagierenden Stoffen in wässrigen Medien (nasse Waschverfahren)
- Adsorption an oberflächenreichen Stoffen wie zB. Aktivkoks
- Chemisorption an festen Stoffen (trockene oder halbtrockene Verfahren unter Verwendung eines alkalisch reagierenden Reaktionsmittels)
- Absorption des  $\text{SO}_2$  in einem wässrigen  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  – Kreislauf mit anschließender Gewinnung von  $\text{SO}_2$  durch thermische Desorption und Weiterverarbeitung des  $\text{SO}_2$  zwecks Gewinnung von Wertstoffen (Elementarschwefel, Schwefelsäure bzw. Abgabe als Flüssig –  $\text{SO}_2$ ).

Für die Auswahl des einzusetzenden Gasreinigungsverfahrens ist neben der zuverlässigen Einhaltung der gesetzlichen Luftreinhalteanforderungen insbesondere auch der Verbleib bzw. die Weiterverwertung der bei der Reinigung von Verbrennungsgas entstehenden festen oder flüssigen Rückstände von Bedeutung.

Generell kann die Fixierung der Schwefelverbindungen (und der Halogenverbindungen) des Verbrennungsgases an alkalisch reagierende Substanzen

- a) trocken oder quasitrocken erfolgen unter Einsatz von  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  entweder im Brennkessel selbst oder in nachgeschalteten Sprühabsorbern, wobei bei diesen Verfahren zwar kein Abwasser anfällt, die gewonnenen Reststoffe aber kaum einer Nachnutzung zugeführt werden können oder
- b) nass erfolgen unter Einsatz von gebranntem oder gelöschtem Kalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ), Natronlauge ( $\text{NaOH}$ ) sowie vereinzelt Natriumsulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) oder Magnesiumoxid.

Das bei der Gaswäsche gemäß lit. b gebildete Calciumsulfit ( $\text{CaSO}_3$ ) wird durch Belüftung zu Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) oxidiert. Dieser Gips kann in der Baustoffindustrie Verwendung finden. Bei An-

wendung von  $\text{NH}_3$  in der Gasreinigung entsteht Ammoniumsulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), das zu einem Düngemittel weiterverarbeitet werden kann.

Da vom Standpunkt der gesicherten Einhaltung der Grenzwerte für Luftschadstoffe im Verbrennungsgas die nassen Reinigungsverfahren eindeutige Vorteile gegenüber den trockenen bzw. halbtrockenen Verfahren aufweisen, nehmen Nasswäscher mit Anwendung von Kalkstein als Absorptionsmittel für  $\text{SO}_2$  eine weltweit dominierende Stellung ein. Auch in der überwiegenden Anzahl der in Österreich betriebenen Großfeuerungsanlagen werden nasse Waschverfahren zur Reinigung von Verbrennungsgas verwendet. In Abhängigkeit von den eingesetzten Brennstoffen (Kohle, Öl, Abfall, Sonderbrennstoffe) und der geforderten Brennstoffwärmeleistung werden unterschiedliche Typen von Verbrennungsanlagen (Rost-, Etagen-, Wirbelschicht- oder Drehrohrofen) und unterschiedliche Typen von Gasreinigungssystemen verwendet. Die unterschiedlichen Verfahrenskombinationen haben aber nur geringen Einfluss auf die qualitative Zusammensetzung des Waschwassers in den Wäschern.

Den Regelfall der Gaswäsche bildet das zweistufige Waschverfahren mit stark saurer Vorwäsche zur Entfernung der Reststaubanteile und der Halogenwasserstoffe und mit schwach saurer Hauptwäsche zur Abscheidung der Schwefelverbindungen. Das Waschwasser beider Waschstufen wird im Kreislauf gefahren; bei manchen Wäscherbauarten sind Vorwäsche und Hauptwäsche in einer Anlage integriert. Aus dem Waschwasser der 2. Stufe wird der zur weiteren Verwendung bestimmte REA - Gips entnommen. Zur Beherrschung von Korrosionen, Verkrustungen und Anreicherungen sowie zur Einhaltung vorgeschriebener Gipsqualitäten müssen aus beiden Waschkreisläufen gewisse Waschwasseranteile laufend abgezogen werden.

Fossile Brennstoffe können in Abhängigkeit von ihrer Herkunft unterschiedlich hohe Gehalte an Halogenen (Chlor, Fluor, Brom oder Iod) aufweisen, insbesondere wenn an der erdgeschichtlichen Genese ihrer Lagerstätten Meere beteiligt waren. Die Emission dieser Halogene erfolgt aus den Verbrennungsprozessen in Form gut wasserlöslicher saurer Gase (Halogenwasserstoffe), die Mitverursacher sind für die Einwirkungen des „sauren Regens“ auf die Umwelt. Die Halogenwasserstoffe werden in den Anlagen zur Entschwefelung der Verbrennungsgase mit abgetrennt, wobei die einzelnen Halogenwasserstoffe mit unterschiedlicher Wirksamkeit zurückgehalten werden (87 bis 97 % bei  $\text{HCl}$ , 43 bis 95 % bei  $\text{HF}$ , 85 bis 95 % bei  $\text{HBr}$  und 40 bis 95 % bei  $\text{HI}$ ). Hinsichtlich der Wirksamkeit der Entfernung bestehen keine gravierenden Unterschiede zwischen Nass-, Halbtrocken- und Trockenverfahren.

### 1.3.3 Entfernung von Stickstoffverbindungen

Die beim Verbrennungsprozess entstehenden Stickstoffoxide können bereits durch feuerungstechnische Maßnahmen im Feuerraum selbst (Mischungsverhältnis Brennstoff/Luft, Art der Luftzufuhr, Temperaturprofil, Brennraumgeometrie, Rezirkulation des Verbrennungsgases etc.) vermindert werden. Die einzuhaltenden Grenzwerte im Verbrennungsgas werden in der Regel dadurch allein aber nicht erreicht. Daher ist eine Reduktion der Stickstoffoxide (Entstickung) durch Einsatz von Ammoniak oder sonstigen reduzierten Stickstoffverbindungen (zB. Harnstoff) zu  $N_2$  und  $H_2O$  erforderlich.

Die Reduktion kann entweder im Verbrennungsraum selbst oder in einem sonstigen Anlagenteil vor der Gaswäsche (Ammoniakwassereindüsung, SNCR - Verfahren) erfolgen oder nach der Gaswäsche in einem eigenen Anlagenteil (SCR - Verfahren unter Einsatz geeigneter Katalysatoren wie Eisen- oder sonstige Metalloxide, Zeolithe, Aktivkohle) durchgeführt werden. Für die Anordnung der Entstickungseinrichtung im Verfahrensgang sind mehrere Varianten möglich (High Dust-, Low Dust-, Tail Gas– Anordnung). Häufig angewandte Varianten sind

- im Bereich der Energiegewinnung die Entstickung vor der Gaswäsche (SNCR)
- im Bereich der thermischen Abfallbehandlung die Entstickung nach der Gaswäsche (SCR).

Maßgeblich für die Anordnung der  $DeNO_x$ -Einrichtung sind Parameter wie Gastemperatur, Staubgehalt des Gases, Gefahr von Korrosion oder Abrasion, Anwesenheit von Katalysatorgiften etc.

### 1.3.4 Entfernung dampfförmiger Metalle

Die Entfernung dampfförmiger Metalle, vor allem des Quecksilbers, gelingt in den üblicherweise eingesetzten Anlagen zur Reinigung von Verbrennungsgas nur unvollständig. Daher werden im Fall der Notwendigkeit der gesonderten Entfernung von Metaldämpfen spezielle Reinigungsanlagen vorgesehen (zB. Aktivkohlefilter nach der Gaswäsche zur Entfernung von Quecksilberdämpfen in Abfallverbrennungsanlagen).

### 1.3.5 Entfernung organischer Spurenstoffe

In Abhängigkeit von den eingesetzten Brennstoffen und den Prozessbedingungen können bei der Verbrennung schädliche bzw. gefährliche organische Spurenstoffe entstehen. Sofern die gesetzlichen Bestimmungen betreffend die Beschaffenheit von Verbrennungsgas dies fordern, müssen derartige organische Spurenstoffe durch eine gesonderte Behandlung des Verbrennungsgases entfernt werden, weil die üblicherweise eingesetzten Gasreinigungsverfahren hinsichtlich der Entfernung derartiger Substanzen kein ausreichendes Reinigungsergebnis erwarten lassen. Besondere Aufmerksamkeit genießt in diesem Zusammenhang die Entstehung bzw. Rückhaltung der polychlorierten Dioxine und Furane bei der Abfallverbrennung. Für die gesonderte Entfernung dieser Substanzgruppe bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten an

- Adsorption an Aktivkohle, Aktivkoks oder Zeolithe
- Chemische Zerstörung unter Einsatz geeigneter Katalysatoren.

Durch den Einsatz von Aktivkohle oder Aktivkoks werden zusätzlich auch sonstige organische Schadstoffe, dampfförmige Metalle oder saure Gaskomponenten zurückgehalten, sodass derartigen Reinigungsstufen die Rolle eines „Breitbandfilters“ zukommt.

### 1.4 Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas

Bei den nassen Verfahren zur Reinigung von Verbrennungsgas werden gleichzeitig mit den Schwefeloxiden auch die Halogenwasserstoffe, die Feinstäube und teilweise die flüchtigen Schwermetalle aus dem Verbrennungsgas entfernt. Zwecks Vermeidung einer zu hohen Anreicherung von Chlorid und anderer löslicher bzw. feindisperser Stoffe im Waschkreislauf muss ständig Wasser aus der Waschsuspension abgezogen werden.

Das Abwasser enthält Stoffe, die

- aus dem Verbrennungsgas stammen
- mit dem Einsatzwasser in die Reinigungsanlagen eingetragen werden
- aus dem Adsorptionsmittel in Lösung gehen oder suspendieren und nicht mit dem festen Reaktionsprodukt (in der Regel Gips) ausgetragen werden
- verfahrensbedingt dem Reinigungsprozess zugegeben werden (zB. organische Säuren).



Mit dem Verbrennungsgas werden Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Schwermetalle, Schwefeloxide und Feinstaub eingetragen. Mit dem Adsorptionsmittel Kalk werden als dessen Nebenbestandteile Kieselsäure, Aluminium, Eisen, Magnesium, Mangan, Spurenelemente und oxidierbare Stoffe eingetragen. Wird das in den Wäschern eingesetzte Wasser einem Oberflächengewässer entnommen, so werden Alkali- und Erdalkalisalze, kleinere Mengen an Spurenelementverbindungen sowie oxidierbare Stoffe eingetragen. Bei Einsatz von Wasser aus der Abflutung von Kühlsystemen oder sonstigen Wässern nach Aufbereitung ist mit einem höheren Eintrag derartiger Stofffrachten zu rechnen.

Das Abwasser weist auf Grund der Inhaltsstoffe sauren bis stark sauren Charakter auf. Bei einstufiger Wäsche schwankt der pH – Wert von 4 bis 6, bei zweistufiger Wäsche treten in der ersten Stufe pH – Werte zwischen 0 und 4, in der zweiten Stufe zwischen 4 bis 6 auf.

Die Abwasserreinigung hat die Aufgabe,

- die Säuren zu neutralisieren
- die Feststoffe und Fällungsprodukte abzutrennen
- die Schwermetalle und Fluoride zu eliminieren
- die Gipsübersättigung abzubauen
- Ammonium zu entfernen
- die organische Fracht zu vermindern.

Die gestellten Aufgaben können mit einstufigen oder zweistufigen Anlagenkonfigurationen ausgeführt werden. Zumeist wird mit zweistufigen Anlagen gearbeitet, bei welchen in der ersten Stufe Alkalisierung, Fällung/Flockung und Sedimentation stattfindet und in der zweiten Stufe mit Fällung/Flockung und Sedimentation gearbeitet wird. Als Neutralisations- und Fällungsmittel wird in der ersten Stufe in der Regel Kalkmilch verwendet; in der zweiten Stufe wird mit Eisenchlorid und – für die gezielte Schwermetallentfernung – mit Natriumsulfid oder Organosulfiden (zB. TMT 15) gearbeitet. Alternativ ist der Einsatz selektiver Ionentauscher in der zweiten Behandlungsstufe möglich. Die Entfernung von Ammonium muss – soweit erforderlich - in einer gesonderten Reinigungsstufe auf physikalisch – chemischer Basis erfolgen. Organische Bestandteile des Abwassers werden für gewöhnlich durch Behandlung mit Aktivkohle entfernt (allenfalls nach vorheriger chemischer Zerstörung).

Der aus den Sedimentationsstufen der Reinigungsanlage abgezogene Schlamm wird über Filterpressen auf einen Feststoffgehalt von bis zu 50 % entwässert. Der Hauptbestandteil des Trockenrückstandes des Schlammes ist Gips, der mit den gefällten Schwermetallen sowie mit Eisen, Mangan, Silizium, Magnesium etc. verunreinigt ist.

## 2 Geltungsbereich

Um Übereinstimmung mit den Begriffen des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (LRG-K), der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K 1989) und dem Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002) zu erlangen, enthält die AEV Verbrennungsgas zunächst die für ihre Anwendung notwendigen Definitionen

- der Begriffe Verbrennung(sprozess), Verbrennungsanlage, Verbrennungsgas, Abluft, Brennstoff, Gaswäsche, Abluft, Kraftwerk und Brennstoffwärmeleistung sowie
- der in Frage kommenden Brennstoffe wie Braunkohle, Steinkohle, Heizöl, Vermischter Siedlungsabfall (Müll), Abfall.

Bei den Definitionen wird auf die Querbezüge zur LRV - K 1989 und zum Abfallwirtschaftsgesetz Bedacht genommen.

Eine Abgrenzung ist auch zwischen den Begriffen Verbrennungsgas und Abluft erforderlich. Abluft ist das bei allen technischen oder chemischen Prozessen ausgenommen bei Verbrennungsprozessen entstehende Gas oder die bei der Entlüftung von Anlagen oder Räumen anfallende Luft. Fragen der Abwasserbeseitigung bei der Reinigung von Abluft mit nassen Systemen sind einer eigenen AEV vorbehalten (AEV Abluftreinigung BGBl. II Nr. 218/2002). Regelungsgegenstand der AEV Verbrennungsgas ist ausschließlich das aus dem Gaswäscher einer Verbrennungsanlage abgezogene Waschwasser.

Der Geltungsbereich der AEV Verbrennungsgas ist definiert wie folgt :

**Anhang A** enthält **Emissionsbegrenzungen** in Form von Konzentrationen **für die Einleitung** von Abwasser aus der Nassreinigung von Verbrennungsgas **in ein Fließgewässer**. Die Grenzwerte gelten **für alle Arten von Waschwässern**.

**Anhänge B – F** enthalten **Emissionsbegrenzungen** in Form von prozessspezifischen Frachten **für die Einleitung** von Abwasser aus der Nassreinigung von Verbrennungsgas **in ein Fließgewässer**. Die Grenzwerte gelten **für definierte Arten von Verbrennungsanlagen** (Braunkohle-, Steinkohle- und Heizölkraftwerke, Verbrennungsanlagen für gemischten Siedlungsabfall oder für Abfall ausgenommen gemischten Siedlungsabfall) und beziehen sich auf die installierte Tonne Verbrennungskapazität bzw. bei Anlagen zur Verbrennung von Abfällen mit erhöhtem Halogengehalt auf die bei höchster Verbrennungskapazität über das Abwasser abzugebende Halogenmasse. Bei gemischtem Einsatz derartiger Brennstoffe in einer Verbrennungsanlage ergibt sich die prozessspezifische Emissionsbegrenzung für einen Abwasserinhaltsstoff durch eine Mischungsrechnung, welche auf die in der Zeiteinheit in die Verbrennungsanlage eingebrachten Massenströme der einzelnen Brennstoffarten abstellt.

Bei Verbrennungsanlagen für Abfall wird zusätzlich gefordert, dass die Einleitung des gereinigten Abwassers nur dann gestattet ist, wenn keine andere ordnungsgemäße, schadlose und wirtschaftlich zumutbare Art der Verwertung oder Beseitigung für die im Abwasser enthaltenen Rückstände aus der Gasreinigung verfügbar ist. In Einzelfällen kann eine Eindampfung von Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas mit anschließender Verwertung der Rückstände in der chemischen Industrie oder als Auftaumittel sinnvoll und wirtschaftlich zumutbar sein. Eine generelle diesbezügliche Vorgabe als Stand der Technik ist allerdings nicht möglich. Mit der gewählten Formulierung wird der zunehmend gestellten Forderung nach Eindampfung derartiger Abwässer insofern Rechnung getragen, als ihre Ableitung nur dann für zulässig erklärt wird, wenn keine ökologischen Schäden in Gewässern verursacht werden und wirtschaftlich zumutbare Möglichkeiten der Wiederverwertung von im Abwasser enthaltenen Rückständen nicht bestehen.

Die **Einleitung** von Abwasser aus der Nassreinigung von Verbrennungsgas **in eine öffentliche Kanalisation** darf grundsätzlich **nur** nach strenger Prüfung des Einzelfalls **dann gestattet** werden, **wenn auf Grund der Situierung einer Verbrennungsanlage fernab eines Fließgewässers eine anderweitige Ableitung mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand nicht möglich ist**. Die Inhaltsstoffe des Abwassers aus der Reinigung von Verbrennungsgas weisen zum ganz überwiegenden Teil anorganischen Charakter auf. Hervorstechendste Eigenschaft des Abwassers ist

der teilweise extrem hohe Salzgehalt (Chloridgehalte von 30 bis 40 Gramm pro Liter und mehr !). Die Einleitung eines derartigen Abwassers in eine öffentliche Kanalisation oder Abwasserreinigungsanlage bringt im Hinblick auf das mangelnde Rückhaltevermögen biologischer Reinigungssysteme für derartige Wasserinhaltsstoffe keinen wasserwirtschaftlichen Nutzen. Dies gilt insbesondere für Großemittenten wie Kraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen. ***Sollte auf Grund der Gegebenheiten des Einzelfalls die Bewilligung einer Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas in eine öffentliche Kanalisation unvermeidbar sein, so sind die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A Spalte II sowie nach Anhang B bis F vorzuschreiben.***

In Verbrennungsanlagen können die folgenden Abwasserarten auftreten, die nicht in den Geltungsbereich der AEV Verbrennungsgas fallen:

1. Abwasser aus Kühlsystemen und Dampferzeugern
2. Abwasser aus Anlagen zur Wasseraufbereitung
3. Abwasser aus Laboratorien
4. häusliches Abwasser aus betrieblichen Einrichtungen.

Für derartige Abwässer gelten die AEVEN der jeweiligen Herkunftsbereiche. Auf eine Mischung von Abwasser aus der Gaswäsche mit den genannten Abwässern sind die Mischungs- und Teilstrombehandlungskriterien des § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV anzuwenden.

Die Verordnung gilt weiters nicht für Abwasser aus Anlagen zur Reinigung von Abluft oder wässrigen Kondensaten aus Verbrennungsanlagen (zB. Brennwertkesseln, Niedertemperaturheizungen, außenstehenden Kaminen, Blockheizwerken, Wärmepumpen mit Verbrennungsmotoren etc). Die hierfür erforderlichen Regelungen sind in der AEV Abluftreinigung enthalten (BGBl. II Nr. 218/2000).

Wird gleichzeitig mit der Verbrennung oder im Anschluss an die Verbrennung ein chemischer Synthese- oder Produktionsprozess im Verbrennungsgasstrom durchgeführt (zB. bei metallurgischen Prozessen, beim Kalkofenprozess, bei Verbrennung von Ammoniak zur Salpetersäureherstellung, bei Verbrennung von Schwefel oder schwefelhaltigen Stoffen zur Herstellung von Schwefelsäure, bei der Zementklinkerherstellung etc.), so fällt das dabei anfallende Verbrennungsgas – Waschwasser nicht in den Geltungsbereich der AEV Verbrennungsgas, sondern wird bei jener Sparten - AEV mitbehandelt, die den Herkunftsbereich des jeweiligen Produktionsprozesses abdeckt. Nicht

anzuwenden ist diese Ausnahmeregelung, wenn im Zuge des Verbrennungsprozesses Abfall als Regel- oder Zusatzbrennstoff verwendet wird oder Abfall zum Zweck seiner Beseitigung thermisch mitbehandelt wird (sh. Art. 4 der RL 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen).

### 3 Gegenwärtige Entsorgungssituation

Ähnlich wie bei den Kühlsystemen ist es auch bei den durch Verbrennungsprozesse mit Wärme versorgten Kesselanlagen nicht möglich, genaue Angaben über die Gesamtanzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen bzw. die im Jahr verfeuerten Brennstoffmengen und die daraus resultierenden Abwassermengen zu erhalten.

Im Zuge der Umsetzung der RL 96/61/EG (IPPC) wurde eine Erhebung der nach Anhang I jener RL zu behandelnden Energieerzeugungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von größer als 50 MW durchgeführt. Mit Stand 1997 wurden folgende Zahlen festgestellt :

#### Anzahl der derzeit in Österreich betriebenen Kesselanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung größer 50 MW

	Anzahl
Kraftwerke	23
Fernheiz(kraft)werke	16
Raffinerie	8
Industrie	25
Müll- und Abfallverbrennung	4
Gesamt	76

Die Anzahl der Kesselanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von nicht größer als 50 MW beträgt ein Vielfaches der in der Tabelle genannten Zahlen.

Infolge der Erkenntnisse über die negativen Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf Böden, Vegetation, Gewässer, Bauwerke und Lebewesen (Stichwort „Saurer Regen“) wurden in Österreich in den vergangenen zwanzig Jahren praktisch flächendeckend Maßnahmen gegen insbesondere schwefelbürtige Luftverunreinigungen getroffen. Bei ortsfesten genehmigungspflichtigen Verbrennungsanlagen sind vielfach nasse Gasreinigungsverfahren im Einsatz. Die Anforderungen an das Abwasser aus diesen nassen Systemen wurden vor der erstmaligen Kundmachung der AEV Verbrennungsgas von den zuständigen Behörden auf Grund der jeweiligen sachverständigen Beurteilung des Einzelfalles festgelegt. Ein bundesweit einheitliches Anforderungsprofil an die Reini-

gungsleistung der Anlagen zur Reinigung derartiger Abwässer in Analogie zu den Anforderungen der LRV-K 1989 im Bereich Luftreinhalte gab es nicht. Anforderungen an nicht LRV-K – pflichtige Verbrennungsanlagen, insbesondere solche, die die Abwässer in öffentliche Kanalisationen einleiteten, wurden kaum gestellt.

Die AEV Verbrennungsgas in ihrer Erstfassung BGBl. Nr. 886/1995 hat erstmalig bundeseinheitliche Festlegungen getroffen und Anforderungsgleichheit für alle Betreiber von Anlagen zur Nassreinigung von Verbrennungsgas gebracht. Nicht den Anforderungen der AEV entsprechende Anlagen wurden zur Anpassung an den Stand der Technik gezwungen; die Anpassung musste beginnend mit 29. Dezember 1996 innerhalb von 5 Jahren abgeschlossen sein. Die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der AEV können im Hinblick auf die Vielzahl der in Österreich betriebenen Verbrennungsanlagen als bedeutend eingestuft werden, auch wenn bei der einzelnen Verbrennungsanlage die Tagesabwassermenge mitunter nicht spektakulär ist (20 bis 200 Kubikmeter pro Tag).

#### **4 Stand der Technik (StdT)**

Vorgelagert den Maßnahmen nach dem StdT der Abwasserreinigung können bei der Führung des Verbrennungsprozesses und der Reinigung der Verbrennungsgase folgende in Z 1 bis 8 aufgelistete Maßnahmen ergriffen werden, die den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage entlasten und die Verwertung der Reststoffe wesentlich erleichtern können:

1. Erfassung und Ableitung belasteter Abwässer und Niederschlagswässer getrennt von unbelasteten Niederschlags- oder Kühlwässern in verschiedenen Abwassersystemen (Trennkanalisation); Bereithaltung von ausreichend bemessenen Einrichtungen zur Speicherung, Überwachung und erforderlichenfalls Reinigung von verunreinigtem Niederschlagswasser sowie Abwasser aus der Brandbekämpfung oder Störfällen;
2. Die Auswahl schadstoffarmer Brennstoffe oder die der Verbrennung vorgeschaltete Entfrachtung der Brennstoffe von schädlichen oder gefährlichen Beimengungen kann ebenso zur Reduktion von Abwasseremissionen beitragen wie eine optimierte Führung des Verbrennungsprozesses und eine Homogenisierung und Zerkleinerung der Brennstoffe vor der Verbrennung;

3. Vorschaltung trockener Verbrennungsgas - Reinigungsverfahren zwecks Rückhalt der partikulären Gasverunreinigungen;
4. Die bei der Nassreinigung der Verbrennungsgase eingesetzten Waschlösungen und Reinigungschemikalien können im Kreislauf gefahren werden. An das Einsatzwasser für die Gaswäscher werden keine hohen qualitativen Anforderungen gestellt, sodass auch abgeflutetes Kühlwasser oder niedrig belastetes Abwasser aus anderen Anfallstellen eingesetzt werden kann. Der Einsatz von Trinkwasser oder Grundwasser sollte auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Die Grenze des sparsamen Wassereinsatzes wird durch die Notwendigkeit der Hintanhaltung von Korrosions- und Ablagerungsschäden sowie durch die geforderte Qualität der aus dem Waschwasser abzuziehenden festen Reststoffe vorgegeben. Eine völlig geschlossene Kreislaufführung der Waschlösung ist in der Regel nicht möglich.
5. Verminderung der  $\text{NO}_x$  - Emissionen im Verbrennungsgas durch feuerungstechnische Maßnahmen. Vom Standpunkt der Abwassertechnik wünschenswert ist die Entfernung der Stickstoffverbindungen aus dem Verbrennungsgas vor dem Gaswäscher. Diese Forderung ist nicht in jedem Fall erfüllbar; insbesondere bei Abfallverbrennungsanlagen werden zwecks Verlängerung der Lebensdauer der Entstickungsanlagen diese sehr häufig im Anschluss an den Gaswäscher angeordnet (SCR). Aus einer derartigen Anordnung resultiert eine hohe Belastung des Abwassers mit anorganischen Stickstoffverbindungen, insbesondere bei Verbrennung stickstoffreicher Abfälle wie zB. Klärschlamm aus der biologischen Abwasserreinigung. Bei vorgeschalteter Entstickung (SNCR) kann der abwasserbelastende Ammoniumschlupf durch verfahrenstechnische Maßnahmen gering gehalten werden.
6. Bevorzugter Einsatz jener Verbrennungsgas- und Abwasserreinigungsverfahren, die verwertungsfähige Reststoffe liefern (zB. Gips, Salz, Chlorwasserstoffsäure, Ammoniumsulfat). Für die festen Folgeprodukte der Reinigung von Verbrennungsgasen existieren bei Einhaltung der vom Markt geforderten Qualitätskriterien gute Möglichkeiten der Weiterverwendung. Anders gelagert sind die Verhältnisse bei den stark wasserlöslichen Bestandteilen des Abwassers aus der Verbrennungsgaswäsche. Die in Diskussion stehenden Möglichkeiten (Einsatz in der Chlor – Alkali - Elektrolyse, in der Salzsäureproduktion oder in der Eisenchlorid- oder Auftaumittelproduktion) scheitern nach wie vor an der mangelnden Akzeptanz der Folgeprodukte und deren nicht gegebener wirtschaftlicher Kon-

kurrenzfähigkeit wie auch an der in Österreich nicht vorhandenen Anlagenkapazität zur Aufarbeitung derartiger Rückstände. Nichts desto weniger ist generell sowohl beim Einsatz der Brennstoffe wie auch bei der Auswahl des Gaswaschverfahrens auf Wiederverwertbarkeit der Rückstände zu achten, um das Abfallproblem zu minimieren.

7. Einsatz physikalischer, chemischer oder physikalisch - chemischer Abwasserreinigungsverfahren zur Neutralisation, zur Reduktion der Gipsübersättigung, zur Strippung von Ammoniak, zur Fällung von Schwermetallen und Fluorid und zur Feststoffabtrennung;
8. Vom Abwasser gesonderte Erfassung und Verwertung der beim Gasreinigungsprozess sowie bei der Abwasserreinigung anfallenden Rückstände oder deren externe Entsorgung (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 BGBl. I Nr. 102).

## **5 Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen**

### **5.1 Parameterauswahl**

Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas kann folgende Stoffgruppen oder Stoffe enthalten:

1. Inhaltsstoffe von Verbrennungsgasen gemäß Kap. 1, die in den Staubabscheidern nicht zurückgehalten werden konnten
2. Korrosionsprodukte aus Anlagenkomponenten der Gaswäscher
3. Arbeits- oder Hilfsstoffe sowie Reaktionsprodukte aus der Gasreinigung und aus der Abwasserreinigung
4. Stoffe, die mit dem Einsatzwasser in die Gaswäscher eingebracht werden.

Der pH - Wert des aus den Wäschern abgezogenen Wassers schwankt je nach Abzugsstelle zwischen 0 bis 2 bzw. zwischen 4 bis 6.

Die Toxizität des Abwassers wird im wesentlichen durch den hohen Gehalt an Salzen verursacht. Die Salze sind Reaktionsprodukte der Begleitsubstanzen der Brennstoffe und der Verbrennungsluft (Sulfite, Sulfate, Nitrate, Nitrite, Chloride, Fluoride). Ihr Anfall ist maßgeblich für die aus dem Wäscher abzuziehenden Abwassermengen und damit - bei Ausnutzung der zulässigen Obergren-



zen für die Konzentrationen der Inhaltsstoffe - auch für die Festlegung der prozessspezifischen Frachtbegrenzungen. Ein Chloridgehalt von größer als 40 Gramm pro Liter im Waschwasserkreislauf wird aus verfahrenstechnischen Gründen in der Regel für problematisch angesehen, da der Wirkungsgrad der Gaswäsche sinkt, die Korrosionsprobleme anwachsen und die Abwasserreinigung erschwert wird.

Der Anteil der staubförmigen Bestandteile des Abwassers und der an sie gebundenen Spurenstoffe wie zB. Metalle und Metalloide hängt stark vom verfeuerten Brennstoff sowie von der Betriebsweise und der Leistungsfähigkeit der vorgeschalteten Entstaubungsanlagen ab. Ein weiterer wesentlicher Eintrag von Spurenstoffen (insbes. auch Schwermetallen) erfolgt über die zur Gasreinigung eingesetzten naturbelassenen oder gebrannten Calcium- und Magnesiumverbindungen. Mit dem Einsatzwasser können Carbonate, Chloride, Sulfate, Stickstoffverbindungen und oxidierbare Stoffe (bestimmbar als CSB) eingetragen und angereichert werden, insbesondere wenn als Einsatzwasser abgeflutetes Kühlwasser oder vorgereinigtes Abwasser verwendet wird. Bei Gewinnung von  $\text{SO}_2$  aus dem Verbrennungsgas für chemische Synthesen entfällt der Einsatz von Calciumverbindungen (Wellmann – Lord – Verfahren).

Stickstoffverbindungen stammen in erster Linie aus Begleitsubstanzen der Brennstoffe, aus der Oxidation des Luftstickstoffes bei der Verbrennung und aus Stickstoffverbindungen, die zwecks Entstickung dem Verbrennungsgas zudosiert werden; sie werden über die Parameter  $\text{NH}_4 - \text{N}$  und  $\text{TN}_b$  erfasst. Wird die Entstickung mit Ammoniak oder Harnstoff vor dem Gaswäscher durchgeführt, ist mit einem durch den  $\text{NH}_3 -$  oder Harnstoff - Schlupf bedingten Stickstoffgehalt des Waschwassers zu rechnen.

Schwefelverbindungen gehören als klassische Reaktionsprodukte des Verbrennungsprozesses zu den wichtigsten Luftschadstoffen; ihr Rückhalt ist wichtigstes Ziel der primären und sekundären Maßnahmen zur Reinigung von Verbrennungsgas. Im Abwasser werden sie durch die Parameter Sulfat und Sulfit überwacht. Sulfidische Verbindungen im Abwasser stammen im wesentlichen aus dem Einsatz von Fällungsmitteln zur Schwermetallentfernung.

Als Produkte der Verbrennungsprozesse können darüber hinaus in unterschiedlichem Ausmaß Cyanide, Phenole und halogenierte organische Verbindungen (erfasst als EOX), darunter auch Dioxine und Furane, im Abwasser enthalten sein.

Die Auswahl jener Parameter, die für die Überwachung der Abwasserbeschaffenheit eingesetzt werden, ist bei der wasserrechtlichen Bewilligung einer Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas von der Behörde auf Grund der tatsächlichen Beschaffenheit des Abwassers zu treffen (sh. § 4 Abs. 1 AAEV). Bei einer Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Gas aus der Abfallverbrennung sind in die Überwachung jedenfalls die Parameter Temperatur, pH – Wert, Abwasserdurchfluss, Abfiltrierbare Stoffe, Quecksilber, Cadmium, Thallium, Arsen, Blei, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink sowie Dioxine und Furane einzubeziehen (sh. dazu die Ausführungen in Kap. 6.3 zu RL 2000/76/EG).

## 5.2 Emissionsbegrenzungen

Die in Anhang A als Konzentrationen sowie in den Anhängen B bis F für bestimmte Großfeuerungsanlagen als prozessspezifische Frachten festgelegten Emissionsbegrenzungen beziehen sich auf die Beschaffenheit des Abwassers an der Einleitungsstelle in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation.

Bei der Festlegung der prozessspezifischen Frachten für Braunkohle-, Steinkohle- und Heizölkraftwerke wurde auf die Beschaffenheit der in Österreich (noch) gewinnbaren bzw. auf die Beschaffenheit der durch eine gezielte Einkaufspolitik am Weltmarkt beschaffbaren fossilen Energieträger Bedacht genommen. Bei der Verbrennung von Abfall werden die möglicherweise auftretenden Inhaltsstoffe berücksichtigt. Die in den Anhängen B bis F aufgelisteten Parameter geben daher auch eine Hilfestellung bei der Auswahl von Überwachungsparametern bei den diversen Arten von Verbrennungsanlagen bzw. Brennstoffen.

Die prozessspezifischen Frachtbegrenzungen der Anhänge B bis F beziehen sich auf die Tonne installierte Verbrennungskapazität einer Verbrennungsanlage; lediglich bei der Verbrennung von Abfällen mit höherem Halogengehalt (zB. Kunststoffabfällen) wird in Anhang F Spalte II die Emissionsbegrenzung auf die aus dem Gaswäscher bei maximaler Verbrennungsleistung abgezogene Halogenmenge bezogen. Dies soll dem Umstand Rechnung tragen, dass bei Verbrennung von Abfall mit erhöhtem Halogengehalt der vermehrte Anfall von Salzen (insbesondere von Chloriden) nur durch verstärkten Abwasserabzug aus dem Wäscher kompensiert werden kann. Bei der Festlegung des Maßes der Wasserbenutzung im Rahmen des wasserrechtlichen Bewilligungsverfahrens ist für einen in den Anhängen B bis F geregelten Abwasserinhaltsstoff von der maximalen Verbrennungskapazität bei Volllast auszugehen (ausgedrückt in Tonnen Brennstoff pro Tag). Mit

dieser Festlegung sind alle Betriebszustände der Anlage abgedeckt, insbesondere auch die schlechteren Anlagenwirkungsgrade bei Teillastbetrieb.

Anhang IV der RL 2000/76/EG fordert für *Thallium* eine Emissionsbegrenzung von 0,05 mg/l (bisher 0,1 mg/l). Der Parameter Thallium ist nur bei Abwasser aus der Abfallverbrennung in die Überwachung mit einzubeziehen (wie bisher). Auf Grund zahlreicher Ergebnisse durchgeführter Überwachungen an existierenden Großfeuerungsanlagen in Österreich ist bekannt, dass kein linearer Zusammenhang zwischen gemessenen Konzentrationen im Abwasser, verbrannten Abfallmengen und prozessspezifischen Emissionen besteht. Daher wird EU – konform der Konzentrationsgrenzwert für Thallium abgesenkt, die prozessspezifischen Grenzwerte für Thallium in den Anhängen E und F bleiben unverändert.

Bei Abwasser aus der Abgasreinigung von Großfeuerungsanlagen ist die Entfernung der im Abwasser enthaltenen *Stickstoffverbindungen* (insbesondere der Nitrite und Nitrate) mittlerweile Stand der Technik. Die Festlegung einer Emissionsbegrenzung für den Parameter  $TN_b$  ist beschränkt auf Abwasser aus Verbrennungsanlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung von größer als 600 MW.

Keine Festlegung einer Emissionsbegrenzung erfolgt nach wie vor für den Parameter *Chlorid*. Für die Reduktion der Emissionen von Chlorid kommt – abgesehen von brennstoffseitigen Maßnahmen bzw. dem Einsatz von trockenen bzw. halbtrockenen Gasreinigungsverfahren - als technisch verfügbares Verfahren primär die Abwassereindampfung in Betracht. Bei den trockenen bzw. halbtrockenen Gasreinigungsverfahren ist die Leistungsfähigkeit betreffend den Rückhalt einzelner Luftschadstoffe und die nicht gegebene Weiterverwertbarkeit der Reststoffe als problematisch anzusehen. Die Abwassereindampfung ist ein sehr energieintensives Verfahren. Sie liefert als Reststoff ein Salzgemisch, das wegen seiner Verunreinigungen nicht direkt weiter verwertbar ist. Die erforderlichen Aufarbeitungskosten zur Erzielung der notwendigen Reinheit machen ein Salzraffinat (zB. gegenüber dem Salz aus Salinen) nicht konkurrenzfähig. Für die anderen in Diskussion stehenden Varianten der Weiterverwertung (Einsatz in der Produktion von Chlorwasserstoffsäure, der Chlorkali - Elektrolyse oder bei der Eisenchloridherstellung) gilt ähnliches. Selbst wenn man die im Falle der Verwertung eingesparten Deponiekosten den erhöhten Aufarbeitungskosten gegenrechnet, haben derartige Verwertungsprodukte mangels Akzeptanz derzeit keine Absatzchancen und müssen letztendlich als Abfall beseitigt werden.

Zur Beseitigung nicht verwertbarer salzhaltiger Reste aus der Eindampfung kommt nur eine untertägige Ablagerung in Frage. Österreich verfügt über keine derartige Deponie und wäre daher für den Fall der flächendeckenden Vorschreibung der Eindampfung auf den Export der Salzreste angewiesen.

Da in den österreichischen Fließgewässern keine schwerwiegenden Probleme mit Salzbelastungen geortet werden können, erscheint die Abgabe von Chloriden aus Verbrennungsprozessen an die Gewässer bei ausreichenden Mischungsbedingungen im Vorfluter eine auch ökologisch vertretbare Alternative. Die Prüfung anderweitig vorhandener ordnungsgemäßer Methoden der Verwertung und Beseitigung ist jedoch vor der wasserrechtlichen Bewilligung einer derartigen Einleitung aus der Abfallverbrennung obligatorisch. Der Verweis in § 1 Abs. 3 der AEV auf § 21a Abs. 3 lit. a WRG 1959 soll dabei den Maßstab der Bewertung anlässlich einer derartigen Prüfung durch die Behörde aufzeigen. Überzogene technische Anforderungen (etwa in Richtung Eindampfung) sind jedenfalls dann nicht gerechtfertigt, wenn von einer Einleitung ohne Realisierung dieser Anforderung keine nennenswerte Schädigung für ein Fließgewässer ausgeht.

*Halogenierte organische Verbindungen* können im Einzelfall im Abwasser enthalten sein. Eine Grenzwertfestlegung für den in solchen Fällen angewandten Standardparameter AOX ist auf Grund analytischer Schwierigkeiten nicht möglich (der hohe Chlorid- und in manchen Fällen auch Jodidgehalt des Abwassers führt regelmäßig zu AOX - Überbefunden). Es wird daher ersatzweise der Parameter EOX (Extrahierbare organisch gebundene Halogene) in die AEV eingeführt; seine Verwendbarkeit bei diesem Abwasser hat sich als brauchbar erwiesen.

*Dioxine und Furane* als Teilgruppe der halogenorganischen Verbindungen waren in den letzten Jahren Gegenstand intensiver Analytik- und Forschungsprogramme, insbesondere im Bereich der Abfallverbrennung. In Anhang IV der RL 2000/76/EG wird nunmehr eine Emissionsbegrenzung von 0,3 Nanogramm pro Liter Toxizitätsäquivalente für Dioxine und Furane festgelegt (bisher keine Festlegung in der AEV Verbrennungsgas). Auch dieser Parameter ist nur bei Abwasser aus der Reinigung von Gas aus der Abfallverbrennung einzusetzen.

### 5.3 Überwachung von Emissionsbegrenzungen

Allgemein sind die Bestimmungen zur Überwachung von Abwassereinleitungen in § 7 und Anhang C der AAEV vorgegeben. Danach sind Parameterauswahl, Häufigkeit der Überwachung und erforderlichenfalls Teilstromüberwachungen von der Behörde festzulegen.

Die zusätzlichen Bestimmungen des § 4 der AEV Verbrennungsgas stellen auf die besonderen Bedingungen der Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Gas aus der Verbrennung von Abfall ab. Diese neuen Bestimmungen berücksichtigen die Festlegungen des Art. 11 Abs. 14 bis 16 der RL 2000/76/EG betreffend die Überwachung des Abwassers aus der Reinigung von Gas aus der Abfallverbrennung (sh. Kap. 6.3).

## **6 Umsetzung wasserbezogener EU-Richtlinien**

### **6.1 Richtlinie 76/464/EWG**

Gemäß Richtlinie 76/464/EWG legt die EU Programme zur Vermeidung oder Verminderung der Gewässerbelastung durch Stoffe der Liste I (Schwarze Liste) fest. Für die Stoffe der Liste II (Graue Liste) legen die Mitgliedsstaaten autonome Programme zur Vermeidung der Gewässerbelastung fest; weiters legen sie für jene Stoffe der Liste I, die seitens der EU noch nicht geregelt wurden, interimistisch autonome Regelungen fest.

Für nachstehend genannte Stoffe der Liste I, für welche auf der Basis der Richtlinie 76/464/EWG noch keine EU - Regelung erging, sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, individuelle Regelungen zu erlassen:

- Quecksilber, Cadmium und halogenorganische Verbindungen.

Die Tochtrichtlinie 84/156/EWG betreffend Quecksilberableitungen aus industriellen Einleitungen mit Ausnahme der Chlor – Alkali - Elektrolyse verlangt weiters, dass die Mitgliedsstaaten für Abwasser aus Kohlekraftwerken eigenständige Regelungen setzen, solange die EU keine derartigen Regelungen festsetzt.

Aus Liste II werden im Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas folgende Stoffe bzw. Stoffgruppen angetroffen:

- Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Cobalt, Kupfer, Nickel, Thallium, Vanadium, Zink, Zinn, Ammonium, Cyanid, Fluorid, Sulfid und Phenol.

Die Festlegungen der AEV Verbrennungsgas zu den genannten Parametern entsprechen dem Auftrag der EU an die Mitgliedsstaaten zur Erstellung von Aktionsprogrammen für die genannten Stoffe im Bereich des Abwassers aus der Reinigung von Verbrennungsgas. Die halogenorganischen Verbindungen werden durch die Parameter EOX sowie Dioxine und Furane abgedeckt.

## 6.2 RL 96/61/EG (IPPC)

Am 24. September 1996 veröffentlichte der Rat eine Richtlinie, wonach für bestimmte Typen und Größen von Industrieanlagen ein integriertes Bewilligungsverfahren durchzuführen ist, bei welchem integrierte Maßnahmen zum Schutz aller Umweltkompartimente auf der Basis des Standes der Technik (BAT) vorzusehen sind.

In Anhang I der Richtlinie sind jene industriellen Tätigkeiten genannt, die einer derartigen integrierten Beurteilung zu unterziehen sind. Verbrennungsanlagen sind in Anhang I der RL unter nachstehenden Ziffern genannt :

- 1.1 Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von größer als 50 MW
- 5.1 Anlagen zur (thermischen) Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen sowie Anlagen zur Altölbeseitigung mit einer Kapazität von größer 10 Tonnen pro Tag
- 5.2 Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll mit einer Kapazität von größer als 3 Tonnen pro Stunde
- 5.3 Anlagen zur (thermischen) Beseitigung von ungefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von größer als 50 Tonnen pro Tag.

Für diese Tätigkeiten wird nach Art. 16 Abs. 2 der RL ein Informationsaustausch betreffend den Stand der Technik für Errichtung und Betrieb durchgeführt. Das Ergebnis des Informationsaustausches wird als BREF (BAT – Reference Document) veröffentlicht; für die Verbrennungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung größer 50 MW (Z 1.1 des Anhanges I der RL 96/61/EG) wird derzeit ein derartiges BREF erstellt (BREF LCP – Large Combustion Plants).

Gemäß Art. 16 Abs. 1 der Richtlinie organisiert die EU auch einen Informationsaustausch unter den Mitgliedstaaten betreffend die in den Genehmigungsverfahren vorgeschriebenen Maßnahmen nach dem Stand der Technik zum Schutz der Umwelt (hier der Gewässer). Bei Bedarf können gemäß Art. 18 der RL auf der Basis der Ergebnisse dieses Informationsaustausches gemein-

schaftseinheitliche Emissionsgrenzwerte erlassen werden. Derartige Grenzwerte können im Rahmen der AEV Verbrennungsgas in nationales Recht umgesetzt werden.

### 6.3 RL 2000/76/EG (Verbrennung von Abfällen)

Im Dezember 2000 veröffentlichten Europäisches Parlament und Rat eine Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen. Diese Richtlinie enthält in ihren Artikeln 8, 10 und 11 sowie in Anhang IV Bestimmungen betreffend Abwasser aus der Reinigung von Gas aus der Verbrennung von Abfällen, die von den Festlegungen der AEV Verbrennungsgas in der Fassung des BGBl. Nr. 886/1995 abweichen. Die RL trifft bezüglich Abwasser aus der Verbrennung von Abfällen folgende wesentliche Aussagen, die in der AEV Verbrennungsgas zu berücksichtigen sind :

**Art. 8 Abs. 3** Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas darf nach besonderer Behandlung in ein Gewässer eingeleitet werden, wenn die gemeinschaftlichen, innerstaatlichen und lokalen Vorschriften erfüllt werden und die Massenkonzentrationen der in Anhang IV der RL genannten Schadstoffe die dort festgelegten Emissionsgrenzwerte einhalten (nicht überschreiten). Diese Festlegung ist durch § 33b Abs. 3 WRG 1959 in Verbindung mit § 4 AAEV und § 1 der AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 8 Abs. 4** Die Emissionsgrenzwerte gelten an dem Ort, an dem das die Schadstoffe gemäß Anhang IV der RL enthaltende Abwasser aus der Verbrennungsanlage abgeleitet wird. Wird das bei der Gasreinigung anfallende Abwasser am Standort gemeinsam mit anderen am Standort anfallenden Abwässern behandelt (Abwassermischung gemäß § 4 Abs. 5 AAEV !), so hat der Betreiber die in Art. 11 geforderten Messungen an folgenden Messstellen durchzuführen :

- a) am Teilstrom aus der Reinigung von Verbrennungsgas vor der Einleitung in die gemeinsame Reinigungsanlage
- b) an den übrigen Teilströmen vor deren Einleitung in die gemeinsame Reinigungsanlage
- c) an der Stelle, an der das Abwasser aus der Verbrennungsanlage nach der gemeinsamen Reinigung endgültig abgeleitet wird.

Der Betreiber muss die erforderlichen Massenbilanzen berechnen, um jenen Anteil der Emissionen in der endgültig abgeleiteten (Gesamt)Abwassermenge zu

bestimmen, die dem Abwasser aus der Gasreinigung zuzurechnen sind (Mischungsrechnung nach § 4 Abs. 6 AAEV !), um die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen nach Anhang IV der RL prüfen zu können. Die Forderungen sind durch § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV in Verbindung mit § 1 Abs. 6 Z 3 und 4 der AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 8 Abs. 5** Wird Stoffe gemäß Anhang IV der RL enthaltendes Abwasser aus der Gasreinigung außerhalb der Verbrennungsanlage in einer nur für die Reinigung dieser Abwasserart bestimmten Reinigungsanlage gereinigt, so sind die in Anhang IV der RL festgelegten Emissionsbegrenzungen am Ort der Abwassereinleitung aus der Reinigungsanlage anzuwenden. Ist diese außerhalb des Standorts (der Verbrennungsanlage) gelegene Reinigungsanlage nicht nur für die Reinigung von Abwasser aus der Verbrennungsanlage bestimmt, so hat der Betreiber zwecks Prüfung der Einhaltung der in Anhang IV der RL festgelegten Emissionsbegrenzungen für den Teilstrom aus der Gasreinigung die Massenbilanzen gemäß Art. 8 Abs. 4 lit. a bis c der RL zu berechnen, um die Emissionen in der abgeleiteten (Gesamt)Abwassermenge zu bestimmen, die dem Teilstrom aus der Abgasreinigung zuzurechnen sind. Unter keinen Umständen darf eine Verdünnung des Abwassers erfolgen, um die in Anhang IV der RL festgelegten Emissionsbegrenzungen einzuhalten. Diese Forderung ist durch § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV in Verbindung mit § 1 Abs. 6 Z 3 und 4 der AEV Verbrennungsgas sowie durch § 33b Abs. 8 WRG 1959 gedeckt.

**Art. 8 Abs. 6** Bei der Bewilligung einer Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Verbrennungsgas sind die Emissionsbegrenzungen für die Parameter nach Anhang IV der RL sowie die „Betriebskontrollparameter“ pH – Wert, Temperatur und Durchfluss festzulegen. Die Forderung wird durch § 4 Abs. 1 und Anhang F der AAEV in Verbindung mit § 1 Abs. 6 Z 2 der AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 8 Abs. 7** Das Gelände einer Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlage einschließlich der dazugehörigen Abfalllagerflächen ist so auszulegen und zu nutzen, dass unerlaubtes und unbeabsichtigtes Freisetzen von Schadstoffen in den Boden, in ein Oberflächengewässer und das Grundwasser im Einklang mit den Gemeinschaftsvorschriften vermieden wird. Außerdem muss für das auf dem Gelände der Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlage anfallende verunreinigte Nieder-



schlagswasser sowie für verunreinigtes Wasser, das bei Störungen oder bei der Brandbekämpfung anfällt, Speicherkapazität vorgesehen werden. Die Speicherkapazität muss so bemessen sein, dass das anfallende Wasser erforderlichenfalls geprüft und vor der Einleitung behandelt werden kann.

Die im zweiten und dritten Satz enthaltenen Forderungen sind in § 1 Abs. 7 Z 1 AEV Verbrennungsgas umgesetzt; der erste Satz betrifft den Schutz des Grundwassers und des Bodens und kann mit einer AEV nicht umgesetzt werden.

**Art. 10 Abs. 3** Der ordnungsgemäße Einbau und das ordnungsgemäße Funktionieren der Geräte für die automatische Überwachung der Emissionen in das Abwasser müssen kontrolliert werden und jedes Jahr muss ein Überwachungstest durchgeführt werden. Die Kalibrierung muss mindestens alle drei Jahre an Hand von Parallelmessungen nach den Referenzmethoden erfolgen. Diese Forderung ist durch § 4 Abs. 8 der AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 11 Abs. 14 und 15** Am Ort der Abwassereinleitung sind folgende Messungen durchzuführen :

- a) kontinuierliche Messung von Temperatur, pH – Wert und Abwasserdurchfluss
- b) tägliche Messung der Gesamtmenge an Abfiltrierbaren Stoffe
- c) zumindest monatliche Messung aller in Anhang IV der RL genannten Parameter ausgenommen Abfiltrierbare Stoffe sowie Dioxine und Furane
- d) mindestens zwei Messungen pro Jahr von Dioxinen und Furanen bzw. dreimonatliche Messungen im ersten Betriebsjahr.

Die Schadstofffrachten im gereinigten Abwasser sind in Übereinstimmung mit den Gemeinschaftsvorschriften zu überwachen; die einschlägigen Bestimmungen sowie die genannten Messhäufigkeiten sind in der Bewilligung festzulegen. Diese Festlegungen sind durch § 7 und Anhang F AAEV in Verbindung mit § 4 Abs. 6 und 7 AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 11 Abs. 16** Die Emissionsbegrenzungen des Anhangs IV der RL gelten als eingehalten, wenn

- a) bei Abfiltrierbaren Stoffen 95 % bzw. 100 % der Messwerte die jeweiligen Emissionsbegrenzungen nicht überschreiten

- b) bei einem Schwermetall bei nicht mehr als einer Messung pro Jahr die Emissionsbegrenzung überschritten wird (bzw. bei mehr als 20 Messungen pro Jahr nicht mehr als 5 % der Messwerte die Emissionsbegrenzung überschreiten)
- c) bei Dioxinen und Furanen bei den beiden jährlichen Messungen die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

Die Anforderungen sind durch § 4 Abs. 4 und 5 AEV Verbrennungsgas gedeckt.

**Art. 20 Abs. 1 und 2** Die Richtlinie gilt für bestehende Anlagen ab dem 28. Dezember 2005. Für neue Anlagen gilt die RL ab dem 28. Dezember 2002.

Die Fristen nach § 5 AEV Verbrennungsgas für das Inkrafttreten und die Anpassung bestehender Anlagen an den Stand der Technik orientieren sich an diesen EU - Vorgaben.

**Anhang IV** legt Emissionsbegrenzungen für die Einleitung von Abwasser aus der Reinigung von Gas aus der Verbrennung von Abfällen bei den Parametern Abfiltrierbare Stoffe, Quecksilber, Cadmium, Thallium, Arsen, Blei, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink sowie Dioxinen und Furanen fest. Die Festlegungen sind durch die Emissionsbegrenzungen des Anhangs A der AEV Verbrennungsgas gedeckt.

Die sonstigen Vorgaben der RL 2000/76/EG betreffend die Verbrennung von Abfällen werden in der Verordnung BGBl. II Nr. 389/2002 (AVV) behandelt. Die Richtlinie 94/67/EG über die Verbrennung gefährlicher Abfälle wird durch die RL 2000/76/EG aufgehoben.

## 7 Fristen

Die AEV Verbrennungsgas BGBl. II Nr. 271/2003 wurde am 27. Mai 2003 kundgemacht. Sie tritt am 28. Dezember 2002 in Kraft. Gleichzeitig tritt BGBl. Nr. 886/1995 außer Kraft. Bei Inkrafttreten des BGBl. II Nr. 271/2003 bestehende Einleitungen, die den Anforderungen der neuen AEV Verbrennungsgas nicht entsprechen, sind innerhalb von drei Jahren an die Emissionsbegrenzungen des BGBl. II Nr. 271/2003 anzupassen.