Stand der Technik in der Abfallverbrennung

Dipl.-Ing. Dr. Helga Stoiber

UVP Environmental Management and Engineering GmbH
1020 Wien
Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Abfallwirtschaft
9330 Althofen

Inhalt

- Vorstellung
- Vorstellung der UVP Environmental Management and Engineering GmbH
- Stand der Technik in der Abfallverbrennung
  - Technische Grundlagen
  - Rechtliche Rahmenbedingungen - Überblick
  - Österreichischer Anlagenbestand
  - BREF Waste Incineration
- Pyrolyse und Vergasung von Abfällen

UVP
Environmental Management and Engineering

- Gegründet 2015
- Nachfolgerin der
  UV&P Umweltverfahrenstechnik Neubacher & Partner GmbH
- 13 MitarbeiterInnen
- Büros in Wien und Linz
- Weitere Informationen: **www.uvp.at**

UVP
Environmental Management and Engineering

- **Aktuelle Projekte (Auswahl):**
  - SKN Nettingsdorf/OÖ – neuer Laugenkessel, 150 t/h Dampf (Generalplaner),
  - Abfallwirtschaftskonzept für Usbekistan (gem. mit GWCC),
  - ISWA Study Tour „Waste-to-Energy“ etc.

  Diverse Projekte zu den Themen:

  - Thermische Abfallbehandlung
    (Pre-Feasibility, Feasibility, Einreichplanung, Engineering, Inbetriebnahme...),
  - Altlastenbewertung und –sanierung,
  - Abfallwirtschaft, Energieeffizienz, Projektentwicklung...

Stand der Technik in der Abfallverbrennung

Eigenschaften von brennbaren Abfällen Vorteile der Abfallverbrennung

- **Eigenschaften von brennbaren Abfällen**
- **Vorteile der Abfallverbrennung:**
  - Inertisierung
  - Hygienisierung
  - Volumenreduktion
  - Massenreduktion
  - Energienutzung
  - Schaffung von Schadstoffsenken
  - Verbesserte Klimarelevanz ggü. der Deponierung

Industrieemissionsrichtlinie - RL 2010/75/EU (Industrial Emissions Directive, IED) (1)

7 einzelne Richtlinien wurden zusammengefasst:

- IPPC Richtlinie (96/61/EG, kodifiziert 2008/1/EG) – **Kapitel 2, Anhang I der IED: IPPC-Anlagen.**
- Großfeuerungsanlagenrichtlinie (LCP) (2001/80/EG).
- Abfallverbrennungsrichtlinie (WID) (2007/76/EG**)** - **Kapitel 4, Annex VI der IED: Abfall(mit)verbrennung.**
- VOC Richtlinie (1999/13/EG).
- 3 TiO_2 Richtlinien (78/176/EEC; 82/883/EEC; 92/12/EEC).

7

Wesentliche Inhalte der IED – Überblick (1)

Ziel der IED:

IPPC = Integrated Pollution Prevention and Control

Dies wird erreicht durch EU-weit geltende, einheitliche Regelungen (Mindestanforderungen) für

- **Genehmigung,**
- **Betrieb,**
- **Überwachung,**
- **Stillegung**

von Industrieanlagen.

8

Wesentliche Inhalte der IED – Überblick (2)

Pflichten der Anlagenbetreiber gemäß Art. 11 IED:

- Vorsorgemaßnahmen gegen Umweltverschmutzung.
- **Einsatz der besten verfügbaren Techniken → BREF-Dokumente.**
- Keine erhebliche Umweltverschmutzung.
- Vermeidung der Erzeugung von Abfällen.
- Falls Abfälle erzeugt werden → Behandlung gemäß ARRL 2008/98/EG.
- Effiziente Verwendung von Energie.
- Verhinderung von Unfällen, deren Folgen begrenzen.
- Stilllegung:
  Umweltverschmutzung vermeiden, zufriedenstellenden Zustand des Betriebsgeländes wiederherstellen.

9

IED – Geltungsbereiche für die Abfallverbrennung und -mitverbrennung

Begriffsklärung: **Verbrennung** und **Mitverbrennung**

Kapitel 4, Annex VI: „ab dem ersten Kilogramm“

Kapitel 2 (IPPC-Anlagen): Schwellenwerte gemäß Annex II

5.2. Beseitigung oder Verwertung von Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen oder in Abfallmitverbrennungsanlagen

a) für die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle mit einer Kapazität von über 3 t pro Stunde;

b) für gefährliche Abfälle mit einer Kapazität von über 10 t pro Tag.

IED – Umsetzung in österr. Gesetzgebung

Die Regelungen der IED sind in Österreich umgesetzt u.a. in:

- **AVV**
  Abfallverbrennungsverordnung (BGBl. II Nr. 476/2010 idgF)
- **AAEV**
  Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (BGBl. Nr. 186/1996 idgF)
- **AEV Verbrennungsgas**
  Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Reinigung von Verbrennungsgas (BGBl. II Nr. 271/2003)
- **GewO 1994**
  Gewerbeordnung 1994 (BGBl. Nr. 194/1994 idgF)

11

Weitere relevante gesetzliche Regelwerke – Auswahl (1)

Auf EU-Ebene:

- **UVP-Richtlinie 2014/52/EU,**
- **Abfallrahmenrichtlinie ARRL 2008/98/EG,**
- **Wasserrahmenrichtlinie WRRL 2000/60/EG,**
- **...**

Weitere Informationen: https://eur-lex.europa.eu

Weitere relevante gesetzliche Regelwerke – Auswahl (2)

Auf nationaler Ebene:

- **UVP-G 2000 (BGBl. Nr. 697/1993 idgF),**
- **AWG 2002 (BGBl. I Nr. 102/2002 idgF),**
- **WRG 1959 (BGBl. Nr. 215/1959 idgF),**
- **…**

Weitere Informationen: https://www.ris.bka.gv.at

Limit Values for Air Emissions

• **Total dust**	
• Total organic carbon	**VOC**
• Hydrogen chloride	**HCl**
• Hydrogen fluoride	**HF**
• Sulphur dioxide	**SO_2**
• Nitrogen oxides (NO_x), expressed as	**NO_2**
• Carbon monoxide	**CO**
• Mercury	**Hg**
• Cadmium + Thallium	**Cd+Tl**
• **Σ Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V**	
• Dioxins and furans	**PCDD/F**

14

Referenzzustand für Luftemissionen

- **Trockenes Rauchgas**
- **Druck: 1 atm = 1,013 bar(a)**
- **Temperatur: 0 °C**
- **O_2-Konzentration: 11 Vol% für Abfallverbrennungsanlagen**
- Berechnung der emittierten Frachten: Umrechnung auch des Rauchgas-Durchsatzes auf die Referenzbedingungen.
- Umrechnungsverbot auf Bezugs-O_2-Gehalt bei der Verbrennung von gefährlichen Abfällen – keine „rechnerische Verdünnung“ auf 11% O_2, die Grenzwerte müssen bei IST-O_2-Gehalt eingehalten werden.
  Ausnahme: NOx-Emissionen in Wirbelschichtanlagen.

Limit Values for Water Emissions

• **Total suspended solids**	
• Mercury	**Hg**
• Cadmium	**Cd**
• Thallium	**Tl**
• Arsenic	**As**
• Lead	**Pb**
• Chromium	**Cr**
• Copper	**Cu**
• Nickel	**Ni**
• Zinc	**Zn**
• Dioxins and furans	**PCDD/F**

Die dargestellten Parameter sind in der europäischen IED geregelt.

In der österreichischen AEV Verbrennungsgas werden Emissionsgrenzwerte für eine Reihe weiterer Parameter vorgeschrieben.

16

Operating Conditions

- Maximum content of **TOC in slag and bottom ash < 3%**
  → **Aim: Complete incineration**
- Flue gas temperature after last injection of combustion air:
  ≥ 850°C (hazardous waste: 1100°C) for ≥ 2 seconds
- **No waste input allowed below these temperatures!!**
- Auxiliary burners to keep the temperature at this level
  → **Aim: Minimization of de-novo PCDD/F formation**
- **Heat recovery** as far as practicable
- **Infectious clinical waste: straight into the furnace**
  (no direct handling, no mixing with other waste categories)
- Operation and control of the plant by a **competent person**

17

Delivery and reception of waste

- Determination of the **mass** of each waste delivery

Hazardous waste:
Does the waste delivery comply with the acceptance criteria laid out in the permit?

- Information on the **generation process** (check documents)
- **Physical / chemical properties**
  (**representative samples** have to be **kept at least 1 month** after incineration and be made available to the competent authority)
- **Hazardous properties:**
  - Identify substances with which the waste may not be mixed
  - Precautions to be taken when handling the waste
  → **Aim: Prevent/limit pollution and risks to human health.**

18

Residues

- Their **amount** and **harmfulness** shall be **minimized.**
- They shall be **recycled**, where appropriate, directly in the plant or outside.
- **No dispersal** of dry residues (dust) **in the environment** during transport and intermediate storage.
- **Tests** on physical/chemical properties and pollution potential → → determination of the **routes for disposal or recycling**.

19

Reporting and Public Information

- **Applications for new permits** are made available to the public.
- The public is enabled to **comment** on the applications before the competent authority reaches a decision.
- **Decision and permit** are made available to the public.
- **Waste (co-)incineration plants ≥ 2 tonnes/hour:** A **Report** is made available to the public about
  - **functioning** and **monitoring** of the plant and
  - **emissions** in comparison with the **emission limit values**.
- **Waste (co-)incineration plants < 2 tonnes/hour:** A **List** of these plants is made available to the public.

20

Beispiel: Luftemissionen einer österr. MVA

Luftschadstoffe - Kontinuierliche Messung

Schadstoff	Emissionsgrenzwerte in der Genehmigung [mg/Nm3]				Min.MMW [mg/Nm³]	Max. MMW [mg/Nm³]	Fracht [kg/a]
Staub	HMW	10	TMW	10	0,1	2,9	910
C_{org}	HMW	10	TMW	10	0,4	1,1	901,83
HCl	HMW	10	TMW	10	0,5	1,5	1003,2
SO_2	HMW	40	TMW	40	2	4,4	3150
NO_x als NO_2	HMW	100	TMW	70	26,5	31,8	30782
CO	HMW	100	TMW	50	13,3	21	17359

Luftschadstoffe - Diskontinuierliche Messung

Schadstoff	MW über	Emissionsgrenzwerte in der Genehmigung		Konzentration Messwert	
Cd, Tl + Verb.	0,5-8 h	50	µg/Nm³	1,55	µg/Nm³
Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn + Verb.	0,5-8 h	500	µg/Nm³	3,5	µg/Nm³
NH_3	HMW	10	mg/Nm³	1,53	mg/Nm³
PCDD/F	6-8 h	0,1	ng/Nm³	0,0244	ng/Nm³
HF	HMW	0,7	mg/Nm³	0,09	mg/Nm³
Hg + Verb.	0,5-8	50	µg/Nm³	2,1	µg/Nm³

(Quelle: www.bmnt.gv.at) - Jährlicher Bericht des BMNT an die Öffentlichkeit gemäß §18 AVV.

21

Abfallverbrennung in Österreich

Anlagebestand

□ Rostfeuerung
△ Wirbelschichtfeuerung
○ Drehrohrofen

Siedlungsabfälle
Gefährliche Abfälle
Klärschlamm, mechanisch entwässert

Anlagen im Scope des BREF Waste Incineration.

(Quelle: H. Stoiber, UVP GmbH)

Tabelle 52: Thermische Behandlungsanlagen für Siedlungsabfälle **(Zahlen für 2015)**

Thermische Abfallbehandlungsanlage	Feuerung/Abfalleinsatz	Kapazität [t/a]
Müllverbrennungsanlage Wien Spittelau	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	250.000
Müllverbrennungsanlage Wien Flötzersteig	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	200.000
Müllverbrennungsanlage Wien Pfaffenau	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	250.000
Müllverbrennungsanlage Wels	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	305.000
Müllverbrennungsanlage Dürnrohr	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	525.000
Müllverbrennungsanlage KRV Arnoldstein	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	96.000
Müllverbrennungsanlage Zistersdorf	Rost (gemischter Siedlungsabfall)	130.000
Wirbelschichtofen 4 Wien Simmeringer Haide	Wirbelschicht (Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung, Klärschlamm)	110.000
Reststoffverwertung Lenzing	Wirbelschicht (Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung, Rückstände aus der Altpapieraufbereitung, Klärschlamm)	300.000
RHKW Linz	Wirbelschicht (Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung, Klärschlamm)	255.000
ENAGES Niklasdorf	Wirbelschicht (Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung, Klärschlamm)	131.000
Gesamt (gerundet)		2,6 Mio.
Datengrundlage: EDM (Datenstand Juli 2016)		

Wahl des Anlagenstandortes!

(Quelle: Bundesabfallwirtschaftsplan 2017, Teil 1 - https://www.bmnt.gv.at/...)

BREF WI

BAT Reference Document
Waste Incineration

BVT Merkblatt Abfallverbrennung

BREF Waste Incineration (BREF WI) (1)

- **Definiert den Stand der Technik in der Abfallverbrennung.**
- **EU-weit verbindlich für alle „großen“ Abfallverbrennungsanlagen (IPPC-Anlagen; Schwellenwerte: 3 t/h für nicht gefährliche Abfälle, 10 t/h für gefährliche Abfälle).**

Engl. Bezeichnung:

- Best available technique (BAT) → **BAT Reference Document (BREF)**

Deutsche Bezeichnung:

- Beste verfügbare Technik (BVT) → **BVT-Merkblatt**

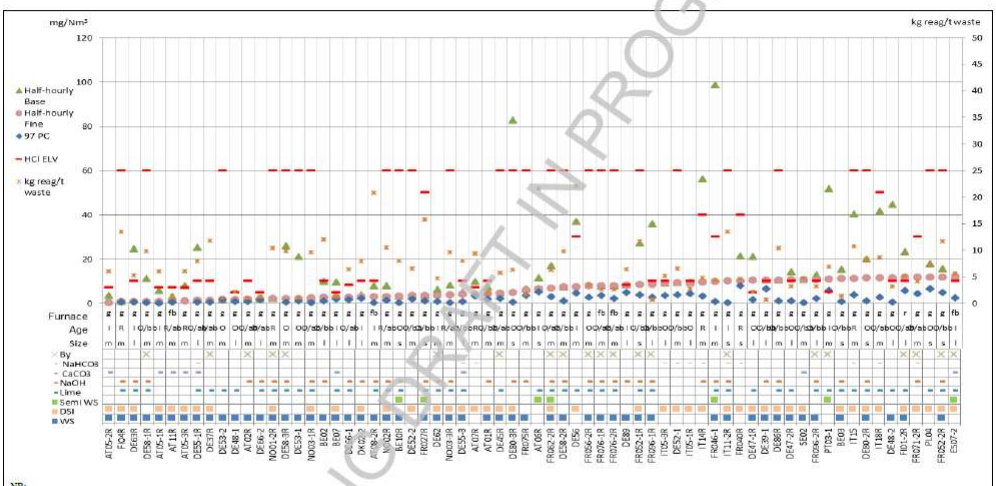
BREF Waste Incineration (BREF WI) (2)

- **Aktuelles BREF WI (2006)**

- **2014-2018:** Überarbeitung/Revision im Sevilla-Prozess
- **Mitte 2019:** Veröffentlichung der BAT Conclusions (BVT-Schlussfolgerungen) und des BREF WI erwartet
- **Mitte 2023:** **Bescheide aller Abfallverbrennungsanlagen in der EU müssen an diesen Stand der Technik angepasst sein.**

Datenerhebung an ca. 350 europäischen Abfallverbrennungsanlagen & Auswertung Beispiel: HMW für HCl [mg/Nm3] - Auszug]

8.7 Half-hourly and monthly average emission levels achieved by the waste incineration plants reporting continuously monitored emissions in the 2016 data collection: detailed graphs



NB:
Furnace type: g = grate; r = rotary kiln; fb = fluidised bed; f = furnace other than the former types; gas = gasification; o = other.
Plant age: O = old; I = intermediate; R = recent // year of retrofitting: bb = before previous WI BREF (2006); ab = after previous WI BREF (2006).
Plant size: s = small; m = medium; l = large.
By = bypass.
Reagents used: NaHCO3 = sodium bicarbonate; CaCO3 = limestone; NaOH = sodium hydroxide; Lime includes: quicklime, hydrated lime, and high-surface/porosity hydrated lime.
Techniques installed: Semi WS = semi-wet scrubber; DSI = dry sorbent injection; WS = wet scrubber.
Source: [81, TWG 2016]

Figure 8.51: Half-hourly average emission levels for continuously monitored HCl emissions to air from reference lines incinerating predominantly MSW (1/3)

OPINION DRAFT IN PROGRESS

BREF WI (Chapter 5): BAT Conclusions

- **BAT 1** **Environmental Management System**
- **BAT 2 – BAT 8** **Monitoring**
- **BAT 9 – BAT 18** **General Environmental and Combustion Performance**
- **BAT 19 – BAT 20** **Energy Efficiency**
- **BAT 21 – BAT 24** **Air Emissions - Diffuse Emissions**
- **BAT 25 – BAT 31** **Air Emissions - Channelled Emissions**
- **BAT 32 – BAT 34** **Emissions to Water**
- **BAT 35 – BAT 36** **Material Efficiency**
- **BAT 37** **Noise**

BREF WI (Chapter 5): Beispiele für BAT Conclusions - BAT 1, BAT 4 (Auszug)

BAT 1. In order to improve the overall environmental performance, BAT is to elaborate and implement an environmental management system (EMS) that incorporates all of the following features:

BAT 4. BAT is to monitor channelled emissions to air with at least the frequency given below and in accordance with EN standards. If EN standards are not available, BAT is to use ISO, national or other international standards that ensure the provision of data of an equivalent scientific quality.

Substance/ Parameter	Process	Standard(s) (1)	Minimum monitoring frequency (2)	Monitoring associated with
NO_X	Incineration of waste	Generic EN standards	Continuous	BAT 29
NH_3	Incineration of waste when SNCR and/or SCR is used	Generic EN standards	Continuous	BAT 29
	• Incineration of waste in			

BREF WI (Chapter 5): Beispiele für BAT Conclusions - BAT 20 (Auszug)

BAT-AEEL (%)				
Plant	**Municipal solid waste, other non-hazardous waste and hazardous wood waste**		**Hazardous waste other than hazardous wood waste (1)**	**Sewage sludge**
	Gross electrical efficiency (2) (3)	**Gross energy efficiency (4)**	**Boiler efficiency**	
New plant	25–35	72–91(5)	60–80	60–70 (6)
Existing plant	20–35			

(1) The BAT-AEEL only applies where a heat recovery boiler is applicable.
(2) The BAT-AEELs for gross electrical efficiency only apply to plants or parts of plants producing electricity using a condensing turbine.
(3) The higher end of the BAT-AEEL range can be achieved when using BAT 20 f.
(4) The BAT-AEELs for gross energy efficiency only apply to plants or parts of plants producing only heat or producing electricity using a back-pressure turbine and heat with the steam leaving the turbine.
(5) A gross energy efficiency exceeding the higher end of the BAT-AEEL range (even above 100 %) can be achieved where a flue-gas condenser is used.
(6) For the incineration of sewage sludge, the boiler efficiency is highly dependent on the water content of the sewage sludge as fed into the furnace.

BREF WI (Chapter 5): Beispiele für BAT Conclusions - BAT 30 (Auszug)

Table 5.5: BAT-associated emission levels (BAT-AELs) for channelled emissions to air of TVOC, PCDD/F and dioxin-like PCBs from the incineration of waste

Parameter	Unit	BAT-AEL		Averaging period
		New plant	Existing plant	
TVOC	mg/Nm³	< 3–10	< 3–10	Daily average
PCDD/F (1)	ng I-TEQ/Nm³	< 0.01–0.04	< 0.01–0.06	Average over the sampling period
		< 0.01–0.06	< 0.01–0.08	Long-term sampling period (2)
PCDD/F + dioxin-like PCBs (1)	ng WHO-TEQ/Nm³	< 0.01–0.06	< 0.01–0.08	Average over the sampling period
		< 0.01–0.08	< 0.01–0.1	Long-term sampling period (2)

(1) Either the BAT-AEL for PCDD/F or the BAT-AEL for PCDD/F + dioxin-like PCBs applies.
(2) The BAT-AEL does not apply if the emission levels are proven to be sufficiently stable.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Dr. Helga Stoiber
Senior Partner

UVP Environmental Management and Engineering GmbH
Lassallestraße 42/12a
1020 Wien

helga.stoiber@uvp.at
Tel.: 0660 18 78 947

www.uvp.at