

## **Projektarbeiten zur Reduktion des Dioxingehaltes in KVA-Flugaschen**



**Ashconsult Frey** Effretikon, 17.01.2022

**Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)**

## **Impressum**

**Auftraggeber:** Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Abfall und Rohstoffe, CH-3003 Bern  
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departememts für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

**Auftragnehmer:** Ashconsult Frey (Einzelfirma), CH-8307 Effretikon, [ruedi.frey@ashconsult.ch](mailto:ruedi.frey@ashconsult.ch)

**Autor:** Ruedi Frey

**Begleitung BAFU:** André Laube

**Hinweis:** Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## **Mitglieder der Begleitgruppe**

Rainer Bunge, Umtec Rapperswil; Urs Eggenberger, Uni Bern; Ruedi Frey, ashconsult;  
Thomas Fuhrer, Chiresa AG Turgi; André Laube, BAFU; Leo Morf, AWEL Zürich; Hans-Eugen Musch, UWE Luzern; Robin Quartier, VBSA; Reto Riesen, AVAG Thun; Stefan Schlumberger, ZAR Emmenspitz; Oliver Steiner, AWA Bern; teilweise: Matthias Baur, HZI Zürich; Ivo Budde, HZI Zürich; bis Ende 2020: Kaarina Schenk, BAFU.

## **Abgrenzungen**

Nicht Gegenstand der fachlichen Begleitung war eine ökonomische Betrachtung der Verfahren.

## **Weiterführende Informationen**

Zu den einzelnen Verfahren können die Vertreter der Institutionen/Firmen Auskunft geben; Kontaktadressen siehe fact sheet.

## Hintergrund und Ziel




Bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen oder Abfällen vergleichbarer Zusammensetzung entstehen polychlorierte Dioxine und Furane (nachfolgend Dioxine), die mit heutiger Rauchgasreinigungs-Technologie effizient aus den Rauchgasen entfernt werden. Rückstände aus der Rauchgasreinigung, insbesondere die meist in einem Elektrofilter abgeschiedenen Filteraschen, enthalten jedoch noch Spuren von Dioxinen. Aus den Filteraschen werden gemäss den Vorgaben der Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) mittels saurer Flugaschenwäsche (FLUWA) Metalle zurückgewonnen. Die verbleibenden Rückstände werden schliesslich auf geeigneten Deponien abgelagert. Durch den FLUWA Prozess nimmt die zu deponierende Abfallmenge ab, nicht jedoch die Fracht der persistenten organischen Schadstoffe, der Dioxine. Im Sinne der Vorsorge ist ein möglichst geringes Schadstoffpotenzial, also die weitgehende Zerstörung persistenter organischer Schadstoffe angezeigt.

Verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion oder Zerstörung der in den KVA-Flugaschen enthaltenen Dioxine wurden in der Vergangenheit diskutiert und getestet. Vor dem Hintergrund des nach VVEA seit 2016 geltenden Grenzwertes für Dioxine (PCDD/F) von 1 µg TEQ/kg in zu deponierenden Rauchgasreinigungsrückständen wurden - mit Unterstützung des BAFU - neue Tests vorbereitet und durchgeführt.

Die in diesem Rahmen in der Begleitgruppe ausgetauschten und gewonnenen Erkenntnisse sollen mit anderen Interessenten geteilt werden.

Ashconsult Frey hatte vom BAFU den Auftrag erhalten, diesen fachlichen Austausch zu koordinieren und das Endresultat in Form des fact sheets «Verfahren Dioxinreduktion KVA-Flugasche» summarisch auch einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Verfahren / Bezeichnung	Hagenmaier-Trommel	ExDiox - Flotation	ReFire	Siebung
Entwickler / Anbieter	Hitachi Zosen Corporation resp. Hitachi Zosen Inova, Zürich 	OST Hochschule Rapperswil, in Kooperation mit AVAG Thun   <small>Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik</small> <small>Entsorgung · Recycling · Energie</small>	ZAR, in Kooperation mit Uni Bern 	Chiresa AG, Turgi 
Kontakt	<a href="mailto:matthias.baur@hz-inova.com">matthias.baur@hz-inova.com</a> Hitachi Zosen Inova AG, 8005 Zürich	<a href="mailto:rainer.bunge@ost.ch">rainer.bunge@ost.ch</a> UMTEC, 8640 Rapperswil	<a href="mailto:stefan.schlumberger@kebag.ch">stefan.schlumberger@kebag.ch</a> ZAR, Emmenspitz, 4528 Zuchwil	<a href="mailto:furrer@chiresa.ch">furrer@chiresa.ch</a> Chiresa AG, 5300 Turgi
Prinzip des Verfahrens	Aufheizen der Flugasche in O <sub>2</sub> -armer Atmosphäre auf rund 400°C; nach Haltephase anschliessende Abkühlung ebenfalls in O <sub>2</sub> -armer Atmosphäre	Nach Zusatz oberflächenaktiver Additive werden Kohlenstoffreiche Partikel (Russ/Unverbranntes, die bevorzugt PCDD/F enthalten) durch das Einblasen von Luft an die Oberfläche des Flotationstanks transportiert und dort abgeschöpft	Sauer gewaschene Filterasche wird in die Feuerung zurückgeführt (ReFire). Um einen Kreislauf von flüchtigen und halbflüchtigen Elementen zu verhindern, ist neben der Abtrennung von Hg, Cd, Zn und Pb in der FLUWA auch eine separate Abtrennung von Schwefel, z.B. mit einer Gipsfällung und separater Ausschleusung, vorteilhaft (ReFire plus)	Abtrennung grösserer Partikel (Trennschnitt ca. 1 mm) vor dem FLUWA Prozess
Wirkprinzip Dioxinreduktion	Thermische Zerstörung unter Sauerstoffausschluss (in der gesamten Asche)	Rückführung der Schwimmfraktion (ca. 5%) in die Feuerung, dadurch thermische Zerstörung des Dioxins in dieser Fraktion	Thermische Zerstörung (in der gesamten Asche)	Nachfolgende Behandlung nur möglich für an groben Partikeln adsorbiertes Dioxin

<b>Nachgewiesene Dioxinreduktion</b>	> 99%	30 ... 70% Abreicherung, je nach Auslegung (Verweilzeit) der Flotation	> 95%	Max. 30%
<b>Einbindung in Gesamtprozess KVA / Voraussetzungen</b>	Vorgeschaltet / unabhängig von FLUWA Prozess (gewaschene / feuchte Asche würde Energiebedarf stark erhöhen)	Integration der Flotation in den FLUWA-Prozess; Rückführung Schaum/ Schadstoff-Konzentrat in die Feuerung	Rückführung sauer gewaschener Filterasche (FLUWA) in Feuerung, optimiert durch separate Gipsfällung in der ABA	Vor dem FLUWA Prozess mit trockener Asche; ev. kombiniert mit Flotation
<b>Betriebsmittel-/ Energiebedarf</b>	Elektrische Energie zur Aufheizung der Asche	Druckluft, Flotationshilfsmittel	Thermische Energie wird aus Müllfeuerung zugeführt	
<b>Technology-Readiness-Level <sup>1</sup></b>	TRL 9 (erfolgreicher industrieller Einsatz)	TRL 7 (Prototyp im Einsatz)	TRL 9 (erfolgreicher industrieller Einsatz)	TRL 4 (Versuche im Labor)
<b>Referenzen</b>	38 Anlagen in Japan 0 Anlagen in der Schweiz	Pilotversuche KVA Thun 2020/2021	Pilotversuche ERZ 2010, KEBAG Emmenspitz 2018/19; Pilotversuche EWB Bern 2021/22	Laborversuche Chiresa AG
<b>Foto</b>				
<b>Legende</b>	Heiztrommel für 500 kg/h Durchsatz (Foto: HZC, Osaka)	Flotationszelle Pilotversuche (Foto: R. Bunge UMTEC)	Rostfeuerung (Foto: R. Frey)	

<sup>1</sup> Technology-Readiness-Level gemäss Definition ESA (European Space Agency): von TRL 1 (Funktionsprinzip bekannt) bis TRL 9 (Nachweis des erfolgreichen Einsatzes)