

VDI Wissensforum „Betriebsmittel in der Rauchgasreinigung“ Forum 431203

Köln den 01. – 02. Dezember 2008

Die Abgasreinigung als Wertstoffproduzent der Zukunft?

Udo Seiler, Schwaben-ING Stuttgart GmbH

**Politische Voraussetzungen, Wertstoffe aus HCl, SO_x, NO_x und Schwermetallen,
Potentiale, Kosten Erlöse,
Dazugehörige Abgasreinigungssysteme, Fallbeispiele**



Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.2 Flugasche
 - 2.3 Abscheidung gasförmiger Komponenten
 - 2.4 Kombinierte Verfahren
 - 2.5 Regenerative Verfahren
- 3. Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung
- 4. Resümee

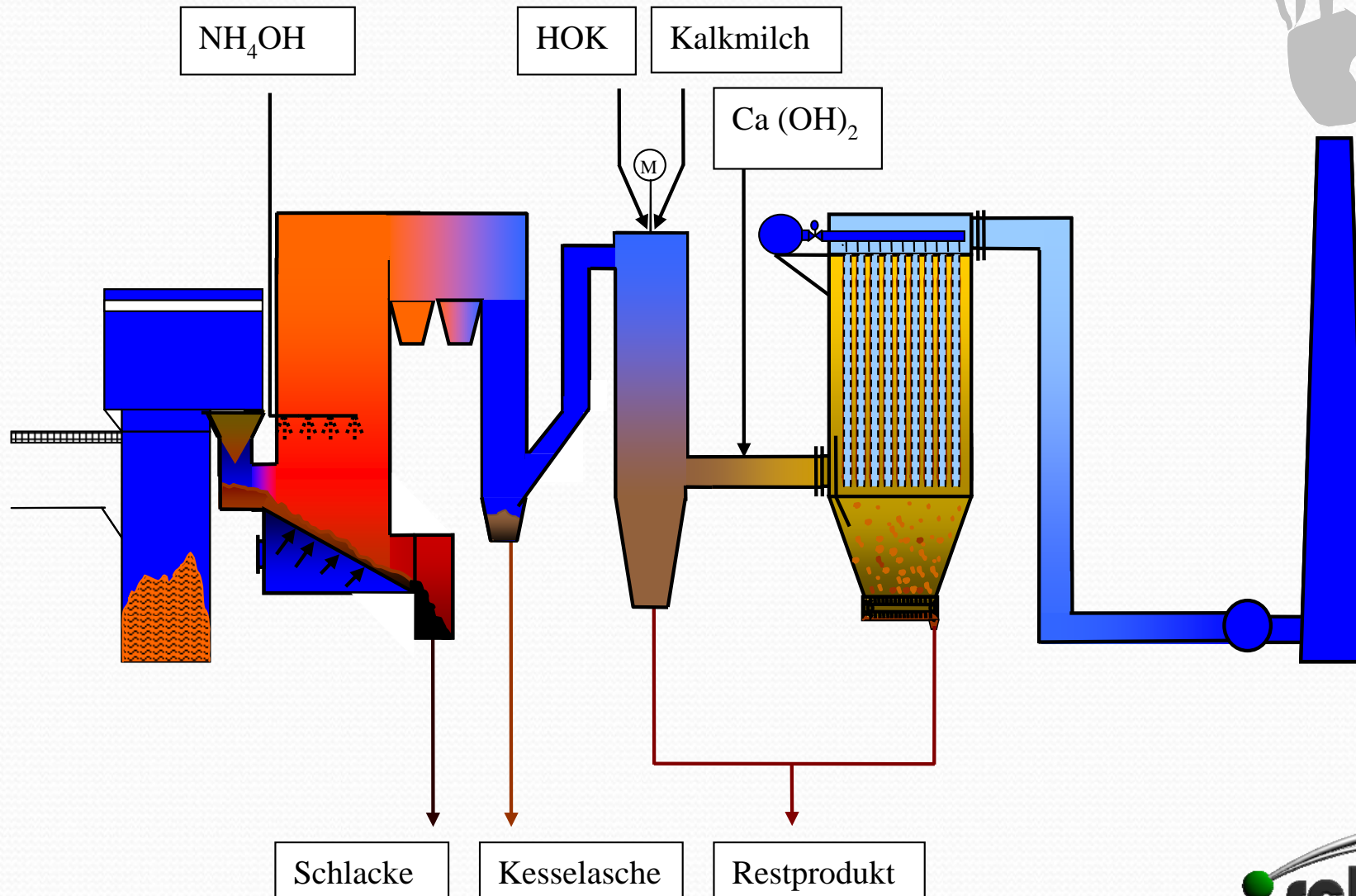
1. Einleitung

1974	Auslöser für Vorgaben	Inkrafttreten BImSchG mit TA-Luft
Sept. 1994	Begriffsbestimmung	nach Kreislaufwirtschafts- /Abfallwirtschaftsgesetz → Reststoffe werden „Abfälle zur Verwertung“ bzw. „Abfälle zur Beseitigung“
Mai 1995	Bergwerkversatz	Grube Teutschental übernimmt Abfälle zur Verwertung für 185 DM/t
1998	Vertragsverletzungs- verfahren	EU-Kommission leitet Verfahren gegen Deutschland wegen Verwertung von Abfällen im Bergbau ein
2003	Verfahrenseinstellung	Folge: Deutschland wird Verwertungsmonopolist in EU

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
- **2.1 Allgemeines**
- 2.2 Flugasche
- 2.3 Abscheidung gasförmiger Komponenten
- 2.4 Kombinierte Verfahren
- 2.5 Regenerative Verfahren
- 3. Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung
- 4. Resümee

Abgasreinigung mit Restprodukterzeugung



2.1 Allgemeines

Entsorgungspreise vor Teutschental (05.1995)

400 – 600 DM/t

Erhoffte Kostenminderung durch

- **alternative Verfahren:**

- Schwel-Brenn-Verfahren
- Noell-Konversionsverfahren
- Thermoselect-Verfahren
- VEBA mit integrierter Einschmelzung

- **Spezielle Einschmelzverfahren**

- Elomelt-(Redmelt)-Verfahren (Einschmelzung im elektrischen Lichtbogen)
- Fosmelt-Verfahren (Einschmelzen in brennstoffbeheizter Glaswanne)
- Lusor-Verfahren (Einschmelzen in elektrisch beheizter Glaswanne)
- Ebara-Kubota-Verfahren (Einschmelzen im Schachtofen durch direkte G/Ö-beheizung)
- Verschiedenen Plasmaofenverfahren
- CORMIN-N-Verfahren, KHD, Zyklonfeuerung mit Kohle

2.2 Flugasche

Verwertungsmöglichkeiten für Aschen aus

Kraftwerken stofflich Verwertung im Zementwerken und Baustoffindustrie

- Fließverbesserer
- Kristallisationskeim
- Füllstoff

MVAs stoffliche Verwertung

- Bergwerksversatz
- Baustoffindustrie

2.2 Flugasche FLUWA-Verfahren

Verfahrensbeschreibung:

- saure Waschung pH-Wert 3,5
- Spülwasser im Gegenstrom
- Metall-Leaching

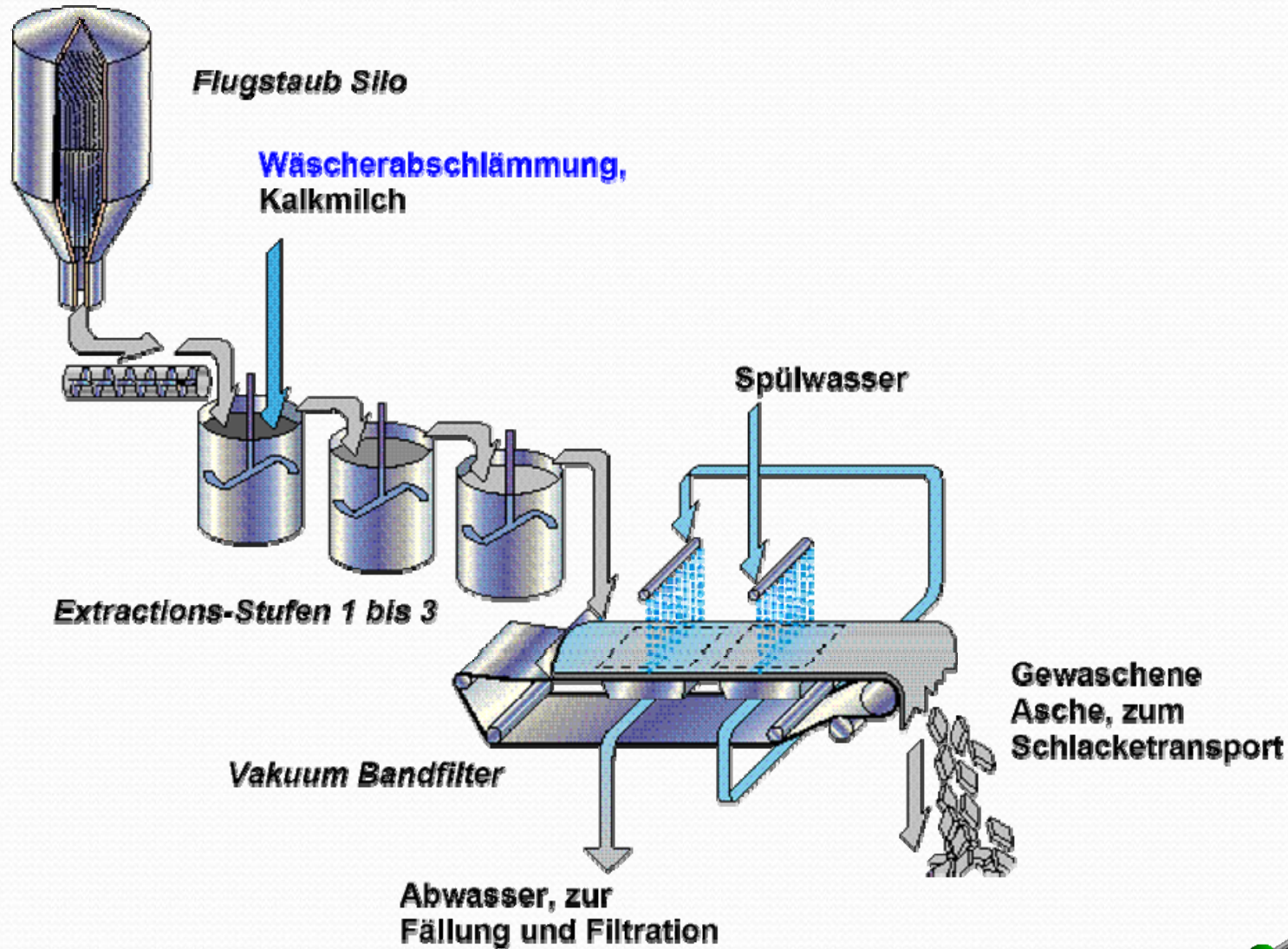
Metallrecycling:

- Zink, Cadmium, Kupfer, Blei, Quecksilber

Kosten Flugascheentsorgung

- ohne Salzsäureherstellung: ca. 400 CHF/t
- mit Salzsäureherstellung: ca. 100 CHF/t

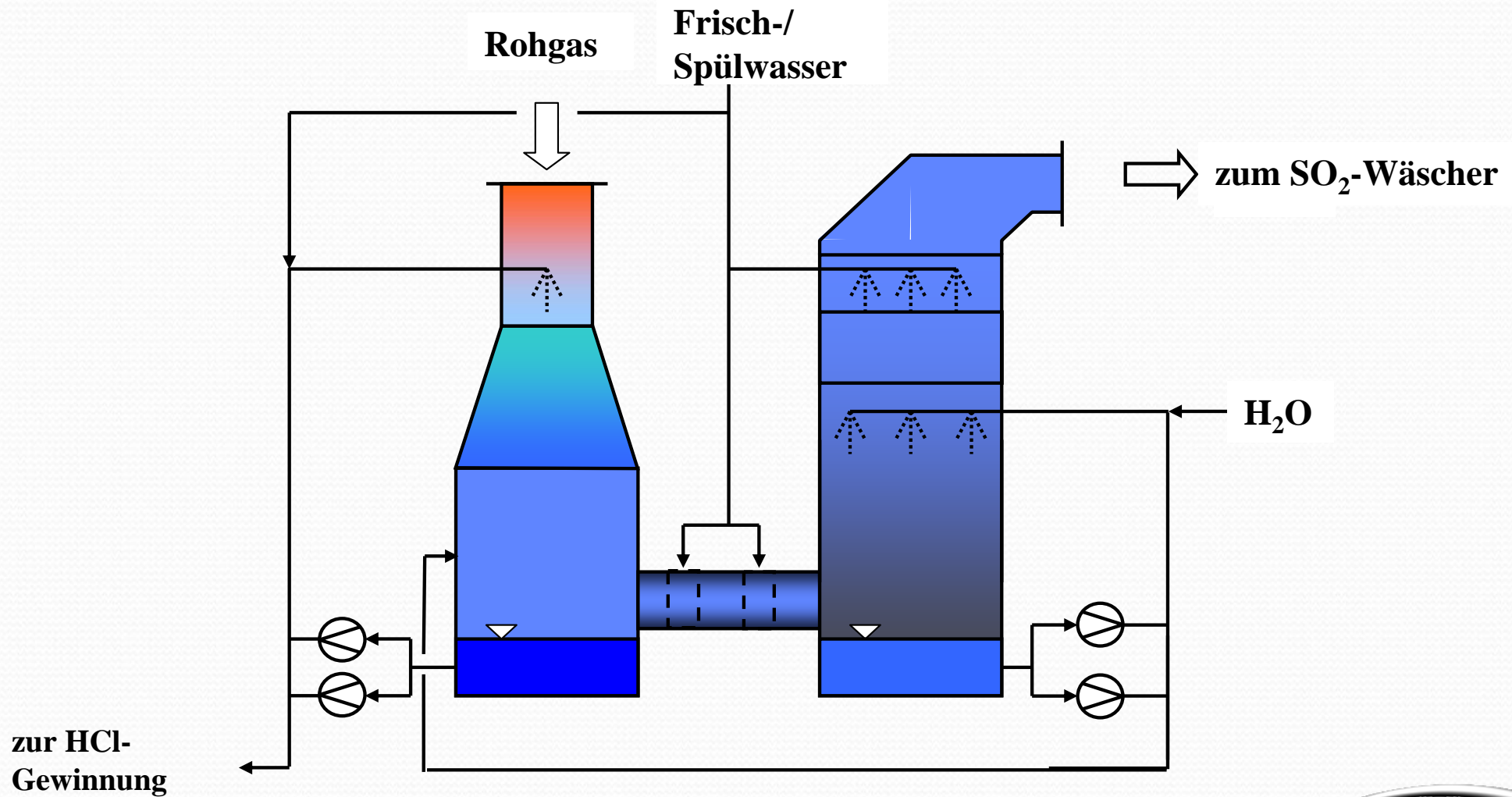
2.2 Flugasche FLUWA-Verfahren



Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.2 Flugasche
 - 2.3 **Abscheidung gasförmiger Komponenten**
 - 2.4 Kombinierte Verfahren
 - 2.5 Regenerative Verfahren
- 3. Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung
- 4. Resümee

2.3.1.1 HCl-Abscheidung, Nasse Verfahren



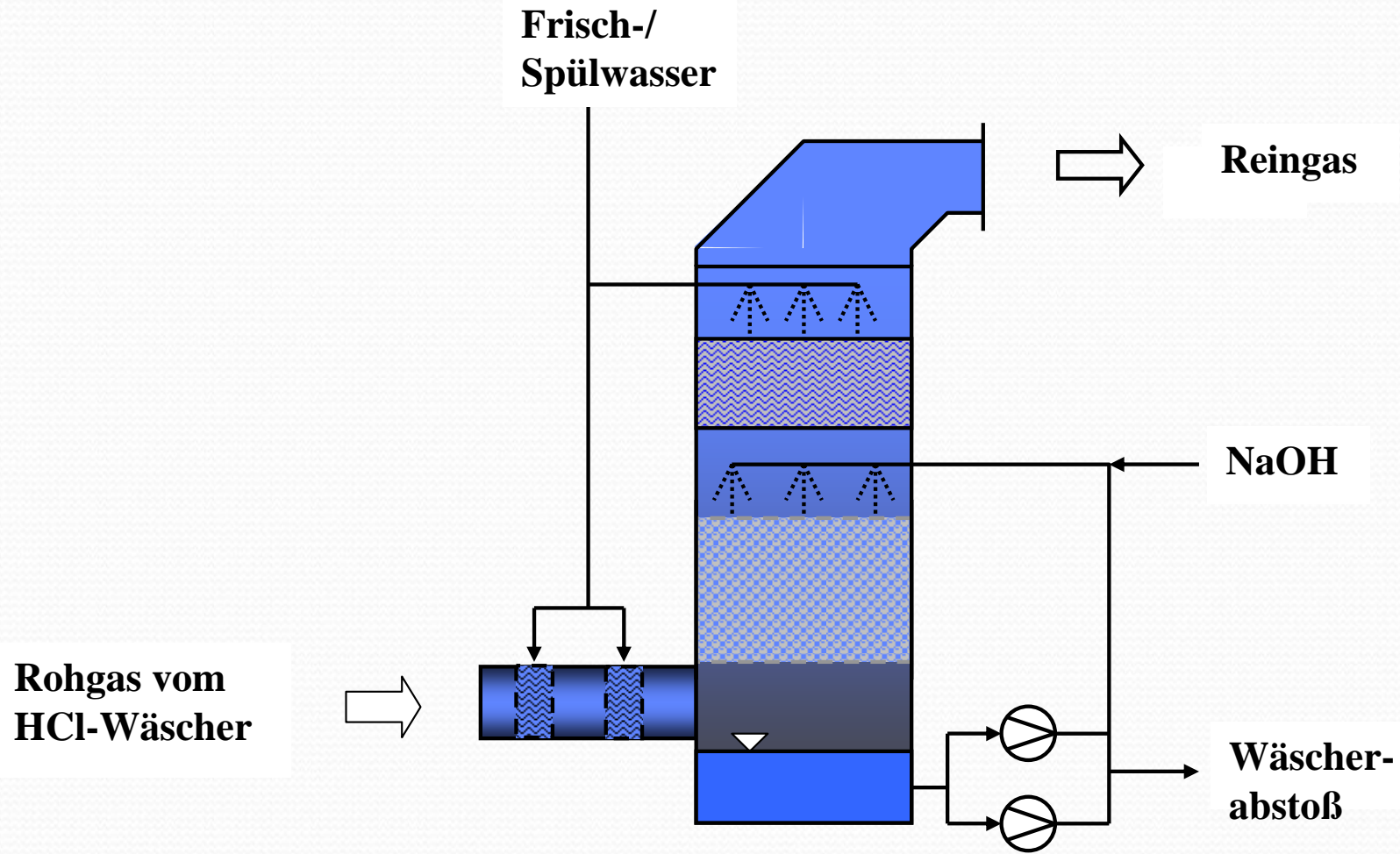
2.3.1.1 HCl-Abscheidung, Nasse Verfahren 2

Mögliche Produkte aus HCl:

Salzsäure für den Eigengebrauch (MVA- Mannheim)
als verkaufsfähiges Produkt

CaCl₂-Sole für den Eigenverbrauch (HR-AVI Amsterdam)
zur Sprühsalzung

2.3.2.3 SO_x-Abscheidung, Nasse Verfahren



2.3.2.3 SO_x-Abscheidung, Nasse Verfahren 1

Reaktion mit NaOH und Umsalzung

- $\text{SO}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{NaOH} + \text{CO}_2$
- $2 \text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$

Produkte aus nasser Abgaswäsche

- Gips mit < 10 % Restfeuchte,
- Anhydrit

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.2 Flugasche
 - 2.3 Abscheidung gasförmiger Komponenten
 - 2.4 **Kombinierte Verfahren**
 - 2.5 Regenerative Verfahren
- 3. Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung
- 4. Resümee

2.4.1 Walther-Verfahren

SO₂-Abscheidung:



NO₂-Abscheidung:

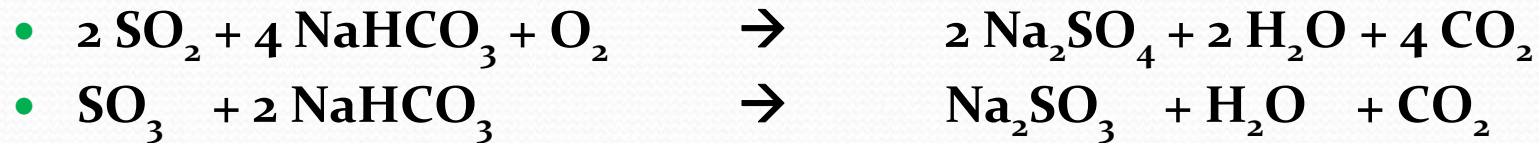


Inhaltsverzeichnis

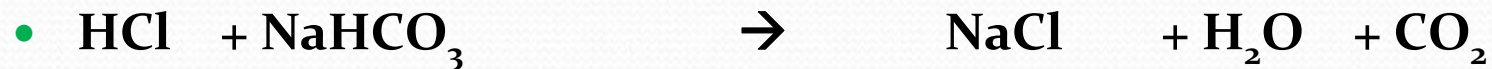
- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.2 Flugasche
 - 2.3 Abscheidung gasförmiger Komponenten
 - 2.4 Kombinierte Verfahren
 - 2.5 **Regenerative Verfahren**
- 3. Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung
- 4. Resümee

2.5.1 NEUTREC-Verfahren

SO₂-Abscheidung:



HCl-Abscheidung:



2.5.2 Wellmann-Lord-Verfahren

Verfahren zur reinen SO₂-Abscheidung

Anwendungen bei

Raffinerien

Kraftwerke

Buschhaus, KW der BASF

Verfahrensschritte:

- Nasswäscher
- Natriumsulfitlösung (Na₂SO₃) nimmt SO_x aus dem Rauchgas auf
- Externer Regenerator erzeugt SO_x-Reichgas

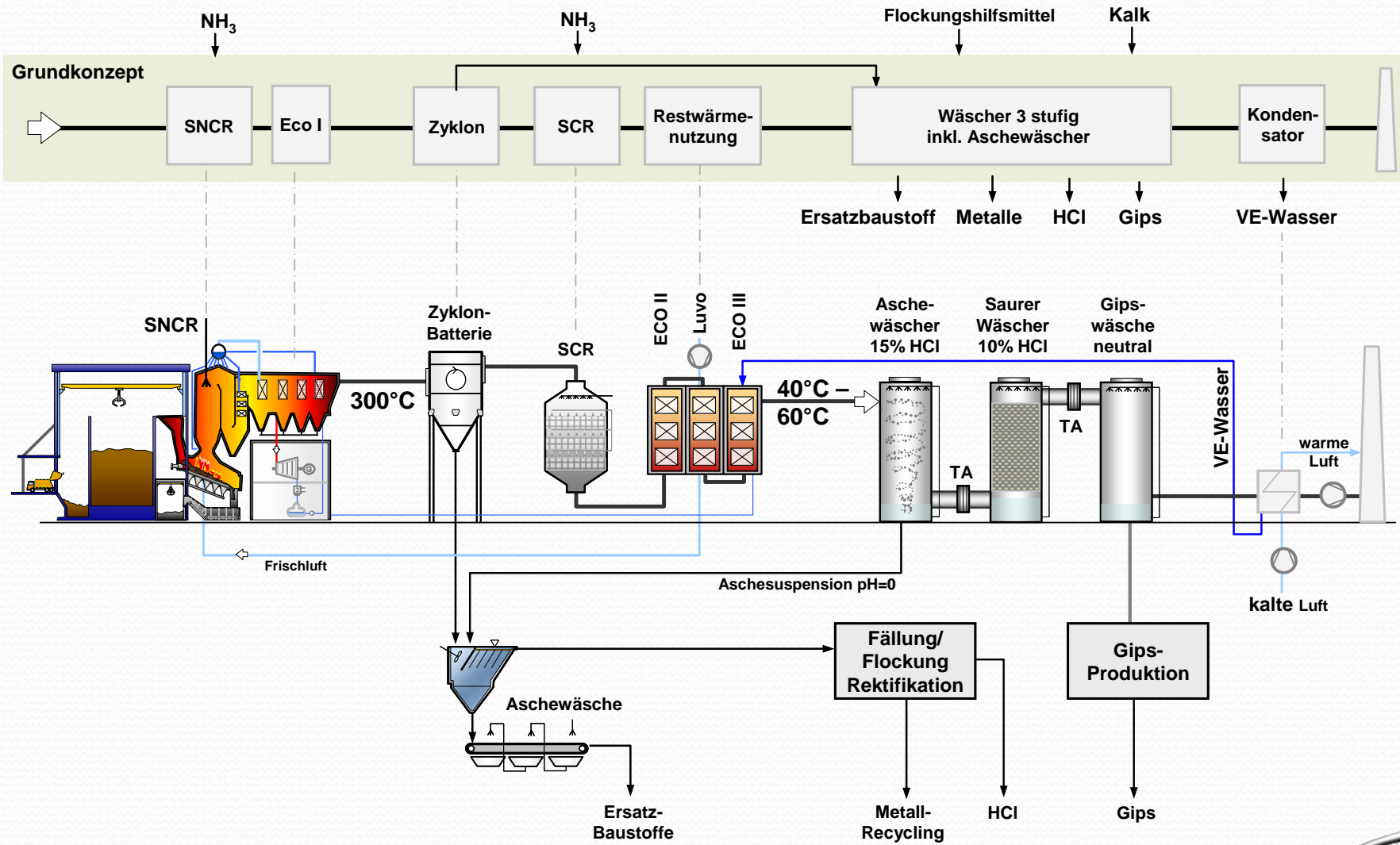
Produkte aus SO_x-Reichgas

- H₂SO₄
- Elementarer Schwefel
- SO₂-Reichgas für Grundstoffindustrie

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung
- 2. Wertstoffe aus Anlagen zur Abgasreinigung
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.2 Flugasche
 - 2.3 Abscheidung gasförmiger Komponenten
 - 2.4 Kombinierte Verfahren
 - 2.5 Regenerative Verfahren
- 3. **Beispielhafte Verfahrenskette mit Wertstoffherzeugung**
- 4. Resümee

4. Abgasreinigung mit Wertstoffherzeugung



4. Resümee

- **Bereits heute verfügbaren Verfahren können aus fast allen Inhaltsstoffen der Abgase Wertstoffe erzeugen, es sind jedoch die jeweiligen ökonomischen Gegebenheiten zu prüfen.**
- **Dies gilt besonders für Flugstaub, HCL und SO_x, sowie partiell für Schwermetallschlamm**
- **Verfahren mit Wertstoffgewinnung stehen in direkter Konkurrenz zu den geringen Kosten für die Verwertung des Restproduktes als Bergwerksversatz.**
- **Ziel einer geordneten Kreislaufwirtschaft sollte es sein das jeweils am besten geeignete, ökonomisch und ökologische sinnvolle Verfahren für die Abgasreinigung einzusetzen.**
- **Hierzu ist es notwendig eingefahrene Denkstrukturen zu verlassen**