

## AUFGABEN ZU V C: THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNG

### Aufgabe 1:

Wie werden die anorganischen, gasförmigen Stoffe aus dem Rauchgas entfernt?  
Was entsteht aus diesen Stoffen?

### Lösung 1:

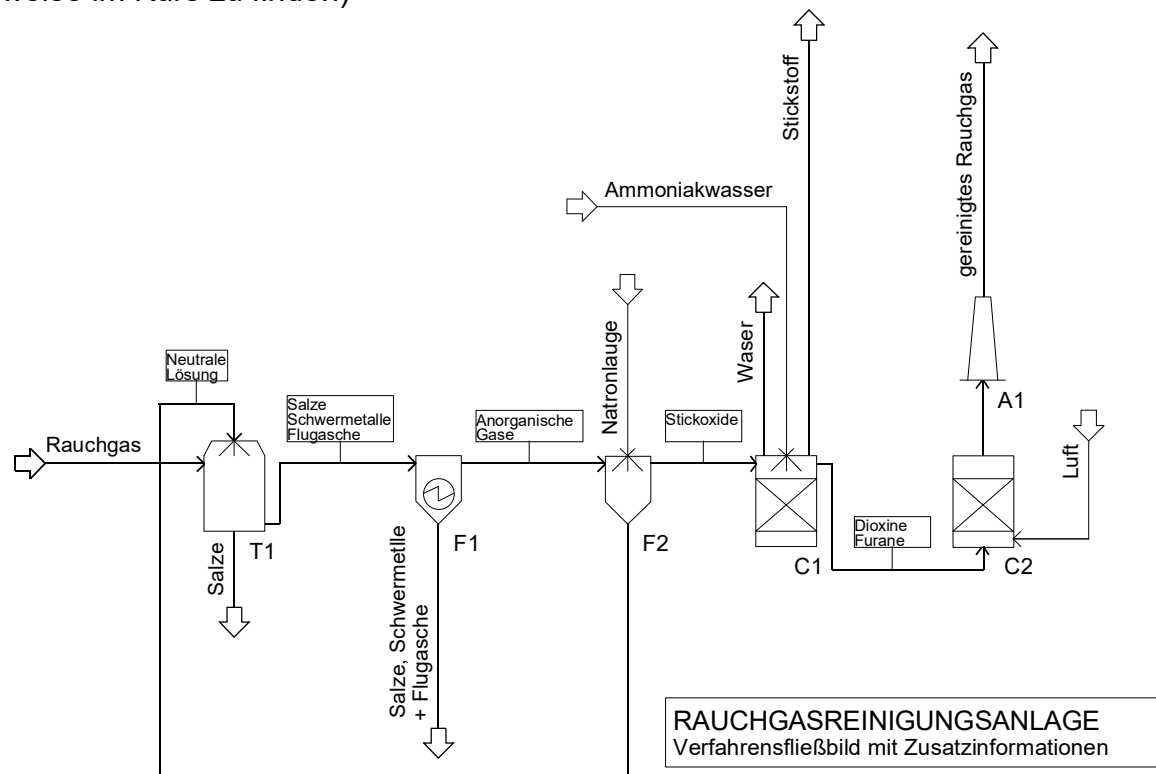
Die meisten wasserlöslichen anorganischen Schadstoffe werden durch Waschverfahren von der Gasphase in die flüssige Phase gebracht. Man unterscheidet dabei verschiedene Verfahren:

- Im Wäscher „verflüssigen“ (in Wasser lösen), dann (mit Natronlauge) neutralisieren, im Sprühtrockner verdampfen: es entstehen (trockne) Salze.
- Feine Staubpartikel (Flugasche) werden im Elektrofilter abgeschieden.

Das schlecht wasserlösliche Stickstoffmonoxid NO wird katalytisch in der DeNO<sub>x</sub>-Anlage entfernt. Durch Zugabe von flüssigem Ammoniakwasser entstehen an einer Katalysatoroberfläche gasförmiges Stickstoff und Wasserdampf.

### Aufgabe 2:

Beschreibe die Funktionsweise nachfolgender Anlage (Zusatzinformationen sind teilweise im Kurs zu finden)



KURZZEICHEN	C1	C2	F1	F2	T1	A1
BENENNUNG	Reaktor mit Katalysator	Reaktor mit Katalysator	Elektrostatischer Abscheider	Wäscher	Sprühtrockner	Kamin

## **Lösung 2:**

Das Rauchgas durchströmt zunächst den Sprühtrockner T1, in den eine neutrale Lösung eingesprüht wird. Durch die Wärme des Rauchgases verdampft die Lösung. Die darin gelösten Salze werden teilweise aus dem Apparat abgeschieden.

Im nachfolgenden Elektrofilter F1 werden die restlichen Salze, Schwermetalle und Flugasche abgeschieden.

In den anschliessenden Wäscher wird Natronlauge gesprüht. Diese löst die anorganischen Gase im Rauchgas auf und neutralisiert sie. Diese Lösung wird dann, wie als erstes notiert, am Eingang der Rauchgasreinigungsanlage in den Sprühtrockner T1 eingesprüht.

Das Rauchgas wird zu einem Reaktor mit Katalysator C1 weitergeführt. In diesen wird zusätzlich Ammoniakwasser eingesprüht. Dadurch werden die Stickoxide aus dem Rauchgas in Stickstoff und Wasser umgewandelt, welche beide den Reaktor verlassen. (Es handelte sich hier um eine Entstickung nach dem DeNOx-Verfahren, siehe ENVIE IV B 3.1).

Im abschliessenden Reaktor mit Katalysator C2 reagieren die Dioxone und Furane im Rauchgas mit zugeführter Luft. (Es handelt sich um einen Oxidationskatalysator, siehe Procédés VI B 3.1.4).

Über einen Kamin gelangt das gereinigte Rauchgas letztendlich in die Umgebung.

## **Aufgabe 3:**

a) Zeichne das Grundfließbild (nach DIN EN ISO 10628) der luxemburgischen Müllverbrennungsanlage.

Die Informationen hierzu sind im Internet nach zu lesen.

Hinweis: Die Energiewandlungen in der Turbine und im Generator können einfach mit „Energiewandeln“ angegeben werden, da es sich streng genommen nicht um verfahrenstechnische Schritte (= Stoffwandlungen) handelt.

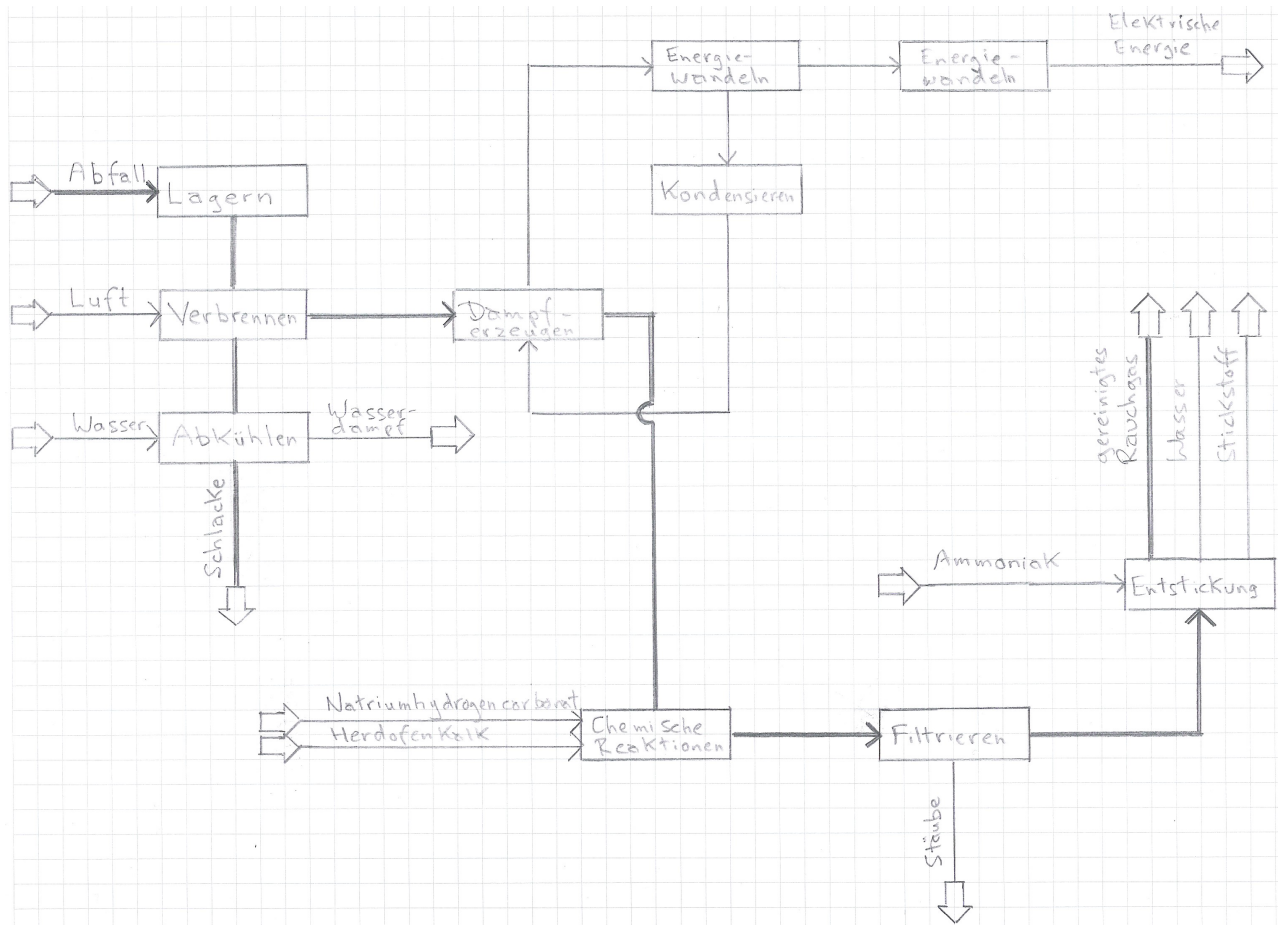
b) Vervollständige das Grundfließbild um folgende Zusatzinformationen:

Masse an Abfall, Masse an Schlacke und Verbrennungsrückständen, Volumen an Rauchgas, Temperaturen des Rauchgases bei der Verbrennung und am Ausgang des Dampferzeugers.

Hinweise: die Zusatzinformationen sind teilweise zu recherchieren, teilweise aus den Informationen im Kapitel zu berechnen.

**Lösung 3:**

a)



b)

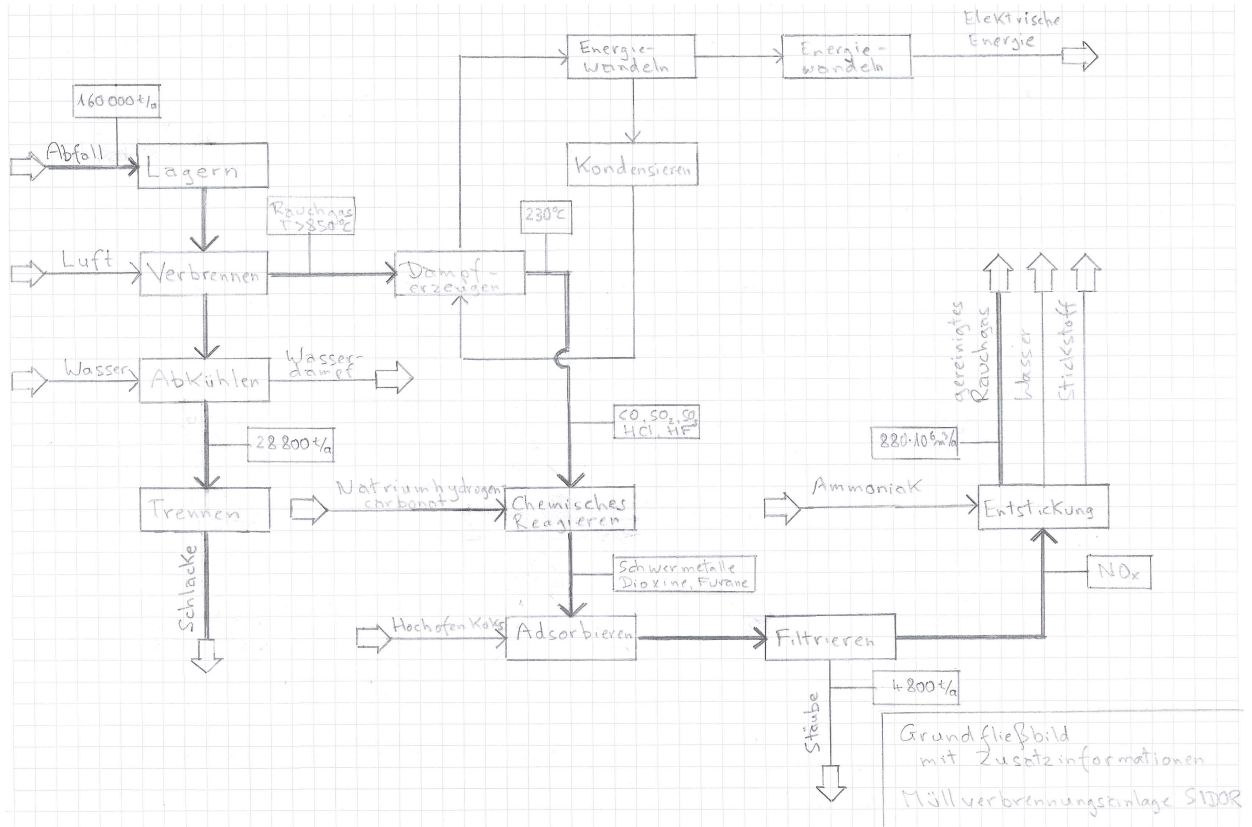
Informationen der Betreiberfirma (Internet):  $m(\text{Müll}) = 160\,000 \text{ t/a}$ ;

$T(\text{Rauchgas}) > 850^\circ\text{C}$ ;  $T(\text{nach Dampferzeuger}) = 230^\circ\text{C}$

Bildung von Rauchgas:  $5\,500 \text{ m}^3/\text{t}$  (Mittelwert von Angaben im Kurs):  
 $160\,000 \text{ t/a} \cdot 5\,500 \text{ m}^3/\text{t} = 880 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$  (Mittelwert)

Schlacke: 18% der Müllmasse (Angaben im Kurs):  
 $0,18 \cdot 160\,000 \text{ t/a} = 28\,800 \text{ t/a}$

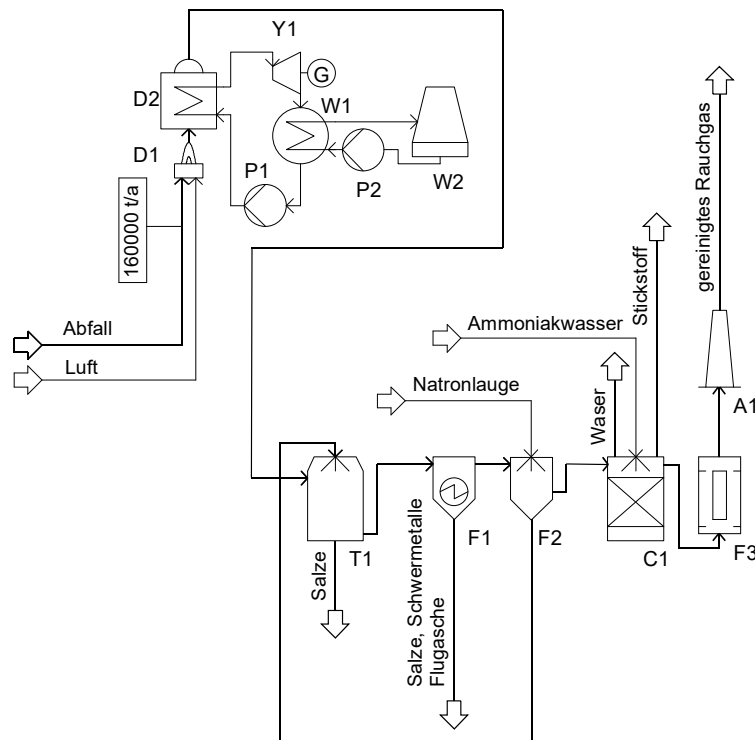
Stäube: 3% der Müllmasse (Angaben im Kurs):  
 $0,03 \cdot 160\,000 \text{ t/a} = 4\,800 \text{ t/a}$



**Aufgabe 4:**

Zeichne das Verfahrensfliessbild einer Müllverbrennungsanlage (Informationen im Kurs).

**Lösung 4:**



KURZZEICHEN	C1	D1	D2	W1	W2
BENENNUNG	Reaktor mit Katalysator	Rostfeuerung	Dampferzeuger	Kondensator	Kühlturm
F1	F2	F3	T1	P1	P2
Elektrostatischer Abscheider	Wäscher	Aktivkohlefilter	Sprühtrockner	Speisewasserpumpe	Kühlwasserpumpe
Y1	A1				
Dampfturbine	Kamin				

**MÜLLVERBRENNUNGSANLAGE**  
Verfahrensfliessbild