

Abfallentsorgung durch Verbrennung

Raymond Vouillamoz* und Beat Steinmann

1. Abfallentsorgungssituation 1982

Die Entsorgung aller brennbaren festen, pastösen und flüssigen Abfälle war zu einem Engpass geworden:

- In den Kesselhäusern des Werkes (Dampfanlage) wurde der grösste Teil der anfallenden flüssigen, verbrennlichen und schadstoffarmen Rückstände verfeuert. Aus Gründen der Korrosion und der Schadstoffemission mussten die Grenzwerte für die korrosionsfördernden und emissionsträchtigen Schadstoffe restriktiver gehandhabt werden.
- Der ARA-Wirbelbettöfen (Schlammverbrennung) war zur Einsparung von Fremdenergie (Erdgas) ebenfalls teilweise mit Abfallbrennstoff beheizt. Zufolge Erreichens der Leistungsgrenze bezüglich Schlammfall in der ARA konnte jedoch nur hochwertiger Brennstoff eingesetzt werden. Der Grenzwert für Halogene musste in Zukunft wegen Ermangelung einer Rauchgaswäsche sowie der Korrosion des Wärmeaustauschers tiefer angesetzt werden.
- Der vorhandene Rückstandsverbrennungsofen für Sonderabfälle, eine Art Kanonenrohr ohne Wärmerückgewinnung und ohne Rauchgaswäsche, war für die Verfeuerung von festen und pastösen Abfällen ungeeignet. Er war damals einer der grössten Schadstoffemittenten des Werkes.
- Auswärtige Entsorgung bei schweizerischen sowie ausländischen Deponien und Sondermüllverbrennungsanlagen war problematisch.

2. Entscheid

In Anbetracht der gespannten Situation war eine neue Rückstandsverbrennungsanlage für Sonderabfälle aufzustellen (Fig. 1). Die Zielsetzungen waren die folgenden:

- das damalige Kanonenrohr ersetzen,
- Unabhängigkeit bei der Abfallentsorgung schaffen,

- die Dampfanlage sowie den ARA-Ofen schonen und dadurch die Schadstoffemission drastisch reduzieren,
- die entstehende Abwärme bei der Verbrennung in Form von Dampf zurückgewinnen,
- einen der grössten Schadstoffemittenten des Werkes eliminieren.

3. Projektablauf

Der Investitionsantrag von 19 Mio. wurde in der ersten Hälfte von 1982 bewilligt.

Mit dem Bau konnte unter der Projektleitung der Lonza im September 1983 angefangen werden. Nach einer Bauzeit eines Jahres konnte im September 1984 die neue Anlage in Betrieb genommen werden.

4. Baubewilligungsverfahren

Im Laufe des Baubewilligungsverfahrens wurde eine Einsprache eingereicht. Der Einspracheinhalt kann auf folgende Weise zusammengefasst werden:

- Der Einsprechende
- befürchtete eine übermässige Geruchsimmission,
 - verlangte die Erstellung von Immissionskatastern vor und nach dem Bau der RVA,

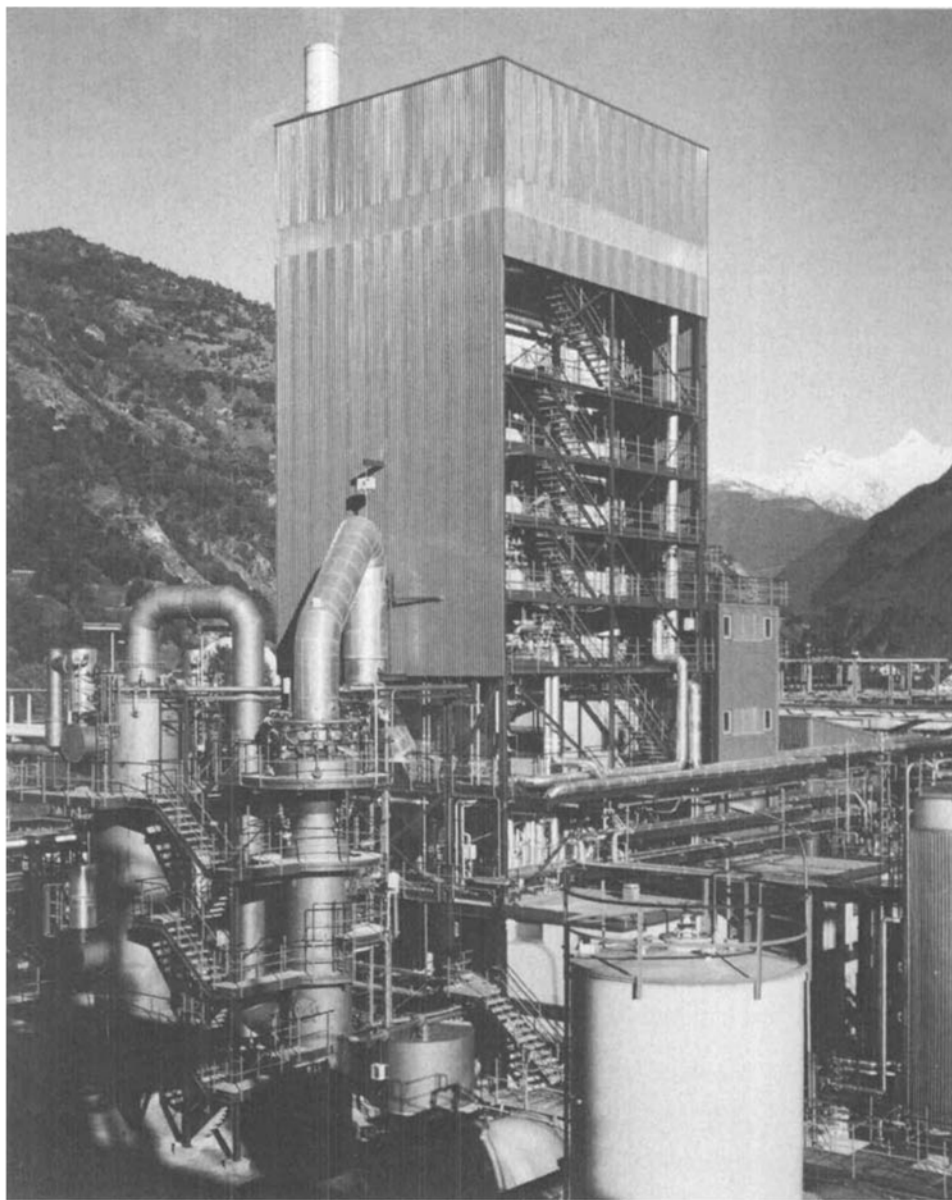


Fig. 1. Rückstandsverbrennungsanlage

* Korrespondenz: Dr. R. Vouillamoz
 Abteilungsleiter Umweltschutz
 Lonza AG
 CH-3530 Visp

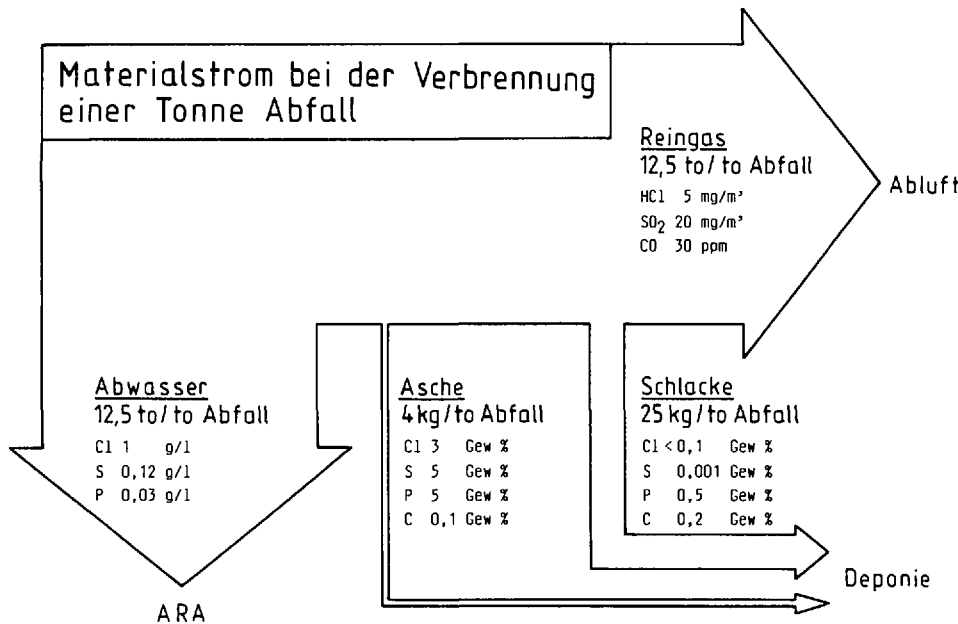


Fig. 2

- verlangte die Erstellung eines Entsorgungskonzeptes für Sondermüllabfälle,
- machte die Auflage, dass nur werkseigene Abfälle verbrannt werden.

In Anbetracht der Situation sicherte die Lonza zu, dass Abfälle von auswärts nur mit Bewilligung der örtlichen Behörden und des Umweltschutzamtes entsorgt werden.

5. Materialstrom (vgl. Fig. 2)

6. Technische Beschreibung

6.1. Allgemeines

Für die brennbaren Abfälle der chemischen Industrie ist die Verbrennung die sicherste und umweltgerechteste Entsorgungsmethode: Beliebige organische Verbindungen können bei der Wahl genügend

hoher Verbrennungstemperaturen und Verweilzeiten in einfache Moleküle aufgespalten werden.

Die Rückstandsverbrennungsanlage (RVA) ist ein Schlüsselbetrieb im Entsorgungskonzept der Lonza und konnte im Herbst 84 in Betrieb genommen werden. Die Dimensionierung der Anlage erfolgte anhand des Abfallkatasters 1982 und der Prognosen für Mitte der neunziger Jahre. Mit kleineren Einzelmaßnahmen wurde die Kapazität der Anlage den heutigen Bedürfnissen angepasst.

6.2. Die Anlageteile (vgl. Fig. 3)

6.2.1. Drehrohr und Nachbrennkammer

Dieser Teil wurde von der Firma BABCOCK (Krefeld) geliefert. Das Drehrohr ist mit Brennern für flüssige Abfälle sowie mit Einrichtungen für die Aufgabe von fe-

sten resp. pastösen Abfällen eingerichtet. An der Stirnwand des Drehrohrs ist ein Zwillingsbrenner für 2 brennbare Abfälle sowie eine Lanze für Abwässer respektive Aktivkohlesuspension angebaut.

Das Verbrennen von Feststoffen oder pastösen Abfällen erfolgt über die Fassaufgabe. Nichttoxisches Schüttgut mit einer Körnung kleiner als 5 cm kann über den Kettenförderer kontinuierlich in das Drehrohr eingebracht werden. In der Nachbrennkammer sind ein Zwillingsbrenner und ein Einzelbrenner für die Aufgabe von flüssigen Abfällen eingebaut.

Normalerweise kann der Ofen ohne Hilfsbrennstoff betrieben werden. Die Summe der gelieferten Abfälle hat einen genügend hohen Heizwert. Für das Aufheizen der Anlage auf Betriebstemperatur (zur Inbetriebnahme nach Abstellungen) wird Erdgas eingesetzt.

Thermisch wurde die Anlage für 10 Gcal/h ausgelegt. Bei 50% der thermischen Auslastung (ca. 5 Gcal) kann eine minimale Temperatur von 900°C in der Nachbrennkammer noch eingehalten werden.

Für die Verbrennung von hochchlorierten Aromaten kann die Temperatur auf 1350°C am Kopf der Nachbrennkammer und bis 1500°C im Drehrohr gesteigert werden. Eine minimale Verweilzeit von > 2 sec im hohen Temperaturbereich wird immer eingehalten.

Schlacke und Asche aus dem Drehrohr werden über einen mechanischen Entschlacker ausgetragen.

6.2.2. Kesselteil

Der Kesselteil wurde von Wehrle-Werke, Emmendingen, geliefert. Er ist ein Wasserrohrkessel mit 2 Strahlungszügen und einem Konvektionszug, arbeitet nach dem Naturumlaufprinzip und erzeugt einen Hochdruck-Sattdampf. Der produzierte 80-bar-Dampf gelangt über den Überhitzer der zentralen Dampfanlage zur Dampfturbine. Dort wird er auf 26 resp. 12 bar entspannt. Die Turbine erzeugt über einen Generator Strom. Der teilentspannte Dampf geht als Prozesswärme in die chemische Produktion.

6.2.3. Abgasreinigung

Dieser Anlagenteil wurde von Lurgi, Frankfurt, geliefert und umfasst die Anlageteile Radialstromwäscher, Nasselektrofilter sowie Saugzug mit Kamin und Wiederaufheizung.

- Im Wäscherteil sind 2 Wäscherstufen (Venturi- und Radialstromteil) integriert.
- Im Nasselektrofilter werden Feinststäube und Aerosole abgeschieden. Er arbeitet bei einer Betriebsspannung von ca. 30.000 V.
- Der Saugzug hält die gesamte Anlage unter einem kleinen Vakuum. Dieser Ventilator ist frequenzgesteuert nach dem Unterdruck in der Nachbrennkammer.

Tabelle. Leistung der Rückstandsverbrennung

Abfallmengen		
flüssige, pump- und brennbare Rückstände		20-45 t/d
Aktivkohle/Wasser-Suspension oder toxische resp. biologisch nichtabbaubare Abwässer		0-10 t/d
festen, pastösen oder teerartigen Rückständen über Fassaufgabe oder Kettenförderer		0-5 t/d
Ofendaten		
Abmessungen (lichter Feuerraum):	Drehrohr Durchmesser 2,27 m Länge 9,0 m	
Nachbrennkammer:	B x L x H = 2,7 x 3,5 x 14,0 m	
Verbrennungstemperaturen	im Drehrohr am Kopf der Nachbrennkammer	max. 1500°C 900° - max. 1350°C
Verweilzeit in Nachbrennkammer (ab letzter Brennebene)		≥ 2,2 sec
Wärmedurchsatzleistung	maximal 10,2 Gcal/h (≅ 11,9 MW) minimal 5,1 Gcal/h	
Dampfproduktion		
bei 10,2 Gcal ca. 13 t/h Sattdampf 80 bar		
Abgasreinigung		
2stufiger Wäscher (Venturi/Radialstromwäscher)		
Nasselektrofilter		
Saugzug-Gebläse für 35000 m³/h bei ca. 60°C		
Reingaswerte (1989)	HCl	< 10 mg/m³
	HF	< 2 mg/m³
	Staub u. Aerosole	< 10 mg/m³
	SO₂	< 100 mg/m³
Verbräuche		
Elektrische Energie	ca. 230 kW	
Wasser (Tiefbrunnenwasser)	ca. 25 m³/h	
Neutralisationsmittel (durchschnittlich)	2,7 kVal/h	

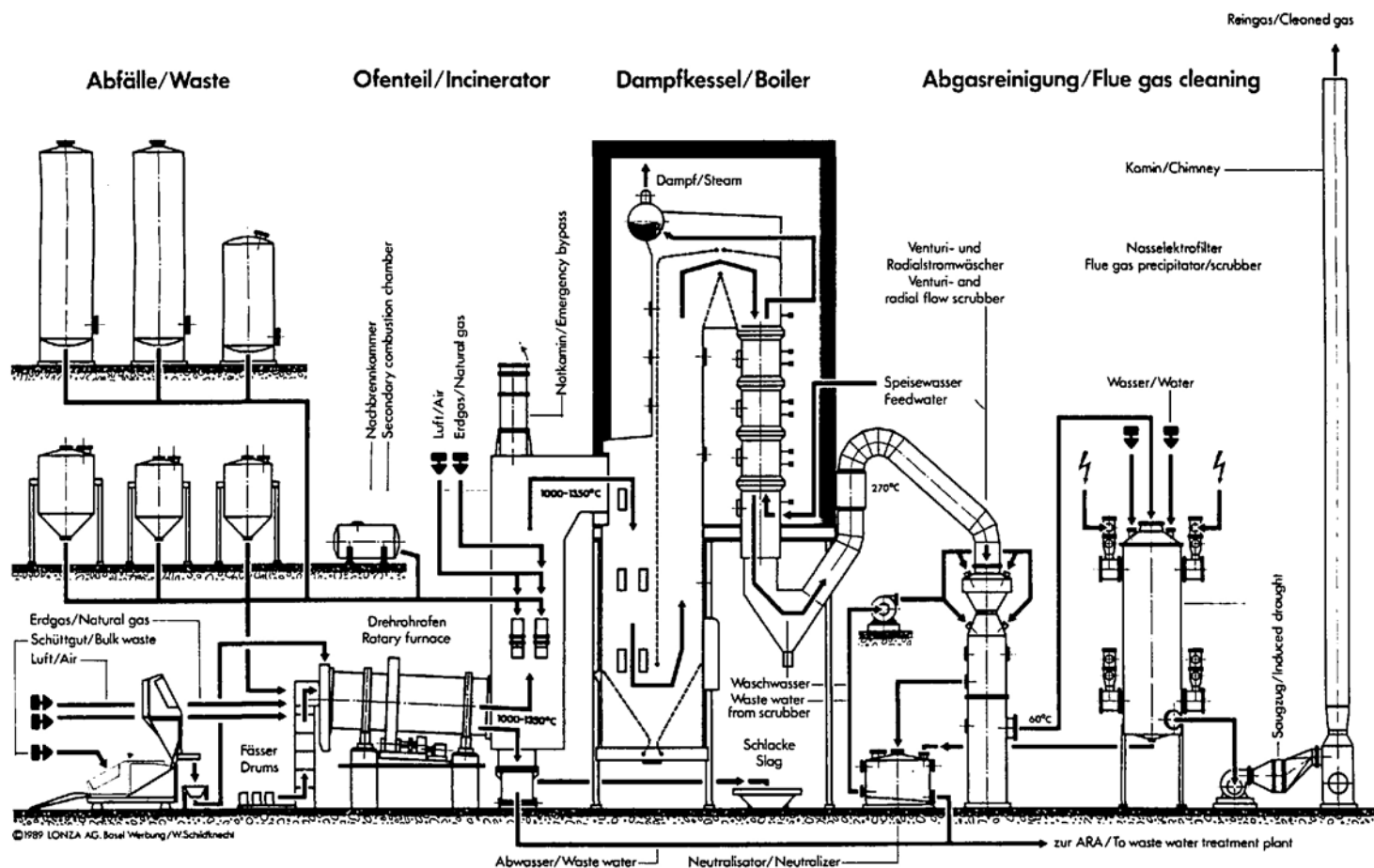


Fig. 3. Rückstandsverbrennungsanlage/Residue Incineration Plant

Das Kamin ist aus Kunststoff und 36 m hoch.

Mit der recht aufwendigen Rauchgasreinigung können die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV vom 16. Dezember 1985) problemlos eingehalten werden.

6.2.4. Tanklager

Zur Anlage gehört ein Tanklager mit 3 beheizbaren Rührwerken à 15 m³, ein beheizbarer Tank à 50 m³ und je ein Tank mit 50 m³ und 25 m³. Das Tanklager erlaubt bei kürzeren Betriebsunterbrüchen die in den Betrieben anfallenden Rückstände zu lagern. Mit heizbaren Mischrührwerken können viskose Abfälle verschiedener Provenienz und Heizwerte gemischt werden.

6.3. Der Prozessablauf

6.3.1. Abfall-Anlieferung und -Aufgabe

Die Anlieferung der Abfallstoffe aus dem Werk erfolgt in Fässern, WELAKI-Mulden, Silos oder Tankwagen. Jeder Abfall-Lieferung muss ein Begleitschein mit Abfallnummer mitgegeben werden. Auf dem Begleitschein sind Abladeort, Sicherheitsdaten, Schutzausrüstung und Erste-Hilfe-Massnahmen aufgeführt. Mit der Abfallnummer können in der Messwarte alle weiteren verbrennungstechnischen Daten des Abfalles nachgesehen werden. Alle Abfälle müssen vor der Verbrennung im Labor untersucht worden sein.

Feste und pastöse Abfälle werden jeweils portioniert in Fässern angeliefert und mit dem Fass verbrannt. Je nach Verbrennungseigenschaften und Heizwerten der Abfälle wird eine maximal zulässige Füllung der Fässer (normalerweise zwischen 20 und 50 kg/Fass) vorgeschrieben. Es ist auch möglich, verunreinigte Leergebinde zu entsorgen. Die Fässer (bis 200 l) werden über den Fassaufzug in den Drehrohrfurnen

transportiert. Schüttgut, das als Abfall in grösseren Mengen anfällt und nichttoxisch, lösungsmittelfrei ist, kann in WELAKI-Mulden oder Silos angeliefert, in den Betonkipper entleert und über Dosierschnecke-, Kettenförder- und Schleusensystem ins Drehrohr gebracht werden.

Gebrauchte feinkörnige Aktivkohle wird in Silos angeliefert. In einem Rührwerk wird mit Wasser eine 15-20%-Sus-

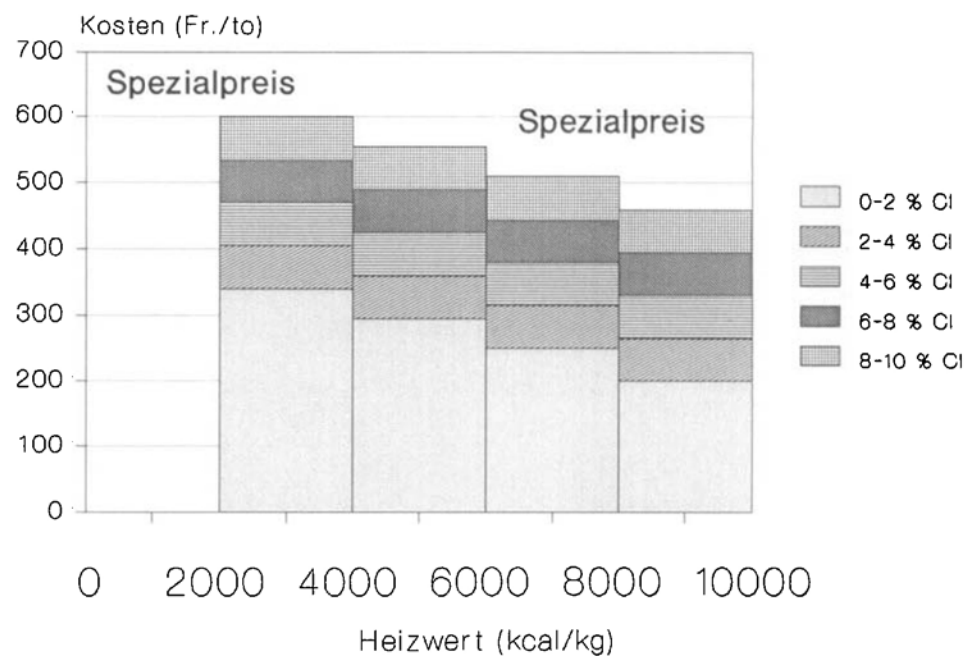


Fig. 4. Tarifstruktur 89/90 für flüssige Abfälle (chlorhaltig)

pension hergestellt. Die Suspension wird über die Spezial-Lanze an der Stirnwand des Drehrohrs verbrannt. Die mit flüssigen Abfällen gefüllten Tankwagen werden entweder in Rührwerke resp. Zwischentanks entladen oder direkt an die Abfallbrenner angeschlossen.

6.3.2. Vom Drehrohrofen bis zum Kamin

Im feuerfest ausgemauerten Drehrohr verbrennen die flüssigen, pastösen und festen Abfälle bei Temperaturen (an der Oberfläche) bis 1500°C. Das Eisen der für feste Abfälle verwendeten Eisenfässer schmilzt bei diesen Temperaturen. Das Drehrohrende mündet in den unteren Teil der Nachbrennkammer. Schlacke und Asche aus dem Drehrohr gelangen durch die unten offene Nachbrennkammer in das Wasserbad des Nassentschlackers. Mit den Brennern in der Nachbrennkammer werden flüssige Abfallstoffe verfeuert und gleichzeitig die notwendige Feuerraumtemperatur zwischen 1000 und 1350°C sichergestellt. Der Ausbrand der Rauchgase aus dem Drehrohr wird damit ebenfalls gewährt.

Die heissen Rauchgase gelangen in den Abhitzekeessel. Nach dem ersten und zwei-

ten Strahlungszug haben sie noch eine Temperatur von ca. 600°C resp. ca. 450°C. Im letzten Zug (Konvektionszug) werden die Rauchgase weiter auf 250–340°C abgekühlt.

Dem Kessel nachgeschaltet ist der zwei-stufige Wäscher. In der ersten Waschstufe (Venturistufe) werden die Rauchgase auf die Sättigungstemperatur von ca. 60°C abgekühlt. Gleichzeitig werden gasförmige Säuren absorbiert. Im anschliessenden Radialstromteil werden feinere Flüssigkeitstropfen und Staub abgeschieden. Das saure Waschwasser wird anschliessend mit Kalkmilch neutralisiert und zu 85% recirkuliert.

Nach dem Wäscher werden die Gase auf den Nasselektrofilter geleitet. Hier können, nach dem elektrostatischen Prinzip, Feinststäube kleiner 1 µm und Aerosole mit geringem Energieaufwand abgeschieden werden.

Die mit ca. 60°C aus der Reinigungsstufe austretenden Abgase werden dem Kamin zugeführt. Zur besseren Vermischung der wasserdampfgesättigten Rauchgasfahne während besonderer Wetterlagen kann die Wiederaufheizung des Rauchgases bis 105°C eingeschaltet werden.

6.4. Betrieb

Die Anlage ist 'rund um die Uhr' in Betrieb (ca. 8000 Betriebsstunden pro Jahr) und läuft seit der Inbetriebnahme (Herbst 84) weitgehend problemlos (Verfügbarkeit ≥ 90%). Insgesamt sind 15 Mann in der Anlage beschäftigt (4-Schichtbetrieb). Die Anlage ist seit 1988 zu praktisch 100% ihrer Kapazität ausgelastet. Pro Jahr werden knapp 16000 t flüssige und feste Abfälle verbrannt.

Die Reinigungs- und Revisionsarbeiten werden jährlich in zwei ordentlichen Abstellungen von 1 resp. 3 Wochen Dauer durchgeführt. Bedingt durch die hohe Auslastung der Anlage muss jedes Jahr ein Teil der Drehrohrausmauerung gewechselt werden.

6.5. Kosten

Für die gesamte Anlage mussten 19 Mio. sFr. investiert werden. Die spezifischen Entsorgungskosten pro t Abfall richten sich nach Aufwand, Heizwert und Schadstoffgehalt. Die aktuellen Preise für auswärtige Abfälle sind in Fig. 4 aufgeführt.

Chimia 44 (1990) 255–257
© Schweiz. Chemiker-Verband; ISSN 0009–4293

Produktionsintegrierter Umweltschutz am Beispiel der Herstellung von Nicotinsäure

Renzo A. Bergamin*

1. Einleitung

In der chemischen Industrie gewinnt der Umweltschutz immer mehr an Bedeutung. Aus diesem Grunde werden vermehrt Fragen nach den technischen Möglichkeiten, aber auch nach den Grenzen der Realisierbarkeit gestellt. Auf Grund der enormen Entwicklung der analytischen Methoden können heute auch kleinste Mengen von Schadstoffen nachgewiesen werden. Ebenso sind weitgehende, wissenschaftliche Aussagen über die Wirkung dieser Schadstoffe möglich. Grössere Störfälle der letzten Vergangenheit führten zudem zu neuen und verschärften Gesetzen und Verordnungen. Weiter fordern extreme Kritiker: Prozesse ohne Emissionen. Ganz wesentlich ist für uns aber die Aussage,

dass es keine emissionslose chemische Produktion geben kann; man kann sich diesem Ideal nur mehr oder weniger nähern.

Bisher hat das Schwergewicht der Umweltschutz-Aufwendungen auf nachgeschalteten Anlagen zur Behandlung von Abwasser und Abluft und zur Entsorgung von Abfällen gelegen. Dieser additive Umweltschutz, es wird auch der Ausdruck 'end of pipe Umweltschutz' gebraucht, hat relativ schnell zu einer wirksamen Verminderung der Umweltbelastung geführt. Die Kosten dieser nachgeschalteten Umweltschutztechnik nehmen nun aber mit steigender Reinigungsleistung überproportional zu. So ist bei einer Anhebung der Reinigungsleistung von 90 auf 99 bzw. von 90 auf 99,9% grob mit einer Steigerung der Reinigungskosten von 100 auf 200% zu rech-

nen. Der Erfüllung hochgesteckter Umweltschutz-Anforderungen allein mit den Mitteln des nachgeschalteten Umweltschutzes sind daher deutliche ökonomische Grenzen gesetzt. Die Antwort auf diese ökonomische Herausforderung heisst: *Produktionsintegrierter Umweltschutz*.

Aus einer Zusammenarbeit der Schweizerischen Akademie der technischen Wissenschaften, der *DECHEMA* und der *GVC* entstand deshalb der Vorschlag zu einer Arbeitsgruppe, die sich mit den 'Möglichkeiten und Grenzen prozessintegrierter Entsorgung' beschäftigen sollte.

Die Arbeitsgruppe kam zustande (teilnehmende Institutionen und Firmen siehe Anhang). Der Begriff 'prozessintegrierte Entsorgung' musste geändert werden, da sich in den überwiegenden Fällen eine Verwertung der Reststoffe, die in einem Prozess anfallen, nur innerhalb eines Prozessverbundes durchführen lässt. Ebenso wurde der Ausdruck *Entsorgung* beanstandet, da dieser vor allem im additiven Umweltschutz verwendet wird. Nach zähem

* *Korrespondenz*: Dr. R. A. Bergamin
Lonza AG
Verfahrensentwicklung
CH-3930 Visp