Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 106 (1988)
Heft: 3

Artikel: Kleinverbrennungsanlagen
Autor: Lemann, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85617

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Kleinverbrennungsanlagen

Als Folge der Irrfahrt jener wohlbekannten Fässer aus Seveso hat der Bund eine Verordnung erlassen, welche den Verkehr mit den 250 bis 300 000 t Altöl, Farbresten, Lacken, Lösungsmittel, PCB-haltigen Trafoölen, Batterien und Rückständen aus den weitergehenden Rauchgasreinigungsanlagen, welche pro Jahr anfallen, regelt. Es handelt sich um die VVS (Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen), welche seit dem 1. April dieses Jahres in Kraft ist.
Gemäss dieser Verordnung muss für jeden Transport von Sonderabfällen eine Reihe von Begleitpapieren ausgefüllt werden. Falls der Transport über die Landesgrenze erfolgen soll, wird auch das Bundesamt für Umweltschutz eingeschaltet, welches den Transport in Zukunft nur noch dann bewilligen wird, wenn in der Schweiz nachweislich keine Entsorgungsmöglichkeit besteht.

Sondermüllproblem in der Schweiz

Prinzipiell bestehen folgende Entsorgungsmöglichkeiten:

Deponierung

Seit der Schliessung der Sondermülldeponie in Kölliken existiert in der Schweiz keine allgemein zugängliche

VON DR. M. LEMANN, ZÜRICH

Deponie mehr (Bild 1). Die Folge davon ist, dass die Schweiz ihre Abfälle exportieren muss. Zwar wird mit grossem Aufwand versucht, neue Deponien zu eröffnen, aber der Widerstand der Bevölkerung ist sehr gross. Daher stellt diese Art der Sondermüllentsorgung eine sehr beschränkte Möglichkeit für die Zukunft dar.

Abfälle sortieren und rezirkulieren

Altöle und Lösungsmittel lassen sich weitgehend aufbereiten und rezirkulieren. Dabei fallen aber auch hier wieder unverwertbare Rückstände an, welche irgendwie entsorgt werden müssen.

Bild 1. Kehrichtdeponie, irgendwo in der Schweiz aufgenommen

Verbrennung von Abfällen

Was bedeutet eigentlich das Verbrennen von Abfällen? Durch Verbrennung werden z. T. komplizierte chemische Verbindungen wie Kunststoffpolymere, Lösungsmittel oder Öle in einfachere Komplexe zerlegt. Als Beispiel soll hier PVC dienen:

$$\ldots\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}\text{-}\ldots \left\{ \begin{array}{l} H_2O \\ CO_2 \\ HCl \end{array} \right.$$

Verbrennung von PVC

Diese Verbrennungsrückstände können dann gezielt in Form von Schlacke, Flugstaub oder gasförmigen Schadstoffen behandelt werden. Zusätzlich erfolgt durch die Verbrennung eine Volumen- (Bild 2) und Gewichtsreduktion, (Bild 3) da ein grosser Müllanteil die Verbrennung gasförmig, in Form von Wasserdampf und Kohlensäure, verlässt. Andere gasförmige Schadstoffe, wie Salzsäure, Schwefeldioxid oder Quecksilber, müssen dabei in einer weitergehenden RGR abgeschieden werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden:

Jede Erzeugung von Müll bedingt eine anschliessende Deponierung von Rückständen. Durch Sortieren und Verbrennen lassen sich Gewicht und Volumen der Müllmenge reduzieren.

Wer trägt nun aber die Verantwortung für die Vernichtung der erzeugten Abfälle? Prinzipiell ist der Verursacher zuständig, d. h. dass der Erzeuger von umweltgefährlichen Produkten, also auch von Sonderabfällen, juristisch für die Folgen auf unabsehbare Zeit verantwortlich ist, egal wer die Abfälle transportiert oder lagert. Dieses Verursacherprinzip wird z. B. in den USA sehr streng gehandhabt. Es ist aber auch in der bereits erwähnten «Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen» festgehalten. So besteht z. B. während vier Jahren eine Rücknahmepflicht für exportierte Abfälle, falls der Empfängerstaat sie verlangt.

Thermische Abfallbehandlung

Daraus ergeben sich für die thermische Abfallbehandlung zwei Möglichkeiten:

Entsorgung der Abfälle in Entsorgungszentren

In Dänemark, Schweden, der Bundesrepublik Deutschland, Holland oder Österreich wird die Verbrennung in staatlichen oder privaten Zentren durchgeführt. Als Beispiel sei hier die HIM (Hessische Industriemüll GmbH) oder die schwedische Anlage in Norrtorp (Bild 4) erwähnt. Auch in den USA existieren solche Entsorgungszentren (Bild 5).

Falls ein Anschlusszwang besteht, wie z. B. in Dänemark, geht die juristische Verantwortung an den Entsorger über. Der Nachteil solcher Zentren sind die zum Teil langen Anfahrwege per Bahn oder LKW, welche das Unfallrisiko und damit die potentielle Umweltgefährdung in sich bergen.

Verbrennung in eigenen Kleinverbrennungsanlagen

Bei dieser Lösung entfällt das Transportrisiko teilweise, da nur noch feste und wesentlich kleinere Rückstandsmengen aus der Verbrennung in eine Endlagerung gebracht werden müssen. Auch kann die bei der Verbrennung freigesetzte Energie im eigenen Betrieb in Form von Dampf oder Strom genutzt werden. Falls die Abfälle der Geheimhaltung unterliegen, z. B. bei Rückständen aus der Entwicklung neuer Produkte, ist diese ebenfalls gewahrt.

Speziell für die Schweiz, welche im Moment nur wenige Sondermüllbeseitigungsanlagen besitzt, z. B. in Genf, bei Lonza im Wallis oder bei Ciba-Geigy in Basel, bietet die Lösung der eigenen Kleinverbrennungsanlage einen möglichen Ausweg an.

Dieser Umstand hat dazu geführt, dass die Firma Von Roll ein Entsorgungskonzept für Industriebetriebe entwikkelt hat.

Das Von-Roll-Entsorgungskonzept

Ausgangslage

Sondermüll wird üblicherweise in Drehrohren verbrannt. Dabei können feste, flüssige und pastöse Abfälle, inklusive Fässer und Gebinde, in einem Drehrohrofen aufgegeben werden. Da aber ausser den flüssigen Abfällen, wel-

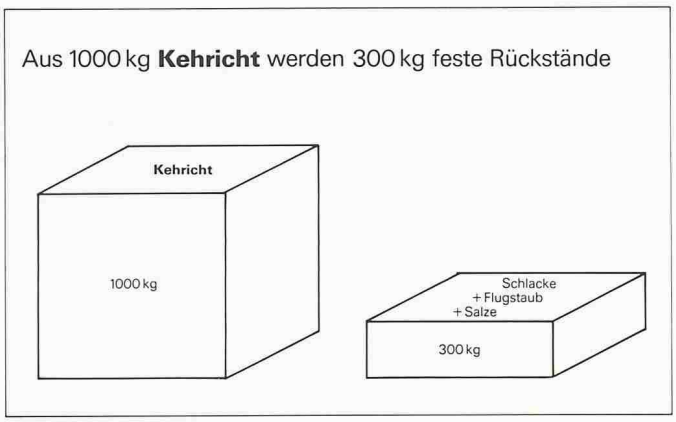


Bild 2. Kehrichtgewichtsreduktion durch Verbrennung

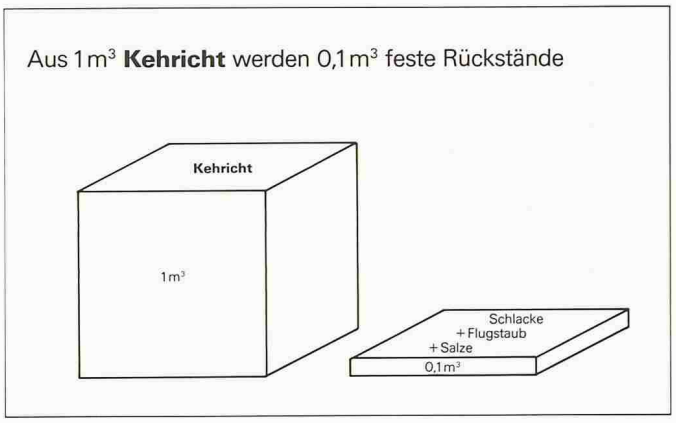


Bild 3. Kehrichtvolumenreduktion durch Verbrennung

che über spezielle Brenner auch in der Nachbrennkammer verbrannt werden, alles über die Stirnseite in das Rohr gelangt, sind den Rohrabmessungen, d. h. dem Durchmesser, Grenzen gesetzt.

Auch lassen sich Brennstoffe, welche eine grosse Verweilzeit für die Verbrennung erfordern, wie kontaminierte Holzstücke oder Erde, in einem Drehrohr schlecht verbrennen. Es hat sich unserer Firma also die Aufgabe gestellt, eine Verbrennungseinheit zu entwikkeln, welche auch kleine Abfallmengen und Abfälle, welche grosse Verweilzeiten fordern, vernichten kann.

Die Anlage sollte folgendes Anforderungsprofil erfüllen:

- Gute Verbrennungseigenschaften für Verbrennungsleistungen kleiner 5600 kW.
- Ganze Fässer müssen beschickt werden können.
- Die Verweilzeit des Brenngutes im Ofen muss frei wählbar sein.
- Das Verbrennungssystem muss grosse Schwankungen in der Müllzusammensetzung (Heizwert, Ausbrandzeit) verkraften können.

Entwicklung einer Kleinanlage in den Jahren 1978 bis 1983

Das erwähnte Anforderungsprofil wurde 1978 aufgestellt, und unsere Fachleute entwickelten ein Lösungskonzept, welches ab 1981 im Bau einer Versuchsanlage in der Klus, (Bild 6) Kanton SO, verwirklicht wurde. Diese Anlage ist seit 1983 in Betrieb, und es werden periodisch Versuchsverbrennungen durchgeführt.

Aufbau der Anlage

Bei der Versuchsanlage handelt es sich um das kleinste lieferbare Modell mit einer Verbrennungsleistung von 1400 kW.

Die Kleinanlage ist im wesentlichen aus den folgenden Einheiten aufgebaut (Bild 7):

- Beschickungsvorrichtung
- Schwenktrommel
- Verdampfungskühler
- Schlauchfilter
- Saugzug
- Rauchgaswäscher

Alle Aggregate sind auf eine max. Verbrennungsleistung von 1,4 MW ausgelegt.

Die Steuerung und Regelung der Anlage geschieht elektronisch über eine zentrale Recheneinheit.

Bild 4. Svensk Avfall-Konverting AB (SAKAB) Norrtorp, Schweden: Die Anlage ist zur Verbrennung von festen, halbfesten und flüssigen Industrieabfällen geeignet. Die Leistung beträgt 1×23 MW, und es wird Dampf, Strom und Warmwasser erzeugt. Inbetriebnahme: 1983

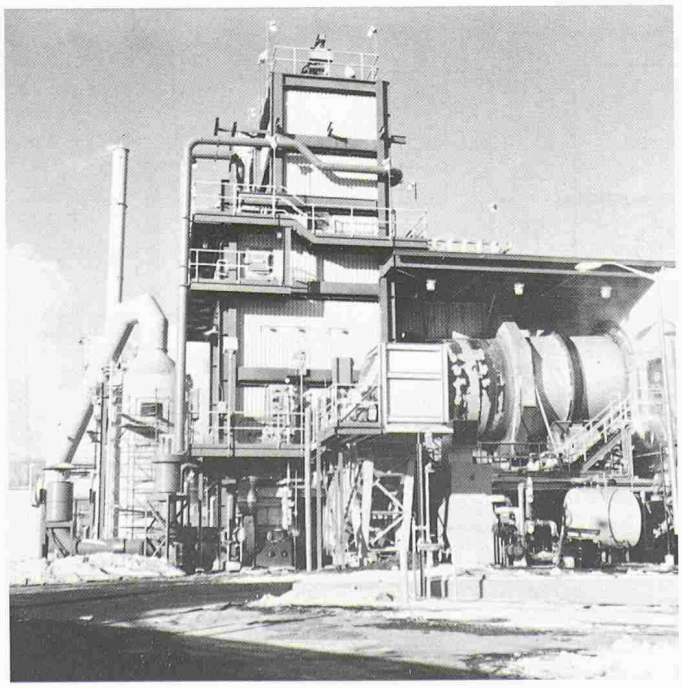
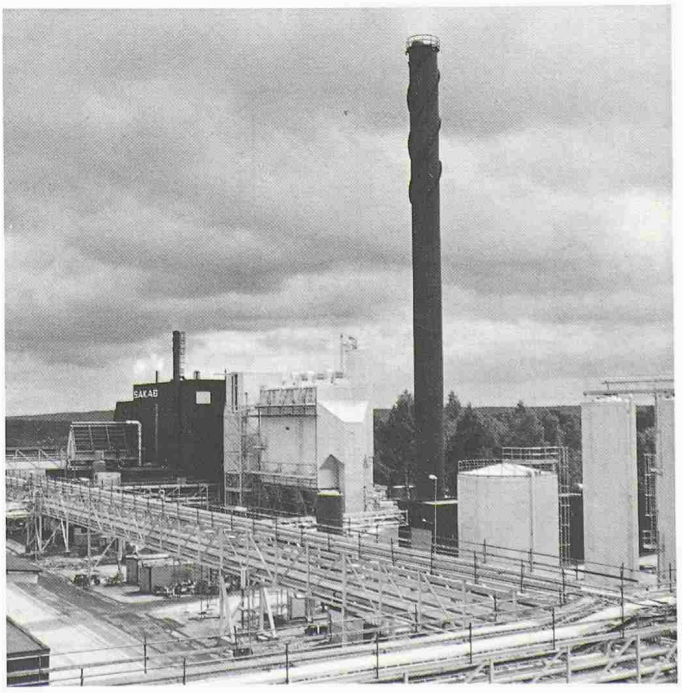


Bild 5. General Electric, Waterford/N.Y., USA: Die Anlage ist zur Verbrennung von festen, halbfesten und flüssigen Industrieabfällen geeignet. Die Leistung beträgt 1×10 MW, und es ist keine Wärmeverwertung vorhanden. Inbetriebsetzung: 1980



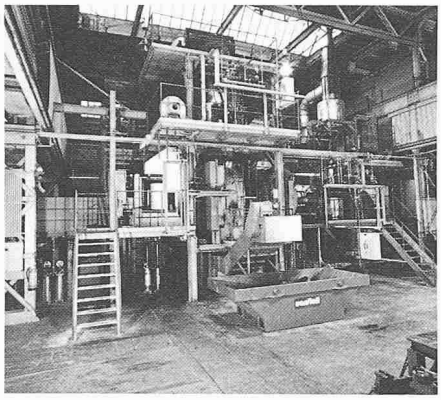


Bild 6. Schwenkofen-Versuchsanlage. Die Anlage ist zur Verbrennung von festen, halbfesten und flüssigen Industrieabfällen geeignet

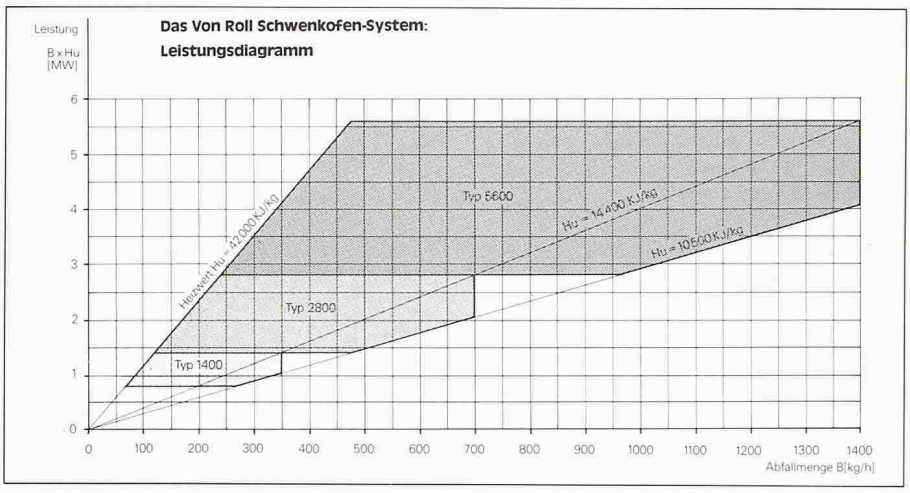


Bild 8. Das Von-Roll-Schwenkofen-System: Leistungsdiagramm

Beschickungseinrichtung

Flüssige Abfälle werden direkt ab Tankwagen oder mittels Fasspumpe aus Fässern in die beiden 5-m³-Tagestanks gepumpt, von wo sie über den Trommelbrenner in den Ofen gelangen. Feste oder pastöse Abfälle in Fässern oder Gebinden werden mittels einer Stösselbeschickungsvorrichtung dem Ofen aufgegeben. Die Verbindung von aussen über den Stössel zum Ofen ist durch eine Schleuse gesichert, welche den Austritt von Rauchgas aus dem Ofen ins Freie verhindert. Die ausgemauerten Schleusentüren sind so abgesichert, dass jeweils nicht beide Türen gleichzeitig geöffnet werden können.

Schwenktrommel

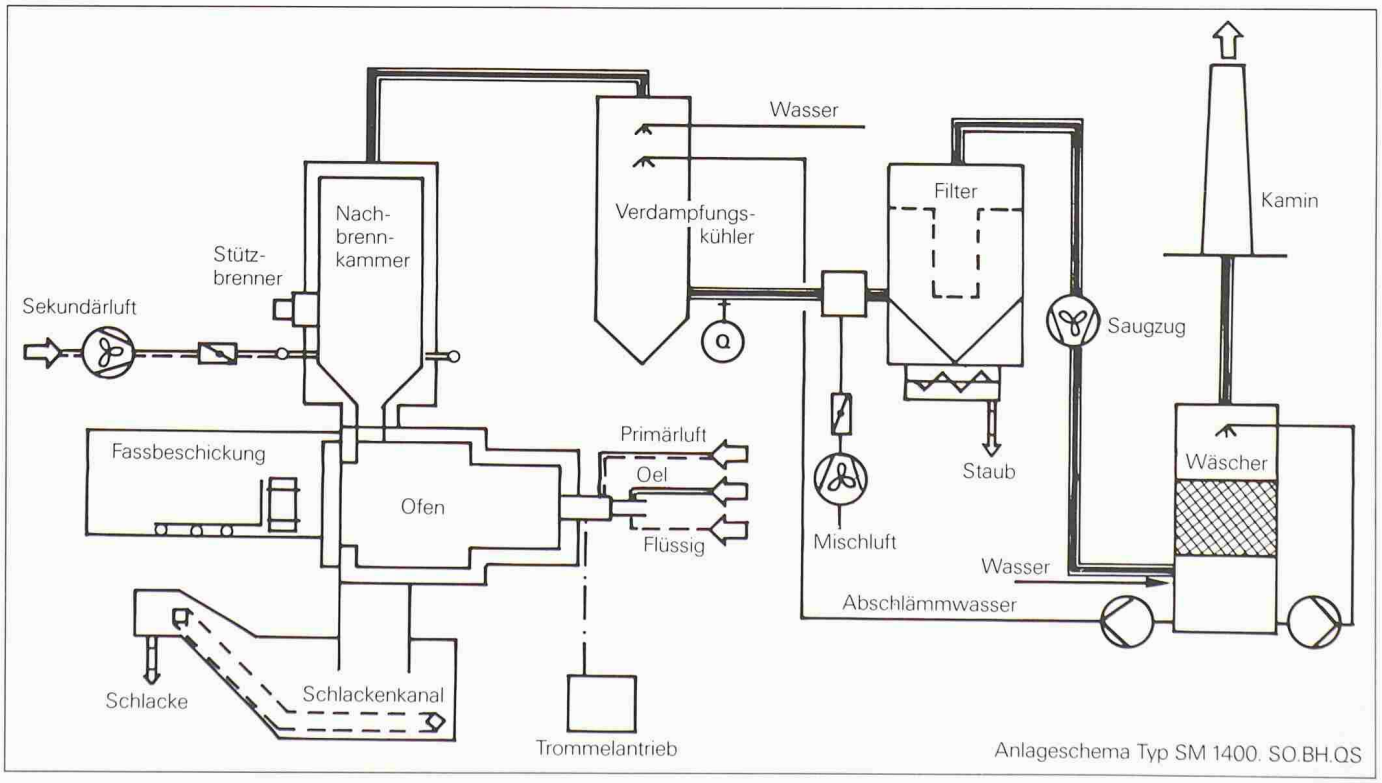
Der Ofen besteht aus einer ausgemauerten und isolierten Schwenktrommel, die auf Rollen drehbar gelagert ist und an ihrer Aussenseite mit Wasser gekühlt wird.

Flüssige Abfälle sowie die notwendige Verbrennungsluft werden dem Ofen auf einer Seite zugegeben, Abfälle in Gebinden durch die Beschickungsschleuse auf der gegenüberliegenden Seite.

Die Rauchgase verlassen den Ofen über einen Schlitz an der Trommeloberseite und gelangen über einen Verbindungskanal in die Nachbrennkammer, wo nach Bedarf entweder mittels Ölbrenner oder durch Zusetzen von Luft eine Nachverbrennung erzeugt werden kann. Die Verbindungsstelle Trommel/Nachbrennkammer wird durch eine Reibungsdichtung gegen Lufteinbrüche gesichert.

Während des Verbrennungsvorganges wird die Trommel, angetrieben durch einen Hydraulikzylinder, um ihre eigene Achse hin und her bewegt, wodurch die Abbrandgeschwindigkeit durch die Schürwirkung der Bewegung beeinflusst und beschleunigt werden kann. Die Entleerung des Ofens geschieht periodisch, durch eine 180°-Drehung der Trommel, über den Rauchgasschlitz in den Nassentschlacker.

Bild 7. Schema der Schwenkofen-Versuchsanlage in der Klus bei Balsthal SO



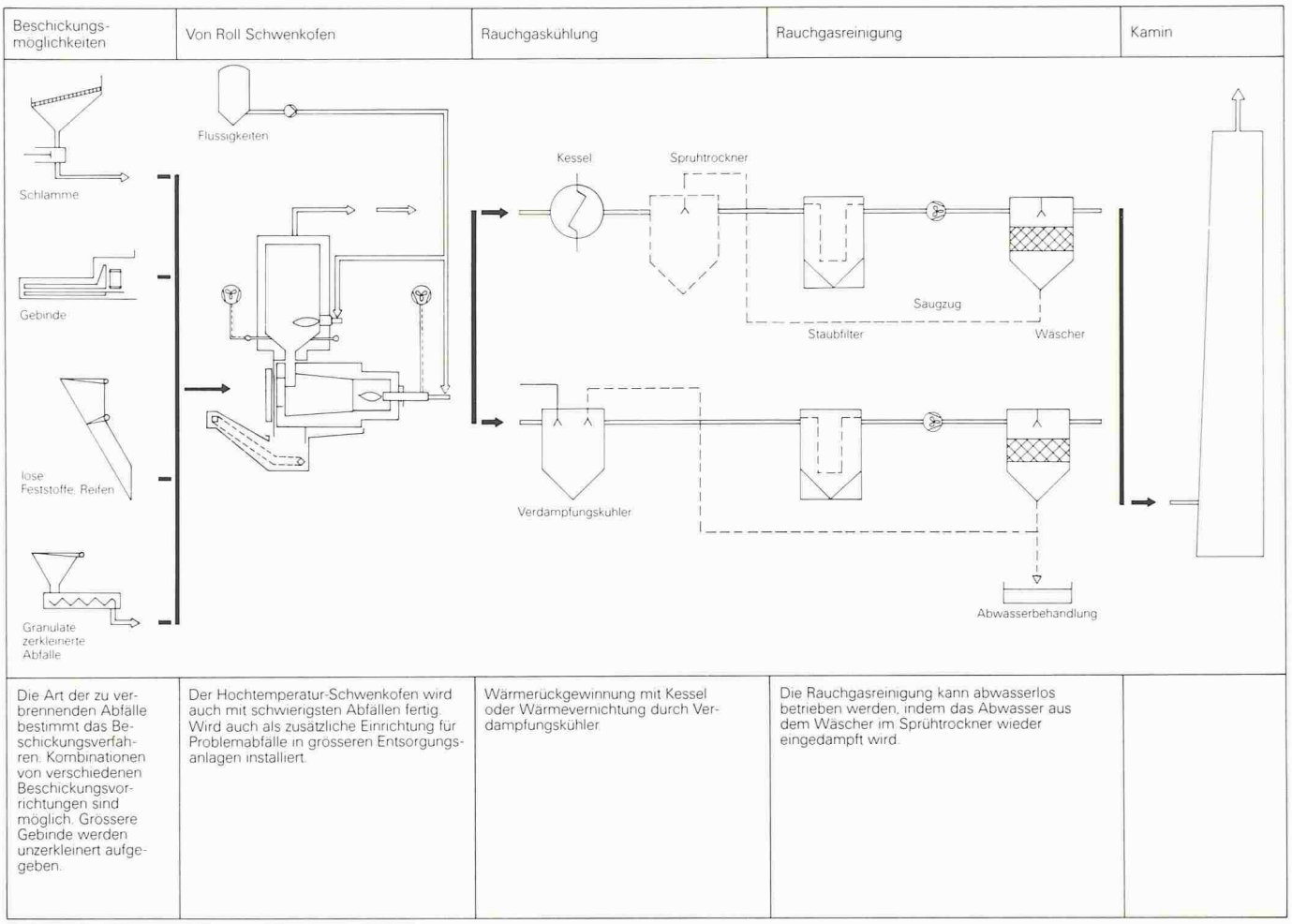


Bild 9. Mögliche Kombination von verschiedenen Komponenten der Kleinverbrennungsanlage mit dem Schwenkofen als Kernstück

Verdampfungskühler

Der Verdampfungskühler arbeitet im Gleichstrom und kühlt die Rauchgase auf eine Austrittstemperatur von 200 °C.

Dazu wird durch Düsen Wasser zugegeben, welches durch Verdampfung die fühlbare Wärme der Rauchgase in latente Wärme in Form von Wasserdampf umsetzt.

Filter

Zur Abscheidung von Flugstäuben ist nach dem Verdampfungskühler ein Tuchfilter angeordnet. Bevor die Rauchgase in den Filter eintreten, werden sie durch Kaltluftbeimischung auf 120 °C abgekühlt. Die Reinigung der Filterschläuche erfolgt durch periodische Druckluftimpulse.

Saugzug

Zur Überwindung der rauchgasseitigen Druckverluste ist nach dem Filter ein Saugzugventilator eingebaut. Eine pneumatisch angetriebene Regelklappe sorgt in der Nachbrennkammer für einen konstanten Unterdruck. Das Saugzug-Gebläse fördert die Rauchgase in den Wäscher.

Rauchgaswäscher

Die staubfreien Rauchgase gelangen über einen Vorsättiger, in welchem sie durch Einspritzen von Waschflüssigkeit auf ca. 70 °C, d. h. nahezu Sättigungstemperatur, abgekühlt werden, in die Waschkolonne. Hier durchströmen sie von unten nach oben eine Füllkörperschicht, welche eine sehr grosse Stoffaustauschfläche darstellt. Das im Gegenstrom versprühte Waschwasser, welches durch die Füllkörperschicht nach unten rieselt, absorbiert die im Rauchgas vorhandenen Schadgase wie HCl, HF und SO_2. Durch Zugabe von NaOH ins Waschwasser reagieren die gelösten Schadstoffe zu Salzen. Das Waschwasser wird im Kreislauf geführt, wobei ein Teilstrom in den Verdampfungskühler abgeschlämmt wird. Durch die Abschlämmung wird verhindert, dass sich die Salze aufkonzentrieren.

Der Füllkörperschicht nachgeschaltet ist ein Tropfenabscheider, der ein Mitreissen von Waschflüssigkeit verhindert.

Diese Versuchsanlage stellt eine mögliche Ausführungsvariante der Kleinverbrennungsanlage dar.

Neben diesem kleinsten Anlagenmodell hat die Fa. Von Roll noch zwei weitere Typen im Lieferprogramm.

Aus dem Diagramm (Bild 8) ist ersichtlich, dass die drei lieferbaren Schwenkofentypen einen Leistungsbereich von 800 kW bis 5600 kW abdecken. Der grösste Typ, SM 5600, besteht dabei aus zwei parallel angeordneten Schwenkofenanlagen, inklusive Nachbrennkammer, mit je einer Leistung von 2800 kW.

Die gesamte Verbrennungsanlage, mit dem Kernstück «Schwenkofen», kann als Baukastensystem (Bild 9) zusammengestellt werden.

Beispiel einer Anlage in Ausführung

Ausgangslage

Anfang 1984 entschloss sich die Regierung der Provinz Alberta, Kanada, ein Sondermüllentsorgungszentrum zu bauen. Als Standort wurde ein Stück «grüne Wiese», 20 km nordöstlich der

Stadt Swan Hills gelegen, gewählt. Die Firma Chem Security Ltd. wurde darauf mit dem Bau und dem Betrieb dieses Entsorgungszentrums beauftragt. Die erste Aufgabe war nun, die Müllsammlung neu zu organisieren. Dabei zeigte es sich, dass über die Menge des zu entsorgenden Mülls nur ungenügende Angaben zu ermitteln waren. Daher wurde beschlossen, im zukünftigen Entsorgungszentrum mit einer kleinen Verbrennungseinheit zu beginnen, welche nach eingespielter Müllentsorgung, entsprechend dem Müllanfall, durch eine grosse Anlage ergänzt werden soll. Der zu entsorgende Müll stammt mehrheitlich aus Industriebetrieben, d. h. er setzt sich aus verschiedenen organischen Flüssigkeiten, inklusive hallogenierten aromatischen Kohlenwasserstoffen und Kohlenwasserstoff-Stickstoffverbindungen mit Schwefel, Phosphor, S'Metallen und Na-Salzen darin, zusammen. Auch sollen PCB-verseuchte Öle verbrannt werden können. Daneben müssen die 200-l-Fässer, in welchen die Flüssigkeiten angeliefert werden, ebenfalls verbrannt werden.

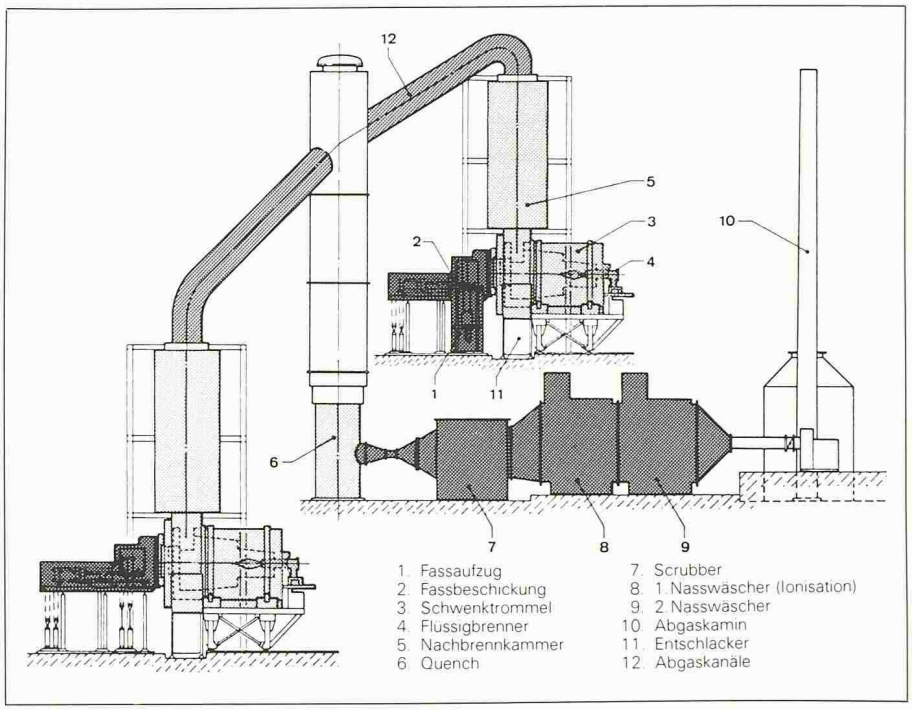


Bild 10. Schematischer Aufbau der Verbrennungsanlage in Alberta, Kanada

Die vorläufig geforderte Leistung der Kleinanlage beträgt 0,7 t/h Müll mit einem durchschnittlichen Heizwert von 26 110 kJ/kg. Das entspricht einer Leistung von 5100 kW.

Der Heizwert kann aber zwischen 3000 kJ/kg und 60 000 kJ/kg schwanken.

Die Anlage muss bei einem minimalen Durchsatz von 25% der Sol-Leistung (0,175 t/h) alle Garantiedaten erfüllen.

Es besteht die Absicht, nach einer späteren Erweiterung des Sondermüllzentrums mit einem Drehrohrofen, in dieser Kleinanlage vor allem PCB-verseuchte Öle zu verbrennen. Bezüglich Standort der Anlage muss noch erwähnt werden, dass im Winter Temperaturen von bis −40 °C möglich sind. Dies erfordert vor allem bei der vorgeschriebenen, nassen RGR besondere Beachtung.

Das Von-Roll-Konzept

Die geforderte Leistung von 5100 kW entspricht im Von-Roll-Schwenkofenprogramm dem Typ SM 5600, welcher, wie bereits erwähnt, aus zwei parallel geschalteten Einheiten mit einer Nennleistung von je 2800 kW besteht.

Mitte 1986 hat unser Haus den Auftrag erhalten, diese Kleinanlage, inklusive einer nassen RGR, zu bauen. Die beiden parallelen Einheiten werden dabei auf eine gemeinsame RGR geleitet. Vorläufig wird keine Wärmerückgewinnung in Form eines Kessels eingebaut.

Der schematische Aufbau der gesamten Anlage ist in Bild 10 dargestellt.

Die Flüssigkeiten werden per LKW in 200-l-Fässer oder mit Tankfahrzeugen angeliefert. Nach der Eingangsanalyse erfolgt eine Grobtriage, eine Grobreinigung der Flüssigkeiten und eine Lagerung in Tanks. Aus diesen Tanks wird dann durch Umpumpen eine gut brennbare Mischung in einem Tagestank durch Umpumpen angesetzt. Dadurch bleibt die Zusammensetzung des Brenngutes über eine 24-h-Periode konstant, kann aber von Tag zu Tag stark ändern.

Die Verbrennungsanlage weist eine Fassbeschickung, eine Brennerlanze für flüssige Brennstoffe und eine Abwasserlanze auf. Eine Schlammlanze kann je nach Bedarf angebaut werden. In der Nachbrennkammer ist zur Sicherung der Minimaltemperatur ein Gasbrenner vorhanden. Die Rauchgase der beiden Einheiten werden nach der Nachbrennkammer zusammengeführt und gelangen gemeinsam in die RGR. Es handelt sich dabei um einen elektrodynamischen Nasswäscher der Firma Ceilcote. Die Neutralisation darin erfolgt mit Natronlauge.

Die Steuerung der gesamten Anlage erfolgt über einen Processcomputer.

Dabei wird die Verbrennungsleistung vorgegeben und mit der Verbrennungstemperatur in der Nachbrennkammer zusammen konstant gehalten. Das geschieht in erster Linie über die Primärluftmenge. Ist die Verbrennungsleistung zu gross, wird mit weniger Luft gefahren. Es ist dabei möglich, dass das Brenngut unterstöchiometrich, d. h. pyrolytisch, verbrannt wird. Über die Flüssigbrennerlanze wird dabei die Verbrennungstemperatur kontrolliert und geregelt. Falls die Temperatur trotz dieser Regelung weiter sinkt, wird der Gasbrenner in der Nachbrennkammer dazugeschaltet.

Durch die Möglichkeit, die Anlage pyrolytisch zu fahren, können Temperaturspitzen, welche vor allem bei der Fassverbrennung entstehen können, aufgefangen und vermieden werden. Falls die Leistungsfreisetzung auch im Extremfall, d.h. Betrieb der Schwenktrommel ohne Verbrennungsluft, noch zu hoch ist, wird Wasser in die Trommel gefahren.

Es ist möglich, nachdem die Schlacke ausgebrannt ist, durch Drosselung der Primärluft und gleichzeitig erhöhte Sekundärluftzugabe, die Temp. im Schwenkofen so weit zu erhöhen, dass die Schlacke schmilzt. Anschliessend wird die Schlacke in flüssiger Form durch Schwenkung der Trommel um 180° durch den Rauchgasschlitz in den Nassentschlacker entleert.

Adresse des Verfassers: *Dr. M. Lemann*, Von Roll AG, 8037 Zürich.