Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 94 (2002)
Heft: 5-6

Artikel: Energie aus Abfall - der bessere Weg
Autor: Wieting, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939639

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: 09.07.2025

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

Energie aus Abfall – der bessere Weg

E. Wieting

Zusammenfassung

Umweltprobleme betreffen jeden von uns. Der Sensibilisierungsprozess in der Bevölkerung ist in vollem Gange und verstärkt sich zusehends. Dieser Prozess ist in Europa viel akzentuierter als in anderen Ländern. Die staatlichen Regelungen für Emissionen werden immer strenger. Ab dem Jahr 2005 ist die Deponie der Abfälle in Europa generell verboten.

Mehrere bekannte Engineering-Firmen widmen sich der Suche nach sauberen und ökonomischen Lösungen für die Abfallbeseitigung.

Zu den traditionellen Firmen, welche Verbrennungsanlagen anbieten, ist eine dazugestossen, die innovative Lösungen anbietet: die Noyvallesina Engineering, mit Hauptsitz in Parre (Bergamo) und mit Tochtergesellschaft in Chur (Schweiz). Sie hat ein Projekt in Norditalien realisiert, das auf dem Zusammenwirken von Provinzregierung und Privatindustrie basiert. Der RadiciGruppe zugehörend, hat die Noyvallesina eine neue Anlage zur Verbrennung von Abfall realisiert, die kürzlich erfolgreich in Betrieb genommen wurde (Bild 1).

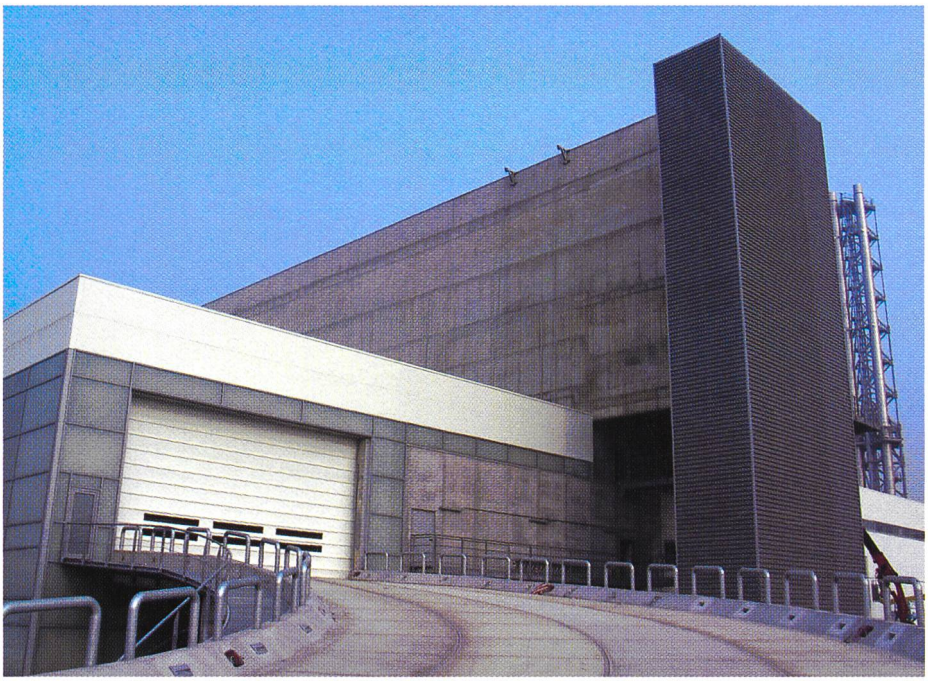

Bild 1. Gebäude für die Annahme und Lagerung der Abfälle.

Neues Konzept für Italien

Das im Folgenden vorgestellte Beispiel könnte für viele Gemeinden wegweisend sein: Die Gemeinde sammelt und liefert die Abfälle in eine von der Privatindustrie realisierte Anlage. Der private Investor übernimmt auch die operative Verantwortung und das Management der Anlage. Aus den Abfällen wird elektrische und/oder thermische Energie hergestellt, die dem staatlichen Netz oder der Privatindustrie verkauft wird.

Die Zusammenarbeit mit der Privatindustrie bringt einen grundlegenden Wechsel in der Philosophie solcher Vorhaben: Die Grundfrage wechselt von «Wie viel kostet die Abfallbeseitigung?», wie bisher seitens der öffentlichen Hand gestellt, zu «Wie viel Gewinn kann ich aus 1 kg Abfall machen?», die Frage, die sich der Industrielle stellt.

Die Kombination von öffentlicher Hand und Privaten bringt Vorteile auf beiden Seiten: Die öffentliche Hand muss nicht riesige Kapitalbeträge für die Investition bereitstellen und überlässt technische und ökonomische Risiken der Privatindustrie; der Industrielle profitiert vom Verkauf der erzeugten Energie.

Optimiertes Verfahren bringt höhere Wirkungsgrade

Das Verfahren von Noyvallesina Engineering weist einige Besonderheiten auf, die die Firma patentrechtlich in Italien und international schützen liess. Dies betrifft vor allem den innovativen Rost, die Optimierung bei der Verbrennungstechnologie und die Abgasreinigung, sei es für die Verbrennung von Gemeindeabfall wie auch für Industrieabfälle.

Innerhalb der Verfahren zur Abfallbeseitigung bedeutet dasjenige mit Gewinnung von thermischer Energie die vorteilhafteste Lösung:

- Sie ist eine klare, endgültige Lösung der Abfallbeseitigung.
- Sie reduziert die festen Rückstände auf ein Minimum; und diese könnten ausserdem sinnvoll und Gewinn bringend verwendet werden. Interessante Studien in dieser Richtung sind im Gange.
- Sie erlaubt die vollständige Abgasreinigung durch streng kontrollierte Verfahren und erfüllt somit die strengsten europäischen Normen.
- Die interne Heizenergie des Abfalles, die normalerweise verloren geht, kann als elektrische Energie oder thermisch (Dampf) Gewinn bringend zurückgewonnen werden. Das bedeutet: Einsparung anderer, teurer Energiequellen, verbunden mit ökonomischen und umweltbezogenen Vorteilen.

Besonderheiten des Verfahrens, energetische Bilanz

Dank der speziellen Geometrie der Verbrennungskammer, der besonderen Dimensionierung und Typologie des Rostes (Bild 2), der Vorheizung der Primärluft und des Recyclings der Abgase liegen die Wirkungsgrade höher als bei den herkömmlichen Verbrennungsanlagen.

Der Wirkungsgrad wird auf die maximale Energiegewinnung optimiert. So wird in dieser Anlage mit höherem Dampfdruck gearbeitet als in allen bisher bekannten Anlagen.

Die Menge der rückgewonnenen Energie richtet sich primär nach dem unteren Heizwert H_u des Abfalles sowie nach dem erzielten Wirkungsgrad.

Der nach üblichen europäischen Normen vorkategorisierte Haushaltabfall hat

Bild 2. Der Verbrennungsrost.

einen durchschnittlichen Heizwert von ca. H_u = 10880 kJ/kg (2600 kcal/kg). Je nach Komposition kann er schwanken zwischen 7200 kJ/kg bis ca. 15000 kJ/kg. Innerhalb dieser Grenzen muss die Anlage betriebsfähig sein.

Mit einem durchschnittlichen H_u = 10880 kJ/kg lässt sich grob gesagt aus ca. 1,4 kg Abfall netto 1 kWh verkaufsfähige Energie zurückgewinnen. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage beträgt mehr als 27%. Bezogen auf die «verkaufsfähige» Energie (nach Abzug der prozessintern verbrauchten Energie) beträgt der Wirkungsgrad mehr als 23%. Diese Werte liegen bedeutend höher als in allen bisher realisierten Projekten.

Fallstudie

Noyvallesina Engineering hat eine erste Anlage in Norditalien (Provinz Bergamo) realisiert, die kürzlich erfolgreich in Betrieb genommen wurde. Noyvallesina Engineering hat die Gesamtplanung, Lieferung und Überwachung der Montage und der Inbetriebnahme vorgenommen.

Auftraggeber: REA, ein Unternehmen der privaten Industriegruppe Radici (Chemie, Synthesefasern, Textil)

Standort: Dalmine (BG) Industriezone, an die Autobahn Milano–Venezia sowie an die Eisenbahn Milano–Bergamo angrenzend

Konzept: Die Anlage wurde durch die Provinzregierung innerhalb der Gesamtplanung für die Abfallbeseitigung genehmigt, da alle Voraussetzungen erfüllt waren:

- Bedarf
- Innovative Technologie
- Einhaltung der Emissionsgrenzen

Die Gemeinden verpflichten sich, eine bestimmte minimale Menge Abfall zu vertraglich festgelegten Bedingungen abzuliefern. Die staatliche Enel übernimmt einen Teil des erzeugten Stromes zu einem vorerst auf acht Jahre hinaus festgelegten Preis.

Technologie: Die nach Modularbauweise konzipierte Anlage besteht aus zwei unabhängigen Verbrennungsstrassen, kombiniert mit einer Energieerzeugungseinheit. Die Anlage verarbeitet eine Gesamtmenge von 148000 Tonnen/Jahr Abfall, wodurch 15,4 MW Energieleistung erzeugt werden.

Die Anlage hat die Flexibilität, sämtliche Urbanabfälle sowie vorbehandelte Spitalabfälle zu verarbeiten. Nach Bedarf wäre sie in der Lage, auch biologischen Schlamm zu verarbeiten.

Die Anlage besteht aus folgenden Stufen:

- Verbrennungstrakt mit patentiertem Rost höchster Flexibilität. Abfall mit unterem Heizwert von 7200 bis 15000 kJ/kg kann verarbeitet werden. Nach Erreichen der Verbrennungstemperatur verläuft der Verbrennungsprozess autonom ohne Zufuhr von Brennstoff.
- Energieerzeugungseinheit mit Dampfturbine und Alternator, wo die durch die Verbrennung entstandene Wärme in Hochdruckdampf (65 bar) und in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Energieeinheit kann 15,4 MW erzeugen.
- 5-stufige Abgasreinigung, ausgelegt für die Einhaltung der strengsten europäischen

Technischer Steckbrief

Brennstoff	Urbaner Abfall, vorselektiert (ohne Metall/Glas und separat organisierte Sammlungen)
Heizwert des Abfalles	H_u = 10880 kJ/kg (2600 kcal/kg)
– untere Grenze	$H_{u\,min}$ = 7200 kJ/kg
– obere Grenze	$H_{u\,max}$ = 14650 kJ/kg
Festrückstand	22%
Flugasche	3%
Jahresleistung	148000 Tonnen/Jahr (8000 Stunden)
Tagesleistung	445 Tonnen
Vol. Abfallbunker	5800 m^3
Anzahl Linien	2
Vol. Brennkammer	160 m^3
Vol. Nachbrennkammer	180 m^3
Dimension Rost	4 × 11 m
Thermische Last	2 × 100,9 GJ/h
Verbrennungstemperatur	> 850 °C
Dampferzeugung	2 × 33,75 t/h
Druck	65 bar
Temp.	430 °C
Energieleistung	15,4 MW
Eigenverbrauch der Anlage	2,4 MW
Wirkungsgrad brutto	27,4%
netto	23,4%

Makroschadstoffe (Tagesdurchschnitt)		Aktueller europäischer Standard	Projekt Auslegungs-vorgaben	Erwartete Werte	Gemessene Betriebswerte
HCl (Salzsäure)	mg/Nm^3	20	10	6,0	6,1
HF (Fluss-Säure)	mg/Nm^3	1	1	0,8	0,37
SO_2 (Schwefeldioxid)	mg/Nm^3	100	50	30,0	3,9
CO (Kohlenmonoxid)	mg/Nm^3	50	50	40,0	6,0
NO_x (Stickoxide)	mg/Nm^3	200	70	40,0	10,0
Staub	mg/Nm^3	10	10	5,0	1,2

Tabelle 1.

Makroschadstoffe (Durchschnittswerte über 8 Stunden)		Aktueller europäischer Standard	Projekt Auslegungs-vorgaben	Erwartete Werte	Gemessene Betriebswerte
Hg (Quecksilber)	mg/Nm^3	0,05	0,05	0,03	0,0009
Cd + Tl (Cadmium/Tallium)	mg/Nm^3	0,05	0,05	< 0,01	< 0,00001
Schwermetalle	mg/Nm^3	0,50	0,50	0,30	0,046
Zn (Zink)	mg/Nm^3	5,00	5,00	1,00	0,0017
IPA (aromatische polyzyklische Kohlenwasserstoffe)	mg/Nm^3	0,01	0,01	0,005	< 0,0001
Dioxin	ng TEQ/Nm^3	0,10	0,10	0,05	0,0054

Tabelle 2.

Umweltvorschriften mit grosser Sicherheitsmarge. Die strenge Auslegung der Abgasreinigung ist zukunftsweisend und lässt viel Raum für weitere bedeutende Senkungen der heutigen Normen.

Es handelt sich um ein «Trockensystem», d.h. es fällt kein Abwasser an. Es ist auch keine Rauchfahne am Kamin ersichtlich.

Architektur: Die ganze Struktur ist offen und weitgehend durchscheinend, um die wichtige Rolle der Anlage jedermann vor Augen zu führen: Nutzung der Abfälle zum Vorteil der Menschheit und der Umwelt.

Bild 3. Wärmerückgewinnung – Hochdruckdampferzeugung.

Bild 4. Rauchgasreinigung mit 80 m hohem Kamin.

Umweltverträglichkeit

Festrückstände aus der Verbrennung

Die Menge des Festrückstandes aus der Verbrennung ist von der Komposition des Abfalles abhängig. Ein «trockener» Abfall, d.h. mit weniger grünen, leicht kompostierbaren organischen Abfällen, liefert weniger Rückstand, da die Verbrennung wegen des höheren Kohlenstoffgehalts besser abläuft. Holz, zum Beispiel, liefert um 5 % Festrückstände, während Salat und andere «nasse» Abfälle eine Rückstandsmenge von bis zu 30 % liefern. Das heisst, je tiefer der untere Heizwert H_u des Abfalles ist, desto mehr Festrückstände entstehen bei der Verbrennung.

Während für andere bestehende Anlagen mit ähnlichem H_u des Abfalles ein Rückstand von 25 % durchaus üblich ist, erwartet man in der beschriebenen Anlage, dank der Optimierung des Verbrennungsprozesses, nur 20 bis 22 % gewichtsbezogenen und weniger als 10 % volumenbezogenen Festrückstand.

Der Festrückstand ist absolut umweltverträglich und kann in einer Deponie gelagert werden.

Noyvallesina Engineering unternimmt grosse Anstrengungen, den Festrückstand industriell zu verwerten. Es können durchaus interessante Applikationen, vor allem in der Bauindustrie, gefunden werden, die eine zusätzliche Verbesserung der Ökonomie der Anlage bringen würden, da heute die Rückstandsbeseitigung bezahlt werden muss.

Abgase

Die Reinigung der Abgase hat eine zentrale Stellung in jeder Abfallverbrennungsanlage (Bilder 3 und 4). Im vorliegenden Fall wurde ein Aufwand betrieben, der in dieser Hinsicht beispiellos ist. Neuste Technologien wurden zu einem 5-stufigen Reinigungsverfahren kombiniert mit dem Zweck, eine zukunftsorientierte Lösung zu finden, die viel Spielraum für weitere Senkungen der Normen zulässt. Es wurde ein «Trockenverfahren» verwendet, das kein Abwasser erzeugt. Die Abgase werden in dieser Reihenfolge behandelt:

1. Stufe: Filtration durch Elektrofilter
2. Stufe: Behandlung mit Sodabikarbonat, um die sauren Bestandteile zu entfernen
3. Stufe: Aktivkohle-Behandlung, um Schwermetalle und Dioxin zu entfernen
4. Stufe: Schlussfiltration mit Goretex-Schlauchfilter
5. Stufe: SCR (Selective Catalytic Reduction) – Behandlung zur Entfernung des NO_x und für eine weitere Senkung des Dioxins

Die gesammelte saure Flugasche sowie die entstandenen basischen Reaktionsabfälle werden extern behandelt und zu einem inerten Produkt umgewandelt.

Die Gegenüberstellung der gesetzlich verlangten Grenzwerte mit den erwarteten bzw. erreichten Werten unterstreicht die Effizienz der in diesem Falle angewendeten Technologie (Tabellen 1 und 2).

Schlussbetrachtung

Des Konzeptes wegen und auf Grund der angewendeten technischen Lösungen gilt die vorgestellte Anlage als die modernste und effizienteste in Europa.

Die Vorteile dieses Konzeptes liegen auf der Hand: Die Provinzen/Gemeinden lösen ihr Abfallproblem, ohne horrend hohe Kapitalsummen bereitstellen zu müssen, und tragen kein unternehmerisches Risiko.

Die Privatindustrie – in diesem Fall die Radici-Gruppe – nützt die Energie aus dem Abfall und verkauft Gewinn bringend Strom. Radici bringt mit dem Management der Anlage die industrielle Erfahrung mit sowie eine gewinnorientierte Denkweise, die dazu führt, den latenten Wert vom Abfall bis aufs Letzte auszuschöpfen. Beide haben dabei etwas gewonnen – und nicht zuletzt auch die Umwelt und der Steuerzahler.

Anschrift des Verfassers
E. Wieting, Noyvallesina AG, Sägenstrasse 97, CH-7001 Chur.