

Effizienter Abfall verbrennen



Dipl.-Ing. Reinhard Schu,
EcoEnergy Gesellschaft für
Energie- und Umwelttechnik mbH
Walkenried

Veröffentlicht in: UmweltMagazin
April / Mai 2007
Springer-VDI-Verlag

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	3
REDUZIERUNG DER ABGASVERLUSTE	3
EXTERNE ÜBERHITZUNG	4
WÄRMERÜCKGEWINNUNG	4
DAS BIFUEL CYCLE-KONZEPT	5
ERHÖHUNG DER DAMPFPARAMETER	5
DIE SUCHE NACH DEM PASSENDEN ÜBERHITZER	6
WASSER-DAMPF-KREISLAUF UND DER BIFUELCYCLE	6
LITERATUR	7

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Maßnahmen zur Rauchgashomogenisierung verschiedener Hersteller	3
Abbildung 2: Optimiertes Feuerungskonzept BiFuelCycle	4
Abbildung 3: Verfahrensschema BiFuelCycle mit Keppel-Seghers-Prisma und Tetratubes (NEM), alternativ für die letzte Stufenluftzugabe ECOTUBE	5
Abbildung 4: Aufteilung Brennstoffe, Verdampfung, Energie	6

Kurzfassung

Wenn es gelingt, die Energieeffizienz von Müllverbrennungsanlagen (MVA) weiter zu steigern, dient dies dem Klimaschutz und senkt zudem die Behandlungskosten. Wie dieser Beitrag zeigt, lässt sich bei Rostfeuerungsanlagen durch clevere technische Schritte der Nettowirkungsgrad der Stromerzeugung von 24 % auf über 35 % steigern.

Grundsätzlich ist nicht die Einzelmaßnahme sondern das Zusammenspiel bekannter Maßnahmen zur Wirkungsgradsteigerung in MVA Erfolg versprechend. Zu den Maßnahmen gehören die Verringerung der Abgasverluste durch Vergasung auf dem Rost, die Optimierung der Stromerzeugung durch externe Überhitzung des Dampfes sowie die Wärmerückgewinnung analog einem Brennwertkessel.

Reduzierung der Abgasverluste

Die Minimierung der Luftzahl und damit Reduzierung der Abgasverluste ist verfahrenstechnisch begrenzt. Generell gilt: Je inhomogener ein Brennstoff ist, desto höher ist die erforderliche Luftzahl (λ) und desto größer sind die Abgasverluste und Anlagengrößen.

Wird in einer üblicherweise in der Müllverbrennung eingesetzten Rostfeuerung die Primärverbrennung unterstöchiometrisch durch partielle Vergasung auf dem Rost durchgeführt, so lässt sich dabei zur weiteren Verbrennung ein homogenerer Brennstoff als Brenngas erzeugen. Dieses Gas wird mehrstufig nachverbrannt. In jeder Stufe kann man die Homogenität der Brenn-/Rauchgase erhöhen und quasi eine ähnlich niedrig Verbrennungsluftzugabe wie bei einer Gasverbrennung erzielen.

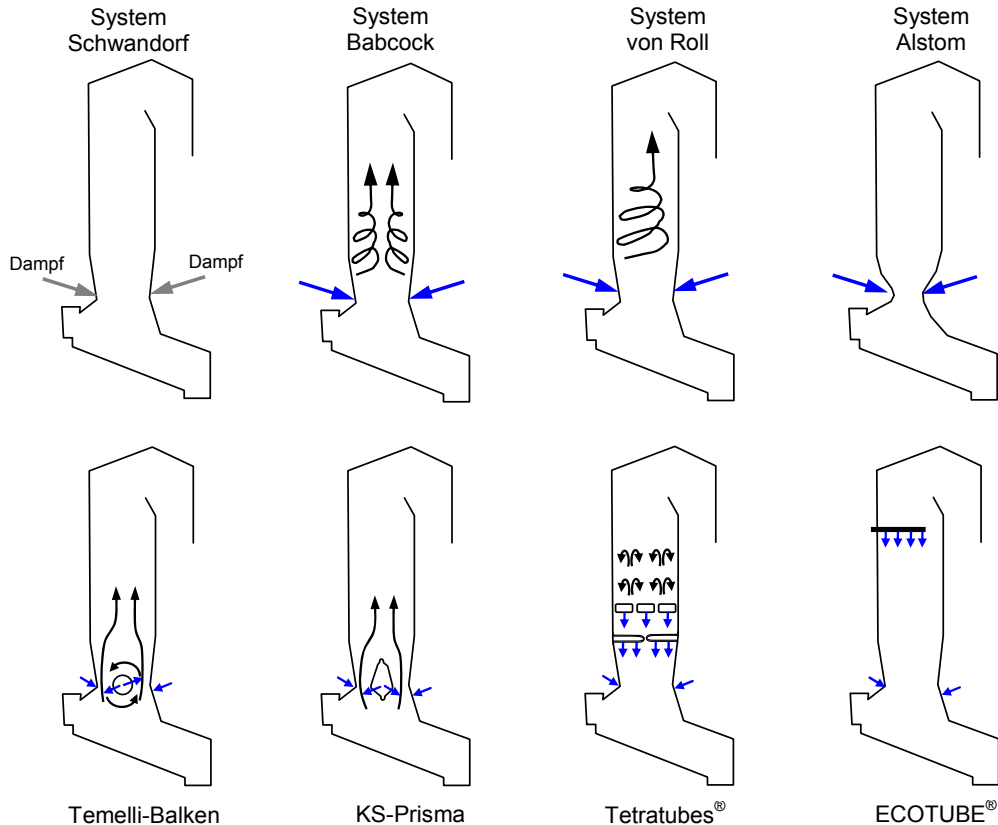


Abbildung 1: Maßnahmen zur Rauchgashomogenisierung verschiedener Hersteller

Technische Voraussetzung ist eine moderne Feuerungsleistungsregelung und eine mehrstufige Rauchgashomogenisierung. Die gleichmäßige Verteilung lässt sich durch Eindüsung von Stufenluft, Rezigas, Dampf oder durch Einbauten wie statische Rauchgasmischer mit zusätzlicher Luftindüsung erzielen. Abbildung 1 stellt technische Lösungen verschiedener Hersteller vor.

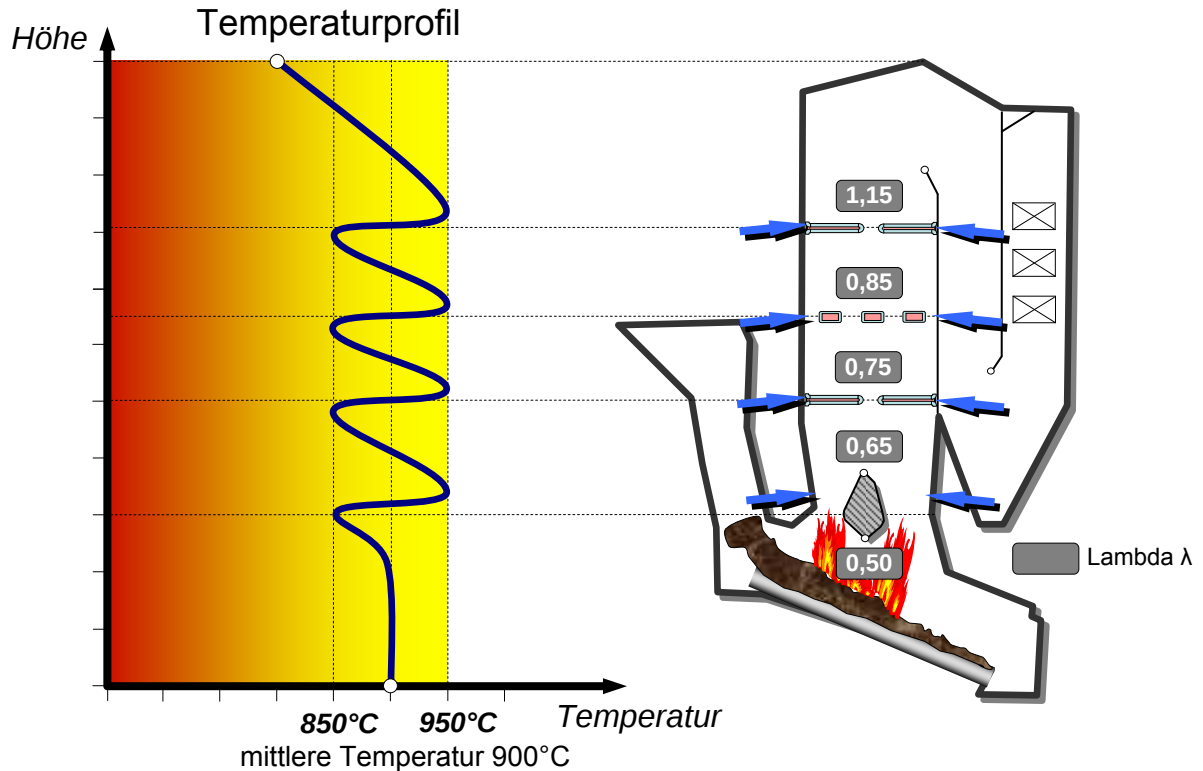


Abbildung 2: Optimiertes Feuerungskonzept BiFuelCycle

Externe Überhitzung

Neben der quantitativen Übertragung der Wärme aus der Feuerung auf den die Turbine antreibenden Wasser-Dampf-Kreislauf ist für den elektrischen Wirkungsgrad des Turbinenprozesses auch das Temperaturniveau des zu entspannenden Dampfes entscheidend. Generell gilt: In der Dampfturbine wird die Verdampfungsenergie kaum zurück gewonnen und ist ohne Wärmeauskopplung als Verlust des Systems z. B. über Kühlwasser anzusehen. Je mehr Energie auf den Dampf zusätzlich durch Überhitzung und Zwischenüberhitzung übertragen werden kann, desto höher ist der thermische Turbinenwirkungsgrad. Zur Vermeidung von Hochtemperaturchlorkorrosion in der Müllverbrennung sind die Überhitzungspotentiale zu begrenzen. Eine überproportionale Wirkungsgradsteigerung wird bereits in wenigen Anlagen durch externe Überhitzung mit fossilen Edelfbrennstoffen wie Öl oder Gas erzielt.

Wärmerückgewinnung

Im Rauchgas einer Müllverbrennungsanlage befinden sich vor der Rauchgasreinigung noch saure Schadgase, die bei der Abkühlung leicht kondensieren und somit zu Korrosionsschäden führen würden. Die Rauchgase können daher vor der Rauchgasreinigung nicht soweit abgekühlt werden, wie dies bei der Verbrennung schadstoffarmer Brennstoffe wie Erdgas möglich ist. Moderne Verbrennungsanlagen nutzen jedoch vor allem im skandinavischen

Raum die Restwärme nach der Rauchgasreinigung als Fernwärme oder zur Kondensat-/Frischlufthvorwärmung.

Das BiFuel Cycle-Konzept

Alle genannten Optimierungsmaßnahmen wurden bisher nur einzeln verwirklicht. Es fehlt an einem Gesamtkonzept zur konsequenten Effizienzsteigerung von MVA bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Betriebssicherheit. Zukünftig wird bei MVA, die Abfälle verwerten wollen, nicht nur die Entsorgungsaufgabe, sondern auch die Erzeugung von Energie zunehmend an Bedeutung gewinnen. Vor diesem Hintergrund wurde das BiFuelCycle-Konzept von der Firma EcoEnergy, Walkenried, entwickelt.

Das BiFuelCycle-Konzept basiert auf einer neuen Kombination klassischer Verfahrenstechniken und setzt zum Beispiel die folgenden Komponenten ein:

- Kessel mit unterstöchiometrischer Verbrennung auf dem Rost, umgesetzt wurde dies bereits in der EBS-Verwertungsanlage Igelsta im schwedischen Södertälje mit einer Leistung von rund 100 MW.
- mehrstufige Rauchgashomogenisierungseinrichtungen wie Keppel-Seghers-Prisma, Tetratubes oder EcoTubes sowie
- optimierte Feuerungsleistungsregelung mit getrennter Regelung für die Bereiche Rost und Nachverbrennung des Brenngases.

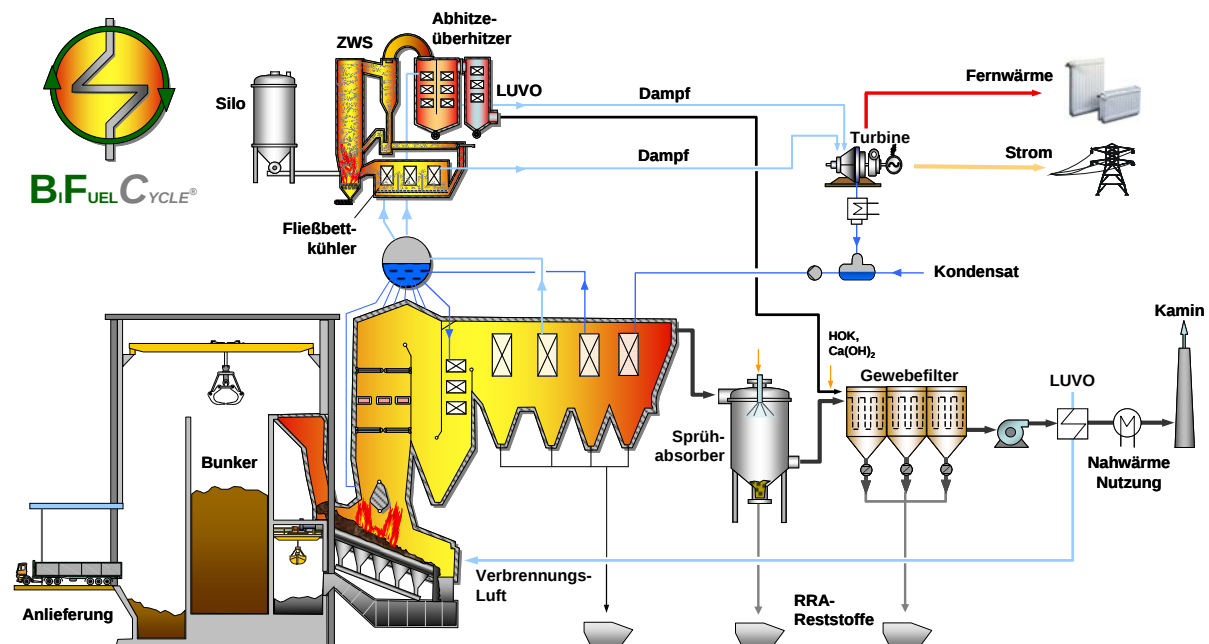


Abbildung 3: Verfahrensschema BiFuelCycle mit Keppel-Seghers-Prisma und Tetratubes (NEM), alternativ für die letzte Stufenluftzugabe ECOTUBE

Erhöhung der Dampfparameter

Durch eine Erhöhung der Dampfparameter zur Wirkungsgradverbesserung auf beispielsweise 150 bar bis 180 bar erhöht sich die Verdampfungstemperatur von 250° C auf etwa

350° C. Üblicherweise beträgt die Verbrennungstemperatur im Brennraum einer MVA 1.100° C bis 1.250° C. Mit der erhöhten Verdampfungstemperatur muss bei gleichem Korrosionspotenzial die mittlere Verbrennungstemperatur entsprechend auf 900° C bis 950° C gesenkt werden. Grund für die vielstufige Luftzugabe ist die notwendige Einhaltung eines engen Temperaturfensters im ersten Zug, um die vorgeschriebene Mindestverbrennungstemperatur von 850° C einzuhalten. Die Anzahl der Luftstufungen hängt dabei vom Abfallheizwert, dem Dampfdruck, der Anlagengröße und dem Korrosionsschutzkonzept ab. Für die Überhitzung eignen sich betriebswirtschaftlich besonders feste Brennstoffe wie Kohle, die ebenfalls wie die MVA zur Grundlastenergieerzeugung eingesetzt werden.

Die Suche nach dem passenden Überhitzer

EcoEnergy entwickelte einen zum Patent angemeldeten Überhitzer für feste Brennstoffe mit geringem Korrosionspotential wie Kohle, der trotz einer hohen adiabaten Verbrennungstemperatur keinen Verdampfer benötigt, um die Zusatzinvestitionen für den Überhitzer zu minimieren.

Praktisch gelöst werden konnte diese Aufgabe mit einer Zirkulierenden Wirbelschicht (ZWS)-Verbrennung mit ausgemauertem Reaktor. Über den Fließbettkühler, ausgeführt als kohlegefeuerter Frischdampfüberhitzer und teilweise Zwischenüberhitzer, lassen sich rund 75 % der Brennstoffwärme auskoppeln. Im Fließbettkühler gibt die Kreislaufasche die Wärme an den zu überhitzenden Dampf ab, wodurch die Asche abgekühlt wird. Zur Wiederaufheizung wird die Asche in den Reaktor zurückgeführt. Der Wärmeübergang ist im Fließbettkühler ca. viermal so effektiv wie in einer MVA.

Wasser-Dampf-Kreislauf und der BiFuelCycle

Durch die neue ökonomische Möglichkeit zur externen Überhitzung können die Grenzen für die wählbaren Dampfparameter Druck und Temperatur neu definiert werden. Für das Bi-FuelCycle-Verfahren ergeben sich die wählbaren Dampfparameter aus dem maximal zulässigen Dampfdruck in der MVA, der Art der Prozessführung der Feuerung, korrosionsmindernden Sekundärmaßnahmen sowie den am Markt verfügbaren Dampfturbinen bei der entsprechenden Leistungsgröße.

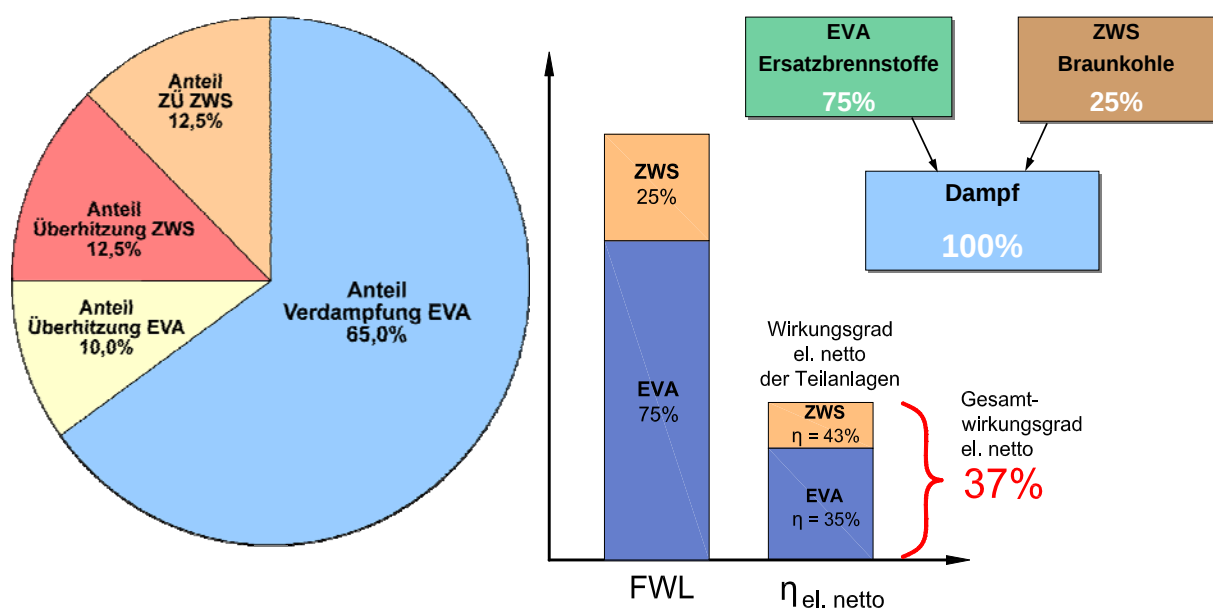


Abbildung 4: Aufteilung Brennstoffe, Verdampfung, Energie

Bei der in Bild 3 dargestellten Abfallverbrennung entsteht Dampf mit 150 bis 180 bar und maximal 400° C. Erst mit Hilfe eines „Edelbrennstoffs“, wie zum Beispiel Kohle, mit sehr geringem Korrosionspotenzial (BiFuel) wird die Überhitzung durchgeführt.

Für einen Vergleich des Wirkungsgrades bezogen auf den Abfall muss der brennstoffinhärente Wirkungsgrad von Braunkohle in einem modernen Braunkohlekraftwerk berücksichtigt werden. In Bild 4 ist daher ein elektrischer Nettowirkungsgrad von 43 % angenommen worden. Es ergibt sich somit ein auf die Abfallverbrennung bezogener Nettowirkungsgrad elektrisch von 35 %. Für einen Idealstandort mit Flusswasserkühlung würde sich sogar ein Nettowirkungsgrad elektrisch, bezogen auf die Abfallverbrennung, von 37 % ergeben.

Die Energieerzeugung aus Abfallverbrennungsanlagen interessierte jahrelang nur am Rande nach dem Motto „Es kommt doch nur darauf an, dass der Müll weg kommt“ oder „Je geringer die Effizienz, desto höher der Durchsatz“. Die Ziele der aktuell in Abstimmung befindlichen Abfallrahmenrichtlinie gehen weiter, Energieeffizienz in der Abfallverwertung ist neu zu definieren.

Literatur

[1] Schu, Reinhard; Born, Manfred (2006): Erhöhung der Energieeffizienz bei Abfallverbrennungsanlagen durch Prozessführung und Anlagenschaltung In: Thomé-Kozmiensky, Beckmann (Hrsg.); Optimierung der Abfallverbrennung 3, Neuruppin, TK Verlag.