

Datenblatt		Index-No.		WT/I-02_GCO	
<b>Zur Beschreibung von:</b>					
Verfahren	X	Technik		anderes	
Bezeichnung	<b>Thermische Abfallbehandlung – Rostfeuerung</b> (ohne Rauchgasreinigung) ↗ siehe auch Datenblatt "Rauchgasreinigung", Datenblatt-Nr. <a href="#">WT/I-04_FGC</a>				
Einsatz- bzw. Anwendungsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzierung von Volumen und Risikopotenzial des abzulagernden Abfalls durch Mineralisierung</li> <li>- Energieerzeugung aus Abfällen</li> </ul>				
<b>Charakterisierung des allgemeinen Anwendungsrahmens (bitte auch Fußnoten beachten)</b>					
<b>Insbesondere anwendbar für folgende Abfallarten</b>					
Gemischte Haushaltsabfälle	X	Leichtverpackungen		Speise- und Grünabfälle	
Papier/Pappe/Kartonagen		Altglas		Sperrmüll einschließlich Elektro- und Haushaltsaltgeräte	(X <sup>1</sup> )
Altmetall		Altholz	(X <sup>2</sup> )	Bau- und Abbruchabfälle	(X)
Altöl	(X <sup>3</sup> )	Altfarben/-lacke	(X)	Altreifen	
Gefährliche Abfälle	(X)	teilweise, nur brennbare Fraktionen			
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle	X	brennbare Stoffe			
Andere Abfallarten	X	brennbare Stoffe			
<b>Spezielle Charakteristika und Anforderungen der Anwendung</b>					
<b>Notwendigkeit einer Vorbehandlung:</b> Der Abfall ist von groben Störstoffen (z.B. große Metallteile) zu befreien und darf keine radioaktiv strahlenden Bestandteile enthalten (Eingangsprüfung !), ggf. Vorzerkleinerung					
<b>Verwertungsmöglichkeiten des Outputmaterials:</b> Verbrennungsschlacke kann abgelagert oder nach einer weiteren Aufbereitung stofflich genutzt werden. Die Aufbereitung umfasst die Abtrennung von Metallen und Zerkleinerung/Homogenisierung, so dass das Material für Bauzwecke (z.B. Straßenbau) eingesetzt werden kann.					
<b>Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten für Outputmaterial:</b> Verbrennungsrückstände (Schlacken, Asche) sind für eine Deponierung geeignet, bei der Rauchgasreinigung abgetrennte Stoffe müssen jedoch wie gefährliche Abfälle gehandhabt werden und sind in besonderen Anlagen abzulagern, welche für diese Stoffe geeignet und zugelassen sind. ↗ siehe Datenblatt "Sonderabfalldeponie", Datenblatt-Nr. <a href="#">WD/D-04_HAL</a>					
<b>Erfordernisse der Nachsorge:</b> abgelagerte Verbrennungsrückstände bedürfen der Überwachung und Nachsorge					
<b>Besondere Schutzerfordernisse</b> Rauchgas aus der Abfallverbrennung ist zu behandeln und zu reinigen. ↗ siehe Datenblatt "Rauchgasreinigung", Datenblatt-Nr. <a href="#">WT/I-04_FGC</a> . Bei der Errichtung von Abfallverbrennungsanlagen ist ein Mindestabstand zur nächsten Bebauung zu berücksichtigen. Weiterhin ist sicherzustellen, dass keine nachteiligen Wirkungen durch die Anlage auf Schutzgüter entstehen.					
<b>Potenzielle Gesundheitsrisiken:</b> Die Freisetzung unbehandelter Rauchgase stellt ein hohes Gesundheitsrisiko für die Anrainerbevölkerung dar, dem jedoch durch Nutzung der hier angezeigten modernen Reinigungstechnik und Schutzvorkehrungen effektiv begegnet werden kann. Mit Rauchgasreinigungstechnologien nach heutigem Stand der Technik ausgerüstete Verbrennungsanlagen gelten als unbedenklich in Bezug auf Gesundheitsrisiken.					
<b>Geeignete Finanzierungsmechanismen:</b> Die Finanzierung der Abfallverbrennung sollte durch Erhebung von Gebühren beim Abfallerzeuger erfolgen, auch kann eine Verbrennungssteuer eingeführt werden, die darauf hinwirkt, dass nur die nicht verwert- und recycelbaren Abfälle der Abfallverbrennung zugeführt werden					
<b>Einfluss äußerer Gegebenheiten auf die Art und den Umfang der Anwendbarkeit</b>					
<b>Infrastrukturelle Gegebenheiten:</b> Zum wirtschaftlichen Betrieb von Abfallverbrennungsanlagen bedarf es einer Mindestkapazität (ca. 50.000 t/a). Schwerpunkte des Abfallanfalls (d.h. insbesondere auch in oder in unmittelbarer Nähe von Großstädten) sind daher bevorzugte Standorte. Hier liegen zumeist auch die benötigten infrastrukturellen Voraussetzungen, wie eine gute logistische Anbindung an Straße, Schiene oder Wasserweg sowie Abnahmemöglichkeiten für produzierten Strom/Dampf vor. Die Errichtung in oder in der Nähe von Städten bedeutet die Einhaltung von Mindestabständen zur Umgebungsbebauung und andere Schutzmassnahmen					

<sup>1</sup> Andere (mechanische) Verfahren sind besser zur Behandlung dieser Abfallarten geeignet. Die Rostfeuerung sollte nur zur Behandlung der brennbaren Sortierreste dieser Abfälle angewandt werden.

<sup>2</sup> Holzrecycling oder spezielle Holzverbrennungsverfahren sind zur Behandlung dieser Abfallart mehr geeignet.

<sup>3</sup> nur in geringen Anteilen, andere Verwertungswege oder thermische Nutzungsoptionen sind zu bevorzugen

<b>Klimatische Gegebenheiten:</b> keine besonderen Anforderungen oder Einschränkungen	
<b>Arbeitskräfteverfügbarkeit:</b> Es besteht insbesondere für das technische Leitungspersonal ein Bedarf an speziell qualifiziertem Personal.	
<b>Technische Details</b>	
<b>Allgemeiner Überblick</b>	
Kurzbeschreibung	Die Rostfeuerung ist ein geeignetes und das weithin gebräuchlichste Verfahren zur Verbrennung von festen Siedlungsabfällen mit der Möglichkeit zur Energieerzeugung. Im Gegensatz zu anderen Verbrennungstechniken wird der Abfall auf ein Rost in der Verbrennungskammer aufgegeben.
grundlegende Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsanforderungen an den Input: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Heizwert: &gt; 6,5 MJ/kg and &lt; 12 MJ/kg (16 MJ/kg)<sup>4</sup></li> <li>- Korngröße: &lt; 300 mm</li> </ul> </li> <li>• Durchführung einer Rauchgasreinigung <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ siehe Datenblatt "Rauchgasreinigung", Datenblatt-Nr. <a href="#">WT/I-04_FGC</a></li> </ul> </li> </ul> <p>vorzugsweise sollte bestehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeit der Abgabe überschüssiger thermischer Energie (Dampf oder Warmwasser) an externe Abnehmer</li> <li>- alternativ oder ergänzend: Anschluß zur Einspeisung elektrischer Energie in ein öffentliches Netz</li> </ul>
zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Output: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlacke</li> <li>- Kesselasche</li> <li>- Rauchgas</li> </ul> </li> </ul> <p>Qualitätsanforderungen an den Output:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlacke: C &lt; 3 Masse-%, in modernen Systemen liegt der Glühverlust bei kleiner 0,5 Masse-%</li> </ul>
besondere Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größtmögliche Volumenreduzierung bei abzulagernden Abfällen</li> <li>- Senkung des Schadstoff- und Reaktionspotenzials von Abfällen</li> <li>- Möglichkeit der Erzeugung von Energie</li> </ul>
spezifische Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Investitionskosten (insbes. zur Gewährleistung der Schutzerfordernisse)</li> <li>- stellenweise erhebliche Akzeptanzprobleme bei Anrainern</li> </ul>
<b>Anwendungsdetails</b>	
Technische Umsetzung	<p>Die Beschickung des Rostes mit dem zu verbrennenden Abfall durch Beschickungssysteme sowie die Verbrennung erfolgt bei der Rostfeuerung kontinuierlich rund um die Uhr während der Abfall nur diskontinuierlich (meist zu Tagzeiten) an der Anlage angeliefert wird. Deshalb ist vor die Rostfeuerung immer ein Tiefbunker geschaltet. Dies gewährleistet neben dem Vorhalten eines ständig verfügbaren Vorrates auch eine Abfallvermischung mit dem Ergebnis der Homogenisierung (Einstellung auf einen annähernd stabilen Heizwertbereich) vor der Verbrennung.</p> <p>Effektiv erfolgt die Verbrennung mittels Rostfeuerung bei Temperaturen zwischen 850-950°C. Am Ende des sich langsam bewegenden Rostes fallen die Verbrennungsrückstände in den mit Wasser gefüllten Schlackeabzug.</p> <p>Das Rauchgas entsteht größtenteils im Bereich der Nachbrennkammer, wo es bei 850°C bis über 1.000 C ausbrennt. Im anschließenden Dampfkessel wird das Rauchgas auf 200-400°C gekühlt. Dabei wird meist überhitzter Dampf (max. 40 bar, 400°C) erzeugt. Der Dampf kann zur Erzeugung von elektrischem Strom, für den Prozess oder zum Heizen genutzt werden. Derzeit sind verschiedene Systeme der Rostfeuerung am Markt etabliert.</p>

<sup>4</sup> nur bei wassergekühlten Systemen

Fortsetzg. Technische Umsetzung

Die Unterschiede bestehen in der Führung des Verbrennungsgases und dem Transport des Abfalls auf dem Rost. Es existieren drei prinzipielle Arten der Rauchgasführung (siehe Abbildung a):

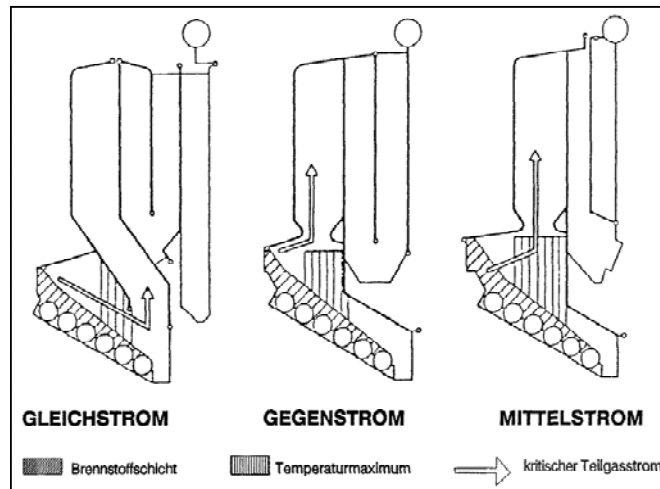


Abb.a: Varianten der Rauchgasführung

Für die Varianten Gleichstrom, Gegenstrom und Mittelstrom zeigt die Abbildung das Verhältnis der Haupttransportrichtungen von Abfall und Rauchgas.

Gleichstromsysteme sind vorteilhaft bei Abfällen mit hohen Heizwerten ( $> 9$  MJ/kg). Das unvollständig verbrannte Rauchgas wird zum passieren der Zone mit den höchsten Temperaturen gezwungen, so dass sich ein verbesserter Ausbrand von Rauchgas und Schlacke ergibt. Somit kann eine Nachbrennkammer überflüssig sein.

Gegenstromsysteme sind eher vorteilhaft bei Abfällen mit geringen Heizwerten. Trocknung und Feuerung des Abfalls werden gestützt durch die hohe Rauchgastemperatur. Als mögliches Risiko ist eine schlechte Durchmischung des Rauchgases zu nennen, so dass sich eine Nachverbrennung absolut notwendig macht.

Sind Abfälle mit einem großen Heizwertspektrum zu behandeln, sind Mittelstromsysteme ein geeigneter Kompromiss.

Die Rostsysteme transportieren den Abfall so, dass eine gute Durchmischung und das Durchlaufen verschiedener Temperaturzonen gewährleistet wird. Es existieren drei zu unterscheidende Systeme:

Bei den Vorschubrosten transportieren die Roststäbe den Abfall. Eine schräge Rostfläche ist nicht erforderlich, wenngleich es von einigen Herstellern angeboten wird. Mittels Beschleunigung der Rostbewegung kann die Transportgeschwindigkeit erhöht werden. Auf diesem Weg wird eine Kontrolle der Verweilzeit im Ofen ermöglicht und Anpassungen an Schwankungen bei der Aufgabe des Abfalls auf das Rost sind möglich. Der Vorschubrost ist gegenwärtig das bedeutendste Rostsystem in neuen Anlagen.

Bei Rückschubrosten erfolgt der Transport des Abfalls mit Hilfe der Schwerkraft. Eine geneigte Oberfläche ist notwendig, weil der Abfall und der Rost sich in entgegengesetzte Richtungen bewegen. Rückschubrostböden sind beispielsweise für eher feuchte Abfälle geeignet.

Bei Walzenrosten sorgt eine Kombination aus Gravitation aufgrund geneigter Rostoberfläche und Walzenbewegung für den Transport des Abfalls. Die Walzenbewegung transportiert den Abfall abwärts. Eine schnellere Rotation der Walzen führt zu einem schnelleren Transport, aber nicht zu einer besseren Durchmischung.

Stofffluss und -mengen	<p>Massenbilanz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Input: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsabfälle</li> <li>- Wasser (Dampfgenerator, Kühlung), der Frischwasserbedarf liegt im Minimum bei 1 m<sup>3</sup>/h je t/h Durchsatz.</li> </ul> </li> <li>• Output: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 260 bis 350 kg Schlacke/t Input</li> <li>- 5 bis 20 kg Kesselstaub/t Input</li> <li>- 4.500 bis 6.000 m<sup>3</sup> Rauchgas/t Input</li> <li>- Wasser (vom Dampfgenerator)</li> </ul> </li> </ul>
Anwendungsbereich	<p>Für den wirtschaftlichen Betrieb liegt die erforderliche Kapazität bei einem Minimum von 50.000 t/a = 6,5 t/h Durchsatz, maximale Auslegungen kommen auf etwa 225.000 t/a = 30 t/h Durchsatz pro Linie wobei es keine Limitierung für die Anzahl der Linien gibt. Die größten Anlagen haben derzeit Gesamtkapazitäten von 800.000 bis 1.000.000 t/a aufzuweisen.</p> <p>Neue wassergekühlte Rostsysteme erlauben inzwischen die Verbrennung von hochkalorischen Abfallgemischen bis etwa 16 MJ/kg. Bislang wurde der Heizwert in der Regel unter ca. 12 MJ/kg gehalten, da ansonsten die Wärmebelastung der Rostsysteme zu hoch ging und ein Durchschmelzen bzw. eine starke Verkürzung der Lebensdauer des Rostes die Folge sein konnte</p>
Zusammenhänge und Kombinierbarkeit mit anderen Techniken	<p>Die Rostfeuerung kann prinzipiell mit allen vorhergehenden Maßnahmen und Prozessen der Abfallbehandlung kombiniert werden, sie erfüllt dabei die Aufgabe der Mineralisierung aller brennbaren Stoffe die nicht mehr anderweitig genutzt oder behandelt werden können. Von Vorteil sind zudem auch Synergien mit Verfahren, welche einen hohen Bedarf an thermischer Energie haben.</p> <p>In jedem Fall muss das Verfahren der Rostfeuerung mit einer Rauchgasreinigung kombiniert werden, da das bei der Verbrennung entstehende Rauchgas gesundheitsgefährdende Stoffe in großem Ausmaß enthält (↗ siehe Datenblatt "Rauchgasreinigung", Datenblatt-Nr. <a href="#">WT/I-04_FGC</a>).</p>
<b><u>Orientierungswerte für die Anwendung</u></b>	
<b>Ressourceneinsatz</b>	
Energiebilanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsabfall 100 %</li> <li>- Hilfsenergie, z.B. Erdgas &lt; 3 % des inputs an Siedlungsabfall</li> </ul> </li> <li>• Output: <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrischer Strom; Erzeugungseffizienz von bis zu 20 %* (*unter Abzug des Eigenbedarfs)</li> <li>- thermische Energie; Erzeugungseffizienz von bis zu 60 %</li> </ul> </li> </ul> <p>Eine kombinierte Erzeugung und Bereitstellung von elektrischer und thermischer Energie ist ebenfalls möglich und anstrebenswert. Die Regel hierbei ist jedoch, dass eine Erhöhung der Dampfabgabe jeweils eine Verringerung des Erzeugungspotenzials an elektrischer Energie nach sich zieht. Typische Kombinationen sind z.B.: 5 % elektrischer Strom plus 35 % thermische Energieabgabe oder 10 % elektrischer Strom plus 20 % thermische Energieabgabe.</p>
CO <sub>2</sub> -Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aufgrund des Anteils an regenerativen Bestandteilen im Abfall (welcher in Europa bei durchschnittlich 50 % liegt) ist eine positive CO<sub>2</sub>-Balance erreichbar</li> </ul>

Benötigte Hilfsmittel oder Zusatzstoffe	- Heizöl oder Erdgas für das Anfahren sowie für die Stützfeuerung - Für die Rauchgasreinigung: Kalk sowie flüssiger Ammoniak insoweit die selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR) angewendet wird
Personalbedarf	- 15 ausgebildete Personen je Linie und Tag, einschließlich wenigstens 1 Ingenieur und 2 Vorarbeiter - Zusätzlich Personal für Verwaltung Reinigungsarbeiten und Eingangskontrolle
Flächenbedarf	Der minimal erforderlich Flächenbedarf liegt in einem Bereich von ca: 10.000 m <sup>2</sup> bei einem Durchsatz von 50.000 t/a bzw. 30.000 m <sup>2</sup> bei einem Durchsatz von 200.000 t/a Der Grundwasserpegel soll wegen des Tiefbunkers nicht zu hoch sein.
Nachsorgeaufwand	ist insbesondere notwendig für alle abgelagerten Verbrennungsrückstände
<b>Kosten</b>	
Investitionskosten	Kapitalkosten für die Errichtung einer Anlage: Annahme: Durchsatz 200.000 t/a, ohne Rauchgasreinigung - Erschließung > 1.000.000 EUR - Tiefbunker 4.000.000 EUR - Andere Bauteile 6.500.000 EUR - Kessel und Dampfgenerator 32.000.000 EUR - Elektrogenerator 4.000.000 EUR - Sonstige Konstruktions- und Kapitalkosten 7.000.000 EUR
Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebskosten, abhängig vom Marktpreis für Betriebsmittel (Heizöl)</li> <li>• Reparatur und Wartung <ul style="list-style-type: none"> <li>- für jedes Bauteil ca. 1 % der Investitionskosten/a</li> <li>- Maschinen und Elektrotechnik ca. 3-4 % der Investitionskosten/a</li> </ul> </li> <li>• Personalkosten, abhängig vom lokalen Arbeitsmarkt</li> </ul>
Möglichkeit von Einnahmen	durch die Einspeisung von elektrischem Strom und Dampf/Warmwasser
Massespezifische Gesamtkosten	80-250 EUR/t (inklusive Rauchgasreinigung) große Anlagenkapazitäten, eine einfache Rauchgasreinigung und gute Erlössituation für abgegebenen Strom/Dampf verbessern i.d.R. die Kostensituation
<b>Andere relevante Aspekte</b>	
<b>Sonstige Details</b>	
<b>Marktübersicht</b>	
Referenzanwendungen <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Die Verbrennung fester Siedlungsabfälle unter Nutzung von Rostfeuerungsstechniken hat eine weltweite Verbreitung. Deutschland betreibt alleine über 50 Anlagen dieser Art. <b>Beispiele:</b> Magdeburg Rothensee (630.000 t/a, 4 Linien) <a href="http://www.mhkw-rothensee.de">http://www.mhkw-rothensee.de</a> Hamburg Borsigstraße (320.000 t/a; 2 Linien) <a href="http://www.mvr-hh.de">www.mvr-hh.de</a> TREA Breisgau (150.000 t/a, 1 Linie) <a href="http://www.sotec.de">http://www.sotec.de</a>  In großem Maßstab werden Anlagen mit dieser Technik auch genutzt in: <i>Frankreich, Schweiz, Niederlande, Österreich, Italien, USA, Japan u.a.</i>
Anerkannte Hersteller und Dienstleister <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Anerkannte Hersteller und Erbauer von Anlagenteilen oder Komplettanlagen mit Rostfeuerungsstechnik sind z.B.: MARTIN GmbH für Umwelt- und Energietechnik, München <a href="http://www.martingmbh.de">http://www.martingmbh.de</a> Fisia Babcock Environment GmbH, Gummersbach <a href="http://www.fisia-babcock.com">www.fisia-babcock.com</a> Oschatz GmbH <a href="http://www.oschatz.com">www.oschatz.com</a>
<b>Anmerkungen und weitere Referenzdokumente</b>	
Weitere Informationen und Auflistungen von relevanten Anlagen sind erhältlich durch die: ITAD - Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. <a href="http://www.itad.de">www.itad.de</a> ein Mitgliedsverband der CEWEP - Confederation of European Waste-to-Energy Plants <a href="http://www.cewep.com">http://www.cewep.com</a>	