

Thermisch-regenerative Abluftbehandlung

K. Wengenroth

51 Einleitung

Die Trockenstabilat®-Anlage in Rennerod wurde 1999 Jahr errichtet und ist seit Ende Januar 2000 im Probebetrieb. Sie hat eine Durchsatzleistung von 75.000 Mg/a und soll die Restabfälle des Westerwaldkreises behandeln.

Die Abfälle werden vorzerkleinert und in Herhof-Rotteboxen biologisch getrocknet. Die Prozessluft wird CO₂-gesteuert als Umluft geführt und durchläuft in verschiedenen Phasen Maximaltemperaturen von 50 – 60°C. Integraler Bestandteil dieser Umluftführung ist ein Luft-/Wasser-Wärmetauscher. Im Vergleich zu der ersten Stabilatanlage in Aßlar gab es einige verfahrenstechnische Änderungen. Der Boxentyp wurde auf ca. 600 m³ Fassungsvermögen vergrößert. Die Befüllung erfolgt von oben durch ein vollautomatisch gesteuertes Kransystem, das auch das Öffnen und Schließen der Boxendeckel übernimmt. Noch während der Bauphase hat sich Herhof-Umwelttechnik dazu entschlossen, den geplanten und genehmigten Biofilter durch ein neuartiges System zu ersetzen. Dies geschah vor dem Hintergrund der im vergangenen Jahr von einzelnen Bundesländern und vom Umweltbundesamt für MBA geforderten Emissionsbegrenzungen. Die Trockenstabilat®-Anlage Rennerod ist somit die erste MBA, die nicht mit einem Biofiltersystem, sondern mit einer thermisch-regenerativen Abluftbehandlung ausgerüstet ist.

52 Anforderungen an die Abluftemissionen

Das Umweltbundesamt hat in dem „Bericht zur „Ökologischen Vertretbarkeit“ der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen einschließlich deren Ablagerung“ vorgeschlagen, den Gesamtkohlenstoff (TOC) der Abluft mit 55 g pro Tonne behandeltem Restabfall zu begrenzen /1/. Mit dieser Frachtbegrenzung soll verhindert werden, dass eine niedrige Abluftkonzentration mit unzulässigem Verdünnen erreicht wird.

Ungeachtet der derzeitigen Diskussion über mögliche Grenzwerte der künftigen 29. BImSchV haben einzelne Bundesländer bereits eigene Anforderungen für die Genehmigung von MBA festgelegt. Nachdem ein Entwurf zur Änderung der 4. BImSchV vom Februar 1998 /2/ einen Grenzwert von 20 mg/m^3 vorstellte, wurde dies vom Freistaat Sachsen am 10. Juni 1999 per Erlass verbindlich festgelegt /3/. Die Genehmigung für diese Abluftbehandlung der Trockenstabilat®-Anlage Rennerod wurde am 13.12.1999 mit einem Grenzwert von 10 mg/Nm^3 für Gesamtkohlenstoff erteilt.

53 Leistungsfähigkeit von Biofiltern

Die Leistungsfähigkeit von Biofiltern in der MBA-Abluftbehandlung wurde im Rahmen des BMBF-Vorhabens an verschiedenen Anlagen umfassend untersucht. Im Hinblick auf die Zusammensetzung der Prozessluft wurde dabei festgestellt, dass drei typische Stoffgruppen dominant vorhanden sind:

- Abbauprodukte der organischen Zersetzung: Aceton, Acetaldehyd, Äthanol, Methanol, Butanol und andere kurzkettige Verbindungen
- Lösemittel, speziell Benzol, Toluol, Xylol
- Sehr geruchsintensive Terpene mit den Hauptvertretern Limonen, sowie alpha- und beta-Pinen

In Spuren treten Mineralöl-Kohlenwasserstoffe auf. Die Konzentrationen der Einzelkomponenten sind prozessbedingt Schwankungen unterworfen. Aus den Messungen von Doedens und Cuhls /6/ lässt sich ableiten, dass die Wirksamkeit des Biofilters bezogen auf Einzelstoffe als sehr heterogen eingestuft werden muss. Die bereits bekannte Empfindlichkeit des Biofilters gegenüber äußeren Einflüssen führt bei der Abluftreinigung von MBA zu mäßigen Reinigungsergebnissen. Das sichere Einhalten strenger Grenzwerte, wie im Rahmen einer BImSchV notwendig, kann damit nicht garantiert werden.

54 Thermisch-regenerative Abluftbehandlung

Im Hinblick auf die derzeitige Diskussion zur emissionsseitigen Gleichbehandlung von MVA und MBA ist festzustellen, dass die strengen Grenzwerte der 17. BImSchV bis auf den Gehalt an C_{gesamt} bereits in der Rohluft eingehalten werden. Die künftige Abluftbehandlung von MBA wird sich somit maßgeblich mit der Begrenzung der C_{gesamt} -Konzentrationen befassen müssen.



Ein hierzu geeignetes Verfahren ist die thermisch-regenerative Abluftbehandlung. Dabei werden wie bei der Nachverbrennung die Kohlenwasserstoffe in einer Brennkammer zu Kohlendioxid und Wasserdampf oxidiert, allerdings mit außerordentlich hoher Wärmerückgewinnung und damit Reduzierung der Betriebskosten.

Die Rohluft wird zunächst durch Passieren eines Keramik-Wärmetauschers aufgeheizt. In der eigentlichen Brennkammer wird die Oxidation durch Einsatz eines Brenners abgeschlossen. Die aufgeheizte Rohluft, deren organische Schadstoffe quantitativ oxidiert werden, gibt nun ihre Wärmeenergie an einen zweiten Wärmetauscher ab und heizt diesen auf. Nach kurzer Zeit ist die im ersten Wärmetauscherbett gespeicherte Wärme aufgebraucht, während das zweite Keramikbett aufgeheizt ist.

Durch zyklisches Umschalten der Wärmetauscherbetten wird der Dauerbetrieb sichergestellt. Die Wirkungsgrade der Wärmerückgewinnung liegen in der Regel bei 95%, so dass der effektive Energiebedarf lediglich 5% eigentlichen Heizleistung beträgt.

Den einfachen Anlagen ist gemein, dass mit den Umschaltvorgängen jeweils kurze Emissionsspitzen auftreten, deren Höhe der Rohgaskonzentration entsprechen. Da die Umschaltvorgänge in der Regel in einem Turnus von 60 - 180 Sekunden erfolgen, können diese Peaks sowohl geruchssensorisch als auch rechtlich relevant werden.

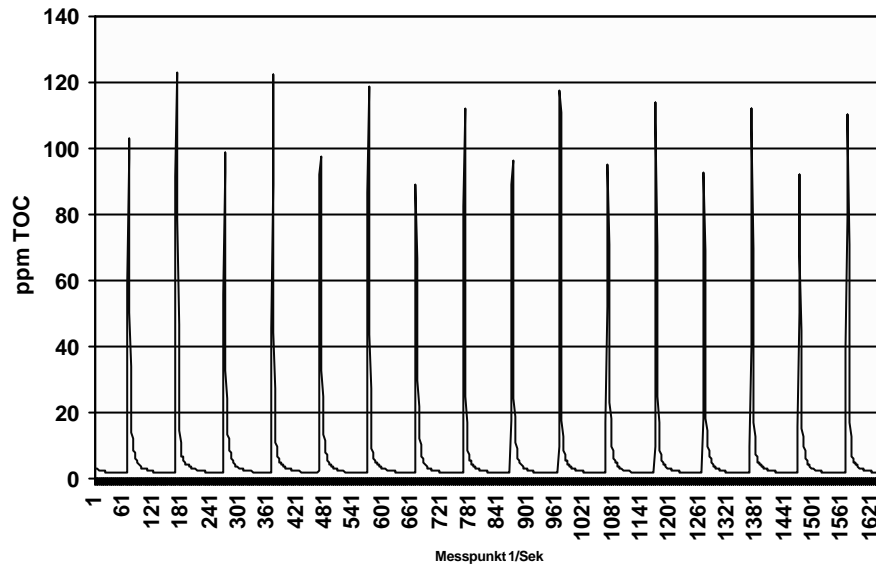


Abb. 1 TOC-Konzentrationsverlauf bei einer thermisch regenerativen 2-Kammer Anlage

Der MBA-Einsatz stellt folglich erhöhte Anforderungen an diese Art der Abluftreinigung.

55 Verfahrenstechnische Optimierungen

Die in Rennerod eingesetzte Luft-Aufbereitungs- und Reinigungs-Anlage – kurz: LARA - wurde gegenüber der beschriebenen 2-Kammer-Anlage verfahrenstechnisch optimiert:

- Die Abwärme wird über einen speziellen Wärmetauscher mit katalytischen Eigenschaften bis zu 98% zurückgewonnen und zur Aufheizung der „kalten“ Rohluft verwendet. Der Energieeinsatz beträgt nur 2% der zur Aufheizung notwendigen Energie.
- Zur Vermeidung von Umschaltpeaks, bei denen geringe Rohluftmengen auf der Reinluftseite entweichen können, sind drei Kammern vorgesehen. Dadurch sind Spülzyklen mit gereinigter Abluft möglich, ohne den Betrieb der Anlage zu unterbrechen. Mit ihnen lassen sich Reinluftgehalte von $10 \text{ mg C}_{\text{Gesamt}}/\text{m}^3$ Abluft sicher einhalten.
- Durch die Gestaltung der Brennkammer werden weitere Vorgaben der 17. BImSchV erfüllt:
 - Verweilzeiten von 2 Sekunden bei Temperaturen von $850 \text{ }^\circ\text{C}$,
 - Temperaturquench, der eine Abkühldauer von < 1 Sekunde C auf Reinlufttemperatur sicherstellt.

Obwohl bereits die Rohluft die Grenzwerte der 17. BImSchV deutlich unterschreitet, soll dieser verfahrenstechnische Schritt zusätzliche Sicherheit für den Betrieb der Anlage liefern.

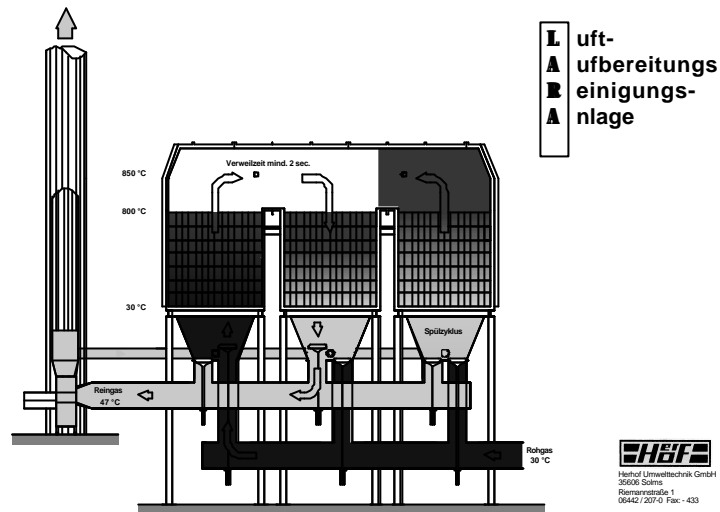


Abb. 2 Schematische Darstellung der LARA mit Betriebszyklen

56 Abluftreinigungsanlage LARA

Der thermisch-regenerative Reaktor besteht aus zwei Linien mit jeweils drei Wärmetauschern. Durch die redundante Ausführung ist eine 100%ige Verfügbarkeit gewährleistet. Oberhalb der Wärmetauscher ist die Oxidationskammer mit Erdgasbrennern angeordnet. Durch die gezielte, zyklische Steuerung der Klappen wird die Heizenergie optimal genutzt.

Die C_{Gesamt} -Konzentration im Reingas ist weitestgehend unabhängig von der Input-Konzentration. Hohe Gehalte von C_{Gesamt} bewirken lediglich eine Senkung des Primärenergieverbrauchs. Im Falle des Werkes Aßlar kann dies bis zu 30% der notwendigen Heizenergie betragen. Hohe Gesamtkohlenstoff-Gehalte wirken sich im Gegensatz zu herkömmlichen Filtersystemen positiv aus. Ein Ansteigen der Reingaswerte wegen eines begrenzten Wirkungsgrades ist nicht festzustellen.



Abb. 3 Abluftreinigung LARA der Trockenstabilat®-Anlage Rennerod

57 Erste Betriebsergebnisse der Abluftreinigung LARA

Die LARA in Rennerod wurde im Hinblick auf die diskutierte Frachtenbegrenzung (29. BImSchV) von 55 g Kohlenstoff /Mg Input bzw. 10 mg/m³ Abluft ausgelegt. Während des Probebetriebs wurden in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Abfallwirtschaft der Universität Witzenhausen bereits erste Messungen durchgeführt, welche die hohen Erwartungen, die Herhof in die neue Entwicklung setzt, in vollem Maß bestätigen.

Tab. 1 erste Betriebsergebnisse der LARA-Rennerod

	TOC [mg/m ³]
Prozeßluft	50 - 500
Bunker	30 - 60
Rottehallenoberraum	15
Aufbereitung	5 - 10
Reinluft	2 - 4
Genehmigung	10

Geruchsminderungsgrad >97%

Ein besonderes Augenmerk im Rahmen des Probebetriebs galt dem Verhalten der LARA auf Schadstoffpeaks. Die spitzenartigen Belastungen sind eine Folge des Umluftbetriebs, der nach Maßgabe der Regelparameter stark aufkonzentrierte Prozessluft schubweise durch Frischluft ersetzt und diesen Prozessluftanteil dann zur Abluftbehandlung weiterleitet. Die folgende Graphik dokumentiert, dass im Dauerbetrieb auch Spitzenwerte in der Rohluft sicher bewältigt werden.

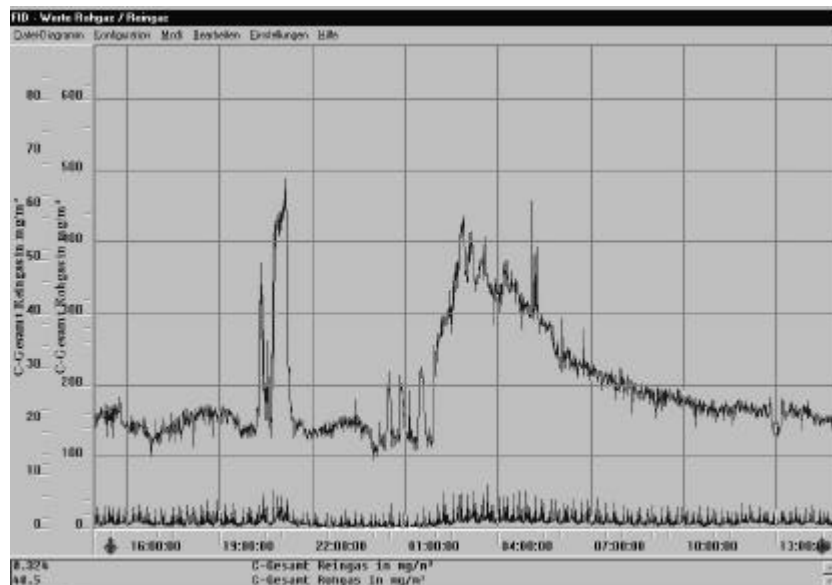


Abb. 4 TOC-Konzentrationsverlauf Rohgas / Reingas vom 17.3.2000 der Trockenstabilat®-Anlage Rennerod

Der kalkulierte Verbrauch an Erdgas wurde unterschritten, so dass die daraus resultierenden zusätzlichen Betriebskosten von 5 DM/Mg Input unterschritten werden können.

Die Ergebnisse des Probetriebs lassen sich für die Trockenstabilat®-Anlage Rennerod in folgender Tabelle zusammenfassen

Tab. 2 C_{gesamt} -Frachten der Trockenstabilat®-Anlage Rennerod

Jahresdurchsatz der Trockenstabilat®-Anlage Rennerod 75.000 Mg/a

	Volumenstrom m ³ /h	Jahresstunden H	Konzentration mg/m ³	Fracht/Input g/Mg
Prozeßluft	45.000	8.760	2 - 4	21,0
Aufbereitungshalle	80.000	2.340	10	25,0
Summe				46,0

Im Hinblick auf die Vorgaben des Entwurfs der 29.BimSchV ergeben sich daraus folgende wichtige Erkenntnisse:

- 1. Niedrige C_{gesamt} -Konzentrationen können zu vertretbaren Kosten sicher im Dauerbetrieb eingehalten werden**
- 2. Eine Begrenzung der Frachten von C_{gesamt} auf 55 g/Mg Input ist realisierbar**

58 Kosten der thermisch-regenerativen Abluftbehandlung

Investitionsvolumen und Betriebskosten der thermisch-regenerativen Abluftbehandlung richten sich maßgeblich nach dem Konzept der MBA. Im Hinblick auf die zukünftigen Anforderungen, die auch an Biofiltersysteme gestellt werden - mit vorgeschalteter Ammoniakwäsche, vollständiger Einhausung, „down-stream“-Belüftung, kontinuierlicher TOC-Messung und anschließender Ableitung über einen Kamin - sind die Unterschiede zum Investitionsvolumen für Biofilter gering. Für die ersten Anlagen, die mit umfangreichen Sicherheitszuschlägen ausgelegt werden, ist mit zusätzlichen Betriebskosten von maximal 5 DM/Mg Input zu rechnen. Bei konsequenter Auftrennung von stark und schwach belasteter Abluft lassen sich jedoch Betriebskosten realisieren, die 1 - 2 DM/Mg Input über denen eines gut gepflegten Biofilters liegen.

59 Zusammenfassung und Ausblick

- Das für MBA neuartige Abluftreinigungskonzept zeigt, dass die derzeit diskutierte strenge C_{Gesamt} -Begrenzung technisch machbar ist und keine unzumutbaren Betriebskosten verursacht.
- Außerdem wird durch die vollständige Entkeimung der Abluft ein neuer Standard gesetzt. Wichtigstes Systemmerkmal ist die erheblich verbesserte Betriebssicherheit.
- Die Einhaltung der Grenzwerte ist unabhängig von der C_{Gesamt} -Belastung der Abluft. Höhere C_{Gesamt} -Werte wirken sich lediglich durch geringere Betriebskosten aus, da die Verbrennung des organisch gebundenen Kohlenstoffs zur benötigten Heizenergie beiträgt.
- Auf Grund der positiven Erfahrungen in Rennerod, hat Herhof auch für das Trockenstabilat®-Werk Aßlar eine LARA vorgesehen. Die Genehmigung hierzu wurde beantragt und erteilt. Mit der Inbetriebnahme wird Mitte des Jahres gerechnet.
- Auch für die Trockenstabilat®-Anlage Dresden ist das LARA-Konzept Bestandteil des Genehmigungsbescheids.

60 Literatur

- /1/ Umweltbundesamt „Bericht zur „Ökologischen Vertretbarkeit“ der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen einschließlich deren Ablagerung“, Umweltbundesamt, Juli 1999
- /2/ „Entwurf zur 4. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes“ vom 18. Februar 1998
- /3/ Gamer: „Sachsen informiert über den Stand der Technik bei MBA-Anlagen“ Abfallwirtschaftlicher Informationsdienst, 17.9.1999, Nr.4
- /4/ Erlass des Sächsischen Umweltministeriums vom 10.6.1999
- /5/ „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft“, 1986
- /6/ Carsten Cuhls, Heiko Doedens: “Emissionen aus mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen“ aus Restabfallbehandlung, Deponietechnik, Entsorgungsbau und Altlastenproblematik“, Verlag Balkema, Rotterdam, 1998

Anschrift des Autors:

Kurt Wengenroth
Herhof-Umwelttechnik GmbH
Riemannstraße 1
35606 Solms-Niederbiel