



## Energieoptimierte Abluftreinigung

### Lösemittelhaltige Abluft reinigen und Wärme gewinnen ohne zusätzlichen Erdgasverbrauch

Beim Austausch einer Thermischen Nachverbrennungsanlage durch eine Regenerative Nachverbrennungsanlage amortisieren sich die Investitionskosten durch die deutlich geringeren Betriebskosten innerhalb weniger Jahre.

Anfang des Jahres 2009 hat ein glasverarbeitender Betrieb eine Regenerative Nachverbrennungsanlage (RNV) von Krantz Abluftreinigung in Betrieb genommen. Sie ersetzt eine Thermische Nachverbrennungsanlage (TNV) – mit dem Ergebnis, dass das Unternehmen deutliche Einsparungen bei Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt. Ein wesentlicher Unterschied zwischen einer Thermischen und einer Regenerativen Nachverbrennungsanlage ist die Art der internen Wärmerückgewinnung, bei der die zu reinigende Abluft mit dem heißen Reingas vorgewärmt wird. In einer TNV wird ein rekuperativer Rohrbündelwärmeaustauscher verwendet, dessen Wirkungsgrad aus baulichen Gründen maximal 76 % betragen kann. In einer RNV wird die Wärme in einem keramischen Wärmespeichermaterial im System gehalten.



#### Grenzwerte sicher einhalten

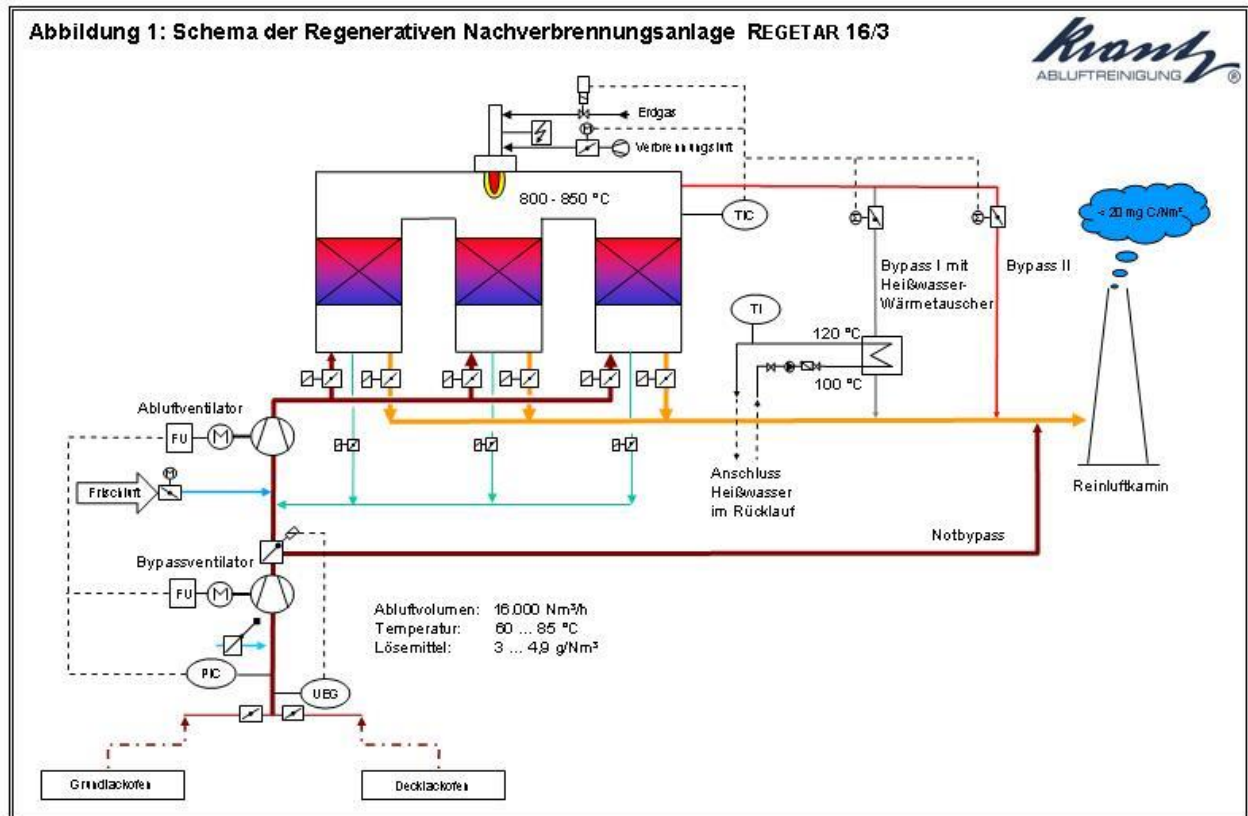
Mal durchströmt heißes Reingas und mal kalte Abluft zyklisch das Wärmespeichermaterial und gibt dabei Wärme ab bzw. nimmt diese auf. Der Wirkungsgrad des Wärmespeichers kann bis zu 97% betragen und bei bestimmten Betriebsweisen einer RNV mit heißem Bypass bis zu 99 % erhöht werden. Die Aufgabe bei dem Projekt bestand darin, die lösemittelhaltige Abluft aus der zweifachen Glasschutzlackierung so zu reinigen, dass der Grenzwert für organische Stoffe nach dem Stand der Technik von 20 mg Gesamtkohlenstoff/Nm<sup>3</sup> eingehalten wird. Der zu reinigende Abluftvolumenstrom beträgt 16.000 Nm<sup>3</sup>/h und die Lösemittelkonzentration beim Betrieb beider Lackierungen im Mittel bis zu 4,8 g/Nm<sup>3</sup>.

Bei einer Brennkammertemperatur von 820 °C wird der Grenzwert im Reingas sicher eingehalten. Allein durch die exotherme Oxidation der Lösemittel und ohne zusätzlichen Erdgasverbrauch ist es möglich, die notwendige Brennkammertemperatur zu erreichen. Dieser Vorgang wird als autothermer Betrieb bezeichnet. Der Wirkungsgrad der internen Wärmerückgewinnung beträgt bei autothermem Betrieb mit geöffnetem heißem Bypass 98,9 %.

Zusätzlich wird in einem Heißwasserwärmeaustauscher im heißen Bypass der RNV konstant ca. 500 kW Wärme in das Heißwassersystem der Produktion eingespeist.

Die ersetzte TNV reinigte einen Abluftvolumenstrom von 11.000 Nm<sup>3</sup>/h mit einer mittleren Lösemittelkonzentration von 5,8 g/Nm<sup>3</sup> und verbrauchte bei einer Brennkammertemperatur von 750 °C einen Erdgasvolumenstrom von 20 Nm<sup>3</sup>/h.

Der Wärmeaustauscherwirkungsgrad der internen Wärmerückgewinnung betrug 70 %. Der Abluftventilator hatte eine installierte Leistung von 75 kW und benötigte 64,5 kW Leistung.



Diese abstrakten Daten lassen sich anschaulich durch den Erdgasverbrauch der jeweiligen Nachverbrennungsanlage ausdrücken. Bei gleicher Aufgabenstellung durch die Abluft ( $V: 16.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ,  $T: 85 \text{ °C}$ ,  $c: 4,8 \text{ g Lösemittel/Nm}^3$ ) benötigt eine RNV kein Erdgas, eine TNV mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 70 % jedoch 48 Nm<sup>3</sup> Erdgas/h, um die Abluft grenzwertkonform zu reinigen. Mit beiden Nachverbrennungsanlagentypen kann ohne zusätzlichen Erdgasverbrauch Heißwasser erwärmt werden. Bei der TNV muss der Anwender jedoch den zusätzlichen Druckverlust des Heißwasserwärmetauschers im Reinluftkanal bei der elektrischen Leistung des Abluftventilators berücksichtigen. Generell ist der Druckverlust einer TNV deutlich höher als der einer RNV.

### Betriebskosten für RNV sind deutlich geringer

Vergleicht man die Wellenleistung der Abluftventilatoren bei einer Konstellation, so benötigt der Abluftventilator der RNV 20 kW und der der TNV 50 kW. Die Betriebskosten für eine RNV sind somit deutlich niedriger als für eine TNV.

Mit der neuinstallierten Anlage spart der Anwender gegenüber der ersetzten TNV pro Jahr mit 6.000 Betriebsstunden und Kosten von 45 Cent/Nm<sup>3</sup> Erdgas und 11 Cent/kWh Strom, 54.540 € Erdgaskosten und 19.800 € Stromkosten ein. Und das, obwohl der Abluftvolumenstrom von vormals 11.000 Nm<sup>3</sup>/h auf 16.000 Nm<sup>3</sup>/h erhöht wurde, um diffuse Emissionen in die Produktionshalle zu verhindern.

Durch die nun störungsfrei verlaufende Einspeisung von ca. 500 kW Heißwasser in das Heißwassersystem des Betriebes, werden dort bei 4000 Betriebsstunden Heißwasserbedarf pro Jahr zusätzlich ca. 100.000 € Erdgaskosten durch den reduzierten Betrieb des Heißwasserkessels im Kesselhaus eingespart.



Übersicht der Projektdaten		
	TNV $\eta = 70 \%$	RNV $\eta = 94 \%$
Erdgasverbrauch	20,2 Nm <sup>3</sup> /h (11.500 Nm <sup>3</sup> /h, 5,8 g Lösemittel/Nm <sup>3</sup> , 85 °C Ablufttemperatur)	0 Nm <sup>3</sup> /h (16.000 Nm <sup>3</sup> /h, 4,8 g Lösemittel/Nm <sup>3</sup> , 85 °C Ablufttemperatur)
Stromverbrauch des Abluftventilators	50 kW	20 kW
Wärmerückgewinnung (WGR)	Heißwasserwärmetauscher in der Reifeinheit der TNV  zusätzlicher Druckverlust des Heißwasserwärmetauschers war nicht in Betrieb	Heißwasserwärmetauscher im heißen Bypasssystem der RNV  kein zusätzlicher Druckverlust, konstant 500 kW Leistung
Einsparung Betriebskosten pro Jahr durch den Austausch der TNV durch eine RNV <sup>1)</sup>		Strom: 19.800 € Erdgas: 54.540 € WGR: 100.000 € <b>in Summe: 174.340 €/a</b>
Einsparungen CO <sub>2</sub> Emissionen pro Jahr <sup>2)</sup>		durch Strom: 112 t durch Erdgas: 298 t durch WGR: 596 t <b>in Summe: 1.006 t/a</b>
Amortisation der Investitionskosten		< 3 Jahre

1) 6.000 h Betrieb/a, 11 Cent/kWh Strom, 45 Cent/Nm<sup>3</sup> Erdgas, 4.000 h Heißwasserbedarf/a,  $\eta$  Heißwasserkessel = 85 %

2) Berechnung auf Grundlage der Umrechnungsfaktoren des Infozentrum Umweltwirtschaft Bayern)

### Weiter Vorteile

Neben den finanziellen Vorteilen, die die Investitionskosten innerhalb weniger Jahre amortisieren, konnten bei der Planung der neuen Abluftreinigungsanlage weitere Bereiche berücksichtigt und Verbesserungen eingeführt werden. So hat der Betreiber der RNV das Sicherheitskonzept der Produktion weiter verbessert und neue UEG-Überwachungen an den Trocknerfeldern sowie in der Sammelabluft zur RNV installiert. Bei der Inbetriebnahme der RNV hat der Hersteller die Ablufferfassung an der Lackieranlage optimiert. Dadurch hat sich die Raumluft in der Produktionshalle spürbar verbessert. Durch eine intensive Vorplanung konnte Krantz Abluftreinigung die RNV innerhalb von vier Wochen komplett liefern und installieren.

Im Lieferumfang waren zusätzlich enthalten:

- Kanalsystem
- Ventilatoren
- Heißwasserwärmetauscher
- Kamin

Nach dem Jahreswechsel hat der Glasverarbeitende Betrieb die RNV innerhalb von zwei Wochen in Betrieb genommen.



### **Gute Planung im Vorfeld ist absolut notwendig**

Um einen Austausch einer bestehenden Abluftreinigungsanlage so optimal zu ermöglichen, ist im Vorfeld eine gute Planung notwendig. Dabei betrachten Experten bei KRANTZ ABLUFTREINIGUNG die Produktion und deren gesamtes Umfeld.

Von Relevanz sind dabei folgende Aspekte:

- Ist die Ablufferfassung optimal?
- Wie hoch ist der Abluftvolumenstrom?
- Welche Lösemittel werden emittiert?
- Wie ist die Betriebsweise der Produktionsanlagen?
- Wie hoch sind die Ablufttemperaturen?
- Welcher Wärmeträger wird wie oft im Jahr benötigt und wie wird die Wärme erzeugt?
- Welche Grenzwerte sind einzuhalten?
- Wo kann eine neue Abluftreinigungsanlage installiert werden?
- Welche Erfahrungen gab es beim Betrieb der zu ersetzenden Abluftreinigungsanlage?

Gemeinsam mit dem Betreiber erarbeitet der Hersteller Antworten auf diese und weitere Fragen führt und gegebenenfalls notwendige Messungen und Verfahrensanalysen durch. Danach sucht man eine geeignete Abluftreinigungsanlage aus und erstellt das Wärmerückgewinnungskonzept.

### **Drei Systeme stehen für die Nachverbrennungstechnik zur Verfügung**

Für die thermische Abluftreinigung stehen drei unterschiedliche Systeme zur Verfügung, die jeweils bestimmte Aufgaben optimal erfüllen. Dabei ergänzt die Katalytische Nachverbrennung die bereits vorgestellten thermisch rekuperativen und regenerativen Systeme. Alle Systeme können für die Reinigung von Abluftvolumenströmen mit sehr geringen Lösemittelkonzentrationen mit einem Aufkonzentrationssystem ergänzt werden.



	Thermische Nachverbrennungsanlage (TNV)	Regenerative Nachverbrennungsanlage (RNV)	Katalytische Nachverbrennungsanlage (KNV)	Aufkonzentration in Kombination mit TNV, RNV, KNV
Maximaler Wirkungsgrad d. internen Wärmegewinnung zur Aufwärmung der Abluft	$\eta_{max.} = 76 \%$ rekuperativer Rohrbündelwärmeaustauscher	$\eta_{max.} = 97 \%$ keramisches Wärmespeichersystem	$\eta_{max.} = 85 \%$ rekuperativer Plattenwärmeaustauscher	Aufkonzentrationsrate je nach Lösemittel bis 1 :18
Volumenstrom pro Einheit	2.000 – 55.000 Nm <sup>3</sup> /h	500 – 200.000 Nm <sup>3</sup> /h	1.000 – 70.000 Nm <sup>3</sup> /h	5.000 – 250.000 Nm <sup>3</sup> /h
Sinnvoller Einsatzbereich	bei mittleren bis hohen Lösemittelkonzentrationen bei hohen Ablufttemperaturen mit nachgeschalteter ggf. auf mehrstufiger Wärmerückgewinnung	bei geringen bis hohen Lösemittelkonzentrationen	bei geringen bis mittleren Lösemittelkonzentrationen	bei sehr geringen Lösemittelkonzentrationen bei vergleichsweise geringen Ablufttemperaturen
Vorteile	Kompaktanlagen Verbrennung auch von nicht rückstandsfrei verbrennenden Komponenten wie z.B. Siloxane	bereits bei geringen Lösemittelkonzentrationen d. weiter Wärmerückgewinnung sehr wirtschaftlich zusätzlich ist eine sehr wirtschaftliche Wärmeerzeugung möglich	durch den Einsatz eines Katalysators geringe Oxidationstemperaturen notwendig einfacher Anlagenaufbau	sehr wirtschaftlicher Betrieb durch entsprechend der Aufkonzentrationsrate verkleinerte nachgeschaltete Nachverbrennungsanlage
Nachteile	nachgeschaltete Wärmerückgewinnung aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich	Abluft muss frei von nicht rückstandsfrei verbrennenden Stoffen sein hohes Gewicht aufwendiges Klappensystem	Abluft muss frei von als Katalysatorgift wirkende Substanzen sein sinnvoll für Abluftvolumenströme bis 15.000 Nm <sup>3</sup> /h aufgrund d. hohen Preises für den Katalysator	hohes Gewicht nur für Ablufttemperaturen < 40 °C

### In die Zukunft investiert

Mit dem Austausch der Thermischen Nachverbrennungsanlage mit Rohrbündelwärmeaustauscher durch eine Regenerative Nachverbrennungsanlage mit keramischem Wärmespeichermedium kann nun die Abluft der Glasschutzlackierung so wirtschaftlich gereinigt werden, dass sich die Investition in die neue Abluftreinigungsanlage in weniger als drei Jahren amortisiert. Der Betreiber der neuen RNV hat auch in die Zukunft investiert: Denn nach dem Austausch werden ca. 1.000 t weniger CO<sub>2</sub> pro Jahr in die Atmosphäre emittiert als zuvor.

Caverion Deutschland GmbH  
Geschäftsbereich Krantz Abluftreinigung  
Jutta Denneberg  
Tel. +49 241 441-399  
jutta.denneberg@krantz.de  
www.krantz.de