

Neosys AG
Privatstrasse 10
CH-4563 Gerlafingen
www.neosys-ag.ch

TECHNIK-UMWELT

Tel. 032 674 45 11
Fax. 032 674 45 10

Artikel Umweltperspektiven Juni 2006

VOC-Nachverbrennung und Energienutzung

Abluftemissionen organischer Substanzen (VOC) tragen erheblich zur Luftverschmutzung bei. Sie werden deshalb seitens der Umweltbehörden mit scharfen Massnahmen, sprich mit teuren Abluft-Nachverbrennungsanlagen bekämpft. Zu unrecht im Hintergrund stand bei diesen Anlagen bisher oft die Frage des Energieverbrauchs bzw. der Energienutzung.

Die Umweltrelevanz der VOC

In vielen Industrie- und Gewerbebetrieben werden VOC oder VOC-haltige Produkte nach wie vor in grossen Mengen eingesetzt. Gelangen diese Stoffe in die Umgebungsluft, so können sie eine direkt schädigende Wirkung auf Mensch und Umwelt haben (beispielsweise das krebserregende Benzol). Vor allem aber tragen sie zusammen mit Stickoxiden (NOx) und unter Einwirkung des Sonnenlichts zur Bildung von bodennahem Ozon bei. Diese unter dem Begriff Sommersmog bekannte Luftschadstoffbelastung sorgt insbesondere in der Sommerzeit fast täglich für negative Schlagzeilen. Die gesundheitlichen Folgen davon sind unter anderem entzündete Augen und Atemwege – insbesondere bei Risikogruppen wie Säuglingen, Kindern, Kranken und Sporttreibenden.

Die VOC-Emissionen erreichten in der Schweiz Mitte der 80er Jahre mit 320'000 Tonnen pro Jahr ihr Maximum. Durch die Katalysatorpflicht im Bereich Verkehr, den Ersatz oder Reduktion der VOC in verschiedenen Produkten wie Farben und Lacken sowie Massnahmen in Industrie- und Gewerbebetrieben, die ihre VOC-Emissionen durch die in Kraft Setzung der Luftreinhalteverordnung reduzieren mussten, nahmen die VOC-Emissionen ab 1985 laufend ab. So betrug 1998 der gesamte VOC-Ausstoss in der Schweiz noch 160'000 Tonnen, wobei der Anteil von Industrie und Gewerbe rund 87'000 Tonnen ausmachte. Diese Mengen sucht man seit 7 Jahren mit einer Lenkungsabgabe von heute Fr. 3.- pro kg VOC weiter zu reduzieren. Der kommende Sommer wird uns jedoch schon bald wiederum aufzeigen, dass die Ozon-Grenzwerte immer noch zu häufig überschritten werden und deshalb eine weitere Reduktion der VOC-Emissionen unumgänglich ist.

Aus unserer Erfahrung als Berater bei Abluftproblemen können wir bestätigen, dass in vielen Betrieben ein (weiteres) VOC-Reduktionspotenzial besteht. Viele Betriebe haben nach der Inkraftsetzung der Luftreinhalteverordnung Ende der 80er-Jahre eine Abluftreinigungsanlage installieren müssen, die jetzt am Ende ihres Lebenszyklus angelangt ist und demnächst ersetzt werden muss. Vor allem auch die laufenden Diskussionen um eine mögliche CO₂-Abgabe haben dazu geführt, dass der Energieeffizienz der Abluftreinigungssysteme nun eine viel höhere Bedeutung bei der Systemauswahl beigemessen wird, als es vor etwa 20 Jahren noch der Fall war.

Überblick über die technischen Möglichkeiten der VOC-Minderung

In der industriellen Anwendung werden folgende grundsätzlichen Verfahrenstechniken zur Reduktion der VOC-Emissionen eingesetzt:

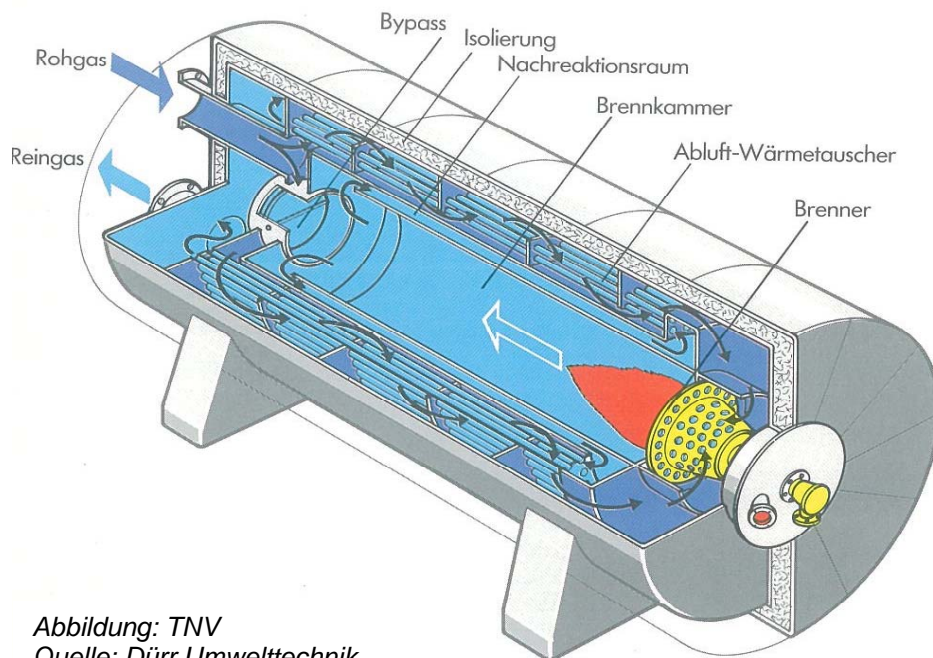
- Oxidation (thermische Nachverbrennung)
- Adsorption (Aktivkohlefilter)
- Biofilter

- Kondensation
- Absorption (Wäscher)

Für einen bestimmten Anwendungsfall kommen meistens mehrere Verfahren in Frage, wobei die Eignung von den nachfolgend aufgeführten Parametern abhängt:

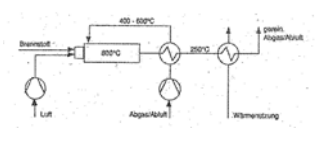
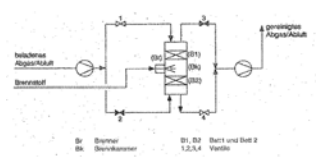
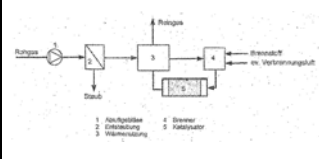
- Abluftmenge und Ablufttemperatur
- VOC-Konzentration und Konzentrationsverlauf
- Stoffeigenschaften (Wasserlöslichkeit, Stabilität, Siedepunkt, Bio-Abbaubarkeit)
- Wiederverwertungsmöglichkeit rückgewonnener Lösungsmittel
- Möglichkeiten zur Abwärmenutzung im Betrieb
- Betriebszeiten und Platzverhältnisse

Das in der Schweiz wohl am häufigsten eingesetzte Verfahren ist die thermische Nachverbrennung (TNV). Diese Anlagen weisen von allen Verfahren die besten Abscheidegrade auf und können die LRV-Grenzwerte deutlich unterschreiten. Durch diese über die Anforderungen der LRV hinaus gehende Emissionsminderung konnten viele Betriebe eine Befreiung von der VOC-Lenkungsabgabe erlangen, was in den letzten Jahren mit ein Grund für die Favorisierung dieses Verfahrens darstellte. Der Nachteil der Nachverbrennungsanlagen besteht aber allzu oft darin, dass sie einen hohen Zusatzenergieverbrauch aufweisen. Hinsichtlich Energieeffizienz und somit hinsichtlich der zusätzlichen CO₂-Emissionen bestehen nun zwischen den verschiedenen thermischen Nachverbrennungssystemen wesentliche Unterschiede, die unbedingt genutzt werden sollten.



Thermische Nachverbrenungsverfahren

In der nachstehenden Tabelle sind die wesentlichen Merkmale der verschiedenen Nachverbrenungsverfahren für VOC-haltige Abluft kurz zusammengestellt.

Verfahren	TNV	RNV	KNV
	Thermische Nachverbrenung mit rekuperativer Abluftvorwärmung	Thermische Nachverbrenung mit regenerativer Abluftvorwärmung in keramischen Wärmespeicherbetten	Thermisch-katalytische Nachverbrenung mit rekuperativer Abluftvorwärmung, Mischoxid- oder Edelmetallkatalysator
Schemas Quelle: Hofer, ETHZ			
Anwendungsbereich	Abluft mit hoher VOC-Konzentration, Möglichkeit zur Abwärmenutzung vorhanden	Reinigung von Abluft mit eher geringer VOC-Konzentration und bei möglichst durchgehendem Betrieb	Reinigung von Abluft mit geringer bis mittlerer VOC-Konzentration
Brennkammertemperatur	750 – 800°C	750 – 800°C	200 – 450°C
Wirkungsgrad	65 – 76%	92 – 97%	80 - 85%
Vorteile	weitgehend unempfindlich gegenüber aerosolförmigen Abluftinhaltsstoffen und Schwankungen der VOC-Konzentration	funktioniert ab etwa 1.5 g/m ³ VOC ohne Zusatzenergie (autotherm)	KNV kann auch ohne zusätzliche Abwärmenutzung wirtschaftlich betrieben werden. Funktioniert ab etwa 2.5 g/m ³ VOC autotherm.
Nachteile	Hoher Primärenergieverbrauch, Abwärmenutzungsmöglichkeit muss vorhanden sein	Investitionskosten höher als bei TNV, grössere und schwerere Anlage	Abluft muss frei sein von Staub, Aerosolen und Katalysatorgiften.

Als zusätzliche interessante Kombination erweist sich die regenerativ-katalytische Nachverbrenung (RKNV), bei der die RNV mit einer Katalysatorschicht kombiniert wird, die über der Keramikschtung liegt. Im Vergleich zur konventionellen RNV kann dieses System bei einer tieferen Brennkammertemperatur betrieben werden. Mit einem Wirkungsgrad über 95% ist bereits ab 0.8 g/m³ VOC ein autothermer Betrieb möglich. Durch das tiefere Temperaturniveau ist die thermische Beanspruchung geringer, so dass im Vergleich zur RNV günstigere Werkstoffe eingesetzt werden können.

Mitverbrenung in bestehenden Feuerungsanlagen

Die kostengünstigste und ökologischste Lösung besteht darin, die VOC- beladene Abluft als Brennluft einer bestehenden Feuerungsanlage zuzuführen. Folgende Voraussetzungen müssen dazu erfüllt sein:

- Explosionssicherheit: Glättungsfilter und Konzentrationsüberwachungen mit Verdünnungs- oder Bypasssystemen können helfen, die VOC-Konzentration jederzeit sicher unter 20% der unteren Explosionsgrenze zu halten.
- Zeitgleicher Betrieb: Die Feuerungsanlage muss möglichst immer in Betrieb sein, wenn VOC-haltige Abluft anfällt.
- Die VOC-haltige Abluftmenge darf nicht (wesentlich) höher sein als der Brennluftbedarf der Feuerungsanlage.

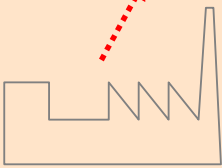
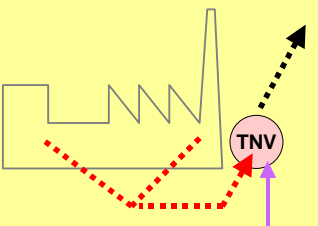
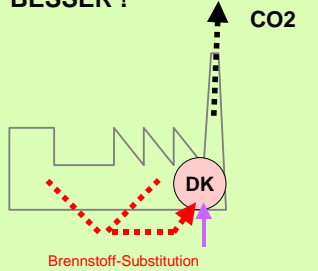
An zwei Beispielen dieser Art war Neosys AG letzthin mitbeteiligt:

- In einer Giesserei wird die VOC-haltige Abluft der Kernmacherei dem Schmelzofen (Kupolofen) zugeführt.
- In einem Bitumenlager werden VOC-haltige Dämpfe an der Camionbefüllstation sowie an den Atmungsleitungen der Tanks absaugt und der bestehenden DampfkeSELFUEHRUNG zueführt.

Mit diesen Verfahren können VOC-Emissionen ohne wesentliche Investitions- und Betriebsmehrkosten und auch ohne zusätzliche CO₂-Emissionen reduziert werden.

Energie nutzen – oder zusätzlich Energie verbrauchen?

Es muss bewusst werden, dass die immer noch dringende weitere Verringerung der VOC-Emissionen in der Praxis meist in einem Zielkonflikt mit einer Verringerung der Energieverbräuche und CO₂-Emissionen steht. Vielerorts hat man heute diese Lektion gelernt und optimiert die nötigen Nachverbrennungsanlagen auch energetisch. Oft wurde der nötige Umstellungsprozess durch eine CO₂-Bilanz im Rahmen einer CO₂-Zielvereinbarung ausgelöst. Durch eine effizientere Verbrennung können nämlich nicht nur Energiekosten, sondern eventuell auch einmal CO₂-Lenkungsabgaben eingespart werden. Das nachfolgende Diagramm gibt einen illustrativen Vergleich.

Situation vor der Sanierung	Situation mit einer TNV	Energieoptimierte Situation
<p>VORHER VOC</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 10 kg/h Lösungsmittel entweichen in die Atmosphäre • 1-Schicht-Betrieb • Sanierungsbedarf gem. LRV 	<p>NACHHER CO₂</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung 10'000 Nm³/h à 1.0 g/Nm³ VOC • TNV: Verbrauch der Energie zum Vorheizen. Zusätzlich 5 kg/h Heizöl EL Stützenergie • Mehrverbrauch 10'000 kg HEL/a => 117 MWh/a bzw. 31 t CO₂/a 	<p>BESSER ! CO₂</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung 2'000 Nm³/h à 5.0 g/Nm³ VOC • Einspeisen mit der Brennluft in den Prozessdampf-Kessel der Produktion • Substitution 20'000 kg HEL/a => -334 MWh/a bzw. -62 t CO₂/a
<p>Jährliche Abgabekosten: 60'000 CHF für 20 To VOC</p>	<p>Jährliche Abgabekosten: ca. 1'100 CHF für 31 To CO₂</p>	<p>Jährliche Abgabe-Einsparung: ca. - 2'200 CHF für 62 To CO₂</p>

Neosys AG, Gerlafingen
Juni 2006

Rolf Gerber, Jürg Liechti