

Mitverbrennung der VOC

Die Idee, kleine VOC-haltige Abluftmengen in einer bestehenden Feuerungsanlage zu entsorgen, ist bestechend. Dass die Umsetzung aus technischer Sicht nicht ganz so einfach ist, zeigt ein Praxisbeispiel.

VON ROLF GERBER UND ANDREAS GAUTSCHI

Ein Hersteller bauchemischer Additive und Spezialpolymere möchte die VOC-Emission (flüchtige organische Verbindungen) der Verdrängungsabluft aus Befüllungs- und Vakuuervorgängen reduzieren und dadurch die Umweltperformance des Betriebes verbessern. Diese VOC-Emission liegt unter der Bagatellgrenze der Luftreinhalteverordnung, so dass hinsichtlich Gesetzeskonformität kein zwingender Handlungsbedarf besteht. Entsprechend war klar, dass eine Massnahme zur Emissionsminderung nur dann eine Chance auf Umsetzung hat, wenn sie ökologisch sinnvoll und kostenmässig vertretbar ist.

Vorevaluationen

Im Vorfeld der Abklärungen wurde von Betriebsseite bereits die Installation einer Fackel, wie sie typischerweise auf Deponien zum Abfackeln von Deponiegasen eingesetzt wird, geprüft. Diese Lösung wurde für die vorliegende Problemstellung zu Recht als nicht ökologisch verworfen, weil sie eine beträchtliche Menge an Stützenergie in Form von Erdgas erfordert und dadurch zusätzliche CO₂-Emissionen verursacht hätte.

Der Produktionsprozess benötigt eine erhebliche Energiemenge in Form von Heissdampf. Die Bereitstellung der Energie erfolgt in einem Dreizugkessel mit zwischen 2,2 und 6 Megawatt modulierender Wärmeleistung. Die Vorabklärungen hinsichtlich minimalem Wärmeleistungsbedarf, Brennerlaufzeit, maximaler Abluftmenge und VOC-Konzentration ergab, dass eine Mitverbrennung der VOC-haltigen Abluft im bestehenden Wärmeerzeuger

grundsätzlich möglich sein sollte. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde die Machbarkeit der Mitverbrennung genauer geprüft und ein Lösungskonzept ausgearbeitet.

Charakterisierung der Emissionen

Die Produktion in Reaktoren läuft chargenweise ab. Durch das Vakuumieren und das Befüllen von Behältern sowie das Sieden von Vinylacetat im Reaktor zum Verdrängen von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit werden jeweils stossweise geringe Abluftmengen mit VOC freigesetzt. Die gesamte Abluftmenge kann aus den Pumpenleistungen unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren abgeschätzt werden.

Die VOC-Emission beträgt gemäss früheren Messungen durchschnittlich 0,6 kg/h respektive 3,3 t/Jahr. Hauptkomponenten sind Vinylacetat, Acetaldehyd und Methanol. Für die Konzeption der Mitverbrennungsanlage muss jedoch von den kurzzeitig möglichen Maximalmissionen ausgegangen werden. Massgebend sind somit die Sättigungskonzentrationen der vorhandenen VOC. Diese hängen stark von der Temperatur ab, wie aus der Darstellung in Figur 1 für die Hauptkomponente Vinylacetat hervorgeht. Da sämtliche Verdrängungsluftströme zuerst in einem Wasserkühler auf maximal 30°C abgekühlt werden, ergibt sich die maximal mögliche VOC-Konzentration aus der Sättigungskonzentration bei 30°C.

Im Normalbetrieb wird die Abluft in einem nachgeschalteten Kühler auf rund -18°C weiter abgekühlt, wodurch sich die Vinylacetatkonzentration von 766 g/m³ auf 53 g/m³ verringert. Da der Kühler wegen Vereisungen regelmässig abgetaut werden muss, ist für die Konzeption der Mitverbrennung trotzdem der Zustand mit einer Ablufttemperatur von 30°C massgebend. In Figur 2 sind die beiden Zustände dargestellt.

Mitverbrennungskonzepte

Nachfolgend werden zwei mögliche Varianten der Mitverbrennung vorgestellt. In beiden wird die zu entsorgende Abluft an der jetzigen Austrittsstelle übernommen und dem bestehenden Heizkessel zugeführt, falls der Brenner in Betrieb ist. Ansonsten wird die Abluft wie bisher in die Umwelt abgelassen. Durch eine Unterdruckregelung wird dafür gesorgt, dass immer die momentan anfallende Abluftmenge abgesaugt wird.

Variante 1: Abluftentsorgung via Rauchgasrezirkulation

Die VOC-haltige Abluft wird der Rauchgasrezirkulationsluft des Brenners zugeführt. Wegen der dort herrschenden geringen O₂-Konzentration kann auch bei maximalem VOC-Eintrag kein zündfähiges Gemisch entstehen. Die VOC-Mitverbrennung erfolgt bei normalem Brennerbetrieb, wobei der Brennluftanteil wegen der zusätzlich zugeführten VOC im Vergleich zur Situation ohne Mitverbrennung erhöht werden muss. Figur 3 zeigt die entsprechende Konzeption mit den vorgesehenen Sicherheitselementen.

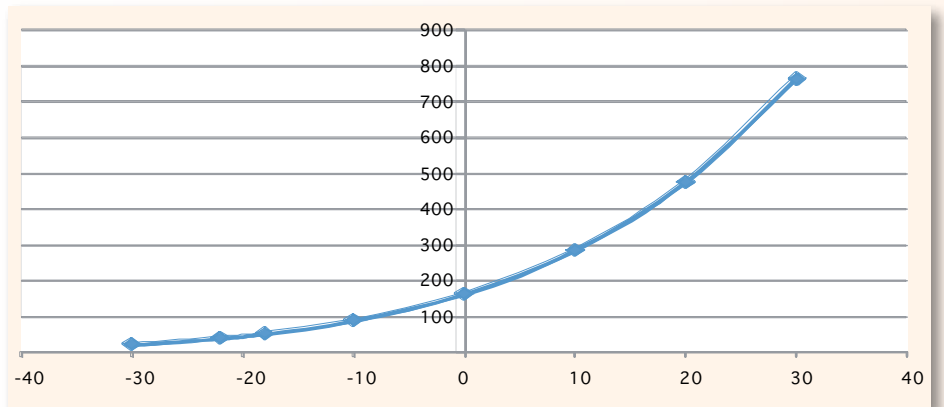
- ☞ Die Vorteile der Variante 1:
 - relativ einfache Installation, Steuerung und Regelung
 - praktisch keine Massnahmen an der jetzigen Dampfkesselinstallation
 - falls die Verbrennung mit einer O₂-Regelung ausgerüstet werden kann, resultiert eine Energieeinsparung von rund 75 MWh durch die O₂-Regelung und von rund 20 MWh durch die VOC-Mitverbrennung
- ☞ Die Nachteile der Variante 1: Die Sauerstoffvorhaltung muss für die Situation bei maximaler VOC-Konzentration eingestellt sein. Ohne O₂-Regelung wird dadurch der Brenner praktisch ständig mit zu hohem Luftüberschuss und dadurch reduziertem Wirkungsgrad betrieben. Der reduzierte Wirkungsgrad wird

Rolf Gerber

Dipl. Masch. Ing. ETH, Neosys AG, Gerlafingen.

Andreas Gautschi

Masch. Ing. HTL, Vabemo AG, Kestenholz.



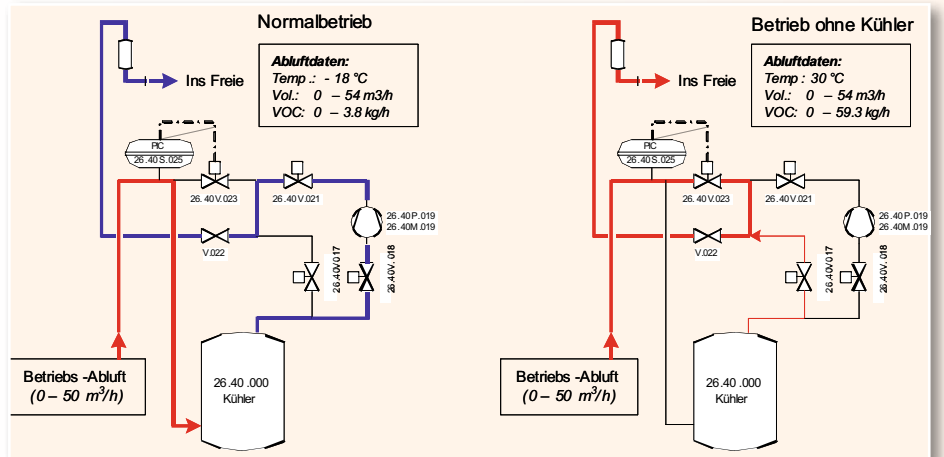
Figur 1: Sättigungskonzentration von Vinylacetat in Abhängigkeit von der Temperatur in g/m³.

durch die VOC-Zuführung gerade kompensiert.

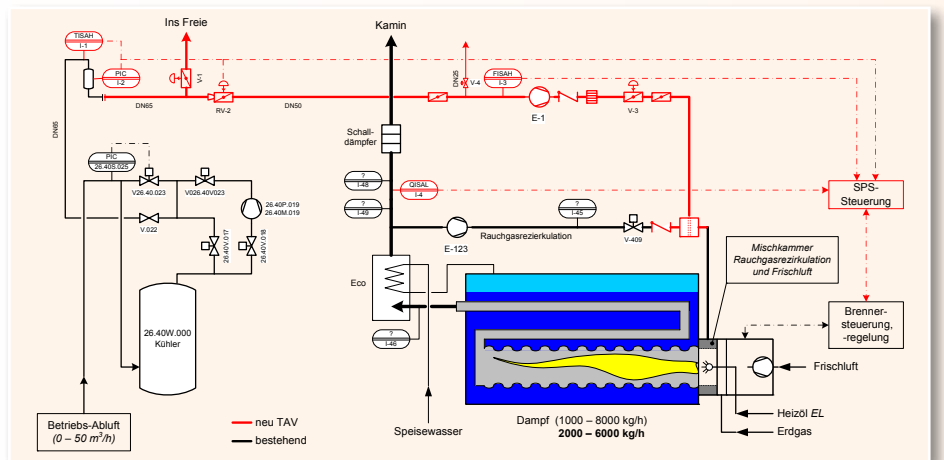
Variante 2: Abluftentsorgung via separate Lanze

Bei diesem Konzept wird die VOC-haltige Abluft mittels einer separaten Lanze in den Brennraum eingedüst und die VOC dort verbrannt. Figur 4 zeigt die entsprechende Konzeption mit den vorgesehenen Sicherheitselementen. Bei dieser Variante wird der zusätzlich erforderliche Sauerstoff zur VOC-Verbrennung mit Hilfe der separaten und geregelten Frischluftzuführung via Lanze abgedeckt, so dass der Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers nicht negativ beeinflusst wird.

- Die Vorteile der Variante 2:
 - vom bestehenden Brenner unabhängige Lösung
 - keine dauernde Sauerstoffvorhaltung erforderlich, so dass die Energieerzeugung mit dem optimalen Brennerwirkungsgrad erfolgen kann
 - Energieeinsparung von rund 20 MWh durch die VOC-Mitverbrennung
- Die Nachteile der Variante 2:
 - relativ aufwändige Installation
 - Installation einer Lanze in den Feuerraum erforderlich



Figur 2: Ablufführung für Normalbetrieb und ohne Kühler.

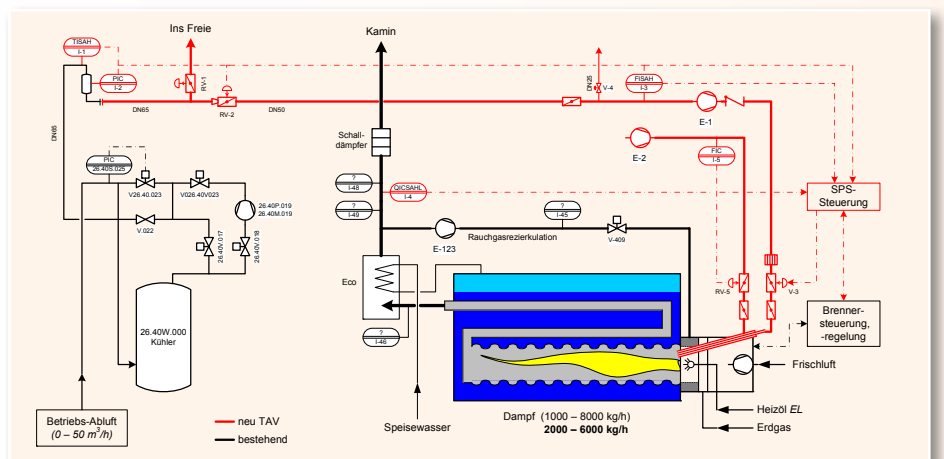


Figur 3: Mitverbrennungskonzept durch Abluftzuführung in Rauchgasrezirkulationsluft.

Fazit

Beide Varianten erlauben mit den vorgesehenen Sicherheitselementen gemäss Schemata einen kontrollierten, sicheren Betrieb des Heizkessels bei allen möglichen Betriebszuständen. Wenn nötig, lösen die Sicherheitselemente die Bypass-Schaltung der VOC-Abluft ins Freie aus. Die Kosten für die Umsetzung von Variante 1 betragen rund 155 000 Franken, für Variante 2 rund 195 000 Franken.

Durch die Mitverbrennung der VOC kann keine oder höchstens eine geringfügige Einsparung an Primärenergie erreicht werden. Aber mit beiden Varianten werden die bisherigen VOC-Emissionen von rund 3,3 t/Jahr vermieden.



Figur 4: Mitverbrennungskonzept durch Abluftzuführung mittels separater Lanze.