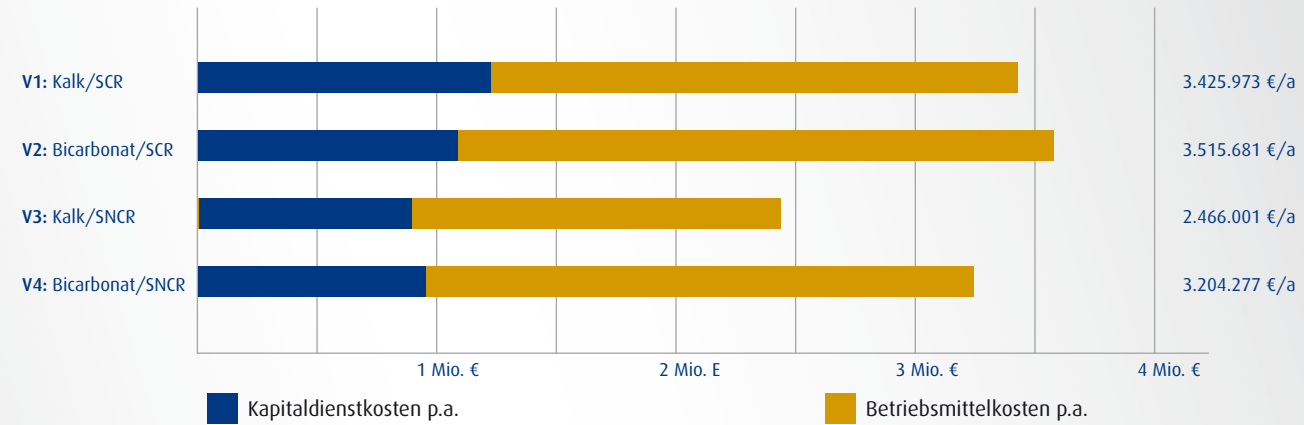


Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Varianten V1 bis V4 (gemäß VDI 2067)  
Gesamtkosten einschließlich Kapitaldienst für einen Abfalldurchsatz von 200.000 t/a



Bemerkung: Nutzungsdauer = 20 Jahre; Zinssatz = 8%; Annuität = 0,1019 (nach VDI 2067)

# Kalk zahlt sich aus

Studie der TU Dresden zum Einsatz von Kalk und Bicarbonat in der Rauchgasreinigung



**Fazit:**

Unter den vorgegebenen Bedingungen ist der Einsatz von Kalkhydrat aus ökonomischer Sicht am sinnvollsten, wie aus obiger Grafik hervorgeht.

Im Falle einer Erweiterung des CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandels auf die Müllverbrennung wird die Verwendung von Kalkhydrat – sowohl beim SCR- als auch beim SNCR-Verfahren – einen zusätzlichen Vorteil aufgrund der positiven CO<sub>2</sub>-Bilanz bei der Schadstoffabscheidung bringen.

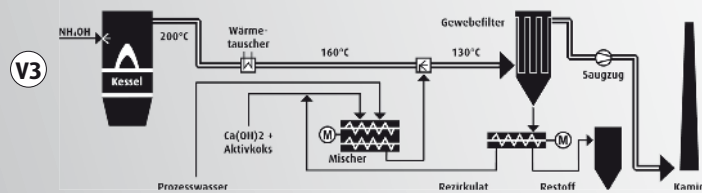
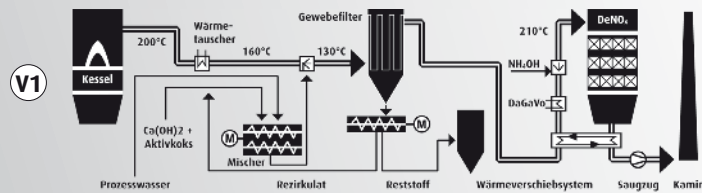
Die vollständige Studie kann beim Bundesverband der Deutschen Kalk-Industrie e. V. (BVK) angefordert oder auf [www.kalk.de](http://www.kalk.de) unter dem Menüpunkt Fachinformationen **Reine Luft** heruntergeladen werden.

Kalkhydrat ist flächendeckend verfügbar und kann bei vielen Herstellern bezogen werden.

Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V.  
 Annastraße 67-71  
 50968 Köln  
 Telefon: 0221 / 93 46 74-0  
 Telefax: 0221 / 93 46 74-14/10  
 E-Mail: [information@kalk.de](mailto:information@kalk.de)  
[www.kalk.de](http://www.kalk.de)



## Kalk



## Bicarbonat

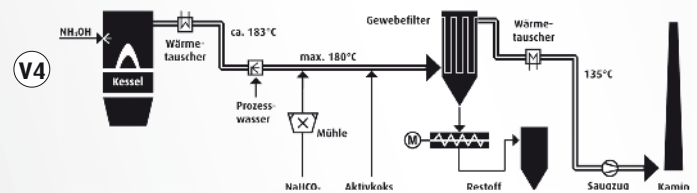
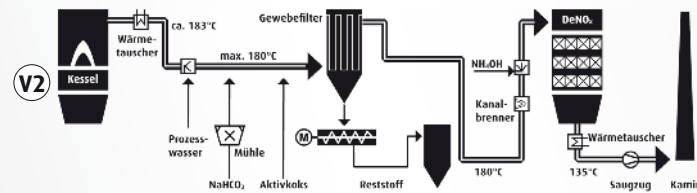


Abb. 1: Anlagenkonfiguration mit SCR (Referenzszenario) und SNCR-Verfahren (Alternativszenario)

## Einfluss der Reagenzkosten auf die Betriebsmittelkosten.

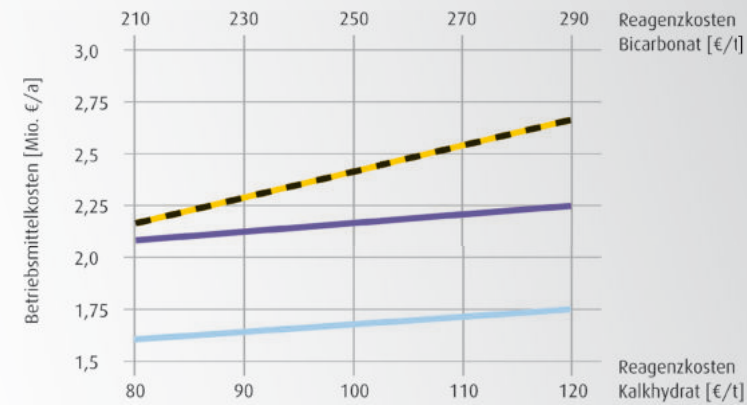


Abb. 2

## Kalk ökonomisch im Vorteil

Das bereits vorliegende ökologische Gutachten über den Einsatz von Kalkhydrat oder Natriumbicarbonat in einstufigen Trockensorptionsverfahren wird durch eine vergleichende ökonomische Betrachtung ergänzt.

Folgende Prozesse wurden für die ökonomische Betrachtung übernommen (Abb. 1):

- **Variante V1:** Konditionierte Trockensorption mit Kalkhydrat und SCR-Verfahren
- **Variante V2:** Trockensorptionsverfahren mit Bicarbonat und SCR-Verfahren (Selective Catalytic Reduktion)
- **Variante V3:** Konditionierte Trockensorption mit Kalkhydrat und SNCR-Verfahren
- **Variante V4:** Trockensorptionsverfahren mit Bicarbonat und SNCR-Verfahren (Selective Non-Catalytic Reduktion)

Bei allen vier Varianten besteht infolge ihrer energieoptimierten Anlagenkonfiguration die Möglichkeit einer Wärmeauskopplung.

Das Ergebnis des Gutachtens lautet: Die konditionierte Trockensorption (KTS) mit Kalkhydrat und SNCR-Verfahren (Variante V3) stellt sich als ökonomisch günstigste Variante heraus.

## Zielsetzung

Durch den ökonomischen Vergleich werden analog zum ökologischen Gutachten folgende Fragen beantwortet:

- Welches Additiv ist ökonomisch sinnvoller?
- Welche Parameter beeinflussen das Ergebnis?
- Welche Handlungsempfehlungen leiten sich daraus ab?

Die Systemdefinition erfolgte in Anlehnung an das ökologische Gutachten. Dabei wurde auch der Einfluss der Rauchgasentstickung auf die Anlagenkonfiguration (SCR- und SNCR-Verfahren) und die Gesamtkosten berücksichtigt.

Die Gegenüberstellung der ausgewählten Varianten wurde anhand von Massen- und Energiebilanzen vorgenommen. Sie basiert auf den typischen Auslegungsdaten für eine moderne Müllverbrennungsanlage mit einstufiger trockener bzw. quasi-trockener Rauchgasreinigung.

## Hintergrund

In der Rauchgasreinigung werden Kalkprodukte seit langem erfolgreich zur Abscheidung von sauren Schadgasen wie Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF) und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) eingesetzt. Bei den Trockensorptionsverfahren konkurrieren Kalkhydrat (Ca(OH)<sub>2</sub>) und Natriumhydrogencarbonat (NaHCO<sub>3</sub>).

Nachdem das vergleichende ökologische Gutachten der TU München unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich bereits eindeutige Vorteile von Kalkhydrat gegenüber Natriumbicarbonat aufgezeigt hat, werden diese nun durch einen Wirtschaftlichkeitsvergleich und damit eine ganzheitliche Bewertung und Gegenüberstellung untermauert. Das ökonomische Gutachten wurde unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Michael Beckmann, TU Dresden, durchgeführt.\*

\* „Vergleichende ökonomische Betrachtung verschiedener Einsatzstoffe bei Trockensorptionsverfahren zur Rauchgasreinigung“, Technische Universität Dresden (TUD), Institut für Energietechnik, und ete.a Ingenieurgesellschaft für Energie- und Umweltengineering & Beratung mbH, Endbericht April 2010.

## Investitions- und Betriebsmittelkosten

Bei der ökonomischen Bilanzierung werden analog zum ökologischen Gutachten sowohl Investitions- als auch Betriebsmittelkosten berücksichtigt. Die angegebenen Investitionskosten errechnen sich als Mittelwert aus den entsprechenden aktuellen Richtpreisangeboten.

Für die Betriebsmittelkosten sind vor allem die Reagenzkosten und die Reststoffentsorgungskosten von Bedeutung. Hierzu wurden über die Bilanzierung hinaus auch Sensitivitätsanalysen durchgeführt (Abb. 2).

