

Stephanie Thiel

Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Peter Quicker

Alexander Gosten



Energie

aus

Abfall

Band 15

TK

Stephanie Thiel
Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Peter Quicker
Alexander Gosten

Energie aus Abfall

Band 15



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Peter Quicker, Alexander Gosten (Hrsg.):

Energie aus Abfall, Band 15

ISBN 978-3-944310-39-8 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2018

Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.,
Dr.-Ing. Olaf Holm

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Sandra Peters, Janin Burbott-Seidel,
Claudia Naumann-Deppe, Cordula Müller, Anne Kuhlo, Gabi Spiegel

Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Nachrüstung bestehender SNCR-Anlagen für Abfallverbrennungsanlagen zur Einhaltung der neuen BREF-Emissionsgrenzen gemäß IED

Bernd von der Heide

1.	Entwicklungsschritte der SNCR-Technik	545
2.	Nachrüstung oder Erneuerung bestehender SNCR-Anlagen	551
3.	Ammoniakwasser oder Harnstofflösung?	553
4.	Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen	554
5.	Ergebnisse und Erfahrungen	556
6.	Zusammenfassung und Ausblick	557
7.	Literatur	557

Nach der erfolgreichen Begrenzung der Staubemissionen unterschiedlichster Industrieanlagen wurde seit Beginn der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts der Begrenzung von Schadstoffemissionen aus Verbrennungsanlagen eine besondere Bedeutung zugemessen. Dem Stand der Technik vorausgehend wurden neben Staub, SO₂ und Dioxin auch die gesetzlich einzuhaltenden Grenzwerte für NO_x Emissionen aus Abfallverbrennungsanlagen schrittweise gesenkt.

Dies hatte zur Folge, dass viele NO_x-Minderungsmaßnahmen, wie Verbrennungsoptimierungen, SCR- und insbesondere SNCR-Verfahren ständig weiterentwickelt werden mussten, um die schärferen Forderungen in verlässlich arbeitende Betriebsanlagen umzusetzen und den Stand der Technik neu zu bestimmen.

Dieser Beitrag beschreibt Lösungsmöglichkeiten, wie SNCR-Bestandsanlagen erüchtigt werden können, um auch die für Neuanlagen geltenden Anforderungen für NO_x-Abscheidegrad und NH₃-Schlupf bei vertretbarem Reduktionsmittelverbrauch einzuhalten.

1. Entwicklungsschritte der SNCR-Technik

Besonders gut für SNCR-Verfahren geeignet sind Verbrennungsanlagen, in denen der erste Abgaszug frei von Einbauten ist und die Abgasgeschwindigkeiten so gering sind, dass die Abgase im Feuerungsraum so weit abkühlen, dass die Reaktionen zur NO_x-Abscheidung schon vor dem Eintritt in die Berührungsheizflächen abgeschlossen sind.

Dies ist z.B. der Fall bei Rostfeuerungen wie in Verbrennungsanlagen für Abfall, Biomasse, Kohle, aber auch bei Wirbelschichtfeuerungen sowie kleineren Kohlekesseln, wie sie z.B. in Heizkraftwerken betrieben werden.

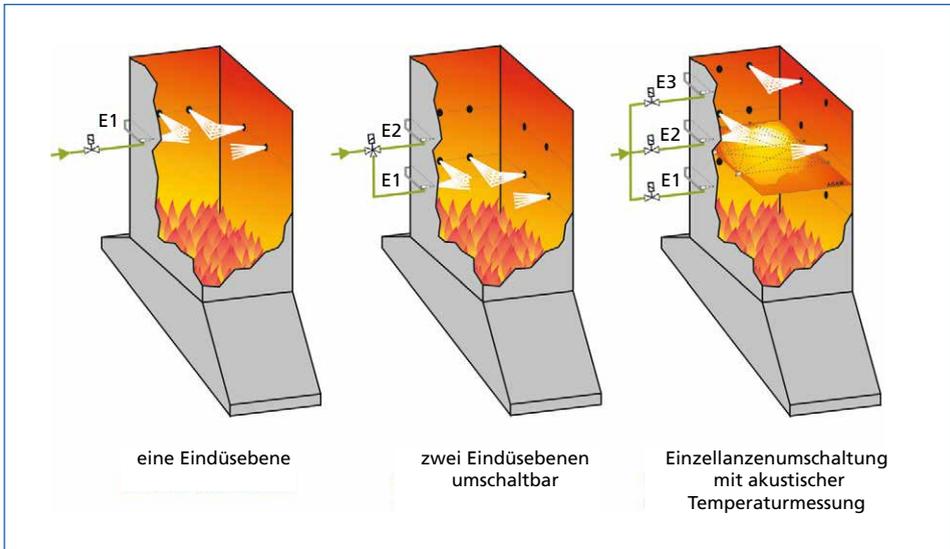


Bild 1: Entwicklungen der SNCR-Technologie

Mit den ersten SNCR-Anlagen, die in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Betrieb genommen wurden, konnten trotz relativ einfacher technischer Ausstattung die NO_x -Grenzwerte gemäß der 17. BImSchV von $< 200 \text{ mg/Nm}^3$ zuverlässig eingehalten werden. Da die Verbrennungsanlagen zumeist bei Volllast betrieben wurden [4] hielten sich die Schwankungen der Abgastemperaturen im ersten Kesselzug in akzeptablen Grenzen. Dem Ammoniakverlust wurde damals noch keine besondere Bedeutung beigemessen. Es galt der Grenzwert von $< 30 \text{ mg/Nm}^3$ gemäß der TA Luft, sodass eine SNCR-Anlage mit nur einer Eindüsebene für die Einhaltung der damaligen Grenzwerte ausreichend bemessen war.

Bild 1 zeigt wie das SNCR-Verfahren über die Jahre stufenweise weiterentwickelt wurde, um für die ständig steigenden Anforderungen Lösungen zu bieten. Das Konzept und die Funktion einer typischen SNCR-Anlage der ersten Generation für Harnstofflösung oder Ammoniakwasser als Reduktionsmittel wie sie für Verbrennungsanlagen gemäß der 17. BImSchV mit NO_x -Abscheidegraden bis zu 60 % betrieben wurden, sind je nach Anforderungen mit ein oder zwei Eindüsebenen ausgerüstet, die gegebenenfalls abhängig von der Last- und/oder der Abgastemperatur umgeschaltet werden (Bild 2).

Mit diesem Konzept können NO_x -Grenzwerte von 120 bis 150 mg/Nm^3 und einem NH_3 -Schlupf von $< 30 \text{ mg/Nm}^3$ verlässlich eingehalten werden, wenn die Eindüsen so angeordnet sind, dass die Eindüsung innerhalb des wirksamen Temperaturfensters

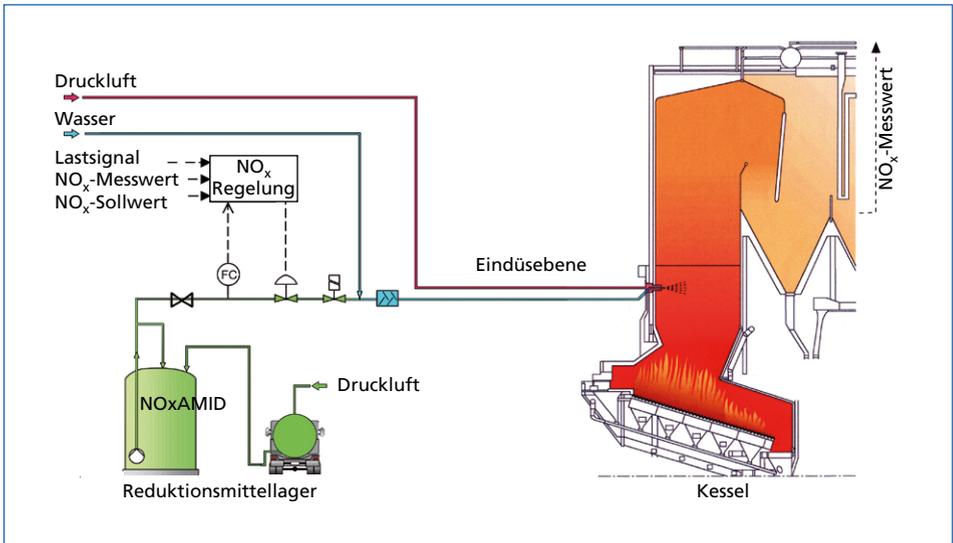


Bild 2: Verfahrensfließbild einer einfachen SNCR-Anlage

erfolgt. Temperaturschwankungen und -schieflagen, die an einer Stelle zu geringerer Abscheidung führen, werden hier durch höhere Abscheidegrade an einer anderen Stelle ausgeglichen.

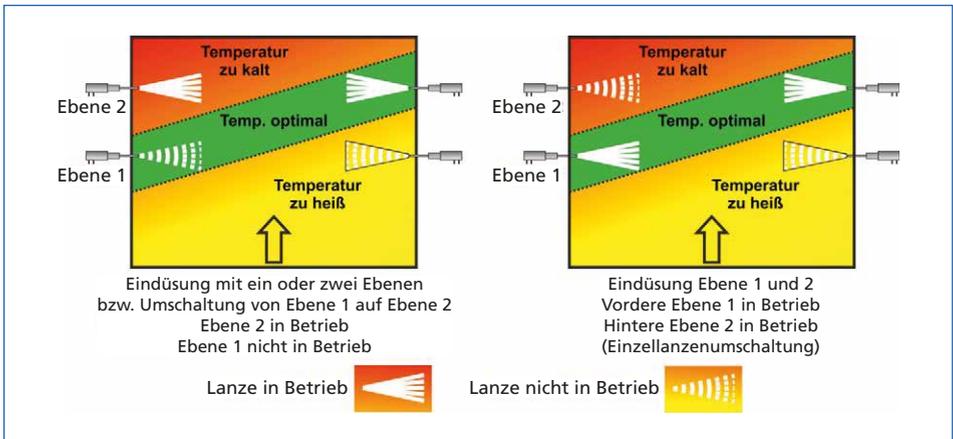


Bild 3: Temperaturverteilung

Um größeren Temperaturschwankungen und -schieflagen, die sich während des Betriebes ergeben, entgegenzuwirken und um den NH₃-Schlupf zu senken, haben sich zwei Eindüseebenen bewährt (Bild 3), die abhängig von der gemittelten Kesseldeckentemperatur umgeschaltet werden. Unter günstigen Betriebsbedingungen, wie

sie bei der Verbrennung homogener Brennstoffe und konstanter Kessellast vorzufinden sind, sind mit diesem Konzept auch NO_x -Reingaswerte $< 100 \text{ mg/Nm}^3$ möglich, wobei abhängig von Schieflagen der Abgastemperaturen und -strömungen hinsichtlich des NH_3 -Schlupfes und des Reduktionsmittelverbrauchs mit Einschränkungen zu rechnen ist. Bei großen Temperaturschieflagen zwischen der Front- und Rückseite der Feuerung hat sich die separate Umschaltung von halben Eindüseebenen - vorne oder hinten - bewährt.

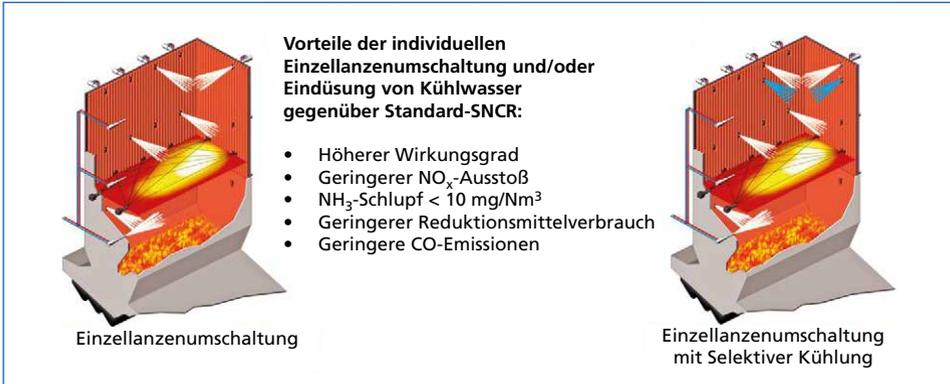


Bild 4: Einzellanzenumschaltung mit und ohne Selektive Abgaskühlung versus Standard-SNCR

Damit in allen möglichen Betriebsfällen das Reduktionsmittel immer in den optimalen Bereich des Temperaturfensters eingedüst wird, der hinsichtlich der NO_x -Abscheidung, des NH_3 -Schlupfes und des Reduktionsmittelverbrauchs am wirksamsten ist, werden in modernen Anlagen abhängig von den Abgastemperaturen Gruppen oder einzelne Eindüslanzen, geschaltet (Bild 4).

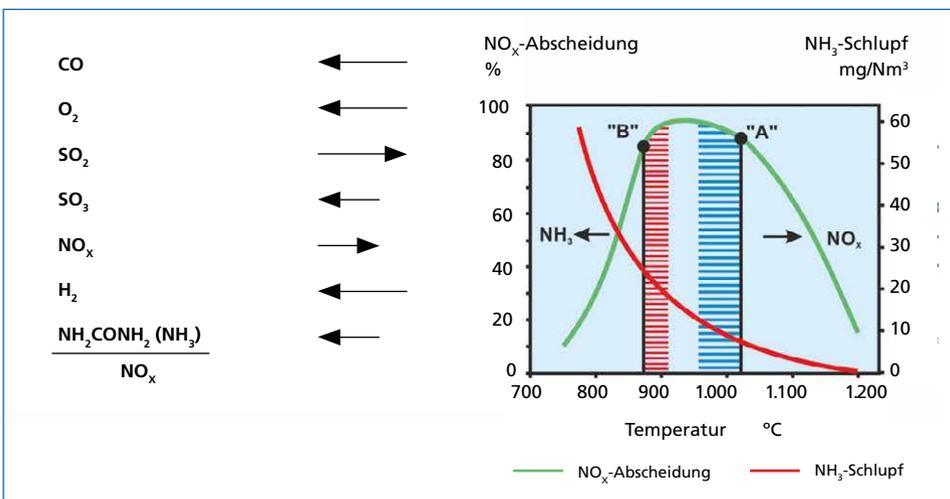


Bild 5: Einfluss der Abgasbestandteile auf das Temperaturfenster

Für die Prozessregelung der SNCR-Verfahren sind die Abgastemperaturen sowie die Abgaszusammensetzung von maßgeblicher Bedeutung (Bild 5). Welches von den folgenden Temperaturmessverfahren von Fall zu Fall angewendet wird, liegt im Wesentlichen an den spezifischen Anforderungen und der Genauigkeit und Verlässlichkeit der gemessenen Werte.

- Thermoelemente sind wegen der großen Empfindlichkeit gegen heiße Strahlungseinflüsse von der Feuerung und kalte von den Kesselwänden und Wärmetauschern nur mit Einschränkungen geeignet.
- Mit Absaugpyrometern kann man zwar relativ genaue Werte messen, aber wegen der aufwändigen Handhabung sind sie nicht für kontinuierliche Messungen einsetzbar.
- Mit der akustischen Temperaturmessung liegen z.Z. die meisten Erfahrungen für höchste Ansprüche vor.[5]
- Seit einigen Jahren werden zunehmend optische Spektralpyrometer eingesetzt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass mit geringerem Kostenaufwand ähnliche Abscheidegrade wie mit der Akustik möglich sind.

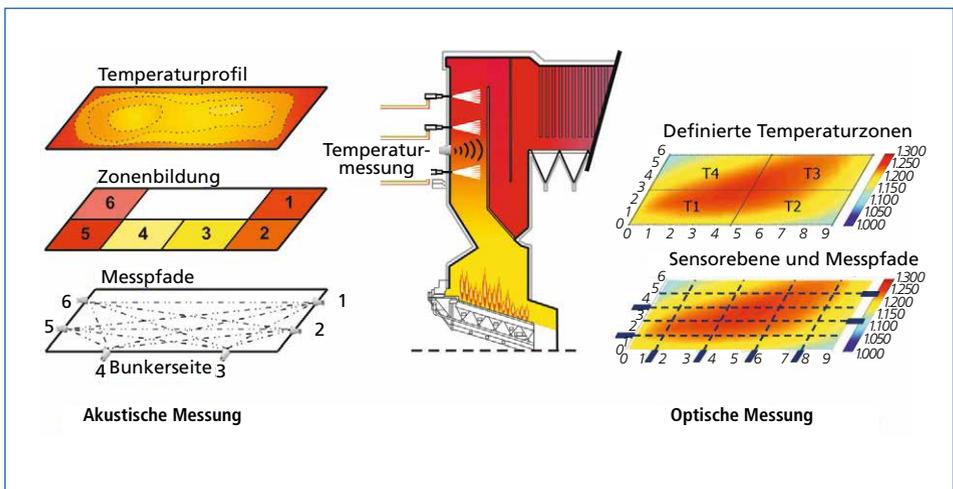


Bild 6: Berührungsfreie Temperaturmessverfahren

Beide Systeme, optisch und akustisch, haben ihre Vor- und Nachteile (Bild 6): Bei der akustischen Messung kommuniziert jede der an den Kesselwänden angeordneten Sende- und Empfängereinheiten abwechselnd mit den anderen Geräten. Hierdurch wird eine Vielzahl von Temperaturpfaden gebildet, die eine größere Auflösung ermöglichen. Mit Spektralthermometern wird dagegen mit einem Gerät jeweils nur ein Pfad gemessen, wodurch die Auflösung geringer ist. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass auch an schwer zugänglichen Stellen – z.B. zwischen den Wärmetauschern und einzelnen Eindüslanzen – hinreichend genaue Temperaturen gemessen werden können.

Einzelne Lanzen oder Lanzengruppen werden den in Zonen unterteilten Temperaturprofilen zugeordnet. Die Lanzen können dann abhängig von der gemessenen Abgastemperatur umgeschaltet werden. So wird sichergestellt, dass das Reduktionsmittel auch bei schnell wechselnden Abgastemperaturen an die für die Reaktion wirkungsvollsten Stellen gelangt und die SNCR-Anlage bezüglich NO_x -Abscheidungsgrad, NH_3 -Schlupf und Reduktionsmittelverbrauch immer im optimalen Bereich fährt.

Die im Dauerbetrieb erzielten Messergebnisse an mehreren Verbrennungsanlagen belegen, dass NO_x -Reingaswerte $< 100 \text{ mg/Nm}^3$ bei einem NH_3 -Schlupf $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ dauerhaft einzuhalten sind und sogar Werte, die deutlich darunter liegen, erreicht werden.

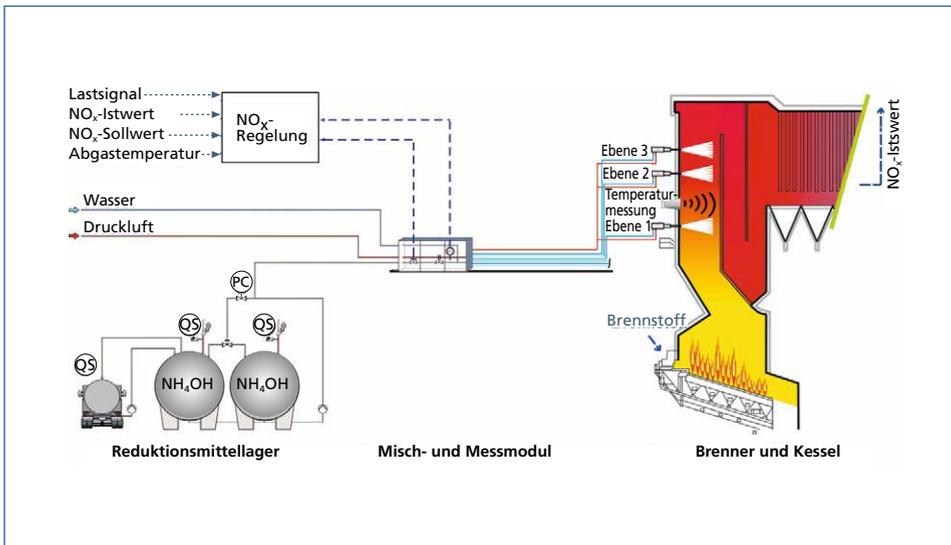


Bild 7: SNCR mit Einzellanzenumschaltung in drei Ebenen in einer Abfallverbrennungsanlage

In den Niederlanden z.B. wurden in der Abfallverbrennungsanlage Wijster die drei Reaktoren der SCR-Anlage außer Betrieb genommen und durch SNCR-Anlagen ersetzt [2]. Wegen der hohen Anforderungen (NO_x -Abscheidung von etwa 330 bis 350 mg/Nm^3 auf $< 60 \text{ mg/Nm}^3$ und NH_3 -Schlupf $< 10 \text{ mg/Nm}^3$) sind drei Eindüsenebenen mit jeweils sechs Lanzen installiert worden (Bild 7). Hierbei wird jede einzelne Lanze abhängig von der jeweiligen Zonentemperatur so angesteuert, dass das Ammoniakwasser immer in den optimalen Temperaturbereich in der Feuerung eingedüst werden kann.

In Bild 8 sind die NO_x -Tagesmittelwerte der ersten Anlage aufgezeichnet. Es ist deutlich zu sehen, dass die Emissionsanforderungen immer eingehalten werden. In den ersten sechs Monaten ist mit dem SNCR-Verfahren ein NO_x -Jahresmittelwert von $< 50 \text{ mg/Nm}^3$ tr. bezogen auf 11 % O_2 erreicht worden. Das ist vergleichbar mit der SCR-Anlage, deren NO_x -Jahresmittelwert bei 45 mg/m^3 lag.

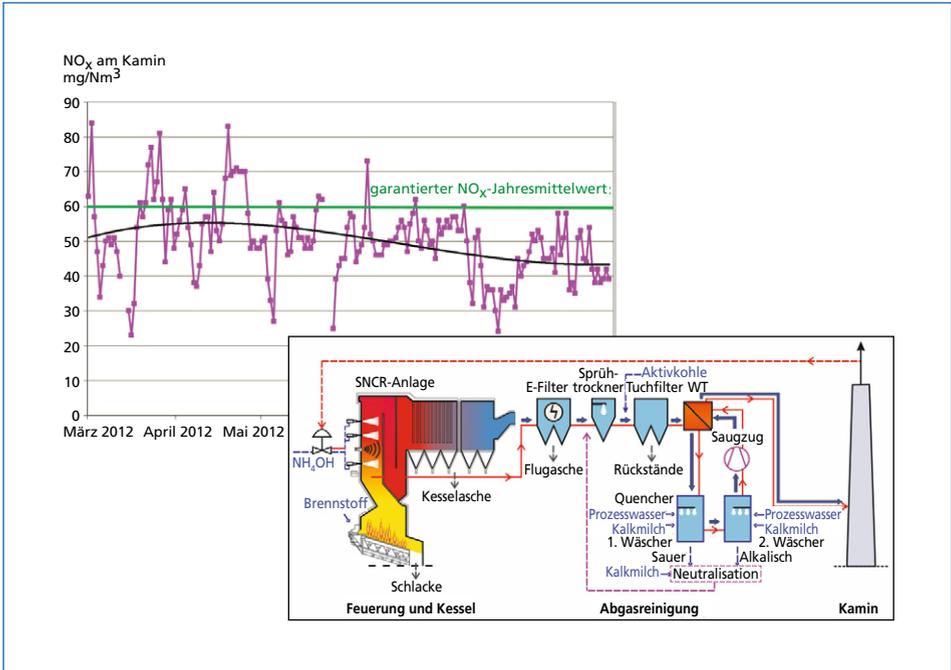


Bild 8: Langzeitergebnisse der MVA Wijster – Tagesmittelwerte und Verfahrensfließbild

Nach dem Umbau der anderen beiden Linien werden auch hier die garantierten NO_x -Reingaswerte sicher erreicht. Bemerkenswert ist, dass der NH_3 -Schlupf deutlich unter den Erwartungen liegt. Daher halten sich auch nach der Inbetriebnahme der beiden anderen Verbrennungslinien die NH_3 -Werte im Nebenprodukt aus der Abgasreinigung in vertretbaren Grenzen, sodass die vorgesehene Nachrüstung einer Anlage zum Strippen des Ammoniaks aus dem Abwasser nicht erforderlich war. Um den Verbrauch von Ammoniakwasser einzuschränken wurde der NO_x -Sollwert nach der Inbetriebnahme für alle drei Anlagen auf 60 mg/Nm^3 erhöht.

2. Nachrüstung oder Erneuerung bestehender SNCR-Anlagen

Mit älteren SNCR-Anlagen, die häufig schon mehr als zwanzig Jahre erfolgreich im Betrieb sind, können die zukünftigen Anforderungen nicht oder nur mit Einschränkungen erfüllt werden. Im Hinblick auf zukünftige NO_x -Grenzwerte $< 100 \text{ mg/Nm}^3$, NH_3 -Schlupf $< 5 \text{ mg/Nm}^3$ und minimalen Reduktionsmittelverbrauch ist eine Nachrüstung notwendig. Maßnahmen zur Ertüchtigung erfordern beispielsweise Ausrüstungen wie drei Eindüsenebenen, *Einzellanzenumschaltung* und akustische oder optische Pyrometer zur kontinuierlichen Messung der Abgastemperaturen.

Je nach Alter und Zustand der vorhandenen SNCR-Anlagen ist es unter Umständen möglich, die zusätzlich benötigten Armaturen in die Misch- und Messmodule einzubauen. Dies ist in den meisten Fällen jedoch nicht zu empfehlen oder auch nicht möglich,

da zusätzliche Bauteile Platz benötigen, der in den einfachen Anlagen der ersten Generation in den Misch- und Modulen nicht vorhanden ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass zu enge Platzverhältnisse die Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten erheblich erschweren können (Bild 9).

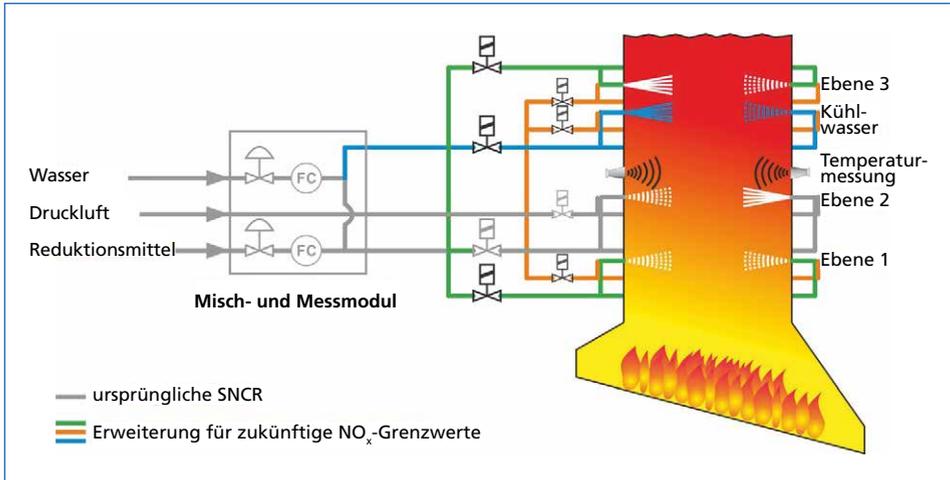


Bild 9: Verfahrensfießbild vor und nach Umrüstung



Bild 10: Misch- und Messmodule im ursprünglichen Zustand (links) und nach Umrüstung (rechts)

Auch wenn die vorhandenen Komponenten wie Regelventile, Druckhalteventile, Kugelhähne usw. weiter verwendet werden sollen, ist es oft sinnvoller, neue und größere Schränke zu verwenden und mit neuen Armaturen zu ergänzen. Es ist fast immer einfacher und damit kostengünstiger, die Misch- und Messmodule in neuen größeren Schränken in der Werkstatt neu aufzubauen, als die alten kleineren Schränke für den Einbau der zusätzlichen Teile vor Ort weiter zu verwenden.

Manchmal lassen die Platzverhältnisse im Kesselhaus die Aufstellung eines größeren Misch- und Messmoduls nicht zu. In solchen Fällen ist es denkbar, die zusätzlichen Armaturen direkt in die Rohrleitungen zwischen Modul und Eindüslanzen einzubauen.

3. Ammoniakwasser oder Harnstofflösung?

Bestehende SNCR-Anlagen wurden entweder für Harnstofflösung oder Ammoniakwasser geplant und werden seit der Inbetriebsetzung in der Regel mit den ursprünglichen Reduktionsmitteln betrieben. Wenn der Betreiber, aus welchen Gründen auch immer, auf das jeweils andere Reduktionsmittel wechseln will, ist dies grundsätzlich möglich.

Mit beiden Reduktionsmitteln werden vergleichbare Ergebnisse erzielt, wenn in das wirksame Temperaturfenster eingedüst wird. Obwohl das bei Ammoniakwasser etwa 50 °C niedriger liegt als bei Harnstofflösung, hat dies für Abfallverbrennungsanlagen wenig Bedeutung, da aufgrund der geringen Abgasgeschwindigkeiten im ersten Zug die optimalen Temperaturen sowohl für Harnstofflösung als auch für Ammoniakwasser vorliegen. Ammoniakwasser muss nur in einen Bereich eingedüst werden, wo die Abgastemperaturen entsprechend niedriger sind, was stromabwärts nahe der Kesseldecke der Fall ist.

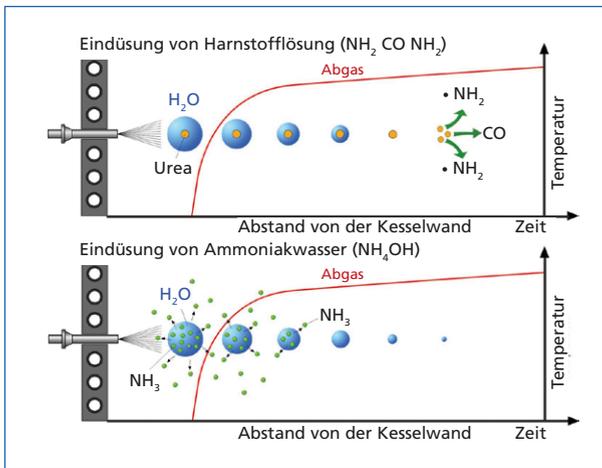


Bild 11:

NO_x-Abscheidung mit Harnstoff im Vergleich zu Ammoniakwasser

Der wesentliche Unterschied, der zwischen den beiden Reduktionsmitteln Ammoniakwasser und Harnstoff besteht, ist auf Bild 11 stark vereinfacht dargestellt.

- Der in Wasser gelöste Harnstoff kann sich erst in reaktionsfähige Radikale spalten, wenn das Wasser, welches die Harnstoffteilchen umgibt, komplett verdampft ist. Mit der Größe der Wassertropfen und der daraus resultierenden Eindringtiefe kann die Stelle im Abgas, wo die Reaktionen stattfinden sollen, im Voraus festgelegt werden. Wenn der Wassertropfen groß genug ist und weit genug getragen wird, erlaubt dies z.B. die Eindüsung in eine für die NO_x-Abscheidung zu heiße Stelle und ermöglicht die Reaktion an einer kälteren Stelle im Abgas. Die Masse des Verdünnungswassers,

das bei Harnstofflösung zusätzlich als Trägermedium verwendet wird, stellt mit relativ geringem Energieaufwand eine hohe Eindringtiefe sicher und kann gegebenenfalls das Abgas auf die gewünschte Temperatur abkühlen.

- In Anlagen dagegen, in denen Ammoniakwasser eingesetzt wird, dampft das Ammoniak unmittelbar nach Eintritt in den Kessel in die Abgase aus. Damit die optimale Eindringtiefe erzielt werden kann, muss der notwendige Impuls, wegen der gegenüber einem Wassertropfen geringeren Masse, durch höheren Energieaufwand erzeugt werden. Dies erfolgte bei älteren Anlagen durch eine Erhöhung der als Treibmedium eingesetzten Dampf- bzw. Luftmenge. Trotzdem ist eine homogene Verteilung sehr schwierig, da Abgase sehr zäh sind, und sich Gase ohnehin nur sehr schwer vermischen lassen. Dieser Nachteil, der bei Anlagen mit Ammoniakwasser oftmals zu einem erhöhten Ammoniakverlust geführt hat, kann weitgehend ausgeglichen werden, wenn auch für Ammoniak Verdünnungswasser als Trägermedium verwendet wird. Mit dem durch die Masse des Wassers erhöhten Impuls wird im Freistrah der Düse ein Unterdruck erzeugt, der das Ammoniakgas in den Freistrah saugt und mitreißt.

4. Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen

Viele Abfallverbrennungsanlagen werden in einem Leistungsbereich betrieben, der z.T. deutlich über der ursprünglichen Auslegung liegt. Dies hat zur Folge, dass die Abgase entsprechend heißer sind als zur Zeit der ersten Inbetriebnahme und sich das optimal wirksame Temperaturfenster, insbesondere am Ende der Reisezeit und wenn Ammoniakwasser als Reduktionsmittel verwendet wird, häufig in den zweiten Zug verschiebt. Mit den steigenden Temperaturen wird Ammoniak zunehmend zu NO_x oxidiert, wodurch die gewünschte NO_x -Abscheidung oft nur mit einem höheren Reduktionsmittelverbrauch und einem höheren Ammoniakverlust möglich ist.

Dem kann entgegengewirkt werden, indem zusätzliche Eindüslanzen in den zweiten Zug eingebaut und dann aktiviert werden, wenn die Abgastemperaturen zu hoch sind. Falls dies nicht möglich ist, erreicht man den gleichen Effekt durch die zusätzliche Eindüsung von Kühlwasser unter die jeweils heißesten Lanzen der obersten Eindüsebene. Einschlägige Ergebnisse und Erfahrungen mit der patentrechtlich geschützten *Selektiven Kühlung* belegen eine deutliche Verbesserung der NO_x -Abscheidegrade und der Reduktionsmittelverbräuche (Bild 12).

Gute Erfolge wurden inzwischen auch mit der Anwendung des *TWIN-NO_x*-Verfahrens erzielt. Hier werden die Vorteile der beiden Reduktionsmittel Harnstofflösung und Ammoniakwasser so kombiniert, dass das wirksame Temperaturfenster praktisch erweitert wird (Bild 13). D.h. in niedrigen Lastbereichen wird das hochvolatile Ammoniakwasser eingesetzt, wobei das Ammoniak sofort freigesetzt wird und mit dem NO_x reagieren kann. Bei Harnstofflösung verzögert sich die Reaktion, weil die NO_x -Reduktionen erst stattfinden können, wenn das Prozesswasser verdampft ist und die Harnstoffmoleküle zu reaktionsfähigen NH_2 -Radikalen und CO zerfallen sind. Bild 14 zeigt schematisch das Verfahrensbild einer SNCR-Anlage, die sowohl mit Harnstoff als auch Ammoniakwasser oder einer Mischung aus beiden Reduktionsmitteln betrieben werden kann.

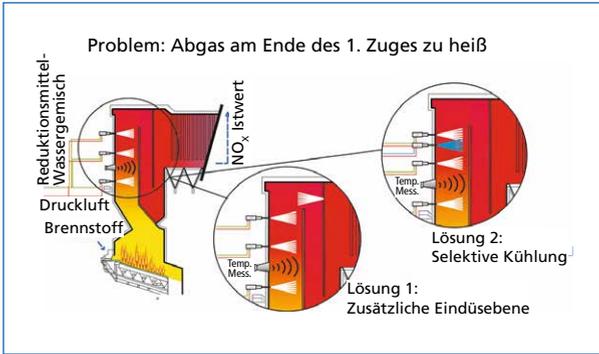


Bild 12:

Technische Lösungen bei zu hohen Abgastemperaturen

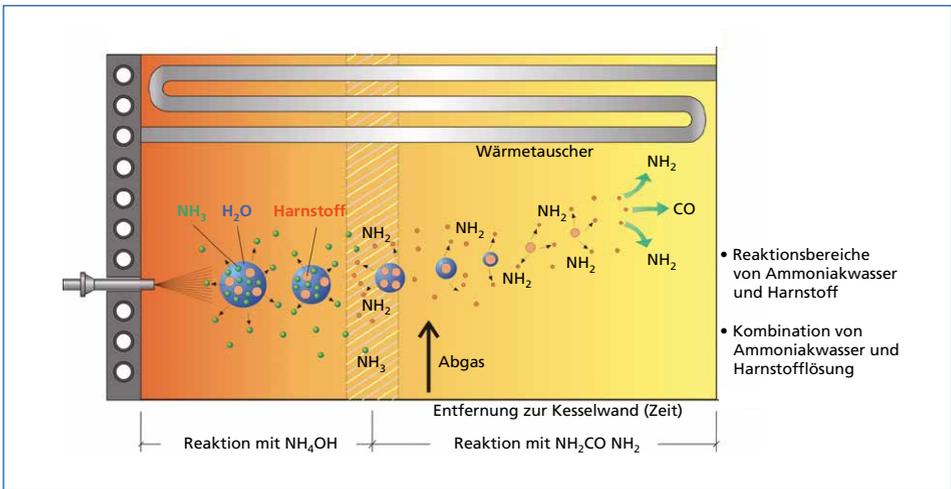


Bild 13: Erweiterung des Temperaturfensters durch Mischung von Harnstofflösung und Ammoniakwasser

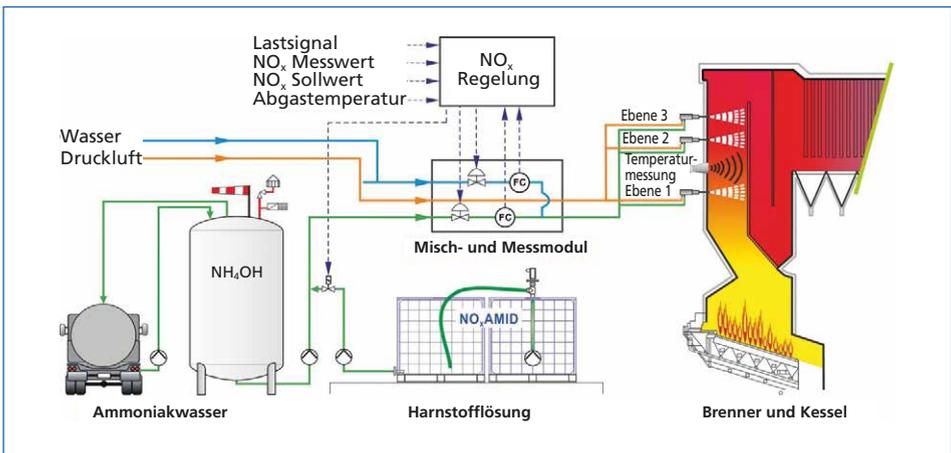


Bild 14: TWIN-NO_x-Verfahren – Verfahrensfließbild

5. Ergebnisse und Erfahrungen

Die Ergebnisse und Erfahrungen mit bereits nachgerüsteten SNCR-Anlagen belegen, dass die zukünftigen Grenzwerte für NO_x und Ammoniak sicher eingehalten werden.

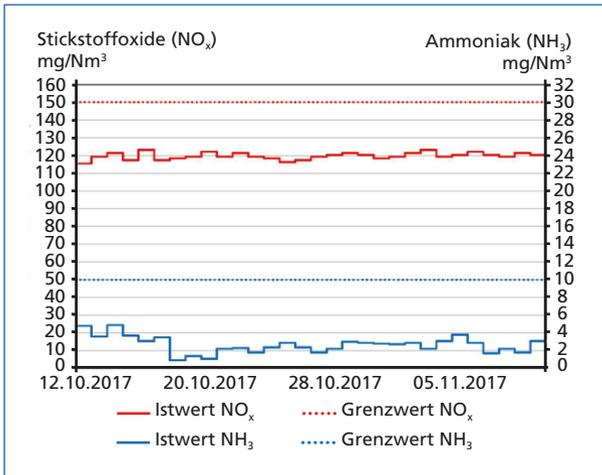


Bild 15:

Emissionswerte des Industriekraftwerks Rüdersdorf

Quelle: IKW Rüdersdorf GmbH, Rüdersdorf: IKW Rüdersdorf – Emissionswerte, <http://ikw-ruedersdorf.de/emissionswerte.htm>, 12.11.2017

Die beiden Verbrennungsanlagen in Salzbergen (Siedlungsabfall) und Rüdersdorf (Ersatzbrennstoff) wurden bereits nachgerüstet und halten die derzeit geltenden Grenzwerte $\text{NO}_x < 150 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ und $\text{NH}_3 < 5 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ zuverlässig ein, wie den nachstehende Daten zu entnehmen ist, die von den Betreibern veröffentlicht wurden (Bild 15, Bild 16).

Mit verhältnismäßig geringem Aufwand sind für diese und weitere Anlagen, die zur Zeit nachgerüstet werden, auch NO_x -Grenzwerte $< 100 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ zu erreichen.

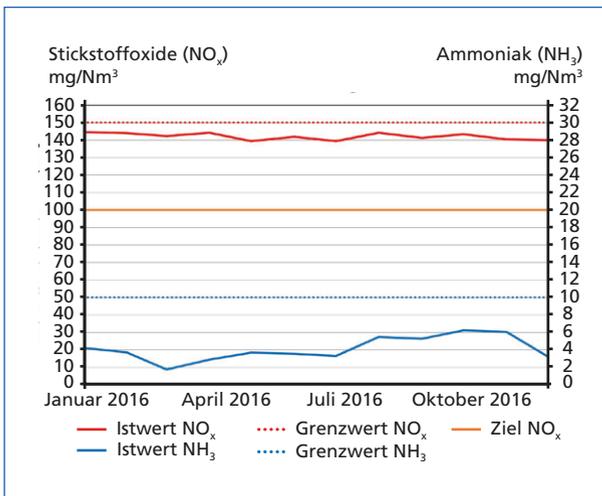


Bild 16:

Emissionswerte der MVA Salzbergen

Quelle: SRS EcoTherm GmbH, Emissionswerte der MVA Salzbergen 2016, <http://www.bisalzbergen.de/2016ZusammenfassungMVAwerte.pdf>, 12.11.2017

6. Zusammenfassung und Ausblick

Besonders in kleineren Verbrennungsanlagen, die z.B. Abfall oder Biomasse verbrennen, sind mit dem SNCR-Verfahren in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erzielt worden, sodass die zukünftigen Grenzwerte für NO_x und NH_3 sowohl für neue als auch für ältere Anlagen, die ursprünglich für höhere Grenzwerte ausgelegt wurden und nachgerüstet werden müssen, sicher eingehalten werden können. Trotzdem wird weiter daran gearbeitet, das SNCR-Verfahren zu verbessern.

Anfangsergebnisse mit neueren Techniken wie der *Einzellanzenumschaltung*, dem *TWIN- NO_x* -Verfahren, der *Selektiven Abgaskühlung* und der zielgerichteten Kombination mit Primärmaßnahmen weisen darauf hin, dass das Potenzial noch längst nicht ausgeschöpft worden ist.

Für die Ermittlung und Optimierung des Reduktionsmittelverbrauchs ist es von wesentlicher Bedeutung die abzuschheidende NO_x -Fracht, die ein Produkt aus NO_x -Konzentration und Abgasgeschwindigkeit ist, möglichst genau zu ermitteln. Erste Untersuchungen, um ein Profil der verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten zu erhalten, werden z.Z. durchgeführt.

7. Literatur

- [1] IKW Rüdersdorf GmbH, Rüdersdorf: IKW Rüdersdorf – Emissionswerte, <http://ikw-ruedersdorf.de/emissionswerte.htm>, 12.11.2017
- [2] Moorman, F.; von der Heide, B.; Stubenhöfer, C.: Umrüstung der Abfallverbrennungsanlage Wijster/Niederlande von SCR auf SNCR. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 10. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 683-702
- [3] SRS EcoTherm GmbH, Emissionswerte der MVA Salzbergen 2016, <http://www.bisalzbergen.de/2016ZusammenfassungMVAwerte.pdf>, 12.11.2017
- [4] von der Heide, B.: Ist das SNCR-Verfahren noch Stand der Technik? In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2008, S. 275-293
- [5] von der Heide, B.: SNCR-Verfahren der Zukunft für Großfeuerungsanlagen – Konzepte, Erfahrungen, TWIN- NO_x -Verfahren. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 623-635