

Wie zuverlässig sind Öl-NT-Heizkessel?

Prof. Helmut Burger*

Die in der Niedertemperaturheiztechnik gebildeten Schutzschichten werden aus Unkenntnis der Zusammenhänge manchmal als angebliche Rostquellen für Kesselauswürfe und damit verbundene Korrosionsspuren auf Dächern verantwortlich gemacht. Was wirklich hinter dem Thema „Kesselauswurf“ bei Öl-NT-Heizkesseln steckt und wie abgasseitige Korrosionsschäden durch konstruktive und regelungstechnische Maßnahmen in der Praxis vermieden werden, zeigt der folgende Beitrag.

Durch die besonderen Eigenschaften der mehrschaligen Konvektionsheizfläche können „Paromat“-NT-Heizkessel je nach Brennstoff mit Rücklauftemperaturen, bei Öl ca. 30 °C bzw. bei Gas von 40 °C, betrieben werden. Zur Rücklauftemperaturenanhebung wird üblicherweise eine Rücklaufbeimischpumpe eingesetzt,

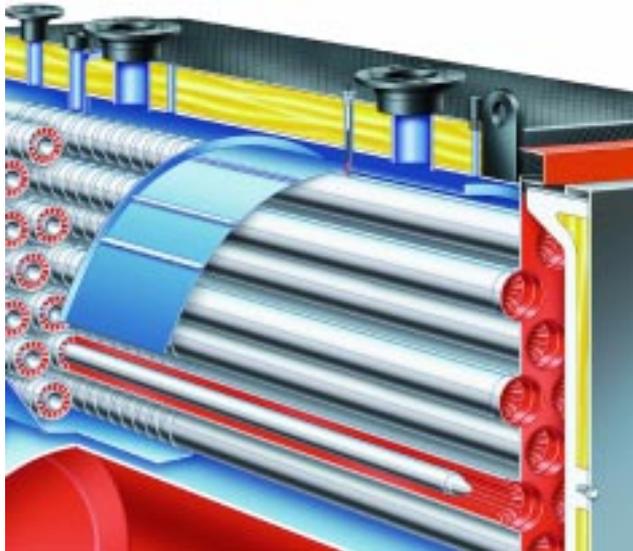


Bild 12 Anfahrtschaltung TRA/TSA: Die Rücklauf-temperatur wird im Bereich des Rücklaufstutzens gemessen. Gleichzeitig erfolgt die Erfassung von Rücklauf- und Kesselwassertemperatur

die beim Unterschreiten der Mindestrücklauf-temperatur durch einen Thermostat einschaltet, um die Rücklauf-temperatur entsprechend anzuheben. Die Entwicklung der sogenannte Anfahrtschaltung „TSA“ machen die Beimischpumpe zur Rücklauf-temperatur-anhebung bei „Paromat“-Kesseln überflüssig. Ein Temperatursensor, der in einer Tauchhülse in der Nähe des Kessel-rücklaufstutzens angeordnet ist (Bild 12), ermöglicht es, in gängigen hydraulischen Systemen auf die Beimischpumpe zu verzichten. Das vereinfacht die hydraulische Einbindung in entsprechende Heizkreise und reduziert die Anlagenkosten. Der Temperatursensor mißt bei Inbetriebnahme des Kessels oder nach Nacht- und Wochenend-abschaltung die Mischtemperatur aus Rücklauf- und Kesselwasser. Bei Unterschreiten einer werkseitigen eingestellten Temperatur werden über die Regelung die Mischer ausgewählter Heizkreise zugefahren und damit der Rücklaufvolumenstrom gedrosselt. Der reduzierte Volumenstrom sollte mindestens 50 % des Anlagenvolumenstroms betragen. Nach Erreichen der werkseitig eingestellten Temperatur werden die gedrosselten Heizkreise wieder freigegeben. Während der Aufheizphase bleibt der Brenner im Betrieb. In Zeiten, in denen keine Heizwärme benötigt wird, z.B. nachts oder in bestimmten Anwendungsfällen am Wochen-

ende, können „Paromat“-Kessel total abgeschalteten werden. Ein Betrieb auf Sockeltemperatur durch eine „Warmhalte-schaltung“ ist nicht erforderlich. Korrosionsbelastungen sind ausgeschlossen.

Das Problem mit dem „Kesselauswurf“

Aus Unkenntnis der Zusammenhänge der Niedertemperaturheiztechnik werden die gebildeten Schutzschichten manchmal als angebliche Rostquellen für Kesselauswürfe und damit verbundene Korrosionsspuren auf Dächern verantwortlich gemacht. Das ist weder zutreffend noch entspricht es den Tatsachen. Die gebildeten Schutzschichten haften fest auf den Oberflächen der Kesselwerkstoffe. Sie können auch aufgrund ihrer Konsistenz und ihrer Masse nicht abgetragen werden. So konnte es Ende der 80er Jahre dann erhebliche Korrosionser-scheinungen auch in gasbefeuerten Mittelkesseln geben, wenn diese Kessel in einer FCKW-haltigen Umgebungsluft standen.

* Prof. Dr.-Ing. Helmut Burger ist Mitglied der Geschäftsleitung der Viessmann Werke, 35107 Allendorf, Telefon (0 64 52) 7 00, Telefax (0 64 52) 70 27 80, und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Werkstofftechnik, Werkstoffprüfung und Schadensanalyse.

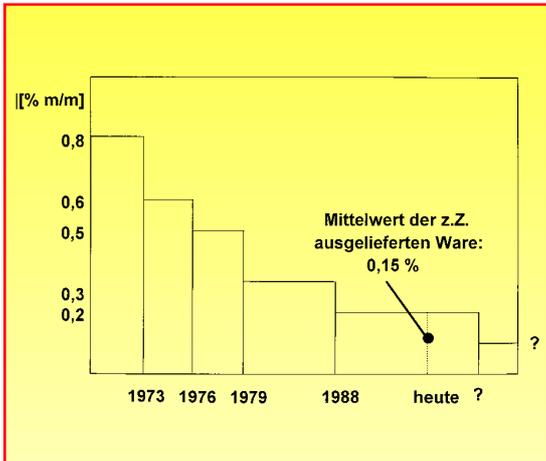


Bild 13 Maximal zulässiger Schwefelgehalt in Heizöl EL nach DIN 51 603-1 (Stand 1998)

Das kam z. B. während des Baugeschehens vor, wenn umfangreiche Farb- oder Klebearbeiten während des Kesselbetriebs durchgeführt wurden. FCKW, bekannt z. B. als Treibgase in Spraydosen, verbrannten in den Kesseln zu Salzsäure und führten zwangsläufig zur Korrosion. Selbst bei diesen erheblichen Korrosionsfällen trat kein Rostauswurf über Dach auf.

Auswurf von Schwebeteilchen

Austragungsfähige Partikel stammen nicht aus einer Korrosionsreaktion, sondern aus dem Verbrennungsvorgang. In Fachkreisen besteht Einvernehmen darüber, daß nur Schwebeteilchen ausgeworfen und in den Abgasanlagen bis über Dach getragen werden können. Sie haften ihrerseits auch nur relativ lose an den Kesselwänden und lassen sich leicht abbürsten. Es gibt unterschiedliche Quellen für derartige Schwebeteilchen:

- Aschepartikel aus Verbrennungsrückständen des Mineralöls ($\leq 0,01\%$ nach DIN 51603-1)
- Rußpartikel aus unvollständiger Verbrennung
- Staubpartikel aus staubhaltiger Verbrennungsluft
- Partikel aus nichtaschefrei verbrennbaren Heizöladditiven,
- Schwefelpartikel bei unvollständiger Verbrennung
- Schwefelsäuretröpfchen aus dem Brennstoffschwefel bei Säuretaupunktunterschreitung (Schwefelgehalt $\leq 0,20\%$ nach DIN 51603-1)

Schwefelgehalt im Heizöl

Bei Gas-Niedertemperaturheizkesseln sind Kesselauswürfe trotz des höheren Wassergehaltes der Abgase nicht bekannt. Insofern muß die Aufmerksamkeit auf den Schwefelgehalt des Heizöls und die Verbrennungsprodukte des Schwefels gerichtet werden. Hier hat die Mineralölindustrie in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, den Schwefelgehalt abzusenken. Bild 13 zeigt, daß die derzeitigen Schwefelgehalte bei etwa $0,15\%$ liegen. Mit der Absenkung des Schwefelgehaltes im Heizöl ist auch der Säuretaupunkt der Abgase reduziert worden, d. h. die Heizungsanlagen sind insgesamt noch sicherer gegenüber Säuretaupunktunterschreitung geworden. Insofern gibt es nur noch einzelne wenige Sonderfälle, in denen der Säuretaupunkt bei ungünstigen Konstellationen und Verhältnissen in der ge-

genügend gegenüber Säuretaupunktunterschreitung geworden. Insofern gibt es nur noch einzelne wenige Sonderfälle, in denen der Säuretaupunkt bei ungünstigen Konstellationen und Verhältnissen in der ge-

benheiten anzupassen. Die Abstimmung der Abgasanlage auf den Wärmeerzeuger ist die Voraussetzung für den einwandfreien und energiesparenden Betrieb. Die DIN-Reihen 4705 und 18160 berücksichtigen alle Fakten für die Bemessung sowie Ausführung. Wenn sich beim Austausch eines Wärmeerzeugers die maßgebenden Werte Abgasmassenstrom, Abgastemperatur und notwendiger Förderdruck ändern, muß die Eignung des Schornsteins neu festgestellt werden. Die erfaßten Daten sowie die Bemessung nach DIN 4705 werden geprüft, wobei sich herausstellt, ob Wärmeerzeuger und Schornstein zueinander passen oder ob weitere Maßnahmen getroffen werden müssen. Nach VOB Teil C DIN 18380, Ziff. 3.1.6 gehört es zu den Pflichten eines Auftragnehmers, die baulichen Verhältnisse vor Beginn der Arbeiten auf Eignung der Durchführung seiner Leistung zu prüfen, d. h. festzustellen, ob der bestehende Schornstein für den neuen Wärmeerzeuger geeignet ist. Wertvolle Hinweise dazu gibt das vom VdZ und ZIV herausgegebene

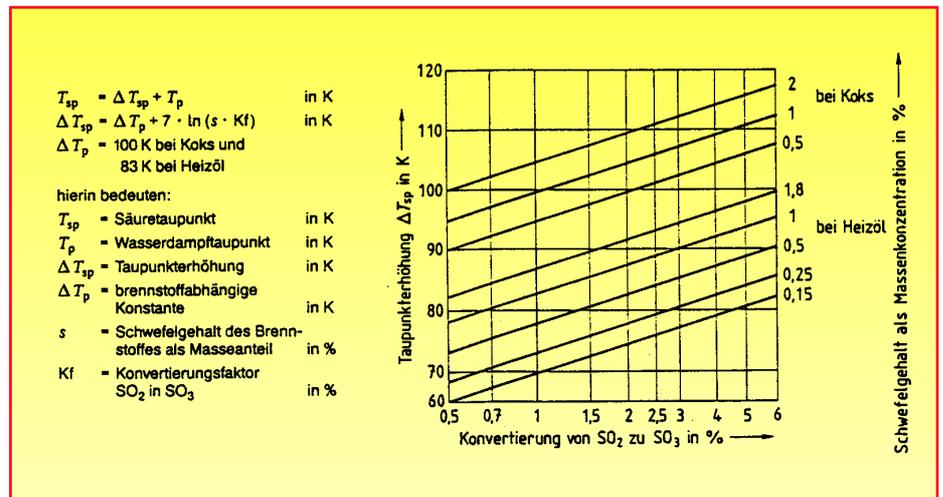


Bild 14 Taupunkterhöhung ΔT_{sp} durch Schwefelsäure im Abgas

samen Heizanlage unterschritten wird. Diese Unterschreitung tritt in der Regel weniger im Kessel, sondern mehr in den nachgeschalteten Abgaswegen ein. Insofern erfordern Bauart und Betriebsweise der Niedertemperatur-Heizanlagen einen darauf abgestimmten Schornstein.

Abstimmung der Heizungsanlage

Bei Neuanlagen läßt sich die oben genannte Forderung durch richtige Querschnittsbestimmung und Auswahl sowie Erstellung der Abgasanlage einfach erfüllen. Bei vorhandenen Anlagen ist es das Ziel, bei Austausch der Feuerstätte den vorhandenen Schornstein im Rahmen der Möglichkeiten weiter zu verwenden und den neuen Gege-

Merksblatt „Abstimmung Wärmeerzeuger-Abgasanlagen, Heizungsanlagen heute – die Abgasanlage gehört dazu“ [4] bzw. das BDH-Kompendium [5].

Häufig ist es auch möglich, ohne eine aufwendige Querschnittsanpassung den vorhandenen Schornstein nach dem Austausch des alten Heizkessels weiter zu verwenden. In diesen Fällen sollten in der Reihenfolge des Nutzens z. B. folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

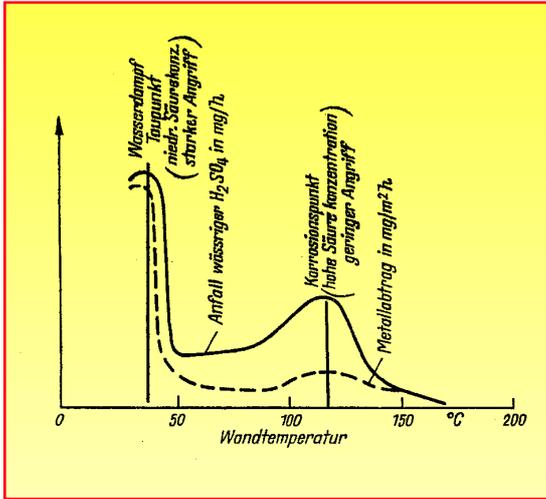


Bild 15 Korrosion und Niederschlagsmenge in Abhängigkeit vor der Wandtemperatur nach Jenkinson

- Einbau einer Nebenluftvorrichtung nach DIN 4705
- äußere Wärmedämmung des Schornsteins in Kalträumen mit mineralischen nicht brennbaren Baustoffen ohne Dampfsperre
- Wärmedämmung des Verbindungsstückes mit nicht brennbarem Material von mindestens 25 mm Dicke
- Erhöhung der Abgastemperatur nach Angaben oder in Abstimmung mit dem Gerätehersteller.

Letztere Maßnahme sollte aber nur vorübergehend genutzt und als eine Art ultima ratio betrachtet werden, da über die Abgastemperaturerhöhung die Effizienz reduziert wird. Es stehen andere wirksame Möglichkeiten zur Verfügung. Fachwissen und Kompetenz des Heizungsbauerhandwerkes stehen für die richtige Ausführung der Heizungsanlage, Fachwissen und Kompetenz der Schornsteinfeger für die sichere Abnahme der Anlage zur Verfügung.

Analyse von Sonderfällen

Falls sich in Sonderfällen „Kesselauswurf“ bemerkbar macht, wird er daher in der Regel durch schwefelhaltige Schwebeteilchen oder durch eine Überdosierung von Heizöladditiven verursacht.

Schwefelhaltige Schwebeteilchen

Der im Heizöl enthaltene Brennstoffschwefel wird zu SO_2 verbrannt und oxidiert in einem Größenverhältnis von 1 bis 5 % zu SO_3 auf. Je nach Konvertierungsrate kann

sich der Taupunkt um ca. 20 °C erhöhen. Die Taupunkterhöhung durch Schwefelsäuren im Abgas kann aus Bild 14 entnommen werden. Für die genaue Bestimmung des Säuretaupunktes ist die Kenntnis der Konvertierung von Schwefeldioxid in Schwefeltrioxid notwendig (als Anhaltswert kann davon ausgegangen werden, daß die Volumenkonzentration an Schwefeldioxid (SO_2) etwa 1 % der des Schwefeldioxids beträgt) [3]. Die zugehörigen Säuretaupunkte liegen dann im Bereich von 110–120 °C. Wenn sich in den Abgaswegen lokale Zonen, Oberflächen oder Partikel mit tiefen Temperaturen befinden, kann SO_3 in Form von Schwefelsäure an diesen Flächen oder Partikeln auskondensieren. Die Konvertierungsrate kann

durch Rußpartikel und eisenhaltige Aschepartikel katalytisch erhöht werden. Insofern sind die Schwefelsäureteilchen häufig mit Eisen vergesellschaftet. Es sind aber auch katalytische Reaktionen an organischem Ruß möglich, die kein Eisen beinhalten. Insofern wird in derartigen Fällen auch kein Eisen im Auswurfpartikel gefunden: es handelt sich hier um an Rußpartikel gebundene Schwefelsäure. Ein derartiger „Auswurf“



Bild 16 Eisenhaltige Verbrennungspartikel auf der keramischen Dämmplatte

kann durch die Abgastemperatur gesteuert werden. Die Anhebung der Abgastemperatur führt meist zum sofortigen Stopp des Auswurfes. Das ist auch ein eindeutiges Indiz dafür, daß es sich um mehr spontane Kondensationsreaktionen im Abgas und nicht um Korrosionsreaktionen auf Oberflächen handelt, die langfristig ablaufen. Die kondensierten Schwefelsäuretröpfchen sind hinsichtlich eines Korrosionsverhaltens nicht als problematisch einzustufen. Einerseits werden sie durch die gealterte Schutzschicht aus der NT-Technik vom Grundmaterial ferngehalten. Andererseits wirkt konzentrierte Schwefelsäure wenig abtragend auf Eisenteile, da sich dann eine eigene Schutzschicht ausbildet. Insofern

kann konzentrierte Schwefelsäure auch in Stahlbehältern gelagert werden. Diese Zusammenhänge wurden im übrigen bereits 1956 von Jenkinson publiziert [6] (siehe auch Bild 15).

Heizöladditive

In den letzten Jahren sind noch einige wenige Fälle bekannt geworden, die über Heizöladditive zu „Kesselauswurf“ geführt haben. Bei der Ursachenanalyse wurden in der Regel Überdosierungen von Additiven ermittelt, die als Verbrennungverbesserer dem Heizöl zugesetzt werden und nicht rückstandslos verbrennen. Nach Reinigung der Kessel und der Abgasanlage und dem Einsatz von un- oder normaldosiertem Heizöl traten diese Erscheinungen nicht wieder auf. Es besteht kein Grund, selbst in derartigen Fällen, auf den Einsatz der energieeffizienten Öl-Niedertemperaturtechnik zu verzichten. Ein typisches Kennzeichen von Verbrennungsrückständen aus Überdosierungen mit eisenhaltigen Verbrennungverbesserern ist die „rötlich-braune Einfärbung“ von Kesselwandungen (Bild 16). Hier ist die keramische Dämmplatte des Öl-Niedertemperaturheizkessels mit rötlichen Eisenoxidverbindungen belegt. Da die keramische Dämmplatte frei von Korrosionsreaktionen ist, wird damit der Charakter der Partikel als Resultat aus einer nichtrückstandsreichen Verbrennung dokumentiert. Derartige Partikel können auch über Dach ausgetragen, und bei ungünstigen Abströmverhältnissen auf dem Dach abgelagert werden.

Wartung ist notwendig

Für Pkw-Besitzer ist es eine Selbstverständlichkeit, ein Fahrzeug regelmäßig zur Inspektion zu bringen. Wartungsintervalle von 15 000 km und mehr sind die Regel. Vergleicht man die jährliche Betriebszeit einer Heizungsanlage mit der eines Autos, so können allein die Brennerlaufzeit eines Heizkessels einer Fahrleistung von rund 100 000 km pro Jahr entsprechen. Diese Strecke ohne Kundendienst zurückzulegen käme sehr wenigen Fahrzeughaltern in den Sinn. Bei Heizungsanlagen sind Wartungen leider noch nicht die Regel. Laut einer Umfrage des Zentralverbandes Sanitär-Heizung-Klima werden nur etwa 17 % der Heizungsanlagen in Deutschland regelmäßig „per Vertrag“ gewartet, obwohl die Ablä-

gerungen von Verbrennungsrückständen auf der Kesselheizfläche bei nur einem Millimeter Dicke den Energieverbrauch um ca. 3 % ansteigen lassen. Aber nicht nur im Interesse der Energieeffizienz sollte gereinigt werden. Verbrennungsrückstände und Rußansätze sind häufig aufgrund der katalytischen Reaktion mit Schwefelsäure und Sulfaten beladen die mit Feuchtigkeit aggressiver reagieren können. Insofern sollten mit Verbrennungsrückständen verschmutzte Heizflächen vor einem absehbarem Kesselstillstand gereinigt werden.

Zusammenfassung

- Die Betriebsweise der NT-Heizkessel, um Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitiger Betriebssicherheit und langer Nutzungsdauer zu erreichen, stellt spezifische Anforderungen an die Kesselkonstruktion und an die Wärmeübertragungsflächen. Neben Verminderung der Bereitschaftsverluste und der Strahlungsverluste sind spezifische Heizflächen entwickelt worden, die die thermodynamischen und korrosionstechnischen Anforderungen für die NT-Betriebsweise erfüllen. Insofern

gehört die Öl-NT-Technik zu den heiztechnischen Anlagen mit der höchstmöglichen Betriebssicherheit.

- Seit Jahren sind abgasseitige Korrosionsschäden an Öl-/Gas-Niedertemperaturheizkesseln unbekannt. Die konstruktive Auslegung der Niedertemperaturheizkessel ist so abgestimmt, daß Korrosionsschäden in Form von Durchrostungen nicht mehr eintreten können. Diese sind früher nach der Umstellung von kohlebeheizten Kesseln auf Gas- oder Heizölbetrieb vorübergehend aufgetreten und zwar im Bereich des Rücklaufwassereintritts, also an der kältesten Stelle des Kessels. Das ist durch konstruktive und regelungstechnische Maßnahmen seit Jahren behoben. Die Auswertungen der langjährigen Praxis zeigen, daß die Gestaltung der Kesselheizflächen z. B. in der Ausführung mit Verbundheizflächen keine heizgasseitigen Korrosionsschäden mehr zulassen. Seit 1980 sind mehr als 2,5 Millionen Öl-NT-Kessel mit zweischaligen Heizflächen eingebaut und betrieben worden. Sie haben sich nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland und im westeuropäischen Ausland, sondern

auch in Übersee, sogar unter extrem ungünstigen Betriebsbedingungen bewährt. Die heizgasseitige Korrosionsschadensquote ist gleich Null.

- Ein sogenannter „Kesselauswurf“ ist, sofern er in wenigen Sonderfällen eintritt, auf Schwebeteilchen zurückzuführen, die durch Unterschreitung des Säuretaupunktes entstehen oder aus Verbrennungsreaktionen stammen können.

Literatur

- [1] Feist, Wolfgang: „Energieeffiziente Heizsysteme im Niedrigenergiehaus“. Planer-Forum 1998. Neuaufgabe 2000, Baucom-Verlag, Böhl-Iggelheim. Zu beziehen über Viessmann Werke, Allendorf/Eder
- [2] Benz, P. et al.: „Ablagerungsmechanismen und Korrosion von Heizkesseln, die mit tieferen Temperaturen betrieben werden“. Paul Scherrer Institut, Bericht Nr. 21, Nov. 1988
- [3] DIN 4705: Feuerungstechnische Berechnung von Schornsteinabmessungen, Oktober 1993.
- [4] Merkblatt: Abstimmung Wärmeerzeuger-Abgasanlage. VdZ/Köln, ZIV/St. Augustin, März 1997
- [5] Kompendium: Technische Informationen für Heizungsfachfirmen. Informationsblatt Nr. 5: Abgasanlagen für Moderne Wärmeerzeuger – Hinweise für Planung und Ausführung. BDH/Köln, 1999
- [6] Jenkinson, J.-R.: „Low-Temperature Deposits and Corrosion in Boilers“, ASME-Paper 56-A-184, siehe auch: Reinders, H.: „Korrosionsprobleme in heiztechnischen Anlagen“, VDI-Verlag Düsseldorf 1965. □