



BOSCH
Technik fürs Leben

Fachbericht

www.bosch-industrial.com

Vermeidbare Belastungen an Heißwasserkesselanlagen

Dr.-Ing. Eberhard Franz
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH

Niederdruck- und Hochdruck-Heißwasserkesselanlagen zur Erzeugung von Heizwärme unterliegen einer Reihe von Belastungen, die eine mehr oder minder starke Beanspruchung des Kesselkörpers bewirken. Hierbei sind zwei Hauptfaktoren maßgeblich:

1. Einflüsse vom Netz
2. Einflüsse durch den Brennerbetrieb.

Einflüsse vom Netz

Netzseitige Einflüsse werden dem Kessel aufgedrückt und können vom Kesselhersteller in der Regel nicht beeinflusst werden. Folgende negative Einflussfaktoren können aufgezählt werden.

Ungünstige Wasserverhältnisse

Diese Einflüsse gelten als allgemein bekannt und führen zu Korrosionen bzw. Belagbildungen. Schäden durch ungeeignete Wasserführung können durch die am Markt verfügbaren Wasseraufbereitungsanlagen sowie Chemikaliendosiereinrichtungen sicher verhindert werden, wenn die Überwachung der Wassergüte dem Regelwerk entsprechend erfolgt.

Durchflussstörungen durch ungenügende Durchströmung des Kessels infolge netzseitiger Pumpen- und Stellventileinstellungen

Bei zu geringer Durchströmung des Heißwasserkessels, z. B. dann, wenn die Netzpumpe zugleich Kesselumwälzpumpe ist und mittels Drehzahlregler last- oder druckabhängig heruntergeregelt wird, bzw. wenn die Netz-Stellventile einen Wasserfluss Richtung Kessel unterbinden, können im Kessel instationäre Strömungszustände eintreten. Sie begünstigen örtliche Überhitzungen und Dampfblasenbildung.

Des Weiteren können Störungen durch Fehlschaltungen der Temperaturregler und -begrenzer auftreten, da die Sensoren nicht mehr ausreichend angeströmt werden. Aus diesem Grund sollte eine Zwangsdurchströmung des Kessels während des Brennerbetriebes gewährleistet werden. Mittels eines Strömungswächters lässt sich die Überwachung der erforderlichen Mindestdurchströmung einfach realisieren.

Zu hohe Spreizungen zwischen dem Kesselrücklaufwasser und dem Kesselvorlaufwasser

Zu hohe Temperaturdifferenzen zwischen dem vom Heizungsnetz zurückkommenden Wasser und dem im Vorlauf abgeführten, vom Kessel aufgeheizten Wasser, führen immer zu Dehnungs- und Wärmespannungen innerhalb des Kessels.

Zu Dauerschäden kann es kommen, wenn die zwischen Vorlauf und Rücklauf bestehende Temperaturdifferenz zu große Werte erreicht, die schlimmstenfalls dazu noch häufig und rasch variieren. Diesen Einflüssen kann durch eine Rücklauftemperaturregelung begegnet werden, welche sicherstellt, dass eine festgelegte Mindestrücklauftemperatur nicht unterschritten bzw. eine maximale Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf nicht überschritten wird.

Zu niedrige Temperaturen des Netzurücklaufs

Zu niedrige Temperaturen des Rücklaufs in den Kesseln unterhalb der brennstoffabhängigen Taupunkttemperatur des Abgases können zur Kondensation in den Rauchgaswegen führen, mit der Folge von Korrosion, Verstopfung der Rauchgasrohre etc.. Dies gilt auch für den Kaltstart des Kessels bzw. der Anlage.

Eine Unterschreitung der vom Kesselhersteller vorgeschriebenen Mindestrücklauftemperatur kann, wie beschrieben, durch die entsprechenden Einrichtungen bei richtiger Planung und Auslegung sicher verhindert werden.

Beim Kaltstart des Kessels oder der Anlage ist darauf zu achten, dass vorrangig der Kessel mit kleiner Brennerleistung und voller Wasserdurchströmung im Kesselkreislauf aufgeheizt und erst nach Erreichen der zulässigen Rücklauftemperatur das Netz zugeschaltet wird. Mit der Netzzuschaltung ist auf die Einhaltung der Kesselrücklauftemperatur zu achten. Durch die oben beschriebene Rücklauftemperaturregelung ist dieser Vorgang automatisierbar.

Druckschwankungen aufgrund von Mängeln in der netzseitigen Druckhaltung

Durch entsprechende Vorrichtungen im Netz ist ein möglichst konstanter Netzdruck aufrecht zu erhalten und die für das Gesamtnetz notwendige Druckhöhe in allen Betriebszuständen

zur Verhinderung von Ausdampfungen sicherzustellen. Durch falsche Bedienung von Schließorganen bzw. durch ungünstiges Verhalten von Druckregelgliedern für die Netzdruckregelung kann es zu erheblichen Druckschwankungen kommen, die auf die Kesselwandungen einwirken und zu Dauerschäden an exponierten Stellen des Kessels führen.

Hierbei gilt es auch zu berücksichtigen, dass der Netzdruck einen gewissen Sicherheitsabstand (20 %) zum Sicherheitsventilansprechdruck aufweist, um so ein ungewolltes Ansprechen des Maximaldruckwächters bzw. Sicherheitsventiles zu vermeiden.

Zu hohe Differenzen zwischen Betriebsdruck und dazugehöriger Satttdampf Temperatur zur tatsächlich gefahrenen Vorlauf Temperatur

Heißwasserkessel stellen ihren Betriebsdruck nicht durch die eigene Wärmezufuhr ein, wie dies z. B. bei Dampfkesseln der Fall ist. Es besteht keine Einheit zwischen Kesselwassertemperatur und der zugeordneten Satttdampf Temperatur.

Aufgrund geodätischer Verhältnisse eines Heißwassernetzes ist es häufig nötig, trotz relativ niedriger Heißwasservorlauftemperaturen, einen relativ großen Netzdruck zu halten.

Der hohe Netzdruck bestimmt die Kesselwandung, die mit zunehmendem Konzessionsdruck dicker wird. Mit zunehmender Materialdicke können sich, insbesondere bei ungünstigen Betriebszuständen und infolge von Belagbildung bzw. durch falsche Wasserführung, die Materialwandtemperaturen beheizter Bauteile erhöhen. Folge: Aufgrund der geringeren Elastizität des Druckkörpers führt dies zu zusätzlichen Beanspruchungen.

In Verbindung mit häufig wechselnden Ein- und Ausschaltintervallen des Brenners kann dies zu dauerhaften Kontraktionen und Extraktionen und nach einer gewissen Lastwechselzahl zur Ermüdung von Bauteilen führen.

Zusätzlich können sich Dampfblasen durch den aufgedrückten Außendruck nicht mehr ungehindert von den Heizflächen lösen, so dass die auf den Heizflächen länger anhaftenden und anwachsenden Dampfblasen Ursache für örtlich erhebliche Temperaturerhöhungen sind.

Aus all diesen genannten Gründen sollte die Absicherungstemperatur zwar mit einem ausreichenden Abstand zur gewünschten Betriebstemperatur festgelegt werden, zusätzliche Reserven bei der Druckfestlegung über die betriebsnotwendigen Werte hinaus sind jedoch zu vermeiden.

Die Absicherungstemperatur sollte bei Hochdruck-Heißwasserkesseln mindestens 20 K unterhalb der zugeordneten Satttdampf Temperatur – vom Absicherungsdruck – liegen. Bei Kesseln nach Druckgeräterichtlinie, d. h. Sicherheitstemperaturbegrenzer > 110 °C, müssen diese Belange besonders beachtet werden.

Bedingungen, die sehr hohe statische Drücke verlangen, wie z. B. Hochhäuser, Fernsehtürme sowie bergiges Gelände, bedürfen der Einschaltung von Wärmetauschern, um die statischen Einflüsse auf den Kessel zu unterbinden und damit eine der Satttdampf Temperatur entsprechende Druckaufbringung zu ermöglichen.

Ungünstige Einflüsse der Raumheizungsregelungen

Da Heißwasserkesselanlagen größtenteils für Heizzwecke eingesetzt werden, die die Versorgung von mehreren Wohnblöcken sicherstellen, z. B. bei Fernheiznetzen, haben die Wohnblöcke nachgeordnete Temperaturregelungen. Die Abstimmung dieser Regelungen mit dem Heizwerk ist wichtig, da bei den üblicherweise vorhandenen, witterungsgeführten Regelungen zur Energieeinsparung Nachtabsenkungen durch Zeitprogrammenschaltungen des Heizkreises vorgenommen werden, welche dann bei gleichzeitigem Umschalten mehrerer Regelgruppen zu einem sprunghaft ansteigenden Wärmebedarf führen.

Hier ist es notwendig, solche Regelkreise aufeinander abzustimmen und zeitverzögert zu schalten, so dass eine extreme Spitzenbelastung des Heizwerkes vermieden wird. Eine unkoordinierte Betriebsweise der Heizungsregelung kann zu extremen Kesselbelastungen und zu den beschriebenen Betriebszuständen sowie Schäden führen.

Einflüsse durch den Brennerbetrieb

Zu große Brenner im Verhältnis zur tatsächlich benötigten Kesselmaximalleistung

Überdimensionierte Brenner haben zu viele Ein- und Ausschaltungen. Dadurch werden Temperaturwechsel verursacht, die insbesondere bei Kesselanlagen mit Gasfeuerung und langen Vorlülzeiten extrem sein können.

Brenner erzeugen im Feuerraum Temperaturen von 1700 ... 1900 °C. Während der Phase der Feuerraumvorlüftung mittels Frischluft aus dem Kesselhaus (Kesselhaustemperaturen betragen ca. 20 ... 30 °C) findet eine Unterkühlung der vorher heißen Kesselwandungen statt. Durch diesen Durchspül- und Kühlprozess wird auch die Wassertemperatur abgesenkt.

Anschließend zündet der Brenner und schaltet meist in die obere Leistungsstufe. In extremen Schwachlastphasen wird er sehr häufig bereits während des Hochlaufens wieder abgeschaltet, um dann, oft kurz danach, wieder eingeschaltet zu werden. Durch diese dauernde Temperaturwechselbeanspruchung zwischen Aufheizen und Durchlüften, kommt es zwischen Feuerraum und Kesselmantel zu Dehnungsunterschieden, welche im Laufe der Zeit zu Dauerschäden führen. Daher sind Brenneinschaltzyklen < 4 pro Stunde anzustreben.

Diesem Verhalten kann entgegengewirkt werden durch:

- ▶ Den Einbau von Schwachlaststeuerungen, die das Hochlaufen des Brenners verhindern
- ▶ Den Einsatz von Brennern mit hohen Regelbereichen
- ▶ Die Anpassung der effektiv benötigten Brennerleistung an die tatsächlichen Anforderungen.

Zu geringe Temperaturdifferenz zwischen Brennerab- und Brenneinschaltung

Temperaturregler oder Temperatugeber müssen mit einer ausreichenden Spreizung mindestens 6 ... 10 °C zwischen Brenner-EIN und Brenner-AUS eingestellt werden. Dadurch wird zu häufiges Ein- und Ausschalten durch Überschwingen der Temperatur bzw. bei Abschaltung durch Unterkühlung infolge Nachlüftung verhindert. Zu knappe Temperaturdifferenzen zwischen Brenneinschaltzeitpunkt und Brennerausschaltzeitpunkt bewirken zu häufige Brennerstarts mit den vorher genannten Temperaturwechselbeanspruchungen im Feuerraum und deren negativen Folgen.

Zu schnelles Hoch- und Niederregeln des Brenners

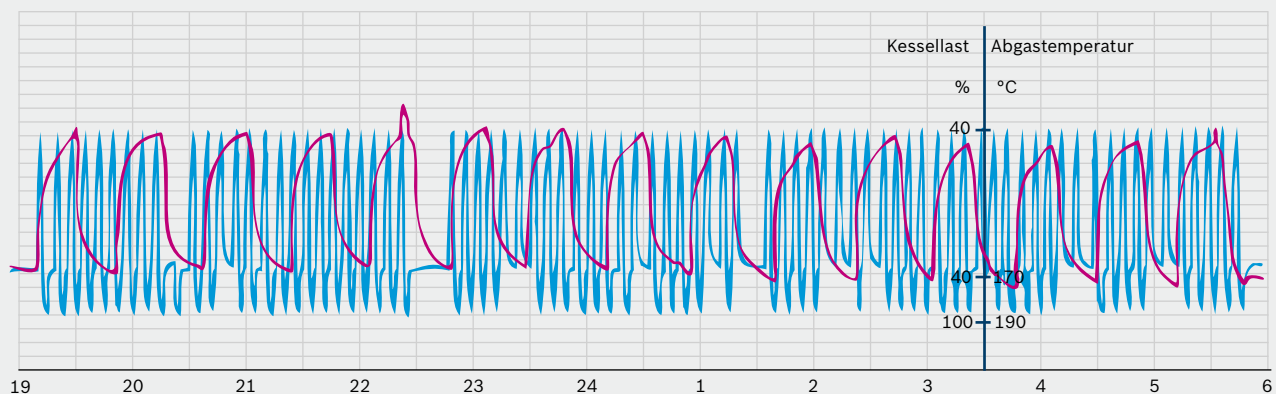
Zu schnelle Laständerungsgeschwindigkeiten bei der Brennerregelung können ebenfalls ungünstige Auswirkungen auf die Haltbarkeit der Kesselwandungen ausüben.

Vor der Korrektur (blau): Unrentabel arbeitender Kessel

Merkmale: 2-stufige Brennerregelung; Brenneinschaltintervall ca. 7,5 Minuten mit jeweils 35 Sekunden Vorlülzeit; temperaturbedingte Wechselbelastung des Kessels hier unnötig hoch.

Nach der Korrektur (pink): Kostensparend arbeitender Kessel

Merkmale: 2-stufige Brennerregelung, in den Nachtstunden schwachlastgeführt; Brenneinschaltintervall ca. 44 Minuten mit jeweils 35 Sekunden Vorlülzeit; temperaturbedingte Wechselbelastung des Kessels hier auf ein ermüdungsfreies Maß reduziert.



Betriebs-Diagramme eines gasbeheizten Hochdruck-Heißwasserkessels vor sowie nach Korrektur seines Lastverhaltens in der Schwachlastphase zwischen 19 Uhr abends und 6 Uhr morgens.

Parallelbetrieb mehrerer Kessel, obwohl der aktuelle Wärmebedarf viel zu niedrig ist

Hier kommt der Bedienungsmannschaft große Bedeutung zu: Sie muss Kessel wegschalten, wenn die Leistungsabnahme den Betrieb mehrerer Kessel nicht mehr rechtfertigt.

Heizzentralen müssen bereits bei der Planung auf die tatsächlichen Betriebsbedingungen ausgelegt werden, so dass während der Sommermonate die Schwachlastkessel arbeiten, die auch bei hohen Außentemperaturen noch eine möglichst lange Brennerlaufphase ermöglichen.

Weitere Verbesserungen können durch Einbau von Folgeeregungen bewirkt werden. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine ausreichende Temperaturbandbreite nötig ist, um die Ansteuerung der Folgeregelung eindeutig möglich zu machen.

Durch Folgeregelung ergeben sich auch größere Temperaturabstände zwischen den einzelnen Betriebsphasen.

Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, insbesondere bei Anlagen mit mehr als zwei Kesseln, eine automatisierte Folgesteuerung unter Einbindung einer Gesamtwärmemengenmessung zu realisieren.

Zusammenfassung

Die vorlaufend genannten, vermeidbaren Ursachen für Kesselbelastungen zeigen auf, dass es sich hier um einen äußerst komplexen Themenkreis handelt.

Dieser erstreckt sich von der Planung über die Ausführung bis hin zum Betrieb der Anlagen. Eine Erörterung aller heißwasserrelevanten Probleme ist hier in diesem Rahmen nicht möglich.

Aufgrund der Sachkomplexität muss die Planung von Heißwasseranlagen von versierten, erfahrenen Fachfirmen durchgeführt werden, da viele der möglichen Fehlerquellen bereits im Planungsstadium vermieden werden können. Eine entscheidende Rolle spielt auch die Qualität der eingesetzten Komponenten: Kessel, Feuerung, sonstige Netzanlagenteile. Die Betriebsweise sowie die Betreuung durch das Bedienungspersonal haben ebenfalls große Bedeutung.

Bosch Industriekessel GmbH

Nürnberger Straße 73
91710 Gunzenhausen
Deutschland
Tel. +49 9831 56253
Fax +49 9831 5692253
vertrieb-de@bosch-industrial.com
Service-Hotline +49 180 5667468*

Bosch Industriekessel Austria GmbH

Haldenweg 7
5500 Bischofshofen
Österreich
Tel. +43 6462 2527310
Fax +43 6462 252766310
vertrieb-at@bosch-industrial.com
Service-Hotline +43 810 810300**

info@bosch-industrial.com

www.bosch-industrial.com

www.bosch-industrial.com/YouTube

*0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz; Mobilfunkhöchstpreis 0,42 Euro/Min.

**max. 0,10 Euro/Min. aus dem österreichischen Festnetz

Kosten für Anrufe aus den Mobilfunknetzen und internationale Verbindungen können abweichen.