

Automation im Dampfkesselbetrieb

Automatische Anfahr-, Bereitschafts- und Abfahreinrichtung SUCcess für Hochdruck-Dampfkesselanlagen

Markus Tuffner, Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl. Informationswirt (FH)

Die Abkürzung SUCcess steht bei Loos für „Start-Up-Control combined with Shut-down and Standby“, einer Steuerungs- und Ausrüstungsvariante, welche einen automatischen Dampfkesselbetrieb in den Betriebsarten Normalbetrieb, Warmhaltebetrieb, kalte Bereitschaft (Cold-Stand-By) bzw. sofortige Bereitschaft (Hot-Stand-By) ermöglicht, s.Abb.1. Der Dampfkessel kann hierbei per Knopfdruck oder mittels externem Anforderungssignal vollautomatisch und kesselschonend aus dem kalten Zustand angefahren*, abgefahren und während des Normalbetriebes gegen Überlast geschützt werden.



Abb. 1: Loos realisiert als erster Hersteller ein automatisches An- und Abfahren von Großwasserraum-Dampfkesselanlagen.

1. TECHNISCHER HINTERGRUND

1.1 Anfahren aus dem kalten Zustand

Kaltstarts bewirken für Großwasserraumkessel eine erheblich größere mechanische Belastung als der Regelbetrieb. Diese treten nach Stillstandszeiten oder bei Mehrkesselanlagen mit Folgesteuerung ohne Druck- und Temperaturhaltung (Cold-Stand-By) auf und zeichnen sich dadurch aus, dass das Wasser im Kessel nicht siedet. Der Grund für die höhere mechanische Belastung bei Kaltstarts ist der gegenüber dem Regelbetrieb wesentlich höhere Temperaturunterschied zwischen Flammrohr und Kesselmantel. Deswegen dehnt sich das Flammrohr zum Kesselmantel deutlich stärker aus als im Regelbetrieb. Dies führt zwischen Flammrohr und Kesselmantel bzw. Flammrohr und kälteren Rauchrohren zu einer erheblich gesteigerten mecha-

nischen Beanspruchung der jeweiligen Verbindungs- und Verankerungselemente wie z.B. Flammrohr-Bodenverbindung, Ankerrohre, Flammrohr-Wendekammerverbindungen oder Eckanker. Verstärkt wird diese Belastung noch, wenn während der Anfahrprozedur keine oder nur eine sehr geringe Dampfblasenbildung stattfinden kann, was zum Beispiel bei geschlos-

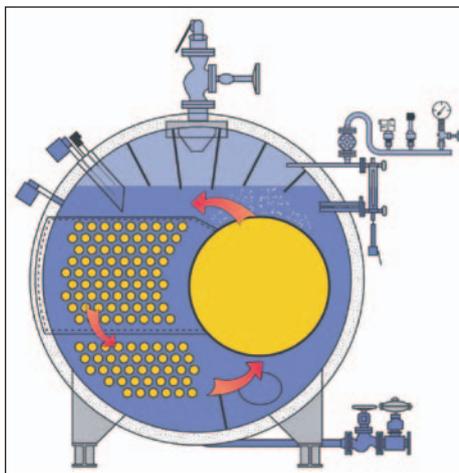


Abb. 2: Schematische Darstellung des sich innerhalb des Kessels bildenden Naturumlaufes, sofern Dampfabströmung während des Anfahrprozesses zugelassen wird.

sener Dampfentnahmemarmatur der Fall ist. Der im Dampfkessel normal vorhandene Naturumlauf (Abb.2) springt nicht an. Temperaturschichtungen im Kessel (unten kalt, oben heiß) mit zusätzlichen Wärmespannungen sind die Folge.

1.2 Überlast und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten

Jeder Dampfkessel ist für eine bestimmte Nennleistung ausgelegt, die er dauerhaft bereitstellen kann. Übersteigt die Dampfentnahmemenge diese Nennleistung, sinkt der aktuelle Betriebsüberdruck des Kessels, obwohl die Feuerung ihre maximale Leistung erbringt. Durch das - je nach Lastspitze - mehr oder weniger schnelle Absinken des Betriebsüberdruckes und die einhergehende Reduzierung der Siedetemperatur kommt es im Wasserinhalt des Kessels zu Nachverdampfungseffekten. D.h., im gesamten Wasserinhalt des Kessels bilden sich zusätzliche Dampfblasen. Da Dampf ein größeres Volumen einnimmt als Wasser und die Dampfblasen einige Zeit benötigen, um an die Wasseroberfläche in den Dampfraum aufzusteigen, schäumt

* Die Ausrüstung mit SUC befreit nicht von der Anwesenheitspflicht des Kesselwärters. Während des automatisierten Anfahrens des Kessels aus dem kalten Zustand (Kaltstart) ist, beispielsweise zum Prüfen von Mannloch-Dichtungen oder für Eingriffe bei abnormalen Zuständen, die Anwesenheit des Kesselwärters im Kesselhaus vorgeschrieben.

BE > THINK > INNOVATE >



MAGNA3 DER NEUE LEITWOLF



Von Profis. Für Qualität.

Die neue, intelligente MAGNA3-Baureihe deckt mit 150 Modellen ein enormes Spektrum ab. Von der Heizungs- bis zur Klimaanlage ist sie die optimale Pumpe. Mit Spitzenwerten bei der Energieeffizienz (EEI < 0,20) ist die MAGNA3 „Best in Class“.

Fordern Sie mehr. Verlangen Sie MAGNA3.



www.grundfos.de



GRUNDFOS

das Wasser auf. Einerseits kann dies den negativen Effekt von unkontrollierten Hochwasser- oder Wassermangelabschaltungen haben, andererseits aber auch zu Wassermitteln in den Dampfauslass führen. Die negativen Folgen sind feuchter Dampf, Wasserschläge, Korrosion, Salzablagerungen und undichte Armaturen im nachgeschalteten Dampf- und Kondensatnetz, s. Abb. 3.

Bei starken Laständerungen, das heißt hohen Laständerungsgeschwindigkeiten und damit einhergehenden starken Druckschwankungen, können im Kessel auch ohne Überschreitung der Nennleistung ungünstige Strömungszustände auftreten. Die für die Abfuhr der Wärme von den Heizflächen erforderliche Dampfblasenbildung kann stagnieren, bzw. zur Verbindung vieler kleiner Blasen zu größeren Dampfblasen führen, welche sich nicht sofort von den Heizflächen ablösen und damit örtliche Überhitzungen begünstigen.

2. BELASTUNGEN UND FRÜHZEITIGEN VERSCHLEISS VERMEIDEN

2.1 Anfahren aus dem kalten Zustand

Aus den genannten Gründen sollte das Anfahren eines Dampfkessels aus dem kalten Zustand möglichst schonend und exakt nach Betriebsanleitung vorstattengehen. Bis zum Erreichen eines geringen Betriebsüberdrucks sollte der Wasserinhalt mit möglichst niedriger Brennerleistung aufgewärmt werden. Der Wasserstand des Kessels ist hierbei bezüglich der Wärmeausdehnung des Wassers zu überwachen. Steigt dieser zu hoch an, ist der Wasserstand über die Abschlammmarmatur zu senken. Wichtig ist es, eine gute Kesselwasserdurchmischung während des Anfahrprozesses zu erreichen. Dadurch können unnötige Belastungen durch Wärmespannungen vermieden werden. Erreicht wird dies durch ein leichtes Öffnen der Dampfentnahmemarmatur. Eine geringe Dampfmenge kann in das angeschlossene Netz abströmen. Die natürliche, innere Wasserzirkulation des Kessels springt an. Ist der mittlere Betriebsüberdruck erreicht, sollte die Dampfentnahmemenge durch schrittweises Öffnen der Dampfentnahmemarmatur langsam gesteigert werden. Wasserschläge in den Leitungen durch

evtl. vorhandenes Kondensat, Überlast des Dampfkessels, aber auch unnötige Spannungen im angeschlossenen Rohrleitungsnetz können durch langsames Aufheizen des Netzes vermieden werden.



Abb. 3: Durch Wasserschlag zerstörtes Ventil

2.2 Überlast und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten

Im Idealfall sollte bereits bei Auslegung der Anlagen und der Verbraucherstruktur die damit zusammenhängende Thematik berücksichtigt werden. Lassen sich starke Abnahme- und damit zusammenhängende Netzdruckschwankungen, z. B. durch Dampfspeicher, nicht vermeiden,

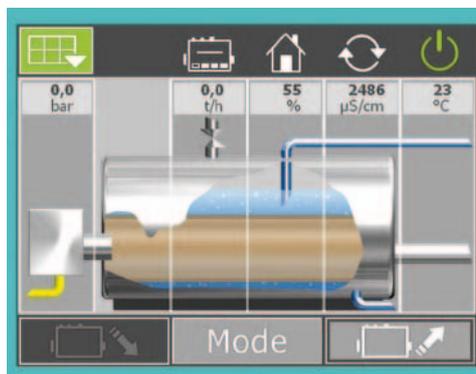


Abb. 4: Bedienfläche der Loos Boiler Control LBC - mit Druck auf das TouchScreen-Symbol „Hochfahren“ oder durch externes Signal startet der Kessel vollkommen automatisiert.

sollten automatisierte Einrichtungen die Dampfentnahme und somit die negativen Folgeerscheinungen bei Bedarf begrenzen oder vermeiden.

3. DIE AUTOMATISCHE ANFAHR-, BEREITSCHAFTS- UND ABFAHREINRICHTUNG SUC

Durch die Anfahr-, Bereitschafts- und Abfahrautomatik SUCcess werden sonst

manuell zu bedienende Einrichtungen automatisiert. Die Dampfkessel werden hierzu neben der üblichen Kesselausrüstung mit motorisch betriebener Dampfentnahme- und Anfahrabsperarmatur sowie automatischer Abschlammmarmatur ausgestattet. Die im Kesselmanagementsystem LBC integrierten Steuer- und Regelfunktionen sorgen für ein automatisches, kesselschonendes Anfahren aus dem kalten Zustand, s. Abb. 4. Überlastungen und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten werden realisiert und die negativen Folgeerscheinungen regelungstechnisch unterdrückt.

3.1 Anfahren aus dem kalten Zustand oder der kalten Bereitschaft (Cold-Start-By) bei Mehrkesselanlagen

Auf Knopfdruck oder durch ein externes Signal wird kesselschonend aus dem kalten Zustand angefahren. Bis zum Erreichen eines einstellbaren Druckes wird der Wasserinhalt mit niedriger Brennerleistung aufgewärmt. Der Wasserstand wird dabei kontinuierlich überwacht und falls notwendig mit Hilfe der automatischen Abschlammmarmatur geregelt. Die motorische Anfahrabsperarmatur wird geöffnet, damit eine geringe Dampfmenge abströmen kann. Die natürliche, innere Wasserzirkulation des Kessels springt an, unnötige Wärmespannungen werden vermieden. Ist der Druck erreicht, fährt die Dampfabsperarmatur mit einem einstellbaren Anfahrakt auf, um das nachgeschaltete Netz langsam zu erwärmen. Der Kessel ist nun im Normalbetrieb.

3.2 Abfahrprozess

Der automatische Abfahrprozess kann ebenfalls per Knopfdruck oder durch ein externes Signal ausgelöst werden. Die Dampfentnahme- und Anfahrabsperarmatur (sofern vorhanden) schließen und die Brennerleistung wird langsam reduziert, bis die Brennersteuerung die Brennstoffzufuhr schließlich komplett unterbricht. Der Kessel steht nun in Bereitschaft und wartet auf die nächsten Anforderungen.

3.3 Reaktion auf Überlast und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten

Die integrierte Überlastschutzfunktion sorgt für gleich bleibende Dampfqualität bei plötzlichen Lastsprüngen. Reduziert sich der Betriebsüberdruck des Dampfkessels, obwohl die Feuerung auf Nennlast betrie-

ben wird, so ist dies ein sicheres Zeichen für Überlast. Die integrierte Kesselschutzregelung erkennt die Problematik und reduziert den Dampfaustritt mit Hilfe der motorischen Dampfentnahmemarmatur bis sich der Kesselldruck wieder stabilisiert. Wassermittress und seine Folgeprobleme, wie Versalzung und Korrosion nachgeschalteter Komponenten, werden vermieden.

3.4 Warmhaltebetrieb oder Hot-Stand-By bei Mehrkesselanlagen

Während des Warmhalte- oder Stand-by-Betriebes (z. B. im Mehrkesselbetrieb, wenn der Folgekessel nicht benötigt wird) ist bei diesem Kessel jegliche Dampfabgabe unterbunden. Die Feuerungen schalten in dieser Betriebsart nur noch sporadisch zu, um Verluste durch Wärmeleitung und -strahlung auszugleichen. Wird dieser Zustand über einen längeren Zeitraum (> 3 Tage) aufrechterhalten, beginnt sich im Kessel eine Temperaturschichtung einzustellen. Werden derart warmgehaltene Kessel wieder in den Normalbetrieb geschaltet, täuscht der hohe Betriebsdruck (heißer, oberer Be-

reich) einen sofort verfügbaren Kessel vor. Die Kesselsteuerung wird diesen dann bei entsprechendem Bedarf in sehr kurzer Zeit mit hoher Brennerlast beaufschlagen. Bedingt durch die Temperaturschichtungen im Kessel treten dann, wie bereits unter 1.1 beschrieben, extreme Wärmespannungsbelastungen auf. Auch hier greift die automatische Anfahrsteuerung ein. Bei jedem sporadischen Zuschalten der Feuerungen im Warmhaltebetrieb, bzw. im Hot-Stand-By, öffnet die Anfahrabsperarmatur. Die natürliche innere Wasserzirkulation des Kessels wird angeregt, wodurch es zu einer Durchmischung des Kesselwassers kommt. Temperaturschichtungen und extreme Wärmespannungen des Kessels werden vermieden.

4. DER KUNDENNUTZEN

Die Anfahrsteuerung SUCcess sorgt durch ihre automatischen Schutzfunktionen für ein langes und sorgenfreies Kesselleben. Musste das Bedienpersonal bisher umfangreiche Steuerungsaufgaben

übernehmen, so genügt nun ein einziger Knopfdruck, um den Kessel aus dem kalten Zustand hochzufahren. Während des normalen Betriebes greifen die Automatikfunktionen bei Überlast ein und schützen die Anlage gegen Wassermittress und die Folgeerscheinungen, wie Wasserschläge, Korrosion oder Versalzung nachgelagerter Elemente. In der Warmhaltungsphase wird bei jedem Zuschalten der Feuerung eine Dampfentnahme ermöglicht, welche eine natürliche innere Wasserzirkulation des Kessels anregt und Temperaturschichtungen auflöst. Der Kesselwärter wird von seinen bisher umfangreichen Tätigkeiten entlastet und übernimmt beim Kesselstart lediglich noch Überwachungs- und Beaufsichtigungsfunktionen.

Autor

*Markus Tuffner, Dipl.-Wirtschaftsing. (FH)/
Dipl. Informationswirt (FH)*

*Loos Deutschland, Bosch Industriekessel,
Gunzenhausen*

*Fotos / Grafiken: Loos Deutschland
www.loos.de*

Mit 3 Fragen zum
passenden Schornsteinsystem:

www.kamin-and-find-out.de

