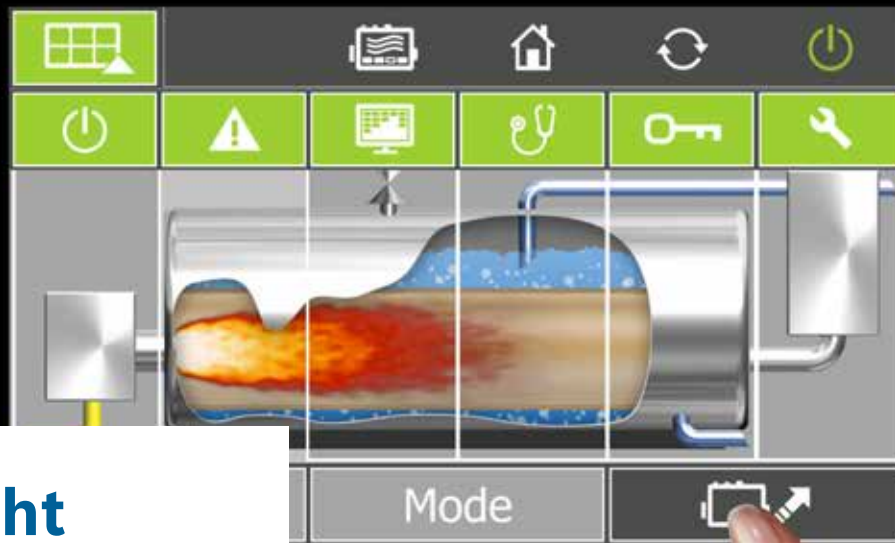




**BOSCH**  
Technik fürs Leben

## Boiler Control



## Fachbericht

[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)

## Automatische Anfahr- einrichtung für Dampfkesselanlagen

Dipl. Wirtschaftsingenieur (FH), Dipl. Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH

Die Abkürzung SUCcess steht für „Start-Up-Control combined with Shutdown 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. Der Dampfkessel kann hierbei per Knopfdruck oder mittels externem Anforderungssignal vollautomatisch und kesselschonend aus dem kalten Zustand angefahren<sup>1</sup>, abgefahren und während des Normalbetriebes gegen Überlast geschützt werden.

### Technischer Hintergrund

#### 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 mecha-

nische 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, mechanischen Beanspruchung der jeweiligen Verbindungs- und Verankerungselemente, wie z. B. Flammrohr-Bodenverbindung, Ankerrohre,

<sup>1</sup> 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.

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 geschlossener Dampfentnahmemarmatur der Fall ist. Der im Dampfkessel normal vorhandene Naturumlauf (Abb. 1) springt nicht an. Temperaturschichtungen im Kessel (unten kalt, oben heiß) mit zusätzlichen Wärmespannungen sind die Folge.

### 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 der einhergehenden Reduzierung der Siedetemperatur kommt es im Wasserinhalt des Kessels zu Nachverdampfungseffekten. Das heißt, 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 das Wasser auf. Einerseits kann dies negative Effekte wie unkontrolliertes Hochwasser oder Wassermangelabschaltungen hervorrufen, andererseits aber auch zu Wassermitttriss in den Dampfauslass führen. Die negativen Folgen sind feuchter Dampf, Wasserschläge, Korrosion, Salzablagerungen und undichte Armaturen im nachgeschalteten Dampf- und Kondensatnetz. Bei starken Laständerungen, das heißt hohen Laständerungsgeschwindigkeiten und damit einhergehenden starken Druckschwankungen, können im Kessel auch

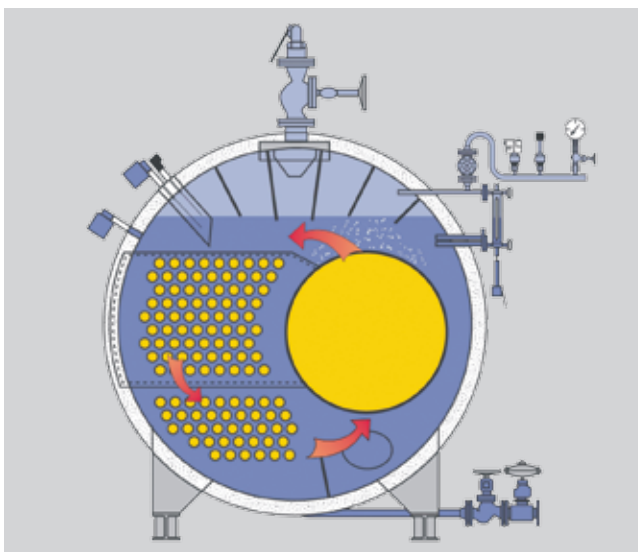


Abbildung 1: Schematische Darstellung des sich innerhalb des Kessels bildenden Naturumlaufes, sofern Dampfabströmung während des Anfahrprozesses zugelassen wird

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.

### Belastungen und frühzeitigen Verschleiß vermeiden

#### Anfahren aus dem kalten Zustand

Wegen der genannten Gründe sollte ein Dampfkessel aus dem kalten Zustand möglichst schonend und exakt nach Betriebsanleitung angefahren werden. 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 der Wasserstand zu hoch an, ist er über die Abschlammarmatur zu senken. Wichtig ist es, eine gute Kesselwasserdurchmischung während des Anfahrprozesses zu erreichen. Dadurch können unnötige Belastungen durch Wärmespannungen vermieden werden. Erreicht werden kann dies durch ein leichtes Öffnen der Dampfentnahmemarmatur. Eine geringe Dampfmenge kann dann 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.

#### Überlast und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten

Im Idealfall sollte diese Thematik bereits bei Auslegung der Anlagen und der Verbraucherstruktur berücksichtigt werden. Lassen sich starke Abnahme- und damit zusammenhängende Netzdruckschwankungen, z. B. durch Dampfspeicher, nicht vermeiden, sollten automatisierte Einrichtungen die Dampfentnahme und somit die negativen Folgeerscheinungen bei Bedarf begrenzen oder vermeiden.

#### Die automatische Anfahr-, Bereitschafts- und Abfahreinrichtung SUC

Durch die Anfahr-, Bereitschafts- und Abfahrautomatik SUCcess werden ansonsten manuell zu bedienende Einrichtungen automatisiert. Die Dampfkessel werden hierzu neben der üblichen Kesselausrüstung mit motorisch betriebener Dampfentnahmemarmatur sowie automatischer Abschlammarmatur ausgestattet. Die im Kesselmanage-



Abbildung 2: Durch Wasserschlag zerstörtes Ventil

mentsystem BCO integrierten Steuer- und Regelfunktionen sorgen für ein automatisches, kesselschonendes Anfahren aus dem kalten Zustand. Überlastungen und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten werden detektiert und die negativen Folgeerscheinungen regelungstechnisch unterdrückt.

#### Anfahren aus dem kalten Zustand oder der kalten Bereitschaft (Cold-Stand-By) bei Mehrkesselanlagen

Auf Knopfdruck oder durch ein externes Signal fährt SUCces die Kessel schonend aus dem kalten Zustand an (Abb. 3). Bis zum Erreichen des einstellbaren Kesselschutzdruckes wird der Wasserinhalt mit niedriger Brennerleistung aufgewärmt. Der Wasserstand wird dabei kontinuierlich überwacht und falls notwendig mit Hilfe der automatischen Abschlammmarmatur geregelt. Ist der eingestellte Kesselschutzdruck erreicht, wird die Brennerleistungsregelung freigegeben und die motorische Dampfantnahmemarmatur öffnet über einen verlangsamt anfahren, damit eine geringe Dampfmenge abströmen kann. SUCces passt abhängig von den herrschenden Druckverhältnissen den Anfahrkontakt



Abbildung 3: Bedienfläche der Boiler Control BCO – mit Druck auf das Touch-Screen-Symbol „Hochfahren“ oder durch externes Signal startet der Kessel vollkommen automatisiert

an, um ein für den Kessel und die Verbraucher optimales Anfahrverhalten zu erreichen. Die natürliche, innere Wasserzirkulation des Kessels springt an, unnötige Wärmespannungen werden vermieden. Durch die abströmende Dampfmenge wird das nachgeschaltete Netz langsam aufgewärmt. Ist der gewünschte mittlere Betriebsüberdruck erreicht, fährt der Kessel im Normalbetrieb.

#### Abfahrprozess

Der automatische Abfahrprozess kann ebenfalls per Knopfdruck oder durch ein externes Signal ausgelöst werden. Die Dampfantnahmemarmatur 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.

#### Reaktion auf Überlast und hohe Laständerungsgeschwindigkeiten

Die integrierte Überlastschutzfunktion sorgt für gleichbleibende Dampfqualität bei plötzlichen Lastsprüngen. Reduziert sich der Betriebsüberdruck des Dampfkessels, obwohl die Feuerung auf Nennlast betrieben wird, so ist dies ein sicheres Zeichen für Überlast. Die integrierte Kesselschutzregelung erkennt die Problematik und reduziert den Dampfauslass mit Hilfe der motorischen Dampfantnahmemarmatur bis sich der Kesseldruck wieder stabilisiert. Wassermittels und seine Folgeprobleme, wie Versalzung und Korrosion nachgeschalteter Komponenten, werden vermieden.

#### 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 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 Bereich) einen sofort verfügbaren Kessel vor. Die Steuerung wird diesen Kessel dann bei entsprechendem Bedarf in sehr kurzer Zeit mit hoher Brennerlast beaufschlagen. Bedingt durch die Temperaturschichtungen im Kessel treten dann, wie bereits unter „Anfahren aus dem kalten Zustand“ beschrieben, extreme Wärmespannungsbelastungen auf. Durch den Abgleich der herrschenden Bedingungen im Kessel wird der Anfahrkontakt der motorischen Dampfantnahmemarmatur im Kessel automatisch angepasst, um vorran-

gig die natürliche, innere Wasserzirkulation anzuregen, wodurch es sehr schnell zu einer Durchmischung des Kesselwassers kommt. Temperaturschichtungen und extreme Wärmespannungen des Kessels werden vermieden.

## 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 Wassermitteln und den 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.

### **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\*  
Ersatzteil-Hotline +49 180 5010540\*

### **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\*\*  
Ersatzteil-Hotline +49 180 5010540\*

**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.