

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/501e99a8-4467-310c-a4f1-b03e3b7dbd3e>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Dampfkessel Betrieb Speisewasser und Kesselwasser von Dampferzeugern der Gruppe IV (TRD 611)
Amtliche Abkürzung	TRD 611
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Anhang 2 TRD 611 - Erläuterungen zur TRD 611 [\(1\)](#)

1 Allgemeines

Der in Dampfkesselanlagen überwiegend verwendete Werkstoff ist Stahl. Er wird von Wasser und Dampf angegriffen. Unter geeigneten Bedingungen führt der Angriff jedoch zu einer mit dem Stahluntergrund verwachsenen Schutzschicht, die den weiteren Zutritt des Wassers oder Dampfes zur Stahloberfläche behindert und damit eine Selbsthemmung des Korrosionsvorganges bewirkt. Magnetit- bzw. Hämatitschutzschichten sowie vergleichbare Schutzschichten auf anderen metallischen Werkstoffen sind unerlässlich zur Vermeidung von Korrosion. Korrosionsprodukte verschlechtern die Beschaffenheit von Speise- bzw. Kesselwasser, weil sie Ablagerungen bilden.

Ablagerungen können als Folge der Kristallisation gelöster Stoffe aus übersättigter Lösung oder durch Abscheidung suspendierter Stoffe entstehen.

Unter Ablagerungen bestimmter Morphologie können im Wasser gelöste Elektrolyte in Abhängigkeit von der thermischen Belastung so weit aufkonzentriert werden, daß eine korrosive Schädigung des Rohrwerkstoffes erfolgt.

Suspendierte Feststoffe sowie emulgierte oder gelöste organische Substanzen fördern, vor allem im alkalischen Bereich, die Schaumneigung von Kesselwasser und tragen zur Verunreinigung des Sattdampfes bei, die ihrerseits Ablagerungen bzw. Versalzungen in Überhitzern nach sich zieht.

Organische Substanzen stellen Stoffgemische dar, die bezüglich ihrer Zusammensetzung und ihres Verhaltens unter den Betriebsbedingungen eines Dampfkessels nicht überschaubar sind. Sofern sie im Kessel zu sauren Zersetzungsprodukten aufgespalten werden, ist bei ungenügender Alkalisierung des Kesselwassers Korrosion im Dampferzeuger zu erwarten. Öl kann allein oder gemeinsam mit suspendierten Stoffen - z.B. Korrosionsprodukten, ungelösten Erdalkaliverbindungen - Abscheidungen bilden, die Schäden am Dampferzeuger begünstigen.

Mit dem Dampf sind gasförmige Stoffe flüchtig. Außerdem sind im Wasser gelöste Stoffe zu einem gewissen Betrag in Dampf löslich. Die Löslichkeit ist druck- und temperaturabhängig. Im Sattdampf gelöste Stoffe können ebenfalls in Abhängigkeit von Druck und Temperatur im Überhitzer ausgeschieden werden und Ablagerungen bilden sowie in Gegenwart von Feuchtigkeit Korrosion verursachen.

Bei Umlauf- und Großwasserraumkesseln verbleiben, vom dampflöslichen Anteil abgesehen, alle mit dem Speisewasser eingebrachten Stoffe im Kessel und reichern sich dort an. Zwischen Speisewasser- und Kesselwasserqualität besteht demnach eine direkte Beziehung. Die Stoffanreicherung im Kesselwasser (Eindickung) führt insbesondere beim Betrieb mit salzhaltigem Speisewasser zu hohen Konzentrationen, die jedoch über die Absalzung beeinflussbar sind. Die Inhaltsstoffe des Kesselwassers haben - unter gleichzeitiger Betrachtung des Überhitzers - Einfluß auf Korrosionsvorgänge und auf die Bildung von Ablagerungen. Da die Löslichkeit bestimmter Salze (Sulfate, Phosphate) mit steigender Temperatur abnimmt und damit Ausscheidungen aus übersättigter Lösung begünstigt werden, muß die Anreicherung von Salzen im Kesselwasser druckstufenabhängig in Grenzen gehalten werden.

Für die Entfernung gelösten Sauerstoffes ist die thermische Druckentgasung des Speisewassers die Regel.

2 Behandlung von Speise- und Kesselwasser

Zur Verbesserung der Speise- und Kesselwasserqualität ist eine chemische Konditionierung erforderlich. Hierbei müssen Bedingungen eingehalten werden, unter denen Korrosion bereits in denjenigen Systemen weitgehend unterbunden wird, die dem Dampferzeuger vorgeschaltet sind. Die Konditionierung muß unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise demnach so erfolgen, z.B. durch Chemikaliendosierung vor Niederdruckvorwärmern, daß der Gehalt an Korrosionsprodukten im Speisewasser vor Kesseleintritt so gering wie möglich ist.

Bei allen in Frage kommenden Fahrweisen ist die Einhaltung des in den [Tafeln](#) angegebenen pH-Bereiches im Speise- bzw. Kesselwasser notwendig. Die obere Begrenzung des pH-Wertes kann zusätzlich durch Anlagenteile bestimmt werden, die außerhalb des Gültigkeitsbereiches der TRD 611 liegen und die aus anderen metallischen Werkstoffen als Stahl, z.B. aus Kupfer- oder Aluminiumwerkstoffen gefertigt sind.

2.1 Konditionierung mit Alkalisierungsmitteln (alkalische Fahrweise)

2.1.1 Betrieb mit salzfreiem Speisewasser

Der pH-Wert im Speisewasser soll > 9 sein. Er darf bei Durchlaufkesseln nur mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln, z.B. mit Ammoniak, eingestellt werden, die gleichzeitig eine Alkalisierung des Kondensates bewirken.

Im Speisewasser von Umlaufkesseln ist ebenfalls ein pH-Wert > 9 einzustellen; der pH-Wert des Kesselwassers soll druckstufenabhängig bei $10,0 \pm 0,2$ bzw. $9,5 \pm 0,2$ liegen. Diese Bedingung ist durch Einstellung des pH-Wertes > 9 mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln im Speisewasser jedoch nicht erreichbar, sondern sie kann nur durch zusätzliche Dosierung fester Alkalisierungsmittel - z.B. Natriumhydroxid, Trinatriumphosphat - in das Speisewasser hinter der Abnahme des Einspritzwassers für Dampfkühler oder in das Kesselwasser erfüllt werden. Die kombinierte Anwendung flüchtiger und fester Alkalisierungsmittel ist das empfohlene Konditionierungsverfahren für Speise- und Kesselwasser von Umlauf- und Großwasserraumkesseln. Wegen unvermeidbarer Anreicherungsverfahren bei Großwasserraumkesseln kann bei Dosierung von Natrium- bzw. Kaliumhydroxid infolge hoher lokaler Laugekonzentration Spannungsrißkorrosion auftreten. Deshalb wird als festes Alkalisierungsmittel für Großwasserraumkessel Trinatriumphosphat empfohlen. Die pH-Wert-Grenzen können allein durch entsprechende Dosierung gehalten werden, ohne daß die Absalzrate beeinflußt wird.

Die Anwendung fester Alkalisierungsmittel erlaubt erhöhte Leitfähigkeit des Kesselwassers. Bei Einhaltung extrem niedriger Kesselwasser-Leitfähigkeiten ist die Konditionierung ausschließlich mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln möglich, obwohl die angegebenen pH-Werte im Kesselwasser dann nicht erreicht werden.

2.1.2 Betrieb mit salzhaltigem Speisewasser

Der für das Speisewasser erforderliche pH-Wert > 9 muß - wenn er nicht bereits vom Zusatzwasser her vorgegeben ist - durch Dosierung von Alkalisierungsmitteln eingestellt werden. Im allgemeinen sind hierzu feste Alkalisierungsmittel notwendig; sofern der Verwendungszweck des Dampfes es zuläßt, werden im Hinblick auf eine Alkalisierung im Kondensatbereich zusätzlich flüchtige Alkalisierungsmittel, z.B. Ammoniak, empfohlen.

Im Kesselwasser ist eine Mindestalkalität entsprechend einem pH-Wert 9,5 einzuhalten, die über die Speisewasser-Alkalität beeinflussbar ist. Andererseits darf zwecks Verhütung von Laugeanreicherung und Schutzschichtzerstörung sowie Unterdrückung des Kesselwasserschäumens ein maximaler pH-Wert nicht überschritten werden. Die zulässige Höchstgrenze ist um so niedriger anzusetzen, je höher der Betriebsüberdruck ist. Bewirkt das durch Zersetzung von Hydrogencarbonaten aus enthärtetem oder teilentsalztem Zusatzwasser entstehende Natriumhydroxid eine unzulässig hohe Kesselwasseralkalität, so ist die Einhaltung bzw. das Unterschreiten der oberen pH-Wert-Begrenzung durch Absalzen von Kesselwasser sicherzustellen.

Durch lokal unvermeidbare Anreicherungsverfahren in Großwasserraum-Dampferzeugern kann bei Verwendung salzarmen Speisewassers durch eine zu hohe Konzentration an Natriumhydroxid im Kesselwasser, bevorzugt im Einwalzbereich von Rauchrohren, alkaliinduzierte Spannungsrißkorrosion auftreten. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken, ist die genannte Mindestkonzentration an Phosphat im Kesselwasser einzuhalten und der zulässige pH-Bereich eingeschränkt.

2.2 Konditionierung mit Oxidationsmitteln (neutrale Fahrweise)

Die Konditionierung mit Sauerstoff oder Wasserstoffperoxid ist bei Durchlaufkesseln in Verbindung mit dem für diese Kesselbauart erforderlichen salzfreien Speisewasser anwendbar. Die Dosierung von Oxidationsmitteln ermöglicht unter diesen Voraussetzungen den Verzicht auf eine Alkalisierung des Speisewassers.

Der pH-Wert des Speisewassers soll $> 6,5$ sein. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Leitfähigkeit des Speisewassers vor und hinter Probenahme-Kationenaustauscher gleich ist und derjenigen von salzfreiem Speisewasser entspricht. Die Dosierung des Oxidationsmittels muß so erfolgen, daß bei Sauerstoffkonzentrationen zwischen 0,050 und 0,25 mg/l die Korrosionsproduktkonzentration im Speisewasser vor Kesseleintritt das Minimum erreicht.

2.3 Konditionierung mit Alkalisierungs- und Oxidationsmitteln (kombinierte Fahrweise)

Die kombinierte Dosierung von Ammoniak und Sauerstoff als Konditionierungsmittel ist bei Durchlaufkesseln in Verbindung mit dem für diese Kesselbauart erforderlichen salzfreien Speisewasser anwendbar. Bei gleichwertigem Korrosionsschutz für Stahl wie bei alternativen Fahrweisen bietet die kombinierte Konditionierung verbesserten Korrosionsschutz für Kupferwerkstoffe in Anlagenteilen außerhalb des Dampferzeugers.

Die Einstellung des pH-Wertes zwischen 8,0 und 9,0 im Speisewasser mit Ammoniak gewährleistet noch keinen hinreichenden Korrosionsschutz für Stahl. Deshalb wird die Sauerstoffkonzentration zwischen 0,03 und 0,15 mg/l so bemessen, daß die Korrosionsproduktkonzentration im Speisewasser vor Kesseleintritt das Minimum erreicht.

Fußnoten

[\(1\) Red. Anm.:](#) Außer Kraft am 1. Januar 2013 durch die Bek. vom 17. Oktober 2012 (GMBI S. 902)