

Technische Regeln für Dampfkessel (TRD)	<b>Speisewasser und Kesselwasser von Dampferzeugern der Gruppe IV</b>	<b>TRD 611<sup>*)</sup> Speisewasser</b>
---	---	--

Vom 15. Oktober 1996 (BArbBl. 12/1996 S. 84)  
zuletzt geändert am 25. Juni 2001 (BArbBl. 8/2001 S. 108)

## Inhalt

- 1 Geltungsbereich
  - 2 Begriffsbestimmungen
  - 3 Anforderungen an Speisewasser und Kesselwasser
  - 4 Anforderungen an das Speisewasser für Einspritzkühler zur Dampftemperaturregelung
  - 5 Überwachung der Wasserqualität
  - 6 Wasserkonditionierungsmittel mit organischen Bestandteilen
- Anhang 1: Datenblatt über Wasserkonditionierungsmittel mit organischen Bestandteilen  
Anhang 2: Erläuterungen zur TRD 611

### 1 Geltungsbereich

- 1.1** Diese technische Regel gilt für die Beschaffenheit des Speisewassers und Kesselwassers von Dampferzeugern der Gruppe IV.
- Diese technische Regel bezieht sich auf die der DampfkV unterliegenden Teile der Dampfkesselanlage, indem sie Festlegungen für den Bereich zwischen Wassereintritt und Dampfaustritt am Dampferzeuger trifft <sup>1)</sup>.
- 1.2** Diese technische Regel gilt nicht für Schnelldampferzeuger, Lokomotivkessel, elektrisch beheizte Kessel und Dampferzeuger aus Nichteisenmetallen sowie aus austenitischem Stahl im Wasserbereich.

### 2 Begriffsbestimmungen

- 2.1** Durchlauf-Dampferzeuger ohne oder mit Abscheidebehälter sind Wasserrohr-Dampferzeuger, bei denen der Durchlauf des Wassers von der Speisepumpe bewirkt und das Wasser bei einmaligem Durchlauf ganz oder größtenteils verdampft wird (TRD 401, Abschnitt 2.1).
- 2.2** Umlauf-Dampferzeuger sind Wasserrohr-Dampferzeuger, in denen das zu verdampfende Wasser aufgrund des Dichteunterschieds zwischen Wasser und Wasser-Dampfgemisch (Naturumlauf) oder durch Pumpen (Zwangumlauf) umgewälzt wird.

<sup>\*)</sup> Auf § 6 Abs. 2 der Dampfkesselverordnung wird hingewiesen (EG-Gleichwertigkeitsklausel).

<sup>1)</sup> Weitere Richtwerte, auch solche, die Anlagenteile außerhalb des Geltungsbereichs der DampfkV betreffen, können den VdTÜV-Richtlinien für Speisewasser, Kesselwasser und Dampf von Dampferzeugern bis 68 bar zulässigem Betriebsüberdruck und der VGB-Richtlinie für Kesselspeisewasser, Kesselwasser und Dampf von Dampferzeugern über 68 bar zulässigem Betriebsüberdruck in der jeweils gültigen Fassung entnommen werden.

## Dampfk 5.611

- 2.3 Großwasserraum-Dampferzeuger sind Flammrohr-, Rauchrohr- oder Flammrohr-Rauchrohr-Dampferzeuger, bei denen flammen- oder rauchgasführende Rohre durch einen ganz oder teilweise mit dem zu verdampfenden Wasser gefüllten Raum geführt sind.
- 2.4 Salzfrees Speisewasser ist Wasser mit einem Elektrolytgehalt entsprechend einer Leitfähigkeit  $< 0,2 \mu\text{S/cm}$ , gemessen hinter starksaurem Probenahme-Kationenaustauscher<sup>2)</sup> und einer Kieselsäurekonzentration  $< 0,02 \text{ mg/l}$ .
- 2.5 Salzarmes Speisewasser ist Wasser mit einem Elektrolytgehalt entsprechend einer Leitfähigkeit  $< 50 \mu\text{S/cm}$ , gemessen ohne starksauren Probenahme-Kationenaustauscher.
- 2.6 Salzhaltiges Speisewasser ist Wasser mit einem Elektrolytgehalt entsprechend einer Leitfähigkeit  $\geq 50 \mu\text{S/cm}$ , gemessen ohne starksauren Probenahme-Kationenaustauscher.
- 2.7 Konditionierung im Sinne dieser Regel ist die Verbesserung bestimmter Qualitätsmerkmale des Speisewassers und Kesselwassers durch Anwendung von Konditionierungsmitteln<sup>3)</sup>, nach deren Art zwischen drei Fahrweisen unterschieden wird.
- 2.7.1 Konditionierung mit Alkalisierungsmitteln (alkalische Fahrweise) ist der Betrieb mit Speisewasser und Kesselwasser, deren pH-Wert durch Alkalisierungsmittel angehoben ist.
- 2.7.2 Konditionierung mit Oxidationsmitteln (neutrale Fahrweise) ist der Betrieb mit neutralem salzfreiem Speisewasser, dem als Oxidationsmittel Sauerstoff oder Wasserstoffperoxid zugegeben wird.
- 2.7.3 Konditionierung mit Alkalisierungs- und Oxidationsmitteln (kombinierte Fahrweise) ist der Betrieb mit salzfreiem Speisewasser, dessen pH-Wert mit Ammoniak angehoben und dem zusätzlich Sauerstoff zudosiert wird.

### 3 Anforderungen an Speisewasser und Kesselwasser

Speisewasser und Kesselwasser müssen bestimmte Anforderungen erfüllen, um Dampferzeuger schadensfrei und sicher betreiben zu können. Diese Anforderungen werden in der Regel von folgenden Einflussfaktoren bestimmt:

- Bauart
- Betriebsüberdruck
- Betriebsbedingungen

des Dampferzeugers.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren sind in den Tafeln 1 bis 5 die Anforderungen an das Speisewasser und Kesselwasser festgelegt. Dabei wird unterschieden, ob für die Speisung des Dampferzeugers salzfreies, salzarmes oder salzhaltiges Speisewasser verwendet wird.

Salzfreies Speisewasser ist erforderlich für den Betrieb von Durchlaufkesseln und von Einspritzkühlern zur Dampfthermoregelung (Tafel 1). Abweichungen sind zulässig bei Durchlaufkesseln für die Erzeugung und Verwendung von Dampf mit hohem Wasseranteil, der Salzanreicherung oder -abscheidung weitgehend ausschließt, wie z. B. bei Dampfplutanlagen. Für Umlaufkessel mit  $\geq 68 \text{ bar}$  zulässigem Betriebsüberdruck sollte die Anwendung salzfreien Speisewassers ebenfalls die Regel sein (Tafeln 2 und 3).

Salzarmes oder salzhaltiges Speisewasser kann bei Großwasserraumkesseln sowie bei Umlaufkesseln bis  $87 \text{ bar}$  zulässigem Betriebsüberdruck verwendet werden (Tafeln 4 und 5).

In allen Fällen gilt, dass Speisewasser und Kesselwasser klar, farblos und frei von suspendierten Stoffen sein sollen. Zur Verhinderung von Korrosion ist eine Konditionierung des Speisewassers und

<sup>2)</sup> Diese Begriffsbestimmung setzt voraus, dass freie Basen, z. B. Natriumhydroxid, als Verunreinigung nicht vorhanden sind.

<sup>3)</sup> Falls Hydrazin zur Anwendung gelangt, sind die Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGA 550 „Hydrazin“ sowie die berufsgenossenschaftlichen Merkblätter „Hydrazin“ (ZH 1/127) und „Grundsätze für die Anerkennung von geschlossenen Umfüll- und Dosieranlagen für wässrige Lösungen von Hydrazin“ (ZH 1/109) zu beachten.

Kesselwassers notwendig. Sie kann bei Durchlauf-, Umlauf- und Großwasserraumkesseln mit Alkalisierungsmitteln (alkalische Fahrweise), bei Durchlaufkesseln alternativ auch mit Oxidationsmitteln (neutrale Fahrweise) oder mit Ammoniak und Sauerstoff (kombinierte Fahrweise) erfolgen.

Die Anforderungen an Speisewasser und Kesselwasser gelten für den Dauerbetrieb mit den in den Tafeln 1, 2 und 4 angegebenen Grenzwerten für kurzzeitig zulässige Abweichungen bei Anfahrvorgängen.

#### **4 Anforderungen an das Speisewasser für Einspritzkühler zur Dampftemperaturregelung**

Das Einspritzwasser zur Dampftemperaturregelung soll die gleichen Reinheitsanforderungen wie das Speisewasser für Durchlaufkessel (Tafel 1) erfüllen. Wo Einspritzwasser dieser Qualität nicht verfügbar ist – beispielsweise in Anlagen, die nicht mit salzfreiem Zusatzspeisewasser betrieben werden –, muss Dampfkondensat verwendet werden. Unter diesen Voraussetzungen nicht vermeidbare Salzablagerungen im Überhitzer sind durch Spülen zu entfernen.

#### **5 Überwachung der Wasserqualität**

Die Einhaltung der in dieser technischen Regel gestellten Anforderungen ist nach innerbetrieblicher Anweisung zu überwachen. Dies geschieht entweder kontinuierlich und registrierend oder diskontinuierlich (s. Spalte „Überwachung“ in den Tafeln 1 bis 5). Diskontinuierliche Messungen sind in regelmäßigen Zeitabständen gemäß Betriebsanweisung durchzuführen. Die Ergebnisse sind schriftlich festzuhalten.

#### **6 Wasserkonditionierungsmittel mit organischen Bestandteilen**

Beim Einsatz von Wasserkonditionierungsmitteln mit organischen Bestandteilen ist sicherzustellen, dass ein Datenblatt gemäß TRD 611 Angang 1 vorliegt. Die Forderung gilt auch für bestehende Anlagen.

## Dampfk 5.611

Tafel 1. Anforderungen an salzfreies<sup>4)</sup> Speisewasser für Durchlaufkessel

	Einheit	Richtwert	Grenzwert für kurzzeitig zulässige Abweichungen	Überwachung	Bemerkungen
Konditionierung mit flüchtigen Alkalisierungsmitteln Leitfähigkeit bei 25 °C hinter stark-saurem Kationenaustauscher pH-Wert bei 25 °C Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	μS/cm	< 0,2	< 5	kontinuierlich, registrierend	Bei den Leitfähigkeitsgrenzwerten für kurzzeitig zulässige Abweichungen wird vorausgesetzt, dass die Leitfähigkeitserhöhung durch Kohlensäure verursacht wird. Nach kurzer Betriebszeit muss dann fallende Tendenz der Leitfähigkeitswerte eintreten.
	–	> 9	> 6,5	registrierend, ggf. über Hilfsgrößen	
	mg/l	< 0,10	< 0,30	diskontinuierlich	
Konditionierung mit Oxidationsmitteln Leitfähigkeit bei 25 °C ohne stark-sauren Kationenaustauscher Leitfähigkeit bei 25 °C hinter stark-saurem Kationenaustauscher pH-Wert bei 25 °C Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	μS/cm	< 0,25	< 1	kontinuierlich, registrierend	
	μS/cm	< 0,2	< 1	kontinuierlich, registrierend	
	–	7 bis 8	> 6,5	durch Messung beider Leitfähigkeiten erfüllt	
	mg/l	0,05 bis 0,25	> 0,05 < 0,50	kontinuierlich, registrierend	
Konditionierung mit Ammoniak und Sauerstoff Leitfähigkeit bei 25 °C hinter stark-saurem Kationenaustauscher pH-Wert bei 25 °C Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	μS/cm	< 0,2	< 1	kontinuierlich, registrierend	
	–	8,0 bis 9	> 6,5	über direkt gemessene Leitfähigkeit	
	mg/l	0,03 bis 0,15	> 0,03 bis < 0,5	kontinuierlich, registrierend	

<sup>4)</sup> Begriffsbestimmungen für salzfreies, salzarmes und salzhaltiges Speisewasser siehe Abschnitte 2.4, 2.5 und 2.6

Tafel 2. Anforderungen an salzfreies<sup>4)</sup> Speisewasser für Umlaufkessel und Großwasserraumkessel

	Einheit	Richtwert	Grenzwert für kurzzeitig zulässige Abweichungen	Überwachung	Bemerkungen
Leitfähigkeit bei 25 °C hinter stark-saurem Kationenaustauscher	µS/cm	< 0,2	< 5	kontinuierlich, registrierend (nicht erforderlich bei Großwasserraumkesseln)	siehe Bemerkungen in Tafel 1
pH-Wert bei 25 °C	–	> 9	> 6,5	registrierend, ggf. über Hilfsgrößen	Bis zur Abzweigung für das Einspritzwasser für Dampfkühler nur flüchtige Alkalisierungsmittel
Sauerstoff (O <sub>F2</sub> )	mg/l	< 0,10	< 0,30	diskontinuierlich	

Tafel 3. Anforderungen an das Kesselwasser von Umlaufkesseln und Großwasserraumkesseln bei salzfreiem<sup>4)</sup> Speisewasser

	Einheit	Richtwert	Überwachung	Bemerkungen
≤ 68 bar: Leitfähigkeit bei 25 °C ohne starksauren Probenahme-Kationenaustauscher	µS/cm	< 50	kontinuierlich	Bei kombinierter Anwendung fester und flüchtiger Alkalisierungsmittel <sup>*)**)</sup>
Leitfähigkeit bei 25 °C hinter starksaurem Probenahme-Kationenaustauscher	µS/cm	< 150	diskontinuierlich	
pH-Wert bei 25 °C		9,5 bis 10,5	diskontinuierlich, ggf. über Hilfsgrößen	
> 68 bar: Leitfähigkeit bei 25 °C hinter starksauren Probenahme-Kationenaustauscher	µS/cm	< 50	kontinuierlich	
pH-Wert bei 25 °C		9,8 bis 10,2	kontinuierlich, ggf. über Hilfsgrößen	
> 68 bis 136 bar > 136 bar		9,3 bis 9,7		

) Alternativ ist die Anwendung ausschließlich flüchtiger Alkalisierungsmittel möglich, wenn die Speisewasserrichtwerte nach Tafel 2 sowie eine Kesselwasserleitfähigkeit < 3 µS/cm hinter Kationenaustauscher eingehalten werden.

\*\*) Bei Großwasserraumkesseln wird von Natrium- oder Kaliumhydroxid als festem Alkalisierungsmittel abgeraten und statt dessen Trinatriumphosphat empfohlen.

Tafel 4. Anforderungen an salzarmes und salzhaltiges<sup>4)</sup> Speisewasser für Umlaufkessel und Großwasserraumkessel

	Zulässiger Betriebsüberdruck in bar	Einheit	Richtwert	Grenzwert für kurzzeitig zulässige Abweichungen	Überwachung	Bemerkungen
pH-Wert bei 25 °C		–	> 9	> 8	diskontinuierlich, ggf. über Hilfsgrößen	Durch thermische Entgasung, ggf. durch Sauerstoffbindemittel sicherzustellen
Summe Erdalkalien (Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> )	< 68	mmol/l	< 0,010	< 0,050	diskontinuierlich	
	≥ 68 ≤ 87	mmol/l	< 0,005	< 0,010	diskontinuierlich	
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )		mg/l	< 0,02	anfahrbedingte Überschreitungen zulässig	diskontinuierlich, ggf. über Hilfssparameter	

## Dampfk 5.611

Tafel 5a Anforderungen an das Kesselwasser für Großwasserraumkessel bei salzarmem und bei salzhaltigem<sup>4)</sup> Speisewasser

Zulässiger Betriebsüberdruck in bar	Richtwert			Überwachung	Bemerkungen
	Leitfähigkeit bei 25 °C in µS/cm	pH-Wert bei 25 °C			
		bei salzarmem Speisewasser	Speisewasser	salzhaltiges Speisewasser	
≤ 22	< 8000	10,5 bis 11,5		10,5 bis 12,0	diskontinuierlich, ggf. über Hilfsgrößen
> 22	< 4000	10,5 bis 11,0 <sup>1)</sup>		10,0 bis 11,8	

<sup>1)</sup> Bei salzarmem Speisewasser ist eine Phosphatkonzentration von 7,5 bis 15 mg/l PO<sub>4</sub>, in der Regel durch Trinatriumphosphat, einzustellen. Wenn der Mindest-pH-Wert dadurch erreicht wird, soll zusätzlich Natronlauge dosiert werden.

Tafel 5b. Anforderungen an das Kesselwasser für Umlaufkessel bei salzarmem und bei salzhaltigem<sup>4)</sup> Speisewasser

Zulässiger Betriebsüberdruck in bar		Richtwert		Überwachung
		Leitfähigkeit bei 25 °C in µS/cm	pH-Wert bei 25 °C	
> 22	≤ 22	< 8000	10,5 bis 12,0	diskontinuierlich ggf. über Hilfsgrößen
	≤ 44	< 4000	10,0 bis 11,8	
	≤ 68	< 2000	10,0 bis 11,0	
	≤ 87*)	< 300	9,5 bis 10,5	

<sup>1)</sup> Nur salzarmes Speisewasser zugelassen

<b>Datenblatt über Wasserkonditionierungsmittel mit organischen Bestandteilen</b>
---

**1 Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung**

1.1	Handelsname und Typ:
1.2	Hersteller/Lieferant:
1.3	Straße:
1.4	Nat.-Kennz./PLZ/Ort:
1.5	Postfach:
1.6	Nat.-Kennz./PLZ/Ort:

**2 Einsatzzweck und Wirkungsweise**

2.1 Einsatz im: (Zutreffendes ankreuzen)

- Dampferzeuger
   
  Heißwassererzeuger

Sonstige Bemerkungen:
-----------------------

2.2 Einsatzzweck und Wirkungsweise: (Zutreffendes ankreuzen)

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Korrosionsinhibitor         | <input type="checkbox"/> Kesselsteingegenmittel    |
| <input type="checkbox"/> Dispergiermitteln           | <input type="checkbox"/> Sauerstoffbindemittel     |
| <input type="checkbox"/> Konservierung               | <input type="checkbox"/> Inbetriebreinigung        |
| <input type="checkbox"/> Alkalisierung, Flüssigphase | <input type="checkbox"/> Alkalisierung, Dampfphase |
| <input type="checkbox"/> grenzflächenaktiv           |  |

Sonstige Bemerkungen:
-----------------------

**3 Angaben zu den Produktbestandteilen (Sicherheitsdatenblatt beifügen)**

--

**4 Physikalische und chemische Eigenschaften**

- 4.1 Form: .....
- 4.2 Farbe: .....
- 4.3 Geruch: .....
- 4.4 Dichte bei 20 °C (g/cm<sup>3</sup>): .....
- 4.5 pH-Wert: .....
- 4.6 Wärmeleitfähigkeit (W/mK): .....
- 4.7 Löslichkeit der Wirkstoffe in Wasser (mg/l): .....

bei 20 °C:
------------

bei 100 °C:
-------------

## Dampfk 5.611

### 4.8 Mischbarkeit mit Wasser

Mischform:
Grenzbereiche/Stabilitätsgrenzen:

### 4.9 Dampflichkeit (Zutreffendes ankreuzen):

- Dampfliche Bestandteile  Nicht-dampfliche Bestandteile  
 Verteilungskoeffizient (Kurven)

Sonstige Bemerkungen:
-----------------------

4.10 Trockenrückstand (nach DIN 38409-1): .....

4.11 Glührückstand (nach DIN 38409-1): .....

### 4.12 Lagerbeständigkeit/Lagerfähigkeit (Zutreffendes ankreuzen)

Entmischung:
Empfindlichkeit gegen Luftsauerstoff:

- Verfallsdatum ist zu beachten  Lagertemperaturen sind zu beachten

### 4.13 Stabilität und Reaktivität

Zersetzungsprodukte bei thermischer Beanspruchung (Betriebsbedingungen):
--

## 5 Anwendungsbereich

### 5.1 Kesselbauart (Zutreffendes ankreuzen)

- Wasserrohrkessel  Großwasserraumkessel

Sonstige Bemerkungen (Einschränkungen auf spezielle Konstruktionsmerkmale und Verfahren):
---

5.2 Druck (bar), geeignet bis: .....

5.3 Temperatur (°C), geeignet bis: .....

### 5.4 Wasserqualität des Speisewassers geeignet für (Zutreffendes ankreuzen)

	Wasserrohrkessel	Großwasserraumkessel
salzhaltig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
salzarm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
salzfrei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 5.5 Obere und untere Grenzkonzentration des Produktes /Wirkstoffes (mg/l) im

Kesselwasser:
---------------

Speisewasser:
---------------

Umlaufwasser:
---------------

Kondensatsystem:
------------------

5.6 Unverträglichkeit mit anderen Konditionierungsmitteln:

5.7 Unverträglichkeit mit anderen Wasserinhaltsstoffen (z.B. Härte, Sauerstoff).

5.8 Unverträglichkeit mit Werkstoffen der Dosiereinrichtung und des Wasserkreislaufes:

5.9 Auswirkungen auf Sicherheits-, Regel- und Begrenzungseinrichtungen unter bestimmten Betriebsbedingungen:

5.10 Beeinflussung der Schutzschicht im Dauerbetrieb:

5.11 Anwendungsvorschrift (Zutreffendes ankreuzen)

- verfügbar  nicht verfügbar  
 wird als Behandlungskonzept speziell erstellt

5.12 Zulassung zum Einsatz in der Lebensmittelindustrie (Zutreffendes ankreuzen)

- Keine Zulassung vorhanden

Folgende Zulassung(en):

## 6 Wärmeübergangsverhalten im Vergleich zu unkonditionierten Wasser

6.1 Änderung des Wärmeübergangskoeffizienten im Normalbetrieb (Zutreffendes ankreuzen)

- Keine  Erhöhung  Verminderung

Sonstige Bemerkungen:

6.2 Anreicherung des Produktes bzw. der Produktbestandteile auf Heizflächen bei Abkühlung der Kesselanlage (Zutreffendes ankreuzen)

- kann nicht ausgeschlossen werden  kann ausgeschlossen werden

Besondere Anforderungen beim Anfahren der Anlage, insbesondere hinsichtlich Brennerleistungssteigerung, Druckgradient, Temperaturgradient usw.:

Sonstige Bemerkungen:

## Dampfk 5.611

6.3 Anreicherung des Produktes bzw. der Produktbestandteile auf Heizflächen nach Konservierung (Zutreffendes ankreuzen)

- kann nicht ausgeschlossen werden  kann ausgeschlossen werden

Besondere Anforderungen beim Anfahren der Anlage, insbesondere hinsichtlich Brennerleistungssteigerung, Druckgradient, Temperaturgradient usw.:

Sonstige Bemerkungen:

6.4 Änderung der kritischen Wärmestromdichte (Übergang zum Filmsieden) (Zutreffendes ankreuzen)

- Keine  Erhöhung  Verminderung

Sonstige Bemerkungen:

6.5 Forschungsergebnisse, Veröffentlichungen etc. zum Themenbereich 7:

## 7 Betriebsüberwachung

7.1 Das Verfahren zur Überwachung der Anwendungskonzentration ist auf folgende Produktbestandteile abgestimmt:

7.2 Beschreibung des Verfahrens:

7.3 Sind diese Verfahren für die Vorort-Analyse geeignet? (Zutreffendes ankreuzen)

- ja  nein

7.4 Verfahren entsprechen den Anforderungen folgender Richtlinien (z.B. DIN-, EN- oder ISO-Normen):

7.5 Eignung des Verfahrens ist durch ein zertifiziertes Prüflabor nachgewiesen (Zutreffendes ankreuzen)

- ja  nein

7.6 Name und Anschrift des Labors:

**Bei Änderung der Zusammensetzung des Produktes verliert das Datenblatt seine Gültigkeit.**

\_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
Firma/rechtsverbindliche Unterschrift)

## Erläuterungen zur TRD 611

**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 Absatzung 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.

## Dampfk 5.611

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 Sau-

erstoffkonzentrationen 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.

#### **Hinweis der ZSV:**

*Die letzte Änderung ist am 25. Juni 2001 in Kraft getreten.*