

BTGA-Praxisleitfaden

Wasserbeschaffenheit in Heizungsanlagen (Anwendungshinweise zur VDI 2035)

- Grundlagen
- Planung und
Ausführung
- Betrieb



BTGA

Bundesindustrieverband
Technische Gebäudeausrüstung e.V.

Herausgeber:



Hinter Hoben 149
53129 Bonn
Tel. 0228 94917-0
Fax 0228 94917-17
info@btga.de

© BTGA - Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e. V., Bonn
1. Auflage, September 2021

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieses Dokumentes ist unter Wahrung des Urheberrechts zulässig.

Bildquelle Titel- und Rückseite: vipman/Shutterstock.com

BTGA-Praxisleitfaden

Wasserbeschaffenheit in Heizungsanlagen (Anwendungshinweise zur VDI 2035)

- **Grundlagen**
- **Planung und Ausführung**
- **Betrieb**

Autoren

Ernst Droste

GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH

Ingo Fabricius

WILO SE

Jan Heckmann

Z&H Wassertechnik GmbH

Rolf Klockow

ITGA Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Bremen e. V.

Dr. Klaus Menge, Vorsitz

FRENGER SYSTEMEN BV Heiz- & Kühltechnik GmbH

Lothar Sängler

ITGA Baden-Württemberg e. V.

Stefan Tuschy

BTGA e. V.

Inhalt

1	Einleitung	8
2	Normative Verweise	8
3	Begriffe	8
4	Allgemeine Grundsätze	8
5	Steinbildung (Kalkausfall)	10
6	Wasserseitige Korrosion	11
7	Richtwerte und Empfehlungen	14
8	Maßnahmen	17
8.1	Sachgerechte Planung und Installation	17
8.2	Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung	17
8.2.1	Allgemeines	17
8.2.2	Inbetriebnahme	18
8.2.3	Betrieb und Instandhaltung	20
8.3	Wasseraufbereitung	20
8.4	Wasserbehandlung	21
8.4.1	Allgemeine Hinweise	21
8.4.2	Härtestabilisierung	21
8.4.3	Alkalisierung	22
8.4.4	Korrosionsinhibitoren	22
8.4.5	Frostschutzmittel	22
8.4.6	Sauerstoffbindung	22
8.4.7	Physikalische Wasserbehandlung	22

8.5	Druckhaltung und Entgasung	23
8.5.1	Instandhaltung	24
8.5.2	Entgasung	24
9	Empfehlungen für Bestandsanlagen	25
9.1	Vorgehen bei geringfügigen Änderungen	25
9.2	Vorgehen bei wesentlichen und schadensbedingten Änderungen	25
9.3	Umgang mit Mängeln	26
9.4	Aktualisierung des Anlagenbuches nach Abschluss der Arbeiten	26
	Anlagen	27
	Anlage 1 – Beispiel – Anlagenbuch gemäß Punkt 9. VDI 2035 Blatt 1	27
	Anlage 2 – Dokumentation – Parameter Heizwasser	30

1 Einleitung

Die VDI 2035 beschreibt umfangreich viele mögliche Korrosions-Effekte und Einflüsse zur Entstehung und Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung in Warmwasser-Heizungsanlagen. Oftmals fehlen den beteiligten Akteuren jedoch notwendige Hintergrundinformationen, um die komplexen Aussagen in der Praxis umzusetzen.

Der vorliegende Praxisleitfaden soll Planern und Anlagenbauern aus der TGA-Branche sowie den Betreibern komprimiert die wichtigsten Informationen der VDI 2035 bereitstellen und dabei helfen, differenzierte Aussagen der Richtlinie besser zu verstehen. Die Inhaltsstruktur der VDI 2035 wurde beibehalten und mit praxisnahen Zusatzinformationen ergänzt.

2 Normative Verweise

Siehe VDI 2035

3 Begriffe

Anlagenvolumen: Gesamter Wasserinhalt der Anlage inkl. aller Speicher und Wärme-/Kälteerzeuger einer hydraulischen Einheit

4 Allgemeine Grundsätze

Moderne Heizungsanlagen werden durch energieeffiziente Technologien, Materialien und Randbedingungen immer leistungsfähiger, jedoch auch immer komplexer. So steigt z. B. der Wasserinhalt von Anlagen durch die Verwendung von Pufferspeichern und Komponenten wie Solarthermie oder Wärmepumpen. Damit steigt jedoch die Gefahr der Bildung von Schlamm und Ablagerungen sowie von Korrosion. Die VDI 2035 hat sich zum Ziel gesetzt, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Schäden zu minimieren. Deshalb muss eine Heizungsanlage nach VDI 2035 grundsätzlich als atmosphärisch und korrosionstechnisch geschlossene Anlage ausgeführt werden. Dazu muss auf folgende Grundsätze geachtet werden:

- Konsequente Planung und Verwendung sauerstoffdiffusionsdichter Werkstoffe (AGFW FW 510)
- Überwachung und Begrenzung der Zusatzwassermenge während des Betriebes
- Systemabhängige Druckhaltung

Häufig kommt es in der Praxis aufgrund der komplexen Zusammenhänge dennoch zu Störungen durch Ablagerungen und/oder Korrosion. Die Ursache dafür wird oft beim Anlagenerrichter gesucht, was sich bei näherer Betrachtung meist nicht bewahrheitet.

Der Anlagenerrichter schuldet dem Auftraggeber eine funktionstüchtige, vertragskonforme Anlage. Demnach liegt ein Mangel vor, wenn der Ist-Zustand vom Soll-Zustand negativ abweicht. Der sogenannte funktionale Mangelbegriff hat darüber hinaus auch Auswirkungen auf die Prüfungspflichten des Auftragnehmers. Er muss nicht nur isoliert untersuchen, ob er das vertraglich vereinbarte, also von ihm geschuldete Werk einwandfrei erbringen kann. Er muss auch prüfen, ob mit den beauftragten Leistungen ein funktionierendes Werk nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik entstehen kann. Hat er Zweifel, muss er beim Auftraggeber Bedenken anmelden.

Die verbauten Materialien müssen im Hinblick auf das Heizungsfüll- und Ergänzungswasser geeignet sein, und dürfen keine Eigenschaften aufweisen, die einen dauerhaften und ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb gefährden. Der Anlagenerrichter hat die Ausführungsplanung auf diese Punkte hin zu überprüfen und ferner auch die Herstellervorgaben der gewählten Produkte zu berücksichtigen.

Vor der Ausführung der Werkleistung sollte grundsätzlich die Wasserqualität des Heizungsfüll- und Ergänzungswassers mit einer Wasseranalyse auf Übereinstimmung mit den Richtwerten und Empfehlungen des Abschnitts 7 der VDI 2035 überprüft werden. Der Auftraggeber sollte veranlasst werden, eine ordnungsgemäße und aktuelle Wasseranalyse bereitzustellen. Nach der DIN 18380 (VOB Teil C, Abschnitt 4.2.22) handelt es sich bei der Erstellung von Wasseranalysen um eine Besondere Leistung, die in Abhängigkeit von den vertraglichen Regelungen, vergütungspflichtig ist.

Es sind alle relevanten Daten und Betriebsparameter im Anlagenbuch zu dokumentieren. Außerdem muss eine regelmäßige Instandhaltung erfolgen, in deren Rahmen die Wasserqualität im Betrieb überwacht und dokumentiert wird und gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen getroffen werden.

Bitte beachten:

Nach der Rechtsprechung des BGH zum sogenannten funktionalen Mangelbegriff ist ein Werk auch dann mangelhaft, wenn es eine vereinbarte Funktion nur deshalb nicht erfüllt, weil ein vom Auftraggeber geliefertes Bauteil oder die Vorleistung anderer Unternehmer, von denen die Funktionsfähigkeit des Werkes abhängt, unzureichend sind (BGH, Urteil vom 10.06.2010 – XA ZR 3/07). Dies bedeutet, dass bei Erweiterungen und wesentlichen Änderungen bestehender Anlagen unbedingt auch der vorhandene Anlagenteil (inkl. des vorhandenen Umlaufwassers) auf Eignung überprüft werden muss.

Folgende Anforderungen können beispielhaft genannt werden:

- Höhere Anforderung an Gesamthärte durch Gesamtkesselleistung/des Systemvolumens
- Höhere Anforderung an Gesamthärte durch größeres Anlagenvolumen
- Notwendigkeit einer salzarmen Fahrweise durch Aluminiumlegierungen
- Prüfung auf Kompatibilität der Gesamtanlage. Es ist zu prüfen, ob das in dem vorhandenen Anlagenteil vorhandene Umlaufwasser den Anforderungen VDI 2035 entspricht.
- Bei Erhöhung der Vorlauftemperaturen ist die Temperaturbeständigkeit der Bestandskomponenten zu prüfen.

Bei Arbeiten an Bestandsanlagen sollte daher die Möglichkeit einer hydraulischen Systemtrennung geprüft werden, da ansonsten durch die Vermischung des Heizungsfüll- und Ergänzungswassers mit dem Heizungswasser der Bestandsanlage ein Haftungsrisiko für die Gesamtanlage entsteht.

5 Steinbildung (Kalkausfall)

Grundlagen, Ursachen und Auswirkungen von Steinbildung sind bereits in der VDI 2035 ausreichend beschrieben. Zusammenfassend und als Ergänzung sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Die Summe der Konzentration von Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) stellt die Gesamthärte dar. Auch wenn die Kalkausfallwahrscheinlichkeit genau betrachtet von weiteren Parametern wie z. B. der Hydrogencarbonatkonzentration (HCO_3), der Säurekapazität zum pH-Wert 4,3 ($K_{S4,3}$) abhängig ist, so wird dennoch in der Tabelle 3 a lediglich die Gesamthärte in der Einheit °d betrachtet.
- Mit zunehmendem pH-Wert und zunehmender Temperatur des Kreislaufwassers nimmt die Kalkausfallwahrscheinlichkeit in hohem Maße zu.
- Die Differenz zwischen der tatsächlichen Gesamthärte im Umlaufwasser und der im Füll- und Ergänzungswasser wird als Härtedefizit bezeichnet. Beide Gesamthärten können schnell und einfach vor Ort bestimmt werden. Eine genaue Ermittlung des Härtedefizites wird dann schwierig, wenn Füll- und Ergänzungswasser nicht die gleiche Gesamthärte haben.
- Kalkausfall tritt nicht gleichmäßig verteilt über die gesamte Oberfläche auf, sondern nur an den wärmsten Stellen im Kreislauf. Diese sind in der Regel die unmittelbar beheizten Wärmeübertragungsflächen.
- Kalkablagerungen führen niemals zu Korrosion. Durch den Steinbelag wird der Wärmedurchgang reduziert (1 mm Kalkschicht vermindert den Wärmedurchgang um etwa 10 %). Insbesondere auf unmittelbar beheizten Wärmeübertragungsflächen kann es zu örtlicher Überhitzung und dadurch bedingte Rissbildung sowie zu Siedegeräuschen kommen.
- Während der Lebensdauer der Heizungsanlage soll nicht mehr als das 2-fache des gesamten Anlagenvolumens als Ergänzungswasser nachgespeist werden. Darum muss in jede Nachspeiseleitung ein Wasserzähler eingebaut werden. Sollte diese Grenze dennoch erreicht werden, darf ab diesem Zeitpunkt nur noch vollenthärtetes Wasser nachgespeist werden.

6 Wasserseitige Korrosion

Grundlagen, Ursachen und Schäden durch Korrosion sind bereits in der VDI 2035 ausreichend beschrieben. Zusammenfassend und als Ergänzung sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Korrosionsprozesse laufen praktisch immer nur bei Anwesenheit von Sauerstoff ab. Deshalb kommt der Verhinderung des Eintrages von Sauerstoff in das Kreislaufwasser eine zentrale Bedeutung zu. Ursachen für den Eintrag von Sauerstoff sind:
 - ✧ Verwendung nicht diffusionsdichter Materialien
 - ✧ Diffusion über permeable Bauteile (z. B. Dichtungen, Kunststoffrohre, Membranen, Schläuche).
 - ✧ Nachspeisung von sauerstoffreichem Ergänzungswasser durch z. B. fehlerhafte Druckhaltung.
- Die wichtigsten Korrosionsarten sind:
 - ✧ Unkontrollierte Flächenkorrosion durch Sauerstoffeintrag
 - ✧ Mikrobiell beeinflusste Korrosion (MIC). Erkennbar an der völligen oder teilweisen Zehrung von Sulfat und Nitrat und an der damit verbundenen Absenkung des pH-Wertes auf $< 7,0$ (in extremen Fällen auf < 5). MIC tritt bevorzugt in Temperaturzonen zwischen 30 und 40 °C auf.
 - ✧ Erosionskorrosion durch zu hohe Fließgeschwindigkeiten. Tabelle 1 beschreibt Richtwerte für die max. zul. Strömungsgeschwindigkeiten bei Korrosionsgefahr (schwebstofffreies Umlaufwasser). Bei der Anwesenheit von Partikeln im Umlaufwasser können bereits deutlich kleinere Fließgeschwindigkeiten zu erheblicher Erosionskorrosion führen. Deshalb ist der Wasserparameter „klar und frei von sedimentierenden Stoffen“ besonders wichtig.

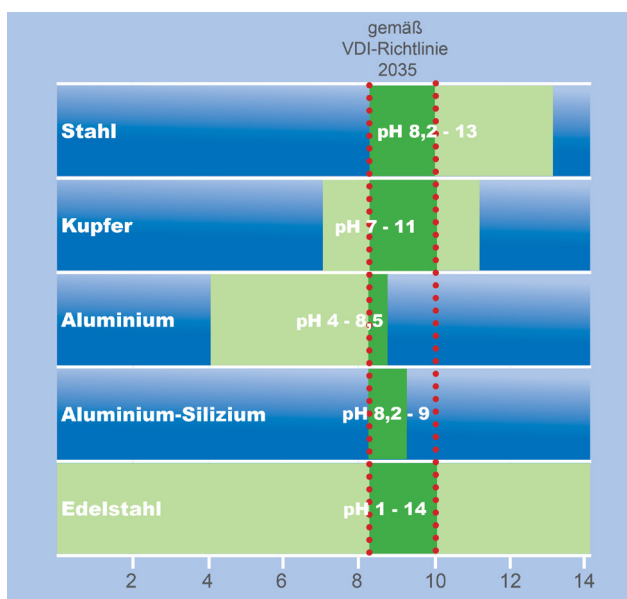


Abbildung 1: Korrosionsverhalten verschiedener Werkstoffe in Abhängigkeit vom pH-Wert

Tabelle 1: Fließgeschwindigkeiten in Abhängigkeit des Werkstoffes

Werkstoff	Max. zul. Strömungs- geschwindigkeit in m/s
Aluminium	1,5
Stahl	3,0
Kupfer	1,5
Messing	2,0
Kunststoff	6,0

- ✧ Neben wasseranalytischen Ergebnissen kann eine Verfärbung des Umlaufwassers wichtige Anhaltspunkte für eine Bestimmung des korrodierten Metalls liefern. Dazu Tabelle 2:

Tabelle 2: Verfärbung des unbehandelten Umlaufwassers

Farbe	Korrodiertes Metall
rot, orange, braun oder schwarz	Eisen
braun oder schwarz	Mangan (Teil des schwarzen Stahls)
grün oder blau	Kupfer oder Kupferlegierungen
optisch nicht wahrnehmbar	Aluminium

- ✧ Aus der VDI 2035 geht hervor, dass in Warmwasser-Heizungsanlagen nur dann eine salzarme Fahrweise empfohlen wird, wenn im Kreislauf Bauteile aus Aluminium-Legierungen verbaut wurden.
- ✧ Die Füll- und Ergänzungswassermenge soll während der Lebensdauer der Anlage das Dreifache des Wasserinhalts (einmal füllen, zweimal ergänzen) der Anlage nicht überschreiten. Wird diese Menge deutlich überschritten, ist die Wahrscheinlichkeit von Korrosionsschäden erhöht.

- ✧ In die Nachspeiseleitung muss in jedem Fall ein Wasserzähler eingebaut werden, um das unkontrollierte Eintragen von Sauerstoff mit dem Ergänzungswasser erkennen zu können. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass pro Jahr maximal ca. 3 % des Kreislaufvolumens ergänzt werden (Annahme bei einer zu erwartenden Lebensdauer der Anlage von 30 Jahren). Dazu ist es erforderlich, in regelmäßigen Abständen (mindestens einmal im Jahr) den Zählerstand zu kontrollieren und zu dokumentieren. Eine deutliche Überschreitung des 3 %-Wertes kann auf ein Problem in der Anlage hindeuten, wie z. B. eine mangelhafte Druckhaltung, Leckage oder ein defektes Überdruckventil. In diesem Fall ist die Ursache abzuklären und ggf. in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu beseitigen.
- ✧ Beim Einsatz von automatischen Nachspeiseanlagen ist darauf zu achten, dass diese über ausreichende Überwachungs- und Kontrollmechanismen verfügen, so dass unzulässig hohe Nachspeisemengen vermieden werden.

7 Richtwerte und Empfehlungen

Bei Warmwasser-Heizungsanlagen kann als Füll- und Ergänzungswasser nicht aufbereitetes Trinkwasser verwendet werden, wenn die Gesamthärte die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllt. Andernfalls ist das Wasser vollständig zu enthärten oder zu entsalzen.

Tabelle 3 a: Zulässige Werte für die Gesamthärte des Heiz-, Füll- und Ergänzungswassers - abhängig von der Heizleistung, dem Anlagenvolumen und dem Wasserinhalt des Wassererzeugers (Einflusswerte Steinbildung)

		Gesamthärte in °dH		
		Spezifisches Anlagenvolumen in Liter/kW Heizleistung ^{a)}		
		≤ 20	> 20 bis 40	> 40
Gesamtheizleistung				
≤ 50 kW	Spezifischer Wasserinhalt ^{b)} Wärmeerzeuger ≥ 0,3 Liter/kW	keine	≤ 16,8	≤ 0,3
	Spezifischer Wasserinhalt ^{b)} Wärmeerzeuger < 0,3 Liter/kW und Anlagen mit elektrischen Heizelementen	≤ 16,8	≤ 8,4	
> 50 kW bis 200 kW		≤ 11,2	≤ 5,6	
> 200 kW bis 600 kW		≤ 8,4	≤ 0,3	
> 600 kW		≤ 0,3		

^{a)} Zur Berechnung des spezifischen Anlagenvolumens ist bei Anlagen mit mehreren Wärmeerzeugern die kleinste Einzelheizleistung zu berücksichtigen.

^{b)} Bei Anlagen mit mehreren Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen spezifischen Wasserinhalten ist jeweils der kleinste spezifische Wasserinhalt maßgebend.

Tabelle 3 b: Zulässige Werte für die elektrische Leitfähigkeit und den pH-Wert des Heizwassers – unabhängig von der Heizleistung (Einflusswerte Korrosionsverhalten)*

		Salzarme Betriebsweise	Salzhaltige Betriebsweise
Elektrische Leitfähigkeit		10 bis 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	> 100 bis 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
pH-Wert (ohne Aluminium-/Siliziumlegierungen)		8,2 bis 10,0	
pH-Wert (mit Aluminium-/Siliziumlegierungen) ^{a1}		8,2 bis 9,0	
visuelle Beurteilung	Färbung	klar	
	Trübung	frei von sedimentierenden Stoffen	

* Anmerkung: Abweichende Herstellerangaben sind zu beachten.

^{a1} Wenn beim Vorhandensein von Aluminium-/Siliziumlegierungen die salzarme Fahrweise nicht angewendet wird, dann darf kein völlig enthärtetes Füll- und Ergänzungswasser eingesetzt werden.

Alle Werte nach den Tabellen 3 a und 3 b sind bei Inbetriebnahme zu kontrollieren und zu dokumentieren.

Wenn bei der Nachspeisung von nicht enthärtetem Wasser die Füll- und Ergänzungswassermenge das Dreifache des Nennvolumens überschreitet, muss ab dann das Füll- und Ergänzungswasser völlig enthärtet oder entsalzt werden.

Bei der salzarmen Betriebsweise wird in vielen Fällen das Füllwasser über eine Mischbettpatrone in der Füllwasserleitung entsalzt. Am Ausgang dieser Mischbettpatrone ergibt sich verfahrensgemäß eine elektrische Leitfähigkeit von deutlich < 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, was zunächst unterhalb des geforderten Bereiches (10-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) liegt. Erfahrungsgemäß steigt die elektrische Leitfähigkeit des Wassers in der Anlage jedoch schnell an (z. B. durch Restwasser) und stabilisiert sich auf elektrische Leitfähigkeiten < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ein zu niedriger pH-Wert des Füll- und Ergänzungswassers ist nicht repräsentativ für den sich im Betrieb einstellenden pH-Wert des Heizwassers. Da infolge der Eigenalkalisierung der pH-Wert des Heizwassers in der Regel innerhalb weniger Wochen Betriebszeit ansteigt, ist bei zu niedrigen pH-Werten eine Alkalisierung des Füll- und Ergänzungswassers nicht erforderlich.

3 Monate nach Inbetriebnahme und anschließend alle 12 Monate ist das Heizwasser durch den Betreiber auf die Einhaltung der vorgegebenen Werte zu kontrollieren und zu dokumentieren. Sollten Ist- und Sollwerte voneinander abweichen, sind entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Empfohlene Maßnahmen bei Richtwertabweichung:

- **Elektrische Leitfähigkeit:** Entsalzung des Umlaufwassers im Bypass-Verfahren
- **pH-Wert (zu hoch):** Dosierung einer Säure (z.B. Phosphorsäure)
- **pH-Wert (zu tief):** Dosierung von Natronlauge
- **Färbung:** Einsatz eines Feinfilters/Abscheiders im Bypass
- **Trübung:** Einsatz eines Feinfilters/Abscheiders ggf. mit Magnet im Bypass

8 Maßnahmen

8.1 Sachgerechte Planung und Installation

Schutz vor Steinbildung und Korrosion beginnt bereits bei der Planung und mit Berücksichtigung der anlagen- und betriebsspezifischen Eigenheiten:

- Anlagenbauart
- Auslegung
- Werkstoffwahl
- Wasserbeschaffenheit des Füll-, Ergänzungs- und Umlaufwassers
- Kurzer Übergang zwischen Druckprobe und Inbetriebnahme

Heizungsanlagen sind als korrosionstechnisch geschlossene Anlagen auszulegen. Ist dieses nicht für die gesamte Anlage möglich, müssen die korrosionstechnisch offenen Teilabschnitte durch eine Systemtrennung entkoppelt werden oder es dürfen nur korrosionsbeständige Materialien zum Einsatz kommen. Die Planung der Anlage muss mindestens nachfolgende Leistungen beinhalten:

- Bestimmung der Gesamtheizleistung bzw. bei Mehrkesselanlagen auch die Einzelheizleistung
- Beurteilung der Wasserbeschaffenheit
- Auswahl und Dimensionierung der Wasseraufbereitungsanlage
- Berechnung des Anlagenvolumens
- Auswahl der Art und die Dimensionierung der Druckhaltung
- Auswahl der Werkstoffe (bei der Auswahl ist die Konstruktion und Betriebsweise der Anlage zu berücksichtigen)
- Abschnittsweises Vorsehen von Absperrventilen (damit soll vermieden werden, dass bei Reparaturarbeiten das gesamte Anlagenwasser entleert werden muss)
- Zugabe von Korrekturchemikalien nur in begründeten Ausnahmefällen
- Vorsehen von geeigneten Filtern/Abscheidevorrichtungen im Nebenstrom um Partikel (z.B. Korrosionsprodukte und Fremdpartikel) zu entfernen.
- Vorsehen eines Wasserzählers, zur Erfassung der Füll- und Ergänzungswassermenge
- Anlegen eines Anlagenbuches

Alle Planungsdaten sind Bestandteil und Grundlage des Anlagenbuches.

8.2 Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung

8.2.1 Allgemeines

Grundlage für die Durchführung der Inbetriebnahme sind die Planungsdaten aus dem Anlagenbuch. Es ist sicher zu stellen, dass die Planungsvorgaben eingehalten werden. Ansonsten sind Bedenken beim Auftraggeber anzuzeigen. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, dass mit Abschluss der Inbetriebnahme der bestimmungsgemäße Betrieb beginnt, um durch Anlagenstillstand verursachte Korrosion zu vermeiden.

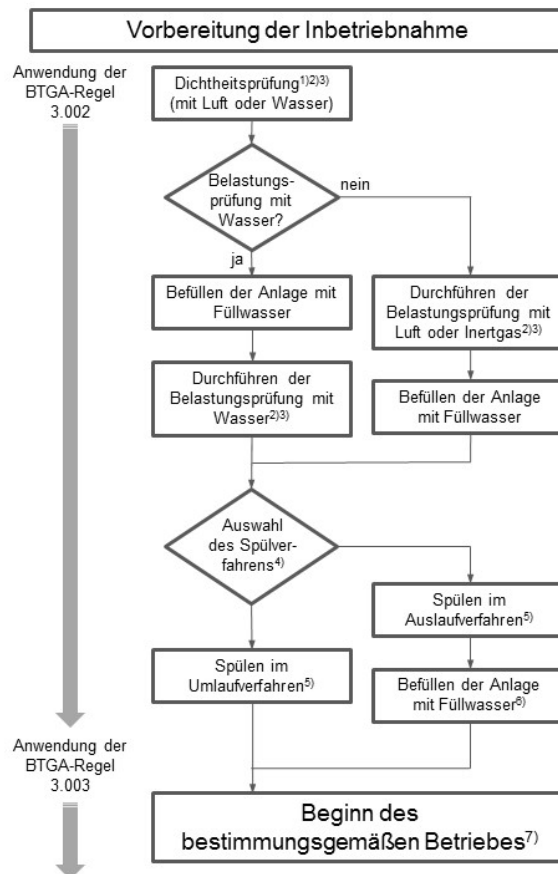
Der Auftraggeber ist in den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage einzuweisen. Die Einweisung ist im Anlagenbuch zu dokumentieren.

8.2.2 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme einer Heizungsanlage besteht im Regelfall aus folgenden Arbeitsschritten (die Reihenfolge kann je nach Verfahren variieren, siehe auch BTGA-Regel 3.002):

- Analyse des Füllwassers (gemäß VDI 2035 Blatt 1).
- Dichtheitsprüfung
- Belastungsprüfung
- Befüllung der Anlage bei Bestätigung der gewünschten Füllwasserqualität, unmittelbar vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes
- Spülen der Anlage

Wird eine zwischenzeitliche Entleerung erforderlich, so ist eine unmittelbare (spätestens innerhalb von 3 Tagen), vollständige Wiederbefüllung durchzuführen. Bei jeder Entleerung verbleibt anlagenbedingt eine Restfüllung in der Anlage und kann bei korrosionsgefährdeten Materialien die sogenannte Wasserlinienkorrosion hervorrufen.



- 1) Die Dichtheitsprüfung soll vor dem Schließen von Wand- und Deckendurchbrüchen, dem Auftragen von Beschichtungen, dem Anbringen einer Dämmung bzw. Isolierung und dem Aufbringen des Estrichs oder einer anderen Überdeckung erfolgen.
- 2) Je nach Anlagengröße wird die Prüfung abschnittsweise durchgeführt.
- 3) Die Prüfung muss protokolliert werden (z. B. mittels Protokoll Anhang A2)
- 4) Entweder Umlaufverfahren (siehe 8.2.2) oder Auslaufverfahren (siehe 8.2.3)
- 5) Für den Spülvorgang nicht ausgelegte Komponenten (z. B. Armaturen, Pumpen) müssen durch Passstücke ersetzt werden oder durch Bypässe entkoppelt werden. Der Spülvorgang ist zu protokollieren (z. B. mittels Protokoll Anhang A4)
- 6) Wenn das System nach Beendigung des Spülvorgangs noch einmal entleert wird, so ist die Wiederbefüllung mit Füllwasser binnen drei Tagen vorzunehmen.
- 7) Kontrolle der Umlaufwasserqualität

Abbildung 2: Empfohlener Inbetriebnahmeprozess

Zur einwandfreien Inbetriebnahme gehört auch die Entlüftung der gesamten Anlage. Nur bei einer vollständig entlüfteten Anlage kann die installierte Druckhaltung die Aufgabe des Korrosionsschutzes übernehmen.

Frostschutzmittel wirken ohne die Zugabe von Inhibitoren korrosiv. Wenn die Bemessung der Inhibitoren nicht auf die zu schützende Oberfläche und das Anlagenvolumen abgestimmt ist, kann eine Korrosion nicht ausgeschlossen werden. Ferner darf Umlaufwasser, welches mit Frostschutzmittel gemischt ist, nicht mehr in die Kanalisation abgelassen werden und ist gesondert zu entsorgen (wassergefährdender Stoff).

Spülen:

Bei der Montage können Verarbeitungsrückstände und Verunreinigungen in den Rohrleitungen zurückbleiben (z. B. Späne, Schweißzunder), die im Laufe der Zeit während des Betriebs der Anlage unter Umständen zu Schäden führen und aufwändige Reparaturmaßnahmen zur Folge haben. Die Verarbeitungsrückstände und Verunreinigungen setzen sich an den Rohrwänden oder Armaturen ab, reduzieren den Querschnitt und beeinträchtigen somit einen zuverlässigen und effizienten Betrieb der Anlage. Um mögliche Schäden zu vermeiden, sind die Installationen daher vor der Inbetriebnahme von Rückständen aus Verarbeitung und Installation zu befreien. Detaillierte Informationen zum Spülen sowie zur Druckprüfung sind in der BTGA-Regel 3.002 formuliert.

Zum Spülen kann Trinkwasser verwendet werden. Allerdings ist zu beachten, dass nach dem Spülen erfahrungsgemäß bis zu 10 % des Anlageninhalts im System verbleiben. Daher ist ein Spülen mit Trinkwasser (je nach Zusammensetzung und Anforderung an das Umlaufwasser) nicht ratsam, wenn im Anschluss die geforderten Wasserqualitäten nur mit erhöhtem Aufwand zu erreichen sind.

Grundsätzlich kann beim Spülen zwischen zwei Durchführungsarten unterschieden werden:

- Auslaufverfahren \leq DN 80
- Umlaufverfahren $>$ DN 80

Eingebaute Schmutzfänger sind stets so einzubauen und zu platzieren, dass bei der wiederkehrenden Reinigung möglichst wenig Anlagenwasser verloren geht. Da jeder Schmutzfänger in einem Rohrleitungssystem auch den Anlagenwiderstand und damit die Betriebskosten erhöht, sollte über eine sinnhafte Bypassfiltration vor Installation von Schmutzfängern nachgedacht werden.

Befüllen:

Das verwendete Spülwasser muss stets den Qualitätsvorgaben der Planung, siehe Anlagenbuch, und im Übrigen den Tabellen 3 a und 3 b entsprechen, um spätere Qualitätsprobleme des Anlagenwassers zu vermeiden (Restwasserproblematik). Das vollständige Befüllen schließt die ordnungsgemäße Entlüftung mit ein. Sollte eine Anlage mit örtlichem Trinkwasser befüllt werden, sind in jedem Fall die im Anlagenbuch von der Planung und in Ergänzung der Tabellen 3 a und 3 b geforderten Werte mit den Werten einer aktuellen Wasseranalyse (auch von Trinkwasserversorger) abzugleichen. Nur wenn die Trinkwasserqualität die Anforderungen erfüllt, darf das Trinkwasser zum Füllen direkt verwendet werden.

Bereits beim Befüllen der Anlage ist die Füllwassermenge im Anlagenbuch zu dokumentieren, da im gesamten Lebenszyklus der Anlagen die dreifache Füll- und Ergänzungswassermenge des Anlagenvolumens nicht überschritten werden sollte. Sind bei Bestandsanlagen die Wasservolumina der einzelnen Bauteile nicht bekannt, kann das Anlagenvolumen näherungsweise mit Hilfe der Nennwärmeleistung des Wärmeerzeugers und dem spezifischen Wasservolumen ermittelt werden (siehe Tabelle 4):

Tabelle 4: Spezifischer Wasserinhalt von Heizungsanlagen abhängig vom Wärmeverteilsystem

Wärmeübertragungssysteme	Spezifischer Wasserinhalt in l/kW (circa)
Platten- und Flachheizkörper	11
Röhren- und Rippenheizkörper	25
Fußbodenheizung	20
Lüftungsgeräte	8

Sind in einer Anlage verschiedene Wärmeübertragungssysteme verbaut, ist der Wert anteilig für das entsprechende System zu ermitteln. Die Inhalte von Pufferspeichern sind zu ergänzen.

8.2.3 Betrieb und Instandhaltung

Gemäß Regelwerk (z. B. VDI 3810-3) ist der Betreiber für den bestimmungsgemäßen Betrieb seiner Anlagen und somit auch die Instandhaltung verantwortlich. Hierzu zählen insbesondere die regelmäßige Inspektion und Wartung. Der Umfang und die Häufigkeit der Instandhaltungsmaßnahmen hängen entscheidend von der Anwendung und der Nutzung der Anlage ab. Da nicht allen Auftraggebern die einschlägigen Regelwerke vollumfänglich bekannt sind, sollte der Anlagenerrichter die Wartungs- und Instandhaltungszyklen der eingesetzten Bauteile sowie die dabei durchzuführenden Arbeiten im Anlagenbuch dokumentieren. Zweckdienlich ist auch die Unterbreitung eines Wartungsvertrages.

Neben der Kontrolle der Parameter des Füll- und Ergänzungswassers nach Regelwerk, sind auch die Funktionsfähigkeit aller Absperrventile zu überprüfen und zu dokumentieren. Ein besonderes Augenmerk ist auf das Ergänzungswasservolumen zu legen. Zum einen können so Leckagen an der Anlage oder Defekte an der Druckhaltung aufgedeckt und zum anderen die bereits eingespeiste Menge des Füll- und Ergänzungswassers der Anlage ermittelt werden.

Insbesondere bei Anlagenerweiterungen z.B. durch Pufferspeicher, sind die einzuhaltenden Anlagenparameter zu überprüfen. Bei Eingriffen in Bestandsanlagen ist der Verlust von Umlaufwasser zu minimieren.

8.3 Wasseraufbereitung

Als Wasseraufbereitung wird die Entfernung eines oder mehrerer Stoffe aus dem Wasser bezeichnet. Bevorzugt wird eine der beiden folgenden Wasseraufbereitungsverfahren eingesetzt:

Enthärtung

Austausch von Calcium- und Magnesiumionen gegen Natriumionen. Eine Enthärtung ist keine Entsalzung, da sich durch die Enthärtung der Salzgehalt (elektrische Leitfähigkeit) des Wassers annähernd nicht verändert. Enthärtungsanlagen werden immer mit Kochsalztabletten regeneriert.

Entsalzung

Zur Entsalzung werden Ionenaustauschverfahren (z.B. Mischbetтанlagen) oder Membranverfahren (z.B. Umkehrosmose) eingesetzt. Durch die Entsalzung wird die elektrische Leitfähigkeit des Füll- und Ergänzungswassers in der Regel auf $< 20 \mu\text{S}/\text{cm}$ reduziert. Damit geht auch automatisch eine Enthärtung einher.

Am Ausgang einer Vollentsalzungspatrone beträgt die elektrische Leitfähigkeit üblicherweise $< 1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Derartiges Ergänzungswasser führt in der Regel durch unkritische Korrosionsprozesse zu einer automatischen Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit auf über $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ (unterer Grenzwert der Leitfähigkeit bei salzärmer Fahrweise). Deshalb sind Maßnahmen zur Erhöhung der elektr. Leitfähigkeit nicht notwendig.

Filtration

Insbesondere in Bestandsanlagen ist die Filtration im Bypass zur Entfernung von Korrosionsprodukten eine wichtige Maßnahme, um ohne Wasserverlust, die Umlaufwasserqualität zu verbessern. Üblicherweise werden Filterfeinheiten zwischen $0,5$ und $5 \mu\text{m}$ eingesetzt. Die Filtrationswirkung und Filterstandzeit können beim Vorhandensein von magnetischen Partikeln (Magnetit), durch den Einsatz von Permanentmagneten deutlich verbessert werden. Grundsätzlich kann eine Filtration auch in Neuanlagen zur Anwendung kommen.

8.4 Wasserbehandlung

8.4.1 Allgemeine Hinweise

Als Wasserbehandlung wird die Zugabe einer Chemikalie in ein Wasser bezeichnet. Eine Wasserbehandlung in einer Heizungsanlage sollte nur dann erfolgen, wenn die vorgegebenen Richtwerte trotz Ausschöpfung aller technischen Mittel nicht erreicht werden können.

Die Auswahl von Wasserbehandlungsmaßnahmen und Änderungen in der Wasserbehandlung erfordern Sachkunde. Gegebenenfalls ist die Hinzuziehung von Fachfirmen erforderlich.

Bei allen eingesetzten Behandlungskemikalien ist folgendes zu prüfen bzw. zu berücksichtigen:

- Verwendung, Lagerung, Handhabung und Umgang gemäß Produktmerkblatt und Sicherheitsdatenblatt,
- Eignung der Materialien, die mit dem Dosiermittel oder dem behandelten Wasser in Kontakt kommen,
- Schutz des Trinkwassers nach DIN EN 1717/DIN 1988-100 (Systemtrenner BA),
- Abwasserrichtlinien beim Einleiten in das Abwassersystem,
- Mögliche Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Dosierprodukten.

Alle Wasserbehandlungsmaßnahmen sind im Anlagenbuch zu dokumentieren.

8.4.2 Härttestabilisierung

Durch die Härttestabilisierung soll der Ausfall von Kalk verhindert oder zumindest stark eingeschränkt werden. Die Steinbildner (Gesamthärte) werden durch die Härttestabilisierung nicht entfernt. Die Gültigkeit der Richtwerttabelle in Bezug auf die Gesamthärte bleibt auch bei der Anwendung eines Härttestabilisators unberührt.

Härttestabilisatoren enthalten fast immer Phosphorverbindungen, die in Heizungsanlagen mit partiellen Umlaufwassertemperaturen von $< 40 \text{ }^\circ\text{C}$ das Wachstum von Mikroorganismen fördern. Dies kann mikro-

biell beeinflusste Korrosion (Microbiologically Influenced Corrosion – MIC) begünstigen. Außerdem führt eine Überdosierung von Härtestabilisatoren zu Schlamm- und Biofilmbildung.

Hinweise der Hersteller und Lieferanten der Härtestabilisatoren sind zu beachten.

8.4.3 Alkalisierung

Eine Alkalisierung (Anhebung des pH-Wertes) des Heizwassers ist nur in wenigen Fällen notwendig. Beim Auftreten von MIC, kommt es fast immer zur Bildung von Säuren, die den pH-Wert des Heizungswassers deutlich senken können (pH-Werte von < 6 sind nicht selten). Zur Alkalisierung wird üblicherweise Natronlauge (NaOH) eingesetzt. Es ist empfehlenswert, den pH-Wert durch die Zugabe einer geringen Menge Natronlauge in mehreren Stufen anzuheben, um zu verhindern, dass sich ein zu hoher pH-Wert einstellt. Zwischen Zugabe des Alkalisierungsmittels und Messung des pH-Wertes sollten mindestens 24 Stunden liegen, damit sich die Lauge gleichmäßig im Kreislauf verteilen kann. Eine Überdosierung soll vermieden werden, um eine Gegenkorrektur mit Säure zu verhindern.

Insbesondere bei schwachgepufferten Heizwässern (salzarme Fahrweise) muss die Alkalisierung äußerst vorsichtig vorgenommen werden, da hier bereits geringe Laugemengen ausreichen, um den pH-Wert drastisch zu erhöhen.

8.4.4 Korrosionsinhibitoren

Eine Inhibierung des Heizwassers kann nur bei nicht korrosionstechnisch geschlossenen Anlagen notwendig werden. Derartige Anlagen fallen nicht in den Anwendungsbereich der VDI 2035.

8.4.5 Frostschutzmittel

Die Zugabe von Frostschutzmitteln soll auf Sonderfälle begrenzt bleiben und fällt nicht in den Anwendungsbereich der VDI 2035.

8.4.6 Sauerstoffbindung

Eine Sauerstoffbindung im Heizwasser darf nur bei ständigem, durch andere Maßnahmen nicht vermeidbarem Sauerstoffeintrag erfolgen.

Das Dosiermittel der Wahl, um Sauerstoff zu binden ist Natriumsulfit. Die damit verbundene Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des Umlaufwassers ist zu beachten. Natriumsulfit reagiert mit dem im Umlaufwasser vorhandenen Sauerstoff zu Natriumsulfat und wird dabei aufgezehrt. Eine Konzentration von 5-15 mg/l Natriumsulfit im Umlaufwasser ist empfehlenswert.

8.4.7 Physikalische Wasserbehandlung

Zurzeit existieren keine zugelassenen physikalischen Verfahren im Heizwasserbereich.

8.5 Druckhaltung und Entgasung

Zur Sicherstellung der geeigneten Wasserbeschaffenheit ist eine funktionierende Druckhaltung unerlässlich. Durch das Verhindern von Unterdruckzuständen in der Heizungsanlage wird das Eindringen von Sauerstoff (bzw. Luft) minimiert und somit die Korrosionswahrscheinlichkeit deutlich reduziert.

Zur Druckhaltung haben sich verschiedene technische Lösungen – sogenannte Druckhalteeinrichtungen – etabliert. Im Wesentlichen wird zwischen den drei folgenden Arten unterschieden:

- Membranausdehnungsgefäß (MAG)
- Druckhalteanlage mit Kompressor
- Druckhalteanlage mit Pumpe

Die Auswahl der Druckhalteeinrichtung ist abhängig von der Art und Größe der Heizungsanlage und ist bereits in der Planungsphase zu treffen. Die technisch relativ einfachen Membranausdehnungsgefäße werden typischerweise in Kleinanlagen eingesetzt, während die technisch aufwändigeren Druckhalteanlagen mittels Pumpe oder Kompressor üblicherweise in größeren Heizungsanlagen zum Einsatz kommen.

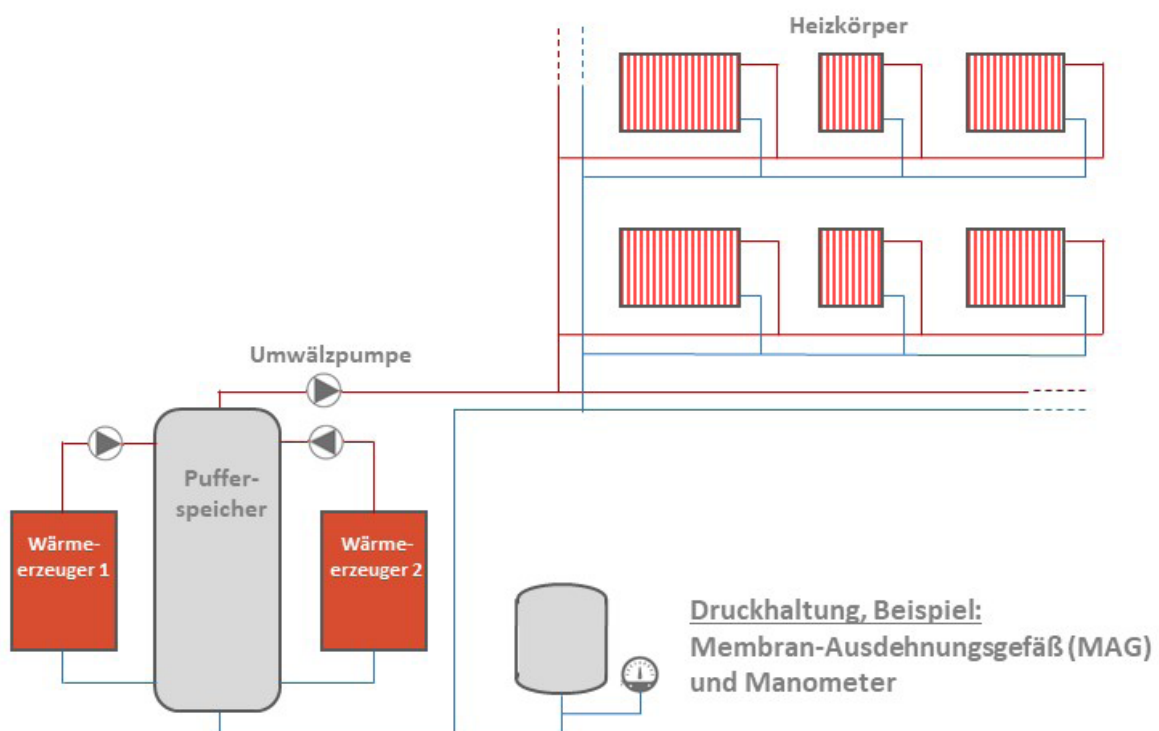


Abbildung 3: Typischer Aufbau einer Heizungsanlage (Beispiel) mit saugseitiger Anbindung eines MAG
(Darstellung schematisch, vereinfacht)

Druckhalteeinrichtungen müssen so ausgelegt und eingestellt werden, dass in allen Betriebszuständen und an allen Stellen der Heizungsanlage der Druck weder zu hoch noch zu niedrig ist.

Dabei ist der obere Grenzwert (Maximaldruck) durch den Ansprechdruck des Sicherheitsventils definiert. Der untere Grenzwert (Mindestdruck) beträgt mindestens 50 kPa (0,5 bar). Zur sicheren Vermeidung von Unterdruck und Kavitation in Wärmeerzeugern, Pumpen und Ventilen müssen aber unbedingt auch die Produktangaben der Hersteller berücksichtigt werden, sodass hier ggfs. auch ein höherer Mindestdruck einzuhalten ist.

Weitere Einzelheiten zu den verschiedenen Arten von Druckhalteeinrichtungen sowie zu deren Auslegung und Dimensionierung sind den anerkannten Regeln der Technik (z.B. VDI 4708) zu entnehmen.

8.5.1 Instandhaltung

Neben der Auswahl der geeigneten Art der Druckhaltung und der richtigen Auslegung und Dimensionierung kommt der Instandhaltung der Druckhaltung eine besondere Bedeutung zu, da sich die einmal eingestellten Betriebsparameter der Druckhalteeinrichtung mit der Zeit ändern können. Daher wird empfohlen, regelmäßig, mindestens 1 x pro Jahr, eine Überprüfung durchzuführen.

8.5.2 Entgasung

Das primäre Ziel der Druckhaltung besteht darin, Sauerstoff (bzw. Luft) aus dem System fernzuhalten, um Korrosionsprozessen von vornherein die Grundlage zu entziehen. Allerdings kann auch eine funktionierende Druckhaltung einen Sauerstoffeintrag nicht vollständig verhindern. Selbst wenn die Heizungsanlage keine erkennbaren Undichtigkeiten aufweist und jederzeit ein ausreichender Systemdruck vorliegt, kann es z. B. durch Diffusionsvorgänge zu einem unvermeidbaren – wenn auch geringfügigen – Eindringen von Sauerstoff kommen. Da eine absolute Dichtheit der Heizungsanlage praktisch nicht möglich ist, wird in der VDI 2035 die Formulierung „korrosionstechnisch geschlossene Anlage“ verwendet. Insbesondere bei größeren Heizungsanlagen kann das Auftreten von Luft bzw. Stickstoff, Sauerstoff oder anderen Gasen durch geeignete Entgasungsvorrichtungen minimiert werden.

Gase in Heizungssystemen können in drei unterschiedlichen Formen auftreten, und zwar als Blase (d. h. größere Ansammlung), Mikroblase oder in gelöster Form. Dementsprechend gibt es verschiedene Entgasungsvorrichtungen, die durch unterschiedliche Wirkweisen gekennzeichnet sind, wie z. B. automatische Entlüfter/Schnellentlüfter, Mikroblasenabscheider oder Druckstufenentgaser. Hinweise zu deren Einsatzmöglichkeiten können den Herstellerangaben oder auch den einschlägigen Regelwerken, wie z. B. der VDI 4708, entnommen werden.

Entgasungsvorrichtungen sollten idealerweise in der Nachspeiseeinrichtung eingesetzt werden. Eine Reduzierung des korrosionsrelevanten, gelösten Sauerstoffs im Umlaufwasser über Entgaser ist nur bedingt möglich.

9 Empfehlungen für Bestandsanlagen

Ein wesentlicher Faktor für eine lange Lebensdauer der Anlage ist der bestimmungsgemäße Anlagenbetrieb. Daher ist es ausschlaggebend, dass Änderungen der Heizungsanlage im Laufe des Lebenszyklus im Anlagenbuch dokumentiert werden. Man unterscheidet zwischen „geringfügigen“ und „wesentlichen oder schadensbedingten“ Änderungen.

9.1 Vorgehen bei geringfügigen Änderungen

Unter die geringfügigen Änderungen fallen Arbeiten mit geringem Verlust von Anlagenwasser, z. B. Tausch von Pumpen, Druckhaltesystemen und Regelarmaturen. Unabhängig von der Art der Änderungen, ist an bestehenden Anlagen grundsätzlich eine Bestandsaufnahme und Bewertung vorzunehmen. Hierzu gehören im Einzelnen:

- Prüfung der Daten im Anlagenbuch auf Aktualität
- Feststellung von Mängeln, welche ggf. noch nicht im Anlagenbuch dokumentiert sind

Die Änderungen sind im Anlagenbuch zu dokumentieren. Ist für die Anlage noch kein Anlagenbuch vorhanden, sollte dies unabhängig vom Umfang der Änderungen durch den Betreiber angelegt werden.

Wichtig

Darüber hinaus sollte gerade in Bestandsanlagen auf das Vorhandensein insbesondere folgender Komponenten geachtet werden:

- Wasserzähler zur Erfassung von Füll- und Ergänzungswassermengen
- Systemtrennung gemäß DIN 1988-100 und DIN EN 1717 zur Absicherung der Trinkwasser-Installation (Empfehlung ist Sicherungseinrichtung BA)
- bei automatischer Nachspeisung ggf. Druckminderer

Die Füll- und Ergänzungswassermengen sind im Anlagenbuch zu dokumentieren.

9.2 Vorgehen bei wesentlichen oder schadensbedingten Änderungen

Zu den wesentlichen Änderungen zählen z. B.:

- Austausch von Wärmeerzeugern,
- Austausch von Wärmeübertragern,
- Arbeiten mit notwendiger Entleerung der Teil- oder Gesamtanlage,
- Änderung von Speichervolumen,
- Anlagenerweiterung.

Vor der Durchführung der Änderungen oder dem Austausch von Komponenten sind folgende Punkte abzuklären, um sicherzustellen, dass nicht grundsätzliche Mängel in Auslegung und Betrieb die Ursache sind:

- Wird der Austausch der Komponenten durch einen Mangel in der Anlage/Betriebsweise erforderlich?
- Sind erhöhte Nachspeisemengen erkennbar (z. B. aus dem Anlagenbuch)?
- Sind auffällige Anlagengeräusche wie Luft-, Fließ- oder Kavitationsgeräusche in der Anlage wahrnehmbar?

- Gibt es in der Anlage Hinweise auf Korrosion?
- Gibt es in der Anlage Hinweise auf Steinbildung (Kalkablagerungen)?
- Ist die Wasseraufbereitung für das Anlagenkonzept geeignet?
- Fand oder findet eine Wasserbehandlung statt?

Bei wesentlichen oder schadensbedingten Arbeiten an der Heizungsanlage können geänderte Anforderungen an das Heizwasser auftreten. Diese sind mit den Vorgaben abzugleichen und zu dokumentieren. Nach dem Komponententausch sind die aktuellen Parameter des Heizwassers (siehe Richtwerttabellen 3a und 3b) zu erfassen und mit den Vorgaben im Anlagenbuch zu vergleichen. Etwaige Vorgaben von Produktherstellern sind zu überprüfen und zu berücksichtigen.

Die Änderungen sind im Anlagenbuch zu dokumentieren.

9.3 Umgang mit Mängeln

In der VDI 2035 werden beispielhaft Mängel und deren Ursachen und mögliche Abhilfemaßnahmen aufgezeigt. Die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen sind in einem angemessenen Zeitraum spätestens bei der nächsten Wartung zu kontrollieren.

9.4 Aktualisierung des Anlagenbuches nach Abschluss der Arbeiten

Nach Abschluss der Änderungen an der Anlage ist das Anlagenbuch zu aktualisieren. Folgende Punkte sind hierbei zu überprüfen und ggf. zu ergänzen:

- durchgeführte Änderungen
- nachgespeiste Ergänzungswassermenge
- aktuelle Gesamtmenge an Füll- und Ergänzungswasser
- aktuelle Parameter gemäß Tabellen 3a und 3b
- pH-Wert (die Messung hat wie bei der Neuanlage zeitversetzt 10 Wochen nach der Befüllung zu erfolgen)
- Abhilfemaßnahmen bei behobenen Mängeln

Anlagen

Anlage 1: Beispiel – Anlagenbuch gemäß Punkt 9. VDI 2035 Blatt 1

Die Verantwortung für das Heizwasser und den Anlagenbetrieb liegt beim Betreiber. Dieser wird diese jedoch in der Regel an eine Fachfirma weiterdelegieren. Das Fehlen oder das nicht sachgerechte Führen des Anlagenbuchs kann zu Gewährleistungseinschränkungen führen.

Wenn von den Herstellern nicht anders gefordert, sind die Qualität des Heizwassers mindestens einmal im Jahr zu überprüfen und die Ergebnisse im Anlagenbuch festzuhalten. Eventuelle Wasseraufbereitungen oder chemische Wasserbehandlungen sind ebenfalls im Anlagenbuch zu dokumentieren.

I. Planungsdaten

Planer: _____

Anlagenerrichter: _____

Anlagenbetreiber: _____

Standort der Anlage: _____

II. Wasserwerte aus der Analyse der Trinkwasserversorgung

pH-Wert	Summe Erdalkalien/ Gesamthärte °dH	Elektrische Leitfähigkeit µS/cm
------------------	--	---

III. Anlagendaten:

Wasserseitige Werkstoffe: _____

IV. Einzelleistungen in kW

(bei mehreren Wärmeerzeugern) _____

- Gesamtleistung in kW _____
- Anlagenvolumen in Liter _____
- spezifisches Anlagenvolumen _____

(in Liter/kW - bei mehreren Wärmeerzeuger Anlagenvolumen: kleinste Einzelleistung)

- Erwartete Ergänzungswassermenge: _____ Liter
(Richtwert < 2-faches Anlagenvolumen)
- Maximale Füll- und Ergänzungswassermenge: _____ Liter
(3-faches Anlagenvolumen)

V. Vorgesehene Betriebsweise:

salzarm: salzhaltig:

VI. Art der Wasseraufbereitung:

Enthärtung: Entsalzung: keine Aufbereitung:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____
- Lieferant(en): _____

VII. Korrosionsinhibitor/Härttestabilisator:

ja: nein:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____
- Lieferant(en): _____
- Konzentration (mg/l): _____
 - ✓ Sollwert: _____
 - ✓ Istwert: _____

VIII. Druckhaltung:

- Betriebsdruck: _____ (bar)
- Max. Enddruck: _____ (bar)
- Ansprechdruck SV: _____ (bar)

IX. MAG Membran-Ausdehnungsgefäß:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____
- Inhalt: _____ (Liter)
- eingestellter Vordruck: _____ (bar)

X. Druckhalteanlage mit Kompressor:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____

XI. Druckhalteanlage mit Pumpe:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____

XII. Schlammabscheider/Magnetitabscheider/Schmutzfänger/Feinfilter

- Fabrikat: _____
- Typ: _____

XIII. Entgasung Heizwasser:

- Fabrikat: _____
- Typ: _____

XIV. Bedienungs- und Wartungsunterlagen vorhanden:

ja nein

XV. Inbetriebnahmeprotokoll vorhanden:

ja nein

XVI. Einweisungsprotokoll vorhanden:

ja nein

Anlage 2: Dokumentation – Parameter Heizwasser

Dokumentation Parameter Heizwasser – bei Errichtung, wassertechnischer Inspektion sowie wesentlichen Änderungen (Richtwerte nach Tabelle 2 VDI 2035 Blatt 1/Vorgaben gemäß Planung)										
Datum	Zähler- stand (m ³)	Nachgefüllte Wassermenge (m ³)	Gesamt- härte (°dH)	pH-Wert	Elektrische Leitfähigkeit (µS/cm)	Anlagen- druck (bar)	Konzentration Korrosions- inhibitor/Härte- Stabilisator (mg/L)	Trübung/ Färbung ¹⁾	Boden- satz (ja/mein)	Bemerkungen
		geplantes Auslegungs- volumen						klar	nein	Richtwerte nach Tabelle 2/ Vorgaben gemäß Planung
		Füllmenge								Inbetriebnahme
										Überprüfung nach 10-12 Wochen
¹⁾ z. B. klar, gelblich, orange, bräunlich, schwarz										

**BTGA - Bundesindustrieverband
Technische Gebäudeausrüstung e.V.**

Hinter Hoben 149
53129 Bonn
Tel. 0228 94917-0 · Fax -17
info@btga.de
www.btga.de



BTGA

Bundesindustrieverband
Technische Gebäudeausrüstung e.V.