WÖHLER
AKADEMIE

14

Ratgeber

Dem Rost keine Chance geben!

Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen



woehler.de/**wissen**

Vorwort

WISSENSSTARK · **PRAXISNAH** · TECHNIKBEGEISTERT

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Know-how, Fachkompetenz und genaue Kenntnisse über Märkte, Technologien und Trends sind heutzutage entscheidende Erfolgsfaktoren. Unsere langjährige Erfahrung auf den Gebieten der Mess-, Inspektions- und Reinigungstechnik ermöglicht es uns, Dir Fachwissen direkt vom Hersteller zur Verfügung zu stellen.

Dieser Ratgeber bietet Dir praxisnahe Tipps rund um das Thema „Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen“. Durch wertvolle Anwendungs-Tipps und Hintergrundwissen in kompakter Form möchten wir Dich somit bei Deiner täglichen Arbeit unterstützen.

Wir wünschen Dir viel Spaß beim Lesen!

Ihr Wöhler-Team

Inhaltsverzeichnis

Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen	**4 – 5**
Elektrische Leitfähigkeit	**7 – 9**
pH-Wert	**10 – 12**
Wasserhärte	**13 – 15**
Sauerstoffgehalt	**16 – 17**
Anlagenbuch	**18**
Durchführung der Messungen	**19 – 23**
Geeignete Produkte	**24**
Passendes Schulungsangebot	**25**
Erläuterungen/Literaturverzeichnis	**26**

Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen

Die **VDI Richtlinie 2035** gibt detaillierte Empfehlungen zur sachgerechten Planung, Installation und Instandhaltung von Heizungsanlagen. Konkret werden Maßnahmen zur Verhinderung von Steinbildung und Korrosion bei Warmwasser-Heizungsanlagen innerhalb eines Gebäudes empfohlen, „wenn die Vorlauftemperatur bestimmungsgemäß 100°C nicht überschreitet". Damit reagieren die Autoren auch auf die deutliche Zunahme von Korrosionsschäden in den vergangenen Jahren. Moderne Anlagen werden heute kompakt gebaut. Es werden Materialien wie z.B. Aluminium verwendet, welche empfindlich auf die Leitfähigkeit reagieren und bei bestimmter Beschaffenheit des Wassers in der Heizungsanlage schneller korrodieren. Aber auch Anlagen mit großem Wasserinhalt und kleinem Wärmeerzeuger tendieren zu Korrosionsschäden. Aus diesem Grund macht die novellierte VDI 2035 konkrete Angaben, zur sach- und fachgerechten Durchführung der Heizwasseranalyse.

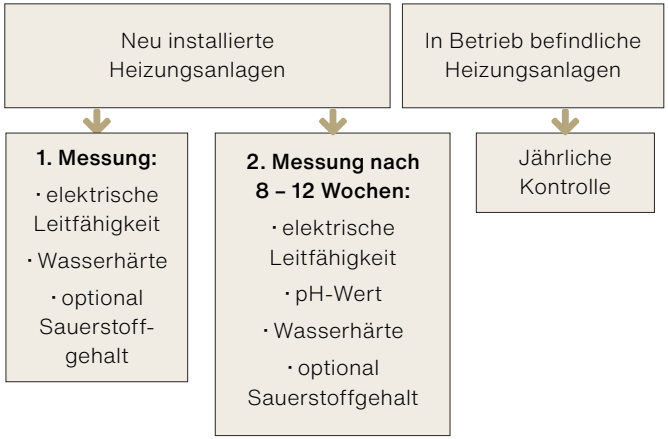


Wöhler WA 335
Wasseranalysemessgerät

Daneben fordert die Richtlinie, „zur Dokumentation aller Maßnahmen, Planungs- und Messwerte ... ein Anlagenbuch zu führen". Das übergibt der Installateur dem Anlagenbetreiber nach Inbetriebnahme und anschließend ist der Betreiber für die Fortführung verantwortlich. Dabei liegt es durchaus auch im Interesse des Installateurs, nach einer Wartung oder Anlagenveränderung die Messdaten zur Beschaffenheit des Heizwassers vollständig im Anlagenbuch zu dokumentieren. Die VDI 2035 nennt hier konkret: „elektrische Leitfähigkeit (gemessen), pH-Wert (gemessen) und Summe Erdalkalien (gemessen)". Optional kann auch noch der Sauerstoffgehalt bestimmt werden.

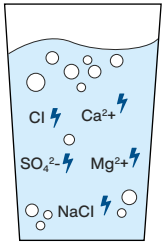
Messgrößen

- Elektrische Leitfähigkeit
  µS/cm = Mikrosiemens (1 µS/cm = 0,5 ppm)
  mS/cm = Millisiemens (1 mS/cm = 500 ppm)
- Wasserhärte
  °dH = Deutsche Härte
  mmol = Millimol pro Liter (1 mmol = 5,6 °dH)
- Sauerstoffgehalt
  mg/l = Milligramm pro Liter



Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist die Fähigkeit eines Materials, elektrischen Strom zu leiten. Sie wird in µS/cm (Mikrosiemens) oder in mS/cm (Millisiemens) angegeben. Je mehr Salze wie zum Beispiel Natrium- und Magnesiumchlorid und Chlorionen im Heizungswasser gelöst sind, desto höher sind die Leitfähigkeit und die Wahrscheinlichkeit für eine Korrosion. Dabei spielt natürlich auch der für die Komponenten verwendete Werkstoff eine Rolle.



Gelöste Salze im Wasser

Anforderung an die Wasserqualität gemäß VDI 2035

Elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Betriebsweise	Aussehen	pH-Wert
> 10 bis ≤ 100	Salzarm*	Klar und frei von sedimentierenden Stoffen	8,2 - 10,0 Bei Aluminium-Legierungen ist der pH-Wert-Bereich von 8,2 bis 9,0 eingeschränkt
> 100 ≤ 1500	Salzhaltig		

HERSTELLER-ANGABEN BEACHTEN!

* Für Anlagen mit Aluminiumlegierungen ist Vollenthärtung nicht empfohlen, siehe auch VDI 2035 Abschnitt 6.4.4.

Zum Beispiel wird bei einem Wärmetauscher aus Aluminium (unedler Werkstoff) in der Regel ein salzarmer Heizwasserbetrieb unter 100 µS empfohlen. Hierbei immer die Herstellerangaben beachten!

Bei der Leitfähigkeit kann man sagen, je höher die Temperatur ist, desto höher ist die Leitfähigkeit. Deswegen besitzt die EC-Sonde auch ein Temperatursensor. Die Leitfähigkeitssonde (EC-Sonde) besteht aus einem Elektrodenpaar, mit dem der elektrische Stromfluss gemessen wird. Zur Messung werden die Elektroden und der Temperatursensor in die Messprobe getaucht und der Messwert kann im Display abgelesen werden.



EC-Sonde zur Leitfähigkeitsmessung

Zusammenfassung

Elektrische Leitfähigkeit

- Im Wasser gelöste Stoffe wie z.B. Chloride, Sulfate oder Carbonate machen das Wasser leitfähig.
- Durch eine Messung kann auf die Menge der im Wasser gelösten Teilchen geschlossen werden.
- Je verschmutzter das Wasser ist, desto höher ist der Leitwert und desto höher die Wahrscheinlichkeit einer Korrosion.

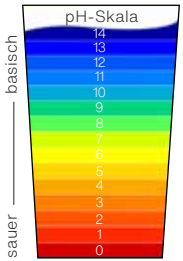
pH-Wert

Der pH-Wert ist das Maß für die Konzentration an Wasserstoff-Ionen in einem Medium. Diese Konzentration hängt direkt mit dessen saurem, neutralem oder basischem Charakter zusammen. Zur Messung des pH-Wertes wird eine Membranglaselektrode verwendet. Die Glaskugel gibt eine elektrische Spannung ab, die proportional zum pH-Wert ist. Die Sonde ist in einer Kaliumchlorid Lösung gelagert (KCl), sodass die Sonde nicht austrocknet.



Membranglaselektrode zur pH-Wert Bestimmung

Auch der gemessene pH-Wert muss mit den Sollvorgaben der VDI und gegebenenfalls mit den Herstellerangaben abgeglichen werden, um auf dieser Grundlage zu entscheiden, ob Maßnahmen zur Wasserbehandlung ergriffen werden sollten.



Die VDI-Richtlinie empfiehlt unterschiedliche Werte je nach Material der Komponenten. In den empfohlenen Bereichen können sich an der Metalloberfläche Schutzschichten aus Metalloxiden bilden, die vor Korrosion schützen.

Heizwasser mit einem zu niedrigen pH-Wert löst diese Schutzschichten auf.

Anforderung an die Wasserqualität gemäß VDI 2035

Elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Betriebsweise	Aussehen	pH-Wert
> 10 bis ≤ 100	Salzarm*	Klar und frei von sedimentierenden Stoffen	8,2 - 10,0 Bei Aluminium-Legierungen ist der pH-Wert-Bereich auf 8,2 bis 9,0 eingeschränkt
> 100 ≤ 1500	Salzhaltig	HERSTELLER-ANGABEN BEACHTEN!	

* Für Anlagen mit Aluminiumlegierungen ist Vollenthärtung nicht empfohlen, siehe auch **VDI 2035** Abschnitt 6.4.4.

Für Aluminium-Legierungen empfiehlt die Richtlinie einen niedrigeren pH-Wert von 8,2 – 9,0.

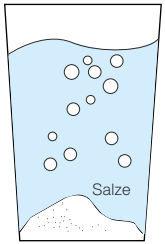
Zusammenfassung

pH-Wert

- Der pH-Wert gibt an, ob eine Flüssigkeit sauren, neutralen oder basischen Charakter aufweist.
- Der pH-Wert des Heizungswassers ist dafür verantwortlich, ob die metallischen Oberflächen in der Heizungsanlage ihre natürlichen Deckschichten aufbauen bzw. aufrechterhalten können.
- Herstellerrichtlinien/Vorgaben können strenger als die VDI Anforderungen sein.

Wasserhärte

Die Wasserhärte wird in deutsche Härte = °dH bzw. Millimol pro Liter = mmol/l definiert.



Ist das Heizwasser „zu hart“, können die im Wasser gelösten Salze, speziell Calciumchlorid und Magnesiumchlorid, Ablagerungen an den heißen Stellen des Wärmeverteilsystems bilden. „Als Folge der Steinbildung wird in Wärmeerzeugern von Warmwasser-Heizungsanlagen durch den Steinbelag der Wärmedurchgang vermindert. Insbesondere auf unmittelbar beheizten Wärmeübertragungsflächen kann es zu örtlicher Überhitzung und dadurch bedingter Rissbildung sowie zu Siedegeräuschen kommen. Die Steinbeläge führen außerdem zu einer Querschnittsverminderung und zu einer Strömungswiderstandserhöhung. Die Wärmeleistung verringert sich infolge dieser Effekte.“

Deswegen empfiehlt die VDI 2035, eine einfache Beurteilung anhand der Parameter „Summe Erdalkalien“ und „Gesamthärte“ vor.

Zur Messung der Wasserhärte eignet sich ein Titrierset. Die Titrierlösung wird in die Wasserprobe eingetropft, bis ab einer gewissen Tropfmenge ein Farbwechsel von Rot zu Grün eintritt. Die Anzahl der Tropfen entspricht dann dem Grad deutscher Härte (°dH). Auch zur Interpretation dieses Messwertes und gegebenenfalls zu notwendigen Wasserbehandlungsmaßnahmen gibt die VDI-Richtlinie Auskunft.



Titrierset

Gesamtheizleistung in kW	Summe Erdalkalien in mol/m³		
	Spezifisches Anlagenvolumen in l/kW Heizleistung		
	≤ 20 l/kW	>20 ≤ 40 l/kW	>40 l/kW
≤ 50 kW spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger ≥ 0,3 l je kW	keine	≤ 3,0 (16,8)	< 0,05 (0,3)
≤ 50 kW spezifischer Wasserinhalt Wärmeerzeuger < 0,3 l je kW (z.B. Umlaufwasserheizer) und Anlagen mit elektrischen Heizelementen	≤ 13,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	
> 50 kW ≤ 200 kW	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
> 200 kW ≤ 600 kW	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600 kW	< 0,05 (0,3)		

HERSTELLER-ANGABEN BEACHTEN!

Zusammenfassung

Wasserhärte

- Die Härte des Wassers entsteht durch gelöste Salze.
- Je mehr Salz im Wasser gelöst ist, desto härter ist das Wasser.
- Trotz Vorgaben der VDI müssen immer auch die Herstellerangaben beachtet werden.

Sauerstoffgehalt

Korrosionsreaktionen in Warmwasser-Heizungsanlagen werden öfter festgestellt, wenn sich Sauerstoff im Heizwasser befunden hat. In sauerstoffarmen Heizwasser, dem sogenannten „toten Heizungswasser“ ist die Wahrscheinlichkeit für Korrosionsschäden an metallenen Werkstoffen sehr gering. Daher sollte der Sauerstoffeindrang so gering wie möglich gehalten werden. Sauerstoff kann als natürlicher Bestandteil der Luft und über das Füll- und Ergänzungswasser in den Heizwasser-Kreislauf gelangen.

Es ist darauf zu achten, dass die Sauerstoffkonzentration in allen Teilen einer Warmwasser-Heizungsanlage so niedrig wie möglich ist, um Korrosionsreaktionen gering zu halten.

Der Sauerstoffgehalt sollte im bestimmungsgemäßen Betrieb den Wert von 0,10 mg Sauerstoff je Liter Wasser nicht überschreiten.



O_2 Sonde zur Sauerstoffgehaltsmessung

Zusammenfassung

Sauerstoffgehalt

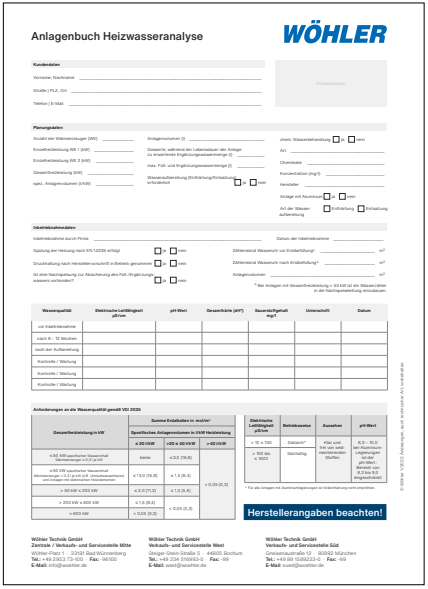
- Höhere Korrosionsreaktionen durch Sauerstoff in Warmwasser-Heizungsanlagen.
- Sauerstoffkonzentrationen in Warmwasserheizungsanlagen geringhalten.
- Der Wert von 0,10 mg je Liter Wasser sollte nicht überschritten werden.

Anlagenbuch

Im Anlagenbuch müssen alle gemessenen Ergebnisse schriftlich festgehalten werden und dienen als Nachweis für den Handwerker, aber auch für den Betreiber.

Sie können das Anlagebuch direkt von der Wöhler Webseite herunterladen:

www.woehler.de/s/e7195



Anlagenbuch Heizwasseranalyse

WÖHLER

Kundendaten

Planungsdaten

Inbetriebnahmedaten

Wasserqualität | Elektrische Leitfähigkeit µS/cm | pH-Wert | Gesamthärte (dH°) | Sauerstoffgehalt mg/l | Unterschrift | Datum

zur Inbetriebnahme
nach 8 - 12 Wochen
nach der Aufbereitung
Kontrolle / Wartung
Kontrolle / Wartung
Kontrolle / Wartung

Anforderungen an die Wasserqualität gemäß VDI 2035

Gesamtheizleistung in kW	Summe Erdalkalien in mol/m³ – Spezifisches Anlagenvolumen in l/kW Heizleistung		
	< 20 l/kW	≥ 20 < 40 l/kW	> 40 l/kW
< 50 kW (ausschließlich Gliederheizkörper)	keine	< 3,0 (16,8)	
< 50 kW (ausschließlich Gliederheizkörper) und Anlagen mit elektrischen Durchlauferhitzern	< 1,5 (8,4)		
> 50 kW < 200 kW	< 2,0 (11,2)	< 1,5 (8,4)	< 0,09 (0,5)
> 200 kW < 600 kW	< 1,5 (8,4)		
> 600 kW	< 0,09 (0,5)		

Elektrische Leitfähigkeit µS/cm	Betriebsweise	Aussehen	pH-Wert
> 10 < 100	Zulässig*	Klar und frei von sedimentierenden Stoffen	8,2 – 10,0 (Anlagen mit Leichtmetallen sollten 8,2 bis 9,0 eingestellt sein)
> 100 bis < 1500	Sachzahl		

* Für alle Anlagen mit Aluminiumlegierungen ist Inbetriebnahme nicht empfohlen.

Herstellerangaben beachten!

Wöhler Technik GmbH
Zentrale / Verkaufs- und Servicestelle Mitte
Wöhler-Platz 1 · 32839 Bad Wünnenberg
Tel.: +49 2953 73-100 · Fax: -9100
E-Mail: info@woehler.de

Wöhler Technik GmbH
Verkaufs- und Servicestelle West
Gesigin-Klein-Straße 5 · 44805 Bochum
Tel.: +49 234 516993-0 · Fax: -99
E-Mail: west@woehler.de

Wöhler Technik GmbH
Verkaufs- und Servicestelle Süd
Gmaxerwiesenstraße 12 · 82362 München
Tel.: +49 89 1589223-0 · Fax: -99
E-Mail: sued@woehler.de

Durchführung der Messungen

Anhand einer Messprobe werden z.B. mit dem Wöhler WA 335 Wasseranalysemessgerät zunächst die elektrische Leitfähigkeit und anschließend der pH-Wert und die Wasserhärte kontrolliert, denn diese Parameter haben Einfluss auf die Korrosionsgeschwindigkeit aller Wasser berührenden Teile, z.B. Wärmeerzeuger, Armaturen, Verteilsysteme und Heizflächen. Dabei ist die Reihenfolge der Messungen unbedingt einzuhalten, weil die pH-Sonde in einer Kaliumchlorid-Lösung (KCl) gelagert wird. Die KCl-Lösung würde dann die Leitfähigkeitsmessung beeinflussen.

Alle Messwerte müssen in das Anlagenbuch übernommen werden.

Heizwasser zapfen: Bevor eine Messprobe gezapft wird, soll nach VDI 2035 die Zapfstelle von Stagnationswasser befreit werden. Das Heizwasser soll danach möglichst sauerstoffarm in einem Messbecher abgezapft werden.

Schnellanalyse: Das Heizwasser sollte klar und frei von sedimentierenden Bestandteilen sein. „Krümel“ im gezapften Heizwasser weisen bereits auf Korrosionsprozesse im Leitungsnetz hin. Die Messprobe muss mindestens 30 ml Heizwasser beinhalten.



Schnellanalyse

Erste Messung: Zuerst die EC-Sonde zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit am Wöhler WA 335 Wasseranalysemessgerät anschließen und das Gerät einschalten, damit die angeschlossene Sonde erkannt wird. Die EC-Sonde muss



Elektrische Leitfähigkeitsmessung

bei der Messung komplett mit Heizwasser bedeckt sein. Durch vorsichtiges Rühren mit der Sonde entsteht eine homogene Probe, die dann ein verwendbares Messergebnis liefert.

Zweite Messung: Zur Bestimmung des pH-Werts wird die pH-Sonde an das Wöhler WA 335 angeschlossen. Für den Sondentausch muss das Gerät ausgeschaltet werden, damit die Sonde beim Wiedereinschalten automatisch erkannt wird. Der Messvorgang ist analog zur ersten Messung. Auch hier soll vorsichtig mit der vollständig mit Heizwasser bedeckten Sonde gerührt werden, um gleichmäßig durchmischte Probe zu erhalten. Der ermittelte pH- Wert wird anschließend in das Anlagenbuch übernommen.



pH- Wert Messung mit dem Wöhler WA 335

📢 Bei den Sonden immer den Schutzstoß verwenden!

Dritte Messung: 5 ml Heizwasser werden tröpfchenweise mit Titrierlösung versetzt, bis der Farbumschlag von Rot auf Grün erfolgt. Achtung, nach jedem Tropfen wird die Titrierlösung mit dem Heizwasser vermischt, dazu den Messbecher leicht und vorsichtig schwenken.



Farbwechsel von Rot auf Grün

Optional verfügt das Wöhler WA 335 Wasseranalysemessgerät über eine Sauerstoffsonde, um den Sauerstoffgehalt im Heizwasser messen zu können.

Zusammenfassung

Bestimmung elektrische Leitfähigkeit

- Messbecher mit 30 ml sauerstoffarm gezapften Heizwasser füllen und die Sonde in die Messprobe komplett eintauchen.
- Vorsichtig rühren, sodass eine homogene Probe entsteht.
- EC-Wert (elektrische Leitfähigkeit) im Anlagenbuch notieren.

Bestimmung pH-Wert

- Die pH-Sonde in die Messprobe eintauchen, bis sie komplett bedeckt ist.
- Vorsichtig rühren, sodass eine homogene Probe entsteht.
- Den pH-Wert im Anlagenbuch notieren.

Bestimmung der Wasserhärte mit Titrierlösung

- Probe von 5 ml entnehmen.
- Die Titrierlösung wird solange in das Wasser geträufelt, bis die Farbe von Rot in Grün umschlägt.
- Jeder Tropfen entspricht einem Grad deutscher Härte (°dH).

Geeignete Produkte



Wöhler WA 335
Wasseranalyse-Set
Artikel-Nr. 6792



O_2-Sonde für Wöhler WA 335
Artikel-Nr. 6762



pH-Kalibrierlösung
Zubehör-Set für pH-Sonde
Artikel-Nr. 6793



EC-Kalibrierlösung
Artikel-Nr. 14057

Schulungsangebot

Zertifizierung mit TÜV Rheinland
· Lüftungsfachkraft mit TÜV Rheinland geprüfter Qualifikation
· Fachberater Wasserschadenbeseitigung mit TÜV Rheinland geprüfter Qualifikation

Zertifizierter Blower Door Lehrgang
· FLiB zertifizierter Prüfer der Gebäude-Luftdichtheit

Praxislehrgang TRGI 2018
· DVGW-Lehrgang Änderungen der TRGI 2018

Praxisseminare

E-Learning Kurse & Web-Seminare

Exklusiv-Schulungen

Podcast Handwerk2Go

Innovations-Forum

Online-Wissensplattform

Ratgeber

woehler.de/
wissen

Erläuterungen / Literaturverzeichnis

VDI Verein Deutscher Ingenieure

VDI 2035 Blatt 1 Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen Steinbildung und wasserseitige Korrosion: 2021-03

Besuche unsere Wissensplattform und erfahre alles zum Thema Heizwasseranalyse nach VDI 2035:

woehler.de/wissensplattform

Urheberrecht, Gewährleistung und Haftung

Der Inhalt dieses Ratgebers ist urheberrechtlich geschützt. Die Rechte für alle enthaltenen Texte, Bilder und Grafiken unterliegen der Wöhler Technik GmbH. Ohne vorherige schriftliche Genehmigung ist das Vervielfältigen oder Veröffentlichen untersagt. Auch wenn wir bemüht sind, die bereit gestellten Informationen präzise zu halten, können wir keine Haftung für Aktualität, Richtigkeit, Allgemeingültigkeit und Vollständigkeit übernehmen. Alle Angaben sind unverbindlich und wir behalten uns vor Änderungen vorzunehmen.

Schutzgebühr 2,50 €

woehler.de/
wissen

Wöhler Technik GmbH
Wöhler-Platz 1
33181 Bad Wünnenberg

Tel.: 02953 73 100
Fax: 02953 7396 100

wissen@woehler.de
www.woehler.de

© Wöhler 08/2024, Änderungen auch technischer Art vorbehalten. P/N 62432