



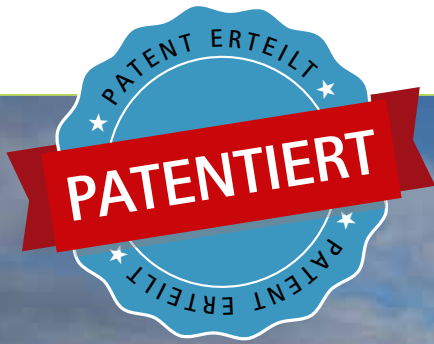
Biomasse



Energiezentralen



Wärmenetze



Kennen Sie diese Herausforderungen?  
Wir haben die Lösung.

Heizwasserreinigung **ohne** Betriebsunterbrechung

DAS MOBILE HEIZNETZ-REINIGUNGSSYSTEM HNRS®



# INHALT

Schützen Sie Ihre Investition	2
Schlechtes Heiznetzwasser als Ursache des Problems	2
Komponente Härtegrad: Effizienzbremse Kalk	3
Komponente pH-Wert: Der richtige Bereich	3
Komponente Sauerstoff: Korrosionstreiber Luft	4
Komponente elektrische Leitfähigkeit: Die Reinheit des Heiznetzwassers	5
Überblick über weitere Inhaltstoffe des Heiznetzwassers	6
Salzarme Fahrweise als Wärmenetzschutz	7
Kosten durch mangelhafte Heiznetzwasserqualität am Beispiel von zwei eigenen Wärmenetzen	7
Die Lösung: Das HNRS® Wärmenetze	8
Wasserqualität vor und nach dem HNRS®	10
Aufbereitungsdauer und Kosten	RS
Über uns	RS
Unsere Leistungen	RS



## Schützen Sie Ihre Investition: Betriebssicherheit, Effizienz und lange Lebensdauer für Ihr Wärmenetz

Das Wärmenetz als kostspieligste Investition eines Energieversorgungsprojektes sollte eine Mindestbetriebszeit von 40 Jahren haben. Hierbei ist das Heiznetzwasser bzw. dessen Qualität und die Anforderungen im Heiznetz von zentraler Bedeutung.

Mangelhafte Heiznetzwasserqualität führt zu Schäden an wasserführenden Bauteilen und damit zu Ausfällen von Energieerzeugungs- und Verteilanlagen sowie teuren Reparaturen. Der Trend zu optimierten Bauteilen mit filigraner Technik, mehr Sensorik und dem Verringern der Größe mit weniger Wasserinhalt erhöht deren Anfälligkeit. Infolgedessen ist die Aufbereitung des Heiznetzwassers, unabhängig von der Anlagengröße, sinnvoll und ein Garant für einen langlebigen und störungsarmen Betrieb.

Häufig ist den Betreibern die Qualität des Heiznetzwassers nicht bekannt und Korrosions- und Erosionsprozesse finden oftmals bereits statt bzw. Ablagerungen und Verschlämmungen sind vorhanden. Die längerfristigen Folgen von mangelhafter Heiznetzwasserqualität sind Leckagen, zugesetzte Bauteile (meist Wärmeerzeuger und -taucher) und daraus resultierend ein geringer Wirkungsgrad. Ein erstes Indiz für qualitativ schlechtes Heiznetzwasser ist dessen starke Verfärbung sowie ein unangenehmer Geruch.

Das mobile Heiznetz-Reinigungssystem (HNRS®) hilft Ihnen, die Qualität und die sorgenfreie Nutzung Ihres Wärmenetzes zu erhalten.



## Schlechtes Heiznetzwasser als Ursache des Problems

Regelwerke beschreiben die Qualitätsanforderungen an das Heiznetzwasser. Dazu gehören die VDI-Richtlinie 2035, das AGFW-Arbeitsblatt FW 510 sowie verschiedene DIN-Normen. Trotzdem werden die Qualitätskriterien vor allem bei kleineren bis mittleren Wärmenetzen selten kontrolliert und noch seltener erfüllt.

*Bei Nichterfüllung der rechtlichen Rahmenbedingungen  
gibt es meist keine Gewährleistung!*



Häufige Ursachen einer schlechten Heiznetzwasserqualität sind ein unkontrolliertes Nachspeisen von unbehandeltem Trinkwasser, interne Leckagen in Wärmetauschern, eine Beigabe von Chemikalien oder eine falsche Betriebsweise mit beispielsweise zu hohen Temperaturen oder einem zu geringen Anlagendruck.

Die bedeutendsten Einflussgrößen auf die Qualität des Heiznetzwassers sind der Härtegrad, der pH-Wert, die Sauerstoffkonzentration sowie die elektrische Leitfähigkeit, welche im Folgenden näher betrachtet werden. So verstärken ein hoher Härtegrad, eine hohe Leitfähigkeit, eine zu hohe Sauerstoffkonzentration sowie ein nicht geeigneter pH-Wert die Korrosionen und Ablagerungen.



## Komponente Härtegrad: Effizienzbremse Kalk

Je höher die Wasserhärte, desto größer ist die Menge an entstehenden Kalkablagerungen. Unter der Wasserhärte wird die Konzentration von Calcium- und Magnesium-Ionen verstanden. Calcium und Magnesium bestimmen die Gesamthärte und werden deshalb auch als Härtebildner bezeichnet. Angegeben wird die Wasserhärte in °dH (Grad deutscher Härte) oder in mol/m<sup>3</sup> (Mengeinheit). Beim Erwärmen von einem Liter Wasser mit 10 °dH entstehen 17,8 mg Calciumcarbonat (Kalk).

Das Vorhandensein von Kalk im Wärmenetz kann zu erheblichen Schäden führen, da Kalkablagerungen an wasserführenden Bauteilen einen verringerten Wirkungsgrad sowie Spannungsrisse zur Folge haben.

Die Kalkablagerungen, die bei der Erwärmung von hartem Wasser entstehen, behindern durch ihre isolierende Wirkung den Wärmeübergang an Wärmeerzeuger sowie Wärmeüberträger und senken damit die Energieeffizienz des Wärmenetzes. Die Wärmeleitfähigkeit von handelsüblichem Stahl liegt mit ca. 50 W/mK (bei Kupfer ca. 380 W/mK) deutlich über dem von Kalk mit 2,2 W/mK. Bereits ein Kalkbelag von 2 mm reduziert den Wärmedurchgangskoeffizienten bei einem Glattrohrwärmetauscher (Wasser/Wasser) um 90 Prozent und den Übertragungswirkungsgrad um ca. 60 Prozent.

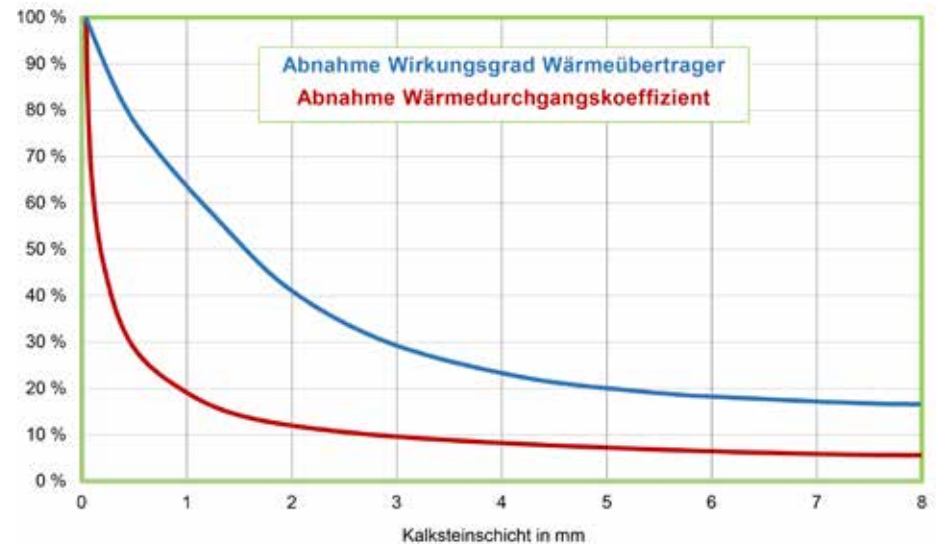
Der Härtegrad des Heiznetzwassers sollte nach den Vorgaben der VDI 2035 oder der AGFW FW 510 den Wert von 0,11 °dH nicht überschreiten.



## Komponente pH-Wert: Der richtige Bereich

Ein wichtiger Faktor bezüglich der Korrosion im Wärmenetz stellt der pH-Wert des Heiznetzwassers dar. Liegt der pH-Wert im falschen Bereich, löst er Korrosionsvorgänge aus oder beschleunigt sie.

### Auswirkungen von Kalkstein auf Wärmeüberträger



*Wirkungsgrad und Wärmedurchgangskoeffizient von Wärmeüberträgern in Abhängigkeit zu den Kalkablagerungen*

Ist der pH-Wert des Heiznetzwassers zu niedrig oder zu hoch, führen bereits geringe Sauerstoffgehalte zu Korrosion und zur Abtragung von metallischen Kessel- und Rohrwerkstoffen. Dies ist durch eine zunehmende Verfärbung des Heiznetzwassers sowie durch eine Verschlämzung des Systems



*Ein falscher pH-Wert führt zu Korrosion an den wasserführenden Bauteilen. Wenn der pH-Wert Ihres Wärmenetzes kontinuierlich sinkt, sollte Ursachenermittlung und keine unüberlegte, kurzlebige Lösung durch Zusatz von Chemikalien angestrebt werden. Zum einen schadet der Einsatz von Chemikalien Ihrem Wärmenetz und zum anderen sind die laufenden Kosten hoch.*

erkennbar. Das zu saure oder zu alkalische Wasser greift die Deckschichten an, welche sich an den Metalloberflächen als natürlicher Korrosionsschutz bilden. Infolgedessen sollte der pH-Wert des Heiznetzwassers unbedingt im richtigen Bereich liegen. Der geeignete pH-Wert hängt im Einzelfall von den verwendeten Materialien im Wärmenetz ab. Verschiedene Werkstoffe benötigen unterschiedliche pH-Werte. Vor allem bei Mischlegierungen oder zusätzlich verwendeten Aluminiumbauteilen wird eine Festlegung des optimalen pH-Wertes schwieriger.

Die Festlegung des optimalen pH-Wert-Bereiches erfolgt unter Berücksichtigung der unterschiedlichen pH-Wert-Anforderungen der Einzelmateriale. Für die Beständigkeit der Werkstoffe Stahl und Kupfer (Buntmetalle) ist aufgrund von elektrochemischen Vorgängen ein pH-Wert zwischen 9 und 11, also im leicht alkalischen Bereich, günstig. Bereits ab einem pH-Wert von 8,5 oder kleiner bilden sich die Deckschichten auf den Aluminiumbauteilen nicht mehr vollständig aus.

## Komponente Sauerstoff: Korrosionstreiber Luft

Bei einem Heiznetzwasser im alkalischen Bereich (pH-Wert > 8,2) ist die Korrosion aufgrund von Säure zu vernachlässigen, da die Korrosion dann wesentlich durch den Gehalt an gelöstem Sauerstoff bestimmt wird.

Der Stromkreislauf des Korrosionsvorgangs besteht hierbei aus zwei Teilreaktionen: Durch den vorhandenen Sauerstoff im Heiznetzwasser findet zunächst eine Metallauflösung und nachfolgend ein Abtransport der vom Metall zurückbleibenden negativen Ladung statt. Ist kein Sauerstoff vorhanden, stoppt die Korrosionsreaktion. Infolgedessen sind vermeidbare Sauerstoffeinträge über das Füll- und Ergänzungswasser, über defekte Bauteile wie zum Beispiel defekte Ausdehnungsgefäße, undichte Ventile, geschrumpfte Dichtungen oder Sauerstoffzufuhr aufgrund von zu niedrigem Anlagendruck unbedingt zu verhindern.



*Bei einer salzarmen Fahrweise empfiehlt die AGFW FW 510 einen maximalen Sauerstoffgehalt des Heiznetzwassers von 0,1 mg/l. Bei einer salzhaltigen Fahrweise sind es hingegen nur noch maximal 0,02 mg/l.*

## Komponente elektrische Leitfähigkeit: Die Reinheit des Heiznetzwassers

Die Reinheit des Heiznetzwassers hängt von dessen elektrischer Leitfähigkeit ab. Da lediglich die Salzionen im Heiznetzwasser den elektrischen Strom leiten, gibt die elektrische Leitfähigkeit den Salzgehalt des Heiznetzwassers wieder.



Abbildung Rauchgasrohre: Auswirkungen von mangelhafter Heiznetzwasserqualität in einem Wärmeerzeuger: Erosion, Korrosion und Ablagerungen von Kalk und Magnetit.



Die Leitfähigkeit des Heiznetzwassers sollte maximal 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  betragen. Dies entspricht nach VDI 2035 der Vorgabe für salzarmes Heiznetzwasser. Die optimale Leitfähigkeit beträgt 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (siehe AGFW Arbeitsblatt FW 510, salzarm).

Je höher der Anteil an gelösten Salzen (zum Beispiel von Calcium, Magnesium, Natrium, Chlorid, Nitrat), desto höher ist auch die elektrische Leitfähigkeit. Nachdem Chlorid- und Sulfationen mit dem Metall reagiert haben, bilden diese in wässriger Umgebung Salz- bzw. Schwefelsäure. Calcium- sowie Magnesiumsalze und insbesondere ihre Chloride, Sulfate und Hydrogencarbonate bedingen die Bildung von Kalkstein.

Die elektrische Leitfähigkeit, welche in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben wird, sollte zum Schutz vor Korrosion möglichst gering sein. Wo eine niedrige Leitfähigkeit den Fluss des Korrosionsstroms behindert, so beschleunigt und fördert eine hohe Leitfähigkeit diesen. Sauerstoffbindemittel und/oder Korrosionsinhibitoren erhöhen die Leitfähigkeit. Nach der VDI-Richtlinie 2035 kann eine Leitfähigkeit von größer als 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nur toleriert werden, wenn eine Sauerstoffkonzentration kleiner als 0,02 mg/l vorliegt. Diese geringe Sauerstoffkonzentration ist in der Praxis jedoch nur schwer zu erreichen, die Messung ist kostspielig und komplex.

Durch die Entsalzung von Wasser wird eine geringe Leitfähigkeit erreicht.

Form	Art	Beschreibung	Herkunft	Folgen
Gasförmig	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	Die Löslichkeit von gasförmigem Sauerstoff im Wasser nimmt mit steigender Temperatur ab.	1. Füllwasser 2. Nachspeisewasser 3. Diffusion	Korrosionserscheinungen: Leckagen und Ablagerungen (defekte Bauteile, Funktionsstörungen, Abnahme Wirkungsgrad)
	Stickstoff (N <sub>2</sub> )	Stickstoff ist ein Inertgas und bereitet nur dann Probleme, wenn der Gehalt so hoch ist, dass sich Gasblasen bilden.	4. Defekte Anlagenteile	Zirkulationsstörungen, Geräuschentwicklung, Erosionskorrosion
	Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	Führt zur Bildung von: Kohlensäure (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), Hydrogencarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) und Carbonaten (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ).		steigende Mengen an CO <sub>2</sub> senken den pH-Wert (die Folgen eines zu tiefen pH-Wertes siehe unten)
Unge löst (Feststoffe)	Magnetit (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	Der Magnetitbildung kann durch einen alkalischen pH-Wert sowie einer niedrigen el. Leitfähigkeit entgegengewirkt werden.	Eisen in Verbindung mit Sauerstoff: $3 \text{ Fe} + 2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ Die Menge und Geschwindigkeit ist vom Sauerstoffgehalt abhängig.	Ablagerungen (defekte Bauteile, Funktionsstörungen, Abnahme Wirkungsgrad)
	Kesselstein/ Kalkstein (CaCO <sub>3</sub> )	Calciumcarbonat (Wärmeleitfähigkeit Kalk = ~2,2 W/mK) (Wärmeleitfähigkeit Stahl = ~50 W/mK)	Ursprung sind gelöste Erdalkalisalze: Verbindung aus Erdalkalien und Hydrogencarbonat (siehe unten). Letztendlich Entstehung durch Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts.	Ablagerungen (defekte Bauteile, Funktionsstörungen, Abnahme Wirkungsgrad, Überhitzungserscheinungen)
Gelöst	Salzgehalt/ el. Leitfähigkeit (µS/cm)	Die el. Leitfähigkeit bestimmt den Salzgehalt. Je höher der Anteil an gelösten Salzen (z.B. Magnesium, Calcium, Chlorid, Nitrat, Natrium), desto höher die Leitfähigkeit.	1. Füllwasser 2. Nachspeisewasser 3. Chemikalien	Hohe Leitfähigkeit: verstärkte Korrosionen und Ablagerungen
	Erdalkalien (Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup> )	Die Summe der Erdalkalien bilden die Gesamthärte. 1 °dH = 0,18 mmol/l Erdalkaliionen	1. Nicht enthärtetes Füllwasser 2. Nicht enthärtetes Nachspeisewasser	Erdalkaliionen führen in der Verbindung mit Hydrogencarbonationen zur Bildung von Kesselstein/Kalkstein (siehe oben)
	Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Das Anion Hydrogencarbonat wirkt in erster Linie als Härtebildner in Kombination mit den Kationen Calcium und Magnesium.	Hydrogencarbonat entsteht durch Kohlenstoffdioxid und Wasser: $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$	Hydrogencarbonat kann in Verbindung mit Natrium zur Bildung von Natronlauge führen. Dies führt zur Eigenalkalisierung des Heizwassers und kann den pH-Wert über 10 anheben.
	pH-Wert (Säuren und Basen)	Der pH-Wert ist eine Maßzahl für die saure, neutrale oder alkalische Reaktion. Je nach verbauten Werkstoffen sollte der pH-Wert in einem bestimmten Bereich liegen.	Veränderungen des pH-Wertes erfolgen durch chemische Reaktionen unterschiedlicher Inhaltsstoffe des Heiznetzwassers bzw. des Nachspeisewassers.	Bei falschem pH-Wert kommt es zu Korrosionserscheinungen: Leckagen und Ablagerungen (defekte Bauteile, Funktionsstörungen, Abnahme Wirkungsgrad)
	Chloride (Cl <sup>-</sup> )	Chloride sind Verbindungen des chemischen Elements Chlor.	1. Füllwasser 2. Nachspeisewasser	In Verbindung mit Sauerstoff begünstigen Chloridionen die örtliche Korrosion. Chlorid bildet nach der Reaktion mit einem Metall in wässriger Lösung Salzsäure.
	Sulfate ((SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> )	Sulfate sind Salze der Schwefelsäure.	1. Füllwasser 2. Nachspeisewasser	In Verbindung mit Sauerstoff begünstigen Sulfationen die örtliche Korrosion. Sulfat bildet nach der Reaktion mit einem Metall in wässriger Lösung Schwefelsäure.
	Organik	Lösliche organische Substanzen, analytisch bestimmt als DOC (dissolved organic carbon).	1. Füllwasser 2. Nachspeisewasser	Organik kann sowohl eine Wasseraufbereitung beeinträchtigen als auch mikrobiologische Reaktionen im Heizwasser begünstigen.

*Überblick über weitere Inhaltsstoffe des Heiznetzwassers*

*In der Tabelle finden Sie eine Aufschlüsselung weiterer Inhaltsstoffe des Heiznetzwassers, Informationen bezüglich derer Herkunft sowie Auswirkungen für das Wärmenetz.*

## Salzarme Fahrweise als Wärmenetzschutz

Bei einer sogenannten salzarmen Fahrweise sinkt aufgrund der Verschiebung von elektrochemischen Potenzialen die galvanische Korrosion zwischen den Metallen. Daher ist bei einer geringen Leitfähigkeit ein höherer Sauerstoffgehalt möglich (siehe Tabelle). Der höchstzulässige Sauerstoffgehalt liegt bei 0,1 mg/l bei einem Salzgehalt unter 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Demzufolge kann bei einer salzarmen Fahrweise ein 5-fach höherer Sauerstoffgehalt toleriert werden, als bei salzhaltiger Fahrweise. Diese Toleranz ist vor allem bei der Verwendung von kostengünstigen Kunststoffleitungen, bei welchen unter Temperatureinfluss immer die Gefahr einer Sauerstoffdiffusion besteht, sowie anderen Luftsammlern notwendig.

Parameter Heiznetzwasser nach AGFW FW 510 und VDI 2035

Parameter Heiznetzwasser	Salzarme Fahrweise		Salzhaltige Fahrweise
	AGFW FW 510	VDI 2035	VDI 2035
Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$	10 - 30	30 - 100	100 – 1500
pH-Wert bei 25 °C *	9,0 – 10,0	9,0 – 10,5	9,0 – 10,5
Sauerstoff in mg/l	< 0,10	< 0,05	< 0,02
Härte in dH°	< 0,11	< 0,11	< 0,11
Aussehen	Klar, frei von suspendierten Stoffen		

\* Bei der Verwendung von Aluminiumwerkstoffen gilt: pH-Wert 8,2 – 8,5

Eine salzarme Fahrweise hat zahlreiche Vorteile: Es finden weder Ablagerung noch Erosion oder Verschlammung statt. Zudem besteht gleichzeitig ein optimaler Schutz gegen Spalt- und Lochkorrosion.

Mit Blick auf die gesamte Anlage ist ein salzarmes, leicht alkalisches Heiznetzwasser die beste Lösung. Dann findet keine Bekämpfung der Symptome, sondern eine Beseitigung der Ursachen statt.



*Besonders problematisch ist es für Ihr Wärmenetz, wenn fehlendes Heiznetzwasser mit unaufbereitetem Leitungswasser nachgespeist wird, da Trinkwasser meist einen hohen Härtegrad bzw. Salzgehalt aufweist.*

## Kosten durch mangelhafte Heiznetzwasserqualität am Beispiel von zwei eigenen Wärmenetzen

Das 1997 in Betrieb genommene erste Wärmenetz hat ca. 50 m<sup>3</sup> Heiznetzwasserinhalt und zwei Blockheizkraftwerke als Grundlasterzeuger.

Vor der Aufbereitung im Jahre 2017 wurden eine elektrische Leitfähigkeit von ca. 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und ein Härtegrad von 10,19 °dH des Heiznetzwassers gemessen. Nach den Vorgaben der VDI 2035 und AGFW FW 510 wurde die Leitfähigkeit um mehr als ein 3-faches und die Härte über ein 93-faches überschritten. Der hohe Härtegrad wurde durch undichte Plattenwärmetauscher (Primär- zu Sekundärseite) und einem hohen Härtegrad von 20 °dH des Trinkwassers der Sekundärseiten hervorgerufen, welches für den Betrieb gelöteter Plattenwärmetauscher zu hart ist.

Das zweite Wärmenetz wurde im Jahr 2001 in Betrieb genommen und besitzt einen Heiznetzwasserinhalt von ca. 90 m<sup>3</sup>. Als Wärmeerzeuger stehen ein Holzkessel sowie mehrere Blockheizkraftwerke zur Verfügung.



In diesem Netz wurde eine elektrische Leitfähigkeit von über 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sowie ein Härtegrad von 0,5  $^\circ\text{dH}$  gemessen. Nach den Vorgaben der VDI 2035 und AGFW FW 510 wurde die Leitfähigkeit um mehr als ein 5-faches und die Härte über ein 4-faches überschritten.

Die folgende Tabelle stellt ausschließlich die durch mangelhafte Heiznetzwasserqualität entstandenen Kosten dar, welche ab dem Jahr 2009 erfasst wurden. Die Schäden stellen überwiegend Leckagen, Verkalkungen sowie Verschlammungen folgender Bauteile dar: Wärmetauscher, Wärmeerzeuger, Übergabestationen, Pumpen sowie Schmutzfänger und weitere Armaturen. 2017 wurde in beiden Wärmenetzen eine Aufbereitung des Heiznetzwassers mit dem HNRS<sup>®</sup> durchgeführt.

### Kosten durch mangelhafte Heiznetzwasserqualität



## Die Lösung: Das HNRS<sup>®</sup>

Unser mobiles Heiznetz-Reinigungssystem (HNRS<sup>®</sup>) entstand durch die Notwendigkeit, die Instandhaltungskosten unserer eigenen 30 Wärmenetze zu senken. Durch schlechte Heiznetzwasserqualität verschlechterte sich der Zustand unserer Netze, Störungen und Schadensfälle nahmen stetig zu.

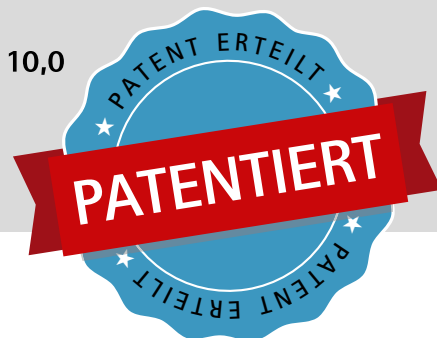


Der Versuch, die Schwierigkeiten der Wärmenetze durch komplettes Entleeren des Heizkreislaufes, dessen Spülung und anschließender Wiederbefüllung zu beheben, ist weit verbreitet. Jedoch ist dieses Vorgehen bereits an

sich mit hohen Kosten, langen Standzeiten und daraus resultierend weitergehenden Gewinnausfällen sowie erheblichem Aufwand verbunden und eignete sich daher für uns nicht als Problemlösung. Für größere Netze gab es zu diesem Zeitpunkt keine praktikable Lösung auf dem Markt, welche eine Reinigung ohne Betriebsstörung, also im laufenden Betrieb ermöglichte. Aus dieser Erkenntnis heraus, entstand das HNRS®, welches in der Entwicklungsphase an unseren eigenen Wärmenetzen getestet und ständig weiterentwickelt wurde.

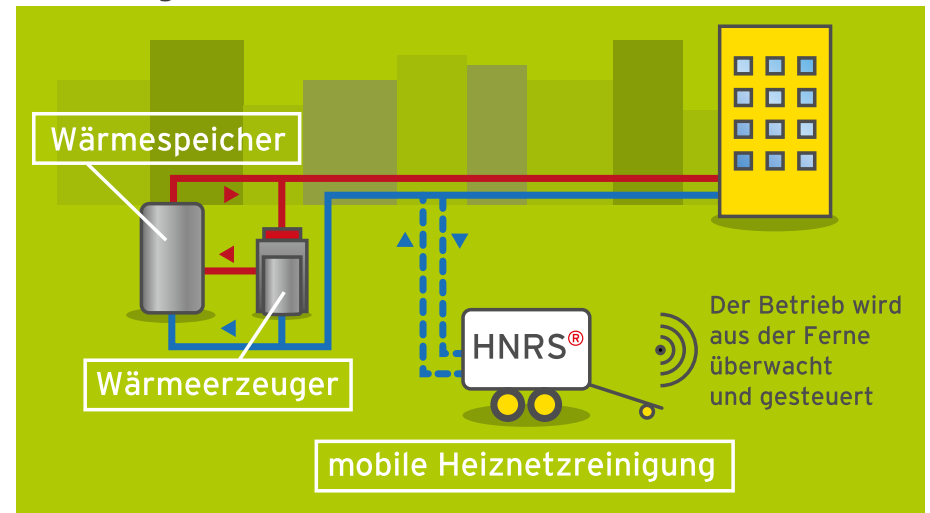
Der Reinigungsprozess des HNRS® verläuft wie folgt: Das HNRS® entnimmt im laufenden Betrieb kontinuierlich einen Teilstrom des Heiznetzwassers. Es folgt eine Aufbereitung dieses Teilstroms: Das verschmutzte Heiznetzwasser wird gefiltert, enthärtet, enteist, mittels Membrantechnik entsalzt, durch Trinatriumphosphat in den richtigen pH-Wert-Bereich alkalisiert und anschließend dem Heiznetz wieder zugeführt.

- ✓ Aufbereitung von 1 m<sup>3</sup>/h (+/- 20 %)
- ✓ Filterung < 1 µm
- ✓ Enteisung < 0,1 mg/l Fe
- ✓ Enthärtung < 0,1 °dH
- ✓ Entsalzung < 10 µS/cm
- ✓ pH-Wert Einstellung 8,0 – 10,0
  
- ✓ Bis zu 80 °C
- ✓ Bis zu 7,0 Bar



Während der Aufbereitung gibt es keine Betriebsunterbrechungen des Wärmenetzes. Das Aufbereitungsverfahren löst und entfernt bestehende Verschlämungen, Kalkablagerungen, Rost und selbst schwerste Verunreinigungen, sodass die Heiznetzwasserqualität im Anschluss das angestrebte Qualitätsniveau aufweist. Je nach Zustand und Größe des Wärmenetzes sowie Zustand des Heiznetzwassers unterscheidet sich der Reinigungsaufwand.

### Einbindung des HNRS® im Wärmenetz



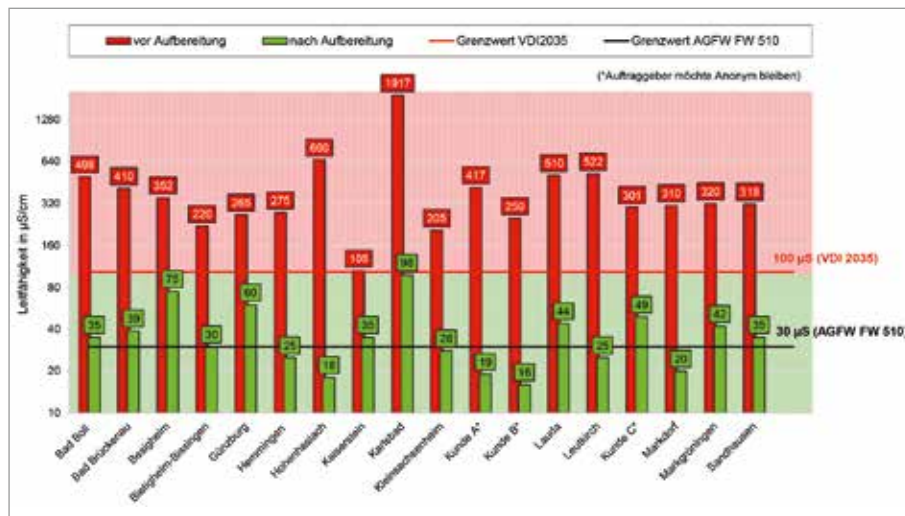
Der Betrieb der Anlage sowie alle Parameter wie beispielweise Temperaturen, Volumenströme, Leitfähigkeiten und Drücke werden über die gesamte Aufbereitungsdauer kontinuierlich gesteuert und überwacht.

Unser Verfahren erfüllt die Qualitätsanforderungen aller einschlägiger Normen und Regelwerke.

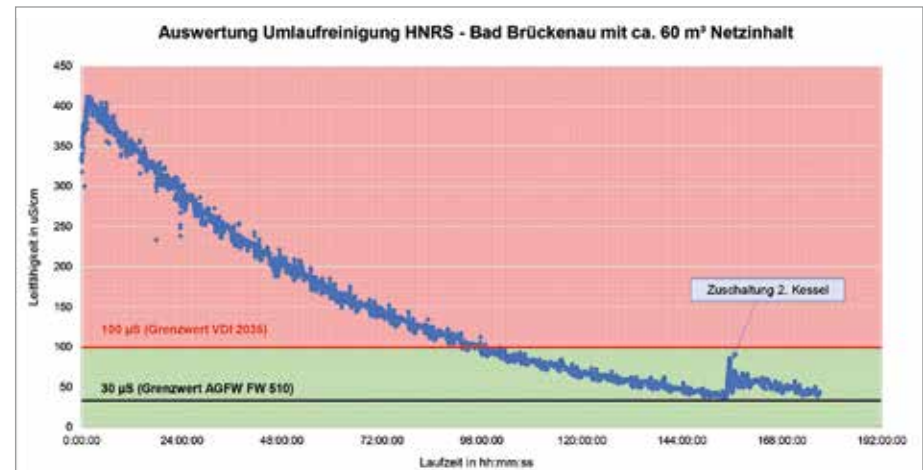
Eine Heiznetzwasseraufbereitung ist nahezu unabhängig von der Heizperiode und den individuellen Betriebszeiten des Wärmenetzes ganzjährig möglich.

## Ergebnisse: Wasserqualität vor und nach dem HNRS®

Die Messergebnisse zeigen, dass bei allen beprobten Netzen die elektrische Leitfähigkeit vor der Reinigung deutlich über den maximalen Grenzwerten für salzarme Fahrweise lagen. So empfiehlt die VDI-Richtlinie 2035 einen maximalen Leitwert von 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sowie die AGFW 510 lediglich 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Je nach Kundenwunsch wurde durch die Aufbereitung die salzarme Fahrweise nach VDI 2035 oder nach AGFW FW 510 erfüllt.



Vergleich der Leitfähigkeit vor und nach der Aufbereitung durch das HNRS® am Beispiel einiger Wärmenetze (logarithmische Darstellung)



Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit während der Aufbereitung durch das HNRS® am Beispiel Bad Brückenau (60 m³ Netzinhalt)

Hierbei handelt es sich um ein Nahwärmenetz in Bad Brückenau mit ca. 60 m³ Netzinhalt. Zu Beginn der Aufbereitung weist das Heiznetzwasser eine elektrische Leitfähigkeit von über 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  auf. Schon nach zwei Tagen Aufbereitung hatte sich die elektrische Leitfähigkeit halbiert und lag bereits bei ca. 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Gegen Ende der Aufbereitung wurde ein zweiter Kessel mit ca. 5 m³ Inhalt in den Heizkreis zugeschaltet, was eine kurzfristige Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit und eine Aufbereitung des Heiznetzwassers des zweiten Kessels zur Folge hatte.

Für die Aufbereitung des gesamten Netzes (Zielleitfähigkeit von ca. 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) benötigte das HNRS® 185 Stunden. In dieser Zeit wurden rund 180 m³ über die Teilstromentnahme bzw. den Bypass aufbereitet.



Biomasse



Energiezentralen



Wärmenetze

## Aufbereitungsdauer und Kosten

Die Aufbereitungsdauer und infolgedessen ebenfalls der Abrechnungsbetrag unserer Dienstleistung hängen im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- der Wassermenge des Heiznetzwasserkreislaufes
- der Verunreinigung des Heiznetzwassers und des Heiznetzes bei Beginn der Aufbereitung und von der
- angestrebten Heiznetzwasserqualität

Als Stellgröße dient die elektrische Leitfähigkeit, wobei wir im Regelfall eine elektrische Leitfähigkeit von 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  einstellen. Bei einer Ausgangsleitfähigkeit von ca. 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , einem Wärmenetz mit 100  $\text{m}^3$  und einem Durchsatz von 1  $\text{m}^3/\text{h}$  benötigt das HNRS® etwa drei Durchläufe (300  $\text{m}^3$  aufbereitetes Wasser) und etwa 13 Tage zur Aufbereitung. Die Kosten werden von uns pro aufbereitetem Kubikmeter berechnet.

Unsere Abrechnung erfolgt transparent nach der aufbereiteten Heiznetzwassermenge sowie dem Einrichtungsaufwand.

## Über uns

Die Betriebsmannschaft der e3 Energieanlagen GmbH besteht aus 15 Mitarbeitern/innen am Unternehmensstandort in Bietigheim-Bissingen sowie etwa 20 technischen Anlagenbetreuern/innen vor Ort.

Die Geschäftsbereiche der e3 sind, neben dem Betrieb von Energieerzeugungs- und Verteilanlagen, die Erbringung von Energiedienstleistungen sowie die Übernahme des ganzen Spektrums an Betriebsführungsaufgaben (von der technischen Anlagenbetreuung und dem Bereitschaftsdienst bis hin zur kaufmännischen Verwaltung sowie dem Energiemanagement).

## Unsere Leistungen für Sie

Kein Wärmenetz gleicht dem anderen, weshalb unsere Dienstleistungen individuell angefordert und kombiniert werden können. Bei der Auswahl beraten wir Sie gerne.

Unser Dienstleistungspaket:

- die Voruntersuchung Ihres Heiznetzwassers (Analyse durch ein unabhängiges Prüfinstitut)
- die individuelle Beratung sowie eine Bewertung und Handlungsempfehlung
- die Heiznetzwasseraufbereitung auf das gewünschte Qualitätsniveau
- die Dokumentation der Aufbereitungsergebnisse
- die Nachuntersuchung des Heiznetzwassers (ebenfalls durch ein unabhängiges Prüfinstitut)
- Hinweise sowie Handlungsempfehlungen für den Weiterbetrieb
- Vorsorgemaßnahmen zur Vorbeugung von Heiznetzwasserproblemen

Mit unserem Wissen möchten wir Sie dabei unterstützen, den Wert und die Leistungsfähigkeit Ihres Wärmenetzes zu sichern und zu schützen. Die Aufbereitung des Heiznetzwassers ist eine lohnende Investition und sichert die Zukunft Ihres Wärmenetzes. Nach der Reinigung wird sich der Betriebszustand Ihrer Anlage deutlich verbessern und langfristig werden die laufenden Kosten für Reparatur, Wartung und Instandhaltung deutlich gesenkt. Wir helfen Ihnen, den gewonnenen Standard zukünftig zu erhalten und zeigen Ihnen Wege auf, wie sie die Ursachen der schlechten Heiznetzwasserqualität dauerhaft bekämpfen können.

Das HNRS® wurde bislang an über 100 Wärmenetzen erfolgreich eingesetzt.

