**Wasseranalysenbericht**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Art des Systems | Wärmepumpe, FBH | | | | |  | Betriebstemperatur | | | | Hauptvorlauf:32°C / Hauptrücklauf: 28°C | | |
| Systeminhalt / kW | 109 L + 41 L Speicher / 6 kW | | | | |  | Füllwasseraufbereitung | | | | k.A. | | |
| Entnommen durch |  | | | | |  | Wasserbehandlung | | | | k.A. | | |
| Entnahmestelle | HKV - EG Vorlauf | | | | |  | Probennahme: | | | | Januar 2019 | | |
| Spezifisches Anlagenvolumen: | ~25 l/kW (bezogen auf kleinste  Einzelheizleistung) | | | | |  | Bearbeitungszeitraum: | | | | Januar 2019 | | |
| **Probenbezeichnung** | | **Einheit** |  |  |  | | |  |  | **Messmethode** | | **Richtwerte gemäß**  **VDI 2035** | **Richtwerte gemäß AGFW Regelwerk** |
|  | |  | **Heizung** |  | **Füllwasser** | | |  |  |  | |
| Farbe, qualitativ | | - |  | gelblich |  | | |  | klar | DIN EN ISO 7887-C1 (C1) | | klar | klar |
| Geruch, qualitativ | | - |  | muffig |  | | |  | ohne | DEV B 1/2 | |  |  |
| Schwebstoffe | | - |  | ja |  | | |  | nein | Sensorik | | keine | keine |
| Ablagerungen | | - |  | ja |  | | |  | nein | Magnettest | | keine | keine |
| pH-Wert  (bei 20°C) | | - |  | 7,74 |  | | |  | 7,73 | DIN 38404-C5 (C5) | | 8,2 - 10  8,2 - 8,5 Al (< 9 AlSi) | 9 - 10,5 |
| el. Leitfähigkeit bei 25°C | | µS/cm |  | 355 |  | | |  | 330 | DIN EN 27 888-C8 (C8) | | <100 (salzarm O2 <0,1 mg/l)  <1.500 (salzhaltig O2 <0,02 mg/l) | 10-30 µS/cm (salzarm O2 <0,1 mg/l)  <100 µS/cm (salzarm O2 <0,05 mg/l  <1500 µS/cm (salzhaltig O2 <0,02 mg/l) |
| Gesamthärte | | °dH |  | 9,6 |  | | |  | 9,0 | berechnet | | <50 kW – Richtwert 16,8°dH  >50 - <200 kW – <11,2°dH  >200 - <600 kW – <8,4°dH  >600 kW – <0,11°dH\* | <0,112°dH |
| Carbonathärte | | °dH |  | 11,11 |  | | |  | n.d. | berechnet | |  |  |
| freie Kohlensäure CO2 | | mg/l |  | 12,32 |  | | |  | n.d. |  | |  |  |
| Hydrogencarbonat HCO3 | | mg/l |  | 242,25 |  | | |  | n.d. | berechnet | |  |  |
| Säurekapazität KS8,2 | | mmol/L |  | 0 |  | | |  | n.d. | DIN 38409-H7 (H 7) | |  |  |
| Säurekapazität KS4,3 | | mmol/L |  | 3,97 |  | | |  | n.d. | DIN 38409-H7 (H 7) | |  | 0,05 – 0,2 salzarm  0,7 – 2 salzhaltig |
| Basekapazität KB8,2 | | mmol/L |  | 0,28 |  | | |  | n.d. | DIN 38409-H7 (H 7) | |  |  |
| Aluminium Al | | mg/L |  | 0,06 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  |  |
| Chlorid Cl | | mg/L |  | 1,3 |  | | |  | 0-5 | DIN EN ISO 10304-1 (D 20) | |  | <53 |
| Calcium Ca | | mg/L |  | 45 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  |  |
| Eisen gelöst Fe2+ / 3+ | | mg/L |  | <0,05 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | | <0,1 | <0,1 |
| Kupfer Cu | | mg/L |  | y0,02 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  | <0,010 |
| Magnesium Mg | | mg/L |  | 14,3 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  |  |
| Nitrat No3 | | mg/L |  | 0,63 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 10304-1 (D 20) | |  |  |
| Nitrit | | mg/L |  | n.d. |  | | |  | n.d. |  | |  |  |
| Ortho-Phosphat | | mg/L |  | <0,1 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 15681-1 (D45) | |  |  |
| Sauerstoff gelöst O2 | | mg/L |  | n.d. |  | | |  | n.d. |  | | Siehe Richtwert el. Leitfähigkeit | Siehe Richtwert el. Leitfähigkeit |
| Silikat (als Silizium) Si | | mg/L |  | 4,72 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  |  |
| Sulfid S2- | | mg/L |  | n.d. |  | | |  | n.d. |  | |  | <0,03 |
| Sulfit SO3 | | mg/L |  | n.d. |  | | |  | n.d. |  | |  | <5 (salzhaltige Fahrweise) |
| Sulfat SO4 | | mg/L |  | <0,5 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 10304-1 (D 20) | |  |  |
| Zink Zn | | mg/L |  | 0,017 |  | | |  | n.d. | DIN EN ISO 11885 (E 22) | |  |  |

Die Analysen wurden in unserem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertem Auftragslaboratorium durchgeführt

**Legende:**

**AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.**

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht bestimmbar

n.d. nicht durchgeführt

<x,x kleiner als Bestimmungsgrenze

Die Berechnung der Carbonathärte, des freien CO2 und HCO3 erfolgt unter der Annahme, dass andere puffernde Substanzen als Kohlensäure und ihre Salze vernachlässigt werden können.

Die Anforderung an die Gesamthärte nach VDI 2035 Blatt 1 ist zusätzlich abhängig vom spezifischen Anlagenvolumen. Liegt dieses bei >20 l/kW Heizleistung, sollte grundsätzlich die nächsthöhere Anforderungsstufe angewendet werden. Bei einem spezifischen Anlagenvolumen von >50 l/kW Heizleistung oder der Anwesenheit elektrischer Heizelemente sollte die Gesamthärte stets <0,11°dH betragen.

**Bewertung der Analyse**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **pH-Wert** | Der pH-Wert entspricht  den Empfehlungen der relevanten Richtlinien. | Der pH-Wert ist zu gering. | Der pH-Wert ist zu hoch. |
|  |  | + |  |
| **Elektrische Leitfähigkeit** | Die elektrische Leitfähigkeit entspricht den Empfehlungen der relevanten Richtlinien. | Die elektrische  Leitfähigkeit ist im  Verhältnis zu dem tatsächlichen oder dem zu erwartenden  Sauerstoffgehalt zu hoch. | Die elektrische  Leitfähigkeit übersteigt die  Richtlinenempfehlung durch Chemikalieneinsatz. |
|  | + | + |
| **Gesamthärte** | Die Gesamthärte entspricht den  Richtlinienempfehlungen.  Schäden durch Kalkstein sind nicht zu erwarten. | Die Gesamthärte liegt in einem tolerablen  Grenzbereich zu den  Empfehlungen. Schäden durch Kalkstein sind unwahrscheinlich. | Die Gesamthärte übersteigt die  Richtlinienempfehlungen. Es besteht das Risiko von  Kalksteinbildung. |
| + |  |  |
| **Korrosion** | In der Anlage sind anhand der Wasserqualität keine  Korrosionsvorgänge ersichtlich. | Es sind  Korrosionsrückstände nachweisbar, jedoch ist kein akutes  Korrosionsgeschehen erkennbar. | In der Anlage finden offenbar  Korrosionsvorgänge statt. |
|  |  | + |

# Bewertung - Heizungswasser

Der pH-Wert des Heizungswassers liegt unterhalb der Untergrenze der Richtlinienempfehlung. Bei diesem pH-Wert können insbesondere Stahlwerkstoffe ihre Deckschichten zum Korrosionsschutz nicht aufbauen und sind so ungeschützt möglichen Sauerstoffangriffen ausgesetzt.

Die elektrische Leitfähigkeit liegt innerhalb des Rahmens der salzhaltigen Fahrweise. Selbst bei den üblicherweise in

Fußbodenheizungen verwendeten Kunststoffrohren der Qualitätsstufe „Diffusionsdicht nach DIN“ kann ein

Sauerstoffeintrag nicht ausgeschlossen werden. Der technisch bedingte Sauerstoffeintrag liegt bei diesem Material bei <0,1 mg/l am Tag. Über einen gewissen Zeitraum gelangt somit genügend Sauerstoff in die Anlage, um Korrosionselemente aufrecht zu erhalten.

Die elektrische Leitfähigkeit liegt mit 355 µS/cm im salzhaltigen Bereich und begünstigt Korrosionsvorgänge an den durch den geringen pH-Wert ungeschützten Metallbauteilen. Sollte ausreichend Sauerstoff zur Verfügung stehen, kann die Korrosion ungehindert ablaufen. Eine elektrische Leitfähigkeit in der vorliegenden Höhe wird von den Richtlinien nur als akzeptabel angesehen, insofern ein Sauerstoffeintrag ausgeschlossen werden kann.

Die Summe an Härtebildnern (Gesamthärte) liegt auf einem Niveau von 9,6°dH in einem akzeptablen Bereich. Schäden durch Kalksteinbildung müssen nicht befürchtet werden.

Die Konzentration an Chlorid, Sulfat und Nitrat ist gering.

Die geringe Konzentration an gelöstem Aluminium und Zink deuten auf eine Schädigung entsprechender Legierungen hin.

Die gelbliche Färbung des Wassers stammt von kleinsten Schwebstoffen, die auf Eisenoxid zurückzuführen sind. Ebenso die größeren magnetischen und nicht magnetischen Schwebstoffe.

# Fazit

Die Qualität des Heizungswassers entspricht nicht den Richtlinienvorgaben. Der pH-Wert ist zu gering und die elektrische Leitfähigkeit ist bemessen am zu erwartenden Sauerstoffgehalt zu hoch.

Beide Faktoren begünstigen Korrosionsvorgänge in der Heizungsanlage, die sich am optischen Charakter und den Eisenoxidrückständen bemerkbar machen.

# Empfehlung

Zur Behebung der Wahrscheinlichkeit weiterer Störungen raten wir zu folgenden Maßnahmen:

* Die elektrische Leitfähigkeit sollte durch Entsalzung des Heizungswassers im Kreislaufprinzip auf ein Nivau von <10 µS/cm abgesenkt werden. Hierzu wird in einem Nebenanschluss eine Entsalzungspatrone betrieben sodass Teilmengen des Heizungswassers darüber fließen und, wenn Sie in den Heizkreislauf zurückgelangen, dort das Heizungswasser „verdünnen“. Dadurch sinkt schrittweise die elektrische Leitfähigkeit des gesamten Wassers. Die Entsalzung wird so lange betrieben, bis der Zielbereich der elektrischen Leitfähigkeit erreicht ist.
* Prüfung des pH-Wertes vier Wochen nach Korrektur der Wasserqualität. Der pH-Wert sollte sich auf ein Niveau von 8.2 – 8.5 eingependelt haben. Sollte der pH-Wert zu gering sein, muss er durch Zugabe von Natriumhydroxid angehoben werden. Hierbei Vorsicht walten lassen – es besteht die Gefahr einer Überdosierung und einem daraus resultierendem zu hohen pH-Wert.
* Nachfüllung der Anlage nur mit vollentsalztem Wasser. Daher Installation einer kleinen Vollentsalzungspatrone in der Anlagennachspeisung.