



Qualitätsmanagement zur Vermeidung von Korrosionsprozessen in hydraulischen Systemen

Dr. rer. nat. Oliver Opel
Dipl.-Ing. Mani Zargari
Dr. rer. nat. Tanja Eggerichs
MSc. Tobias Otte

Dr.-Ing. Stefan Plessner
Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Ruck

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Nachhaltigkeitsforschung Energie



Steinbeis-Innovationszentrum
energie+

- Energetische Gesamtkonzepte für Gebäude und Quartiere
- Thermochemische Wärmespeicherung
- Korrosion und Belagbildung in hydraulischen Systemen
- Ausgründung des Institutes für Gebäude und Solartechnik, Prof. M. N. Fisch an der TU Braunschweig
- Multidisziplinäre anwendungsorientierte Forschung für nachhaltige Gebäude und Städte

Kooperationen u.a. im Forschungsprojekt
„Korrosion in hydraulischen Systemen“

Forschungsprojekt “Korrosion in hydraulischen Systemen”



01|15
-
12|17

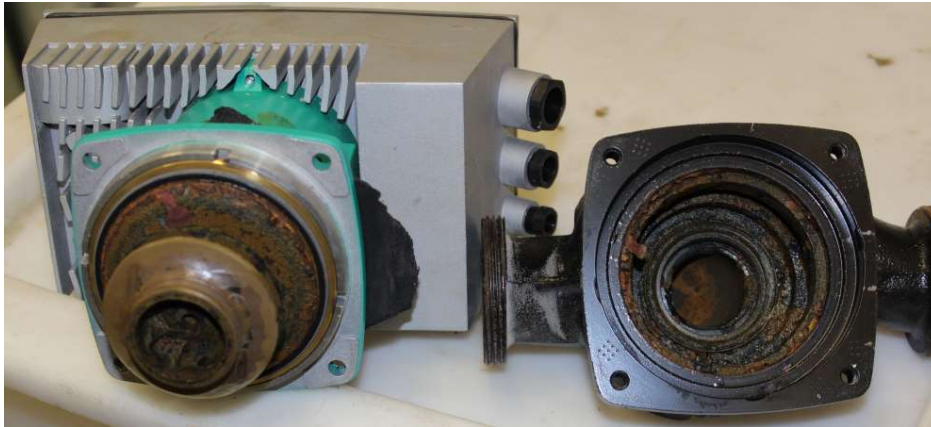


BMWi
ENOB



WILO
Blue BioLabs
Uponor
Union Invest
Provinzial

Risiko Korrosion in Heiz- und Kühlsystemen

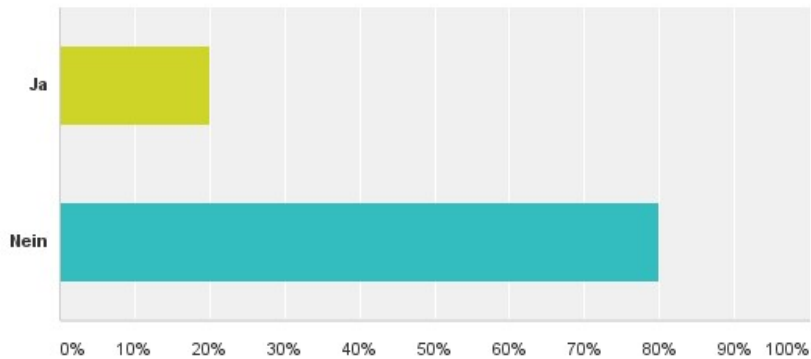


- Geringe Schadenshäufigkeit bei hohem Schadensausmaß
- Erhöhtes Risiko in modernen TGA-Systemen durch fein-einstellbare Ventile, Hoch-Effizienz-Pumpen, Kapillarrohrmatten
- Hohe Kosten für Instandsetzung und Nutzungsausfall
- Einbußen in der Energieeffizienz

Umfrageergebnisse: Die Realität im Gebäudebetrieb

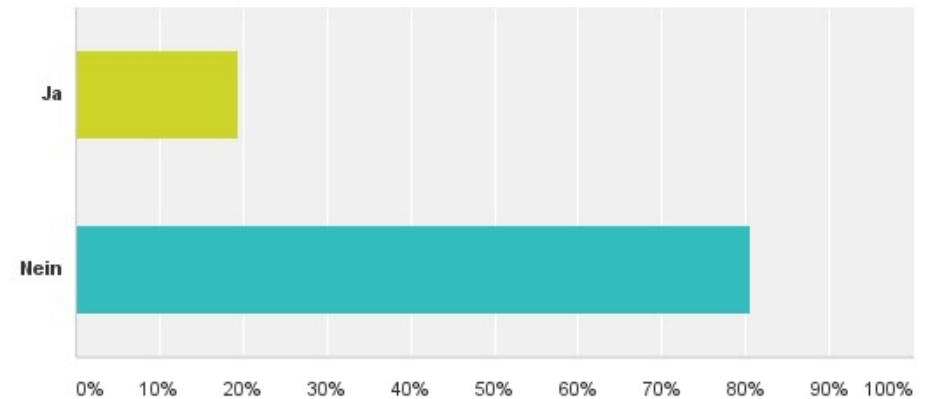
Q13 Schadensmanagement / Vorgehen zur Korrosionsvermeidung
Gibt es bei Ihnen ein zentrales Schadensmanagement zur Erfassung von u.a. durch Korrosion hervorgerufene Schäden?

Beantwortet: 30 Übersprungen: 28



Q18 Unterlagen zu Arbeitsanweisungen für Korrosionsvermeidung
Gibt es detaillierte Arbeitsanweisungen für Wartungspersonal?

Beantwortet: 31 Übersprungen: 27



- Kein Schadensmanagement
- Keine geregelte Instandhaltung
- Unterschiedlichste Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosion, häufig ohne den erhofften Erfolg („Durchprobieren“).



Feldstudie

Grobanalyse

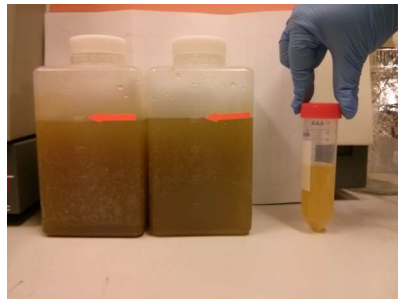
25 Gebäude/Systeme
(bislang 31 Systeme beprobt)

Feinanalyse

8 Gebäude/Systeme

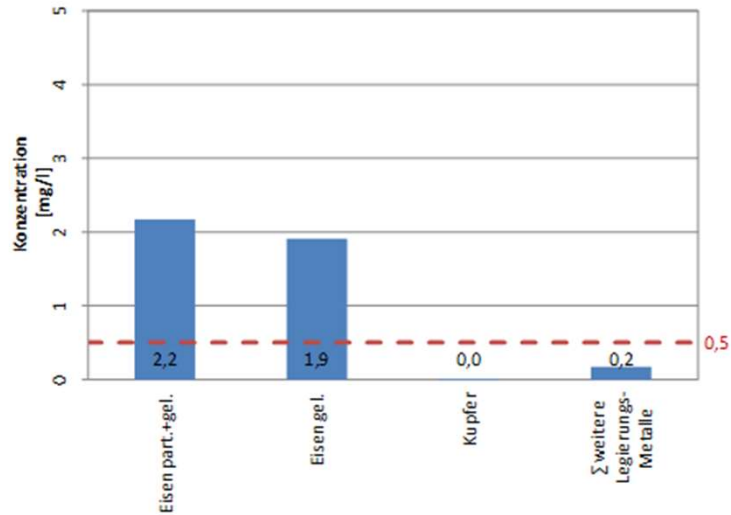
Abhilfemaßnahmen

3 Gebäude/Systeme

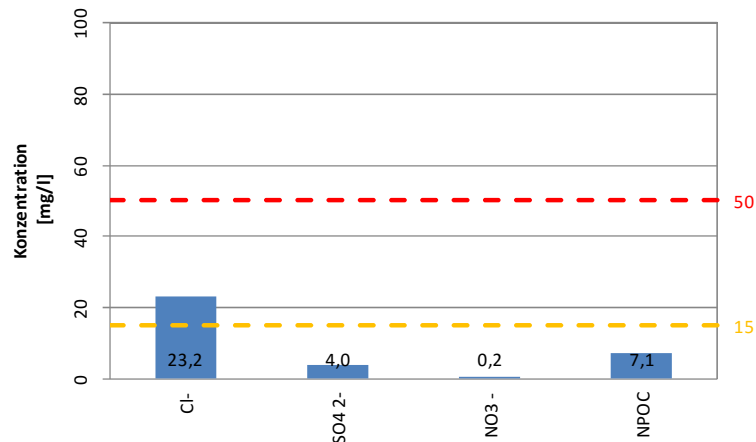


Aufbereitung der Ergebnisse für den Gebäudebetreiber

Metalle



Salze



1 ZUSAMMENFASSUNG

Für das Gebäude wurde am 19.01.2016 eine Korrosionsprüfung der hydraulischen Systeme der Wärmeversorgung und der Kälteversorgung durchgeführt. In diesem Bericht wird das Kühlsystem behandelt.



Bewertung

Im Kühlsystem finden Korrosionsprozesse in einem nicht zu vernachlässigendem Umfang statt.

In der Folge konnte im Umlaufwasser partikuläres und gelöstes Eisen vorgefunden werden.

Ursächlich ist die Verwendung unbehandelten Leitungswassers.

Einzelergebnisse

Es wurden folgende Einzelergebnisse ermittelt:

	Bewertung	Bemerkung
Sensorwerte	hoch	Die sehr hohe Korrosionsrate weist auf akut ablaufende Korrosionsprozesse hin.
Gelöste Metalle	hoch	
Partikuläre Metalle	hoch	
Salze u. Nährstoffe	grenzwertig	Der relativ hohe Chloridgehalt begünstigt Korrosion
Härtebildner	ok	

Handlungsempfehlungen

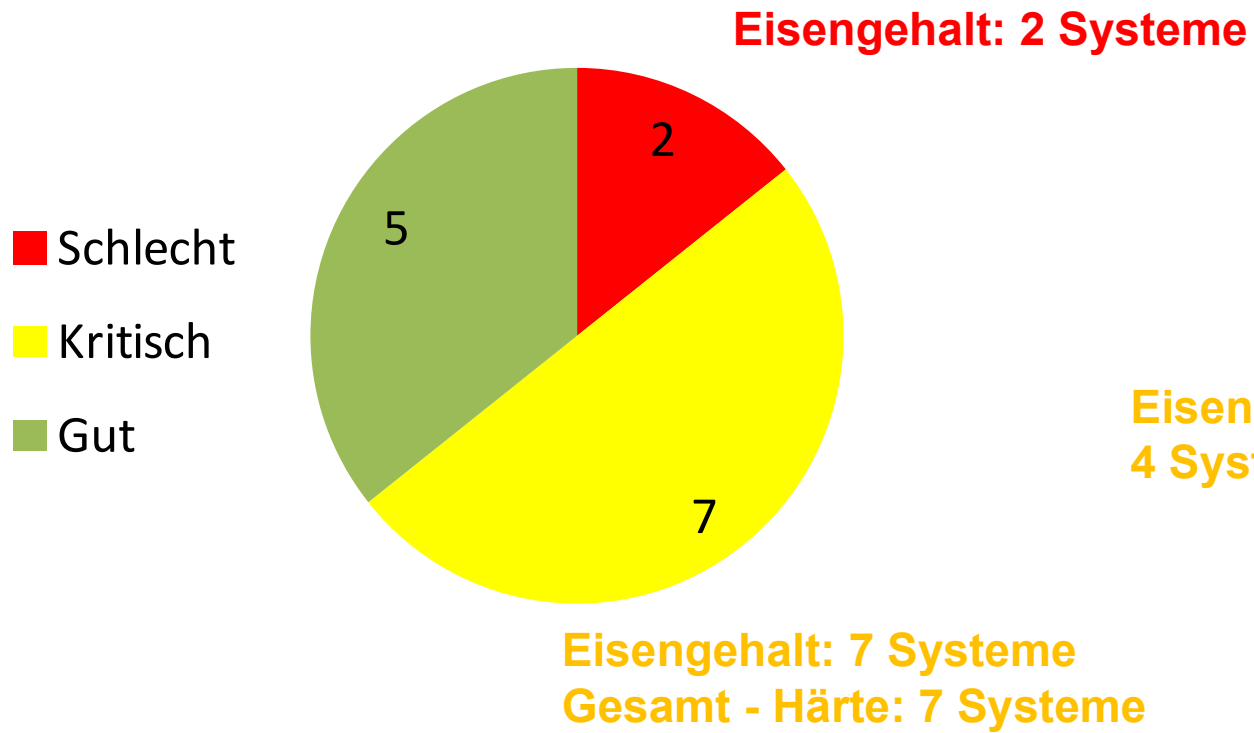
Wir empfehlen:



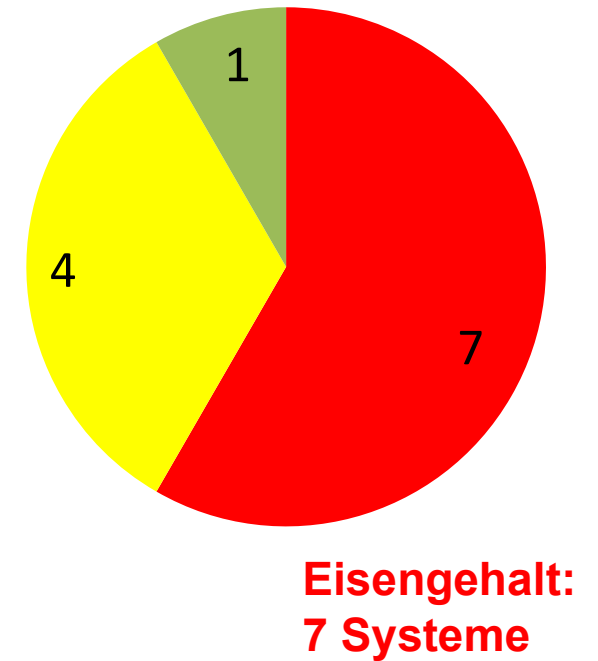
- Ersatz des Umlaufwassers durch VE-Wasser
- Ggf. Einbau eines Filters
- Wiederholung dieser Untersuchung in einem Jahr oder -zur kontinuierlichen Überwachung- den Einbau eines FeQuan-Sensors

(Detaillierte Bewertung im Abschn. 3.5)

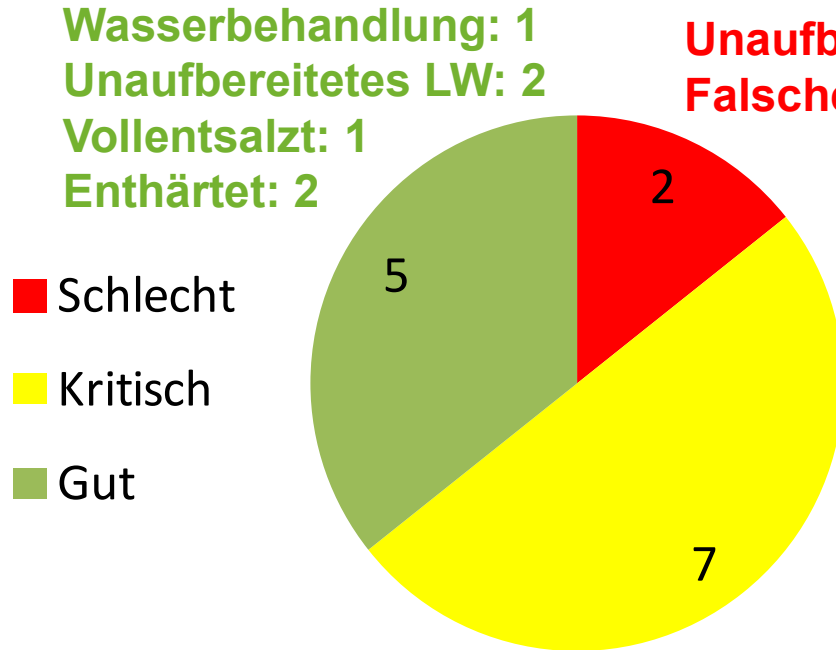
Ermittelte Systemzustände



**Eisengehalt:
4 Systeme**

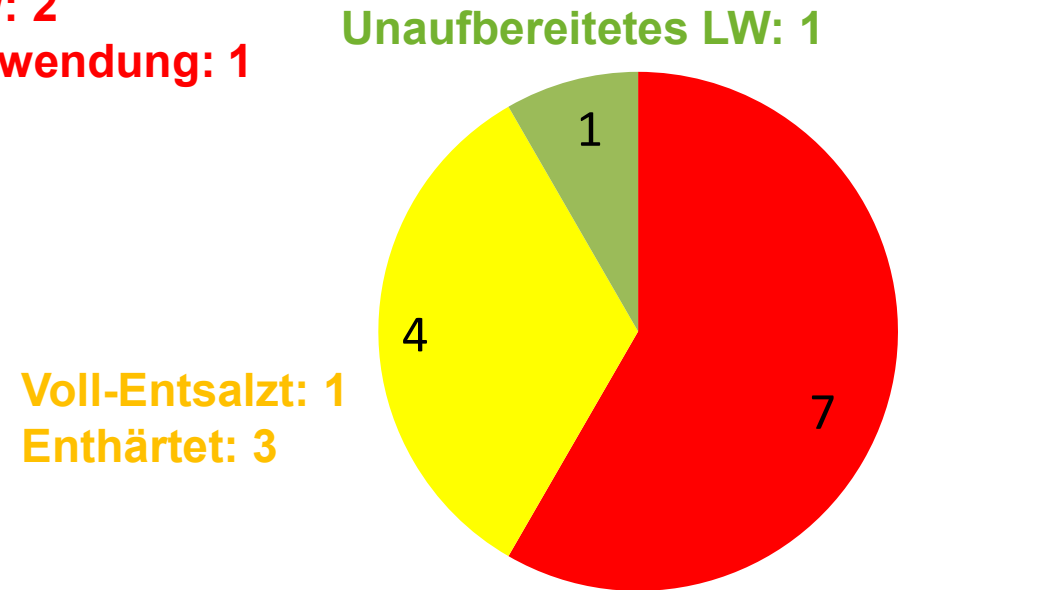


Ursachenanalyse: Fehlende oder falsche Wasseraufbereitung?



Voll-Entsalzt: 0
Enthärtet: 7

Heizsysteme



Unaufbereitetes LW: 5
Enthärtet: 2

Kühltssysteme

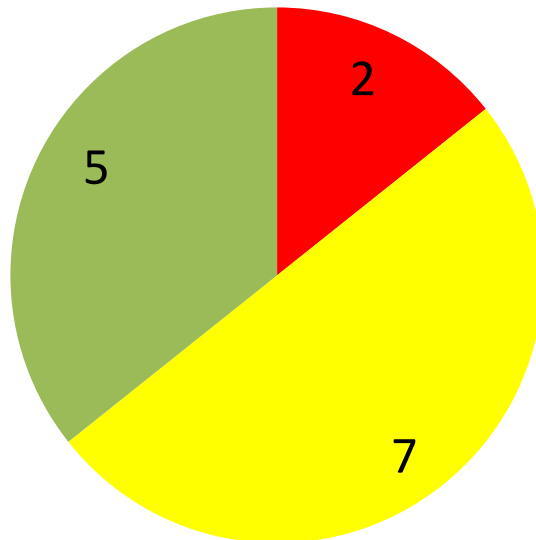
Ursachenanalyse: Fehlende oder falsche Wasseraufbereitung?

Salzgehalt zu hoch: 0
Wasserbehandlung: 1

Salzgehalt zu hoch: 2
Falsche Inhibitoranwendung: 1

Salzgehalt zu hoch: 0

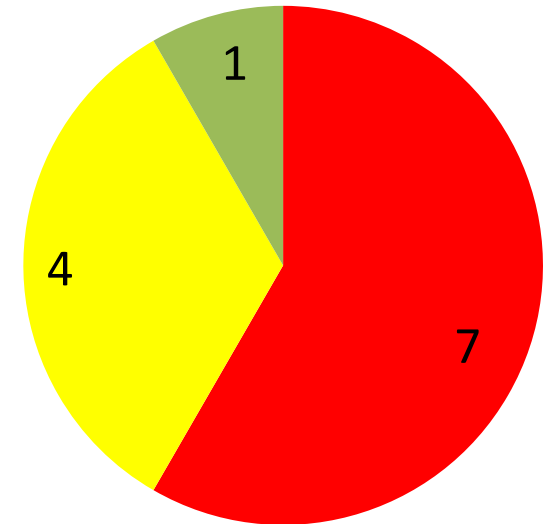
■ Schlecht
■ Kritisch
■ Gut



Salzgehalt zu hoch: 1

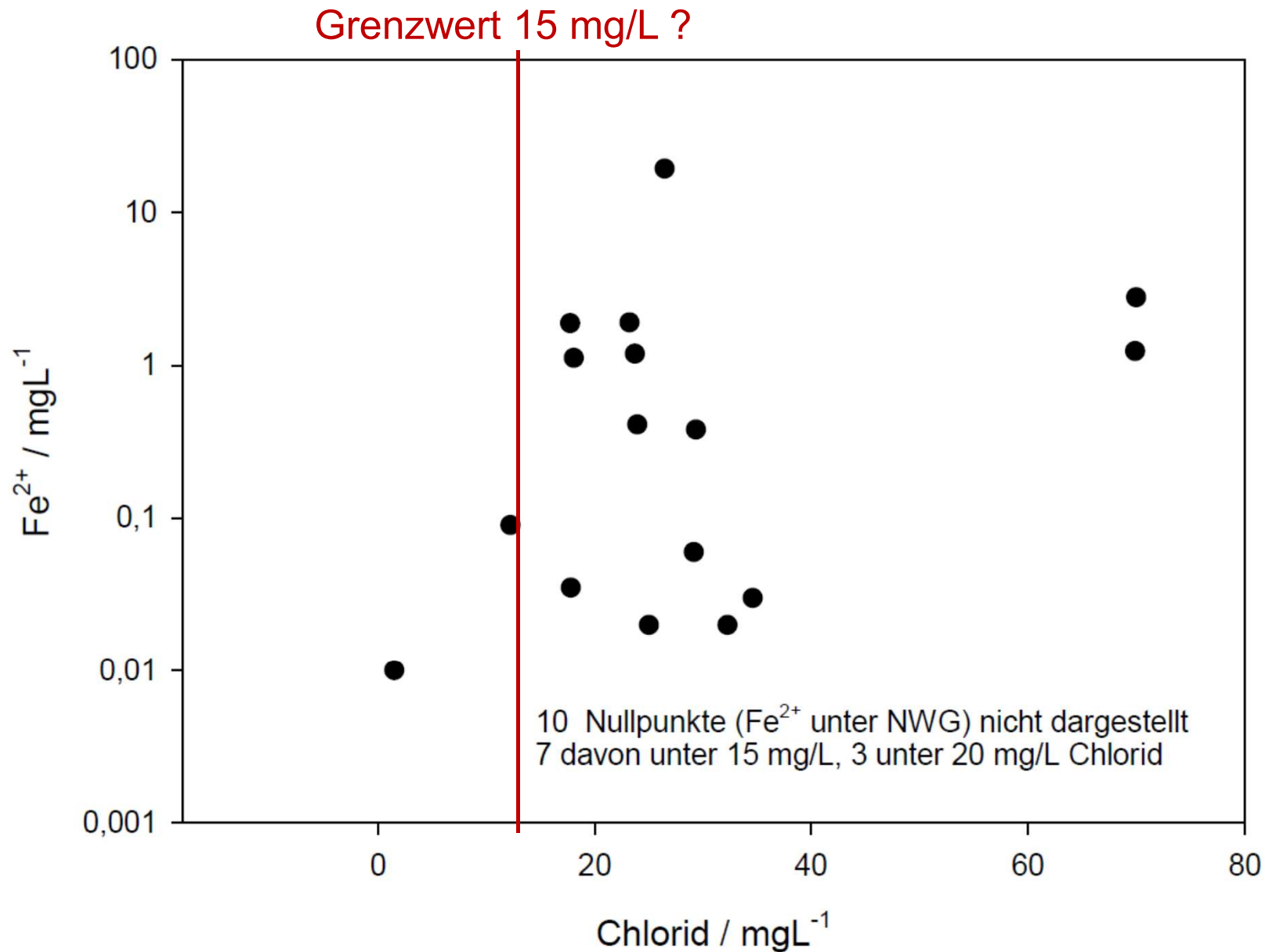
Heizsysteme

Salzgehalt zu hoch: 0



Salzgehalt zu hoch: 7

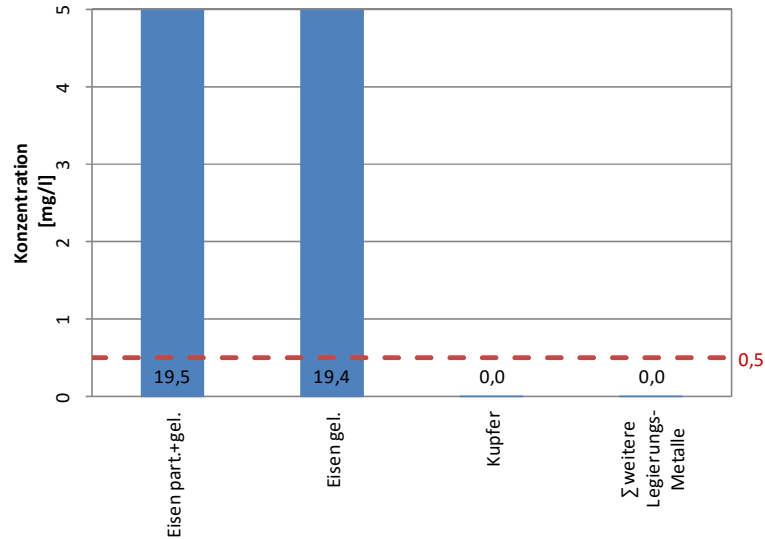
Kühltssysteme



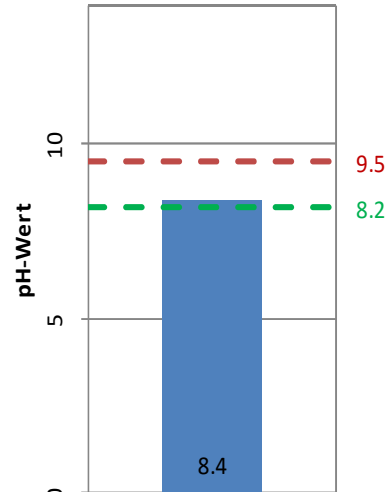
Fallbeispiel 1: Falsch angewendeter Inhibitor in Heizsystem

Für das Gebäude wurde am 21.09.2015 eine Korrosionsprüfung der hydraulischen Systeme der Wärmeversorgung und der Kälteversorgung durchgeführt. In diesem Bericht wird das Heizsystem behandelt.

Metalle



pH - Wert



Bewertung



Im Heizsystem finden akut Korrosionsprozesse statt. Der Molybdän- / Phosphatinhibitor ist vermutlich zu gering dosiert und insgesamt ungeeignet.

Es konnten erhebliche Mengen gelöster, deaktivierter Korrosionsprodukte nachgewiesen werden. Bei Sauerstoffeintritt bilden sich jedoch dennoch laufend feste Korrosionsprodukte, die die Anlagenfunktion beeinträchtigen können.

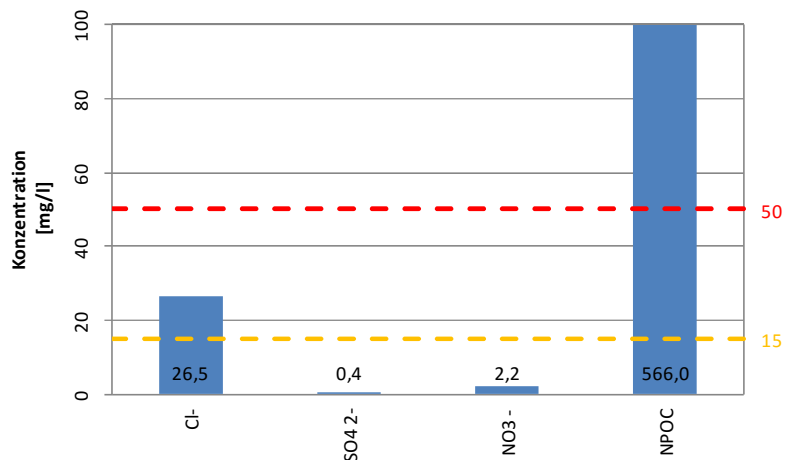
Ursächlich für die Korrosionsvorgänge ist vermutlich die Verwendung nicht aufbereiteten Wassers und falsche Anwendung eines Inhibitors. Der pH-Wert ist zu niedrig. Die Füllung mit vollentsalztem Wasser wird empfohlen.

Einzelergebnisse

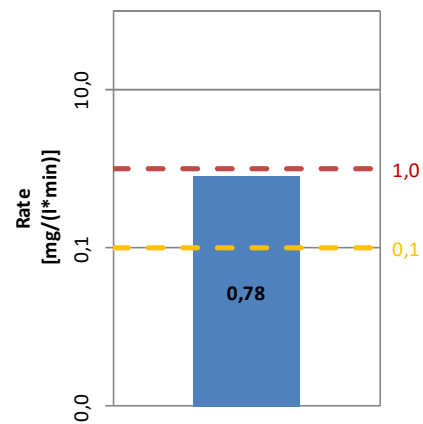
Es wurden folgende Einzelergebnisse ermittelt:

	Bewertung	Bemerkung
Sensorwerte	hoch	Sehr hohe Leitfähigkeit, grenzwertiger pH-Wert, ablaufende Korrosionsprozesse
Gelöste Metalle	hoch	Der Gehalt an primären Korrosionsprodukten ist trotz des Einsatzes behandelten Wassers sehr hoch.
Partikuläre Metalle	grenzwertig	Der Gehalt an sekundären Korrosionsprodukten ist aufgrund von Sauerstofflimitierung gegenüber dem Gehalt an gelösten Metallen gering, eindringender Sauerstoff führt jedoch direkt zur Bildung sekundärer Oxidationsprodukte, die sich ablagern oder ausgefiltert werden.
Salze u. Nährstoffe	grenzwertig	Die Verwendung entsalzten Wassers ist durch den erhöhten Gehalt an Chlorid ein Risikofaktor für Korrosion
Härtebildner	hoch	Durch die Nachspeisung unaufbereiteten Wassers ergibt sich ein zu hoher Härtegrad, der aufgrund des Inhibitoreinsatzes zwar nicht zu Steinbildung führen muss.

Salze



Korrosionsrate



Handlungsempfehlungen

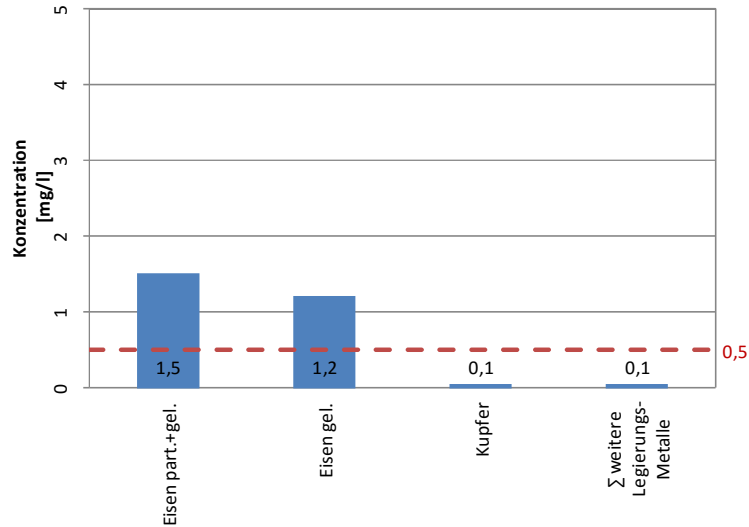
Wir empfehlen:

- Austausch des Füllwassers gegen VE Wasser
- Wartung der Filter
- Wiederholung dieser Untersuchung in einem Jahr oder -zur kontinuierlichen Überwachung- den Einbau eines FeQuan-Sensors

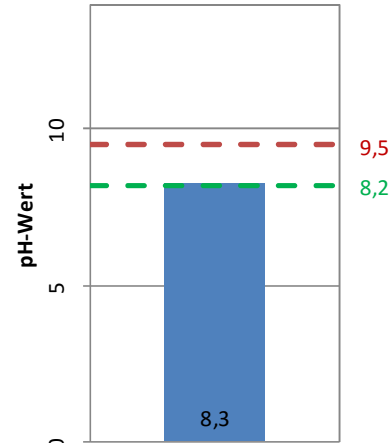
(Detaillierte Bewertung im Abschn. 3.5)

Fallbeispiel 2: Mikrobielle Korrosion in einem Kühlsystem

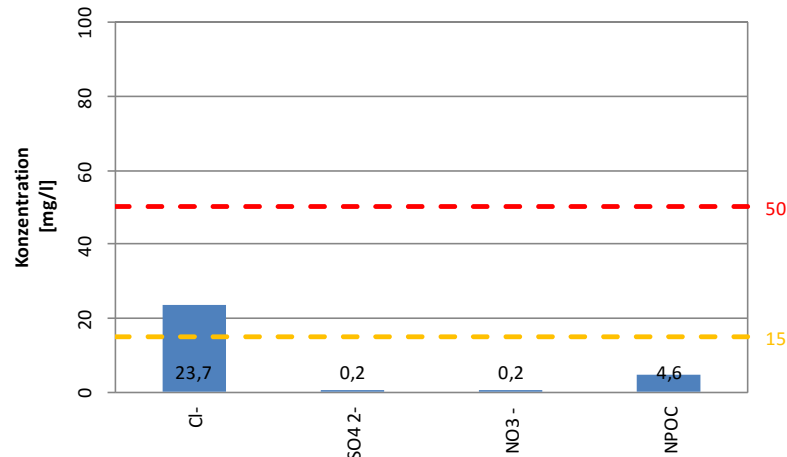
Metalle



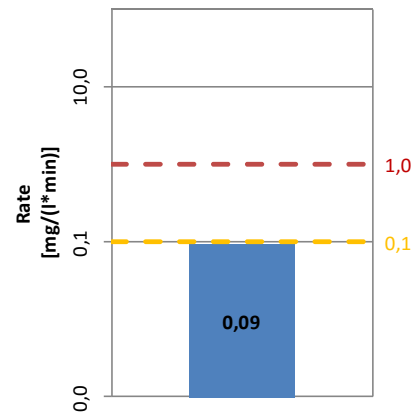
pH - Wert



Salze

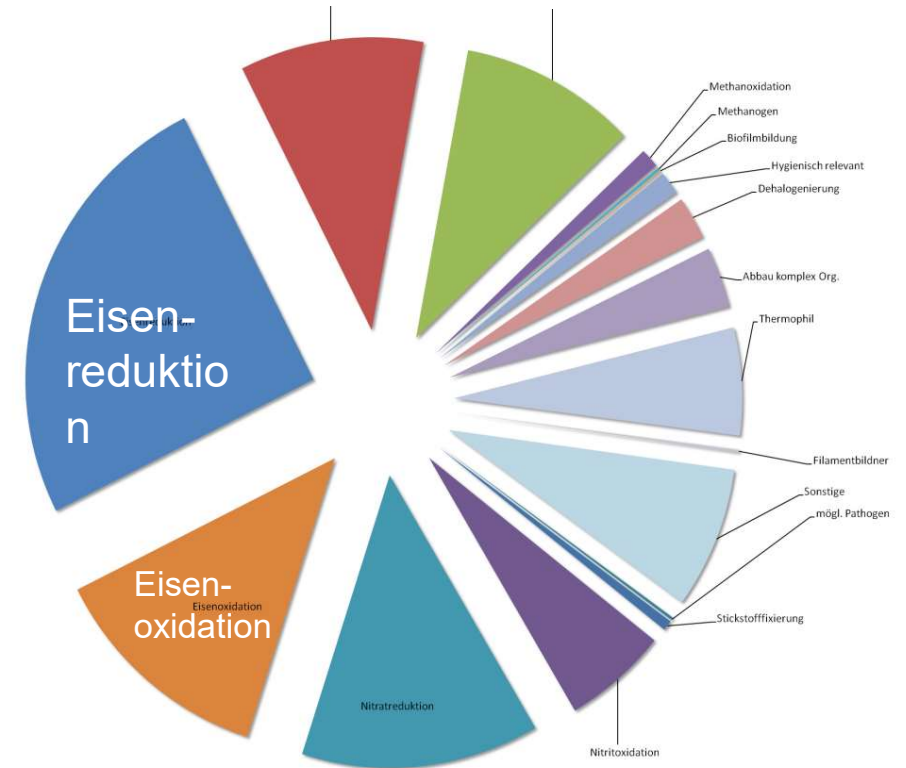


Korrosionsrate



Sulfatreduzierer

Schwefeloxidierer



Bewertung

Im Kühlsystem finden erhebliche Korrosionsprozesse in statt.

Es konnten erhebliche Mengen gelöster und ungelöster Korrosionsprodukte angewiesen werden.

Ursächlich für die Korrosionsvorgänge sind die hohe Leitfähigkeit sowie der grenzwertig geringe pH-Wert des Umlaufwassers

Aufgrund der Salz- und Kohlenstoffgehalte laufen zusätzlich mikrobiologische Prozesse ab.



frühzeitig

SCHADENS-
INTENSITÄT

Zu spät

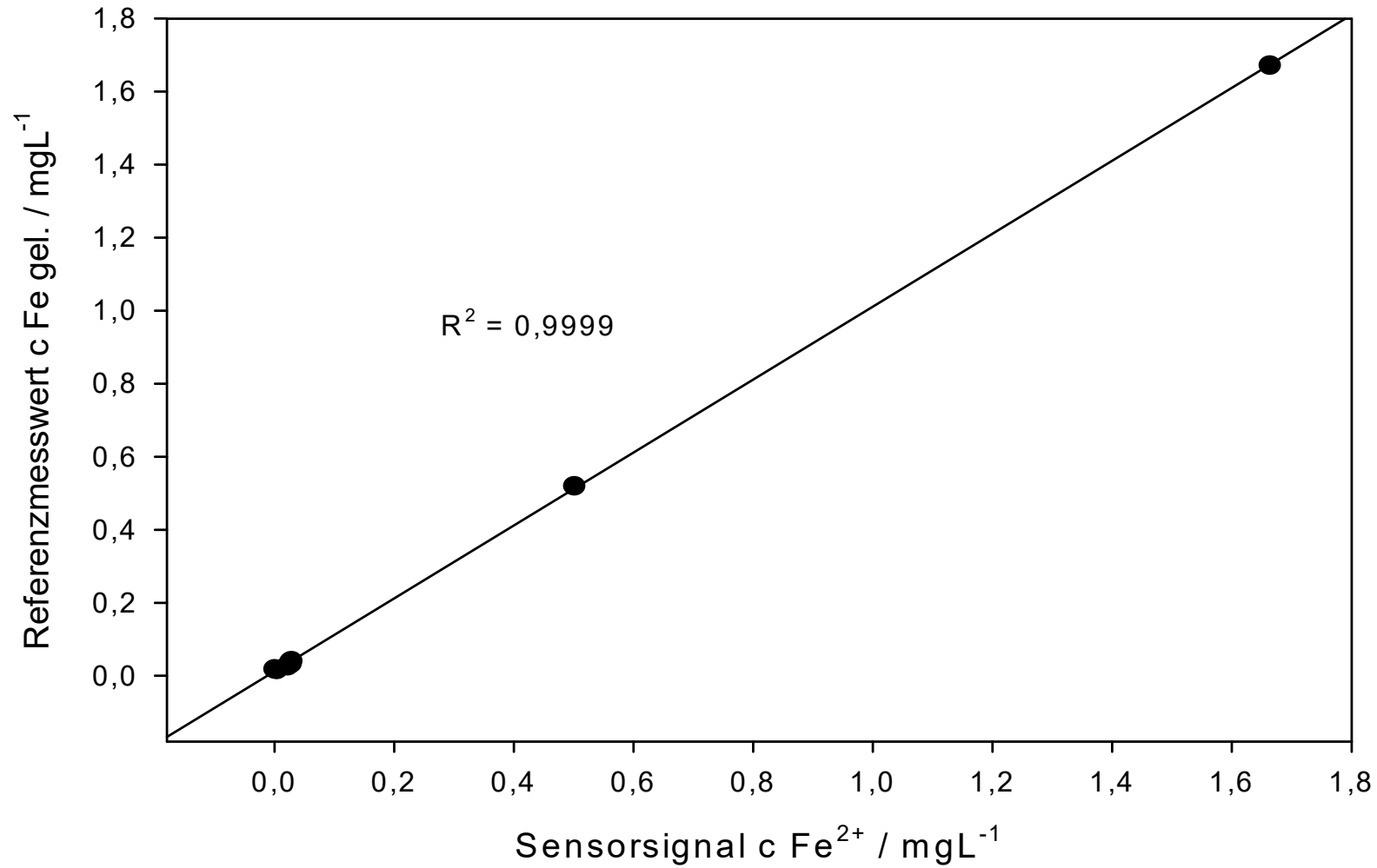
Messbar: FeQuan Sensorsystem (Wasserchemie)

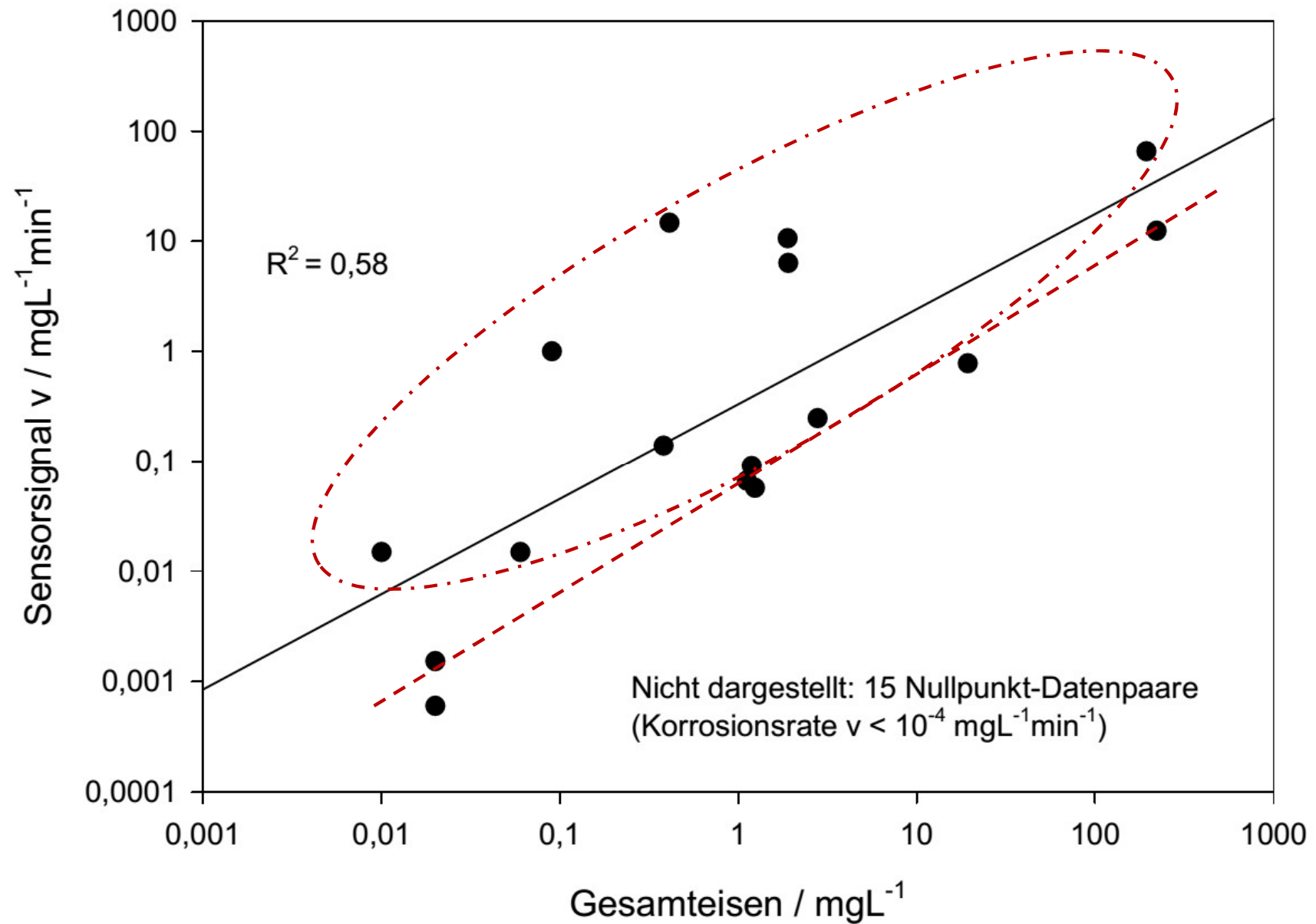
Sichtbar: braunes oder schwarzes Wasser

Geruch: „faule Eier“ ?

Wahrnehmbar: Fehlfunktionen der TGA-Installation

Defekte





Fragestellung und Zielsetzung: Optionen im Qualitätsmanagement :

Vermeidung von Korrosion

Präventive Maßnahmen

- Konstruktive Maßnahmen
- Qualifizierte Reinigung der Systeme
- Sachgerechte Aufbereitung des Füllwassers
- Sachgerechte Behandlung des Füllwassers
- Monitoring, Instandhaltung

Abhilfe Maßnahmen

- Qualifizierte Analyse
- Mechanische Reinigung
- Austausch des Umlaufwassers
- Filtersysteme, Filterwartung
- Chemische Reinigung

Leitfaden für Heiz- und Kühlsysteme Wasserchemisches Monitoring



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

Nachhaltigkeitsforschung Energie



Dr. rer. nat. Oliver Opel

Nachhaltigkeitsforschung Energie
Leuphana Universität Lüneburg
Mail: opel@leuphana.de
Tel.: 04131 677-2952



Steinbeis-Innovationszentrum
energie+



Dipl.-Ing Mani Zargari

SIZ energie+
Braunschweig
Mail: mani.zargari@stw.de
Tel.: 0531-391-3555