



BUNDESFACHSCHULE

KÄLTE - KLIMA - TECHNIK



LANDESINNUNG

KÄLTE - KLIMA - TECHNIK
HESSEN-THÜRINGEN/BADEN-WÜRTTEMBERG



EUROPÄISCHE STUDIENAKADEMIE

KÄLTE - KLIMA - LÜFTUNG

KÄLTEBLICK live



Qualitätssicherung von Kälte Trägermedien in
Flüssigkeitskühlsätzen und Sekundärkreisläufen



Motivation für diesen Vortrag

- Auswahl des richtigen Kälte Trägermediums beim Neubau und bei Bestandsanlagen mit der Zielstellung einer hohen Energieeffizienz und angemessenen Betriebskosten.
- Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang mit dem Trägerfluid. Welche Arbeitsmittel und Verbrauchsmaterialien sollen vorgehalten werden.
- Regelmäßig wiederkehrende, notwendigen Tätigkeiten während des Betriebes und bei der Wartung der Kälte Trägeranlage

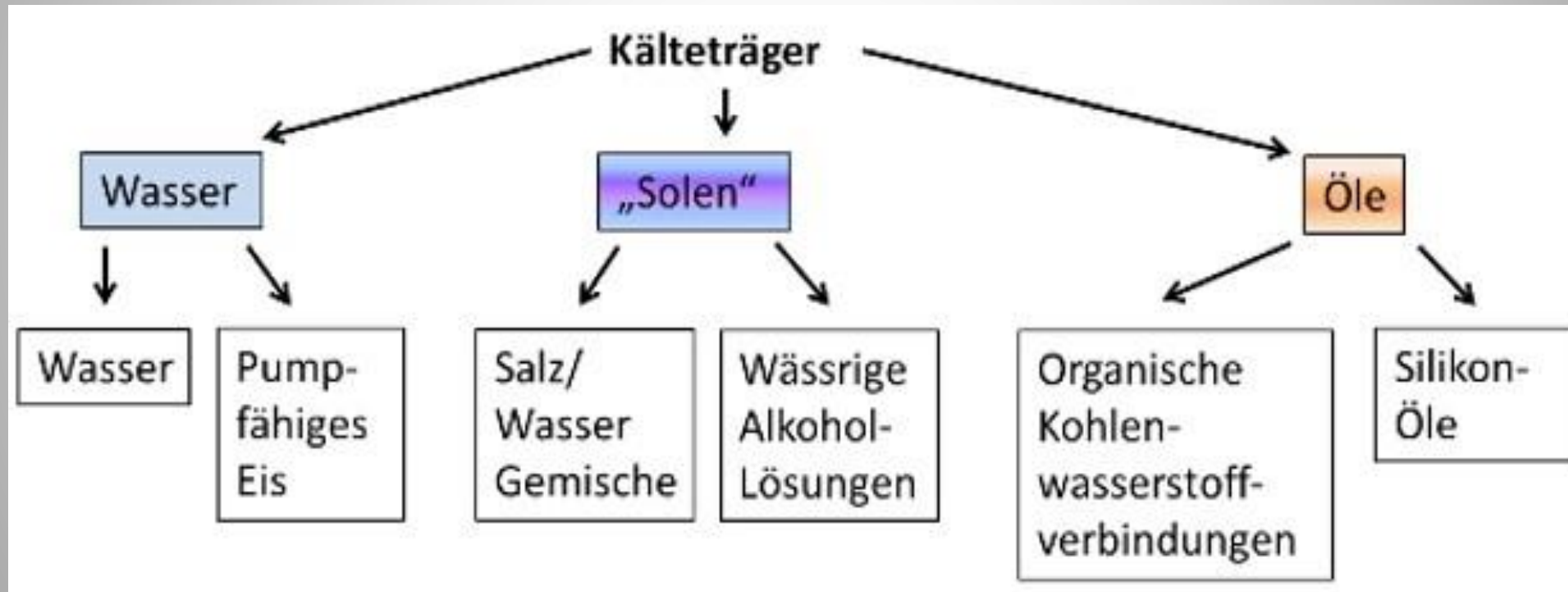


Inhalt

1. Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers
2. Befüllen der Anlage und die Tätigkeiten bei der Vorbereitung zum Betrieb
3. Aspekte von Betrieb und Wartung einer Kälteanlagenanlage

■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

➤ Die Einteilung der Kälteträger





■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

- Die kinematische bzw. dynamische Viskosität übt den entscheidenden Einfluss auf die Druckverluste in Rohren, Formstücken, Armaturen und Wärmeübertragern aus .
- Die Viskosität bzw. Fließfähigkeit einer Flüssigkeit verringert sich mit sinkender Temperatur.
- Die Art des Gemischs ist ebenfalls ausschlaggebend für die Viskosität des Kälteträgers.
- Die Planung unter wassertechnischen Gesichtspunkten erfolgt durch die Festlegung von Wasserparametern des Füll- bzw. Ergänzungs- sowie des Umlaufwassers in Abstimmung mit den verwendeten wasserberührten Werkstoffen der Komponenten.



■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

➤ Salz-Wasser-Gemische

sind meistens farblos bis schwach gelblich und enthalten keine Amine oder Nitrite, jedoch Zusätze, die der Flüssigkeit korrosionsschützende und schmierende Eigenschaften verleihen. Diese Gemische sind – im Gegensatz zu Glykolen – ungiftig, ökologisch unbedenklich und werden natürlich abgebaut.

Außerdem sind diese Fluide weder brennbar noch explosiv und sind in Deutschland in die Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 eingestuft. In geschlossener Verpackung und geschlossenen Systemen sind die Gemische stabil und besitzen im Prinzip unbegrenzte Haltbarkeit. Beim Erreichen des Gefrierpunktes wird das Gemisch körnig, ohne jedoch dabei eine deutliche Volumensteigerung zu zeigen, so dass keine Sprengwirkung entsteht. Der Sauerstoffgehalt wird durch die Installation von Entlüftern (manuell oder automatisch) minimiert und durch den Einbau eines Filters regelmäßig gesäubert. Verbindungsarten sollten wie folgt gewählt werden: Schweißen, Hartlöten oder Flanschverbindungen.

Neue Anlagen sollten vor der Befüllung mit Wasser gespült und damit von Verschmutzungen befreit werden. Im Anschluss wird das System entleert und schnell getrocknet (z. B. durch Evakuieren oder mit Stickstoff). Danach wird die Anlage vom tiefsten Punkt her befüllt und sorgfältig entlüftet.

(Temper 2020)



■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

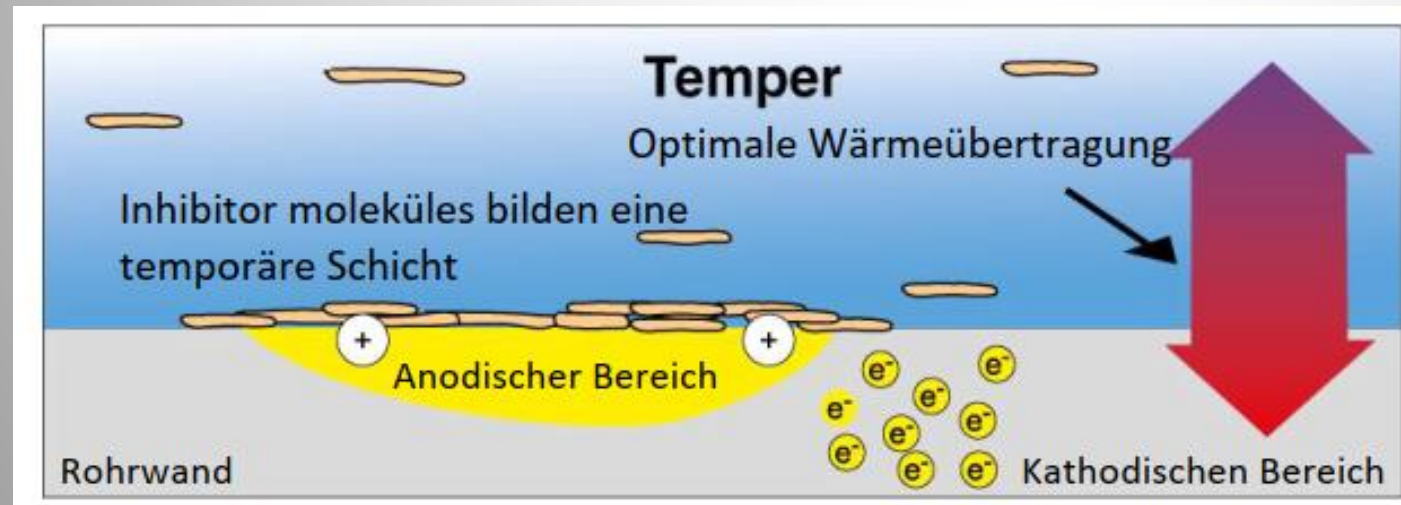
- Die Materialauswahl von Metallen in korrosionstechnischen geschlossenen Anlagen ist meist unkritisch. | Sollte Aluminium oder Zink als Material eingesetzt werden, ist besonders auf den passenden pH-Wert zu achten.
- Materialauswahl in korrosionstechnisch offenen Anlagen
 - Verwendung ausschließlich korrosionsbeständiger Werkstoffe
- Verwendung nicht korrosionsbeständiger Werkstoffe
 - Sind in korrosionstechnisch offenen Anlagen Bauteile aus oder mit nicht korrosionsbeständigen Werkstoffen im Umlaufwasserkreislauf unvermeidbar, sind auf die betroffenen Werkstoffe abgestimmte Schutzmaßnahmen, z.B. die Verwendung wirksamer Korrosionsinhibitoren, zu ergreifen.

Der Einsatz von Inhibitoren erfordert Fachwissen und einen erhöhten wassertechnischen Inspektions- und Wartungsaufwand .

■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

Die Inhibitoren

- Die Beurteilung des Korrosionszustandes einer Anlage lässt sich bei einem derartigen Gemisch sehr einfach über die Anzahl „freier“ Inhibitor-Moleküle bestimmen. Je weniger freie Moleküle im Kälteträger zur Verfügung stehen, desto mehr sind an korrosionsgefährdeten Stellen aktiv. Sinkt die Anzahl freier Inhibitor-Moleküle unter einen bestimmten Wert, (was z. B. durch das Vorhandensein von Korrosionsprodukten bereits bei der Erstbefüllung vorkommen kann) dann kann die optimale Korrosionssicherheit durch die Zugabe von reinem Inhibitor wieder hergestellt werden



(Temper 2020)



■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

Die Inhibitoren

- Zweck/Nutzen: Korrosionsschutz von Werkstoffen – signifikante Verlängerung der Lebensdauer
- Typische Einsatzgebiete: Offene und Geschlossene Kühl- und Prozesswasserkreisläufe
- Typische Inhaltsstoffe: Molybdat, Phosphate, Zink, Phosphonate, Toluyltriazol, Natriumhydroxid
- Typische Wirkungsweisen: signifikante Verringerung des elektrochemischen Korrosionsprozesses, Schutzschichtbildung auf Werkstoffen, ggf. Alkalisierung (Anhebung des pH-Wertes)
- Warum? Anlagenlebensdauer – Maschinenverfügbarkeit, Reibungslosere Produktion, Vermeidung teurer Reparaturen/hoher Investitionen - gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis

Anmerkung: Häufig werden Inhibitoren mit Härtestabilisatoren/Dispergatoren kombiniert, eine Abstimmung auf vorhanden Materialien und Prozessbedingungen ist erforderlich.



Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälte­trägers

Medium	Temperaturbereich		Typ	Hinweise
	T _{min} [°C]	T _{max} [°C]		
Kaltwasser	1	25	■	-
Warmwasser	1	130	■	-
Heisswasser	130	150	-	-
Wasser mit Frostschutzmittel	-5	130	■	Bei Temperaturen unter 0°C Stösselheizung ASZ6.6 verwenden
	-10	130	■	
Solen	-5	130	■	Bei Temperaturen unter 0°C Stösselheizung ASZ6.6 verwenden
	-10	130	■	
Demineralisiertes Wasser entsprechend VDI2035 / SWKI_BT102-01	1	130	■	

Medientemperaturen und Temperaturbereiche nach
Herstellerangaben (Siemens 2019)

Die Materialverträglichkeit (Rohre, Armaturen, Pumpengehäuse)

- Möglicherweise existieren aus der jeweiligen Projektsituation heraus bestimmte Vorgaben im Hinblick auf die zu verwendenden Materialien. Beispielsweise werden aus sicherheitstechnischen Aspekten heraus bestimmte Rohrwerkstoffe, die dazu notwendigen Form- und Verbindungsstücke, die Wärmeübertrager, die Regel- und Absperrarmaturen usw. seitens des Betreibers gefordert. In solchen Fällen sind mit Hilfe aller beteiligten Hersteller bzw. deren Produktdokumentationen eine Eignungsprüfung der vorgeplanten Kälte­träger durchzuführen.



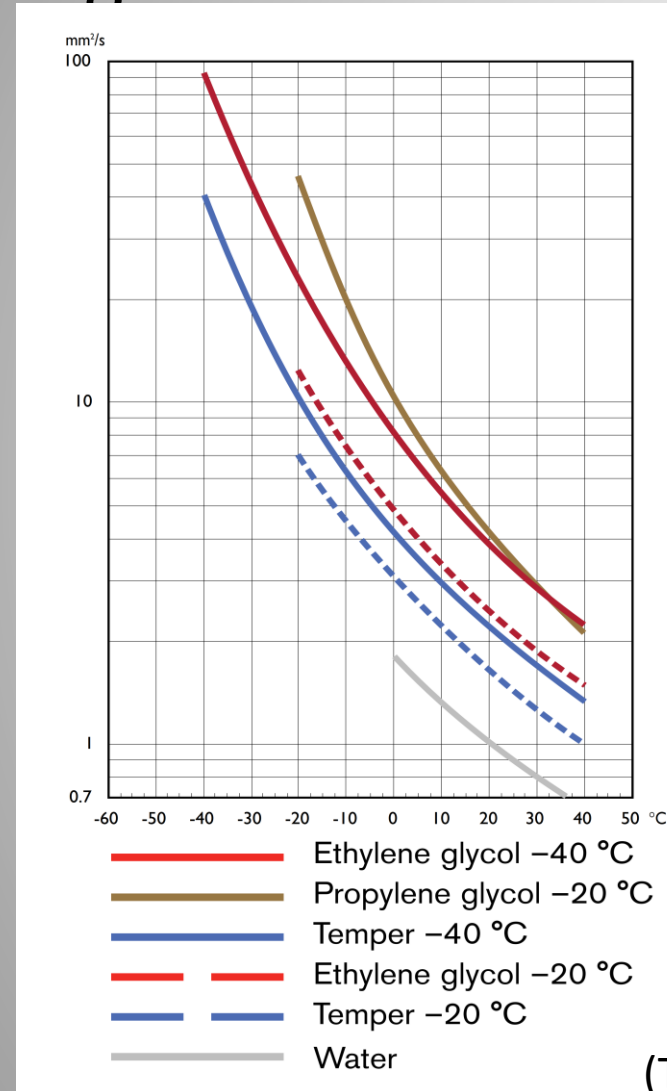
■ Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers

Polyethylen weich, hart	(LDPE, HDPE)
Polyethylen vernetzt, z.B. Rautherm® (Rehau), Polytherm® (Hewing)	(CPE)
Polypropylen, z.B. Hostalen® PPH 2222	(PP)
Polybuten, z.B. Rhiatherm® (Simona)	(PB)
Polyvinylchlorid hart	(PVC h)
Polytetrafluorethylen, z.B. Hostaflon® (Dyneon)	(PTFE)
Polyamid	(PA)
Polyesterharze	(UP)
Polyacetal, z.B. Hostaform®	(POM)
Acrylnitril-Butadien-Styrol, z.B. COOL-FIT (Georg Fischer)	(ABS)
Naturkautschuk bis 80 °C	(NR)
Styrolbutadienkautschuk bis 100 °C	(SBR)
Butylkautschuk	(IIR)
Olefinkautschuk, z.B. Buna® AP (Bayer)	(EPDM)
Fluorkarbon-Elastomere, z.B. Viton® (Du Pont)	(FPM)
Silikonkautschuk, z.B. Elastosil® (Wacker)	(Si)
Nitrilkautschuk, z.B. Perbunan® (Bayer)	(NBR)
Polychlorbutadien-Elastomere, z. B. Neopren® (Du Pont)	(CR)

Die Materialverträglichkeit

- Besondere Aufmerksamkeit ist dabei auch den Dichtungswerkstoffen zu widmen.
- In den Dokumentationen der Hersteller von Kälteträgern bzw. deren Gemischbestandteilen findet man detaillierte Zusammenstellungen von Dichtungswerkstoffen, die nach eigenen Erfahrungen bzw. Erhebungen aber auch aus Angaben in der weiterführenden Literatur eingesetzt werden können. Die dort nicht verzeichneten Produktqualitäten dürfen im Umkehrschluss demzufolge nicht eingesetzt werden. In (Clariant 2014) sind folgende Dichtungswerkstoffe zum Einsatz bei einem Glykol-Wassergemisch frei gegeben: (Tabelle)

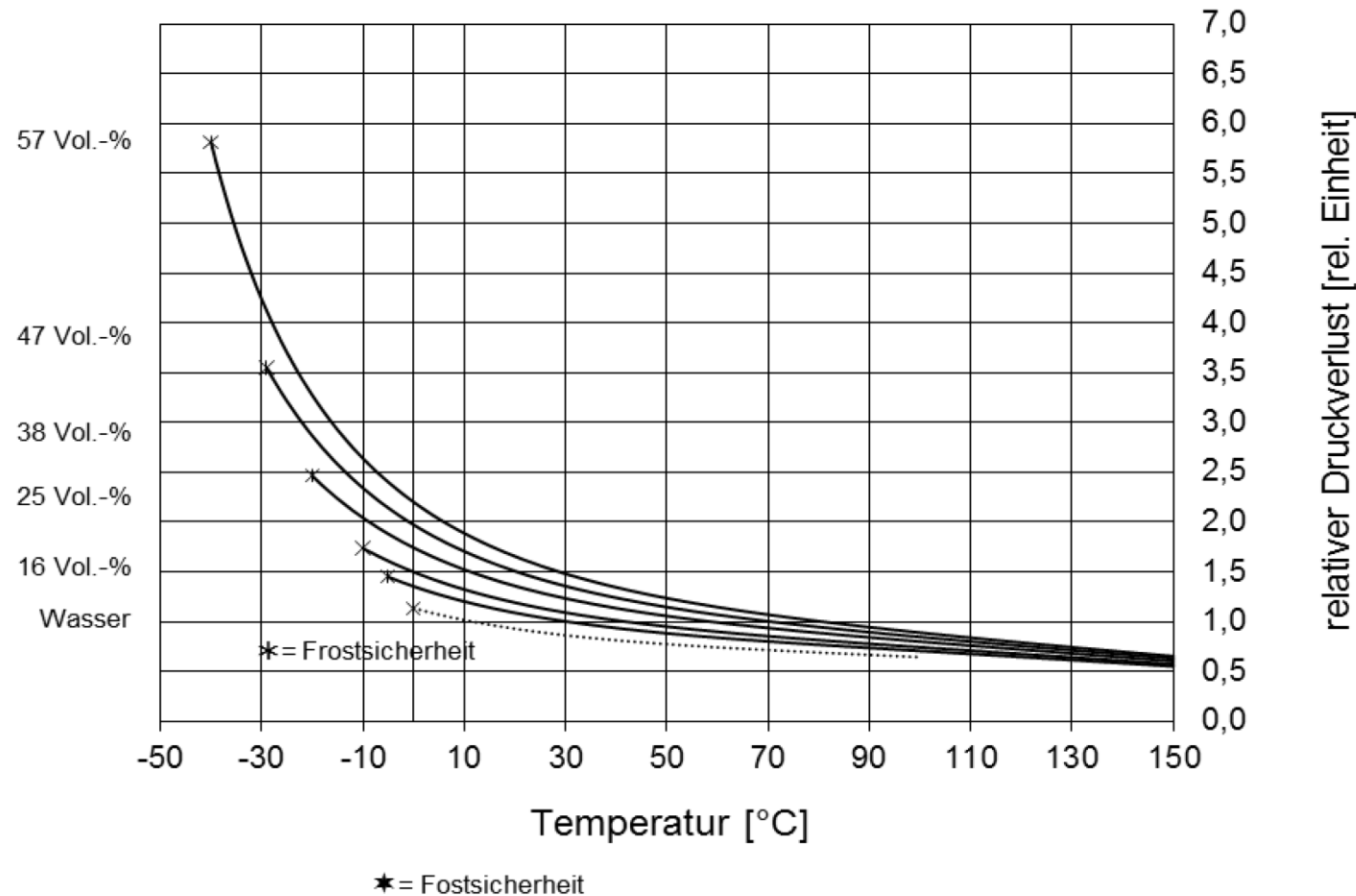
Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälte-trägers



(Temper 2019)

- Die kinematische bzw. dynamische Viskosität übt den entscheidenden Einfluss auf die Druckverluste in Rohren, Formstücken, Armaturen und Wärmeübertragern aus .
- Die Viskosität bzw. Fließfähigkeit einer Flüssigkeit verringert sich mit sinkender Temperatur.
- Die Art des Gemischs ist ebenfalls ausschlaggebend für die Viskosität des Kälte-trägers

Planungsrelevante Kennzahlen bei der Auswahl des Kälteträgers



- Die Hersteller liefern in Ihren Produktdokumentationen alle weiteren Stoffeigenschaften, die für die weitere Projektierung notwendig sind.

(Clariant 2014)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

- Rückblick zur Anlagenplanung in Übereinstimmung mit der VDI 6044

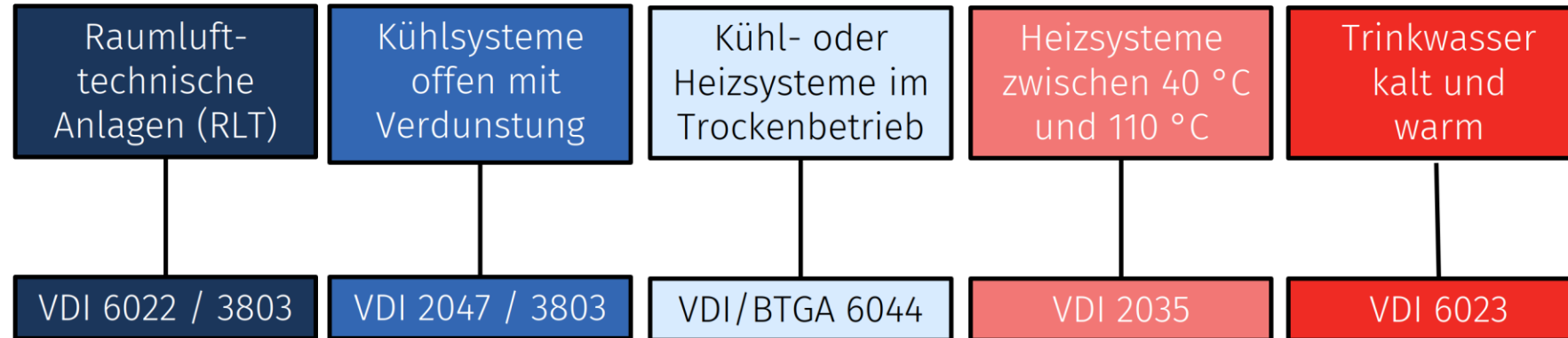
Die Planung unter wassertechnischen Gesichtspunkten:

- die Festlegung von Wasserparametern des Füll- bzw. Ergänzungs- sowie des Umlaufwassers in Abstimmung mit den verwendeten wasserberührten Werkstoffen der Komponenten.
- das Spülen nach erfolgter Installation im Rahmen der Inbetriebnahme.
- den Zeitpunkt und Umfang der erstmaligen und wiederkehrenden Wasseruntersuchungen als Teil der Instandhaltungsplanung.

(Schweitzer-Chemie)

■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

RICHTLINIEN ZU WASSERSYSTEMEN



Mit der **VDI / BTGA 6044** Richtlinie steht damit seit 2023 eine neue technische Regel für geschlossene Kühl- und Kaltwasserkreisläufe, sowie für Frostschutzkreisläufe zur Verfügung.

Dadurch wurde eine Regelungslücke.

Bessere und klare Vorgaben für Planer, Errichter und Betreiber von Neu- und Bestandsanlagen, um Störungen durch Korrosion und Beläge zu minimieren.

(Schweitzer-Chemie)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Der Anwendungsbereich der VDI 6044

- | Diese Richtlinie ist anzuwenden im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung **(TGA)** innerhalb von Gebäuden und auf Grundstücken einschließlich für **industrielle Anwendungsfälle für Kalt- und Kühlwasserkreisläufe** mit einer Umlaufwassertemperatur von **< 40 °C**.
- | Besonderheiten sind zu beachten in Kombination mit **Heizungssystemen oder Glykol**.



(Schweitzer-Chemie)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Der Anwendungsbereich der VDI 6044

| Korrosionstechnisch geschlossene Anlage

| atmosphärisch geschlossene Anlage, bei der der **Sauerstoffzutritt** aus der Atmosphäre so weit eingeschränkt ist, dass er **korrosionstechnisch vernachlässigbar** ist.

| Anmerkung: z.B. durch konsequente Verwendung diffusionsdichter Materialien, sachgerecht betriebene Druckhaltung

| korrosionstechnisch offene Anlage

| atmosphärisch offene oder geschlossene Anlage, in der das Wasser einen **Sauerstoffzutritt** aus der Atmosphäre erfährt, der korrosionstechnisch **nicht vernachlässigbar** ist.

| Anmerkung 1: z.B. wegen nicht diffusionsdichter Materialien, mangelhafte Druckhaltung

| Anmerkung 2: siehe auch Anhang B, d.h. sie sind als **atmosphärisch offene Anlage** zu betrachten

(Schweitzer-Chemie)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Wasserbeschaffenheit mit Richtwerten

Tabelle 5. Richtwertetabelle für Füll-, Ergänzungs- und Umlaufwasser

Parameter	Einheit	Korrosions- technisch geschlosse- ne Anlage	Korrosionstechnisch offene Anlage		Bemerkung
			Betriebs- weise erhöht salzhaltig	Betriebsweise salzarm bis gering salzhaltig	
Aussehen	–	klar, frei von sedimentierenden Stoffen			Trübung, Farbe und Bodensatz deuten gegebenenfalls auf Änderungen der Wasserbeschaffenheit hin, die weiterer Analyse bedürfen.
Elektrische Leitfähigkeit des unbehandelten Wassers	µS/cm	10...1500	250...800	10...250	Begrenzt den Salzgehalt und dient der Kontrolle der Wasseraufbereitungsmaßnahmen.
pH-Wert ohne Aluminiumlegierungen	–	8,2...10,0			Begrenzt den pH-Wert-Bereich, in dem Deckschichten oder Passivschichten metallener Werkstoffe bzw. Kunststoffe stabil sind.
pH-Wert mit Aluminiumlegierungen	–	8,2...9,0			
Gesamthärte ^{a)}	mol/m³	< 1,5			Begrenzt die Steinbildung im Umlaufwasser, bei Überschreitungen besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Schäden durch Steinbildung.
Gesamthärte ^{a)}	°d	< 8,4			

- Allgemeine Hinweise:
- Aussehen: möglichst klar.
 - Elektrische Leitfähigkeit: abhängig vom möglichen Sauerstoffeintrag
 - pH-Wert bei Aluminium niedriger.
 - Gesamthärte: möglichst gering

(Schweitzer-Chemie)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

Tabelle 5. Richtwerttabelle für Füll-, Ergänzungs- und Umlaufwasser

Parameter	Einheit	Korrosions- technisch geschlosse- ne Anlage	Korrosionstechnisch offene Anlage		Bemerkung
			Betriebs- weise erhöht salzhaltig	Betriebsweise salzarm bis gering salzhaltig	
Chlorid	g/m ³	–	< 60	< 15	Erhöht die Wahrscheinlichkeit von Korrosionsschäden durch z.B. Lochkorrosion, Entzinkung, Spannungsrisskorrosion (gilt nicht für Kupfer).
Summe aus Sulfat und Nitrat	g/m ³	–	< 100	< 60	relevant für MIC
Eisen	g/m ³	< 0,5			Überschreitungen deuten auf eine erhöhte Korrosionsaktivität an Eisenwerkstoffen hin, deren Ursache abzuklären ist.
Kupfer ^{b)} , Zink, Aluminium	g/m ³	< 0,2			Überschreitungen deuten auf eine erhöhte Korrosionsaktivität an Kupfer- oder Aluminiumwerkstoffen hin, deren Ursache abzuklären ist.
Ammonium	g/m ³	–	< 0,5		Deutet auf mikrobiologische Prozesse hin.
TOC des unbehandelten Wassers	g/m ³	< 25			Nährstoff für Mikrobiologie

^{a)} Bei der Verwendung von mittels Vollentsalzungsanlage oder Umkehrosmoseanlage hergestelltem Reinstwasser als Zusatzwasser ist eine separate Enthärtung nicht erforderlich. Die Angabe einer Untergrenze für die Gesamthärte gilt nur in Verbindung mit einer Enthärtungsanlage bei Vorhandensein von Aluminiumlegierungen im Umlaufwasser. Hier ist eine Verschnidung auf mindestens 2,8 °d vorzunehmen, um die Problematik von zu sehr alkalisierenden, vollständig enthärteten Wässern zu vermeiden.

^{b)} Werden Kupfer oder Kupferlegierungen in korrosionstechnisch offenen Anlagen eingesetzt, so muss im Umlaufwasser ein Hydrogencarbonatgehalt $c(\text{HCO}_3^-) > 1,0 \text{ mol/m}^3$ vorliegen.

➤ Wasserbeschaffenheit mit Richtwerten

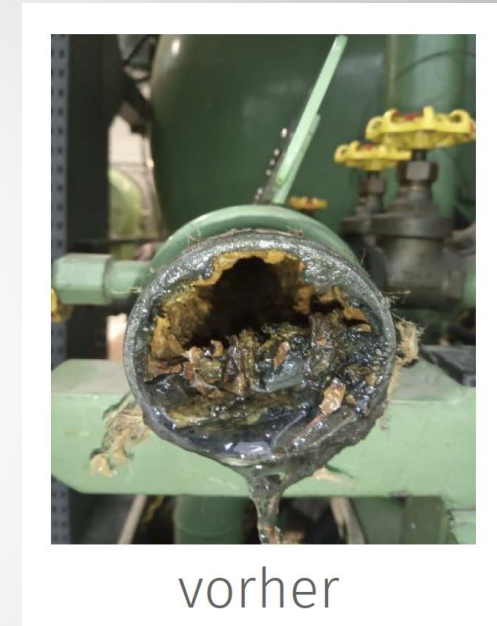
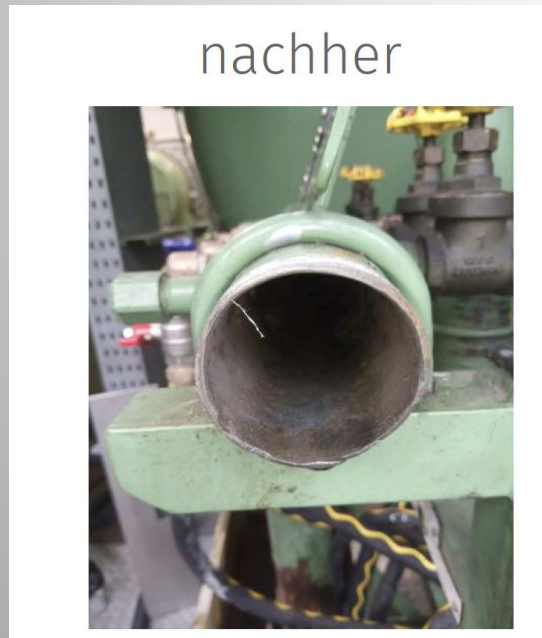
Allgemeine Hinweise:

- Chloride: so niedrig wie möglich.
- Sulfat und Nitrat: gering halten.
- Metallgehalte: beobachten, sie sollten nicht ansteigen.
- Organik : so gering wie möglich.

(Schweitzer-Chemie)

■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

- Ziele / Hilfestellung der VDI/BTGA 6044 bei Bestandsanlagen:
 - die Problemerkennung und Ableitung von Maßnahmen zur Beseitigung von Korrosionsursachen.
 - die Problemerkennung und Ableitung von Maßnahmen zur Beseitigung von Ablagerungsursachen.
 - die Planung und Ausführung von Reinigungsmaßnahmen

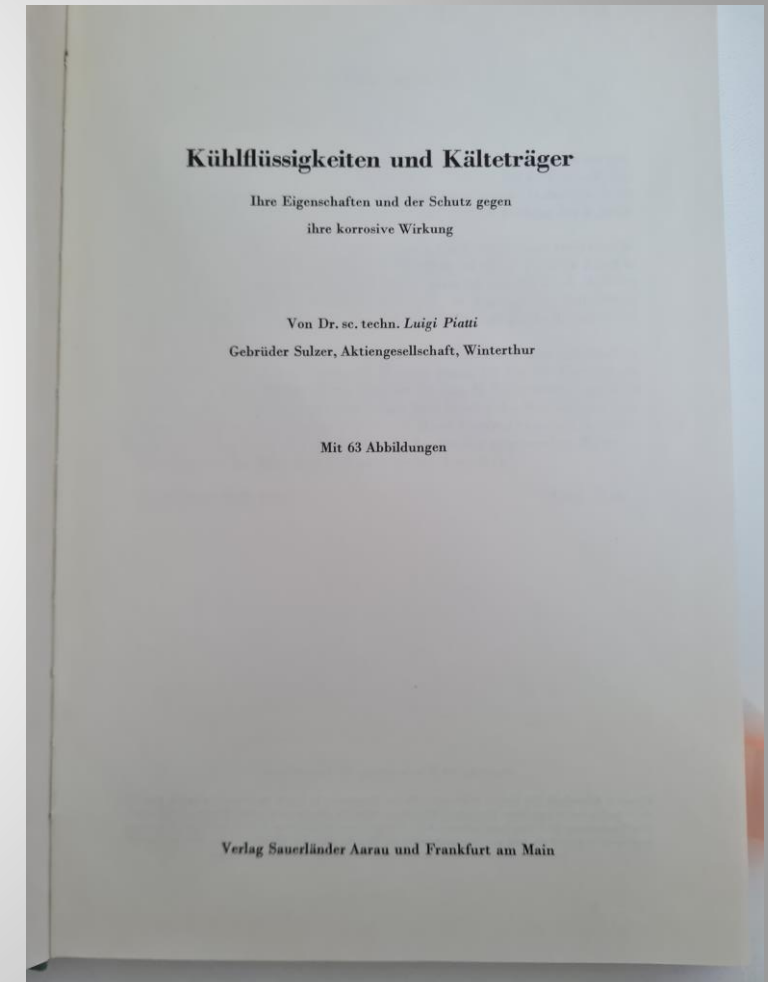


(Schweitzer-Chemie)

■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Wasserbeschaffenheit mit Richtwerten: Zitat aus der Grundlagenliteratur

Selbst die Wässer, die aus der Trinkwasserleitung entnommen werden, sind nicht ohne weiteres für den direkten Einsatz und zum Befüllen von Kühlkreisläufen geeignet. Vielmehr wäre es notwendig ein so genanntes „ideales“ Wasser als Betriebsstoff in Kaltwasserkreisläufen zu verwenden. Ein derartiges Kühlwasser müsste ein mittelhartes Gleichgewichtswasser sein, das daher nicht zur Bildung von Wasserstein neigt, Metalle nicht angreift. Leider ist dieses „ideale Kühlmittel“ jedoch selten verfügbar und Zusätze wie Inhibitoren, wie die industriell angebotenen Härtestabilisatoren, Korrosionsschutzmittel und Biozide gehören heute zum Stand der Technik. Deshalb ist zumeist notwendig das Wasser, welches als Betriebsmittel verwendet werden soll, aufzubereiten. Grund- und Oberflächenwässer ungünstiger Beschaffenheit können durch geeignete Maßnahmen so verändert und verbessert werden, dass sie in ihrem Verhalten dem «idealen» Kühlwasser nahekommen. (Piatti 1968)





■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid



https://sw6.prod.selfio.de/thumbnail/f0/bb/83/1744805595/befuellstation-spuelstation-25-liter-fuer-solaranlagen---fussbodenheizungen-400000030-337ca1d6eb497e024bbf852a07dbc576_800x800.jpg



Der für Wasser konzipierter Schnellverschluss mit LFM / GLT Messzähler!

- LFM / GLT für den mobilen Einsatz mit Batteriebetrieb
- Für den stationären Einsatz mit Netzteil und GLT kompatibel

Anzeigewerte des Messzählers

- l/min. und Gesamtmengenzähler
- Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ und TDS
- Mit programmierbarem Limit sowie optischer und akustischer Warnung



Einfaches Handling und anschließen des Kopfes mit Messeinheit innerhalb von wenigen Sekunden.

- Ohne Schnick und ohne Schnack, einfach klack!



Verschlusshebel runterdrücken, fertig! Wechseln des Behälters in umgekehrter Reihenfolge.

- Alles ohne Wasserverlust beim anschließen und wechseln des Behälters!

ELYSATOR Engineering GmbH

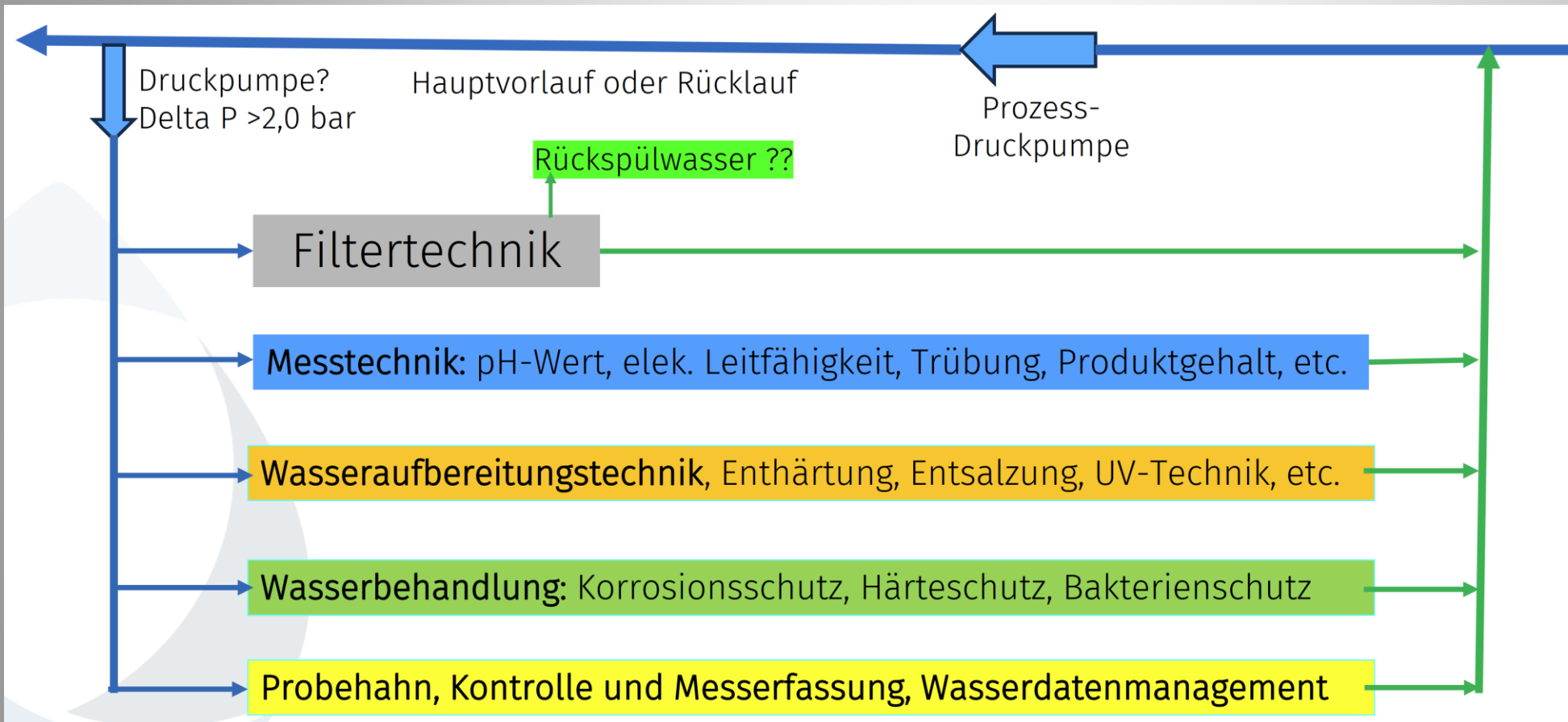
- 1 VE Wasser – Ausgang mittels Flexschlauch.
- 2 Frischwasser – Eingang mittels Flexschlauch.
- 3 Befüllereinheit bestehend aus 20 l Mehrwegbehälter inkl. Aufnahme fitting für den Schnellverschluss und innerem Verteiler-System.
- 4 Edelstahl Schnellverschluss mit $\frac{1}{4}$ " Gewinde-Anschluss an Ein- und Ausgang.
- 5 Für den mobilen und stationären Einsatz sowie zur Erstbefüllung und für die Umlaufentsalzung geeignet.



➤ Arbeitshilfen zum Befüllen und für Wartungsarbeiten

■ Regelmäßig wiederkehrende, notwendigen Tätigkeiten

➤ Aspekte für die Anlagentechnik

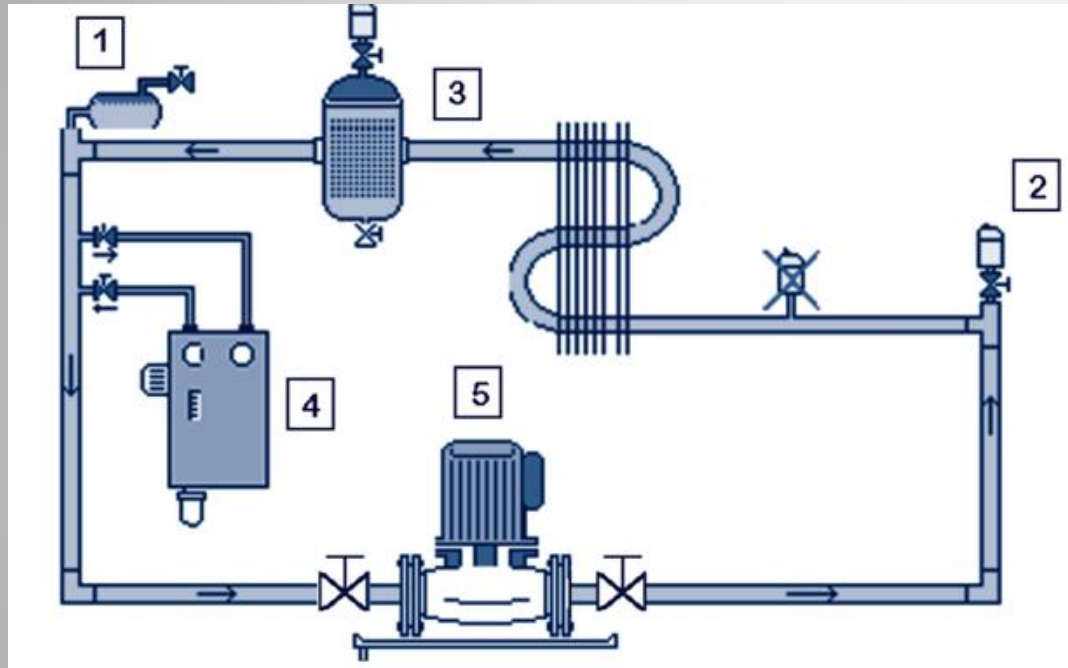


MÖGLICHE
ANORDNUNG EINER
NEBENSTROMANLAGE,
IN EINEM
GESCHLOSSENEN
KÜHLSYSTEM

(Schweitzer-Chemie)

■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Aspekte für die Anlagentechnik: Einrichtungen zur Gasabscheidung



- Pos. 1: Manuell zu betätigender Lufttopf
- Pos. 2: Automatisch wirkender Klein- bzw. „Schnellentlüfter“
- Pos. 3: Aktiver Luftabscheider
- Pos. 4: Vakuumentgasungseinrichtung
- Pos. 5: Umwälzpumpe

(Eurammon 2022)



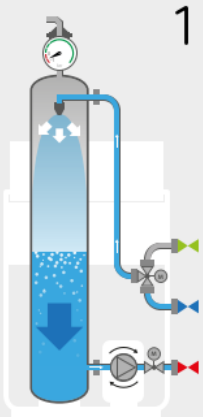
(Spitotech 2022)

■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

➤ Aspekte für die Anlagentechnik: Einrichtungen zur Gasabscheidung

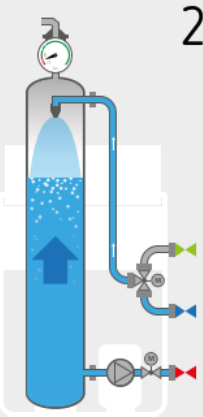
Unterdruck wird erzeugt

Die Pumpe fördert mehr Wasser ab als über die Einspritzdüse zugeführt werden kann. Es entsteht ein Unterdruck/Vakuum.



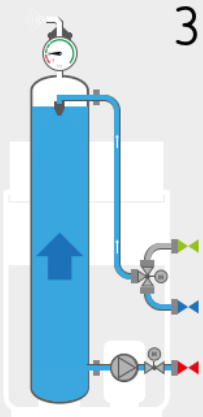
Beginn der Entgasung

Durch den erzeugten Unterdruck und das feine Versprühen wird das gelöste Gas aus dem Medium freigesetzt.



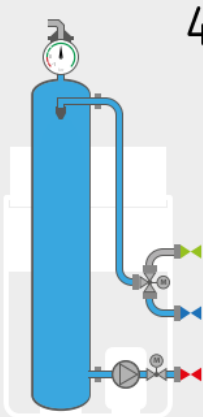
Ende der Entgasung

Die Pumpe schaltet ab. Es wird so lange Wasser versprüht bis das Vakuum-Sprührrohr vollständig gefüllt ist. Alle nun frei gesetzten Gase und Mikroblasen werden über den automatischen Schnellentlüfter aus dem System abgeführt.



Ruhezeit

Im Sprührrohr herrscht jetzt wieder Systemdruck. Das im Sprührrohr befindliche Systemwasser ist nahezu gasfrei und wird mit dem nächsten Zyklus zurück ins Netz gepumpt. Dort nimmt das ungesättigte Medium wieder neue Gase aus dem Anlagensystem auf und bewirkt somit eine stetige Reduktion der Gaskonzentration im Anlagenwasser.



➤ Die Vakuumentgasung

Die Vakuum-Sprühröhrentgasung entgast also immer einen Teilvolumenstrom. Dieser beträgt je nach Geräteabstufung und Anlagenleistung 0,05 Prozent bis 15 Prozent des Hauptvolumenstromes. Trotzdem kann die Anlage wegen des hohen Wirkungsgrads von bis zu 90 Prozent und des erreichbaren Sättigungsgrades von nahezu null einen außerordentlich großen Wasserinhalt entgasen und vor allem auch den Sauerstoffgehalt des Füllwassers auf ein Minimum reduzieren.

Wenn Entgasungsgeräte nicht installiert sind oder nicht ordnungsgemäß funktionieren, können folgende Probleme auftreten:

- Reduzierte Pumpenleistung
- Reduzierte Wärmeübertragung
- Korrosion, Erosion
- Dichtungsprobleme
- Probleme bei der Regulierung (Eurammon 2022)

(Reflex 2024)



■ Befüllen der Anlage und sachgerechten Umgang dem Trägerfluid

Für die Inbetriebnahme sind folgende Schritte notwendig:

- Druckprüfung und Spülen
- Kontrolle der Beschaffenheit des Umlaufwassers . Diese muss spätestens 48 Stunden nach der Befüllung erfolgen. Es sind mindestens folgende Parameter zu untersuchen:
 - elektrische Leitfähigkeit, Gesamthärte .
- Diese Ergebnisse müssen den Vorgaben entsprechen und sind im Betriebsbuch zu dokumentieren. Dies dient der frühen Kontrolle der Beschaffenheit des Umlaufwassers sowie dem späteren Vergleich mit nachfolgenden Messergebnissen.
- Inbetriebnahme der Anlage inklusive Probetrieb

(Schweitzer-Chemie)



■ Regelmäßig wiederkehrende, notwendigen Tätigkeiten

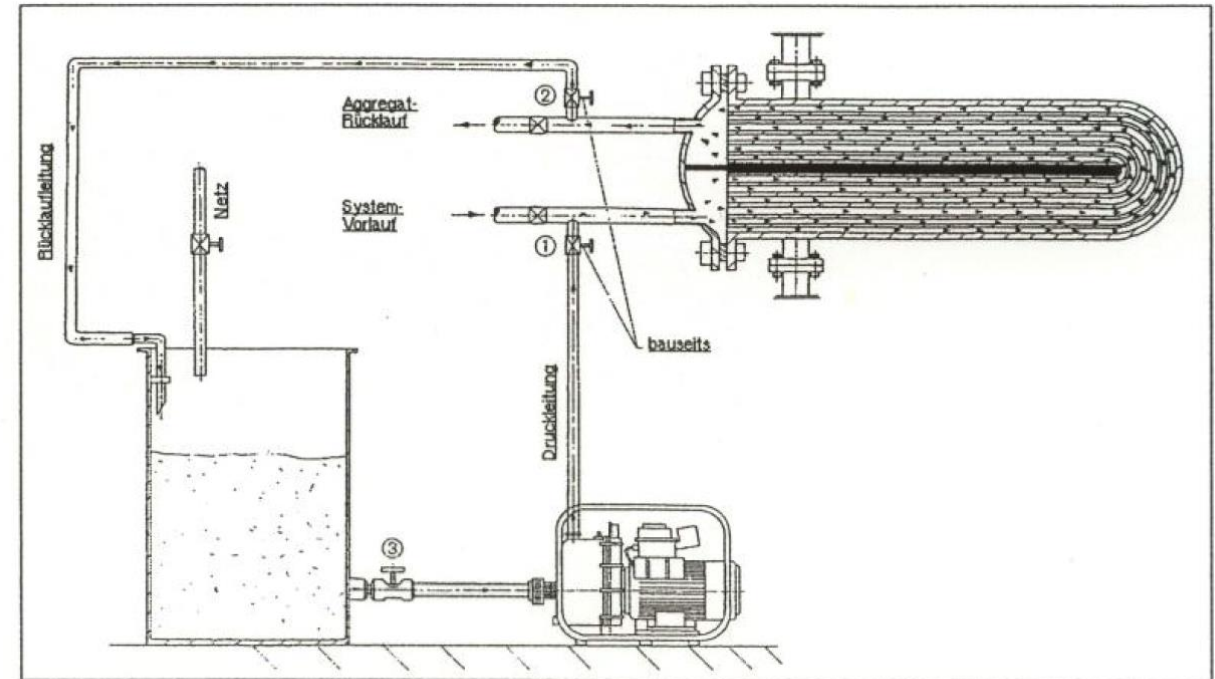
- Eine regelmäßige Instandhaltung ist Voraussetzung für den dauerhaft sicheren Betrieb der Anlage.
- Erstellung eines Instandhaltungsplans , welcher bereits im Zuge der Planung entsteht und regelmäßig validiert und gegebenenfalls angepasst wird.
- Instandhaltungsmaßnahmen sind im Anlagenbuch zu dokumentieren.
- Drei Monate nach Inbetriebnahme ist eine Wasseranalyse des Umlaufwassers von einem geeigneten Labor erstellen zu lassen. Nach dieser Zeit hat sich in der Regel der bestimmungsgemäße Betriebszustand des Systems eingestellt.
- Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Betriebsbuch zu dokumentieren .
- Die erste wiederkehrende Inspektion ist zwölf Monate nach Inbetriebnahme der Anlage durchzuführen und anschließend jährlich zu wiederholen. Im Einzelfall können häufigere Inspektionen erforderlich sein.
- Mindestumfang einer wiederkehrenden wassertechnischen Inspektion, durch fachlich geeignetes Personal, muss folgenden Parameter im Umlaufwasser beinhalten:
 - pH-Wert (Vor-Ort-Bestimmung), • elektrische Leitfähigkeit • Trübung (absetzbare Stoffe) durch Sichtprüfung • Färbung durch Sichtprüfung • Geruch • Gesamthärte • Frostschutz (bei Anlagen mit Glykol)

(Schweitzer-Chemie)

■ Regelmäßig wiederkehrende, notwendigen Tätigkeiten

Gegenmaßnahmen bei Korrosionserscheinungen

- Spülen des vollständigen Kreislaufs oder der Teilabschnitte z.B. durch: – Wasser -Druckluft nach Möglichkeit mit Umkehr der Fließrichtung
- chemische Reinigung
- Molchverfahren
- Einsatz eines Monitoringsystems
- Abtötung korrosionsfördernder Mikroorganismen (z.B. durch Biozide)
- Dosierung eines geeigneten Korrosionsschutzmittels
- Verbesserung der Beschaffenheit des Ergänzungswassers
- Vollständiger oder teilweiser Wechsel des Umlaufwassers
- Und weitere Maßnahmen ... Abstimmung mit Fachleuten.



Chemische Reinigung
eines
Wärmetauschers

(Schweitzer-Chemie)



■ Regelmäßig wiederkehrende, notwendigen Tätigkeiten

➤ Gegenmaßnahmen bei Korrosionserscheinungen

Grundsätzlich kommen bei Korrosionserscheinungen eine Vielzahl von Maßnahmen infrage.

Welche konkret durchgeführt werden sollen, muss individuell entschieden werden und hängt im Wesentlichen von der Korrosionsursache ab.

- Ursachen für ungewollten Sauerstoffzutritt aufsuchen
- Entfernung der ungelösten Korrosionsprodukte durch Filtration im Nebenstrom
- Entfernung der gelösten Korrosionsprodukte (Metallionen) durch Ionentausch
- Entfernung der korrosions- und MIC-fördernden Anionen (Chlorid, Sulfat und Nitrat) durch Anionenharz (mit Hydrogencarbonat beladen) im Ergänzungs- und/oder Umlaufwasser
- mineralischen Ablagerungen versteht man die Schlamm- und Belagsbildung durch suspendierte
- Anhäufung von Feststoffen durch Ausfällung gelöster Salze (z.B. Kalk)
- Biofilmablösung durch Maßnahmen gegen Mikroorganismen

(Schweitzer-Chemie)



Zusammenfassung

- Auswahl des Kälteträgers erfolgt unter Berücksichtigung der:
 - Frostsicherheit
 - Vorgaben aus dem Umweltschutz
 - Energieeffizienz
 - Materialverträglichkeit
 - Hinweise zur Anlagengestaltung in der VDI / BTGA 6044

- Für Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung ist die Richtlinie VDI / BTGA 6044 wichtig für:
 - Festlegung der geeigneten Wasserqualität , passende Wasseraufbereitung
 - Nebenstromanlage , Filtertechnik, Überwachung, Inbetriebnahme , Spülen, Instandhaltung
 - Materialien , korrosionsbeständig, nicht korrosionsbeständig
 - Wasserbehandlung zur Vermeidung von Korrosion, Ablagerungen und Mikrobiologie
 - Dokumentationspflicht, Anlagenbuch
 - Maßnahmen zur Beseitigung von wasserbedingten Problemen .



Fragen

Diskussion



Quellennachweis

- Schweitzer-Chemie GmbH: Fachvortrag Gohr, H., VDI/BTGA 6044, Vorgaben für geschlossene Kühltssysteme, 11.2025, 71691 Freiberg am Neckar
- VDMA 24247–8: 2023-04, Vermeidung von Schäden in Kaltwasser- und Kühlkreisläufen, Berlin: Beuth
- Piatti, Luigi: Kühlflüssigkeiten und Kälte-träger, Aarau (Schweiz) und Frankfurt am Main, Verlag Sauerländer Aarau, (Schweiz) 1968
- Temper Technology AB, Thermische Eigenschaften Korrosionsinhibitor Ökologische Information, Askim/ Sweden 2020
- Siemens Smart Infrastructure (2019): Durchgangs- und Dreiwegventile mit Flanschanschluss, PN 6 CE1N4401de,
- CLARIANT INTERNATIONAL LTD BU INDUSTRIAL & CONSUMER SPECIALTIES (2014): Product Sheet HEAT TRANSFER FLUIDS, CLARIANT INTERNATIONAL LTD, Rothausstrasse 61, 4132 Muttenz, Switzerland



Quellennachweis

- Eurammon: HANDBOOK SECONDARY SYSTEMS, Frankfurt am Main: eurammon e.V. 2022
- Spirotech bv Niederlassung Deutschland: SpiroVent - Stahl -F(PN16), SpiroVent -Steel - F(PN16) - Spirotech, aufgerufen am: 19.1.2022
- Reflex Winkelmann GmbH, Fachgerecht planen, berechnen und ausrüsten – Kompaktes Fachwissen für Druckhalte-, Entgasungs-, Nachspeise- und Wasseraufbereitungssysteme, Ahlen, 2. Auflage 2021

 Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit



Bundesfachschule
Kälte-Klima-Technik

Bruno-Dressler-Straße 14
63477 Maintal

Tel.: 06109 / 69 54 - 0

E-Mail: info@bfs-kaelte-klima.de

<http://www.bfs-kaelte-klima.de>