

Innovative Druckhaltung und Entgasung – effektiver Korrosionsschutz ohne Chemikalien



Hauptsitz und Fertigungstätte
Pneumatex AG, Füllinsdorf, Schweiz

Produktübersicht



Ziel

- Zulässiges Druckniveau sichern
- Keine Korrosion bzw. nur in dem Maß, dass keine Korrosionsschäden innerhalb der Lebensdauer der Anlage auftreten
- An keiner Stelle des Netzes freie Gasblasen

Weg

- Geeignete,
- ausreichend ausgelegte und
- richtig betriebene Anlagentechnik

Hausnetze - bestimmungsgemäße Betriebstemperatur $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$

VDI-Richtlinie 2035 Blatt 2

„... Sauerstoffkonzentrationen über **0,1 g/m³** im Heizwasser weisen auf ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Korrosionsschäden hin...“.

Fernwärmenetze

AGFW-Arbeitsblatt FW 510 - Richtwerte für das Kreislaufwasser direkt o. indirekt beheizter Systeme

		salzarm		salzhaltig
elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	10 - 30	> 30 - 100	100 - 1500
Aussehen		klar, frei von suspendierten Stoffen		
pH-Wert bei 25 °C		9,0 - 10,0	9,0 - 10,5	9,0 - 10,5
Sauerstoff O₂	mg/L	< 0,1	< 0,05	< 0,02
Härte (Erdalkalien)	mmol/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Empfehlung für **Stickstoff N₂**: $\leq 10 \text{ mg/L}$
 $\leq 15 \text{ mg/L}$ für Anlagen mit $t_{VI} \leq 70 \text{ }^\circ\text{C}$

Sauerstoff O₂

Stickstoff N₂

Kohlenstoffdioxid CO₂



„natürliche“ Gaskomponenten
des Wassers

Korrosion H₂

Methan CH₄

Schwefelwasserstoff H₂S



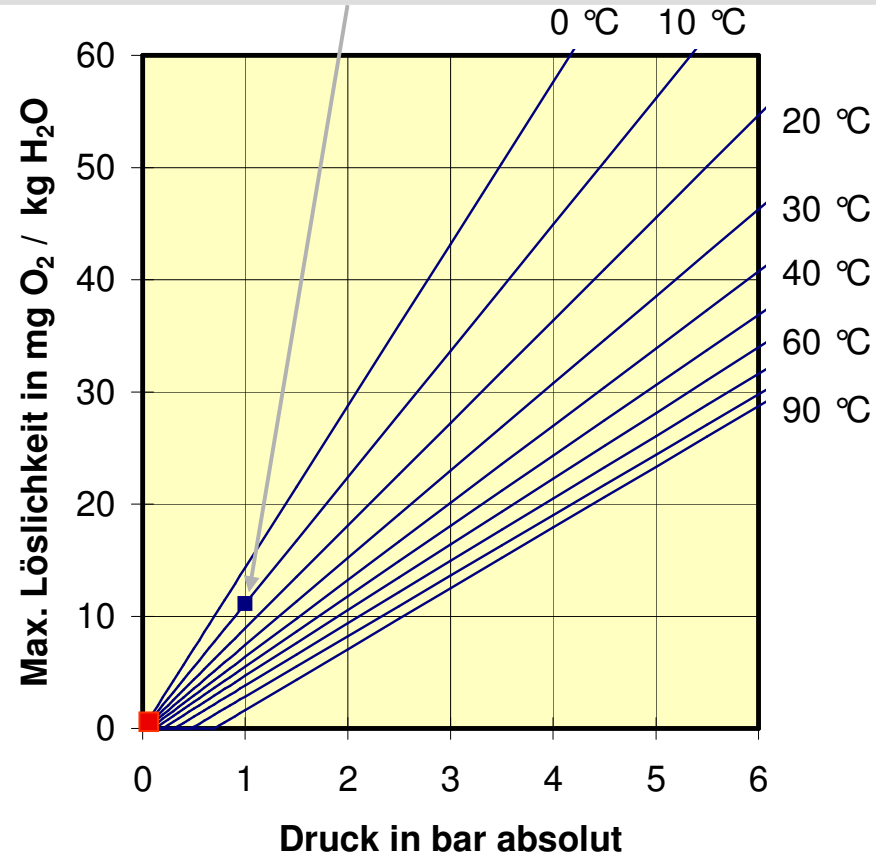
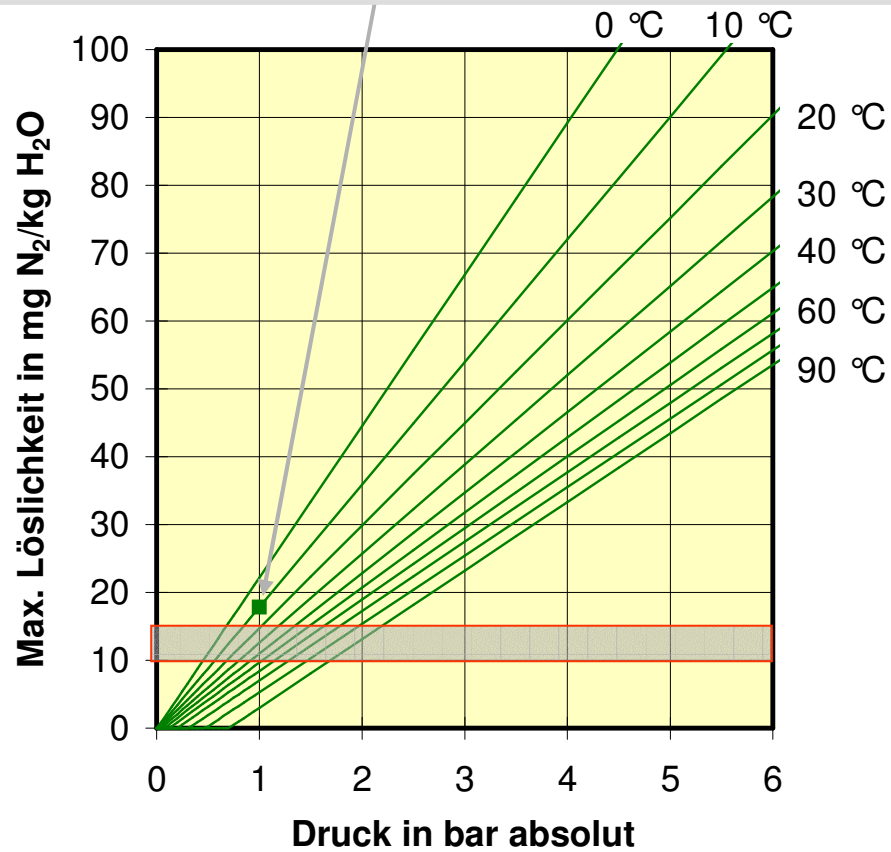
Korrosionsprodukte bzw.
Produkt biologischer Prozesse

Gaslöslichkeit nach HENRY

Max. Löslichkeit von N₂ und O₂ aus der Luftatmosphäre in Wasser

Trinkwasser 18 mg/L N₂

11 mg/L O₂

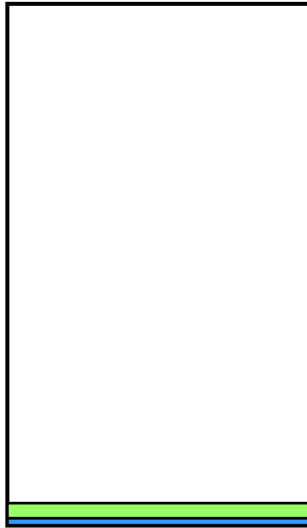


Grenzwerte N₂ – Basis HENRY

O₂ – Vermeidung Korrosionsschaden

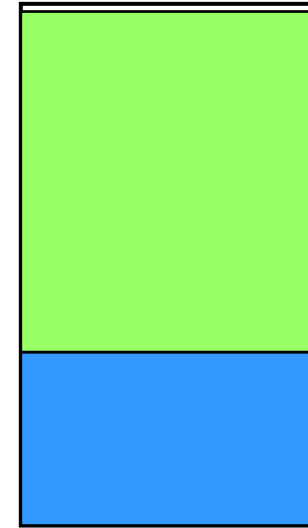
Wie gelangt Luft in das Kreislaufwasser?

1 Liter Trinkwasser



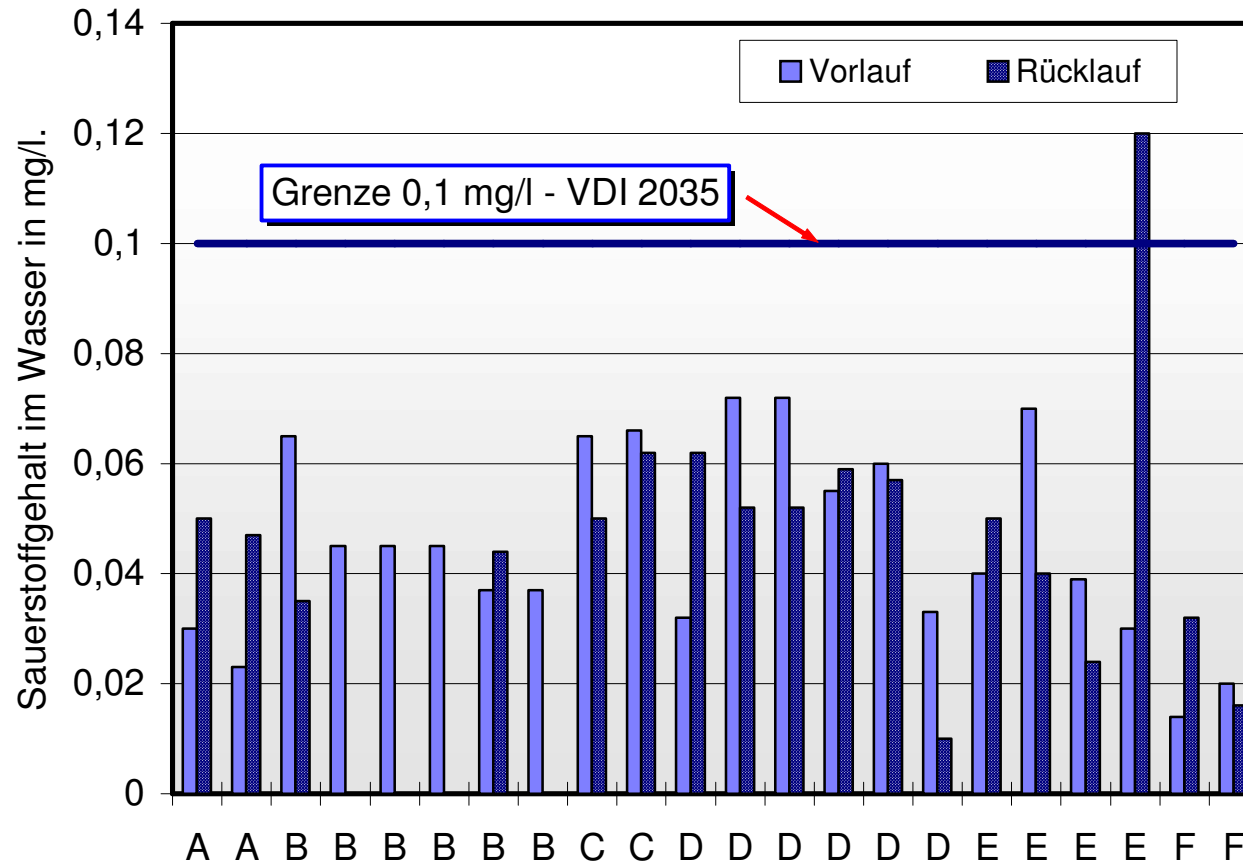
18 mg N₂ + 11 mg O₂

1 Liter Luft



930 mg N₂ + 285 mg O₂

- mit dem Füll- und Ergänzungswasser
- Über Diffusionsvorgänge (Kunststoffrohre, Membranen, Dichtungen...)
- partielle Unterdruckzustände bei Mängeln in der Druckhaltung
- Einschluss von Luft bei Füllvorgängen



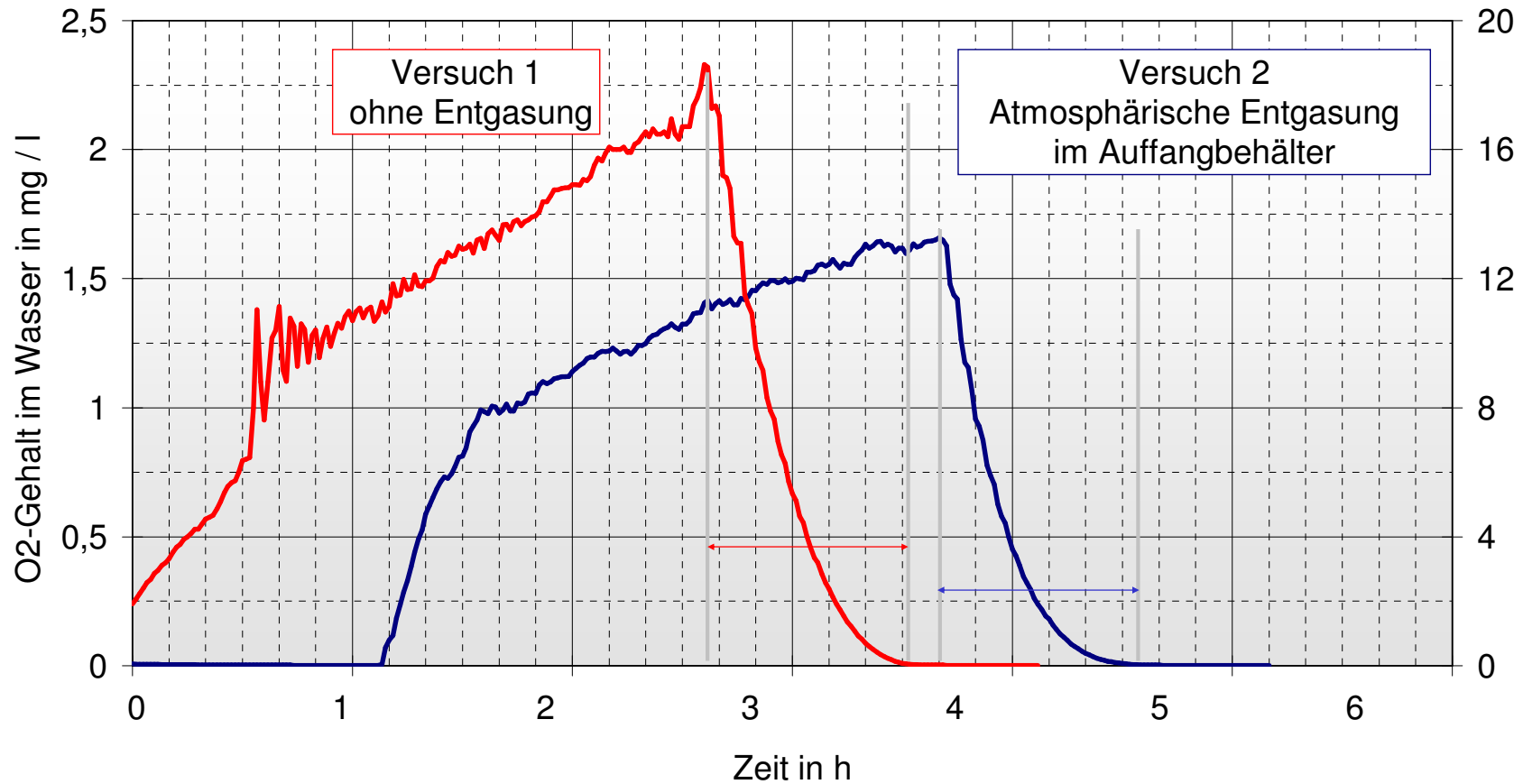
Trinkwassernachspeisung

- A - offenes AG
- B - Kompressor-DH ohne Membran
- C - Kompressor-DH mit Membran
- D - Pumpen-DH

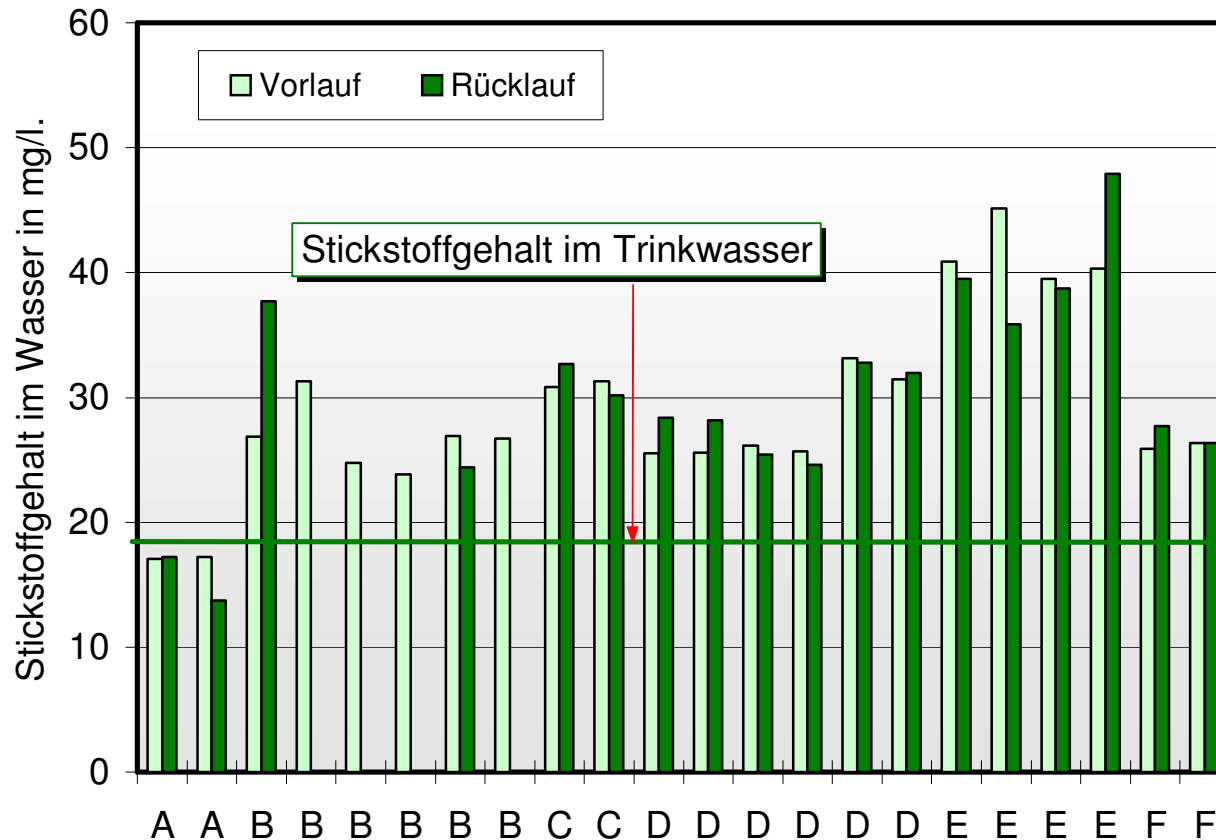
Überspeisung Primärnetz

- E - Kompressor-DH mit Membran
- F - Pumpen-DH

Feldmessungen – O₂-Gehalt bei verschiedenen Druckhaltesystemen



- Netzinhalt: ca.2000 Liter;
- Sauerstoffabbau nach ca. 4h;



Trinkwassernachspeisung

- A - offenes AG
- B - Kompressor-DH ohne Membran
- C - Kompressor-DH mit Membran
- D - Pumpen-DH

Überspeisung Primärnetz

- E - Kompressor-DH mit Membran
- F - Pumpen-DH

Feldmessungen – N₂-Gehalt bei verschiedenen Druckhaltesystemen

Auswirkungen – physikalisch:

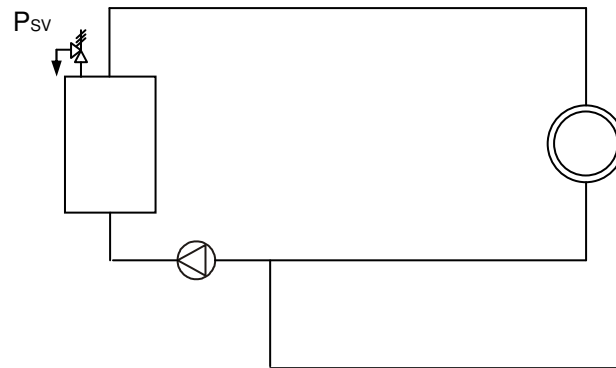
- ungenügender Wärmeübergang
- Zirkulationsstörungen
- Probleme an Pumpen und Regeleinrichtungen
- Fließgeräusche, Erosion



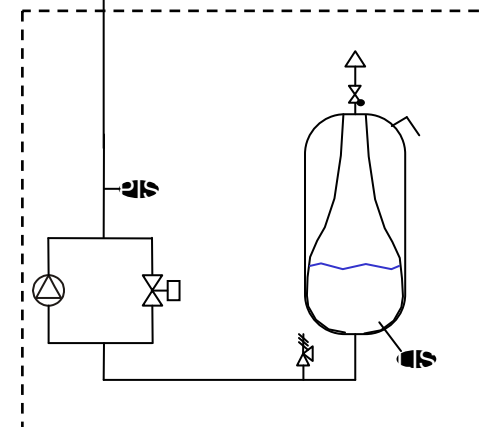
Schlüsselrolle der Druckhaltung bezüglich der Gasproblematik

- Auslegung
- Ort der Einbindung

Druckhaltung - Hauptaufgabe



Zu jedem Zeitpunkt und
an jedem Ort der Anlage
das zulässige Druckniveau sichern.



- **Saugdruckhaltung**

- + Anlagendruck immer oberhalb vom Ruhedruck
- + Keine Gefahr der Unterdruckbildung an den Hochpunkten
- Hoher Arbeitsdruck in der Anlage

- **Nachdruckhaltung**

- + Geringe Anlagenarbeitsdrücke, wenn nicht der gesamte Pumpendruck aufgelastet wird
- ! Gefahr der Unterdruckbildung an den Hochpunkten (Teil- und Vollastbetrieb beachten)
- ! Zulaufdruck der Umwälzpumpe beachten
- ! Druckdiagramme für den gesamten Streckenverlauf

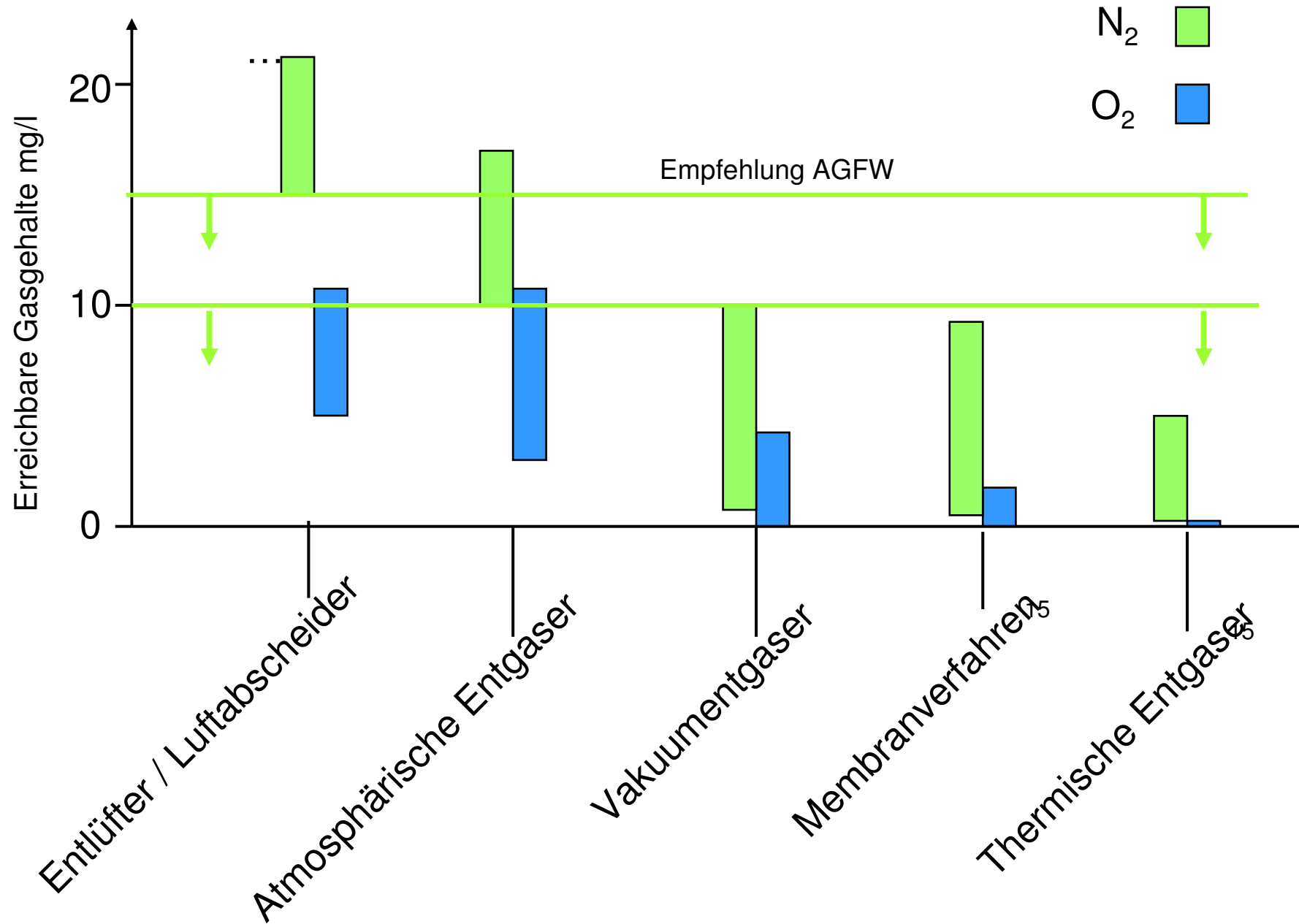
- **Mitteldruckhaltung**

- + Geringe Anlagenarbeitsdrücke
- + Optimal abstimmbare Anlagenarbeitsdrücke und Ruhedrücke
- + Geringe Gefahr der Unterdruckbildung an den Hochpunkten
- Hoher apparativer Aufwand

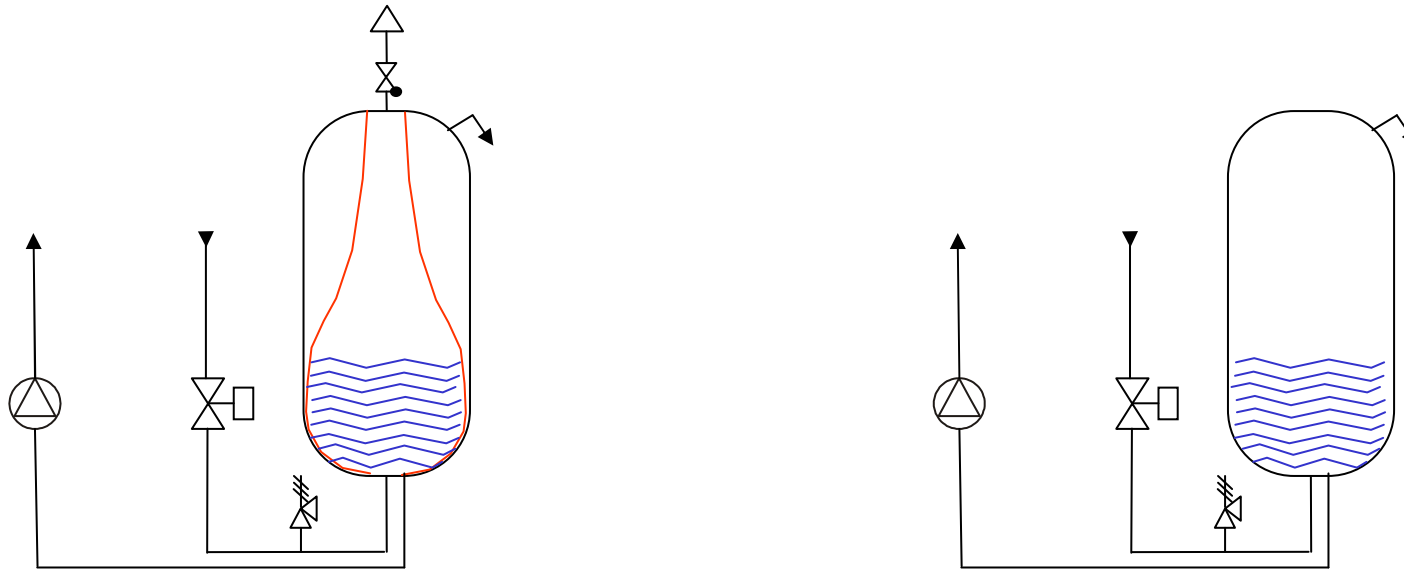
Beitrag der Druckhaltung

- Druckverlaufdiagramme für Teil- und Vollast bei der Auslegung berücksichtigen und im Betrieb prüfen
- **Anlagendruck an den Hochpunkten grösser als 0,5 bar (Ü)** gegenüber Umgebungsdruck,
- Drücke an kritischen Stellen regelmässig beobachten
- Druckhaltung regelmässig warten und Einstellungen prüfen

Vergleich verschiedener Entgasungsverfahren



Druckhaltung und atmosphärische Entgasung im Auffangbehälter

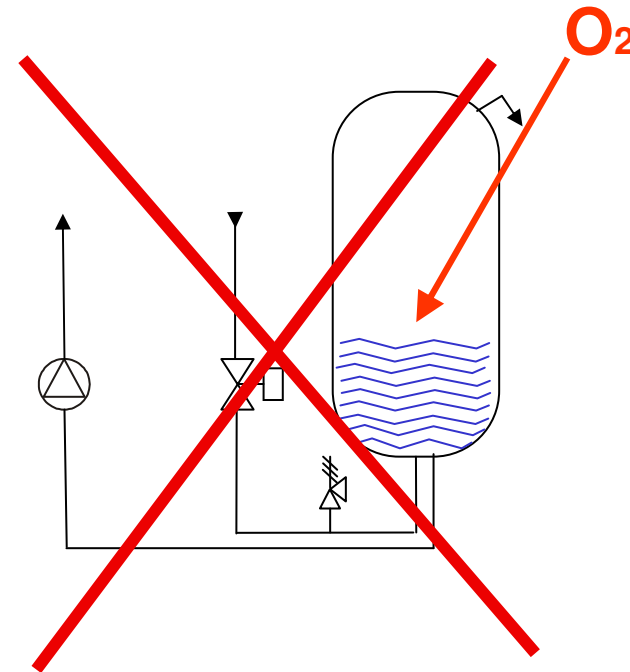


- Relevante Parameter: $\approx 1 \text{ bar}_{\text{abs}}$ und Mischtemp. aus $t_{\text{Behälter}}$ und t_{Ein}
- Einbauort: Rücklauf, vor Erzeuger
- Grenzen: O_2 -Abbau = kein bzw. geringer
 N_2 -Abbau = f (Teilstrom, ...)

Druckhaltung und atmosphärische Entgasung im Auffangbehälter

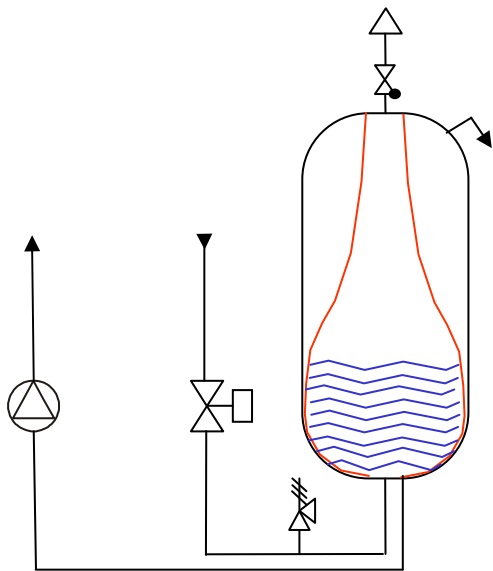
Offener Auffangbehälter

- Direkter Kontakt des Anlagenwassers mit der Umgebungsluft
(offenes Ausdehnungsgefäß)
- O_2 Gehalte $> 1,0$ mg/l im unteren Bereich des Auffangbehälters sind realistisch
- => hoher O_2 Eintrag in die Anlage



Druckhaltung und atmosphärische Entgasung im Auffangbehälter

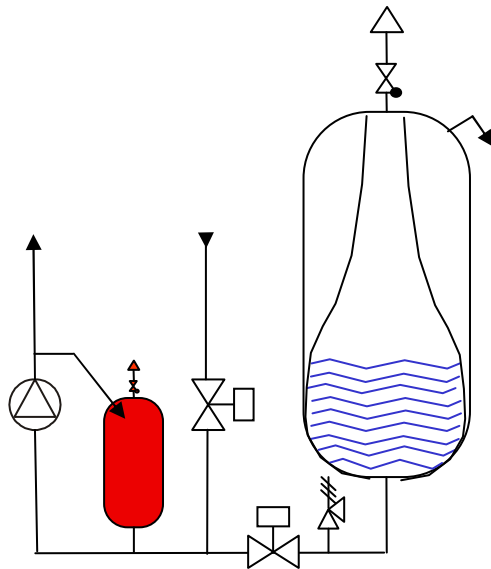
Auffangbeh. mit Membran



- **Erwärmung** des Auffangbehälter während des Entgasungsvorganges (Erhöhung der Sauerstoffdiffusion)
- bedingter Schutz vor O₂ Eintrag durch die Membrane
=> **auf höchste Membranqualitäten ist zu achten** (Membrandicke, nur Butyl)
- regelmässiger Austausch des Wassers im Auffangbehälter während der Entgasungsvorgänge
=> **Gefahr, dass O₂ ins System gelangen kann**
- **Kein definierter Gasausschub**

Druckhaltung und Unterdruckentgasung mit separatem Entgasungsbehälter

Funktion/Leistung



Pneumatex Transfero

Relevante Parameter:

$$<1 \text{ bar}_{\text{abs}} \text{ bzw. } p_{\text{Siede}} = f(t_{\text{Ein}})$$

Einbauort:

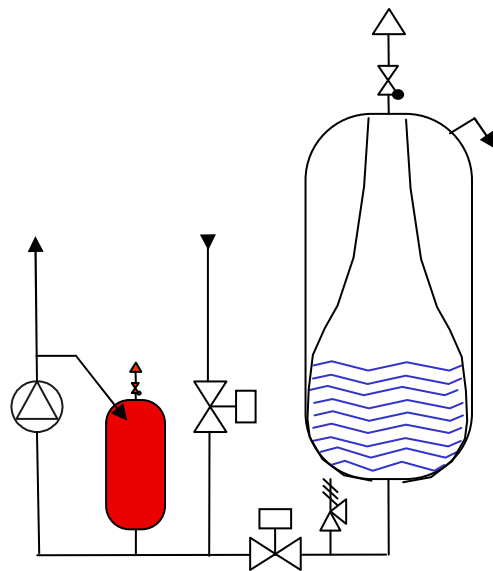
Rücklauf, vor Erzeuger

Grenzen:

Unterdruck im Entgaser und
zu t_{Ein} gehörender Siededruck
 N_2/ O_2 -Abbau = f (Teilstrom, ...)

Druckhaltung und Unterdruckentgasung mit separatem Entgasungsbehälter

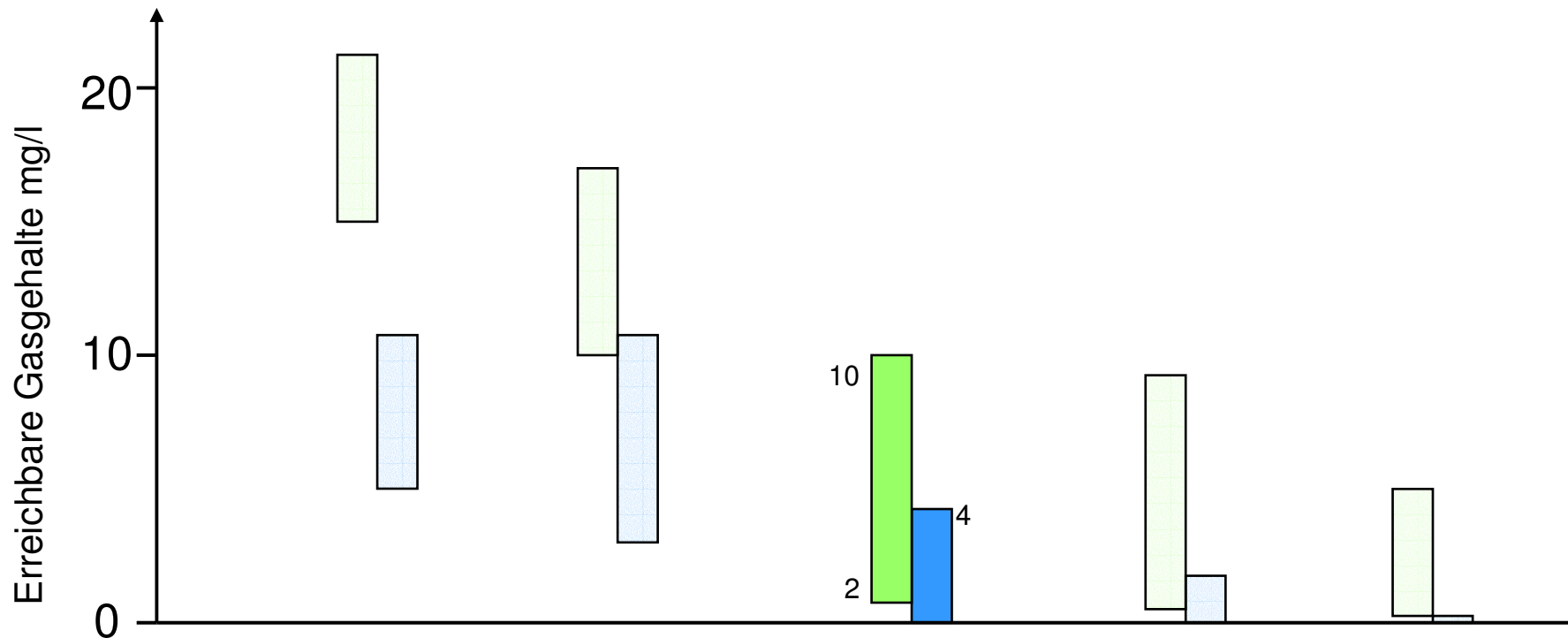
Eigenschaften



- kein Austausch des Wassers im Auffangbehälter während der Entgasungsvorgänge
=> kein O₂ Eintrag
- Regelmässiger kontrollierter Gasausschub am Entgasungsbehälter
=> sehr gute Entgasungsleistung
- keine Aufheizung des Auffangbehälters während des Entgasungsvorganges
=> hohe Lebensdauer der Membrane

Pneumatex Transfero

Vakuumentgasung



Relevante Parameter:

$< 1 \text{ bar}_{\text{abs}}$ bzw. $p_{\text{Siede}} = f(t_{\text{Ein}})$

Einbauort:

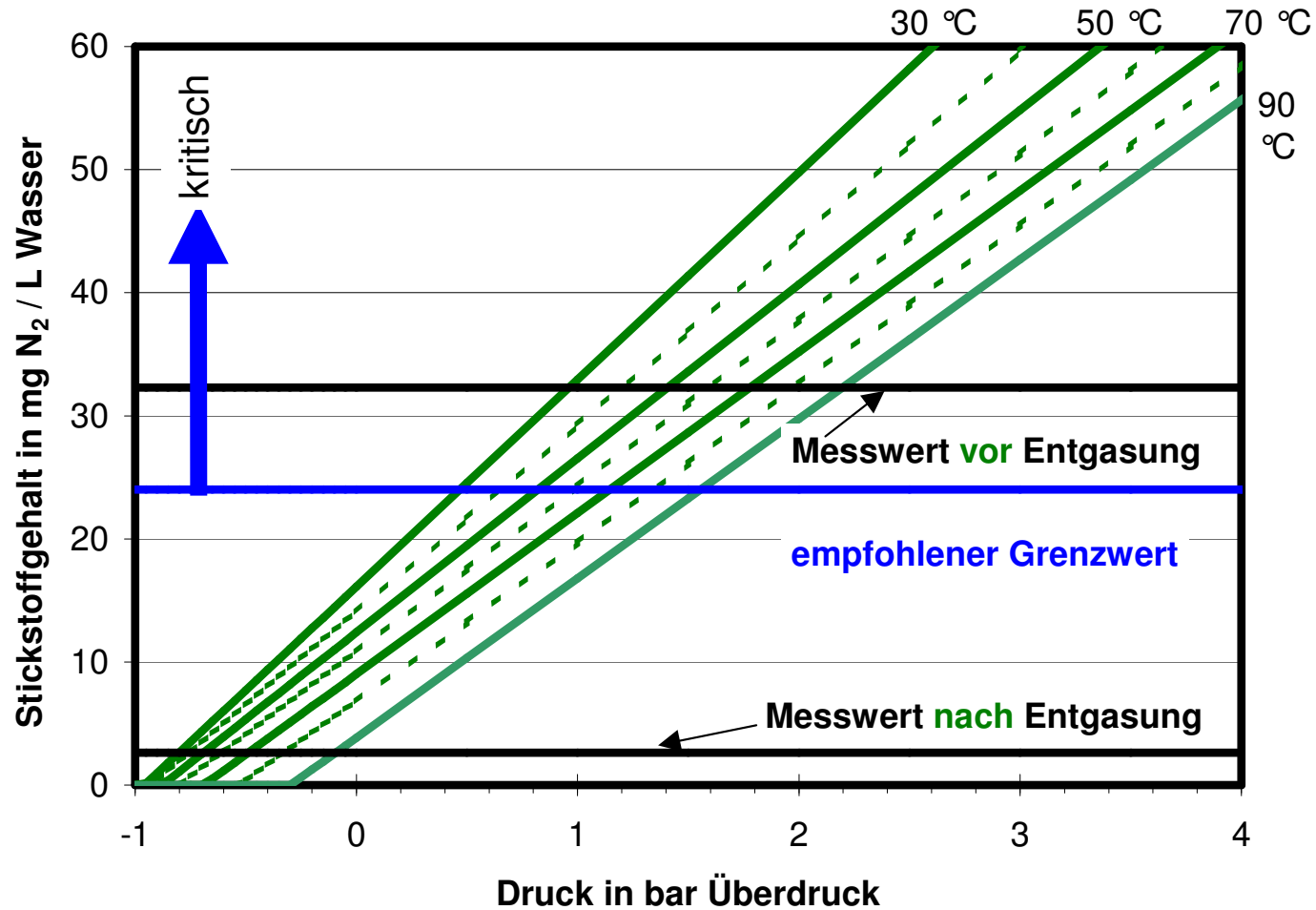
Rücklauf, vor Erzeuger

Grenzen:

Unterdruck im Entgaser und zu t_{Ein}
gehörender Siededruck

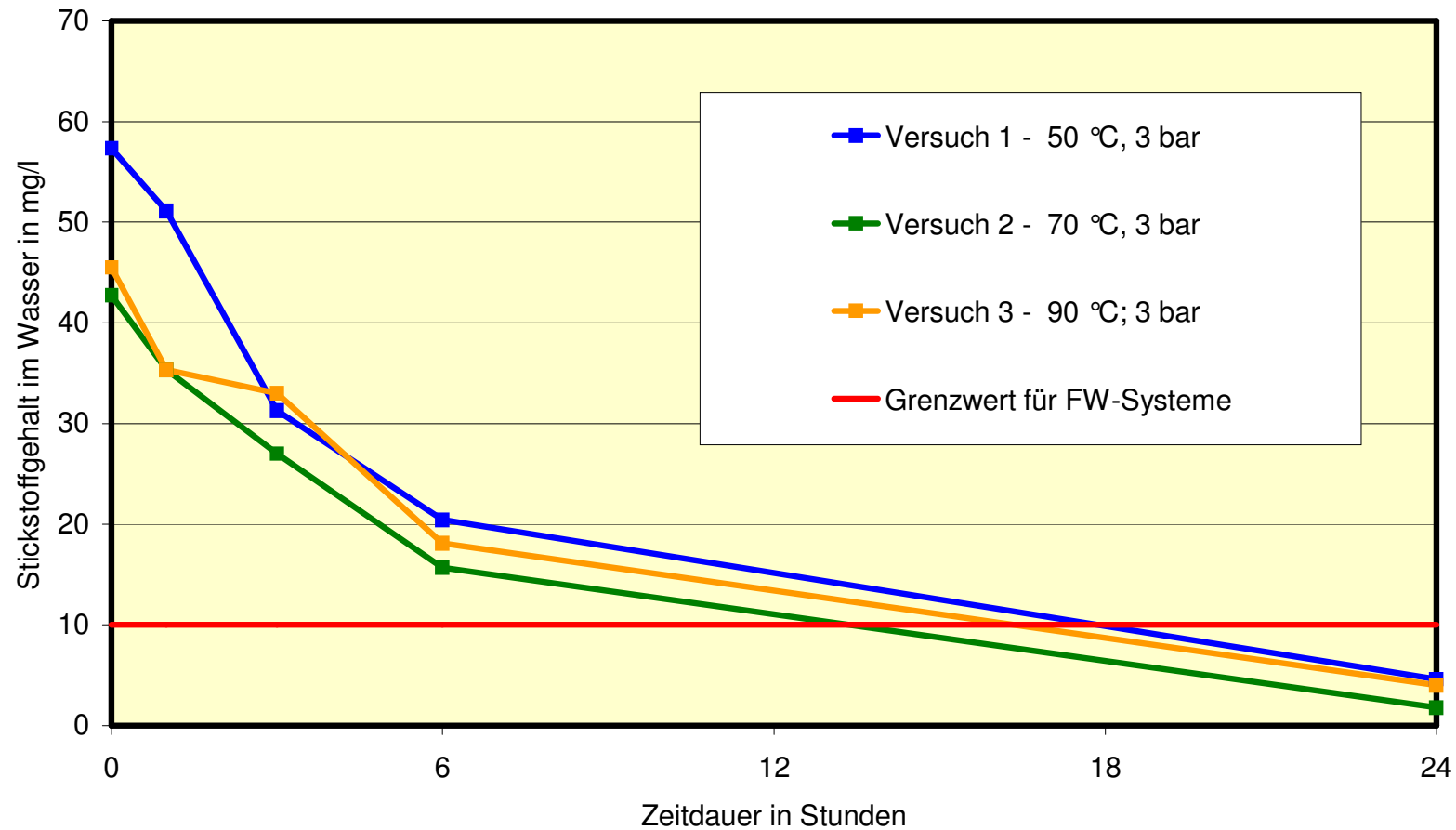
N_2/O_2 -Abbau = $f(\text{Teilstrom, ...})$





Wirksamkeit einer Vakuum-Entgasungsanlage im Kaltwassernetz

Stickstoffabbau durch Ventomat



Stickstoffabbau durch Vento VMB bei unterschiedlichen Systemtemperaturen

- Druckhaltestationen regelmässig warten
- O₂-Abbau im System durch Korrosion
- Entgasungstechnologien wirken bez. O₂ nur bei Füll- und Ergänzungswasser
- Im Teilstromentgasungsbetrieb N₂ relevant
- Entgasung darf nicht mit O₂-Beladung verbunden sein
- Bei Multifunktionsgeräten: konsequente Entgasung ausserhalb des Druckhaltegefässes!
- Entgaser entbinden nicht von Überwachung der Kreislaufwasserqualität

Quellenangaben

[1] Rühling, K.: Gase in kleinen und mittleren Wasserheiznetzen und Kältekreisläufen. TU Dresden Institut für Energietechnik, März 2002
Schlussbericht zum AiF-Forschungsvorhaben 12086 B, gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)