

# Dampfsterilisation im Winter

Warum können Testergebnisse schlechter werden bei kalter Witterung?

---

Joachim Metzing - 13.09.2025

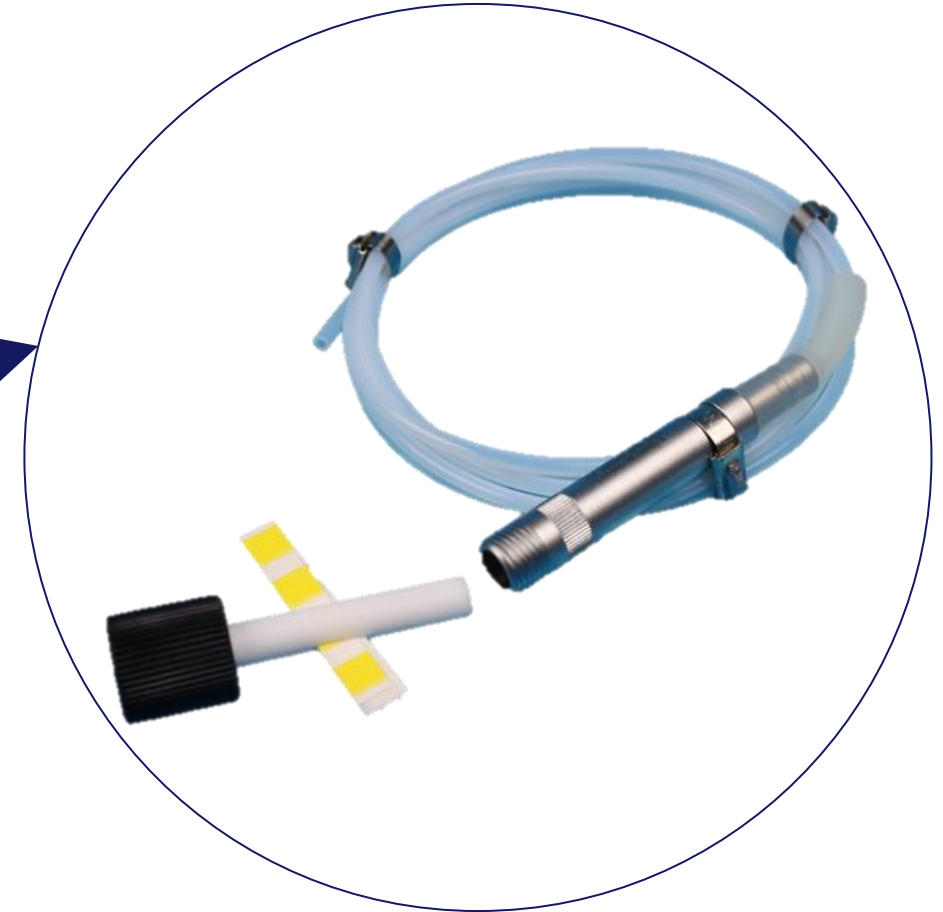
# Dampfsterilisation im Winter

Was hat der Winter mit Dampfsterilisation zu tun?

---

- GKE Testsysteme zur Chargenüberwachung testen die Dampfdurchdringung von Hohlkörpern

**z. B. mit Helix-PCD**



# Dampfsterilisation im Winter

Was hat der Winter mit Dampfsterilisation zu tun?

---

- GKE Testsysteme zur Chargenüberwachung testen die Dampfdurchdringung von Hohlkörpern

**z. B. mit Compact-PCD**



# Dampfsterilisation im Winter

Was hat der Winter mit Dampfsterilisation zu tun?

- GKE Testsysteme zur Chargenüberwachung testen die Dampfdurchdringung von Hohlkörpern
- Unsere Beobachtung: In zahlreichen Krankenhäusern werden Testergebnisse im Winter manchmal für einige Tag schlechter



Testergebnis mit GKE Compact-PCD, orange, zur Chargenfreigabe (Zielfarbe Schwarz)

Ergebnis an vier Tagen  
im Winter 2024 / 2025



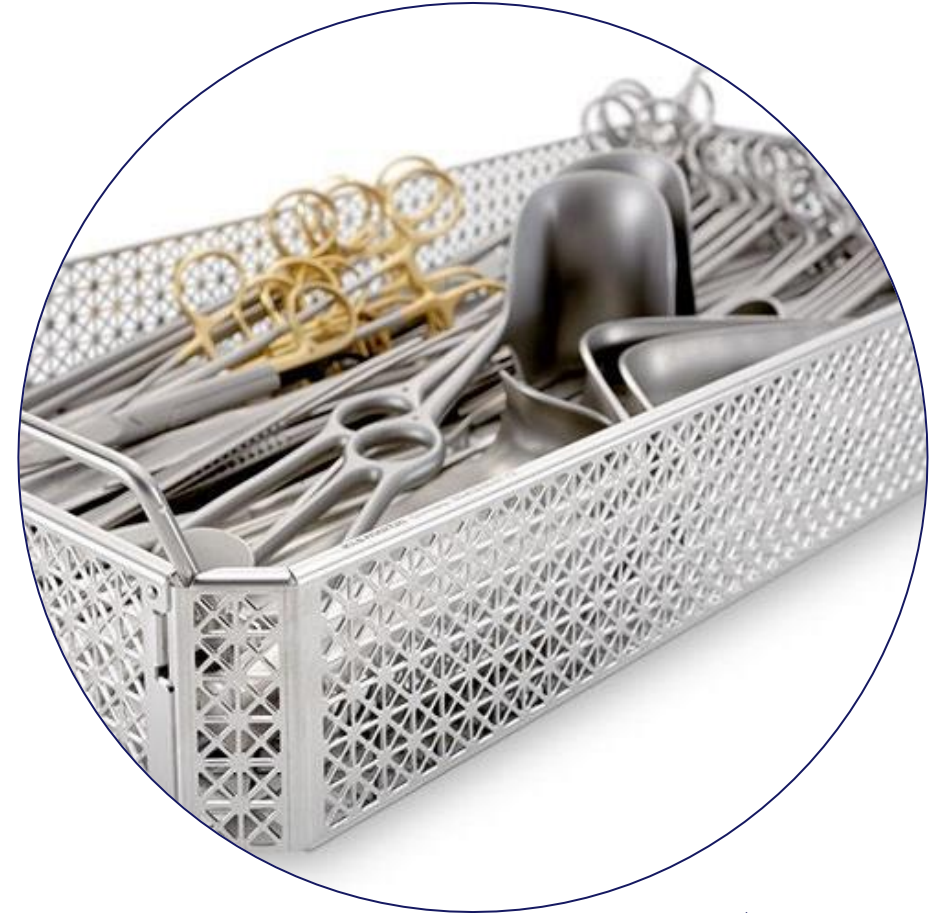
# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

---

## Beispiel:

- Chirurgische Instrumente, ca. 10kg



# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

---

## Beispiel:

- Chirurgische Instrumente, ca. 10kg
- In einem Sterilisationscontainer  
60cm x 30cm x 15cm

## Dampfvolumen

- ca. 400 Liter Dampf strömen in den Container



# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

## Beispiel:

- Chirurgische Instrumente, ca. 10kg
- In einem Sterilisationscontainer  
60cm x 30cm x 15cm

## Dampfvolumen

- ca. 400 Liter Dampf strömen in den Container

???

Da passen nur  
27 Liter rein!



# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

---

Perfekter Dampf

100% gasförmiges Wasser,  
sonst nichts

Kondensation findet statt, sobald  
der Dampf das kältere  
Instrument berührt

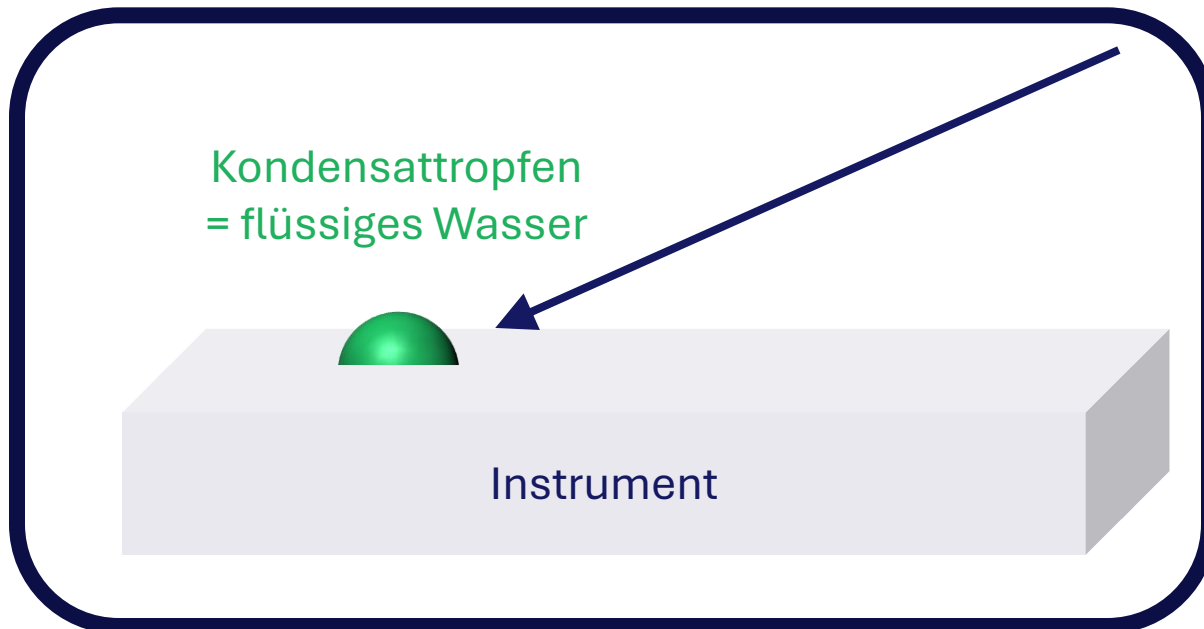


Instrument

# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

---

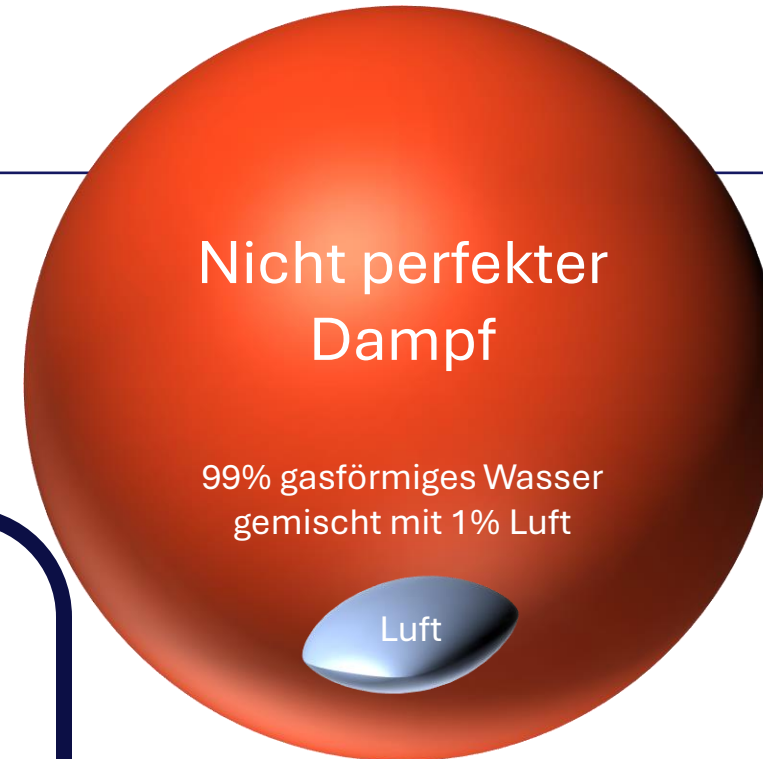
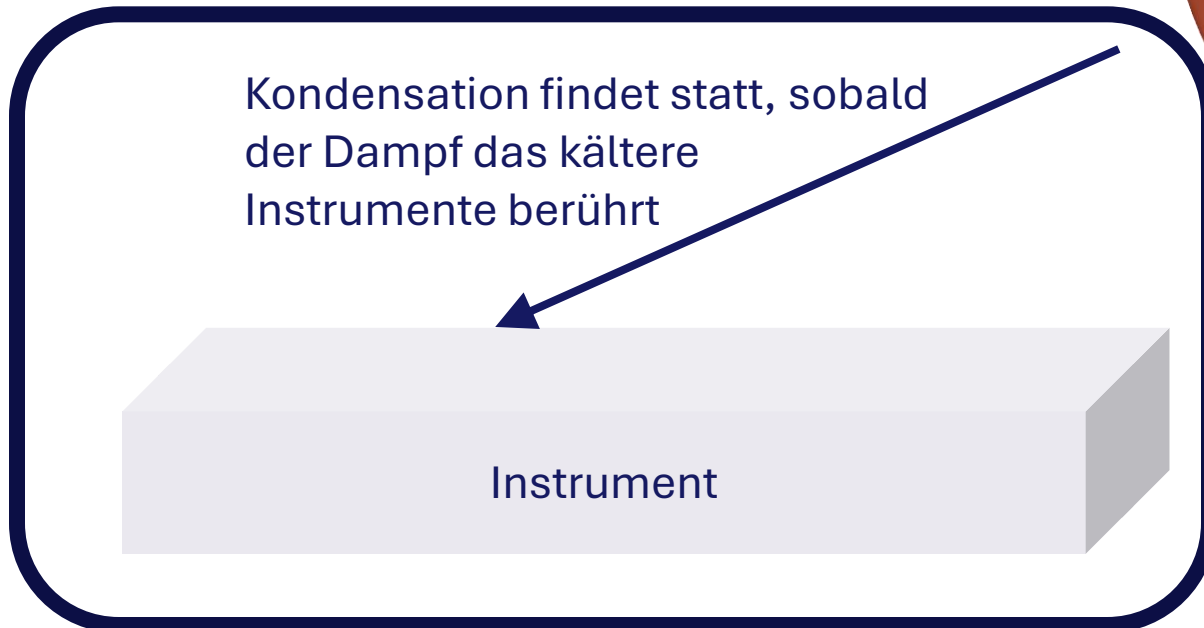


Beim Übergang von Gas zu Flüssigkeit reduziert sich das Volumen

- Das Volumen reduziert sich in etwa im Verhältnis 1 : 1000
- 400 Liter Dampf verursachen 0,4 Liter Kondensat

# Dampfdurchdringung

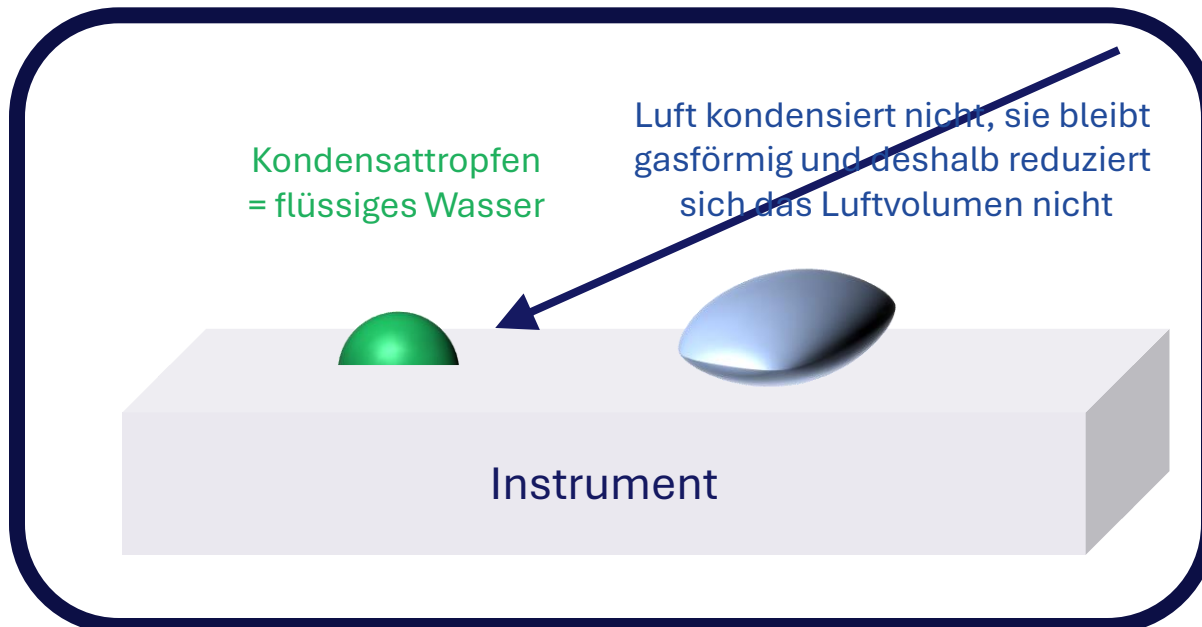
Abhängig von der Dampfqualität



# Dampfdurchdringung

Abhängig von der Dampfqualität

- Abhängig von der Dampfqualität



Beispiel: 400 Liter Dampf\* strömen in den Container

\*gemischt mit 1% Luft

- Kondensation: 0,4 Liter flüssiges Wasser
- Zusätzlich werden 4 Liter Luft (1% von 400) in den Container einströmen

# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

**Dort passen  
27 Liter rein!**

## Auswirkung von 1% NKG im Dampf

- Chirurgische Instrumente, ca. 10kg
- 4 Liter NKG strömen in den Container

**Das sind  
4 Liter!**



# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

---

**Einschleppen von NKG (gemischt mit dem Dampf) ist ein Risiko in allen geschlossenen Räumen, z. B.:**

- ... in Packstücken
- ... in porösen Beladungen (Textilstapel)
- ... in Hohlkörpern



# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

---

**Einschleppen von NKG (gemischt mit dem Dampf) ist ein Risiko in allen geschlossenen Räumen, z. B.:**

- ... in Packstücken
- ... in porösen Beladungen (Textilstapel) →
- ... in Hohlkörpern



# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

---

**Einschleppen von NKG (gemischt mit dem Dampf) ist ein Risiko in allen geschlossenen Räumen, z. B.:**

- ... in Packstücken
- ... in porösen Beladungen (Textilstapel)
- ... in Hohlkörpern



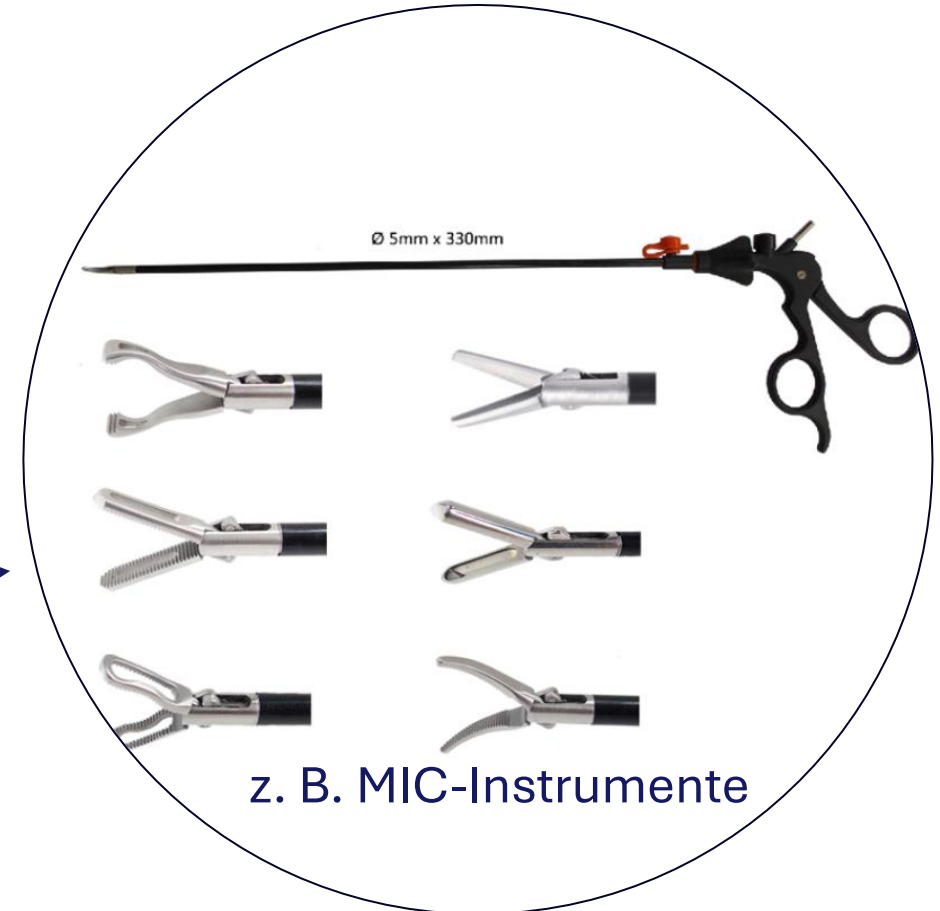
z. B. Prüfkörper (PCDs)

# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

**Einschleppen von NKG (gemischt mit dem Dampf) ist ein Risiko in allen geschlossenen Räumen, z. B.:**

- ... in Packstücken
- ... in porösen Beladungen (Textilstapel)
- ... in Hohlkörpern



# Dampfdurchdringung

Abhängig von Dampfqualität

---

**Einschleppen von NKG (gemischt mit dem Dampf) ist ein Risiko in allen geschlossenen Räumen, z. B.:**

- ... in Packstücken
- ... in porösen Beladungen (Textilstapel)
- ... in Hohlkörpern

**Aus diesem Grund muss der Dampf gute Qualität haben und darf kein NKG mitschleppen**

**Aber wo können NKG herkommen?**

# NKG im Dampf

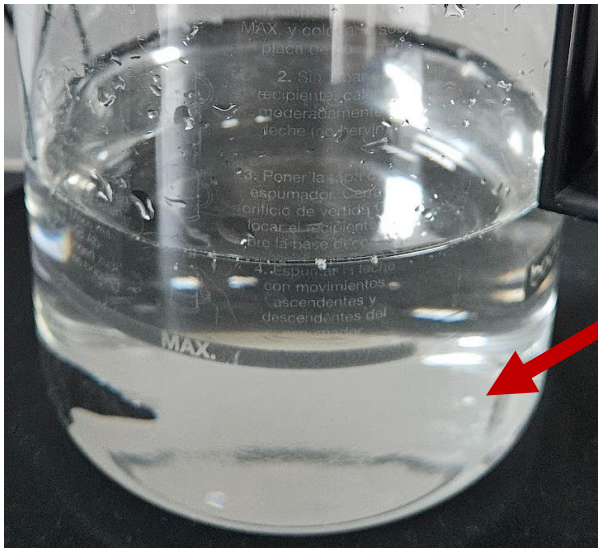
## Ursachen

NKG	Ursache	Bemerkung
Luft	Die Luftentfernung während des fraktionierten Vakuums war nicht ausreichend leistungsfähig	Es muss ein anderes Programm verwendet werden
	Wasser enthält gelöste Luft	Wasser muss entgast werden
	NKG kann sich in den Rohrleitungen sammeln, wenn die Anlage ausgeschaltet ist (z. B. nachts)	Leercharge und Testlauf im BD-Testprogramm vor Sterilisationsbeginn
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	Wasser enthält gelöstes CO <sub>2</sub> , das für Detektoren gemäß EN 285 unsichtbar ist	Wasserentsalzung per Ionenaustausch (RO nicht ausreichend)
Wasserstoff (H <sub>2</sub> )	Korrosion der Metallrohre	pH-Wert auf 7 setzen, Chloride müssen vor Dampfherstellung entfernt werden
Überhitzter Dampf	Aufheizung der Güter durch hygroskopische Kondensation	Güter (z. B. Textilien) durch Kontakt mit Luftfeuchtigkeit hydratisieren
	Wandtemperatur zu hoch	Reparatur nötig
	Einströmender Dampf ist zu heiß	Temperatur senken durch Drucksenkventile

# NKG im Dampf

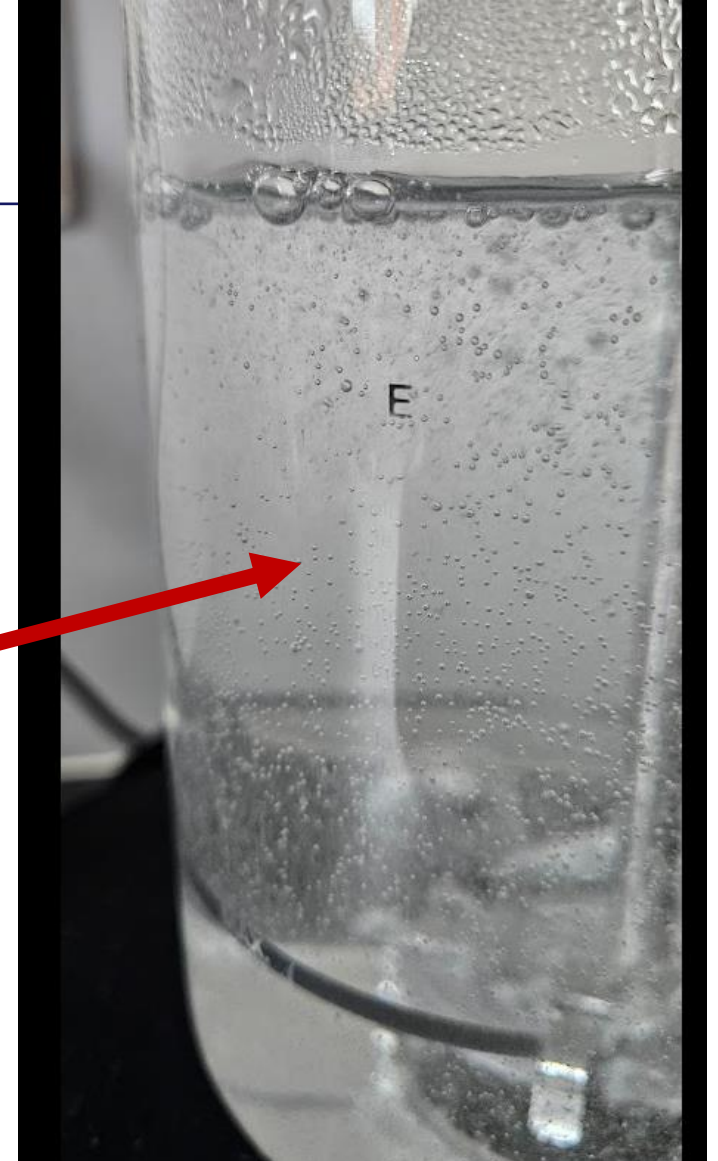
## Gelöste Gase in Leitungswasser

Wasser sollte vor der Dampferzeugung entgast werden, damit die gelöste Luft nicht mit dem Dampf gemischt in den Sterilisator gelangt, sondern vorher ausgetrieben wird.



**Im kalten Wasser sind Gase gelöst, es sind aber keine Blasen sichtbar.**

**Im aufgeheizten Wasser bilden sich Luftblasen, weil bei hoher Temperatur weniger Gas löslich ist.**



# NKG im Dampf

## Entgasung

---

Zur Entgasung wird Wasser aufgeheizt

### **Achtung: Entgasung braucht Zeit!**

- Bei 80°C werden sich nach 1-2 Minuten erste Blasen bilden.
- Nach 10 Minuten ist der größte Teil des Gases ausgetrieben.
- Wenn man rührt oder schüttelt (Vergrößerung der Oberfläche), geht es schneller und es dauert vielleicht nur noch 5 Minuten.

**Ganz allgemein gilt aber: Es dauert umso länger, je mehr gelöste Gase im Wasser enthalten sind.**

# NKG im Dampf

## Entgasung

---

Zur Entgasung wird Wasser aufgeheizt

### **Achtung: Entgasung braucht Zeit!**

- Bei 80°C werden sich nach 1-2 Minuten erste Blasen bilden.
- Nach 10 Minuten ist der größte Teil des Gases ausgetrieben.
- Wenn man rührt oder schüttelt (Vergrößerung der Oberfläche), geht es schneller und es dauert vielleicht nur noch 5 Minuten.

**Ganz allgemein gilt aber: Es dauert umso länger, je mehr gelöste Gase im Wasser enthalten sind.**

**Kann es sein, dass im Winter mehr NKG im Wasser sind als im Sommer?**

# NKG im Dampf

## Gelöste Gase in Leitungswasser

---

Leitungswasser-Temperatur	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	Stickstoff (N <sub>2</sub> )	Gesamtvolumen gelöste Luft (ca.)
10°C	~56,4 mg/Liter	~21,6 mg/Liter	~52 ml/Liter
15°C	~50,2 mg/Liter	~19,9 mg/Liter	~48 ml/Liter
20°C	~45,5 mg/Liter	~18,3 mg/Liter	~46 ml/Liter
25°C	~36,8 mg/Liter	~15,5 mg/Liter	~39 ml/Liter

Quelle: Unternehmensberatung Babel - Industriegas-Lexikon

# NKG im Dampf

Gelöste Gase in Leitungswasser

Im Winter kann die Temperatur sogar unter 10°C fallen - WENN ES MEHRERE TAGE AM STÜCK auch tagsüber UNTER 0°C ist

Leitungswasser-Temperatur	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	Stickstoff (N <sub>2</sub> )	Gesamtvolumen gelöste Luft (ca.)
10°C	~56,4 mg/Liter	~21,6 mg/Liter	~52 ml/Liter
15°C	~50,2 mg/Liter	~19,9 mg/Liter	~48 ml/Liter
20°C	~45,5 mg/Liter	~18,3 mg/Liter	~46 ml/Liter
25°C	~36,8 mg/Liter	~15,5 mg/Liter	~39 ml/Liter

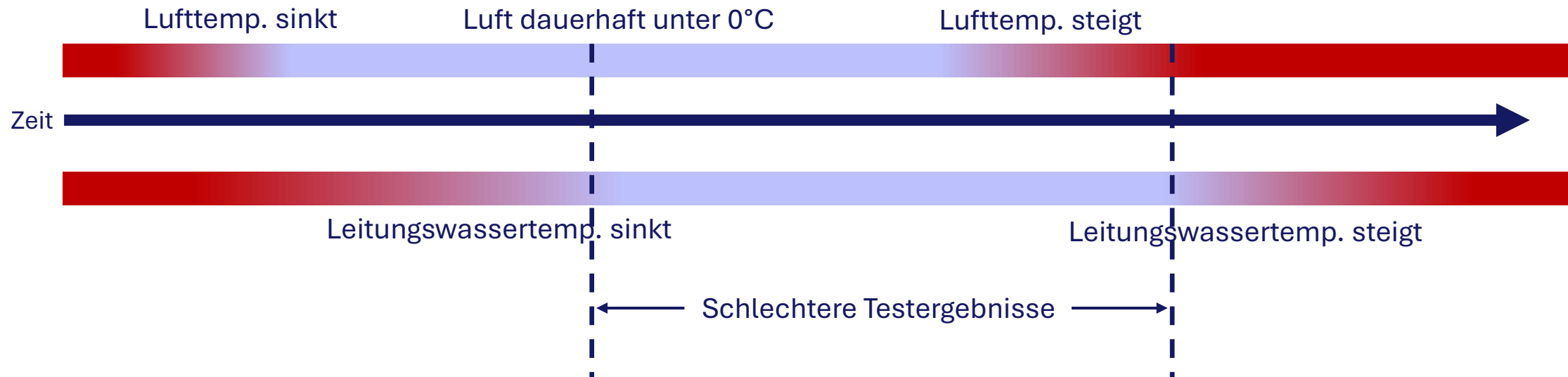
18°C bis 20°C ist unsere übliche Leitungswassertemperatur

Im Hochsommer können auch mal 25°C erreicht werden.

# Einfluss der Wassertemperatur

Dadurch größere Menge an gelösten NKG

In allen Fällen mit vorübergehend schlechteren Ergebnissen war es wie folgt:



- Das Leitungswasser wird erst nach zwei oder drei Tagen Kälte "richtig kalt".
- Das Wasser braucht zum Aufwärmen zwei bis drei Tage, sobald das Wetter wieder milder wird.

# Dampfsterilisation im Winter

## Zusammenfassung

---

- Längere Kältephasen im Winter (auch tagsüber unter 0°C) verursachen eine (langsam) sinkende Leitungswassertemperatur
- Kälteres Leitungswasser in längeren Kältephasen im Winter hat mehr gelöstes NKG
- Entgasung braucht Zeit
  - Entgasung kann für die größere NKG-Menge im kalten Wasser zu kurz sein
  - Entgasung ist immer kurz, wenn im Programm nachgespeist werden muss
- Bei mildereren Temperaturen und (langsam) ansteigender Leitungswassertemperatur verschwindet das Problem wieder

Der Effekt tritt reproduzierbar jeden Winter auf und wird seit 7 Jahren aktiv von uns verfolgt und dokumentiert. Mittlerweile kann ausgeschlossen werden, dass es zufällige „Ausreißer“ sind.

# Dampfsterilisation im Winter

Was hat der Winter mit Dampfsterilisation zu tun?

- Deshalb kann das hier passieren - und das zeigt schön, dass der Test seinen Job macht und zuverlässig anzeigt, wenn die Dampfqualität schlechter wird.
- **Also zum Beispiel auch dann, wenn es draußen seit mehreren Tagen sehr kalt ist.**



Testergebnis mit GKE Compact-PCD, orange, zur Chargenfreigabe (Zielfarbe Schwarz)

Ergebnis an vier Tagen  
im Winter 2024 / 2025



