

KROHNE

▶ measure the facts

measure the facts

technology driven by KROHNE

- ▶ AGFW- Ringversuch Durchflusssensoren 2023 in staatlich anerkannten Prüfstellen für Wärme

Juni 2023

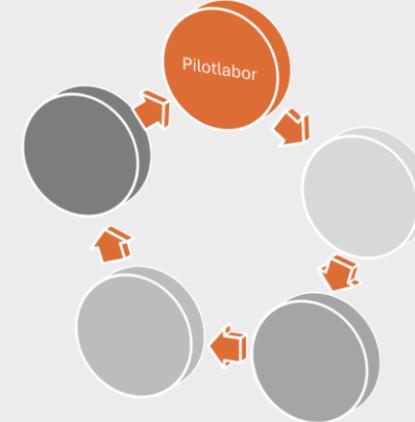


- 20 Teilnehmer
- 8 Zähler
- 4 Ringe
- 6 Durchflüsse
- 10 Wiederholmessungen

Januar 2024

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

Abschlussbericht zum
AGFW-Ringversuch der Prüfstellen
für Wärme zur Durchflussmessung
im Bereich q_p 1 bis 10 m³/h



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

Teilnehmer final:

Diehl Metering

Kamstrup

Zenner

NZR

QUNDIS

Stadtwerke Flensburg

Lackmann

Richter Messtechnik

Aquameas GmbH

RheinEnergie

SWDU Metering

BEW Berlin

Engelmann Sensor

SWM München

Xylem - Sensus

Landis+Gyr

WSG Essen

Bopp& Reuther

Sontex CH

Integra CH



Ringaufteilung

Ring 1	Ring 2	Ring 3	Ring 4
WSG	WSG	WSG	WSG
Kamstrup	Zenner	RheinEnergie AG	Diehl Metering
Stadtwerke Flensburg	Bopp & Reuther	Stadtwerke Duisburg	Landis + Gyr
KBB1	Stadtwerke München	Aquameas GmbH	NZR GmbH & Co KG
Qundis	Sontex	Richter Messtechnik	Engelmann Sensor
WSG	Integra	KNW2	WSG
	WSG	WSG	

Durchflüsse

10.000 l/h	100s
8.000 l/h	120s
6.000 l/h	200s
4.000 l/h	240s
2.000 l/h	260s
1.000 l/h	300s



- Das Vergleichsnormal besteht aus zwei baugleichen Durchflusssensoren
- Ein- und Auslaufstrecke ist integriert
- Der Transport erfolgt persönlich im PKW von Prüfstelle zu Prüfstelle
- Die Messstrecke ist permanent mit Prüfwasser gefüllt

Technische Daten der Messgeräte

Messsystem:	MID
Hersteller:	Krohne
TYP:	Optiflux 5300 C
Nenn Durchmesser:	DN 25
Baulänge:	430 mm
(incl. Ein-/Auslaufstrecke)	
max. Höhe:	ca. 300 mm
Anschluss:	DN 25 / PN 16/25/40 - Flansch
Nenn durchfluss:	q_p festgelegt auf 10,0 m ³ /h



Durchführung

- Die Durchflüsse müssen auf +/- 5 % genau eingeregelt werden. Der errechnete, mittlere Durchfluss darf nicht mehr als 2,5 % abweichen
- Die Prüfzeiten sind variabel (gravierender Unterschied zu 2010/2011) Es soll die kleinste Unsicherheit am jedem Messpunkt angestrebt werden
- Ringvergleich erfolgt durch Messmethode Vergleichsnormal gegen Waage
- Optional kann Vergleichsnormal gegen Referenzzähler (MID) vom Prüfstand gemessen werden. Die Teilnehmer werden gesondert ausgewertet
- Einbaureihenfolge: Zähler 1.a – Zähler 1.b = 10 Messreihen je 6 Messpunkte
- Einbaureihenfolge: Zähler 1.b – Zähler 1.a = 10 Messreihen je 6 Messpunkte
- 120 Messungen mit 240 Messergebnisse

Auswertung:

- 1) Darstellung der systematischen Messabweichung der Zähler als Funktion vom Volumenstrom jeweils von beiden Zählern an Position 1.1
- 2) Darstellung der Differenz der systematischen Messabweichungen zwischen Position 1.1 und 1.2 als Funktion vom Volumenstrom
- 3) Darstellung der systematischen Messabweichungen der Zähler zwischen Eingangsmessung und Schlussmessung als Funktion vom Volumenstrom



Position 1.1

Position 1.2

Auswertung:

1: En- Wert Methode

Der E_n -Wert wird nach Gleichung 2 bestimmt, der die Differenz des Referenzlabor-Ergebnisses zum jeweiligen Prüfstellenergebnis unter Einbeziehung der Messunsicherheit anzeigt. Die Berechnung des E_n -Wertes erfolgt pro Prüfling gemäß [ISO13528]:

$$E_n = \frac{|W_{ahr} - \bar{x}_i|}{\sqrt{MUS_{ref}^2 + MUS_{lab}^2}}$$

2: di-Wert Methode

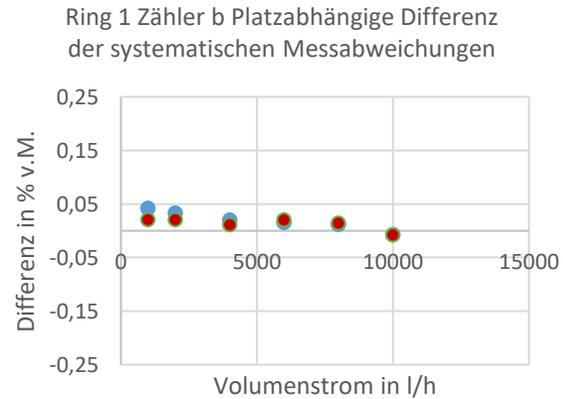
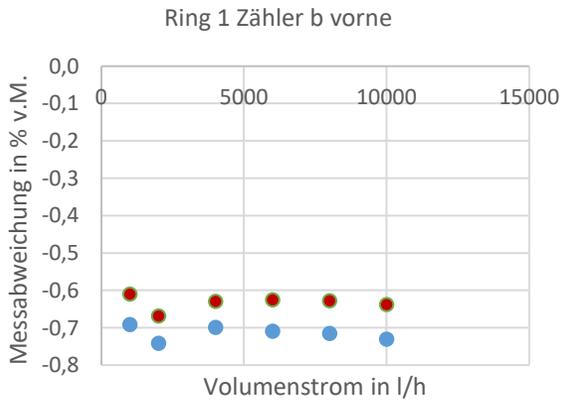
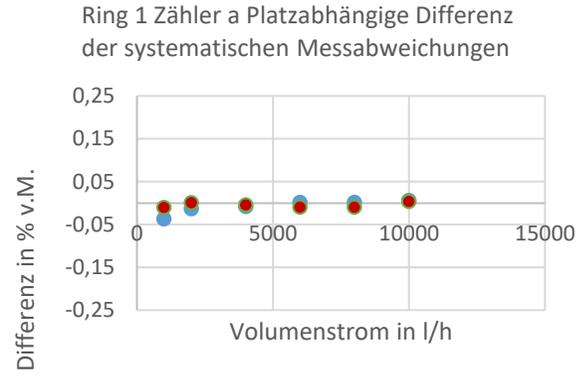
Die d_i -Wert-Methode liefert über Gleichung 1 eine individuelle Bewertung der zulässigen „laborspezifischen Abweichung d_i “ aus den Werten x_i vom gewichteten Mittelwert W_{ahr} der Gesamtverteilung mit ihren Standardunsicherheiten ($k=1$)

$$\left| \frac{W_{ahr} - \bar{x}_i}{\left(\frac{1}{5} MPE\right) : 2} \right| \leq 2$$

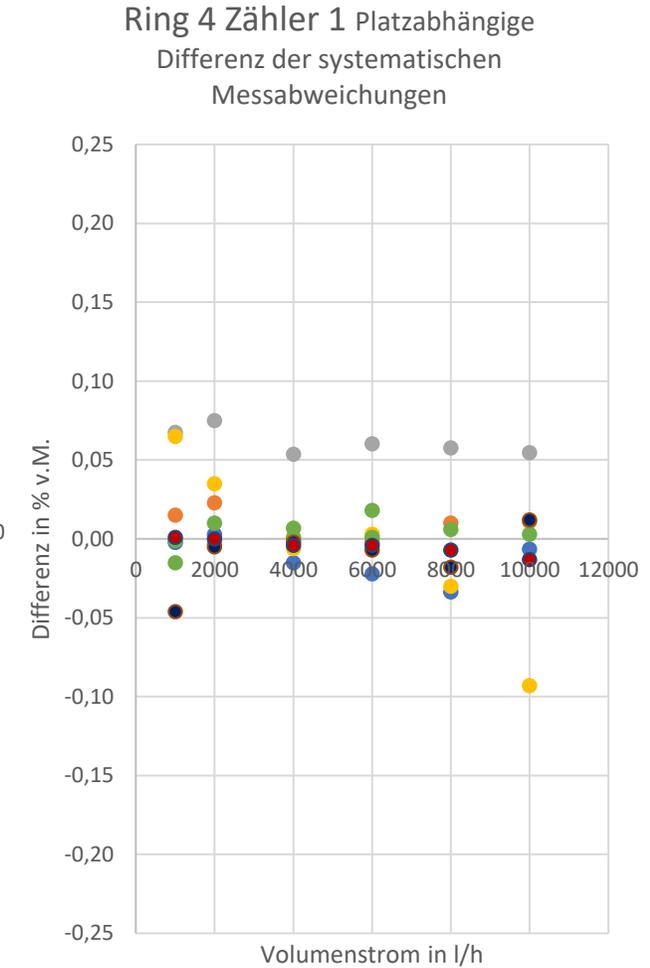
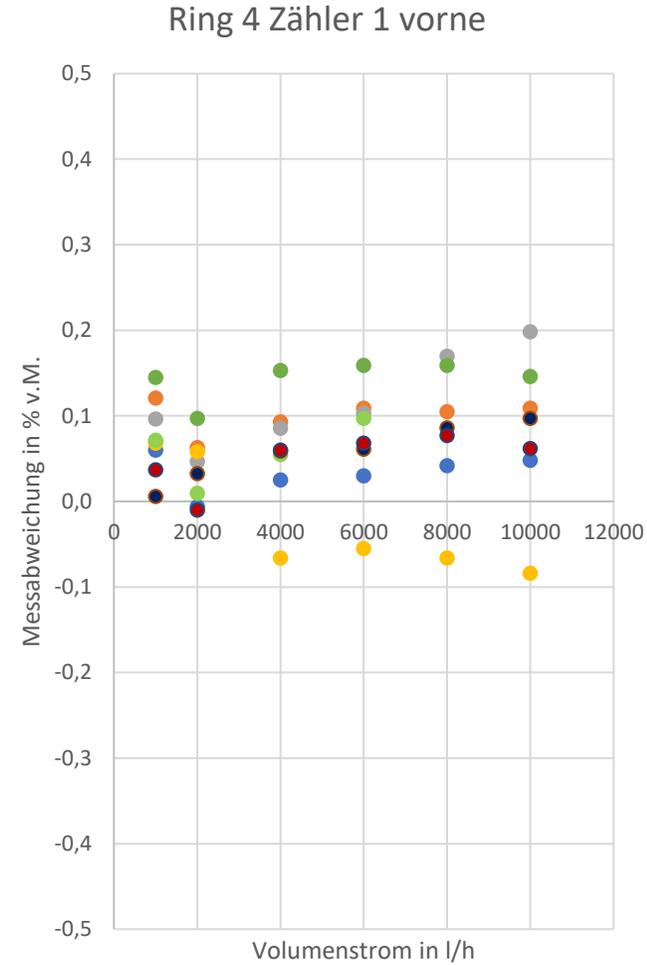
AGFW- Ringversuch Durchflusssensoren 2023 in staatlich anerkannten Prüfstellen für Wärme

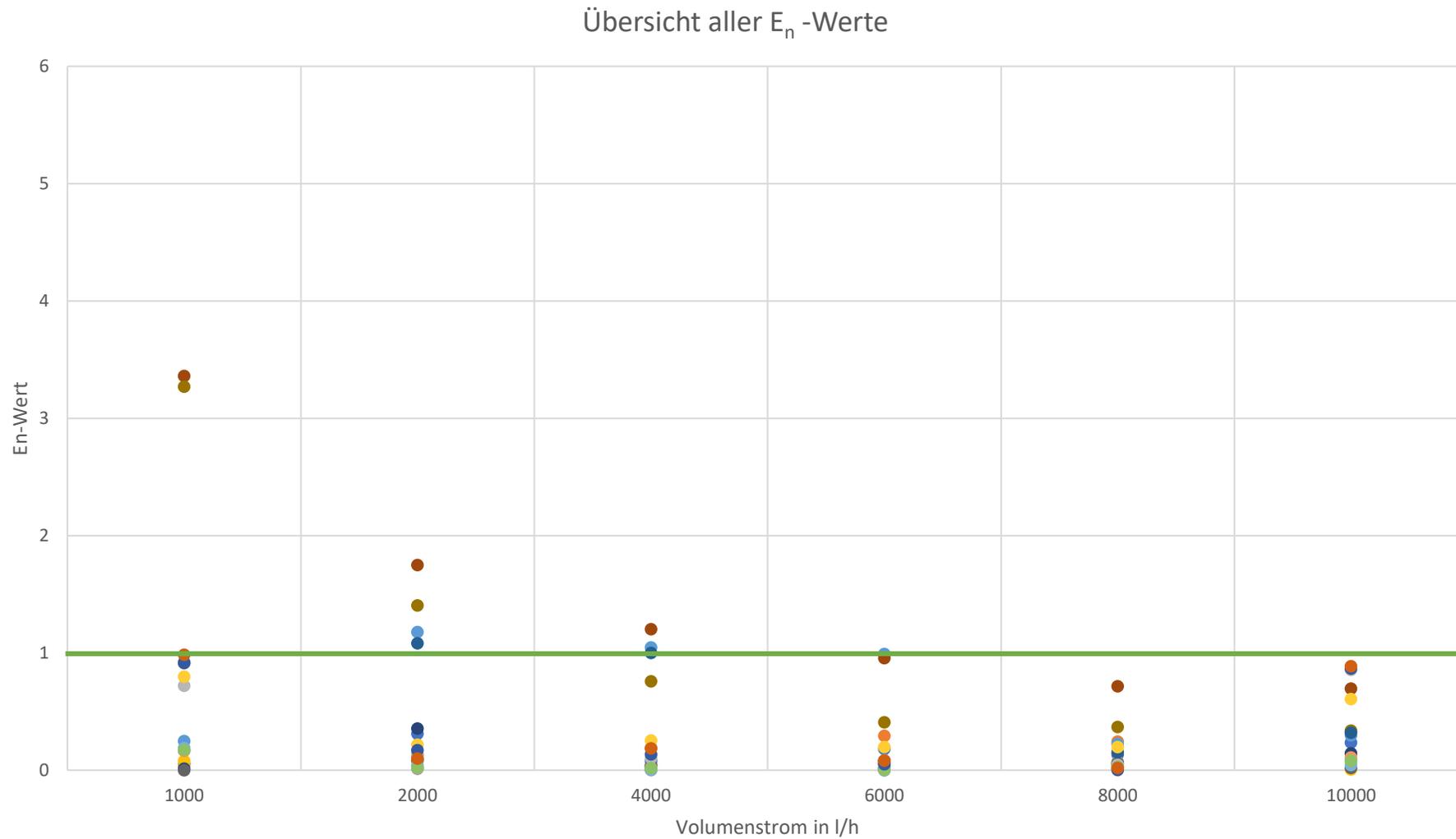
Ver- gleichs- normal	Prüfstel- len Nr.	Prüfpunkt	MUS Mittel- wert W_{Jahr1}	Referenzla- bor Mittel- wert W_{Jahr1}	MUS Labor X_i	Zähler		Std.Abw.		di Wert		EN Wert	
						Platz 1	Platz 2	Platz 1	Platz 2	Platz 1	Platz 2	Platz 1	Platz 2
2a	7	6.000 l/h	0,095%	-0,135%	0,076%	-0,154%	-0,151%	0,016%	0,026%	0,095	0,080	0,156	0,132
2a	7	4.000 l/h	0,085%	-0,121%	0,076%	-0,165%	-0,159%	0,015%	0,014%	0,221	0,191	0,388	0,336
2a	7	2.000 l/h	0,064%	-0,165%	0,090%	-0,167%	-0,177%	0,017%	0,018%	0,009	0,059	0,016	0,107
2a	7	1.000 l/h	0,056%	-0,169%	0,105%	-0,156%	-0,146%	0,011%	0,010%	0,066	0,116	0,111	0,195
2a	11	10.000 l/h	0,105%	-0,119%	0,080%	-0,119%	-0,061%	0,012%	0,008%	0,001	0,290	0,002	0,440
2a	11	8.000 l/h	0,105%	-0,114%	0,080%	-0,123%	-0,064%	0,006%	0,008%	0,044	0,250	0,067	0,379
2a	11	6.000 l/h	0,095%	-0,135%	0,070%	-0,113%	-0,048%	0,012%	0,006%	0,109	0,437	0,185	0,741
2a	11	4.000 l/h	0,085%	-0,121%	0,070%	-0,118%	-0,044%	0,007%	0,008%	0,015	0,386	0,026	0,701
2a	11	2.000 l/h	0,064%	-0,165%	0,070%	-0,104%	-0,018%	0,018%	0,016%	0,305	0,737	0,644	1,554
2a	11	1.000 l/h	0,056%	-0,169%	0,080%	-0,076%	-0,029%	0,018%	0,012%	0,468	0,702	0,959	1,439
2a	12	10.000 l/h	0,105%	-0,119%	0,370%	-0,028%	0,007%	0,013%	0,014%	0,456	0,629	0,237	0,327
2a	12	8.000 l/h	0,105%	-0,114%	0,370%	-0,063%	-0,020%	0,017%	0,015%	0,258	0,472	0,134	0,245
2a	12	6.000 l/h	0,095%	-0,135%	0,370%	-0,065%	-0,023%	0,013%	0,013%	0,351	0,562	0,184	0,294
2a	12	4.000 l/h	0,085%	-0,121%	0,360%	-0,091%	-0,050%	0,017%	0,010%	0,149	0,352	0,081	0,190
2a	12	2.000 l/h	0,064%	-0,165%	0,360%	-0,251%	-0,186%	0,019%	0,023%	0,427	0,102	0,234	0,056
2a	12	1.000 l/h	0,056%	-0,169%	0,370%	-0,136%	-0,095%	0,019%	0,023%	0,166	0,370	0,089	0,198
2a	13	10.000 l/h	0,105%	-0,119%	0,200%	-0,036%	-0,102%	0,013%	0,176%	0,416	0,087	0,368	0,077
2a	13	8.000 l/h	0,105%	-0,114%	0,200%	0,023%	-0,015%	0,025%	0,096%	0,688	0,494	0,609	0,438
2a	13	6.000 l/h	0,095%	-0,135%	0,200%	-0,044%	-0,042%	0,020%	0,104%	0,457	0,464	0,413	0,419
2a	13	4.000 l/h	0,085%	-0,121%	0,200%	-0,004%	-0,009%	0,007%	0,095%	0,585	0,561	0,538	0,516
2a	13	2.000 l/h	0,064%	-0,165%	0,200%	-0,090%	-0,039%	0,010%	0,059%	0,375	0,630	0,357	0,600
2a	13	1.000 l/h	0,056%	-0,169%	0,200%	-0,080%	-0,084%	0,017%	0,017%	0,448	0,427	0,432	0,411
2a	14	10.000 l/h	0,105%	-0,119%	0,400%	-0,112%	-0,116%	0,007%	0,012%	0,036	0,017	0,018	0,008
2a	14	8.000 l/h	0,105%	-0,114%	0,400%	-0,084%	-0,091%	0,009%	0,007%	0,152	0,114	0,074	0,055
2a	14	6.000 l/h	0,095%	-0,135%	0,400%	-0,100%	-0,113%	0,011%	0,012%	0,174	0,109	0,085	0,053

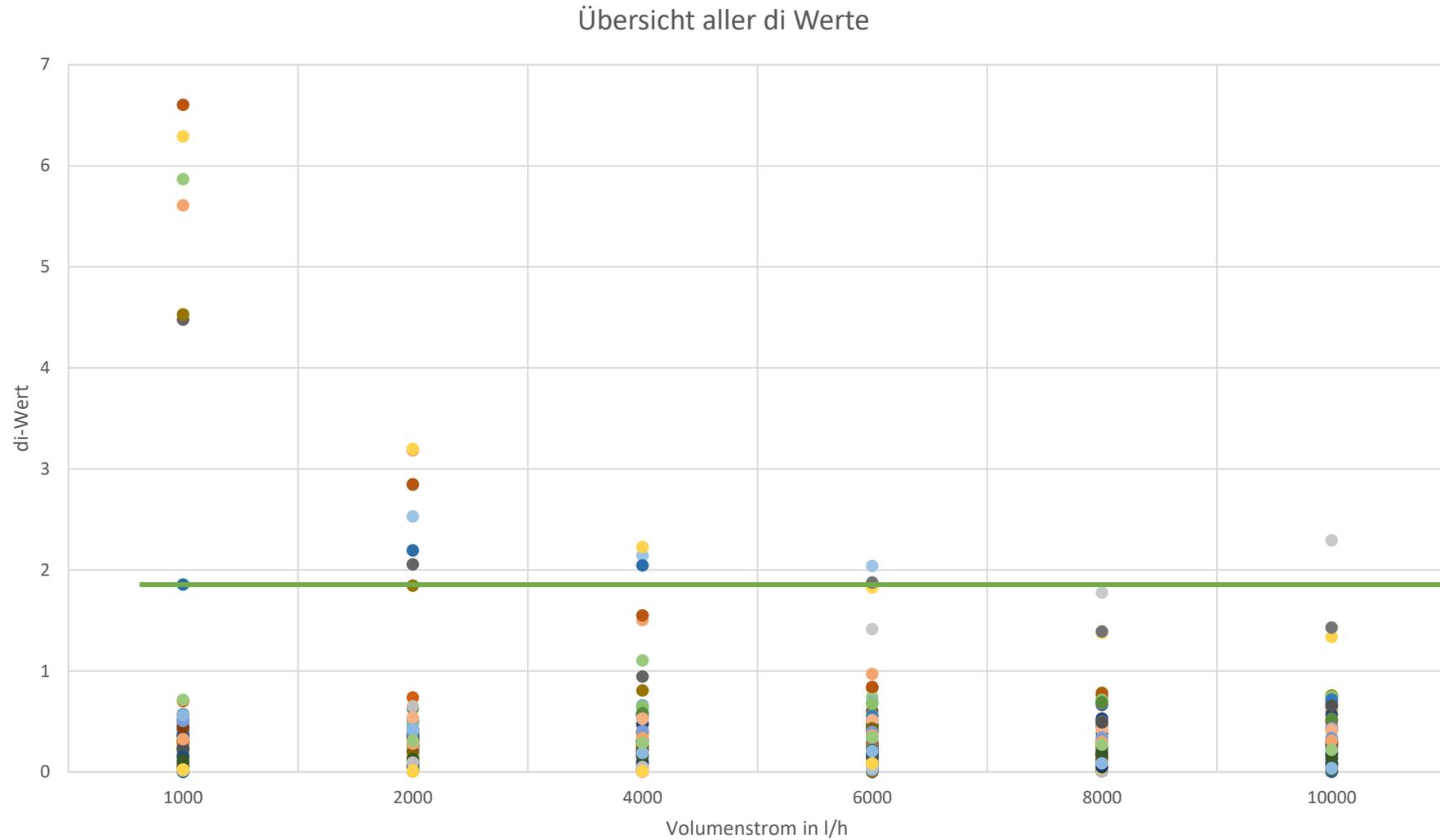
Referenzlabor – gute Übereinstimmung der Ein- und Ausgangsmessungen



Gutes Zusammenliegen der Ergebnisse im Ring







Ergebnisbewertung

Platzwechsel

Es zeigt sich, dass der Platzwechsel der Vergleichsnormale Einfluss auf die Messergebnisse hat und deshalb ist diese Prüfung auch im nachfolgenden Ringversuch notwendig. Auch die Nutzung eines Zwischenstückes zwischen den Prüflingen führte nicht einheitlich zu einer Reduzierung der Platzabhängigkeit. Dennoch sollten die Prüfvorschriften so geändert werden, dass immer ein Zwischenstück zu verwenden ist.

Durchflussbereich

Die Ergebnisse in den Ringen zeigen ein relativ gutes Zusammenliegen der Werte mit dem Referenzlabor. Allerdings haben einige Prüfpunkte Schwankungen, insbesondere die kleinen Durchflüsse fallen hier auf.

Messunsicherheit

Messunsicherheitsberechnung gemäß aktuellem Stand der GMP (nach GUM) durchführen und dabei die Prüf- und Validierungsverfahren für die Bestimmung der systematischen und zufälligen Messabweichungen berücksichtigen. Eine Betrachtung der Messunsicherheit mit Grenzwerten ist bei einem Vergleich der Prüflabore nicht zielführend.

Vergleichsnormale

Zähler sind grundsätzlich geeignet für die Ringvergleiche, scheinen messstabil zu sein, erster Zähler keine nennenswerte Messabweichung, 2.ter Zähler zeigt eine kleine Messabweichung $< 0,05 \% \text{ v.M.}$

Ergebnisse der Ringe

Differenz der Messabweichungen je nach Einbausituation an Position 1 oder an Position 2 typischerweise kleiner als $\pm 0,05 \% \text{ v.M.}$
Messabweichungen liegen im Vergleich zueinander je Ring zumeist in einem Bereich von $0,15 \% \text{ v.M.}$

measure the facts

technology driven by KROHNE



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

