

6. EMATEM-Sommerschule 2010

HYDROMETER

Statistische Methoden zur Optimierung von Reihenprüfungen



DIEHL
Metering

 smart in solutions

Vortragender: Günter Schönamsgruber

**Es gibt drei Arten von Lügen,
die einfache Lüge,
die verdammte Lüge
und die Statistik.**

Benjamin Disraelis (britischer Premierminister)
(Leonard Henry Courtney)

Optimierung von Reihenprüfungen

Verschiedene Verfahren:

- **ISOPLOTSM**

graphisches Verfahren nach Dorian Shainin
entwickelt zur Überprüfung von Messmitteln

- **Wiederholprüfungen**

IsoPlotSM

- **Warum man das IsoPlot verwendet?**
 - Eingangswerkzeug bei technischen Problemlösungen nach D. Shainin
 - Bestimmung der Wirksamkeit eines Prüfsystems
 - Ermittlung der Störgrößen bei der Prüfung
 - Einfach und schnell vor Ort anwendbar
 - Baut auf statistischen Grundlagen auf
- **Was bewirkt ein IsoPlot?**
 - Gemeinsame Sprache bei Beurteilung von Prüfsystemen
 - Zusätzliche Informationen über die Produktstreuung, d.h. Aussagen zur Prozesssicherheit (fähig, beherrscht)
- **Wie erstellt man ein IsoPlot?**
 - 30 gekennzeichnete Teile
 - den Zufall spielen lassen
 - zwei Messreihen durchführen, evtl. mit Variation der Prüf- und Umgebungsparameter
 - graphische Auswertung
 - Lesen der IsoPlots → Schlussfolgerungen → Maßnahmen

Erstellung eines IsoPlot

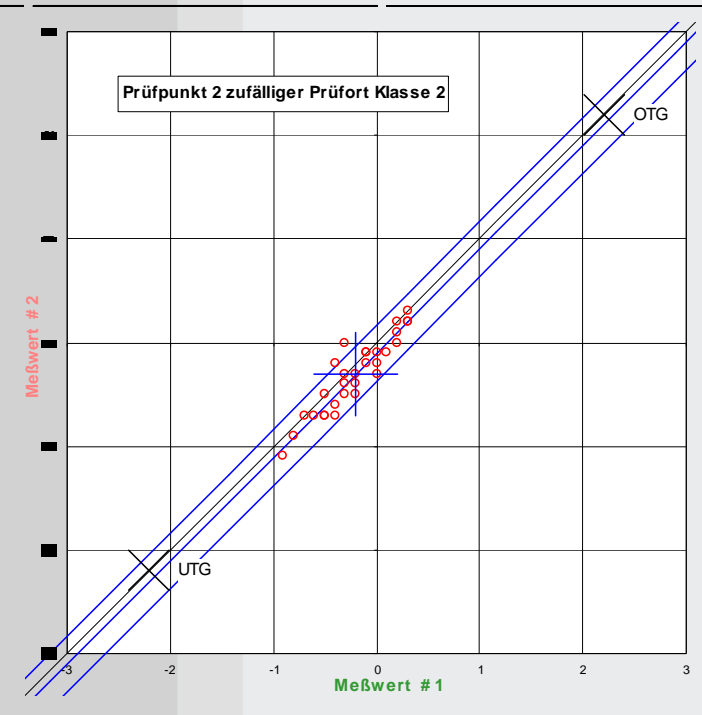
- Zufällige Entnahme von 30 Zähler aus der Produktion
- Die 30 Zähler in zufälliger Reihenfolge prüfen
- Die 30 Zähler in gleicher Aufspannung erneut prüfen

Nr.	Meßwerte	
	# 1	# 2
1	0,1	-0,1
2	0,2	0,1
3	-0,3	-0,5
4	-0,5	-0,7
5	-0,4	-0,7
6	-0,2	-0,5
7	-0,7	-0,7
8	0,2	0
9	-0,6	-0,7
10	-0,5	-0,5
11	-0,5	-0,7
12	-0,2	-0,4
13	-0,3	-0,4
14	0,3	0,2
15	0	-0,2
16	0,3	0,2
17	-0,1	-0,1
18	0,2	0,2
19	-0,3	-0,3
20	-0,3	0
21	-0,4	-0,6
22	-0,8	-0,9
23	0	-0,3
24	0	-0,1
25	0,3	0,3
26	-0,9	-1,1
27	-0,2	-0,3
28	-0,1	-0,1
29	-0,1	-0,2
30	-0,4	-0,2

Die 30 Messwertpaare als Punkte in ein Diagramm eintragen

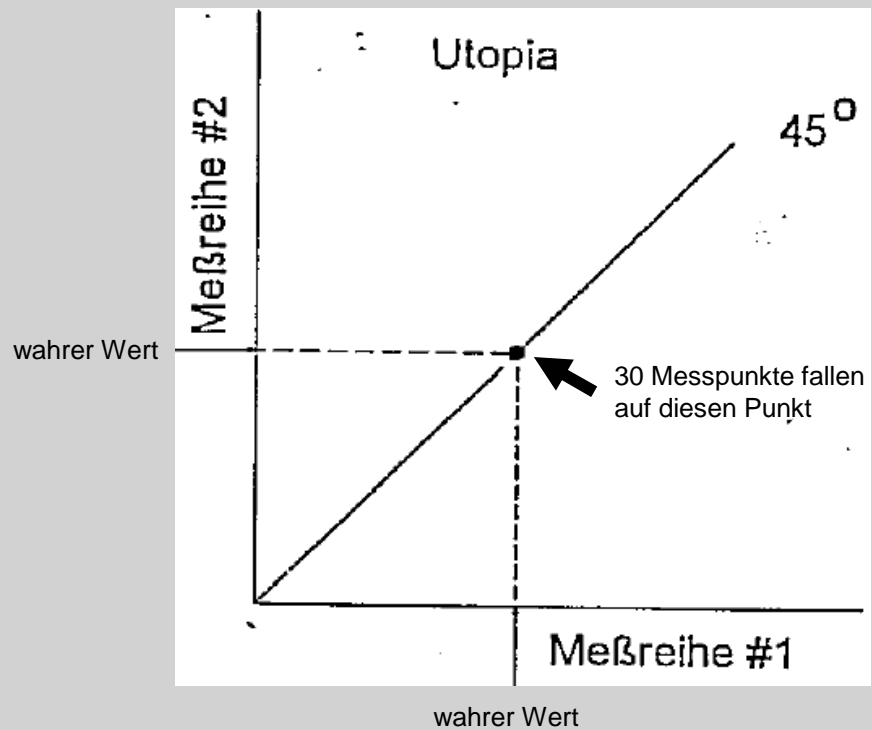
HYDROMETER

- Die Skalierung nach unterer und oberer MPE eintragen
- Für beide Achsen denselben Maßstab verwenden
- Die Punkte einzeichnen
- Eine Mittellinie einzeichnen
(Die Linie soll durch möglichst viele Punkte hindurchgehen. Ungefähr die Hälfte der restlichen Punkte sollte auf jeder Seite liegen. Ein einzelner Ausreißer an einem Ende darf die Position der Linie nicht zu stark beeinflussen)
- Der am weitesten von der Mittellinie entfernte Punkt kann als Ausreißer betrachtet werden und geht in der weiteren Auswertung nicht mit ein (Ausreißer kennzeichnen, nicht aus dem Diagramm entfernen)
- Parallel zur Mittellinie eine Linie durch den jetzt noch am weitesten entfernten Punkt zeichnen
- Die Enden mit Halbkreisen abschließen, die gerade die Extrempunkte der Länge einschließen
- ΔM messen / berechnen
- I aus Toleranzen ermitteln oder I messen, dann Kennzahl berechnen



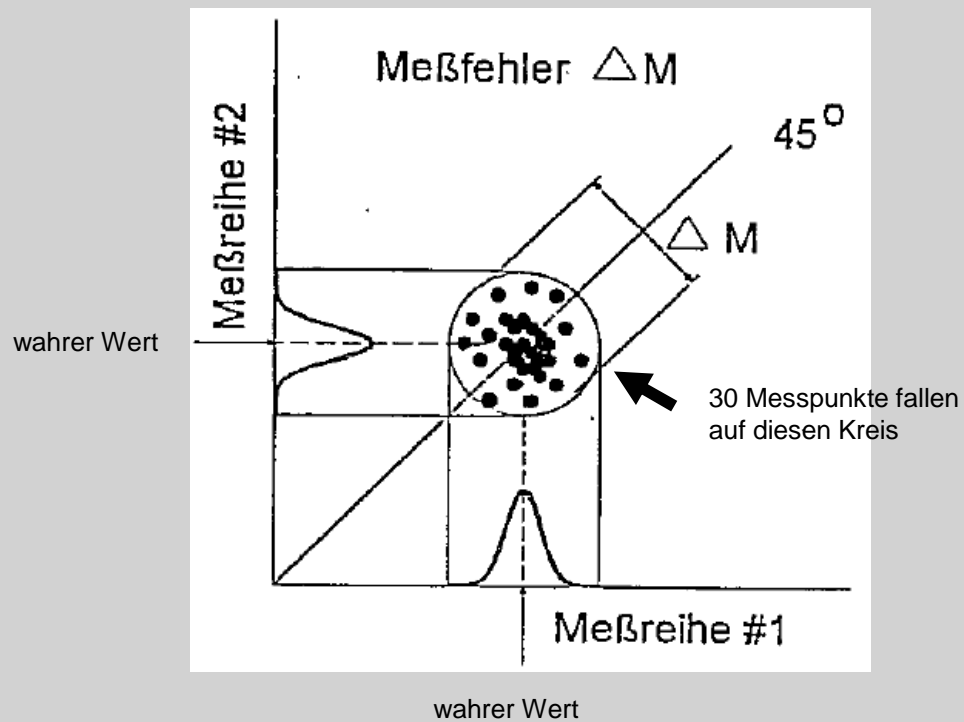
IsoPlot Logik

- ohne Messfehler und ohne Produktstreuung



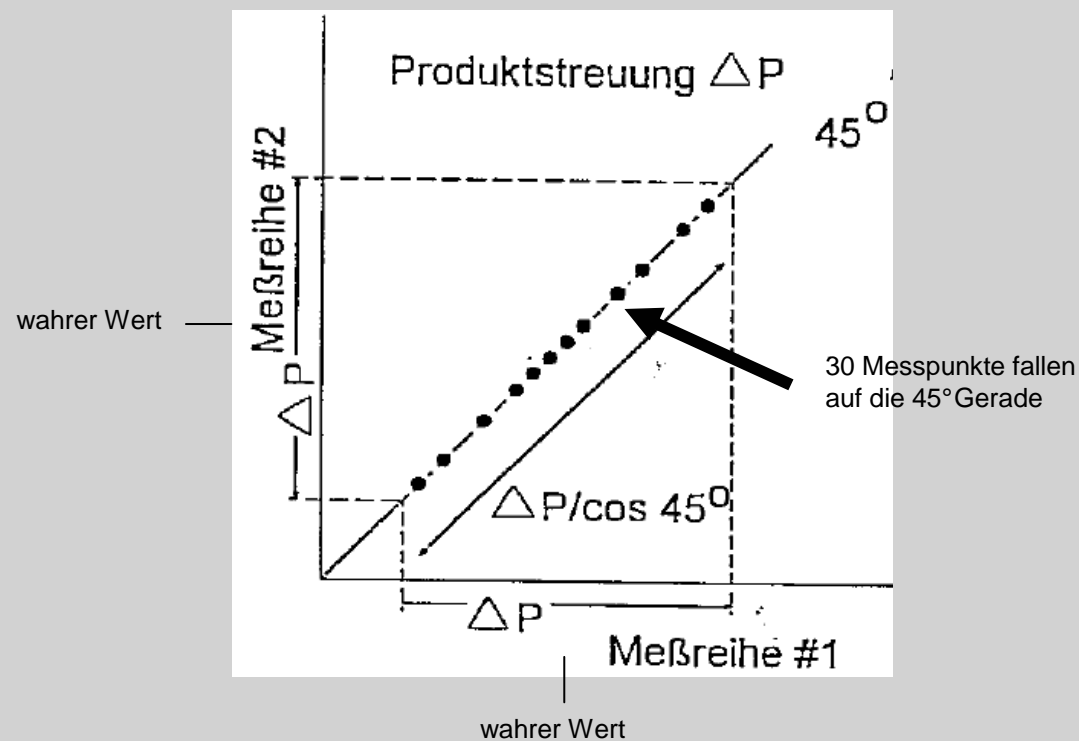
IsoPlot Logik

- Messfehler (-ungenauigkeit) ohne Produktstreuung



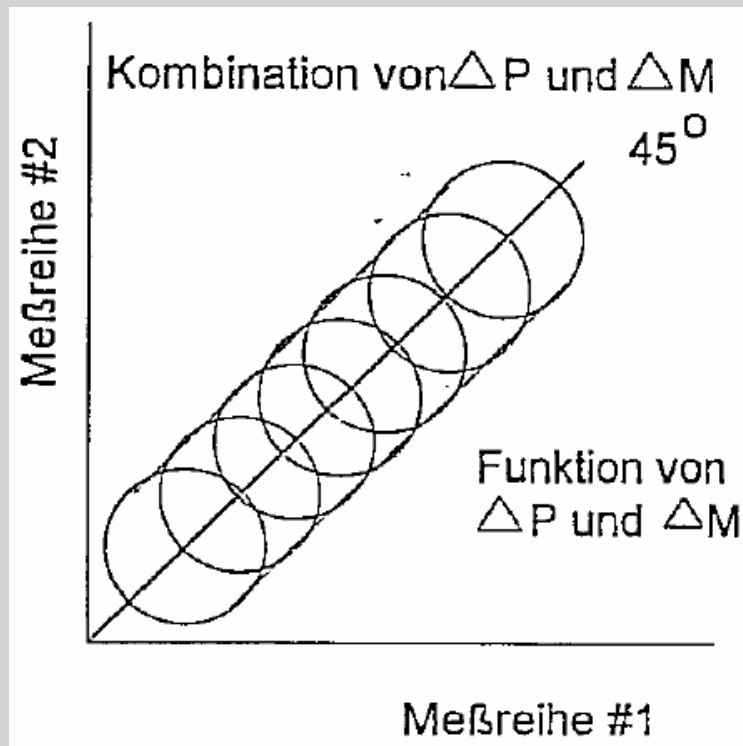
IsoPlot Logik

- Produktstreuung ohne Messfehler (-ungenauigkeit)

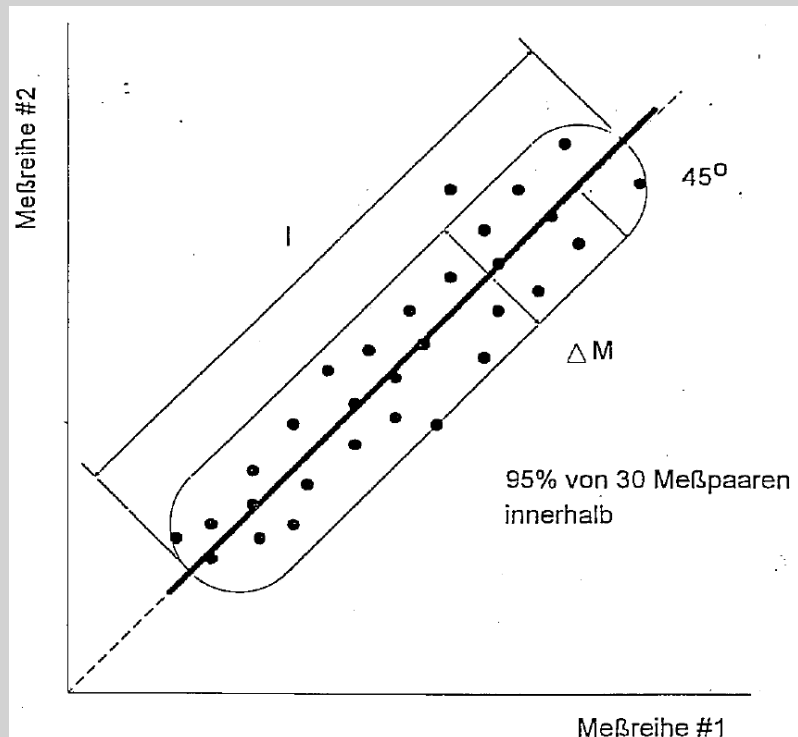


IsoPlot Logik

- Messfehler (-ungenauigkeit) und Produktstreuung



IsoPlot Logik



$$l = \sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\cos(45^\circ)}\right)^2 + (\Delta M^2)}$$

$$\frac{l}{\Delta M} \geq 7$$

Beispiel 1:

Ultraschallwärmehähler
qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 1500 l/h

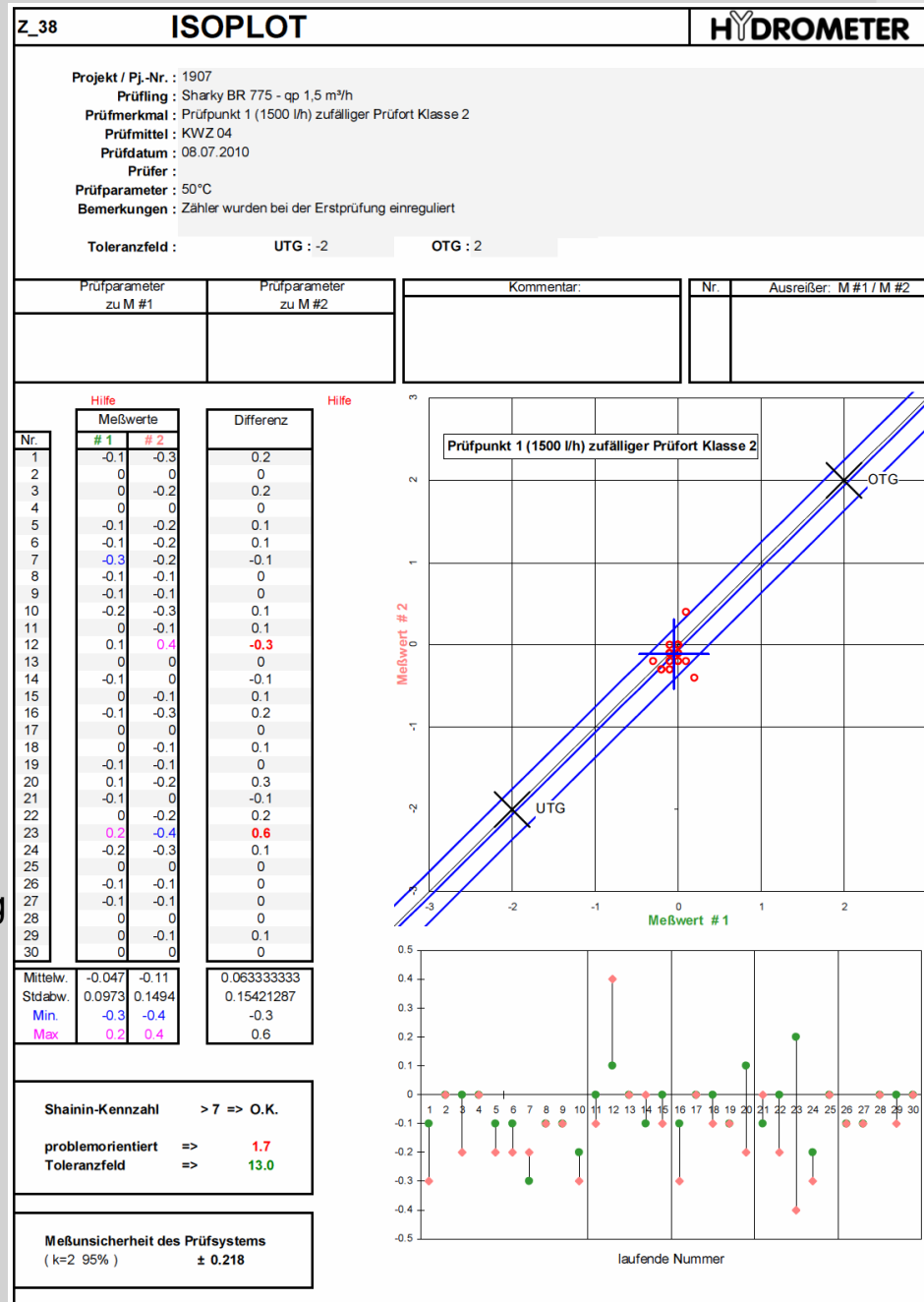
Einspannstücke:
DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
Aus-/Einspannen zufälliger
Prüfart

Kennzahlen:

problemorientiert =
bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
bezogen auf EFG



HYDROMETER

Beispiel 1:

Ultraschallwärmehähler
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchfluß: 1500 l/h

Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen zufälliger
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG

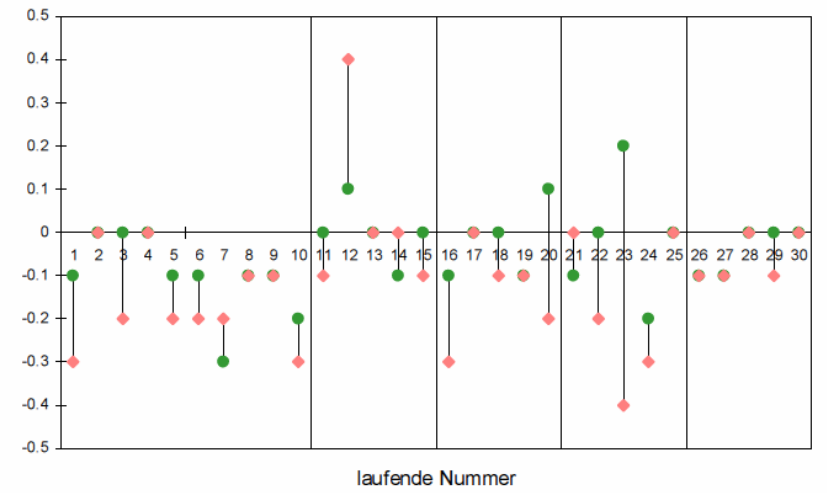
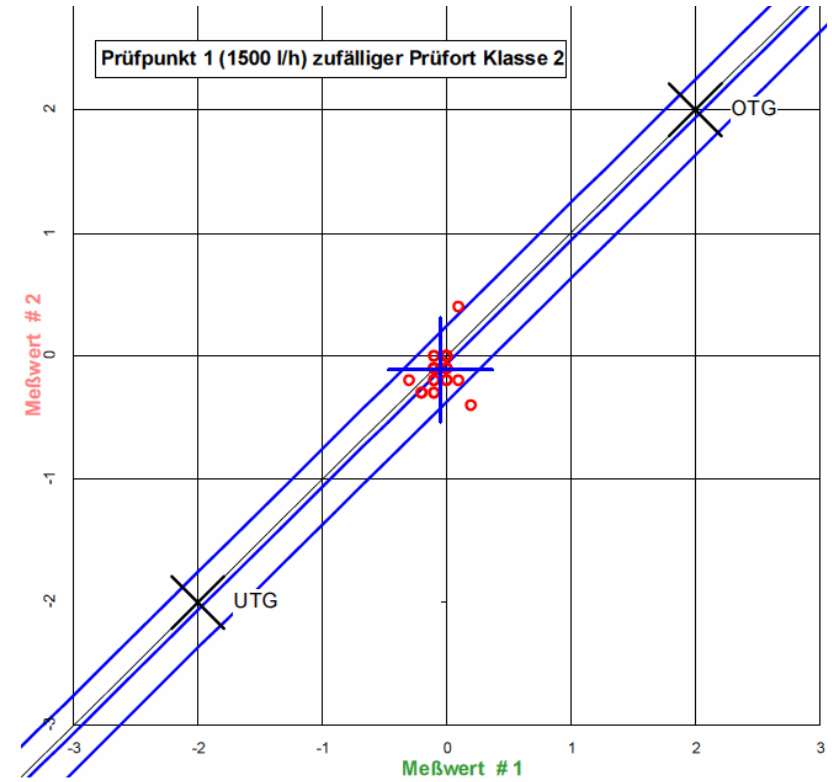


Nr.	Meßwerte		Differenz
	# 1	# 2	
1	-0.1	-0.3	0.2
2	0	0	0
3	0	-0.2	0.2
4	0	0	0
5	-0.1	-0.2	0.1
6	-0.1	-0.2	0.1
7	-0.3	-0.2	-0.1
8	-0.1	-0.1	0
9	-0.1	-0.1	0
10	-0.2	-0.3	0.1
11	0	-0.1	0.1
12	0.1	0.4	-0.3
13	0	0	0
14	-0.1	0	-0.1
15	0	-0.1	0.1
16	-0.1	-0.3	0.2
17	0	0	0
18	0	-0.1	0.1
19	-0.1	-0.1	0
20	0.1	-0.2	0.3
21	-0.1	0	-0.1
22	0	-0.2	0.2
23	0.2	-0.4	0.6
24	-0.2	-0.3	0.1
25	0	0	0
26	-0.1	-0.1	0
27	-0.1	-0.1	0
28	0	0	0
29	0	-0.1	0.1
30	0	0	0

Mittelw.	-0.047	-0.11	0.063333333
Stdabw.	0.0973	0.1494	0.15421287
Min.	-0.3	-0.4	-0.3
Max	0.2	0.4	0.6

Shainin-Kennzahl	> 7 => O.K.
problemorientiert	=> 1.7
Toleranzfeld	=> 13.0

Meßunsicherheit des Prüfsystems (k=2 95%)	± 0.218
--	---------



Beispiel 2:

Ultraschallwärmehähler
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchfluß: 150 l/h

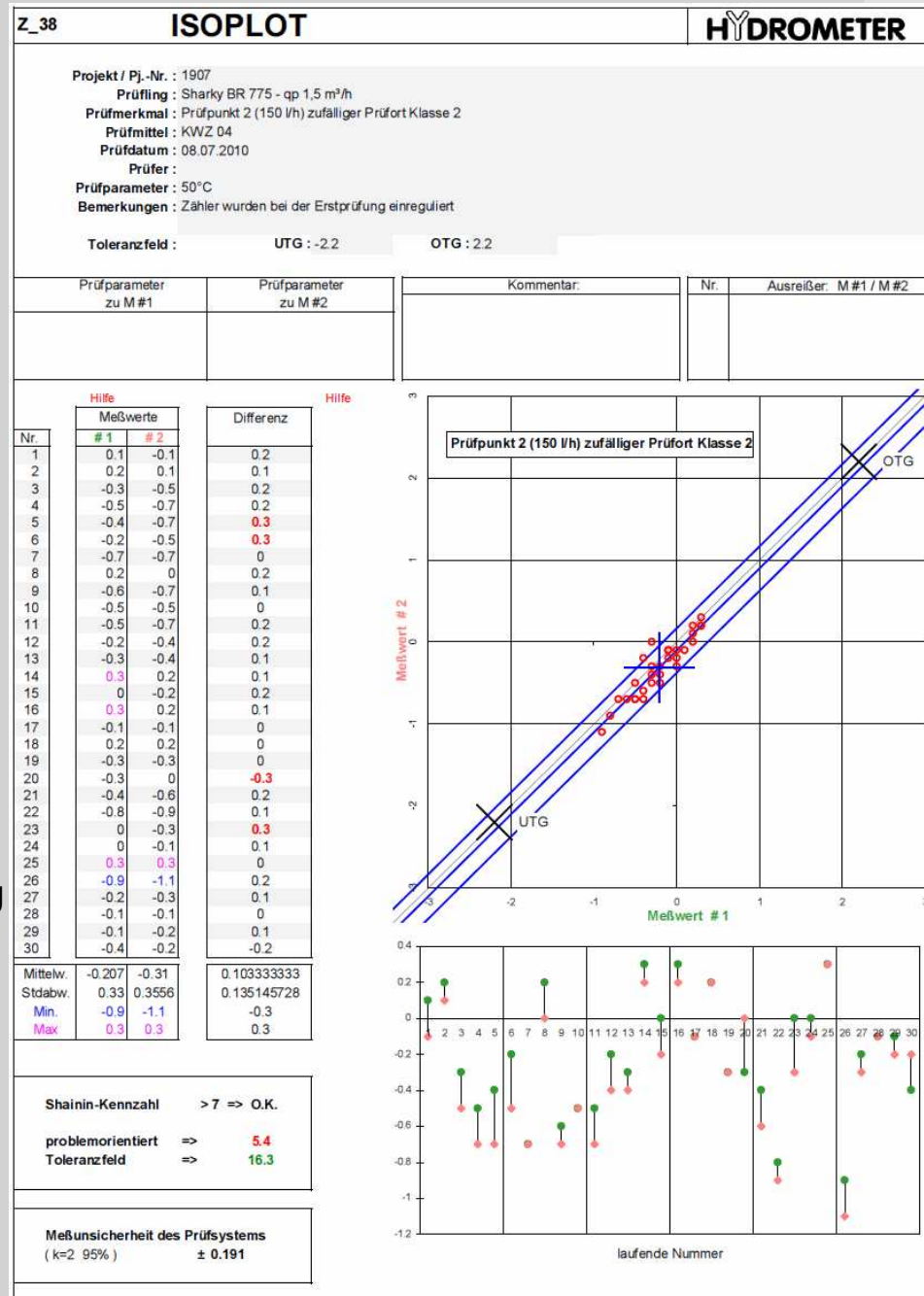
Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen zufälliger
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG



Projekt / Pj.-Nr. : 1907
 Prüfling : Sharky BR 775 - qp 1,5 m³/h
 Prüfmerkmal : Prüfpunkt 3 (15 l/h) zufälliger Prüfort Klasse 2
 Prüfmittel : KWZ 04
 Prüfdatum : 08.07.2010
 Prüfer :
 Prüfparameter : 50°C
 Bemerkungen : Zähler wurden bei der Erstprüfung einreguliert

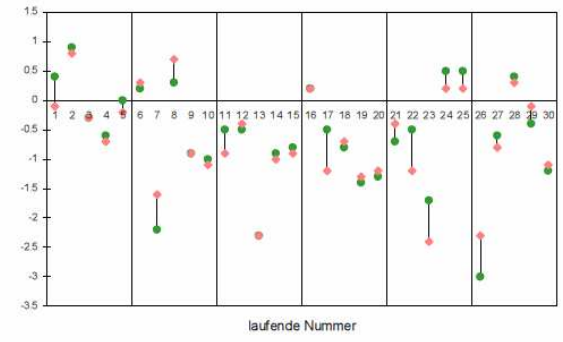
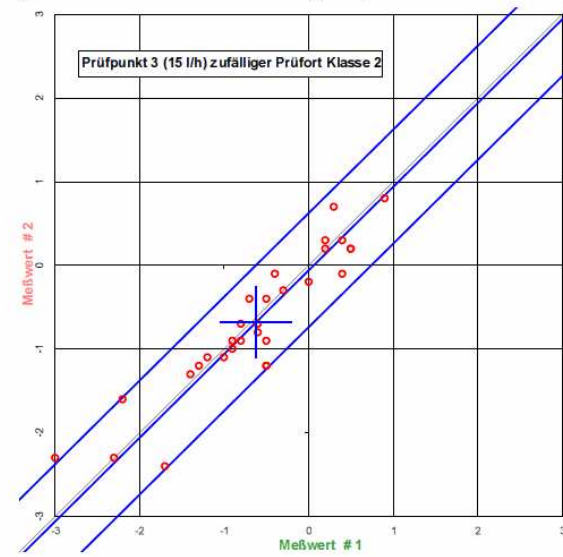
Toleranzfeld : UTG : -4 OTG : 4

Prüfparameter zu M #1	Prüfparameter zu M #2	Kommentar:	Nr.	Ausreißer: M #1 / M #2

Nr.	Meßwerte		Differenz
	# 1	# 2	
1	0.4	-0.1	0.5
2	0.9	0.8	0.1
3	-0.3	-0.3	0
4	-0.6	-0.7	0.1
5	0	-0.2	0.2
6	0.2	0.3	-0.1
7	-2.2	-1.6	-0.6
8	0.3	0.7	-0.4
9	-0.9	-0.9	0
10	-1	-1.1	0.1
11	-0.5	-0.9	0.4
12	-0.5	-0.4	-0.1
13	-2.3	-2.3	0
14	-0.9	-1	0.1
15	-0.8	-0.9	0.1
16	0.2	0.2	0
17	-0.5	-1.2	0.7
18	-0.8	-0.7	-0.1
19	-1.4	-1.3	-0.1
20	-1.3	-1.2	-0.1
21	-0.7	-0.4	-0.3
22	-0.5	-1.2	0.7
23	-1.7	-2.4	0.7
24	0.5	0.2	0.3
25	0.5	0.2	0.3
26	-3	-2.3	-0.7
27	-0.6	-0.8	0.2
28	0.4	0.3	0.1
29	-0.4	-0.1	-0.3
30	-1.2	-1.1	-0.1
Mittelw.	-0.623	-0.68	0.05666667
Stdabw.	0.9024	0.8389	0.340064227
Min.	-3	-2.4	-0.7
Max.	0.9	0.8	0.7

Shainin-Kennzahl > 7 => O.K.
 problemorientiert => 5.4
 Toleranzfeld => 11.8

Meßunsicherheit des Prüfsystems
 (k=2 95%) ± 0.481



Beispiel 3:

Ultraschallwärmehähler
 qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 6 l/h

Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

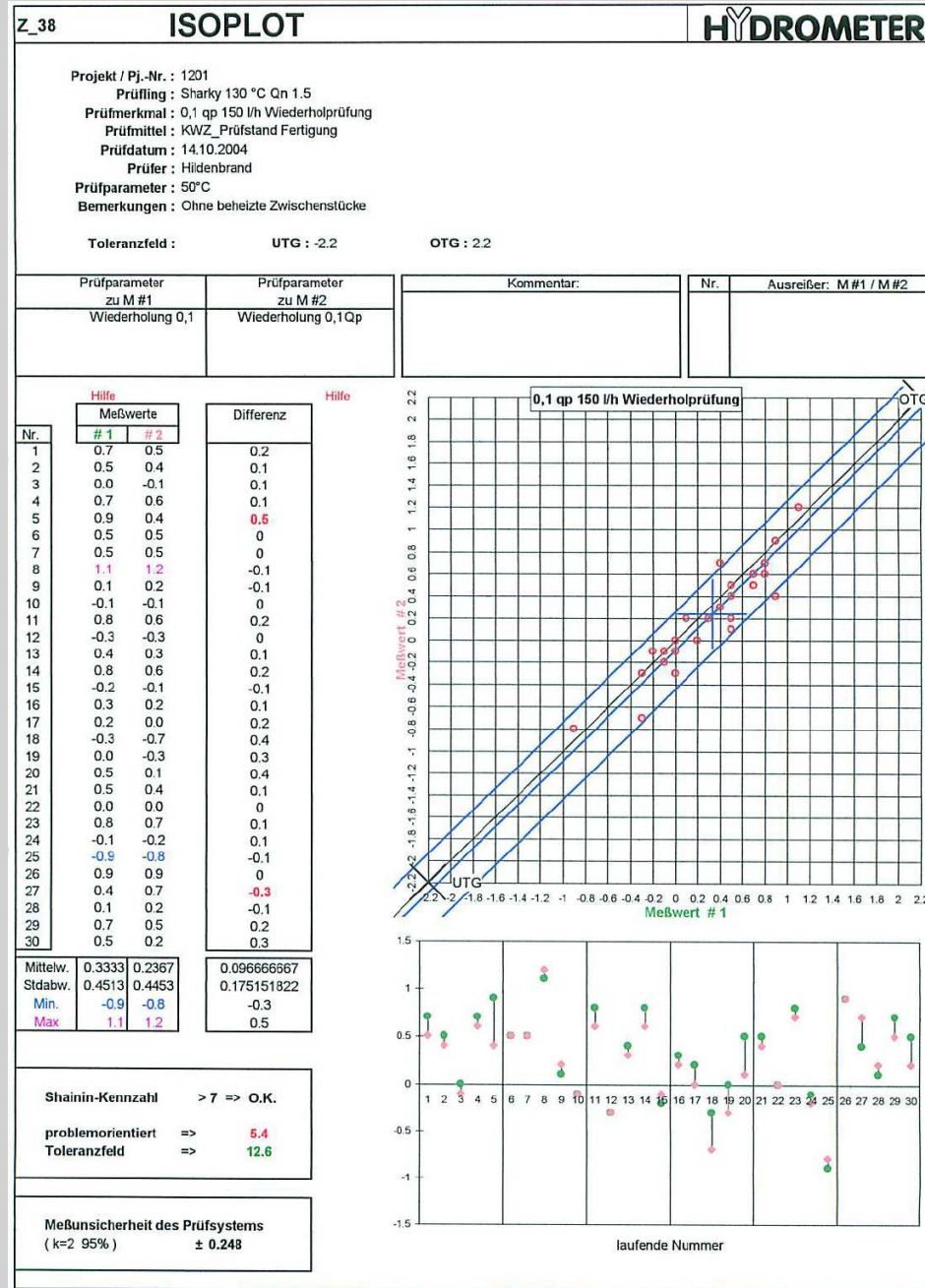
Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen zufälliger
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG





Beispiel 4:

Ultraschallwärmehähler
 qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 150 l/h

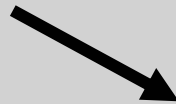
Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 ohne Ausspannung
 wiederholt

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Messwerte

Toleranzorientiert =
 bezogen auf EFG



Beispiel 4:

Ultraschallwärmehähler
 qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 150 l/h

Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 ohne Ausspannung
 wiederholt

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Messwerte

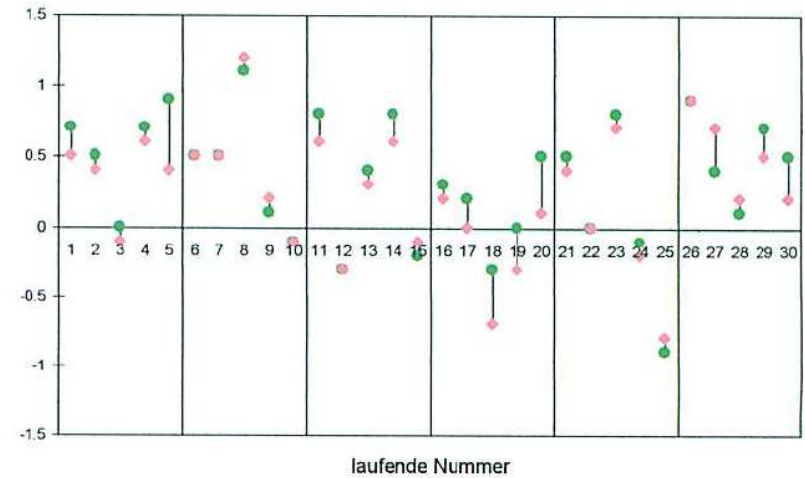
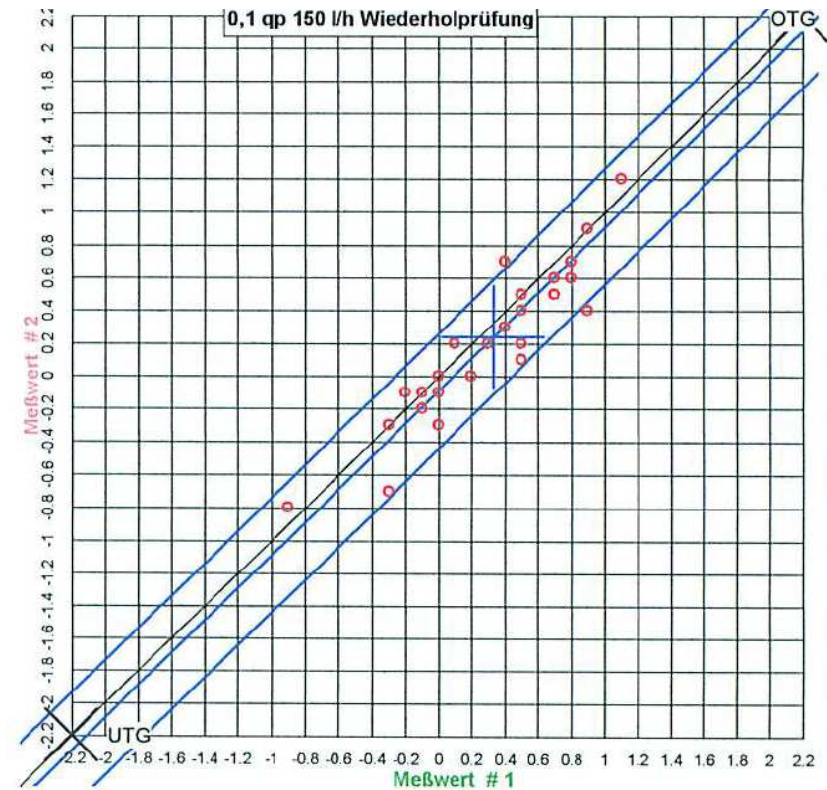
Toleranzorientiert =
 bezogen auf EFG

Nr.	Hilfe Messwerte		Differenz
	# 1	# 2	
	1	0.7	
2	0.5	0.4	0.1
3	0.0	-0.1	0.1
4	0.7	0.6	0.1
5	0.9	0.4	0.5
6	0.5	0.5	0
7	0.5	0.5	0
8	1.1	1.2	-0.1
9	0.1	0.2	-0.1
10	-0.1	-0.1	0
11	0.8	0.6	0.2
12	-0.3	-0.3	0
13	0.4	0.3	0.1
14	0.8	0.6	0.2
15	-0.2	-0.1	-0.1
16	0.3	0.2	0.1
17	0.2	0.0	0.2
18	-0.3	-0.7	0.4
19	0.0	-0.3	0.3
20	0.5	0.1	0.4
21	0.5	0.4	0.1
22	0.0	0.0	0
23	0.8	0.7	0.1
24	-0.1	-0.2	0.1
25	-0.9	-0.8	-0.1
26	0.9	0.9	0
27	0.4	0.7	-0.3
28	0.1	0.2	-0.1
29	0.7	0.5	0.2
30	0.5	0.2	0.3

Mittelw.	0.3333	0.2367	0.096666667
Stdabw.	0.4513	0.4453	0.175151822
Min.	-0.9	-0.8	-0.3
Max	1.1	1.2	0.5

Shainin-Kennzahl	> 7 => O.K.
problemorientiert	=> 5.4
Toleranzfeld	=> 12.6

Meßunsicherheit des Prüfsystems (k=2 95%)	± 0.248
--	---------



Beispiel 5:

Ultraschallwärmehähler
qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 150 l/h

Einspannstücke:
DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
Aus-/Einspannen gleicher
Prüfört

Kennzahlen:

problemorientiert =
bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
bezogen auf EFG



Z_38		ISOPLOT		HYDROMETER				
Projekt / Pj.-Nr.: 1201 Prüfling: Sharky 130 °C Qn 1.5 Prüfmerkmal: 0,1 qp 150 l/h Ein-Ausspannen gleicher Prüfört Prüfmittel: KWZ_Prüfstand Fertigung Prüfdatum: 14.10.2004 Prüfer: Hildenbrand Prüfparameter: 50°C Bemerkungen: Ohne beheizte Zwischenstücke								
Toleranzfeld:		UTG: -2.2	OTG: 2.2					
Prüfparameter zu M #1	Prüfparameter zu M #2	Kommentar:	Nr.	Ausreißer: M #1 / M #2				
Wiederholung 0,1	Ein-Aus 0,1 Qp							
Nr.	Hilfe #1 #2 Meßwerte	Differenz	Hilfe					
1	0.7 0.4	0.3						
2	0.5 0.4	0.1						
3	0.0 -0.2	0.2						
4	0.7 0.5	0.2						
5	0.9 0.4	0.5						
6	0.5 0.4	0.1						
7	0.5 0.3	0.2						
8	1.1 1.2	-0.1						
9	0.1 0.1	0						
10	-0.1 -0.2	0.1						
11	0.8 0.6	0.2						
12	-0.3 -0.4	0.1						
13	0.4 0.2	0.2						
14	0.8 0.4	0.4						
15	-0.2 -0.2	0						
16	0.3 0.2	0.1						
17	0.2 0.0	0.2						
18	-0.3 -0.8	0.5						
19	0.0 -0.2	0.2						
20	0.5 0.2	0.3						
21	0.5 0.2	0.3						
22	0.0 0.1	-0.1						
23	0.8 0.7	0.1						
24	-0.1 -0.3	0.2						
25	-0.9 -1.1	0.2						
26	0.9 0.7	0.2						
27	0.4 0.6	-0.2						
28	0.1 0.0	0.1						
29	0.7 0.3	0.4						
30	0.5 0.3	0.2						
Mittelw.	0.3333 0.16	0.1733333333						
Stababw.	0.4513 0.4598	0.161743376						
Min.	-0.9 -1.1	-0.2						
Max.	1.1 1.2	0.5						
Shainin-Kennzahl	> 7 => O.K.							
problemorientiert	=> 6.0							
Toleranzfeld	=> 13.6							
Meßunsicherheit des Prüfsystems (k=2 95%)		± 0.229						

HYDROMETER

Beispiel 5:

Ultraschallwärmehähler
 qp= 1,5 m³/h

Durchfluß: 150 l/h

Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen gleicher
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

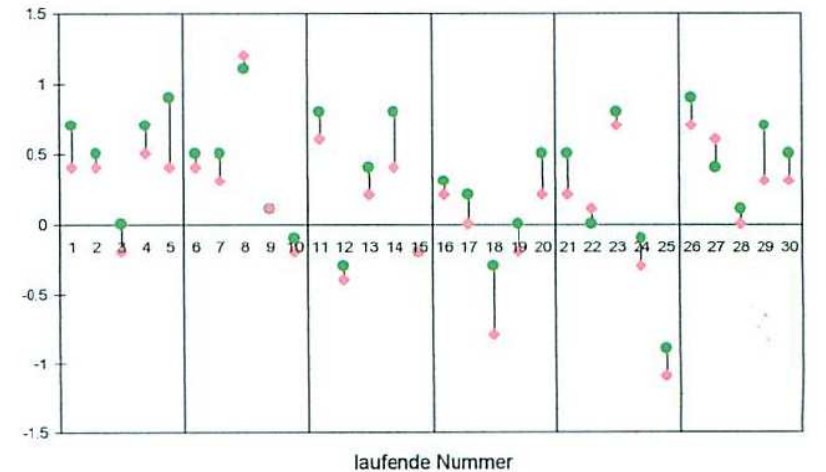
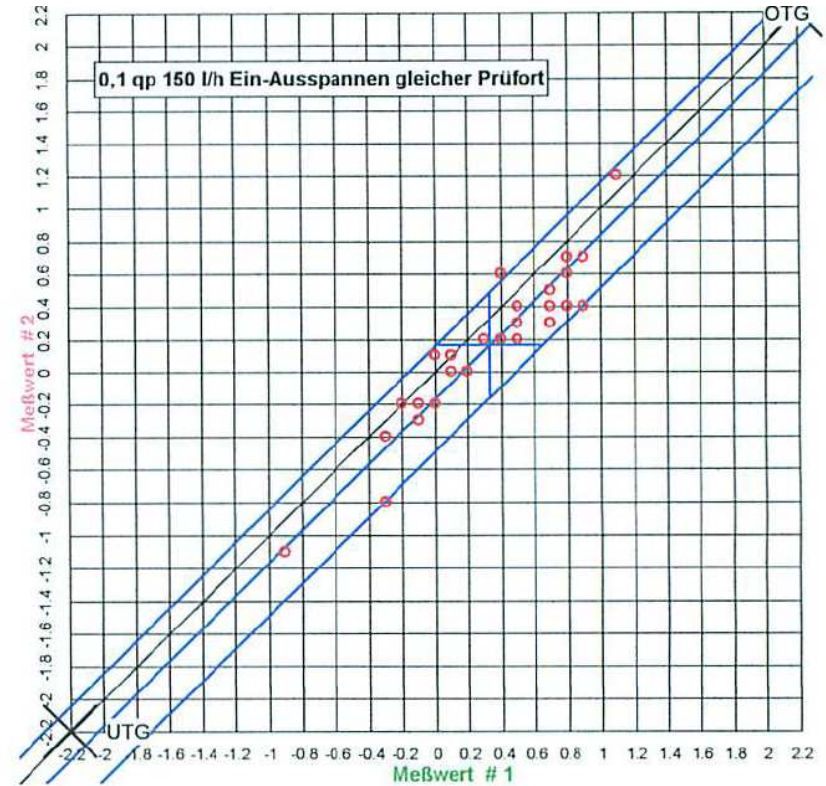
Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG

Nr.	Meßwerte		Differenz
	# 1	# 2	
1	0.7	0.4	0.3
2	0.5	0.4	0.1
3	0.0	-0.2	0.2
4	0.7	0.5	0.2
5	0.9	0.4	0.5
6	0.5	0.4	0.1
7	0.5	0.3	0.2
8	1.1	1.2	-0.1
9	0.1	0.1	0
10	-0.1	-0.2	0.1
11	0.8	0.6	0.2
12	-0.3	-0.4	0.1
13	0.4	0.2	0.2
14	0.8	0.4	0.4
15	-0.2	-0.2	0
16	0.3	0.2	0.1
17	0.2	0.0	0.2
18	-0.3	-0.8	0.5
19	0.0	-0.2	0.2
20	0.5	0.2	0.3
21	0.5	0.2	0.3
22	0.0	0.1	-0.1
23	0.8	0.7	0.1
24	-0.1	-0.3	0.2
25	-0.9	-1.1	0.2
26	0.9	0.7	0.2
27	0.4	0.6	-0.2
28	0.1	0.0	0.1
29	0.7	0.3	0.4
30	0.5	0.3	0.2

Mittelw.	0.3333	0.16	0.173333333
Stdabw.	0.4513	0.4598	0.161743376
Min.	-0.9	-1.1	-0.2
Max.	1.1	1.2	0.5

Shainin-Kennzahl	> 7 => O.K.
problemorientiert	=> 6.0
Toleranzfeld	=> 13.6

Meßunsicherheit des Prüfsystems (k=2 95%)	± 0.229
--	---------



Beispiel 6:

Ultraschallwärmehähler
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchfluß: 150 l/h

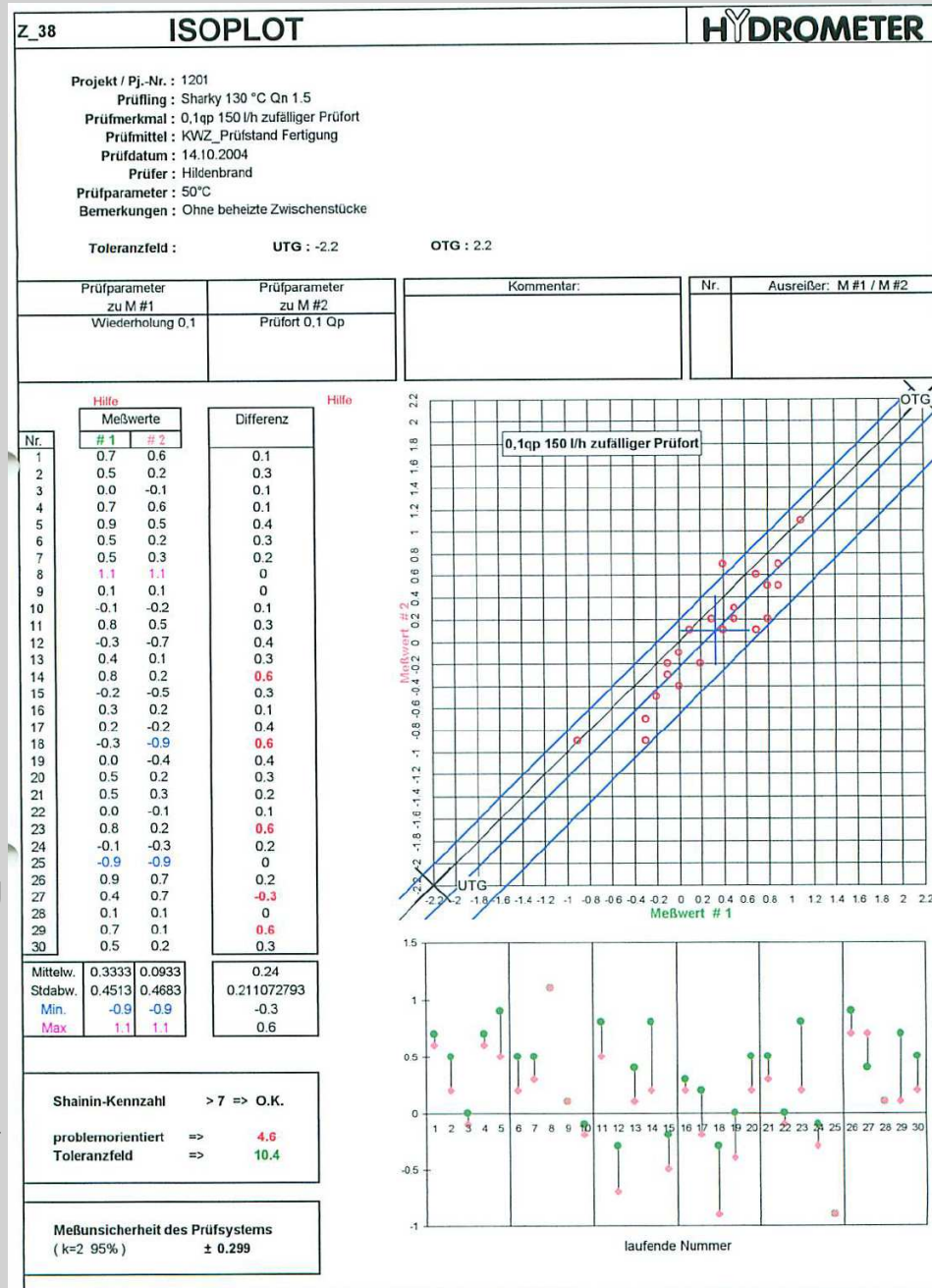
Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen zufälliger
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG



Beispiel 6:

Ultraschallwärmemähler
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Durchfluß: 150 l/h

Einspannstücke:
 DN 15; 10D Einlaufstrecke

Messreihe 2:
 Aus-/Einspannen zufälliger
 Prüfort

Kennzahlen:

problemorientiert =
 bezogen auf Produktstreuung

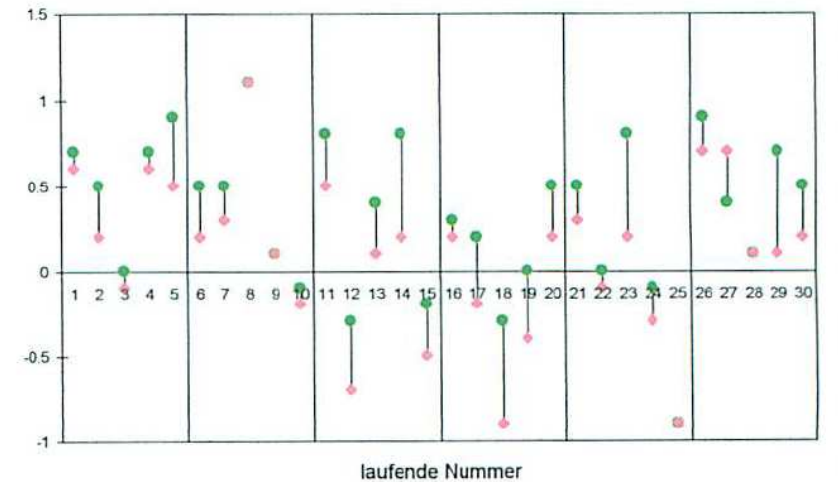
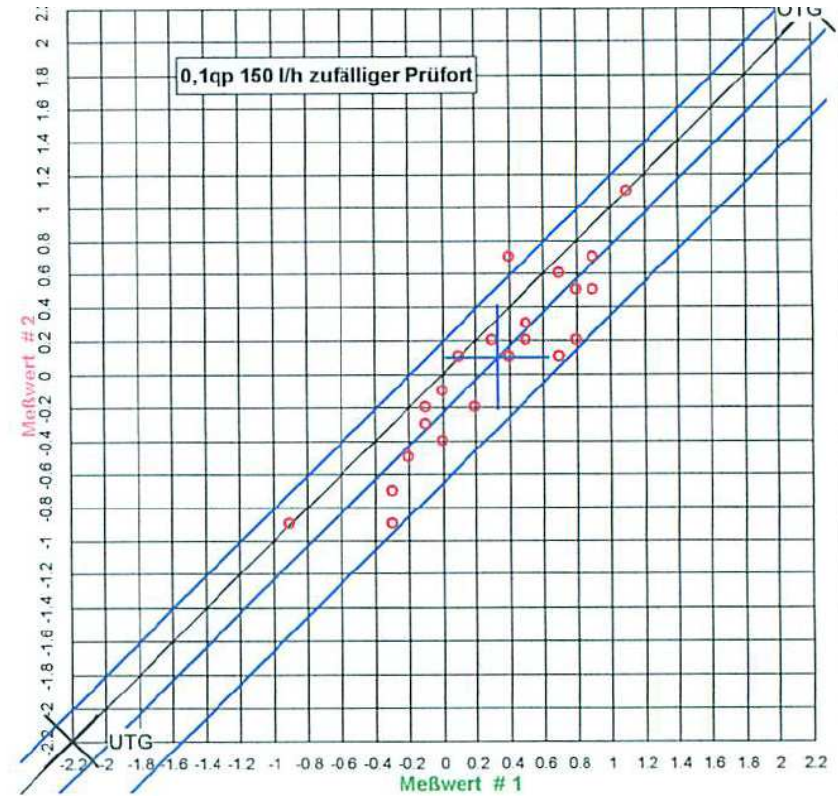
Toleranzfeld =
 bezogen auf EFG

Nr.	Hilfe Meßwerte		Differenz
	# 1	# 2	
1	0.7	0.6	0.1
2	0.5	0.2	0.3
3	0.0	-0.1	0.1
4	0.7	0.6	0.1
5	0.9	0.5	0.4
6	0.5	0.2	0.3
7	0.5	0.3	0.2
8	1.1	1.1	0
9	0.1	0.1	0
10	-0.1	-0.2	0.1
11	0.8	0.5	0.3
12	-0.3	-0.7	0.4
13	0.4	0.1	0.3
14	0.8	0.2	0.6
15	-0.2	-0.5	0.3
16	0.3	0.2	0.1
17	0.2	-0.2	0.4
18	-0.3	-0.9	0.6
19	0.0	-0.4	0.4
20	0.5	0.2	0.3
21	0.5	0.3	0.2
22	0.0	-0.1	0.1
23	0.8	0.2	0.6
24	-0.1	-0.3	0.2
25	-0.9	-0.9	0
26	0.9	0.7	0.2
27	0.4	0.7	-0.3
28	0.1	0.1	0
29	0.7	0.1	0.6
30	0.5	0.2	0.3

Mittelw.	0.3333	0.0933	0.24
Stdabw.	0.4513	0.4683	0.211072793
Min.	-0.9	-0.9	-0.3
Max	1.1	1.1	0.6

Shainin-Kennzahl	> 7 =>	O.K.
problemorientiert	=>	4.6
Toleranzfeld	=>	10.4

Meßunsicherheit des Prüfsystems (k=2 95%)	± 0.299
--	---------



Wiederholprüfungen

Prüflinge:

Ultraschallzähler qp 15 m³/h

Prüfstrecke:

DN 50 mm; Einlaufstrecke 10 DN

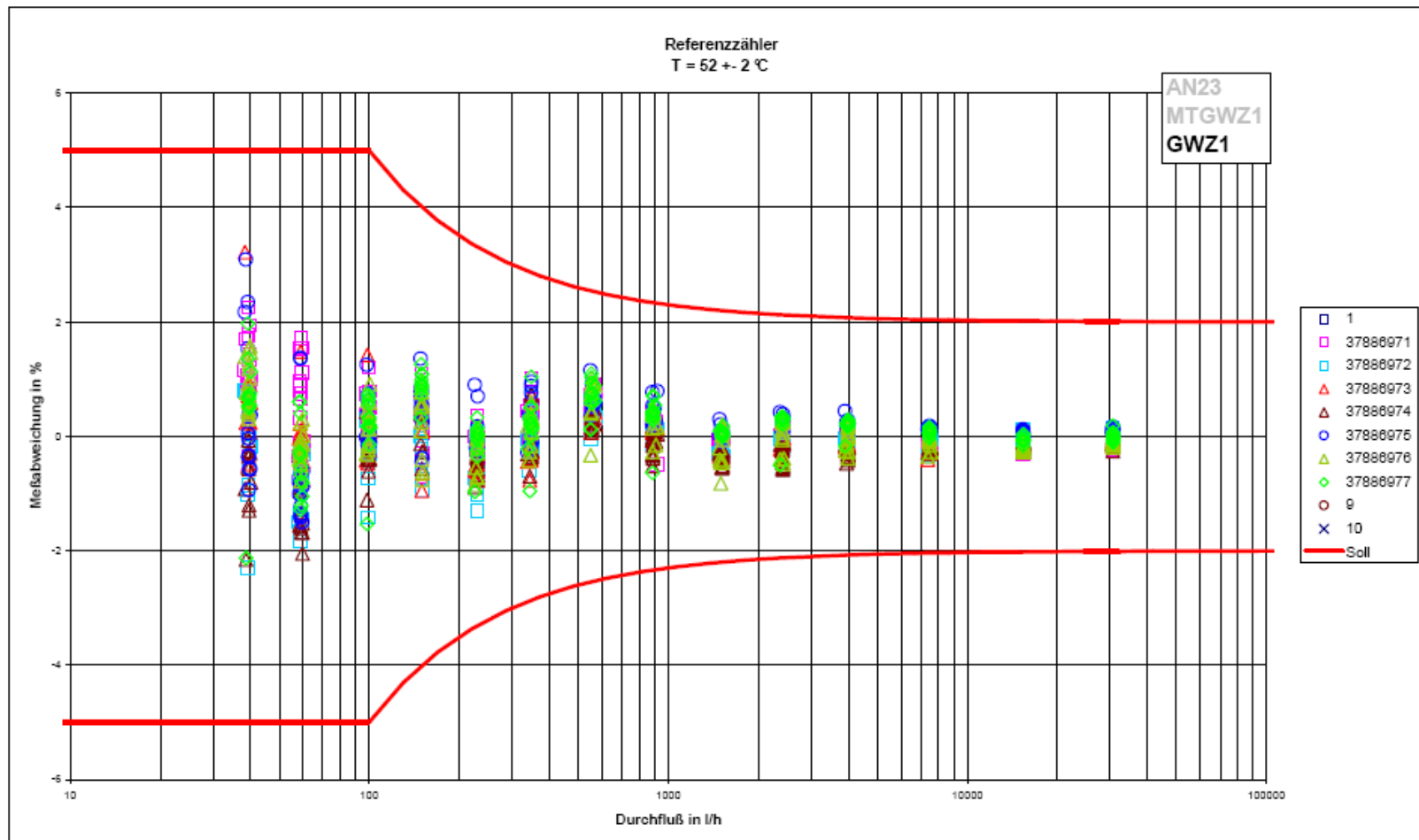
Prüftemperatur:

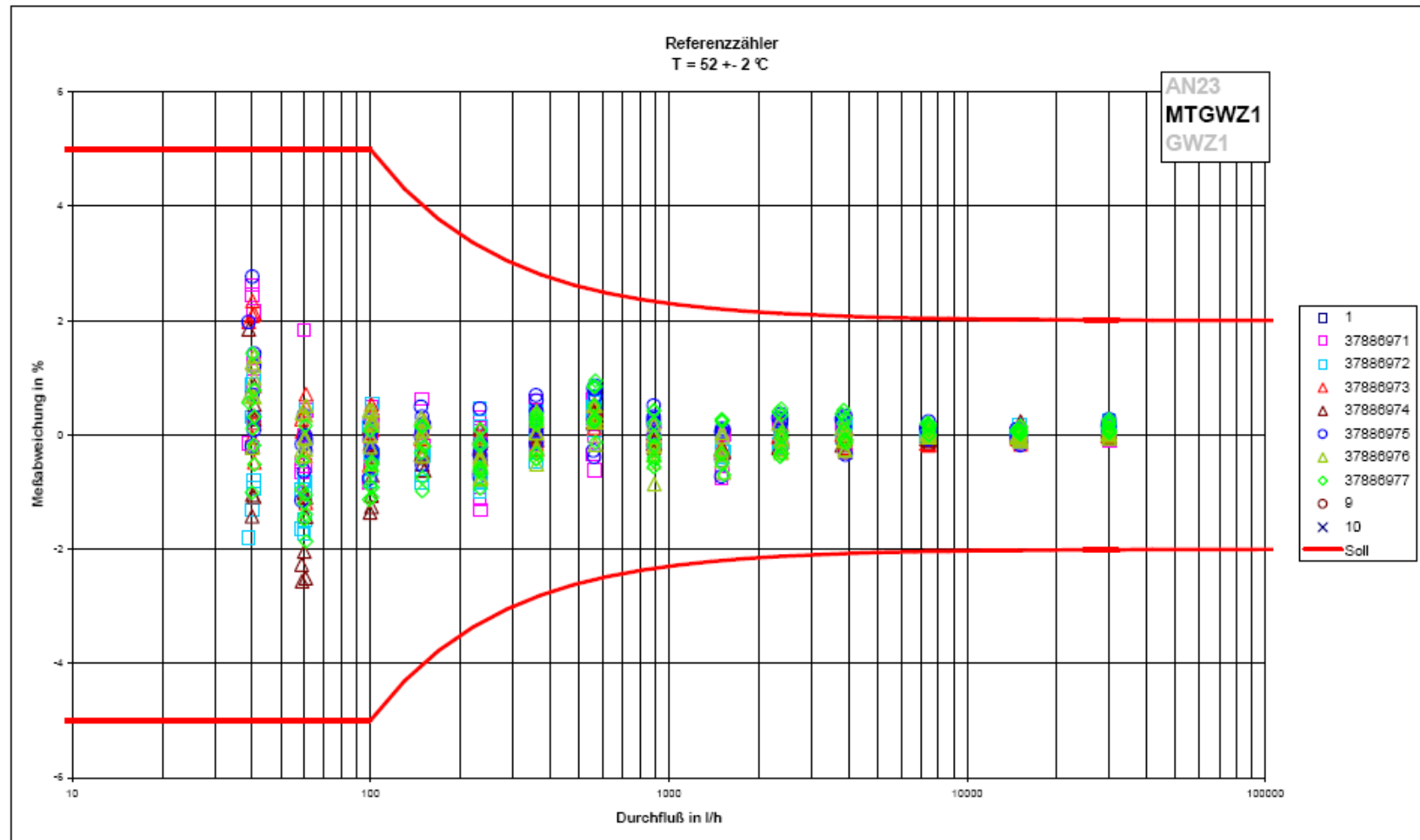
50 ± 2°C

Prüfort:

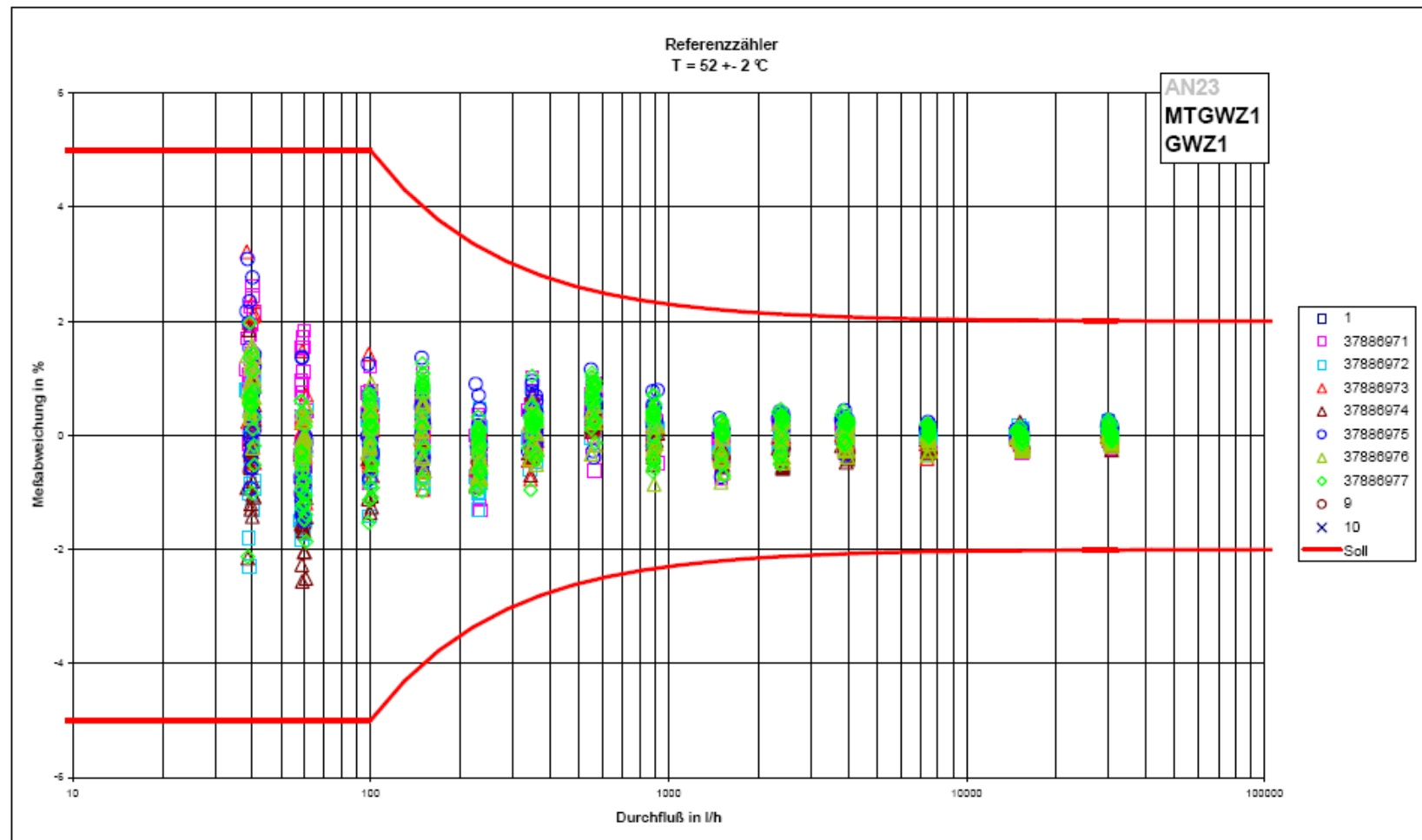
Reihenfolge der Prüflinge immer gleich
jedoch verschiedene Prüfstände







HYDROMETER



**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

Noch Fragen?

