



Erfahrungen mit der Reihenmessungen von Durchflusssensoren

Vortragender: Prof. F. Adunka, Maria Wörth



Reihenmessungen von Durchflusssensoren

1. Warum Reihenmessung von Zählern?

Zeit/Kostenersparnis

2. Frage: Beeinflussen sich Zähler gegenseitig?

Ganz sicher, aber unbekannt ob systematisch oder nicht

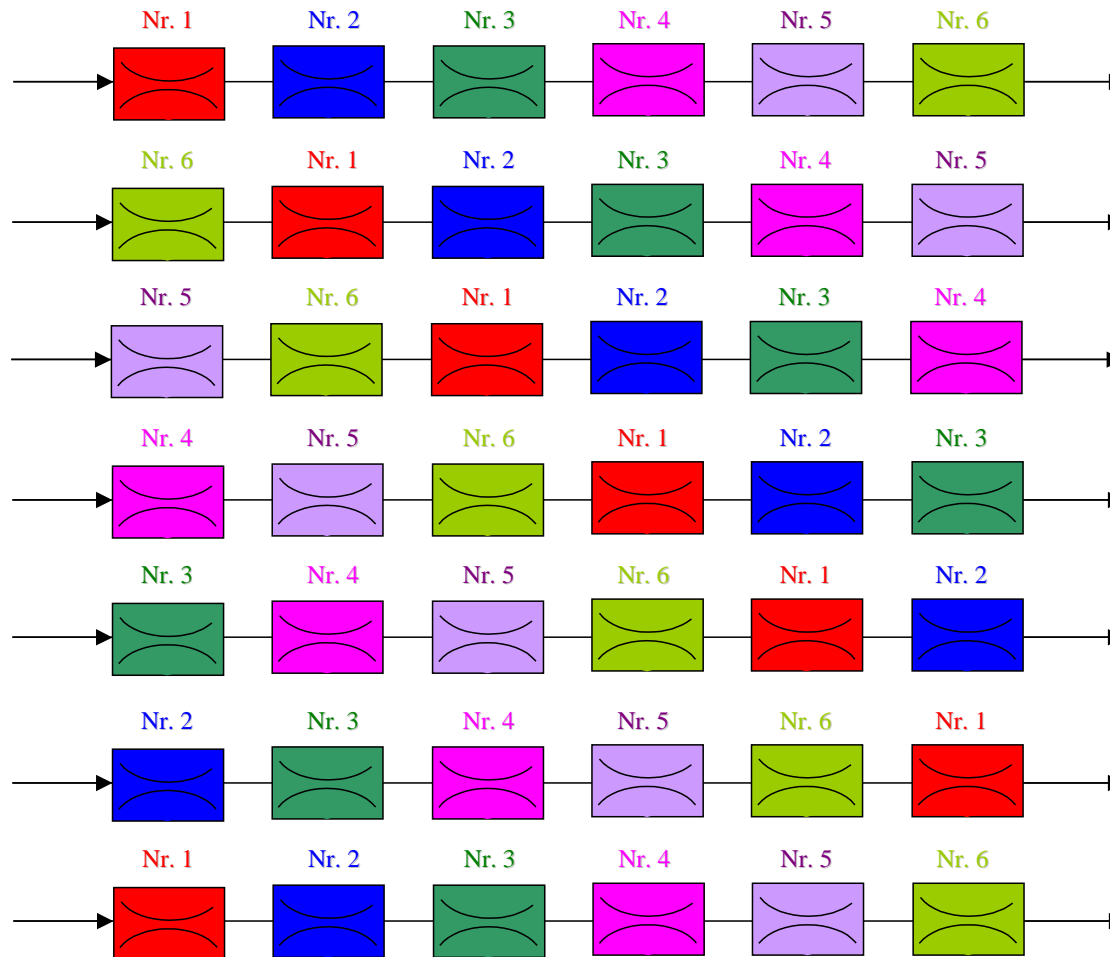
Wie groß ist die Beeinflussbarkeit?

Kann man sie akzeptieren (Bruchteil der EFG)?

3. Im Folgenden: einige Ergebnisse zum Thema

Ergebnisse der ersten Messungen 2005 und 2007 an Mehrstrahl-Flügelradzählern

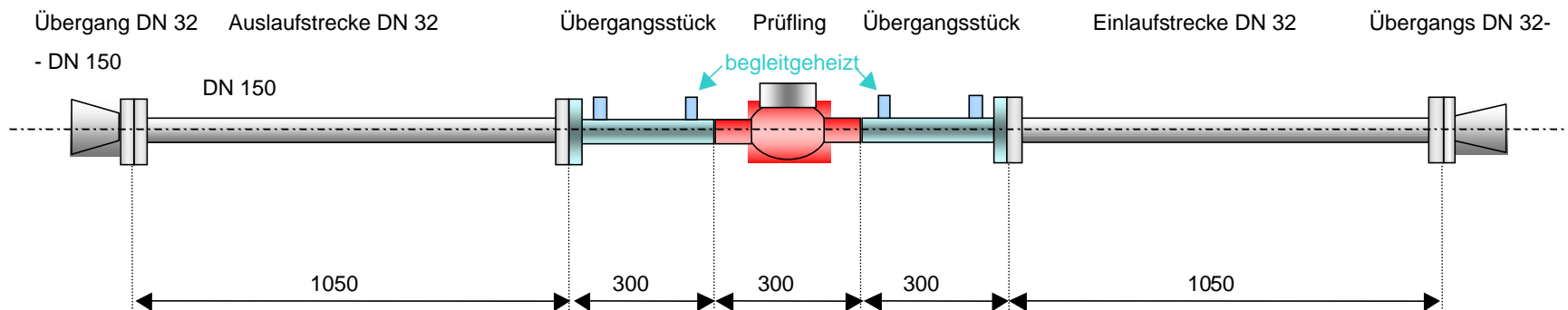
Reihenmessungen 2005



Einzelmessungen

← Durchflussrichtung

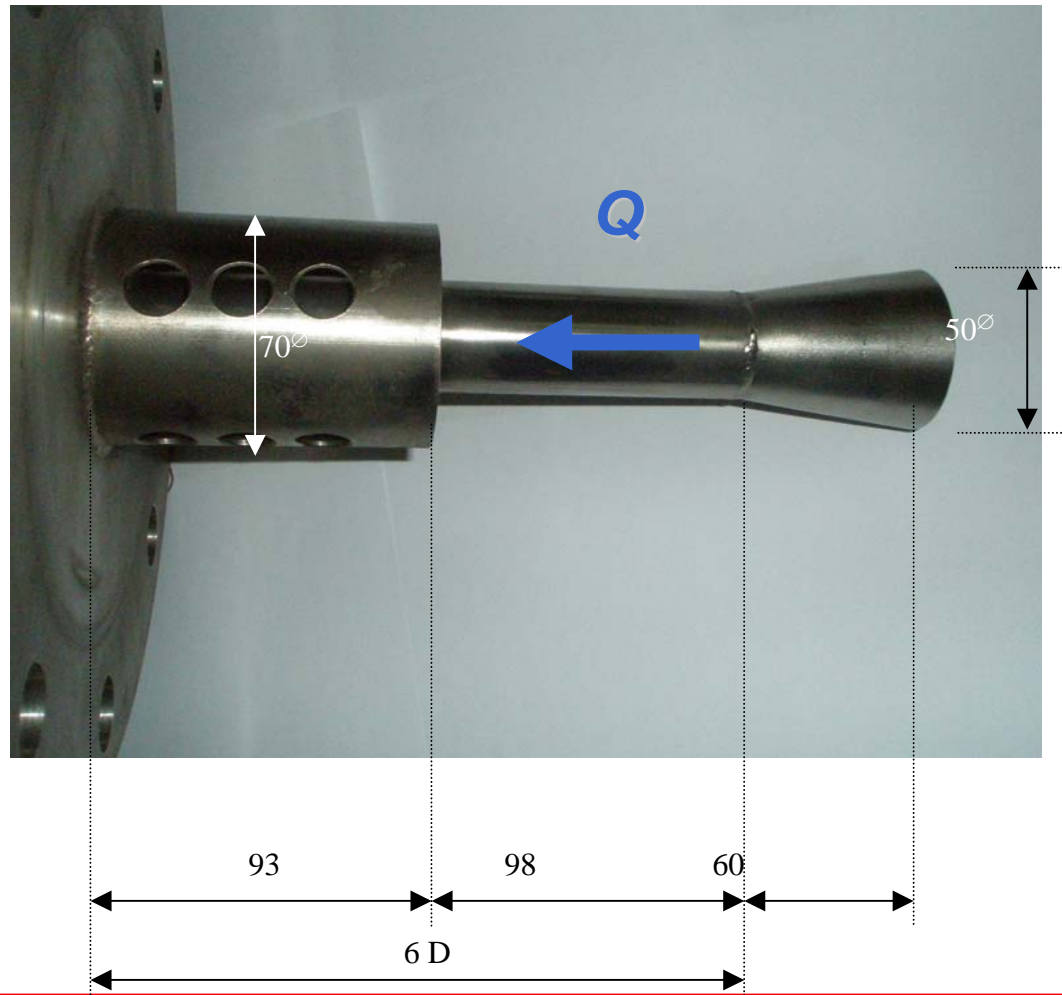
Messanordnung:



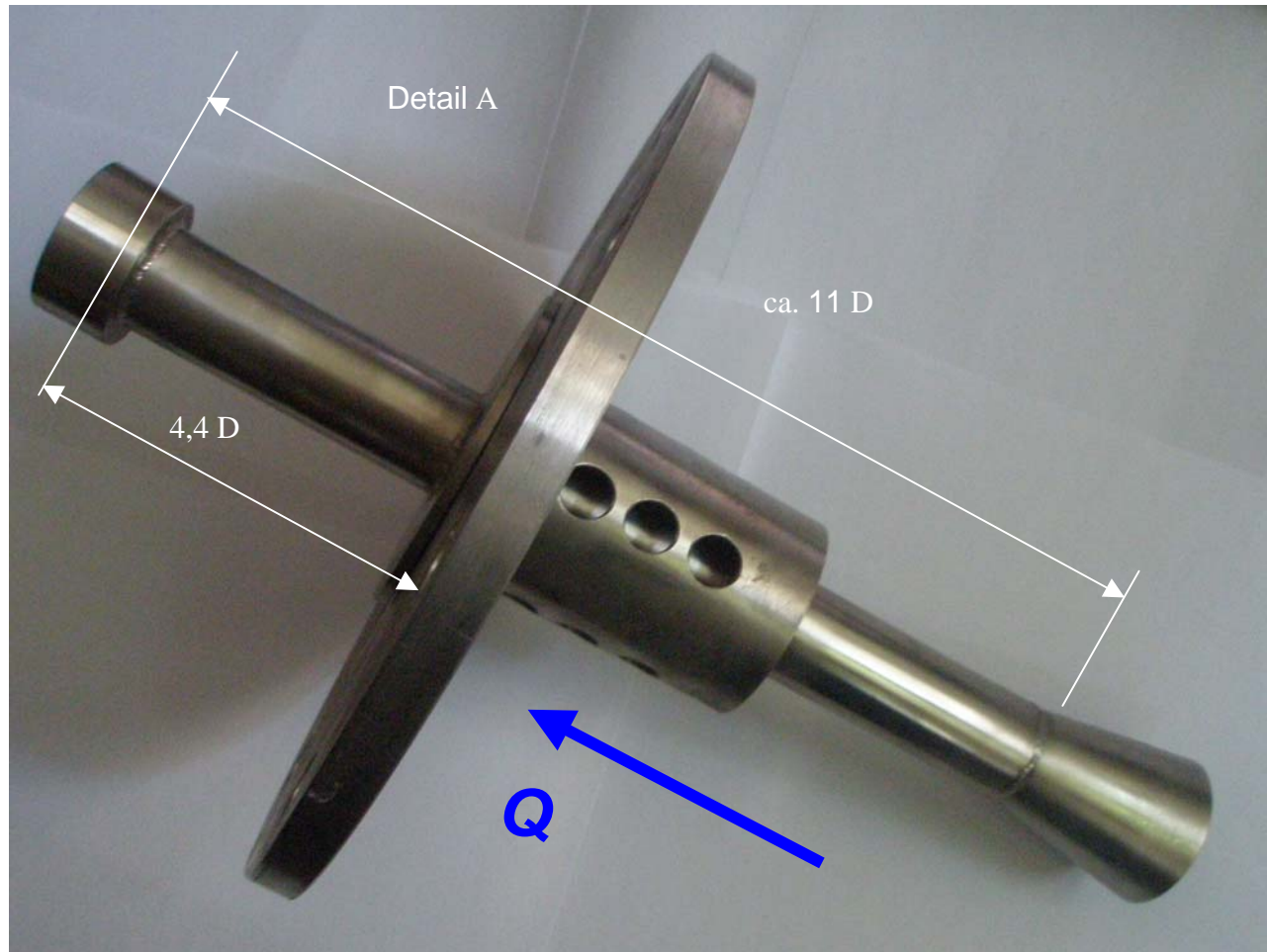
Anordnung der Zähler am Prüfstand



Einlaufstück DN 32 - stromaufwärts

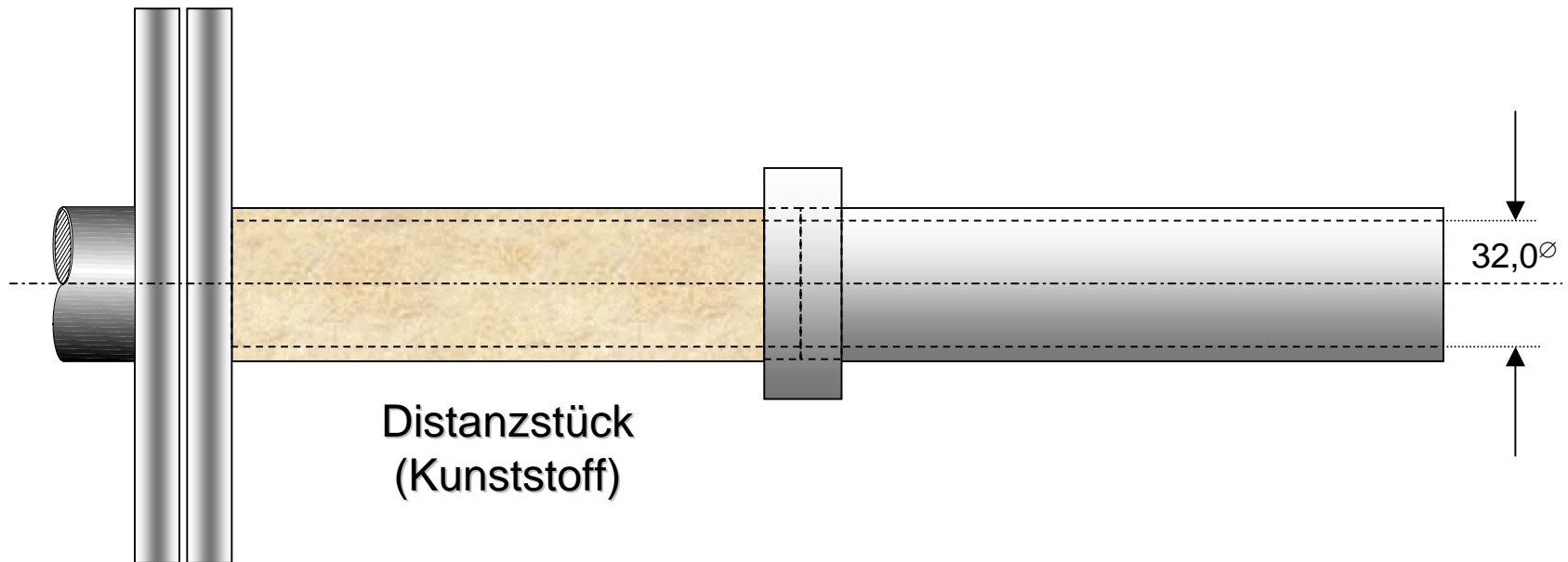


Gesamtansicht des Einlaufkanals

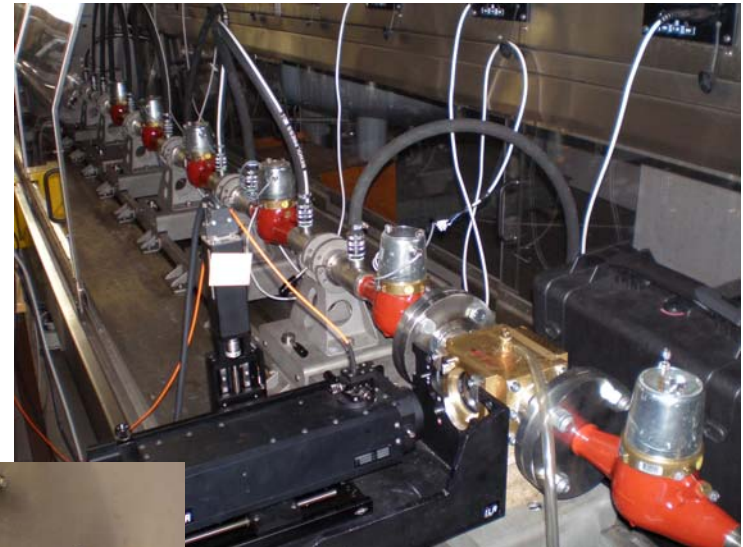
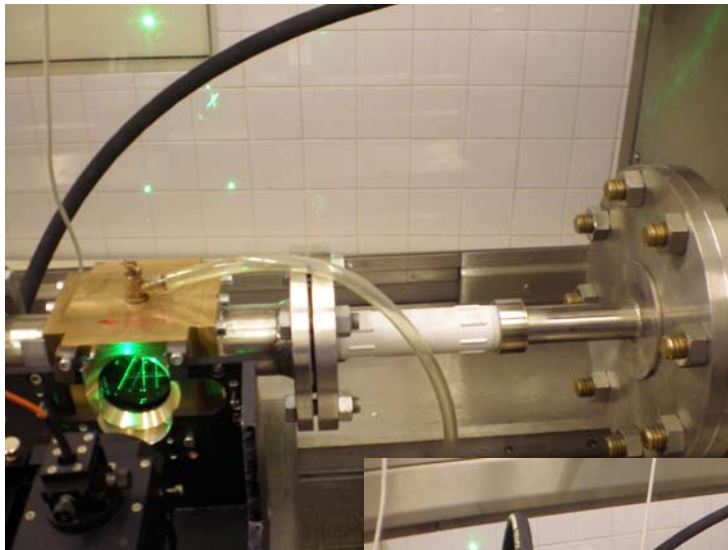


Detail A zur Einlaufkonfiguration

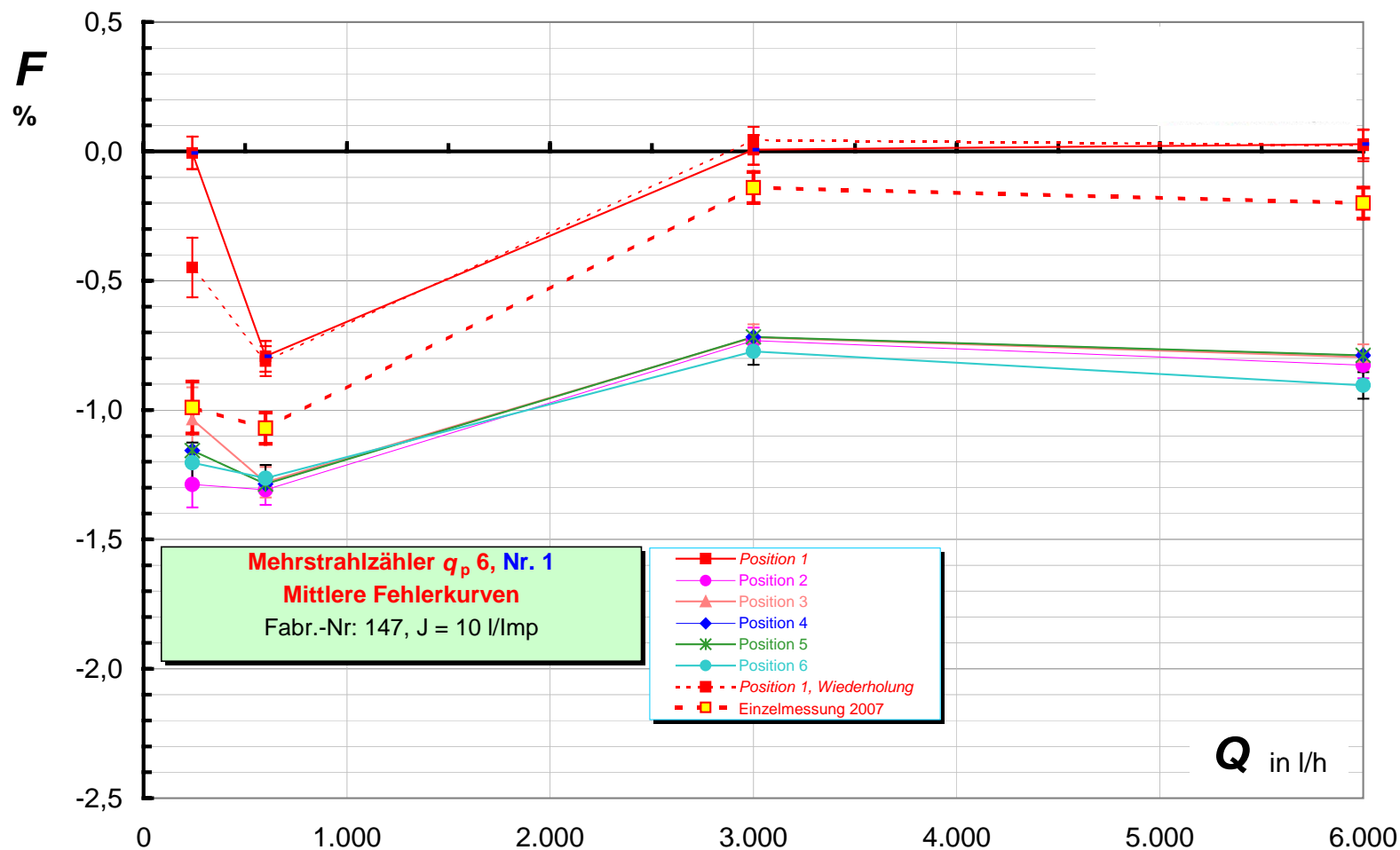
← 1. Zähler (bzw. Fensterkammer)



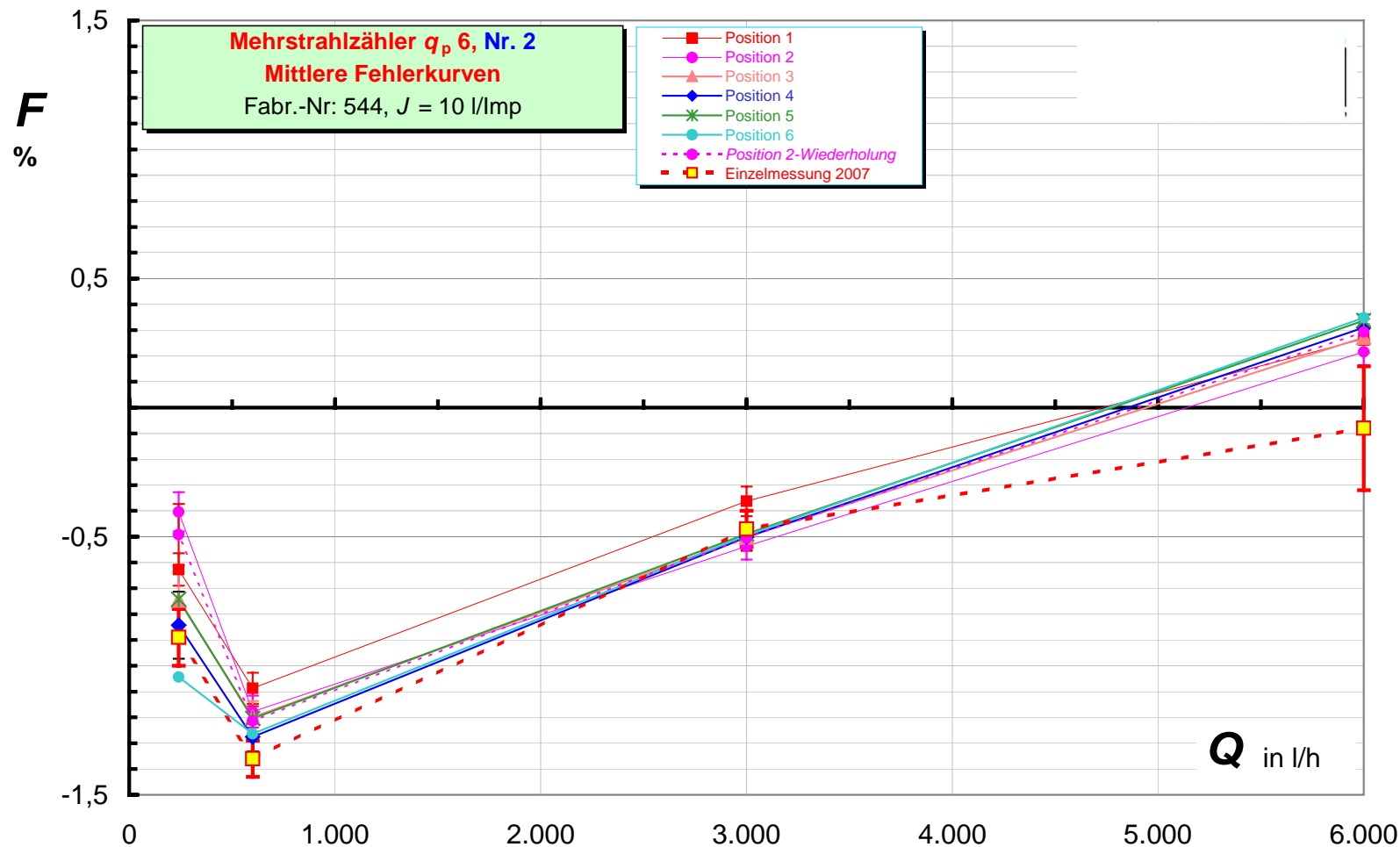
Ansichten der Fensterkammer mit Zählern



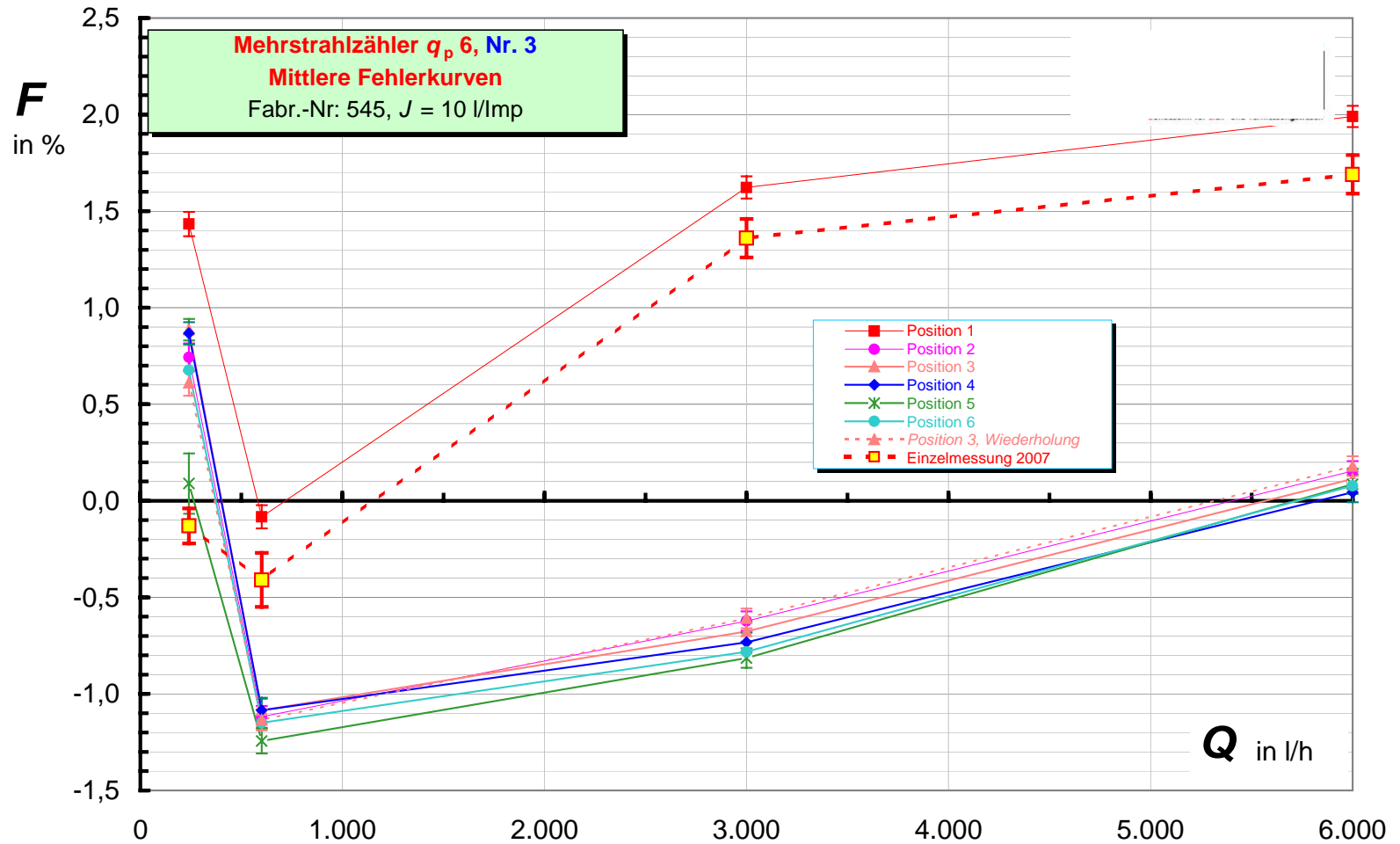
Ergebnis Zähler 1



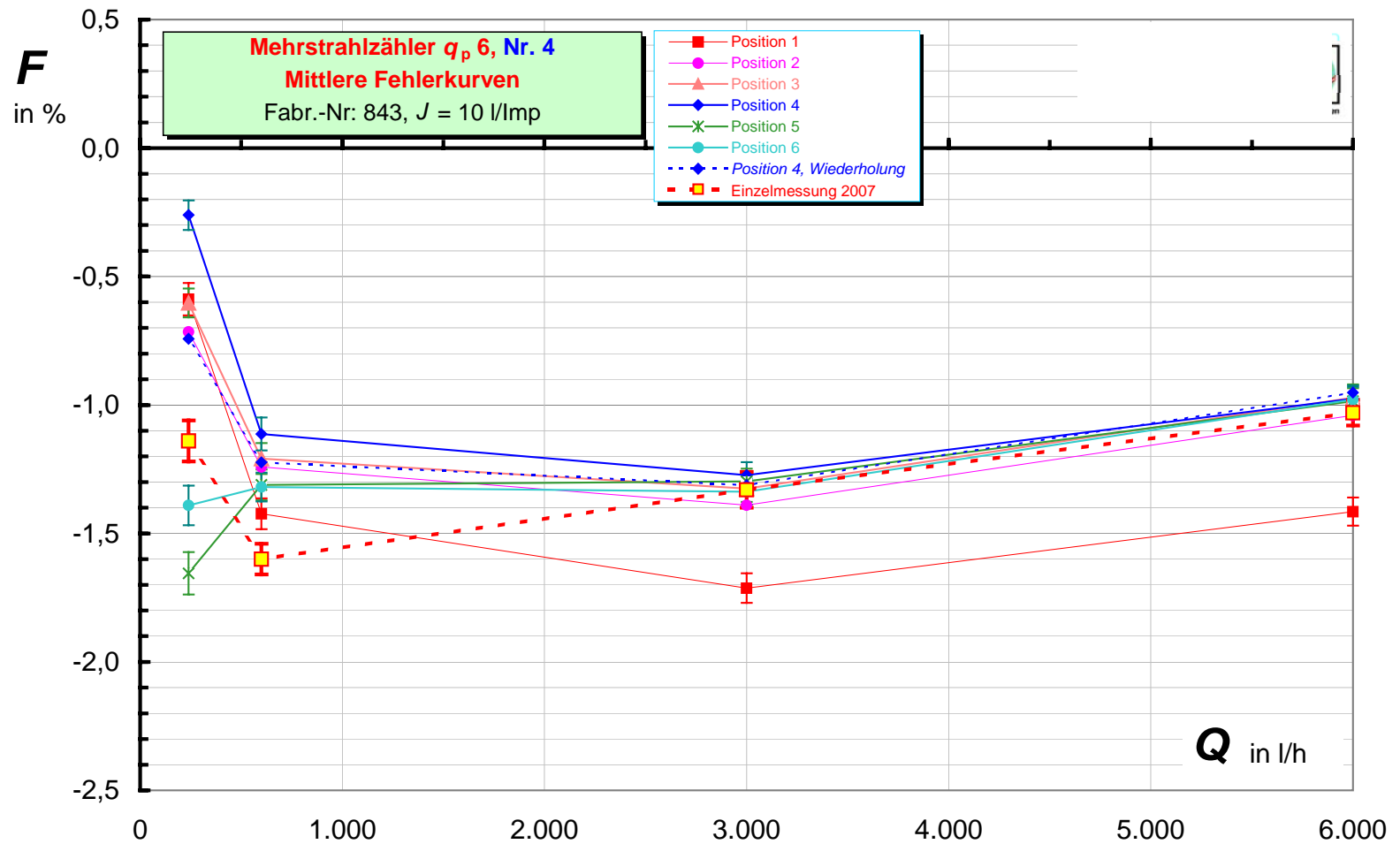
Ergebnis Zähler 2



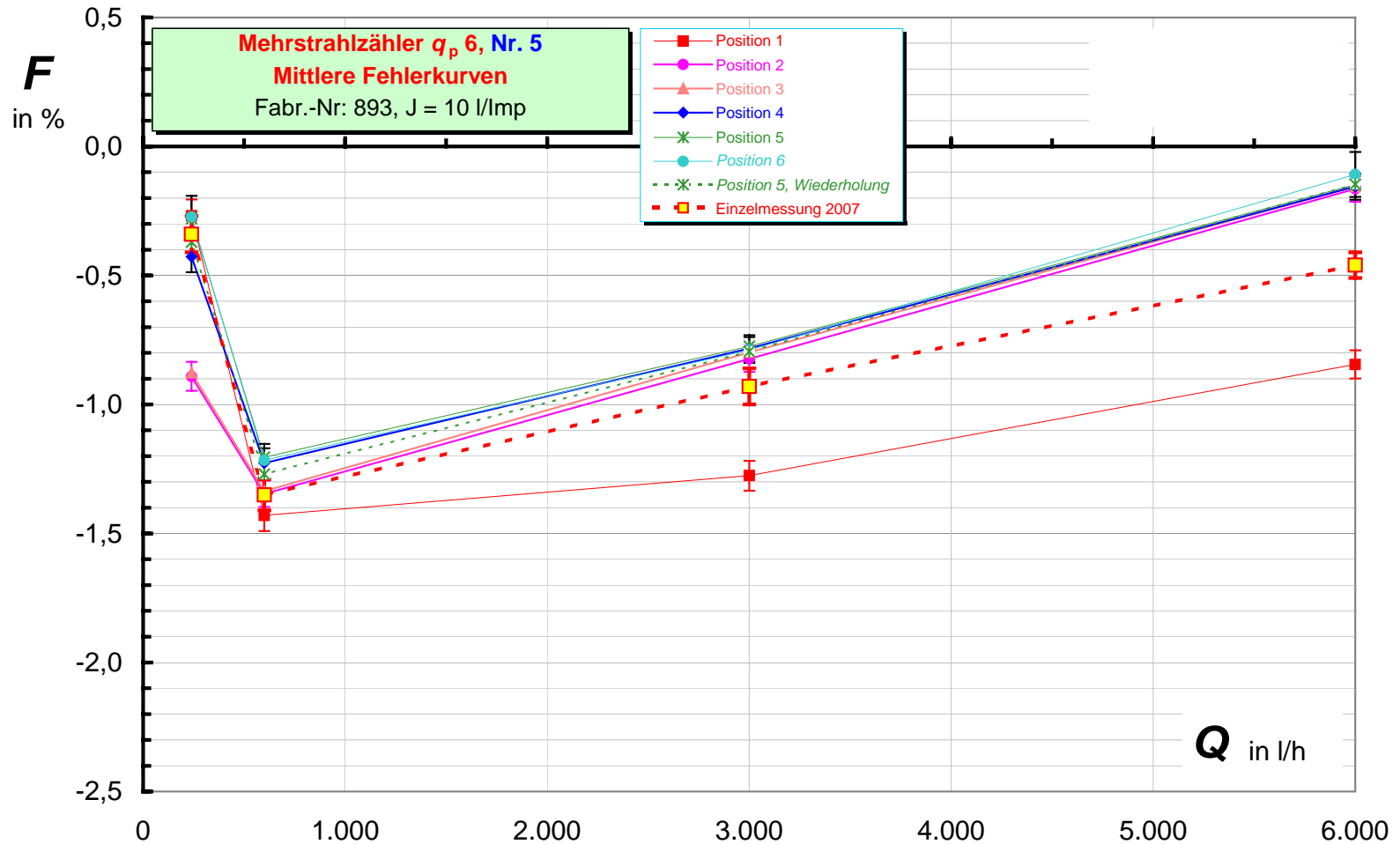
Ergebnis Zähler 3



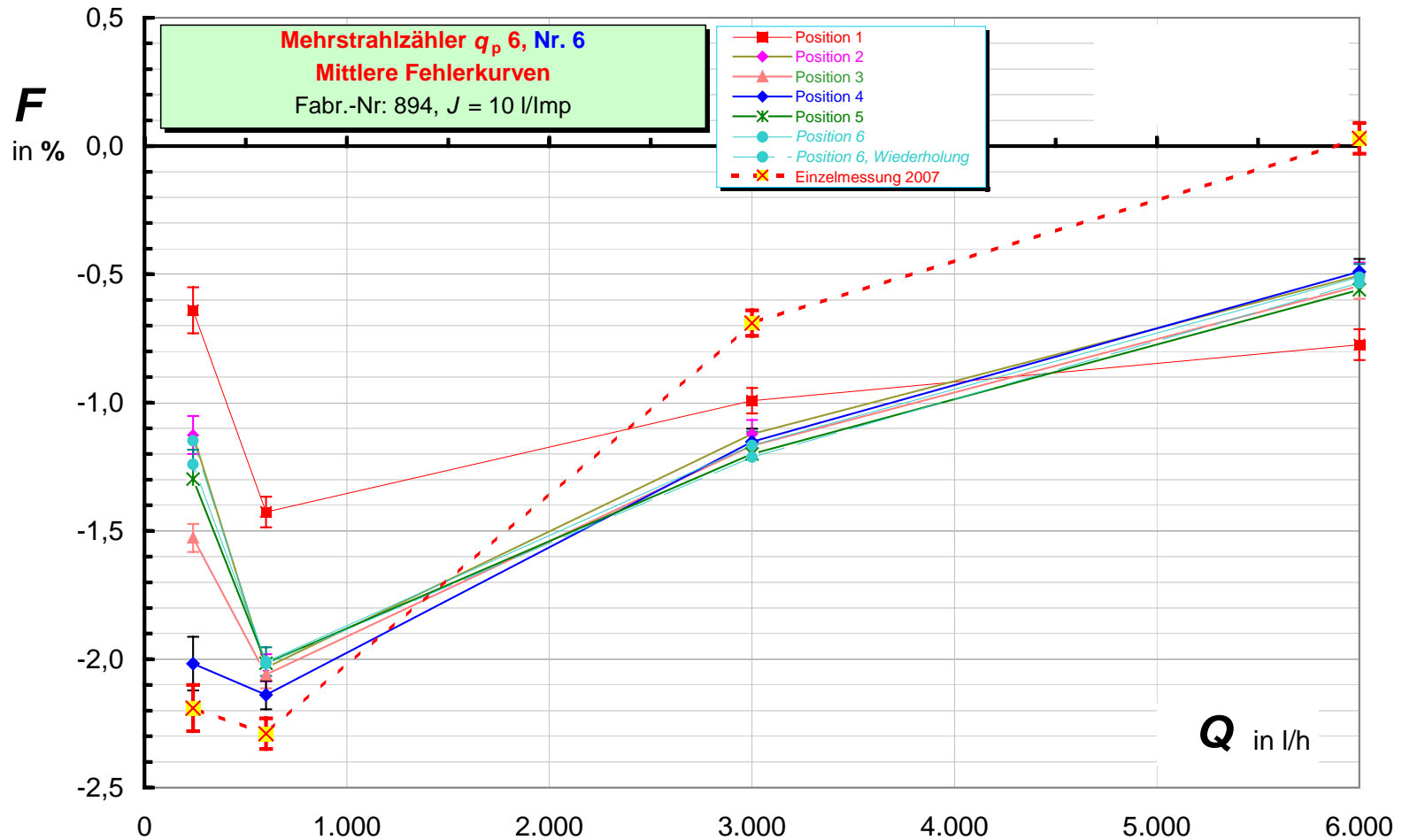
Ergebnis Zähler 4



Ergebnis Zähler 5



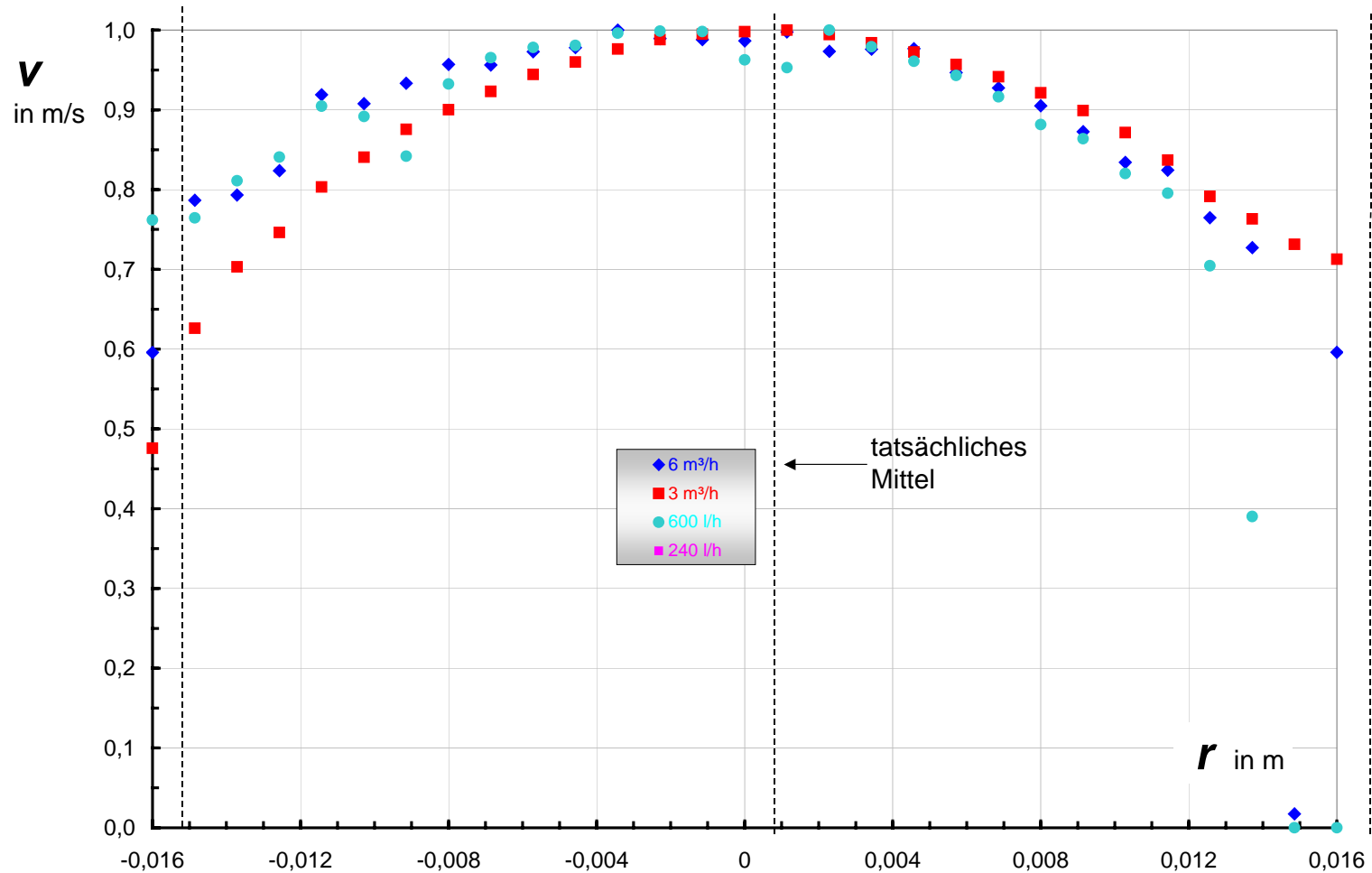
Ergebnis Zähler 6



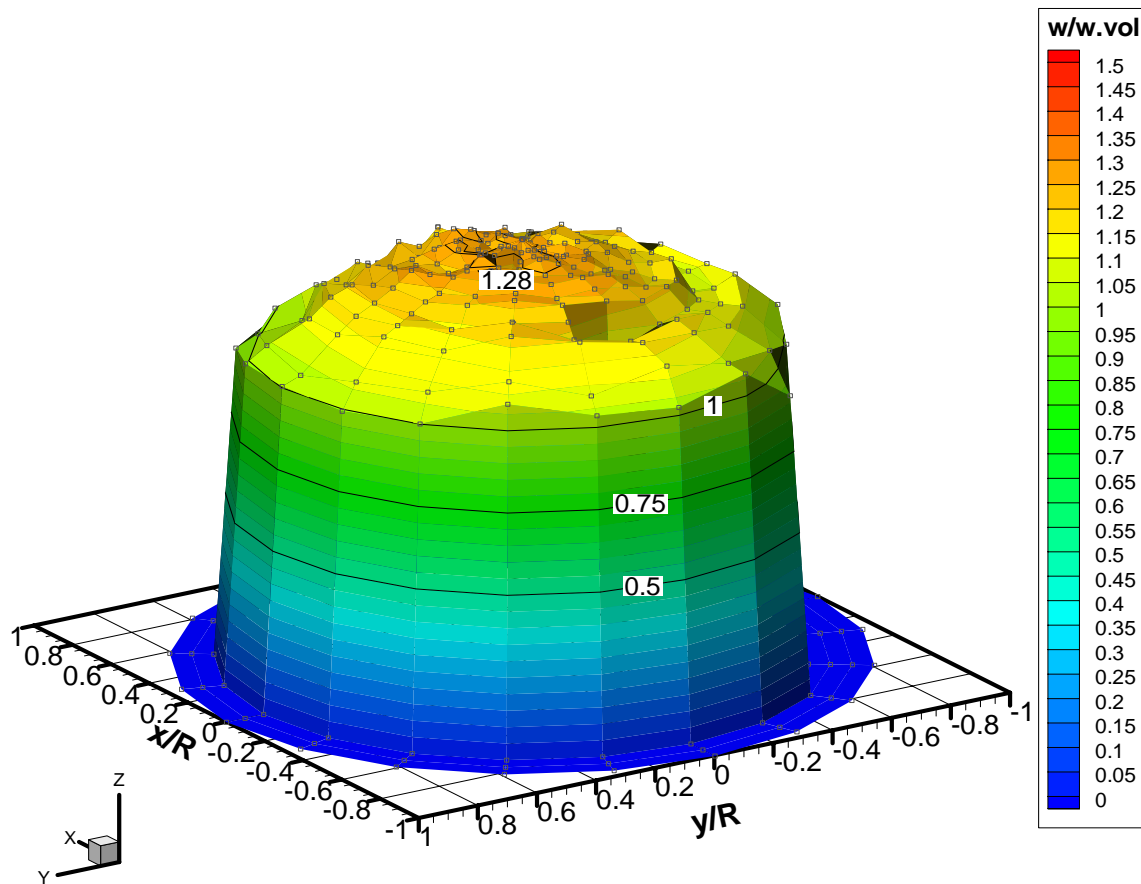
Erster Verdacht ...

Zähler beeinflussen sich durch Veränderung des Strömungsprofils **vor** und **nach** dem Zähler

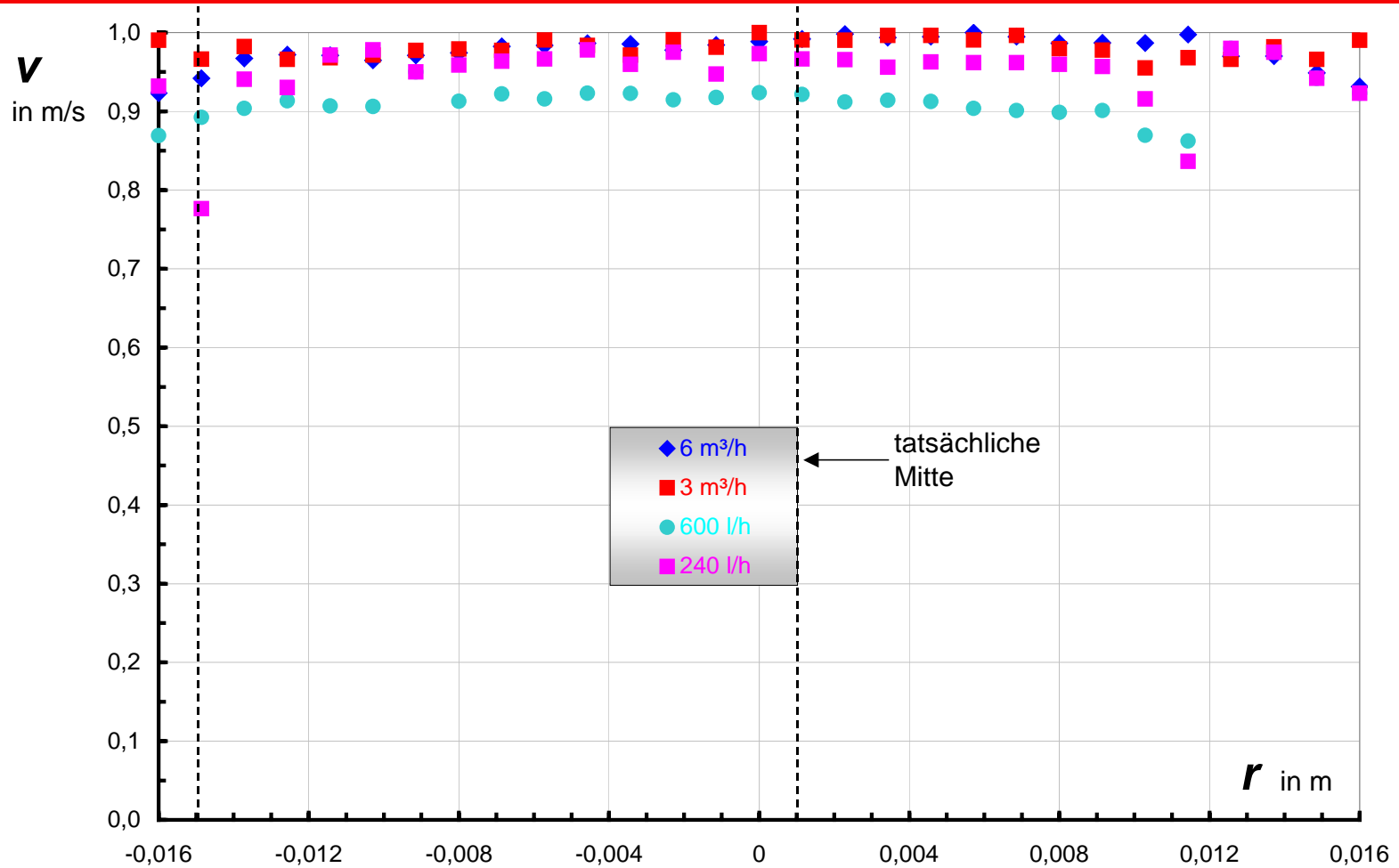
Profil vor dem 1. Zähler



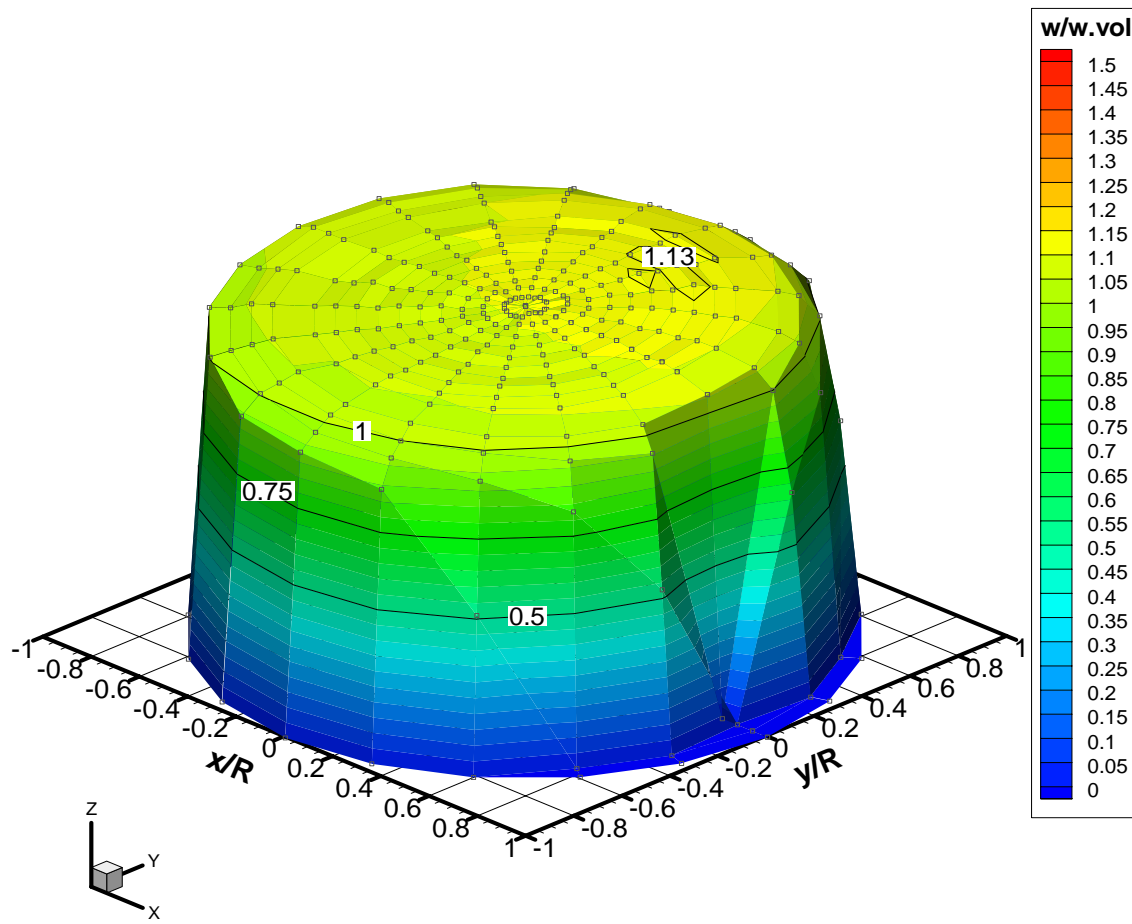
Profil vor dem 1. Zähler, $Q = 6.000 \text{ l/h}$



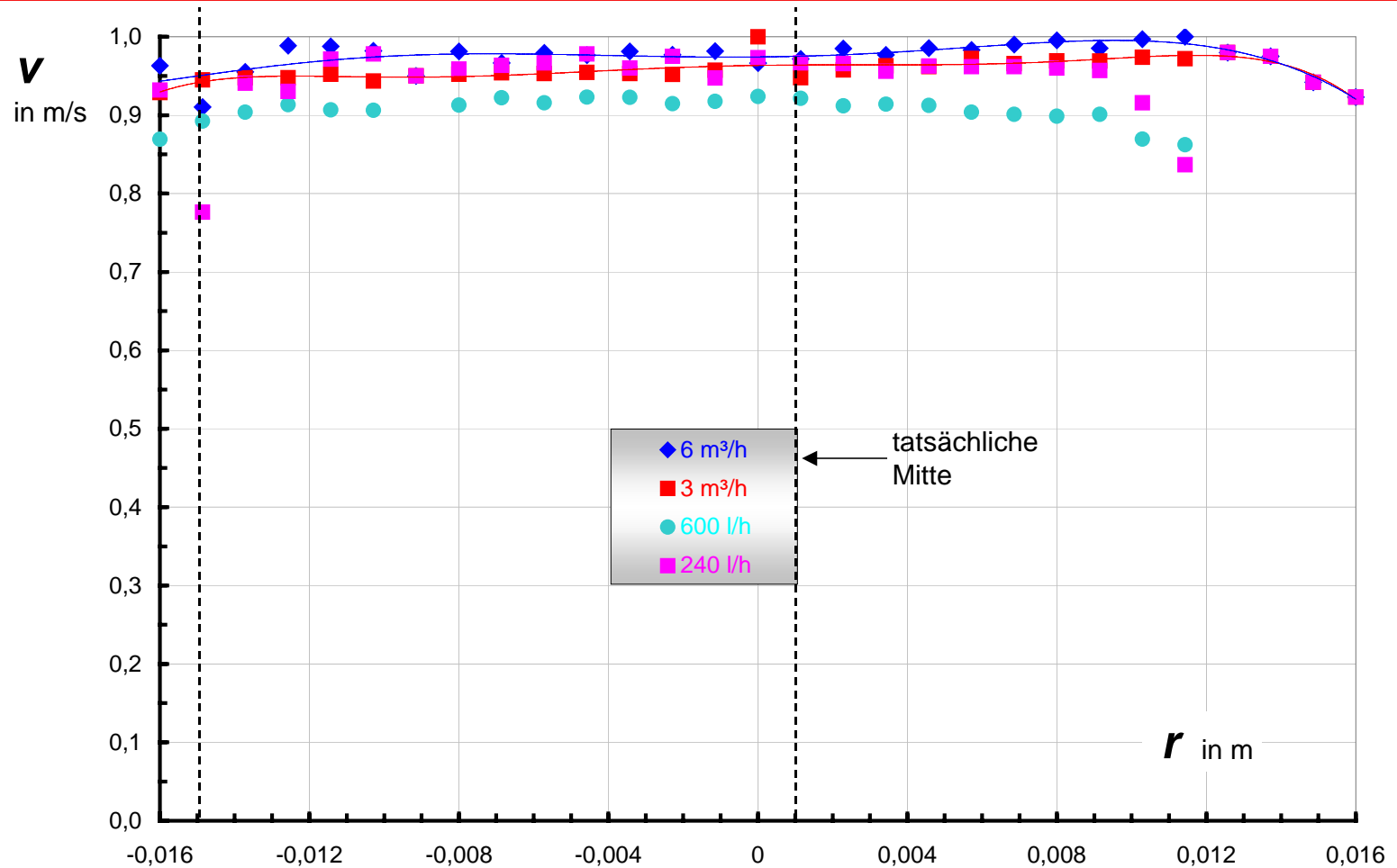
Profil nach dem 1. Zähler



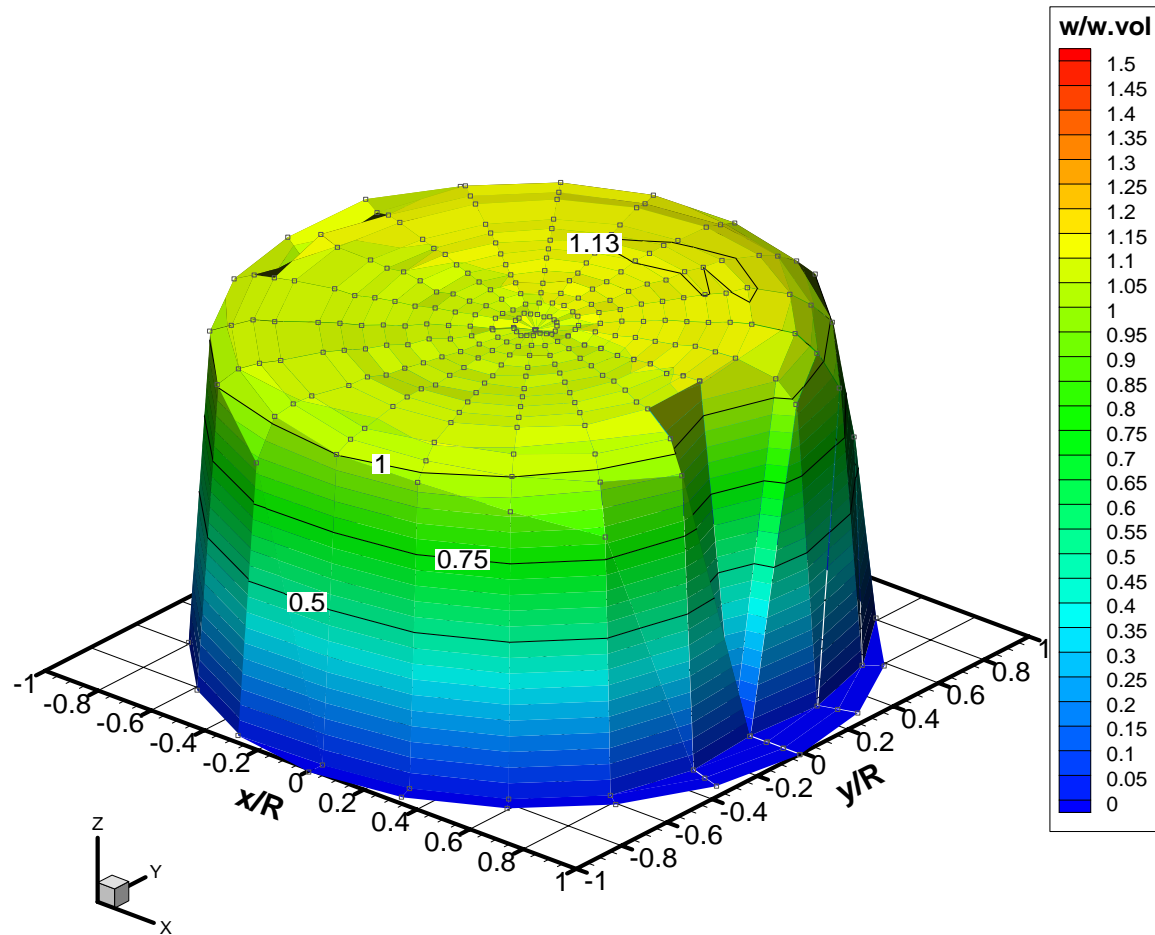
Profil vor dem 2. Zähler, $Q = 6.000 \text{ l/h}$



Profil vor dem 3. Zähler



Profil vor dem 3. Zähler, $Q = 6.000 \text{ l/h}$



Weitere Messungen am Beispiel des Zählers 3

Ergebnisse des Anordnungswechsels für Zähler Nr. 3

Q = 6000 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO,pm}}$
1-3-2-5-4-6	2	1	2	0,45	-0,05	0,01	-0,46	0,07	0,01
2-4-1-3-6-5	4	1	6	0,51	0,02	0,00	-0,55	-0,02	0,01
3-5-6-4-2-1	1	0	5	1,62	1,13	0,04	-0,51	0,01	0,03
4-3-6-1-5-2	2	4	6	-1,08	-1,58	0,01	-0,53	0,00	0,01
5-1-6-3-4-2	4	6	4	-0,05	-0,54	0,01	-0,50	0,02	0,01
6-2-1-4-5-3	6	5	0	1,51	1,02	0,01	-0,61	-0,08	0,02

Einzelmessung Mittel = 0,493 -0,527
 $s = 1,009$ 0,049
 $s_m = 0,412$ 0,020
 $d = 2,705$ 0,146

Q = 3000 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO,pm}}$
1-3-2-5-4-6	2	1	2	-0,29	-0,40	0,00	-0,37	0,08	0,01
2-4-1-3-6-5	4	1	6	-0,24	-0,35	0,01	-0,48	-0,03	0,00
3-5-6-4-2-1	1	0	5	1,00	0,89	0,04	-0,44	0,01	0,03
4-3-6-1-5-2	2	4	6	-0,06	-0,17	0,01	-0,45	0,00	0,01
5-1-6-3-4-2	4	6	4	-0,55	-0,66	0,01	-0,41	0,04	0,01
6-2-1-4-5-3	6	5	0	0,81	0,70	0,01	-0,54	-0,09	0,02

Einzelmessung Mittel = 0,113 -0,449
 $s = 0,637$ 0,057
 $s_m = 0,260$ 0,023
 $d = 1,553$ 0,167

Q = 600 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO,pm}}$
1-3-2-5-4-6	2	1	2	-0,76	0,21	0,12	-1,29	0,27	0,08
2-4-1-3-6-5	4	1	6	-0,84	0,12	0,01	-1,44	0,12	0,02
3-5-6-4-2-1	1	0	5	-0,22	0,74	0,06	-1,78	-0,22	0,01
4-3-6-1-5-2	2	4	6	-1,30	-0,34	0,01	-1,78	-0,22	0,01
5-1-6-3-4-2	4	6	4	-1,35	-0,38	0,01	-1,78	-0,23	0,00
6-2-1-4-5-3	6	5	0	-1,32	-0,35	0,01	-1,26	0,29	0,00

Einzelmessung Mittel = -0,962 -1,554
 $s = 0,447$ 0,254
 $s_m = 0,183$ 0,104
 $d = 1,128$ 0,524

Q = 300 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO,pm}}$
1-3-2-5-4-6	2	1	2	-0,21	-0,14	0,03	-0,75	0,10	0,06
2-4-1-3-6-5	4	1	6	-0,18	-0,11	0,03	-0,78	0,07	0,09
3-5-6-4-2-1	1	0	5	0,32	0,40	0,07	-0,71	0,14	0,08
4-3-6-1-5-2	2	4	6	-0,29	-0,21	0,03	-1,19	-0,34	0,04
5-1-6-3-4-2	4	6	4	0,16	0,23	0,01	-0,41	0,43	0,01
6-2-1-4-5-3	6	5	0	-0,23	-0,16	0,04	-1,24	-0,40	0,03

Einzelmessung Mittel = -0,13 -0,847
 $s = 0,251$ 0,315
 $s_m = 0,102$ 0,129
 $d = 0,611$ 0,830

Anmerkung:

Stark
abhängig von der Anordnung

..\Hilfsdateien\Witt-Originaldaten-Zähler 3.xls

Weitere Messungen am Beispiel des Zählers 2

Ergebnisse des Anordnungswechsels für Zähler Nr. 2

Q = 6000 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO},m}$
1-3-2-5-4-6	3	3	5	0,32	-0,32	0,01	-0,46	0,07	0,01
2-4-1-3-6-5	1	0	2	0,26	-0,38	0,00	-0,55	-0,02	0,01
3-5-6-4-2-1	5	4	1	0,96	0,32	0,04	-0,51	0,01	0,03
4-3-6-1-5-2	6	5	0	1,09	0,45	0,01	-0,53	0,00	0,01
5-1-6-3-4-2	6	5	0	0,97	0,34	0,01	-0,50	0,02	0,01
6-2-1-4-5-3	2	6	1	0,22	-0,41	0,01	-0,61	-0,08	0,02

Einzelmessung
Mittel = -0,634 -0,528
s = 0,408 0,050
 s_m = 0,167 0,020
df = 0,862 0,149

Q = 3000 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO},m}$
1-3-2-5-4-6	3	3	5	0,32	0,41	0,01	-0,46	0,00	0,01
2-4-1-3-6-5	1	0	2	0,33	0,42	0,01	-0,44	-0,02	0,01
3-5-6-4-2-1	5	4	1	-0,27	-0,17	0,01	-0,44	0,02	0,03
4-3-6-1-5-2	6	5	0	-0,06	0,03	0,01	-0,45	0,01	0,01
5-1-6-3-4-2	6	5	0	-0,27	-0,18	0,00	-0,41	0,06	0,01
6-2-1-4-5-3	2	6	1	-0,62	-0,52	0,00	-0,53	-0,07	0,02

Einzelmessung
Mittel = -0,096 -0,462
s = 0,369 0,039
 s_m = 0,151 0,016
df = 0,942 0,115

Q = 600 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO},m}$
1-3-2-5-4-6	3	3	5	-0,66	-0,10	0,03	-1,37	0,25	0,03
2-4-1-3-6-5	1	0	2	-0,39	0,16	0,03	-1,44	0,19	0,02
3-5-6-4-2-1	5	4	1	-0,62	-0,07	0,03	-1,61	0,01	0,01
4-3-6-1-5-2	6	5	0	-0,26	0,27	0,03	-1,78	-0,15	0,01
5-1-6-3-4-2	6	5	0	-0,65	-0,09	0,03	-1,78	-0,18	0,03
6-2-1-4-5-3	2	6	1	-0,71	-0,15	0,02	-1,77	-0,14	0,00

Einzelmessung
Mittel = -1,36 -0,81
s = 0,170 0,184
 s_m = 0,070 0,075
df = 0,420 0,413

Q = 300 lh

Anordnung	Nr. 3 an Stelle	Vorgänger	Nachfolger	F_m	Differenz zum Mittel	s_{pm}	F_{MIO}	Differenz zum Mittel	$s_{\text{MIO},m}$
1-3-2-5-4-6	3	3	5	-0,66	-0,10	0,03	-0,62	0,35	0,12
2-4-1-3-6-5	1	0	2	-0,39	0,16	0,03	-0,78	0,19	0,09
3-5-6-4-2-1	5	4	1	-0,62	-0,07	0,03	-0,71	0,26	0,08
4-3-6-1-5-2	6	5	0	-0,26	0,27	0,03	-1,19	-0,22	0,04
5-1-6-3-4-2	6	5	0	-0,65	-0,09	0,03	-1,24	-0,28	0,03
6-2-1-4-5-3	2	6	1	-0,71	-0,15	0,02	-1,26	-0,29	0,03

Einzelmessung
Mittel = -0,89 -0,34
s = 0,170 0,296
 s_m = 0,070 0,121
df = 0,420 0,642

Anmerkung:
Mittel = arithmetischer Mittelwert
s = Standardabweichung der Stichprobe
 s_m = Standardabweichung des Mittelwertes

Schwach
abhängig von der Anordnung

..\Hilfsdateien\Witt-Originaldaten-Zähler 2.xls