



**AGFW-Wärmezählerprüfprogramm V**  
**EMATEM-Sommerschule**  
**13. September 2012, Kloster Seon**



Dipl. Ing. (FH) Frank Espig

**WÄRME | KÄLTE | KWK**



## » Agenda

1. Allgemeines
2. Ablauf des WZP
3. Beschreibung des Prüfstandes
4. Problematik Magnetit
5. Messergebnisse
6. Zusammenfassung



» Allgemeines



WÄRME | KÄLTE | KWK



## » Allgemeines

### Die Geschichte des Wärmezählerprüfprogramms (WZP):

- 1985 Gründung einer Arbeitsgruppe „Wärmezählerprüfprogramm (kurz: WZP)“, Aufbau eines entsprechender Prüfstand bei den Hamburgischen Electricitätswerken (HEW)
- 1986 Start des ersten Durchgangs des WZP für kleine Durchflusssensoren von 0,75 bis 3,0 m<sup>3</sup>/h
- 1986-2005 WZP II und III als kommerzielles Gruppenprojekt
- 2005-2009 WZP IV als Branchenprojekt
- ab 2010 WZP V

Das Programm wurde im Lauf der Jahre mehrfach überarbeitet und entsprechend der Entwicklung der Wärmezähler erweitert. (WZP I bis V) Mit dem aktuellen Dauertest über 4.800 Stunden ist es gelungen in etwa den gleichen Verschleiß wie in 5 Jahren Netzbetrieb zu erzeugen.





## » Allgemeines

### Ziele des WZP:

- vergleichbare Daten über die Messbeständigkeit marktgängiger Bauarten ermitteln,
- langlebige, messbeständige Zähler bekannt machen,
- die Entwicklung weiterer langlebiger Zähler anregen,
- durch Verlängerung der Lebensdauer der Zähler Ressourcen von Energie und Rohstoffen schonen,
- den Versorgungsunternehmen Entscheidungshilfen für die Zählerbeschaffung geben,
- die Versorgungsunternehmen frühzeitig über die Erfolgschancen des Stichprobenverfahrens zur Verlängerung der Eichgültigkeit bestimmter Bauarten unterrichten,
- Änderung des Verfahrens der Messbeständigkeitsprüfung bei der Baumusterprüfung anregen.



## » Allgemeines

### Nachweis der Messbeständigkeit von Wärmezählern

- Der **Hersteller** eines Wärmezählers ist verpflichtet, gemäß **Messgeräte-richtlinie MID** (MI-004, 5.) die **Dauer der Messbeständigkeit** seines Gerätes anzugeben.
- Bei der Auswahl eines hierfür geeigneten Tests **hat der Hersteller freie Wahl**, d.h. er kann sich für einen von der PTB anerkannten Test entscheiden oder ein eigenes Verfahren entwickeln.

#### Von der PTB anerkannte Messbeständigkeitstests für Wärmezähler:

- 14 Tage **Lastwechsel-Test der PTB** (4000 Lastwechsel)  
(plus 300 h-Test gem. EN 1434-4:2006 am Zähler mit dem größten Messbeständigkeitsfehler)
- 2400 h-Test gem. **EN 1434-4:2006**
- 4800 h-Test gem. **AGFW Wärmezähler-Prüfprogramm**



WÄRME | KÄLTE | KWK



## » Ablauf des WZP

### Behandlung der Prüflinge:

- je 4 Exemplare jeder Bauform werden stichprobenartig aus den Zählerlagern bestimmter Versorgungsunternehmen bereitgestellt, 3 Exemplare werden im Prüfstand eingebaut, 1 Exemplar verbleibt als Muster
- 4800 h Belastung bei wechselnden Durchflüssen
- Inaugenscheinnahme (innere Beschaffenheitsprüfung)

### Änderungen gegenüber Prüfprogramm IV/2:

- Bereitstellung der Prüflinge durch die Versorgungsunternehmen und nicht wie bisher von den Herstellern
- Eingangsprüfungen sortenrein und in gemischter, d.h. die 3 Zähler einer Bauform sitzen nicht hintereinander sondern werden nach dem Zufallsprinzip verteilt, Aufteilung im Prüfstand
- Vergleich dieser Ergebnisse mit den Prüfprotokollen der Hersteller, 1. Herstellergespräch
- Änderung der Prüfstandsbestückung nach 1.200 Std., 2.400 Std. und nach 4.500 Std.



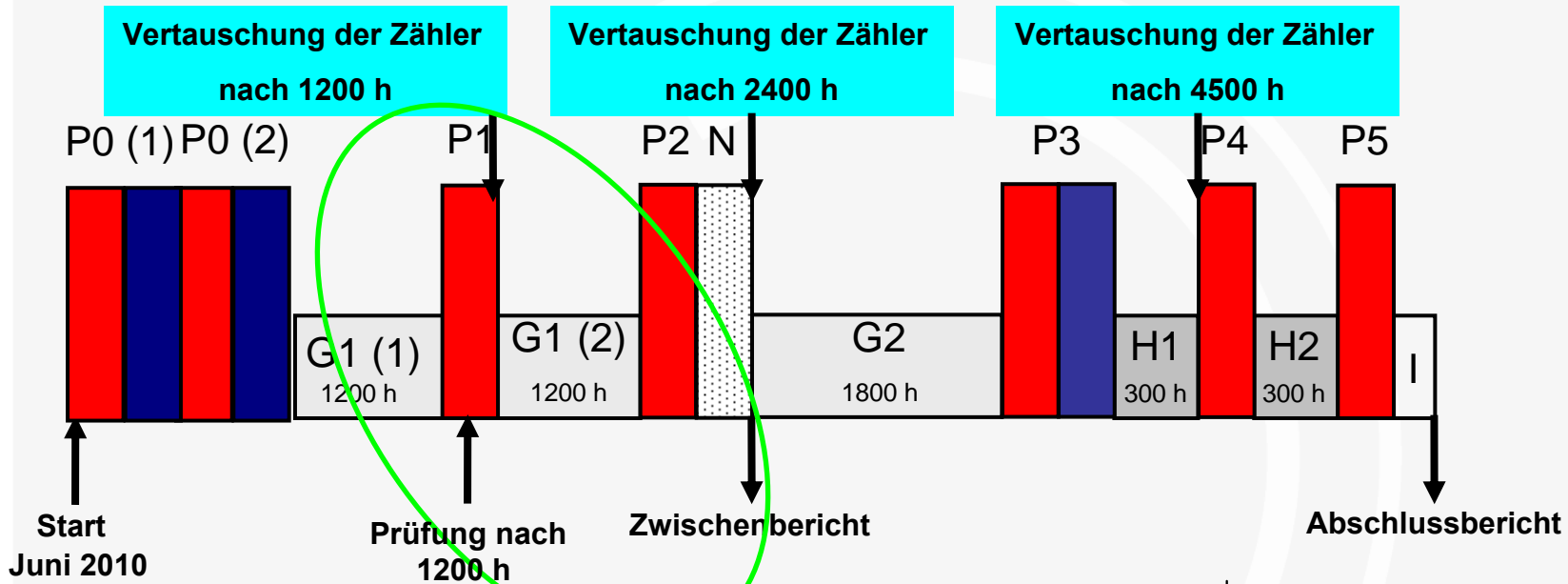
» Ablauf des WZP

Lfd. Nr.	Hersteller	Typ	qp in m³/h	Messprinzip	Baulänge
1	Engelmann	Sensostar 2	0,6	M	110
2	Hydrometer	Sharky 773	0,6	U	110
3	Hydrometer	Sharky 773	1,5	U	110
4	Hydrometer	Sharky 773	2,5	U	190
5	Hydrometer	Sharky 773	3,5	U	260
6	Hydrometer	Ray Heat (Robust)	1,5	M	110
7	Itron/ Allmess	Echo II	0,6	U	190
8	Itron/ Allmess	Echo II	1,5	U	190
9	Kamstrup	Multical 402	0,6	U	110
10	Kamstrup	UF 54	0,6	U	110
11	Kamstrup	UF 54	1,5	U	110
12	Kamstrup	UF 54	2,5	U	190
13	Kamstrup	UF 54	3,5	U	260
14	Landis+Gyr	UH 50	0,6	U	110
15	Landis+Gyr	UH 50	1,5	U	110
16	Landis+Gyr	UH 50	2,5	U	190
17	Qundis	Megatron 2	0,6	E	110
18	Sensus	Pollucom C	1,5	M	110
19	Sensus	PolluStat E	0,6	U	110
20	Sensus	PolluStat E	1,5	U	110
21	Sensus	PolluStat E	2,5	U	130
22	Sontex	Superstatic	1,5	S	190
23	Sontex	Superstatic	3,5	S	260



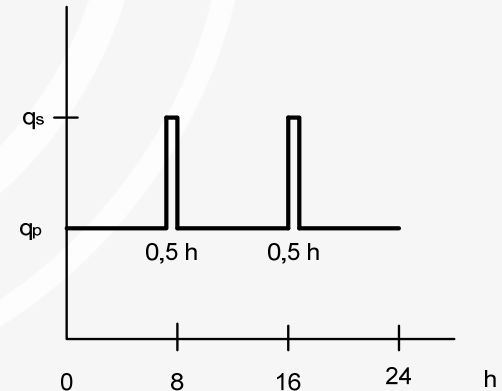


## » Ablauf des WZP



### Ablauf:

- Aufnahme der Neukurven „warm“ und „kalt“ sortenrein in Dreiergruppen (P0 (1))
- Aufnahme der Neukurven „warm“ und „kalt“ in Mischbestückung (P0 (2))
- Grundtest (G 1(1)) und Prüfung (P 1, „warm“) nach 1200 h
- Grundtest (G1(2)) mit anschl. Prüfung (P2, „warm“) nach 2400 h
- Grundtest (G 2) mit anschl. Prüfung (P3, „warm/kalt“) nach 4200 h
- Nulldurchflussmessung N (48 h)
- 2 Härtetests (H1, H2) von je 300 h bei  $q_s$  mit anschl. Prüfung (P4, P5, „warm“)
- Inaugenscheinnahme (I)



Tagesbelastung Grundtest WÄRME | KÄLTE | KWK



» Ablauf des WZP

WZPP 4.2					WZPP 5.1						
	MP/Reihe	Wiederholung/R	Anzahl der R.	MP gesamt		MP/ Reihe	Wiederholung/R	Sorten / R	Anzahl d.R.	MP gesamt	
neu warm	7	2	6	84	neu warm	7	2		6	84	
neu kalt	7	2	6	84	neu kalt	7	2		6	84	
					neu warm sort.	7	2	4	6	336	
					neu kalt sort.	7	2	4	6	336	
1200	5	2	6	60	1200	5	2		6	60	
2400	5	2	6	60	2400	5	2		6	60	
3600	5	2	6	60	3600	5	2		6	60	
4200 warm	7	2	6	84	4200 warm	7	2		6	84	
4200 kalt	7	2	6	84	4200 kalt	7	2		6	84	
4500	5	2	6	60	4500	5	2		6	60	
4800	5	2	6	60	4800	5	2		6	60	
				636						1308	
Wiederholungsmessungen auf einem externen Prüfstand sind nicht mit eingerechnet											
									Summe der Dauerbelastungen in Zeit	4800	h
d. h.:	Die sortenreine Prüfung verdoppelt die Anzahl der Messpunkte									200	Tg
										28,6	Wochen
oder :	Der Messaufwand für die sortenreine Prüfung ist genauso hoch wie der Messaufwand für das WZPP 4.2										



» Ablauf des WZP

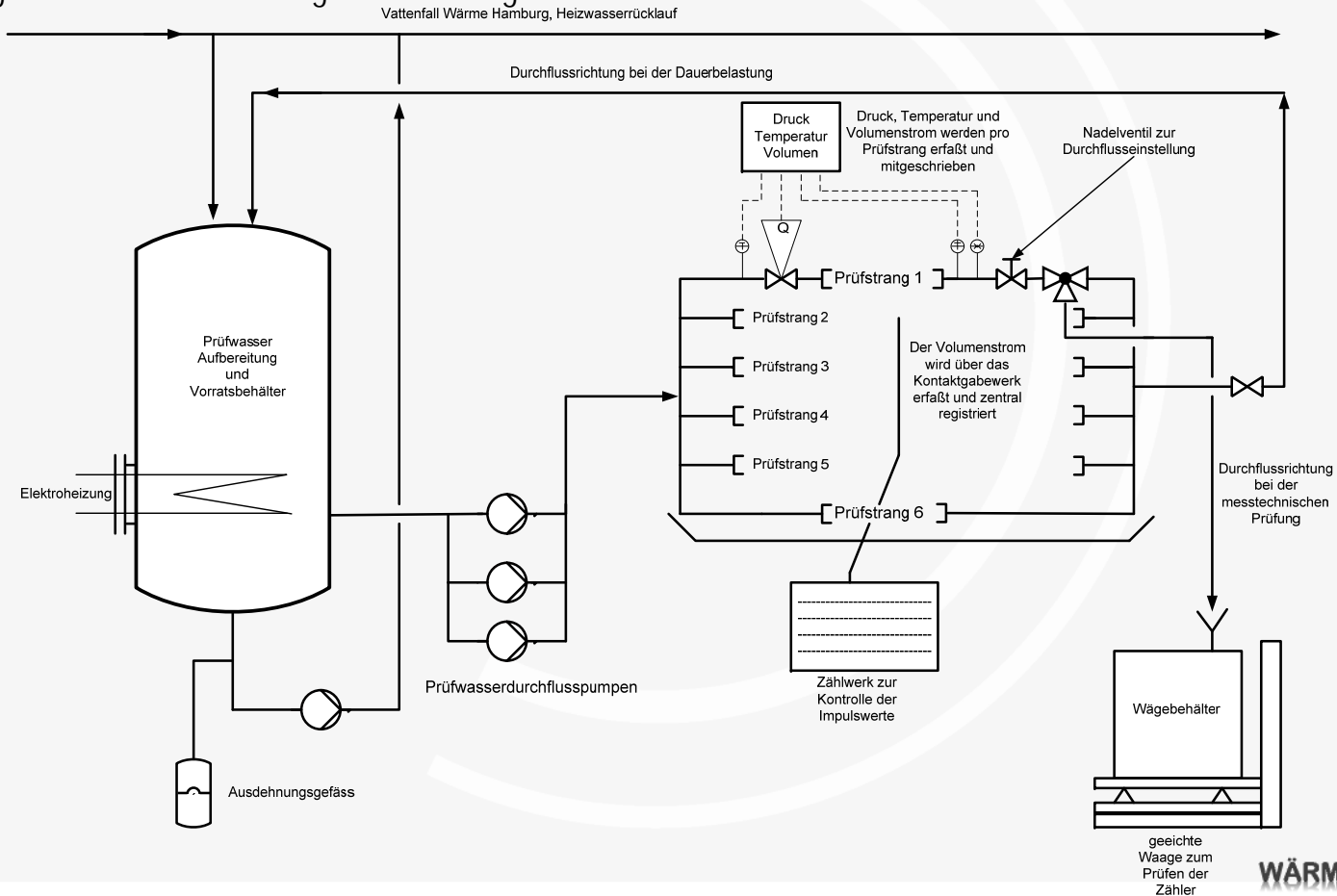
Ausgangsbestückung

Platz in Prüfreihe	Prüfreihe 1	Prüfreihe 2	Prüfreihe 3	Prüfreihe 4	Prüfreihe 5	Prüfreihe 6
1	Sharky 773, 0,6 m³/h	Multical 402, 0,6 m³/h	Echo II, 1,5 m³/h	PolluStatE, 1,5 m³/h	UH 50, 2,5 m³/h	Sharky 773, 3,5 m³/h
2	UH 50 0,6 m³/h	Echo II, 0,6 m³/h	Superstatic, 1,5 m³/hl	PollucomC, 1,5 m³/h	Sharky 773, 2,5 m³/h	UF 54, 3,5 m³/h
3	UF 54, 0,6 m³/h	Megatron 2, 0,6 m³/h	Ray Heat (Robust), 1,5 m³/h	UF 54, 1,5 m³/h	PolluStatE, 2,5 m³/h	Superstatic, 3,5 m³/h
4	Sensostar 2, 0,6 m³/h	PlluStat E, 0,6 m³/h	UH 50, 1,5 m³/h	Sharky 773, 1,5 m³/h	UF 54, 2,5 m³/h	
5	Sharky 773, 0,6 m³/h	Multical 402, 0,6 m³/h	Echo II, 1,5 m³/h	PolluStatE, 1,5 m³/h	UH 50, 2,5 m³/h	Sharky 773, 3,5 m³/h
6	UH 50, 0,6 m³/h	Echo II, 0,6 m³/h	Superstatic, 1,5 m³/hl	PollucomC, 1,5 m³/h	Sharky 773, 2,5 m³/h	UF 54, 3,5 m³/h
7	UF 54, 0,6 m³/h	Megatron 2, 0,6 m³/h	Ray Heat (Robust), 1,5 m³/h	UF 54, 1,5 m³/h	PolluStatE, 2,5 m³/h	Superstatic, 3,5 m³/h
8	Sensostar 2, 0,6 m³/h	PolluStatE, 0,6 m³/h	UH 50, 1,5 m³/h	Sharky 773, 1,5 m³/h	UF 54, 2,5 m³/h	
9	Sharky 773, 0,6 m³/h	Multical 402, 0,6 m³/h	Echo II, 1,5 m³/h	PolluStatE, 1,5 m³/h	UH 50, 2,5 m³/h	Sharky 773, 3,5 m³/h
10	UH 50, 0,6 m³/h	Echo II, 0,6 m³/h	Superstatic, 1,5 m³/hl	PollucomC, 1,5 m³/h	Sharky 773, 2,5 m³/h	UF 54, 3,5 m³/h
11	UF 54, 0,6 m³/h	Megatron 2, 0,6 m³/h	Ray Heat (Robust), 1,5 m³/h	UF 54, 1,5 m³/h	PolluStatE, 2,5 m³/h	Superstatic, 3,5 m³/h
12	Sensostar 2, 0,6 m³/h	PolluStatE, 0,6 m³/h	UH 50, 1,5 m³/h	Sharky 773, 1,5 m³/h	UF 54, 2,5 m³/h	



## » Beschreibung des Prüfstands

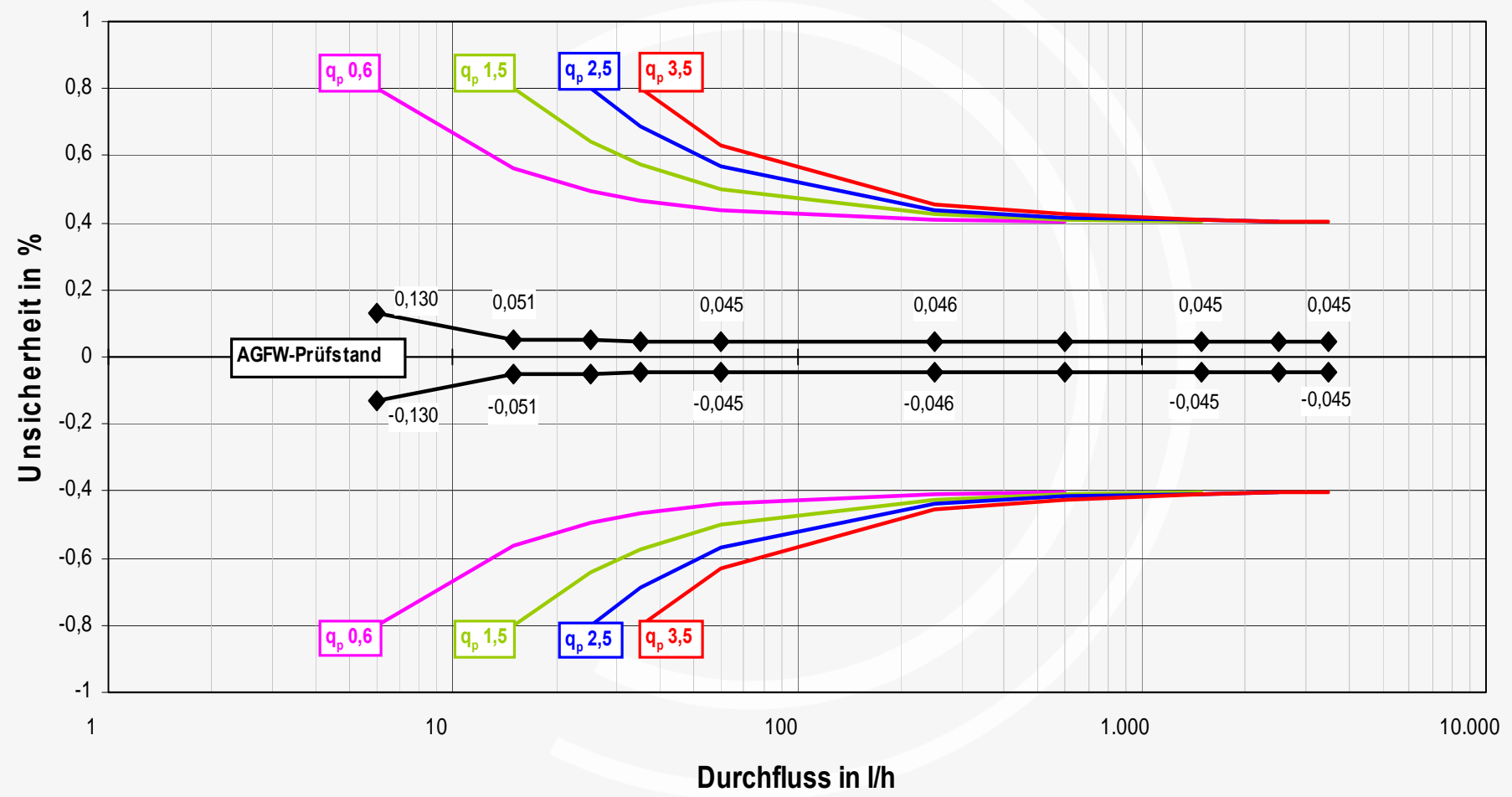
- In Pumpstation des Vattenfall-Fernheiznetzes installiert, an Rücklauf angeschlossen
- 6 parallele Reihenprüfstrecken mit bis zu 69 Prüflingen
- max. Durchfluß: 7 m<sup>3</sup>/h, bei Temperaturen bis zu 90 °C
- Ermittlung der Messfehler mittels geeichter Waage bei 55 °C





## » Beschreibung des Prüfstands

### Messunsicherheit des AGFW-Prüfstands (im Vergleich zur max. zuläss. Unsicherheit nach EN 1434, Kl. 2)

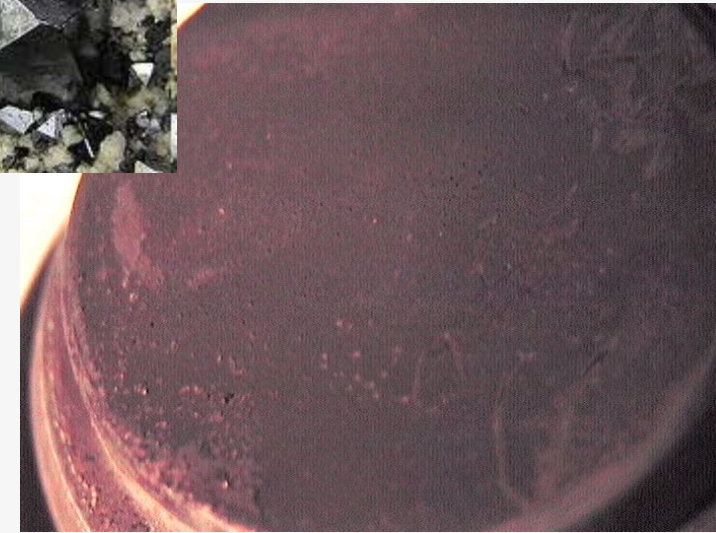




## » Problematik Magnetit

### Was ist Magnetit?

Name	Magnetit (Magneisenstein)
Status	anerkanntes Mineral
Chem. Formel	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ bzw. $\text{Fe}^{3+}_2\text{Fe}^{2+}\text{O}_4$
Farbe	grau mit bräunlichem Farbton, schwarz
Dichte	ca. 5,15 g/cm <sup>3</sup>
Mohshärte	5,5 - 6
Tenazität	spröde, Bruch: muschelartig
Kristallsystem	kubisch
Morphologie	vorwiegend Oktaeder
Nachweis	starker Ferromagnetismus



Magnetitablagerungen am Ultraschallkopf

### Magnetit im Fernwärmenetz

- Entstehung durch Oxidation auf den Innenflächen der Stahlrohre, Schieber und Regelorgane
- Nach Neubefüllung und Entlüftung von Rohrnetzen bildet sich **Magnetit aus Hämatit** ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  = Rost) unter Sauerstoffmangel
- Magnetit ergibt wirksamen Schutz vor weiterer Oxidation (Rostbildung), ist somit vom Rohrnetzbetreiber durchaus gewünscht



» **Problematik Magnetit**

Eisengehalt in typischen Wärmenetzen

Unternehmen	Eisen, ges.		Bemerkungen
	Minimum [µg/l]	Maximum [µg/l]	
FVU 1	15	18	4 Messstellen
FVU 2	18	23	
FVU 3	10	180	24 Messungen
FVU 4	10	30	HKW 1, Mai 2007 bis Mai 2008
FVU 5	50	100	Werte der letzten Jahre
FVU 6	10	10	Fernwärme
FVU 6	10	20	Nahwärme
FVU 7	10	460	1998 bis 2008
FVU 8		780	Nord
FVU 8		1440	Süd
FVU 9	10	60	Fernwärme, 6 Messtellen
FVU 9	10	2750	Sekundärnetze
FVU 10	48	48	Mittelwert aus 50 Einzelmessungen
FVU 11	12	395	Netz 1, zeitlich schwankend
FVU 11	1	1080	Netz 2
FVU 11	3	922	Netz 3
FVU 11	8	510	Stadtmitte
FVU 12	50	50	
FVU 13	50	50	
FVU 14	12	86	
FVU 15	13	39	Jahresdurchschnittswerte von 4 Netzen
FVU 16	116	500	
FVU 16	35		
FVU 16		105	

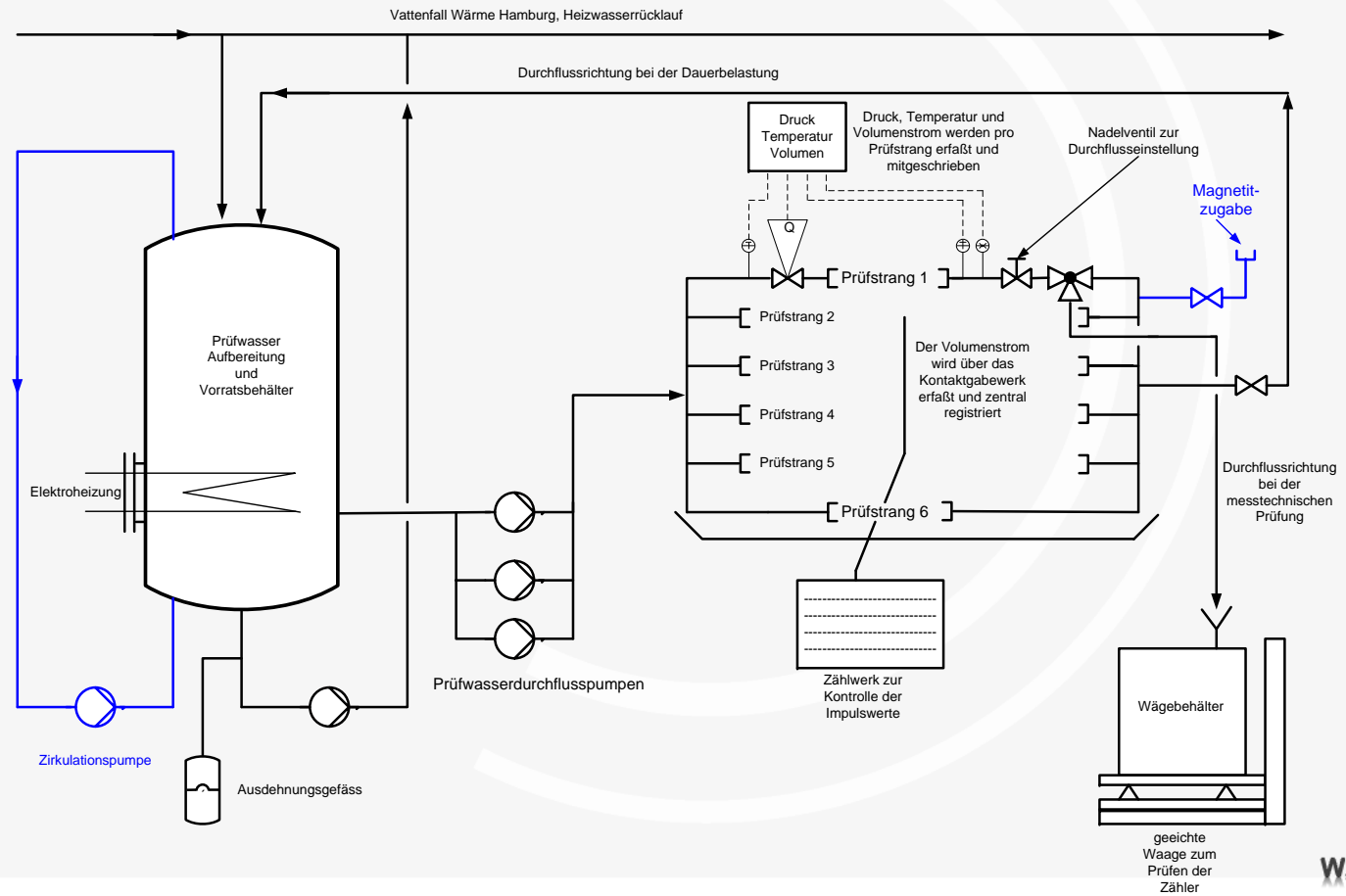
**Mittelwert: 24 420**  
**Standardabw.: 27 645**



# » Problematik Magnetit

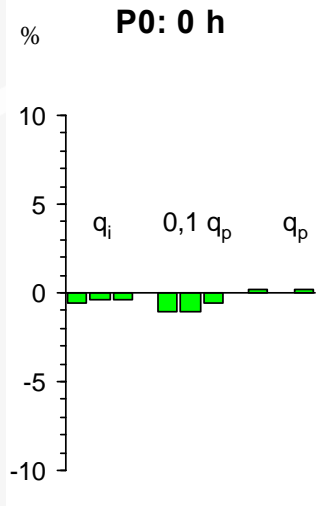
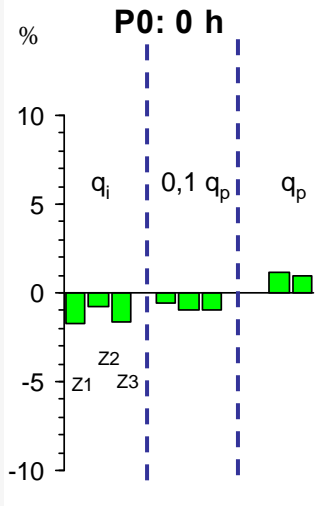
## Magnetitkonditionierung im AGFW-Prüfstand

In früheren Durchgängen des WZP betrug die Magnetitkonzentration ca. 50 – 100 µg/l. Gezielte Erhöhung der Magnetitkonzentration durch Zugabe von magnetithaltigem Filtrat. **Konzentration:** ca. 400 – 500 µg/l. **Korngöße:** ca. 1,5 – 10 µm. Umwälzung der Magnetitkristalle durch Zirkulationspumpe.





## » Messergebnisse

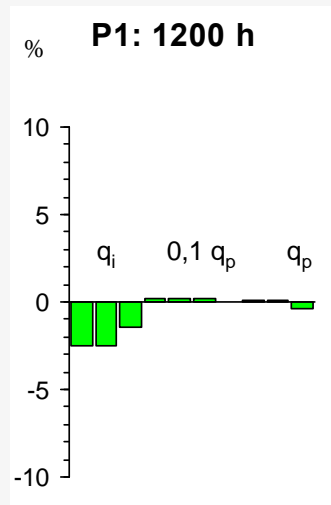
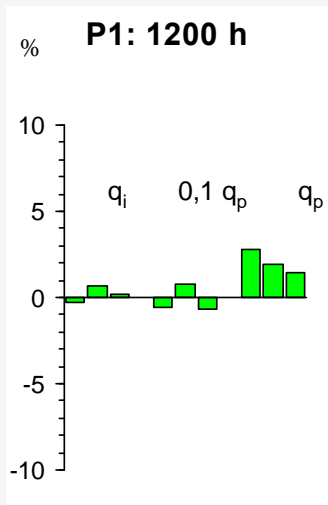


**Legende:**

- grün : Fehler  $\leq$  Eichfehlergrenze
- gelb: Fehler  $>$  Eichfehlergrenze und  $\leq$  Verkehrsfehlergrenze
- rot: Fehler  $>$  Verkehrsfehlergrenze oder Gerät ausgefallen

$q_i$ : Prüfung bei minimalem Durchfluss  
 $0,1 q_p$ : Prüfung bei 10% des Nenndurchflusses  
 $q_p$ : Prüfung bei Nenndurchfluss  
 $q^*$ : einheitliche Prüfung aller Baumuster bei  $q_p / 50$

Z1: Messabweichung von Gerät 1  
 Z2: Messabweichung von Gerät 2  
 Z3: Messabweichung von Gerät 3

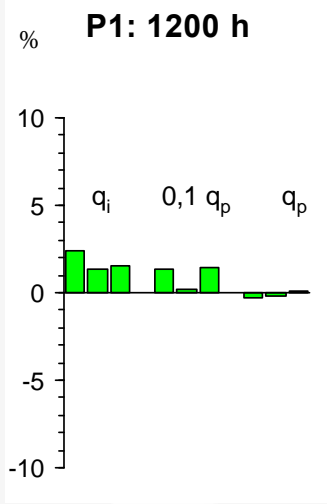
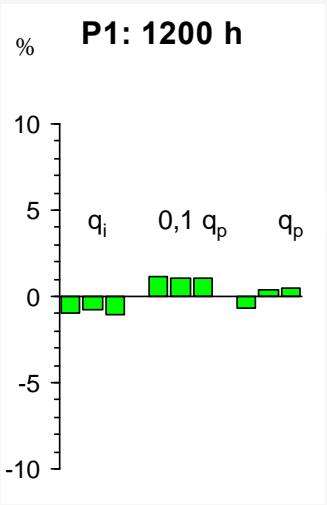
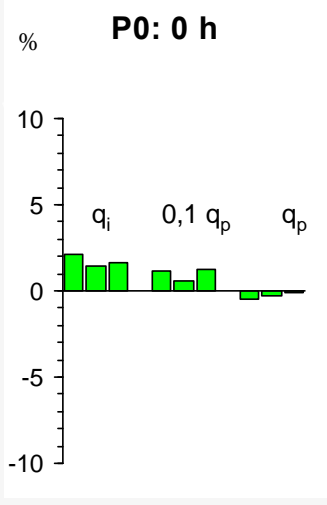
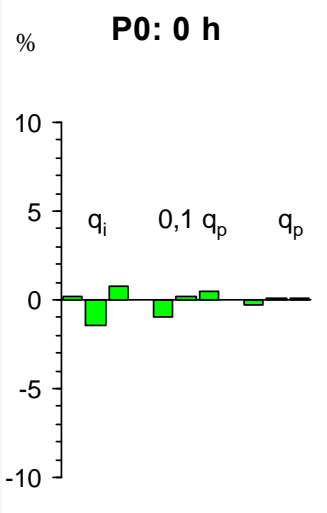


### Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler

$q_p = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$



# » Messergebnisse



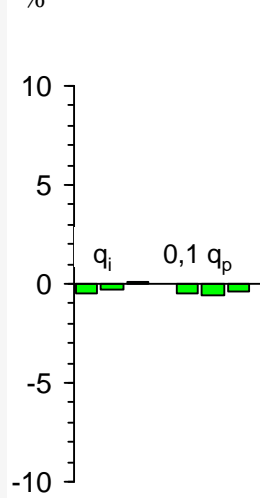
Mehrstrahl-Flügelrad-Zähler  
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$



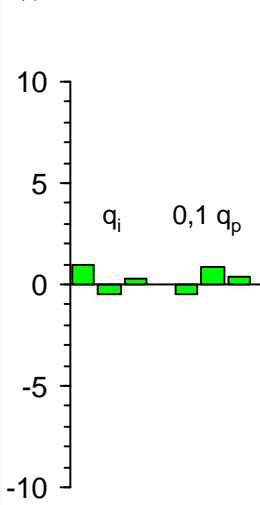


# » Messergebnisse

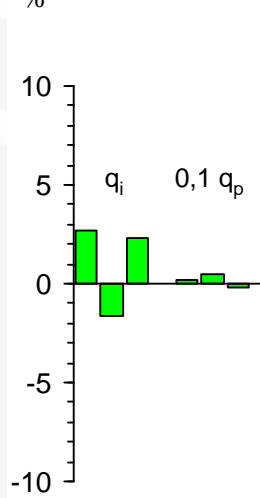
P0: 0 h



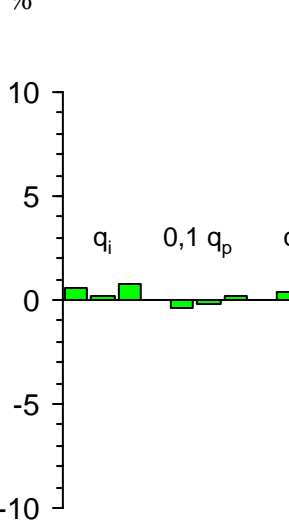
P0: 0 h



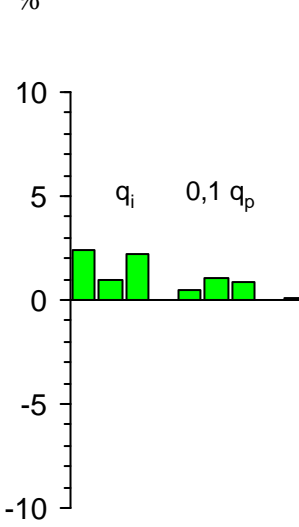
P0: 0 h



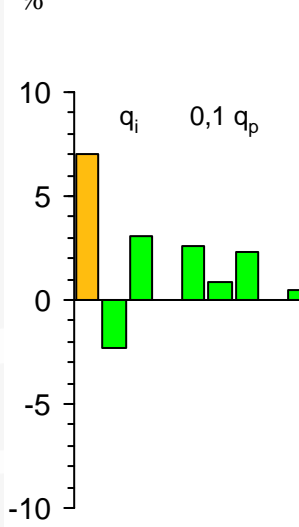
P1: 1200 h



P1: 1200 h



P1: 1200 h



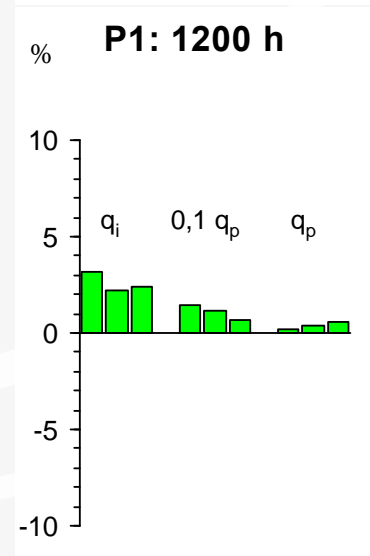
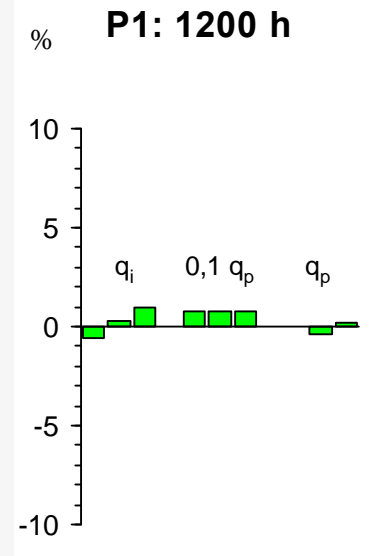
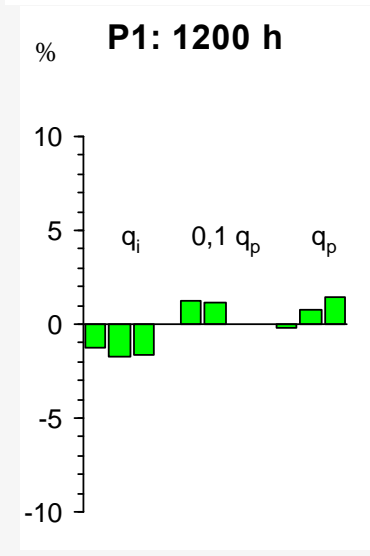
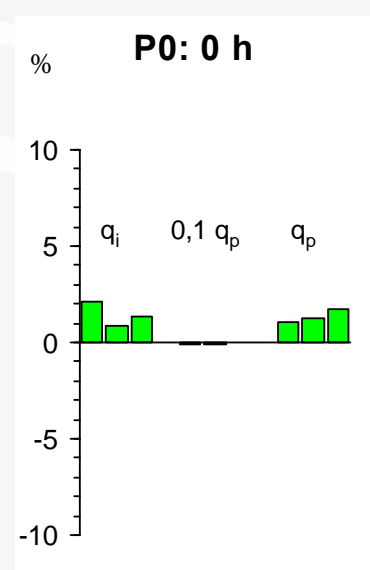
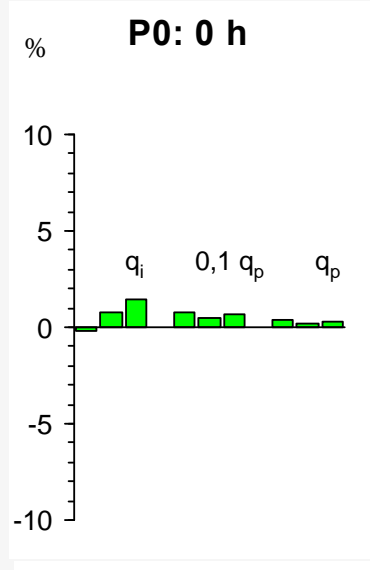
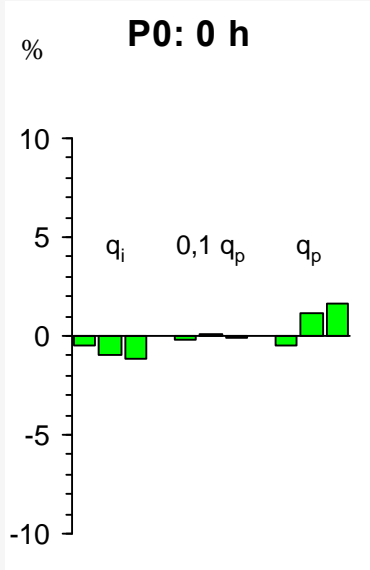
Ultraschall

$q_p = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$

WÄRME | KÄLTE | KWK



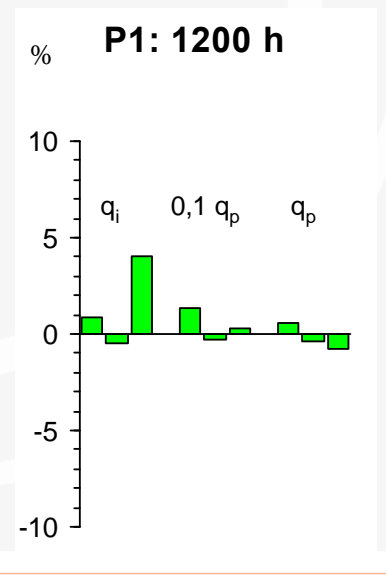
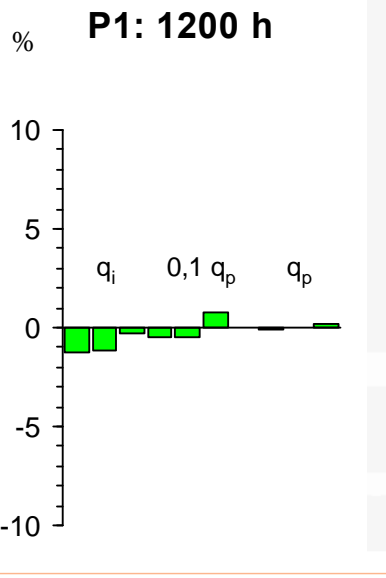
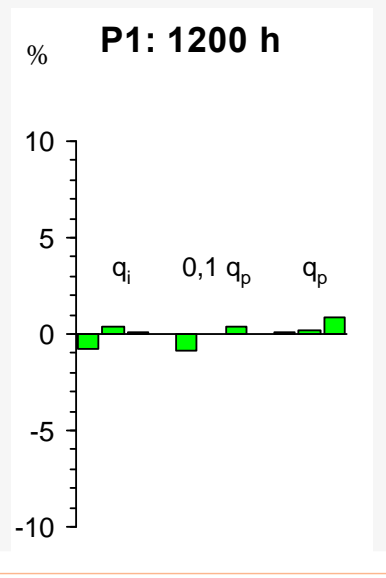
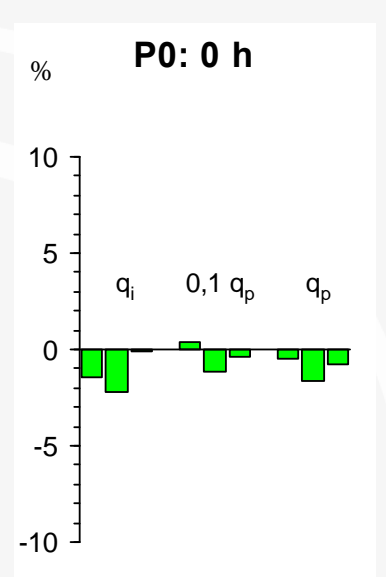
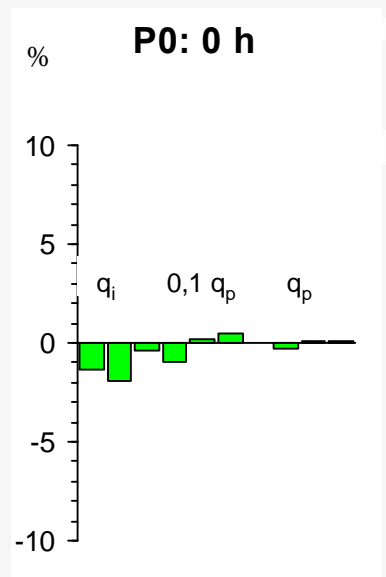
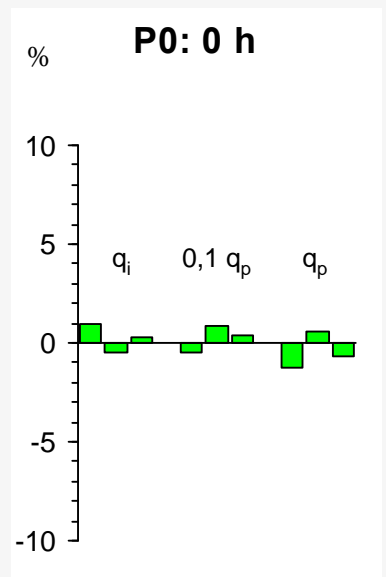
» Messergebnisse



Ultraschall  
 $q_p$  0,6 m<sup>3</sup>/h



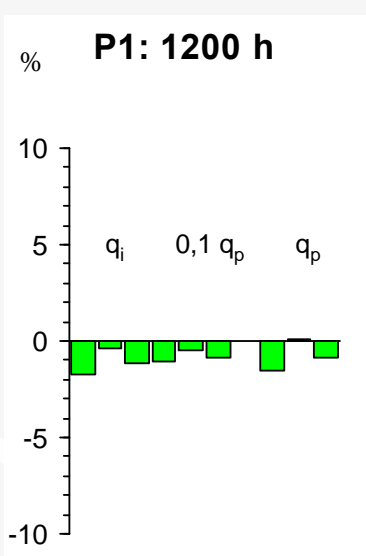
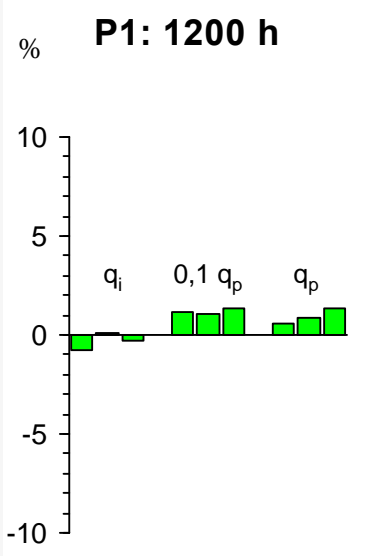
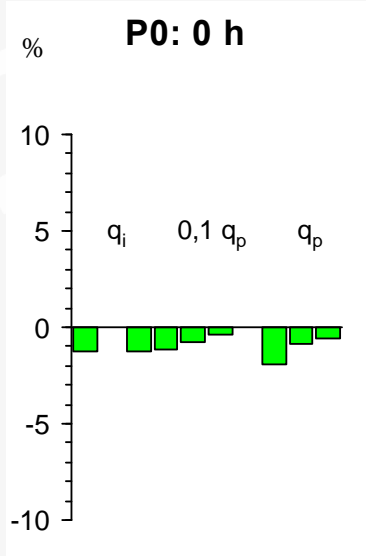
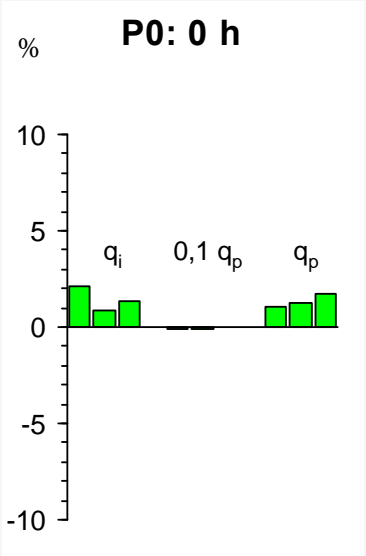
» Messergebnisse



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



» Messergebnisse

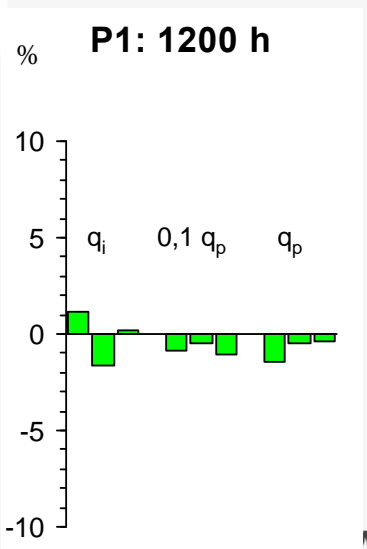
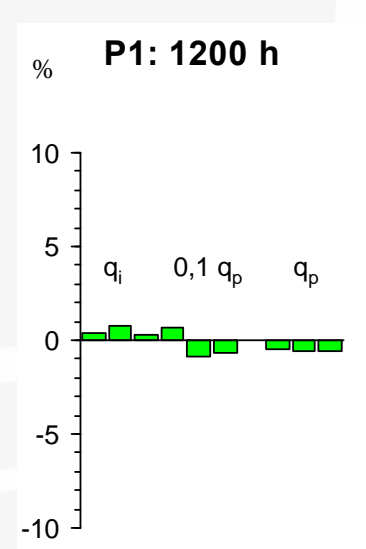
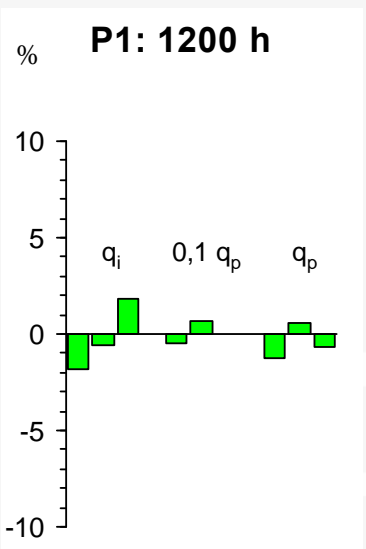
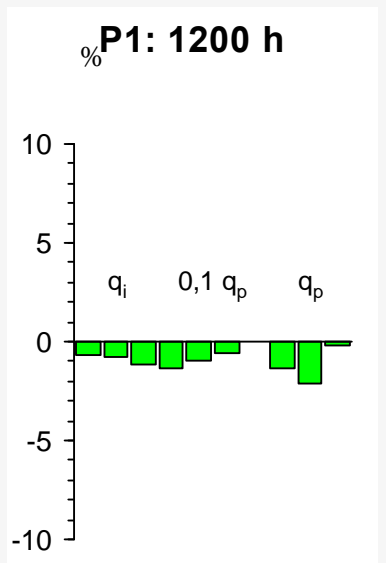
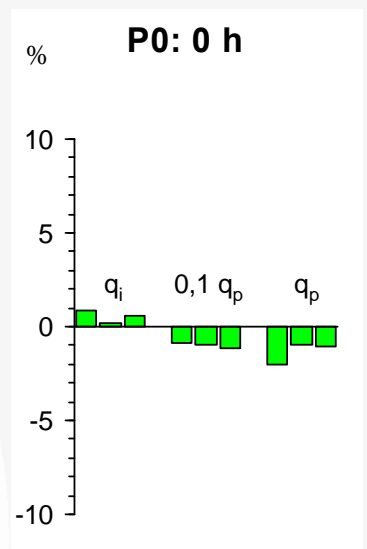
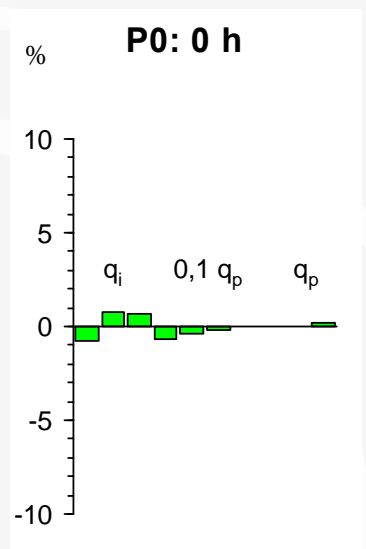
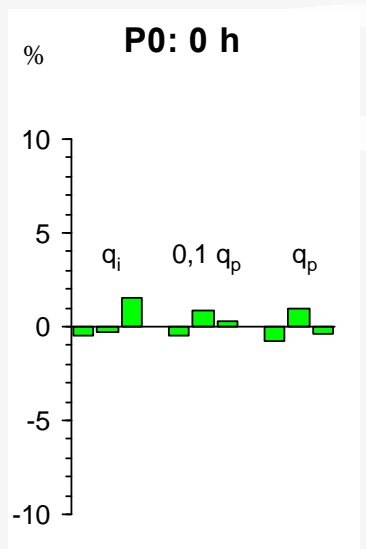
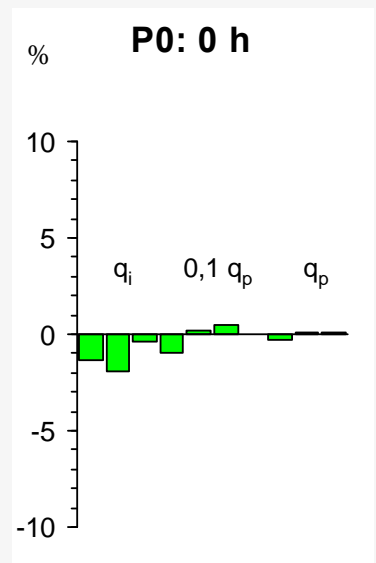


Ultraschall  
 $q_p = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$



» Messergebnisse

Ultraschall  $q_p = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$

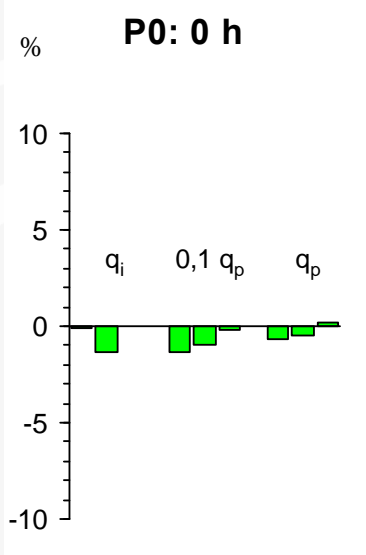
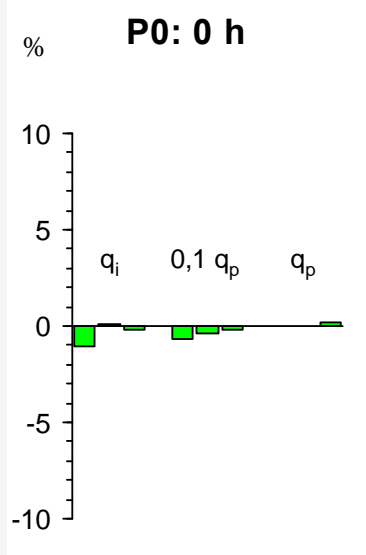


MKS

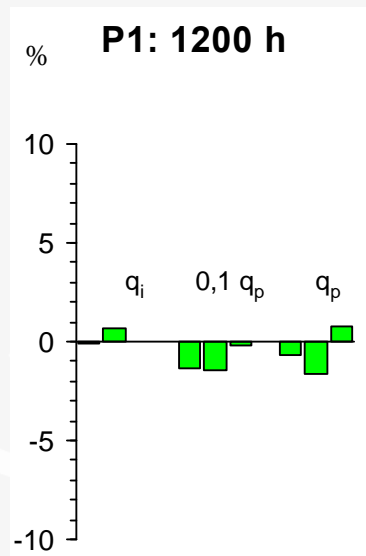
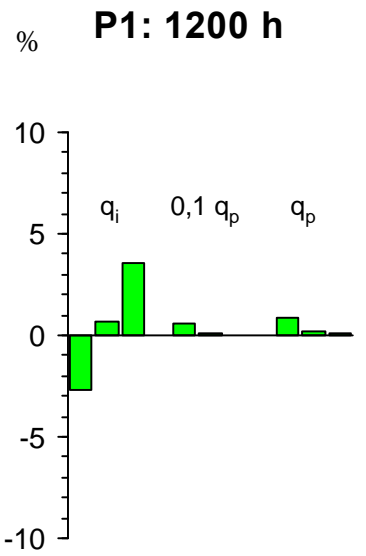




# » Messergebnisse

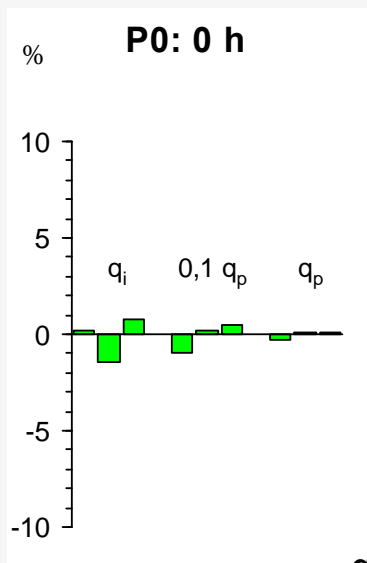


Ultraschall  $q_p = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$

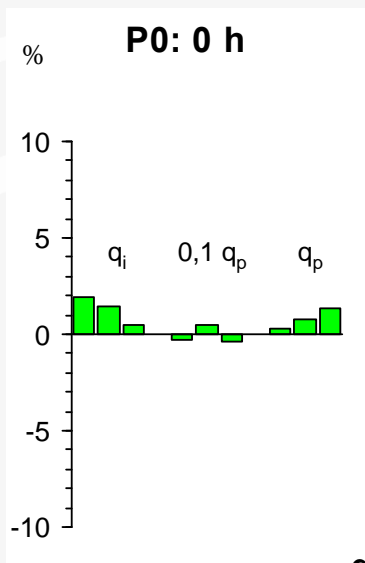




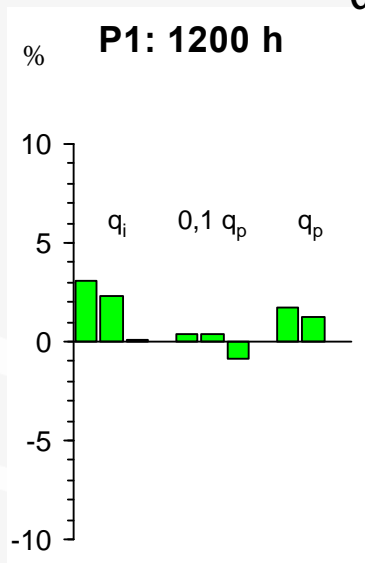
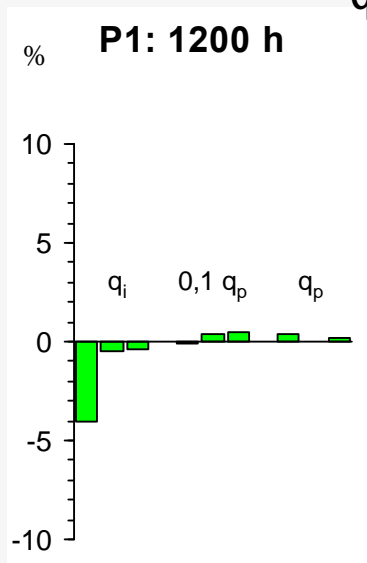
# » Messergebnisse



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



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



Schwingstrahl

WÄRME | KÄLTE | KWK



## » Messergebnisse

### Kalt-/Warm-Abhängigkeit im Neuzustand

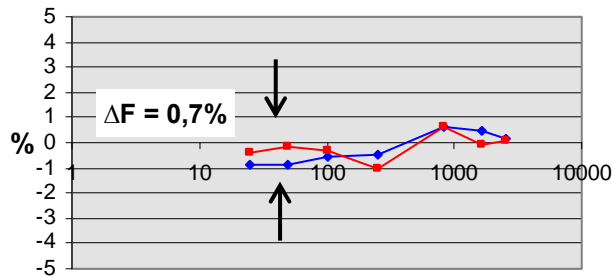
Empfehlung der PTB:

Max. zulässiger Versatz zwischen Kalt- und Warmkurve: 1/3 MPE (= 1/3 Fehlergrenze),  
d.h. 1,67 % bei  $q_i$  bzw. 1% bei 0,1  $q_p$  und  $q_p$

### Beispiele für geringe Kalt-/Warm-Abhängigkeit

Mehrstrahl  $q_p$  0,6 m<sup>3</sup>/h

P0: 0 h



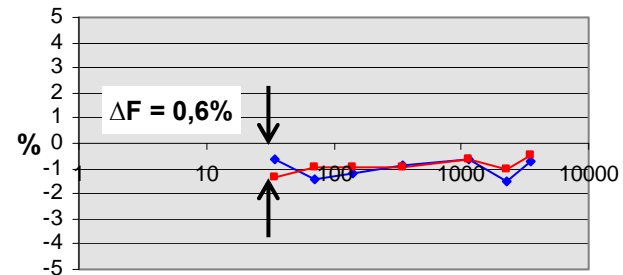
l/h

Durchfluss [l/h] →

— = 25 °C  
— = 55 °C

Ultraschall  $q_p$  3,5 m<sup>3</sup>/h

P0: 0 h



l/h

Durchfluss [l/h] →



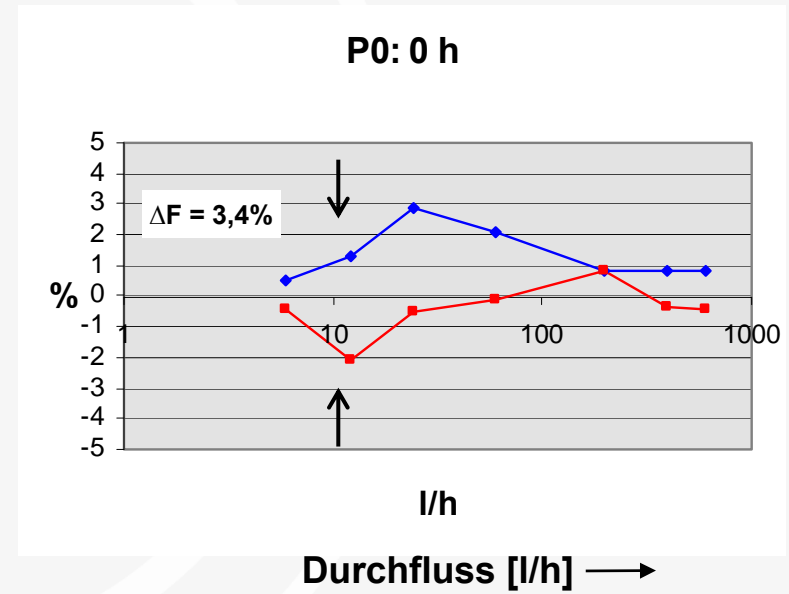
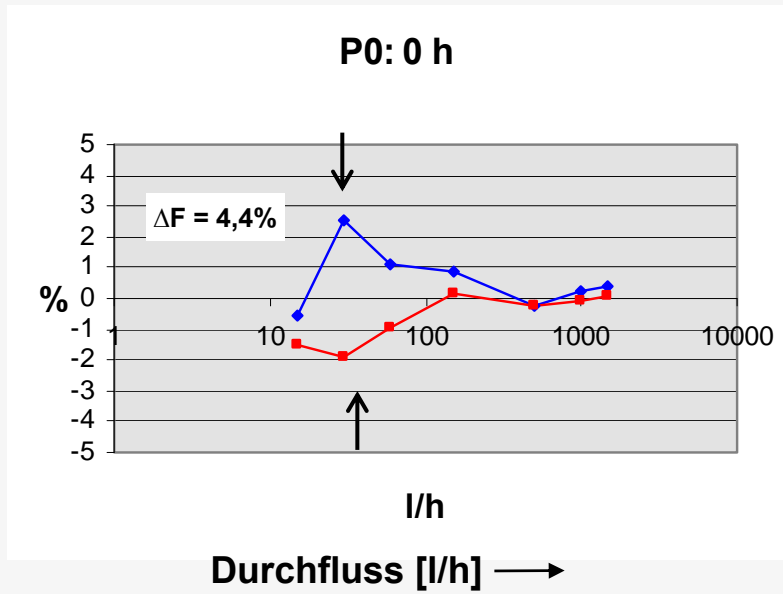
## » Messergebnisse

### Kalt-/Warm-Abhängigkeit im Neuzustand

Beispiele für hohe Kalt-/Warm-Abhängigkeit

Mehrstrahl  $q_p$  1,5 m<sup>3</sup>/h

Ultraschall  $q_p$  0,6 m<sup>3</sup>/h

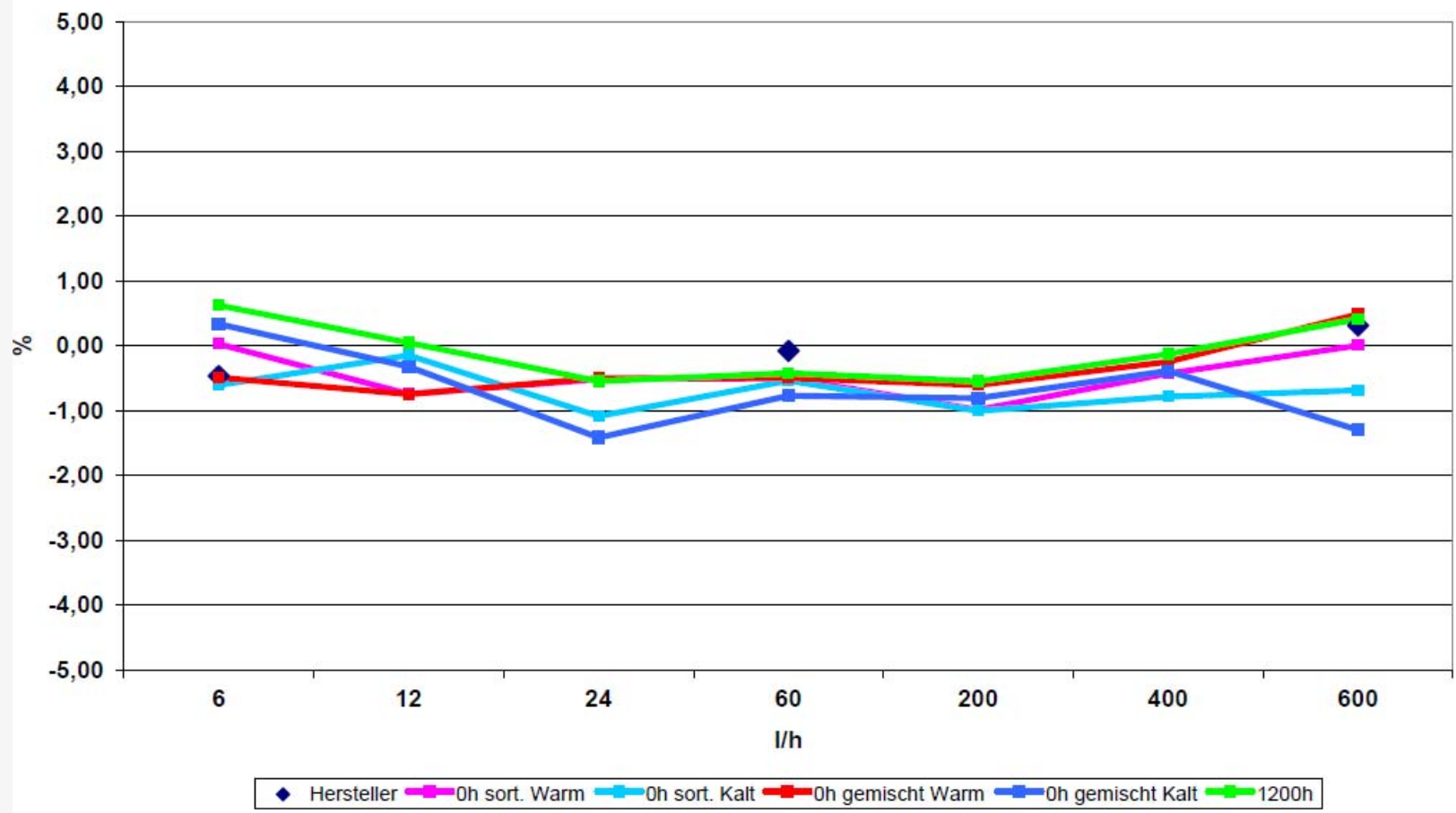


— = 25 °C  
 — = 55 °C



» Messergebnisse

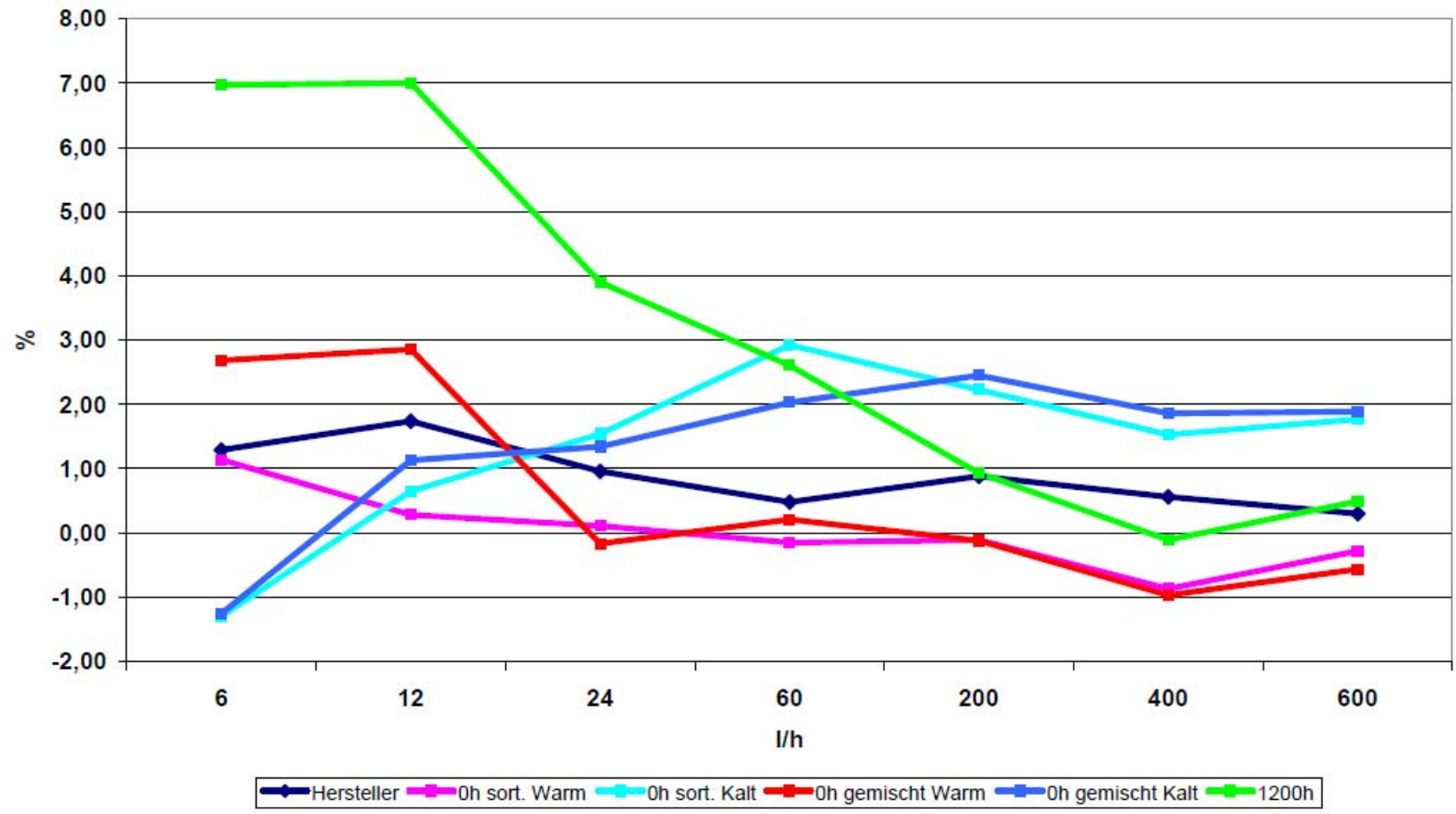
Ultraschall  $q_p$  0,6 m³/h





# » Messergebnisse

Ultraschall qp 0,6 m³/h

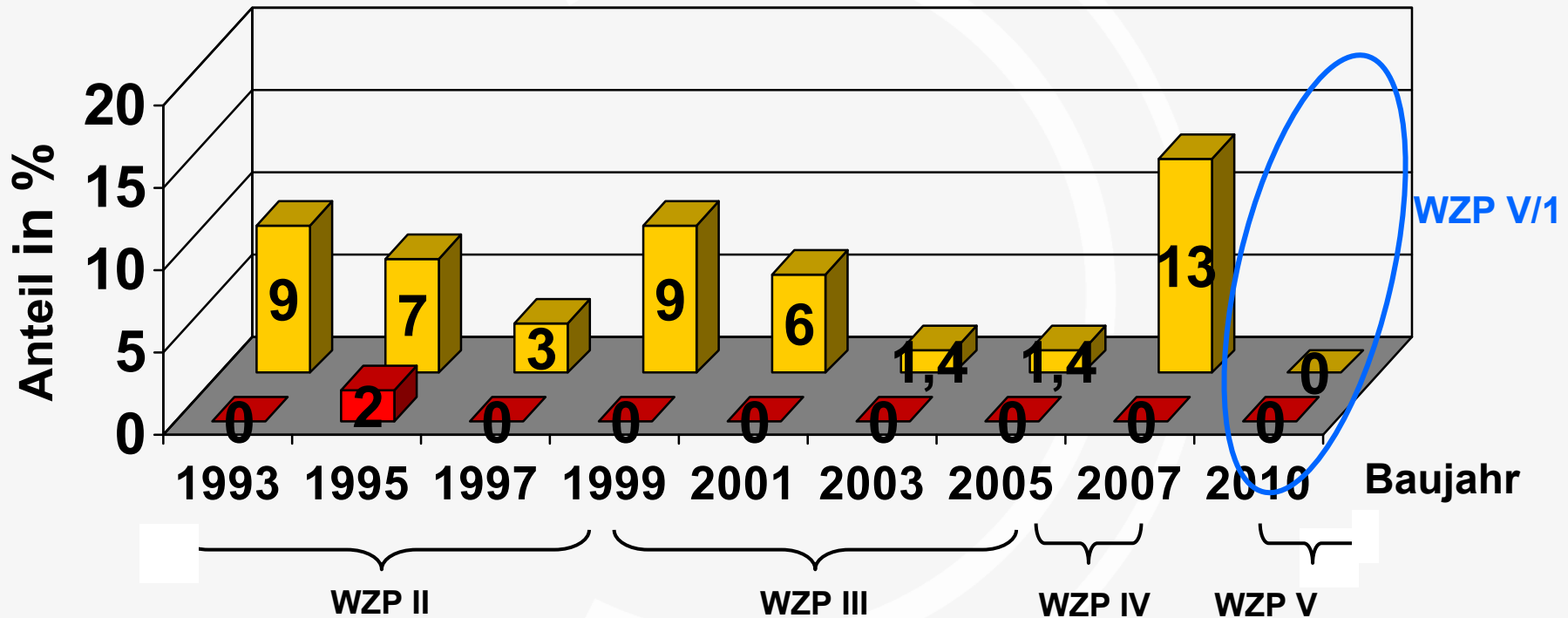




## » Zusammenfassung



### Zustand bei Anlieferung

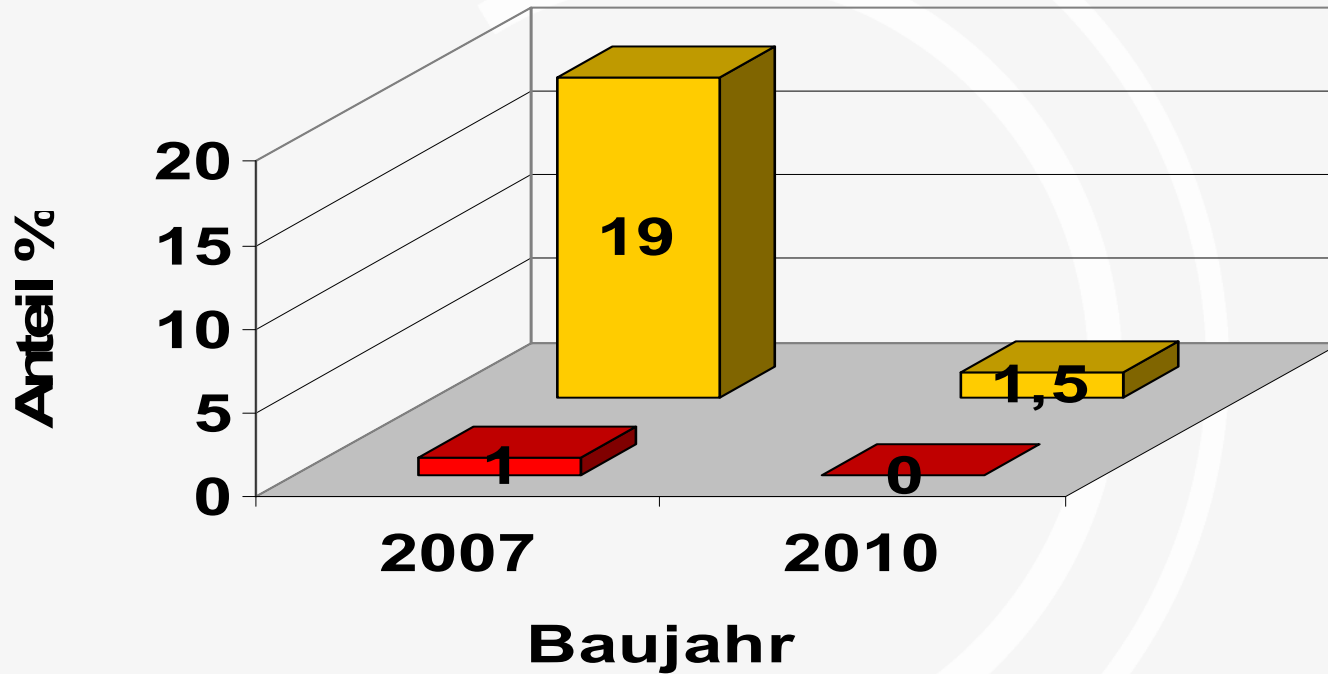


■ Außerhalb Verkehrsfehlergrenze    ■ Außerhalb Eichfehlergrenze



» Zusammenfassung

### Zustand nach 1200 h



■ Außerhalb Verkehrsfehlergrenze

■ Außerhalb Eichfehlergrenze





## » Zusammenfassung

- Das WZP des AGFW ist in der Fernwärmebranche ein wichtiger und allseits akzeptierter Test in Bezug auf die Messrichtigkeit und Messbeständigkeit von Wärmezählern.
- Mit Hilfe des WZP werden Schwachstellen in einem zeitlich verkürzten, realitätsnahen Stresstest erkannt.
- Die Testergebnisse sind wesentliche Grundlagen zur Verbesserung der Geräte und zur Gewährleistung des Verbraucherschutzes



# darum fernwärme...



denn sie ist bequem  
und frisst wenig Mäuse.

Dipl. Ing. (FH)  
Frank Espig  
Tel. 069 / 6304-251  
f.espig@agfw.de



[fernwaerme-info.eu](http://fernwaerme-info.eu)

WÄRME | KÄLTE | KWK