

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bericht über den Ringvergleich der Prüfstellen für Wärme in Österreich und Deutschland
und die Vorstudien zur Durchführung



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



1

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

- Die Vorbereitungen zum Ringvergleich unter Prüfstellen für Wärme haben sehr früh begonnen: Bereits i. J. 1992 startete eine Arbeitsgruppe des Fachverbandes AGFW – zunächst unter Leitung des Prüfstellenleiters, **Herrn Dipl.-Ing. Raupach** aus Köln mit einer Umfrage (Mitte d. J. 1997 wechselte der Vorsitz zum Autor dieses Berichtes). Von den damals **43 Prüfstellen** für Wärme in **Österreich und Deutschland** erklärten sich **25 Prüfstellen** bereit zur – allerdings kostenpflichtigen – Teilnahme an einem solchen Projekt. Aus Gründen der bekannten Komplexität wurde beschlossen, mit der Messung von Volumenströmen von heißem Wasser zu beginnen.
- Zunächst galt es, die physikalischen Randbedingungen eines solchen Vergleiches sowie geeignete Transfornormale festzulegen. Letzteres erwies sich als besonders schwierig, da es sich beim Vergleich von Volumenstrommessungen stets um ein Multiparameterproblem handelt und es zunächst galt, die möglichen Einflussgrößen auf den Ringvergleich im Sinne des erwünschten Erkenntnisfortschrittes auf ein Minimum zu begrenzen.
- Eine Reihe von Vorversuchen filterte ungeeignete Vorschläge aus und hierbei wurden auch Begrenzungen - wie z. B. max. tolerierte Druckverluste - sowie elektronische Begrenzungen - wie max. Ausgangsfrequenzen - für den angestrebten Vergleich deutlich. Letztlich einigte man sich auf einen Durchflussbereich von 0,015 bis 1,5 m³/h und – wie noch zu berichten, auf das magnetisch-induktive Messprinzip sowie auf einen höherwertigen Gerätetyp aus dem Bereich der Prozessleittechnik.



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



2

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

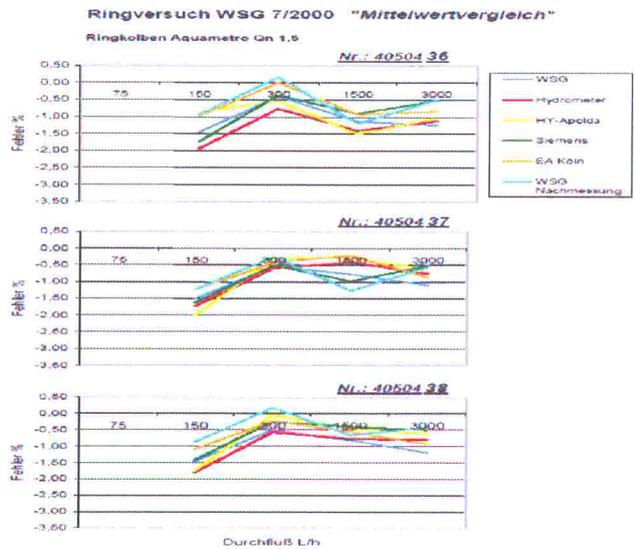
Wie alles anfing... (i. J. 2000) – Ringkolbenzähler aus Metall



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bewertung der Ergebnisse:

- nach dem Durchlaufen von 5 Prüfstellen und der Rückkehr zum Ausgangspunkt musste eine recht kontinuierliche Verschiebung der Messergebnisse in den Plusbereich festgestellt werden.
- Die beschriebene Drift befand sich in einer für den angestrebten Zweck unakzeptablen Größenordnung.
- Ähnlich den in Vorversuchen getesteten Ringkolbenzählern aus Kunststoff musste auch diese höherwertige Metallausführung für die Verwendung als Transfernormal ausscheiden.



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



5

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

MID-Großseriengerät QP 2,5

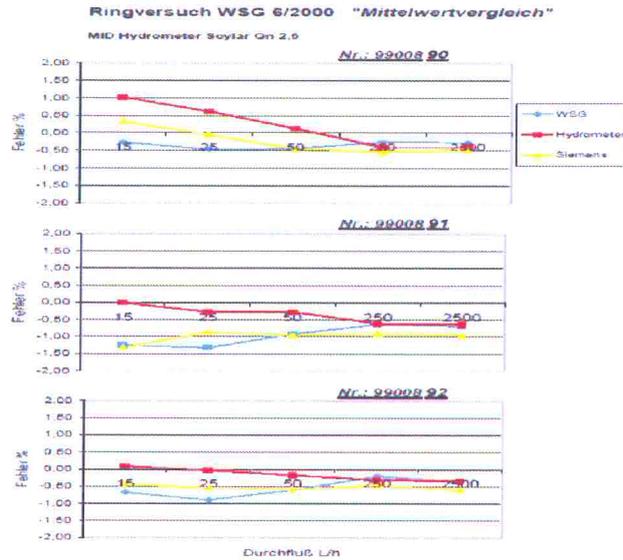


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



6

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -



Durchführung und Auswertung der Testreihe:
R. Kramarsch
23.08.00

Hydrometer-Scytär vs. Mittelwertvergleich



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



7

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bewertung der Ergebnisse:

- nach dem Durchlaufen von 3 Prüfstellen musste eine für den angestrebten Zweck nicht ausreichende Reproduzierbarkeit einzelner Messwerte und eine zu große Abhängigkeit von den örtlichen Betriebsbedingungen festgestellt werden.
- Die für den Masseneinsatz im Feld entwickelten Geräte mussten für die Verwendung als TransfERNormal im angestrebten Sinne leider ausscheiden.



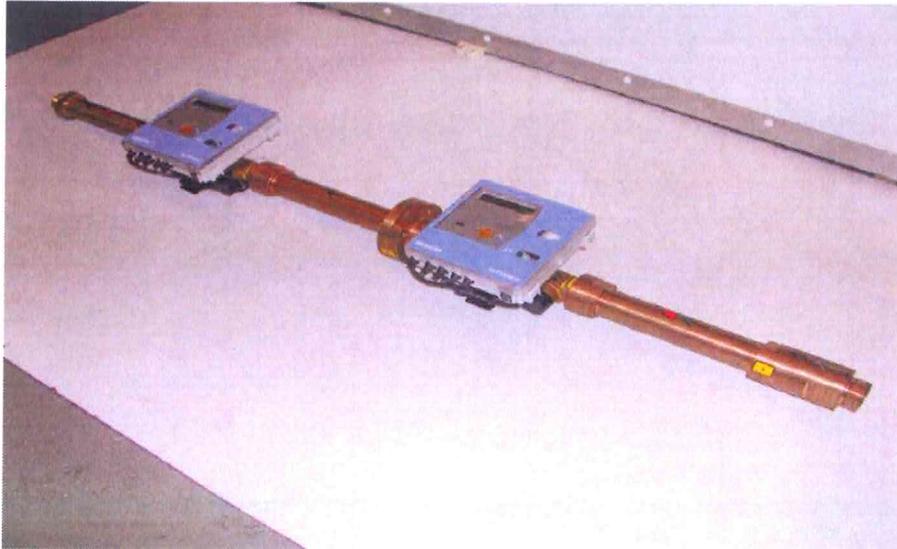
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



8

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Ultraschall-Seriengerät QP 1,5 (2003)

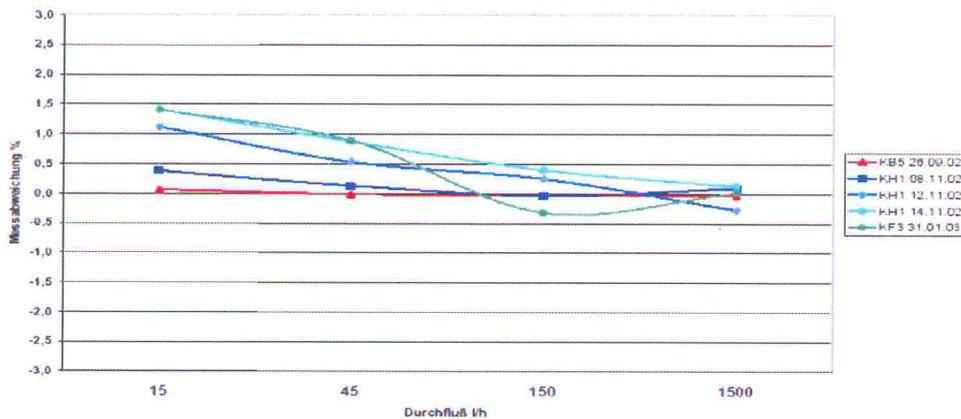


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Veränderung über die Zeit
QP 1,5 - 64031192



Erstellt von: R. Kamebeck
13.08.2009

Zervertiefe_neu.xls | Zeitverlauf 64031192



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bewertung der Ergebnisse:

- nach dem Durchlaufen von 3 Prüfstellen musste eine recht kontinuierliche Verschiebung der Messergebnisse in den Plusbereich festgestellt werden.
- Die beschriebene Drift befand sich in einer für den angestrebten Zweck unakzeptablen Größenordnung.
- **Ähnlich den in den Vorversuchen getesteten Ringkolbenzählern aus Kunststoff oder aus Metall musste auch diese Ausführung, die für den Massenmarkt als Feldgerät entwickelt wurde, für die Verwendung als Transfernormal ausscheiden.**



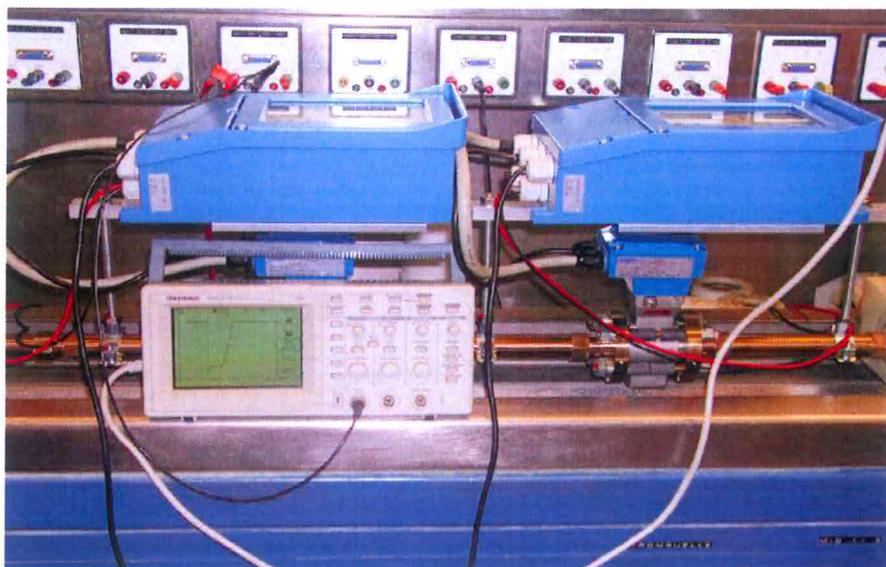
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



11

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

MID-Geräte "DI" 10 mm (Prozessmesstechnik) 2004-2005

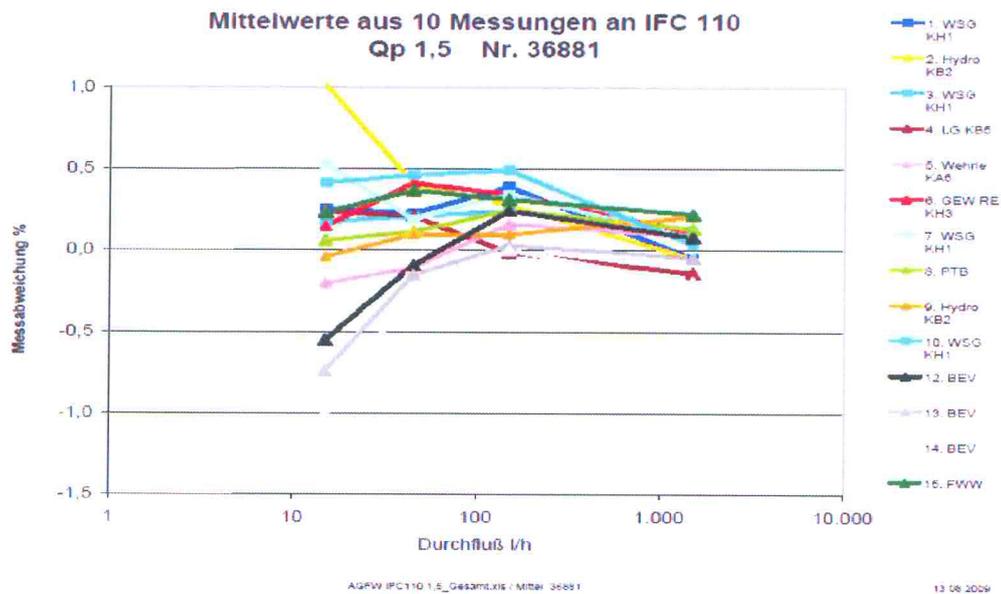


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



12

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



13

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bewertung der Ergebnisse:

- nach dem Durchlaufen von 8 Prüfstellen konnte ein recht stabiles Resultat bei den Messergebnissen festgestellt werden.
- Zwei Prüfstellen konnten örtlich vorhandene systematische Fehlereinflüsse aufgrund der Ergebnisse entdecken und eliminieren.
- **Diese zur Verwendung in der Prozessleittechnik entwickelten Produkte mit höherem Anspruch an Reproduzierbarkeit und Messbeständigkeit (sowie durch Produktselektion verringertem TK) eignen sich offenbar für die Verwendung als TransfERNormal für den angestrebten Zweck.**



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



14

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Einige weitere Auswahlkriterien aufgrund der Ergebnisse sämtlicher Vorversuche bei vielen Prüfstellen haben sich ergeben:

Der bei einigen Prüfstellen maximal tolerierte Druckverlust führte zur Auswahl des Innendurchmessers von 10 mm im (keramischen) Messkanal, was den eigentlich erwünschten Dynamikbereich leider einschränkte.

Die maximale Ausgangsfrequenz des Signalausgangs musste auf 400 Hz festgelegt werden, da einige Prüfstellen aufgrund der Ausstattung von Produktionsprüfständen sonst überfordert waren.

Da das Ausgangssignal (Open-Kollektor mit Brückenschaltung) eine höhere Schaltschwelle besitzt, musste eine Signalanpassung für einige Prüfstände realisiert werden.

Um eine eventuelle örtlich vorhandene EMV-Belastung der gewählten Geräte zu verringern, wurde die Verwendung eines Trenntrafos mit Entstörbeschaltung empfohlen.



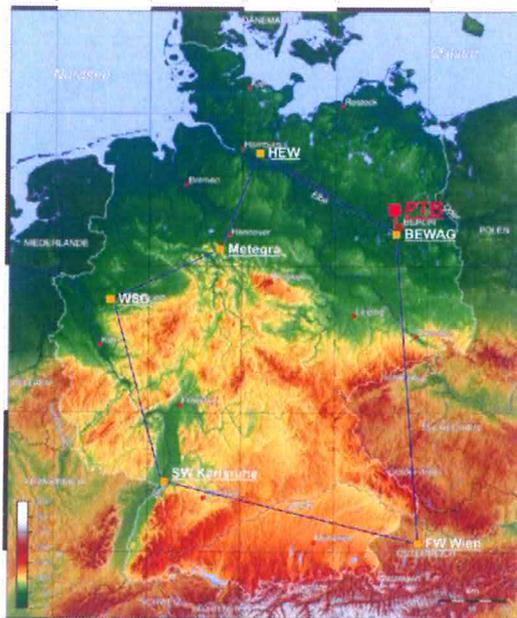
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



15

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Zeitliche Strukturierung des Ablaufs - „Ringbildung“ – Innerer Ring



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



16

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs - Zeitliche Strukturierung des Ablaufs - „Ringbildung“ – angegliederte äußere Ringe



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August 2009
 Kloster Seeon, Deutschland



17

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs - Messprogramm / zeitlicher Ablauf

- Die in dem Messblatt der beiliegende Excel- Tabelle grün hinterlegten Messbedingungen sind unbedingt einzuhalten:
- Die Versorgungsspannung über Trenn- Trafo sowie ein konstanter Durchfluss von ca. 1 Qp müssen bereits am Vortag der eigentlichen Messung anstehen. Vorlaufzeit / Aufwärmphase **mind. 12 h**.
 - Beim Durchfluss „Qp“ müssen zur Vermeidung von Kavitation oder Ausgasungen am Messstreckenauslauf **mind. 1,5 bar** eingehalten werden.
 - Die Durchflüsse müssen auf **+/- 5 %** genau eingeregelt werden.
- - Die Einlauf - Wassertemperatur ist auf **50 ± 2 ° C** zu regeln.
 - Dichteänderungen durch den Temperaturabfall über der Messtrecke sind **rechnerisch zu korrigieren**.
 - Eine Messreihe besteht aus **vier Prüfpunkten** und ist in folgender Reihenfolge durchzuführen:

– Qp	= 1500 l/h	Prüfzeit: 180 sec
– 0,1 Qp	= 150 l/h	240 sec
– 3 * Qi	= 45 l/h	420 sec
– Qi	= 15 l/h	600 sec
 - Die definierte Messreihe wird in **dieser Reihenfolge**
- **10-mal** direkt hintereinander durchgeführt.



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August 2009
 Kloster Seeon, Deutschland



18

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

- Die Istwerte für die Messbedingungen und die Volumenmessabweichungen sind in die blau hinterlegten Felder des Messblattes (Template-2006-xls) einzutragen.
- **Maßgeblich ist die Abweichung zwischen Transfernormal und dem in der Prüfstelle täglich verwendeten Arbeitsnormal (nicht dem evtl. vorhandenen Kontrollnormal).**
- Das Excel- Arbeitsblatt berechnet dann automatisch die gelb hinterlegten Ergebnisfelder:
- Mittelwerte und Standardabweichungen für alle Messpunkte und Geräte.
- Nach der abgeschlossenen Messung ist die Messstrecke des Transferprüflings **mit Prüfwasser zu füllen** und mit den mitgelieferten Metallkappen dicht zu verschließen.
- **Innerhalb von 3 Wochen Weitergabe des Transfernormales an die nächste Prüfstelle!**



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



19

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

AGFW Ringvergleich - Krone IFC 300W / Optiflux 500F

Meßbedingungen			Op	0,1 ° Op	3 ° Qi	1 ° Qi
Gebrauchsnormal	Waage / MID		1 500	150	45	15
Prüfverfahren	fliegend/elektro	Start/Stop				
mittl. Raumtemp.						
Leitfähigkeit des Prüfwassers						
Messunsicherheit des Prüflandes						
Durchfluß	Sollwert	17 h	1,42 bis 1,57	1,5 bis 1,6	2 bis 4	14 bis 16
Mittelwerte	Istwert		1,5			
Druck am Auslauf	Sollwert	bar	> 1,0	> 1,5	> 1,0	> 1,5
mittl. Temperatur am Einlauf	Sollwert	°C	48 bis 52	48 bis 52	48 bis 52	48 bis 52
mittl. Temperatur am Auslauf	Istwert					
min. Prüfzeit	Sollwert	min	75,0	10,0	7	10
min. Prüfvolumen	Sollwert	l				
Prüfzeit	Istwert	min				
Prüfvolumen	Istwert	l				
gesch. Meßzeit		h				

Prüfstelle	
Name	
Prüfstand	
Bearbeiter	
Datum	
Telefon	
Fax	
email	
Bemerkung	

WISITER
 Daten sind nur in elektronischer Form
 in die Excel-Tabelle
 "Template.xls / Messblatt" einzutragen!

AGFW Transfernormal - Ringbezeichnung					Zähler 2			
Nr.	Op	0,1 ° Op	3 ° Qi	1 ° Qi	Op	0,1 ° Op	3 ° Qi	1 ° Qi
1	1 500	150	45	15	1 500	150	45	15
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Mittelwert	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
STABW	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

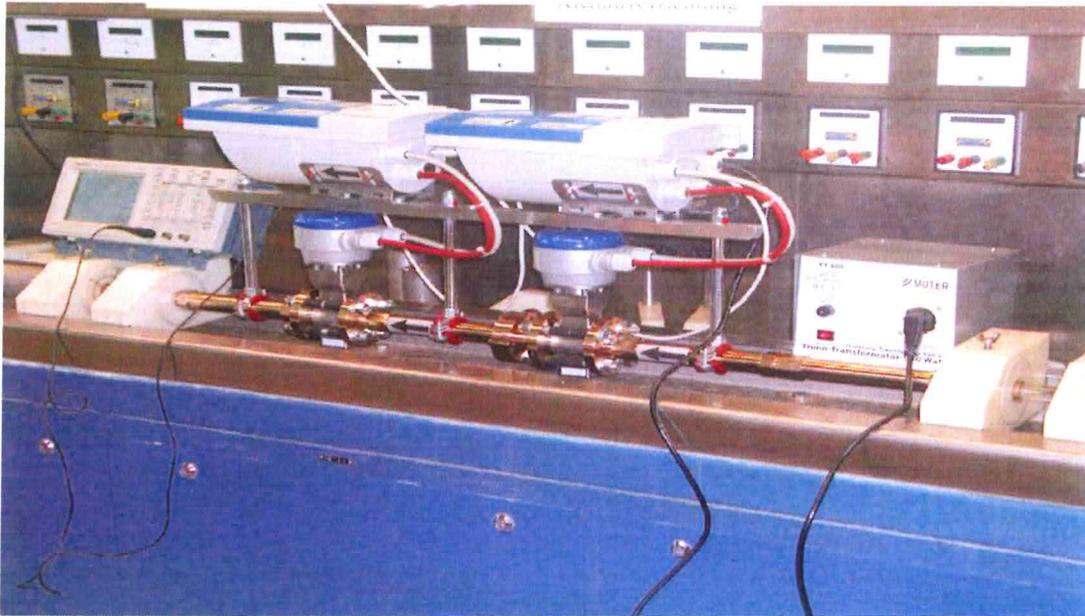


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



20

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Endgültig gewählte Ausführung und Anordnung

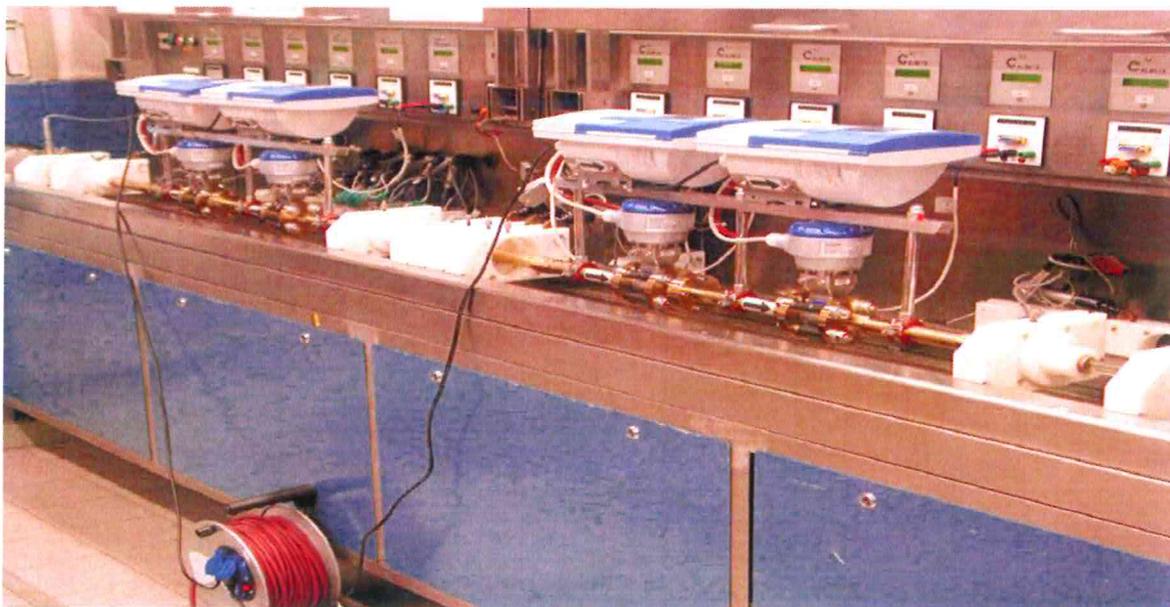


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



21

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Einkalibrierung aller sechs „Spieße“



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



22

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Kennzeichnung und Versiegelung der Transfornormale

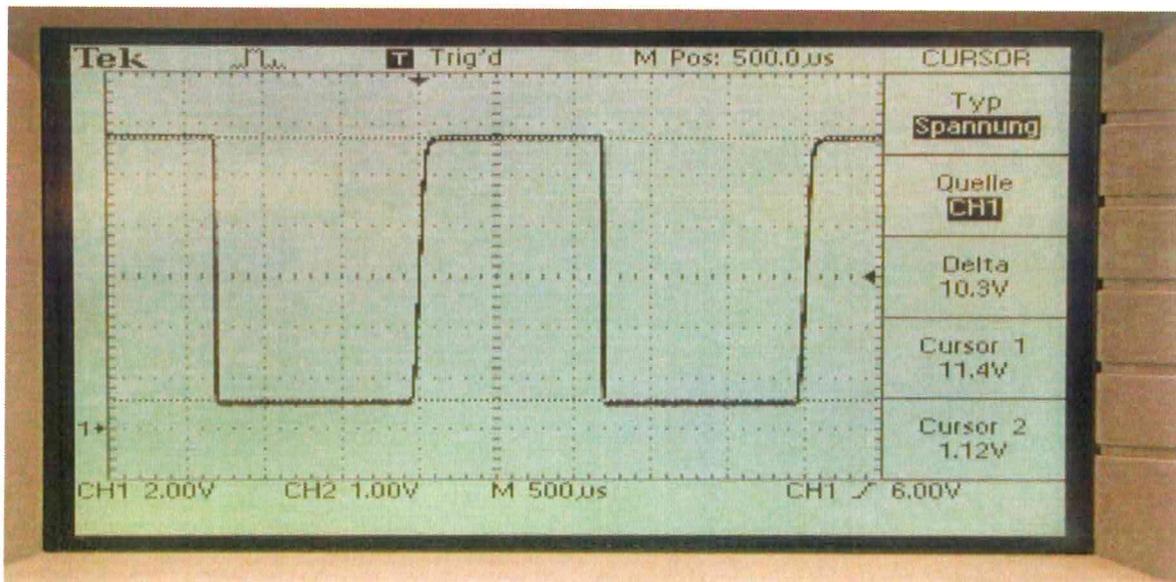


von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seon, Deutschland



23

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Definition des Ausgangssignales



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seon, Deutschland



24

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Auf eine gute Verpackung kommt es auch an...



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



25

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -
Verpackung in „sicheren Transportbehältern“ mit Bedienungsanleitung



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland



26

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs - - Versandfertig... -



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland

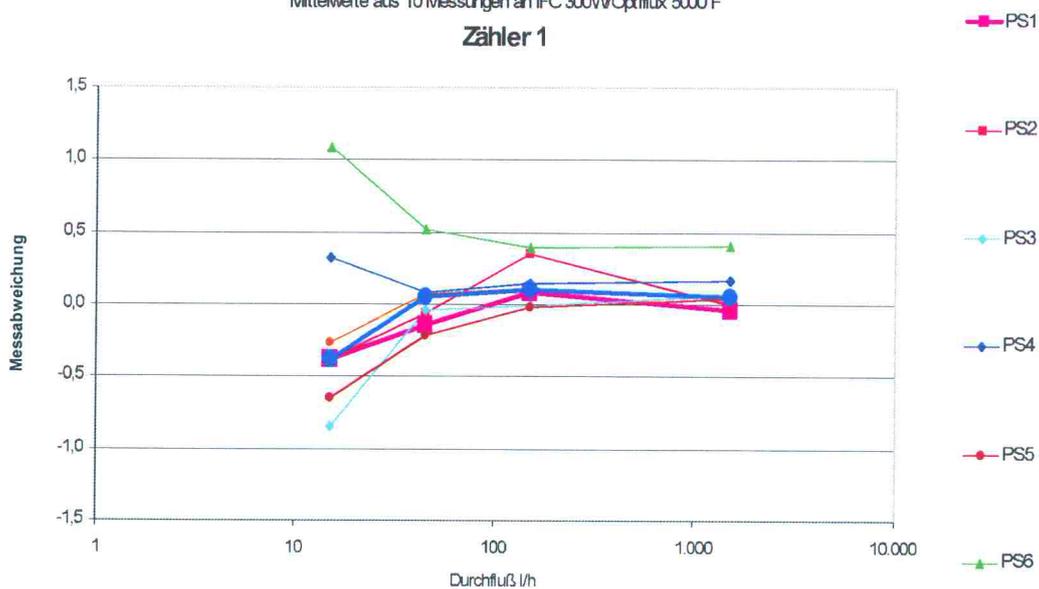


27

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Mittelwerte aus 10 Messungen an IFC 300W/Optiflux 5000 F

Zähler 1



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland

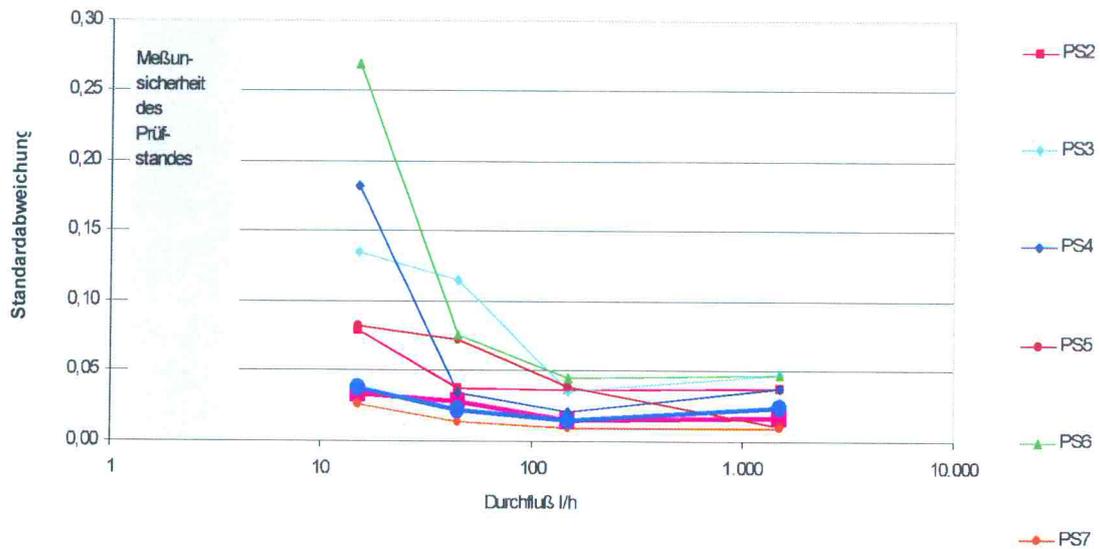


28

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Standardabweichung aus 10 Messungen an IFC 300W/ Optiflux 5000 F

Zähler 1



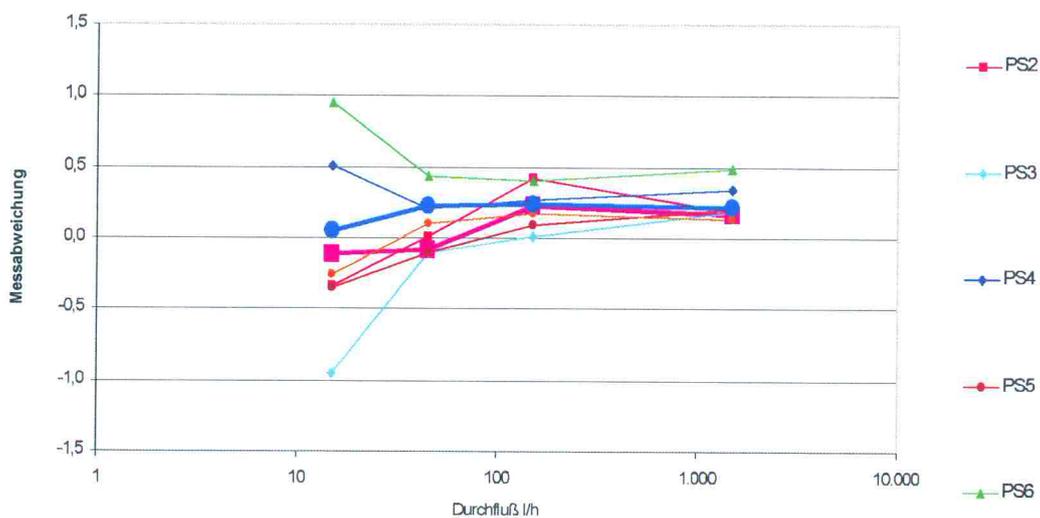
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Mittelwerte aus 10 Messungen an IFC 300W/Optiflux 5000 F

Zähler 2



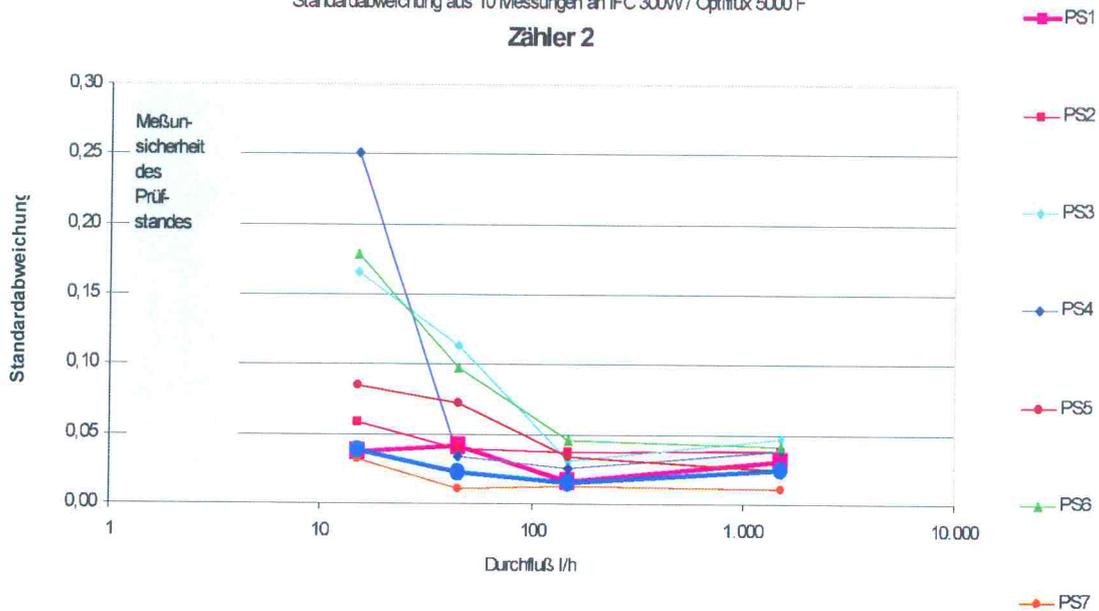
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Standardabweichung aus 10 Messungen an IFC 300W / Optiflux 5000 F

Zähler 2



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland

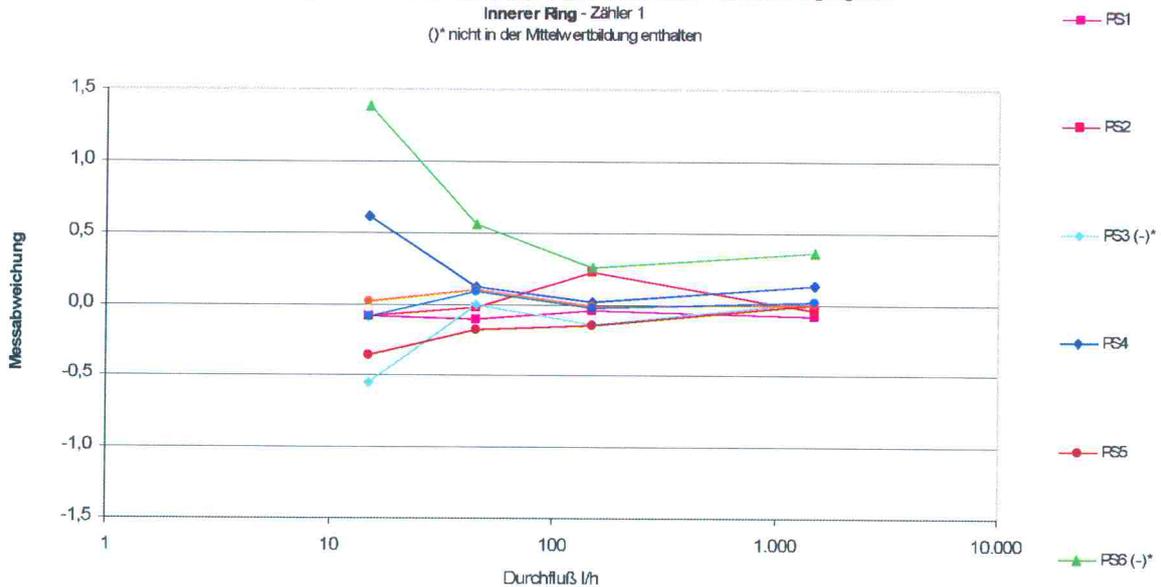


31

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Darstellung der **Abweichung vom angenäherten wahren Wert** im Rahmen des Ringvergleichs
 Innerer Ring - Zähler 1

(*) nicht in der Mittelwertbildung enthalten



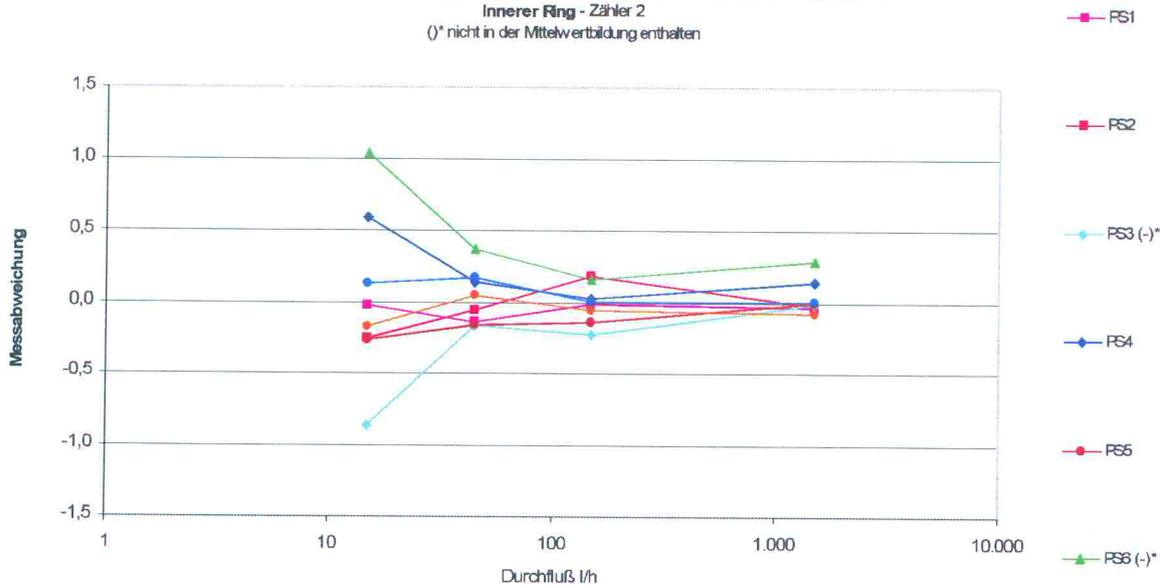
von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



32

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Darstellung der Abweichung vom angenäherten wahren Wert im Rahmen des Ringvergleichs
Innerer Ring - Zähler 2
(*) nicht in der Mittelwertbildung enthalten



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



33

Vergleichsmessungen - Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Bewertung der Ergebnisse und Fortgang der Arbeiten

- Die Arbeitsgruppenmitglieder haben das messtechnische Ergebnis **als insgesamt gut bewertet**. Die teilnehmenden Prüfstellen haben die Einhaltung der Forderungen der Norm EN 1434 (Klasse 2) nachgewiesen sowie viele Lerneffekte erzielt und erkannte systematische Fehler weitgehend beseitigt.
- Durch die Einbeziehung des Prüfstandes des Staatsinstitutes der Bundesrepublik Deutschland (PTB - Berlin) ist die Rückführung auf ein höherwertiges Normal gewährleistet.
- Die Arbeitsgruppe hat beschlossen, zunächst Ringvergleiche mit größeren Durchflüssen vorzubereiten und durchzuführen.
- Die Einbeziehung von Vergleichen zwischen Prüfanlagen für Rechenwerke und für Temperaturfühler wird zeitlich danach vorgesehen und ist vermutlich einfacher in Form von Sternvergleichen zu organisieren.
- **Allen aktiven Teilnehmern an Vorbereitung und Durchführung der bisherigen Vergleiche sei an dieser Stelle für ihre „Pionierarbeit“ herzlich gedankt!**



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen
5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
 2009 Kloster Seeon, Deutschland



34

Vergleichsmessungen
- Ergebnisse des AGFW-Ringvergleichs -

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpartner bei Fa. WSG in Essen:

Dipl.-Ing. Günter Leitgen tel.: +49 201 801 5820

Dipl.-Phys. Bernhard Markowitz tel.: +49 201 801 5849

E-Mail: info@wsq.eu

Web: www.wsq.eu

Ansprechpartner bei Fa. MID-Cert - benannte Stelle für Modul F (NB 2111):

Dipl.-Ing. Reiner Schupp tel.: +49 201 351403

E-Mail: info@mid-cert.eu

Web: www.mid-cert.eu



von Günter Leitgen, Prüfstelle KH1, Essen

5. Internationale EMATEM – Sommerschule 25.-27. August
2009 Kloster Seeon, Deutschland

