

Strömungsstörungen und Auswirkungen auf Durchflusssensoren

Franz Adunka ¹⁾, Thomas Lederer ²⁾, Daniel Rodrigues ²⁾, Nicolaus Mathies ²⁾

¹⁾ BEV, Wien, ²⁾ PTB, Berlin

1 Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren wurden im Rahmen der GALA Untersuchungen zur Auswirkung von Strömungsstörungen auf das Anzeigeverhalten von Durchflusssensoren präsentiert [1, 2]. Dabei zeigte sich, dass erstens Veränderungen des ungestörten Strömungsprofils auftreten und zweitens, dass auch ohne erkennbare Profilveränderungen Auswirkungen auf Durchflusssensoren beobachtet werden können. Im Folgenden werden dazu einige Beispiele gezeigt.

2 Ergebnisse

Nach der Europeanorm EN 1434:2003 ist es für die Praxis der exakten Wärmeenergiemessung gewünscht, Durchflusszähler mit Messabweichungen zu verwenden, die maximal $\pm 1,0\%$ betragen. Diese hohen Anforderungen setzen aber auch voraus, dass die Zähler auf Prüfständen kalibriert werden, die extrem geringe Messunsicherheiten garantieren sowie ideale strömungstechnische Voraussetzungen (näherungsweise unendlich lange Einlaufstrecken) realisieren. Diese Randbedingungen wurden untersucht und es zeigte sich, dass mit der Profilbestimmung nach dem LDV-Verfahren nicht jeder Einfluss auf Messgeräte auch sichtbar wird.

Dazu wurde versucht, ein ungestörtes Profil durch sehr lange Einlaufstrecken (z.B. 23,2 D und Vielfache davon mittels Edelstahlrohren (DN 40) herzustellen, die jeweils mit Flanschen verbunden waren. Wurden diese Flanschverbindungen gelöst und anschließend wieder befestigt, zeigte sich eine Änderung im Anzeigeverhalten eines MID, die letztlich nur durch kleinste Veränderungen im Bereich der Flanschverbindungen erklärbar sind. In Abb. 1 ist dazu die Anordnung zweier in Tandemanordnung montierter MID gezeigt, deren Flanschverbindungen an den gekennzeichneten Stellen gelockert und anschließend wieder befestigt wurden. In Abb. 2 ist das Ergebnis dieser Maßnahmen gezeigt. Dabei wurden jeweils zehn Wiederholmessungen (ohne Lösen der Schrauben) ausgeführt und der Mittelwert gebildet. Anschließend werden die Schrauben gelockert, wieder befestigt und wieder zehn Wiederholmessungen ausgeführt. Wird diese Vorgangsweise ebenfalls zehn mal wiederholt, erhält man eine geänderte Messunsicherheit, die nun um den Faktor 3 größer ist als die Messunsicherheit einer einzelnen Messreihe (10 Wiederholmessungen).

In Abb. 3 ist die entsprechende Anordnung am Durchflussprüfstand gezeigt, in den Abb. 4 und 5 ist schließlich die neue Anordnung der Einlaufstrecke mit einer Viertelkreisdüse dargestellt. Abb. 6 zeigt schließlich den Einfluss der Veränderung der Anordnung nach Abb. 3 und Abb. 4: Es ist praktisch keine Veränderung feststellbar, wenn auch die maximalen Geschwindigkeiten um etwa 0,05 m/s differieren.

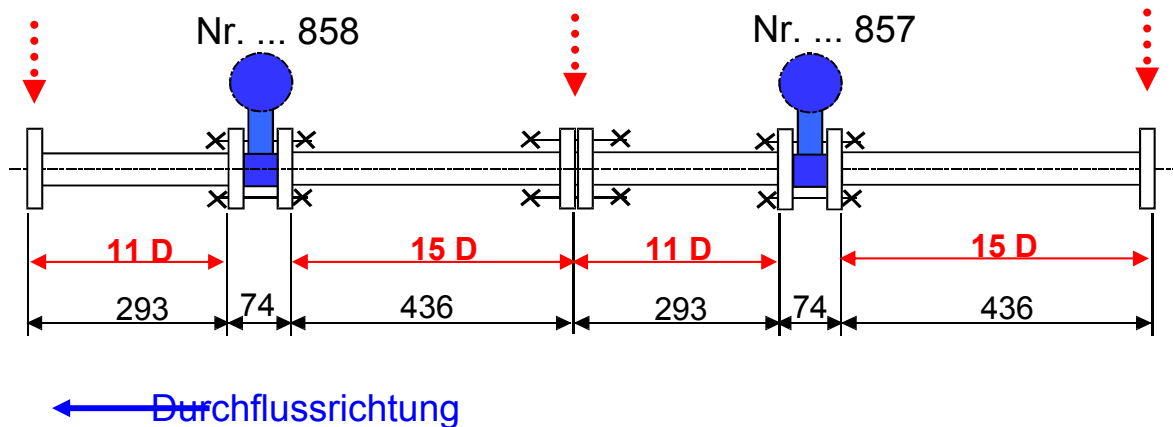


Abb. 1: Anordnung zweier Durchflusszähler (Magnetisch-induktive Zähler). Die rot markierten Pfeile deuten an, wo die Schrauben der Flanschverbindungen gelockert und anschließend wieder befestigt wurden

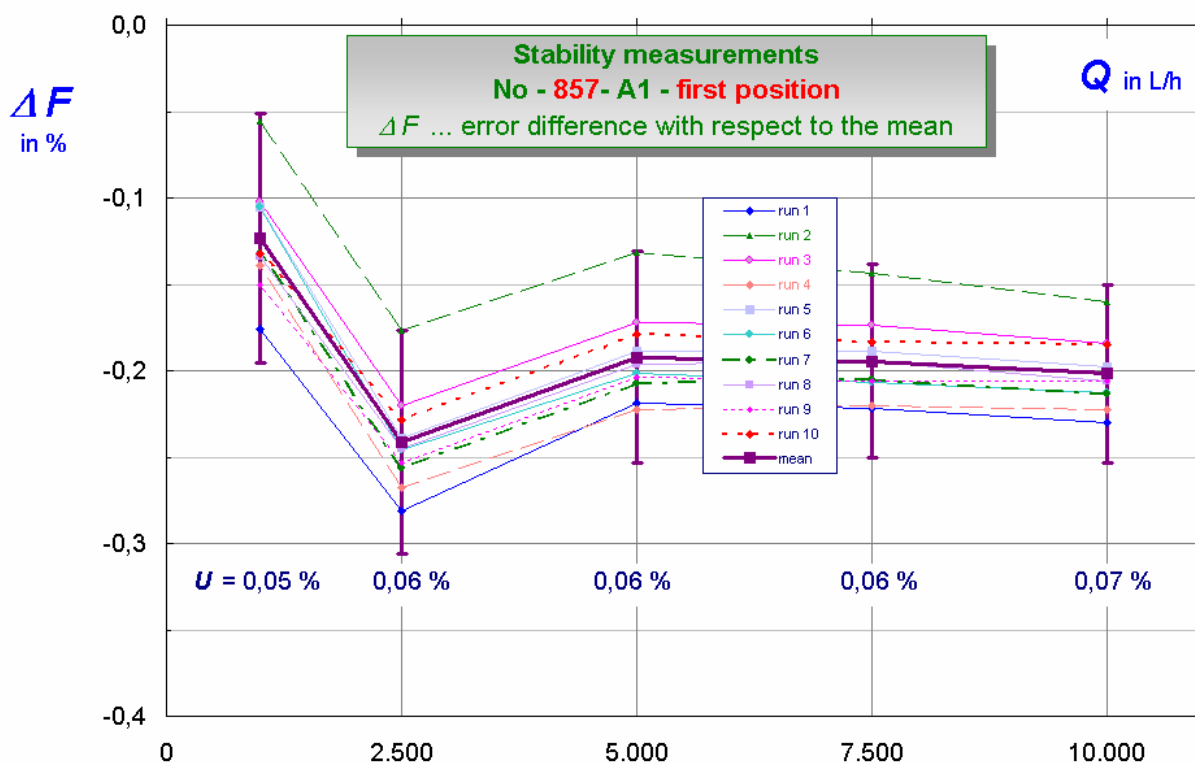


Abb. 2: „Stabilitätsmessungen an den Zählern nach Abb. 1. Die oben beschriebene Vorgangsweise äußert sich in einer Vergrößerung der Messunsicherheit um den Faktor 3. Die zusätzlichen erweiterten Messunsicherheiten sind im Diagramm für die einzelnen Testpunkte eingegeben. Näheres dazu im Text

Abb. 3: Anordnung zu kalibrierender Zähler am Wasserprüfstand des BEV. Einlaufkanal: Konus

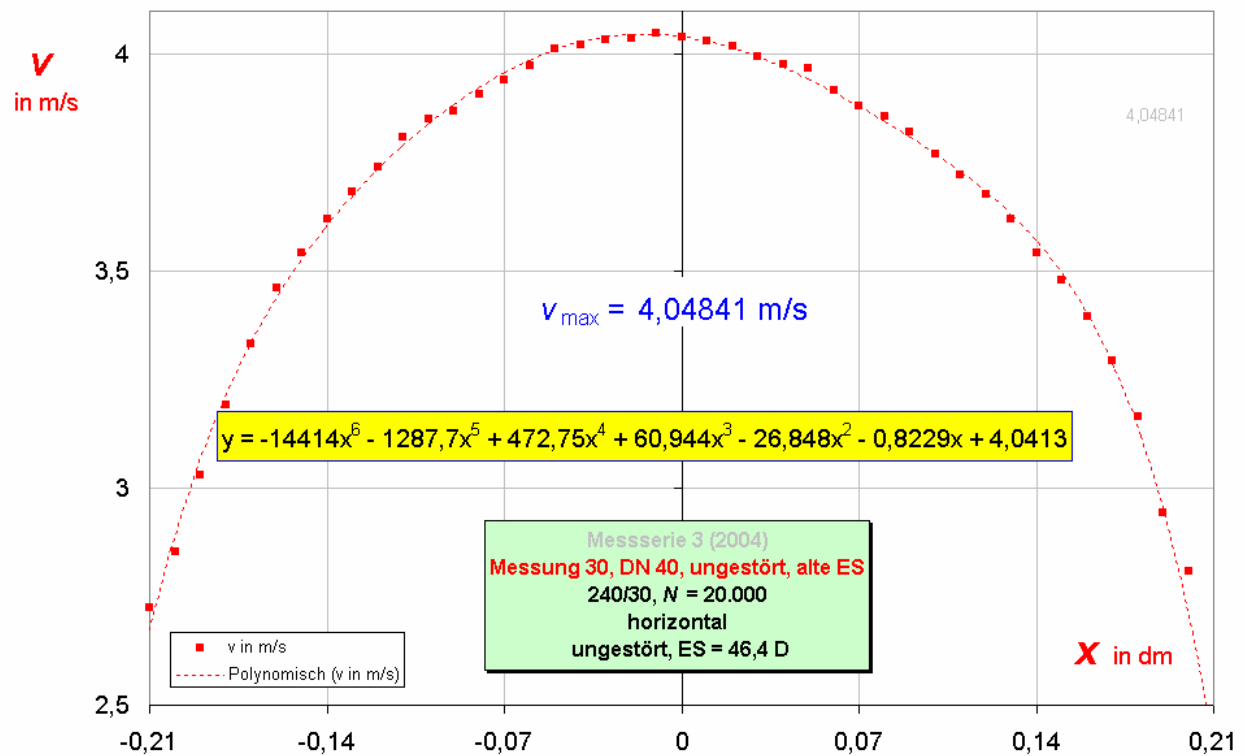
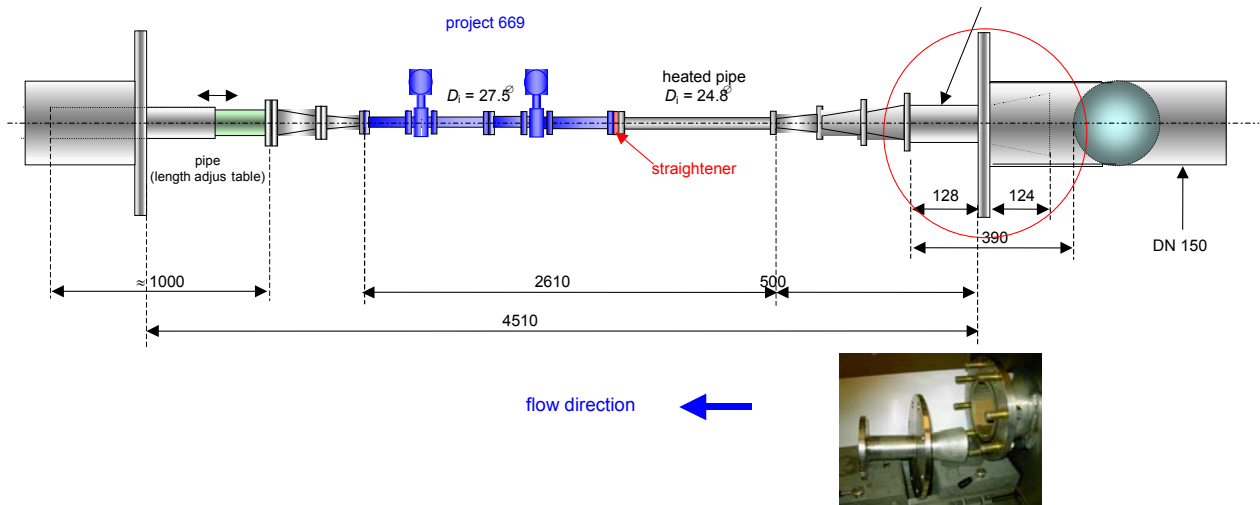


Abb. 4: Ungestörte Einlaufstrecke vor Fensterkammer DN 40, Einlauf: Konus

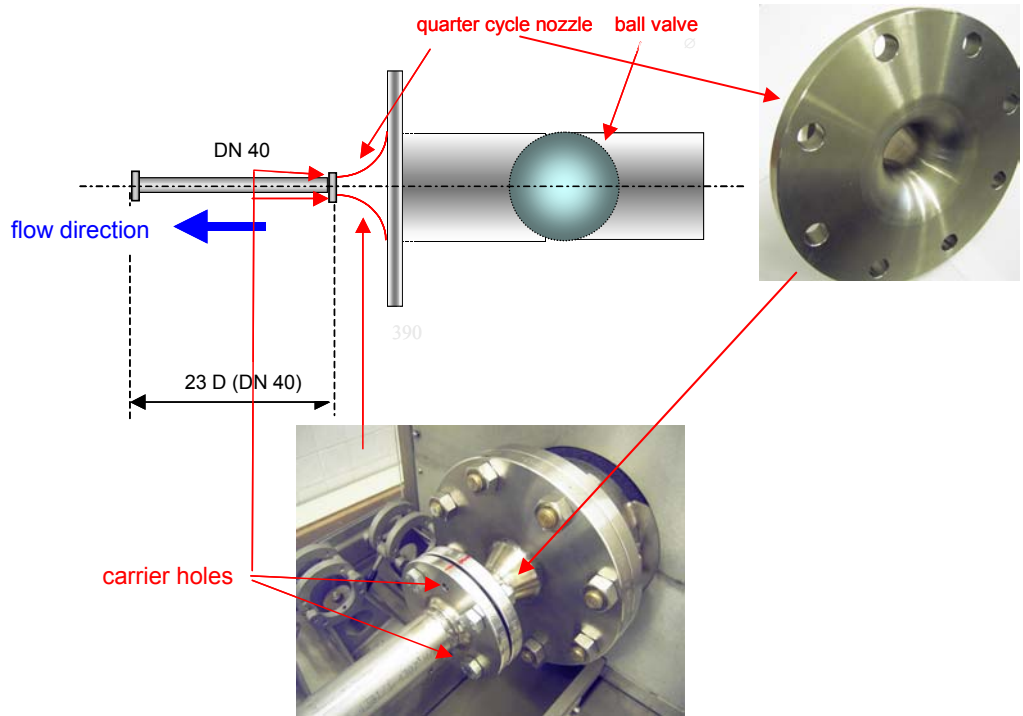


Abb. 5: Einlaufkanal - Viertelkreisdüse

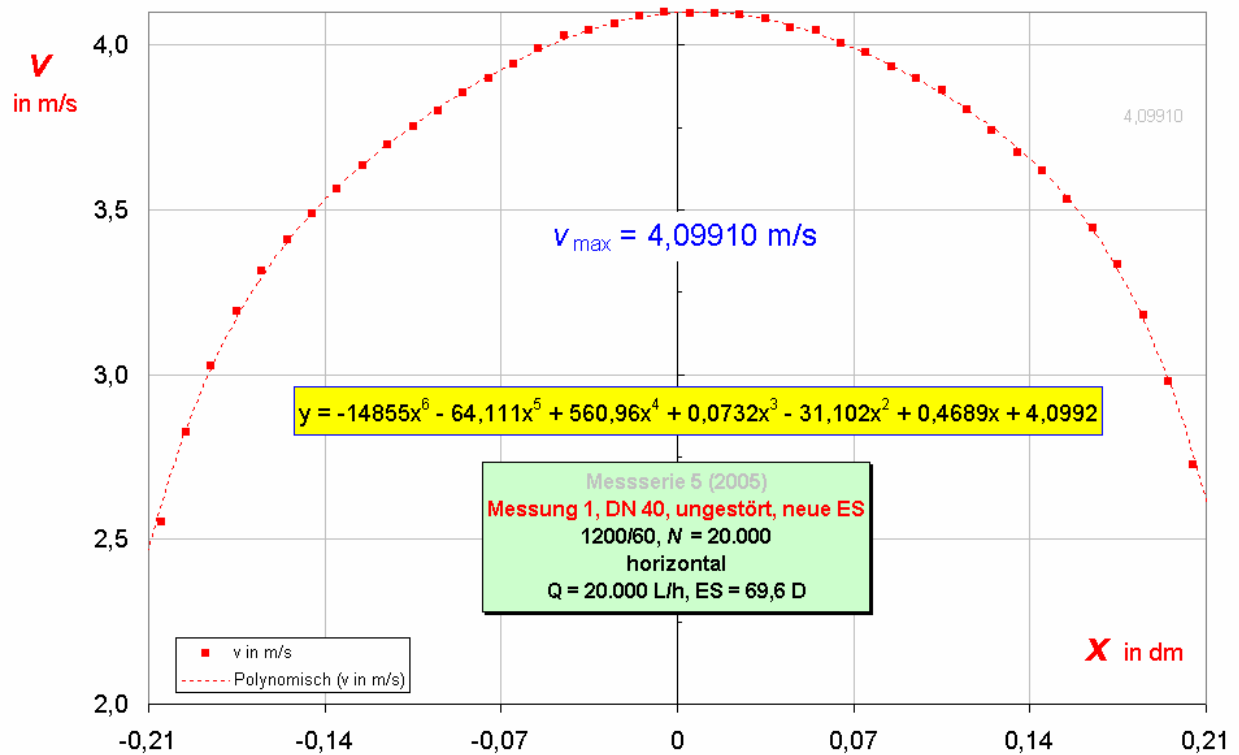


Abb. 6: Ungestörte Einlaufstrecke vor Fensterkammer DN 40, Einlauf: Viertelkreisdüse

Obwohl die kaum merkbare Veränderung des Profiles nach Abb. 4 und 6 den Schluss denkbar macht, dass keine Einflüsse durch die Einlaufstrecke bemerkbar sind, zeigt die Messung des Einflusses der Einlaufstrecke an Zählern ein anderes Bild. In Abb. 6 und 7 sind die Einflüsse der unterschiedlichen Einlaufkanäle auf das Anzeigeverhalten eines Mehrstrahl-Flügelradzählers der Größe Q_p 10 m³/h (Dauerbelastung) gezeigt. Als Störung wurde ein halb geöffneter Kugelhahn gewählt. Interessant dabei ist, dass der Einfluss des geänderten Einlaufkanales durch die Störung sozusagen hindurchwirkt, wie der Vergleich der Abb. 7 und 8 deutlich erkennen lässt.

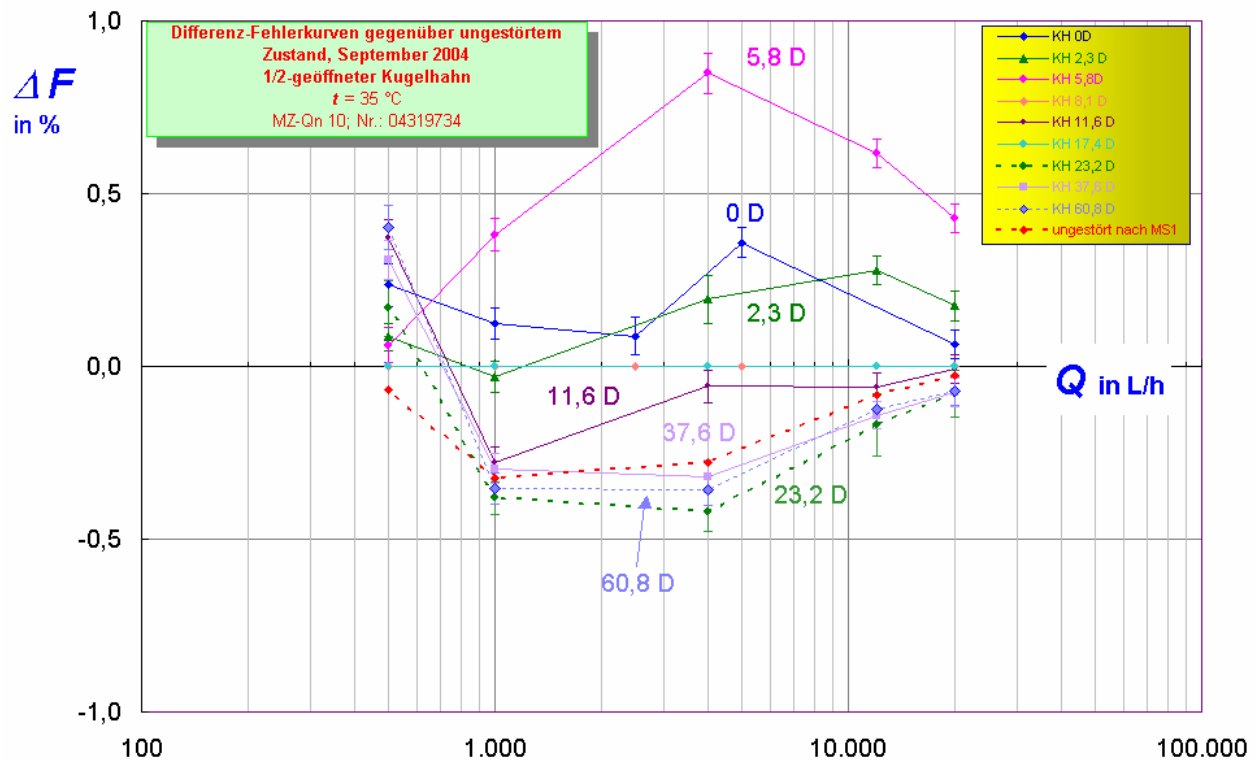


Abb. 7: Einfluss eines halb geöffneten Kugelhahnes auf die Anzeigecharakteristik eines Mehrstrahl-Flügelradzählers in Abhängigkeit von der ungestörten Einlaufstrecke. Einlaufkanal am Prüfstand nach Abb. 3

In Abb. 7 ist die Veränderung des Anzeigefehlers gegenüber dem ungestörten Zustand gezeigt (Anordnung nach Abb. 3), wobei hier eine gewisse Periodizität der Veränderung feststellbar ist, wogegen diese Veränderung in Abb. 8 (Anordnung nach Abb. 5) nicht festgestellt werden kann. Offensichtlich liegt nach der Anordnung nach Abb. 3 eine „Borda-Strömung“ vor, die eine Periodizität erzeugt [3]. In den Abb. 9. und 10 ist dieses Verhalten an einem weiteren Zähler nach dem gleichen Messprinzip, aber gefertigt von einem anderen Hersteller, gezeigt. Es sei besonders betont, dass die Strömung bei allen Messungen drallfrei war.

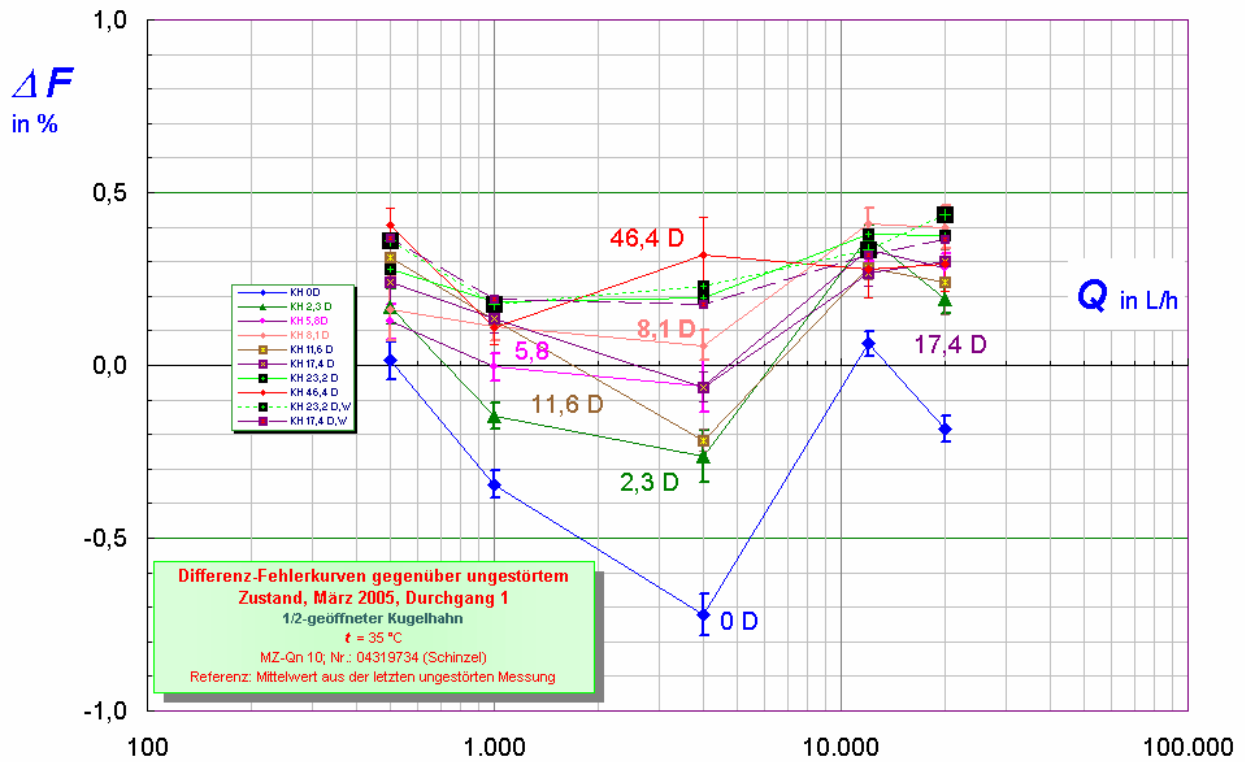


Abb. 8: Einfluss eines halb geöffneten Kugelhahnes auf die Anzeigecharakteristik eines Mehrstrahl-Flügelradzählers in Abhängigkeit von der ungestörten Einlaufstrecke. Einlaufkanal am Prüfstand nach Abb. 5

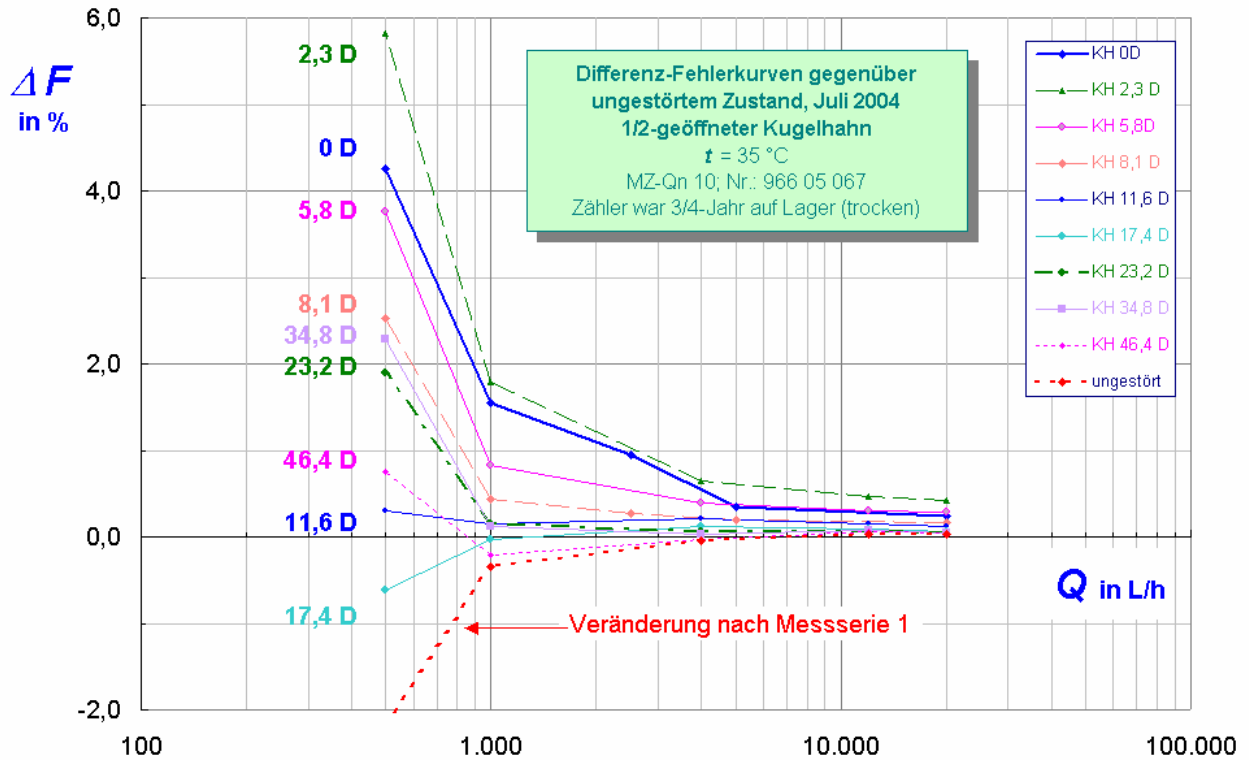


Abb. 9: Analoges Verhalten eines weiteren Mehrstrahl-Flügelradzählers des gleichen Messprinzipes und der gleichen Baugröße zu Abb. 7; Einlaufkanal nach Abb. 3

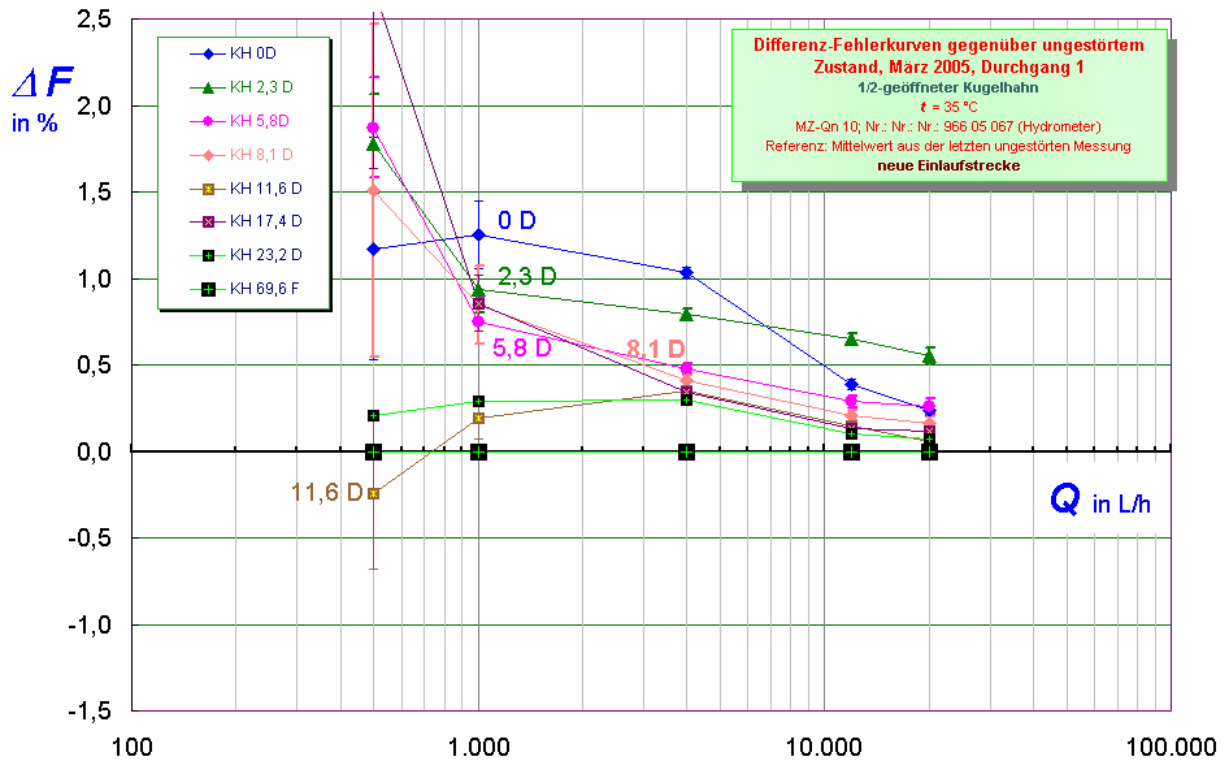


Abb. 10: Analoges Verhalten eines weiteren Mehrstrahl-Flügelradzählers des gleichen Messprinzips und der gleichen Baugröße zu Abb. 8; Einlaufkanal nach Abb. 5

3 Weitere Vorhaben

Es werden weitere Strömungsstörungen und deren Auswirkungen auch auf andere Messprinzipien von Durchflusssensoren untersucht, wobei nun besonderes Augenmerk auf den festgestellten Einfluss von Rohrleitungsverschraubungen gelegt wird. Dazu werden störarme Rohrverbindungen konstruiert. Über diese Messungen wird auf der GALA 2006 berichtet werden.

Literatur

- [1] Adunka, F.: Beeinflussung von Durchflusssensoren von Wärmezählern durch gestörte Geschwindigkeitsverteilungen in Rohrleitungen, Vortrag auf der 11. Fachtagung: Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik, 9. bis 11. September 2003, Braunschweig (PTB)
- [2] Adunka, F.: Installationseffekte bei Wasserzählern, Vortrag auf der 12. Fachtagung: Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik, 7. bis 9. September 2004, Karlsruhe
- [3] Die Autoren verdanken diesen Hinweis den Herren Prof. Dr.-Ing. Siekmann und Prof. Dr.-Ing. Thamsen von der Technischen Universität Berlin

Anschrift der Autoren

- 1) Univ.-Prof. Dr. Franz Adunka, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), A-1160 Wien, Arltgasse 35, email: f.adunka@metrologie.at
- 2) Dr. Thomas Lederer, email: thomas.lederer@ptb.de
 Dipl.-Ing. Daniel Rodrigues, email: daniel.rodrigues@ptb.de
 Dipl.-Ing. Nicolaus Mathies, email: nicolaus.mathies@ptb.de
 alle : Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Institut Berlin, D-10587 Berlin, Abbestraße 2-12