

Durchflussmesstechnik für kleine Volumenströme in der Medizintechnik

Gerald Ehrler, EP Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten



*Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Kalibrierlabor.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-K-21444-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.



EP Engineering GmbH



Prüfstände & Messtechnik



Engineering & Consulting



Kalibrierung & Service



Prüfstände & Messtechnik

Kundenspezifische Prüfstände
Standardisierte Messsysteme
Referenzstandards
Messelemente



Engineering & Consulting

Kundenspezifisches Projektmanagement
Pre-Engineering & Anlagenberatung
Softwarelösungen & Dienstleistungen mit Industrie 4.0



Kalibrierung & Service

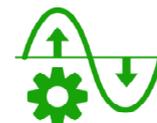
DAkKS & Werkskalibrierung
Wartung & Service
Flow - Training

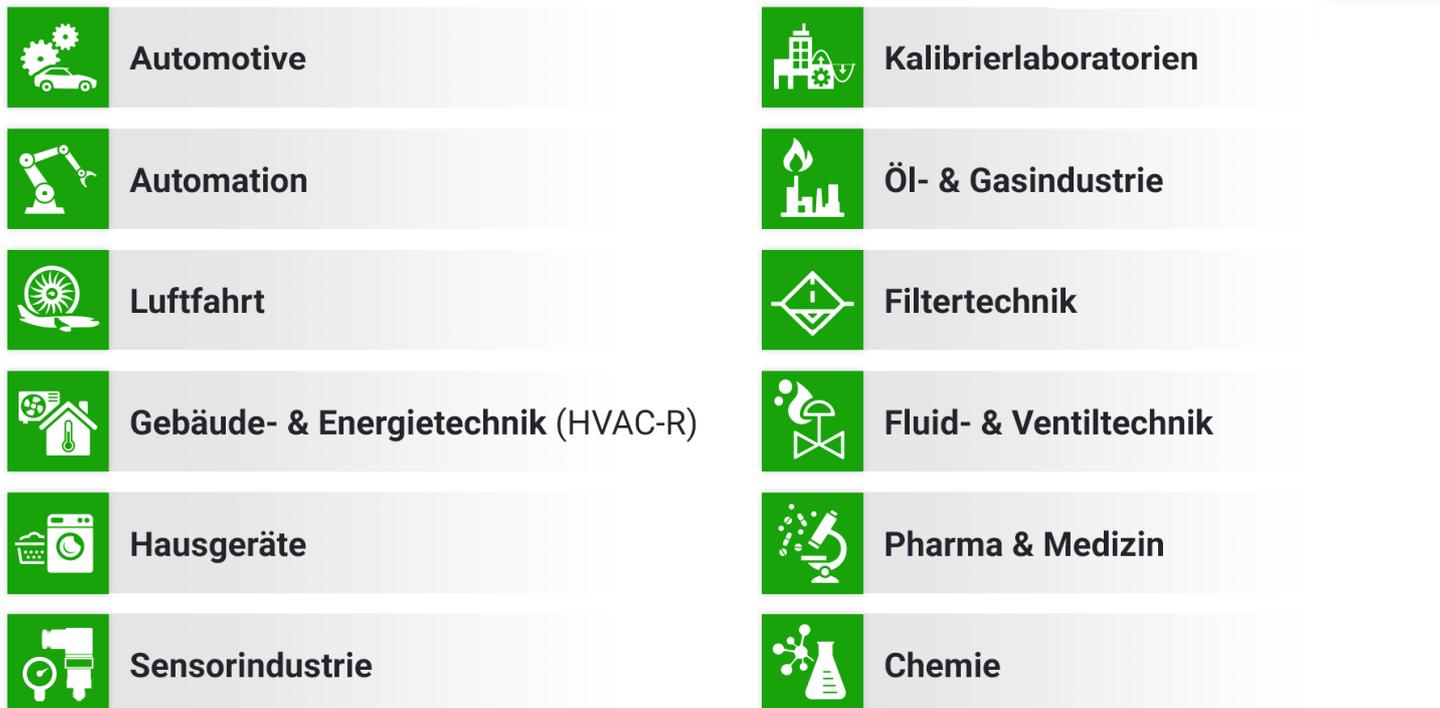
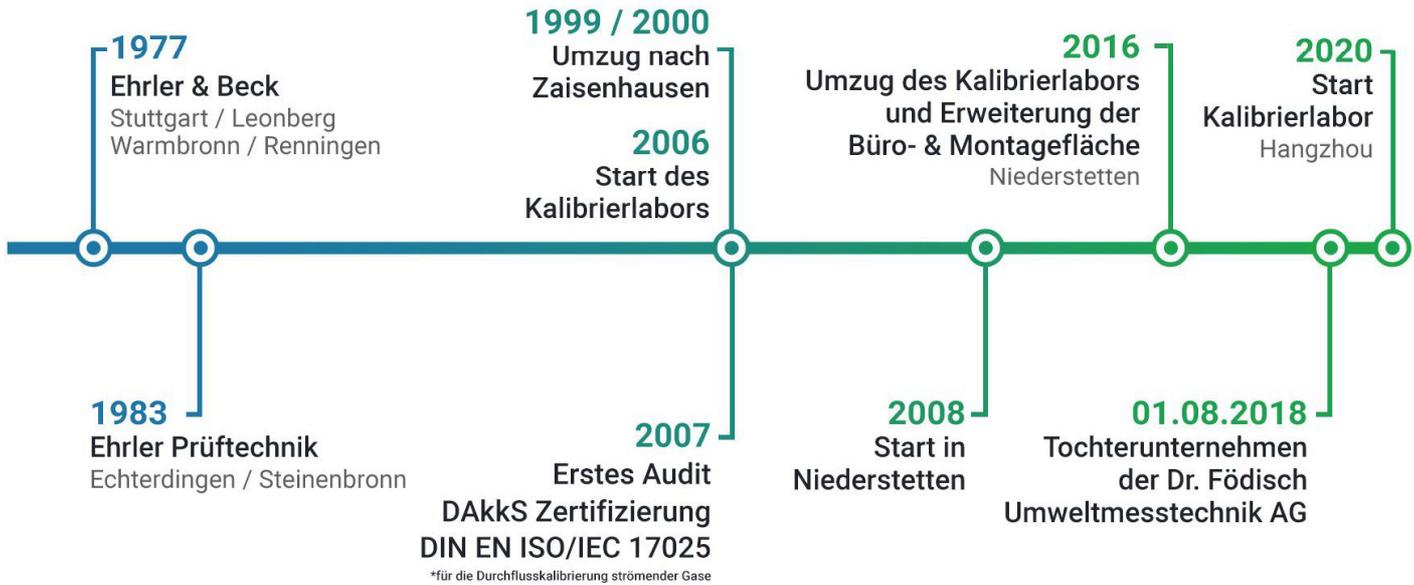


Leistungsübersicht – Das können wir für Sie tun!

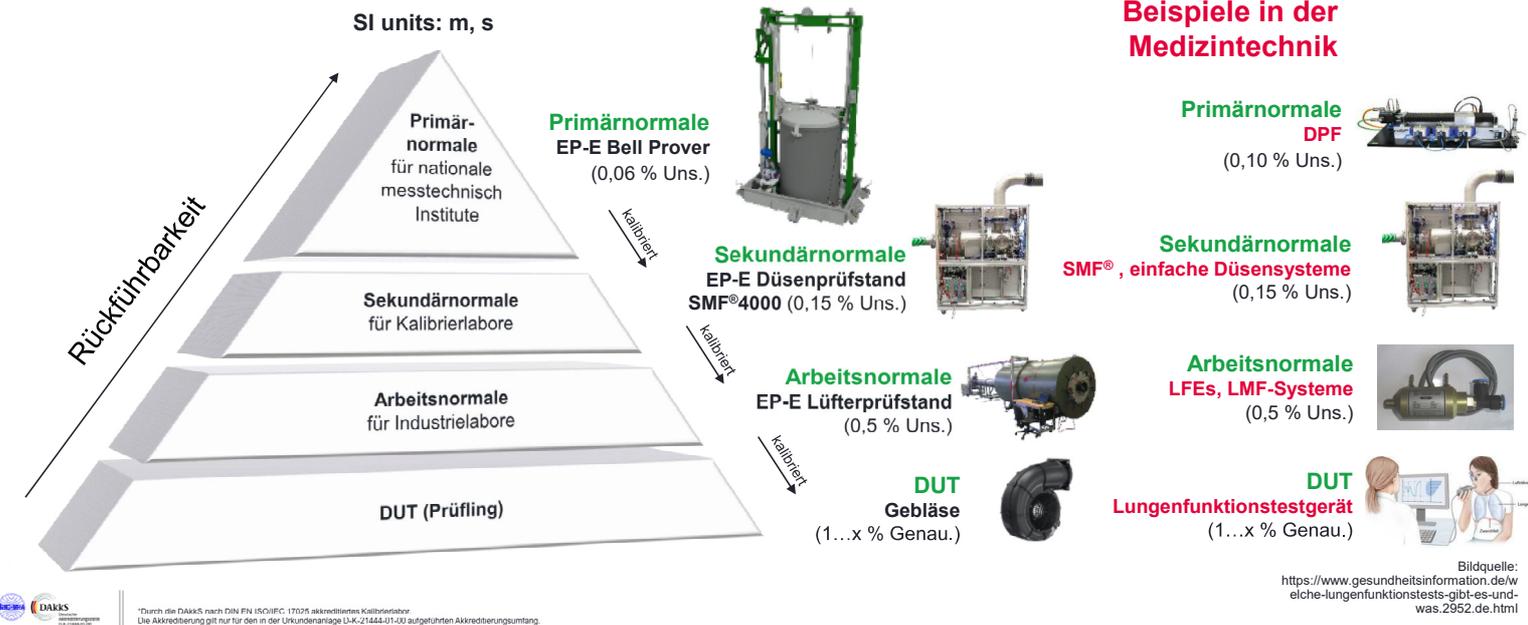
Prüfstände & Messtechnik | Engineering & Consulting | Kalibrierung & Service

- ✓ Medien: **Gase** (z.B. Luft, Erdgas, Stickstoff, Wasserstoff) & **Fluide** (z.B. Wasser, Benzin, Diesel, Öle)
- ✓ **Flow- und Druckmessung** bzw. **Regelung, Druckprüfung, Berstprüfung**
- ✓ **Hochpräzise Temperierung** von Fluid / Gas sowie Temperaturwechsel
- ✓ **Hochpräzise Feuchterege lung** in Luftströmungen - auch im niedrigen Temperaturbereich
- ✓ **Hochpräzise Druckwechsel** mit hoher Dynamik für Gase und Flüssigkeiten
- ✓ **Querschnittsermittlung** an komplexen Bauteilen und Baugruppen
- ✓ **Machbarkeitsstudien / Vorentwicklungen**
- ✓ **Kundenspezifisches Projektmanagement**
- ✓ **Softwarelösungen** mit Industrie 4.0
- ✓ **Kalibrierung & Service**





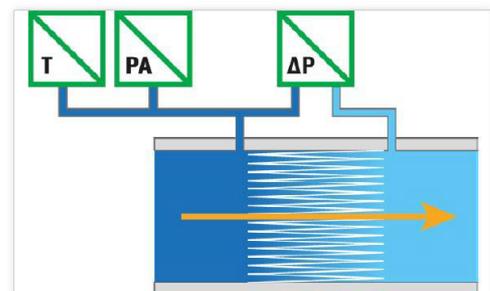
Kalibrierpyramide



Laminare Flow Elemente (LFEs)

Laminare Flow Elemente (LFE) sind Strömungssensoren, die nach dem Differenzdruckprinzip arbeiten. Durch die laminare Strömung in den Kapillaren des LFE besteht (nach Hagen-Poiseuille) eine nahezu lineare Korrelation zwischen der Strömung und dem resultierenden Differenzdruck.

- **Höchste Messgenauigkeit**
– bis zu 0,5 % MW für das komplette System
- **Großer Messbereich**
– bis 1:100 (mit entsprechender Kalibrierung)
- **Geringer Druckverlust**
– um 20 mbar



Laminare Flow Elemente (LFE)

werden als Durchflusssensoren eingesetzt.

- **Erhältlich in verschiedenen Größen –**
von 0.01 bis 700 m³/h
(optional bis zu 4000 m³/h)
- **Kapillar-LFEs für noch kleinere Durchflüsse**
bis 6*10⁻⁵ m³/h [1 ml/min]
- **Oder: Kundenspezifische LFEs**

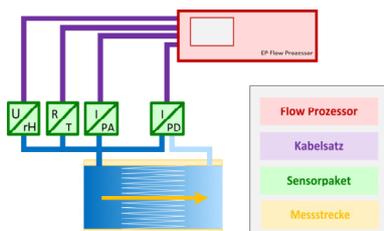


Übersicht verfügbare LFEs

LFE	Durchfluss [m ³ /h]
LFE EPM TC10-1	0,012...0,12
LFE EPM TC10-2	0,03...0,3
LFE EPM TC10-3	0,06...0,6
LFE EPM TC10-4	0,12...1,2
LFE EPM TC10-5	0,27...2,7
LFE EPM TC20	0,69...6,9
LFE EPM TC25	1,14...11,4
LFE EPM TC40	4,2...42
LFE EPM TC50	7,11...71,1
LFE EPM TC80	16,8...168
LFE EPM TC100	28,0...280
LFE EPM TC150	67,8...678

EP LMF® – LaminarMasterFlow®

- Hochpräzise Durchflussmessung von Gas und Luft
- Durchflussraten bis zu 700 m³/h (opt. 4000 m³)
- Variable Systemkonfiguration
- Schnelle und präzise Messung



LFEs in der Medizintechnik

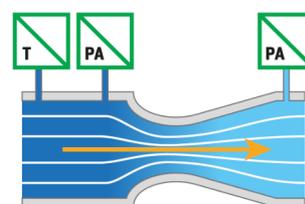
- Kundenspezifische LFEs für Blutpumpen
Mechanische Herzunterstützung mittels Blutpumpe;
Blutpumpe wird mit Luftdruck gesteuert, der Luftstrom wird mit dem LFE kontrolliert.
 - Messbereich: 5...35 l/min
- LFEs für Lungenfunktionstestgeräte
- Kalibrierung von Luftkeimsammlern
Hinweis: Testsystem auf dem Bild mit Venturi statt LFE
 - Messbereich: 40...120 l/min
- Kalibrierung von Inhalerdüsen von
Trockenpulverinhalationsgerät
 - Messbereich: 5...85 l/min



Kritische Düsen

Werden als Durchflussmesselement verwendet

- **Schnelle und stabile Einstellung des Volumenstroms**
- erhältlich von 5 l/h....2000 m³/h
- **Höchste Messgenauigkeit** - bis zu 0,15 % MW
- **Von der PTB zugelassen** - als Kalibrierstandard
- **Ausgezeichnete Langzeitstabilität** - geringer
Rekalibrierungsaufwand (Rekalibrierungszeitraum bis zu 10
Jahre für kritische Düsen!)



Measurement
principle

Strömung mit Schallgeschwindigkeit durch Lavaldüsen

Wenn das kritische Druckverhältnis erreicht ist, wird im Hals der Düse Schallgeschwindigkeit erreicht. Der Volumenstrom auf der Einlassseite kann nicht mehr zunehmen. Mit einer kritischen Düse kann dadurch ein definierter Volumenstrom eingestellt

Measurement parameters

Absolute pressure - ambient	P_{amb}
Temperature - ambient	T_{amb}
Absolute pressure - in front of nozzles	$P_{NOZZLE UP}$
Temperature - in front of nozzles	T_{NOZZLE}
rel. humidity - in front of nozzle	rH_{NOZZLE}
Absolute pressure - downstream from nozzle	$P_{NOZZLE DOWN}$

EP SMF® – SonicMasterFlow®

- ➔ Kritische Düsen als Messstrecke (Düsenkombination in Düsentrömmel)
 - **Höchste Messgenauigkeit** - bis zu 0,15 % MW
 - **Langzeitstabilität** - geringer Rekalibrierungsaufwand
 - **Schnelle und stabile Einstellung des Volumenstroms**
- ➔ Modularer Aufbau
 - **Individuelle Systemkonfiguration** - entsprechend Ihren Anwendungsanforderungen
 - **Clevere Optionen** - auch für spätere System-Upgrades
- ➔ Komfortable Bedienung
 - **Automatische Düsenkombination** - reduziert Fehler bei der Messung
 - **Benutzerfreundliche Software** - für einfache Bedienung

Frontansicht



Rückansicht

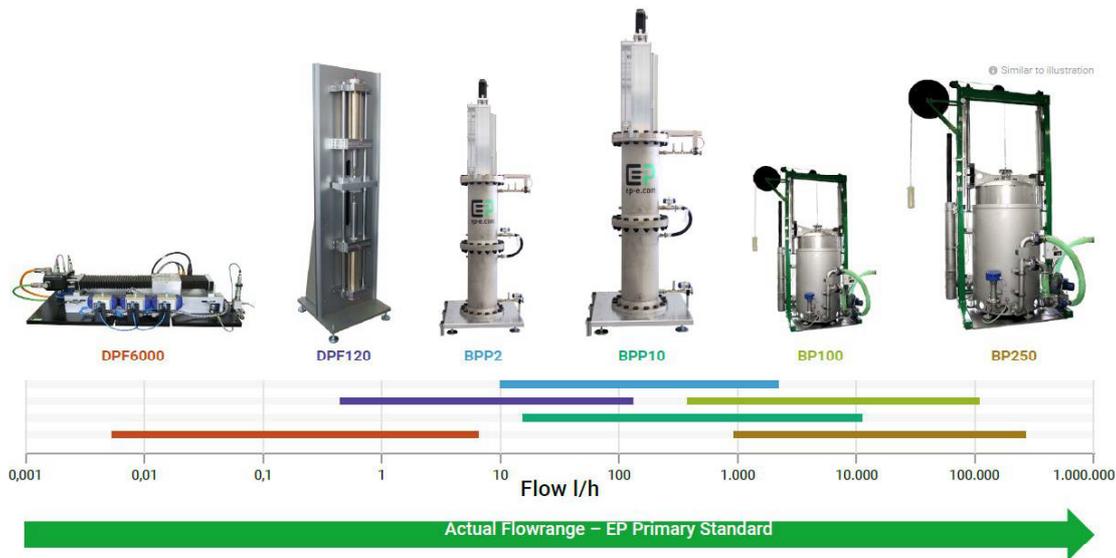


Kritische Düsen in der Medizintechnik

- Einfache Testsysteme mit 1 Düse und Prüflingsdatenauswertung
 - Durchflussprüfung von Inhalern
 - Durchfluss: 49 l/min [2,9 m³/h]
 - Durchflussprüfung von Geräten zur Lungenfunktionsdiagnostik
 - Durchfluss: 120 l/min [7,2 m³/h]
- SMF-Systeme mit Düsentrömmel im Standard-Sortiment, z.B. SMF®16
 - Messbereich: 0,01...16 m³/h



Übersicht EP Primärstandards



EP Primärstandards
Rückführbar auf SI-Einheiten
(m, s)



HPPP480
8...480 m³/h

DPF – Double Piston Flow Comparator

Primärstandard generiert einen Gasvolumenstrom über die Bewegung eines Kolbens, der über einen Schrittmotor gesteuert wird. Der Gasvolumenstrom ist rückführbar auf die SI-Einheiten Länge und Zeit.

Vier Durchflussbereiche:

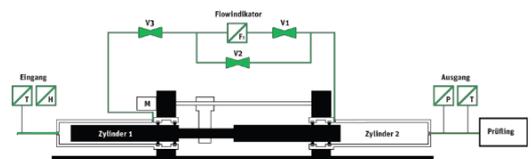
- DPF375: 1.5...375 ml/h
- DPF1500: 3...1500 ml/h
- DPF6000: 6...6000 ml/h
- DPF120L: 0.25...120 l/h

Zwei Messunsicherheiten:

- Type A
0.15 % (DPF375), 0.12 % (DPF1500/6000), 0.10 % (DPF120L)
- Type B:
0.25 % (DPF375), 0.20 % (DPF1500/6000/120L)



DPF6000



Technisches Schema DPF

DPF – Double Piston Flow Comparator

Besondere Merkmale

- ✓ Beste Messunsicherheit für nationale metrologische Institute
- ✓ Durchflusskalibrierung mit Gasen bis zu 6 bar Überdruck
- ✓ Kalibrierung von Teststücken mit komprimierter Luft oder anderen Gasen (Option)
- ✓ Kontinuierlich einstellbarer Durchfluss
- ✓ Keine Messfehler aufgrund von Temperaturschichtung
- ✓ Benutzerdefinierter Vorlauf



DPF120L

Weitere Applikationsbeispiele

*** Medizintechnik***

Komponentenprüfstand für Ventile

- Ermittlung von Durchflusskennfeldern und Lecktests von bspw. Tankentlüftungsventilen / Regenerationsventilen
- Integrierte Systemkalibrierung aller Sensoren, LFEs und Düsen
- Messgenauigkeit $\pm 0,5\%$
- Volumenstrom: 0...370 l/min
- Prüfdruck: 0...3500 hPa
- Prüfmedium: Druckluft
- ATEX konform



Prüfstände für Sensoren Abgleichanlage für Kleinstmengen

- Die Anlage dient zur Kalibrierung von Kleinstmengen
- Durchfluss im Bereich von 10 ml/min bis 3.000 ml/min
- Einsatz eines Kolbencontrollers ($\pm 2\%$ v. M. bei 10 ml \pm 0,25 ml/min)
- Einsatz von MID (magnetisch-induktive Durchflussmessung) (0,15% MW)



RPD Referenzgaszähler

Der Goldstandard für Kleinstmengenmessungen

- Kontinuierlich und absolut pulsationsfrei
- Kleinstmengenmessungen bis zu $0,01 \text{ m}^3/\text{h}$
- Betriebsdruck bis 6 bar Überdruck
- Exzellente Messgenauigkeit von $0,5 \% \text{ MW} + 0,005 \% \text{ EW}$
 - Industrielle Anwendungen
 - Kalibrier- & Transfornormale
 - Messgeräte für Prüfstände



Berstprüfstand für Inhalatorenkomponente

- Berstprüfstand zur Prüfung von Inhalatorenkomponente
- Einsatz im Reinraum
- Druckgradienten: Bis 1500 bar/s
- Prüfung mit Wasser
- Betriebsdruck: bis 3000 bar



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:

Gerald Ehrler

g.ehrler@ep-e.com

EP Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten



*Durch die DAMKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Kalibrierlabor.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-K-21444-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.



 EP Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH
Wilhelm-Hachtel-Str. 8, 97996 Niederstetten

Fon: +49 7932 60666 0

info@ep-e.com

Fax: +49 7932 60666 11

www.ep-e.com

Niederstetten



Berlin



München

Peking



Hangzhou, China



Seoul