

Winzigsten Ungenauigkeiten auf der Spur - Durchfluss-Messungen an der PTB

Markus Juling arbeitet an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt daran, eine Anlage aufzubauen, die mittels Laser-Messtechnik Durchflusszähler für Flüssigkeiten prüft. Die PTB steht für maximale Exaktheit – das bedeutet die Suche nach winzigsten Fehlerquellen.

Man muss sich Markus Juling als einen äußerst akribischen und geduldrigen Menschen vorstellen. Denn der Doktorand befasst sich an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt damit, Messungen immer genauer und genauer zu machen. Er macht Unsicherheiten und Fehlerquellen da ausfindig, wo man sie erst beim fünften Hinsehen erkennen kann. Eine Suche, die wohl nie beendet sein wird.

Julings Arbeitsgebiet sind Volumenstrommessungen. Denn an der PTB bekommen Wärmezähler ihre Typ-Zulassung, die zum Beispiel in Wohnhäusern für die Warmwasserabrechnung zuständig sind. Nur,

Noch kritischer aber sind Messungen, mit denen Zähler geprüft werden, die für den industriellen Einsatz bestimmt sind: Apparaturen, die Kraftwerksbetreiber dafür einsetzen, um abzurechnen, wieviel Fernwärme sie Kunden geliefert haben. Oder um zu bestimmen, wie nah eine Anlage schon an der Lastgrenze läuft. „Wer weniger Messunsicherheit hat, der kann näher an die Grenze herangehen und so den Wirkungsgrad eines Kraftwerks steigern“, erklärt der Ingenieur. „Bei so etwas kann es um viel Geld gehen.“

Um selbst so präzise wie nur irgendwie möglich messen zu können, hat die PTB in einer denkmalgeschützten Industriehalle in



Panorama Prüfanlage

wer in der Lage ist, selbst mit höchster Genauigkeit zu messen, der kann die Messabweichungen eines anderen Zählers bestimmen – der Bundesanstalt gelingt das bis auf 0,04 Prozent genau.

der Abbestraße in Berlin-Charlottenburg eine riesige Anlage aufgebaut: Aus Hochbehältern strömt das Wasser mit definiertem Druck in knapp halbmeterdicke Rohrleitungen. 25 Meter waagerechte, gerade

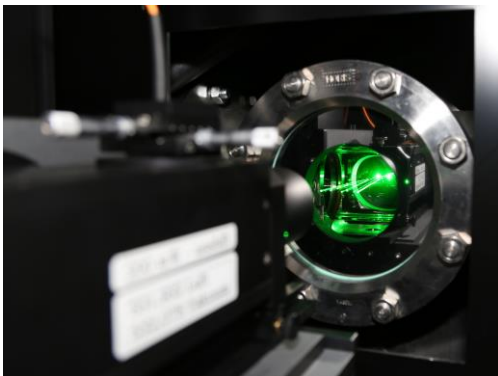
Einlaufstrecke gibt es, in der das Wasser ein möglichst konstant ausgebildetes Strömungsprofil erreichen soll, bevor der zu prüfende Zähler den Durchfluss misst. Die Anlage ist ausgelegt auf bis zu 1000 Kubikmeter Durchfluss pro Stunde, entsprechend großen Kräften muss sie standhalten.

Mit verschiedenen Störblenden kann der Wasserstrom dann gezielt mit Wirbeln oder Drall versehen werden, um zu sehen, wie der Zähler darauf reagiert. Ihre eigene hochpräzise Gegenmessung erledigt die Bundesanstalt dann auf archaische Weise: Für eine definierte Zeit wird das Wasser in einen Wägebehälter geleitet – wer die Masse kennt, kennt auch das Volumen pro Sekunde.

Die Messmethode hat einen logischen Hintergrund: „Rückführbarkeit“ ist eins der wichtigsten Wörter in der PTB. Das bedeutet, dass alles, was gemessen wird, sich auf eine der SI-Grundeinheiten wie Zeit, Länge oder Gewicht rückführen lassen muss, für die es Muster und exakte Definitionen gibt.

Allerdings ist das Wägeverfahren zur Volumenstrombestimmung mit immensem technischen Aufwand verbunden. Allein schon deshalb, weil bei Vollast etwa 300 Kilogramm Wasser pro Sekunde durch die Anlage rauschen und mittels Lochblenden umgelenkt sein wollen.

Unter anderem deshalb arbeitet Juling daran, zusätzlich ein optisches Messverfahren in die Anlage zu integrieren, die Laser-Doppler-Velozimetrie (LDV), auch als Laser-Doppler-Anemometrie bekannt.



Lasersystem

Dabei werden dem Wasser winzige Prüfpartikel hinzugefügt. Ein Laserstrahl wird mittels eines Strahlteilers aufgespalten und die beiden Teile in das Wasser geleitet, wo sie ein Interferenzmuster erzeugen. Die Prüfpartikel generieren in dem Interferenzmuster ein Streulichtsignal, das wiederum mittels Photodetektor gemessen werden kann und aus dem sich die Doppler-Frequenz herauslesen lässt. Aus der Geschwindigkeit der Partikel lässt sich die des Wassers ermitteln und auf die SI-Einheiten Länge und Zeit zurückführen.

Das neue Laser-Verfahren erfordert nicht nur weniger mechanischen Aufwand. Vor allem lässt sich damit auch noch bei höheren Wassertemperaturen genau messen: Denn zwar ist die momentane Messmethode die genaueste, die bisher entwickelt wurde. Aber sie ist nur auf Werte bis etwa 90 Grad ausgelegt, das neue Verfahren soll bis 230 Grad Temperatur zuverlässige Werte liefern. Damit es nicht siedet, steht das Wasser in den Rohrleitungen dabei unter bis zu 40 Bar Druck. Wichtig sind die hohen Temperaturen deshalb, weil auch in Kraftwerken solche Werte erreicht werden. Weil aber bisher weltweit keine Anlage zur Zählerprüfung mit solchen Temperaturen arbeiten konnte, musste von 90 Grad aus extrapoliert werden. Die 230 Grad, die die PTB anstrebt, sind ein großer Schritt in Richtung maximale Genauigkeit.

Allerdings ist das, was sich als Prinzip leicht erklären lässt, mit viel Detailarbeit verbunden. Wegen der hohen Drücke muss die kommende Anlage nicht nur extrem massiv gebaut werden. Sondern um so präzise wie möglich arbeiten zu können, verbringt Juling viel Zeit mit der Suche nach allen möglichen und unmöglichen Ursachen für Messfehler. Was bedeutet die Wärmeausdehnung einzelner Bauteile für die Messung? Was verändern hohe Drücke am System? Ändern sich Geometrien oder Brechungsindizes? Und was ist mit der Trägheit der Prüfpartikel?

Je länger man in diese Richtung nachdenkt, desto mehr Einflussfaktoren fallen auf. In der derzeit noch verwendeten Anlage führt

das dazu, dass auf den 20 Tonnen Kalibriergewichten aus Edelstahl der Wägevorrückung regelmäßig Staub gewischt wird, damit dessen Gewicht nicht die Messung verfälscht. Auch Feuchte-sensoren montierte man irgendwann, um den Einfluss des Wasserdampfs in den Wägebehältern berücksichtigen zu können. Außerdem ist das Rohrsystem doppelwandig ausgeführt. Das Wasser, mit dem gemessen wird, wird in der Hülle von einer weiteren Lage Wasser umflossen, um die Temperatur möglichst konstant zu halten – maximal 50 Milli-Kelvin beträgt der Drift pro Stunde.

Seit zwei Jahren arbeitet Juling an der neuen Messtechnik. Im Moment ist sie zur Probe in der bestehenden Anlage verbaut, es laufen parallele Messungen von neuem System und der bereits verwendeten Wägetechnik, um Fehlern und Ungenauigkeiten im System auf die Spur zu kommen. Eine Patentanmeldung ist für den Energie- und Verfahrenstechniker bei seiner Forschung schon herausgesprungen – und trotzdem werden sich sicher noch einige Möglichkeiten finden lassen, das Verfahren noch genauer zu machen.

Positionieren mit OWIS - auf den Nanometer genau

Seit mehr als 30 Jahren produziert die OWIS GmbH hochpräzise optische Strahlführungs- und Positioniersysteme für Industrie und Wissenschaft. Auf die Serienfertigung versteht man sich genauso wie auf Einzelanfertigungen für spezielle Anforderungen.

OWIS Produkte fliegen mit der Raumstation ISS durch das All, sie ermöglichen ultragenau Volumenstrom-Messungen an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (siehe erster Text „Winzigsten Ungenauigkeiten auf der Spur - Durchfluss-Messungen an der PTB“).

Augenärzte bestimmen mit ihrer Hilfe den Augeninnendruck von Patienten. Und das Heidelberger Max-Planck-Institut für Kernphysik untersucht mit ihnen Gesteinsproben.

In Staufen im Breisgau, am Rand des Schwarzwalds, produziert OWIS seit mehr

Die PTB-Anlage ist mit Messaufträgen voll ausgelastet, man kann nicht alles annehmen, die Einrichtung muss Anfragen ablehnen. „Wir haben weltweit die einzige Anlage, die mit einem so großen Volumenstrom in einem so weiten Temperaturbereich und einer so geringen Unsicherheit messen kann“, erklärt der Wissenschaftler. „Es gibt welche die, noch genauer sind, oder mit noch mehr Volumen arbeiten. Aber nicht in einem so weiten Bereich.“ Um zu klären, wie genau die einzelnen Anlagen sind, vergleichen sich die metrologischen Anlagen der einzelnen Länder untereinander. Es gilt, sich peu à peu weiter an die Grenze vorzuarbeiten.

Kontakt:

Markus Juling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

Fachbereich 7.5 "Wärme und Vakuum"

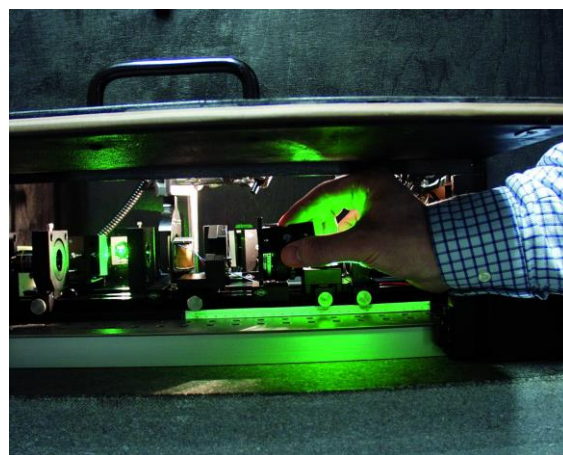
Abbestr. 2-12

10587 Berlin

Tel: +49-30-3481-7815

Fax: +49-30-3481-7386

Mail: Markus.Juling@PTB.de



OWIS -System zur Gesteinsprobenbestimmung

als 30 Jahren hochpräzise optische Strahlführungssysteme und Positioniersysteme.

Entstanden ist das Unternehmen 1980 im Umfeld des Freiburger Fraunhofer-Instituts für angewandte Festkörperphysik: Die Gründer hatten erkannt, dass es nur wenige Unternehmen gab, die in der Lage waren, solche Systeme nach Kundenspezifikationen in kleiner Stückzahl zu bauen – sie beschlossen, diese Lücke zu schließen und riefen das Unternehmen „Optische wissenschaftliche Systeme“ ins Leben, kurz OWIS.

Heute entwickeln und produzieren die Breisgauer immer noch Einzelstücke für spezielle Anwendungen. Aber auch die Serienproduktion nimmt inzwischen breiten Raum ein: Rund 1400 Produkte umfasst der Katalog, mehr als 50 Mitarbeiter, teilweise mit jahrzehntelanger Erfahrung, arbeiten für das Unternehmen. Die Kunden kommen zum Beispiel aus dem Laborbereich, aus der Halbleiterindustrie, dem Maschinenbau und der Autobranche, der Bildverarbeitung oder aus dem Druckgewerbe.

Ihre Stärken spielen OWIS-Produkte immer da aus, wo höchste Genauigkeit gefragt ist: Die präzisesten Systeme arbeiten im Nanometerbereich, der motorisierte Lineartisch LIMES 170 ist in der Lage, bis zu 150 Kilogramm schwere Lasten mit einer Wiederholgenauigkeit im Bereich von drei Mikrometern zu positionieren – bei einem Stellweg von anderthalb Metern.

Dabei legt man großen Wert auf Beratung und Entwicklungspartnerschaften. In Deutschland, Österreich, den Benelux-Ländern und Dänemark erfolgt der Vertrieb über den eigenen Außendienst, der beraten und mit dem Kunden gemeinsam nach den sinnvollsten Lösungen suchen kann. In mehr als 30 weiteren Ländern unterhält OWIS Handelsvertretungen.

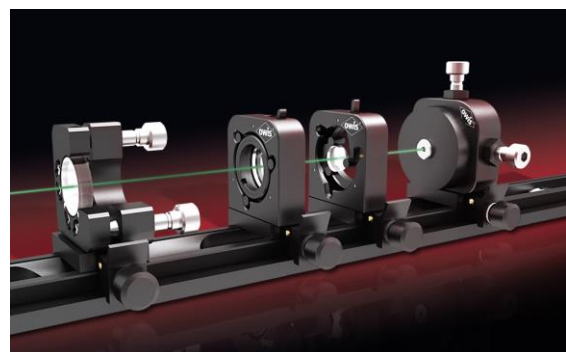
Die mechanische Fertigung der Systeme erledigt das Unternehmen bis heute komplett am Hauptsitz in Staufen, nur

einige wenige elektronische Komponenten werden über Zulieferer bezogen. Dabei werden die Vorteile einer vollautomatischen Fertigung mit der Handwerkskunst der Mitarbeiter verknüpft. Etwa dann, wenn Produkte für spezielle Anwendungen angepasst werden müssen oder auch, wenn eine komplette Sonderentwicklung gefragt ist.

So regelt Technik aus Staufen zum Beispiel die Steuerung der Luftflüsse im Columbus Labor in der internationalen Raumstation ISS. Gemeinsam mit einem Projektpartner wurden die so genannten „Air Flow Shutter“ entwickelt, die hochpräzise den Zufluss von Kühlluft dosieren und damit bis zu acht unterschiedliche Experimente parallel möglich machen.

In der Augenmedizin kommt ein System zum Einsatz, das den Augeninnendruck des Patienten mittels Interferenz misst: Dabei wird ein Messkörper mit der Hornhaut des Patienten in Kontakt gebracht und ein kleines Stück eingedrückt, dadurch wird mit einer Spaltlampe Interferenz erzeugt. Andere typische OWIS-Produkte sind Verfahreinheiten oder Positioniertische mit Motorsteuerung, die es Kunden aus der Industrie erlauben, die Fertigung von Präzisionskomponenten zu automatisieren. Partner aus Wissenschaft und Messtechnik schätzen die Tatsache, dass sich mit den OWIS-Systemen Versuchsaufbauten sehr genau reproduzieren lassen.

Dabei nutzt OWIS oft selbstentwickelte Baukastensysteme aus Einzelkomponenten, um komplexe Baugruppen zu entwickeln:



OWIS-SYSTEM 25

Eine Vielzahl von Linear-, Rotations-, Winkelverstell- und Neige-tischen, Winkelmessern sowie Mess- und Feingewindeschrauben lassen sich so kombinieren, so dass in den meisten Fällen die Anforderungen des Nutzers erfüllt werden können, ohne dass Einzelanfertigungen nötig sind. Dank Schritt- und DC-Motoren lassen sich Einstellvorgänge automatisieren. Und ein weiterer Vorteil des Baukastens: Soll ein Prototyp in die Serienfertigung überführt werden, dann ist das mit der umfangreichen Auswahl von Standardkomponenten in der Regel sehr einfach möglich. Auch die Strahlführungssysteme sind durch verschiedene standardisierte Systemhöhen modular aufgebaut. Für den Einsatz im Labor lassen sich hier außerdem Einzelkomponenten mithilfe von Schiene-Reiter-Systemen schnell montieren, demontieren oder versetzen. Aus einem Set von Bauteilen können so immer neue Aufbauten entstehen.

Für die Zukunft hat man sich bei OWIS als Ziel gesetzt, die Grenzen des Machbaren immer weiter zu verschieben. Gerade Miniaturisierung ist ein großes Thema. So

hat das Unternehmen mit dem VT 14 einen Positionierer im Angebot, der bei einem Stellweg von fünf Millimetern gerade noch 1,4 Zentimeter breit ist – noch kleiner, noch präziser, noch vielseitiger sollen kommende Produkte werden.

Dabei ist die OWIS GmbH auch nach über 30 Jahren nach der Gründung immer noch ein Familienunternehmen. Heute führt Diana Breiner, die Tochter des Unternehmens-Mitgründers Herbert Breiner gemeinsam mit Dirk Schuhen die Geschäfte des Unternehmens. Auf die Tradition ist OWIS stolz - und man freut sich auf die Zukunft.

Kontakt:

OWIS GmbH

Marketing

Im Gaisgraben 7

79219 Staufen i. Br.

(Germany)

Tel. +49 (0) 76 33 / 95 04-0

Fax +49 (0) 76 33 / 95 04-440

marketing@owis.eu

www.owis.eu

IMPRESSUM

Herausgeber:

Laserverbund Berlin-Brandenburg e.V.

Vorsitzender:

Dr.-Ing. Helmut Ringelhan

Redaktion:

Kai Kolwitz

E-Mail: Ringelhan@Laserverbund.de

Web: www.laserverbund.de

Geschäftsstelle:

Laserverbund Berlin-Brandenburg e.V.

Dr.-Ing. Helmut Ringelhan

c/o CRIS Unternehmensberatung GmbH

Wilkestraße 7

13507 Berlin

Telefon: +49 (0)30 / 43 77 58 58

Fax: +49 (0)30 / 434 78 43

Für die Richtigkeit der Beiträge kann keine Haftung übernommen werden

Stand: September 2014