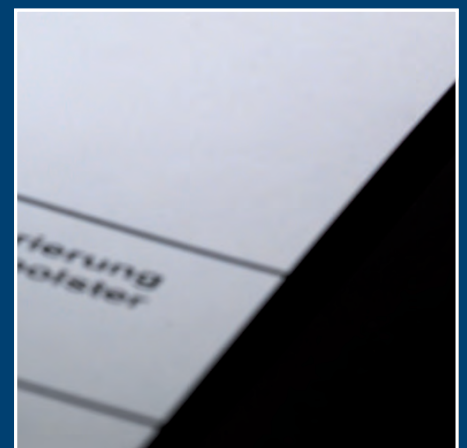
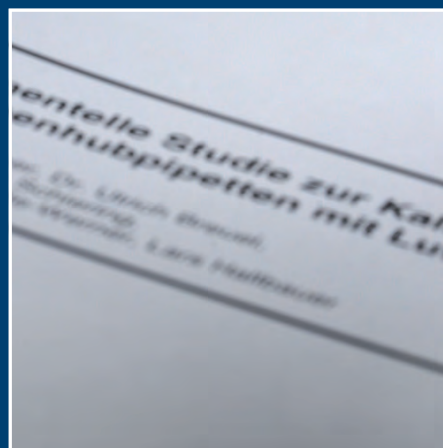
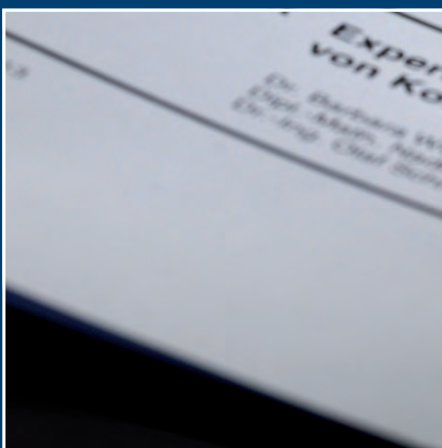


## Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD): Eine Erfolgsgeschichte geht weiter





**Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft, Amts- und  
Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt  
Braunschweig und Berlin**

**129. Jahrgang, Heft 3, Dezember 2019**

**Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD):  
Eine Erfolgsgeschichte geht weiter**

# Inhalt

## Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD): Eine Erfolgsgeschichte geht weiter

- Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD): Eine Erfolgsgeschichte geht weiter ..... 03  
*Peter Ulbig*
- Die Fachausschüsse im Deutschen Kalibrierdienst ..... 09
- 40 Jahre Deutscher Kalibrierdienst ..... 15  
*Martin Czaska*
- Begrüßung ..... 17  
*Joachim Ulrich*
- Grußwort ..... 19  
*Ole Janssen*
- Alle Macht den Konstanten ..... 23  
*Jens Simon, Imke Frischmuth*
- Aufbruch in das Kalibrierwesen der Zukunft – von der Forschung in die Praxis ..... 27  
*Peter Ulbig*
- Zusammenarbeit PTB und DAkkS – Erfolgsgarantie für das deutsche Kalibrierwesen ..... 31  
*Stephan Finke*
- Der Beitrag der Kalibration zur digitalen Produktion ..... 37  
*Ulrich Kaiser*
- Grußwort der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) ..... 41  
*Beate Kulesa*
- Die Entwicklung von der Bestätigung als erstes DKD-Kalibrierlabor zur heutigen DAkkS-Akkreditierung ..... 43  
*Lioba Stenner*
- 24 Jahre Zusammenarbeit und Wünsche für die Zukunft ..... 49  
*Lars Ahrendt*
- Internationale Spitzenleistungen sind kein Zufall – SPEKTRA sagt Danke ..... 51  
*Holger Nicklich*
- Kalibrieren von Strommessgeräten für DC-Ströme bis 2000 A ..... 54  
*Marcus Escher*
- Referenzsysteme für Messgrößen in der Laboratoriumsmedizin ..... 57  
*Gerhard Schumann*
- Impressionen ..... 64





## Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD): Eine Erfolgsgeschichte geht weiter

Peter Ulbig<sup>1</sup>

Die Welt verändert sich mit jedem Tag und so auch die Welt der Metrologie. Deshalb soll mit dieser Ausgabe der PTB-Mitteilungen den großen Veränderungen im Kalibrierwesen Rechnung getragen werden. Was 1977 mit der Gründung des Deutschen Kalibrierdienstes in der PTB begann, hat sich im Laufe der Jahre zu einem unerlässlichen Instrument zur Weitergabe der Einheiten im Kalibrierwesen entwickelt.

Das Logo des DKD (gehalten in der gleichen Farbe wie das PTB-Logo) zeigt die Nähe zur PTB und steht weltweit als Symbol für Qualität im Kalibrierwesen. Erreicht wurde dies durch die über Jahre gewachsene enge Zusammenarbeit der PTB mit den überwiegend deutschen Kalibrierlaboratorien. Die PTB hat seit Beginn des DKD immer darauf geachtet, dass die beteiligten Kalibrierlaboratorien über eine große metrologische Kompetenz verfügen. Dieser Nachweis der Kompetenz wurde Anfang der 1990er-Jahre mit der Etablierung des Akkreditierungswesens in weltweit gültige Regeln geschrieben. So konnte der DKD als deutsche Akkreditierungsstelle für Kalibrierlaboratorien Akkreditierungen auf Basis der 1999 erschienenen DIN EN ISO/IEC 17025 aussprechen. Schon frühzeitig entstand der Bedarf für ein abgestimmtes Vorgehen bei der praktischen Arbeit im Laboratorium, um Kalibrierungen auf hohem Niveau durchführen zu können. Diese Aufgabe übernahmen die nach und nach gegründeten DKD-Fachausschüsse, in denen die Vertreter der akkreditierten Kalibrierlaboratorien gemeinsam mit PTB-Mitarbeitenden schriftliche Arbeitsgrundlagen entwickelten, die so genannten „DKD-Richtlinien“ und „DKD-Leitfäden“.

Infolge der EU-Verordnung über Akkreditierung und Marktüberwachung EU/765/2008 durfte jeder Mitgliedstaat ab dem 1. Januar 2010 nur noch über



<sup>1</sup> Dr. Peter Ulbig,  
Vorsitzender des  
DKD und Leiter der  
Abteilung 9 „Gesetz-  
liche und internati-  
onale Metrologie“,  
PTB, E-Mail:  
peter.ulbig@ptb.de

eine nationale Akkreditierungsstelle verfügen. Aus diesem Grund wurde die Akkreditierungsstelle des DKD mit 16 weiteren deutschen Akkreditierungsstellen zur Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) zusammengefasst. Die DAkKS ist seitdem auf der Basis des Akkreditierungsstellen-gesetzes (AkkStelleG) die einzige Stelle, die in Deutschland für Akkreditierungen zuständig ist, so auch für die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien. Aufgrund der durch das Gesetz zugewiesenen Aufgaben gehört die Erstellung von technischen Regeln als Akkreditierungsgrundlage aber nicht zum Arbeitsumfang der DAkKS.

Die Fachausschüsse des DKD wurden deshalb im Mai 2011 wieder in die Obhut der PTB zurückgeführt. Die PTB übernahm die Schirmherrschaft über die DKD-Fachausschüsse und führte eine Neugründung des DKD als Gremium der PTB durch. Entsprechend Artikel 6 Einheiten- und Zeitgesetz (EinhZeitG) steht dabei die Förderung der Einheitlichkeit im Messwesen bei der Wei-

tergabe der Einheiten im Vordergrund. Dies wird erreicht durch die Entwicklung von DKD-Richtlinien und weiteren DKD-Dokumenten, die nach wie vor einheitliche Arbeitsgrundlagen auf hohem Niveau für die akkreditierten Kalibrierlaboratorien darstellen. Entsprechend des gesetzlichen Auftrags der PTB wird durch den DKD somit eine der wichtigsten Stakeholder-Gruppen der PTB erreicht. Die Mitglieder des DKD repräsentieren im Wesentlichen kleine und mittelständische Unternehmen, die eng mit der deutschen Industrie vernetzt sind. Der DKD ist weiterhin *die* Plattform für den fachlichen Austausch aller Mitwirkenden, denn letztendlich wird Metrologie immer von Menschen für Menschen gemacht. Der DKD wird deshalb seinen Prinzipien treu bleiben, um ein erfolgreiches Kalibrierwesen für die deutsche Wirtschaft zu unterstützen – damit ein weiteres Kapitel der Erfolgsgeschichte geschrieben werden kann.

## Neugründung des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) zur Sicherung der Einheitlichkeit im Messwesen

### 1. Einleitung

Im Jahre 1977 wurde der Deutsche Kalibrierdienst (DKD) gegründet, um mithilfe privater Laboratorien die wachsende Anzahl von Kalibrierungen für die deutsche Wirtschaft zu bewältigen. Seit dieser Zeit hat sich der DKD über mehrere Stufen hinweg äußerst erfolgreich entwickelt. Bis Ende 2009 bestand der DKD aus zwei Teilen:

Er war sowohl Akkreditierungsstelle für die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025 als auch Gremium für den fachlichen Austausch zwischen akkreditierten Kalibrierlaboratorien und der PTB in den 12 Fachausschüssen. Aufgrund der Änderungen im Akkreditierungswesen durch die EU durfte es ab dem 1. Januar 2010 nur noch *eine* nationale Akkreditierungsstelle pro Mitgliedstaat geben. Die Akkreditierungsstelle des DKD wurde mit insgesamt 16 weiteren deutschen Akkreditierungsstellen zur Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) zusammengefasst. Die 12 DKD-Fachausschüsse waren zunächst ohne neue Heimat, arbeiteten jedoch kontinuierlich mithilfe der Unterstützung von der PTB und der DAkKS weiter. Im November 2010 hat die PTB jedoch im Rahmen einer Sitzung des Fachbeirates 5 für Metrologie (einer der sieben Fachbeiräte des nationalen Akkreditierungsbeirates zur Beratung der Bundesregierung in Akkreditierungsfragen) die Schirmherrschaft über die DKD-Fachausschüsse übernommen. Der Autor wurde gleichzeitig beauftragt, eine organisatorische Form für die zukünftige

Entwicklung des DKD zu erarbeiten.

Bis Ende 2009 wurde ein Kalibrierlaboratorium durch eine erfolgreiche DKD-Akkreditierung automatisch Mitglied in einem oder mehreren DKD-Fachausschüssen, je nach Akkreditierungsumfang. Aufgrund der Änderungen im Akkreditierungswesen und der daraus resultierenden Akkreditierung durch die DAkKS kam im neuen DKD für die Laboratorien nur eine freiwillige Mitgliedschaft infrage. Deshalb wurde eine Rahmenvereinbarung entwickelt, welche die wesentlichen Ziele und Arbeitsweisen des DKD beschreibt und einen einfachen Beitritt zum DKD ermöglicht, wenn sich die entsprechende Institution oder Person mit den Zielen des DKD identifiziert. Mit dieser Vereinbarung wurde der DKD zu einem Gremium der PTB, um die Weitergabe der Einheiten zu unterstützen. Nach Artikel 6 des Einheiten- und Zeitgesetzes (EinhZeitG) hat die PTB die gesetzliche Aufgabe, für die Einheitlichkeit im Messwesen zu sorgen, wenn Dritte die Einheiten weitergeben. Dies betrifft in vollem Umfang die Zusammenarbeit zwischen den akkreditierten Kalibrierlaboratorien und der PTB, sodass der DKD ein wesentliches Instrument darstellt, um diesem gesetzlichen Auftrag nachzukommen. Neben der Rahmenvereinbarung wurden auch zwei Texte für Geschäftsordnungen entwickelt, welche grundlegende Regeln für die Zusammenarbeit im DKD-Vorstand und in den DKD-Fachausschüssen enthalten.

### 2. Die Ziele des DKD

Grundlegendes Ziel des DKD ist die Sicherstellung der Einheitlichkeit im Messwesen, hier speziell im Kalibrierwesen, durch aktive Mitwirkung bei der nationalen, europäischen und internationalen Regelsetzung für den Bereich des Kalibrierwesens.

Auf europäischer Ebene werden Kalibrierrichtlinien unter der Mitwirkung der *European Association of National Metrology Institutes* – EURAMET e. V. – erarbeitet. Der DKD versteht sich insoweit als nationales Spiegelgremium zu EURAMET e. V.

Durch die Mitgliedschaft der PTB in EURAMET e. V. ist eine enge fachliche Verbindung und somit eine Brücke zwischen der nationalen und der europäischen Ebene geschaffen.

Die wesentlichen Ziele des DKD sind die Förderung des Kalibrierwesens im Sinne der Weitergabe der Einheiten nach Artikel 6 EinhZeitG, insbesondere die Förderung des Informationsaustausches zwischen den Mitgliedern und die Erarbeitung von Kalibrierrichtlinien (DKD-R) und -leitfäden (DKD-L), die den Stand der Technik darstellen und als Grundlage für Akkreditierungsverfahren bzw. für Begutachtungen dienen können.

Diese Ziele sollen insbesondere erreicht werden durch Bearbeitung folgender Aufgaben:

- Information der Mitglieder über neue nationale und internationale Entwicklungen im Kalibrierwesen auf Versammlungen oder in sonstiger Weise,
- aktive Mitarbeit im Rahmen der nationalen, europäischen und internationalen Regelsetzung für den Bereich des Kalibrierwesens,
- Herausgabe von Veröffentlichungen und Schriftreihen,
- Förderung von Fortbildungsveranstaltungen für Mitarbeitende im Kalibrierwesen,
- Information der Öffentlichkeit über die Aktivitäten des DKD,
- Förderung von Ringvergleichen bzw. Vergleichsmessungen.

Mit diesem Katalog von Zielen und Aufgaben wird den Bedürfnissen der akkreditierten Kalibrierlaboratorien hinsichtlich einer fachlichen Unterstützung Rechnung getragen und ein intensiver Austausch sowohl zwischen den Laboratorien als auch mit der PTB ermöglicht.

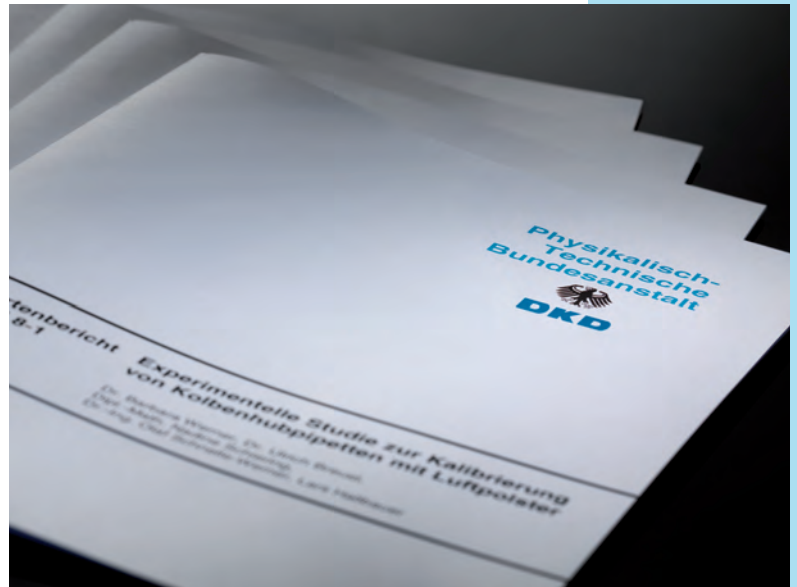
### 3. Mitgliedschaft im DKD

Im Sinne der Weitergabe der Einheiten wendet sich der DKD vorrangig an deutsche akkreditierte Kalibrierlaboratorien. Der DKD ist aber auch offen für alle Personen und Institutionen, die im weitesten Sinne zum Kalibrierwesen gehören und Interesse an einer Mitarbeit im DKD haben. Dies betrifft insbesondere Kalibrierlaboratorien, die sich noch nicht akkreditiert haben lassen, oder Begutachter, die Kalibrierlaboratorien im Auftrag der DAkkS begutachten.

Für die Mitwirkung im DKD gibt es die folgenden Arten der Mitgliedschaft:

- ordentliche Mitglieder,
- außerordentliche Mitglieder,
- Ehrenmitglieder,
- fördernde Mitglieder.

Ordentliches Mitglied kann jede juristische Person werden, die ein akkreditiertes Kalibrierlaboratorium in der Bundesrepublik Deutschland betreibt. Dies gilt ebenso für Eichbehörden und nach dem CIPM-MRA designierte Institute in Deutschland. Die PTB ist aufgrund der Übernahme der Schirmherrschaft über den DKD



ebenfalls per Definition ordentliches Mitglied.

Außerordentliches Mitglied kann jedes Kalibrierlaboratorium werden, welches sich nicht auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland befindet und durch eine ausländische Akkreditierungsstelle akkreditiert ist. So gibt es schon seit vielen Jahren insbesondere aufgrund der guten Kontakte zu den Nachbarländern Österreich und Schweiz einige ausländische akkreditierte Kalibrierlaboratorien, die Mitglied im neuen DKD sind.

Die Ehrenmitgliedschaft kann auf Vorschlag von Mitgliedern des Vorstands Personen verliehen werden, die sich besondere Verdienste um den DKD erworben haben. So wurden seit 2013 bereits 26 Ehrenmitgliedschaften an Personen verliehen, die sich über viele Jahre um den DKD verdient gemacht haben.

Förderndes Mitglied kann werden, wer sich den Zielen des DKD verbunden weiß und nicht die Voraussetzungen für eine ordentliche oder außerordentliche Mitgliedschaft erfüllt. Dies betrifft insbesondere Begutachter und Einzelpersonen, die akkreditierten Kalibrierlaboratorien angehört haben und auch im Ruhestand ihr Wissen und ihre Erfahrung weitergeben möchten.

Die Mitgliedschaft im DKD kann durch Unterzeichnung eines Antrags auf Grundlage der Rahmenvereinbarung über den DKD beantragt werden. Über die Aufnahme von Mitgliedern entscheidet die DKD-Geschäftsstelle. Seit dem Start des neuen DKD am 3. Mai 2011 wurden bislang insgesamt 473 Mitglieder aufgenommen (Stand: 1. September 2019).

Die Mitgliedschaft im DKD ist kostenfrei, da die PTB mit dem neuen DKD als nationalem, technischem Gremium für das Kalibrierwesen ihrem gesetzlichen Auftrag bzgl. der Sicherstellung der Einheitlichkeit im Messwesen nachkommt.

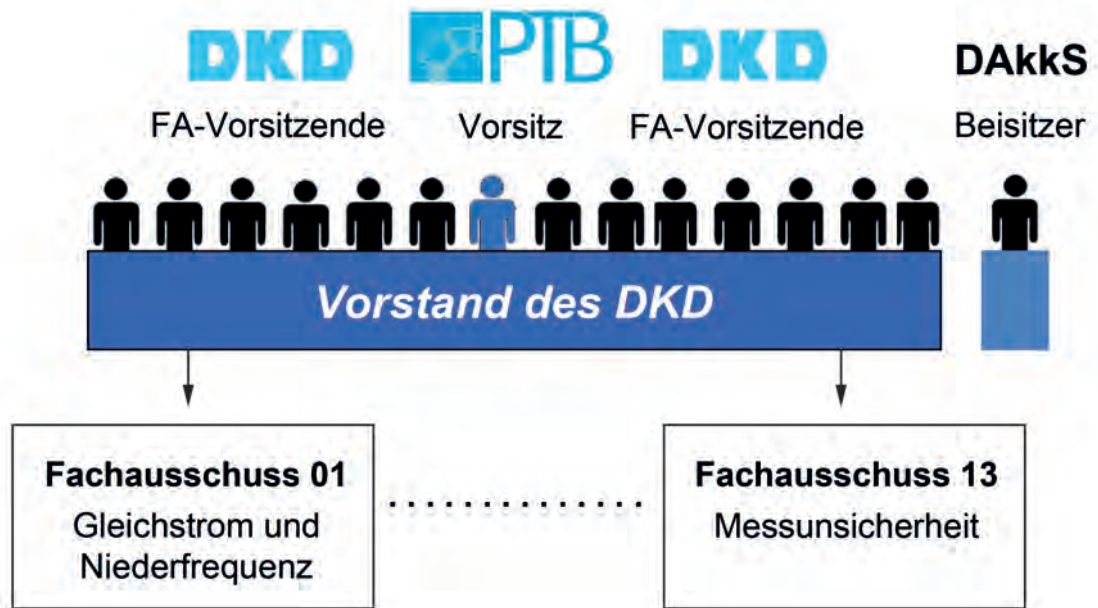


Bild 1:  
Vorstand und  
Fachausschüsse  
(FA) des DKD

#### 4. Aufbau und Struktur des DKD

Der DKD ist unterteilt in den Vorstand – der die Geschäfte des DKD lenkt –, die Geschäftsstelle und die technischen Fachausschüsse, die sich mit der Erarbeitung von Kalibriergrundlagen beschäftigen. Darüber hinaus kann aus wichtigen Anlässen eine Vollversammlung aller Mitglieder einberufen werden.

Der Vorstand ist für alle fachausschussübergreifenden Angelegenheiten des DKD zuständig. Insbesondere ist der Vorstand für die Verabschiedung von DKD-Dokumenten zuständig, die auf der Homepage des DKD veröffentlicht werden.

Der Vorstand besteht aus einem Repräsentanten der PTB als Vorsitzendem und aus den gewählten jeweiligen Vorsitzenden der Fachausschüsse (s. Bild 1).

Die mittlerweile 13 DKD-Fachausschüsse sind für bestimmte technische Sachgebiete zuständig:

1. Gleichstrom und Niederfrequenz
2. Hochfrequenz und Optik
3. Kraft und Beschleunigung
4. Länge
5. Temperatur und Feuchte
6. Druck
7. Masse und Waagen
8. Chemische Messgrößen und Stoffeigenschaften
9. Werkstoffprüfmaschinen
10. Drehmoment
11. Strömungsmessgrößen
12. Messgrößen in der Laboratoriumsmedizin
13. Messunsicherheit

Der DKD-Fachausschuss 13 Messunsicherheit stellt quasi einen horizontalen Fachausschuss dar. Jeder der anderen Fachausschüsse ist aufgefordert, zwei Repräsentanten in diesen Fachausschuss zu entsenden.

Zu den Themen des Fachausschusses 13 gehört die Behandlung von grundlegenden Fragestellungen zur Messunsicherheit, die im Kalibrierwesen eine Rolle spielen. Generell sind die Fachausschüsse für die Erarbeitung und Pflege der zugehörigen DKD-Dokumente zuständig. Durch die Mitgliedschaft im DKD erwirbt jedes Mitglied das Recht, in den DKD-Fachausschüssen mitzuwirken. Die Fachausschüsse treffen sich in der Regel ein- bis zweimal im Jahr. Der DKD-Vorstand tagt in der Regel einmal im Jahr.

#### 5. Die Dokumente des DKD

Seit Anfang der 1990er-Jahre hat der DKD über 60 Dokumente veröffentlicht, die in den Fachausschüssen erarbeitet worden sind. Diese Dokumente versammeln das Fachwissen, welches zur Durchführung von Kalibrierungen notwendig ist. Aufgrund der hohen Qualität und der Nützlichkeit dieser Dokumente haben sie Verbreitung nicht nur in Deutschland und Europa, sondern zum Teil auch weltweit gefunden. Die Dokumente repräsentieren den Stand der Technik und werden, wie auch bei Normen üblich, von Zeit zu Zeit der Entwicklung angepasst.

Begutachter aus vielen Ländern verwenden die DKD-Dokumente als Basis für den technischen Teil der Begutachtung im Rahmen der Akkreditierung. Durch die Anwendung der in



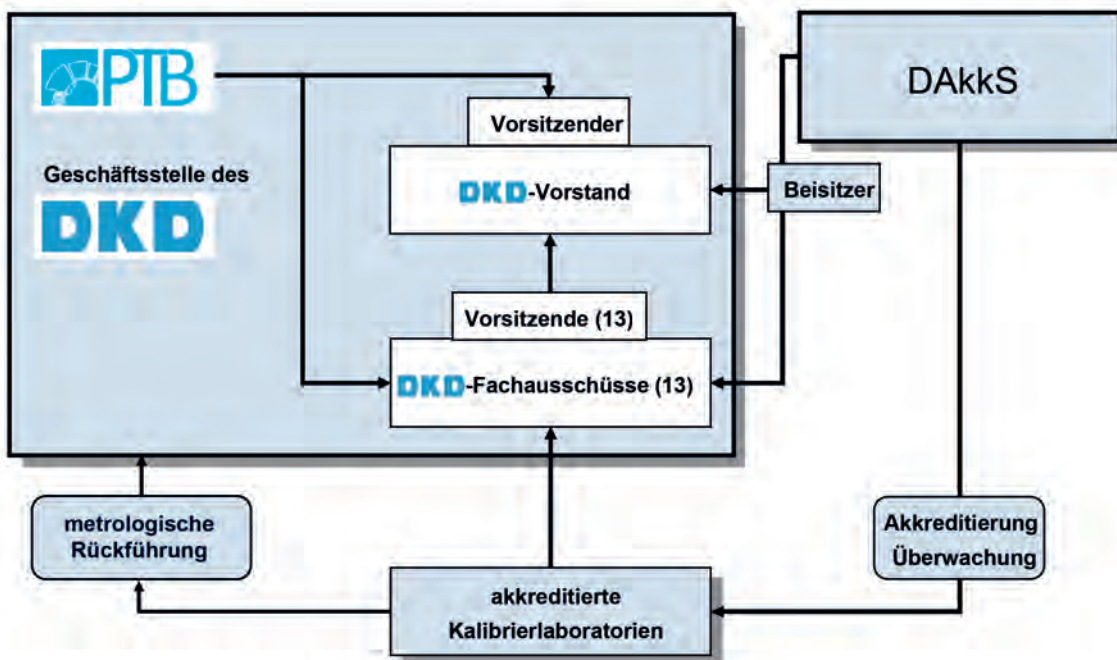


Bild 2:  
Die Zusammen-  
arbeit zwischen  
DAkkS und PTB  
mit dem DKD als  
Bindeglied

Kalibrierrichtlinien beschriebenen Verfahren, die den Stand der Technik widerspiegeln, erspart sich ein akkreditiertes Kalibrierlaboratorium die Validierung eigener Verfahren, da alle Beteiligten annehmen dürfen, dass die in Kalibrierrichtlinien niedergelegten Verfahren grundsätzlich als validiert gelten.

Bis zum 31. Dezember 2009 gab es insgesamt vier unterschiedliche Arten von Dokumenten:

- DKD-Richtlinien (DKD-R)
- DKD-Leitfäden (DKD-L)
- DKD-Schriften
- DKD-Merkblätter

Während die Richtlinien und Leitfäden technischen Charakter haben, beinhalten die Schriften und Merkblätter grundsätzliche Themen zur Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien, wie z. B. die Erstellung eines Kalibrierscheins oder die Verwendung von Logos. Aufgrund einer Übereinkunft mit der DAkkS führt der DKD alle Richtlinien und Leitfäden fort. Die DAkkS hat unter ihrem Namen die Schriften und Merkblätter übernommen.

Neben den bereits etablierten Richtlinien und Leitfäden gab es seit 2011 auch den Wunsch, nützliche Informationen, die im Zusammenhang mit der Erarbeitung dieser Dokumente gesammelt wurden, zu veröffentlichen und damit den Fachexperten im Kalibrierwesen zur Verfügung zu stellen. Dies sind z. B. Ergebnisse von Studien bzw. von Messungen, die im Vorfeld der Erstellung von Richtlinien durch Fachausschussmitglieder gewonnen wurden.

Aus diesem Grund wurde die neue Dokumentenart „DKD-Expertenberichte“ (DKD-E) geschaffen. Dies geschah in Anlehnung an die „Expert Reports“ der Internationalen Organisation für das gesetzliche Messwesen (OIML), die ebenfalls wertvolles Wissen von Fachexperten dokumentieren und den Fachkreisen zur Verfügung stellen.

Darüber hinaus ist das Thema „Vergleichsmessungen“ (Ringvergleiche oder Sternvergleiche) für alle akkreditierten Kalibrierlaboratorien von großer Bedeutung. Viele Vergleichsmessungen werden durch die DKD-Fachausschüsse organisiert und die Ergebnisse innerhalb der Fachausschusssitzungen diskutiert. Um diese wertvolle Arbeit bzw. dieses Wissen ebenfalls zu dokumentieren, wurde die neue Dokumentenart „DKD-Vergleiche“ (DKD-V) eingeführt.

Insgesamt umfassen die DKD-Dokumente nunmehr die folgenden Dokumentenarten:

- DKD-Richtlinien (DKD-R)
- DKD-Leitfäden (DKD-L)
- DKD-Expertenberichte (DKD-E)
- DKD-Vergleiche (DKD-V)

Für eine Akkreditierung sind die DKD-R – als normative Verfahren – und die DKD-L sowie die DKD-V direkt nutzbar, da letztere die Anforderungen zur Sicherung der Validität von Ergebnissen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Kap. 7.7 erfüllen helfen.

Die Fachausschüsse können von diesen Möglichkeiten nach eigenen Bedürfnissen Gebrauch

machen. Die Schaffung insbesondere der beiden neuen Dokumentenarten hat erfreulicherweise in einigen Fachausschüssen zu einer Intensivierung der Arbeiten beigetragen und gleichzeitig mehr Aufmerksamkeit aus dem Ausland erzeugt. So gibt es vermehrt Wünsche aus anderen Ländern, die Dokumente des DKD möglichst auch auf Englisch, Französisch, Russisch oder Spanisch zu bekommen, insbesondere für die Verwendung in Projekten, welche die PTB im Rahmen ihrer „Internationalen Zusammenarbeit“ weltweit in Entwicklungs- und Schwellenländern durchführt. Deshalb werden von den wichtigsten Dokumenten in der Regel zumindest englische Übersetzungen angefertigt.

## 6. Zusammenarbeit mit der DAkkS

Mit der Gründung der DAkkS hat sich die deutsche Akkreditierungslandschaft zum 1. Januar 2010 grundlegend geändert. Die DAkkS ist heute nach dem Akkreditierungsstellengesetz (AkkStelleG) die einzige nationale Stelle, die Akkreditierungen anbieten darf.

Die Akkreditierungsstelle des DKD ging in der DAkkS auf, die DKD-Fachausschüsse fanden ihre Heimat in der PTB. Ein gut funktionierendes Kalibrierwesen setzt voraus, dass alle Beteiligten gut zusammenarbeiten. Deshalb wurde bei der Neugründung des DKD sehr viel Wert auf eine enge und gute Zusammenarbeit mit der DAkkS gelegt. In der Rahmenvereinbarung für den DKD und in seinen Geschäftsordnungen wurde der DAkkS das Recht eingeräumt, an allen Sitzungen und Veranstaltungen des DKD als Beisitzer bzw. Gast teilzunehmen.

DAkkS und PTB können so jeweils ihre Aufgaben wahrnehmen: zum einen die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien und zum anderen die Rückführung der Messergebnisse der akkreditierten Kalibrierlaboratorien. Auf diese Art und Weise ergänzen sich DAkkS und PTB in idealer Weise und der DKD stellt das Bindeglied zwischen beiden Institutionen und den akkreditierten Kalibrierlaboratorien dar (s. Bild 2).

## 7. Zusammenfassung

Die Neugründung des DKD im Mai 2011 hat sich als ein sinnvoller Schritt zur Sicherung der Einheitlichkeit im Messwesen in Deutschland erwiesen. Der DKD stellt somit ein wichtiges Instrument für die PTB zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgabe dar. Dass die Anzahl der Mitglieder im DKD beständig steigt, zeigt, wie wertvoll die Arbeit des DKD weiterhin für das deutsche Kalibrierwesen eingeschätzt wird.

Die Weitergabe der Einheiten von der PTB an die akkreditierten Kalibrierlaboratorien und von dort an die deutsche Industrie wird durch die

Arbeit des DKD intensiv unterstützt. Die Schaffung einheitlicher Arbeitsgrundlagen für akkreditierte Kalibrierlaboratorien auf hohem Niveau war, ist und bleibt das zentrale Anliegen des DKD. Das Logo des DKD, das noch heute als Symbol für die Qualität von Kalibrierungen weltweit bekannt ist, soll zukünftig als Symbol für hochqualitative Arbeitsgrundlagen gelten, die es akkreditierten Kalibrierlaboratorien ermöglichen, die Weitergabe der Einheiten zur Zufriedenheit ihrer Kunden durchzuführen.

## Die Fachausschüsse im Deutschen Kalibrierdienst



1

Gleichstrom  
und Niederfrequenz

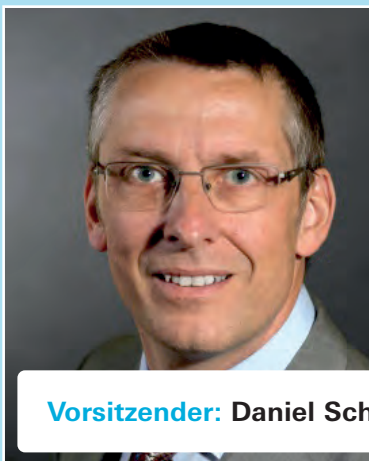
**Vorsitzender:** Karl-Peter Lallmann, 1A CAL GmbH, Kassel

Hochfrequenz  
und Optik

2



**Vorsitzender:** Dr. Gerhard Rösel, Rohde & Schwarz Messgerätebau GmbH, Memmingen



3

Kraft  
und Beschleunigung

**Vorsitzender:** Daniel Schwind, GTM Testing and Metrology GmbH, Bickenbach

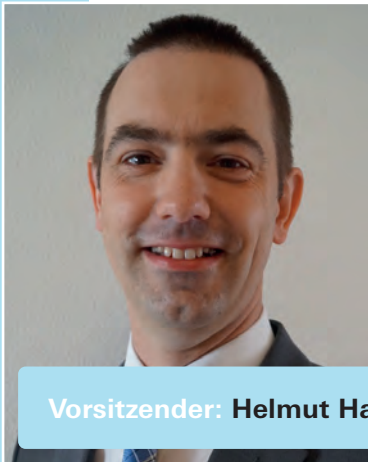
## Die Fachausschüsse im Deutschen Kalibrierdienst

Länge

4



**Vorsitzender:** Rogér Ernst, Robert Bosch GmbH, Gerlingen



5

Temperatur  
und Feuchte

**Vorsitzender:** Helmut Hager, MBW Calibration GmbH, Fellbach

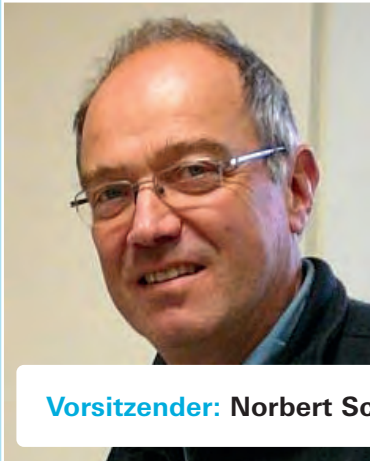
Druck und  
Vakuum

6



**Vorsitzender:** Christian Elbert, WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg (Main)





7

## Masse und Waagen

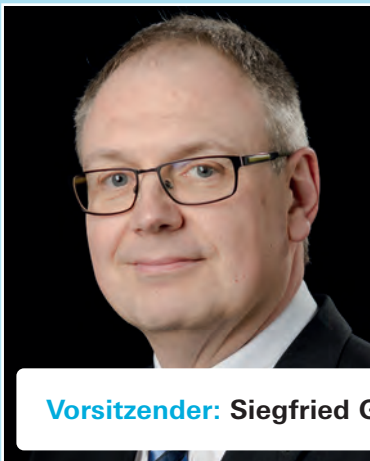
**Vorsitzender:** Norbert Schnell, Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen

## Chemische Messgrößen und Stoffeigenschaften

8



**Vorsitzender:** Dr. Olaf Schnelle-Werner, Zentrum für Messen und Kalibrieren & ANALYTIK GmbH, Bitterfeld-Wolfen



9

## Werkstoffprüfmaschinen

**Vorsitzender:** Siegfried Gerber, Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart, Stuttgart

## Die Fachausschüsse im Deutschen Kalibrierdienst

Drehmoment

10



**Vorsitzender:** Siegfried Herbold, STAHLWILLE Eduard Wille GmbH & Co. KG, Wuppertal



11

Strömungs-  
messgrößen

**Vorsitzender:** Dr. Peter Reinshaus, Rota Yokogawa GmbH & Co. KG, Wehr (Baden)

Messgrößen in der  
Laboratoriumsmedizin

12



**Vorsitzender:** Dr. Denis Grote-Koska, Referenzinstitut für Bioanalytik a. d. MHH, Hannover



13

## Messunsicherheit

**Vorsitzender:** Philip M. Fleischmann, esz AG calibration & metrology, Eichenau



# 40 Jahre Deutscher Kalibrierdienst

## Festakt und 300. PTB-Seminar

Martin Czaske<sup>1</sup>

### Vorwort

Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD) wurde im Jahr 1977 gegründet, um den wachsenden Kalibrierbedarf der deutschen Industrie zu decken. Dieser nahm derart zu, dass die PTB die Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die Industrie nicht mehr allein bewältigen konnte. In der Industrie gab es bereits gut ausgestattete Kalibrierlaboratorien. Somit hatte die PTB die Möglichkeit, Kalibrierungen abzugeben. Die Kompetenz der Kalibrierlaboratorien und insbesondere die metrologische Rückführung durch diese musste sichergestellt werden. Um dies zu erreichen, hatte der DKD, als erste Akkreditierungsstelle in Deutschland, Kalibrierlaboratorien auf Antrag begutachtet und akkreditiert. Um das Qualitätsniveau der Kalibrierlaboratorien zu erhalten oder zu steigern, wurden Fachausschüsse gegründet. Dort tauschen Kalibrierlaboratorien mit Beteiligung der PTB-Fachbereiche messtechnische Erfahrungen aus und erarbeiten gemeinsam Richtlinien für die Arbeit in Kalibrierlaboratorien. Dieses Prinzip ist noch heute gültig.

Bis zum Dezember 2009 war der DKD als Akkreditierungsstelle tätig. Damals gab es in Deutschland eine Vielzahl von Akkreditierungsstellen, allerdings nur eine für Kalibrierlaboratorien: den DKD. Infolge der EU-Verordnung 765/2008 über Akkreditierung und Marktüberwachung wurden sämtliche Akkreditierungstätigkeiten in Deutschland von der 2009 gegründeten Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) übernommen. In einer Interimsphase von Dezember 2009 bis Mai 2011 arbeiteten die Fachausschüsse des DKD weiter. Auf Initiative der Vorsitzenden der Fachausschüsse und des damaligen Vizepräsidenten der PTB, Prof. Dr. Manfred Peters, wurde der DKD am 3. Mai 2011 als technisches Gremium der PTB neu gegründet.

Das 40-jährige Jubiläum des DKD wurde am 19. Mai 2017 gefeiert, einen Tag vor dem Weltmetrologietag 2017. Dies ist ein Anlass, sich mit der Zukunft des Kalibrierwesens in einer sich schnell wandelnden Welt zu befassen. Sowohl die Neudefinition der SI-Einheiten im Jahre 2018 als auch Entwicklungen wie „Industrie 4.0“ und „Digitalisierung“ werfen ihre Schatten voraus. All dies wird sich auf das Kalibrierwesen in den nächsten Jahren auswirken.

<sup>1</sup> Dr. Martin Czaske,  
Leiter der Geschäftsstelle des DKD,  
Referat 9.11  
„Industrielles Messwesen“, PTB,  
E-Mail:  
martin.czaske@ptb.de





# Begrüßung

Prof. Dr. Joachim Ullrich,  
Präsident der PTB

# DKD



*Sehr geehrter Herr Dr. Janssen,  
sehr geehrter Herr Dr. Finke,  
sehr geehrter Herr Dr. Kaiser,  
verehrte Gäste,*

ich freue mich, Sie alle heute anlässlich unserer Festveranstaltung „40 Jahre DKD – Aufbruch in das Kalibrierwesen der Zukunft“ hier in Braunschweig begrüßen zu können. Die PTB wird dieses Jahr 130 Jahre alt und 40 Jahre davon hat der Deutsche Kalibrierdienst dafür gesorgt, dass die Weitergabe der Einheit von den nationalen Normalen der PTB in die deutsche Industrie mit hoher Qualität erfolgt.

Wir feiern 40 Jahre DKD heute mit einer Vortragsveranstaltung, die sich intensiv mit der Zukunft des Kalibrierwesens beschäftigt. Es gibt große Themen und Entwicklungen, die bereits in naher Zukunft Auswirkungen auf unser aller Leben haben werden. Als Beispiele seien hier stellvertretend Digitalisierung, künstliche Intelligenz und Quantencomputer genannt. In diesem Zusammenhang fand in den letzten Jahren in der PTB eine intensive Strategiediskussion statt, welchen metrologischen Themen wir uns verstärkt widmen müssen.

In diese Phase fiel im Oktober letzten Jahres die Evaluation der Forschungsaktivitäten der PTB durch den Wissenschaftsrat der Bundesregierung. Mittlerweile liegt der Bericht des Wissenschaftsrates vor und wir freuen uns sehr, dass wir hervorragend abgeschnitten haben. Gleichwohl gibt es Empfehlungen für die Aufnahme bzw. Intensivierung von Forschungsaktivitäten, die wir möglichst schnell umsetzen wollen. Dies betrifft insbesondere die Digitalisierung, aber auch Biochemie und Quantentechnologien. So ist z. B. vorgeschlagen worden, dass sich die PTB in Zukunft stärker mit Messgrößen im Zusammenhang mit Informationsgrößen beschäftigen sollte.

Begriffe wie „*Internet of things*“, „Industrie 4.0“ und „*Cyber physical systems*“ sind in aller Munde. Im Bereich der Metrologie beschäftigen wir uns deshalb zunehmend mit „virtuellen Messgeräten“, mit der Auswertung großer Messdatenmengen, einer Metrology Cloud und – ich denke, dass wird Sie sehr freuen – dem „digitalen Kalibrierschein“.

Meine Damen und Herren, Sie sehen also, dass die großen Themen auch im Kalibrierwesen



ankommen und es verändern werden. Deshalb wollen wir heute gemeinsam einen Blick in die Zukunft wagen und uns heute Vormittag mit diesen Themen auseinandersetzen.

Beginnen werden wir mit der Neudefinition der Einheiten, die voraussichtlich Ende 2018 stattfinden wird. Hintergrund ist das Streben nach universellen SI-Einheiten, die nicht mehr länger von Artefakten wie dem Kilogrammprototypen in Paris oder Wassertripelpunktzellen abhängen. Hier hat die internationale Metrologiegemeinde in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, wobei die PTB gleich bei mehreren SI-Basiseinheiten bahnbrechende Arbeiten durchgeführt hat.

Im zweiten Vortrag wird Herr Ulbig darüber sprechen, wie Forschungsergebnisse der nationalen Metrologieinstitute – und dabei insbesondere der PTB – noch besser in die akkreditierten Kalibrierlaboratorien übertragen werden können. Forschung bezüglich Rückführung umfasst nicht mehr nur die klassischen Messgrößen, sondern geht immer mehr in die Breite. So werden in dem zurzeit laufenden großen europäischen Metrologieforschungsprogramm EMPIR auch Messgrößen aus den Bereichen Gesundheit, Klima, Abgasemissionen und vielen weiteren behandelt. Hier stellt sich die Frage, wie es uns gelingen kann, die entsprechende Rückführung über akkreditierte Kalibrierlaboratorien in die Industrie und die Gesellschaft zu bringen.

Herr Dr. Finke – der Geschäftsführer der DAkkS – wird in seinem Vortrag nicht nur auf die Zusammenarbeit zwischen PTB und DAkkS eingehen, die eine wesentliche Basis für ein erfolgreiches deutsches Kalibrierwesen darstellt, sondern auch auf die Veränderungen im deutschen Akkreditierungswesen, die uns in den nächsten Jahren noch stark beschäftigen werden.

Abschließend wird Herr Dr. Kaiser – seit 2003 als Direktor Technologie in der Konzernholding der Endress + Hauser AG tätig – darüber sprechen, wie die Digitalisierung im Bereich der Messgeräte ankommt und damit moderne Produktionsverfahren grundlegend ändert.

Heute Nachmittag werden wir verschiedene Beiträge aus sehr unterschiedlichen Bereichen des Kalibrierwesens hören, die noch einmal verdeutlichen werden, wie breit der DKD schon heute aufgestellt ist. Insgesamt sind die knapp 470 von der DAkkS akkreditierten Kalibrierlaboratorien für insgesamt über 120 verschiedene Messgrößen akkreditiert. Die PTB unterstützt das Kalibrierwesen nicht nur mit Fachbegutachtern, sondern auch mit über 3 500 Kalibrierungen pro Jahr und ist bei der Durchführung von Vergleichsmessungen unterstützend tätig.

Damit wir in Zukunft noch besser gemeinsam für Industrie und Gesellschaft tätig werden

können, hat bereits eine große Umfrageaktion begonnen. Durch einen sehr umfangreichen Fragebogen – mit über 30 Seiten – werden gezielt alle Aspekte des DKDs auf den Prüfstand gestellt, um uns für die Zukunft noch besser aufstellen zu können. Die Fragebögen werden anlässlich der dieses Jahr stattfindenden Fachausschuss-Sitzungen verteilt und Sie werden gebeten diese nach bestem Wissen und Gewissen auszufüllen. Bei dieser Aktion handelt es sich quasi um die bislang größte Kundenbefragungsaktion der PTB und wir erhoffen uns viele interessante Ergebnisse. Durch Ihre Mitwirkung helfen Sie uns, unserem gesetzlichen Auftrag – für die Einheitlichkeit im Messwesen zu sorgen – noch besser nachzukommen.

Meine sehr verehrten Damen und Herren, 40 Jahre DKD sind uns nicht nur eine Freude, sondern auch ein Ansporn, das Kalibrierwesen weiterhin zu fördern und weiterzuentwickeln. Durch Ihre Mitwirkung und Unterstützung wird es uns gemeinsam gelingen, das Kalibrierwesen auch in Zukunft vorbildlich zu gestalten.

*Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit und wünsche Ihnen eine interessante Festveranstaltung.*



# Grußwort

Dr. Ole Janssen,  
Leiter der Unterabteilung Innovations- und Technologiepolitik im BMWi



*Lieber Herr Prof. Ullrich, liebe Gäste,*

40 Jahre DKD sind ein Dienst der akkreditierten Kalibrierlaboratorien und der PTB an der Industrie. Das ist auf jeden Fall ein Grund zum Feiern, denn die deutsche Industrie braucht genaue Messungen, um hochqualitative Produkte zu produzieren und sich am Weltmarkt zu behaupten.

Wenn wir in der Zeit zurückgehen, in das Jahr 1977, so konnte man damals noch eine andere Denkart feststellen: Der Staat mit seinen Behörden hatte zwar viele Aufgaben, konnte sich aber nur schwer vorstellen Aufgaben abzugeben.

Begriffe wie „schlanker Staat“, gedanklich basierend auf dem Konzept des lean management bzw. lean government, wurden erst Anfang der 90er Jahre erfunden. Was soll man aber tun, wenn die Arbeit Ausmaße annimmt, die – aufgrund des großen, weltweiten Erfolges der deutschen Wirtschaft – von der PTB nicht mehr allein bewältigt werden konnte?

Zum Glück waren unsere Vorgänger clever genug, um neue Wege nicht nur denken zu können, sondern sie auch erfolgreich zu begehen.

Das BMWi stand damals quasi als Pate des Deutschen Kalibrierdienstes parat und unterstützte die PTB, einen bemerkenswerten Paradigmenwechsel zu vollziehen.

Und dieser Wechsel hatte es wirklich in sich: Kunden der PTB waren es bis dahin gewöhnt, dass der Bundesadler auf den Zertifikaten – den Kalibrierscheinen – prangte. Der Bundesadler war neben dem Logo der PTB ein wesentliches Zeichen für Vertrauen in eine unbestechliche Qualität der durchgeführten Kalibrierung.

Nun stellte sich die Frage, würde es das neue System schaffen das Vertrauen der Kunden zu gewinnen? Die PTB hat damals große Weitsicht bewiesen: Private Laboratorien sollten einen Teil der Arbeit abnehmen, aber nur dann, wenn sie zuvor ihre fachliche Kompetenz nachweisen konnten und dies auch unter der Aufsicht der PTB immer wieder taten.

Man muss sich einmal in die Lage eines damaligen PTB-Mitarbeitenden versetzen: Wie muss man sich fühlen, wenn man plötzlich eines großen Teils seiner jahrelangen Aufgabe beraubt wird Prüfungen durchzuführen, nicht mehr länger die

Hoheit über alle entsprechenden Zertifikate hat und als Begutachter tätig wird und nicht mehr mit Messgeräten im heimischen Labor, sondern mit Menschen, zunächst in ganz Westdeutschland, später auch in vielen Ländern der Welt arbeitet?

All das verlangt viel Flexibilität und Bereitschaft sich einer neuen Aufgabe zu widmen. Zum Glück verstand es die damalige Leitung der PTB, den Mitarbeitenden viel Anerkennung für diesen Wechsel zu zollen und so wurde diese neue Aufgabe mit wachsender Leidenschaft durchgeführt.

Das BMWi hat diese Entwicklung sehr sorgfältig beobachtet und deshalb war und ist es eine Ehrensache, dass das BMWi bei den runden Jubiläen mit dabei ist. So war es beim 10-jährigen als auch beim 20-jährigen Jubiläum, damals unter Mitwirkung des früheren Bundeswirtschaftsministers Rexrodt, manche mögen sich noch daran erinnern. Und auch heute ist es mir als Repräsentant des BMWi eine große Freude, nach 40 Jahren erfolgreichen Bestehens des Deutschen Kalibrierdienstes das Grußwort zu sprechen.

Nach 40 Jahren könnte ja eine gewisse Müdigkeit eintreten. Die Verfahren sind etabliert, das System funktioniert. Wozu soll man sich noch groß bzw. mehr anstrengen? Aber da ist heute von „Aufbruch“ die Rede, „Aufbruch in das Kalibrierwesen der Zukunft“.

Die PTB wurde im Oktober 2016 von einer hochrangigen 15-köpfigen Delegation des Wissenschaftsrats bzgl. der Qualität ihrer Forschung untersucht. Dabei wurden die Pforten der Laboratorien für Begehungen geöffnet und die Beschäftigten der PTB, über alle Laufbahngruppen hin bis zum Präsidenten, mussten Rede und Antwort stehen. Der Abschlussbericht des Wissenschaftsrates wurde gerade veröffentlicht und herausgekommen ist ein bemerkenswert gutes Ergebnis für die PTB, quasi eine 1+ mit Sternchen. Dazu kann man der PTB unter der Leitung ihres Präsidenten Prof. Ullrich wirklich nur gratulieren.

Gleichzeitig wurde aber auch intensiv die Zukunft beleuchtet, gerade zum Thema „Digitalisierung“. Dieses Thema wird die deutsche Wirtschaft in den nächsten Jahren massiv beschäftigen. Und auch die PTB muss und wird sich dieses Themas annehmen. Wir können uns schon heute vorstellen, dass praktisch jedes Messgerät in Zukunft mit dem Internet verbunden sein wird, mit allen Vor- und Nachteilen, die damit verbunden sind.

Von daher ist mit „Aufbruch“ der Aufbruch in eine Zukunft gemeint, die nicht mehr lange auf sich warten lässt. Die Bundesregierung hat mit ihrer Digitalen Agenda bereits die politischen Rahmenbedingungen dafür gesetzt und möchte mit zahlreichen Maßnahmen zur Beschleunigung und Verbreitung der Digitalisierung sorgen. Dies

ist gerade im internationalen Wettbewerb eine herausragende Aufgabe, da die deutsche Industrie auch in diesem Bereich Trendsetter bleiben sollte.

Herr Staatssekretär Machnig vom BMWi hat deshalb auch vor zwei Wochen in einer Erklärung darauf hingewiesen, dass der deutsche Mittelstand beim Einsatz von Smart-Data-Technologien unterstützt werden muss. Smart-Data, also intelligent ausgewertete große Datenmengen, wird eine Schlüsselrolle in der Digitalisierung zukommen. Mithilfe von Mustererkennung und intelligenter Datenanalytik lassen sich Grundlagen für innovative Geschäftsmodelle, Produkte und Dienste gewinnen. Dadurch ergibt sich ein riesiges noch unentdecktes Innovationspotenzial für den deutschen Mittelstand. Die Smart-Data-Projekte leisten hier einen wichtigen Beitrag, um dieses Potenzial zu erschließen. Dabei muss selbstverständlich die Datensicherheit und der Datenschutz insbesondere personenbezogener Daten gewährleistet werden, damit ein wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Mehrwert entsteht.

In diesem Kontext spielt auch gerade die Umsetzung aus der Forschung in die Praxis eine wesentliche Rolle. Deutschland braucht Innovationen, um seine herausragende Wirtschaftskraft beibehalten zu können. Innovationen kommen aber selten „einfach so“, sondern entstehen in einem Umfeld, das Innovationen fördert. Bundeswirtschaftsministerin Brigitte Zypries hat deshalb vor einem Monat ein Programm vorgestellt, nach dem Forschung im deutschen Mittelstand jährlich mit 750 Millionen Euro steuerlich gefördert werden soll. Unternehmen mit weniger als 1000 Beschäftigten sollen zehn Prozent der Personalkosten im Bereich Forschung und Entwicklung steuerlich absetzen können.

Darüber hinaus sollen drei Forschungsprogramme für den Mittelstand um insgesamt mindestens 200 Millionen Euro im Jahr aufgestockt werden, wobei unter anderem ein neuer Gründerfonds aufgelegt werden soll. Darüber hinaus denken wir auch über den Aufbau einer staatlichen Denkfabrik nach US-Vorbild nach.

In diesem Zusammenhang würde es uns sehr freuen, wenn diese Programme auch von den akkreditierten Kalibrierlaboratorien in Anspruch genommen werden würden. Herr Ulbig wird heute in seinem Vortrag darüber sprechen, dass Forschungsergebnisse der PTB zukünftig noch stärker an die akkreditierten Kalibrierlaboratorien transferiert werden sollten. Da heute viele Unternehmer und Geschäftsführer von Unternehmen anwesend sind, ist dies eine gute Gelegenheit, Innovationen im Kalibrierwesen mittelfristig ins Auge zu fassen und die richtigen Weichenstellungen vorzubereiten.

Meine sehr verehrten Damen und Herren, der Deutsche Kalibrierdienst hat in den letzten

40 Jahren dafür gesorgt, dass die deutsche Industrie mit hochwertigen Kalibrierungen versorgt wird. Auch nach den großen Veränderungen im Akkreditierungswesen Anfang 2010, als die DAkkS gegründet wurde und die Akkreditierungsstelle des DKD in die DAkkS transferiert wurde, hat der DKD seine erfolgreiche Richtlinienarbeit fortgesetzt, sich neu ausgerichtet und von Anfang an die DAkkS mit einbezogen.

In den nächsten Jahren wird es darauf ankommen neue Themen in geeigneter Form in das Kalibrierwesen einzuführen, und dazu bedarf es intensiver Diskussionen zwischen allen Beteiligten. Der DKD hat sich zum Ziel gesetzt diese Diskussionen zu fördern und gezielt zu führen. Deshalb wünsche ich Ihnen viel Erfolg für diesen Prozess und wünsche uns allen, dass zum 50. Jubiläum viele Erfolge präsentiert werden können.

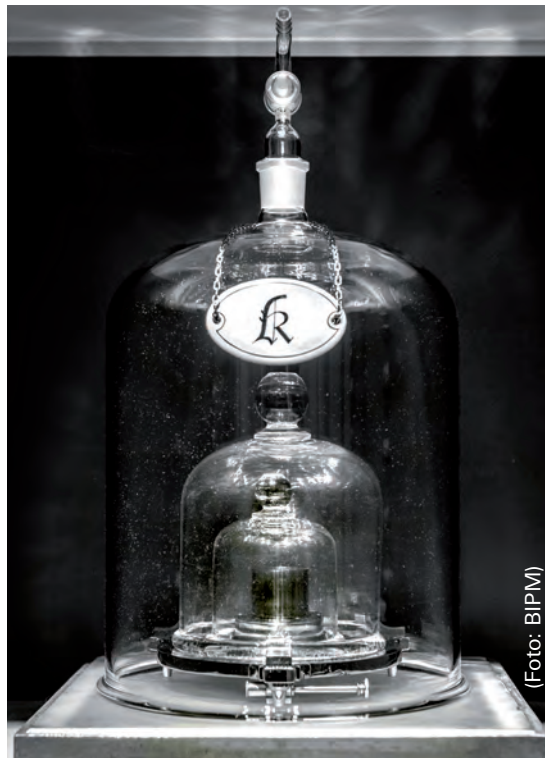
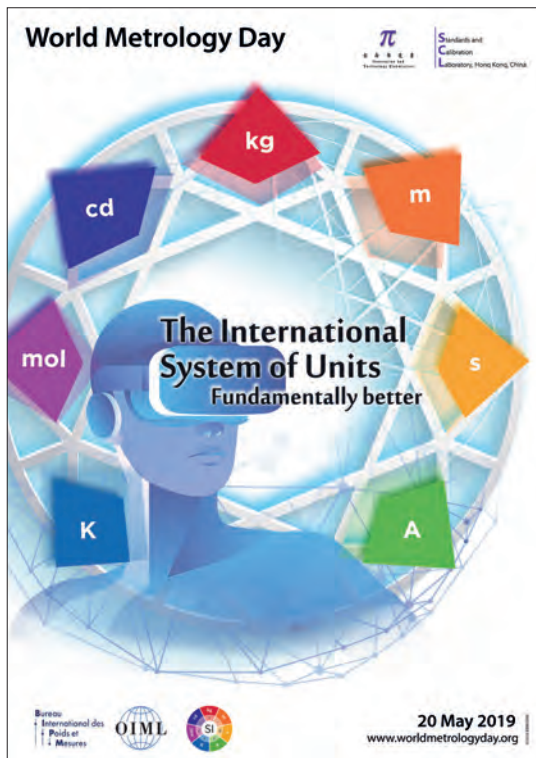
*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.*



# Alle Macht den Konstanten

Mit dem Weltmetrologietag am 20. Mai 2019 ändert sich grundlegend, was ein Kilogramm, ein Ampere und alle anderen Einheiten sein sollen.

Jens Simon<sup>1</sup>, Imke Frischmuth<sup>2</sup>



<sup>1</sup> Dr. Dr. Jens Simon, Leiter der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der PTB, E-Mail: presse@ptb.de

<sup>2</sup> Imke Frischmuth, Fachredakteurin der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der PTB, E-Mail: presse@ptb.de

Dieser Text wurde als Pressemitteilung der PTB am 13. Mai 2019 veröffentlicht.

Bei dem Festakt des DKD am 19. Mai 2017 trug der PTB-Präsident, Prof. Dr. Joachim Ullrich, zu diesem Thema unter dem Titel „Für alle Zeiten und Kulturen! – Das neue Internationale System der Einheiten“ vor.

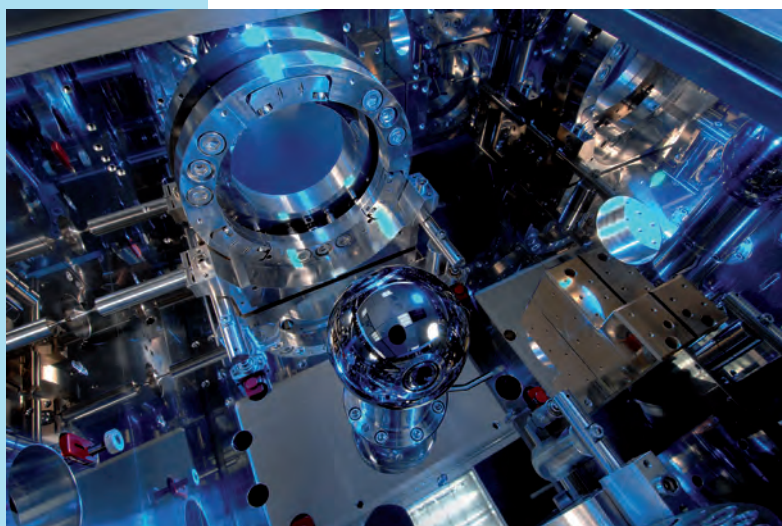
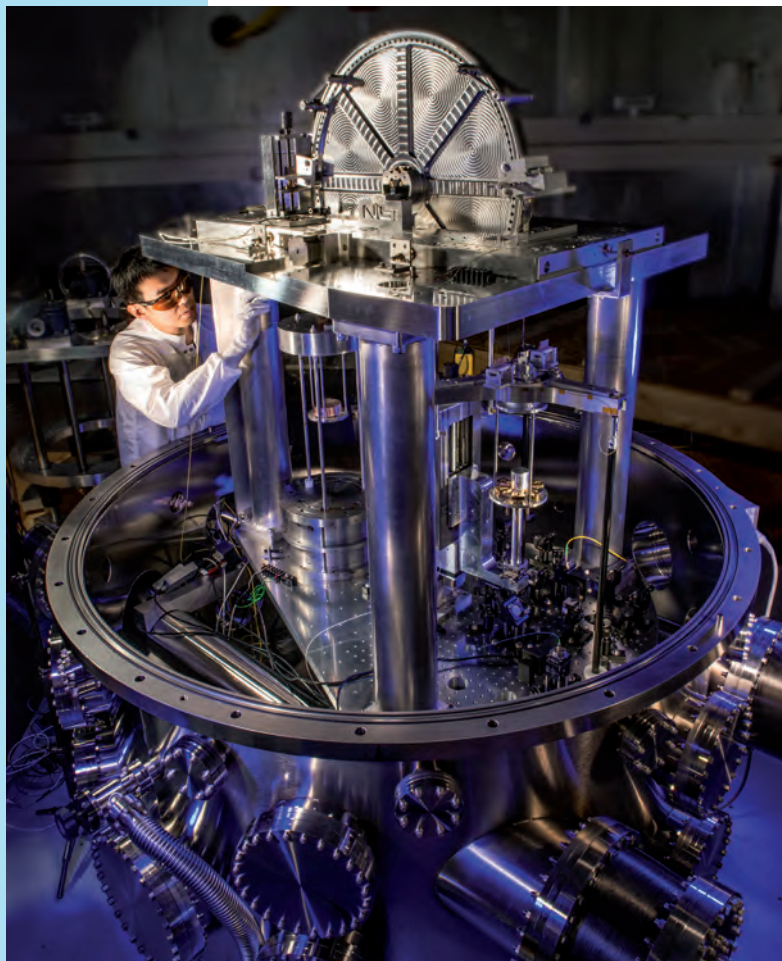
Wenn Sie jemandem begegnen, der fehlerfrei und ohne Spickzettel sagen kann, was ein Kilogramm ist, dann seien Sie auf der Hut. Es muss sich um einen speziellen Wissenschaftler, einen Metrologen, handeln, der noch ganz begeistert ist von dem fundamentalen Wandel im Internationalen System der Einheiten (SI). Denn ab dem 20. Mai 2019, dem Weltmetrologietag des Jahres, sind so abstrakte Dinge wie Naturkonstanten dafür verantwortlich, was unter einem Kilogramm und einem Ampere, einem Kelvin und einem Mol zu verstehen ist. Nach jahrelanger Forschung von den großen Metrologieinstituten und im Besonderen von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) hatte sich die Weltgemeinschaft auf diese Revision des Einheitensystems verständigt – eine Revision, die mit dem Weltmetrologietag 2019 in Kraft tritt.

Der 20. Mai 2019 markiert eine Zäsur in der Entwicklung der physikalischen und technischen Maßeinheiten. Ab diesem Tag sind die gewohnten

Definitionen der Einheiten Geschichte. Vorbei die Zeiten, in denen ein kleiner Metallzylinder in einem Safe des Internationalen Büros für Maße und Gewichte (BIPM) in Sèvres (Paris) das Kilogramm für die ganze Welt darstellte. Vorbei auch die Zeiten, in denen zwei unendlich dünne, unendlich lange Leiter streng parallel in einem Abstand von einem Meter gespannt werden mussten, um mithilfe dieser idealisierten Versuchsanordnung zu definieren, was unter der Einheit für die elektrische Stromstärke, dem Ampere, zu verstehen sein sollte.

Von 1889 bis 2019 war das Urkilogramm das Maß aller Massen. Per Definition war festgelegt: 1 kg entspricht der Masse dieses Metallstücks. In einem Tresor im Internationalen Büro für Maße und Gewichte (BIPM) bei Paris wurde und wird das Urkilogramm („*Le grand k*“) zusammen mit offiziellen Kopien, den sogenannten „*Témoins*“ oder Zeugen, aufbewahrt. Weltweit gibt es zudem nationale Kopien. Bei den alle paar Jahre stattfindenden





Wie alle anderen Einheiten wird auch das Kilogramm ab dem 20. Mai 2019 über eine Naturkonstante definiert. Dafür wurde eine Konstante ausgewählt, deren Einheit das kg enthält und deren Wert mit hoher Genauigkeit gemessen werden kann. Die Wahl fiel auf die Planck-Konstante  $h$ . Deren Wert wurde über zwei voneinander unabhängige Experimente bestimmt: das Avogadro-Experiment (hier zählt man Atome in einer perfekten Siliziumkristallkugel, unteres Bild: PTB) und die Wattwaage (hier kompensiert man ein Gewicht über quantenelektrische Effekte, oberes Bild: NIST).

denden Massevergleichen musste man feststellen: Im Vergleich zum Urkilogramm wurden fast alle Kopien scheinbar schwerer. Warum, das kann man nicht mit Sicherheit sagen. Deshalb war klar: Das Urkilogramm muss abgelöst werden.

Ab dem 20. Mai 2019 haben die Einheiten, in denen wir alles in der Welt vermessen, das solide Fundament bekommen, das sich aus physikalischer Sicht überhaupt nur denken lässt: Ein Satz von Naturkonstanten mit festgelegten Werten bildet nun die Grundlage für die Definitionen aller Einheiten.

Die Idee, eine Maßeinheit auf der Basis von Naturkonstanten zu definieren, ist prinzipiell nicht neu. Was bei der Definition der Sekunde mittels Atomuhren vor 50 Jahren und bei der Definition des Meters mithilfe der Lichtgeschwindigkeit vor über 30 Jahren begonnen wurde, wird nun für alle Einheiten im Internationalen Einheitensystem fortgesetzt.

Vier weitere Konstanten spielen dabei die Hauptrollen: die Planck-Konstante  $h$ , die Avogadrokonstante  $N_A$ , die Boltzmannkonstante  $k$  und die Ladung des Elektrons  $e$ .

In den metrologischen Laboratorien fanden in den letzten Jahren aufwendige Experimente statt, um eben diese Konstanten so gut es irgend geht zu messen. Und diese Messungen, die vor allem an den großen Metrologieinstituten wie der PTB (Deutschland) und dem NIST (USA) oder auch dem NMIJ (Japan) und dem NRC (Kanada) durchgeführt wurden, waren erfolgreich: Die zuvor gesetzten Zielmarken, u. a. bei den Messunsicherheiten und der Unabhängigkeit der Experimente voneinander, wurden erreicht.

Die Werte der betreffenden Naturkonstanten konnten somit auf der Basis dieser Messungen sehr genau festgelegt werden.

Im so formulierten Einheitensystem gilt: Kann genauer gemessen werden, können auch die Einheiten genauer realisiert werden – ohne Änderung der zugrundeliegenden Definition. In einer hochtechnischen Welt, in der weder die Längenteilungen beim Nanometer aufhören werden noch die Zeiteilungen bei Femtosekunden, ist diese technische Offenheit des neuen SI gegenüber allen zukünftigen Genauigkeitsfortschritten ein großer Gewinn.

Damit schafft die Revision des Einheitensystems bessere Voraussetzungen für Innovationen überall da, wo es auf höchste Genauigkeiten ankommt – bei der Entwicklung von Quantentechnologien ebenso wie bei den Diagnosemöglichkeiten der Medizin, den Effizienzsteigerungen bei der Energiegewinnung oder den Analysemethoden der Klimaforschung.

Und diese Offenheit gilt auf der gesamten Skala der jeweiligen Einheit, da die Naturkonstanten keinen speziellen Skalenabschnitt hervorheben.





In der Welt des Messens herrscht große Einigkeit. So zu erleben in Versailles im November 2018 auf der Generalkonferenz der Meterkonvention, eines auf das Jahr 1875 zurückgehenden Vertrags, der mittlerweile von über 100 Staaten akzeptiert ist. Die Delegierten antworteten alle mit „Ja“ auf die Frage, ob in Zukunft Naturkonstanten die Einheiten definieren sollen – ein Meilenstein in der Wissenschaftsgeschichte „für alle Zeiten, für alle Völker“. (Foto: BIPM)

Dies steht durchaus im Gegensatz zur jetzigen Situation, in der das Kilogramm nur genau einen Punkt auf der Masseskala, nämlich den 1-kg-Punkt, festlegt oder der Tripelpunkt des Wassers ebenfalls nur einen einzigen Wert, den 0,01-°C-Punkt auf der Temperaturskala, fixiert.

Das komplett neu definierte Einheitensystem beseitigt die Mängel des bisherigen Systems, wobei die Änderungen im täglichen Leben nicht bemerkbar sind. Für die Technik zeigen sich die Fortschritte als Langzeitwirkung.

Für die Wissenschaft tritt der Fortschritt dagegen sofort mit den Neudefinitionen ein. Und ein weiterer Vorteil ist überzeugend: Naturkonstanten gelten überall. Damit bildet das neue SI gewissermaßen eine universelle Sprache, auf die sich die Weltgemeinschaft nun verständigt hat.

Und was geht mich das alles an? Eine berechtigte Frage! Die meisten Menschen bemerken vermutlich gar nicht, dass das Kilogramm und eine Reihe weiterer physikalischer Einheiten neue Definitionen bekommen. In den Bereichen Wissenschaft und Industrie besteht jedoch die Möglichkeit, dass sich dadurch Türen für Innovationen und ganz neue Erkenntnisse öffnen.

Doch der Reihe nach: Für wen ändert sich was?

### Für die BürgerInnen

Sie spüren nichts von der Einführung der neuen Kilogramm-Definition? Nach wie vor ist ein Kilogramm Äpfel 1000 Gramm schwer, und die Waage im Badezimmer zeigt keine unerklärlichen Veränderungen? Prima, so war es geplant!

Die neue Basis für die Einheit Kilogramm ist genau so gewählt worden, dass man den Übergang im Alltag nicht bemerkt.

### Für die SchülerInnen

Sobald das neue Einheitensystem seinen Weg in die Schulbücher gefunden hat, wird Schülerinnen und Schülern beim Thema „Maßeinheiten“ demnächst einiges abverlangt. Die Definition des Kilogramms wird deutlich abstrakter. Reichte es vorher zu verstehen, dass das Urkilogramm in einem Pariser Tresor die „Mutter“ aller Kilogramme ist, so werden in der Schule nun Naturkonstanten eine größere Rolle spielen. Die wissenschaftliche und kulturelle Geschichte der Einheiten soll auch museal für eine breite Öffentlichkeit erzählt werden. So konzipieren die PTB und das Deutsche Museum in München zusammen eine Dauer Ausstellung zu eben dem Thema. Titel: „Alles in Maßen – Maße für alle“.

### Für die Wissenschaft

Endlich haben das Kilogramm und alle anderen Einheiten eine stabile Basis! Die Naturkonstanten, auf denen sie beruhen, sind nach heutigem Wissen unveränderlich. Das war mit dem Urkilogramm ganz anders: Seine Masse veränderte sich im Laufe der Jahrzehnte gegenüber seinen Kopien. Auch Diebstahl oder Beschädigung wären eine Katastrophe gewesen. Das jetzige „Rezept“ für ein Kilogramm gilt immer und überall.

### Für die Industrie

Es mag nicht sofort spürbar sein, aber das neue Einheitensystem ist offener für Innovationen als das bisherige. Früher legte das Urkilogramm genau einen einzigen Punkt auf der Masseskala fest. Das führt dazu, dass es links und rechts dieses Punktes im Prinzip stets unsicherer wurde. In Zukunft lassen sich dann beliebig viele Punkte auf der jeweiligen Skala neu realisieren. Das könnte der Start sein für neue Entwicklungen rund ums Messen und Kalibrieren.

### Für die Außerirdischen



Mathematik und Naturkonstanten sind Teile einer Weltsprache, die überall verstanden wird – auf der gesamten Erde ebenso wie im Weltraum. Sie ist im wahrsten Sinne des Wortes universell. Es sollte nun kein Problem mehr sein, Informationen und Waren mit unseren Nachbarn auf Alpha Centauri auszutauschen.

(Grafik: Fotolia/dmitrymoi)



# Aufbruch in das Kalibrierwesen der Zukunft – von der Forschung in die Praxis

Dr. Peter Ulbig,  
Vorsitzender des DKD-Vorstands



Seit 1977 gibt es den Deutschen Kalibrierdienst, den DKD. Gegründet aus der Not, um den wachsenden Kalibrierbedarf der deutschen Industrie decken zu können, hat sich historisch über mehrere Schritte ein Forum für den fachlichen Austausch für das deutsche Kalibrierwesen gebildet, dem heute nahezu 450 akkreditierte Kalibrierlaboratorien und Einzelpersonen angehören.

Die Erfolgsgeschichte des DKD ist undenkbar ohne den treibenden Gedanken der beiden Gründerväter der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB): Werner von Siemens und Hermann von Helmholtz. Beide verbanden zielgerichtet Forschung mit den Anliegen der Industrie, um mit einheitlichen Maßen für physikalische Größen nationale und internationale Vorteile für Wirtschaft und Gesellschaft generieren zu können.

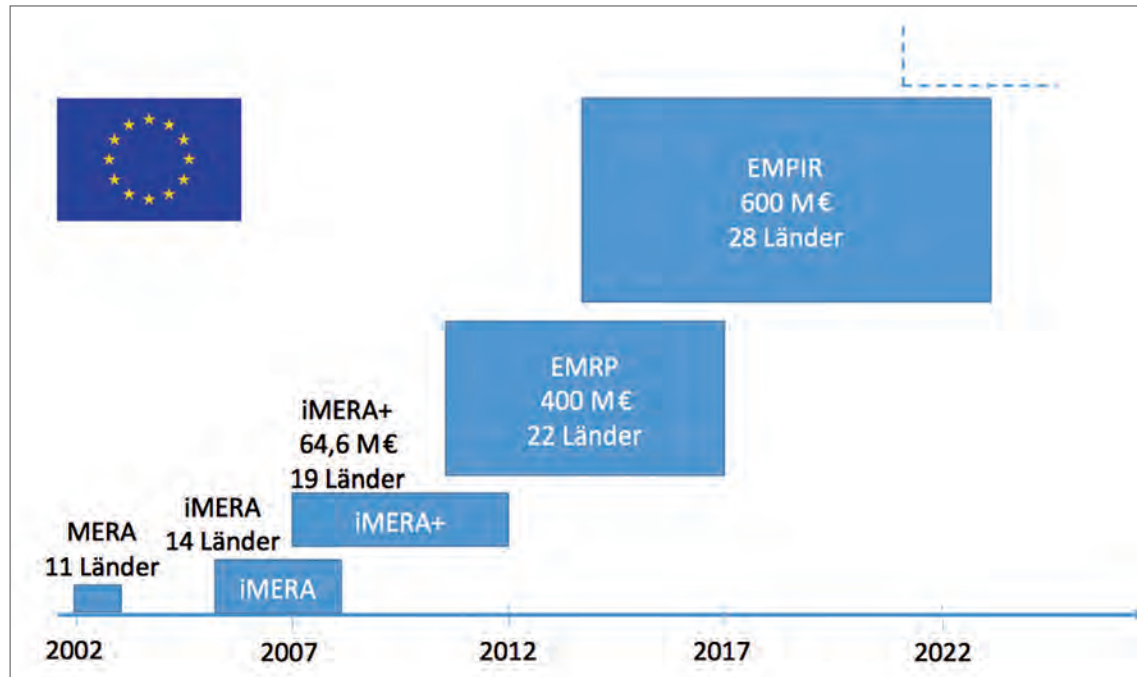
Forschung und Entwicklung von Technologien als Treiber des Innovationszyklus sind der Grundstein nicht nur für bessere Messtechnologien, sondern auch für die SI-Einheiten selbst. So wurden in den letzten 20 Jahren umfangreiche Arbeiten durchgeführt, um die SI-Einheiten basierend auf Naturkonstanten zu definieren. Schlussendlich möchte die Meterkonvention das neue SI (Internationales Einheitensystem) im Jahr 2018 beschließen, damit es am 20. Mai 2019 (dem Weltmetrologietag) in Kraft treten kann.

Ab diesem Zeitpunkt hat dann insbesondere auch die letzte weltweite Maßverkörperung einer Einheit, der internationale Kilogramm-Prototyp ausgedient. Dieser Fortschritt war nur dadurch erreichbar, dass Metrologinnen und Metrologen weltweit in Forschungsgruppen kooperiert haben und Ergebnisse erzielt haben, die in der Geschichte der Metrologie ihresgleichen suchen.

In Europa hat die koordinierte und kooperierende Forschung in der Metrologie mittlerweile eine lange Tradition. Beginnend mit der

**Gegründet 1887 von:**





Erkenntnis, dass die Aufgaben in der Metrologie stetig zunehmen, die Ressourcen in nationalen Metrologieinstituten aber weitestgehend konstant bleiben oder bestenfalls minimal zunehmen, wurden ab 2002 Anstrengungen unternommen, um Forschungsaktivitäten in Europa zwischen den Instituten abzustimmen.

Mittlerweile nehmen 28 europäische Länder an den Aktivitäten teil, für die mehr als 1 Milliarde Euro ausgegeben werden.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten haben zu vielen neuen oder verbesserten Möglichkeiten der metrologischen Rückführung geführt. Wie können diese Ergebnisse nun aber für Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar gemacht werden? Ziel muss es sein, dass die nationalen Metrologieinstitute neue nationale Normale realisieren und über akkreditierte Kalibrierlaboratorien die Rückführung in die Wirtschaft weitergegeben wird. Dies lässt sich aber nur dann wirtschaftlich realisieren, wenn eine entsprechende Anzahl von Kunden

die notwendige Nachfrage generiert. Vor diesem Hintergrund kommt dem DKD als „der“ deutschen Plattform für den fachlichen Austausch im Kalibrierwesen eine außerordentliche Bedeutung zu.

Aber nicht nur der DKD als deutsches Forum für das Kalibrierwesen ist gefragt, sondern auch andere nationale Vereinigungen für das Kalibrierwesen, wie z. B. die tschechische Vereinigung cks oder die kroatische Vereinigung crolab. Mehrere nationale Vereinigungen haben sich mittlerweile im Rahmen von EUROCAL organisiert und sorgen so für einen intereuropäischen Austausch.

Eine weitere Möglichkeit des Informationsaustausches zwischen nationalen Metrologieinstituten und akkreditierten Kalibrierlaboratorien stellt der ab dem Jahr 2020 im Rahmen der Sensor + Test-Ausstellung stattfindende Kongress *Sensor and Measurement Science International* (SMSI) dar. Bei diesem internationalen Kongress wird es einen Teilkongress geben, der sich explizit mit neuen



Forschungsergebnissen aus dem Bereich der Metrologie beschäftigt, um akkreditierte Kalibrierlaboratorien über neue Rückführungsmöglichkeiten zu informieren.

Doch zurück zum DKD. Als nationales Forum für das Kalibrierwesen bietet sich die Möglichkeit, die jährlich stattfindenden Sitzungen der einzelnen Fachausschüsse gezielt durch Seminare zu ergänzen, um neue Forschungsergebnisse aus der Metrologie vorzustellen, die von den akkreditierten Kalibrierlaboratorien aufgegriffen werden könnten und somit für eine lückenlose Weitergabe der Einheit vom jeweiligen nationalen Normal in die deutsche Wirtschaft dienen können. Beispiele sind die alle zwei Jahre in der PTB Berlin durchgeführte „Temperatur“-Tagung oder das PTB-Seminar im Bereich der elektrischen Messgrößen, welches jedes Jahr zwischen den Sitzungen der Fachausschüsse „Gleichstrom und Niederfrequenz“ sowie „Hochfrequenz und Optik“ stattfindet.

Welche wesentlichen Ziele ergeben sich nun für den DKD für die kommenden Jahre? Dazu wurde eine Umfrage vom DKD in allen Fachausschüssen durchgeführt, die gerade Antwort auf diese Frage geben sollte. Von den Mitgliedern wurden zahlreiche Antworten formuliert, die wie folgt zusammengefasst werden können. Die Mitglieder wünschen sich mehr Austausch mit den Fachlaboratorien der PTB, um mehr Technologietransfer in die akkreditierten Kalibrierlaboratorien zu bewirken. Gleichzeitig werden mehr Fortbildungsveranstaltungen und Workshops zu herausragenden Themen gewünscht, wie z. B. zur Revision der ISO/IEC 17025. Ebenso wird gewünscht, dass sich der DKD noch stärker dem Thema „Digitalisierung“ widmet.

All dies ist dem DKD Ansporn, um auch in den nächsten Jahren das deutsche Kalibrierwesen zu gestalten und zum Wohle der deutschen Wirtschaft und Gesellschaft zu fördern. So gelingt es dem DKD hoffentlich auch in 10 Jahren von nun an das 50-jährige Jubiläum zu feiern.



**Ein Blick in die Kugel:**

Mehr Technologietransfer in die akkreditierten Kalibrierlaboratorien bewirken.

Die Ergebnisse der Fragebogenaktion umsetzen.



Sehr praxisnahe Workshops zur Revision der ISO/IEC 17025 abhalten.

Das Thema „Digitalisierung im Kalibrierwesen“ voranbringen.

**Oder: Wo wollen wir im DKD hin?**





# Zusammenarbeit PTB und DAkkS – Erfolgsgarantie für das deutsche Kalibrierwesen

Dr.-Ing. Stephan Finke,  
Geschäftsführer der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)



*Sehr geehrter Herr Professor Ullrich,  
sehr geehrter Herr Dr. Janssen,  
sehr geehrte Damen und Herren!*

Es freut mich sehr, hier heute mit Ihnen diese festliche Veranstaltung anlässlich des 40-jährigen Jubiläums des Deutschen Kalibrierdienstes begehen zu dürfen und danke Ihnen herzlich für die Einladung.

Wir haben heute ja bereits einiges über die Zukunft der Metrologie und des Kalibrierwesens gehört. Meine Aufgabe wird es sein, auch noch einmal einen Blick zurück zu werfen. Denn der DKD und das Akkreditierungswesen waren in der Vergangenheit – und sind es auch noch heute – untrennbar miteinander verbunden. Gleichzeitig möchte ich den Fokus auch auf die Gegenwart richten, insbesondere auf die sehr gute Zusammenarbeit der DAkkS mit der PTB und dem neuen DKD.

Für diejenigen, die mich noch nicht kennen: Wie Sie bereits dem Programm und der netten Einleitung entnehmen konnten: Mein Name ist Stephan

Finke. Ich bin seit September 2016 Geschäftsführer der Deutschen Akkreditierungsstelle, kurz DAkkS. Die Zeitangabe „seit vergangendem September“ ist für Metrologen natürlich eine sehr unbefriedigende Aussage. Denn das geht natürlich viel genauer: In der für die Basisgröße „Zeit“ relevanten Einheit „Sekunde“ ausgedrückt bin ich in diesem Augenblick ziemlich genau seit bereits 22 506 300 Sekunden Geschäftsführer der DAkkS. Das entspricht 260 Tagen, 11 Stunden und 45 Minuten.

Über 22 Millionen Sekunden – das ist eine große Zahl. Das klingt nach sehr viel vergangener Zeit. Und doch – vergleicht man diese Zahl mit den über 1,2 Milliarden Sekunden (genau 1 262 259 900 Sekunden), die der DKD heute zu seinem 40-jährigen Jubiläum angesammelt hat, wird wieder einmal klar: Zeit ist stets relativ.

Doch Sekunden hin oder her – lieber DKD: Als Geschäftsführer der DAkkS übermittle ich stellvertretend von der ganzen Belegschaft der DAkkS die allerbesten Glückwünsche zum 40-jährigen Jubiläum.

## DKD und DAkKS: Eine Einordnung

Seit 260 Tagen der DAkKS vorzustehen – oben-dreins als neu Hinzugekommener – bedeutet auch, sehr viel über die DAkKS, ihre noch recht junge Geschichte, das Akkreditierungssystem und auch das Thema Metrologie und Kalibrierung erfahren und gelernt zu haben.

Viele von Ihnen verfügen – was die Geschichte der Akkreditierung und des Kalibrierwesens in Deutschland betrifft – mit Sicherheit über einen ungleich größeren Erfahrungsschatz als ich. Doch als ich die Einladung zu dieser Veranstaltung erhielt, war ich zunächst einmal überrascht: „40 Jahre DKD?“ fragte ich mich. „Der DKD ist doch Ende 2009 in der damals neu gegründeten DAkKS aufgegangen.“ Tatsächlich ist dies, wie Sie wissen, richtig und falsch zugleich. Dazu später mehr.

## DKD als Akkreditierungsstelle

Lassen Sie uns noch einmal kurz zurückblicken: Im Jahr 2009 ist das Akkreditierungswesen in Deutschland sehr vielgestaltig, ja vielköpfig. Kritiker sagen: unübersichtlich. Es gibt zu dieser Zeit mehr als zwei Dutzend Stellen im Land, die Akkreditierungen erteilen. Private und staatliche. Große und kleine. Ihre Arbeit besteht darin, Laboratorien, Inspektionsstellen oder Zertifizierungsstellen durch ein erfolgreich absolviertes Akkreditierungsverfahren zu bestätigen, dass sie für bestimmte Bewertungstätigkeiten die fachliche Kompetenz besitzen. Zentrales Kriterium dafür ist der Nachweis, dass sie die relevanten gesetzlichen und normativen Anforderungen erfüllen.

Einer dieser Akteure ist der DKD, der 1977 als „verlängerte Werkbank der PTB“ gegründet wurde, um die Qualität im deutschen Kalibrierwesen sicherzustellen. Denn der PTB war und ist es wichtig, dass die Kalibrierlaboratorien über eine große metrologische Kompetenz verfügen. Der DKD war es schließlich auch, der im Jahr 1977 die erste Akkreditierung in Deutschland erteilte – auch wenn sie damals noch „Bestätigung“ hieß. Das entsprechende Kalibrierlabor Hottinger Baldwin Messtechnik ist ja heute ebenfalls im Programm vertreten und wird dazu sicher noch etwas sagen.

Als sich das Akkreditierungswesen in den 90er Jahren in vielen Teilen der Welt zu etablieren beginnt, übernimmt der DKD verstärkt die Rolle als hochkompetente Akkreditierungsstelle für Kalibrierlaboratorien in Deutschland. Nicht nur das: Die sukzessive gegründeten Fachausschüsse des DKD boten akkreditierten Kalibrierlaboratorien die Möglichkeit, gemeinsam mit PTB-Mitarbeitern die technischen Regeln zu entwickeln, die als Arbeitsgrundlage ihrer Kalibriertätigkeit dienen: die sogenannten DKD-Richtlinien.

## Änderung des Akkreditierungswesens in Deutschland

Über die Jahre entwickelt sich der DKD als weltweites Symbol – ja als Marke – für die Qualität im Kalibrierwesen. Und dann kam das Jahr 2009: Die EU-Kommission hatte bereits zuvor die EU-Verordnung 765/2008 über Akkreditierung und Marktüberwachung verabschiedet. Nach dieser Verordnung durfte ab 1. Januar 2010 jeder Mitgliedsstaat nur noch über eine nationale Akkreditierungsstelle verfügen. Die Aufgabenstellung für die Bundesregierung war klar: Mache aus mehr als zwei Dutzend Akkreditierungsstellen eine. Der knifflige Teil der Aufgabe war: Wie soll das erfolgen?

Ich erzähle Ihnen hier ja keinen Krimi mit ungewissem Ausgang. Sie wissen alle, wie die Geschichte weitergeht und dass sie einen – wie ich finde – sehr guten Weg genommen hat. Daher der weitere Verlauf in Stichworten:

- August 2009: Der Bundestag verabschiedet das Akkreditierungsstellengesetz;
- Oktober 2009: das BMWi gründet die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH zunächst als hundertprozentiges Bundesunternehmen;
- Dezember 2009: der DKD wird per Erlass des BMWi mit Wirkung zum 17. Dezember 2009 in die DAkKS überführt; ein weiterer Teil der privatwirtschaftlichen Akkreditierungsstellen wird unmittelbar danach mit der DAkKS verschmolzen;
- der BDI übernimmt ein Drittel der Gesellschaftsanteile;
- die DAkKS wird mit hoheitlichen Aufgaben beliehen;
- und wenige Tage später startet am 1. Januar 2010 ihre Arbeit als Deutschlands nationale Akkreditierungsstelle.

Und der DKD? Als eigenständige Akkreditierungsstelle ist er seit Anfang 2010 zwar Geschichte. Aber seine Mitarbeiter, ihre enorme fachliche Kompetenz in Fragen des Kalibrierwesens, bereichern in den Jahren danach als unsere Abteilung für Metrologie (kurz „Abt. 5“) die DAkKS. Denn in der Vereinbarung zwischen der PTB und der DAkKS vom 17. Dezember 2009 wurde das Personal des DKD einschließlich ihres Leiters Herrn Dr. Wolf für einen Zeitraum von fünf Jahren, also bis Ende 2014, der neuen Akkreditierungsstelle zugewiesen.

Und erfreulicherweise blieb diese Kompetenz in Teilen auch nach Ende dieser Personalzuweisung erhalten, indem ab 2015 einige Ex-DKDler – also PTBisten – auch formal Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der DAkKS wurden. Dank der sehr guten Zusammenarbeit mit der PTB konnte die DAkKS damit den Standort Braunschweig zugleich erhalten und etablieren. Es gibt keinen Zweifel: Diese aus dem DKD hervorgegangene Abteilung in Braunschweig ist ein elementarer und äußerst wichtiger Bestandteil unseres Unternehmens und des deutschen Akkreditierungswesens. Denn die Bedeutung akkreditierter Kalibrierleistungen steigt. Das Ihnen vielleicht bekannte Beispiel der Kalibrierung von Messgeräten im Bereich der Kfz-Hauptuntersuchung dokumentiert das etwa.

Insofern lebt ein Teil des DKD bei der DAkKS weiter – auch wenn ich sehr froh darüber bin, dass im Sinne eines Change Managements von Jahr zu Jahr mehr das Selbstbild „Wir sind die Abteilung Metrologie der DAkKS“ zugunsten der Wahrnehmung „Wir sind der ehemalige DKD“ in den Köpfen Einzugs erhalten hat.

### Der neue DKD

Jetzt sprach ich eben darüber, dass der DKD 2009 in die DAkKS überführt wurde. Das ist, wie Sie wissen, nur die halbe Wahrheit. Denn der DKD bestand aus zwei Teilen: Einerseits war er bis Ende 2009 die Akkreditierungsstelle für Kalibrierlaboratorien nach ISO/IEC 17025. Andererseits agierte er als Forum für den fachlichen Austausch zwischen den akkreditierten Kalibrierlaboratorien und den Experten der PTB.

Die damals 12 DKD-Fachausschüsse – heutzutage 13 – waren zuständig für die Entwicklung der technischen Regeln, die als wichtige Arbeitsgrundlage der Kalibriertätigkeit aller Laboratorien dienen. Dieser Teil des DKD ging so nicht in der DAkKS auf. Und das war auch richtig so. Denn der gesetzliche Auftrag der DAkKS ist es, Akkreditierungen zu erteilen. Ihr gesetzlicher Auftrag ist es aus guten Gründen nicht, technische Grundlagen und Regel-dokumente für das Kalibrierwesen zu erarbeiten.

Deshalb bin ich sehr froh und der PTB dankbar, dass nach einer kurzen Phase der Heimatlosigkeit die Fachausschüsse seit 2011 in einer neuen Struktur – im neuen DKD – ein neues Zuhause gefunden haben. Die DAkKS darf als ständiger Gast an den Sitzungen der DKD-Gremien teilnehmen und nimmt dieses Angebot rege wahr. Die Fachausschüsse sind ebenso wie die Vorstandssitzung des DKD eine wichtige Plattform des Austauschs zwischen den akkreditierten Laboratorien, den Experten der PTB und der Akkreditierungsstelle. Sie dienen der Einheitlichkeit des Messwesens und nehmen damit auch für das Akkreditierungswesen eine wichtige Funktion

ein.

Die Arbeit des neuen DKD ist für die gesamte Branche von enormer Bedeutung. Und der DKD lebt trotz der Überführung seiner Akkreditierungsstelle vor über sieben Jahren in die DAkKS auf diesem Weg und auf diesem Standbein sehr frisch und lebendig weiter. Und nicht zuletzt deshalb können wir hier heute dieses Jubiläum feiern.

### Elemente der engen Zusammenarbeit zwischen DAkKS und PTB

#### *Einheiten- und Zeitgesetz / Aufgabe der PTB / Bereitstellung von Begutachtern*

Die Rolle des „alten“ und „neuen“ DKD sowie dessen nicht unbeträchtlichen Berührungspunkte zur Geschichte der DAkKS habe ich nun in groben Zügen geschildert. Die Arbeit der DAkKS in den zurückliegenden Jahren und in der Gegenwart basiert jedoch in ganz wesentlichen Aspekten auch auf unserer Zusammenarbeit mit der Institution, die den DKD damals aus der Taufe gehoben hat und in Deutschland die Rolle als Nationales Metrologieinstitut vorbildlich wahrnimmt: der PTB.

Doch auf welchen Wegen arbeiten DAkKS und PTB über den DKD hinaus miteinander zusammen? Manchmal ist ein Blick ins Gesetz ja von Vorteil: Die Arbeit der PTB wird gesetzlich in §6 des Einheiten- und Zeitgesetzes geregelt. Was erfahren wir dort?

- In Absatz 1 steht, dass die PTB eine Bundesoberbehörde ist, angesiedelt im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. In diesem kurzen Absatz gibt es – lieber Herr Professor Ullrich, lieber Herr Dr. Janssen – bereits einige Gemeinsamkeiten zwischen der DAkKS und der PTB.
- Spannend wird es im Absatz 2: Dort heißt es unter anderem, dass die PTB „die gesetzlichen Einheiten darzustellen, weiterzugeben und die dafür benötigten Verfahren weiterzuentwickeln“ hat und „die Prototypen der Bundesrepublik Deutschland sowie die Einheitenverkörperungen und Normale aufzubewahren“ hat.
- Und der Absatz schließt mit dem Hinweis, dass sie bei der Erfüllung der Aufgaben „mit Dritten zusammen, (...) die Einheitlichkeit des Messwesens zu sichern“ hat.

Genau in dieser Gesetzespassage kommt die Akkreditierung ins Spiel. Denn aus der Vorgabe, zusammen mit „Dritten“ die Einheitlichkeit des Messwesens zu sichern, bindet die PTB die

Akkreditierungsstelle ein. Sie erkennt daraus ihre gesetzliche Verpflichtung, Experten im Rahmen von Akkreditierungsverfahren als Begutachter bereitzustellen. Für das Akkreditierungs- und Kalibrierwesen ist das von unschätzbarem Wert: Von den rund 120 externen Begutachtern, die von der DAkkS im Bereich der Metrologie eingesetzt werden, stellt die PTB 80 ihrer Expertinnen und Experten – also Zweidrittel der Gesamtanzahl – für die Begutachtung von Kalibrier- und Prüflaboratorien bereit.

Man kann ohne Übertreibung sagen, dass die PTB hier ihren gesetzlichen Verpflichtungen vorbildlich nachkommt und entscheidend dazu beiträgt, dass bei Akkreditierungsbegutachtungen die notwendige Fachkompetenz im Bereich Kalibrierung eingesetzt werden kann.

#### *PTB-Experten in Gremien*

Doch nicht nur im Rahmen von Begutachtungen nehmen die Expertinnen und Experten der PTB ihre Verantwortung im Akkreditierungswesen wahr. So engagieren sich in den DAkkS-Sektorkomitees mehrere PTBisten. Und im Akkreditierungsbeirat der Bundesregierung, der – so das Gesetz – die „Bundesregierung und die Akkreditierungsstelle in Fragen der Akkreditierung“ berät und unterstützt, stellt die PTB mit Herrn Dr. Ulbig einen kompetenten Vertreter. Darüber hinaus arbeitet Herr Dr. Czakse – übrigens einer der „temporären DAkkSe“ in den Jahren der Personalzuweisung – nicht nur in zwei Fachbeiräten des Akkreditierungsbeirates mit. Er ist zudem auch einer der deutschen Vertreter im Laborkomitee der Europäischen Akkreditierungsorganisation (EA LC) und agiert auch als Evaluator im Peer-Evaluation-System aller europäischen Akkreditierungsstellen. Sie sehen auch hier: die PTB macht keine halben Sachen, sondern engagiert sich in vielfacher Weise und nimmt ihre Rolle bei der Unterstützung des Akkreditierungssystems äußerst ernst.

#### *Metrologische Rückführung*

Viele von Ihnen wissen: Auch beim Thema metrologische Rückführung gibt es „den ein oder anderen Berührungspunkt“ zwischen der PTB und der DAkkS. Ohne dieses Thema hier vertiefen zu wollen, lässt sich konstatieren: Der Weg zur aktuellen Politik der metrologischen Rückführung war einigermaßen dornenreich, womöglich gar schmerzhaft für alle Beteiligten. Doch diese Politik hat der metrologischen Rückführung die Aufmerksamkeit verschafft, die sie verdient. Wir sehen das deutlich bei den Antragszahlen auf Erstakkreditierung im Kalibrierwesen. Vielleicht kommt die metrologische Rückführung in unser beider Inte-

resse jetzt erst so richtig zum Laufen. Wir werden die Entwicklung gespannt verfolgen.

#### *Neue Anwendungsgebiete*

Doch neue Entwicklungen gibt es auch in anderer Hinsicht in der Metrologie: Wir erhalten wie ich höre von Kalibrierlaboratorien Anträge auf Akkreditierungen für Messgrößen, die wir bisher noch gar nicht abdecken. Vor allem entstehen in der Messtechnik aber auch immer neue Anwendungsgebiete. Darauf muss die DAkkS reagieren. Auch hier werden wir in der nahen und fernen Zukunft auf vielen Ebenen mit der PTB im steten Austausch stehen, um die kommenden Herausforderungen zu stemmen.

#### **Zu guter Letzt**

Sie sehen an diesen Beispielen: Die Zusammenarbeit von DAkkS und PTB ist tatsächlich in vielerlei Hinsicht eine Erfolgsgarantie für das deutsche Kalibrierwesen. Und die Tatsache, dass die DAkkS etwas „blaues Blut“ – nämlich das des DKD und seines azurblauen Logos – in sich trägt, ist für die Vitalität und den Blutdruck der Akkreditierungsstelle selbst und für die ganze Branche insgesamt nur von Vorteil.

Kurzum: Die Zusammenarbeit von DAkkS und PTB hilft beiden, jeweils ihre Aufgaben wahrnehmen zu können: zum einen die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien und zum anderen die Rückführung der akkreditierten Kalibrierlaboratorien und die Sicherstellung der Einheitlichkeit des Messwesens. Auf diesem Weg ergänzen wir uns wunderbar und der neue DKD stellt das Bindeglied zwischen beiden Institutionen und den akkreditierten Kalibrierlaboratorien dar. Vielleicht könnte man sogar sagen, dass die DAkkS gewissermaßen der „Hausmeister“ der verlängerten Werkbank der PTB ist.

In diesem Sinne lassen Sie mich nochmals zum vierzigjährigen Bestehen des DKD gratulieren. Ich danke Ihnen für die Aufmerksamkeit und hoffe, meinen vorgegeben Zeitrahmen von gerade einmal 1.200 Sekunden einigermaßen eingehalten zu haben.







# Der Beitrag der Kalibration zur digitalen Produktion

Dr. Ulrich Kaiser,  
Director Technology,  
Endress+Hauser AG,  
Reinach, Schweiz

## Kurzfassung

Die Digitalisierung der Produktion bietet einige Ansätze, den Aufwand für die Kalibrierung von Prozesssensoren deutlich zu reduzieren und damit einen Beitrag zur Produktionseffizienz zu leisten. Verschiedene Ansätze werden vorgestellt um – ermöglicht durch Digitalisierung – Kalibrierungsintervalle signifikant zu verlängern.

## 1. Einleitung

Im Folgenden soll ausgeführt werden, welchen Beitrag die Kalibration zur Optimierung von Produktionsprozessen durch die Digitalisierung liefern kann. Dabei wollen wir uns auf die Produktionen in der sogenannten Prozessindustrie konzentrieren. Dort hat die Kalibration einen sehr hohen Stellenwert. Ein Prozess in diesem Sinne ist definiert als „... eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System durch die Materie, Energie oder Information umgeformt oder gespeichert wird. Ein technischer Prozess ist ein Prozess, dessen physikalische Größen mit technischen Mitteln erfasst und beeinflusst werden.“ [1]. Beispiele für solche technischen Prozesse sind die verfahrenstechnischen Prozesse in der chemischen Industrie, aber auch in der Lebensmittelindustrie, wo prinzipiell Stoffströme mit individuellen chemischen und physikalischen Eigenschaften zu neuen Produkten mit neuen Eigenschaften verändert werden. In Bild 1 ist das Prinzip eines solchen verfahrenstechnischen Prozesses dargestellt. Die Erfassung dieser Eigenschaften erfolgt über Sensoren im laufenden Prozess und natürlich an den Orten wo diese Eigenschaften auftreten.

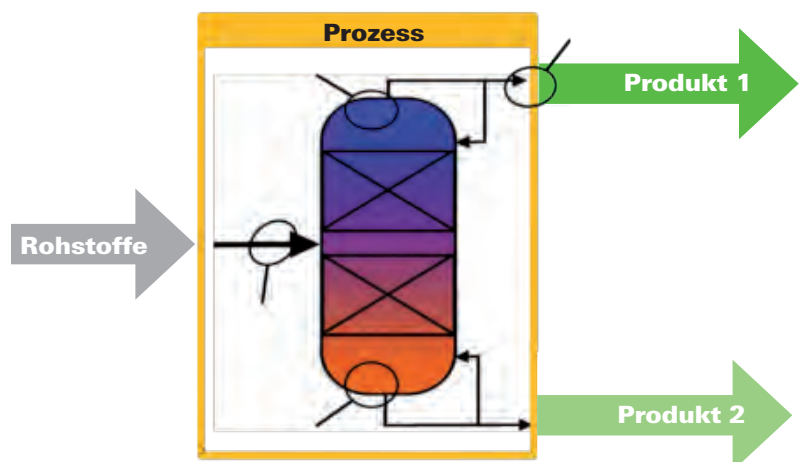
Diese Sensoren, in diesem Zusammenhang Prozesssensoren genannt, sind die absolut wichtigsten Elemente in der Prozessindustrie, um Prozesse zu kontrollieren, zu steuern und zu automatisieren [2]. So sind in einem durchschnittlichen Chemiepark mehrere 100 000 Prozesssensoren installiert; die Mehrzahl davon zur Messung der physikalischen Größen Druck, Temperatur, Füllstand und Durchfluss.



## 2. Kalibration in der Prozessindustrie

Zur Sicherstellung der metrologischen Qualität dieser Sensoren, welche für den Betrieb der Prozesse unerlässlich ist, benötigen diese Prozesssensoren eine regelmäßige Kalibrierung und gegebenenfalls Justage. Je nach Sensortyp, Ausführungsart und der technischen Integration in den Prozess können Aufwendungen für diese Kalibrierung recht erheblich sein, insbesondere dann, wenn dafür der Prozess geöffnet und/oder unterbrochen werden muss. Die Kalibrierung trägt so bedeutsam zu den Betriebsaufwendungen während des Betriebs-

Bild 1:  
Prinzip eines verfahrenstechnischen Prozesses



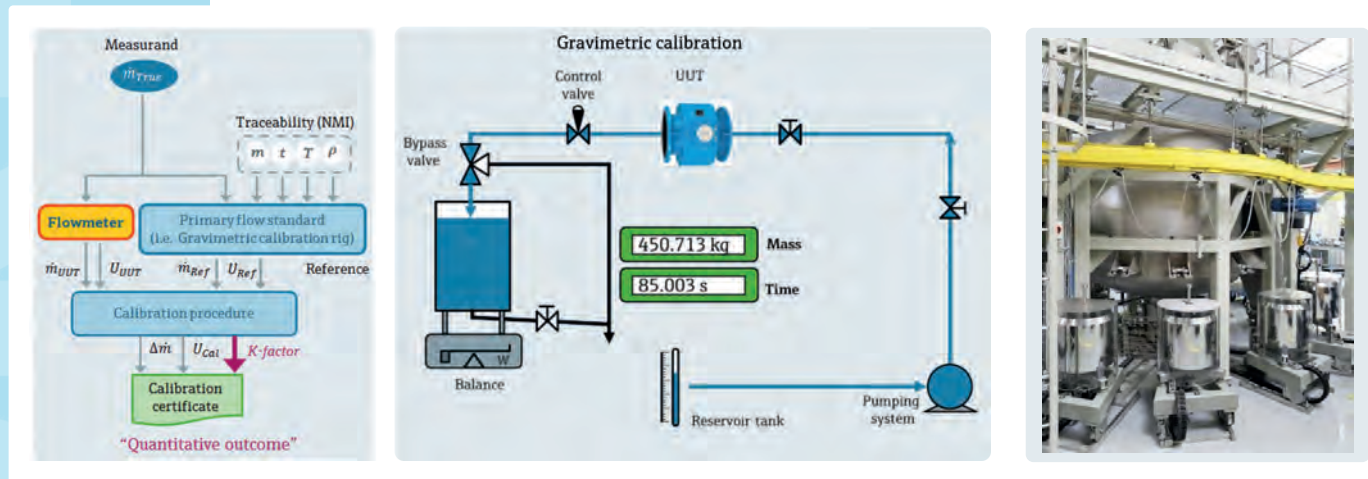


Bild 2: Durchflusskalibrierung: Kalibrierprozess („UUT“ = „unit under test“), Prinzip einer gravimetrischen Durchflusskalibrierung, Bild einer realen Anlage zur Durchflusskalibrierung

lebenszyklus bei. Die Kalibrierung sei im Folgenden beispielhaft für Durchflusssensoren beschrieben, welche in der Prozessindustrie in großem Maße eingesetzt und deren Kalibrierung recht aufwändig und deren Kalibrierintervalle recht kurz sind.

Bei der gravimetrischen Durchflussmessung wird die Durchflusszeit eines Mediums durch den Durchflusssensor erfasst und die durchflossene Menge gewogen. Die Messung der Zeit und die Messung des Gewichts können auf entsprechende Normale zurückgeführt werden. Die geforderte maximale Messwertabweichung für Durchflusssensoren in der Prozessindustrie liegt typisch im Bereich 0,1%.

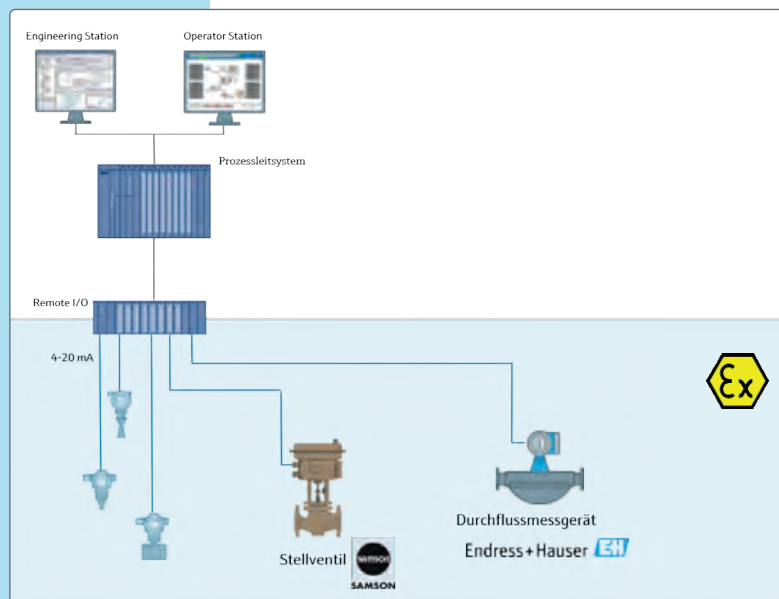
Welche Möglichkeiten bietet nun eine digitale Produktion zur Optimierung der Sensorkalibrierung, sei es durch Verringerung der Kalibrierzeiten als solche oder Verlängerung der Kalibrierintervalle?

### 3. Die digitale Produktion

Die digitale Produktion, auch mit dem Oberbegriff Industrie 4.0 benannt, kann unter folgenden Aspekten diskutiert werden [3]. Der erste Aspekt ist die so genannte horizontale Integration. Diese bedeutet eine harmonische, d. h. passende vollständige Verbindung längs der Wertschöpfungskette; also vom Lieferanten des Lieferanten bis zum Endkunden. Der nächste Aspekt ist das durchgängige Engineering, d. h. die lückenlosen Verbindungen aller Information von der Idee zu einem Produkt über die Produktion bis zum Betrieb und schließlich zur Entsorgung. Der dritte Aspekt, der für unser Thema Kalibrierung im Lebenszyklus von Bedeutung ist, ist die vertikale Integration, d. h. die passende vollständige Verbindung von der Feldebene – von den Sensoren – bis zur Verwaltungsebene des Unternehmens. Dieser Aspekt sei an einer beispielhaften Kommunikations-Architektur erläutert. Ausgehend von der klassischen Standard-Architektur in Bild 3, wo alle Sensoren (und auch Aktoren) ausschließlich an einem isolierten Prozessleitsystem ohne Verbindung zu anderen Verwaltungssystemen im Unternehmen angeschlossen sind, bekommen in der neuen IIoT-Architektur die Sensoren und Aktoren eine zusätzliche – technisch per Internet – Verbindung zu einer Cloud-Datenbank, welche verschiedene Dienste und Verbindung zu anderen Systemen ermöglicht.

Durch diese neue Architektur und Vernetzung werden die Sensoren dann Komponenten des „Industrial Internet of Things“ (IIoT). Durch die so mögliche höhere Informationsmenge aus den Sensoren direkt und im Kollektiv in Verbindung mit Informationen aus anderen Quellen ist eine technische Grundlage gesetzt, um die Produktionsprozesse effizienter zu betreiben zum Beispiel durch erhöhten Durchsatz, erhöhte Verfügbarkeit, geringeren Ressourcenverbrauch, etc.

Bild 3: Standard-Architektur



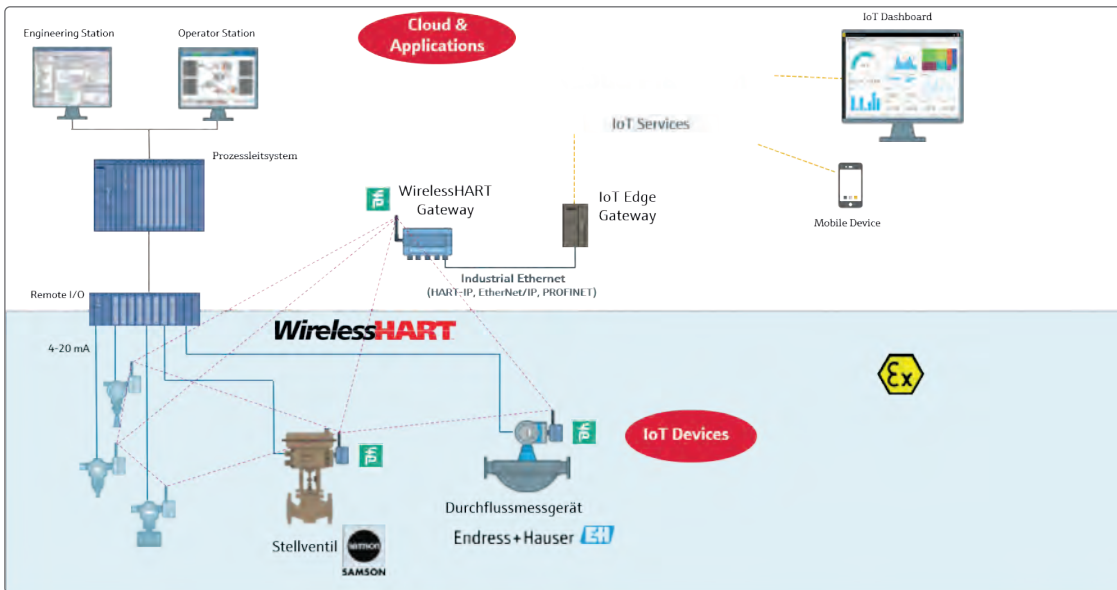


Bild 4: IIoT-Architektur

#### 4. Vision zur Sensorkalibrierung

Unsere Vision zur Sensorkalibrierung ist schlicht der Anspruch, dass über die Nutzungsdauer des Sensors überhaupt keine Kalibrierung mehr notwendig ist; also die benötigten Kalibrierintervalle die Nutzungsdauer übersteigen. Dieses ist ein idealer, ultimativer Anspruch. Im Folgenden sollen drei Strategien vorgestellt werden, welche das Potenzial haben, diesem Anspruch näher zu kommen.

##### Strategie 1: Optimierung der Kalibrierintervalle mittels statistischer Methoden:

Die durch eine digitale Produktion geschaffene Transparenz vieler Informationen über die Sensoren ermöglicht es nun, aus historischen Daten erfolgter Kalibrierungen neue optimierte Kalibrierintervalle zu bestimmen. Bild 5 zeigt ein reales Beispiel einer Verteilung der durchschnittlichen Abweichungen aller Sensoren eines Betriebs. Hier zeigt sich, dass nur für einen kleinen Anteil aller Sensoren eine Justage nötig war und dass für die Mehrzahl der Sensoren nur eine geringe Abweichung ermittelt wurde.

Aus diesen historischen Informationen können nun mittels Extrapolationsmethoden neue optimierte Kalibrierungsintervalle berechnet werden, sei es für einen individuellen Sensor bei gegebener Kritikalität in einem Produktionsprozess, sei es für einen Sensortyp eines Herstellers, wenn dieser Zugang zu den historischen Daten erhält oder sei es für Sensoren in bestimmten Anwendungen oder sogar Branchen. Bei den Sensoren im obigen Beispiel – ohne Berücksichtigung von individuellen Kritikalitäten – mussten bei 5 % aller Sensoren die Kalibrierungsintervalle verkürzt werden; bei 15 % konnten sie gleich bleiben; bei 80 % konnten sie verlängert werden.

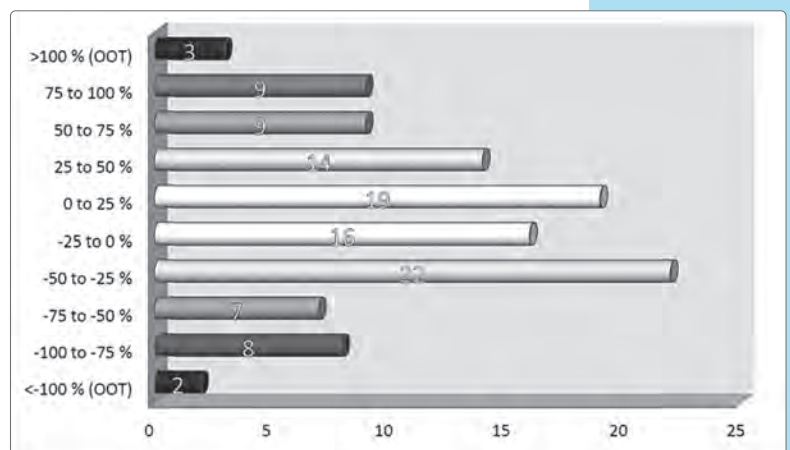


Bild 5: Verteilung der bei der Kalibrierung erfassten durchschnittlichen Abweichungen aller Sensoren eines Prozessbetriebs („OOT“ = „out of tolerance“)

##### Strategie 2: Optimierung der Kalibrierintervalle durch sensorinterne Verifikation:

Bild 6 zeigt idealisiert den Verlauf der Fehlerwahrscheinlichkeit eines Sensors. Durch die regelmäßige Kalibrierung – und in diesem idealisiertem Fall auch eine Justage – wird der Fehler in den erlaubten Grenzen gehalten.

Der Ansatz dieser Strategie ist nun, viele interne Funktionen eines Sensors, welche zu einer Messabweichung beitragen, intern möglichst rückführbar zu Normalen zu verifizieren. So können elektrische Spannungen mit internen Spannungsnormalen verifiziert werden, Signalverarbeitung kann mithilfe von Testmustern verifiziert werden, Verstärker können sich gegenseitig überprüfend redundant ausgelegt werden. Diese internen Verifikationen können ohne Betriebsunterbrechung über die digitalen Schnittstellen laufend angestoßen werden. Sie können eine Kalibration mit externer Referenz nicht vollständig ersetzen,



da nicht alle Komponenten eines Sensors erfasst werden; allerdings können die Intervalle der dann noch notwendigen Kalibrierungen deutlich erhöht werden. Im konkreten Fall von Durchflusssensoren mit interner Referenz konnten die Kalibrierintervalle auf das fünffache erhöht werden. In Bild 7 wird dieses illustriert.

### Strategie 3: Optimierung der Kalibrierintervalle durch sensorinterne Referenz:

Durch eine im Sensor integrierte unabhängige Verifikation der Messgröße selber kann der Bedarf an Kalibrierung mit externer Referenz deutlich reduziert werden oder sogar ganz entfallen. Dies ist zum Beispiel an Temperatursensoren durch eine

interne Fixpunktzelle realisiert. Diese Fixpunktzelle erkennt einen definierten Temperaturübergang, welche dann zur Kalibrierung oder sogar internen Justage herangezogen werden kann [4]. Voraussetzung ist natürlich, dass dieser Temperaturübergang im Betrieb oft genug überstrichen wird. Dann findet sensorintern eine laufende Kalibrierung statt (siehe Bild 8).

Das Prinzip der Fixpunktzelle, welches bei der genannten Temperaturmessung [4] auf der Erfassung der Curie-Temperatur einer bestimmten Legierung beruht, und damit auf eine physikalische Materialeigenschaft zurückgeführt werden kann, ist nicht so einfach auf andere anwendungsrelevante Messgrößen und Messbereiche übertragbar. Aktuell ist diese Kalibrierungsmethode nur für Temperatursensoren realisiert.

## 5. Zusammenfassung

Prozesssensoren sind eines der wichtigsten Produktionsmittel für verfahrenstechnische Prozesse in der Prozessindustrie. Die regelmäßige und notwendige Kalibrierung dieser Sensoren trägt bedeutsam zu den Betriebsaufwendungen während des Betriebslebenszyklus bei. Die Digitalisierung der Produktion wird dazu führen, dass zukünftig die Prozesssensoren Komponenten des „Industrial Internet of Things (IIoT)“ werden. Die dadurch mögliche technische Vernetzung zusammen mit der Nutzung weiterer neuerer digitaler Techniken in den Prozesssensoren selber erlauben Verfahren und Methoden, die Kalibrierintervalle signifikant zu verlängern und so der Vision des „Kalibrierintervall > Nutzungsdauer“ näher zu kommen.

## Literaturhinweise

- [1] DIN IEC 60050-351: Internationales elektrotechnisches Wörterbuch, Teil 351: Leittechnik
- [2] Handbuch der Prozessautomatisierung, Prozessleittechnik für verfahrenstechnische Anlagen Herausgeber: K.F. Früh, U. Maier, D. Schaudel, 5. Auflage, DIV-Vulkan-Verlag 2014
- [3] Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0), Statusreport; VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik 2014
- [4] Schalles, M., et. al: Investigation on the Curie Temperature of a Ferroelectric Material as a Temperature Fixed-Point, Proc. of the 9th Int. Temperature Symp. (Los Angeles, CA), 2013

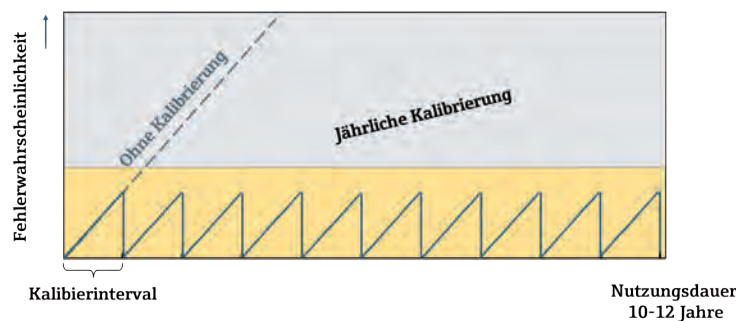


Bild 6: Verlauf der Fehlerwahrscheinlichkeit eines Sensors ohne und mit jährlicher Kalibrierung

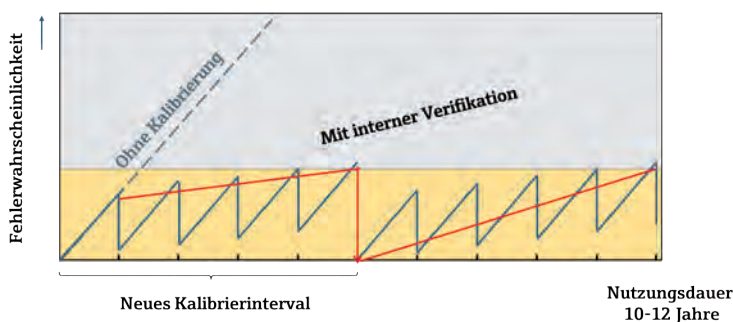


Bild 7: Verlauf der Fehlerwahrscheinlichkeit eines Sensors bei rückgeführter interner Verifikation

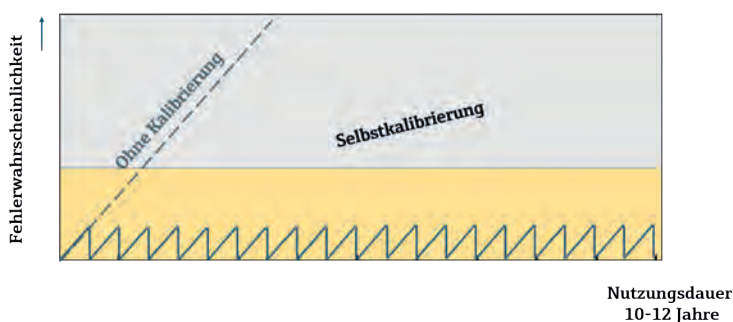


Bild 8: Verlauf der Fehlerwahrscheinlichkeit eines Sensors bei laufender interner Kalibrierung

# Grußwort der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ)

Beate Kulesa, PTB und DGQ, gratuliert im Namen der DGQ dem DKD zum 40-jährigen Jubiläum



*Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Kolleginnen und Kollegen von DKD und PTB,*

die Deutsche Gesellschaft für Qualität e. V. gratuliert Ihnen herzlich zum 40-jährigen Jubiläum und wünscht Ihnen weiterhin viel Erfolg bei der Weiterentwicklung des deutschen Kalibrierwesens!

DGQ und DKD haben über die Jahrzehnte zusammengearbeitet und an der Erstellung von Richtlinien für Laboratorien mitgewirkt. Gremienarbeit, Erfahrungsaustausch, Entwicklung normativer Dokumente und die Kooperation auf dem Gebiet des Qualitätsmanagements und des Kalibrierwesens prägen unsere Aktivitäten. Auch bei der Weiterentwicklung und Begleitung der deutschen Akkreditierungs- und Zertifizierungslandschaft tragen wir mit Expertise und Engagement zur Fortentwicklung bei.

Das Messwesen bildet zusammen mit dem Prüfwesen sowie der Normung die Voraussetzung für eine funktionierende Konformitätsbewertung und damit für die Qualität von Produkten und Dienstleistungen – „Made in Germany“ und weltweit. Neue Erkenntnisse fließen laufend in Regeln und Normen ein. Das Wirken der Akteure in den

entsprechenden Gremien von DKD, DIN, DAkkS unter Einbeziehung der DGQ stellt ein funktionierendes System sicher.

Ein hohes fachliches Niveau zeichnet die Arbeit von DKD und DGQ aus – dies zu erhalten und in Zukunft sicherzustellen verbindet unsere Organisationen.

Wir bedanken uns bei allen, die in den vergangenen 40 Jahren in diesem Aufgabengebiet mitgewirkt haben und freuen uns auf die vor uns liegenden Jahre. Weiterhin arbeiten wir gemeinsam daran, das Kalibrierwesen im Zeitalter von Industrie 4.0 und Digitalisierung zukunftsfähig und aktuell auszugestalten und die interessierten Kreise über Neuerungen und Entwicklungen zu informieren.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen eine interessante und spannende Jubiläumsveranstaltung und einen erfolgreichen Aufbruch in das Kalibrierwesen der Zukunft!

*Herzliche Grüße  
Christoph Pienkoß  
Geschäftsführer Deutsche Gesellschaft für  
Qualität e. V.*



# Die Entwicklung von der Bestätigung als erstes DKD-Kalibrierlabor zur heutigen DAkkS-Akkreditierung

Lioba Stenner,  
Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Herzlichen Glückwunsch an den DKD zu 40 Jahren erfolgreicher Zusammenarbeit mit den akkreditierten Kalibrierlaboren. Mit einer abwechslungsreichen Geschichte von der Gründung im Jahr 1977, der Überleitung in die DAkkS und Neugründung im Jahr 2011 hat der DKD Standvermögen bewiesen.

Zu Beginn soll kurz das Unternehmen Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (HBM) vorgestellt werden, damit der Bedarf des Akkreditierungsumfanges ersichtlich wird. HBM steht bereits seit 1950 (Gründung durch Karl Hottinger) für Spitzentechnologie in der Messtechnik. Die Produkte decken die gesamte Messkette ab und bieten Lösungen für das Messen elektrischer und mechanischer Größen. Die Produktpalette von HBM umfasst Aufnehmer, Verstärker und Messdatenerfassungssysteme sowie Software für Test und Analyse. Das dichte HBM-Vertriebsnetzwerk steht Kunden weltweit zur Verfügung. Die Produktionsstandorte von HBM befinden sich in Darmstadt, Marlborough (USA) und Suzhou (China). Als erstes Unternehmen in Deutschland wurde HBM bereits 1986 nach ISO 9001 zertifiziert. Seit 1996 ist das Umweltmanagementsystem von HBM nach ISO 14001 zertifiziert.

Bereits 1967, 10 Jahre vor der Gründung des DKD wurde bei HBM ein Projekt für 3 Direktbelastungsanlagen gestartet. Das Prinzip von Direktbelastungsanlagen beruht darauf, dass Massen im Schwerfeld der Erde die Kraft erzeugen. Durch die sehr genau zu bestimmenden Massen erreicht man so die bestmögliche Messunsicherheit für die Realisierung der Messgröße Kraft.

Im Rahmen dieses Projektes wurden die Massen bei der PTB bestimmt, es entstand ein Prüfungschein mit Angabe der Masse und der zugeordneten „Unsicherheit“ (die Definition dieser Unsicherheit ist unbekannt, entspricht nicht der heute verwendeten erweiterten Messunsicherheit). Da die Massen vermeintlich die bestimmende Größe der Anlage waren, wurde deren Unsicherheit direkt mit der Genauigkeit der Anlage gleichgesetzt.



Als im Jahre 1977 bekannt wurde, dass in Deutschland Kalibrierlabore der Industrie von der PTB bestätigt werden können, bestand bei der Firma HBM ein großes Interesse daran, diesen Weg zu gehen. Motivation war „Besseres Messen“ und die Rückführbarkeit der gesamten Anlage, nicht nur der Gewichte. Damit die Kraftanlagen als Kalibrieranlagen bestätigt werden konnten, mussten umfangreiche Messungen durchgeführt werden. Dazu wurden mit Transferaufnehmern

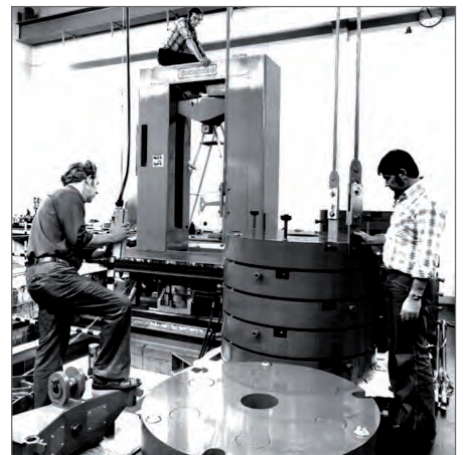
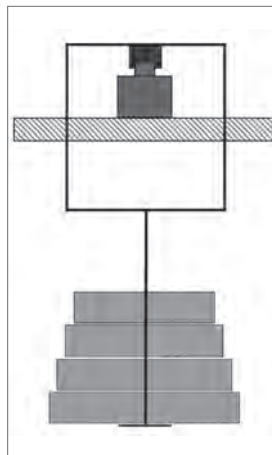
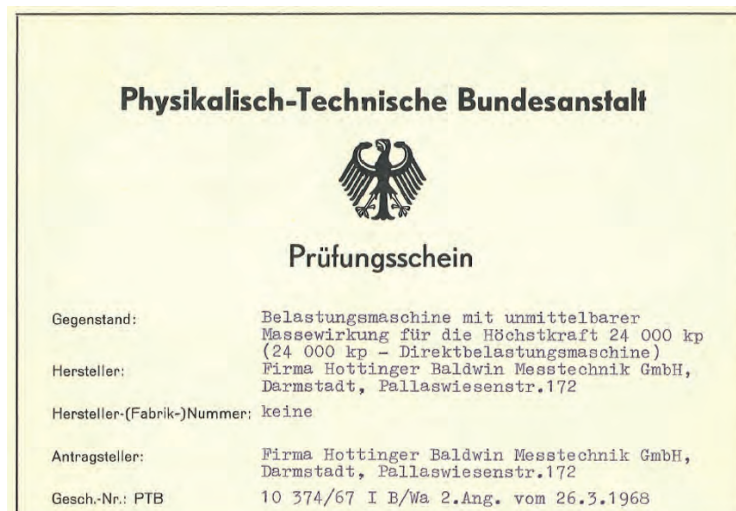


Bild 1:  
Prinzip Direktbelastungsanlage und Aufbau der Anlage im Jahr 1967





Belastungs- gewicht Nr.	Sollwert kg	bekannter Fehler g	Unsicherheit der Anschlußwerte	
			g	%
1	99,96127	+ 0,23	± 2,00	± 0,020
2		+ 0,90	± 2,10	± 0,021
3	49,98063	+ 0,28	± 1,20	± 0,024
4		+ 0,37	± 1,20	± 0,024

Bild 2:  
Prüfungsschein  
der Massen für  
die Direktbelas-  
tungsanlage

der PTB einmal Messungen bei der PTB und dann Messungen bei HBM durchgeführt. Diese beiden Ergebnisse wurden verglichen, Abweichungen bestimmt. Dieses Verfahren ist zeitlich sehr aufwändig, zwei Mitarbeiter der PTB (darunter Dr. Sawla, langjähriger Laborleiter Kraft bei der PTB) führten die ersten Messungen über 3 bis 4 Wochen bei HBM durch. Es stellte sich heraus, dass insbesondere der mechanische Einbau das Messergebnis beeinflusst. HBM profitierte stark von dieser technischen Kooperation, konnte viel Know-how aufbauen.

Aus den umfangreichen Messungen erstellte die PTB einen Prüfungsschein für die Kraftanlage. Dieser beinhaltet den Detailbericht der Messungen, die Ergebnisse und liebevoll auf Millimeterpapier aufgetragene Diagramme.

Als erste Kraftanlage wurde die 20-kN-Anlage bestätigt, jedoch nur für den Bereich von 1 kN bis 10 kN. Hintergrund für diese Einschränkung war die anstehende Hannover Messe, bei der man das Kalibrierlabor als Qualitätsmerkmal präsentieren wollte.

Neben den technischen Voraussetzungen mussten auch die formalen Voraussetzungen geschaffen werden. Hierfür wurde ein Vertrag zwischen der PTB und HBM geschlossen. In der Fußnote des Vertrages stand, dass sich Paragraph 11 noch ändern wird. Dieser Paragraph 11 betraf die Haftung. Heute ist es unvorstellbar, dass ein Vertrag ohne Klärung dieses wichtigen Punktes unterschrieben wird. Aber gerade hier war HBM dann im Vorteil gegenüber den größeren Konzernen, wurde am 04.07.1977 als erste Kalibrierstelle des DKD bestätigt. Das zugeordnete Prüfzeichen trug damit die Nummer 0101.

Zum damaligen Zeitpunkt gab es noch keine Akkreditierungsurkunde, das erste offizielle Dokument trägt den Titel Bestätigung, es ist weder der Bundesadler, noch das DKD-Logo zu sehen. In den Unterlagen von HBM findet man das DKD-Logo erstmals auf einer Bestätigung aus dem Jahr 1989, eine „richtige“ Urkunde datiert auf das Jahr 1992.

Im Jahr 1979 wurden dann alle 3 Kraftanlagen des Projektes von 1967 als Kalibrieranlagen bestätigt.

In den folgenden Jahren fand eine ständige



Bild 3:  
Direktbelastungs-  
anlage bei HBM



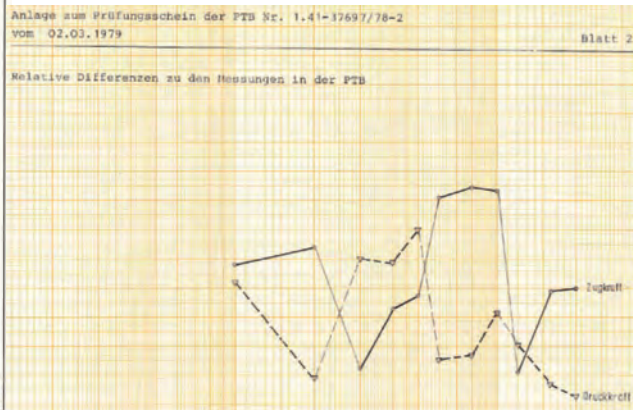
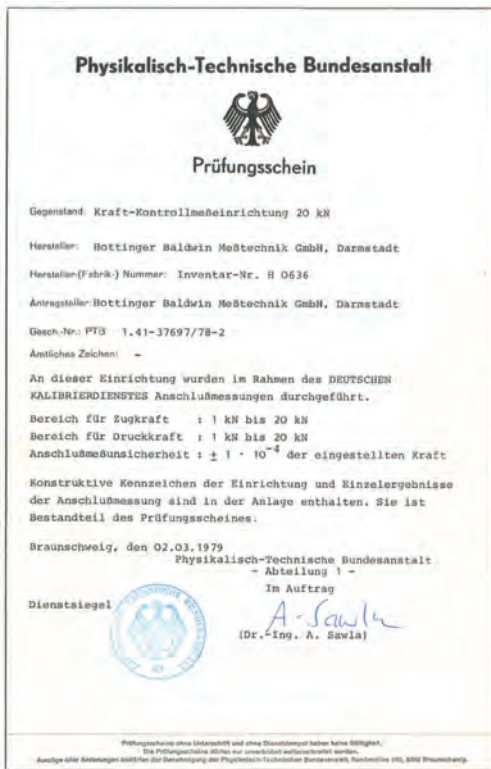


Bild 4: Prüfungsschein der Kraftanlage mit Diagramm

Weiterentwicklung statt. Im Jahr 1980 wurde die Messgröße Druck mit 3 Druckwaagen für 60 bar, 600 bar und 3500 bar mit in die Akkreditierung aufgenommen.

Im Jahr 1986 folgte das Spannungsverhältnis „mV/V“, 0 mV/V bis 10 mV/V bei 5 V und 10 V Brückenspeisespannung und 225 Hz Trägerfrequenz. Weitere Trägerfrequenzen folgten später. Im Jahr 1987 kam die Messgröße Beschleunigung hinzu, welche aber 1993 wieder aufgegeben wurde, da in diesem Zeitraum nur eine Kalibrierung durchgeführt wurde. Die Notwendigkeit für Kalibrierungen war noch nicht in der Industrie angekommen. Interessant war auch die Erweiterung um die Messgröße Drehmoment im Jahr 1990, da zu diesem Zeitpunkt noch keine Normalmess-einrichtung Drehmoment bei der PTB existierte. So war die 20-kN-m-Drehmomentanlage bis 1992/1993 quasi das Nationale Normal.

Mittlerweile erforderten Anwendungen Sensorik mit immer höherer Genauigkeit. Für diese Ansprüche wurden neue Direktbelastungsanlagen nach neuestem Stand der Technik, mit verbesserter Messunsicherheit aufgebaut (Jahr 2000: 2,5 kN und 25 kN; Jahr 2003: 200 N; Jahr 2005: 1 kN-m und 25 kN-m).

Der nächste Fokus lag auf der Erweiterung zu größeren Kräften und Drehmomenten. Diese Anlagen arbeiten dann nach dem Referenzprinzip mit Referenzaufnehmern, da Massen zu groß und unhandlich werden. Eine Kraftanlage für Kalibrierungen in Zug- und Druckrichtung bis 5 MN wurde 2009 in Betrieb genommen, eine Drehmomentanlage bis 400 kN-m im Jahr 2015.



Bild 5: Unterschriften unter dem ersten Vertrag zwischen der PTB und HBM

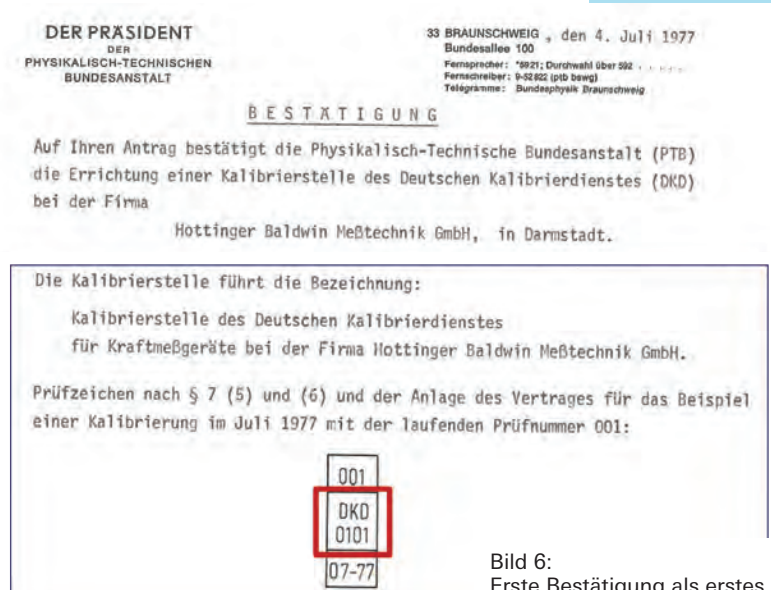


Bild 6: Erste Bestätigung als erstes Kalibrierlabor im DKD



Bild 7:  
Kalibrierung mit  
einer Druck-  
waage

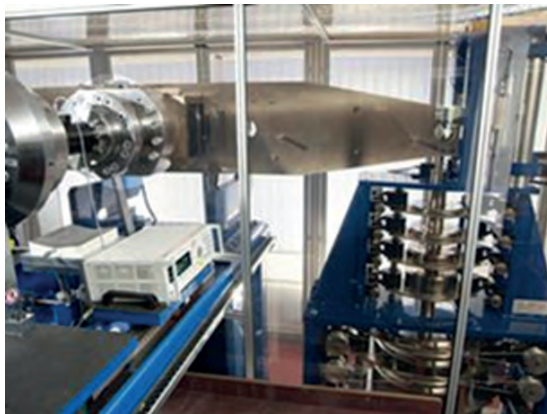


Bild 8:  
Drehmoment-  
Kalibrieranlage  
25 kN·m



Bild 9:  
Kraft-Kalibrier-  
anlage 25 kN



Bild 10:  
Drehmoment-Kalibrieranlage 400 kN·m

Tabelle 1:  
Übersicht der  
Kalibrieranlagen  
Kraft und  
Drehmoment  
bei HBM im  
Jahr 2017

Messgröße	Bereich	bestmögliche Messunsicherheit
Kraft	2,5 N bis 200 N	0,005 %
	50 N bis 2,5 kN	0,005 %
	500 N bis 25 kN	0,005 %
	5 kN bis 240 kN	0,01 %
	50 kN bis 1 MN	0,01 %
	100 kN bis 5 MN	0,02 %
Drehmoment	2 N·m bis 200 N·m	0,04 %
	5 N·m bis 1000 N·m	0,01 %
	100 N·m bis 25 kN·m	0,008 %
	250 N·m bis 20 kN·m	0,02 %
	3 kN·m bis 400 kN·m	0,1 %



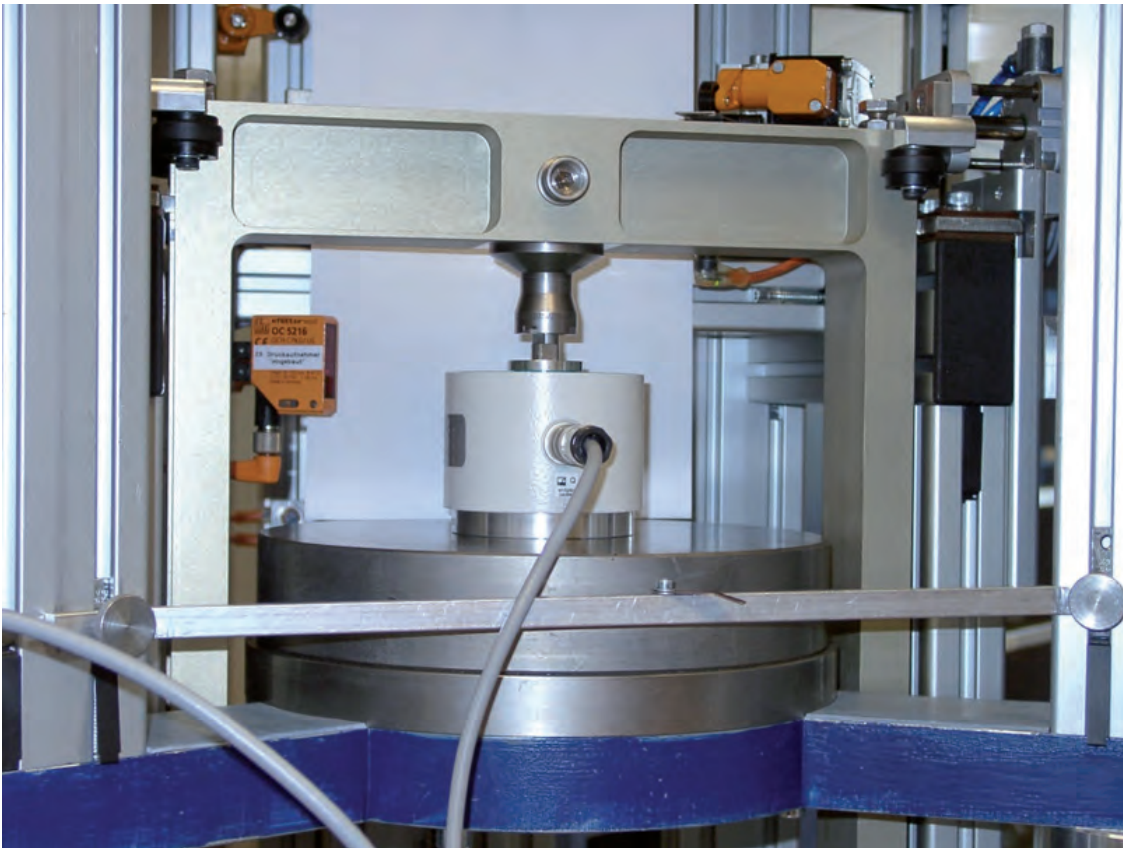


Bild 11:  
Kraftaufnehmer  
in Direktbelas-  
tungsanlage

Der „Neue DKD“ ist ein wichtiges Fachforum, insbesondere während der DKD-Fachausschusssitzungen, zum Informationsaustausch zwischen den Kalibrierlaboren und mit der PTB. Ein wichtiger Punkt ist die gemeinsame Erarbeitung von DKD-Richtlinien, welche frei verfügbar sind. Die Unterstützung des DKD bei Ringvergleichen ist sehr wichtig. Die Organisation von Seminaren rundet das Bild ab.

	Dynamische Kalibrierung von einachsiger beanspruchten Kraftmessgeräten und Prüfmaschinen (Grundlagen) <a href="http://dx.doi.org/10.7795/550.20171212A">http://dx.doi.org/10.7795/550.20171212A</a>	DKD-R 3-10	
		Blatt 1	
		Ausgabe:	06/2017
		Revision:	0
		Seite:	3 / 39

**Zitiervorschlag für die Quellenangabe:**

Richtlinie DKD-R 3-10 Blatt 1 Dynamische Kalibrierung von einachsiger beanspruchten Kraftmessgeräten und Prüfmaschinen (Grundlagen), Ausgabe 06/2017, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.7795/550.20171212A>

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC by-nc-nd 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>). In diesem Zusammenhang bedeutet „nicht-kommerziell“ (NC), dass das Werk nicht zum Zwecke der Einnahmenerzielung verbreitet oder öffentlich zugänglich gemacht werden darf. Eine Nutzung seiner Inhalte für die gewerbliche Verwendung in Laboratorien ist ausdrücklich erlaubt.

*Wir wünschen dem DKD alles Gute für die Zukunft! Auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit des DKD mit den akkreditierten Kalibrierlaboratorien.*



# 24 Jahre Zusammenarbeit und Wünsche für die Zukunft

Lars Ahrendt,  
Perschmann Calibration GmbH



**40 Jahre DKD**

**Herzlichen Glückwunsch  
zum 40ten!**

Perschmann Calibration  
schmettern einfach – auf die richtige Weise

**Juli 1977**

**Juli 1993**

**Dezember 2009**

**heute**

**heute**

**Januar 2010**

**DAKKS**  
Deutsche  
Akkreditierungsstelle





# Internationale Spitzenleistungen sind kein Zufall – SPEKTRA sagt Danke

Dr. Holger Nicklich,  
SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH



## Ein Blick zurück

Die seit Gründung der SPEKTRA GmbH Dresden im Jahr 1994 kontinuierliche und erfolgreiche Entwicklung ist eng mit dem Deutschen Kalibrierdienst DKD, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB und der Deutschen Akkreditierungsstelle DAkkS verbunden.

Dies sollen ausgewählte Meilensteine verdeutlichen (siehe Tabelle 1).

## Metrologische Rückführung und Akkreditierung – ein Auslaufmodell?

Die SPEKTRA Geschäftsentwicklung der letzten 20 Jahre ist ein Beleg dafür, dass sich die Metrologie sowohl in Ihrer Anwendungsbreite als auch in ihrer Qualität kontinuierlich weiterentwickelt hat. Dies gilt für alle Bereiche wie Nationale Metrologieinstitute, akkreditierte Kalibrierlaboratorien weltweit und betriebliche Kalibrier- und Messstellen. SPEKTRA war aktiv und zum Teil federführend an der Entwicklung von innovativen Produkten und Verfahren beteiligt und schätzt die Zusammenarbeit

mit nationalen und internationalen Fachexperten. Dieser fachliche Austausch ist eine wichtige Basis für den Geschäftserfolg.

Es gab vor einigen Jahren Diskussionen mit einigen unserer Kunden, dass mit der massenhaften Verfügbarkeit von preiswerten Sensoren wie z. B. MEMS-Sensoren die Kalibrierung an Bedeutung verlieren könnte. Praktisch ist – unserer Überzeugung folgend – das Gegenteil eingetreten. In jedem Anwendungs- und Preissegment sind spezielle Qualitätsvorgaben zu erfüllen. Die Anforderungen an die Metrologie werden immer umfangreicher und müssen dem Trend der industriellen Fertigung und massenhaften Anwendung von Sensorik folgen. Dies ist unsere tägliche Herausforderung, der wir uns bisher erfolgreich gestellt haben. Die Nationalen Metrologieinstitute weltweit müssen sich überlegen, ob und wie sie diesen rasanten Änderungen folgen wollen und können. Akademische Forschung reicht hier nicht mehr. Effektiv anwendbare und verfügbare Normalmessenrichtungen auf allen Ebenen sind gefragt, um der (noch) akzeptierten Rückführungspyramide zu entsprechen.

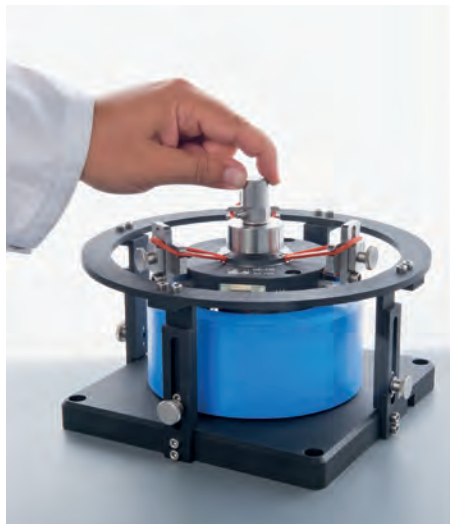
1995	PTB Beschleunigung Berlin, Dr. von Martens und Kollegen	Rückführung unseres ersten Kalibriersystems CS17
1998	PTB Beschleunigung Berlin, Dr. von Martens und Kollegen	Forschungskooperation zur Messunsicherheit
2000	DKD / PTB Beschleunigung Fachbegutachter	Erstakkreditierung SPEKTRA für Beschleunigung sinusförmig
2001	PTB Beschleunigung / Polytec Dr. Siegmund	Forschungskooperation zur Primärkalibrierung
	Mitarbeit in DKD-Fachausschüssen	u. a. federführende Erarbeitung einer DKD-Richtlinie zur Kalibrierung von Laservibrometern
	Mitarbeit in DIN-Normungsausschüssen	Ausschüsse A3, C2, C9
	Mitarbeit in ISO-Normungsgremien	ISO / TC 108
2002	DKD / PTB Beschleunigung Fachbegutachter	Akkreditierungserweiterung Beschleunigung stoßförmig
2004	DKD / PTB Schall Fachbegutachter	Erstakkreditierung Akustik
	PTB Gleichstrom und Niederfrequenz Dr. Ramm und Kollegen	Forschungskooperation zur elektrischen Rückführung der CS18 Kalibriersysteme
2005	PTB Beschleunigung und Dynamik Dr. Thomas Bruns und Kollegen	Kontinuierliche Fortsetzung der Forschungskooperation
2006	DKD / PTB Beschleunigung Fachbegutachter	Akkreditierungserweiterung Beschleunigung Primär
2007	PTB Gleichstrom und Niederfrequenz Dr. Ramm und Kollegen	Forschungskooperation MNPQ, Rückführung AC-Spannungsverhältnisse / Phasenmessung
2009	PTB Dynamik, Kraft	Forschungskooperation Rückführung dyn. Kraft
2011	DAkks, PTB Fachgutachter	Umzug komplettes Labor an neuen Standort

Tabelle 1:  
Meilensteine

### Wünsche für die Zukunft an DKD, PTB und DAkks

#### Wünsche an die DAkks

- ▷ Mehr Professionalität – wer Dienstleister überwacht, sollte Dienstleistung selbst vorleben.
- ▷ Kürzere Bearbeitungszeiten für einfache Bürotätigkeiten wie z. B. Weiterleitung von Anträgen an Fachbegutachter und Ausstellung von Urkunden.
- ▷ Kosten überdenken – Ihre Kunden haften für ihr Tun und können nicht einfach Kosten umlegen.



Calibration Solutions

CS

**Wünsche an den DKD**

- ▷ Kontinuierliche Weiterführung der fachlichen Arbeit
- ▷ Erhalt der Arbeiten in den Fachausschüssen und Gremien
- ▷ Durchführung von Vergleichsmessungen bzw. Ringvergleichen

**Wünsche an die PTB**

- ▷ Weniger Forschung – mehr auf höchstem Niveau verfügbare Dienstleistung
- ▷ Bereitstellung von Rückführungen inkl. CMC für die in der Industrie bereits massenhaft eingesetzten Messgrößen ▶ Forschung durch Kauf oder ggf. Auftragsentwicklung von Equipment ersetzen und damit ...
- ▷ Fokus auf die Dinge, die private Firmen einzeln nicht oder gemeinsam mit der PTB besser leisten können, wie
  - ▶ Erarbeitung und Verifizierung von Verfahren
  - ▶ Aktualisierung und Erarbeitung neuer nationaler und insbesondere internationaler Normen und Richtlinien
  - ▶ Ausbildung von Gutachtern an den Normal-Messeinrichtungen der PTB. Die Metrologie lebt von der Anwendung und benötigt auch zukünftig praktizierende Ärzte und manchmal auch Chefarztbehandlung, also theoretisch und praktisch versierte Metrologen und Ingenieure.

**Aktuelle Entwicklungen:  
Gewinner – Verlierer – Scharlatane****Gewinner**

- ▷ Der Wert der deutschen Ingenieurstätigkeit bleibt erhalten und wird ggf. noch gesteigert.
- ▷ Firmen, die vorleben, dass Qualität nicht vom Himmel fällt und wie sie gehalten und verbessert werden kann.

**Verlierer**

- ▷ Anbieter, die versuchen durch gezieltes Weglassen von wichtigen Dingen, den Markt zu verunsichern.

**Scharlatane**

- ▷ Es gibt Dienstleister, die zwar selbst von einer Mess- bzw. Prüfdienstleistung gut leben, sich aber selbst nicht in das gleiche System der Qualitätsüberwachung integrieren wollen, um Kosten z. B. durch nicht akkreditierte „Werkskalibrierung“ zu sparen.
- ▷ Es gibt Laboratorien, die sich wünschen, dass die Eintrittshürde für eine Akkreditierung herabgesetzt wird.

**Wir benötigen ...**

- ▷ technisch versierte Gutachter, um mit dem technischen Fortschritt mithalten zu können;
- ▷ rechtlich versierte Ingenieure, die den – meist rechtlich auch sehr gut ausgebildeten – Scharlatanen das Handwerk legen können;
- ▷ Nationale Metrologieinstitute, die technisch und personell den praktischen Anforderungen der Rückführung effektiv gewachsen sind.

In diesem Sinne bedanken wir uns für die bisherige Zusammenarbeit und freuen uns auf partnerschaftliche Kooperationen, um den gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen weiter gewachsen zu sein.

*Holger Nicklich*

*Geschäftsführender Gesellschafter der SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden*





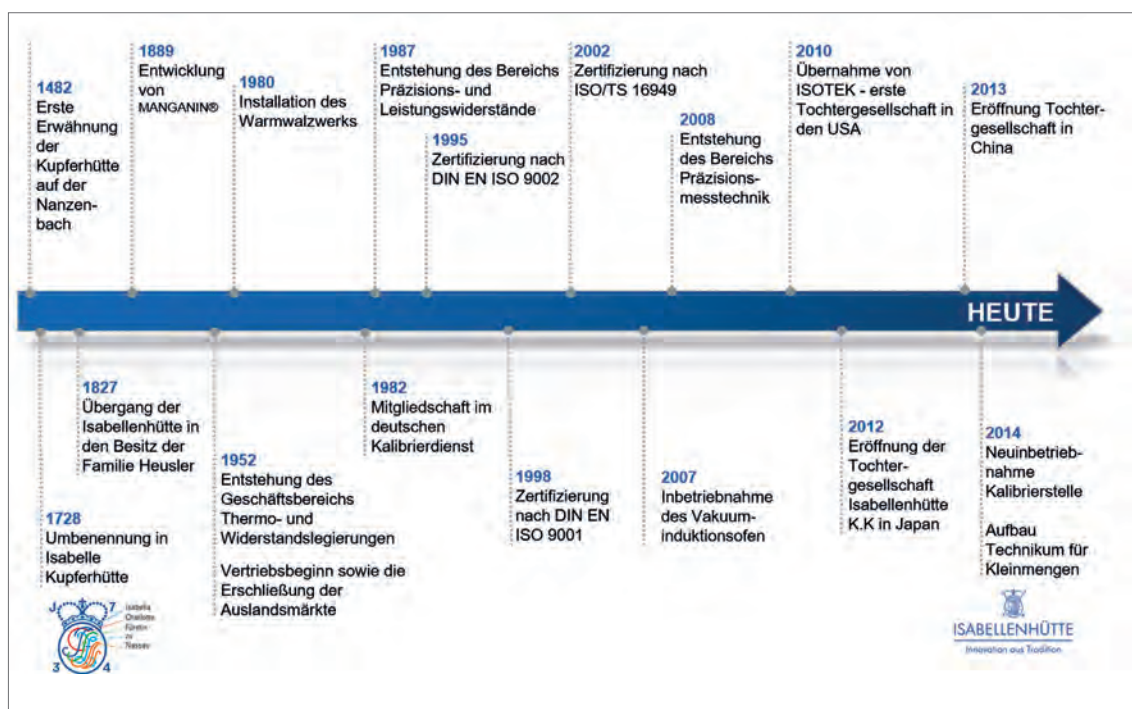
# Kalibrieren von Strommessgeräten für DC-Ströme bis 2000 A



Marcus Escher,  
Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG

Die Isabellenhütte ist ein Unternehmen mit sehr langer Tradition. Die erste urkundliche Erwähnung stammt aus dem Jahre 1482. Der Kaufmann C. Heusler übernahm die Geschäfte im Jahr 1827. Seitdem ist die Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG in Familienbesitz und wird heute in achter Generation geführt.

Das mittelständische Unternehmen mit heute etwa 900 Mitarbeitern ist in drei Sparten aufgliedert. In dem traditionellen Bereich werden jährlich etwa 1500 t Sonderlegierungen für z. B. Präzisionswiderstände oder Thermoelemente erschmolzen. Der zweite Bereich der Bauelemente stellt aus diesen Widerstandslegierungen seit 1987 niederohmige Shunt-Widerstände auf Folientechnologie her. Die Volumina haben durch den hohen Anteil an Elektronik im Fahrzeug eine jährliche Steigerungsrate von ca. 20 %. Der neue Bereich der Präzisionsmesstechnik stellt eine weitere





Höherintegration dar. Die Shunts werden mit einer Elektronik versehen, welche den Spannungsabfall am Shunt verstärkt, digitalisiert und über eine Schnittstelle dem Kunden zur Verfügung stellt. Diese Strommessmodule für Ströme bis 2 000 A werden bei Bedarf auch kalibriert. Der Aufbau einer Einrichtung für die DAkKS-Kalibrierung und die Durchführung wird im Weiteren beschrieben.

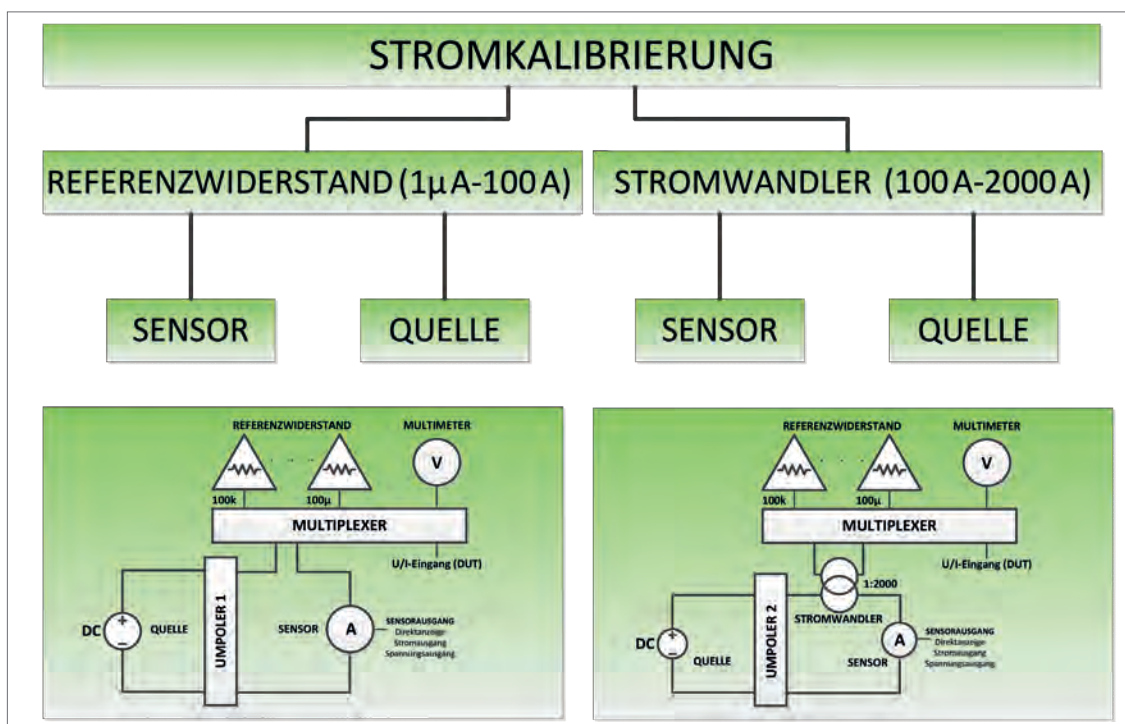
An einem Jubiläum sollte auch auf die sehr frühe Zusammenarbeit der Isabellenhütte mit der PTR und dem DKD aufmerksam gemacht werden. Bereits 1889, das ist nur zwei Jahre nach der Gründung der PTR 1887, wurden die PTR-Mitarbeiter Feussner und Lindeck bei der Suche nach einer langzeitstabilen und temperaturunabhängigen Legierung für Widerstandsnormale auf eine Legierung der Isabellenhütte aufmerksam. Diese wurde nach leichter Modifizierung unter dem Markennamen Manganin® ab 1890 vermarktet. Die Isabellenhütte ist dem DKD im Jahre 1982 als Mitglied beigetreten und war das erste akkreditierte Labor in Deutschland für die Messgröße Temperatur. Weitere akkreditierte Größen sind Gleichstrom, Gleichspannung und DC-Widerstand.

In modernen Elektrofahrzeugen mit Leistungen bis 400 kW fließen entsprechend Spitzenströme bis zu 2 000 A. Diese müssen an zwei Stellen präzise gemessen werden. Zum einen ist der Ladezustand der Traktionsbatterie genau zu ermitteln. Dazu werden der Gesamtstrom, die Spannung und die Temperatur als Primärparameter gemessen. Für die Hochvolt-DC-Spannung ist eine langsame Abtastrate bis zu einigen kHz ausreichend. Weiterhin ist zu einer genauen Leistungsregelung des

Elektromotors die Messung des Phasenstromes notwendig. Der Phasenstrom ist eine hochdynamische Größe und wird mit Abtastraten bis zu 300 kHz gemessen. Für beide Messaufgaben hat die Isabellenhütte Stromsensoren, die in aktuellen Fahrzeugen in Serie eingesetzt werden. Als Beispiele seien hier das Model S von Tesla oder das KERS (Kinetic Energy Recovery System) der Formel 1 genannt. Die Sensoren werden zur Einhaltung der Gesamttoleranz bei verschiedenen Strömen kalibriert. Für die rückgeführte Kalibrierung der Mess- und Kalibriersysteme in der Serienproduktion hat die Isabellenhütte einen neuen Kalibriermessplatz für DC-Ströme bis 2 000 A aufgebaut. Dabei werden Ströme bis 100 A über ein Widerstandsnormal und im Bereich 100 A bis 2 000 A über einen Stromwandler gemessen. Es können sowohl Sensoren als auch Quellen kalibriert werden.

Erstellt man für dieses DAkKS-akkreditierte Verfahren eine Messunsicherheitsbetrachtung, stellt sich die zeitliche Stabilität des Stromes als größter Unsicherheitsbeitrag heraus. Daher wurde ein optimiertes Verfahren entwickelt, bei dem die Sekundärströme der Referenz und des DUT sowohl in Addition als auch in Subtraktion gemessen werden, wobei der Referenzstrom in einem zweiten Messsystem gleichzeitig nochmals getrennt erfasst wird.

Die durchgeführten praktischen Messungen an verschiedenen Tagen zeigen eine um den Faktor 10 bessere zeitliche Stabilität. Ebenso ist die Standardabweichung des Messergebnisses gerade bei hohen Strömen um den Faktor 10 niedriger.





# Referenzsysteme für Messgrößen in der Laboratoriumsmedizin

Prof. Dr. Gerhard Schumann<sup>1</sup>,  
Vorsitzender des DKD-Fachausschusses  
Messgrößen in der Laboratoriumsmedizin



<sup>1</sup> Prof. Dr. Gerhard Schumann, Vorsitzender des DKD-Fachausschusses Messgrößen in der Laboratoriumsmedizin, stellvertretender Leiter im Kalibrierlaboratorium D-K-15117-02 des Referenzinstituts für Bioanalytik der Stiftung für Pathobiochemie und Molekulare Diagnostik

Das Referenzinstitut für Bioanalytik (RfB) gratuliert dem DKD zum 40-jährigen Jubiläum. Das Kalibrierlaboratorium in Hannover hat das exzellente Zusammenwirken von DKD und PTB über viele Jahre hinweg zu schätzen gelernt.

Zu Zeiten der Gründung des DKD gab es noch keine Kalibrierlaboratorien für die Analysen von Bestandteilen des Blutes oder anderer Körperflüssigkeiten. Allerdings trat die Standardisierung für Analysen in der Laboratoriumsmedizin immer stärker in den Vordergrund. Warum das so war, soll mit wenigen Daten beschrieben werden.

Etwa 25 Jahre vor Gründung des DKD wurde der Prototyp des ersten Analysenautomaten für Untersuchungen im Blutserum vorgestellt. Die

erste Messgröße, die mit diesem System analysiert wurde, war die Glucosekonzentration im Blutserum.

Als der DKD 1977 gegründet wurde, war die Analytik im medizinischen Labor an vielen Messplätzen immer noch eine überwiegend manuelle Tätigkeit.

Bild 1 zeigt, wie Ende der 70er Jahre im Notfalllabor der Medizinischen Hochschule Hannover ein Messplatz mit drei Spektrofotometern ausgesehen hat. Die Analytik an diesen Spektrofotometern und an den meisten anderen Messplätzen war damals noch durch viele manuelle Teilschritte bestimmt.

An den Spektrofotometern wurde manuell

pipettiert und die Signale der Absorbanzänderungen mit einem Schreiber aufgezeichnet. Dann wurde mit einem Winkelmesser die Steigung der Absorbanzänderung bestimmt und schließlich das Messergebnis in einer Tabelle abgelesen.

Seit der Jahrtausendwende sieht die Gerätekonfiguration für klinisch-chemische Analytik so oder ähnlich aus (siehe Bild 2).

Das Zentrum des modernen klinischen Großlabors ist eine voll mechanisierte Analysenstraße auf der täglich viele tausend Analysen durchgeführt werden. Man spricht von Laborstraßen oder analytischen Plattformen. Aber auch diese Gerätekon-

figuration zeigt nicht mehr die Komplexität der Laborstraßen im medizinischen Großlabor 2017.

Die Laboratoriumsmedizin hat in den vergangenen Jahrzehnten zunehmende Bedeutung für die Diagnose und Therapie erlangt.

Ein Bericht, der am 18. April 2017 von 3SAT ausgestrahlt wurde, hat den Titel: **Die Macht der Labormediziner**. Hier einige Kernaussagen aus der Dokumentation zur Bedeutung der Labormedizin:

- Rückgrat der Medizin
- Das Testmenü des klinischen Labors umfasst bis zu 2000 Messgrößen
- 50 % bis 70 % Beitrag zu Diagnose und Therapie
- Wegen der kurzen Antwortzeiten ist hohe Qualität der Analytik erforderlich
- Bei Effizienz und Qualität ist Deutschland weltweit führend

In Deutschland gibt es gesetzliche Regelungen zur Durchführung der Qualitätssicherung von Analysen im medizinischen Laboratorium (siehe Bild 3). Mit der zweiten Richtlinie der Bundesärztekammer (RiliBÄK) wurde 1987 eine Entwicklung eingeleitet, bei der sich die Laboratoriumsmedizin in Deutschland konsequenter als in anderen Ländern an Referenzsystemen orientierte und Referenzsysteme weiterentwickelte. Im Text der Richtlinie von 1987 sind Referenzmethodenwerte und Referenzlaboratorien explizit genannt. Die PTB hat an der Entwicklung der RiliBÄK mitgewirkt. Im Fachbereich für Metrologie in der Chemie der PTB in Braunschweig und auch bei der PTB in Berlin wird an Referenzsystemen für medizinische relevante Messgrößen gearbeitet.

Bild 1: Spektrofotometer



Bild 2: Analysensystem für die klinisch-chemische Analytik



Bild 3: Richtlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in medizinischen Laboratorien, 1987

### Richtlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in medizinischen Laboratorien

Aufgrund der Beschlüsse des Vorstandes der Bundesärztekammer vom 16. 1. 1987 und 16. 10. 1987

<p><b>Inhaltsübersicht</b></p> <p><b>Preamble</b></p> <p><b>0. Allgemeines</b></p> <p><b>Teil I</b></p> <p><b>1. Prinzipien</b></p> <p>1.1 Rangfolge der Analysemethoden</p> <p>1.2 Aufgaben des Systems für die Qualitätssicherung (Bauprogramm)</p> <p>1.3 Kontrollproben-System</p> <p><b>2. Durchführung der Qualitätssicherung</b></p> <p>2.1 Labormetrische Qualitätskontrolle</p> <p>2.1.1 Präzisionskontrolle</p> <p>2.1.2 Durchführung der Präzisionskontrolle</p> <p>2.1.3 Richtigkeitskontrolle</p> <p>2.1.4 Durchführung der Richtigkeitskontrolle</p> <p>2.2 Ringversuche</p> <p>2.2.1 Ringversuchsdauer</p> <p>2.2.2 Pflichten des Ringversuchsdienstes</p> <p>2.2.3 Bewertung der Ringversuchsergebnisse</p> <p>2.2.4 Pflichten des Ringversuchsteilnehmers</p> <p><b>3. Ermittlung der Referenzmethodenwerte und der Sollwerte für die Richtigkeitskontrolle und für Ringversuche</b></p> <p>3.1 Referenzinstitutionen</p> <p>3.1.1 Ermittlung der Referenzmethodenwerte</p> <p>3.1.2 Ermittlung der methodenabhängigen Sollwerte</p> <p>3.2 Referenz-Laboratorien</p> <p>3.3 Sollwert-Laboratorien</p> <p>3.3.1 Anforderungen an Sollwert-Laboratorien</p> <p>3.3.2 Analysen der Sollwert-Laboratorien</p> <p><b>4. Aufgaben der Bundesärztekammer</b></p> <p>5. Sonstige Regelungen</p> <p>5.1 Straffolgen</p> <p><b>6. Anlagen</b></p> <p>Anlage 1: Maßgrößen, für die die Verfahrenskontrolle nach diesen Richtlinien vorgeschrieben ist</p> <p>Anlage 2: Verzeichnis der Referenzmethoden</p> <p>Anlage 3: Verzeichnis der Referenz-Institutionen</p> <p>Anlage 4a: Verzeichnis der Referenz-Laboratorien</p> <p>Anlage 4b: Verzeichnis der Sollwert-Laboratorien</p> <p>Anlage 5: Verzeichnis der Ringversuchsdienstes</p>	<p><b>Preamble</b></p> <p>Diese Richtlinien dienen der Qualitätssicherung bei der Erbringung von Laborleistungen, gleichgültig, ob sie von der Durchführung von Vorschüssen, die der Bundesminister für Wirtschaft und Zentralisierung des Bundesrats auf Grund des Eichgesetzes vom 11. Juli 1959 (BGBl. I, S. 799) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. 2. 1985 (BGBl. I, S. 411) erfüllt.</p> <p>Diese Richtlinien sind in Zusammenhang mit - soweit es Teil I, Abschnitt 2 und die Anlage 1 betreffen - im Einklang mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt aufgestellt.</p> <p>Sie basieren auf wissenschaftlich begründeten Methoden für die Qualitätskontrolle, die nach ihrer Erprobung in langfristigen Ringversuchen die Grundlage für die Richtlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung von 1971 und für die dazu ergangenen Ausführungsbestimmungen und Erläuterungen von 1974 waren. Die Erfahrungen mit diesen Richtlinien und neue Konzepte zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Untersuchungen entsprechend den medizinischen Erkenntnissen sind in die vorliegenden Richtlinien einbezogen.</p> <p>Diese Richtlinien werden den sich wandelnden medizinischen Erkenntnissen entsprechend den jeweils neuesten Erkenntnissen aus Wissenschaft und Technik sorgfältig und fortgeschrieben. Die sich daraus ergebenden Vorschläge für die Qualitätssicherung haben einen bestmöglichen Einfluß auf ärztliche Entscheidungen.</p> <p><b>0. Allgemeines</b></p> <p>(1) Ziel der laboratorienmedizinischen Untersuchungen ist die Erhebung eines ärztlichen Befehls. Diese Untersuchungen und ärztliche Handlungen. Die Durchführung der Analyse ist aus einer von vier Teilleistungen im Verlauf dieser ärztlichen Handlung. Die vier Teilleistungen sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untersuchungspersonsicherung, Einweisung des Untersuchungsgutes einschließlich Analysevorbereitung (Präanalytischer Teilbereich)</li> <li>2. Durchführung der Analyse mit Analyseergebnis</li> <li>3. Analytische Beurteilung</li> <li>4. Medizinische Beurteilung</li> </ol> <p>(2) Der Laboratoriumsbefehl entsteht demnach in einem komplexen Untersuchungsablauf. Die Prüfung der Zuverlässigkeit der Analyseergebnisse ist dabei ein wesentlicher Bestandteil jeder Untersuchung.</p> <p>(3) Die in diesen Richtlinien für die Zuverlässigkeit der Befehlsabgabe festgelegten Grenzwerte richten sich nach den medizinischen Erfordernissen unter Berücksichtigung des Standes der Analytik-technik.</p> <p>(4) Zur Gewährleistung von zuverlässigen und vergleichbaren Ergebnissen von Laboratoriumsuntersuchungen ist die Funktionsfähigkeit der benutzten Maßgrößen verbindliche Voraussetzung.</p> <p>(5) Um die Zuverlässigkeit der Untersuchungen unter Praxisbedingungen zu gewährleisten, müssen Kalibriermaterialien, Reagenzien, Kontrollproben und Geräte den medizinischen Anforderungen entsprechen.</p> <p>(6) Die Durchführung eines verbindlichen Bauprogramms</p>
--	---

**An der Erarbeitung der RiliBÄK waren Experten der PTB beteiligt.**

Dt. Ärztebl. 85, Heft 11, 17. März 1988 (71) A-699



**Verordnung (EU) 2017/746 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**  
vom 5. Mai 2017 über In-vitro-Diagnostika

Ist die Leistung der Produkte an die Verwendung von Kalibratoren und/oder Kontrollmaterialien gebunden, so wird die **metrologische Rückverfolgbarkeit** der Werte, die Kalibratoren und/oder Kontrollmaterialien zugewiesen wurden, durch geeignete **metrologisch übergeordnete Referenzmessverfahren und/oder -materialien** gewährleistet. Gegebenenfalls wird die **metrologische Rückverfolgbarkeit der Werte**, die Kalibratoren und Kontrollmaterialien zugewiesen wurden, **durch zertifizierte Referenzmessverfahren oder -materialien** gewährleistet. (Verordnung 2017/746 ersetzt Direktive 98/79)

**1994**

**ISO TC 212 Clinical laboratory testing and in vitro diagnostic test systems**

ISO 15195 (Kalibrierlaboratorien) ← ISO 17025 (Kompetenz von Laboratorien)

ISO 15193 (Referenzmessverfahren)

ISO 15194 (zertifiziertes Referenzmaterial)

ISO 17511 (Metrologische Rückführung für medizinische Messgrößen)

ISO 18153 (Metrologische Rückführung speziell für katalytische Enzymkonzentrationen)

Bild 4: EU-Verordnung und ISO

**Erstes akkreditiertes Kalibrierlabor für medizinische Messgrößen**

**Kalibrierlabor an der medizinischen Universität Bonn**  
August 1997

Prof. Dr. Lothar Siekmann

**Kalibrierlabor an der medizinischen Hochschule Hannover**  
November 2004

Leitung seit 2013: Dr. Denis Grote-Koska

Bild 5: Erstes akkreditiertes Kalibrierlabor

Die Aktualisierung der RiliBÄK zur Qualitätssicherung wird kontinuierlich an den technischen Fortschritt angepasst. Die PTB ist daran aktiv beteiligt.

**Es ist beeindruckend, welchen Herausforderungen sich der PTB-Fachbereich *Metrologie in der Chemie* mit den aktuellen Projekten für medizinische Messgrößen stellt, und das mit großem Erfolg.**

Eine Richtlinie des Europäischen Parlaments, kurz IVD-Direktive 98/79 genannt, war 1998 mit der Absicht verfasst worden, den offenen Handel von Medizinprodukten, die nicht direkt am Menschen eingesetzt werden (in-vitro), für den europäischen Bereich so zu regeln, dass Patienten nicht zu Schaden kommen. Hieraus ist nun die Verordnung EU 2017/746 geworden, die am 5. April 2017 im Europäischen Gesetzblatt veröffentlicht wurde. Die Verordnung enthält alle Elemente für Forderungen nach Analysen im klinischen Labor auf

höchstem metrologischen Niveau.

Bei ISO wurde 1994 das Technische Komitee 212 mit dem Ziel gegründet, die Qualität und die Standardisierung der Analytik im medizinischen Labor zu verbessern, und das weltweit. Die Arbeitsgruppe 2 (WG2) von ISO TC212 befasst sich mit den Normen ISO 15195, ISO 15193, ISO 15194, ISO 17511 und ISO 18153 (siehe Bild 4).

Im August 1997 erhielt das Kalibrierlabor an der medizinischen Universität Bonn die Akkreditierung für die Messgröße Cholesterin im Serum. Es war weltweit das erste akkreditierte Kalibrierlaboratorium für medizinisch relevante Messgrößen und wurde von Prof. Siekmann geleitet. Ihm und der guten Zusammenarbeit mit PTB und DKD ist es zu verdanken, dass die Referenzmethodologie für medizinisch relevante Messgrößen eine Entwicklung nahm, die auch international beachtet und fortgesetzt wurde.



Im November 2004 erfolgte die erste Akkreditierung im Kalibrierlabor an der Medizinischen Hochschule Hannover für die Messgröße Glucose im Serum.

Für die Bestimmung von Blutzucker (Glucose) werden verschiedene Untersuchungsmaterialien und Entnahmegefäße verwendet. In der Abfolge von links nach rechts (siehe Bild 6) repräsentieren die Bilder auch, wie sich die Analytik für Glucose im Krankenhaus, in der Arztpraxis und beim selbsttestenden Patienten über die Jahre geändert hat.

Das klassische Verfahren mit der Blutentnahme in eine Kapillare, die sofort in eine Vorlage ausgeschüttelt wird, um zu verhindern, dass die Glucose-Konzentration zwischen Blutentnahme und Analyse abnimmt, wird nur noch sehr wenig genutzt.

Untersuchungen aus Serum, Plasma (= Blut mit gerinnungshemmendem Zusatz) sind typisch für Untersuchungen im Krankenhaus.

Für die besonders schnelle Analyse auf der Intensivstation wird Blut direkt, ohne weitere Probenbehandlung, in einem Analysengerät analysiert. Die Analyse der Glucosekonzentration aus einem Blutstropfen (z. B. aus der Fingerbeere) gehört zum normalen Tagesablauf von Diabetikern.

Metrologische Rückführung bei Verwendung dieser Materialien (Serum, Plasma, Blut) stellt heute keine größere Herausforderung für die Referenzanalytik für Glucose dar. Es muss nur sichergestellt werden, dass sich das Untersuchungsmaterial während des analytischen Prozesses nicht verändert (Glykolyse im Intervall zwischen Blutentnahme und Analyse).

### Blutzucker-Analyse: Beispiele für verschiedene Untersuchungsmaterialien

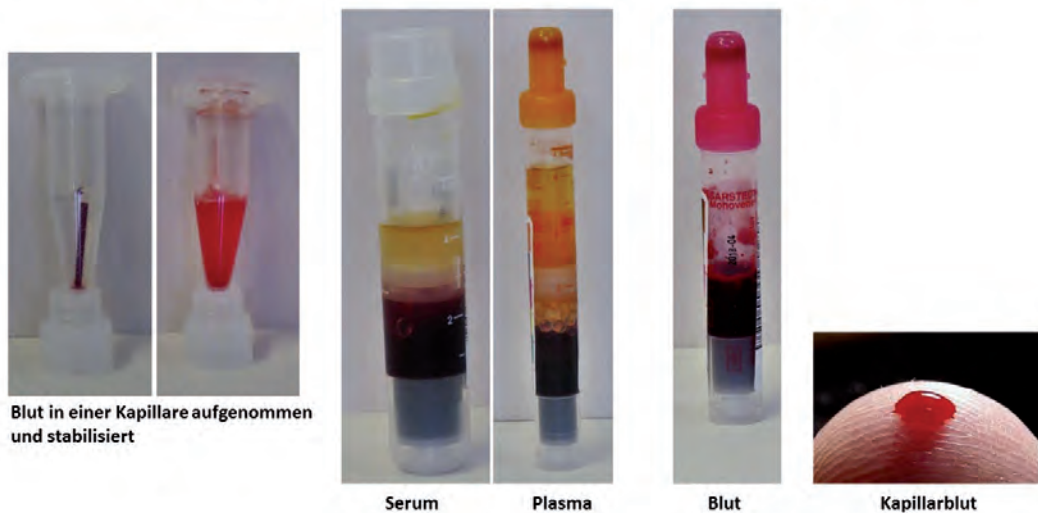


Bild 6:  
Blutzucker-  
Analyse

### Metrologische Rückführung mittels Isotopenverdünnung-Kapillar-Gaschromatografie / Massenspektrometrie (ID-GC/MS)

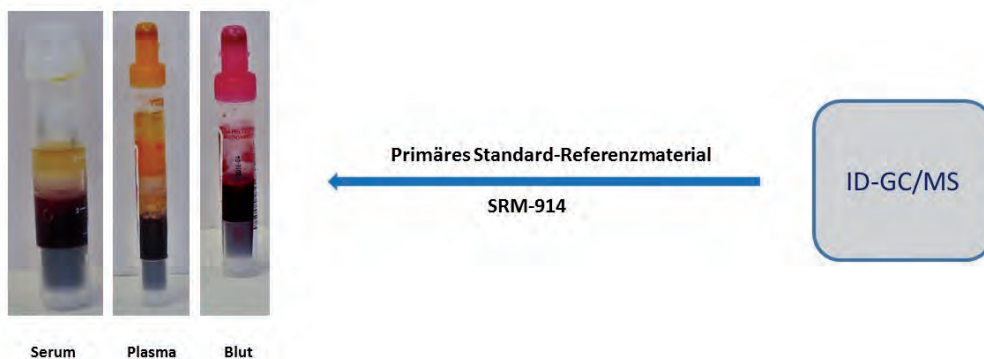


Bild 7:  
Metrologische  
Rückführung

Es gibt mit der Isotopenverdünnung-Gaschromatografie/Massenspektrometrie (ID-GC/MS) ein sehr zuverlässiges Messverfahren, und es gibt ein primäres Standard-Referenzmaterial für Glucose.

Das Kalibrierlabor des RfB in Hannover hat seit der Gründung vor 13 Jahren einige hundert Kalibrierscheine für die Messgröße Glucose im Serum ausgestellt. In der Regel handelte es sich um die Kalibrierung von Kontrollmaterial, das für die externe Qualitätssicherung in medizinischen Routinelaboratorien verwendet wird.

Zu beachten ist die erweiterte kombinierte Messunsicherheit von nur 1 % (siehe Abbildung unten). Das ist kein herausgehobenes einzelnes Resultat, sondern die normale Qualität für diese Analytik, für diese Messgröße im Kalibrierlabor des RfB in Hannover.

Die metrologische Rückführung für die Glucose-Konzentration in einem Blutstropfen ist schwierig. Der direkte Weg zu Prozeduren mit sehr hohem metrologischen Niveau ist wegen des kleinen Probenvolumens und der Instabilität der Glucose im Blutstropfen nicht (noch nicht) zu realisieren. Die Kalibrierung der transportablen Messgeräte, die täglich weltweit millionenfach genutzt werden, ist eine technische Herausforderung. Nicht bei allen Herstellern kommt eine ausreichende Rückführung der Messergebnisse zustande.

Die Qualität der Blutzuckermessung mit den transportablen Messgeräten entzieht sich immer noch einer einfachen und effektiven Überprüfung. Es gibt immer noch zu viele Geräte, die ungenügend genaue Messergebnisse liefern.

Die nächste metrologische Herausforderung

**DEUTSCHER KALIBRIERDIENST DKD**  
Kalibrierlaboratorium für klinisch-chemische Messgrößen  
Calibration laboratory for clinical chemical quantities  
AKKREDITIERT DURCH DIE ACCREDITED BY THE  
Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes

**DGKL**  
Deutsche Vereinigte Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V.  
Referenzinstitut für Bioanalytik  
Reference Institute of Bioanalysis

**1025**  
DKD-K-20602  
2015-04

Seite: 2  
Page:

Die Kalibrierung erfolgte gemäß EN ISO 15195 und EN ISO 17025.

Kalibriergegenstand: Ringversuchsprobe  
Kalibriermittel: Lyophilisat

Analyt: Glucose  
System: Serumähnliches Material  
Messgrößenart: Stoffmengenkonzentration

Kalibrierverfahren: Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Glucose in Matrix mit der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse unter Verwendung des Standards SRM 917c des National Institute of Standards and Technology (NIST), USA.

Weitere Meßbedingungen: Die Stoffmengenkonzentrationen sind auf eine Temperatur von 20 °C bezogen.

Untersuchte Stichprobe: Aus einem Pool von 5 Abfüllungen des Untersuchungsmaterials wurden zwei Proben entnommen. Jede Probe wurde in jedem von insgesamt zwei Messzyklen untersucht. Die Anzahl der Messwiederholungen pro Messzeit ist aus der Liste mit den Einzelwerten zu ersehen.

Messergebnisse  
Referenzmethodenwert: 5,359 mmol/L 96,55 mg/dL  
Erweiterte Messunsicherheit: 0,054 mmol/L 0,97 mg/dL  
Relative erweiterte Messunsicherheit: 1,00 %

Angabe ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

DKD-K-20602	Ergebnis	Erweiterte Messunsicherheit	Relative erweiterte Messunsicherheit
09.04.13	5,375 mmol/L	0,054 mmol/L	1,00 %
09.04.13	5,362 mmol/L	0,054 mmol/L	1,00 %
09.04.13	5,369 mmol/L	0,054 mmol/L	1,00 %
09.04.13	5,365 mmol/L	0,054 mmol/L	1,00 %
09.04.13	5,378 mmol/L	0,054 mmol/L	1,00 %

Bild 8: Kalibrierschein für die Messgröße Glucose im Serum

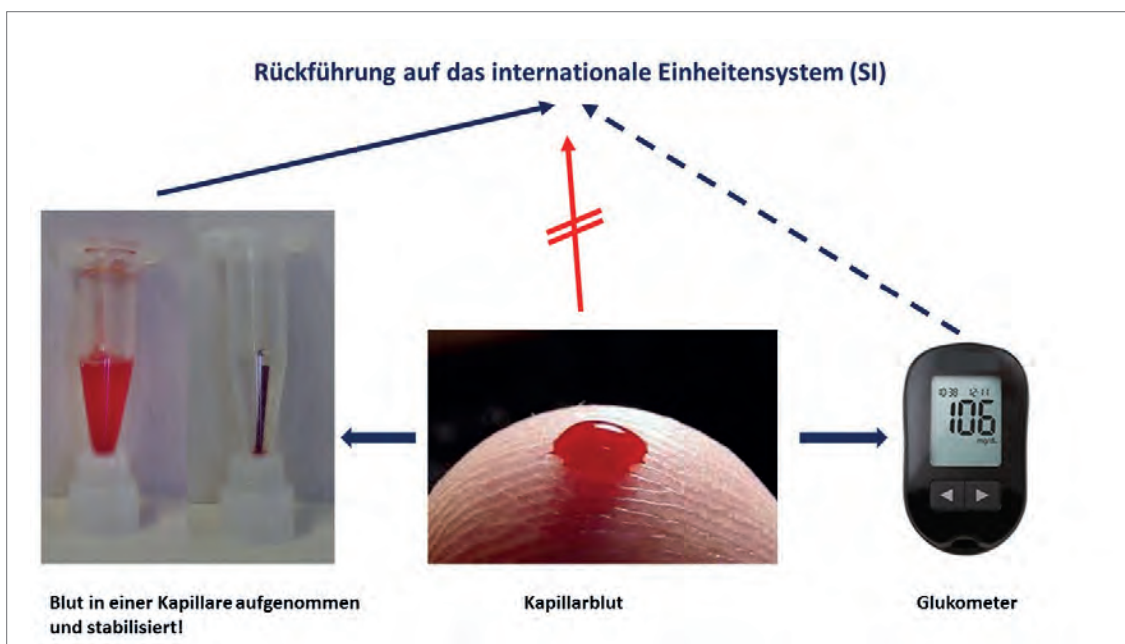


Bild 9: Rückführung auf das SI. Der Blutstropfen ist ein Unikat. Ein zweiter Blutstropfen von einer zweiten Fingerbeere fast gleichzeitig entnommen, enthält mit großer Wahrscheinlichkeit nicht dieselbe Glucose-Konzentration.

existiert bereits mit der Sensortechnik für das kontinuierlich Messen der Glucosekonzentration auf der Haut des Patienten.

Beispiele für eine sehr erfolgreiche Zusammenarbeit vom Kalibrierlabor im medizinischen Bereich mit PTB und DKD sind die Verfahren zur Kalibrierung von katalytischen Enzymkonzentrationen.

Die Enzymdiagnostik dient der Erkennung von Erkrankungen von Organen, in denen bestimmte Enzyme vorzugsweise wirksam sind. Bei Organschädigung treten die Enzyme in das Blut über.

Bei der Messung einer katalytischen Enzymkonzentration wird die Umwandlung von Stoffmengen (Substrat → Produkt) in einem definierten Zeitintervall erfasst.

Das Katal, die Stoffmenge (mol) pro Sekunde, ist eine abgeleitete SI-Einheit.

Für die Standardisierung solcher Messungen auf sehr hohem metrologischen Niveau sind genau festgelegte Reaktionsbedingungen erforderlich (für z. B. Temperatur, pH, Volumenfraktion, etc.).

Vor 15 Jahren wurden die Voraussetzungen für die Standardisierung von sieben Enzymen geschaffen. Die Verfahren wurden in einem Netzwerk von ausgesuchten Referenzlaboratorien entwickelt und unter dem Schirm der Internationalen Fachgesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (IFCC) als primäre Referenzprozeduren publiziert.

Diese internationale Standardisierung ist mittlerweile in den Routinelaboratorien angekommen und wirksam.

Die Analyse von Blut oder Serum ist nicht die vorherrschende Aufgabe der PTB und keine sehr geliebte. Referenzsysteme für Enzymmessungen

erfordern jedoch den häufigen Zugriff auf diese Untersuchungsmaterialien. Für ein Metrologie-Institut ist der Zugriff auf Blut oder Serum von Patienten rechtlich und organisatorisch sehr schwierig.

Referenzprozeduren für Enzyme benötigen kein Kalibriermaterial. **Nur physikalische Konstanten werden zur Berechnung der katalytischen Enzymkonzentration herangezogen.**

Die Aufgabe von DKD und PTB ist deshalb die Überwachung der Verfahren für interne Verifizierung und Kalibrierung, die für Enzymmessungen erforderlich sind: Gravimetrie, Volumetrie, Thermometrie, Potentiometrie, Spektrofotometrie.

Das Kalibrierlabor in Hannover hat als erstes weltweit die Akkreditierung für Enzymmessungen erhalten. Eine Voraussetzung für die Akkreditierung war unter anderem die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen.

Solch ein Ringversuch wurde 2003 eingerichtet und wird seitdem einmal pro Jahr akkreditierten Kalibrierlaboratorien und solchen, die die Akkreditierung anstreben, angeboten.

Im Ringversuch von 2005 haben für das Enzym Gamma-GT nur 5 Laboratorien teilgenommen.

Nur das Kalibrierlabor aus Hannover war zu diesem Zeitpunkt bereits für GGT akkreditiert.

Die Punkte im Youden-Plot zeigen die Messergebnisse der Proben A und B an. Die Rechtecke geben das Ausmaß der erweiterten kombinierten Messunsicherheit wider.

Zehn Jahre später (2015) haben 26 Kalibrierlaboratorien am Ringversuch für GGT teilgenommen. Bemerkenswert ist, dass die meisten der 26 Kalibrierlaboratorien in China angesiedelt sind.

### Enzymdiagnostik im medizinischen Labor:

**Warum?** – Erkennung von Organerkrankungen, in denen bestimmte Enzyme vorwiegend wirksam sind

**Wie?** – Bei genau festgelegten Reaktionsbedingungen (Temperatur, pH, Volumenfraktion, etc.) wird die Umwandlung von Stoffmengen (Substrat → Produkt) in einem Zeitintervall erfasst.

↓  
Mol pro Sekunde = Katal (abgeleitete SI-Einheit)

### Standardisierte Analyse von katalytischen Enzymkonzentrationen im Serum

- Internationale Einigung über Reaktionsbedingungen und Messparameter für sieben Enzyme ( $\alpha$ -Amylase, ALT, AST, AP, CK, GGT, LDH)
- Publikation von primären Messverfahren durch die internationale Fachgesellschaft (IFCC)
- Die Internationale Standardisierung ist im medizinischen Routinelabor angekommen

### Aufgaben von DKD und PTB

Überwachung der Referenzprozeduren für die Enzymmessungen, die kein Kalibriermaterial benötigen: (Nur physikalische Konstanten werden zur Berechnung herangezogen)

**Gravimetrie, Volumetrie, Thermometrie, Potentiometrie, Spektrofotometrie**

Bild 10:  
Kalibrierung von  
katalytischen  
Enzymkonzentrationen



Von den 10 offiziell akkreditierten Kalibrierlaboratorien sind sechs aus China.

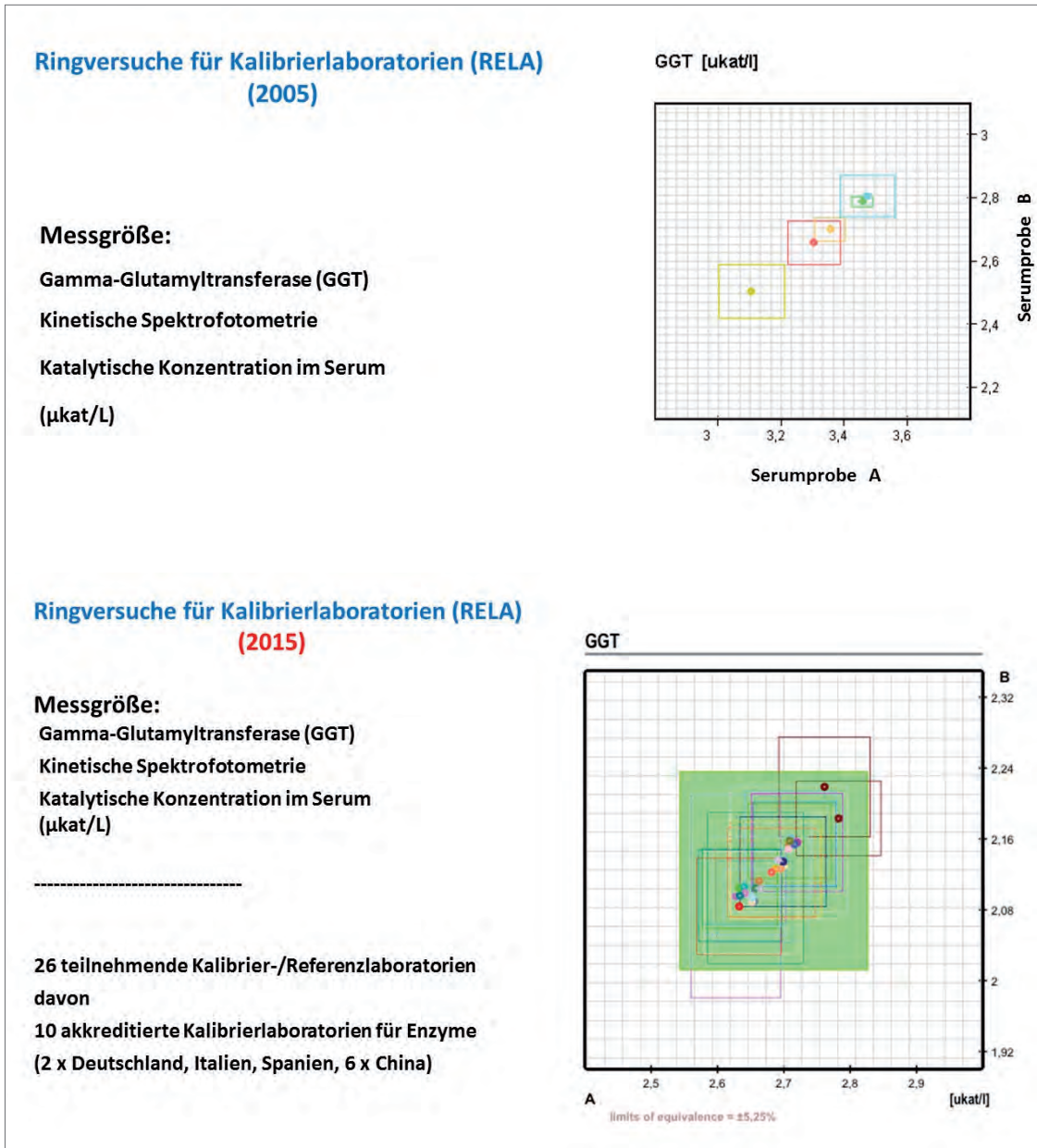


Bild 11:  
Ringversuche  
2005 und 2015

*Das Kalibrierlaboratorium-Hannover und das Referenzinstitut für Bioanalytik (RfB) wünschen dem DKD in der Zusammenarbeit mit der PTB für die Zukunft weiterhin viel Erfolg mit Beiträgen für hochwertige Kalibrierung in Deutschland bzw. aus Deutschland.*





Impressionen





Oelper







**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
**Braunschweig und Berlin**  
Nationales Metrologieinstitut





esanstalt

# DKD

## Impressionen





## Impressum

Die PTB-Mitteilungen sind metrologisches Fachjournal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. Als Fachjournal veröffentlichen die PTB-Mitteilungen wissenschaftliche Fachaufsätze zu metrologischen Themen aus den Arbeitsgebieten der PTB. Die PTB-Mitteilungen stehen in einer langen Tradition, die bis zu den Anfängen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (gegründet 1887) zurückreicht.

### Herausgeber

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

ISNI: 0000 0001 2186 1887

Postanschrift:

Postfach 33 45,  
38023 Braunschweig

Lieferanschrift:

Bundesallee 100,  
38116 Braunschweig

### Redaktion/Layout

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, PTB

Dr. Martin Czaske (wissenschaftlicher Redakteur)

Dr. Dr. Jens Simon (verantwortlich)

Sabine Siems (Layout / Lektorat)

Telefon: (05 31) 592-82 02

Telefax: (05 31) 592-30 08

E-Mail: [sabine.siems@ptb.de](mailto:sabine.siems@ptb.de)

### Erscheinungsweise und Copyright

Die PTB-Mitteilungen erscheinen viermal jährlich. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und in allen anderen elektronischen Datenträgern.

Printed in Germany ISSN 0030-834X

Die fachlichen Aufsätze aus dieser Ausgabe der PTB-Mitteilungen sind auch online verfügbar unter:  
**doi: 10.7795/310.20190399**



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
**Braunschweig und Berlin**  
Nationales Metrologieinstitut

Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Telefon: 0531 592-3006  
Fax: 0531 592-3008  
E-Mail: [presse@ptb.de](mailto:presse@ptb.de)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)