

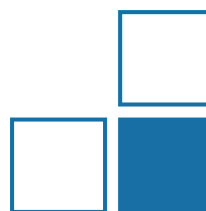


**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
**Braunschweig und Berlin**  
 Nationales Metrologieinstitut

# Der digitale Kalibrierschein

*(Konzept und erste Anwendungen)*

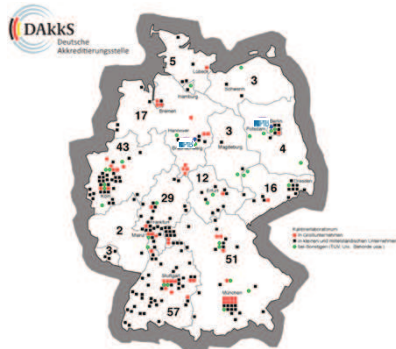
Thomas Wiedenhöfer, Julia Hornig,  
 Siegfried Hackel, Alexander Scheibner



## Kalibrierungen in Deutschland

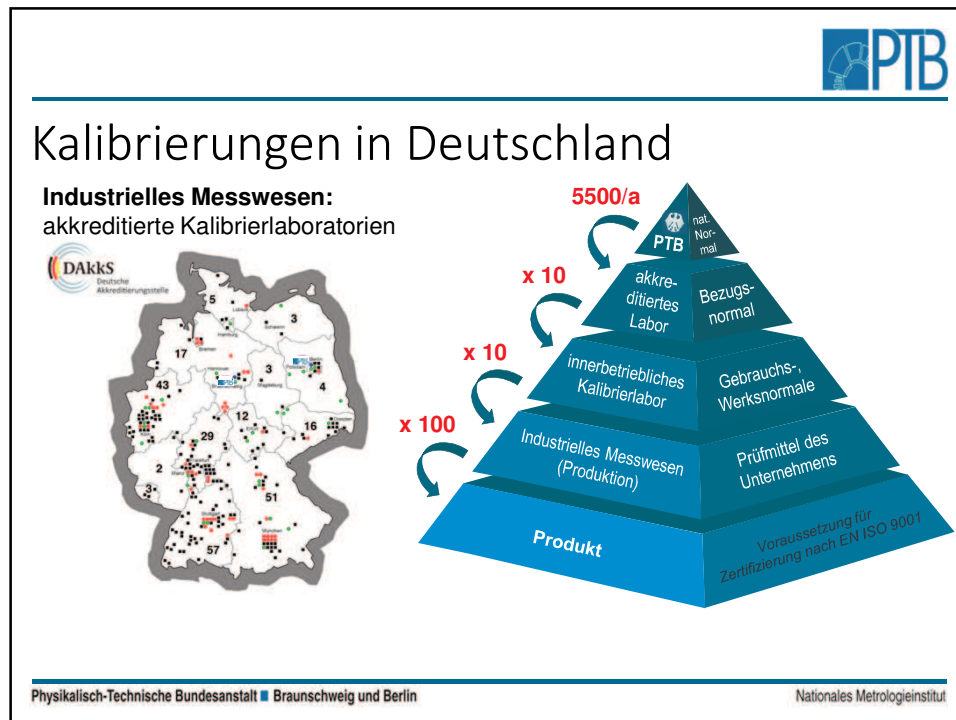


**Industrielles Messwesen:**  
 akkreditierte Kalibrierlaboratorien



**Gesetzliches Messwesen:**  
 Eichämter der Länder







## Analoger Kalibrierschein

**-> Digitaler Kalibrierschein**



- **Seite 1: → Dokument-Anfang:**
  - verbindlicher Satz Angaben
  - 2 Unterschriften
    - kryptografische Signatur
  - Siegel
- **Dateneingabe:**
  - ~~manuell~~ → **automatisiert**
- **Nutzung:**
  - ~~Original abgeholt~~
    - **maschinenlesbar gespeichert**
  - ~~PDF in Verwendung~~
    - **Systemintegration**
    - **zentrale Datenhaltung**
    - **Cloud-Anwendung**

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

# Aufbau Digitaler Kalibrierschein



## 1. Verwaltungsangaben

reglementiert

## 2. Kalibrierergebnisse

reglementiert:  
 $y \pm U$  in SI-Einheit

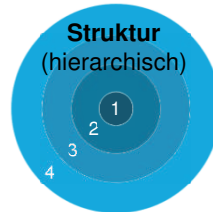
nicht reglementiert:  
individuelle Daten

## 3. Kommentare

nicht reglementiert

## 4. Dokument-Anhang

Menschen-lesbar



Normen  
und Richt-  
linien

SI

...

GUM

CODATA

ISO/IEC 17025

Aus-  
tausch-  
format:  
**XML**

international  
anerkannt

bewährt

kryptographisch  
signierbar

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

# Aufbau Digitaler Kalibrierschein



## 1. Verwaltungsangaben

reglementiert

## 2. Kalibrierergebnisse

reglementiert:  
 $y \pm U$  in **SI-Einheit** !

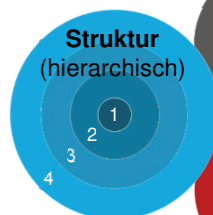
nicht reglementiert:  
individuelle Daten

## 3. Kommentare

nicht reglementiert

## 4. Dokument-Anhang

Menschen-lesbar



Normen  
und Richt-  
linien

Aus-  
tausch-  
format:  
**XML**



Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Herausforderungen

### ▪ Konsens:

- Struktur/Hierarchie
- Austauschformat (XML)

### ▪ technische Lösungen:

- kryptografische Signaturen (Siegel)
- Datensicherheit, Verschlüsselung
- Authentifizierung
- ...

Engineering

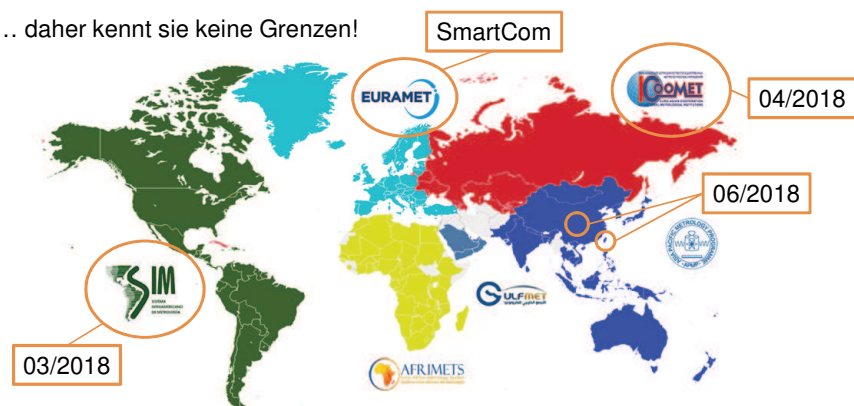
### ▪ Anforderungen:

- Beweiseignung
- Beweissicherheit
- Fälschungssicherheit
- Gültigkeitsnachweis:
  - Dauer
  - Bereich
- wirksamer Widerruf
- ...

Recht

## Digitalisierung ist global ...

... daher kennt sie keine Grenzen!



## European EMPIR Project SmartCom (17IND02)

### Communication and validation of smart data in IoT-networks



### Vision of the project

Develop and establish the basis for an unambiguous, universal, safe and uniform communication of metrological data in the Internet of Things (IoT) and Industry 4.0.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

30.06.2015

9

## What we need

### A consistent, unambiguous system concerning

#### Quantities (international system of quantities "ISO 80000")

base quantities: length, mass, time, ...

standard symbols for dimensions length L; mass M, time, T, ....

quantities of dimension one; angle, refractive index, ....

#### Measurement units

base units: meter is the base unit of length (SI)

derived units; speed meter per second

prefixes from yocto  $10^{-24}$  to Yotta  $10^{24}$

#### Quantity values

length: 5.34 m

electric impedance:  $(7 + 3j)\Omega$

#### Conversion factor between units (redundant formats)

hours in seconds; horsepower in W, rad in deg or grad

#### Nominal properties

color of a paint, ISO two letter country code

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin


Nationales Metrologieinstitut

## What we do not want



Software allows seemingly everything ...

However, what we need to avoid

- Units such as: Inch, Gallon, Feet, Miles, Braunschweiger Ell , ...
- Characters such as: ÄÖÜ, كَلِمَاتٌ مُطَابِقَةٌ, 公尺 [公尺], μέτρα, .....
- Numeral systems such as: binary, hexadecimal, ...
- Numerical digits such as: Roman numerals (MMMCLXXXIIIV), ...

... but some countries (like the US) will introduce or maintain their own variants.

**Economic disaster: complexity rise in the order of  $n*(n-1)/2$**   
*(N: number of redundant information e.g. mm to inch:  $n=2$ )*

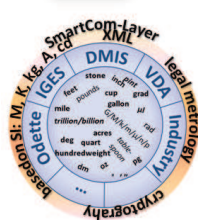
Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Idea of the project



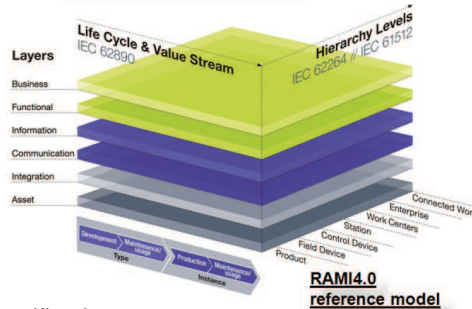
### universal



### SI-based



### easy and fast implementation



- First worldwide digital calibration certification
- easy integration in existing structures
- based on SI-units
- Covering aspects from legal metrology
- 100% praxis oriented
- applicable to all metro-logical domains

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Project excellence



### excellence of idea

- worldwide **first DCC**
- **legal metrology** oriented
- **core competence of NMIs**

### excellence of the consortium

- driven by **leading European NMIs**;
- **a worldwide consortium** with **world market leaders** from industry

### scientific and technical excellence

- **advanced cryptography** and **data handling concepts** using e. g. blockchain or hash chain technology
- **research on legal requirements** and **exchange and conversion of data**, mathematical + numerical **correctness**

**Example:** 
$$\sqrt{2 - i \cdot \frac{1}{3}} \approx \sqrt{4.111 \cdot e^{i \cdot 1.062}} \approx 2.0275 \cdot \sqrt{\cos\left(\frac{25093}{400000}\right) - i \cdot \sin\left(\frac{25093}{400000}\right)}$$

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Project Objectives



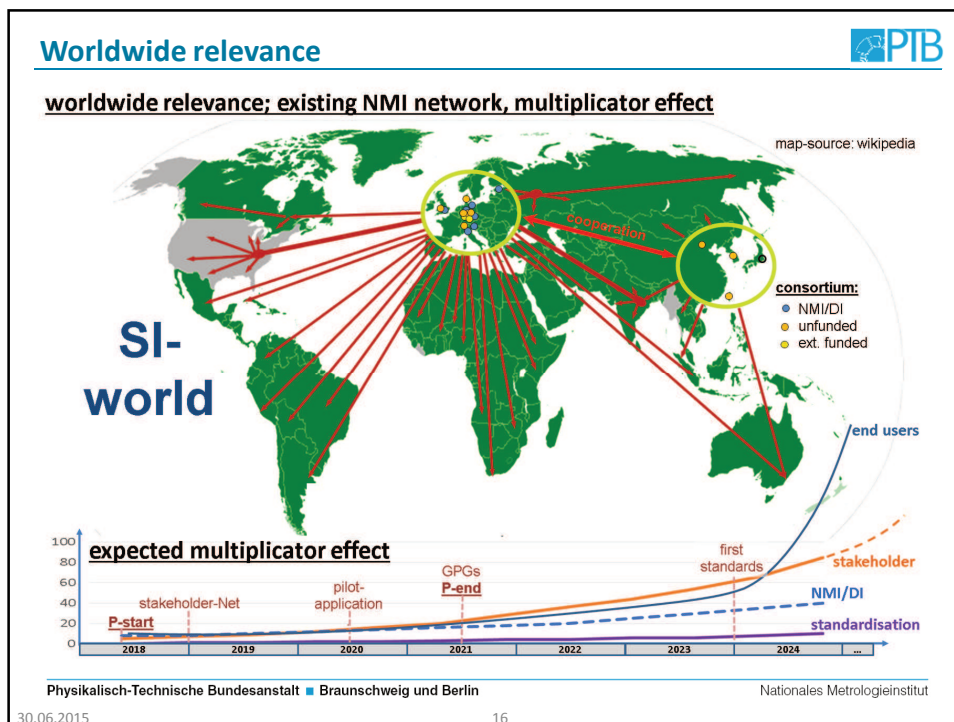
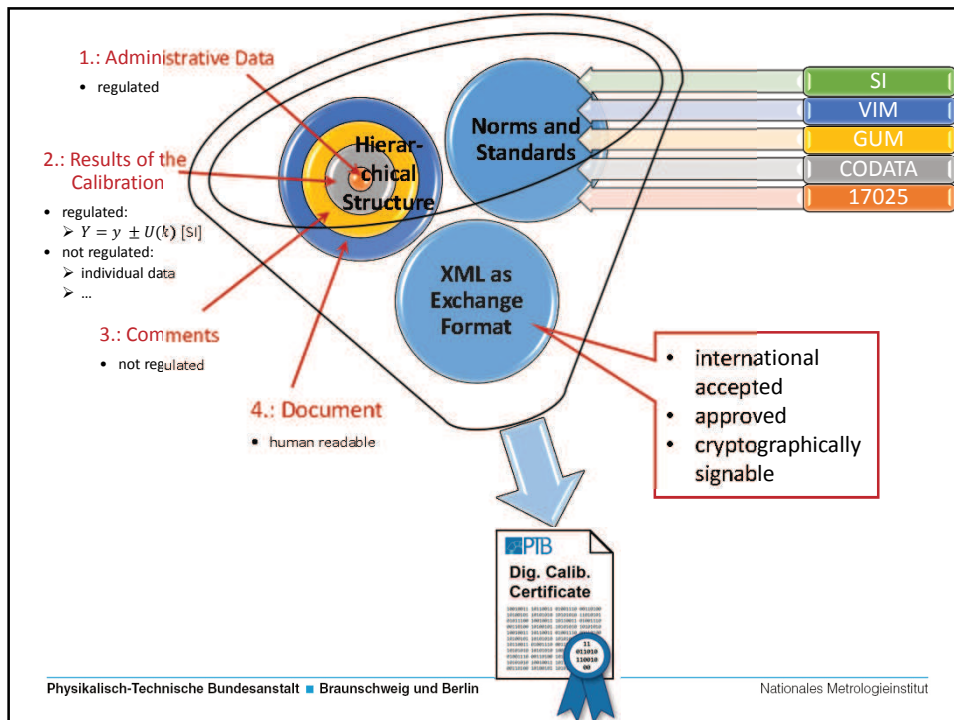
**The PRT focuses on the following objectives:**

1. To define the requirements for a uniform, unambiguous and safe **exchange format for measurement data** and metrological information in an IoT network.
2. To develop and establish secure **digital calibration certificates**.
3. To develop an **online validation** for services system for the types of data format as addressed under objectives 1 and 2.
4. To develop a reliable, easy to use, validated and secure online **conformity assessment procedure** designed for cloud system applications for legal metrology.
5. To build and validate **demonstrators** involving running applications from industrial stakeholders.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

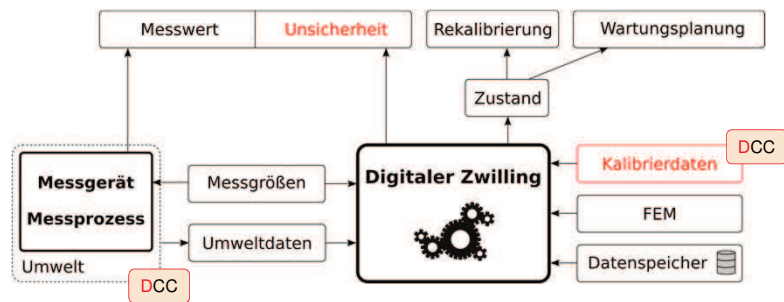
National Metrology Institute







## Anwendung: Digitaler Zwilling



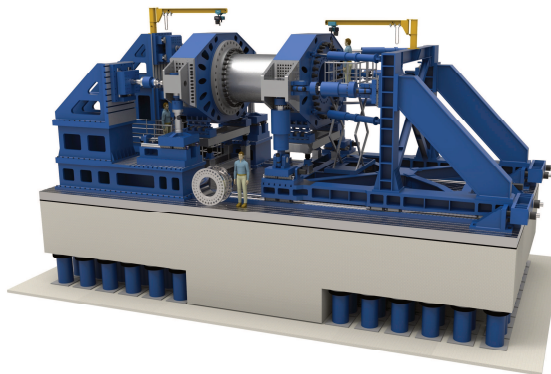
Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Anwendung: DCCW

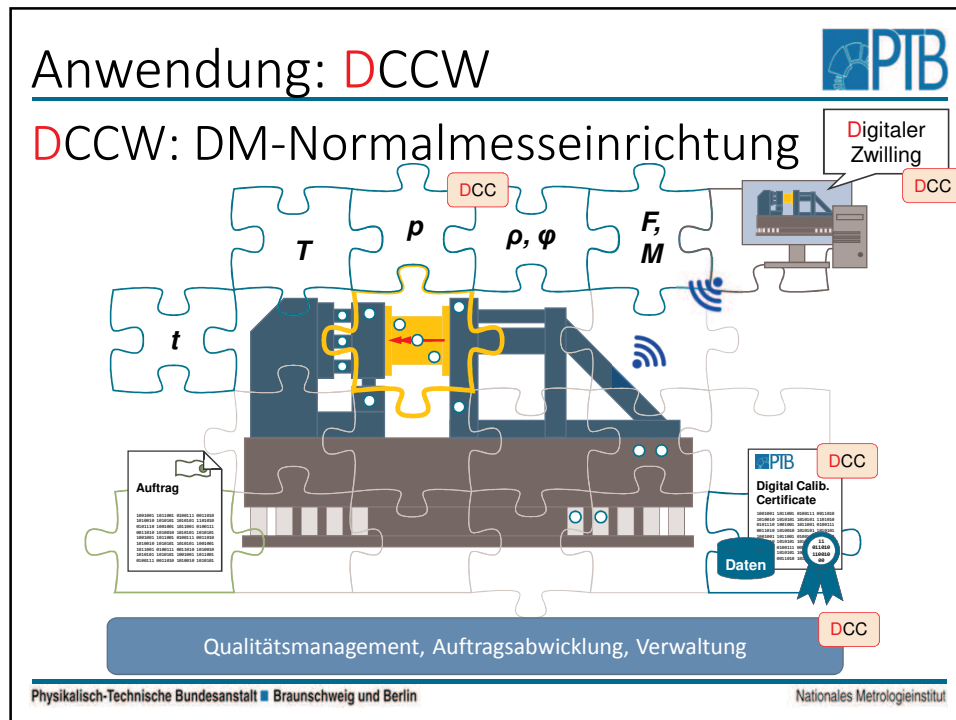


CCW: DM-Normalmesseinrichtung



Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut



## Beispiel: manuelle Dateneingabe

### GEMIM30

Tool [Settings](#)

CALIBRATION AND LAB INFORMATION   CUSTOMER AND OWNER   CALIBRATED OBJECT   MEASUREMENT RESULTS

Calibration Mark:

Reference No: 1.01-15.1004

First Signer: Carl Ludwig Siegel

Function:

E-Mail Address:

Calibration Date: 10.04.2018

☐ MRA

Second Signer:

Function:

E-Mail Address:

Please visit [settings](#) to add Country and Language Data

Please visit [settings](#) to add the Calibration Lab Information

Please visit [settings](#) to add NAA and NMI

[DOWNLOAD XML](#)

© 2018 Physikalisch-Technische Bundesanstalt   [About](#)   [Impressum](#)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

## Beispiel: manuelle Dateneingabe

≡ **GEMIM3D**
Tool
Settings

### Calibration Lab Settings

**DCC Language**

Country Code  
DE - Germany

Primary Language  
de - German

**Mandatory Language**  
en - English
 

Additional Language

**Calibration Lab**

Name  
PTB

Street  
Bundesallee

Street No.  
100

Postcode  
38116

City  
Braunschweig

State  
Deutschland

Additional 1

Additional 2

Additional 3

Location parameter

© 2018 Physikalisch-Technische Bundesanstalt [About](#) [Import](#)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin Nationales Metrologieinstitut

## Beispiel: manuelle Dateneingabe

≡ **GEMIM3D**
Tool
Settings

Additional 2

Additional 3

Location parameter

Postcode  
38116

City  
Braunschweig

State  
Deutschland

Country Code  
DE - Germany

### National Accreditation Authority & Metrology Institute

National Accreditation Authority  
DAKKS

National Accreditation Authority Country Code  
DE - Germany

National Metrology Institute  
PTB

National Metrology Institute Country Code  
DE - Germany

Guest Session saving is currently not available in this Browser. Please Export your Settings for later use.


SAVE

### Import/Export Settings

© 2018 Physikalisch-Technische Bundesanstalt [About](#) [Import](#)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin Nationales Metrologieinstitut

## Beispiel: manuelle Erstellung



≡ GEMIM30
Tool Settings

CALIBRATION AND LAB INFORMATION
CUSTOMER AND OWNER
CALIBRATED OBJECT
MEASUREMENT RESULTS


Country Code:	DE - Germany
Primary Language:	de - German
Mandatory Language:	en - English
Calibration Lab Name:	PTB
Street:	Bundesallee
Street No.:	100
Postcode:	38116
City:	Braunschweig
State:	Deutschland
Country:	DE - Germany
National Accreditation Authority:	DAkkS
National Accreditation Authority Country:	DE - Germany
National Metrology Institute:	PTB
National Metrology Institute Country:	DE - Germany

[DOWNLOAD XML](#)

© 2018 Physikalisch-Technische Bundesanstalt    [About](#)    [Imprint](#)

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

## Beispiel: erzeugter XML-Code



≡ GEMIM30
Tool Settings

CALIBRATION AND LAB INFORMATION
CUSTOMER AND OWNER
CALIBRATED OBJECT
MEASUREMENT RESULTS

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <si:DigitalCalibrationCertificate xmlns:m="http://www.w3.org/1998/Math/MathML" xmlns:p="http://www.w3.org/2000/svg" xmlns:si="http://tracim.ptb.de/DK_dh-as-sh"
3  <si:ManagementData>
4  <si:DigCalCertificate>
5  <si:CallabName>
6  <si:Name>Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)</si:Name>
7  <si:Location>
8  <si:Further>Division 1 "Mechanics and Acoustics"</si:Further>
9  <si:Further>Department 1.8 "Mass - Realization of the Unit"</si:Further>
10 <si:Further>Working Group 1.81 "Realization of Mass"</si:Further>
11 <si:Street>Bundesallee</si:Street>
12 <si:StreetNo>100</si:StreetNo>
13 <si:Postcode>38116</si:Postcode>
14 <si:City>Braunschweig</si:City>
15 <si:CountryC>Germany</si:CountryC>
16 </si:Location>
17 </si:CallabName>
18 <si:CallLocation>
19 <si:CustomerName>
20 <si:OwnerName>
21 <si:Object>
22 <si:Name>Silicon sphere</si:Name>
23 <si:Type>Silicon sphere</si:Type>
24 <si:SerialNo>SIQPKg_02_0</si:SerialNo>
25 <si:ManufacturerName>Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)</si:ManufacturerName>
26 <si:ManufacturerLocation>
27 <si:Further>Division 5 "Precision Engineering"</si:Further>
28 <si:Further>Department 5.5 "Scientific Instrumentation"</si:Further>
29 <si:Further>Working Group 5.56 "Manufacturing Technology"</si:Further>
30 <si:Street>Bundesallee</si:Street>
31 <si:StreetNo>100</si:StreetNo>
32 <si:Postcode>38116</si:Postcode>
33 <si:City>Braunschweig</si:City>
34 <si:CountryC>Germany</si:CountryC>
35 </si:ManufacturerLocation>
36 </si:Object>
37 </si:ManagementData>
38 <si:MeasurementsResults>
  
```

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin
 Nationales Metrologieinstitut

BMWi/PTB-Workshop 10. April 2018






# WORKSHOP

## Metrologie als Fundament für die Digitalisierung

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut

**Ergebnisse der Demokratieaktion beim BMWi/PTB Workshop  
„Metrologie als Fundament für die Digitalisierung“ vom 10.04.2018**



**1. Welche Bedeutung hat die Metrologie auf Deutschlands digitaler Reise? [72 Antworten]**

groß	spürbar	keine	noch unentschieden
------	---------	-------	--------------------

**2. Wie bewerten Sie den Mehrwert des PTB-Digitalisierungskonzepts? [67 Antworten]**

groß	spürbar	keiner	noch nicht absehbar
------	---------	--------	---------------------

**3. Welche Rolle spielt die Metrologie in Digitalisierungsprojekten? [73 Antworten]**

groß	spürbar	keine	noch nicht absehbar
------	---------	-------	---------------------

**4. Sollte die PTB weitere digitale Werkzeuge für Sie vorbereiten? [70 Antworten]**

unbedingt	wäre gut	Nein	bin nicht sicher
-----------	----------	------	------------------

**5. Wie schätzen Sie den Einfluss der neuen EU-Regelungen auf Ihr Unternehmen ein? [73 Antworten]**

groß	spürbar	keinen	noch nicht absehbar
------	---------	--------	---------------------

**Teilnehmergliederung** [> 100 Teilnehmer - ohne Referenten und Team]

Industrie	PTB	sonstige Behörden	Verbände + sonstige
-----------	-----	-------------------	---------------------

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut





## International Workshop “Digital Calibration Certificate”



2. Juni 2019 – 4. Juni 2019



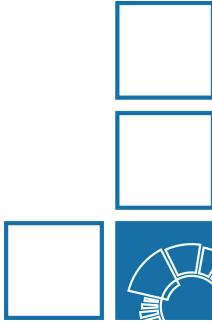
PTB Braunschweig



NMIs, nationale Akkreditierungsstellen

Physikalisch-Technische Bundesanstalt ■ Braunschweig und Berlin

Nationales Metrologieinstitut



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Braunschweig and Berlin**  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig  
Thomas Wiedenhöfer (Wiedenhofer)  
Telefon: 0531 592-1189  
E-Mail: [thomas.wiedenhofer@ptb.de](mailto:thomas.wiedenhofer@ptb.de)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)  
2018-05-16