



## 10. VDI-Fachtagung

# Messunsicherheit praxisgerecht bestimmen – Prüfprozesse in der industriellen Praxis 2021

## Der Weg zum sicheren Messen und Prüfen

Erfurt, 10. und 11. November 2021

Bildquelle: © Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH



# VDI-BERICHTE

Herausgeber:

VDI Wissensforum GmbH

### **Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

### **Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek (German National Library)**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie (German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at [www.dnb.de](http://www.dnb.de).

### **© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2021**

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdruckes, der Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig.

Der VDI-Bericht, der die Vorträge der Tagung enthält, erscheint als nichtredigierter Manuskriptdruck.

Die einzelnen Beiträge geben die auf persönlichen Erkenntnissen beruhenden Ansichten und Erfahrungen der jeweiligen Vortragenden bzw. Autoren wieder. Printed in Germany.

ISSN 0083-5560

ISBN 978-3-18-092390-1

# Inhalt

<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>1</b>
O. Schnelle-Werner, ZMK & ANALYTIK GmbH, Bitterfeld-Wolfen P. Jatzkowski, TÜV Rheinland Consulting GmbH, Köln	

## ► **Plenarvortrag**

---

<b>Digitalisierung für das Prüfprozessmanagement in der Fertigungsmesstechnik</b> . . . . .	<b>3</b>
D. Imkamp, Carl ZEISS Industrielle Messtechnik, Oberkochen	

## **Teil I: Messunsicherheit praxisgerecht bestimmen 2021**

### ► **Thermodynamische und chemische Messgrößen**

---

<b>Der absolute pH-Wert <math>pH_{abs}</math> und seine Messunsicherheit</b> . . . . .	<b>13</b>
F. Bastkowski, S. Seitz, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig; A. Heering, R. Born, S. Lainela, I. Leito, J. Nerut, J. Saame, University of Tartu, Tartu, Estland; V. Radtke, Universität Freiburg, Freiburg; D. Nagy, Z. S. Nagyne, L. Szucs, Government Office of the Capital City Budapest (BFKH), Budapest, Ungarn; M. Rozikova, M. Vičarova, Czech Metrology Institute (CMI), Brno, Tschechien; L. C. Deleebeek, A. Snedden, DFM A/S, Horsholm, Denmark; B. Anes, R. Bettencourt, M. F. Camoes, FCIencias.ID, Centro de Quimica Estrutural, Faculdade de Ciencias da Universidade de Lisboa (FCID), Lissabon, Portugal; R. Quendera, L. F. Ribeiro, Instituto Portugues da Qualidade (IPQ), Lissabon, Portugal; D. Stoica, Laboratoire de Metrologie et d'Essais (LNE), Paris, Frankreich; T. Näykki, Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsinki, Finland; L. Liv, E. Uysal, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Tubitak Ume), Gebze Yerleşkesi, Türkei	

<b>Messunsicherheitsbetrachtung für die Kalibrierung von keramischen Wärmestrom- sensoren</b> . . . . .	<b>23</b>
F. Bartz, S. Gehrmann, Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG, Weissach; S. Marin, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau	

## ► **Multiple und komplexe Mess- und Sensorsysteme**

---

- Quantifizierung von Redundanz in Sensorsystemen und die Beziehung zur Messunsicherheit** . . . . .35  
G. J. P. Kok, VSL B.V., Delft, Niederlande
- Messunsicherheitsbestimmung bei der Datenfusion lokaler und globaler Messtechnik zur Sektionsmontage im Flugzeugbau** . . . . .47  
M. Huber, C. Nicksch, Werkzeugmaschinenlabor WZL, RWTH Aachen University, Aachen;  
R. H. Schmitt, Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie IPT, Werkzeugmaschinenlabor WZL, RWTH Aachen University, Aachen
- Praxisorientierte, simulative Abschätzung von Unsicherheiten komplexer Messsysteme.** . . . .63  
J. Degenhardt, G. Dai, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig;  
R. Tutsch, Institut für Produktionsmesstechnik IPROM, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig
- Verknüpfung von Datensätzen mit unterschiedlicher Auflösung mittels parallelkinematischem Positioniersystem** . . . . .75  
S. Metzner, T. Hausotte, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

## ► **Elektrische Messtechnik**

---

- Eignungsprüfung – wurde wirklich so kalibriert oder geprüft wie spezifiziert? – Beispiel: Prüfung von Elektrizitätszählern** . . . . .87  
C. Mester, J. Braun, Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS, Bern-Wabern, Schweiz
- Messunsicherheiten von modalen Streuparametern.** . . . . .97  
K. Kuhlmann, F. Gellersen, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig;  
R. Pöhmerer, LEONI Kabel GmbH, Roth
- Die Konformitätsbeurteilung von 5G-Basisstationen** . . . . . 111  
F. Pythoud, Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS, Bern-Wabern, Schweiz

## ► Dimensionelle und mechanische Messgrößen

---

**Unsicherheitsbetrachtungen zur Charakterisierung von Mikrokugeln auf Basis von AFM-Oberflächenscans** . . . . . 121  
E. Oertel, E. Manske, Technische Universität Ilmenau

**Messunsicherheitsbudgets in der Oberflächentechnik – Stufenhöhe, Schichtdicke, Eindringhärte, Haftfestigkeit** . . . . . 133  
U. Beck, A. Hertwig, M. Griepentrog, S. Hielscher, T. Lange, M. Weise, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

## ► Digitalisierung in der Metrologie und aktuelle Ansätze in der Modellbildung

---

**Nach der Neudefinition des Kilogramms: Darstellung kleiner Kräfte heute** . . . . . 147  
T. Fröhlich, Technische Universität Ilmenau

**Systematische Realisierung von Software zur Messunsicherheitsbestimmung am Beispiel der Virtuellen Planck-Waage** . . . . . 159  
I. Poroskun, C. Rothleitner, D. Heißelmann, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig

**Virtuelle dimensionelle Röntgencomputertomografie für die numerische Messunsicherheitsbestimmung** . . . . . 169  
T. Reuter, F. Wohlgemuth, T. Hausotte, Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik (FMT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen

**Modellbildung in der Messtechnik und ihre künftige Entwicklung** . . . . . 179  
N. Schiering, O. Schnelle-Werner, ZMK & ANALYTIK GmbH, Bitterfeld-Wolfen;  
M. Heizmann, Institut für Industrielle Informationstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT);  
K.-D. Sommer, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau

## ► Mechanische Messgrößen

---

Steifigkeitskalibrierung von Cantilevern: Rückführbares Messen der Kraft-Weg-Kennline . . . 189  
O. Dannberg, T. Fröhlich, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau

## ► Konformitätsnachweise

---

Quantitativer Ergebnis-Indikator zur Bewertung von Vergleichsmessungen –  
Vergleichsmessungen aus Sicht des Verbraucherschutzes auswerten . . . . . 197  
S. Friederici, S. Rudtsch, L. Bünger, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin

## ► Dimensionelle Messgrößen

---

Frequenzkamm-gekoppelte Metrologielaser für den Einsatz in Nanopositionier- und  
Nanomessmaschinen . . . . . 209  
U. Blumröder, R. Füzl, E. Manske, Technische Universität Ilmenau, Institute of Process  
Measurement and Sensor Technology, Ilmenau;  
P. Köchert, J. Flügge, Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB), Precision Engineering  
Division, Braunschweig

Längenmessabweichung und Antastabweichung in dem sich verändernden technischen  
Umfeld der Koordinatenmesstechnik . . . . . 223  
D. Imkamp, Carl ZEISS Industrielle Messtechnik, Oberkochen;  
A. Martin, HEXAGON Metrology GmbH, Wetzlar

Komplexe 3D-Scantrajektorien für die dimensionelle Computertomographie durch  
Verwendung eines Hexapoden . . . . . 235  
L. Butzhammer, T. Hausotte, Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik (FMT)  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

## ► Plenarvortrag

---

Self-X Sensorsysteme: Robuste Informationspräsentation und -verarbeitung in adaptiver  
Architektur . . . . . 247  
A. König, Lehrstuhl Kognitive Integrierte Sensorsysteme, Technische Universität  
Kaiserslautern

## Teil II: Prüfprozesse in der industriellen Praxis 2021

### ► Anforderungen der 17025 in der Praxis

---

Erfahrungen in der Anwendung von Messunsicherheitsbudgets in akkreditierten  
Werkstoffprüflaboren entsprechend DIN EN ISO/IEC 17025:2018. . . . . 253

S. Wieler, QUAISO GmbH, Marl;  
H. Frenz, Westfälische Hochschule, Recklinghausen

Umsetzung der DIN ISO 17025 in Bezug auf die Prüfmittel in Herstellerlaboren (Automotive) –  
Anforderungen an Technische Dienste und Hersteller . . . . . 265

F. Schneider, TÜV-Verband e.V., Berlin

Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung von Messunsicherheiten für die Prüfprozess-  
eignung – Prüfprozesseignung vereinfacht aus Spezifikation und Vergleichpräzision  
bestimmen. . . . . 269

E. Wiedenmann, Serious Enterprises, Aalen;  
T. Schlüter, c.a.s. GmbH, Oberhausen

### ► Der neue VDA Band 5: Anforderungen und Anwendung

---

VDA-Band 5 Mess- und Prüfprozesse – Innovationen und Verbesserungen der neuen,  
3. Auflage 2021 . . . . . 281

M. Hoffmann, Cariad SE, Ingolstadt

Praxisgerechte Bestimmung der Messunsicherheit nach VDA 5 (3. Auflage) –  
Der neue VDA Band 5: Anforderungen und Anwendung . . . . . 289

S. Conrad, Q-DAS GmbH, Weinheim

VDA Band 5 und ISO 22514-7:2021 „Eignung von Messprozessen“ . . . . . 295

E. Dietrich, IconPro GmbH, Aachen

Schraubtechnik im Wandel – Neue Richtlinien und Aktivitäten des VDI/VDE GMA FA 3.63  
bieten mehr Klarheit und Freiheiten für Anwender . . . . . 305

S. Herbold, STAHLWILLE Eduard Wille GmbH & Co. KG, Wuppertal;  
M. Fischer, SCS Concept Deutschland GmbH, Loiching/Kronwieden

## ► **Planung von Prüfprozessen**

---

**Risikobasierter Ansatz zur Absicherung von Prüfprozessen in der Medizintechnik . . . . . 317**  
M. M. Pfeiffer, Karl Storz SE & Co. KG, Tuttlingen

**Festlegung von Prüffristen in der Praxis . . . . . 329**  
R. Ernst, Ernst Quality Consulting, Stuttgart

## ► **Zukunft der Messtechnik**

---

**Dynamische Kraft- und Druckkalibrierung – Verfahren und Rückführung . . . . . 341**  
C. Sander, A. Pejak, Testo Industrial Services GmbH, Kirchzarten

**Das Digital Calibration Certificate (DCC) . . . . . 349**  
S. Hackel, F. Härtig, T. Schrader, A. Scheibner, J. Loewe, B. Glöger, J. Jagieniak,  
D. Hutzschenreuter, G. Söylev-Öktem, L. Doering, Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
(PTB) Braunschweig

## ► Posterbeiträge

---

- Investigation of the measurement uncertainty in the 2D-instrument transfer function (ITF) characterization of areal surface topography measuring instruments . . . . . 361**  
Z. Jiao, G. Dai, R. Tutsch, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig
- Prüf' ich noch – oder mess' ich schon? Ein Konzept für die Prüfun­sicherheitsbestimmung von zerstörungsfreien Prüfsystemen . . . . . 367**  
D. Kanzler, V. K. Rentala, Applied Validation of NDT, Berlin;  
M. Bertovic, T. Heckel, M. Rosenthal, Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung, Berlin;  
S. Keßler, R. Stolz, F. Dethof, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg;  
A. Jüngert, Materialprüfanstalt, Stuttgart;  
J. Vrana, Vrana GmbH, Rimsting
- „Remote-leaded“ Annahmeprüfung für Koordinatenmessgeräte . . . . . 373**  
D. Imkamp, R. Friedel, D. Smolik, V. Greifzu, Carl ZEISS Industrielle Messtechnik, Germany, Oberkochen;  
S. Maruyama, Tokyo Seimitsu Co., LTD (ACCURETECH), Japan  
S. Miyazaki, ASANUMAGIKEN Co., LTD, Japan
- Erstellung des Messunsicherheitsbudgets eines Torsionsprüfstandes und dessen Eignungsuntersuchung als Basis der funktional-geometrischen Korrelation . . . . . 381**  
S. Schiefer, Q-DAS GmbH, Chemnitz;  
M. Gerlach, HS Mittweida;  
J. Seewig, Technische Universität Kaiserslautern





**INGENIEUR.de**  
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

powered by VDI Verlag

# Starten Sie durch – auf INGENIEUR.de!

**Das TechnikKarriereNews-Portal für  
Ingenieure und IT-Ingenieure.**

Was immer Sie für Ihre Karriere brauchen – Sie finden es auf ingenieur.de:  
Auf Sie zugeschnittene Infos und Services, Stellenangebote in der Jobbörse,  
Firmenprofile, Fachartikel, Gehaltstest, Bewerbungstipps, Newsletter und alles  
zu den VDI nachrichten Recruiting Tagen.

