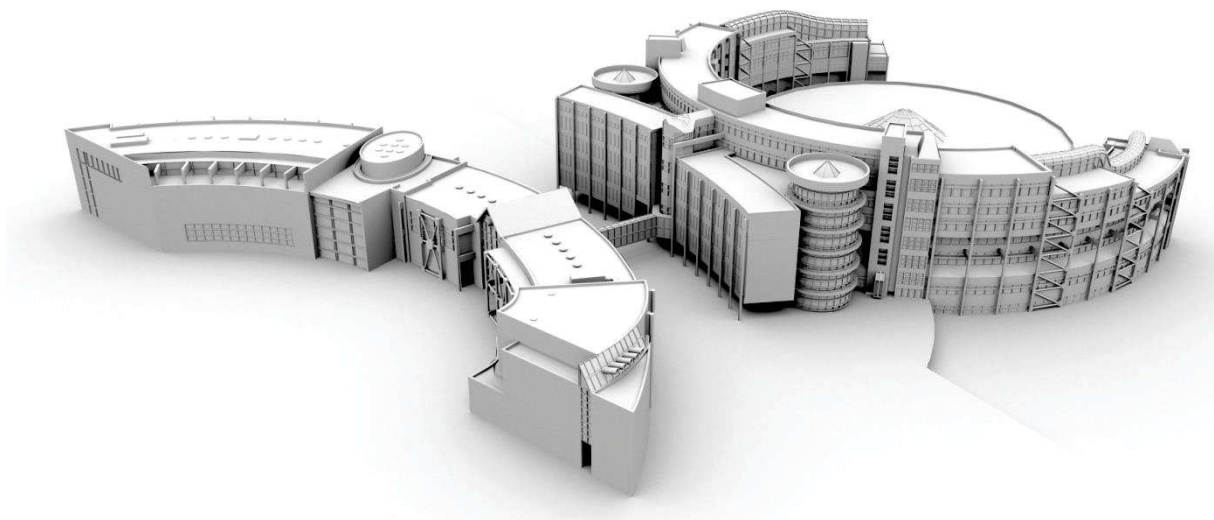




# 13. Berliner Runde

Cyber-Physische Systeme  
als Wandlungsbefähiger  
für die moderne Produktion



01. und 02. März 2018

Produktionstechnisches Zentrum Berlin

## Tagungsunterlagen

## 13. Berliner Runde

Cyber-Physische Systeme  
als Wandlungsbefähiger für die moderne Produktion

Ein herzliches Dankeschön an alle Industrieaussteller 2018



Begleitband zur

## **13. Berliner Runde**

**Cyber-Physische Systeme  
als Wandlungsbefähiger für die moderne Produktion**

01. - 02. März 2018

**HERAUSGEBER:**

**Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann**

**REDAKTION:**

Sebastian Salein

**Wichtiger Hinweis:**

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2018

**Veranstalter:**

Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik

Produktionstechnisches Zentrum Berlin

Pascalstraße 8 - 9

10587 Berlin

E-Mail: [uhlmann@ipk.fraunhofer.de](mailto:uhlmann@ipk.fraunhofer.de)

Internet: [www.ipk.fraunhofer.de](http://www.ipk.fraunhofer.de)

Technische Universität Berlin

Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb

Produktionstechnisches Zentrum Berlin

Pascalstraße 8 - 9

10587 Berlin

E-Mail: [uhlmann@iwf.tu-berlin.de](mailto:uhlmann@iwf.tu-berlin.de)

Internet: [www.iwf.tu-berlin.de](http://www.iwf.tu-berlin.de)

ISBN: 978-3-945406-22-9

„Auf der Schneide des Stahls sitzen die Dividenden, die Schnelligkeit dieser Schneiden ist aber eine Funktion der sie bewegenden Maschinen [...].“

Prof. G. Schlesinger, 6. April 1911

„Werkzeugmaschinen nehmen eine Schlüsselstellung in der industriellen Produktionstechnik ein. [...] Es gilt, die Reserven zur Erhöhung der Produktivität zu erkennen und zu aktivieren.“

Prof. G. Spur, 15. Juni 1972

„Zur Herstellung innovativer Produkte sind exzellente Werkzeugmaschinen die Grundvoraussetzung. [...] Werkzeugmaschinentechnische Forschung und Entwicklung sind somit unerlässlich, um die Chancen der Globalisierung zu nutzen.“

Prof. E. Uhlmann, 16. Februar 2006



## VORWORT

Herzlich willkommen zur Berliner Runde 2018. Zum dreizehnten Mal treffen sich Experten aus dem Werkzeugmaschinenbau, der Anwendungsindustrie und der Forschung im Produktionstechnischen Zentrum Berlin und diskutieren innovative Maschinenkonzepte und Fertigungsstrategien. Organisiert vom Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK – in Kooperation mit den Partnern Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der Technischen Universität Berlin und dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) Ost e.V. – fördert die Berliner Runde den Wissensaustausch zwischen Industrie und Forschung. Im Mittelpunkt der bisherigen Veranstaltungen standen dabei aktuelle Fragestellungen des Werkzeugmaschinenbaus und der Fertigungstechnik. Thematisiert wurden unter anderem die Produktivitätssteigerung durch hybride Fertigungsverfahren, der Einsatz von Robotern als Bearbeitungsmaschinen und die Fertigung von Hochleistungsbauteilen durch maßgeschneiderte Werkzeugmaschinen.

Aus dem gegenwärtigen Trend zum individualisierten, kundenorientierten Produkt und dem damit verbundenen Anstieg der Produktvielfalt, sowie einer Verkürzung der Produktlebenszyklen resultiert der Bedarf nach Produktionssystemen mit einer hohen Wandlungsfähigkeit bezüglich veränderlicher Anforderungen. Diese Eigenschaft befähigt das Produktionssystem, sich auf andere Produktfamilien selbständig umzustellen und die Produktionskapazitäten situativ anzupassen, wodurch die Bewältigung kleiner Losgrößen und großer Stückzahlschwankungen realisiert wird.

Neben der Eigenschaft auf externe Veränderungen eigenständig reagieren zu können, zeichnen sich wandlungsfähige Produktionssysteme durch eine Entwicklungsfähigkeit zur selbständigen Prozessoptimierung aus. Die digitale Abbildung von Produktionssystemen ermöglicht die Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen vor der physischen Realisierung sowie während der Produktion. Der digitale Zwilling eines real existierenden Produktionssystems bietet somit das Potenzial zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit. Dabei wird das physische System durch den Austausch relevanter Daten über Sensorknoten – Stichwort „Internet der Dinge“ – mit dem digitalen Zwilling zu einem Cyber-Physischen System (CPS) verknüpft. Hierdurch wird das Produktionssystem zur modellbasierten, echtzeitfähigen Analyse und Optimierung prozessrelevanter Parameter befähigt.

Der Einsatz von CPS als direkte Verbindung zwischen physikalischer und digitaler Welt stellt die Werkzeugmaschinenbranche vor neue Herausforderungen und erfordert disziplinübergreifende Lösungen. Die Verknüpfung von Werkzeugmaschinen, softwareintensiven Systemen und dedizierten Benutzerschnittstellen mit der Einbindung in digitale Netze eröffnet neue Lösungsräume hinsichtlich der Wandlungsfähigkeit. Dazu zählt beispielsweise eine selbstorganisierende Produktion, die über aktiv kommunizierende Bauteile und Fertigungsmittel verfügt.

Diese Entwicklungsbestrebungen stehen dabei stets im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit, Produktivität und Qualität des Endprodukts und werden bei der diesjährigen Berliner Runde mit dem Thema „Cyber-Physische Systeme als Wandlungsbefähiger für die moderne Produktion“ diskutiert.

Der vorliegende Tagungsband präsentiert zukunftsweisende Konzepte und marktreife Ingenieurlösungen, welche die bedeutenden Trends in der Fertigung von individualisierten Produkten aufgreifen und damit die Kreativität und Leistungsfähigkeit der deutschen Werkzeugmaschinenindustrie und der Forschung eindrucksvoll belegen.

Ich freue mich sehr, Sie auf der 13. Berliner Runde begrüßen zu dürfen.



Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
Institutsleiter  
Fraunhofer-Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik  
Institut Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin



## Inhaltsverzeichnis

<b>Keynote SMART FACTORY 4.0</b>	<b>1</b>
<i>Dr.-Ing. Uwe-Peter Weigmann</i>	
<b>Cyber-Physische Systeme als Wandlungsbefähiger für die moderne Produktion</b>	<b>15</b>
<i>Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann</i>	
<b>Wie digitaler Zwilling und Vernetzung die Produktivität von Werkzeugmaschinen erhöhen</b>	<b>37</b>
<i>Michael Strahlberger</i>	
<b>Potenziale virtueller Werkzeugmaschinen zur Konstruktion, Analyse und Optimierung von Fertigungsanlagen und -prozessen</b>	<b>47</b>
<i>Dr.-Ing. Claus Eppler</i>	
<b>Der Weg in die digitale Produktion aus der Sicht eines Werkzeugmaschinenherstellers</b>	<b>57</b>
<i>Dr.-Ing. Felix Hackelöer</i>	
<b>Entwicklungen zur intelligenten Werkzeug- und Werkstückspanntechnik</b>	<b>69</b>
<i>Dr.-Ing. Florian Aschauer</i>	

<b>Mensch-Roboter-Interaktion in der modernen Produktion</b>	<b>83</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger</i>	
<b>Elementare Bausteine für das Systems Engineering des digitalen Masters und die zustandsbasierte Instandhaltung mit digitalen Zwillingen</b>	<b>99</b>
<i>Dr.-Ing. Patrick Müller</i>	
<b>Mit dem Digitalen Zwilling zum serviceorientierten Geschäftsmodell</b>	<b>117</b>
<i>Andreas Brandt</i>	
<b>Vernetzung von CAM-System und Maschine: Neue Dimensionen hinsichtlich Prozesssicherheit und Produktivität</b>	<b>133</b>
<i>Dr. rer. nat. Josef Koch</i>	
<b>Produktivitätssteigerung durch flexible und intelligente Prozesse in der CNC-Fertigung</b>	<b>151</b>
<i>Herbert Schönle</i>	
<b>Vernetzte Messtechnik in der Industrie 4.0</b>	<b>165</b>
<i>Maximilian Zeitler</i>	