

---

# MASCHINE(N) DER ZUKUNFT

Auf dem Weg zur intelligenten Maschine durch Industrie 4.0?

---



Schaden-/Maschinenforum Hamm,  
25./26.06.2015

Dr. Martin Brüchert  
Fraunhofer-Institut für  
Naturwissenschaftlich-Technische  
Trendanalysen INT

Appelsgarten 2  
53879 Euskirchen

[martin.bruechert@int.fraunhofer.de](mailto:martin.bruechert@int.fraunhofer.de)

# Vortragender

Eine Version des Vortrags,  
die auch die gezeigten  
Bilder enthält, können Sie  
gerne bei mir anfragen.



Dr. Martin Brüchert

Geschäftsfeldleiter Corporate Technology Foresight

Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftliche-

Technische Trendanalysen INT

Appelsgarten 2

53879 Euskirchen

[www.int.fraunhofer.de](http://www.int.fraunhofer.de)

Tel.: +49 (0) 2251 18-229

[martin.bruechert@int.fraunhofer.de](mailto:martin.bruechert@int.fraunhofer.de)

# Die Fraunhofer-Gesellschaft



- Benannt nach Joseph von Fraunhofer (1787-1826), deutscher Wissenschaftler, Erfinder und Unternehmer
  - Entdeckung der Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspektrum
  - Erfolgreiche Leitung einer Glashütte in Benediktbeuren
- größte Organisation für angewandte Forschung in Europa
  - (80 Standorte, 67 Institute, 23.000 Mitarbeiter)
- Kunden sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die Öffentliche Hand
- Über 2 Milliarden Euro Forschungsbudget jährlich
  - Davon Vertragsforschung: 1.7 Milliarden Euro
  - Über 70 Prozent aus Aufträgen für Industrie und öffentlich finanzierte Forschungsprojekte, knapp 30 Prozent Grundfinanzierung durch Bund und Länder

# Die Geschäftsfelder des Fraunhofer INT

- Wehrtechnische Zukunftsanalyse WZA
- Öffentliches FuT-Management ÖFT
- Internationales FuT-Management IFT
- **Corporate Technology Foresight CTF**
- Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren NSD
- Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen EME
- Nukleare Effekte in Elektronik und Optik NEO

**Technologieanalysen  
und Strategische  
Planung  
(TASP)**

Fachforschung  
(Physik)

# 360°-Technologievorausschau



„Unsere Generation dürfte das Glück haben, zwei der faszinierendsten Ereignisse der Geschichte mitzuerleben: die Entwicklung wirklich intelligenter Maschinen und die Vernetzung aller Menschen über ein gemeinsames digitales Netz.“

Andrew McAfee, Massachusetts Institute of Technology MIT

Co-Direktor der MIT Initiative Digital Economy und  
Associate-Director Center for Digital Business

# Industrie 4.0 als Rahmenbedingung oder Treiber für intelligente Maschinen!?

# Industrie 4.0 – Der Begriff

„Im Mittelpunkt von Industrie 4.0 steht die **echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung** von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Systemen.“

Quelle: Plattform Industrie 4.0

Die Vision für ein mögliches Industrie 4.0-Zeitalter ist die **konsequente intelligente Vernetzung** über den gesamten Wertschöpfungsprozess und den Produktlebenszyklus. **Intelligente Objekte** erfassen permanent **Daten** über ihren Zustand sowie die Umgebung.

Während der Herstellungsphase des Produkts wird diese Fähigkeit zur **dezentralen selbstorganisierten Koordination** von Auftrags-, Material und Informationsströmen genutzt.

Quelle: BITKOM / Fraunhofer IAO

# Kernthesen Industrie 4.0

## als Rahmenbedingung der technologischen Entwicklung

- **Echtzeitfähigkeit:** Das Produktionssystem der Zukunft erzeugt das Produkt parallel zu seiner Konfiguration durch den Kunden
- **Vollautomatisiertes Maßschneidern:** Automatisierung wird für immer kleinere Serien bis hin zu Einzelanfertigungen realisierbar und rentabel
- **Pervasive Flexibilität:** Flexibilität nicht nur in der Produktion, sondern auch in allen anderen materiellen, organisatorischen und virtuellen Prozessen
- **Zunehmende Autonomie** dezentraler Produktionsprozesse und Objekte
- **Mensch-Maschine-Interaktion** jenseits Augmented Reality



**BEISPIELHAFTE RELEVANTE  
TECHNOLOGIETRENDS, DIE FUNKTIONALITÄT  
UND AUSSEHEN ZUKÜNFTIGER MASCHINEN  
PRÄGEN KÖNNEN / WERDEN**

# MACHT SENSORIK MASCHINEN INTELLIGENTER?

# Programmierbare Compliance

<https://youtu.be/J9cwyALiF8>

Printed Sensors

3D-Machine-Vision

OTFT Sensors

Nanosensors

CNT Sensors

Ubiquitäre Sensornetzwerke

...

DNA Sensors

# WIE INTERAGIERT DER MENSCH MIT INTELLIGENTEN MASCHINE?

Microsoft Hololens

Mensch-Maschine-Interaktion

Google Glass

Electrotactile Displays

Sonic array

...

# WIE SIEHT DIE MASCHINE DER ZUKUNFT AUS?

z.B. Baxter von [www.rethinkrobotics.com](http://www.rethinkrobotics.com)

- Kolaborativ
  - 3D-Sensoren
  - Mensch-Maschine-Schnittstelle
  - zwei nachgiebige Leichtbau-Roboterarme
- Lernfähig
  - Dank Sensorik
- Flexibel einsetzbar

# REVOLUTIONNIERT DER 3D-DRUCK DIE MASCHINENWELT?

- Die unterschiedlichsten Materialien können verwendet werden
  - Kunststoff
  - Metall
  - Lebensmittel
  - Lebende Zellen
  - Kohlenstoffendlosfasern
  - Zement und andere Baumaterialien
- Additive Fertigung erlaubt komplexe Strukturen
  - Materialsparend
  - Bionisch
  - Robust
  - Ästhetisch
  - In nur einem/wenigen Werkteilen → Montage(-fehler) entfällt

# **WAS KOMMT NACH DER INDUSTRIE 4.0?**

# Industrie 5.0 – Ein Ausblick

	Energie	Prozesssteuerung	Losgröße	Produktionsstätte
Manufaktur	Muskel	Manuell	Individuelle Einzelfertigung	Werkstatt, Manufaktur
Industrie 1.0	Maschine	Mechanisch	Serielle Einzelfertigung (Taylor: Scientific Management)	Fabrik
Industrie 2.0	Maschine	Elektrisch (analog)	Massenfertigung	Fabrik
Industrie 3.0	Maschine	Elektronisch (digital, programmierbar)	(Teil-) Flexibilisierte Massenfertigung	Fabrikverbund
Industrie 4.0	Maschine	Elektronisch (teil-autonom)	Massenhafte Einzelfertigung?	Virtuelle Fabrik (Cyber Physical System)
<b>Industrie 5.0</b>	<b>Maschine</b>	<b>Automatik</b>	<b>Individuelle Einzelfertigung?</b>	<b>Werkstatt, Baumarkt, Wohnung?</b>

B.T. Wittbrodt, A.G. Glover, J. Laureto, G.C. Anzalone, D. Oppliger, J.L. Irwin, J.M. Pearce (2013), Mechatronics:  
**Life-cycle economic analysis of distributed manufacturing with open-source 3-D printers**



Befindet sich DIE  
Maschine der  
Zukunft bereits in  
Sichtweite?