

## Von der Sensorik zur Umwelterkennung – strategische Herausforderungen

Leibniz Konferenz-Sensorsysteme 2012  
Lichtenwalde, 18.-19.10.2012  
Dr. Wolfgang Sinn

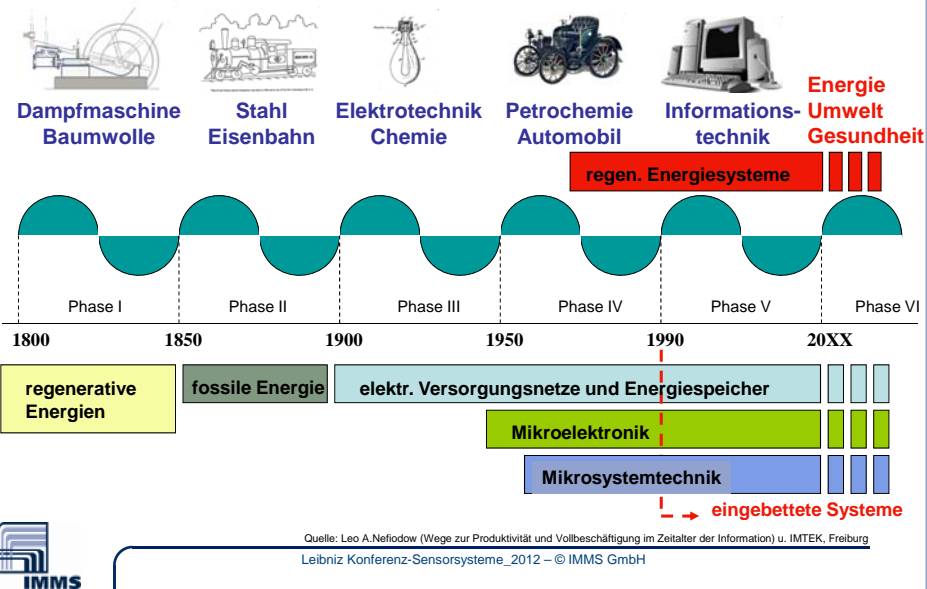
### Gliederung

- Megatrends/ Hightech-Strategie
  - Wirtschafts-politische Zukunftsfelder
- Vernetzt, mobil, smart zur intelligenten Umgebung
  - Wirkprinzipien biologischer Systeme
  - Vom Sensor zum intelligenten System
  - Vom eingebetteten System zum CPS\*
  - CPS-Technologien zur Umwelterkennung
- Beispiele
  - Industrie 4.0, Smart Grid, Smart Traffic
  - Autonomik
  - Assistenzsysteme
- Fazit & Ausblick



CeBIT 2012

## Wellen der Konjunktur und ihre Basis-Innovationen

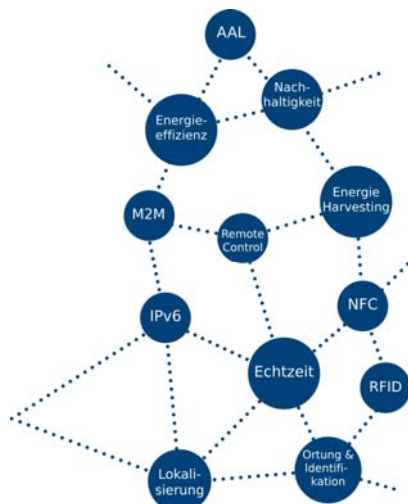


## Wirtschafts-politische Zukunftsfelder (Konvergenzmärkte)



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Vernetzt, mobil, smart – Bausteine der Innovationen von morgen



Genau wissen, was passiert. Überall.

Optimal messen, steuern, regeln und entscheiden:

- Energieeffizienz
- Geringe Emission
- Qualitätskontrolle/-sicherung
- Sicherheit
- Optimaler Rohstoffeinsatz
- Hoher Wirkungsgrad
- Geringe Wartungskosten
- Kostenreduzierung



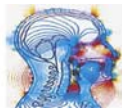
AAL-Ambient Assisted Living, NFC-Near Field Communication, M2M:Machine-to-Machine Communication

Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Wirkprinzipien biologischer Systeme

- Daten/Information aus der Umwelt und aus dem System selbst aufnehmen  
**Sinne – Sensorik**
- Effiziente Anpassung an Struktur und Einwirkungen der Umgebung  
**Adaption- Lernen- Speichern- Informationstransport über die Zeit**
- Aktive wechselwirkende Einbettung in die Umgebung  
**Autonomie- aktive Wahrnehmung- Selbstorganisation**
- Biologische Wahrnehmung und Informationsverarbeitung folgt einer besonderen zeitlichen Organisation  
**Biologische Uhr- adaptive hocheffiziente Aufmerksamkeits-Steuerung, Lösung örtlich komplexer Aufgaben durch zeitlich komplexe Abläufe**
- Kognitive Fähigkeiten höherer Wirbeltiere als eigene Qualität  
**Unterschied zwischen Signalinhalt und Wissen (Können)**

Menschliche Sensorik: Hören ( $3 \times 10^4$ )  
Riechen ( $10^7$ )  
Tasten ( $5 \times 10^5$ )  
Kältesensibilität ( $10^5$ )



Sehen ( $2 \times 10^8$ )  
Schmecken ( $10^7$ )  
Schmerzsensibilität ( $3 \times 10^6$ )  
Wärmesensibilität ( $10^4$ )



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

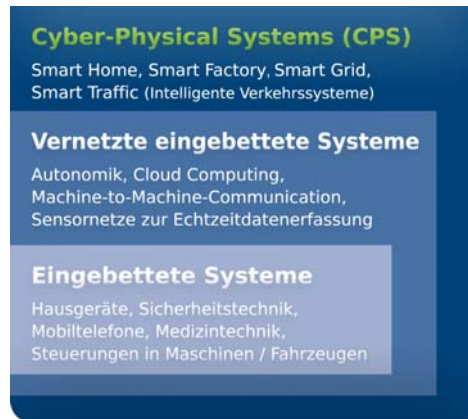
Quelle: Mikroelektron.Sensoren Heidelberg, 1990.

## Technologische Trends

„Vom Sensor zum intelligenten System“



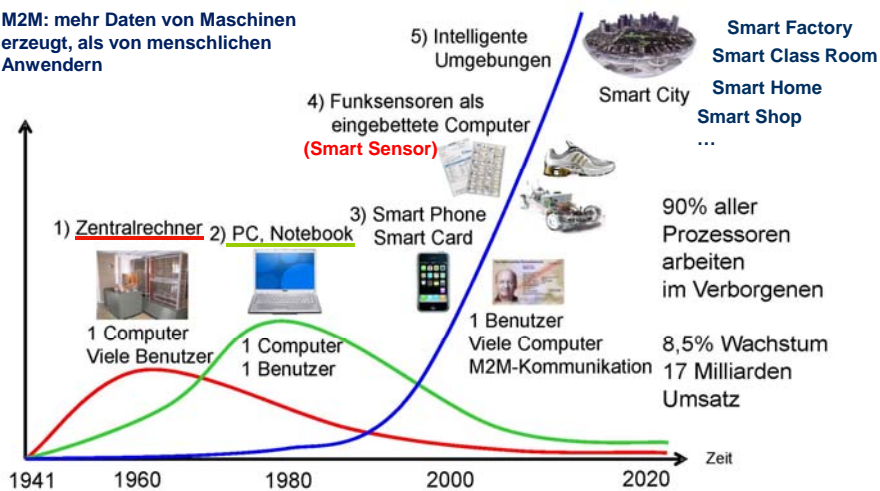
„Vom eingebetteten System zum Cyber-physikalischen System“



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Vernetzt, mobil, smart zur intelligenten Umgebung

**M2M: mehr Daten von Maschinen erzeugt, als von menschlichen Anwendern**

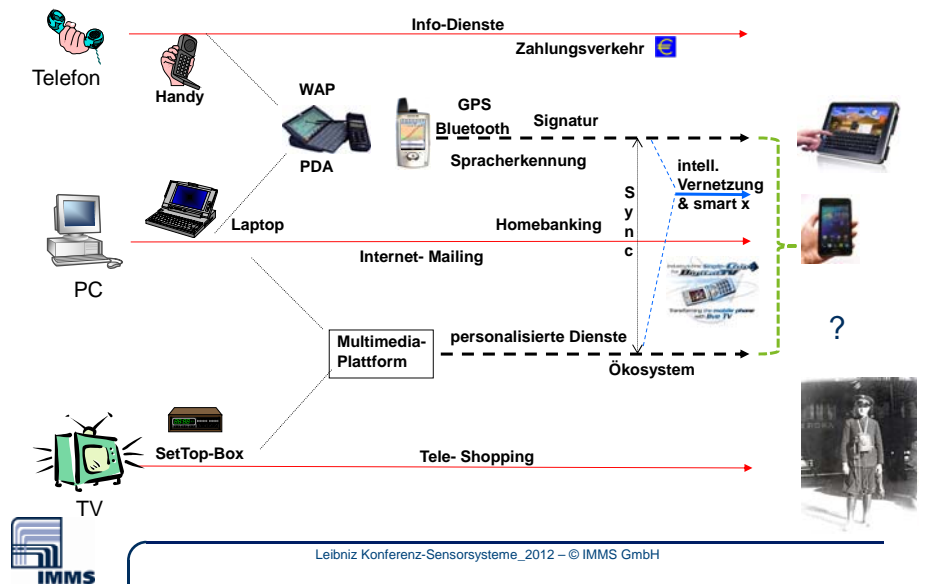


Quelle: www.dfki.de/~wahlster



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

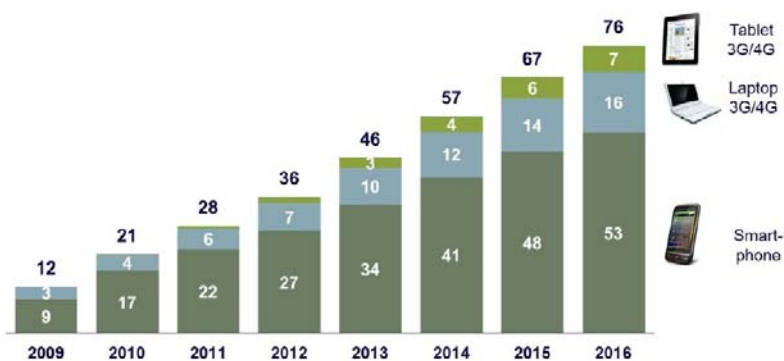
## Konvergenz der Zugangsmedien „Freiheit durch Mobilität“



## Rasanter Anstieg des mobilen Datenverkehrs

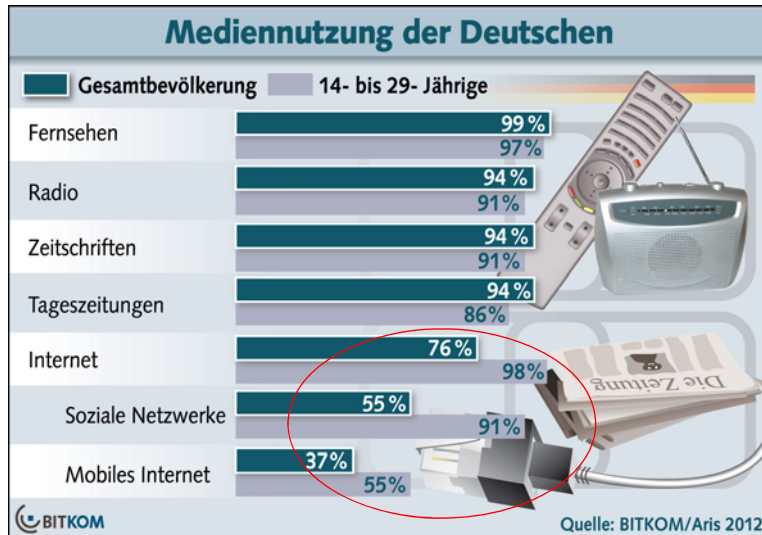
### Mobile Internet Connected Devices in Germany

Millions of mobile units with regular Internet usage (Smartphones, Laptops and Tablets)



Source: Bitkom, BNetzA, Solon mobile market model 2011

## Akzeptanz neuer Medien



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## CPS-Technologien (1) für intelligente Infrastrukturen und Plattformen

- **Physikalische Situationserkennung**
  - Sensorfusion (redundante, übergreifende Sensorverbünde)
  - Mustererkennung (Bedeutungserkennung, Situationsbewertung)
  - Situationskarten (Objekte im Zeitverlauf)
- **Vorausschauendes autonomes Handeln**
  - Multikriterielle Situationserkennung (Folgeabschätzung, Absichtserk.)
  - Künstliche Intelligenz (Verhaltens-Automatisierung)
- **Kooperation und Verhalten**
  - Multiagentensystem (Gruppenverhalten, geteilte Kontrolle)
- **Mensch-Maschine-Interaktion**
  - MM-Schnittstelle (Interaktions-Regeln)
  - Mensch-Modelle (Aufmerksamkeit, Belastungszustände)



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## CPS-Technologien (2) für intelligente Infrastrukturen und Plattformen

---

- **Lernen** (zur kooperieren, Wissen generieren)
  - Maschinelles Lernen und „Data Mining“ (Neue Erkenntnis generieren)
    - CPS-Systeme stellen sich auf ihre Nutzer bzw. Situationen ein.
- **Strategie der Selbstorganisation und Adaption**
  - Selbstorganisierende Kommunikationsnetze (Ad-hoc-Sensornetze)
  - Selbstorganisation in der Produktion (identifizierende Werkstücke)
  - Dezentral organisierende Arbeitsabläufe
- **Basistechnologien**
  - Kommunikationsinfrastruktur/-plattform (spontaner Aufbau, Dienstqualität)
  - Domänenmodelle (autonomes Erkennen (Situation)-Planen-Lernen)
  - Effiziente parallele Datenverarbeitung (Multicore-Ansatz, Virtualisierung, VR)
  - Verteilte stabile Regelungen (Regelungstechnik+Informatik)



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## CPS-Technologien (3) für intelligente Infrastrukturen und Plattformen

---

- Sensor- und (Aktor-) technologien
  - Physikalische/chemische Eigenschaften, stoffliche Beschaffenheit der Umgebung
  - Anforderungen
    - Präzision, Geschwindigkeit, Echtzeit, Robustheit, Langlebigkeit, Energieeffizient
  - Umwelterkennungssensoren
    - Video
    - Radar
    - Laserscanner
    - Biosensoren im Körper (auch Gehirn-Computer-Interaktion)
    - ...
  - Sensornetzwerke



Landmarken-basierte Lokalisierung



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Infrastrukturbasierte Lokalisierung und Navigation

- Mehrere Technologien intelligent kombinieren (Sensorfusion)
  - Innen- und Außenbereich
  - Auto- und Fußgängernavigation
  - Flughafen- Szenario
  - Sicherheitsanforderungen
  - Szenario OP-Raum
- Umgebungsmodelle
  - Visualisierung der (Position) Ortsinformation
  - Erhöhung der Lokalisierungsgenauigkeit durch Kartenabgleich
  - Modellierung einzelner Objekte, Räume, Gebäude, ... (3D-Welt)
- Ereigniserkennung
  - Positionsdaten sind oft nicht das Ziel einer Anwendung
  - Wichtig sind vielmehr Erkenntnisse, Entscheidungen und Steuerungen
    - Bsp.: Kritische Situationen rechtzeitig erkennen und Maßnahmen ableiten



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Herausforderungen & Chancen für neue Produkte und Dienstleistungen

„Eingebettete Systeme“ werden immer kleiner und leistungsfähiger. Sie sind in ihrem Softwareanteil nicht sichtbar und doch hoch relevant für den Wirtschaftsstandort Deutschland.



CeBIT



Nürnberg



Aschaffenburg



Hannovermesse



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH



## Industrie 4.0

- Verkopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen (hybride Produkte)
- Cyber-Physical-Systems (CPS) – Vernetzung von eingebetteten IKT-Systemen untereinander und mit dem Internet (... der Dienste)
- Erhöhung der Automatisierung in der Industrie
  - Entwicklung intelligenter Monitoring- und autonomer Entscheidungsprozesse
  - In Echtzeit steuern und optimieren
- Embedded Systems und Internet der Dinge
  - Digitales Produktgedächtnis; wandelbare Logistiksysteme, Autonomik, NextGeneration Media, ...
- Smart Factory, Smart Production, M2M-Interaktion, **3D**, ..



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## 3D-Mikromontage



- Präzision 3D-Objekterkennung und Vermessung
- Präzision 3D-Ausrichtung
- Substrattransport
- Mikro-/Nano-Dosierung
- Selektives Mikro-Laserlöten
- Mikro-Bauteilbestückung
- Präzisions-Wafer- & Bauteilhandling



⇒ Steigende Funktionalität und Varianten-Vielfalt auf weniger Raum

**Universelle Prozessplattform**



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

Quelle: Hacker Automation GmbH

## Smart Grid

### Schrittweise Digitalisierung des Stromnetzes

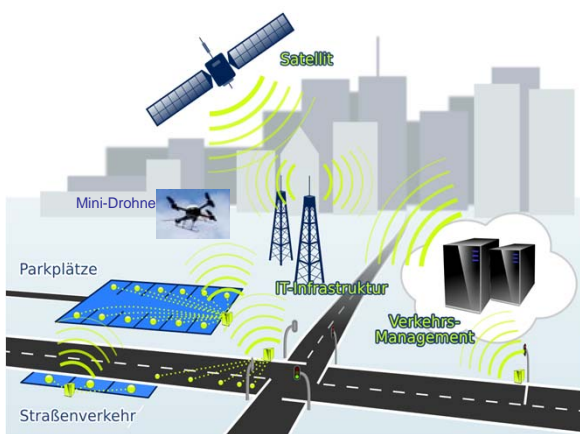
1. Implementierung einer **dezentralen** sensorgestützten Messtechnik  
Erfassung elektrischer Kenngrößen
  2. Intelligente **dezentrale** Steuerungssysteme  
Synchronisierte Messungen, Echtzeitkommunikation und eingebettete Analytik
  3. Das Stromnetz korrigiert sich selbst.  
Automatische Diagnose und Regulierung des Energieflusses  
Vernetzung eingebetteter Systeme
- => Selbstdiagnose, Selbstkorrektur



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Smart Traffic

... wird intelligente Transportsysteme der nächsten Generation zum Durchbruch verhelfen.



Ortungsgenauigkeit  
im Zentimeterbereich  
Fahrzeug- Fahrzeug-  
Kommunikation  
Rollendes Ad- hoc- Netzwerk  
in Sekundenschnelle  
Auto überwacht sich selbst  
Vollautomatisches Erfassen  
der Umwelt

„Bis 2014 wird jedes neue Auto vernetzt sein.“

Quelle: [www.elektroniknet.de/automotive\\_2012](http://www.elektroniknet.de/automotive_2012)



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

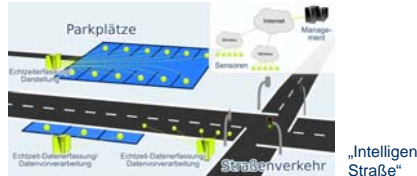
## Wahrnehmung und Erfassung der Umgebung



www.fronik.de/files/glossar\_sensoren2.jpg



Quelle: www.dsp-weuffen.de www.fronik.de/files/glossar\_sensoren.jpg

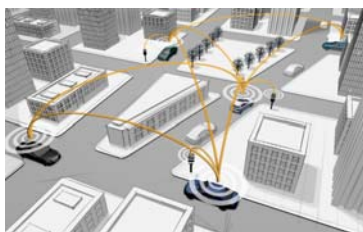


„Intelligente Straße“



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Vernetzte Autos auf öffentlichen Straßen unterwegs - Fusion von Fahrzeug- und Umgebungssensorik



Frühere US-Kaserne in Friedberg: Wo einst Elvis Presley salutierte, drehen seit Oktober 2011 vernetzte Autos und Motorräder Proberunden.

Feldversuch „Car-to-X-Kommunikation“  
Forschungsprojekt: „simTD“ (120 Versuchsfahrzeuge)

Bildquelle: Daimler



Der amerikanische Bundesstaat Nevada ermöglicht seit dem 1. März 2012 weltweit erstmals die Zulassung von autonomen Fahrzeugen für den öffentlichen Straßenverkehr. Der Staat Nevada will damit die Entwicklung von selbstfahrenden Fahrzeugen fördern.



Quelle: <http://carstraininggmbh.cmail5.com/t/r-i-dikkhd-tliyoird-z/>

Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Videosensoren zur Echtzeitdatenerfassung

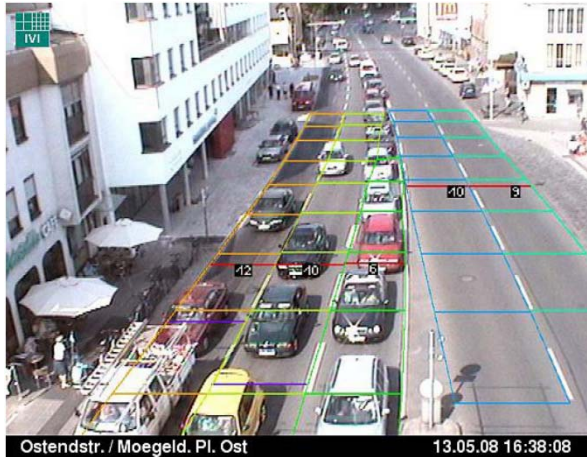


Abb. 2: Kamerainstallation in 10 bis 20 Meter Höhe.

### Verkehrskenngrößen:

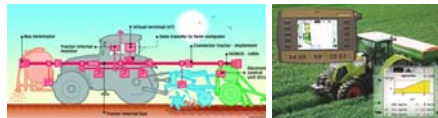
- Verkehrsstärke
- Geschwindigkeit
- Verkehrsdichte
- Rüchstaulänge
- Fahrzeugart
- => Echtzeitauskunft

Simultane Datenerfassung auf mehreren Fahrspuren



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Handlungsfeld für CPS-Systeme in der Landwirtschaft



„elektronische Deichsel“



„Plug & Play – Fähigkeit“



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 - © IMMS GmbH

## Autonomik



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 - © IMMS GmbH

## Fazit & Ausblick

---

- Vernetzt, mobil, smart – Bausteine der Innovationen von morgen mit hohem wirtschaftlichen Potential
- Hohes Marktpotential für integrierte Informationsprodukte
  - wissensintensive Dienstleistungen/ Produkte
  - Neuartige Anwendungen und Alleinstellungen
- Paradigmenwechsel: Halbleiter => Applikation  
**Komplexität des Halbleiters - Teil einer sicher funktionierenden Applikation (Maß der Dinge)**
- Konvergenz vieler Technologiefelder wie Optik, Mechatronik und neue Materialien (Graphen)
- „Vom Sensor zum Umwelterkennungssystem“
- Plug & Play-Fähigkeit



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

---

IMMS GmbH  
Ehrenbergstraße 27  
98693 Ilmenau

Tel.: +49 3677-69 55 14  
Fax.: +49 3677-69 55 15

<http://www.imms.de>

*E-Mail: [wolfgang.sinn@imms.de](mailto:wolfgang.sinn@imms.de)*



Leibniz Konferenz-Sensorsysteme\_2012 – © IMMS GmbH