

ABGRENZUNG VON BETRACHTUNGSWEISEN-

- CYBER-PHYSICAL SYSTEMS
- INTERNET DER DINGE
- ULTRA-LARGE-SCALE SYSTEMS
- EMERGENTE SOFTWARE
- SMART ECOSYSTEMS

Till Ganzert, Manuel Schweizer

Agenda

2

- Cyber-Physical Systems
- Internet der Dinge
- Ultra-Large-Scale Systems
- Emergente Software
- Smart Ecosystems

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

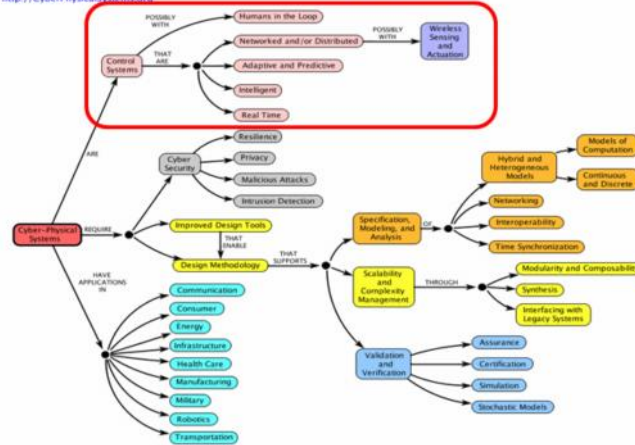
03/06/2013

Cyber-Physical Systems

3

Cyber-Physical Systems - a Concept Map See authors and contributors.

<http://CyberPhysicalSystems.org>



Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Cyber-Physical Systems

4

- ▶ CPS sind koordinierte Netzwerke von physikalischen und rechnenden Ressourcen:
 - Sensoren – nehmen physische Input-Daten auf
 - Rechner – verarbeiten physischen Input
 - Aktuatoren – liefern physischen Output

- ▶ Enge Verbindung zwischen eingebetteten Systemen über Dateninfrastrukturen (z.B. Internet)

- ▶ Hoher Informationsaustausch zwischen vernetzten Elementen
 - Einzelsysteme kooperieren miteinander
 - Einzelsysteme bilden eine intelligente Einheit

- ▶ Gekennzeichnet durch einen hohen Grad an Komplexität → Systeme von Systemen

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

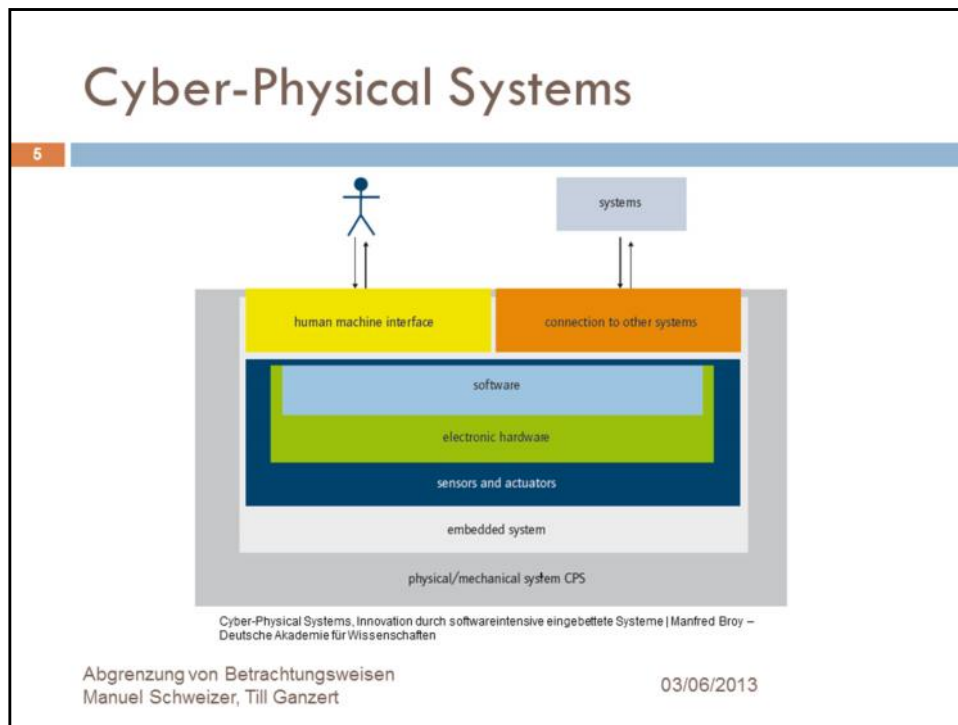
Was sind CPS?

Auf dieser Folie ist eine grobe Zusammenfassung von Definition von CPS aus verschiedenen Publikationen. Die hier genannten Punkte sind diejenigen, welche bei allen Definitionen übereinstimmen.

Als besonderes Beispiel für eingebettete Systeme, welche in CPS zum Einsatz kommen, sind heutige Smartphones zu erwähnen. Smartphones besitzen eine sehr ausgefeilte Sensorik (z.B. Kamera, Mikrophon, GPS) und Aktuatorik.

Quellen:

- *NSF Perspective and Status on Cyber-Physical Systems - National Workshop on Cyber-Physical Systems* | Helen Gill, Ph.D.
- *Cyber-physical Systems* | Wayne Wolf - Georgia Tech, Artikel
- *Cyber-physical Systems* | Radhakisan Baheti and Helen Gill



Cyber-Physical Systems haben eine zwiebelschalenartige Struktur. Die Abbildung zeigt ein physikalisch/mechanisches System eines CPS. Das einzelne System besteht hauptsächlich aus einem eingebetteten System mit einer Schnittstelle zu anderen, physikalisch/mechanischen Systemen und einer Schnittstelle zur Mensch-Maschine Interaktion. Die Abbildung zeigt also kein komplettes CPS, sondern lediglich ein System, welches zusammen mit mehreren, gleichartigen Systemen ein CPS bilden könnte.

Quelle:

Cyber-Physical Systems, Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme | Manfred Broy – Deutsche Akademie für Wissenschaften

Charakteristika von CPS

6

- Hoher Grad an Automatisierung
- Harte/weiche Zeitanforderungen
 - Bei sehr zeitkritischen Systemen problematisch
- Ausgefeilte Kommunikation
 - Mit den Benutzern
 - Intern: Sensoren \leftrightarrow Aktuatoren
 - Extern: Zwischen den einzelnen Embedded Systemen eines CPS
- Sicherheit:
 - Datenschutz/Zugriffsrechte
 - Zuverlässigkeit
 - Funktionale Sicherheit

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

CPS zeigen viele Charakteristika die Systeme in der Informatik generell besitzen:

- Harte und weiche Zeitanforderungen \rightarrow Die Systeme müssen teilweise in einer bestimmten Zeit reagieren können.
- Skalierbarkeit \rightarrow Neue Systeme müssen hinzugefügt, bzw. entfernt werden können.
- Ausgefeilte Interaktionen:
 - Mit eigener Umgebung \rightarrow Benutzerschnittstelle, Sensoren, Aktuatoren
 - Mit anderen System \rightarrow über Netzwerke (z.B. Internet)
- Sicherheit \rightarrow Zugriffssicherheit, Datenschutz

Quellen:

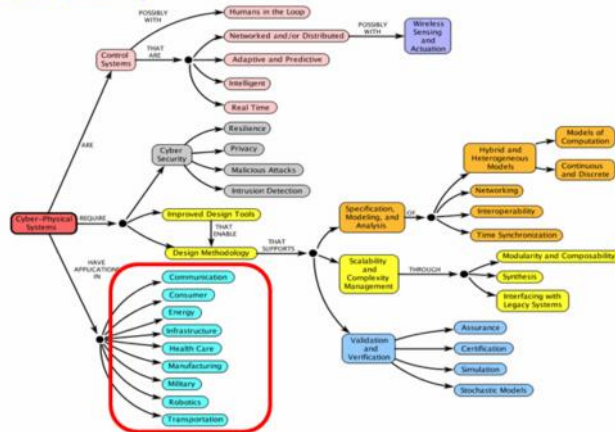
Cyber-physical Systems | Wayne Wolf - Georgia Tech, Artikel

Cyber-Physical Systems, Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme | Manfred Broy – Deutsche Akademie für Wissenschaften

Cyber-Physical Systems

7

Cyber-Physical Systems - a Concept Map See authors and contributors.
<http://CyberPhysicalSystems.org>



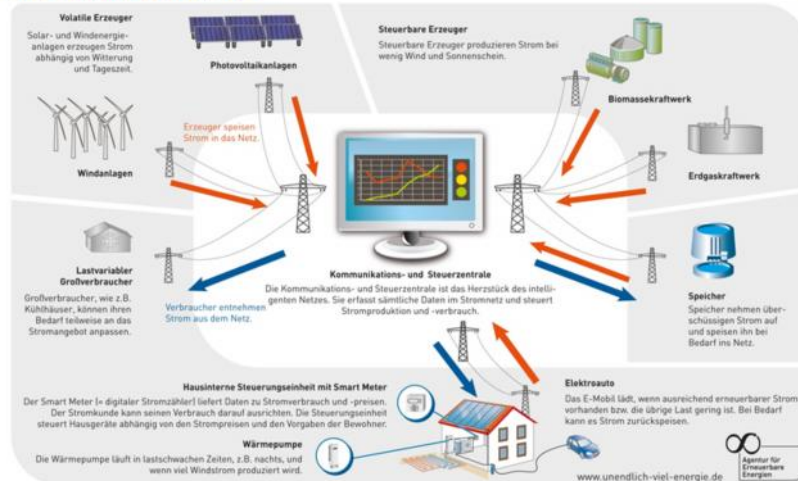
Abgrenzung von Betrachtungsweisen
 Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

CPS – Einsatzgebiet Smart Power Grid

8

Das intelligente Stromnetz



Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

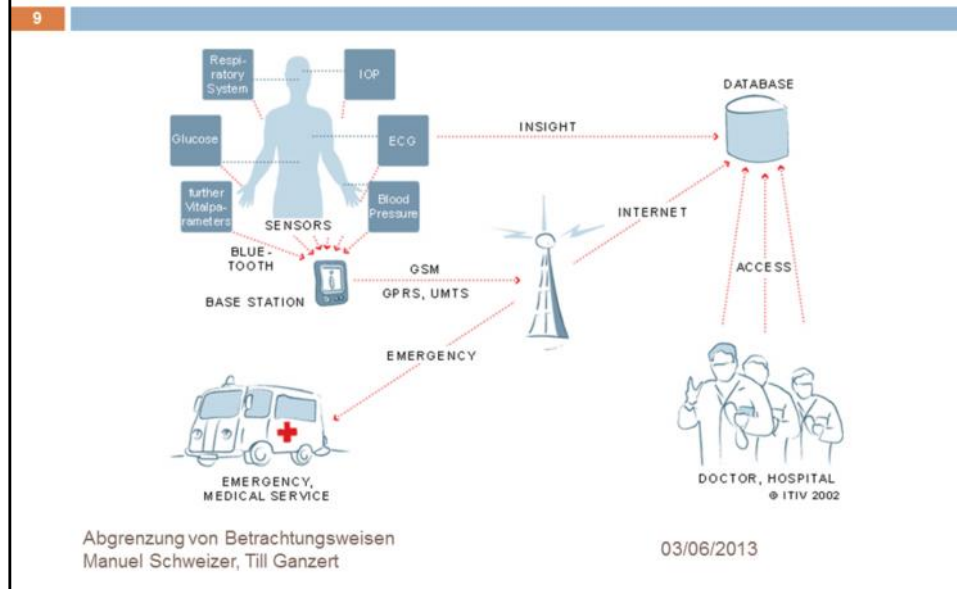
Das intelligente Stromnetz (Smart Grid) soll dabei helfen Energie ökonomischer zu nutzen. Derzeit wird Energie immer mehr dezentral von Windanlagen, Photovoltaikanlagen oder anderen Erzeugern erneuerbarer Energie erzeugt. Diese erneuerbare Energie ist jedoch noch nicht in der Lage den gesamten Strombedarf unserer Gesellschaft zu decken. Ein wichtiges Anwendungsgebiet für CPS ist daher der Energiesektor. Mit intelligenten Verbrauchern, welche Ihren Stromdarf je nach Energieangebot anpassen und Erzeugern, welche Energie, je nach derzeitigem Bedarf erzeugen, kann die Energieerzeugung ökonomischer arbeiten. So können diejenigen Kraftwerke, welche mit Gas oder Kohle Energie erzeugen, runtergefahren werden, wenn die Erzeuger von erneuerbaren Energien viel Energie erzeugen, bzw. hochgefahren werden, wenn die Erzeuger von erneuerbaren Energien nur wenig Energie erzeugen. So können

Windkraft- und Solaranlagen effektiver genutzt werden. Kraftwerke mit fossilen Energieträgern können stets im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden. Das aufwändige Hoch- und Herunterfahren großer Anlagen kann weitgehend reduziert werden. Im Ergebnis wird damit der Gesamtwirkungsgrad der Energieerzeugung höher.

Quellen:

- *Cyber-Physical Systems (CPS) – National Science Foundation – Februar 27, 2009*
- *Agentur für erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/19/das-intelligente-stromnetz.html>)*

CPS – Einsatzgebiet Gesundheitsüberwachung



Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Systems, das alle relevanten Vitalparameter eines Patienten misst, ohne die Bewegungsfreiheit des Patienten einzuschränken. Dabei sollen die Daten in einem am Körper tragbaren Signalverarbeitungssystem analysiert und gegebenenfalls eine Notfallalarmierung ausgelöst werden. Im Normalfall werden die Daten in einer medizinischen Datenbank gespeichert, aus der sie vom Arzt zur Unterstützung der Diagnose und Therapie abgerufen werden können.

Quelle:

Personal Health Monitoring System with Microsystem Sensor Technology – Institut für Technik der Informationsverarbeitung an der Universität Karlsruhe
(<http://www.phmon.de/>)

Ziele von CPS

10

- ▶ CPS sind potentiell Systeme, welche
 - **schnell reagieren**
 - automatische Kollisionsvermeidung im Bereich Automotive
 - **präziseres Arbeiten ermöglichen**
 - Genauigkeit in der Produktion – (nano-tolerance manufacturing)
 - **Arbeiten in gefährlichen/unwegsamen Umgebungen ermöglichen**
 - automatische Rettungs-Systeme, Brandbekämpfung
 - **verteilte Koordination im großen Stil ermöglichen**
 - automatische Verkehrsregelung
 - **effizienteres Arbeiten ermöglichen**
 - Smart Power Grid, Nullenergiehäuser
 - **Menschen direkt unterstützen**
 - Unterstützende Technologien, Kommunikation, Gesundheitsüberwachung

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Wozu können/könnten CPS beitragen?

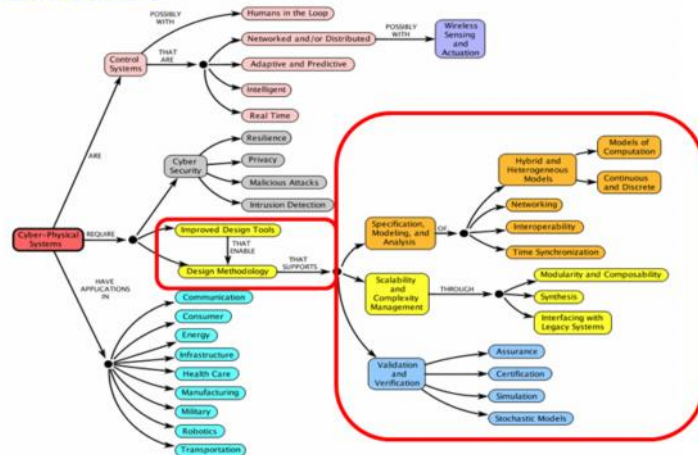
Quellen:

- *Cyber-Physical Systems (CPS) – National Science Foundation – Februar 27, 2009*

Cyber-Physical Systems

11

Cyber-Physical Systems – a Concept Map See authors and contributors.
<http://CyberPhysicalSystems.org>



Abgrenzung von Betrachtungsweisen
 Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

CPS - Herausforderungen

12

- Von menschengesteuerten Systemen zu stark automatisierten Systemen
- Von Einzelsystem-Architekturen zu kontextbezogenen Architekturen
- Von zentralisierten Systemen zu stark dezentralisierten Systemlandschaften
- Verteilte Echtzeitsysteme sind schwer umsetzbar → zeitkritisch

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

In diversen Papers wurde definiert was genau ein Cyber-Physical System ausmacht und weshalb Cyber-Physical Systems eine Daseinsberechtigung haben. Derzeit ist es jedoch das noch immer eine Herausforderung Cyber-Physical Systems zu designen und angemessene Architekturen für Cyber-Physical Systems zu entwerfen. Dies liegt zum Teil auch daran, dass es derzeit noch keine angemessenen Tools zur

Quellen:

- *Cyber-physical Systems* | Wayne Wolf - Georgia Tech, Artikel
- *Cyber-physical Systems* | Radhakisan Baheti and Helen Gill

CPS - Herausforderungen

13

- ▶ **Hohe Komplexität**
 - hoher Entwicklungsaufwand
 - enorme Kosten für Validierung

- ▶ **Unangemessene Formalismen und Tools**
 - Constraints in Sachen Planung/Design
 - Verschlechterung von Performance und Robustheit

- ▶ **Änderungen und Erweiterungen schwer möglich**
 - Unvorhersehbare Seiteneffekte

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Welche Hausforderungen ergeben sich für CPS?

- Wegen der hohen Komplexität sind die Kosten für die Validierung (Testen, usw.) halb so hoch wie die Kosten für die eigentliche Entwicklung.
- Es müssen oft sehr konservative Designs gewählt werden, da es derzeit noch keine best-practice Lösungen für CPS gibt.
- Wegen den unvorhersehbaren Seiteneffekten, bleiben viele Neuentwicklungen auf der Strecke. (Sowohl in Sachen Hardware, als auch Software)

Es muss Wissen erarbeitet werden, welches hilf CPS zu konzipieren und Umzusetzen. Dieses Wissen soll dann dabei helfen, die Herausforderungen in den Griff zu bekommen.

Die National Science Foundation USA investiert 2009 30 Millionen Dollar in Projekte die dazu beitragen dieses Wissen zu erarbeiten.

CPS – Was wird zukünftig benötigt?

14

- Erforschung von Methoden und Tools um eine tiefe Verknüpfung von physikalischen Komponenten und Software-Komponenten zu realisieren
- Standardisierung der technischen Schnittstellen
 - ▣ Schneller Verbindungsaufbau via Ad-hoc !?
 - Datenübertragung in Echtzeit
- Gemeinsame Schnittstellen für Basisinformationen
 - ▣ Dynamische Erweiterbarkeit (dienstorientierte Schnittstellen)
- Entwicklung von kostengünstigen technischen Systemen
 - ▣ Design Tools, Frameworks, Software

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Hier werden einige derjenigen Punkte genannt, welche derzeit noch benötigt werden um CPS effektiv konzipieren und umsetzen zu können.

Quellen:

- *Cyber-Physical Systems (CPS) – National Science Foundation – Februar 27, 2009*
- *Cyber-Physical Systems, Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme | Manfred Broy – Deutsche Akademie für Wissenschaften*

Internet der Dinge - Definition

15

- ▶ Verbindung zwischen einem eindeutig identifizierbarem Objekt und dessen virtueller Repräsentation

- ▶ Ursprüngliche Idee (Kevin Ashton, Auto-ID Center):
 - Alle Informationen, welche im Internet vorhanden sind, wurden von Menschen erfasst
 - Menschen sind ungenau beim Erfassen von Informationen

 - Computer könnten eigenständig Informationen über Dinge in Erfahrung bringen
 - Computer könnten so helfen Abfälle und Kosten zu reduzieren und könnten uns darüber informieren, wann Dinge ersetzt, bzw. repariert werden müssen.

 - Das Internet der Dinge könnte die Welt verbessern.

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

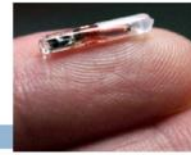
Der Begriff wurde ursprünglich von Kevin Ashton, Mitglied im Auto-ID Center, definiert. Die ursprüngliche Definition von Ashton ist im RFID Journal (<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>) zu finden. Als grundlegende Idee hinter der kompletten Definition von Ashton kann man aber folgenden Abschnitt heranziehen:

„We need to empower computers with their own means of gathering information, so they can see, hear and smell the world for themselves, in all its random glory. RFID and sensor technology enable computers to observe, identify and understand the world—without the limitations of human-entered data.“ Kevin Ashton

Die Idee ist es also Informationen automatisch von Computern erfassen zu lassen, statt sie von Hand einzugeben. Dies würde eine schnellere und genauere Erfassung von physikalischen Objekten und deren virtueller Repräsentation zur Folge haben.

RFID Journal, Kevin Ashton, cofounder and executive of the Auto-ID Center
(<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>)

Internet der Dinge - RFID



16

- ▶ Erstmals erwähnt durch Auto-ID Labs
 - Forschungsgruppe im Feld RFID
- ▶ Kennzeichnung von Gegenständen, Tieren und Menschen (z.B. Personalausweis) mit RFID Transpondern
- ▶ Transponder werden über magnetische Wechselfelder mit Strom versorgt
- ▶ Transponder enthalten intelligente Daten über sich selbst und können diese Daten weitergeben → „smart things“

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Wie kann das Internet der Dinge ermöglicht werden?

RFID : radio-frequency identification

Transponder werden mit Hilfe von Lesegeräten über magnetische Wechselfelder mit Strom versorgt → keine Energieversorgung notwendig.

Ursprünglich ging es Kevin Ashton darum, dass physische Objekte aus der echten Welt eine virtuelle Repräsentation erhalten:

„[...]And that's a big deal. We're physical, and so is our environment. Our economy, society and survival aren't based on ideas or information—they're based on things. You can't eat bits, burn them to stay warm or put them in your gas tank. Ideas and information are important, but things matter much more. Yet today's information technology is so dependent on data originated by people that our computers know more about ideas than things.

If we had computers that knew everything there was to know about **things—using data they gathered without any help from us—we would be able to track and count everything, and greatly reduce waste, loss and cost. We would know when things needed replacing, repairing or recalling, and whether they were fresh or past their**

best.[]“

Kevin Ashton, cofounder and executive of the Auto-ID Center

Quellen:

- *Internet of Things Strategic Research Roadmap 15 SEPTEMBER, 2009 | Antoine de Saint-Exupery*
- *The Evolution of Internet of Things, February 2011 | Casaleggio Associati*
- *An Architectural Approach Towards the Future Internet of Things | Dieter Uckelmann¹, Mark Harrison², Florian Michahelles³*

Internet der Dinge - Logistik

17

- Pakete, Paletten, Behälter werden mit RFID oder auch Barcode versehen:
 - Können Informationen über sich selbst publizieren
 - Bestimmen eigenständig ihren Transportweg
 - Steuern die Systeme in denen sie sich bewegen

- Prozesse können schnell und autonom arbeiten
 - Dezentrale Eigenintelligenz → „intelligente Pakete“

- Einfache Paketverfolgung möglich
 - ▣ Pakete wissen wo Sie sich befinden

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

5/27/2013

Quellen:

- *Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik | Wandelbare Echtzeit-Logistiksysteme auf Basis intelligenter Agenten | http://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/automation_eingebettete_systeme/Forschung/internet_der_dinge.html*

Internet der Dinge - Ausblick

18

- Zukünftig wird der Begriff „Internet der Dinge“ anderes geprägt sein:
 - ▣ Alle Dinge sollen Informationen über sich selbst publizieren, bzw. mit anderen Gegenständen interagieren und kommunizieren können
 - RFID nicht mehr ausreichend

- Internet Protocol Version 6 bietet die Möglichkeit 2^{128} Adressen zu vergeben
 - ▣ Ausreichend um alle von Menschen gefertigte Gegenstände zu adressieren

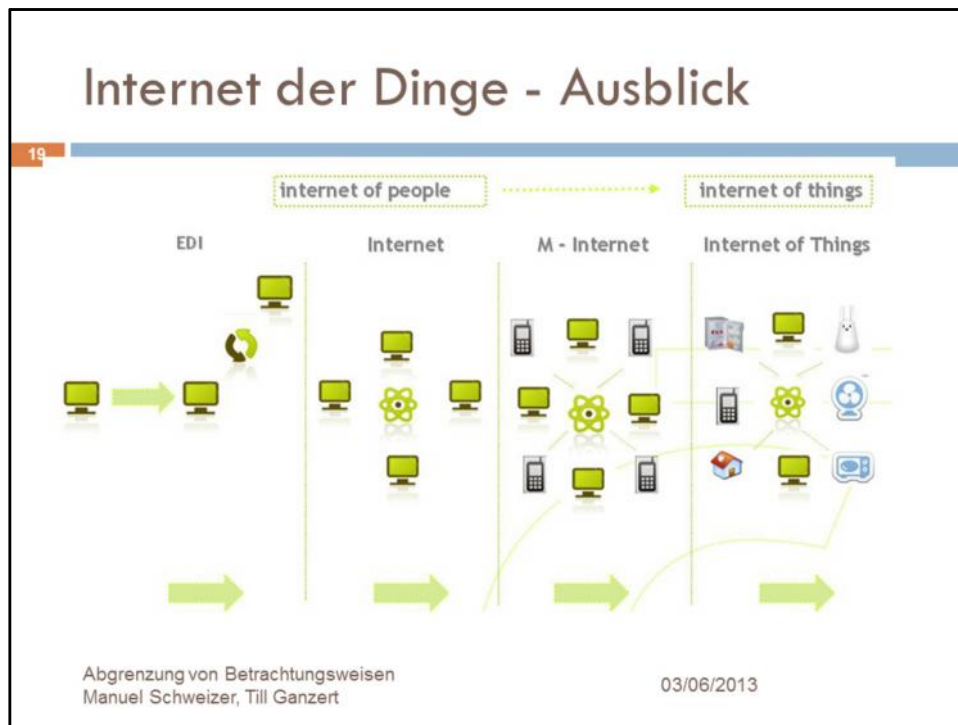
Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Der Begriff „Internet der Dinge“ hat sich im Laufe der Zeit stark in eine andere Richtung entwickelt. So wie der Begriff einstmals von Kevin Ashton definiert wurde, wird das „Internet der Dinge“ in vielen Papers und Büchern nicht mehr gesehen. Der Begriff wird jetzt oft mit Gegenständen in Verbindung gebracht, die nicht einfach nur Informationen über sich per RFID publizieren, sondern mit echt-intelligenten Objekten, die mit anderen Objekten über das Internet kommunizieren und interagieren. IPv4 reicht in diesem Fall nicht mehr aus um alle Objekte zu adressieren und es muss IPv6 verwendet werden.

“Internet of Things, is a new revolution of the Internet. Objects make themselves recognizable and they get intelligence thanks to the fact that they can communicate information about themselves and they can access information that has been aggregated by other things. Alarm clocks go off early if there’s traffic; plants communicate to the sprinkler system when it’s time for them to be watered; running shoes communicate time, speed and distance so that their wearers can compete in real time with people on the other side of the world; medicine containers tell your family members if you forget to take the medicine. All objects can get an active role thanks to their connection to the Internet. “

The Evolution of Internet of Things, February 2011 | Casaleggio Associati

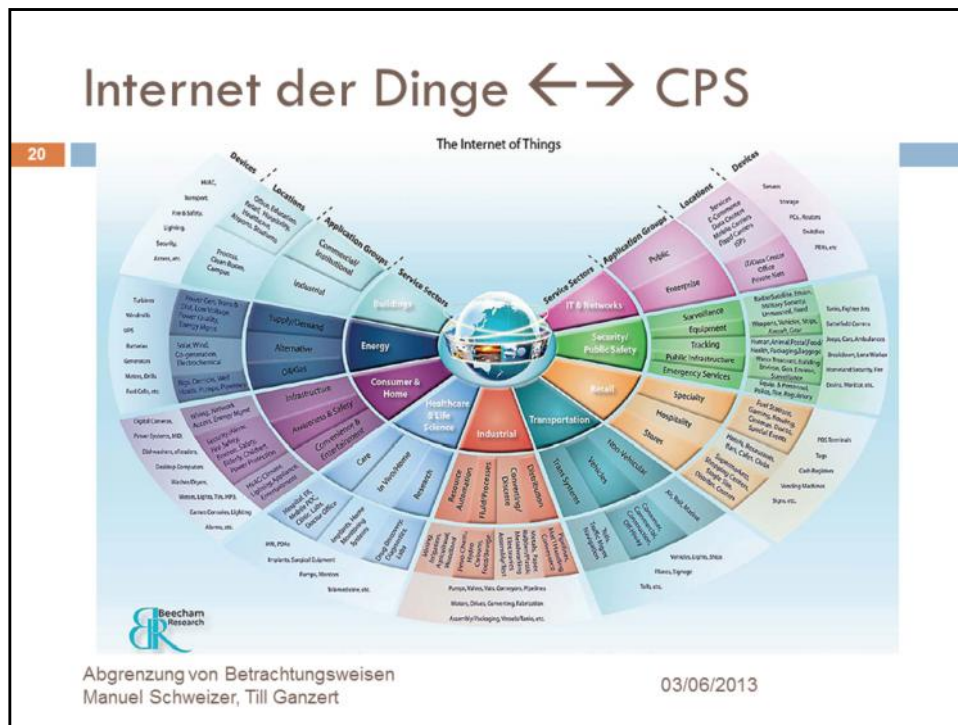


Die gezeigte Grafik zeigt die Evolution vom Internet der Menschen hin zum Internet der Dinge:

1. EDI (Electronic Data Interchange) – Erste Dialoge zwischen 2 Computern
2. Internet
3. Internet + Mobile Geräte (Smartphones/ Notebooks / Tablets)
4. Internet der Dinge

Quellen:

The Evolution of Internet of Things, February 2011 | Casaleggio Associati



Das Internet der Dinge hat sich von seiner ursprünglichen Definition auch dahingehend verändert, als dass das Internet der Dinge von einigen Autoren von Büchern und anderen Publikationen, mittlerweile auch oft mit CPS gleichgesetzt wird. Es geht nicht mehr nur darum, dass Dinge identifiziert werden und Daten über sich selbst kennen und weitergeben, sondern darum, dass Dinge auch Sensoren haben und mit anderen Dingen automatisiert kommunizieren. Die Grafik von Beecham Research zeigt, dass das Internet der Dinge die selben Themen behandelt, welche auch schon von CPS behandelt werden.

Persönliche Einschätzung:

Der Begriff „Internet der Dinge“, welcher ursprünglich in Verbindung gebracht wurde mit Objekten, welche eine „Cyber-Identität“ haben, wird immer häufiger auch im Zusammenhang mit Systemen, welche eigentlich Cyber-Physical Systems sind verwendet – teilweise als Synonym. (Die Grafik auf der Folie zeigt Beispiele, welche auch genau so für CPS verwendet werden. eHealth, etc.)

Als Quelle für die These beziehe ich mich u.A. auf:

Die auf dieser Folie gezeigte Grafik von Beecham Research.

„Vernetzte eingebettete Systeme hingegen werden zu Cyber-Physical Systems (CPS) und führen zum Internet der Dinge.“

Fraunhofer IESE

“Internet of Things, is a new revolution of the Internet. Objects make themselves

recognizable and they get intelligence thanks to the fact that they can communicate information about themselves and they can access information that has been aggregated by other things. Alarm clocks go off early if there's traffic; plants communicate to the sprinkler system when it's time for them to be watered; running shoes communicate time, speed and distance so that their wearers can compete in real time with people on the other side of the world; medicine containers tell your family members if you forget to take the medicine. All objects can get an active role thanks to their connection to the Internet. "

The Evolution of Internet of Things, February 2011 | Casaleggio Associati

„In the IoT, “things” are expected to become active participants in business, information and social processes where they are enabled to interact and communicate among themselves and with the environment by exchanging data and information “sensed” about the environment, while reacting autonomously to the “real/physical world” events and influencing it by running processes that trigger actions and create services with or without direct human intervention. “

Internet of Things Strategic Research Roadmap 15 SEPTEMBER, 2009 | Antoine de Saint-Exupery

Ultra-Large-Scale Systems

21

- Begriff ursprünglich geprägt durch Northrop (Department of Defense)
- Beschreibt Systeme von unvorstellbarer Größe und Komplexität am Limit der Überschaubarkeit

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Northrop: Früher Flugzeughersteller, heute komplettes Kriegsarsenal
Beliefert US Streitkräfte

Systeme sind vom Umfang her um ein Vielfaches größer, als Systeme, die in normalen Geschäftsumgebungen entwickelt werden.

Maße, die für die Komplexität von Bedeutung sind folgen auf der nächsten Folie.

Ultra-Large-Scale Systems

22

- ▶ **Bestehen aus unvorstellbaren Mengen folgender Elemente**
 - Lines of code
 - Datenmenge die gespeichert, gelesen oder bearbeitet wird
 - Verbindungen und Abhängigkeiten
 - Anzahl der Hardware Elemente
 - Anzahl rechenintensiver Elemente
 - Anzahl von Funktionsweisen und Anwendersichten
 - Anzahl von routine Prozessen, Interaktionen und auftauchendem Verhalten
 - Anzahl betroffener Domänen
 - Anzahl betroffener Personen

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Maße in denen die Komplexität/Größe der Systeme bestimmt wird (es müssen nicht immer alle Maße herangezogen werden):

lines of code

amount of data stored, accessed, manipulated, and refined

number of connections and interdependencies

number of hardware elements

number of computational elements

number of system purposes and user perception of these purposes

number of routine processes, interactions, and “emergent behaviors”

number of (overlapping) policy domains and enforceable mechanisms

number of people involved in some way

Quelle: Software Engineering Institute | CarnegieMellon (
<http://www.sei.cmu.edu/uls/>)

Beispiel folgt später.

Die nächste Folie beschreibt die aus diesen Fakten folgenden Erwartungen

Ultra-Large-Scale Systems

23

□ Erwartungen

- Aufgrund der Größe zwingend dezentralisiert
- Ständig wachsend aufgrund der großen Anzahl an Beteiligten und der vielen Abdeckungsbereiche
- Fehler in Soft- und Hardware sind aufgrund der Größe mehr Norm als Ausnahme

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Dezentralisiert im Bereich Daten, Kontrolle, Weiter-/Entwicklung:

-Teilsysteme können so unabhängig von einander weiterentwickelt, geupdated und gewartet werden.

-Last lässt sich deutlich besser verteilen

-Redundanzen erhöhen Ausfallsicherheit

Aufgrund der vielen Anwendungsbereiche ist die Software „nie“ fertig, es besteht ständiger Bedarf für Weiterentwicklungen, Anpassungen, usw...

Mit dem Ansteigen des Umfangs der Software ist auch mit einem Anstieg der Summe an gefundenen Fehlern zu rechnen. Aufgrund der zu erwartenden Größe ist ein ständiges Feststellen von Fehlern zu erwarten.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Größenordnung dieser Systeme anhand von Anwendungsbereichen verdeutlichen.

Ultra-Large-Scale Systems

24

- Anwendungsgebiete
 - ▣ Verteidigungssysteme
 - ▣ Finanzmarktsysteme
 - ▣ Gesundheitssysteme
 - ▣ Regierungssysteme
 - ▣ Transportsysteme
 - ▣ Energieverteilungssysteme

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Verteidigungssysteme bestehen aus verschiedensten System die miteinander koordiniert werden müssen (Luftüberwachung, Kommunikation, usw)

Finanzmakrtsysteme (Beispiele Börsensysteme) verbinden verschiedenste Systeme einzelner Institute und deren Kunden, die mit einander interagieren.

Gesundheitssysteme beinhalten gigantische Datenmengen (Patientendaten, Versicherungsinformationen,...) auf die alle beteiligten Aktoren (zumindest eingeschränkt) zugreifen können.

Regierungssysteme umfassen Daten, auf die beispielsweise alle Verwaltungen einer Region, eines Landes oder eines Bündnisses zugreifen.

Transportsysteme können Systeme sein, die den Verkehr für weite Bereiche koordinieren (Bahn, Luftfahrt,...)

Energieverwaltungssysteme können Beispielsweise Stromnetze (Kraftwerke, Umspannungswerke, usw.) koordinieren

Das nachfolgende Beispiel soll eindrucksvoll demonstrieren, welche Größenordnungen ein solches System erreichen kann.

Ultra-Large-Scale Systems

25

- Beispiel: Was ist das wohl größte Ihnen bekannte System?
- Tipp: Sie verwenden es höchstwahrscheinlich alle täglich!

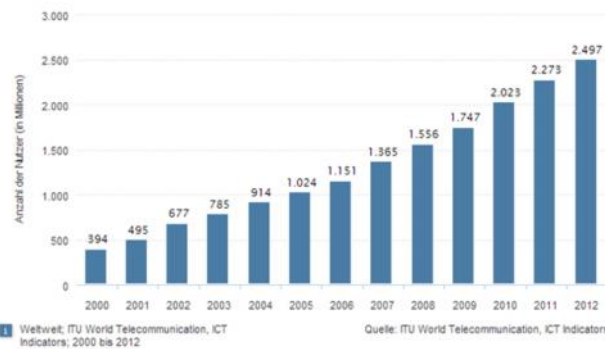
Den Zuhörer zum Nachdenken anregen.

Ultra-Large-Scale Systems

26

□ Beispiel: Das Internet

Anzahl der Internetnutzer weltweit von 2000 bis 2012 (in Millionen)



Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Das Internet ist das wahrscheinlich Größte Softwaresystem, mit dem die meisten Personen in Kontakt kommen.

Es wird häufig nicht als Gesamtsystem gesehen, dieser Blickwinkel hat jedoch durchaus seine Berechtigung.

Die Graphik soll die Berechtigung des Namens „Ultra-Large-Scale System“ unterstreichen.

Das Internet ist ein ständig wachsendes, flexibles System.

In 12 Jahren ein Anstieg von ~400.000.000 auf ~2.500.000.000 Nutzer. ~1/3 der Weltbevölkerung.

Datenmengen usw steigen ebenfalls rapide an (Beispiel neue Telekom Verträge)

Daraus ergeben sich große Herausforderungen (siehe nächste Folie).

Gefunden auf Statistik zur Internetnutzung (

<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/186370/umfrage/anzahl-der-internetnutzer-weltweit-zeitreihe/>)

Ultra-Large-Scale Systems

27

- Herausforderungen zukünftiger Systeme
 - ▣ Wie können Sie entwickelt werden?
 - ▣ Wie können Sie kontrolliert werden?

Dies sind die 2 Hauptpunkte, an denen momentan geforscht wird.

Konkrete Ergebnisse konnten aktuell noch nicht ermittelt werden.

Anforderungen an Systeme hängen auch stark von deren Verwendungszweck ab (nur viele Nutzer, nur viele Daten, etc).

Ultra-Large-Scale Systems

28

□ Fazit

- Einige Systeme dieser Kategorie sind bereits im Einsatz
- Sie sind in der Lage große Lasten (in vielen Bereichen) zu schultern
- Werden sehr komplex
- Unterliegen ständiger Weiterentwicklung
- Dezentral
- In Zukunft voraussichtlich häufiger anzutreffen

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Kurzer Überblick über die in den vorherigen Folien genannten Fakten.

Zusammenfassung der Kernpunkte:

- durchaus realistisch
- gigantische Systeme
- sehr komplex
- ständige Weiterentwicklung
- dezentral
- treten immer häufiger auf

Die Möglichkeit in Zukunft mit solchen System in Kontakt zu kommen ist also durchaus realistisch. Ein grober Überblick sollte daher vorhanden sein.

Ultra-Large-Scale Systems haben Zukunft. Architekturen, Entwicklungs- und Kontrollmodelle, usw. sind bisher auf Einzelsysteme angepasst und wenig verallgemeinert.

Emergente Software

29

- Vom lateinischen emergere => das Auftauchen
- *"Emergenz ist die spontane Herausbildung von Phänomenen oder Strukturen auf der Makroebene eines Systems auf der Grundlage des Zusammenspiels seiner Elemente. Dabei lassen sich die emergenten Eigenschaften des Systems nicht offensichtlich auf Eigenschaften der Elemente zurückführen, die diese isoliert aufweisen."* (Quelle: Wikipedia)

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Begriffserklärung: „Emergenz“

Übergang zu bekanntem Beispiel, um Verständnis zu erleichtern.

Emergente Software

30

□ Beispiel Gehirn

- Viele kleine Elemente
- Simple Funktionsweise
- Zusammenschluss ermöglicht ungeahnte Kapazitäten
- Dynamik erzeugt ständig neue (unvorhersagbare) Funktionen

Biologie bietet viele Beispiele (Schwarmverhalten, usw...). Emergenz ist nicht vorhersagbar. Einzelne Komponenten wirken zusammen und erzeugen so Verhalten. Gesamt Möglichkeiten > Summe der Einzelmöglichkeiten.

Emergente Software

31

- Grundfunktionalitäten emergenter Software:
 - (ad-hoc) interoperabel
 - Automatisch adaptiv
 - Nutzerzentriert und kontextsensitiv
 - Sicher und vertrauenswürdig

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Interoperabel: Komponenten können zusammengeführt werden und sind in der Lage ohne Anpassung miteinander zu interagieren (Nach Baukasten-System zusammensteckbar)

Automatisch adaptiv: System erkennt Änderungen im Umfeld und reagiert automatisch (Benötigte Schnittstelle für bestimmte Benutzergruppe anpassen)
Optimiert Prozesse

Nutzerzentriert und kontextsensitiv: Benutzer wird die richtige Information in der richtigen Form bereitgestellt. Daten Transformieren. Je mehr Intelligenz, um so mehr Daten -> mehr Daten = Nutzer braucht mehr Hilfe (Benutzerklassen werden erkannt und mit der passenden, aktiven Führung versehen).

Sicher und vertrauenswürdig: Interne Informationen müssen nach außen abgesichert werden (Datenschutz)

Quelle: Software Cluster: Fortbildung 'Emergente Software' (
<http://www.youtube.com/playlist?list=PLEAB13B919BF3AA11>)

Emergente Software

32

- Voraussetzungen
 - ▣ Cloud-Plattform
 - ▣ Abgestimmte technische Schnittstellen
 - ▣ Organisationsübergreifendes Systemverhalten
 - ▣ QoS Garantien

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Die einzelnen Elemente müssen von überall erreichbar sein (Skalierung schwer einzuschätzen) -> Cloud-Plattform
Die Schnittstellen müssen fest definiert sein, damit die Systeme austauschbar bleiben und mit anderen Systemen interagieren können, die zuvor nicht bekannt waren.
Das System muss sich über Organisationsgrenzen gleich verhalten, damit die Interoperabilität gewährleistet werden kann.
Es muss garantiert werden können, dass die Services gewisse Anforderungen an ihre Qualität erfüllen.

Emergente Software

33

□ Einsatzgebiete

- Businessumfeld (digitale Unternehmen)
- Komplette Unternehmen(Prozesse) werden abgebildet und vom System verwaltet, optimiert und angepasst
- Auch Partnerschaften mit anderen Firmen sind hier möglich

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Unternehmen müssen hierzu zu digitalen Unternehmen werden, d.h. sie müssen all ihre Prozesse digitalisieren und ggf. nach außen zur Verfügung stellen.

Die Kontrolle über die Interaktion der Prozesse obliegt dem System selbst. Dies ermöglicht das automatische Optimieren und Anpassen von Prozessen (z.B. bei Ausfall von Partnern, Lieferanten, usw).

Die Interaktion mit anderen „digitalen Unternehmen“ bietet große Möglichkeiten, Prozesse zu optimieren.

Daraus ergeben sich die im nachfolgenden beschriebenen Herausforderungen.

Emergente Software

34

- Herausforderungen
 - ▣ Während der Laufzeit treten Systemkonfigurationen auf, die nie geplant und/oder getestet wurden
 - ▣ Qualitätsanforderungen müssen trotzdem garantiert werden können
 - ▣ Daten müssen verfügbar und doch gesichert sein

Die ungetesteten Konfigurationen müssen funktional sicher sein, dies zu garantieren ist eine der großen Herausforderungen emergenter Systeme. Die Selbstverwaltung der Systeme an sich und die Kombination verschiedenster Firmenprozess, die auf die selben Schnittstellen geeint sein müssen stellt ebenfalls ein großes Problem da.

Hinzu kommt die Tatsache, dass die Systeme einerseits Zugriff auf Firmendaten erhalten und die Daten trotzdem sicher hinterlegt sein müssen (Konkurrenz, ...)

Emergente Software

35

□ Fazit

- Eröffnet ein weites Feld an neuen Möglichkeiten
- Äußerst komplex
- Noch ein Stück entfernt
 - Da alle Einsatzbereiche komplett digitalisiert sein müssen
 - Da ein hohes Maß an Einheitlichkeit vorausgesetzt werden muss

Emergente Systeme sind aktuell noch Zukunftsmusik.

Wir sind momentan noch nicht in der Lage die Anforderungen zu erfüllen, die Grundlage für solche Systeme sind.

Die Hauptprobleme bestehen in der Komplexität der Selbstverwaltung, der Digitalisierung der Unternehmen und der Vereinheitlichung der Schnittstellen.

Sollten wir in der Lage sein, diese Probleme in den Griff zu bekommen, könnten emergente Systeme uns allerdings ungeahnte Möglichkeiten eröffnen. Prozesse könnten unter Berücksichtigung der Dienste anderer Unternehmen in einer Weise optimiert werden, die momentan auf Grund des damit verbundenen Aufwands nicht zu erreichen ist.

Smart Ecosystems

- Konzept des Fraunhofers
- Stellt Evolutionsstufe nach emergenten System dar
- Zukunftsorientiertes System

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Auf Grund der wenigen verfügbaren Informationen wird hier auf Annotationen der Folien verzichtet.

Quelle: Fraunhofer

(http://www.iese.fraunhofer.de/de/innovation_trends/smart_ecosystems.html)

Smart Ecosystems

- Zusammenführung von:
 - Informationssystemen
 - Eingebetteten Systemen
 - Mobilien Apps
 - Emergenten Systemen
 - CPS
- Kommunizieren über:
 - Internet der Dienste
 - Internet der Dinge
 - Internet der Daten

Abgrenzung von Betrachtungsweisen
Manuel Schweizer, Till Ganzert

03/06/2013

Es soll ein Software Ecosystem entstehen

Smart Ecosystems

- Ziel:
 - ▣ Es sollen innovative, organisationsübergreifende Lösungen gefunden werden
- Fazit:
 - ▣ Scheint auf eine erweiterte Version emergenter Systeme hinauszulaufen
 - ▣ Komplexität wird auf Grund der verschiedenen Systemtypen nochmals immens wachsen
 - ▣ Kaum Informationen verfügbar
 - ▣ Ist noch sehr weit weg

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

□ Fragen bitte!