

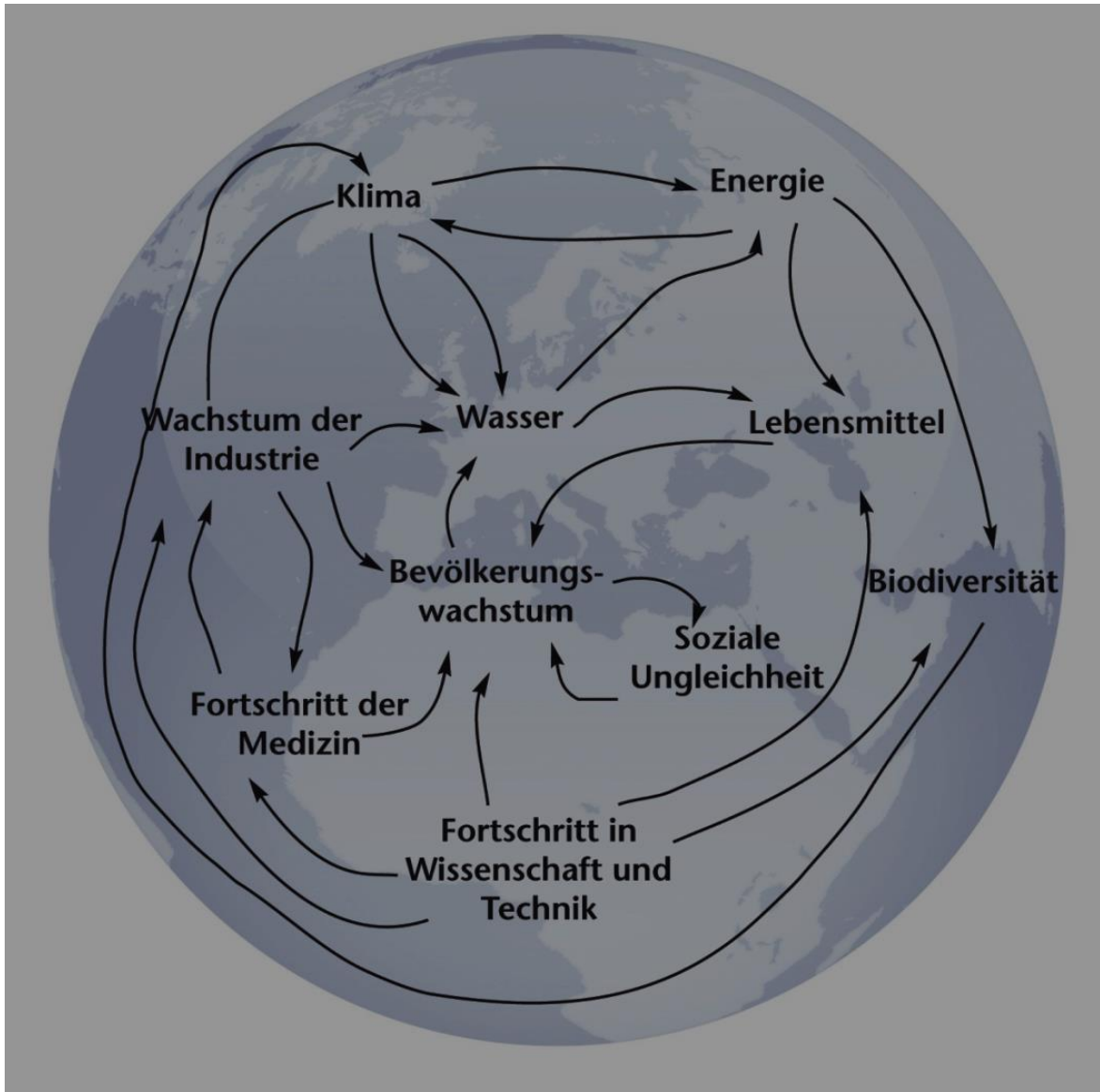
# **Intelligente Infrastrukturen**

*im Spannungsfeld zwischen Technik,  
Ethik und wirtschaftlichen Zielsetzungen*

**Prof. Dr. Klaus Mainzer**  
**Lehrstuhl für Philosophie und Wissenschaftstheorie**  
**Technische Universität München**

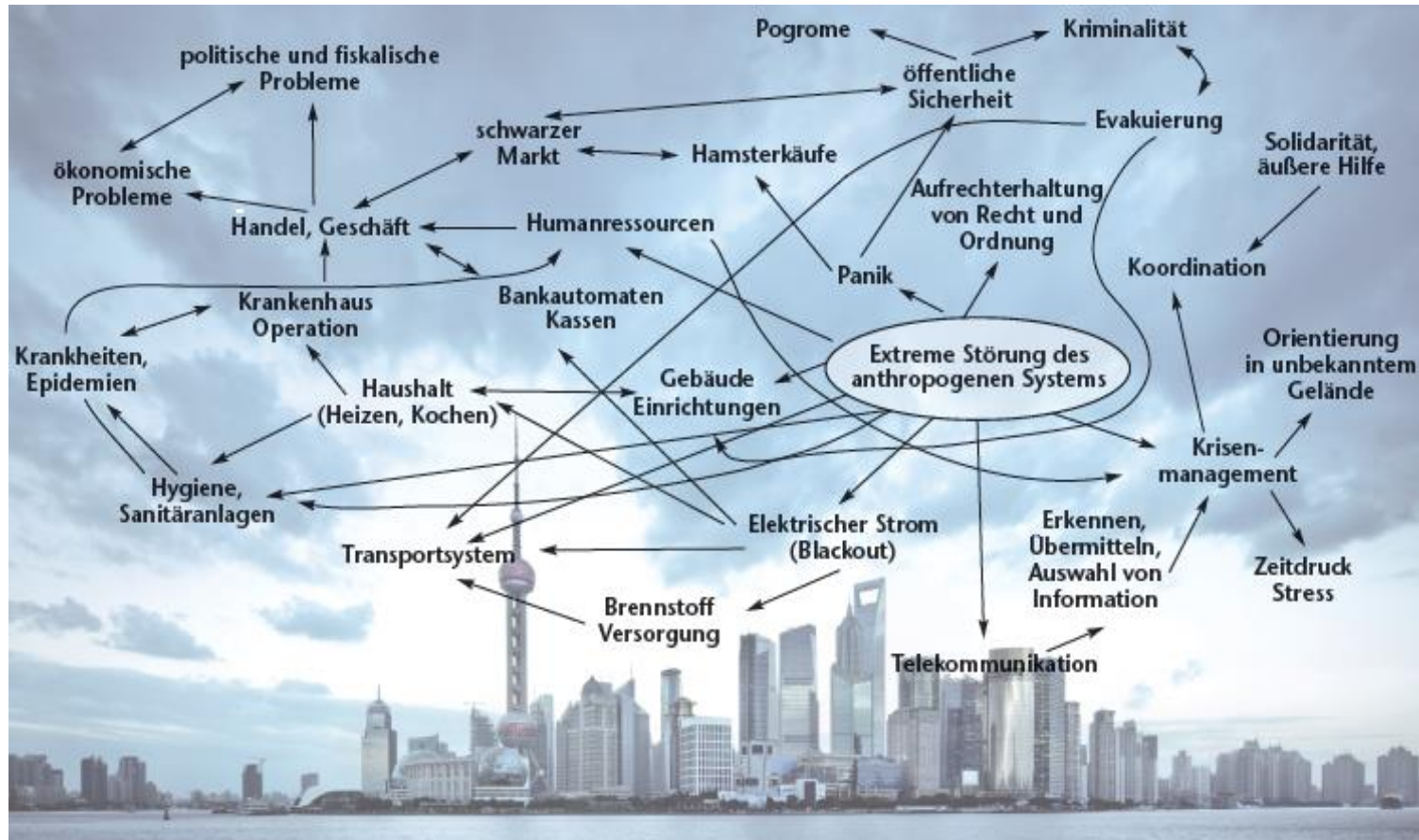
- 1. Wird uns die Welt zu komplex ?**
- 2. Vom Internet der Dinge zu intelligenten Infrastrukturen**
- 3. Wie meistern wir Big Data in intelligenten Infrastrukturen ?**
- 4. Ethisch-rechtliche Roadmap intelligenter Infrastrukturen**

# 1. Wird uns die Welt zu komplex ?



# Erdsystem als komplexes ökosoziales System

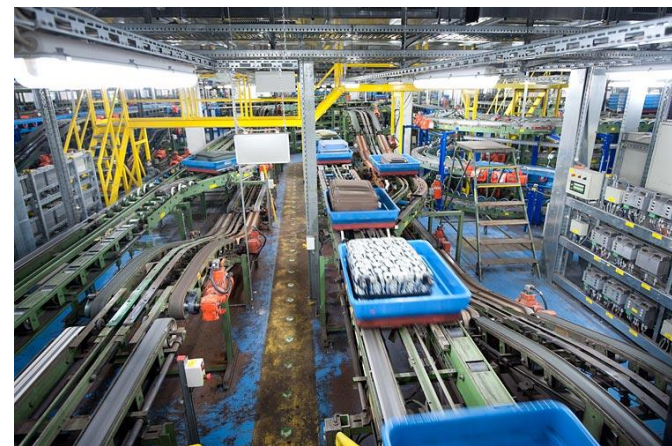
# Lokale Störung globaler Systeme



**Extreme Störungen im anthropogenen System mit kaskadenhafter nichtlinearer Ausbreitung** (z.B. Vulkanausbrüche, Erdbeben, Terrorangriffe) weichen von der **Normalverteilung** ab. **Kausalnetzwerke** helfen, die Ausbreitung der Effekte abzuschätzen und ein **Krisenmanagement** einzurichten.



# Wird unsere Zivilisation zu komplex?

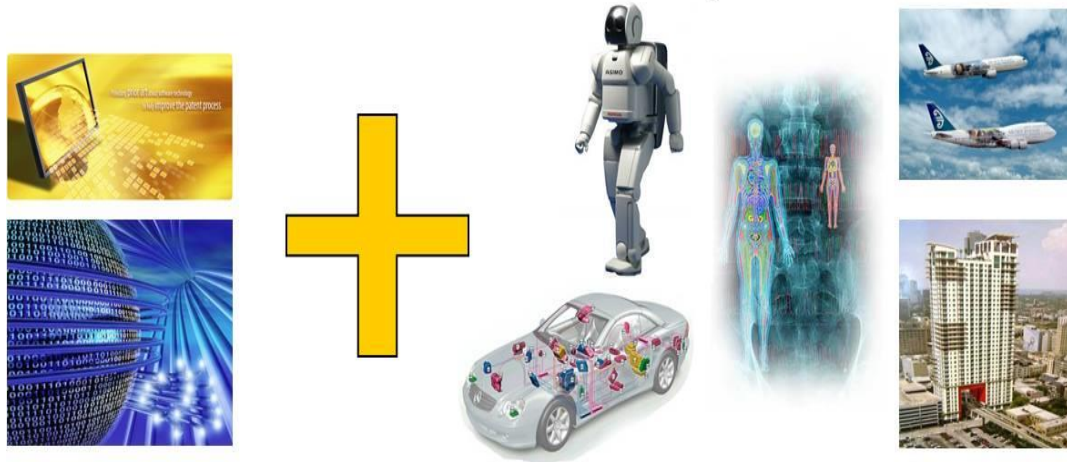


Wie lassen sich in einer *zunehmend technisierten und globalisierten Welt* die *immer komplexer werdenden Abläufe robust und resilient steuern* ?



## **2. Vom Internet der Dinge zu intelligenten Infrastrukturen**

# Von Informations- und Kommunikationsnetzen zu intelligenten Infrastrukturen

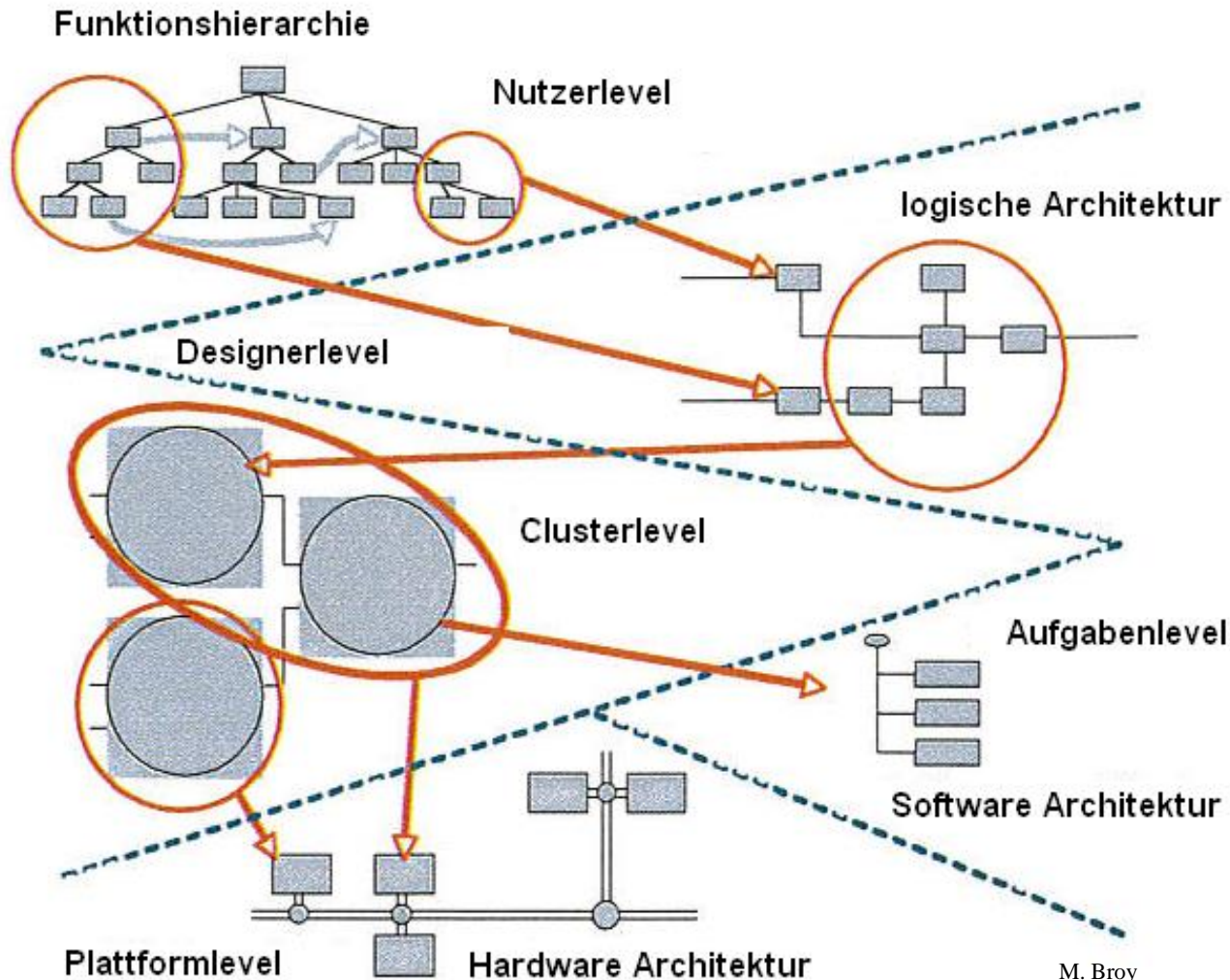


***Soziotechnische Systeme sind in die Infrastrukturen der Gesellschaft integriert und berücksichtigen soziale, ökonomische und ökologische Faktoren. Diese Infrastrukturen ermöglichen Dienstleistungen am Menschen.***

***Intelligente Infrastrukturen sind mit ihrer Umwelt vernetzt (z.B. Internet), sind robust gegen Störungen, passen sich an und reagieren sensibel auf Veränderungen (Resilienz).  
Anwendungen: Arbeitsplatz, Haushalt, Alten- und Krankenpflege, Verkehrssysteme, Luftfahrt et al.***



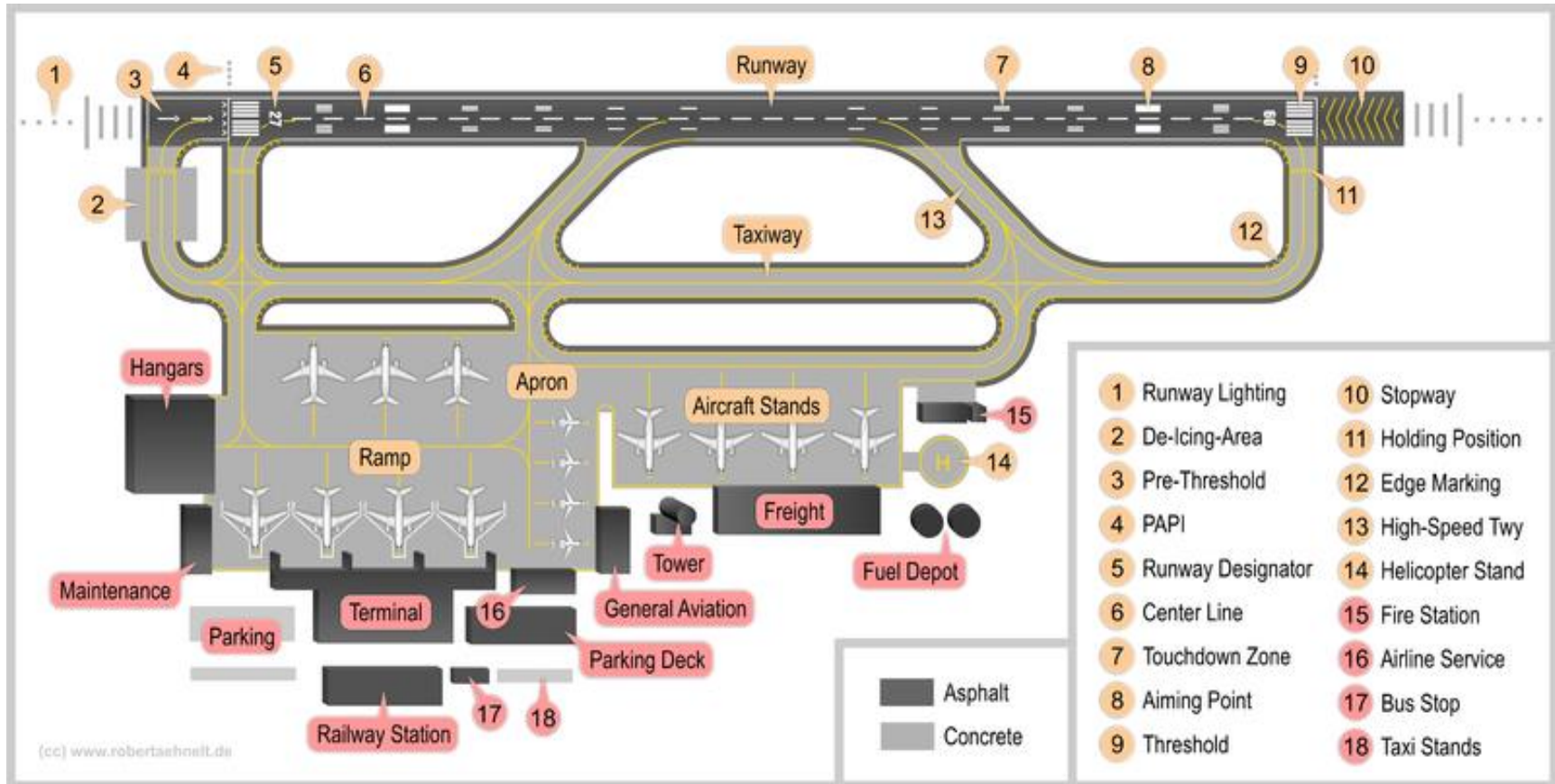
# Intelligente Architektur eines Automobils



***Komplexe Multifunktionalität*** erfordert eine klare Hierarchie der Abläufe von Nutzer bis zur Hardware.

Die Anordnung von ***Funktionen*** muss dem ***Nutzer*** verständlich sein.

# Vom Software- zum Systems-Engineering



**Beispiel Flughafen mit *unterschiedlichen Domänen*, die *konsistent zu integrieren* sind!**

# Smart Cities und Infrastrukturen

*Globale Urbanisierung ist eine Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Wegen des gewaltigen Datenaufkommens ist eine Stadt als Knotenpunkt menschlichen Lebens auf intelligente Technologien für effiziente und vernetzte Infrastrukturen angewiesen.*



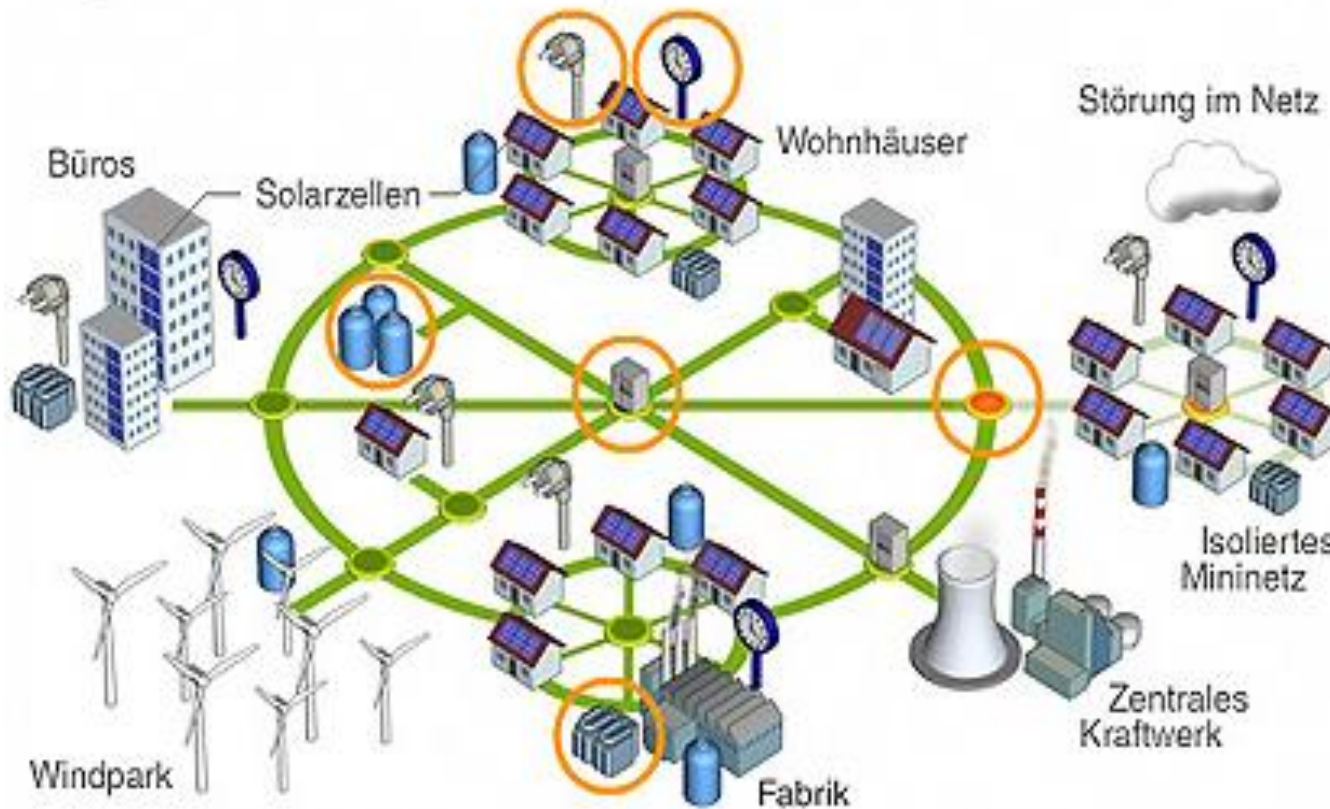
*Von Bürgerservice, Wohnen und Mobilität über Bildung, Energie- und Gesundheitswesen bis zur öffentlichen Sicherheit sind unterschiedliche Domänen mit smarter Technologien zu integrieren..*



# Smart Grids und Infrastrukturen

## Intelligente Stromnetze

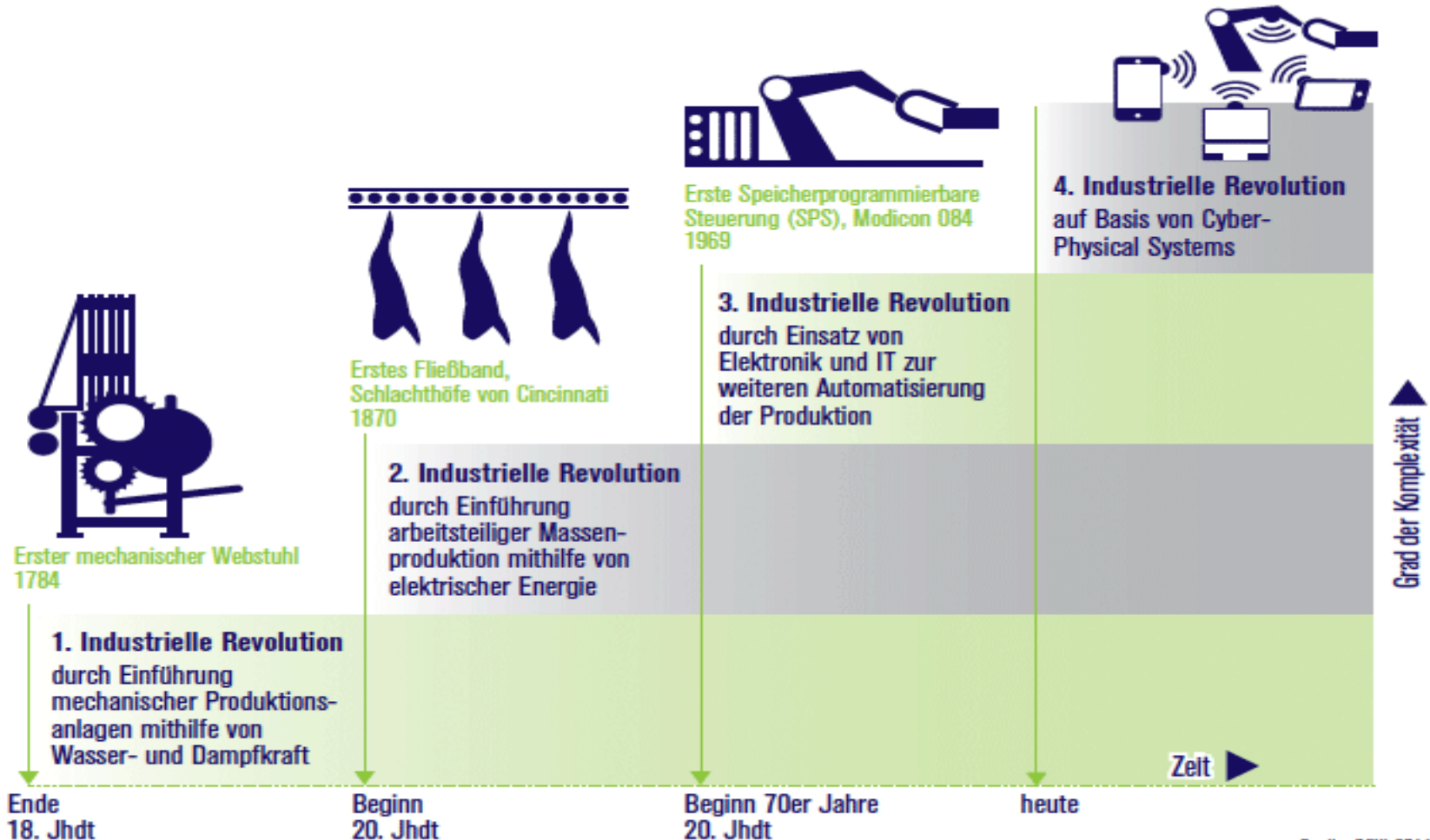
Die Zukunftsvision: ein Netzwerk integrierter Mininetze, das sich selbst kontrolliert und repariert.



**Smart Grids** verbinden *Energie- und Informationssysteme* in einer *Symbiose*.

*Dezentrale Energieversorgung* erfordert *Integration unterschiedlicher Domänen* in *intelligenten Infrastrukturen*.

# Industrie 4.0 als intelligente Infrastruktur



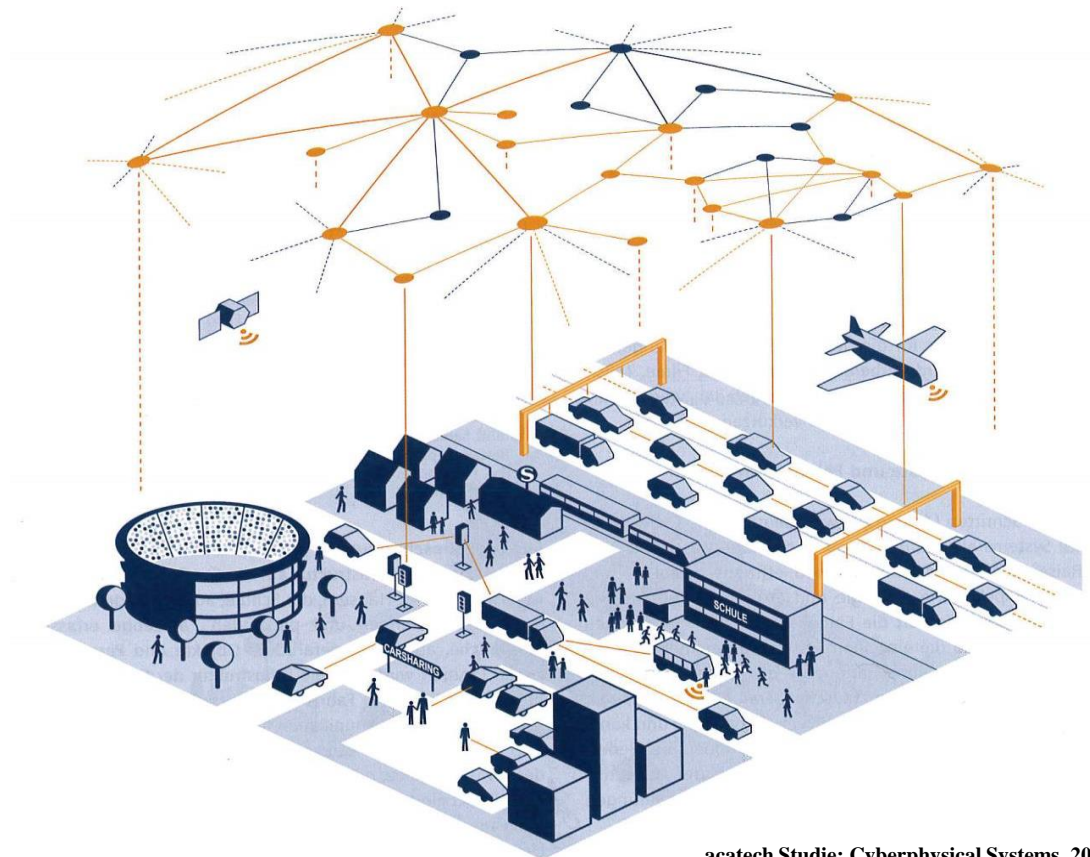


# Industrie 4.0 und Arbeitswelt

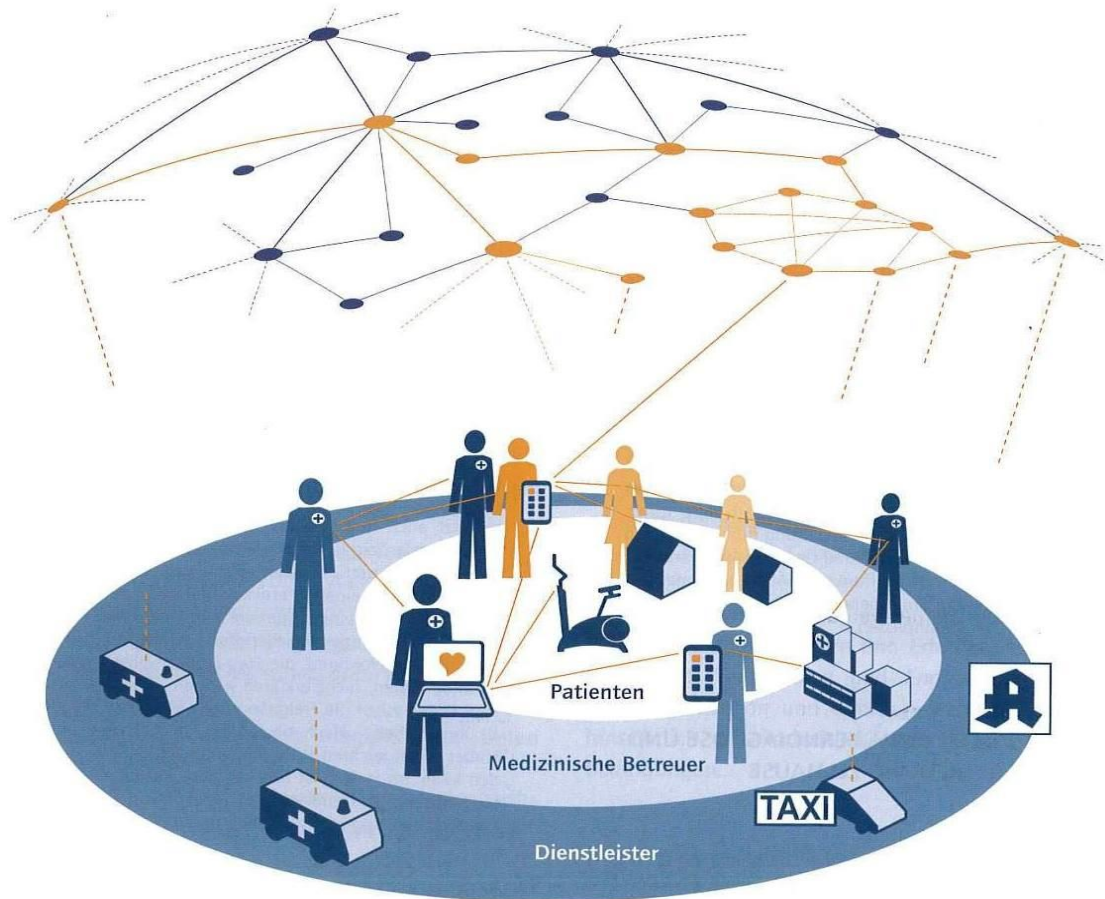


Industrie 4.0 führt zu *Veränderungen der Arbeitswelt*, die nur *gesamtgesellschaftlich* zu lösen sind (z.B. Ausbildung als „*lebenslanges Lernen*“).

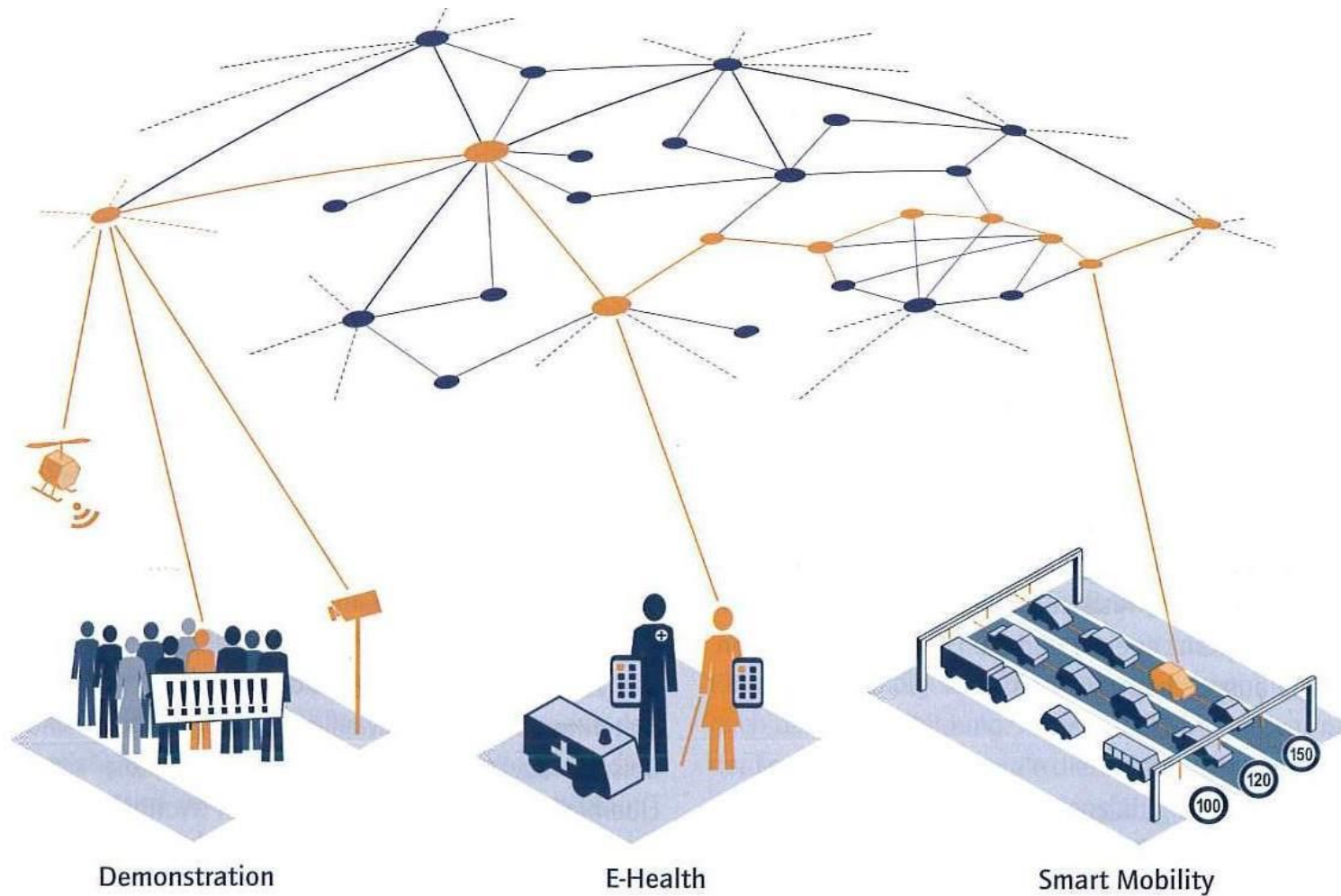
# Komplexe Mobilitätsnetze als intelligente Infrastrukturen



# Komplexe Gesundheitszentren als soziotechnische Systeme

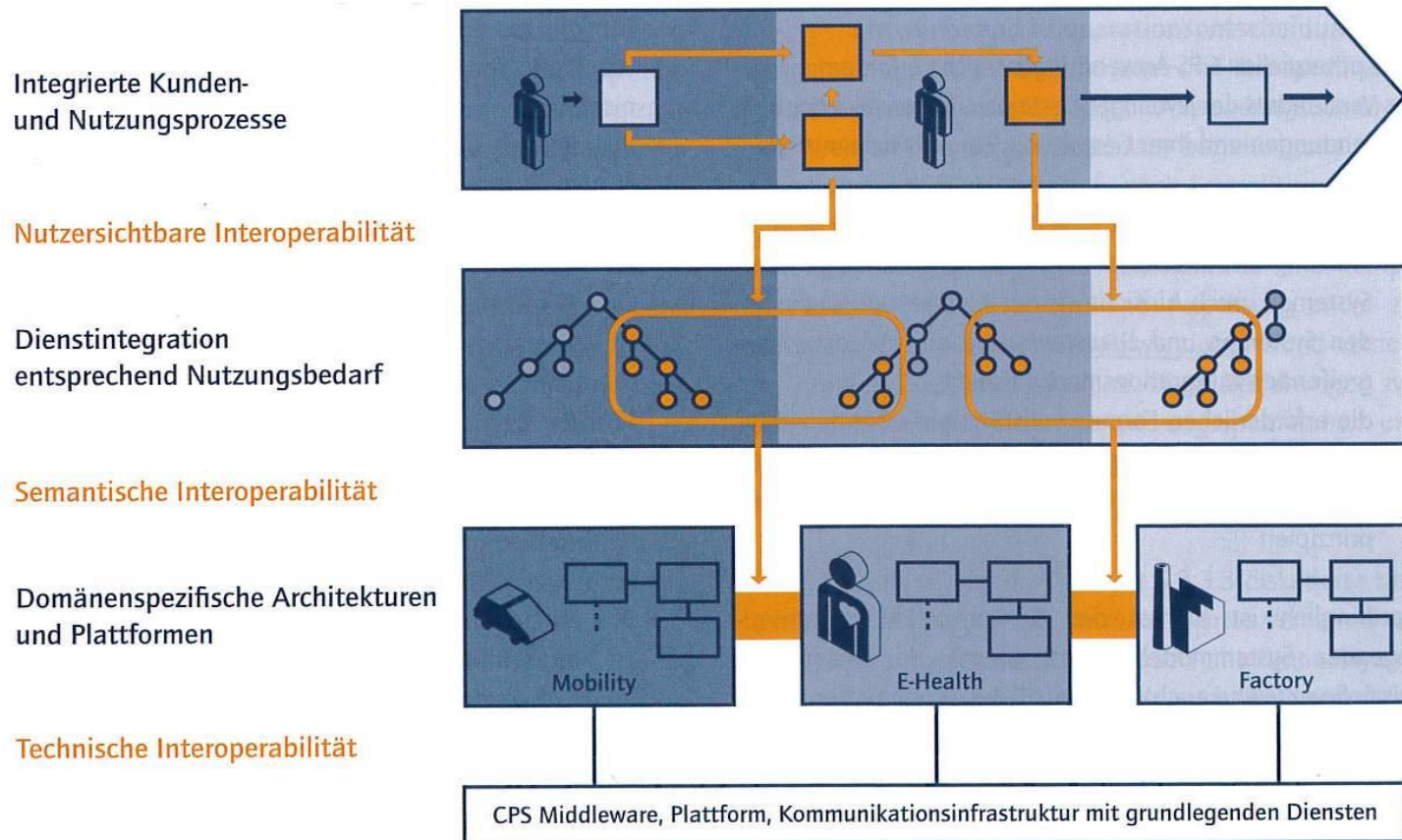


# Risiken intelligenter Infrastrukturen



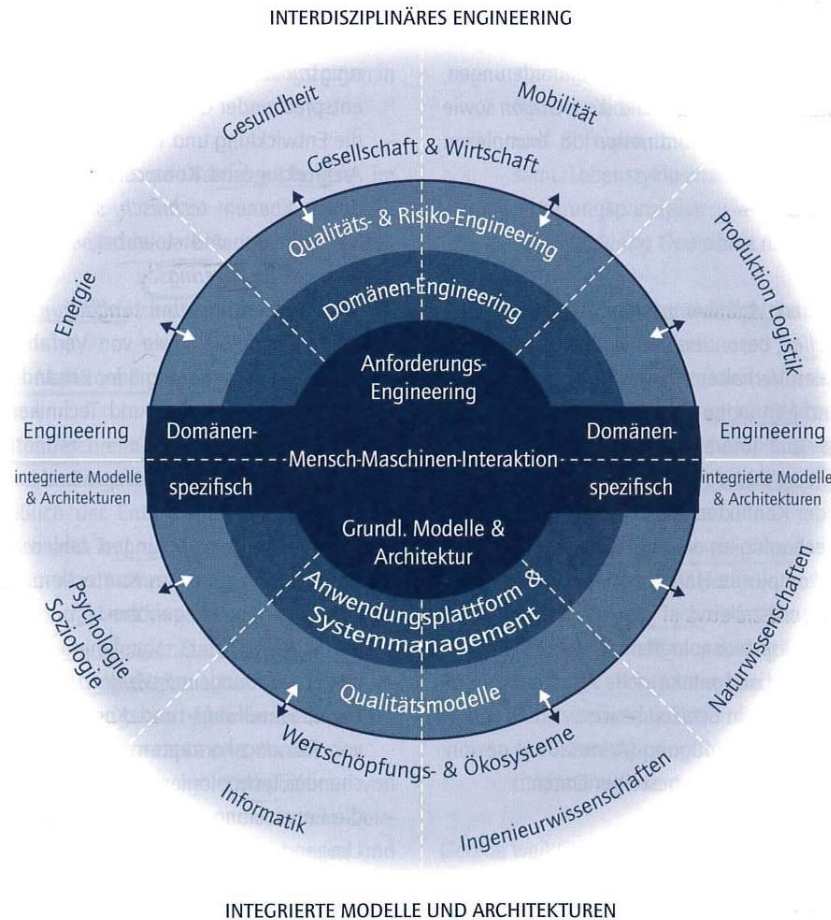


# Architektur intelligenter Infrastrukturen





# Intelligente Infrastrukturen erfordern integrierte Ausbildung in Technik- und Humanwissenschaften !



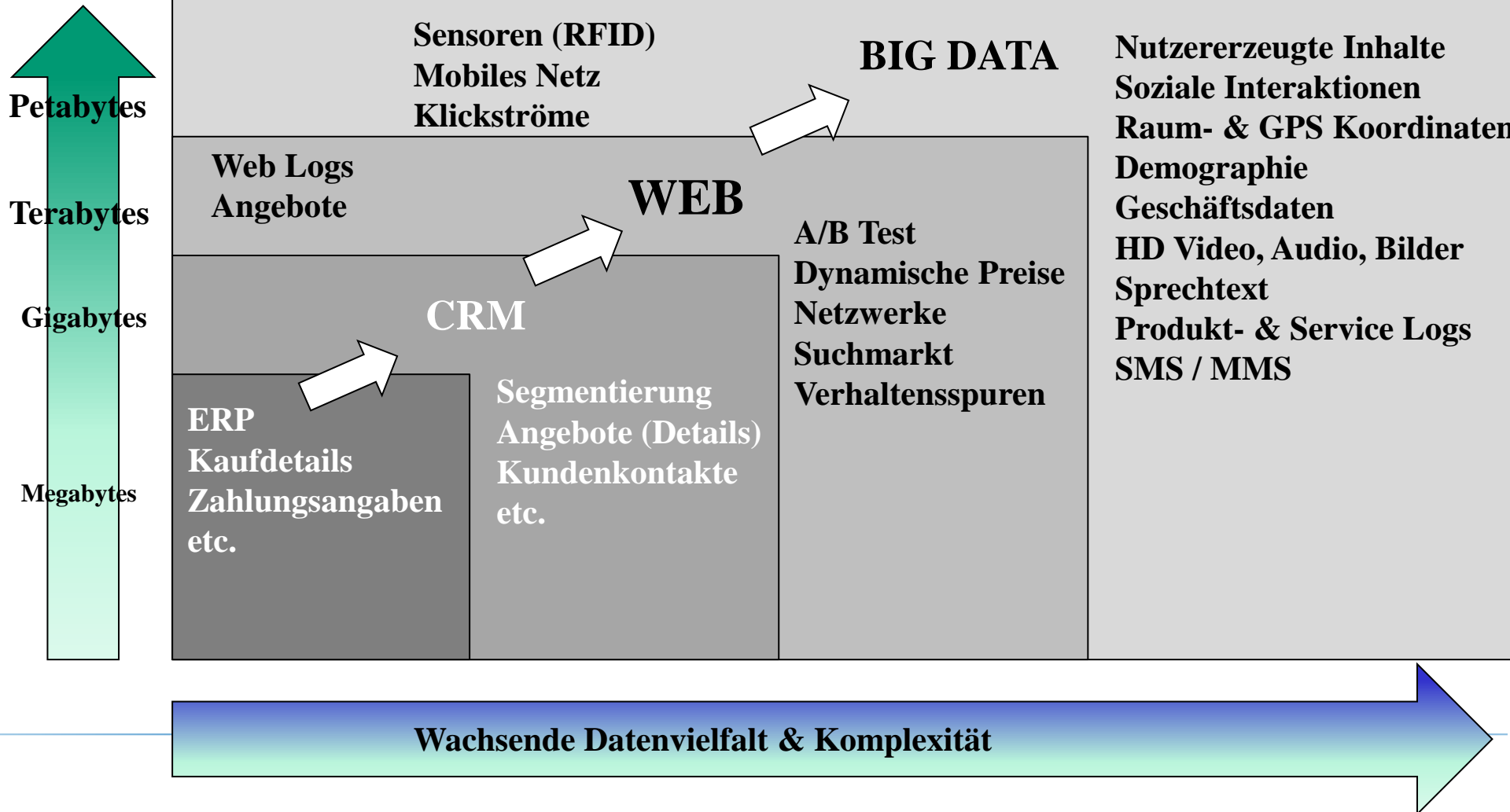
# **3. Wie meistern wir Big Data in intelligenten Infrastrukturen ?**

# Big Data in intelligenten Infrastrukturen

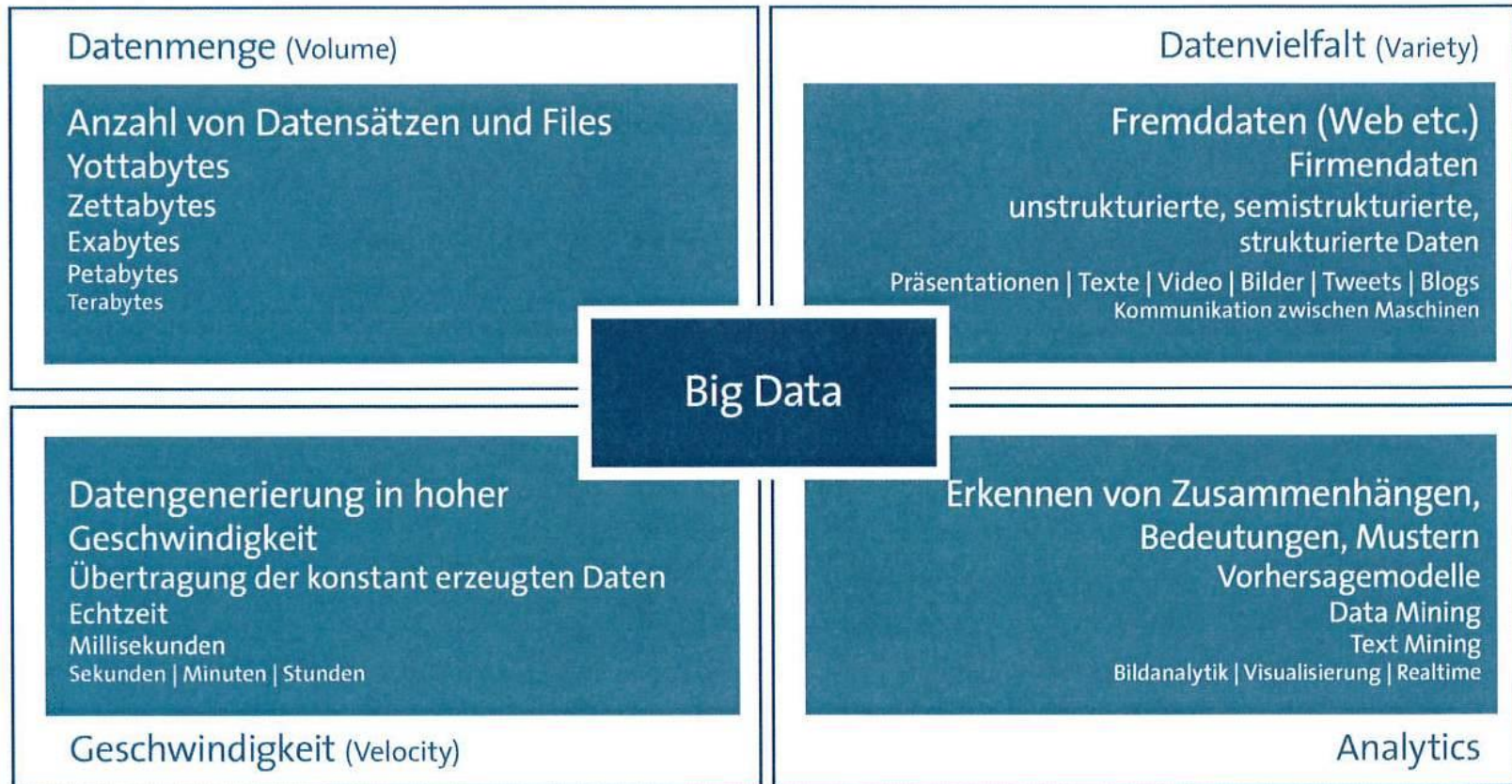
Wachsende Datenvielfalt und Komplexität

ERP = Entropie-Resource Planning (*Unternehmensressourcenplanung*)

CRM = Costumer Relationship Management (*Kundenbeziehungsmanagement*)

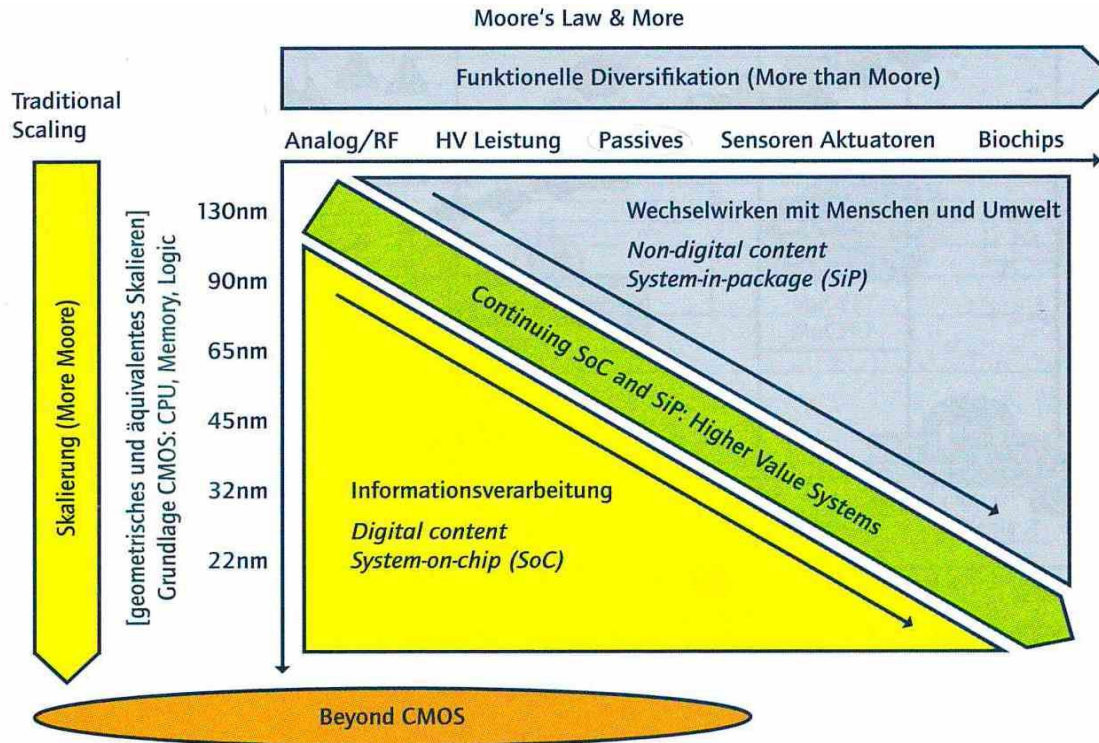


# Exponentielles Wachstum der Big Data Welt





# Von "More Moore" zu "More-than-Moore" Technologien



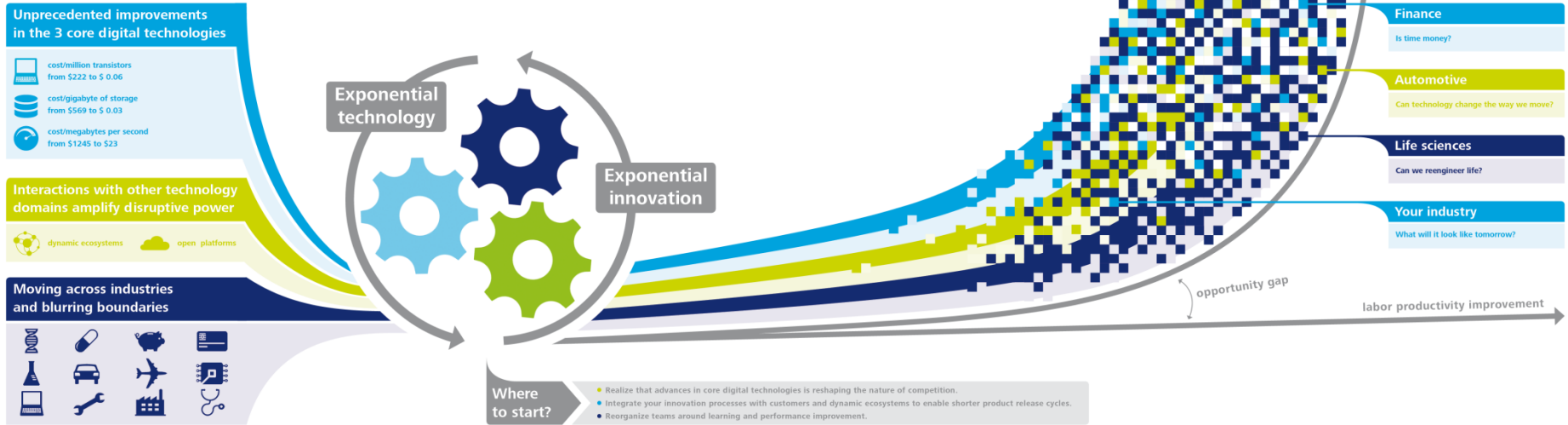
*Moores Gesetz* erreicht in den 2020er Jahren die *Grenzen atomarer Skalierung*.  
*Traditionelle Halbleitertechnologie (CMOS)* wird in der „*More-than-Moore*“ *Technologie mit analog/mixed Signals, Biochips, und Sensortechnologie integriert*.

*Informationstechnologie* zielt dann auf *biologisch inspirierte Prozessoren und Netzwerke der Nanoelectronik mit Sensoren, Aktuatoren, und Biochips, um intelligente Infrastrukturen zu ermöglichen*.



# Von exponentieller Technologie zu exponentiellen Innovationen

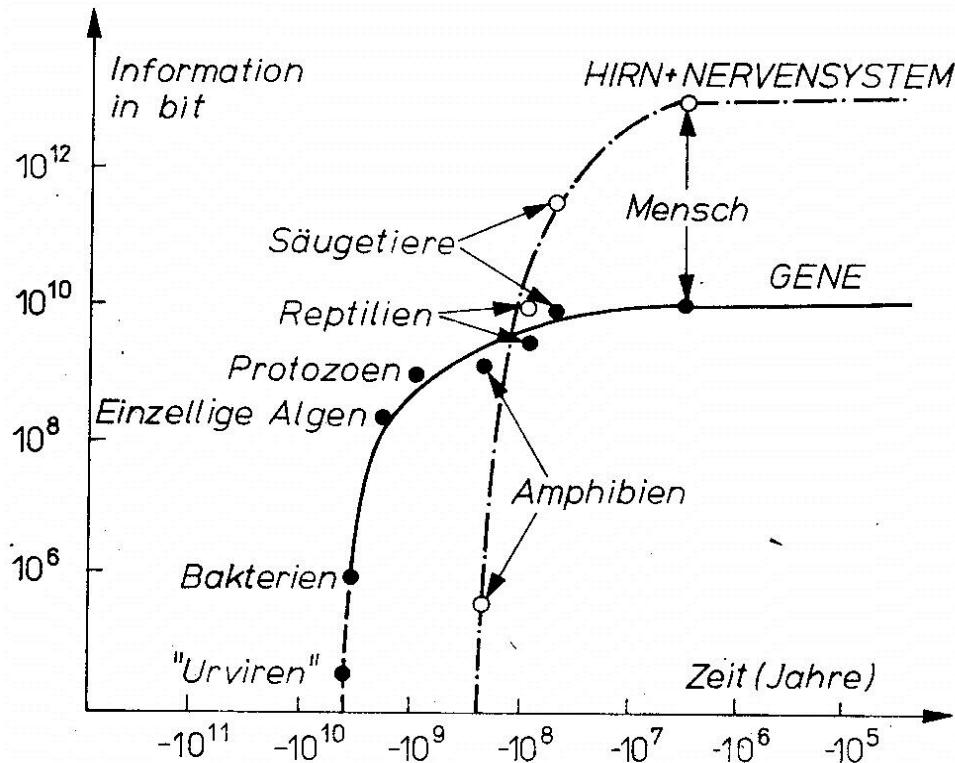
Exponential technologies are driving wave after wave of exponential innovation



*Exponentiell sich beschleunigende Technologien führen zu exponentiell wachsenden Firmen der Informationstechnologie (z.B. Google). Sie schlucken klassische Firmen zur Herstellung physischer Ausrüstung: z.B. Kameras, Fotografieren, Automobile reduzieren sich auf Apps und Software (und ihre Firmen verschwinden). Produktivität ist nicht länger eine lineare Funktion menschlichen Einsatzes. Netze und Automatisierung führen zu exponentieller („nichtlinearer“) Beschleunigung.*

# **4. Ethisch-Rechtliche Roadmap intelligenter Infrastrukturen**

# Evolution von Daten und Information

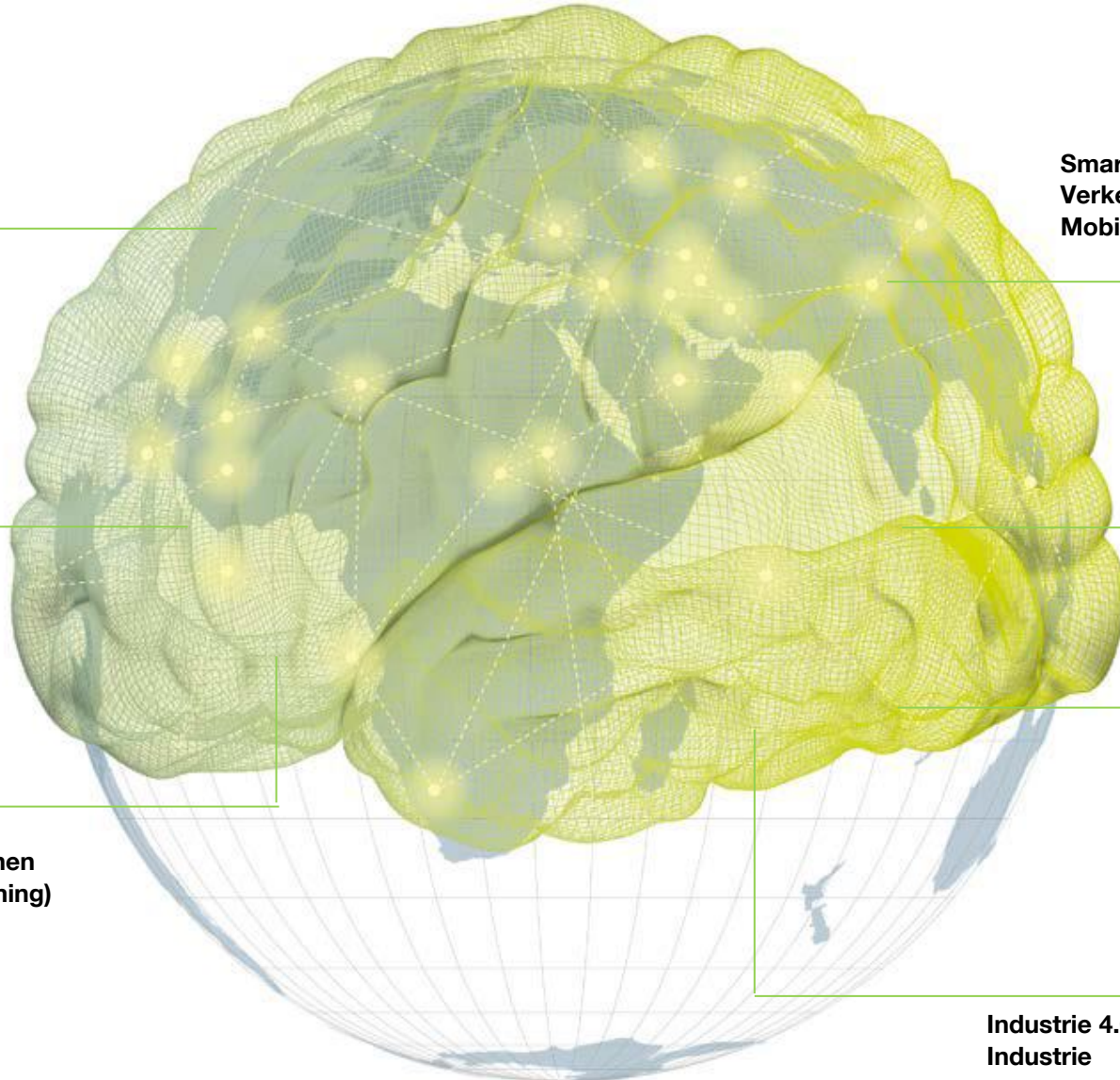


In der *Evolution* entwickelten sich neue Formen der *Informationsspeicherung*:

- *genetische Information*
  - *neuronale Information*
  - *extrasomatische Information*
- Beim Menschen werden ca.  $10^{10}$  bit *genetische Information* von ca.  $10^{14}$  bit *neuronale Information* überragt.

Seit  $10^3$  Jahren entwickelt die Menschheit *extrasomatische Informationsspeicher* (z.B. Bibliotheken, Datenbanken, Internet, Roboter, Cyberphysical Systems), deren *Informationskapazität insgesamt* die Informationen in *einzelnen Gehirnen* weit überschritten hat.

# Koevolution eines globalen Supergehirns



**Börsenmarkt:  
Hochfrequenzhandel**

**Smart City:  
Verkehrsmanagement mit  
Mobilitätsdaten**

**Personalisierte  
Medizin**

**Voraussage von  
Epidemien**

**Voraussage menschlichen  
Verhaltens (z.B. Precriming)**

**Smart Grids zur  
Optimierung der  
Elektrizitätsversorgung**

**Industrie 4.0 für vernetzte  
Industrie**

# Ethisch-rechtliche Roadmap der Technikgestaltung für intelligente Infrastrukturen

1. Welche ethisch-rechtlichen Normen sind bei eingebetteten Systemen (z.B. Fahrerassistenzsysteme ) zu beachten?
2. Welche ethisch-rechtlichen Fragen stellen sich bei intelligenten Versorgungssystemen (z.B. Energiesysteme)?
3. Welche ethisch-rechtlichen Normen sind für die Grade der Automatisierung der Arbeitswelt zu formulieren (z.B. Industrie 4.0 )?
4. Welche ethisch-rechtlichen Normen sind für die Anwendungen intelligenter Infrastrukturen auf den demographischen Wandel zu beachten?
5. Welche ethisch-rechtlichen Normen sind für die digitale Würde des Menschen im Zeitalter von Big Data zu fordern?



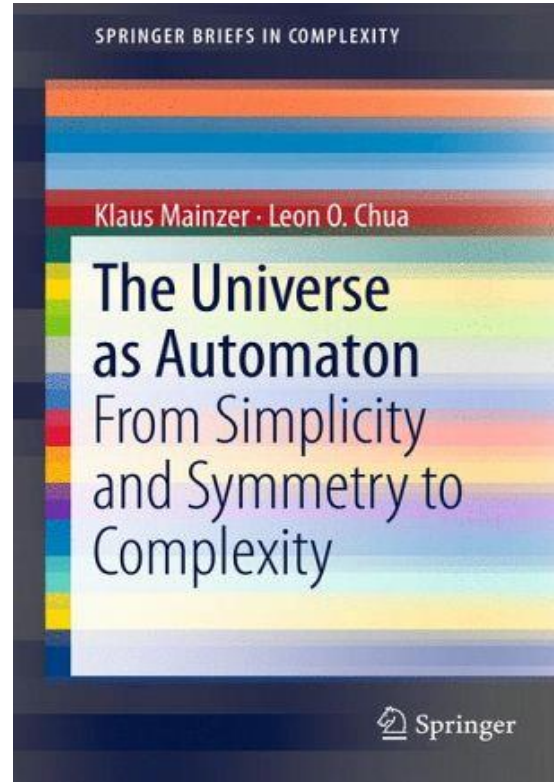
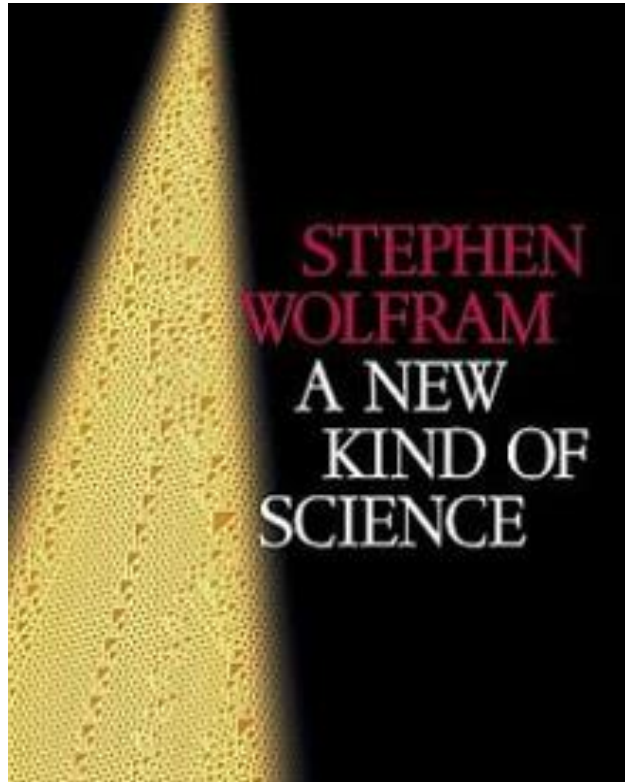
# Verantwortung in intelligenten Infrastrukturen



Wir brauchen *intelligente Infrastrukturen* als *verlässliche Dienstleistung* zur Bewältigung zivilisatorischer Komplexität.

Entscheidend ist aber auch eine *Stärkung der menschlichen Urteilskraft (Governance)*, um *Zusammenhänge* und *Folgen unserer Handlungen* zu erkennen, damit uns die *intelligenten Infrastrukturen nicht aus dem Ruder laufen*.

# Literaturhinweise:

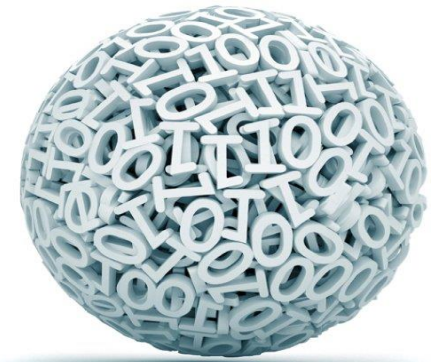


**Klaus Mainzer**

**Die Berechnung der Welt**

**Von der Weltformel**

**zu Big Data**



**C.H.Beck**