Zukunft 2050 – die smarten Energie-systeme von morgen

Dr. Ulrich Eberl

Zukunftsforscher (ehem. TU München, Daimler, Siemens) sowie Buchautor *Zukunft 2050* und *Smarte Maschinen*

Was kann man aus heutiger Sicht über die Zukunft wissen?
Was prägt die Welt bis zum Jahr 2050?

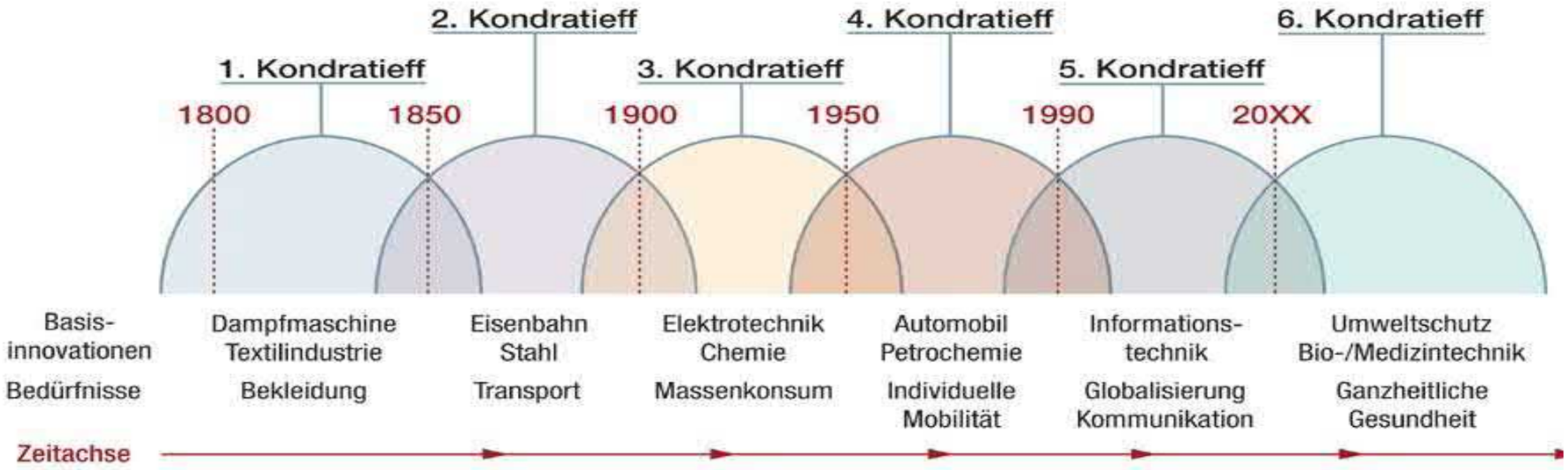
Megatrends – weltweit und unumkehrbar

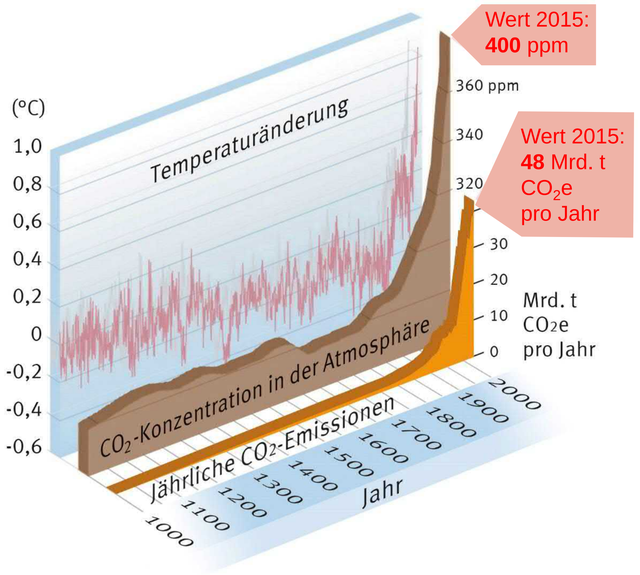
- Demographische Entwicklung
- Globalisierung und Migration
- Urbanisierung (Verstädterung)
- Klimawandel, Umweltschutz, Ressourcenschonung
- Digitalisierung, Datenschutz, Wissensgesellschaft

Heutige Weichenstellungen

- Die Kinder, die heute geboren werden…
- Die Häuser, die heute errichtet werden…
- Die Kraftwerke, die heute gebaut werden…
- Die Treibhausgase, die heute in die Luft geblasen werden, bestimmen, wie die Welt 2050 aussieht

Die Kondratieff-Zyklen – lange Wellen von ca. 40 – 50 Jahren Dauer





Was uns Megatrends über die Zukunft lehren

Ca. 9,5 Milliarden Menschen in 2050

Dreimal mehr Menschen über 65 – eine Milliarde Senioren mehr als heute

2050 werden fast so viele Menschen in Städten leben wie heute auf der ganzen Erde
Bis 2050 werden die Städte der Entwicklungs- und Schwellenländer um drei Milliarden Menschen wachsen

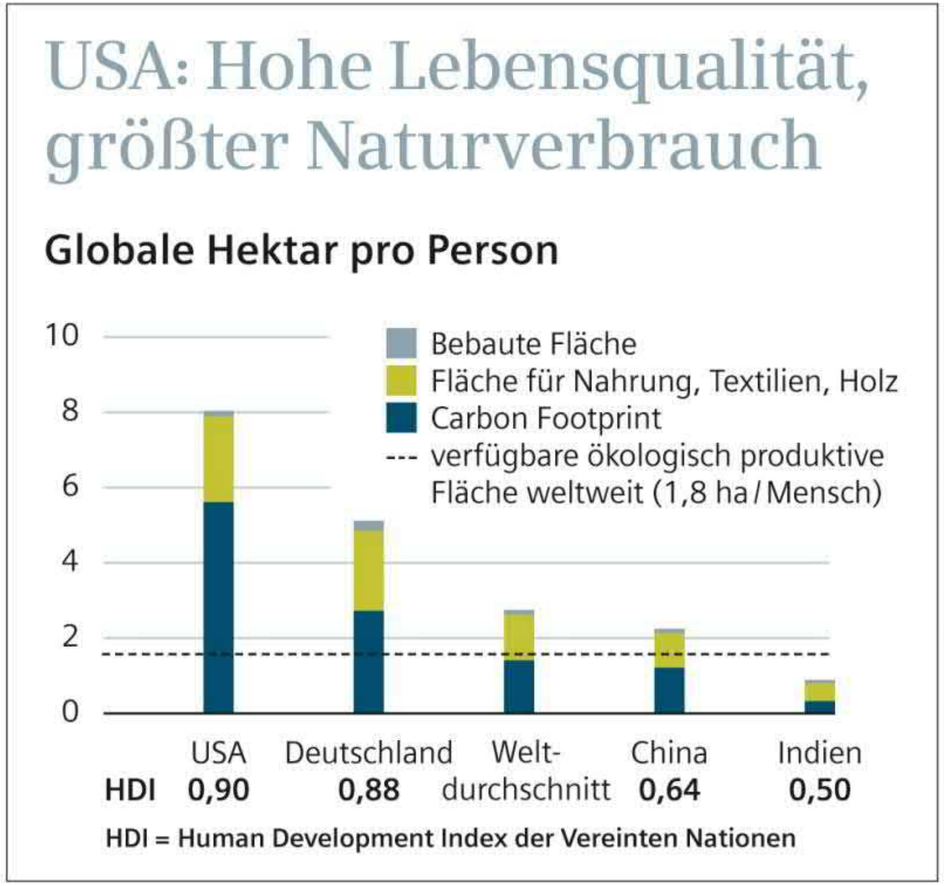
Rechenleistung, Speicherfähigkeit und Datenübertragung von Mikrochips werden sich nochmals vertausendfachen

China wird die USA als größte Volkswirtschaft überrunden

Ressourcen- und Energie-verbrauch könnten sich – bei business as usual – verdoppeln

UNEP: Rohstoffverbrauch könnte sich auf 140 Milliarden Tonnen in 2050 verdoppeln

Notwendig daher: Design2Recycle, Cradle-to-Cradle-Konzepte, Kreislaufwirtschaft



Quelle: Global Footprint Network 2010 National Footprint Accounts

Problem: Ökologischer Fußabdruck

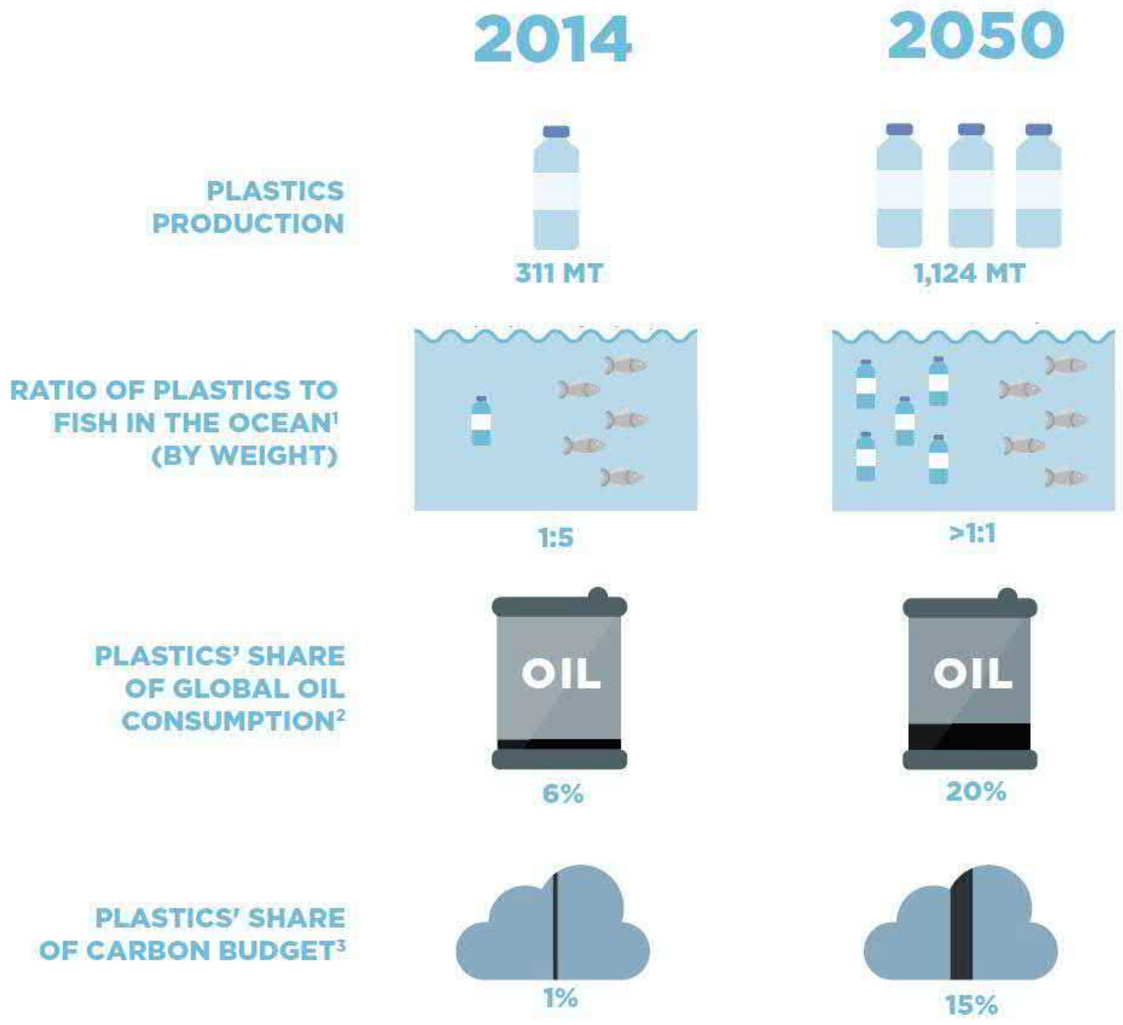
Bei Business as usual bräuchten wir 2050 drei Erden!

Quelle: Umweltministerium Neuseeland

© Ulrich Eberl, 2017

Kunststoffe: Verzwanzigfachung seit 1960er-Jahren – nochmals Faktor Vier bis 2050?

Globale Recyclingraten derzeit: Kunststoffe 14%, Papier 58%, Eisen und Stahl 70-90%



Produktion von Kunststoffen (Gewicht)

könnte sich bis 2050 fast vervierfachen

In den Ozeanen gäbe es dann

mehr Plastikmüll als Fische !

Für Kunststoffe bräuchte man 2050

rund ein Fünftel der Ölförderung

und sie wären 2050

für 15% der CO_2-Emissionen verantwortlich

(wg. Erzeugung, Verbrennung, Verrottung)

Quelle: Studie World Economic Forum, 2016 (Ellen MacArthur Foundation / McKinsey)

Schier grenzenloses Wachstum – wie ist das vereinbar mit einer begrenzten Welt?

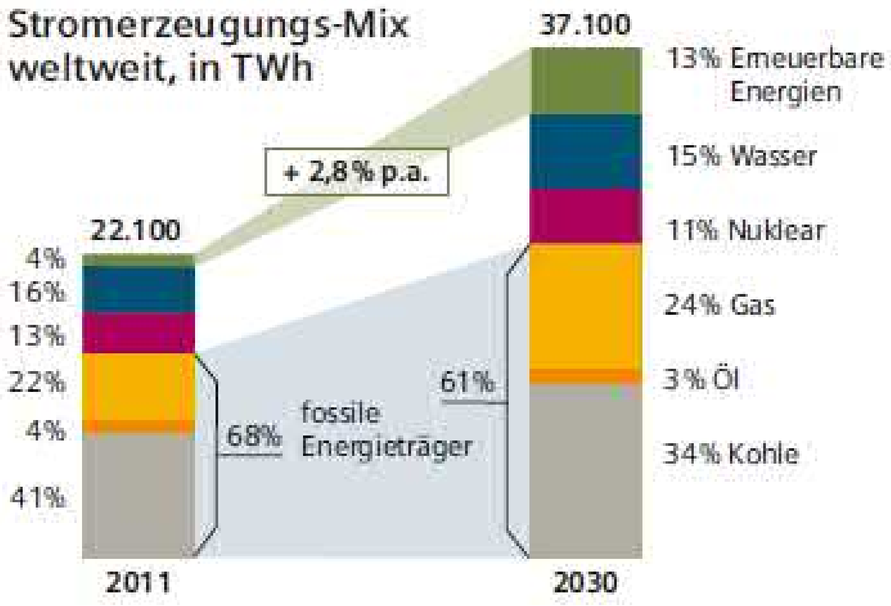
Der globale Stromverbrauch wächst z.B. dreimal so schnell wie die Weltbevölkerung

Treiber des Stromverbrauchs:

IuK: Verdoppelung auf 1.700 TWh bis 2030

Industrie: Ihr Anteil am Stromverbrauch wird weltweit von 33% auf 40% bis 2030 steigen (Motoren, Sensoren, Industrie 4.0)

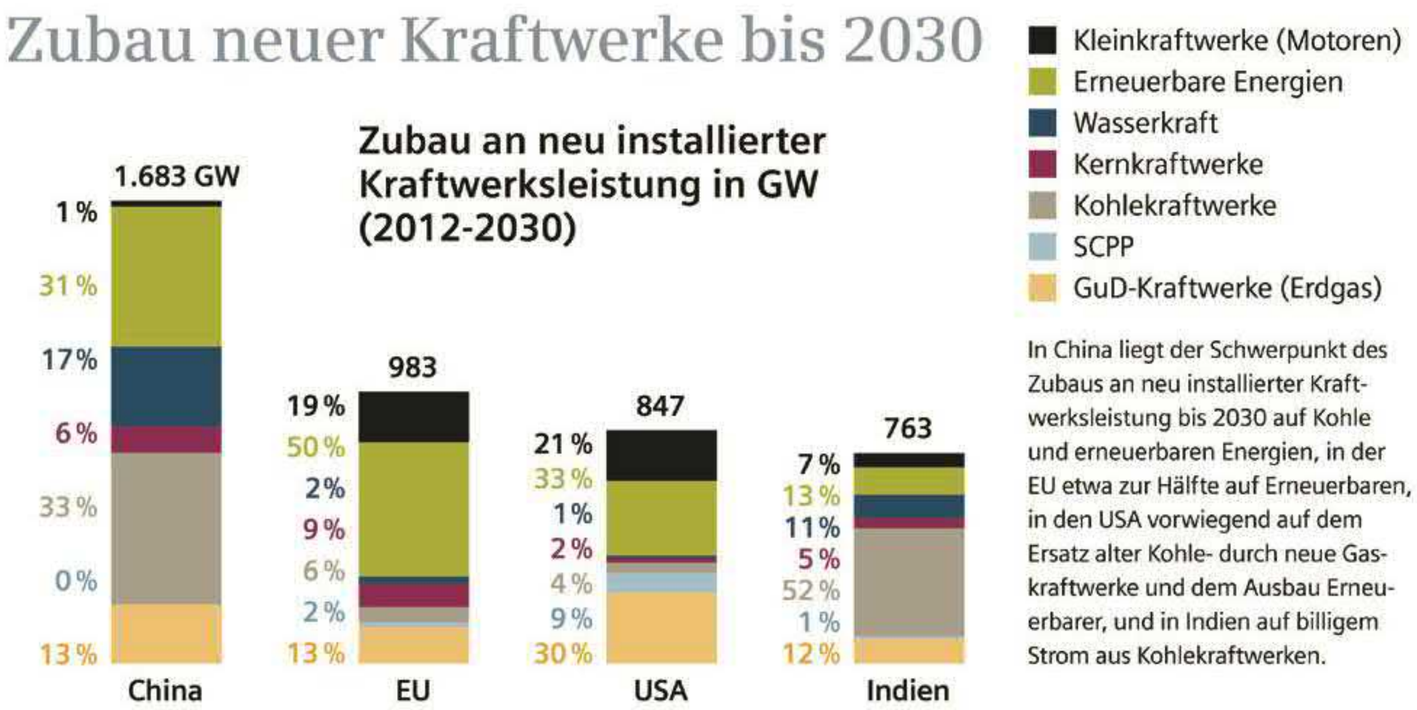
Verkehr: spielt noch kaum eine Rolle



Quelle: Siemens Studie

Unterschiedliche Schwerpunkte in den Regionen, doch weltweit ist der **Trend zu den Erneuerbaren** ungebrochen: Allein im Jahr 2015 gab es einen globalen Zubau von 147 GW elektrischer Erzeugungskapazität von Erneuerbaren.

Quelle: Renewables Global Status Report 2016



Alte Kraftwerke, alte Heizungen und der Boom der Fahrzeuge. Die Folgen:

Peking und Neu-Delhi:
Feinstaub 20-40-fach über WHO-Grenzwerten (meist im Jan/Feb).

Folgen: Chronischer Husten, Lungenschäden, Lungenkrebs und Herzerkrankungen. Mehr als 1.2 Millionen Tote in China pro Jahr durch Luftverschmutzung (WHO).

„Peking für menschliches Leben ungeeignet“ (chin. Akademie für Sozialwissenschaften)

Ein wichtiger Teil der Lösung: nachhaltige Energiesysteme
Erneuerbare Energien: Wind, Wasser, Sonne, Biomasse, Erdwärme

Stromautobahnen (HGÜ)

Intelligente Stromnetze

Energieeffizienz

Die Energiewende ist ein extrem komplexes Puzzle

Die Energiewende ist weit mehr als „nur“ der Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022. Der Ausbau der Erneuerbaren (80% bis 2050) und die Reduktion der Treibhausgase (um 80% bis 2050) erfordern ein komplexes Puzzle an Maßnahmen, die perfekt ineinandergreifen müssen:

1. **Erneuerbare Energien zu wettbewerbsfähigen Kosten**
2. **Stromautobahnen, Ausbau der Fernnetze (HGÜ u.a.)**
3. **Energieeffizienz: Gebäude, Industrie, Mobilität, Hausgeräte**
   (Energiemanagement, Abwärmenutzung, Steuerung Motoren, Antriebe etc.)
4. **GuD-Kraftwerke: hoch-effizient und schnellstartfähig**
5. **Smart Grids, Internet der Energie, dezentrale Energieerzeugung; Strom, Wärme, Gas kombiniert**
6. **Demand Side Management, Verbrauchssteuerung**
7. **Neue Speicher: Elektrolyse-Wasserstoff, Batterien in Gebäuden und Elektroautos**
8. **Intelligente Finanzierungsmodelle**
9. **Sicherstellung der Versorgungssicherheit**

Außerdem: Hohe Effizienz bei Kohlekraftwerken sowie CO_2-Abspaltung und CO_2-Nutzung

Öl, Gas, Kohle sind noch lange verfügbar. Dennoch wird das fossile Zeitalter enden.

Erneuerbare, Energieeffizienz, Emissionen und Klimawandel als Treiber einer neuen Ära

Quelle: Siemens

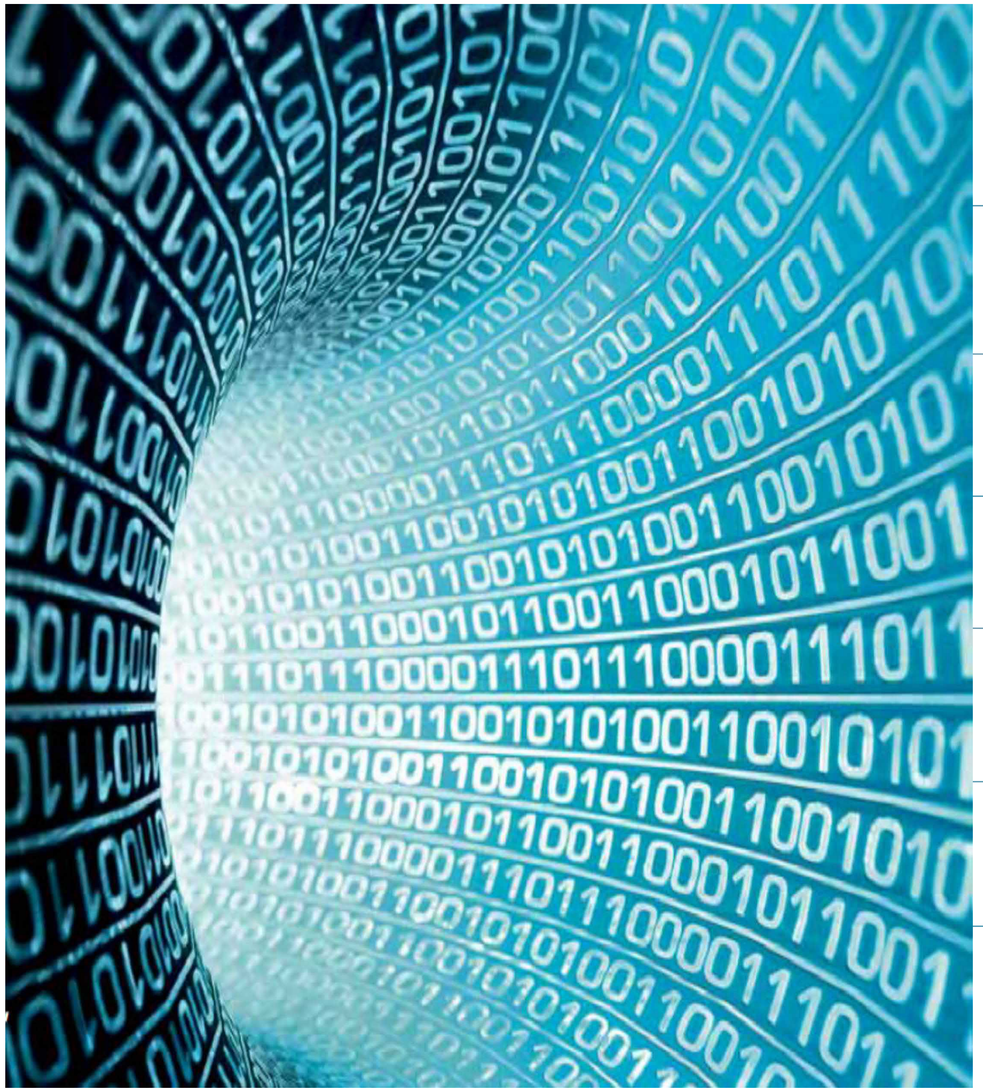
Wir stehen am Beginn eines neuen Stromzeitalters

- Elektrischer Strom wird zum allumfassenden Energieträger, denn er kann extrem umweltfreundlich erzeugt, hoch effizient übertragen und mit nur geringen Verlusten verbraucht werden
- Elektromotoren sind drei- bis viermal effizienter als Verbrennungsmotoren: Strom wird im Verkehr zunehmend das Öl ablösen (Plug-in-Hybride, Brennstoffzellen-Fahrzeuge, reine Elektroautos, hybrid-elektrische Lkw und Busse, Züge, selbst Flugzeuge)

Erstes rein elektrisches Flugzeug mit Weltrekord-Motor (250 kW / 50 kg)

Doch die Systeme werden immer komplexer. Mehr Intelligenz ist gefordert!

Das Smartphone war nur der Anfang – im Internet of Everything wird alles smart



Smart Energy / Smart Grid: Das „Internet der Energie“ hilft, die Komplexität der künftigen Energiesysteme zu beherrschen

Smart Energy
Stromnetz

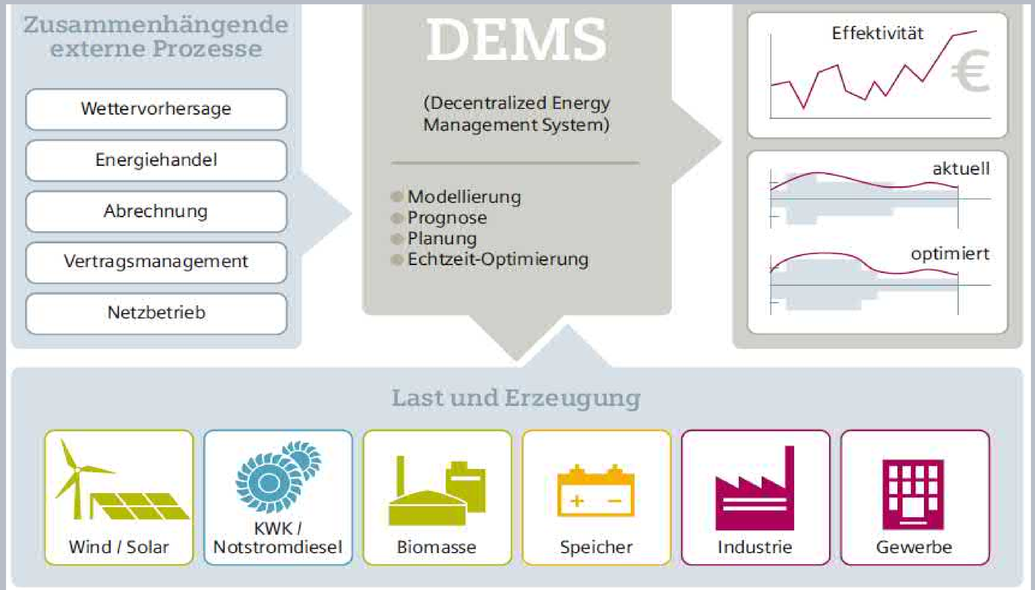
Stromnetze organisieren sich selbst

- Der steigende Anteil erneuerbarer Energien verursacht starke Schwankungen bei Energieproduktion und künftig auch bei Preisen
- Dezentrale Energieerzeugung und der Trend zu Prosumern (gleichzeitig Produzenten und Konsumenten) führen zu einem Internet der Energie mit Energieflüssen in alle Richtungen
- Verbrauchssteuerung, neue Speichertechnologien (Batterien, Wasserstoff, Methan) sowie multimodale Systeme (Strom-Wärme-Gas) erhöhen die Komplexität weiterhin
- Tausende Sensoren pro Gasturbine, Windpark, Gebäude liefern Daten zur Optimierung
- Intelligente Datenanalyse (Smart Data) hilft, Energieeffizienz und Verfügbarkeit zu erhöhen und die Kosten zu reduzieren

© Ulrich Eberl

Neue Sicherheitsanforderungen und Geschäftsmodelle bei Smart Grids und vernetzten Infrastruktursystemen aller Art

Smart Energy
Stromnetz



- **Switch-off-Szenarien**: parallel zu Energienetzen verbinden IuK-Netze alle Stromerzeuger, -verbraucher, Netzbetreiber… und bilden neue Angriffsebene in dezentralisierten Netzen.
- **Neue Applikationen**: Fern-diagnose, vorausschauende Wartung, Einsatzoptimierung bei Energieanlagen, Zügen u.a. bieten neue Geschäftsmodelle

Trends des Verkehrs:
Smart Car / Smart Transport – elektrisch, autonom und vernetzt

Smart Transport

Fahrerlose Elektroautos und Mobility on Demand

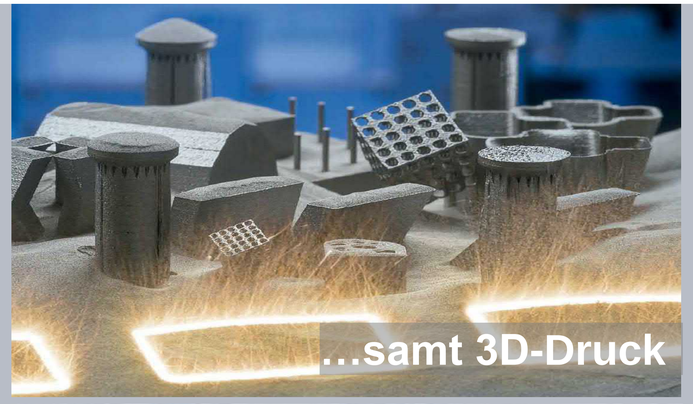
- Autonomes Fahren (2020 auf Autobahnen, 2030 Landstraßen, Stadt)
- Leistungsfähige Bildverarbeitung und Szenenanalyse
- Elektroantriebe: Weiterentwicklung Batterien, Schnell-Laden, Radnabenmotoren, Integration der Fahrzeuge in Smart Grids
- Lkw-Platooning, evtl. auch Elektro-Hybrid-Lkw mit Oberleitung
- Fahrzeuge kommunizieren miteinander und mit der Infrastruktur
- Auch autonome Einkaufswägen, Drohnen u.ä. bringen Waren

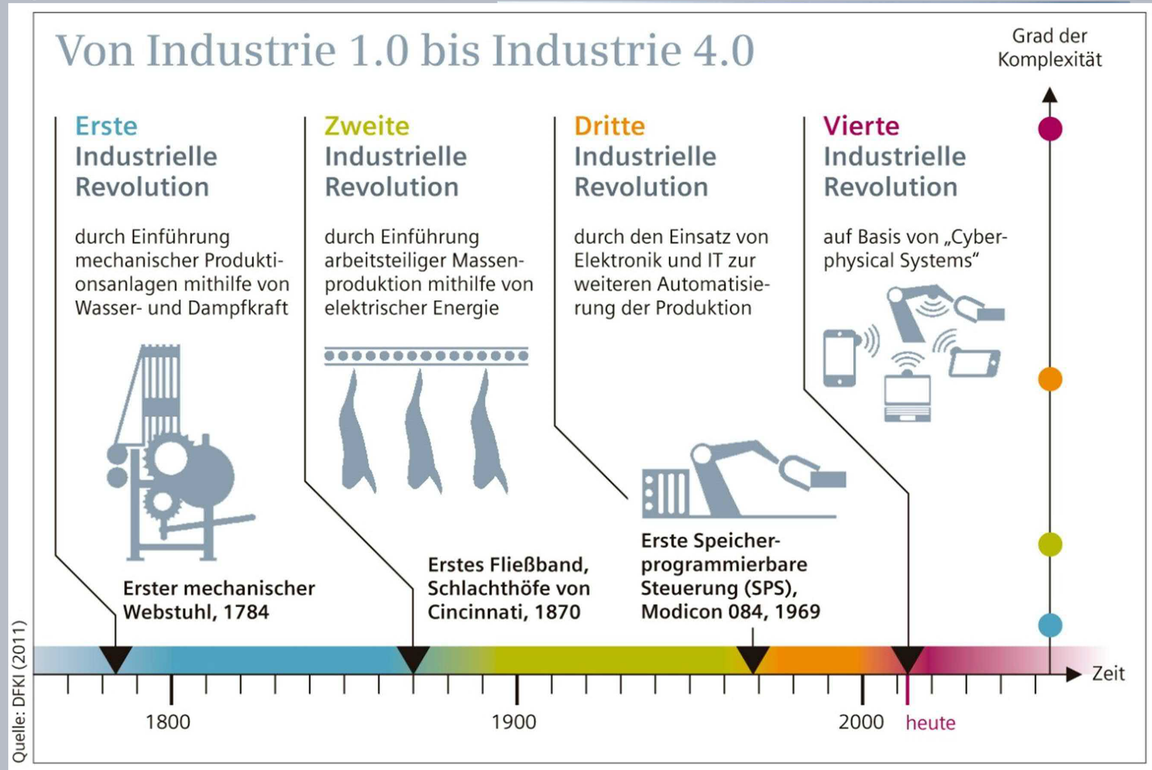
Smart Industry: Bei „Industrie 4.0“ (Industrial Internet) geht es um eine hochgradig automatisierte, flexible und energiesparende Fertigung

Smart Industry
Industrielles Umfeld

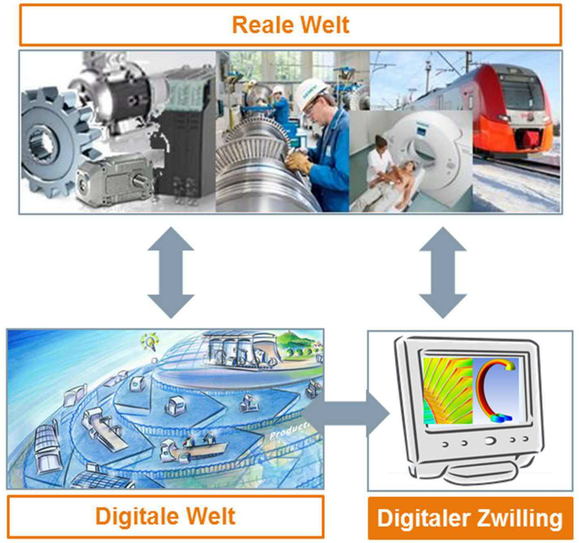
Quelle: Siemens

– dank Sensoren, intelligenter Daten-Analyse, automat. Logistik und digitaler Kette vom Design bis zum Zulieferer





Verknüpfung der digitalen und realen Welt, Simulation von Systemen entlang des gesamten Lebenszyklus

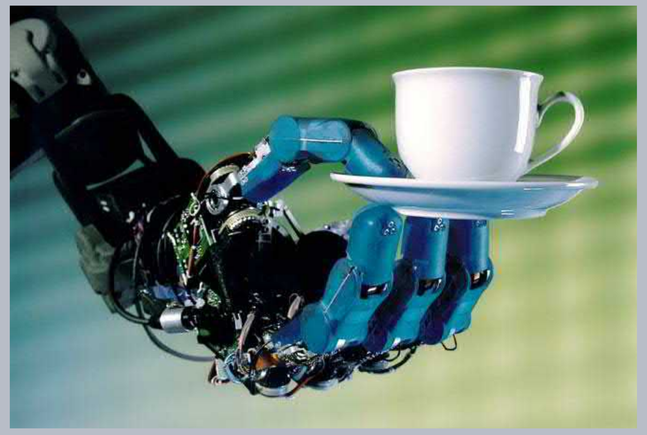


Computerintelligenz in Häusern und Energienetzen ist nötig, um die Systeme nutzerfreundlicher und nachhaltiger zu machen

Smart Buildings
Intelligente Gebäude

Smart Homes und Smart Grids

- **Sensoren** im Haus für Temperatur, Licht, Bewegung, Gerüche, Rauch, Feuer, Gas, Energieverbrauch u.v.m.
- **Benutzerfreundlichkeit** durch Sprach- und Gestikerkennung
- **Ständige Verbindung** ins Internet, zu Smartphone, Smart Car, Smart Grid
- **Prosumer** (gleichzeitig Produzent und Konsument) mit Energieflüssen in alle Richtungen. Internet der Energie
- **Multimodale Systeme** (Strom-Gas-Wärme) mit Verbrauchssteuerung und neuen Speichertechnologien

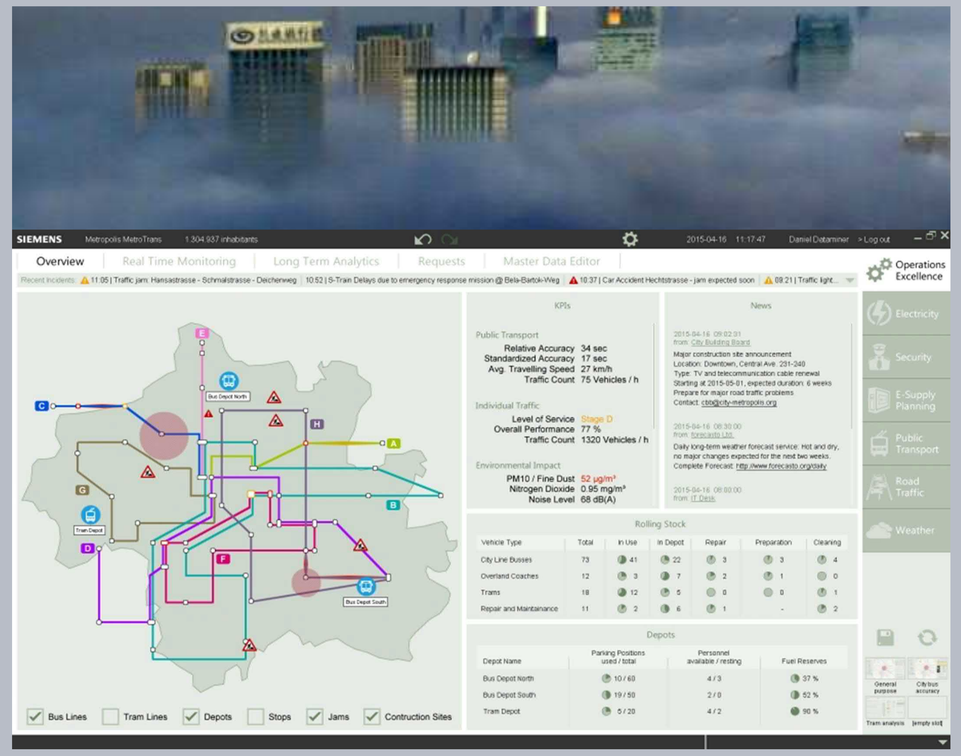


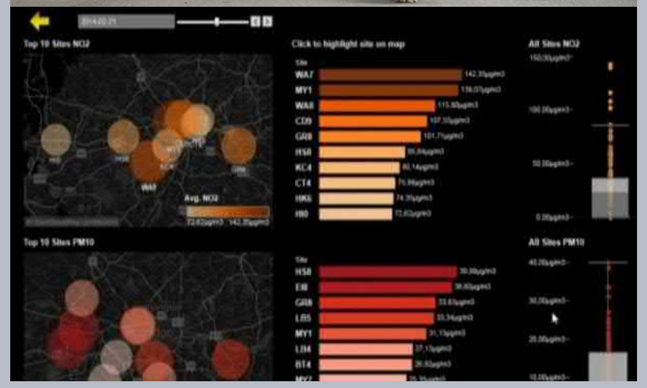
Dank Internet der Dinge und Künstlicher Intelligenz werden selbst ganze Städte smart (Smart Cities)

Smart Cities
Vernetzte Gemeinden

Vielfältige Daten zur Optimierung

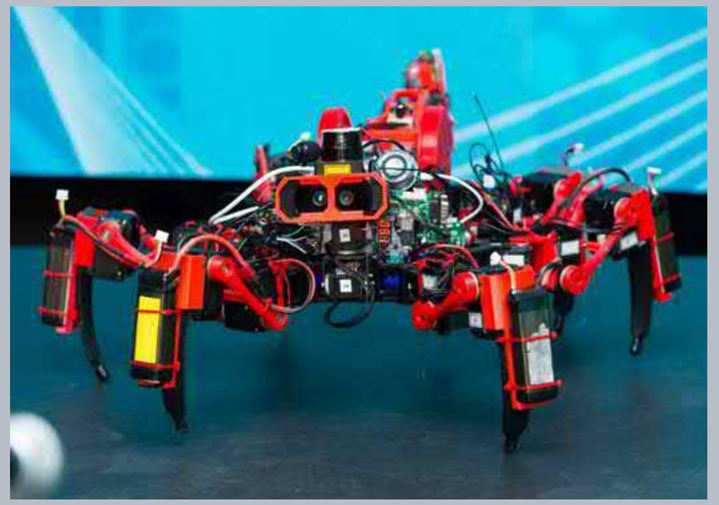
- **Sensoren** messen Energie- und Wasserverbrauch sowie Verkehrsdaten und Schadstoff-/Emissionswerte
- **City Cockpit** fasst Informationen intelligent zusammen, stellt Prognosen und macht Vorschläge zur Optimierung
- **Dynamische Energiepreise** sind ein Hebel für Verbrauchssteuerung
- Gebäude mit PV und Batterien betreiben – über Schwarmintelligenz verknüpft – gemeinsam **Energiehandel**





Smart Grids, Smart Cars und Smart Cities sind aber nur ein Teil des immer breiter werdenden Feldes der smarten Maschinen. Dazu gehören beispielsweise auch…

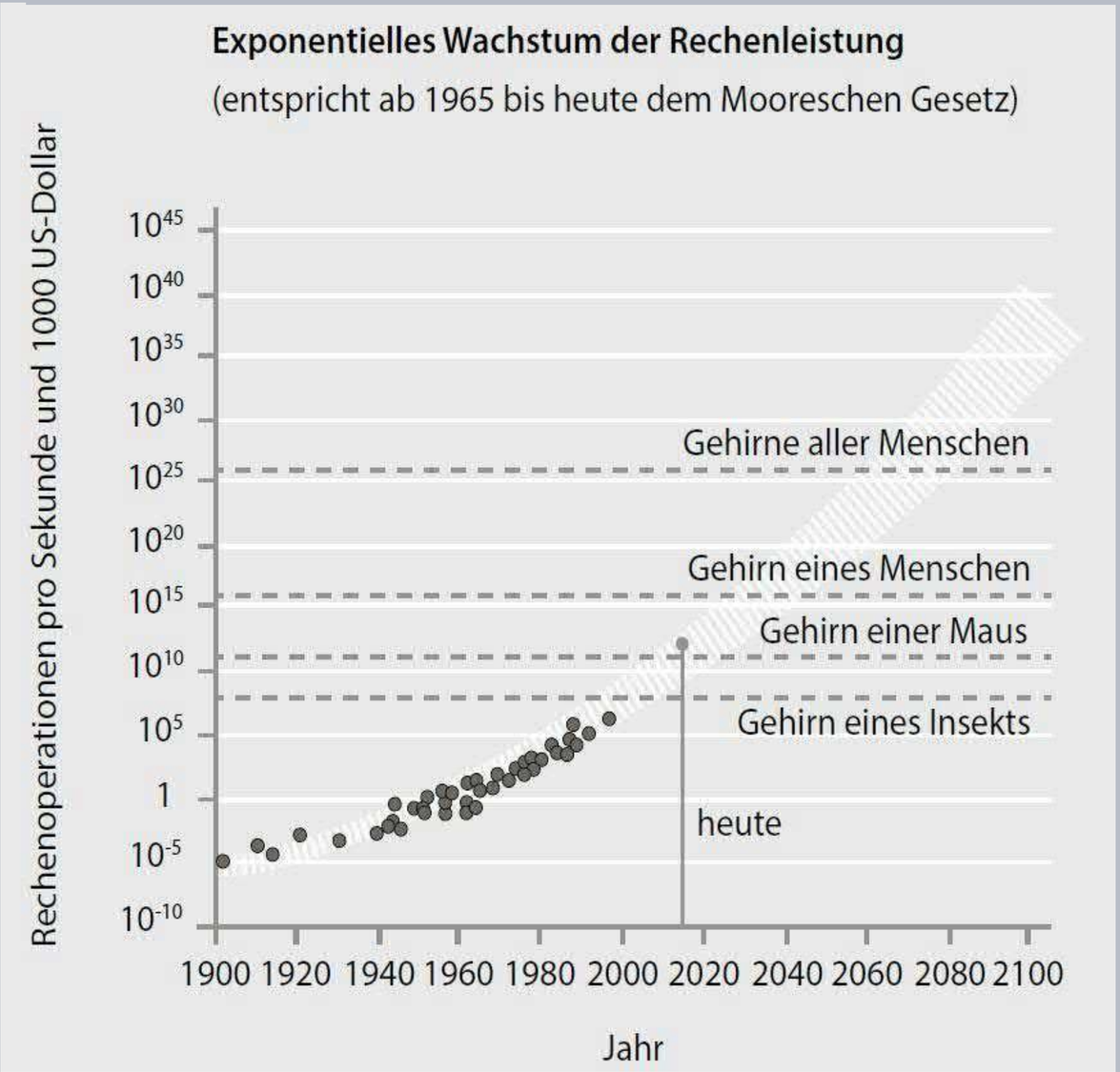
Roboter, die im Haushalt helfen … Auskünfte geben und bedienen … helfende Arme in Küchen und Fabriken … mobile 3D-Druck-Schwarmroboter



Systeme der digitalen Fabrik (Industrie 4.0) …wissensverarbeitende Computer (z.B. Watson, IBM) …sowie Amazon Echo, Google Home, Jibo & Co.

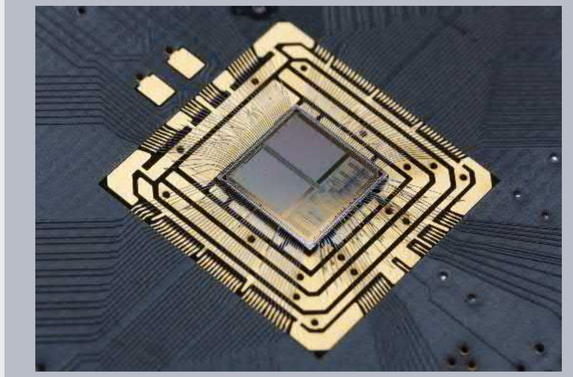
Wir stehen erst am Anfang der Ära der smarten Maschinen

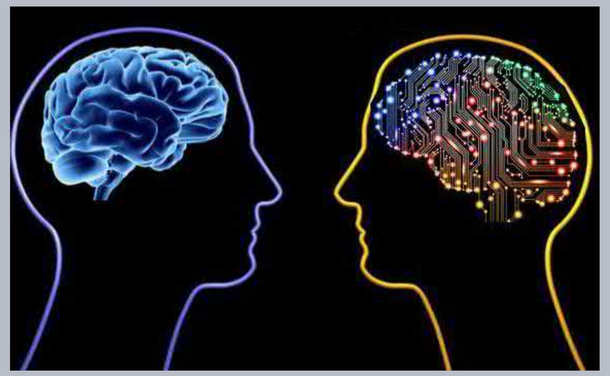
Denn die Rechenleistung der Mikrochips wächst immer noch exponentiell



100 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde. Das leistete der beste Supercomputer Mitte der 90er-Jahre. Heute können das gute Smartphones.

Bis 2040: 1000x mehr Rechenleistung, Speicher und Datenübertragungsrate





Vorbild Gehirn. Neuromorphe Chips bilden Verhalten von Nervenzellen elektrisch nach (nicht per Software-Simulation wie neuronale Netze / Deep Learning). Neurochips lernen 10.000x schneller als unser Gehirn.

Auf einigen Gebieten übertreffen smarte Maschinen bereits die Menschen – zwei Beispiele aus Industrie und Verkehr

Vorausschauende Wartung: Computer analysiert Sensor-daten und erkennt Probleme, lange bevor Turbinen oder Züge ausfallen

Quelle: Siemens

Die beste Software zur Erkennung von Verkehrszeichen schafft Fehlerrate von 0,54%

Die menschliche Fehler-rate liegt bei 1,16% !

Sehen dann die Städte der Zukunft so aus? Hightech mit grünen Oasen und autonomen, vernetzten Elektroautos?

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit …
… und alles Gute
für die Zukunft 2050 !
E-Parking --- Now Sell 2:18

Wer mehr über die Zukunft wissen will:
alle Trends und Zusammenhänge im Buch „Zukunft 2050“ !

Zielgruppen

- Schüler, Studenten, junge Erwachsene vor der Berufswahl
- Lehrer, Forscher, Manager, Unternehmer, Politiker
- Und jeder an der Zukunft Interessierte

Ziel des Buches

- Wissen schaffen: Was sind die wesentlichen Trends?
- Mut zur Zukunft: Begeisterung für Lösungen wecken
- Mut zum Mitmachen: Die Welt von morgen mit erfinden

Viel Spaß beim Lesen!

- 240 Seiten, durchgehend bebildert, 17.95 Euro
- Derzeit 5. Auflage, rund 25.000 verkaufte Bücher
- Siehe auch www.zukunft2050.wordpress.com

Kontakt: Dr. Ulrich Eberl, Altlaufstraße 9, 85635 Höhenkirchen
Tel. +49 8102 729987, ulrich.eberl@scipress.de

… und das neueste Buch „Smarte Maschinen“ schildert die aktuellsten Trends in der Robotik, der Automatisierung und der Künstlichen Intelligenz

Zielgruppen

- Schüler, Studenten, junge Erwachsene
- Lehrer, Forscher, Manager, Unternehmer, Politiker
- und jeder an der Zukunft Interessierte

Ziel des Buches

- Wissen schaffen: Was sind die Trends in Robotik und Künstlicher Intelligenz, wie verändern sie unsere Wirtschaft und Gesellschaft?
- Mut machen: Nicht gegen, sondern mit Maschinen arbeiten!

Viel Spaß beim Lesen!

- 406 Seiten, mit Abbildungen und Grafiken, 24.00 Euro
- Seit Juni 2016 im Buchhandel vor Ort und im Internet
- Siehe auch www.zukunft2050.wordpress.com

Kontakt: Dr. Ulrich Eberl, Altlaufstraße 9, 85635 Höhenkirchen
Tel. +49 8102 729987, ulrich.eberl@scipress.de