



**Bruno Lindorfer**  
**Managing Director**  
**OÖ TMG**

## **Forschung=Fortschritt** **Faszination: Technische Innovationen**

**Vortrag PH OÖ Linz, Oktober 2014**

OÖ. Technologie- und Marketinggesellschaft m.b.H., Hafenstraße 47-51, A-4020 Linz, Telefon: +43 732 79810-0, Fax: +43 732 79810-5008, e-mail: info@tmg.at, www.tmg.at

[www.tmg.at](http://www.tmg.at)

# INHALT

- **Was ist Forschung? Was ist eine Invention?  
Was ist eine Innovation?**
- **Faszination TECHNIK**
- **Wie wichtig ist Innovation für ein rohstoffarmes  
Hochlohnland wie Österreich?**
- **Energietechnologien der Zukunft?**
- **Klimawandel?**
  
- **Fragen und Diskussion**

# INHALT

- **Was ist Forschung? Was ist eine Invention? Was ist eine Innovation?**

# **Ziel jedes Unternehmens und jeder Volkswirtschaft im globalen Wettbewerb**

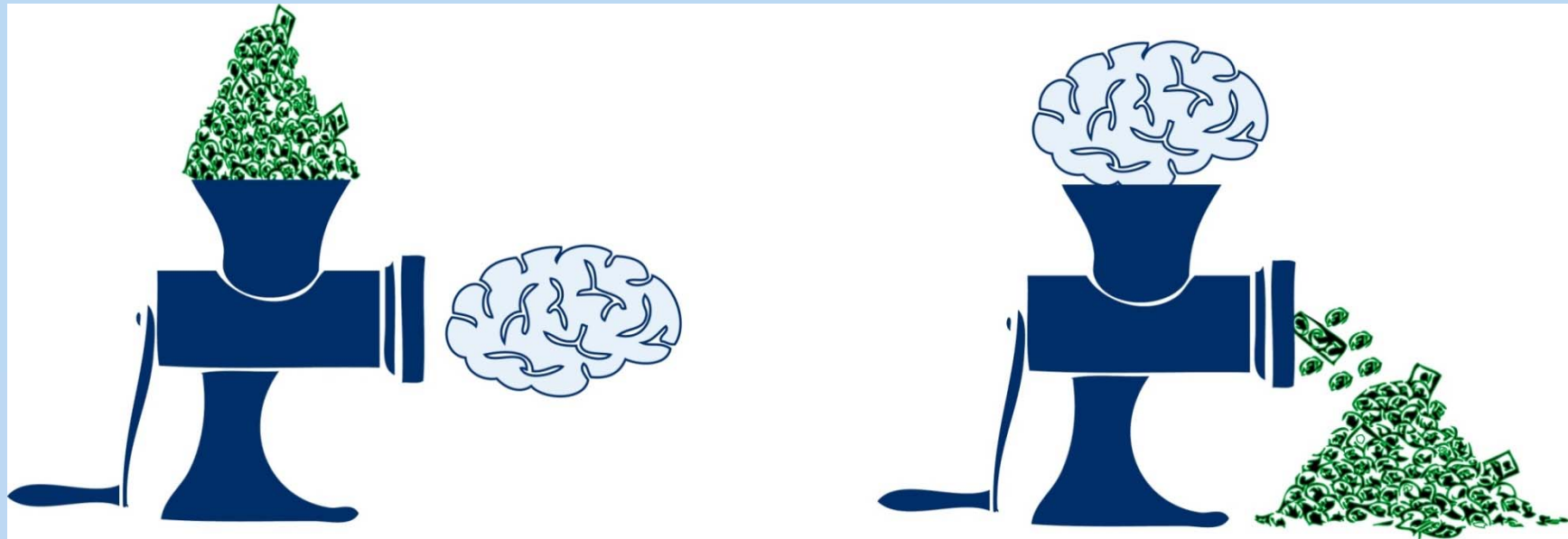
**Erhöhung der Erlöse und Senkung der Herstellkosten**

**Der größte Hebel dafür ist:**

# **INNOVATION**



# F&E vs. Innovation



**F&E**  
Generiert Wissen  
aus Geld

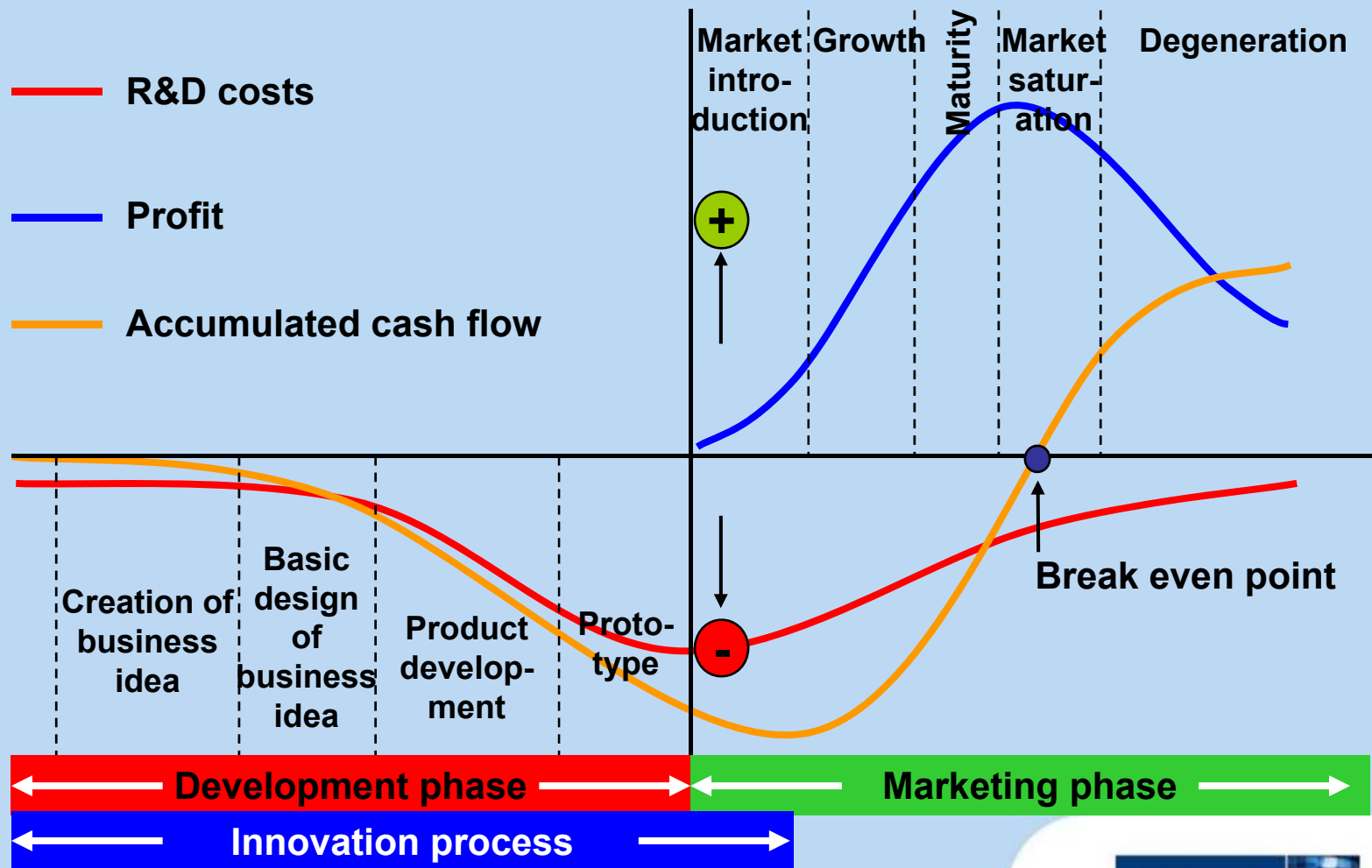
**INNOVATION**  
Generiert Geld  
aus Wissen

# Arten von Innovationen

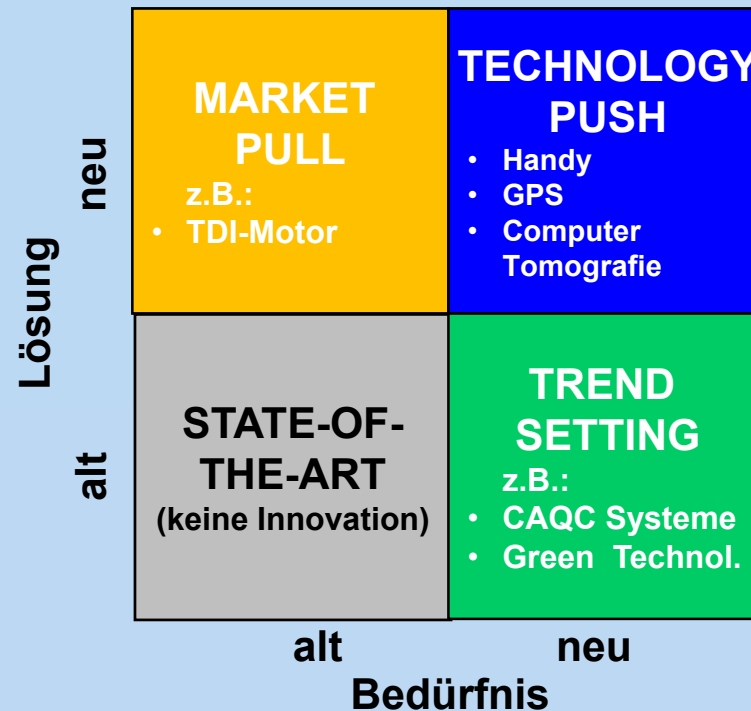
- **Produkt-Innovation / Ziele:**
  - Ein einzigartiges (USP) neues Produkt, um höhere Preise (Erlöse) zu erzielen
  - Steigerung der Erlöse
- **Prozess-Innovation / Ziele:**
  - Die Produktionsprozesse effizienter und kostengünstiger zu machen
  - Reduktion der Herstellkosten.
- **Vermarktungs-Innovation**
- **Organisations-Innovation**
- **Service-Innovation**
- **Soziale Innovation**



# Life Cycle of Product Accumulated Cash Flow



# Innovation - Typen / Definition



## Innovation (Definition):

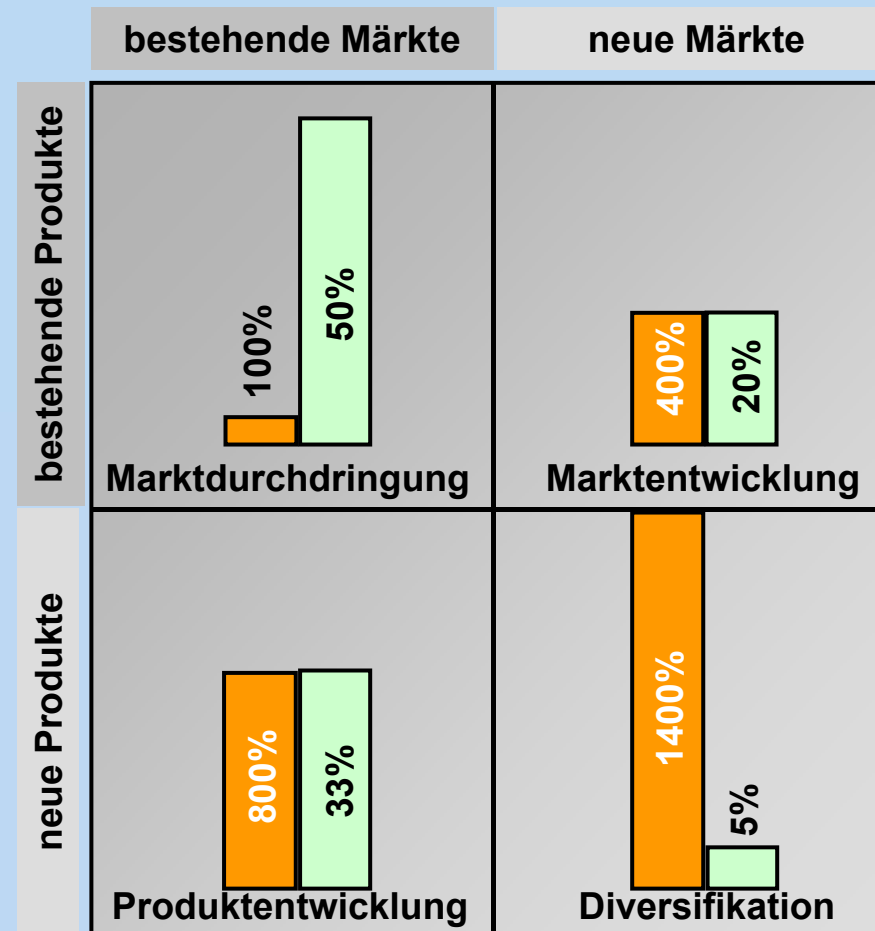
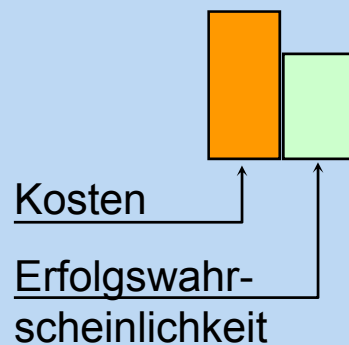
Alle Schritte von einer Idee bis zur ersten wirtschaftlichen Umsetzung in ein neues, verkäufliches Produkt/Verfahren/Dienstleistung.





# Strategisches Innovationsmanagement

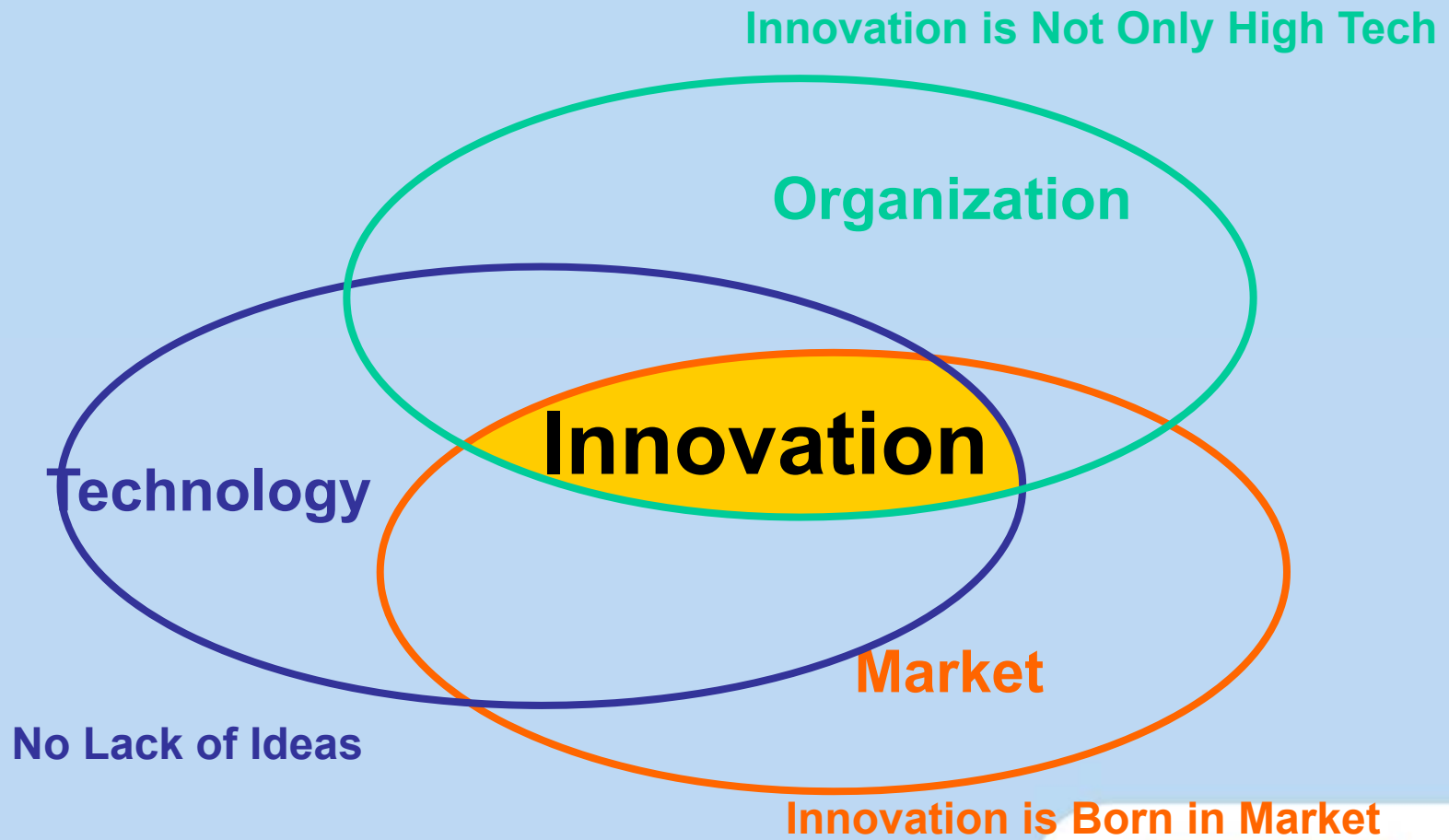
## Ansoff-Diagramm



# Innovation Chain



# 3 Aspects of Innovations



# Strategisches Innovationsmanagement: Technologieerwerb

<i>Technologieerwerb</i>	<i>Kosten</i>	<i>Risiko</i>	<i>Zeitbedarf</i>	<i>Ertragspotential</i>
• 100 % Eigenentwicklung	■■■■■	■■■	■■■■■	■■■■■
• Externe Vergabe der Entwicklung an Entwicklungsdienstleister	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
• Entwicklung bei Lead Customer, bezahlter Auftrag	■	■■■■■	■■■■■	■■■
• Lizenzzukauf bei Know How Geber	■■■	■	■	■
• Kooperation / Joint Venture mit Partner aus Branche	■■■■■	■■■	■■■■■	■■■■■
• Akquisition	■■■■■	■■■	■	■■■■■



# Faszination TECHNIK

**Noch nie war jeder Mensch der Erde  
Nutzer und Nutznießer von so viel  
faszinierender TECHNIK wie heute!**



# **Technischer Fortschritt und Innovation**

**Technischer Fortschritt  
und Innovation  
sind ein wesentlicher Treiber  
für die Weltwirtschaftszyklen**



# Turbo für die Wirtschaft: **TECHNIK**

Die größten, positiven Wirtschaftskonjunkturzyklen (die 5 sog. **Kondratieff-Zyklen**) wurden und werden in der Geschichte der Menschheit durch neue Technologien („**TECHNOLOGY PUSH**“ Innovationen) ausgelöst.

1. **Dampfkraft** statt Muskelkraft (Wasserkraft)
2. **Eisen / Eisenbahn / Dampfschiff**
3. **Elektrizität / Elektro-Chemie**
4. **Automobil / Elektronik** => Massenproduktion technischer Produkte
5. **Computer / IT / Kommunikation /Telefonie / TV / Smartphones**
6. ? Was wird der 6. Kondratieff-Zyklus?



# Kondratieff-Zyklen

Kondratieff Zyklen	1825 Dampfmaschine Baumwolle  1793 – 1847	1873 Stahl Railway Dampfschiffe  1847 - 1893	1913 Elektrizität Chemie  1893 – 1939	1966 Öl, Automotive, Electronics  1939 - 1989	2015 Informations Gesellschaft, Sustainability Resource Efficiency 1989 – 2040
	1. Zyklus	2. Zyklus	3. Zyklus	4. Zyklus	5. Zyklus
1. Fundamentale Bedürfnisse	Die Arbeit erleichtern	Ressourcen weltweit verfügbar machen	Urbanität lebenswert gestalten	Mobilität und Kommunikation	Sustainable Standard of Living, Protection of Environment
2. Globale Netzwerke	Handelsnetze	Verkehrsnetze	Energienetze	Kommunikationsnetze, Straßen	Globales Netzwerk des Wissens (INTERNET)
3. Prägende neue Applikationen	Maschinen	Lokomotiven, Bahnhöfe	Beleuchtung, Elektrische Apparate	Auto, Telefon, Radio, TV	INTERNET, Erneuerbare Energien,
4. Prägende Technologien	Dampf	Stahl	Elektrizität	Verbrennungsmotor (Otto, Diesel) Electronics	Computer, INTERNET, Umwelttechnologien
5. Synergie Applikationen	Konsumgüter	Dampfschiffe	Elektrochemie, Aluminium	Öl Produkte, Waffen	Mobile Computing, INTERNET Shopping
6. Technologische Synergien	Mechanik	Großantriebe	Industrieanlagen, Kraftwerke	Systeme	Computer, Umwelttechnologien



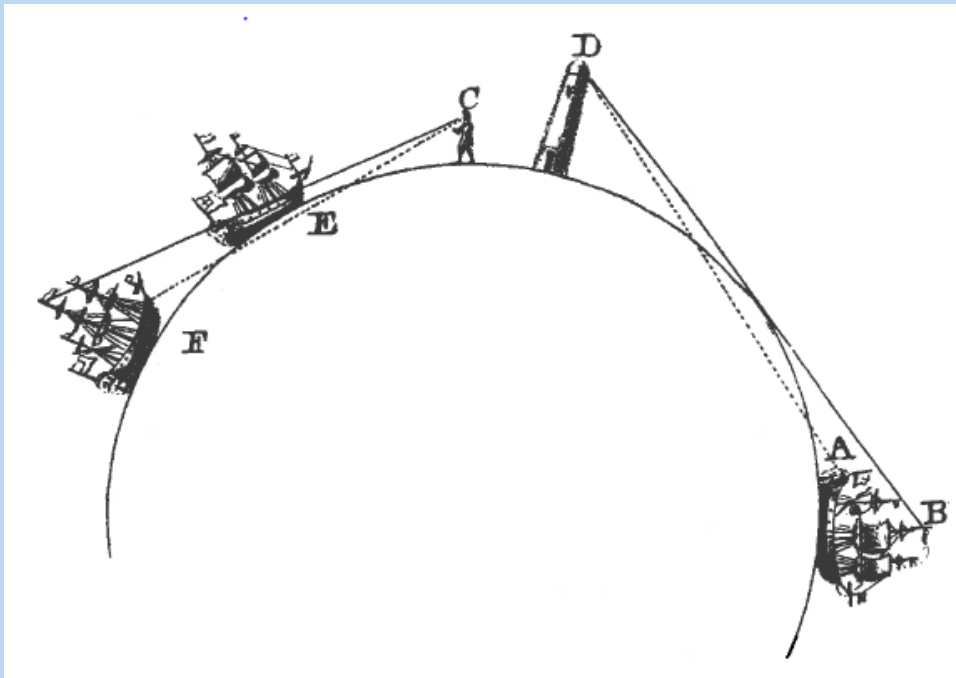
# **Forschung = Fortschritt in der Geschicht der Menschheit**

**Einige Beispiele von begnadeten  
Denkern, Forschern, Erfindern,  
Erfindungen und Ingenieuren**

(ich will aber bewusst nicht die vielzitierten  
und daher „abgelutschten“ Beispiele wie  
Laptop und Smartphone bringen)

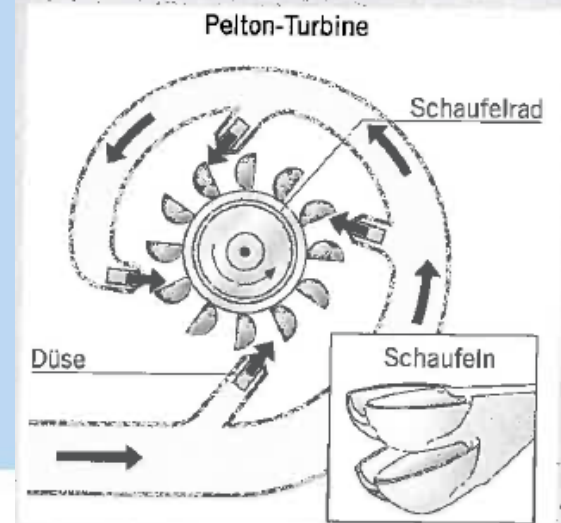
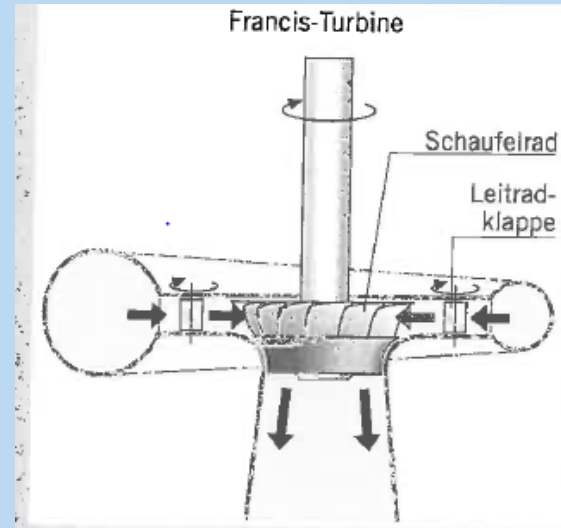


# Erathostenes von Cyrene, ca. 240 vor Christus



Erathostenes sah ca. 240 v. Christus, dass ein vertikaler Stab in Assuan am 21. Juni um 12:00 mittags keinen Schatten warf, ein gleicher langer Stab im 800 km nördlich gelegenen Alexandria aber schon. Er schloss daraus, dass die Erde keine Platte sondern eine Kugel sei und berechnete mithilfe der ähnlicher Dreiecke den Radius der Erde mit ca. 12300 km (weniger als 5 % Fehler zum wahren Wert!)

# Große Francisturbine



# Hängebrücken mit freien Spannweiten von ca. 3300 m

Dem Wind möglichst wenig Widerstand bieten



WELTREKORD MIT 3 300 METERN SPANNWEITE / DAS  
GROSSE SPINNEN: AUS MEHR ALS 44 000 DRÄHTEN WERDEN  
DIE TRAGKABEL ZUSAMMENGESSETZT

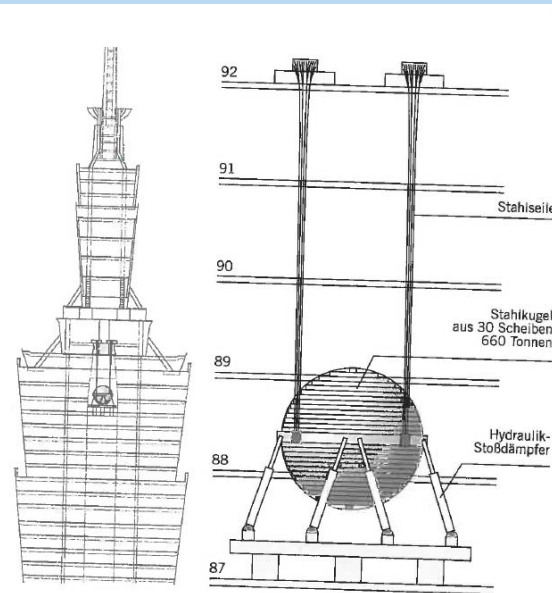
**Videoclip Hängebrücke von Tuscaloosa**

**Videoclip Hängebrücke von Tuscaloosa**





# Pendeldämpfung in Wolkenkratzern



## Dämpfer gegen mögliche Schwingungen

In alle »richtig hohen« Gebäude wie Wolkenkratzer und in die Pylone von Brücken werden heute Schwingungsdämpfer eingebaut. Sie sollen das durch Windkräfte oder Erdbeben verursachte Schwanken der Bauten verhindern und damit zu deren Stabilität beitragen – aber auch zu einem brechreizfreien Arbeiten in den obersten Etagen der Gebäude. Meist werden sogenannte aktive Dämpfersysteme eingesetzt. Dabei handelt es sich um schwererechtige Ba-

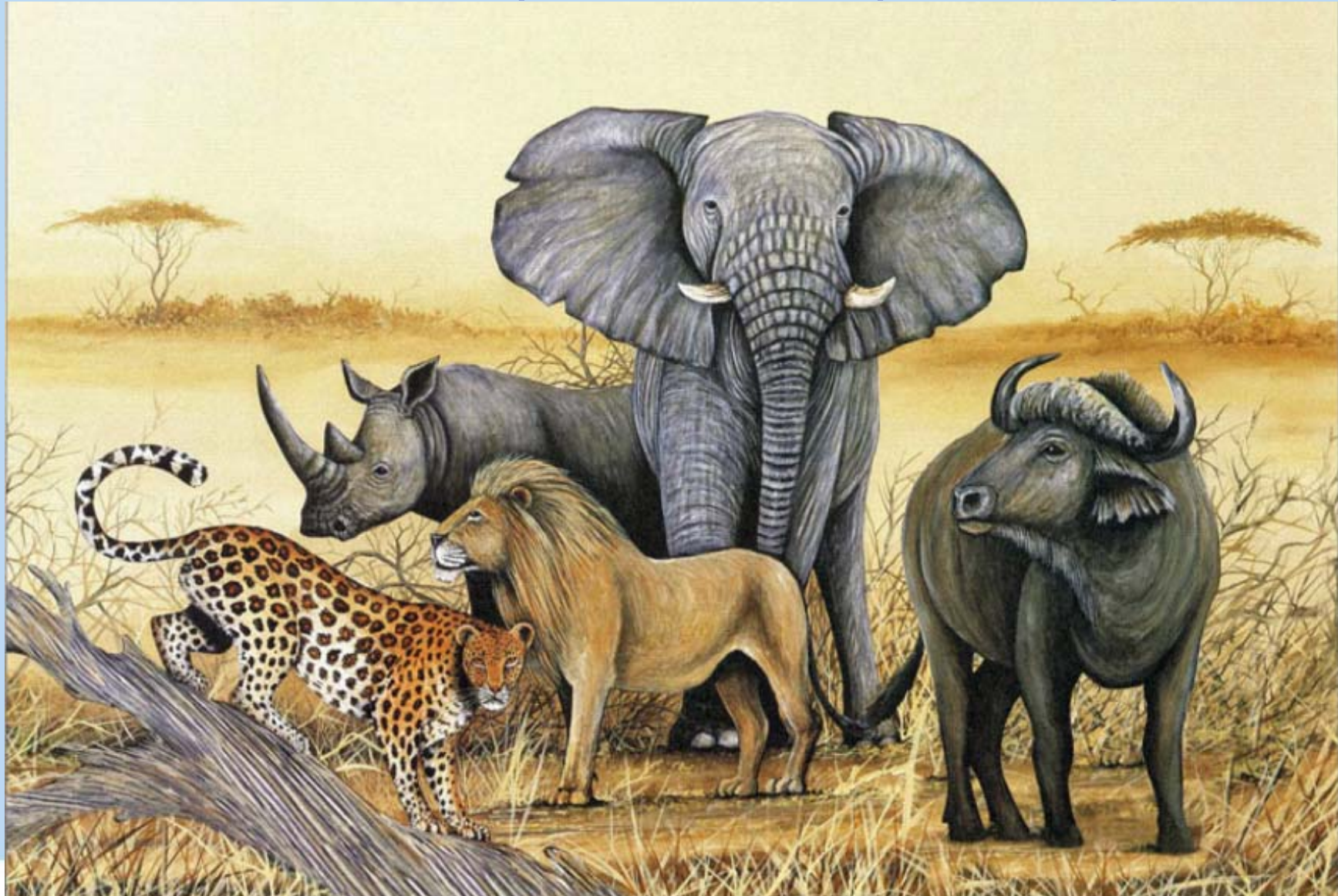
# **Turbo für die Wirtschaft: TECHNIK**

**Technischer Fortschritt  
und Innovation  
sind ein wesentlicher Treiber  
für die  
Wirtschaft, Arbeitsplätze und  
Wohlstand**





# The “Big Five“ of the European (esp. German) Industry





# „The Big Five“ der Deutschen Industrie

Die Schlüsseldisziplinen der deutschen Exporterfolge, der Arbeitsplätze und damit des deutschen Wohlstandes sind die

**„Big Five“** Industrie-Branchen („Ingenieur-Hochburgen“):

1. **Maschinenbau/Mechatronik**
2. **Fahrzeugbau**
3. **Elektroindustrie/Elektronik**
4. **Verfahrenstechnik/Chemie**
5. **Informatik (EDV/Telekommunikation)**

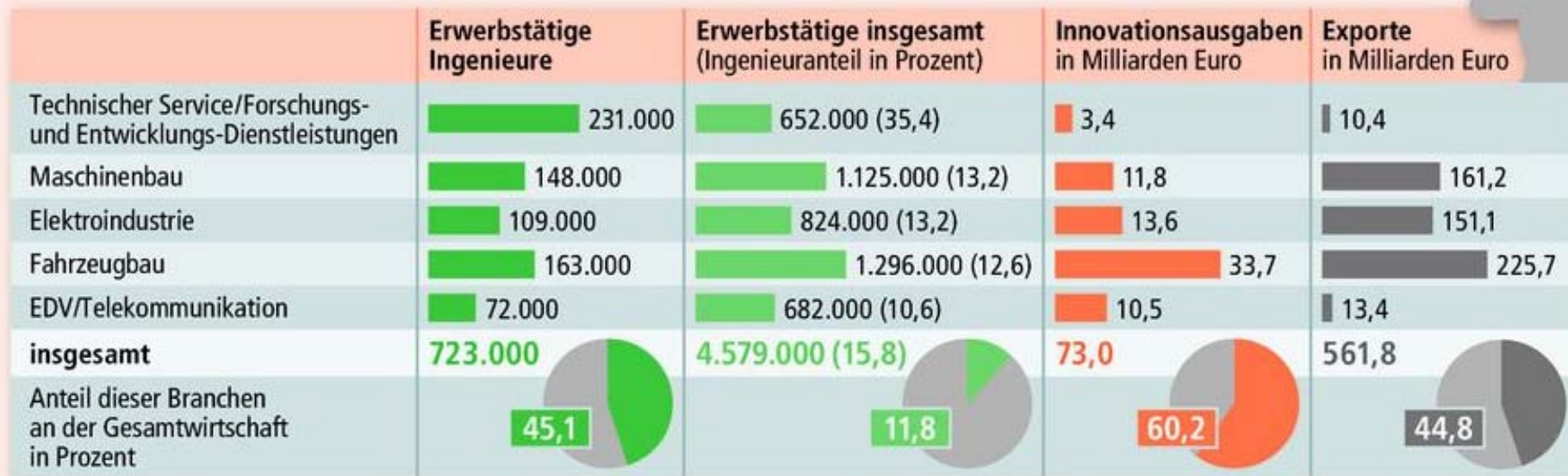
Technische Services sowie technische Dienstleistungen sind als „Querschnitts-Disziplin“ auch sehr wichtig und quasi die **sechste wichtige Branche** zusätzlich zu den Big Five.




# „The Big Five“ der Deutschen Industrie

## Die Ingenieurhochburgen

Die fünf Branchen mit dem höchsten Ingenieuranteil an allen Erwerbstätigen



Exporte: Einnahmen aus Außenhandel und Dienstleistungen  
 Ursprungsdaten: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, ZEW, Deutsche Bundesbank

 Institut der deutschen Wirtschaft Köln

© 2012 IW Medien - Iwd 17

Die „Big Five“ investieren zusammen in Deutschland jedes Jahr rund **73 Milliarden Euro in F&E**. Das sind mehr als **60 Prozent** der gesamten Aufwendungen für Innovation in Deutschland.



# Die „Big Five“ der Deutschen Industrie

Die mit Abstand größte Lücke klafft in Deutschland bei  
Diplomingenieur-Absolventen der fünf klassischen  
Ingenieurwissenschaften:  
(BIG FIVE der Deutschen Industrie)

1. Maschinenbau/Fahrzeugbau/Mechatronik
2. Elektrotechnik/Elektronik
3. Werkstoffwissenschaften
4. Verfahrenstechnik / Chemie / Metallurgie
5. IT/ Informatik

Die in absoluten Zahlen mit Abstand größte Lücke klafft in Deutschland  
bei **Maschinenbau/Fahrzeugbau**.



# MINT-Fachkräfte: Bedarf steigt weiter

So viele Akademiker einer MINT-Fachrichtung (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) scheiden jährlich altersbedingt aus dem Erwerbsleben aus und müssen ersetzt werden

		bis 2012	2013–2017	2018–2022	2023–2027
Baden-Württemberg	MIN	1.600	2.100	2.500	3.100
	T	4.300	4.800	5.600	6.700
Bayern	MIN	1.300	1.600	2.200	3.200
	T	5.200	6.000	7.200	8.300
Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen	MIN	2.400	3.000	3.000	2.900
	T	10.100	11.000	10.900	10.200
Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein	MIN	1.500	1.700	2.100	2.800
	T	5.300	6.000	6.800	7.400
Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland	MIN	1.400	1.800	2.400	3.000
	T	4.100	4.700	5.200	6.200
Nordrhein-Westfalen	MIN	1.600	2.100	2.800	3.900
	T	6.600	7.300	8.400	9.500
Insgesamt	MIN	9.800	12.300	15.000	18.900
	T	35.600	39.800	44.100	48.300

© 2010 M Medien • iwd 51/52

Stand: 2007

Ursprungsdaten: Statistische Ämter des Bundes und der Länder



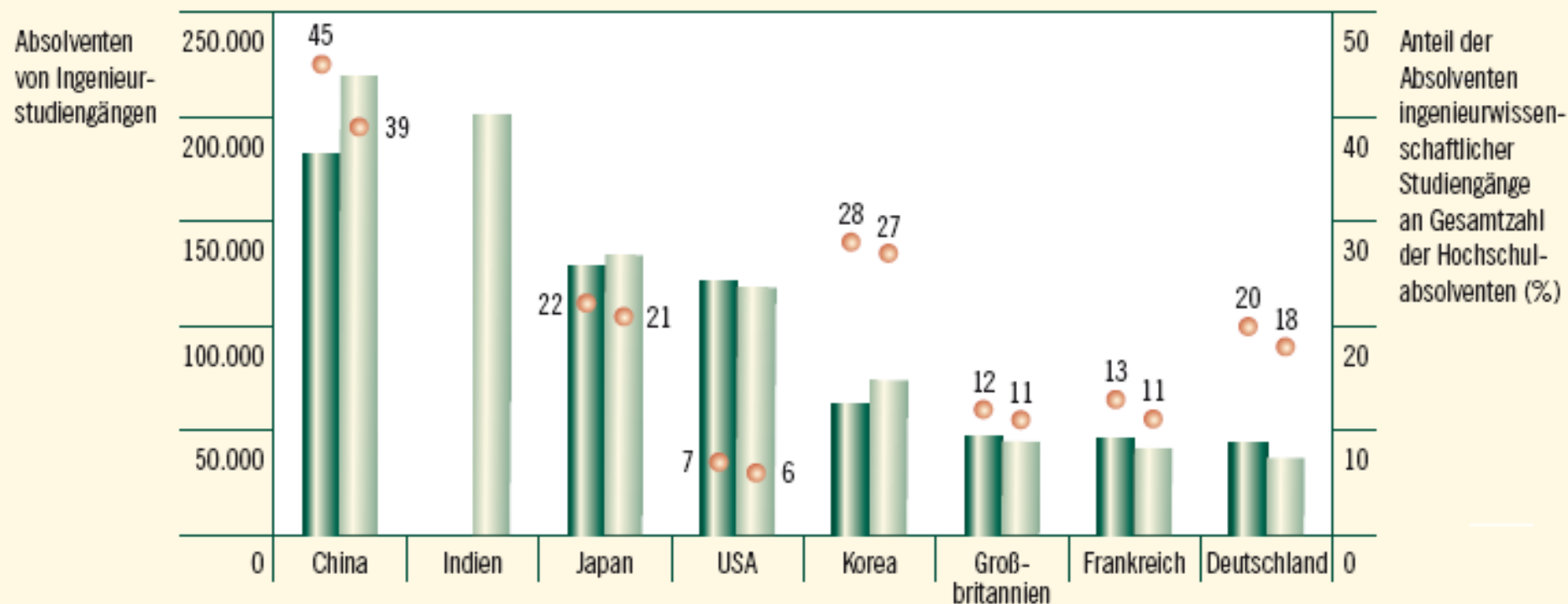
Institut der deutschen  
Wirtschaft Köln

## Die „Big Five“ der Deutschen Industrie

**CHINA und Indien haben mehr Absolventen der „BIG FIVE“ Ingenieurstudienrichtungen als USA, Japan, Deutschland, Frankreich und UK zusammen genommen!**

## CHINA UND INDIEN HABEN ZUSAMMEN MEHR TECHNIKABSOLVENTEN ALS DIE USA, JAPAN, DEUTSCHLAND, GROSSBRITANNIEN UND FRANKREICH ZUSAMMEN

### Absolventenzahlen im Ländervergleich



Anteil der Hochschulabsolventen an der Gesamtbevölkerung

0,04 %

NA

0,48 %

0,64 %

0,52 %

0,67 %

0,61 %

0,25 %



# Studierende CHINA / EU 27 / USA

Studierende im tertiären Bildungsbereich in Millionen

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>China</b>	7,4	9,4	12,1	15,2	18,1	20,6	23,4	25,3	26,7
<b>EU-27</b>	15,9	16,5	17,1	17,8	18,2	18,5	18,8	18,9	19,0
<b>darunter:</b>									
<b>Deutschland</b>	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
<b>Vereinigte Staaten</b>	13,2	13,6	15,9	16,6	16,9	17,3	17,5	17,8	18,2

Quelle: UIS (UNESCO Institute for Statistics), Eurostat.

Davon studierten ca.

- **36 % Fächer im Bereich Ingenieurwissenschaften (inklusive IT)**
- 18 % Verwaltungswissenschaften
- 15 % Literatur/Sprachen
- **7 % Medizin**
- **6 % Naturwissenschaften**
- 6 % Erziehungswissenschaften
- 5 % Wirtschaftswissenschaften
- 4 % Rechtswissenschaften

# INDUSTRIE 4.0

**„INDUSTRIE 4.0“ ist für produzierende, rohstoffarme Hochlohnländer eine große Chance.**

**„INDUSTRIE 4.0“ ist für produzierende, rohstoffarme Hochlohnländer alternativenlos!**

**Für die Umsetzung von INDUSTRIE 4.0 braucht man vor allem drei Dinge:**

- 1. Ingenieure**
- 2. Ingenieure**
- 3. Ingenieure**





# Führende Branchen in Oberösterreich

• voestalpine, AMAG, Borbet Austria

Stahl, Aluminium, Metall

• BMW Motoren, MAN Nutzfahrzeuge

Fahrzeuge, Motoren,  
Komponenten

• Siemens VAI, Trumpf Maschinen,  
ENGEL, Ebner

Maschinen- und  
Anlagenbau, Umwelttechnik

• Borealis, Greiner, Polytec

Kunststoffprodukte, Chemie,  
Papier

• 6 der 7 größten Küchenhersteller  
kommen aus OÖ

Möbel, Fenster, Türen

• pez, Kornspitz, Nestlé

Nahrung, Genussmittel

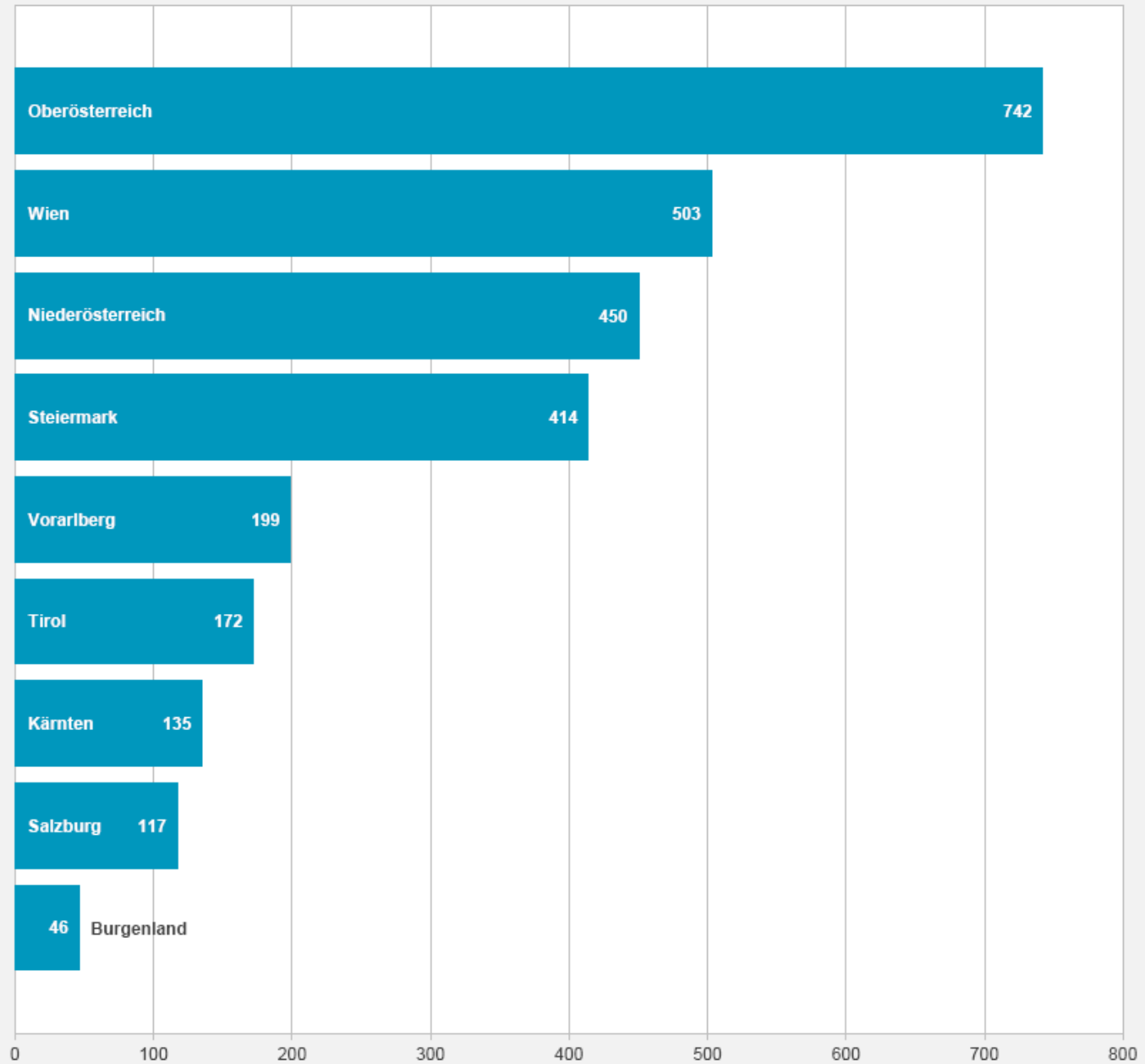
• Softwarepark Hagenberg

IKT

**Für praktisch alle oben genannten OÖ Unternehmen  
ist INDUSTRIE 4.0 ein Schlüsselthema!**



## Bundesländerranking Erfindungsanmeldungen 2012



# **Herausforderungen für OÖ Globale Wettbewerbsfähigkeit in intelligenten Nischen sichern**

- **Rohstoffarme, kleine Hochlohnländer – wie (Ober-)Österreich – können im globalen Wettbewerb nur mit Innovationsführerschaft bei High-Tech und Middle-High-Tech Exporten in intelligenten Nischen reüssieren**
- **(Ober-)Österreich verdankt seinen Wohlstand und die Arbeitsplätze nicht den Lipizzanern, sondern den Exporten global konkurrenzfähiger, technischer Industrieprodukte**
- **OÖ ist DAS Industrie- und EXPORT-Bundesland Nr. 1  
Daher hat die Sicherung der Globalen Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden Industrie für die Erhaltung der Arbeitsplätze und des Wohlstandes oberste Priorität**

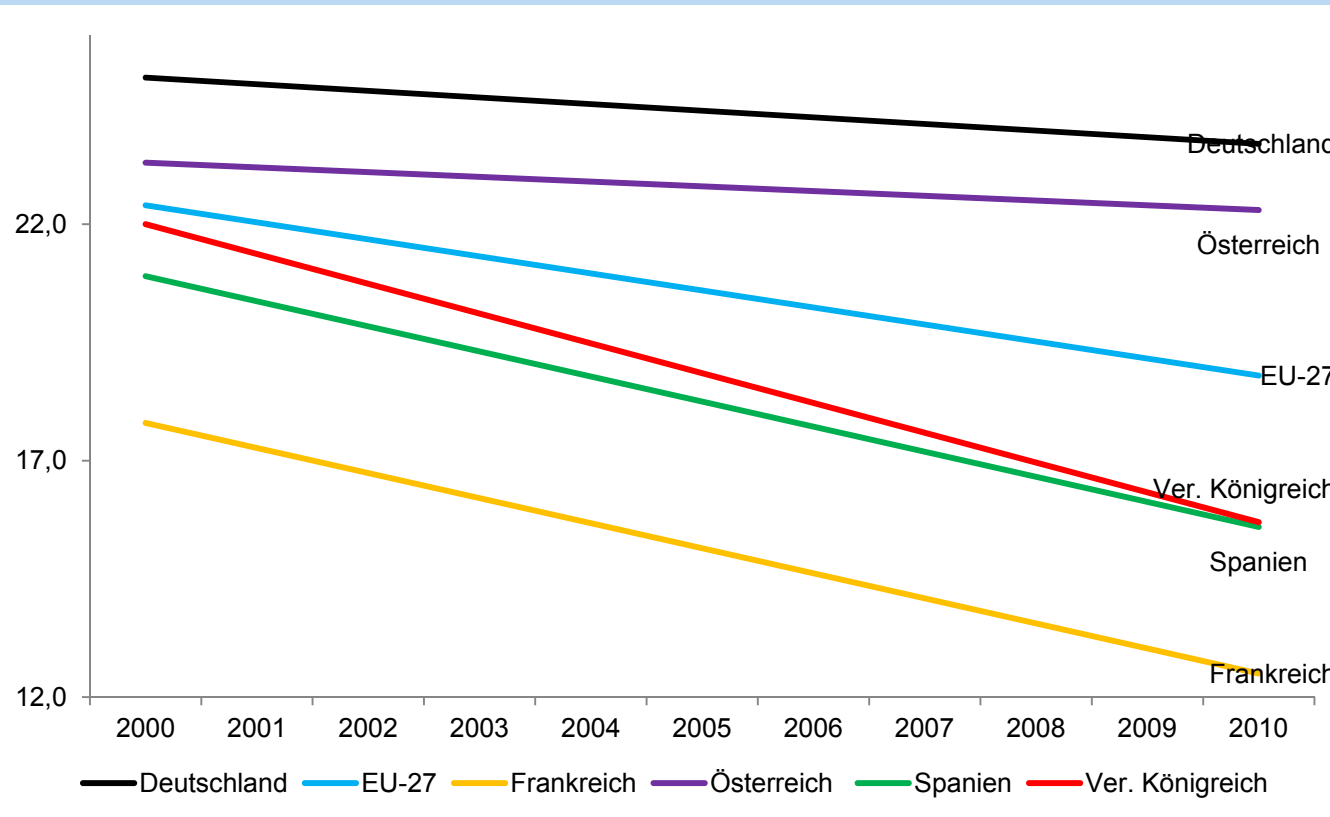
# **INDUSTRIE / INDUSTRIE 4.0**

**Bedeutung der INDUSTRIE für OÖ**

**INDUSTRIE 4.0**



# Industriequoten Europa



	2000	2010
<b>EU-27</b>	22,4	18,8
<b>Deutschland</b>	25,1	23,7
<b>Frankreich</b>	17,8	12,5
<b>Österreich</b>	23,3	22,3
<b>Spanien</b>	20,9	15,6
<b>UK</b>	22,0	15,7

**CHINA: 32,0 %**  
**Oberösterreich: 31,5 %**  
**Südkorea: 28,0 %**



**INDUSTRIE 4.0**

**INDUSTRIE 4.0 –  
nur ein leeres Schlagwort der  
Deutschen Industrie**

**oder  
die Überlebensfrage der europäischen  
Industrie ?**



# Industrie 4.0

## Was ist das eigentlich ?

Industrie 4.0 ist eine vollintegrierte (horizontal und vertikal) und vollautomatisierte Produktionskette mit „wissendem“ Werkstück.

**Horizontale Integration:** Vom Rohstoff (Lieferanten) bis zum Endkunden (über Standort und Firmengrenzen hinweg)

**Vertikale Integration:** Level 1    Level 2    Level 3



# Industrie 4.0

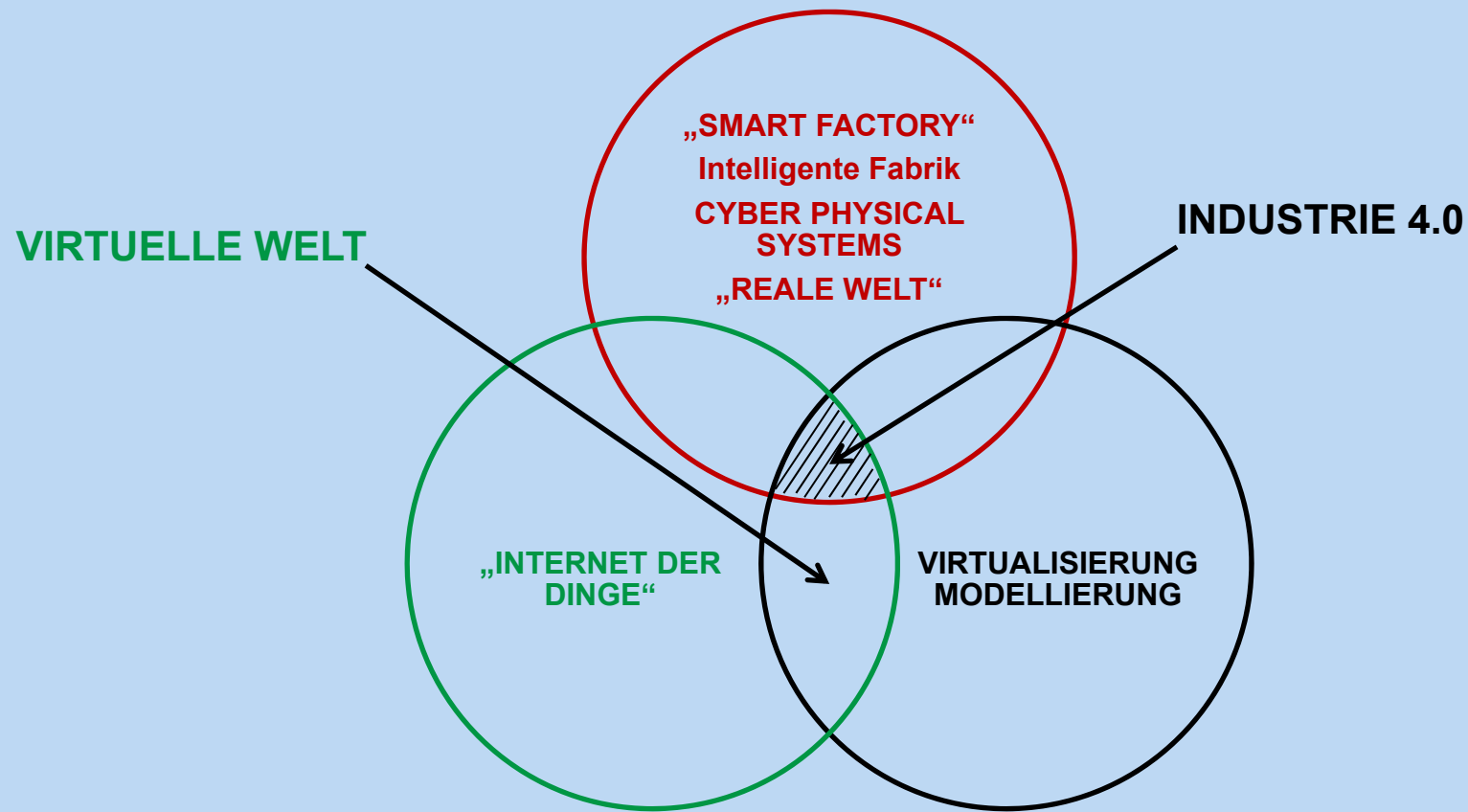
## Was ist das eigentlich ?

- **Kerngedanke ist ein hoher Grad an Selbstorganisation**
- **Die Abfolge der Werkstücke und Produktionsschritte werden auf Basis der aktuellen Situation in der Werkshalle sowie der verfügbaren Rohlinge und Maschinen flexibel zwischen den intelligenten Maschinen „ausgehandelt“**
- **Wissendes „Werkstück“: Das Werkstück „weiß“ (RFID), aus welchem Material (Charge) es ist, weiß welche Bearbeitungsschritte bereits erledigt sind und welche als Nächste anstehen und kennt auch den nächste Schritt in der Wertschöpfungskette**





# Die drei wesentlichen MERKMALE von INDUSTRIE 4.0



# Welche Art von Innovation ist INDUSTRIE 4.0 ?

- Inkrementelle Innovation ?
- Radikale Innovation?
- Disruptive Innovation?

**Technologisch ist INDUSTRIE 4.0 eine  
Inkrementelle Innovation**

**Betreffend der Geschäftsmodelle ist  
INDUSTRIE 4.0 eine Disruptive Innovation**



# Das Potenzial von INDUSTRIE 4.0

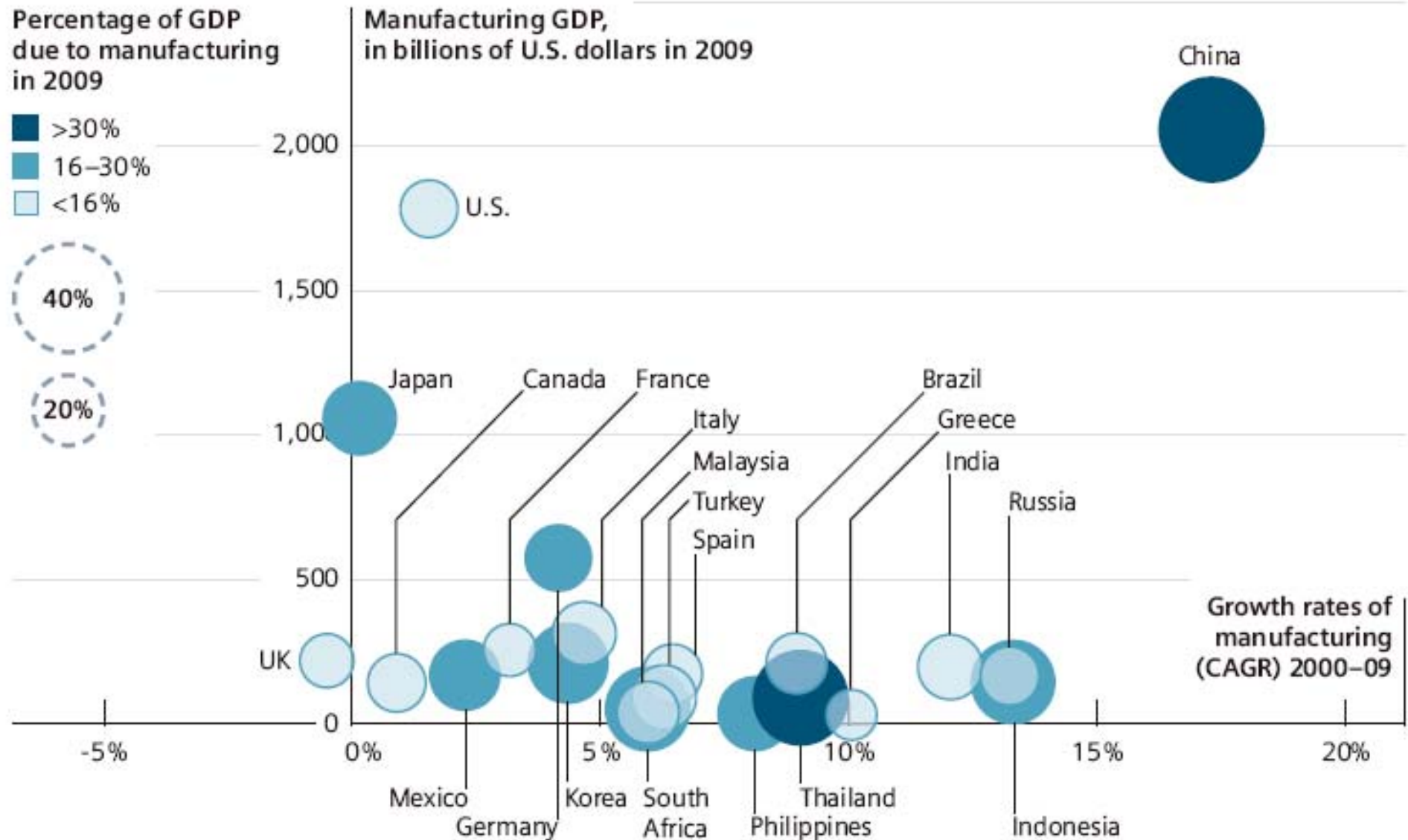
- **Individualisierung der Kundenwünsche (Losgröße 1)**
- **Auch kleine Losgrößen können mit ähnlich geringen Kosten wie große Stückzahlen produziert werden (Ausschaltung des Gesetzes der „Economy of Scale“)**
- **Optimierte Entscheidungsfindung im Produktionsablauf in Real Time**
- **Steigerung der Ressourcenproduktivität und –effizienz**
- **Wertschöpfungspotenziale durch völlig neue Dienstleistungen (disruptive Geschäftsmodelle)**
- **Demografie-sensible Arbeitsgestaltung / Work-Life-Balance**
- **Steigerung der globalen Wettbewerbsfähigkeit für Hochlohnstandort (wie Österreich)**

# INDUSTRIE 4.0 - Herausforderungen

- **Beherrschung der Komplexität**  
(Industrie 4.0 ist eine Kette (PLM-Chain).  
Jede Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied)
- **Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden schon in wenigen Jahren KMUs, die nicht INDUSTRIE 4.0 zertifiziert sind, als Anbieter bei (globalen) Kunden nicht mehr zugelassen**
- **Ausreichende Verfügbarkeit von Ingenieuren (mit Systemkompetenz)**
- **(Derzeit noch) Fehlende Normen und Standards**
- **IT-Security**
- **Neue Unternehmenskultur / Akzeptanz bei den Mitarbeitern**



# In 2009 China's Manufacturing Sector Accounted for More Than US\$2 Trillion

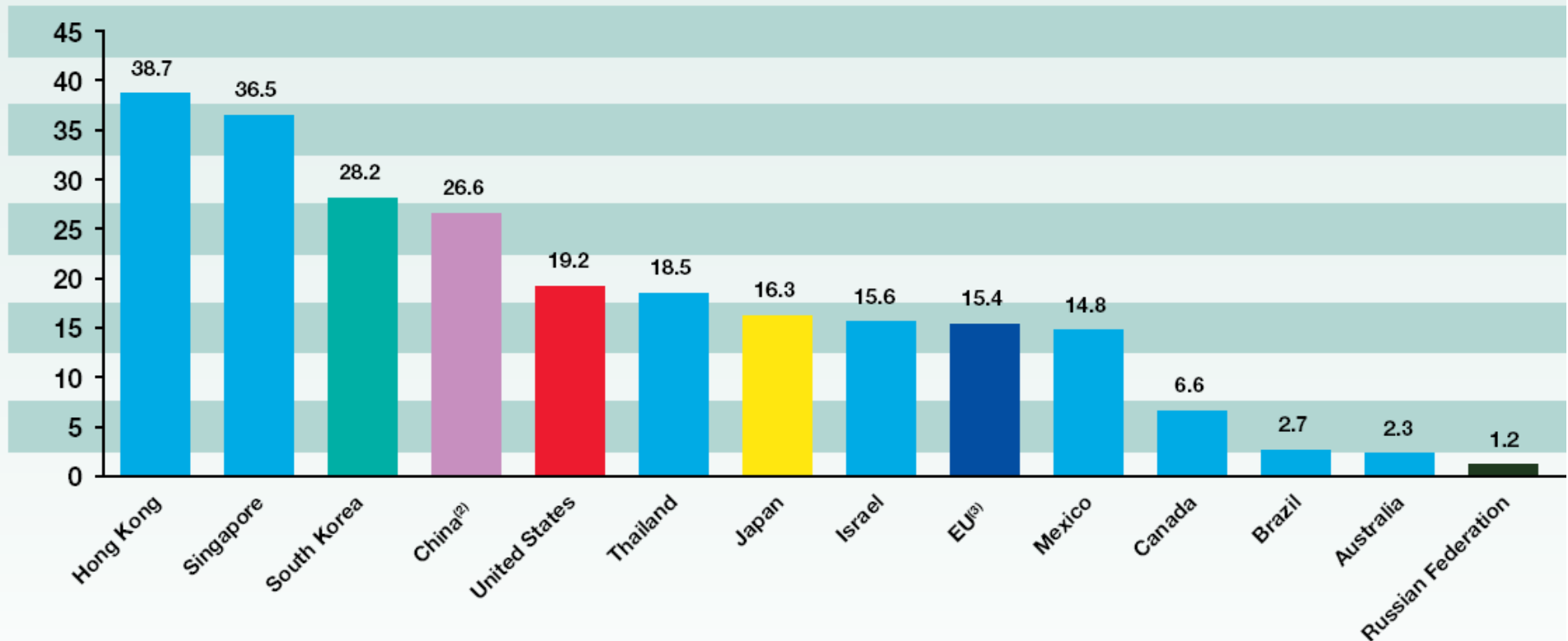


PKW-Produktion nach Ländern nach Angaben der OICA<sup>[1]</sup>

Rang (2011) ◆	Land ◆	1970 ◆	1980 ◆	1990 ◆	2000 ◆	2007 ◆	2008 ◆	2009 ◆	2010 ◆	2011 ◆
1.	 China	196	5.418	42.409	604.677	6.381.116	6.737.745	10.383.831	13.897.083	14.485.326
2.	 Japan	3.178.708	7.038.108	9.947.972	8.359.434	9.944.637	9.916.149	6.862.161	8.307.382	7.158.525
3.	 Deutschland	3.654.475	3.697.695	4.660.657	5.131.918	5.709.139	5.526.882	4.964.523	5.552.409	5.871.918
4.	 Südkorea	14.487	57.225	986.751	2.602.008	3.723.482	3.450.478	3.158.417	3.866.206	4.221.617
5.	 Indien	43.021	45.606	176.609	517.957	1.713.479	1.829.677	2.175.220	2.814.584	3.053.871
6.	 Vereinigte Staaten	6.550.128	6.375.506	6.077.449	5.542.217	3.924.268	3.776.358	2.195.588	2.731.105	2.966.133
7.	 Brasilien	306.915	933.152	663.084	1.351.998	2.391.354	2.561.496	2.575.418	2.828.273	2.534.534
8.	 Frankreich	2.458.038	2.938.581	3.294.815	2.879.810	2.550.869	2.145.935	1.819.462	1.922.339	1.931.030
9.	 Spanien	450.426	1.028.813	1.679.301	2.366.359	2.195.780	1.943.049	1.812.688	1.913.513	1.819.453
10.	 Russland	293.600	1.327.000	1.213.570	969.235	1.288.652	1.469.429	599.265	1.208.362	1.738.163
11.	 Mexiko	136.712	303.056	598.093	1.279.089	1.209.097	1.241.288	939.469	1.390.163	1.657.080
12.	 Iran	29.000	135.000	44.165	274.985	882.000	940.870	1.170.503	1.367.014	1.413.276
13.	 Vereinigtes Königreich	1.640.966	923.744	1.295.611	1.641.452	1.534.567	1.446.619	999.460	1.270.444	1.343.810
14.	 Tschechien	142.856	183.746	191.233	428.224	925.060	933.312	976.435	1.069.518	1.191.968
15.	 Kanada	923.437	842.085	1.097.670	1.550.500	1.342.133	1.195.436	822.267	968.860	990.483
16.	 Polen	64.152	351.399	283.890	481.689	695.000	842.000	818.800	785.000	740.000
17.	 Slowakei	0	0	0	181.333	571.071	575.776	461.340	561.933	639.763
18.	 Türkei	13.000	31.529	167.556	297.476	634.883	621.567	510.931	603.394	639.734
19.	 Argentinien	193.000	218.516	81.107	238.921	350.735	399.236	380.067	508.401	577.233
20.	 Belgien	279.000	882.001	1.160.412	912.233	789.674	680.131	524.595	528.996	562.386
21.	 Indonesien	k.A.	k.A.	k.A.	257.058	309.208	431.423	352.172	496.524	561.863
22.	 Thailand	6.604	24.164	73.766	97.129	315.444	401.309	313.442	554.387	549.770
23.	 Malaysia	k.A.	80.422	116.526	280.283	347.971	484.512	447.002	522.568	496.440
24.	 Italien	1.719.715	1.445.221	1.874.672	1.422.284	910.860	659.221	661.100	573.169	485.606
25.	 Südafrika	k.A.	277.058	209.603	230.577	276.018	321.124	222.981	295.394	312.265

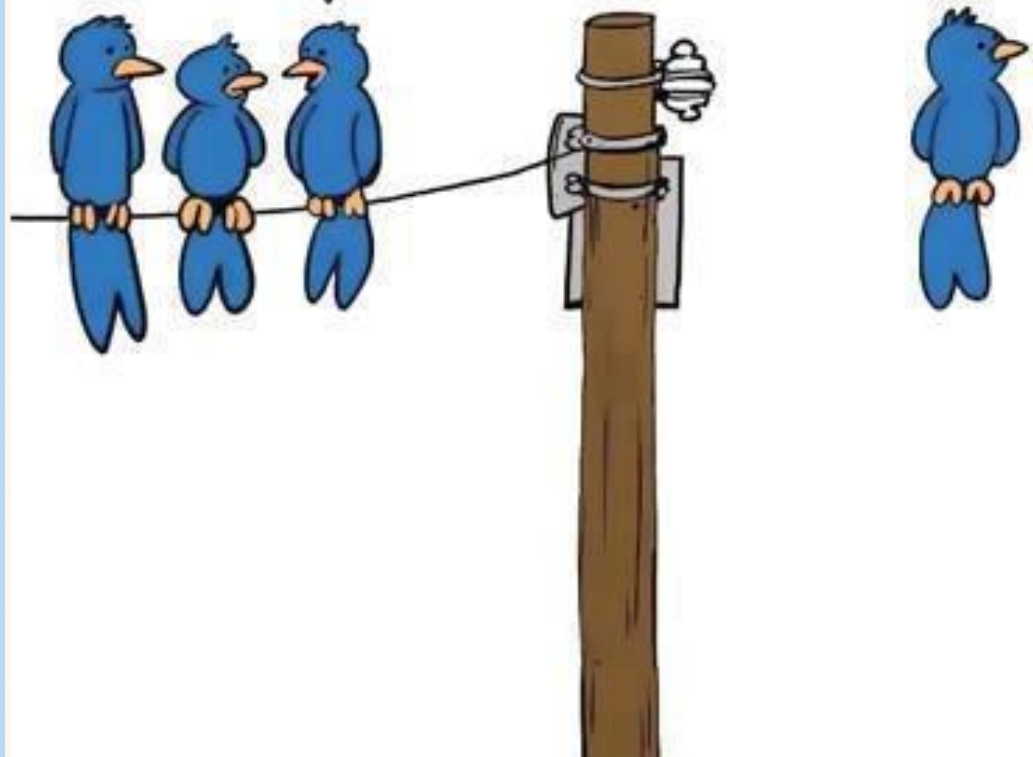
Quelle: I

**FIGURE III.4.11** High-Tech exports as % of total national exports, 2008<sup>(1)</sup>



Quelle: Innovation Union Competitiveness Report 2011

*HE HAS WIFI*



**TMG**





# **Thema „Energie“ aus der Sicht eines Ingenieurs**

**Dipl. Ing. Bruno Lindorfer:**

# **Thema „ENERGIE“ und „Klimawandel / CO<sub>2</sub>“ aus der persönlichen Sicht eines Ingenieurs**



# Thema Energie aus Sicht eines Ingenieurs

- Heute reden (leider) sehr viele Leute über das Thema **ENERGIE**, die nicht einmal den Unterschied zwischen „Arbeit“ und „Leistung“ verstehen (d. h. den Unterschied zwischen kWh und kW)
- Um zum Thema **ENERGIE** sinnvolle Konzepte und Energiepolitik machen zu können, **MUSS** man aber zumindest den 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik wirklich verstehen.



**„Beide Seiten“ – die Industrie-Lobby einerseits sowie die Industriefeindlichen Grünen andererseits - übertreiben zumeist maßlos, z. B. mit Fotos einer bis zum Bauch im Wasser stehenden Freiheitsstatue im National Geographics.**

**Übertreibungen sind aber ebenfalls einer seriösen wissenschaftlichen Betrachtung unwürdig und daher kontraproduktiv.**



# Thema Energie

- **Energie und Rohstoffe sind Schlüsselressourcen der produzierenden Industrie – sie müssen daher zu global wettbewerbsfähigen Preisen und Rahmenbedingungen (CO2-Steuer !) für die Europäische Industrie gesichert werden, sofern, man keine weitere De-Industrialisierung Europas will. In USA kostet der Gaspreis aufgrund der Fracking-Technologie ca. 1/3 des europäischen Gaspreises.**
- **CHINA hat seit 20 Jahren eine proaktive Energie- und Rohstoffstrategie und hat alle Rohstoffminen, insbesondere in Afrika und Südamerika aufgekauft, die es zu kaufen gibt.**
- **CHINA hat 97 % Weltmarktanteil bei den strategischen Metallen „Seltene Erden“ sowie „Lithium“**



# Thema Energie und Rohstoffe

- Erneuerbare Kraftwerke - wie Wind und Photovoltaik (PV) - sind aus Sicht der EVUs, die die Stromversorgung zu jeder Zeit sicherstellen müssen, vor allem **unplanbare** Kraftwerke, weil man nicht steuern kann, dass der Wind dann bläst, wenn viel Strom gebraucht wird.
- Solange es keine großtechnischen leistbaren Strom-Speicher gibt, ist der Bau von **UNPLANBAREN Kraftwerken nicht sinnvoll**. Die vielen offshore Windparks in Deutschland stehen selbst bei idealem Wind zu über 30 % still, weil die Leitungen zu schwach sind und der Strom nicht gespeichert werden kann außer zu horrenden Kosten.

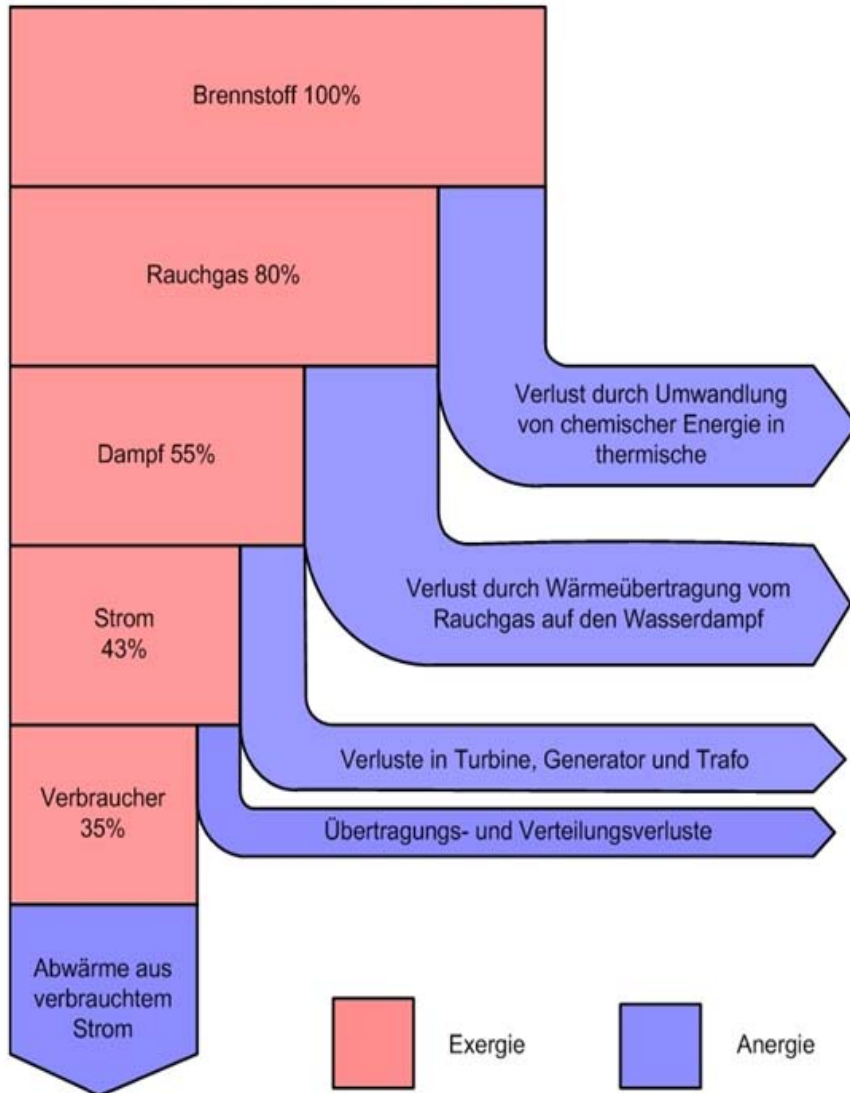


# Thema Energie aus Sicht von Ingenieuren

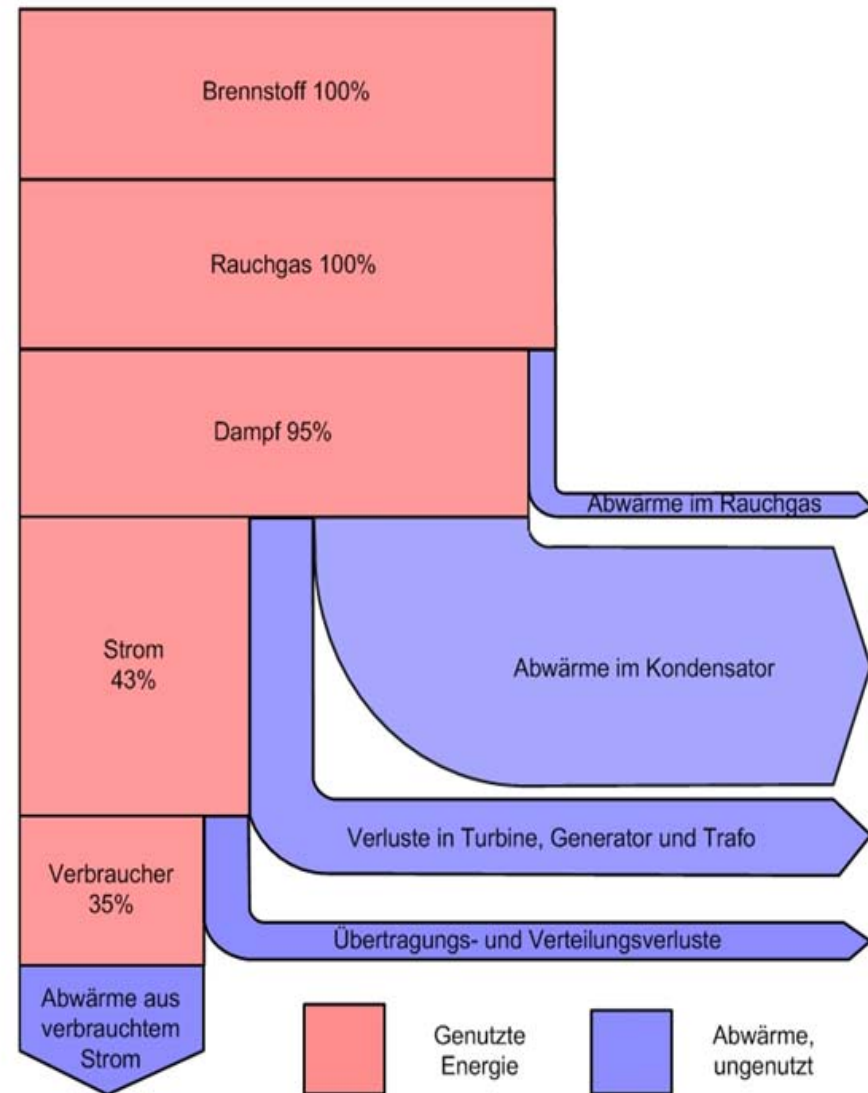
- Technisch-physikalisch ist es Unsinn von „Energieverbrauch“ bzw. „Energievernichtung“ zu reden.
- Energie kann nach dem Energieerhaltungssatz der Physik weder verbraucht noch „vernichtet“ werden.
- Das Einzige, was verbraucht bzw. „vernichtet“ werden kann, ist **EXERGIE** (siehe Flussdiagramm nächste Folie)
- Nach den Gesetzen der Thermodynamik besteht **ENERGIE** aus **EXERGIE** und **ANERGIE**.
- **EXERGIE** ist der wertvolle Energieanteil, der in jede andere Energieform umgewandelt werden kann (z. B. elektrischer Strom). **ANERGIE** ist minderwertige Energie, z. B. Niedertemperaturwärme, die **NICHT** in andere Energieform umgewandelt werden kann.



# Exergieflussbild



# Energieflussbild



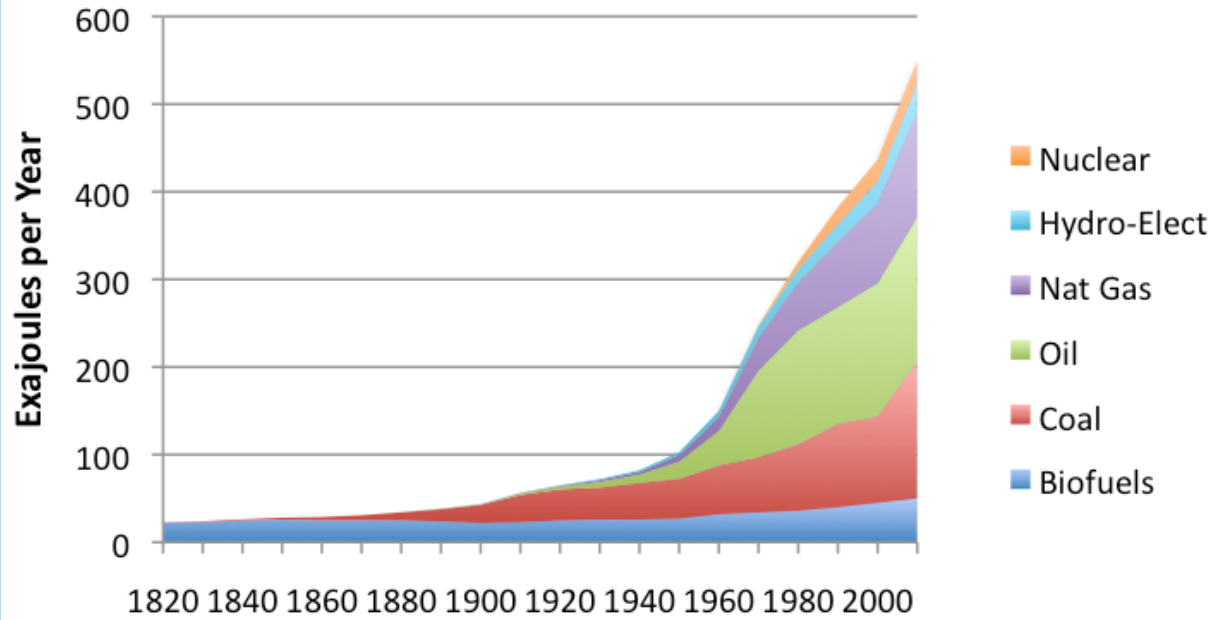
# Thema Energie und Rohstoffe

- Der Weltenergieverbrauch steigt seit ca. 1950 dramatisch an und hat sich seit 1950 verfünffacht auf ca. 600 Exajoule / Jahr (1 Exajoule =  $10^{18}$  J , 1 EJ  $\approx$  278 TWh)
- Der Weltenergieverbrauch pro Kopf ist seit 1980 in etwa konstant bei ca. 75 GJ / per Capita /Jahr
- With the current cost of electricity (approx. 5 ct/kWh) Germany e. g. is spending approx. 10% of its GDP for electricity. With the “true costs” of PV (approx. 25 ct/kWh – without any public funding) Germany would have to spend approx. 50 % of its whole GDP for electricity alone. Even non economic-experts will see that this is not feasible for an economy at all.

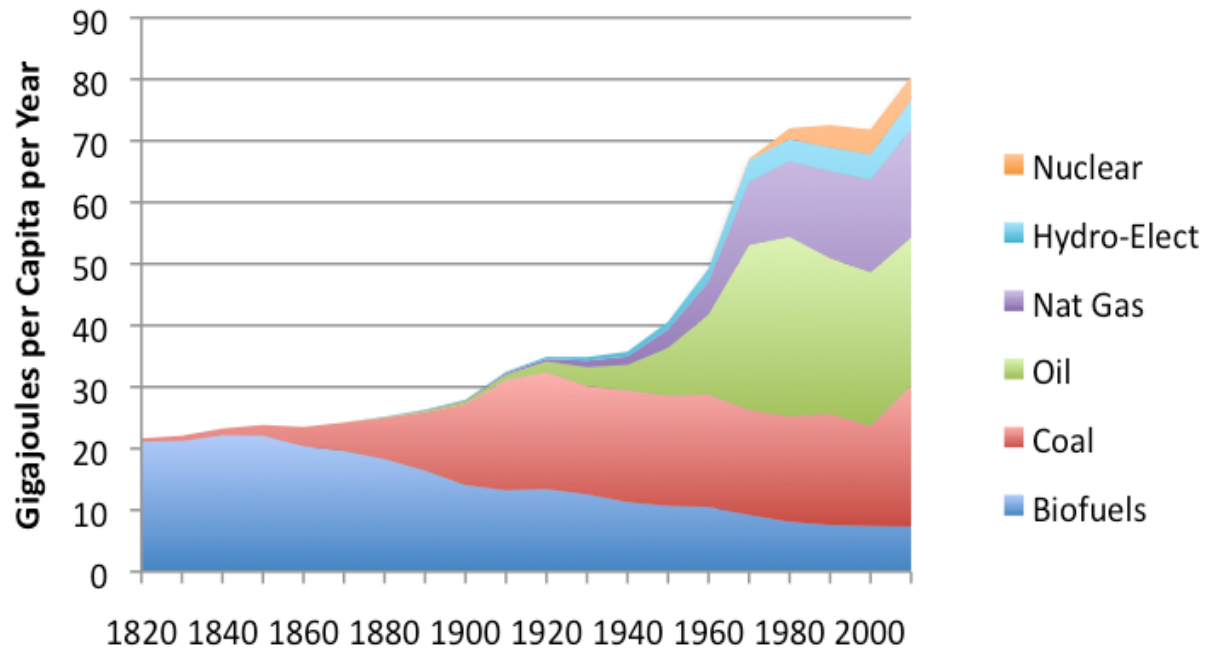




# World Energy Consumption



# World per Capita Energy Consumption



# **Thema Energie**

**Energie OSCAR im ersten  
Jahrzehnt des  
21. Jahrhunderts**

**The Winner is:**



# Thema Energie

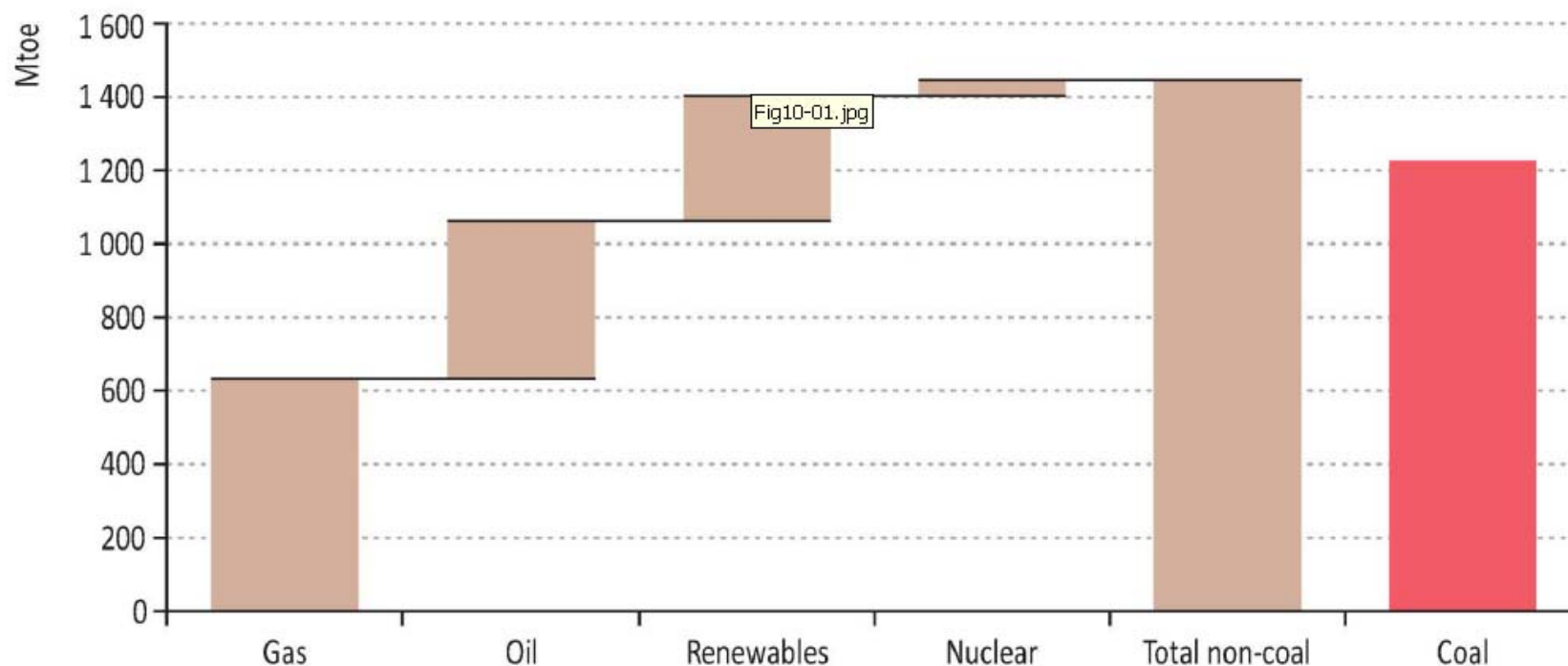
- Der weltweit mit Abstand größte „Gewinner“ aller Energieträger im Zeitraum 2000 bis 2010 war ---- KOHLE!
- KOHLE deckte ca. die Hälfte des gesamten Welt-Energieverbrauchs-Zuwachses im ersten Jahrzehnt des 21.-Jahrhunderts, wobei CHINA praktisch für den gesamten Zuwachs des Energieverbrauchs verantwortlich ist.
- Entsprechend stark ist auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Asien (CHINA) gestiegen
- Die Reichweite der bekannten Kohlevorräte ist beim heutigen Verbrauch ca. 150 Jahre und damit länger als für jeden anderen nichterneuerbaren Energieträger.



# Coal won the energy race in the first decade of the 21<sup>st</sup> century

**WORLD 2**  
**ENERGY 0**  
**OUTLOOK 1**

Figure 10.1: Incremental world primary energy demand by fuel, 2000-2010



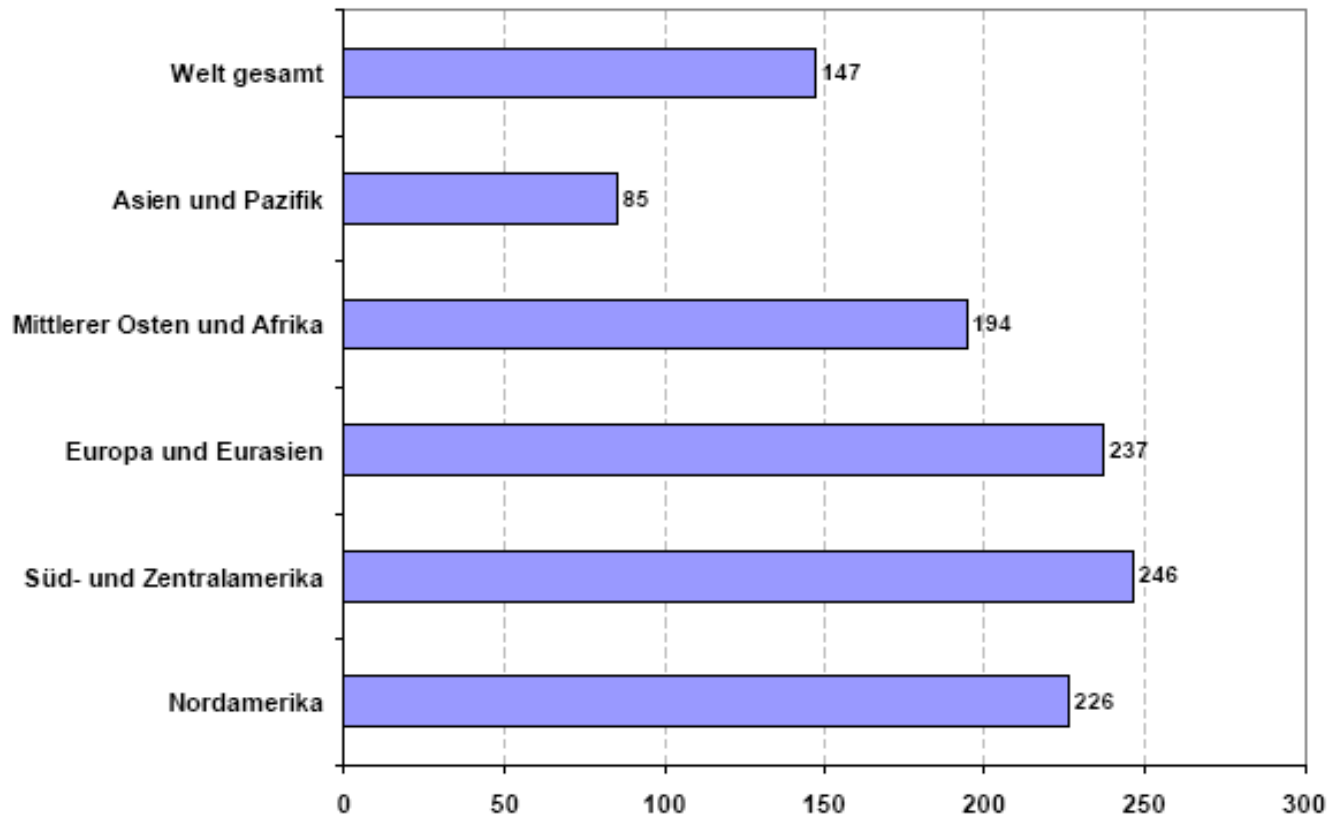
**Coal accounted for nearly half of the increase in global energy use over the past decade, with the bulk of the growth coming from the power sector in emerging economies**

# Steinkohle

## Reichweite der Kohlevorkommen



Reichweite der Kohlereserven in Jahren



Wenn die am Ende eines Jahres vorhandenen Reserven durch die Produktionsmenge dieses Jahres geteilt werden, ergibt sich daraus bei **unveränderten Produktionsmengen** die Reichweite der verbleibenden Reserven.

Quelle : BP Statistical Review of World Energy 2007

# Sicherung der Energieerzeugung zu leistbaren Preisen

- Der Bedarf an elektrischem Strom schwankt über die 24 Stunden des Tages aber auch über das Jahr sehr stark
- Strom zu wettbewerbsfähigen Kosten ist ein Schlüssel Wettbewerbsfaktor im globalen Produktionswettbewerb
- Um den Strom kostengünstig und zuverlässig immer dann herstellen zu können, wenn er gebraucht wird, braucht man daher sogenannte Grundlastkraftwerke (Wasser-Laufkraftwerke, Fossile Kraftwerke, Kernkraftwerke) und Spitzenlastkraftwerke (Speicherkraftwerke wie Kaprun, vorgewärmte“ Gasturbinen, die rasch am Netz sind ) „
- Die erneuerbaren Stromquellen (Windenergie, Solar) haben (leider) den grundlegenden Nachteil, dass sie eine zufällige unplanbare Energieerzeugung sind.



# Sicherung einer zuverlässigen Strombereitstellung zu leistbaren Preisen

- **Windenergie ist vor allem offshore (z. B. in der Nordsee) viel vorhanden, Solarenergie in Nordafrika (das hochgelobte MEGA-Projekt DESERTEC wurde begraben) (In Österreich ist die Wirtschaftlichkeit von PV ohne Förderung nicht gegeben, zumal der Wirkungsgrad unter 15 % liegt)**
- **Daher bräuchte man gigantische (Wasser-)Speicher und gigantische Fernleitungen, die nicht vorhanden sind. Studien von Experten (Ingenieuren) belegen, dass der Ausbau ALLER Wasserspeicher in den gesamten Alpen nicht ausreichen würde, um allein den Speicherbedarf von Deutschland zu decken .**

# Sicherung der Energieerzeugung zu leistbaren Preisen

- An kalten Wintertagen (vgl. viel Kraft-Wärme-Koppelungs Kraftwerke !!!) mit viel Wind und Sonne gibt es in Europa immer mehr Tage mit massiver Überproduktion von Strom, der nicht gespeichert werden kann und daher **NEGATIVE** Strompreise an der Strombörse.



# Mobilität (Ist e-mobility die Lösung?)

- Auch die modernste Akkutechnik (Lithium-Ionen Akku) ist in der Energiedichte um einen Faktor 110 schlechter als z. B. Benzin oder Dieselkraftstoff.  
D. h. ein Lithium-Ionen Akku, dessen Energieinhalt 50 kg Benzin oder Diesel entspricht , **wiegt 5488 kg.**
- Immer mehr Menschen leben in MEGA-Städten. Immer mehr PKWs der Welt stehen daher immer mehr im Stau.
- **Im Stau verschiebt sich der Energieverbrauch eines Autos dramatisch vom Fahren zum Heizen (im Winter) oder Kühlen (im Sommer).** Jeder Schüler der 1. Klasse HTL weiß aber, dass elektrisches Heizen Gift für jeden Akku ist. Daher bricht auch die Reichweite der e-Autos im Winter sehr stark ein, typischerweise von ca. 120 km auf ca. 60 km.



## Thema Mobilität

Der Schlüssel für die MOBILITÄT  
– sei es für Personen oder Waren –  
sei es zu Lande, zu Wasser oder in der Luft  
ist die  
**ENERGIEDICHTE**  
des Energiespeichers (Kraftstoffes)



# Bedeutung der **ENERGIEDICHTE** des Energiespeichers in der Mobilität

Die besten Li-Ionen Akkus der Welt sind betr.  
**ENERGIEDICHTE** um einen Faktor 114 schlechter als  
Kraftstoffe. (Besser als Kraftstoffe ist betr.  
ENERGIEDICHTE nur die Kernspaltung):

- Ni-Cd Akku: 0,14 MJ/kg
- Li-Ionen Akku: 0,40 MJ/kg
- Kraftstoff (Benzin, Diesel) 43,00 MJ/kg
- Kernspaltung 90,000.000,00 MJ/kg



Der Klima-„Schwandel“

Der Klima-„Schwandel“

Schwindel oder Wandel ?

## Das Klima der Erde ist – verglichen mit den letzten 500 Mio Jahren - derzeit in einem mittleren Temperaturregime

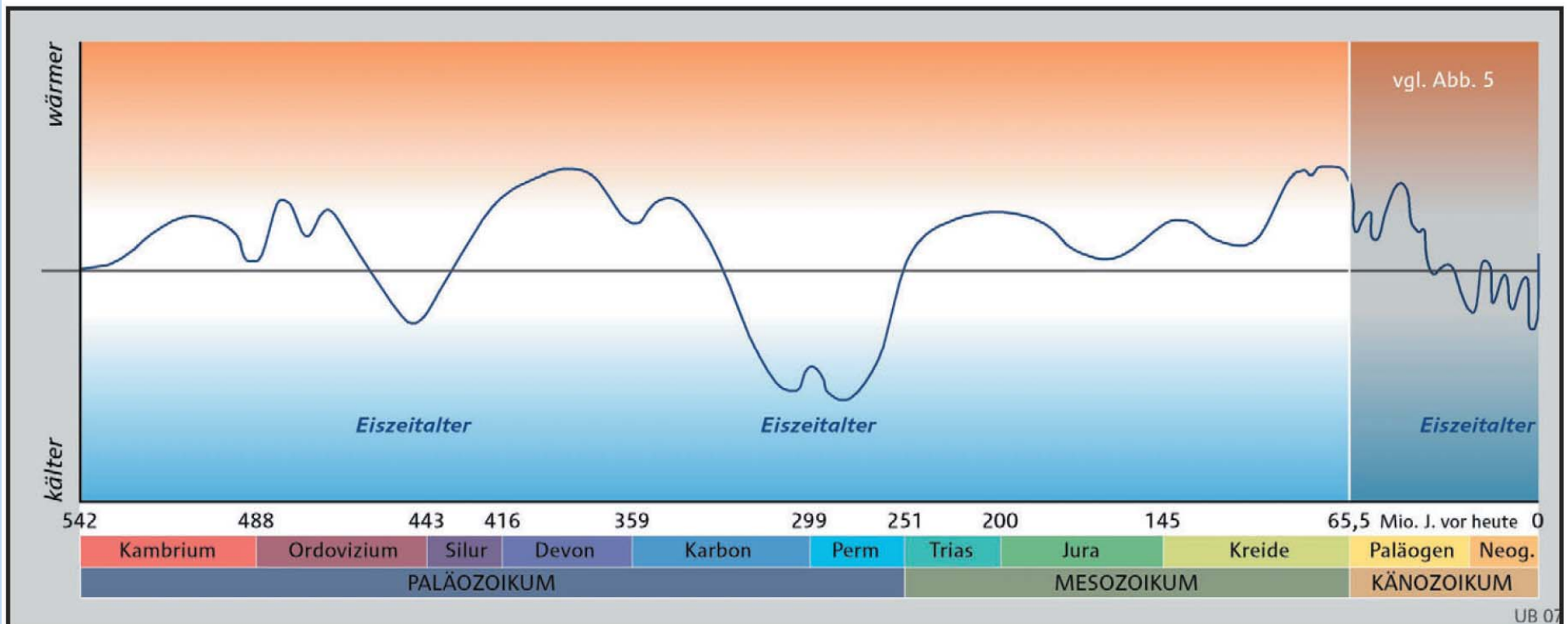
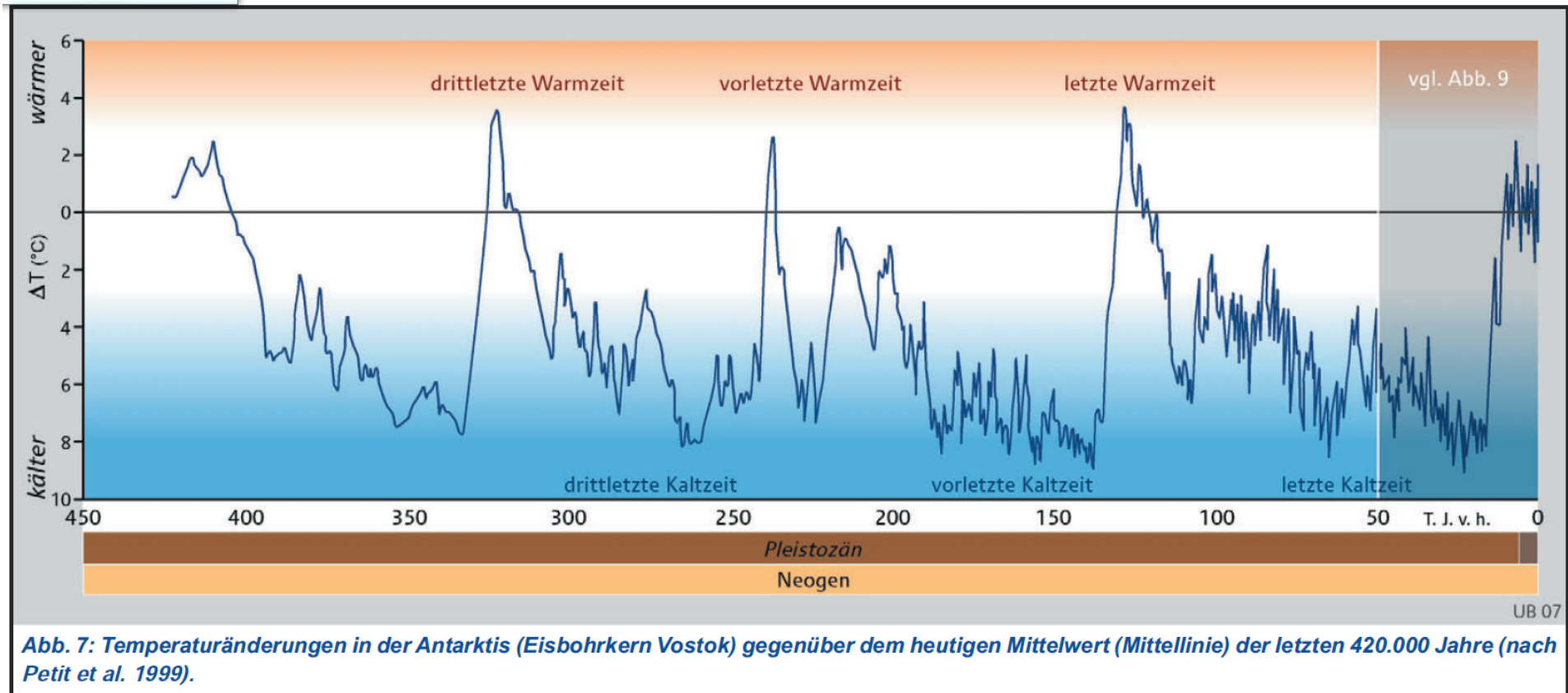


Abb. 4: Globale Temperaturänderungen gegenüber dem heutigen Mittelwert (Mittellinie) der letzten 542 Millionen Jahre auf Basis unterschiedlicher Datenquellen (verändert nach Bradley 1999, Altersangaben nach International Commission on Stratigraphy (2007)).

Quelle: Olaf Bubbenzer und Ulrich Radtke, Köln:  
NATÜRLICHE KLIMAÄNDERUNGEN IM LAUFE DER ERDGESCHICHTE



## Das Klima der Erde ist – verglichen mit den letzten 450 Tausend Jahren - derzeit in einem mittleren Temperaturregime



Quelle: Olaf Bubbenzer und Ulrich Radtke, Köln:  
NATÜRLICHE KLIMAÄNDERUNGEN IM LAUFE DER ERDGESCHICHTE



## **Frage an das Publikum?**

**Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> ist bekanntlich seit Jahrzehnten am Steigen.**

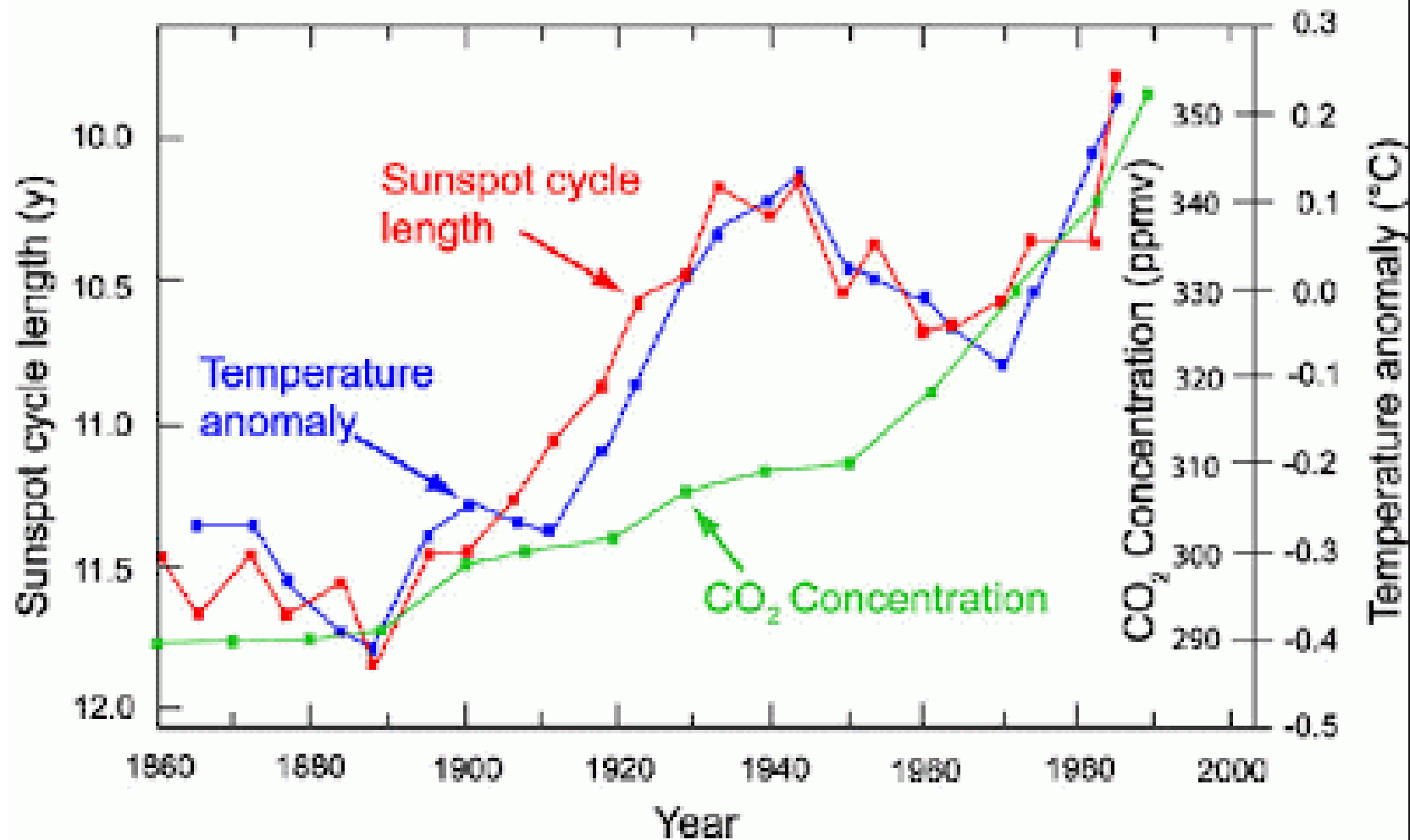
**Wieviele % CO<sub>2</sub> sind derzeit ca. in der Erdatmosphäre?**

**Wieviel % CO<sub>2</sub> sind derzeit ca.  
in der Erdatmosphäre?**

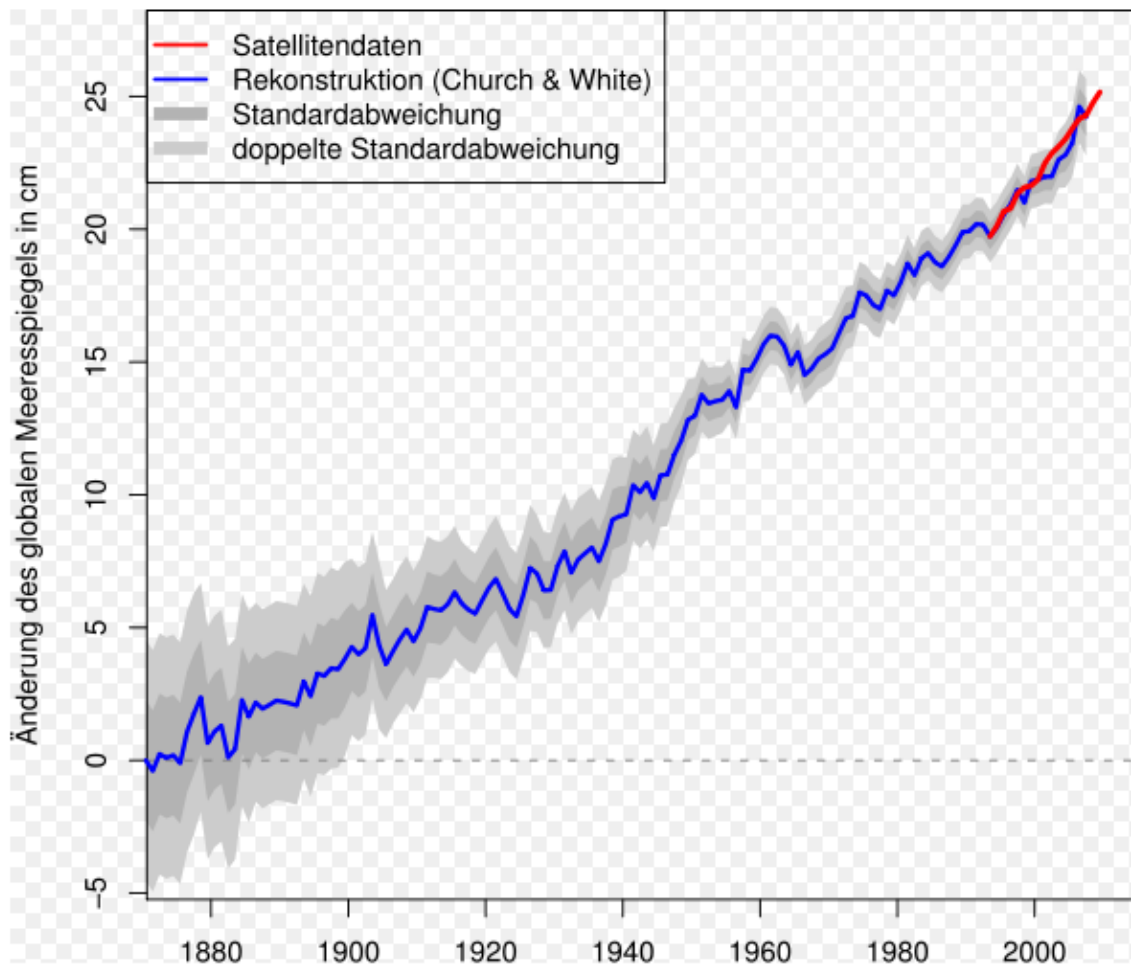
**Antwort: 400 ppm (parts per million)**

**Entspricht 0,0004 %**





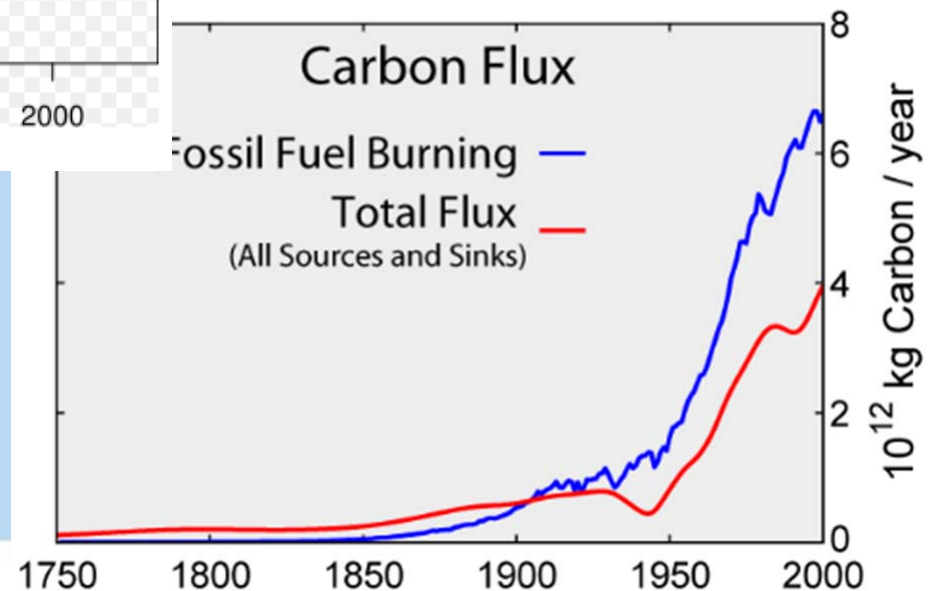
Sehr bemerkenswert an dem Chart ist, dass die Temperaturanomalien der Erde sehr präzise den Sonnenzyklen folgen aber praktisch keine Korrelation zwischen Temperatur und CO<sub>2</sub> Gehalte zu erkennen ist.



Sealevel-rise\_1870-2009\_de.svg (SVG file, nominally 590 × 498 pixels, file size: 113 KB)

Der anthropogene CO<sub>2</sub> Ausstoß ist im Zeitraum 1940 bis 1948 gesunken (siehe unten) und dann von 1948 bis 1970 sehr stark gestiegen, nachher langsamer gestiegen.

Dazu passt der zeitliche Verlauf des Meeresspiegelanstieges überhaupt nicht (siehe links): Dieser ist am Stärksten von 1940 bis 1950 gestiegen. Das Meerwasser müsste also den starken CO<sub>2</sub> Anstieg in der Zukunft quasi prophetisch vorhergeahnt haben ?



# Notwendige Genauigkeit / Auflösung von Meeresspiegelmessungen

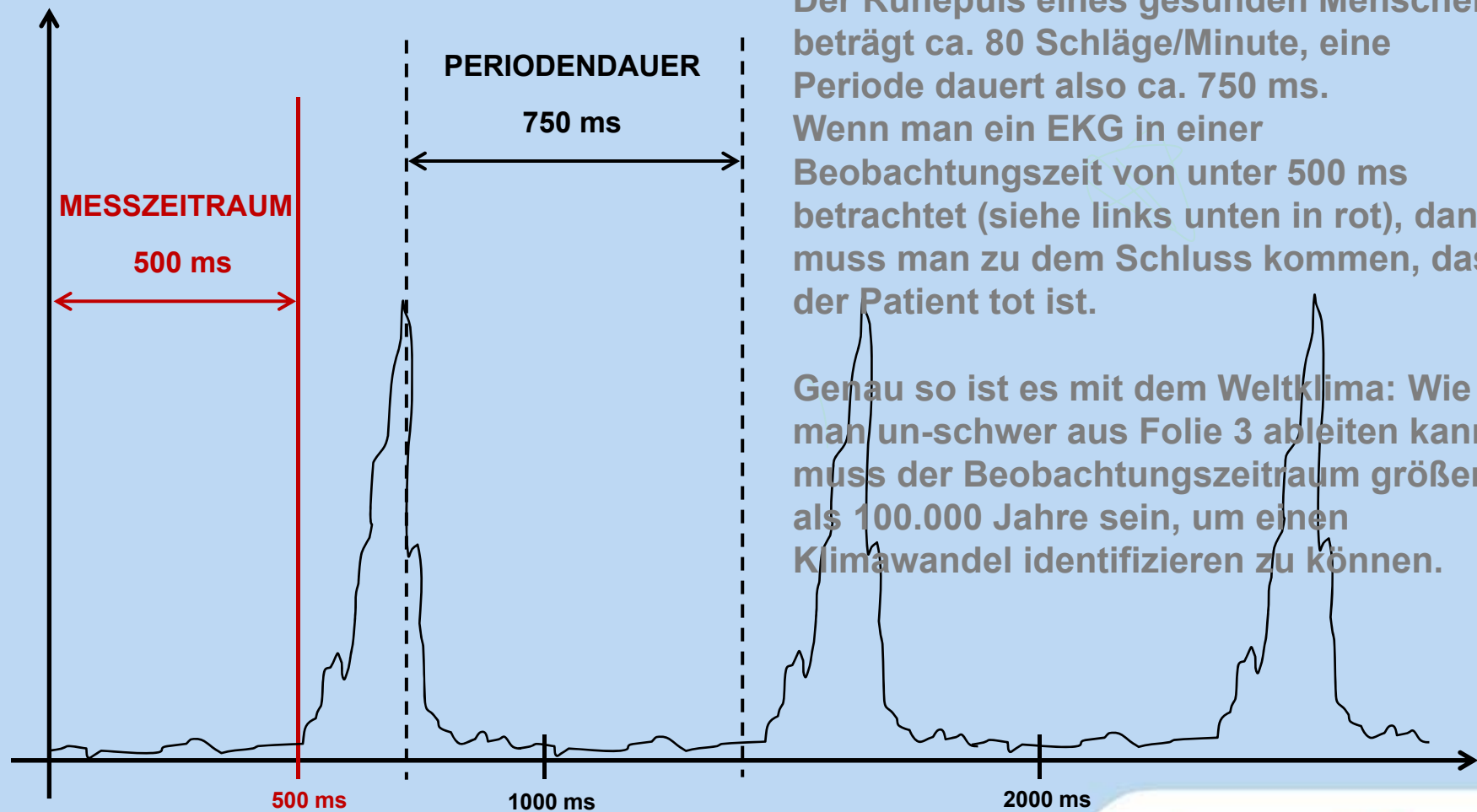
- Meeresspiegelmessungen werden mit geostationären Satelliten durchgeführt. Diese haben einen Abstand von 35.786 km von der Erdoberfläche.
- Um eine Meeresspiegeländerung von 1 mm auflösen zu können, bräuchte man daher Sensoren mit einer Auflösung des Abstandes von mindestens  
 $1 \times 10^{-3} / 35,7 \times 10^6 = \mathbf{2,8 \times 10^{-11}}$  (ein 36 Milliardstel)

- Jeder Diplomingenieur der Messtechnik weiß, dass so eine hohe Auflösung aus dem Weltall messtechnisch völlig unmöglich ist.

Ganz abgesehen davon, dass es technisch unmöglich ist, bei meterhohen Wellen den Spiegel einer Flüssigkeit auf eine Genauigkeit von 1/1000 der Höhe der Wellen zu messen.



# Entscheidend ist der Messzeitraum in Relation zur Periodizität



Der Ruhepuls eines gesunden Menschen beträgt ca. 80 Schläge/Minute, eine Periode dauert also ca. 750 ms. Wenn man ein EKG in einer Beobachtungszeit von unter 500 ms betrachtet (siehe links unten in rot), dann muss man zu dem Schluss kommen, dass der Patient tot ist.

Genau so ist es mit dem Weltklima: Wie man un-schwer aus Folie 3 ableiten kann, muss der Beobachtungszeitraum größer als 100.000 Jahre sein, um einen Klimawandel identifizieren zu können.

# Klimawandel

- **Um von einem Klimawandel sprechen zu können, braucht es entsprechend lange Beobachtungszeiträume. Man kann nicht in dem kurzen Zeitraum von z. B. 1000 Jahren von einem Klimawandel sprechen. 1000 Jahre sind für die Erdgeschichte nur ein Wimpernschlag.**
- **Wie man unschwer aus der vorhergehenden Folie ableiten kann, muss der Beobachtungszeitraum größer als 100000 Jahre sein, um einen Klimawandel identifizieren zu können.**

# Die Weltbevölkerung stößt 2x soviel CO<sub>2</sub> aus als alle Autos der Welt

- Ein mittelgroßer PKW stößt ca. 150 g = 0,15 kg CO<sub>2</sub> pro Kilometer aus.
- Dies ergibt bei 10.000 km Fahrleistung pro Jahr 1,5 t CO<sub>2</sub> im Jahr.
- Dies ergibt weiter bei 1 Milliarde Autos weltweit **1,5 Milliarden t CO<sub>2</sub> im Jahr.**
- Der Mensch atmet 400 kg = 0,4 t CO<sub>2</sub> im Jahr aus (nicht naturneutral, denn diese Menge entspricht grob dem bei der Nahrungsmittelherstellung erzeugten CO<sub>2</sub>, so ist beispielsweise bereits die Verbrennungsenergie von 0,7 Liter Erdöl für das Backen eines Laibs Brot erforderlich).
- Heute 7 Milliarden Menschen erzeugen  $0,4 \times 7 \approx$  **3 Milliarden t CO<sub>2</sub> im Jahr,**
- **Also etwa das Doppelte des weltweiten Autoverkehrs.**



## Sicherung einer zuverlässigen Energiebereitstellung und Erzeugung für Industrie und Private in der EU zu leistbaren Preisen

- Ich rede bewusst keiner Energieform und keiner Energieerzeugungstechnologie das Wort.
- Ich bin kein „Verkäufer“ und kein „Lobbyist“ sondern Ingenieur!
- Fakt ist aber, dass in unserer technisierten Welt das Energieproblem nur durch Energieexperten, d. h. durch Ingenieure gelöst werden kann.
- Die Gesetze der Physik (1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik) können nicht und von niemand außer Kraft gesetzt werden.
- In diesem Sinne muss man endlich wegkommen von der thermodynamisch-unsinnigen Betrachtung der **ENERGIE-**Bilanzen und hin zu physikalisch einzig sinnvollen **EXERGIE / ANERGIE-Bilanzen.**



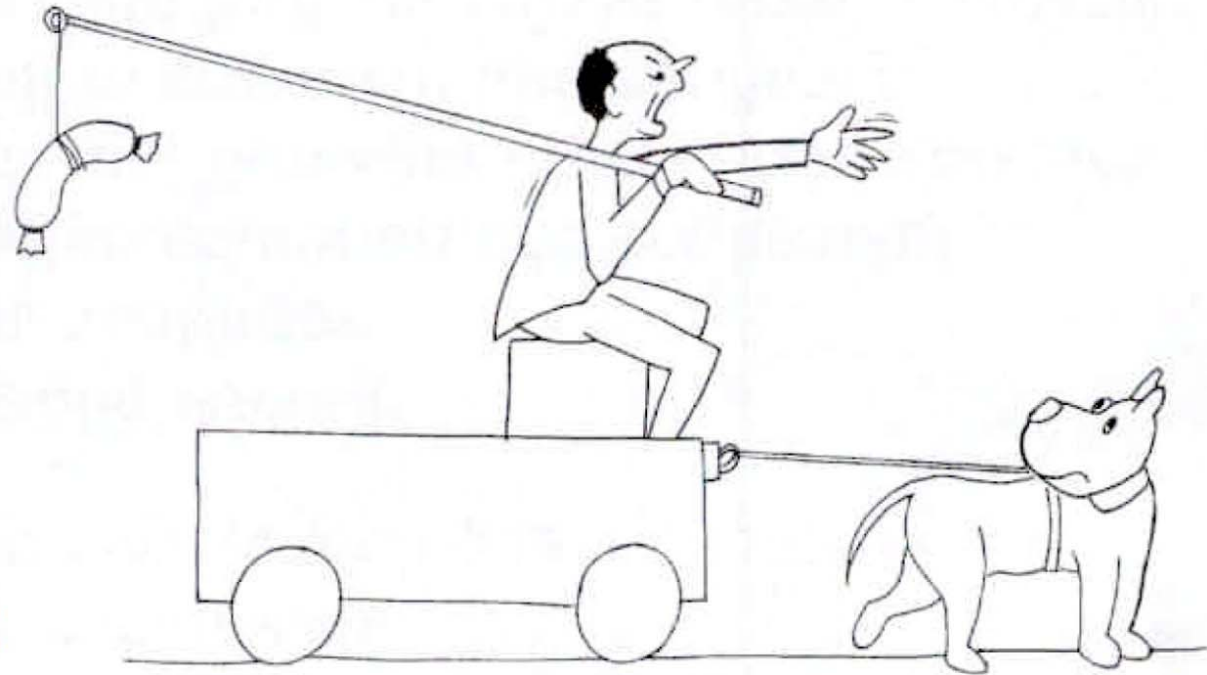
## **Sicherung einer zuverlässigen Energiebereitstellung und Erzeugung für Industrie und Private in der EU zu leistbaren Preisen**

- **Mit einseitigen Förderungen im Energiebereich muss man EXTREM vorsichtig sein. Sehr oft sind diese kontraproduktiv!**
- **Eine Folge der sog. „Deutschen Energiewende“ (unsinnig hohe Förderungen und unsinnige Einspeisegarantien für PV und Windstrom) ist z. B., dass in Deutschland in riesigen Mengen billige, drecke Kohle aus USA verbrannt („verstromt“) wird und der CO2-Ausstoß in Deutschland dank dieser „Grünen Politik“ gestiegen ist, während der CO2-Ausstoß in USA durch den Umstieg auf das umweltfreundlichere, CO2-arme Fracking-Gas gesunken ist. (vgl. KOBRA-Effekt!!)**



# Vorsicht vor dem „KOBRA-Effekt“ bei Anreizsystemen (einseitigen Energieförderungen)

## Anreizsysteme



## Der Kobra Effekt

Um in Indien einer Kobraplage Herr zu werden, setzte ein Gouverneur für jede abgelieferte Kobra eine Prämie aus. Die Inder begannen Kobras zu züchten.

**Wo in ihrem Unternehmen züchten Sie Ihre Kobras ?**

## Sicherung einer zuverlässigen Energiebereitstellung und Erzeugung für Industrie und Private in der EU zu leistbaren Preisen

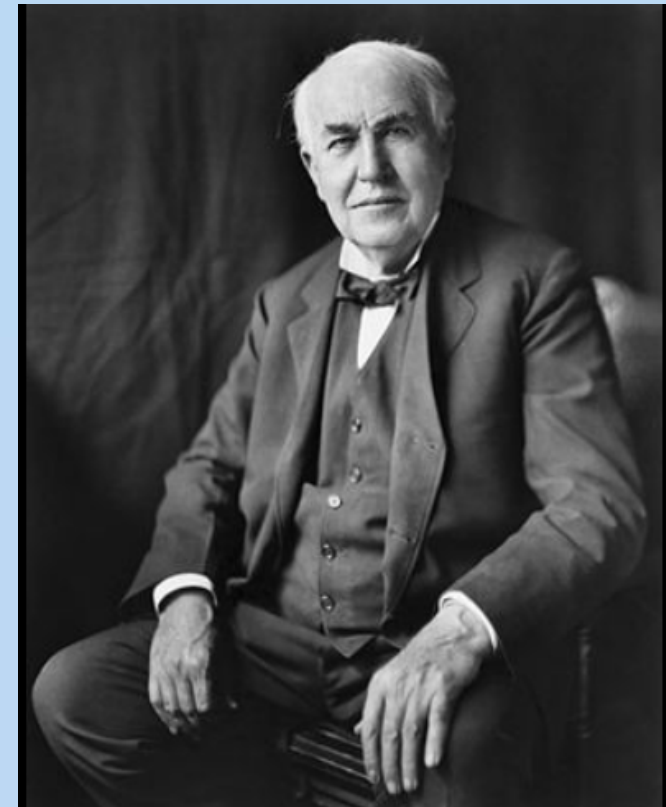
- Aus meiner Sicht als Ingenieur soll man sich vor allem fokussieren auf die weitere **Steigerung der EXERGIE-Effizienz**.
- Man braucht aus meiner Sicht keinen Panik-Aktionismus bei dem Thema Energiepolitik, denn die heute bekannten Vorräte (und täglich werden es mehr) an fossilen Energieträgern reichen meines Erachtens jedenfalls noch 100 Jahre.
- **Die EU-Exergie-Politik sollte sich auf langfristig planbare Rahmenbedingungen und (langfristige) Ziele (Exergie Roadmap Europa 2050) konzentrieren** und die Energiekonzepte und Lösungen den Ingenieuren überlassen und das sinnvolle Spiel der Marktkräfte nicht durch verzerrende Förderungen zerrütten.



**Ein großer, umsetzungsorientierter industrieller  
Forscher, Erfinder, Ingenieur und Entrepreneur**

*„Was ich nicht verkaufen kann,  
das will ich auch nicht erfinden“*

**A. Edison**



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**

**Dipl. Ing. Bruno Lindorfer**  
**Bruno.lindorfer@tmg.at**



# Quellenangaben

**Alle in den Folien gezeigten Zahlen und Charts sind mit den Quellenangaben der ForscherInnen versehen, von denen sie stammen.**

**Die in den präsentierten Folien gezogenen Schlüsse und Aussagen sind die persönliche Sicht des Autors.**

industrie EXPORT  
innovation export  
kooperation



[www.tmg.at](http://www.tmg.at)

**The TMG-Group**  
**Upper Austria's Business Agency**

OÖ. Technologie- und Marketinggesellschaft m.b.H., Hafestraße 47-51, 4020 Linz  
Tel.: +43-732-79810, Fax: +43-732-79810-5008, <http://www.tmg.at>, e-mail: [info@tmg.at](mailto:info@tmg.at)

**TMG**

[www.tmg.at](http://www.tmg.at)

# CV Bruno Lindorfer

- **Diplom Maschinenbau, Technische Universität Wien, 1980**
- **1980 – 1987: VOEST-ALPINE AG, Linz/ Austria:  
Abteilung für Scientific Engineering Software Development**
- **1987-1990: ENGEL Maschinenbau, Austria: Leiter CAE**
- **1990 – 1997: VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau Linz (VAI)  
Leiter R&D Continuous Casting Machines**
- **1997 – 2006: Senior Vice President Corporate, Innovation VAI  
Linz**
- **Oct. 2006 – Sept 2008: Senior Vice President Corporate  
Innovation, SIEMENS VAI, Linz**
- **Seit 2008-10-01: Geschäftsführer OÖ TMG (Technologie- und  
Marketinggesellschaft GmbH, Linz)**
- **Seit 2011-07-01: Geschäftsführer OÖ Innovationsholding  
GmbH (zusätzlich zur TMG)**



# CV Bruno Lindorfer

## Weitere Funktionen in der Innovation Community (Auswahl):

- Lehrbeauftragter für Innovationsmanagement an der Johannes Kepler University Linz (seit 2004)
- Vizepräsident der Christian Doppler Forschungsgesellschaft, Wien (1997 – 2008)
- Mitglied im Beirat Bereich 1 „Basisprogramme“ der FFG (2002 – 2007)
- Mitglied der „Technology Platform Steel“ der EU (2005 – 2008)
- Mitglied in der European Cluster Policy Expert Group (ECPG) der Europäischen Kommission DG Enterprise
- Member of the Industrial Advisory Board of the Center for Iron and Steel Research (CISR) at the Carnegie Mellon University, Pittsburgh
- Vorsitzender des Aufsichtsrates der CATT GmbH und der tech2b GmbH, Linz
- Mitglied in der HLEG (High Level Expert Group) der VANGUARD INITIATIVE zu INDUSTRIE 4.0, Brüssel

