

# Vorlesung "Auswirkungen der Informatik"

## Technik und Wohlstand

Lutz Prechelt

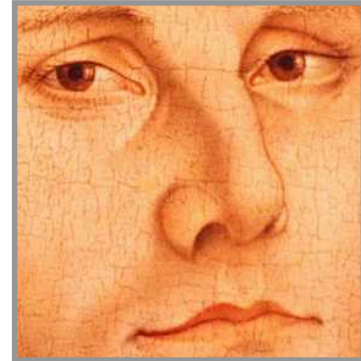
Freie Universität Berlin, Institut für Informatik

- Führt technischer Fortschritt zu mehr Wohlstand?
  - Wohlstand, Kondratjew-Zyklen, Globalisierung, BIP, Wachstum, Teuerung, Produktivität, Wertschöpfung, Kapital, Börse
- Produktivität
  - Wege zur Steigerung, Beiträge der Computerisierung, Folgen
- Globalisierung
  - Ursachen, Ausmaß, Beispiele
- Wohlstandszuwachs
  - Ausmaß, Geschwindigkeit
- Wohlstandsverteilung
  - Wirkung der Computerisierung

# Kompliziert!

- **Viiiiiele Konzepte**
- Viele Zusammenhänge (und nicht alle werden angesprochen)
- Daten mit vielschichtiger Bedeutung
  - Oft hinterfragenswert
    - aber "*ungefähr richtig*" reicht für unsere Zwecke
  - Meist nur mäßig aktuell
    - Das ist kein Problem; **es geht uns um Grundtendenzen**

- These "**Technikwohlstand**":  
*Technischer Fortschritt führt tendenziell stark zu steigendem Wohlstand.*
- These "**Wohlstandsverteilung**":  
*Wohlstandszuwachs verteilt sich gleichmäßig, wenn er durch technischen Fortschritt hervorgerufen ist.*



# Definition "Wohlstand"

- Individueller Wohlstand:
  - objektives Maß:  
materieller Wohlstand:
    - Vermögen
    - Einkommen
  - subjektives Maß:  
immaterieller Wohlstand:
    - Zufriedenheit,  
Glücksempfinden, wegen:
    - Gesundheit
    - soziale Beziehungen
    - Aufgabe, Arbeit
    - Lebensumfeld, Umwelt
    - Zukunftserwartungen
    - u.a.m.
- Gesellschaftl. Wohlstand:
  - ebenfalls materiell und immateriell
  - gewichtetes Mittel der individ. Wohlstände, z.B.
    - arithmetisches Mittel oder:
    - Höhergewichtung geringer Wohlstände, evtl. auch
    - Geringergewichtung hoher Wohlstände
    - oder Median

Immaterieller Wohlstand ist schwierig zu quantifizieren

- Wie verbessert bessere Technik den *individuellen* Wohlstand?
  1. Neue Produkte und Dienstleistungen
    - inkl. Baugesundheit, Arbeitssicherheit, Hygiene und Medizin
  2. Gleiche Produkte und Dienstleistungen zum geringeren Preis



Dosenuhr  
ca. 1530  
Tausende EUR



LED-Quartzuhr  
1975  
ca. 280 EUR



LCD-Quartzuhr  
2017  
ca. 25 EUR

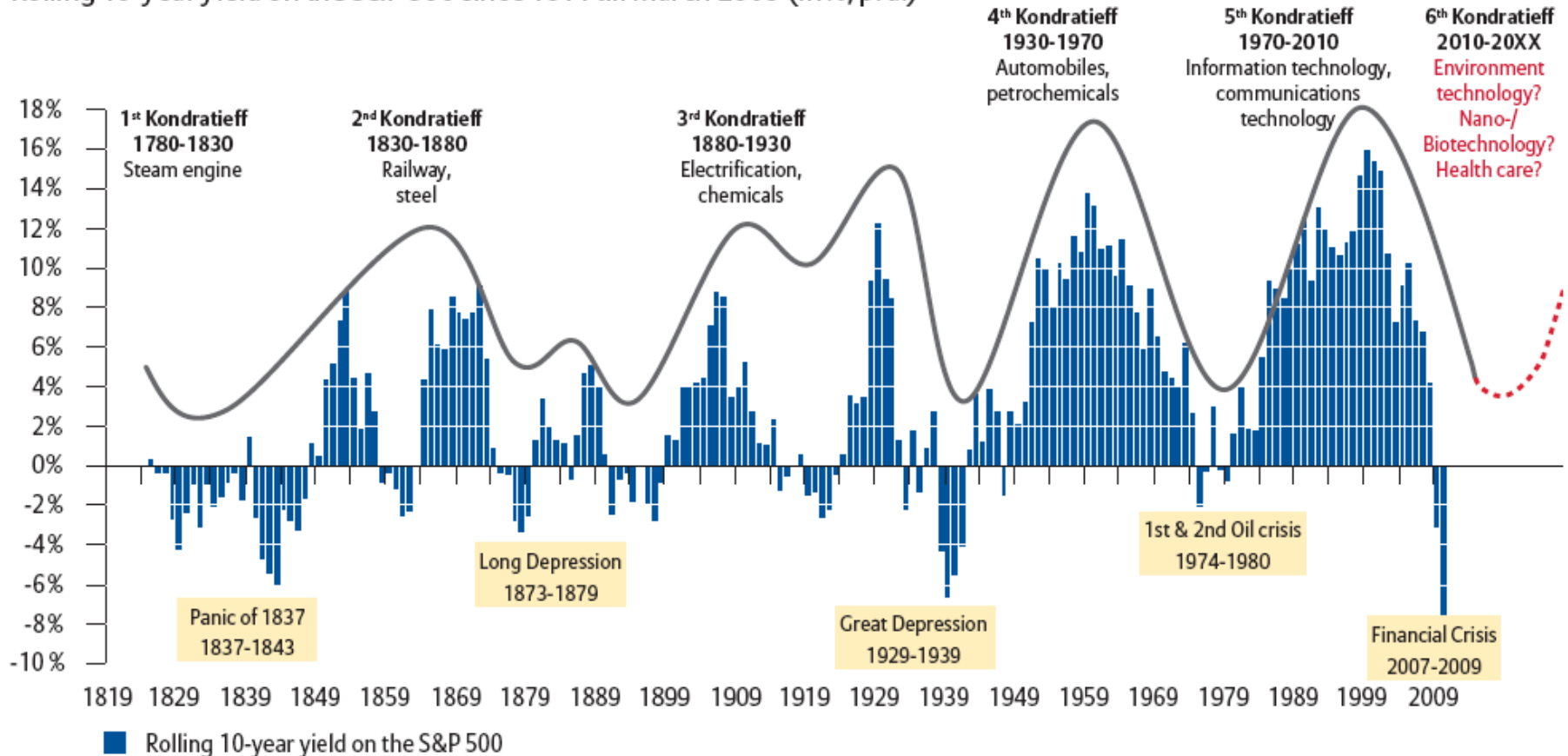
Preise nach heutigem  
Geldwert

- Wie verbessert bessere Technik den *gesellschaftl.* Wohlstand?
  1. Höhere Arbeitsproduktivität
    - Meilensteine: Dampfmaschine, Landmaschinen, Computer
  2. Einfachere Handelslogistik
    - Meilensteine: Eisenbahn, Telegraphie  
(und dann: Telex, Telefon, Lastwagen, Fax, Datennetze)
- Dies explodierte zuerst ab ca. 1770 in England
  - "Industrielle Revolution"
  - gute Randbedingungen:  
politische Stabilität: Rechtssystem;  
Wissen u. Arbeitskraft: Universitäten, Erfinder, Arbeitskräfte;  
protestantische Arbeitsethik;  
Rohstoffe: Kolonien für Erz/Kohle/Baumwolle,  
Logistik: Insellage+Kanalnetz, Kriegs- und Handelsflotte;  
u.a.m.
- und dominiert seitdem die Weltwirtschaft:

# Technische Innovationen treiben die Weltwirtschaft: Kondratjew-Zyklen

Kondratieff cycles – long waves of prosperity.

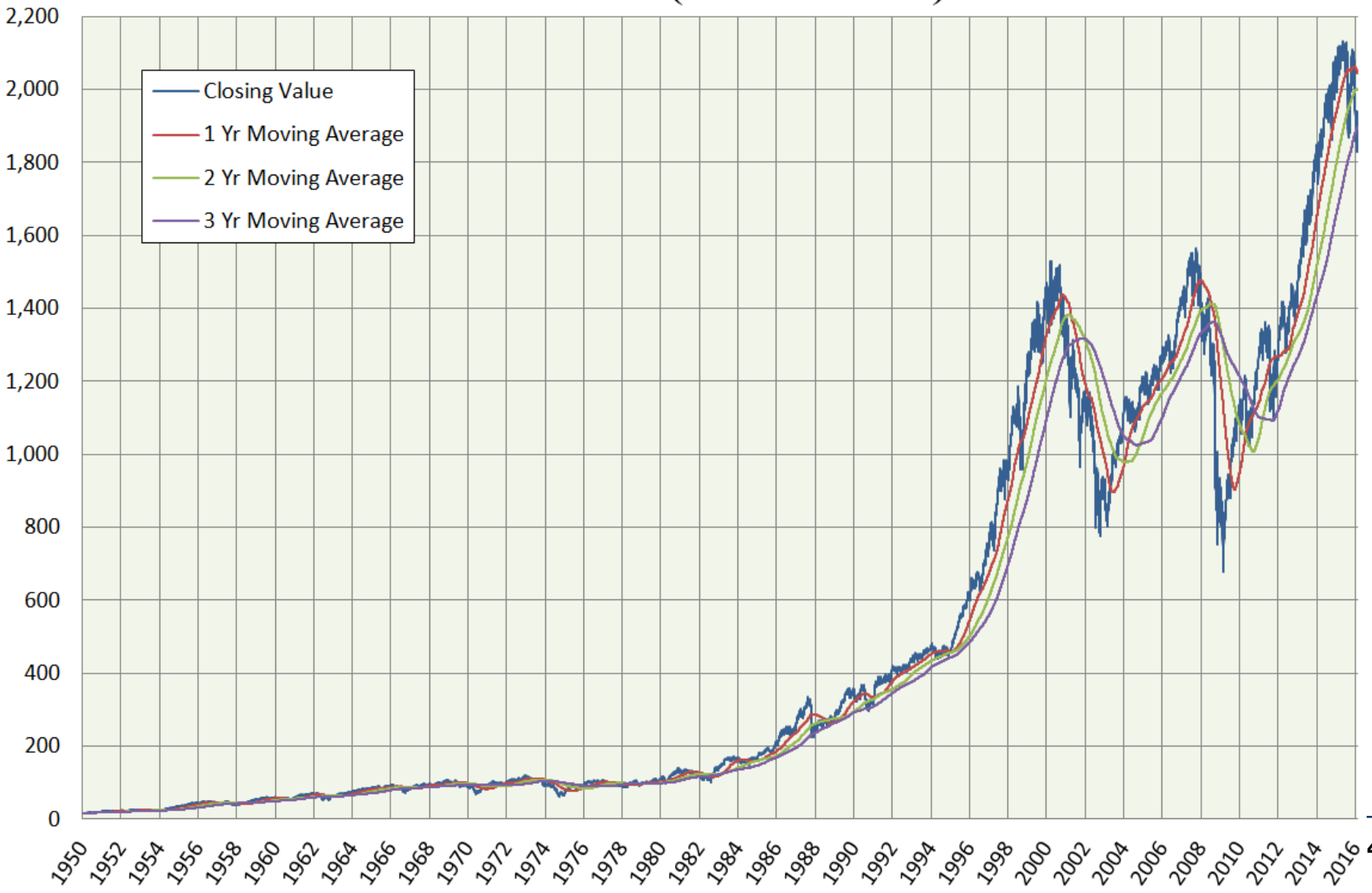
Rolling 10-year yield on the S&P 500 since 1814 till March 2009 (in %, p. a.)



Source: Datastream; Illustration: Allianz Global Investors Capital Market Analysis

Kumuliert sind diese Aufwächse  
gewaltig (hier nur seit 1950!):

## S&P 500 (1950-2016)



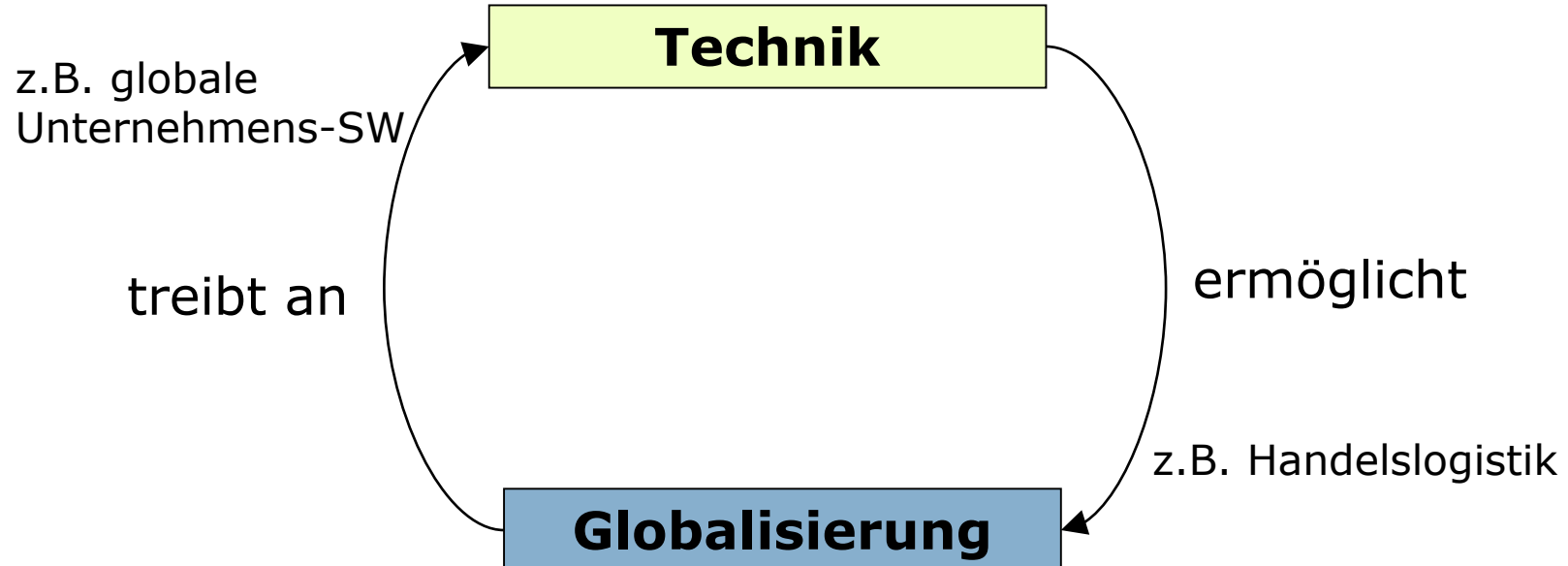


- Börsenindex der 500 größten US-Firmen
  - spiegelt also die Wertentwicklung dieser Firmen wider
- Ist das ein Wohlstandsmaß?
  - Eher nein, korreliert aber.
  - Gängigeres quantitatives Materieller-Wohlstand-Maß:  
*Bruttoinlandsprodukt (BIP)*  
engl.: *Gross Domestic Product (GDP)*
    - (Wir stellen das kurz zurück)
- Mit der industriellen Revolution einher geht die Globalisierung

- Definition:
  - Ein Anstieg in den Beziehungen zwischen Gesellschaften
- Verschiedene Aspekte:
  - Engerer Kontakt zwischen Teilen der Welt
    - z.B. kulturell, medial, persönlich ("Globales Dorf")
  - Größere Handelsfreiheit und verstärkte Zusammenarbeit zwischen Firmen in vielen Wirtschaftszweigen
    - Globaler Handel, globale Wirtschaft
  - Engere Abstimmung zwischen Staaten
    - politisch, rechtlich
  - Nebenwirkungen wie die Erosion von Kulturen, von rechtlichen und moralischen Standards, etc.

# Wechselwirkung von Technik und Globalisierung

- Technik (Blähsatz: "Technologie") ist Grundlage der Globalisierung
  - insbesondere Transport von Gütern und von Informationen
  - sowie automatische Verarbeitung von Informationen
- Technik wird aber auch von Globalisierung "angespornt":
  - manche Technik wird erst entwickelt, wenn und weil sie für die Globalisierung hilfreich ist



- Um zu verstehen, wie es zu Wohlstandszuwachs und Globalisierung kommt, betrachten wir zunächst ein paar Grundbegriffe der Wirtschaft
  - Wir wechseln dabei zwischen
    - der Betrachtung der Gesamtwirtschaft (Volkswirtschaftslehre, VWL, Makroökonomie) und
    - der Perspektive einzelner Unternehmen (Betriebswirtschaftslehre, BWL)
  - Alles ist stark vereinfacht dargestellt
- Wichtige Grundannahme:
  - Menschen streben nach "Glück" (o.ä.)
  - Ein wichtiger Glücksfaktor ist (ausreichender) materieller Wohlstand
  - Also streben Menschen nach solchem Wohlstand
    - (allerdings auch weit über das ausreichende Maß hinaus)

- **Brutto-Inlandsprodukt**

- BIP, gross domestic product, GDP
- Summe der Werte aller Güter und Dienstleistungen, die im Land *produziert* wurden (i.d.R. angegeben pro Jahr)
  - Misst die Größe einer Wirtschaft
  - Ignoriert Schwarzarbeit und alle unentgeltliche Arbeit
- Zum Vergleich oft pro Kopf der Bevölkerung ausgedrückt
  - "per capita"
  - Ländervergleich auf Grundlage von (a) Wechselkurs oder (b) Kaufkraft (auch dies stellen wir kurz zurück)
- z.B. **BIP** = Konsum + Investition + sonstige öfftl. Ausgaben + Exporte - Importe

- **Wirtschaftswachstum**

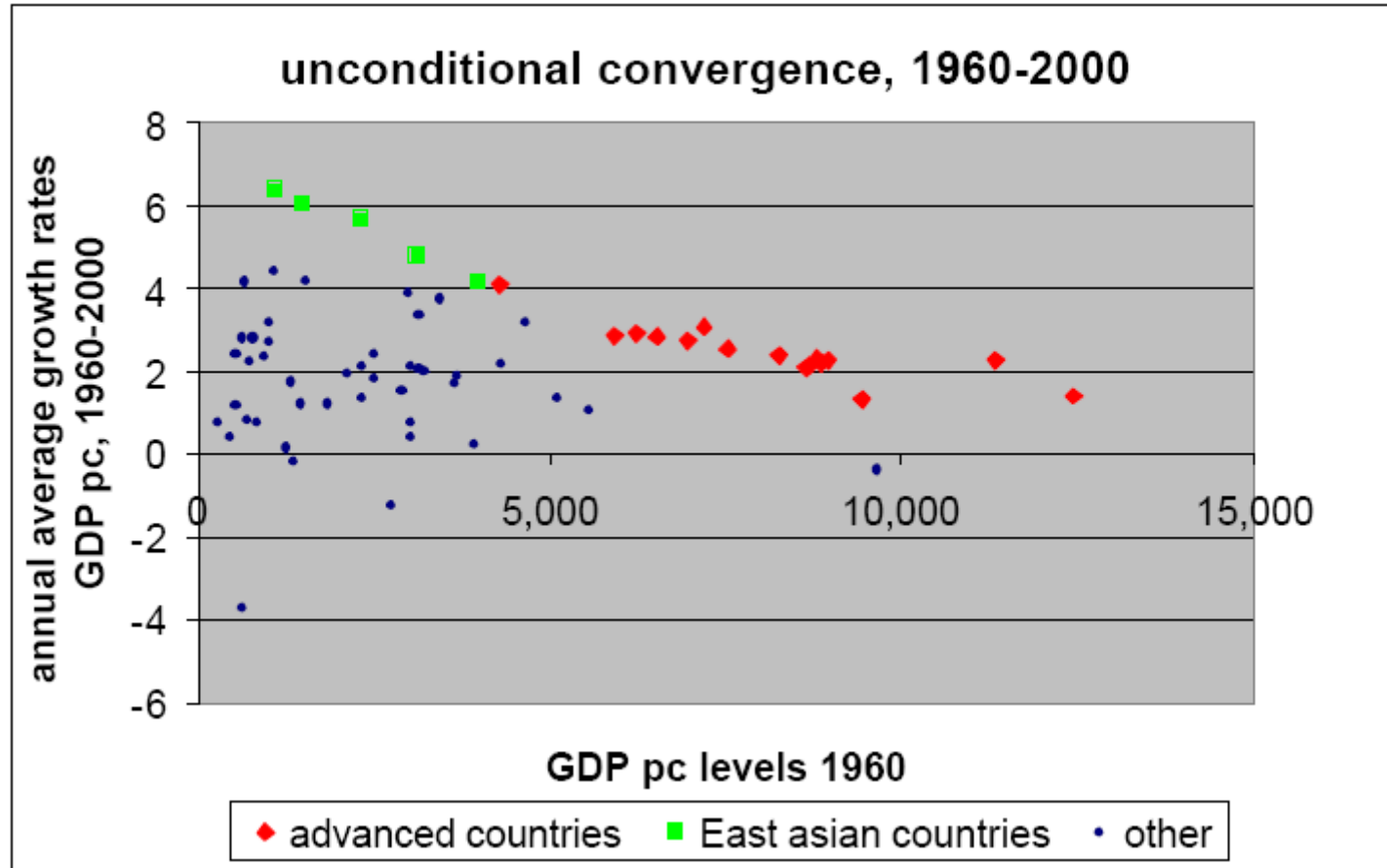
- Veränderung im BIP, meist bereinigt um Teuerungsrate

- **Teuerung** (umgangssprachlich ungenau meist "Inflation")

- Anstieg im Preis der typischen Käufe von Verbraucher\_innen

- Ein brauchbares Maß für mittleren materiellen Wohlstand ist BIP pro Kopf
  - BIP bildet viele Effekte ab und ist einfach zu objektivieren
- Deshalb zielt Politik oft auf BIP-Wachstum
  - Das ist kurzfristig sehr fragwürdig
    - Der subjektive Wohlstand könnte auf andere Weise meist stärker erhöht werden
  - Langfristig ist BIP-Wachstum aber ein taugliches Maß für Wohlstandsanstieg (jedenfalls solange der sinnvoll ist!)
    - **weil kumuliertes Wachstum exponentiell ist**
    - **und sich Verteilungsprobleme in einer demokratischen Gesellschaft reduzieren, wenn sie zu groß werden**

Figure 2.2: Unconditional relationship between per capita income levels (1960) and growth of GDP per capita (1960-2000)



- Quelle: Groningen Growth and Development Centre, 2004

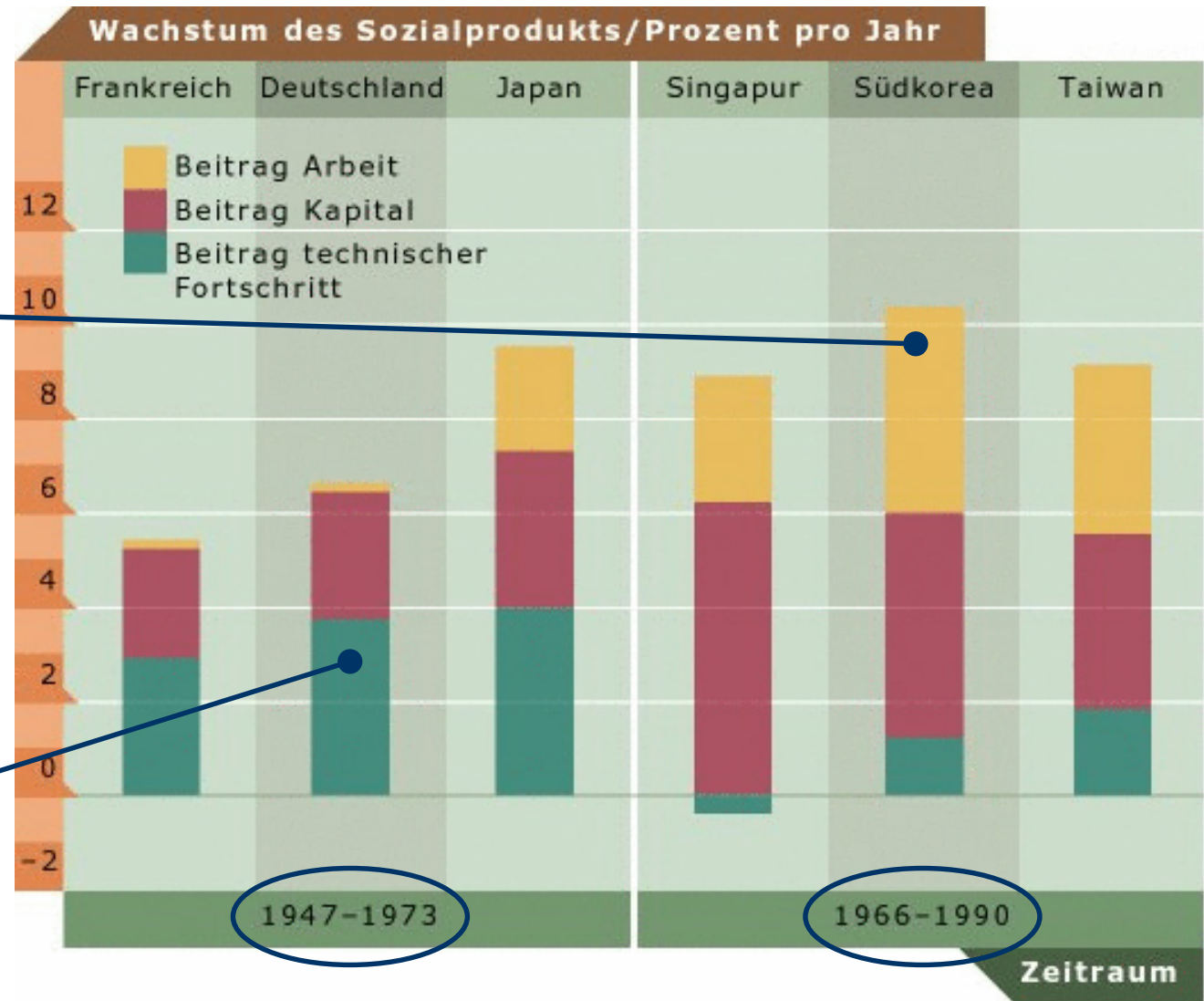
# VWL: Wege zur BIP-Steigerung

1. mehr Arbeitseinsatz
  - Erwerbsquote, Arbeitszeit, (f. absolutes BIP auch: Bevölkerung)
2. mehr Kapitaleinsatz
  - Investitionen in Maschinen, Infrastruktur etc.
3. Steigerung der Produktivität
  - Definition "**Produktivität**":  
Wertschöpfung pro Einsatz von Arbeit und Kapital
  - Arbeitsproduktivität: Wertschöpfung pro Arbeitszeit (Arbeitseinsatz)
  - Kapitalproduktivität: Wertschöpfung pro Geldzeit (Kapitaleinsatz)



# Einfluss dieser 3 Faktoren

- mäßig entwickelte Länder profitieren oft vor allem von Kapital und Arbeitsmobilisierung
- hoch entwickelte vor allem von technisch-method. Fortschritt (z.B. Computerisierung)



© Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus

- Wertschöpfung ist jedes nützliche Ergebnis einer Wirtschaftstätigkeit
  - Höhe der Wertschöpfung = Wert(Ergebnis) – Wert(Einsatz)
  - Einsatz sind Kapitalkosten, Materialkosten und Arbeitskosten
- **Kapital** ist *für unsere Zwecke* Geld (oder Geld-Äquivalent), mit folgenden Eigenschaften:
  - (1) Es ist fest in eine Wirtschaftstätigkeit eingebunden,
    - darüber kann also nicht anderweitig verfügt werden, z.B. der Wert eines Firmengebäudes.
  - (2) Es wird dabei nicht aufgebraucht.
  - (3) Die Einbindung ist eine Investition, soll also längerfristig Nutzen bringen.

- Die **Börse** ist eine Einrichtung, an der Geld in Kapital und Kapital in Geld getauscht wird
  - Meist, indem Kapital (meist in Form von Aktien, d.h. Anteilen am Firmeneigentum) zwischen wechselnden Eigentümern verschoben wird
    - Es gibt auch andere Arten von Wertpapieren als Aktien, z.B. Anleihen
    - Es gibt auch Geld-zu-Geld-Tausch: Devisengeschäfte
    - Es gibt auch Geschäfte höherer Ordnung: Derivatehandel
- Bei der Ausgabe neuer(!) Aktien (das passiert selten!)
  - erhöht ein Unternehmen sein nominelles Kapital (Grundkapital)
    - und damit (evtl. geringfügig) seinen Wert
  - wird ein entsprechender Teil des Unternehmens verkauft
    - und die Erlöse fließen dem Unternehmen als Kapital zu

- Das faktische Kapital eines funktionierenden Unternehmens ist viel höher als das nominelle:
  - Durch einbehaltene Gewinne steigt das buchhalterische Eigenkapital (**Buchwert**) über das nominelle Grundkapital an, mit dem es mal begonnen hat
    - (sehr vereinfacht; es gibt weitere Gründe)
  - Da auch Kunden, Know-How, Marktposition und vieles mehr einen Wert darstellen ("goodwill"), ist der **Marktwert** eines guten Unternehmens viel höher als sein Buchwert
- z.B. SAP AG (November 2023):
  - Grundkapital 1,2 Mrd. EUR
    - <https://www.sap.com/corporate/de/investors>
  - Eigenkapital (Buchwert) 42,8 Mrd. EUR
    - [http://www.finanzen.net/bilanz\\_guv/SAP](http://www.finanzen.net/bilanz_guv/SAP)
  - Marktwert 154 Mrd. EUR
    - <http://www.finanzen.net/aktien/SAP-Aktie>

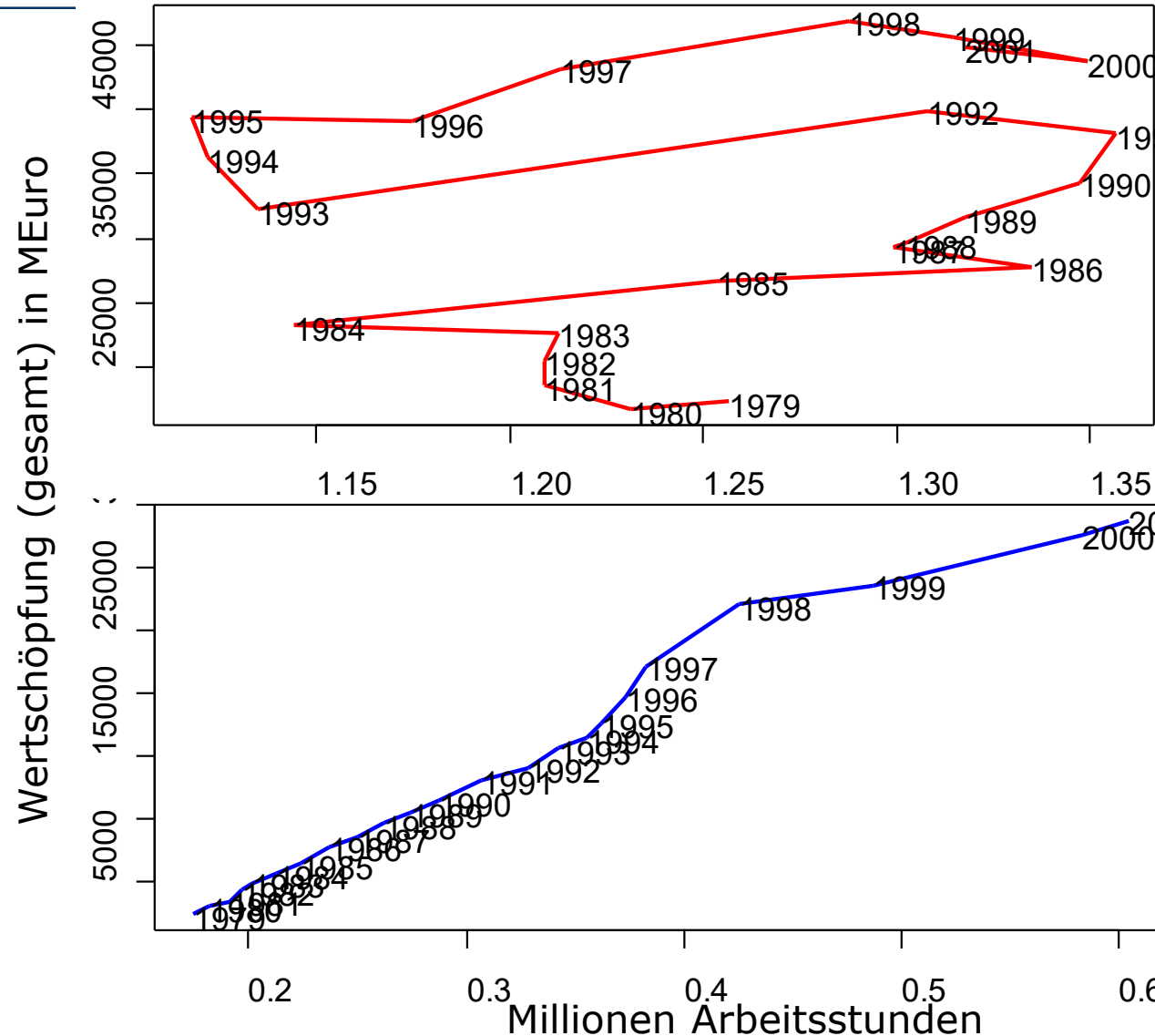


- Fassen wir zusammen:  
Für BIP-Wachstum brauchen wir
  - mehr Arbeit (nicht unbegrenzt wünschenswert) oder
    - (in D 1991-2002: **-3%**; [Quelle](#))
  - mehr Kapital (z.B. durch Emission neuer Aktien) oder
    - (in D 1991-2015: **+122%**; [Quelle](#): 1.1.1 Zeile 8)
  - höhere Produktivität
- Woher kommt eine höhere Produktivität?
  - (endlich kommen die Computer ins Spiel...)

- Neue Technologie
  - Neue Arten für enorme Wertschöpfung durch (evtl. hohen) Kapitaleinsatz
    - z.B. Dampfmaschine, Eisenbahn, Elektromotor, Lkw, Computer
- Billigere Technologie
  - Gleiche Wertschöpfung trotz geringerem Kapitaleinsatz
- Bessere Infrastruktur
  - Erhöhte Wertschöpfung durch verbesserte Effektivität der menschlichen Arbeit Einzelner
    - z.B. Straßen, Wasserwege, Wasser-/Abwassernetz, Schulpflicht, Stromnetz, Kommunikationsnetze
- Bessere Methoden
  - Erhöhte Wertschöpfung durch verbesserte Art des Einsatzes der menschlichen Arbeit
    - z.B. Selbstbedienung im Lebensmittelgeschäft
- Außerdem: Innerer Frieden einer Gesellschaft etc.

- Neue Technologie
  - Informationstechnik, Datenbanken, Kommunikationstechnik, eingebettete Software
- Billigere Technologie
  - Preisverfall bei HW; Standard-SW; SW-Entwicklungsproduktivität
- Bessere Infrastruktur
  - Telekommunikation, Web+Suchmaschinen, Wikipedia, ...
- Bessere Methoden
  - Neue Wirtschaftsmodelle, z.B. elektronische Marktplätze
  - Verbesserung/Beschleunigung wirtschaftlicher Tätigkeiten
- Innerer Frieden einer Gesellschaft
  - ??? (noch unklar)

# Wertschöpfungsentwicklung (Beispiele)



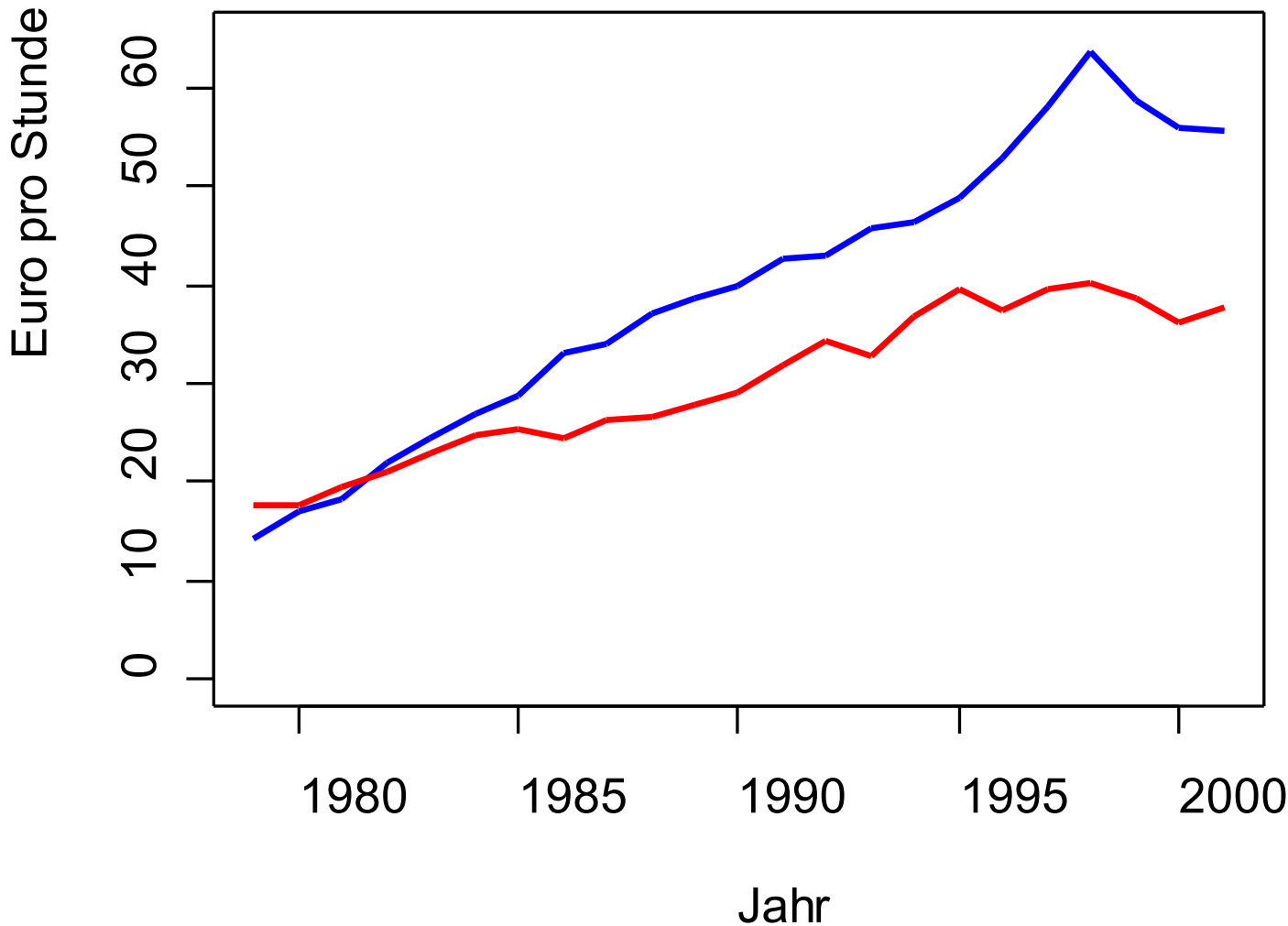
- Fahrzeugindustrie (D) 1979–2001
- Computer/SW Industrie (D)

Daten: [www.ggdc.net](http://www.ggdc.net)

Plots: Lutz Prechelt



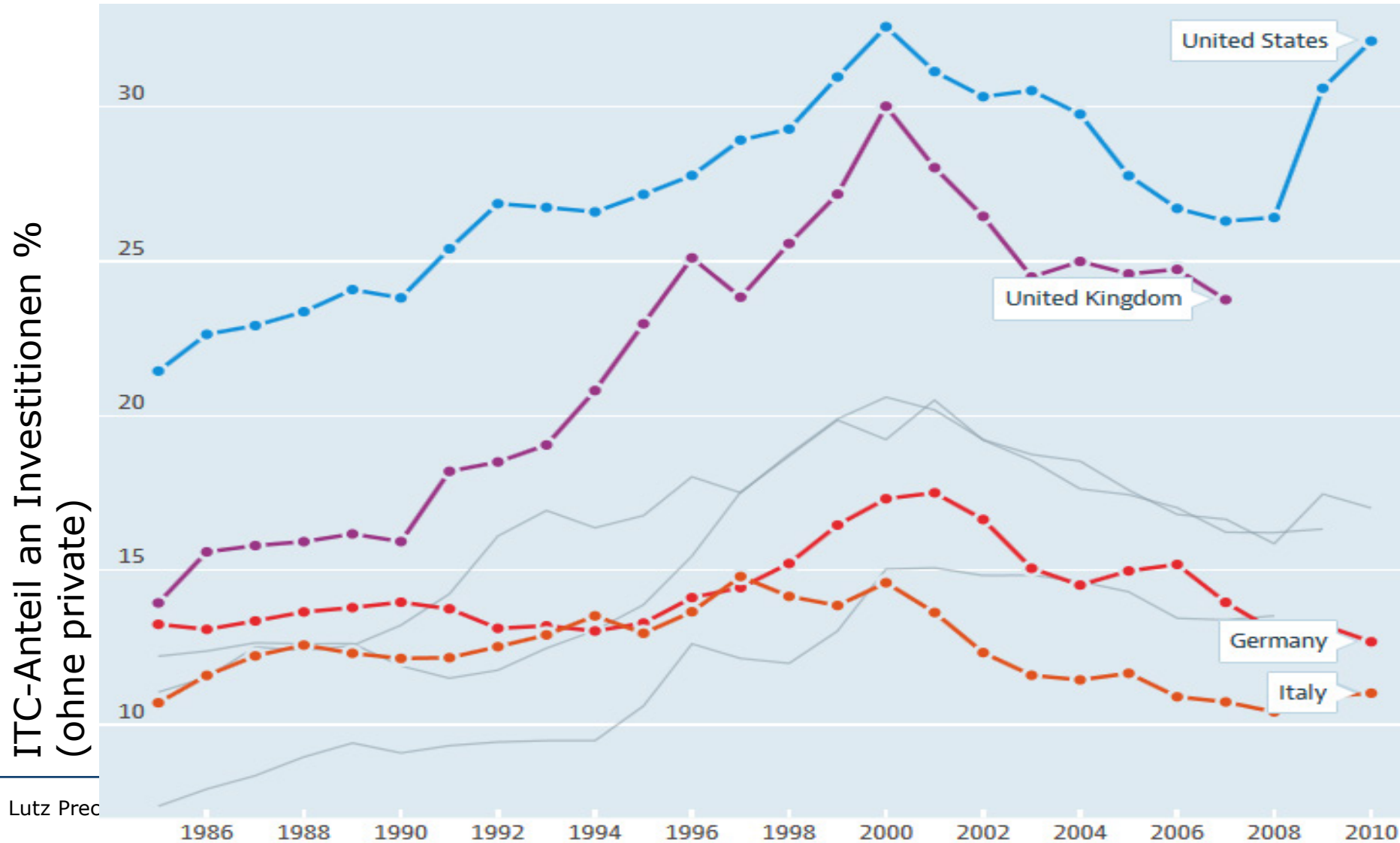
# Produktivitätsentwicklung (Beispiele)



- Wert-schöpfung pro Arbeits-stunde
- Computer/SW Industrie
- Fahrzeug-industrie

# Konsequenz: Steigende IT-Investitionen u. evtl. auch -anteile

- Quelle: [OECD Factbook](#), 2017 (2023-11 immer noch aktuell)



# Ergebnis allgemeiner Produktivitätssteigerung

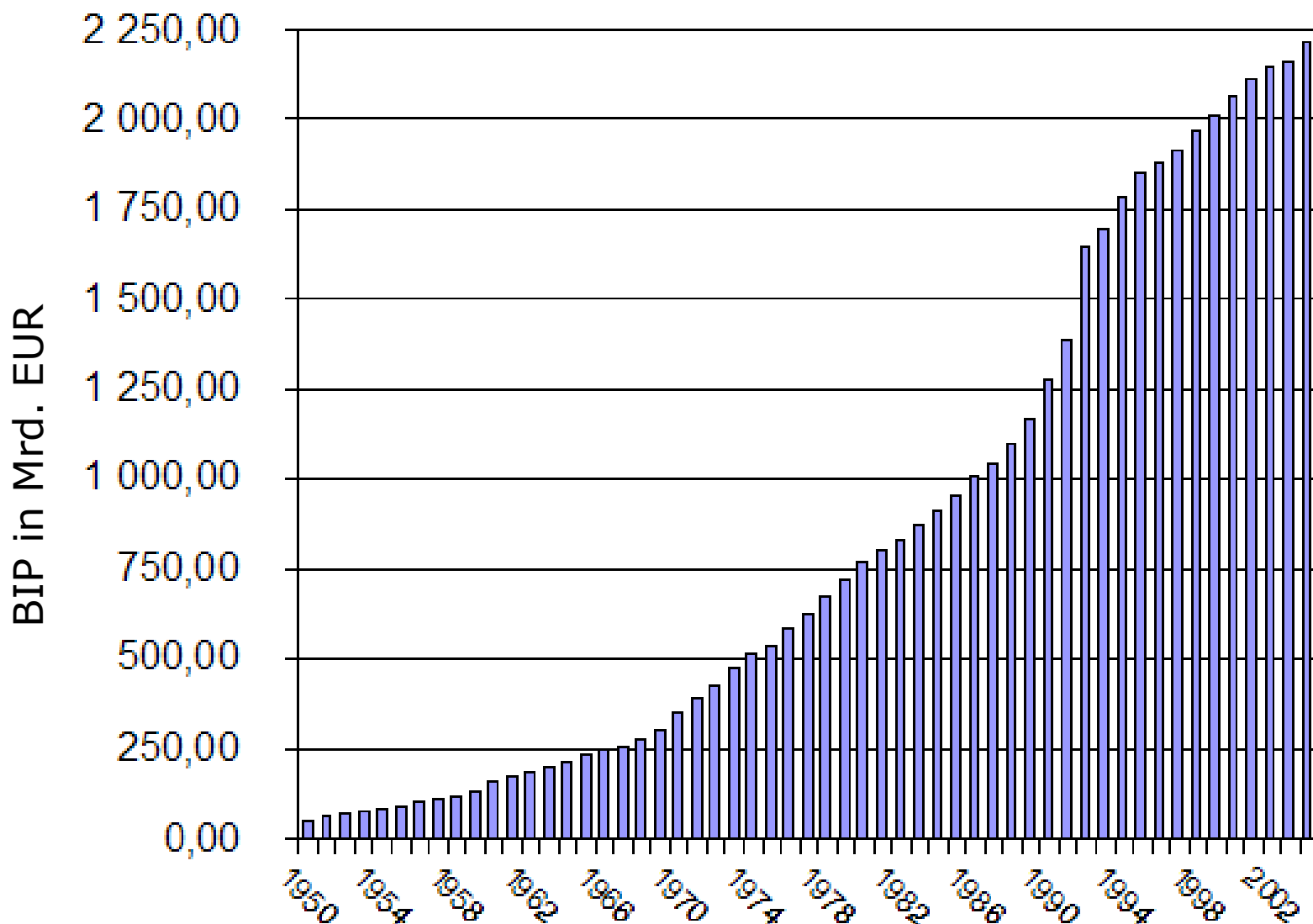
Nötige Arbeitszeit (bei Durchschnittslohn) zum Kauf von

	<b>1960</b>	<b>2009</b>
• 250g Butter	39 min	4 min
• 10 Eier	51 min	8 min
• 1 kg Rindfleisch	124 min	31 min
• 500 g Kaffeebohnen	213 min	19 min
• 1 Briefporto	5 min	2 min
• 1 Waschmaschine	224 h	32 h

Quelle: [Institut der deutschen Wirtschaft Köln](#), Daten [hier](#)

**Ein Hammer!**

# Gesamt BIP in D 1950-2005 (nicht preisbereinigt)



Quelle

# Äh, wo waren wir??

## Neigung zur Globalisierung

- Geklärt: Das Wirtschaftswachstum ist quasi die Summe der Effizienzbemühungen der einzelnen Unternehmen
- Aber wo kommt die Globalisierung her?
- Effizienzbemühungen sind nicht auf eine nationale Wirtschaft beschränkt
  - z.B. kann ein Unternehmen die Wertschöpfung auch dadurch erhöhen, dass es die benötigte Arbeit billiger bezieht
    - beispielsweise im Ausland
  - das wird dann genutzt, wenn der damit verbundene Mehraufwand (inkl. das Mehrrisiko) geringer ist als der Wertschöpfungsanstieg
    - was aber viele Jahrzehnte lang kaum der Fall war

3 Tendenzen der letzten Jahrzehnte bilden die Grundlage für den heutigen starken Globalisierungstrend:

1. Abbau von Handelsschranken
    - Zölle, Mengenbeschränkungen, Vorschriften
    - insbesondere auch im Finanzwesen
  2. Verbesserung des Transportwesens
    - Kapazitäten, Geschwindigkeit, Flexibilität
  3. Informations- und Kommunikationstechnologie
    - Satelliten, Datenbanken, Computer, Internet, Mobilfunk
- Deren Ursache-/Wirkungsbeziehungen sind verwickelt
    - Computerisierung spielt aber an den meisten Stellen eine zentrale Rolle:



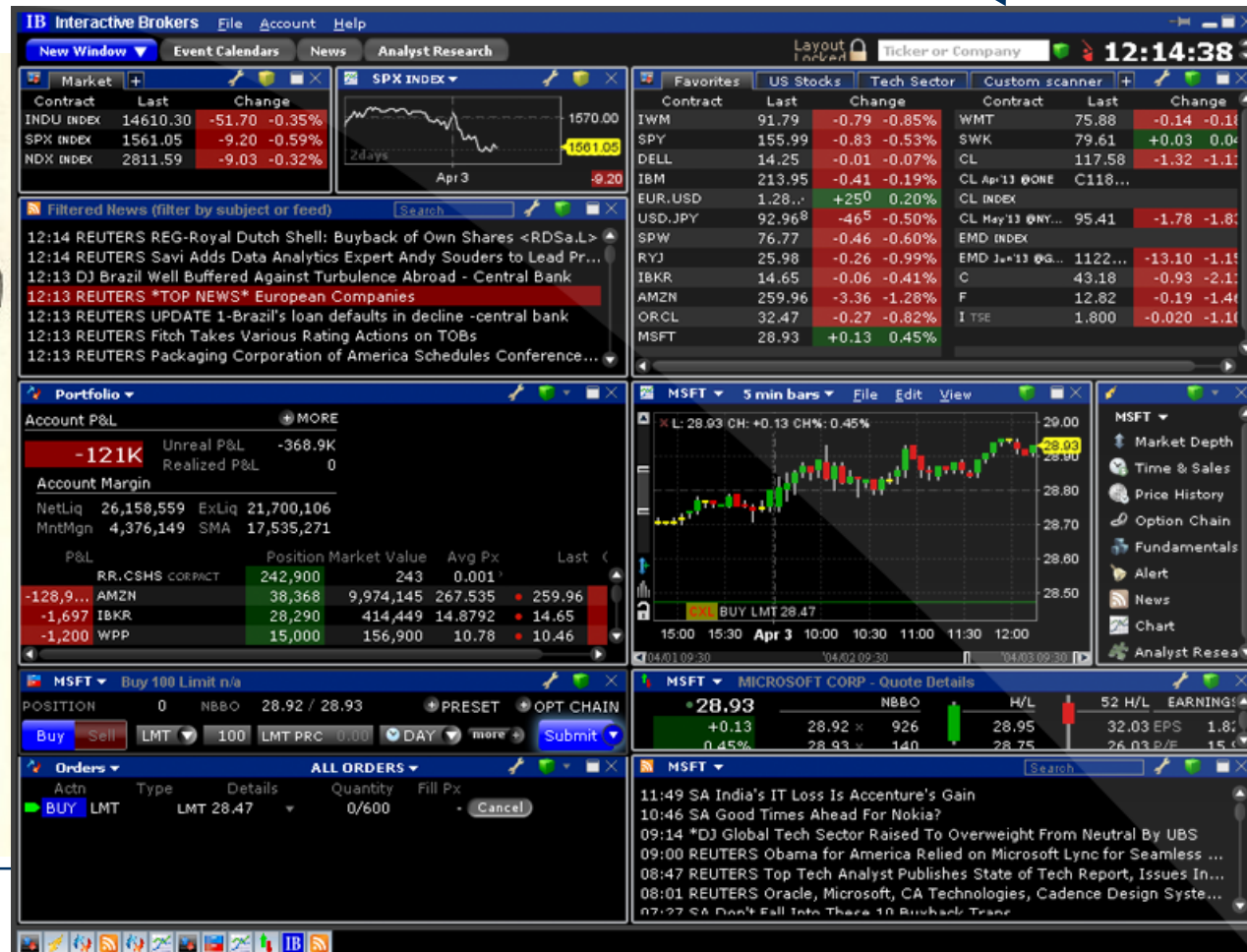
## Konsequenzen der Computerisierung:

- Wirtschaftliche Tätigkeit über Staatsgrenzen hinweg
  - Schaffung ortsunabhängiger Dienstleistungen
    - z.B. deutsche Banken: Kontoführung in Indien
  - Vereinfachung der Warenlogistik
  - Enorme Vereinfachung der Informationslogistik
  - Senkung der Kosten von Kapitaltransfers
- Mittelbare Wirkungen:
  - Zunahme des internationalen Handels
  - Verschärfung des Wettbewerbs (weltweite Konkurrenz)

# Beispiel: Kapitalmarkt

- 1960: Int'l. Transaktion dauert  $>2$  Tage (nur via Bank mögl.)
- 2010:  $\sim 3$  Sekunden, kostet  $<10$  EUR (Privatkunden); Hochfrequenzhandel in Millisekunden (Finanzfirmen)

<http://www.youtube.com/watch?v=1t7q2TdYLDE>



The screenshot displays the IB Interactive Brokers trading platform interface. It features several panels:

- Market Data:** Shows indices like INDU INDEX, SPX INDEX, and NDX INDEX with their last prices and changes.
- SPX INDEX Chart:** A line chart showing the S&P 500 index over a 2-day period.
- Filtered News:** A list of news items, including Reuters reports on Royal Dutch Shell and Savi Data Analytics.
- Portfolio:** Displays account P&L, margin, and a list of positions with their market values and average prices.
- MSFT 5 min bars:** A candlestick chart for Microsoft stock showing price movement over a 5-minute interval.
- MSFT Buy Order:** A form to enter a buy order for Microsoft stock, including fields for quantity and price.
- MSFT Quote Details:** Shows the current bid and ask prices for Microsoft stock.
- Orders:** A table showing the status of orders, including a buy limit order for Microsoft.
- News Feed:** A list of news items, including reports on India's IT loss and Nokia's performance.



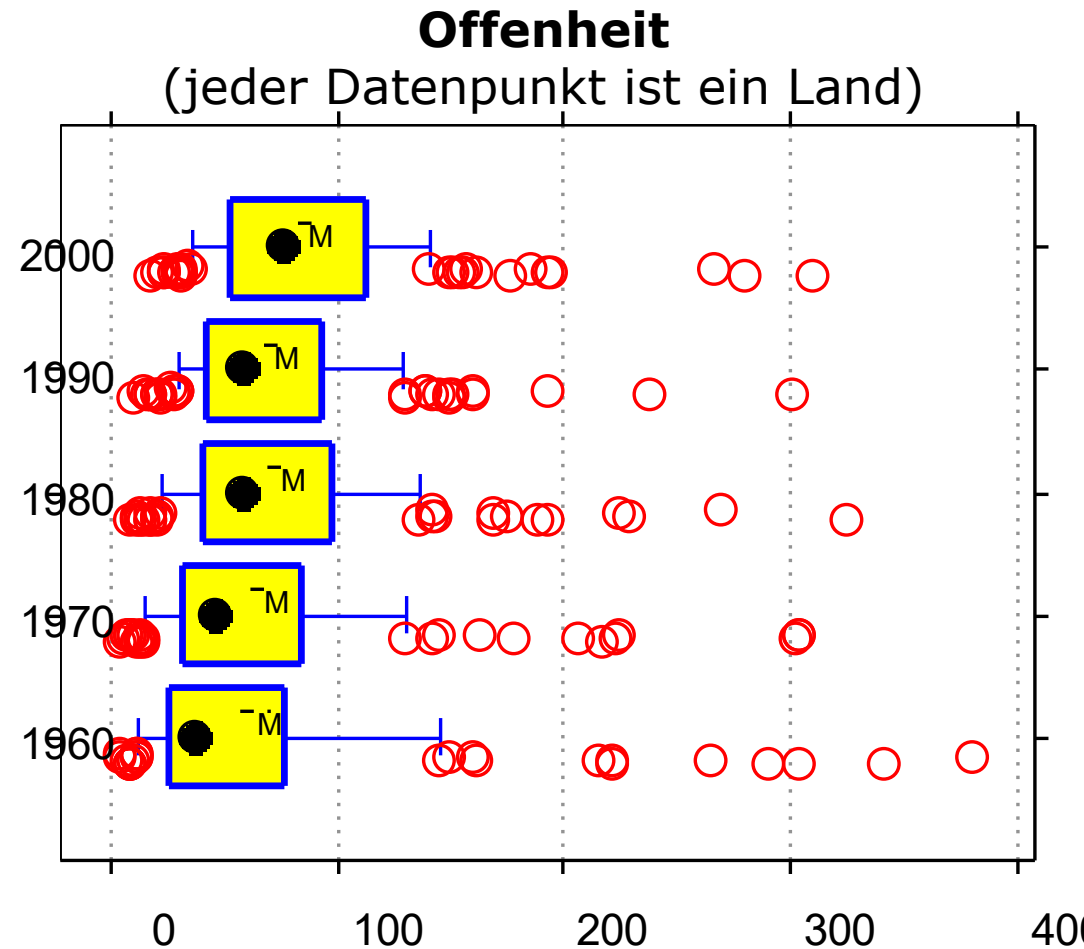
# Beispiel: Warenlogistik

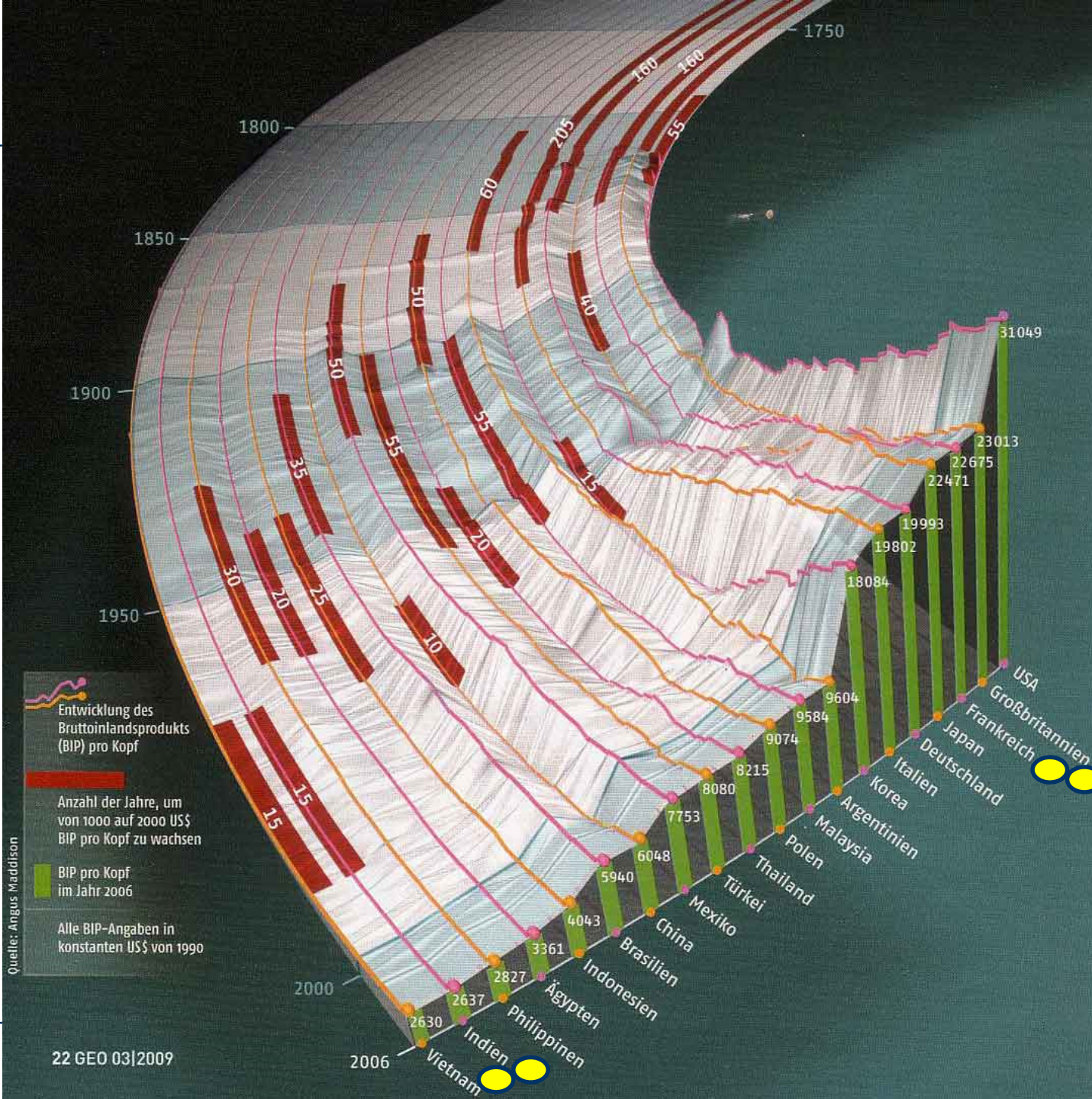


Tiefseehafen Shanghai, [Quelle](#)

# Auswirkung: Anstieg des intl. Handels

- Quelle: [Penn World Table](#)
- Definition "Offenheit":  
Importe + Exporte  
in % des BIP
- BIP = Konsum  
+ Investitionen  
+ öfftl. Ausg.  
+ Exporte  
- Importe





Ist der Anfang geschafft, können durch Technik und Globalisierung heute arme Länder viel schneller zu Wohlstand kommen als früher

(siehe Vietnam, Indien im Vergleich zu Großbritannien, Frankreich)

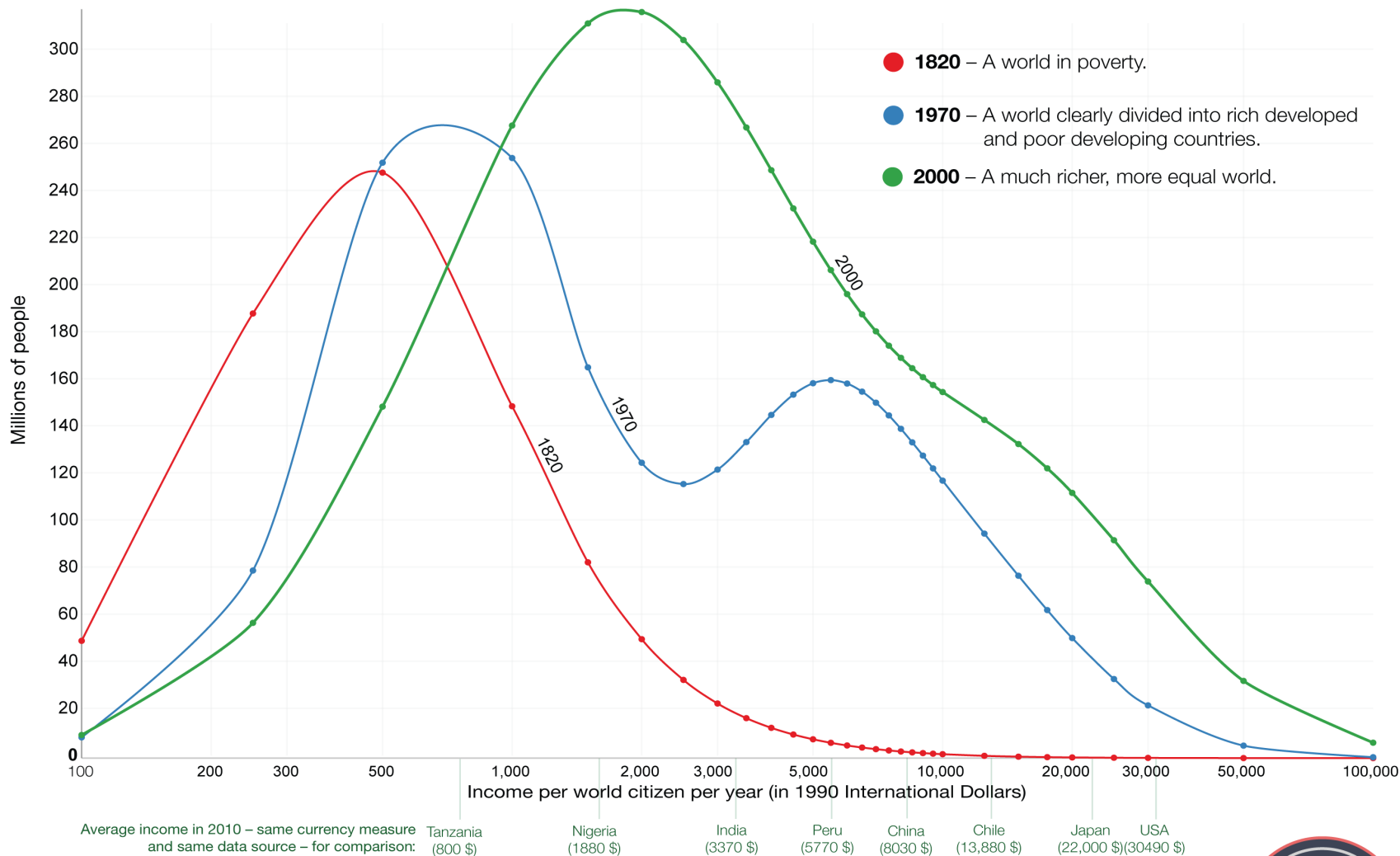
**Imposant!**

# Gesamtwirkung (logarithmische Skala!)

Our World  
in Data

## The World Income Distribution in 1820, 1970 and 2000 – by Max Roser

The yearly income of all world citizens is measured in International Dollars. This is a currency that would buy a comparable amount of goods and services a U.S. dollar would buy in the United States in 1990. Therefore incomes are comparable across countries and across time.



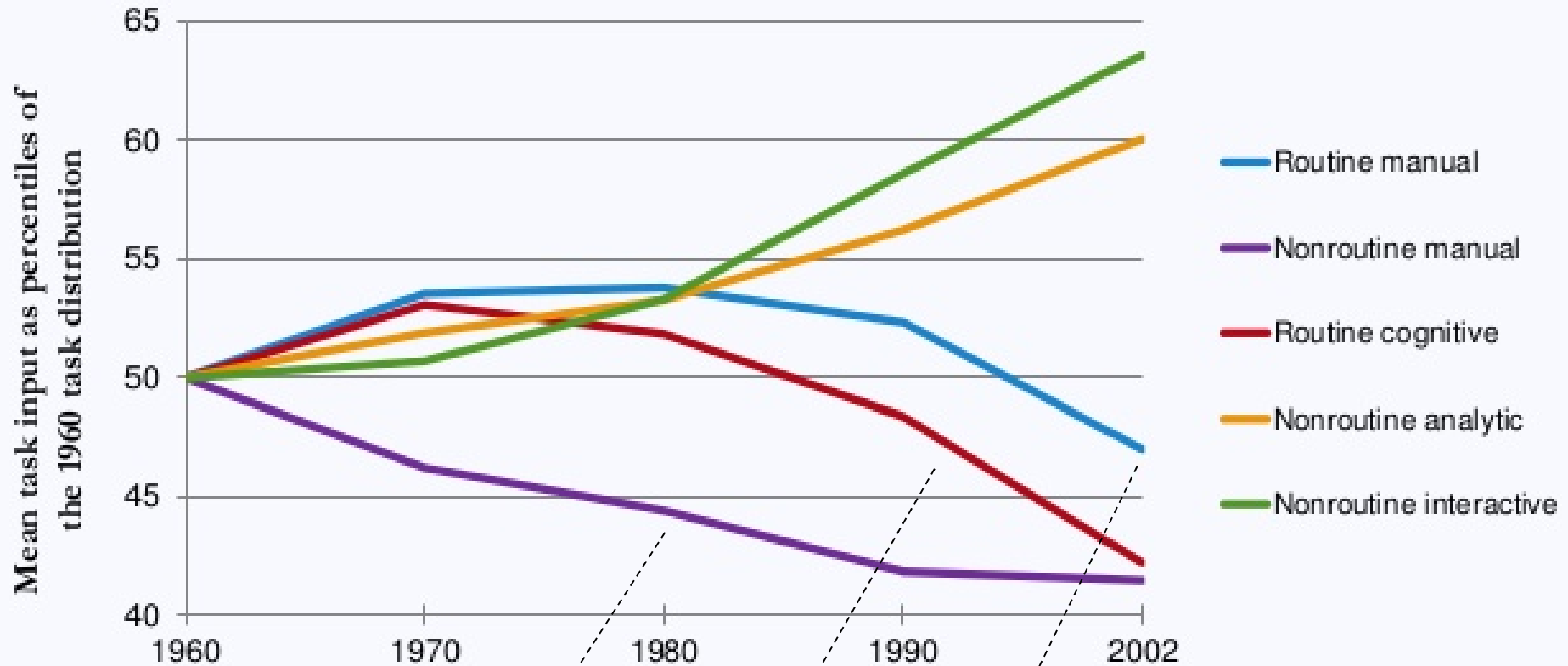
Quelle, Datenquelle

- These "**Technikwohlstand**":  
*Technischer Fortschritt führt tendenziell stark zu steigendem Wohlstand.*
- These "**Wohlstandsverteilung**":  
*Wohlstandszuwachs verteilt sich gleichmäßig, wenn er durch technischen Fortschritt hervorgerufen ist.*



- Viel zu komplex, um ihn widerzuspiegeln.
- Hier ein guter Einzelbeitrag:  
Dustmann, Ludsteck, Schönberg:  
["Revisiting the German wage structure"](#),  
The Quarterly Journal of Economics, May 2009, pp.843-881
  - Untersucht 4 mögliche Gründe für steigende Gehalts-  
Ungleichverteilung in (West)Deutschland 1975 bis 2004.
  - Findet 2 Hauptgründe: (1) Schwächung von Gewerkschaften,
    - → mehr Ungleichheit im unteren Bereich der Einkommensverteilung
  - (2) Nachfrageverlagerung zu höheren Qualifikationsniveaus
    - → mehr Ungleichheit im oberen Bereich (Polarisierung)
  - *"technology substitutes for routine tasks, but complements nonroutine tasks, and thereby increases the demand for workers located mostly at the top of the wage distribution"* p.872
    - passt zur These von [Autor, Levy und Murnane 2003](#) über computergetriebene Änderung der Arbeitsanforderungen in USA →

# Daten von Levy und Murnane über Änd. d. Arbeitsnachfrage in USA



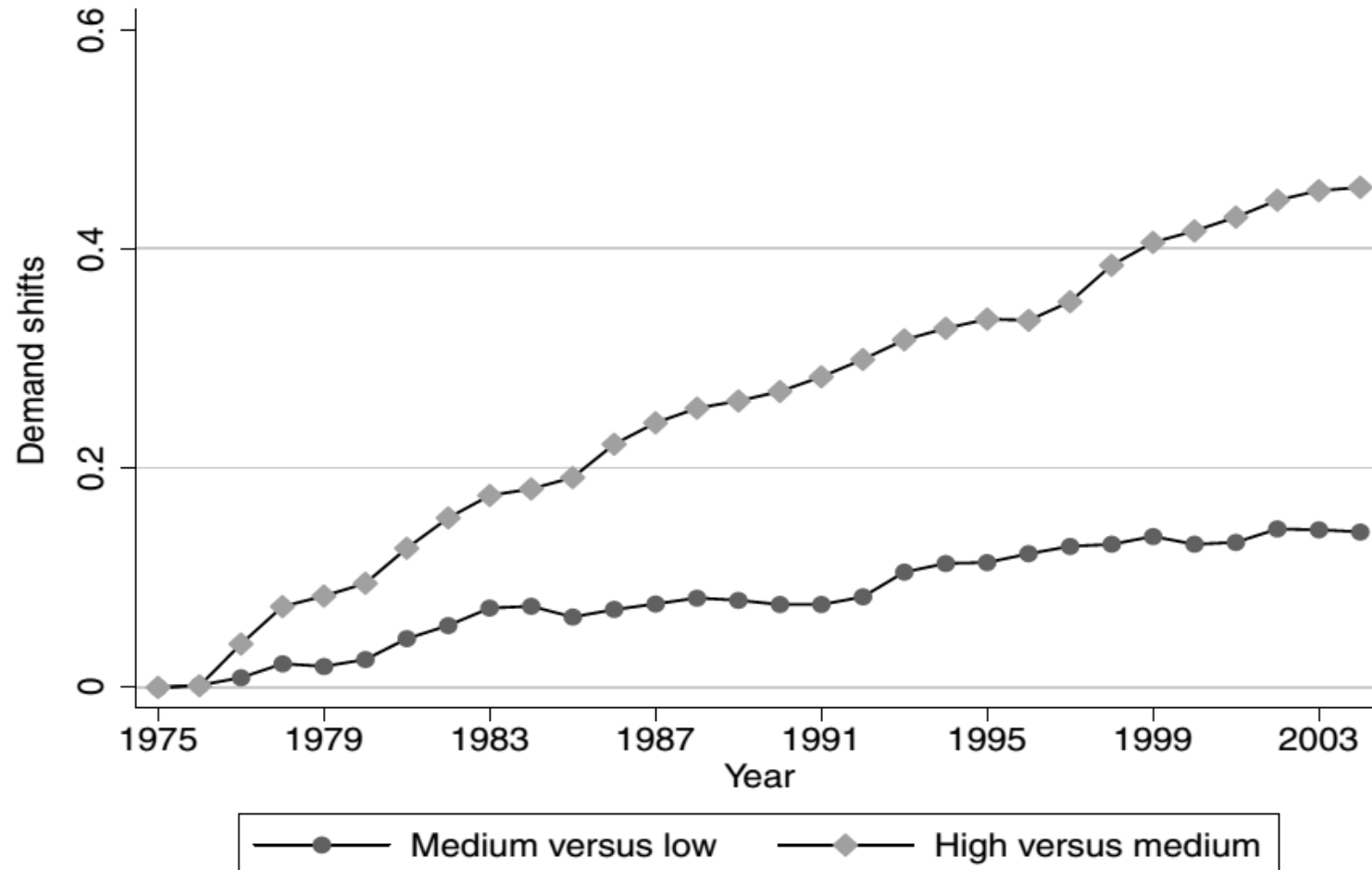
z.B. Schuhmacher, Postsortierer, Fließbandarbeit

(Levy and Murnane, 2004)

[Folie von slideshare](#)

# Daten von Dustmann, Ludsteck, Schönberg über Änd. d. Arbeitsnachfrage in D

- Arbeitskräftenachfrageverschiebung hin zu höheren Qualifikationsniveaus in D (Dustmann et al. p.868)

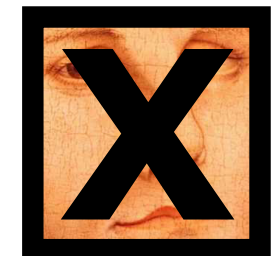




- These "**Technikwohlstand**":  
*Technischer Fortschritt führt tendenziell stark zu steigendem Wohlstand.*



- These "**Wohlstandsverteilung**":  
*Wohlstandszuwachs verteilt sich gleichmäßig, wenn er durch technischen Fortschritt hervorgerufen ist.*



# Weitere interessante Quellen

- [http://www.ted.com/talks/hans\\_rosling\\_shows\\_the\\_best\\_stats\\_you\\_ve\\_ever\\_seen](http://www.ted.com/talks/hans_rosling_shows_the_best_stats_you_ve_ever_seen)
  - Video (20 Min.). Grafisch animierte Zeitreihen mit Entwicklung von Einkommen, Lebenserwartung u.a. in allen Weltregionen
    - sehr erfreuliche Nachrichten

# Danke!

Es folgt eine Nachbemerkung: Preisvergleiche

# Nachbemerkung: Preisvergleiche

- Preise lassen sich oft nicht direkt vergleichen:
  - verschiedene Währungen
    - → Währungskurse, Kaufkraftindex (z.B. [Big-Mac-Index](#))
  - allgemeine Preisanstiege über die Zeit ("Inflation")
    - → Preisindices
  - Änderungen im Lebensstandard
    - → Durchschnittseinkommen

Oft sind alle drei relevant!



Preise **nach**  
**heutigem Geldwert**



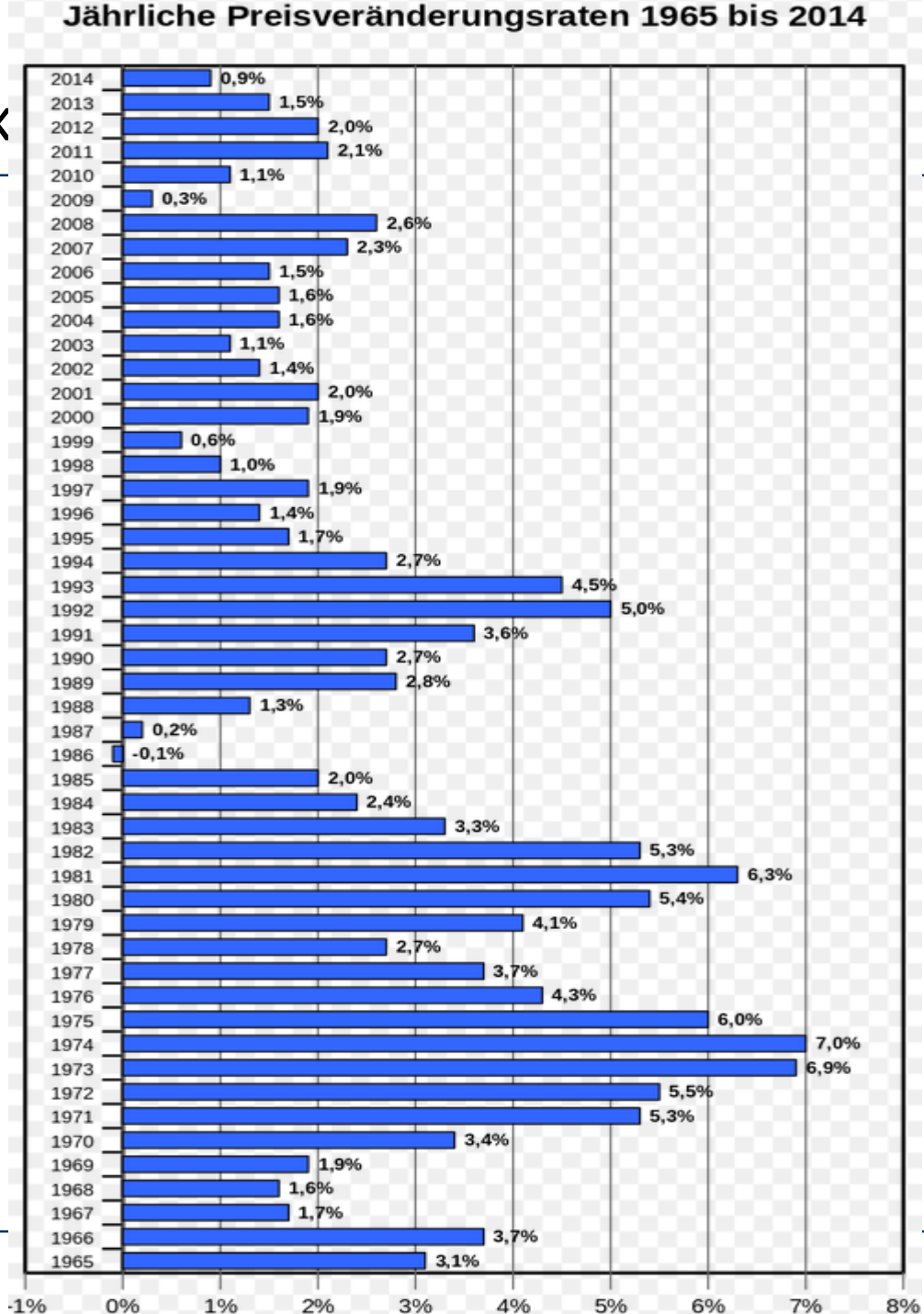
Dosenuhr  
ca. 1530  
Tausende EUR

LED-Quartzuhr  
1975  
ca. 280 EUR

LCD-Quartzuhr  
2017  
ca. 25 EUR

# Preisumrechnung 1: per Verbraucherpreisindex

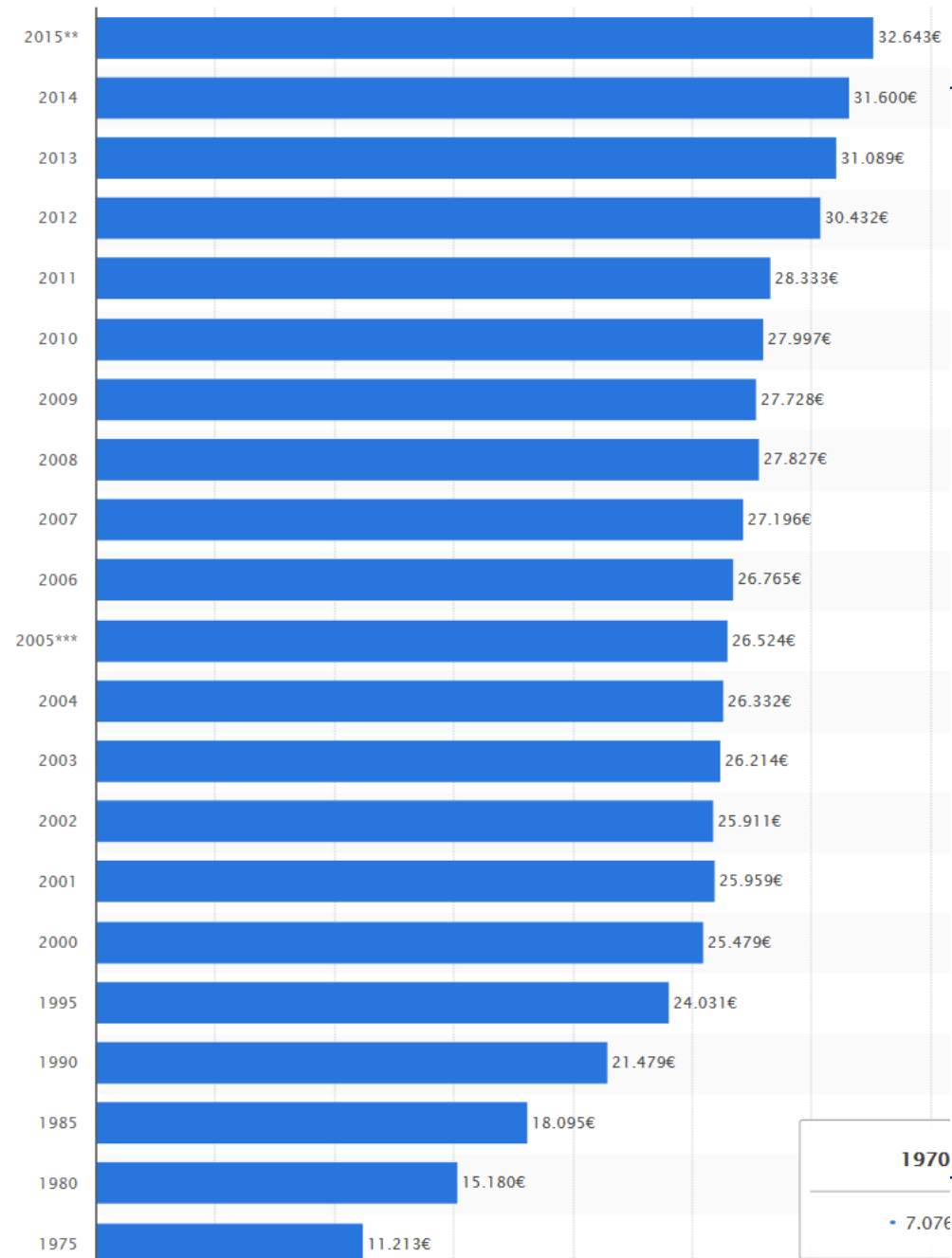
- Uhrpreis von 1975 umrechnen:
  - Preisanstieg im Mittel (optisch geschätzt) ca. 2.5%
    - [Quelle Preisindex](#)
    - Berechnung durch Preisvergleich des "Warenkorbs" typischer Verbraucher
  - 41 Jahre (1975-2016)
  - $1.025^{41} = 2.75$
  - Damaliger Preis 200 DM
    - gleich 102 EUR
    - (EUR:DM schwankt nicht!)
  - $102 \text{ EUR} * 2.75 = 280 \text{ EUR}$



# Preisumrechnung 2: Durchschnittseinkommen

- Uhrpreis von 1975 umrechnen:
  - Einkommen 2015: 32.600 EUR
  - Einkommen 1975: 11.200 EUR (äquiv.)
    - Quelle: [Fraunhofer FIT](#)
  - Änderung:  
 $32.600 / 11.200 = 2.91$
  - Damaliger Preis 102 EUR
  - $102 \text{ EUR} * 2.91 = 297 \text{ EUR}$

Durchschnittseinkommen (durchschnittlicher Brutto-Jahresarbeitslohn)\* je Arbeitnehmer in Deutschland von 1960 bis 2015



- Wie geht das für die Dosenuhr?
  - Total unklar, denn:
  - Die Währung war eine völlig andere; Wechselkurs gibt es nicht.
  - Alter Preis der Uhr ohnehin nicht bekannt.
  - Die Uhr war damals High-Tech, der Uhrmacher hochbegabt.
  - Ich habe angenommen, dass die Uhr "mehrere" Durchschnitts-Monatslöhne kostet.

Zwischenbemerkung Ende.