

Vorlesung "Auswirkungen der Informatik"

Technik und Wohlstand

Lutz Prechelt

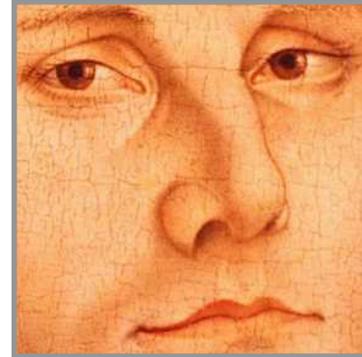
Freie Universität Berlin, Institut für Informatik

- 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

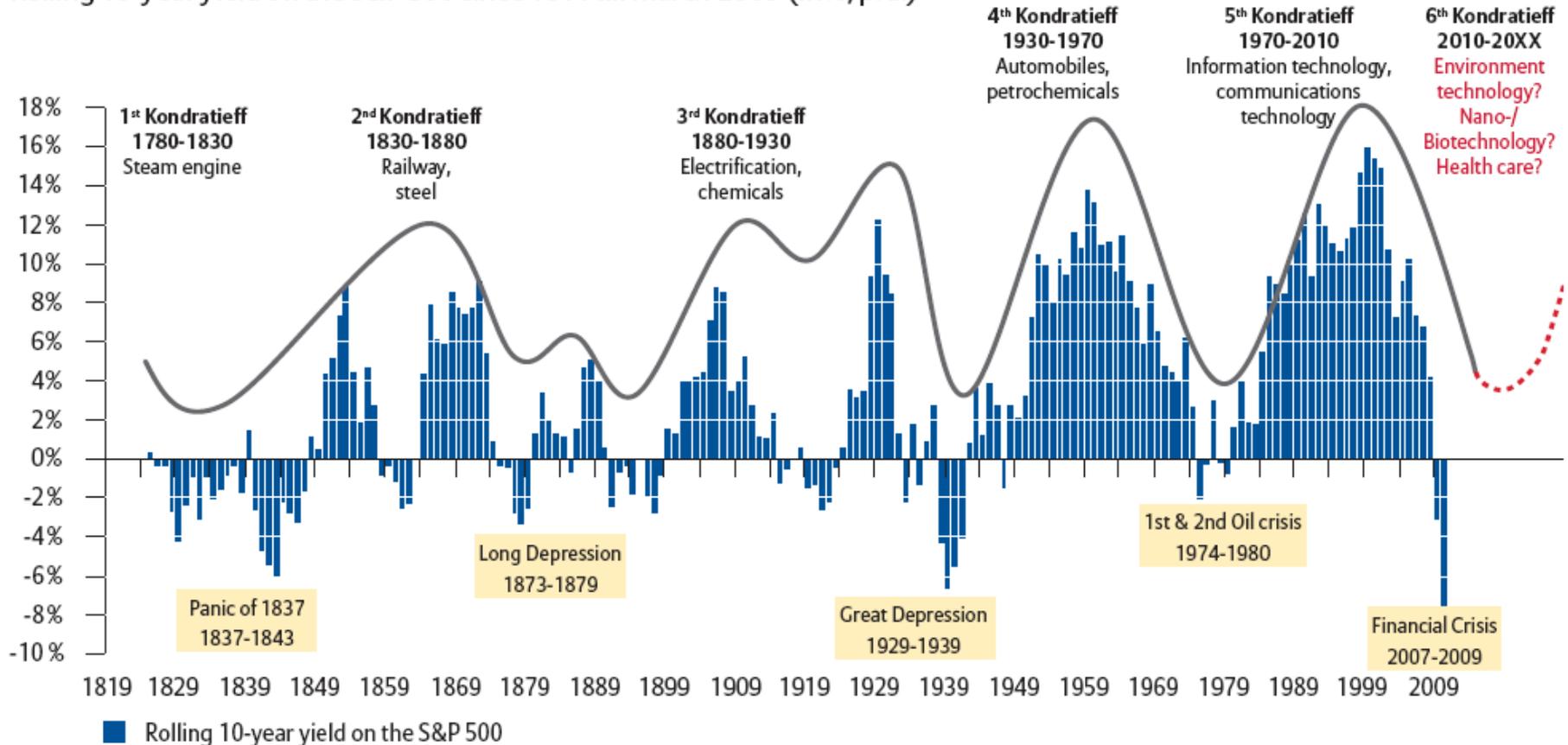
Preise nach heutigem
Geldwert

- 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)

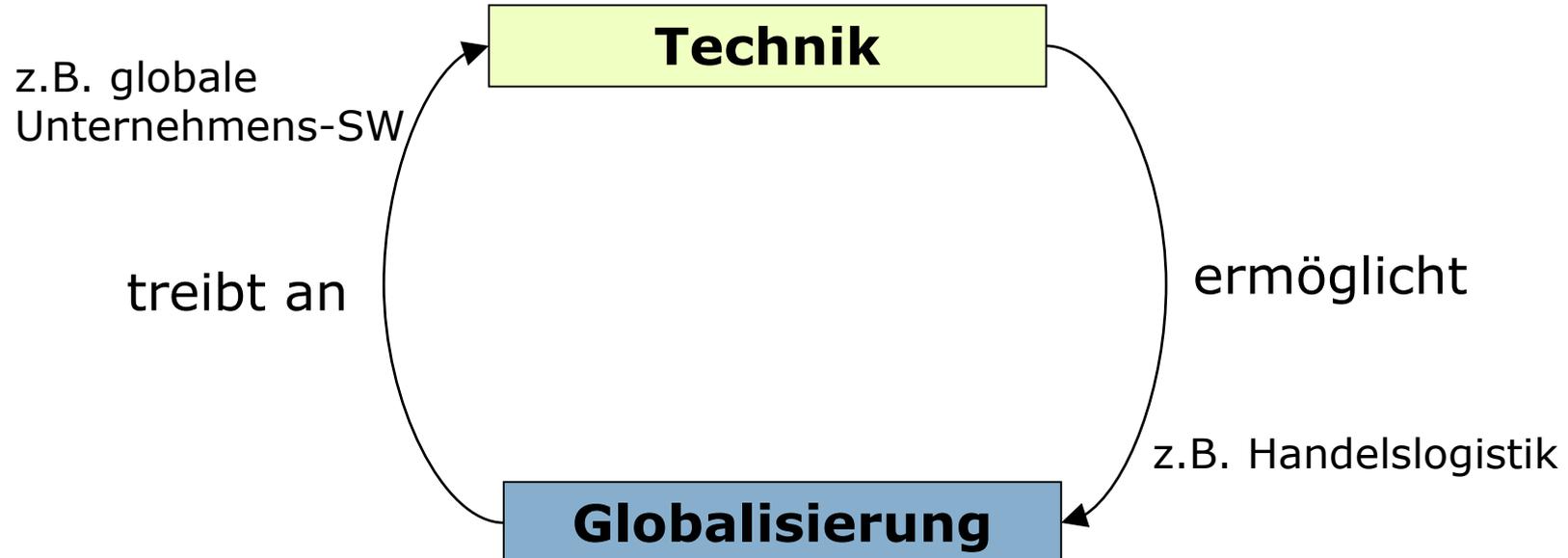


- Börsenindex der 500 größten US-Firmen
 - spiegelt also die Wertentwicklung dieser Firmen wider
- Ist das ein Wohlstandsmaß?
 - Eher nein, korreliert aber.
 - Gängigeres quantitatives Materieller-Wohlstand-Maß:
Bruttoinlandsprodukt (BIP)
engl.: *Gross Domestic Product (GDP)*
 - (Wir stellen das kurz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

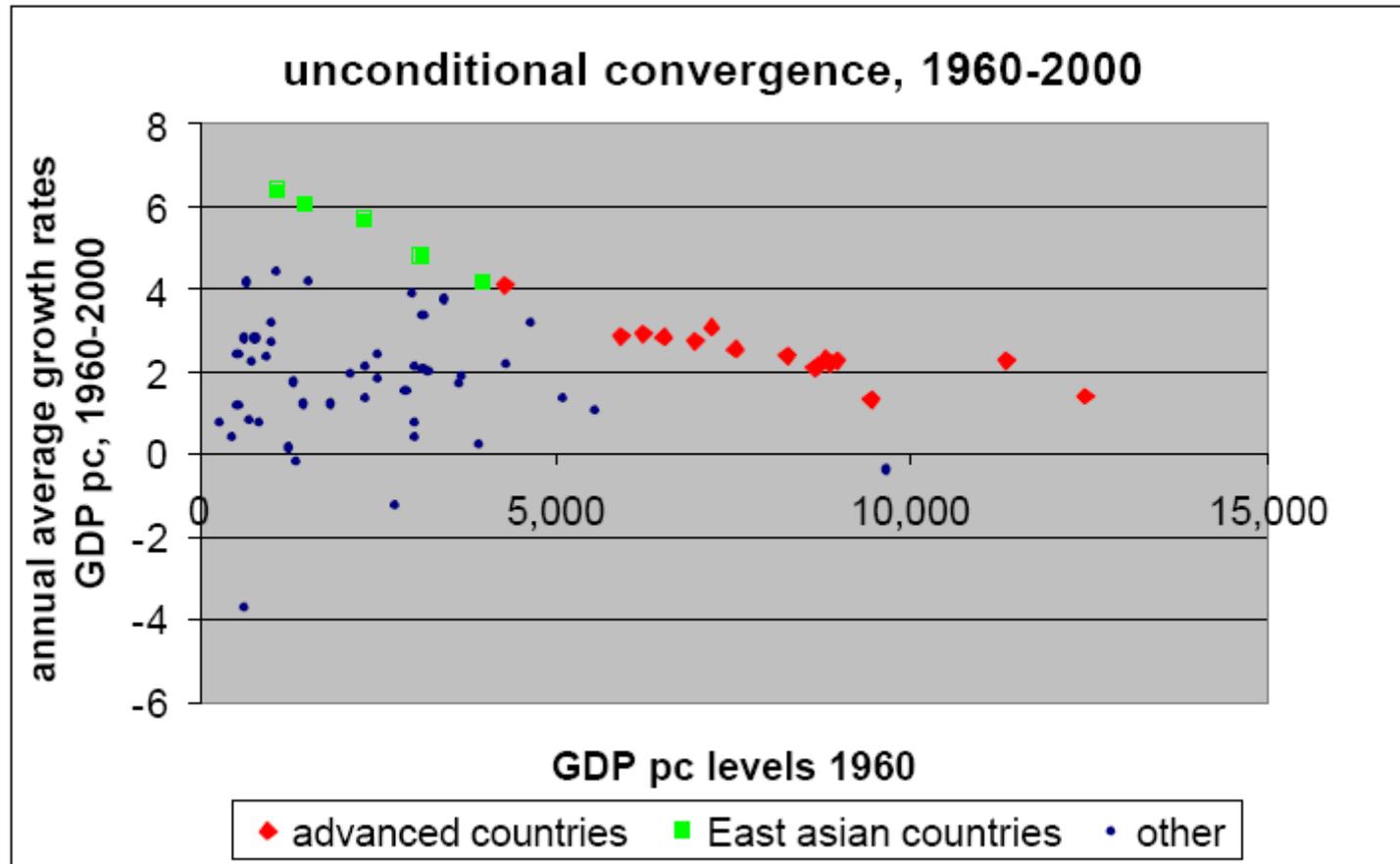
- Veränderung im BIP, meist bereinigt um Teuerungsrate

- **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)



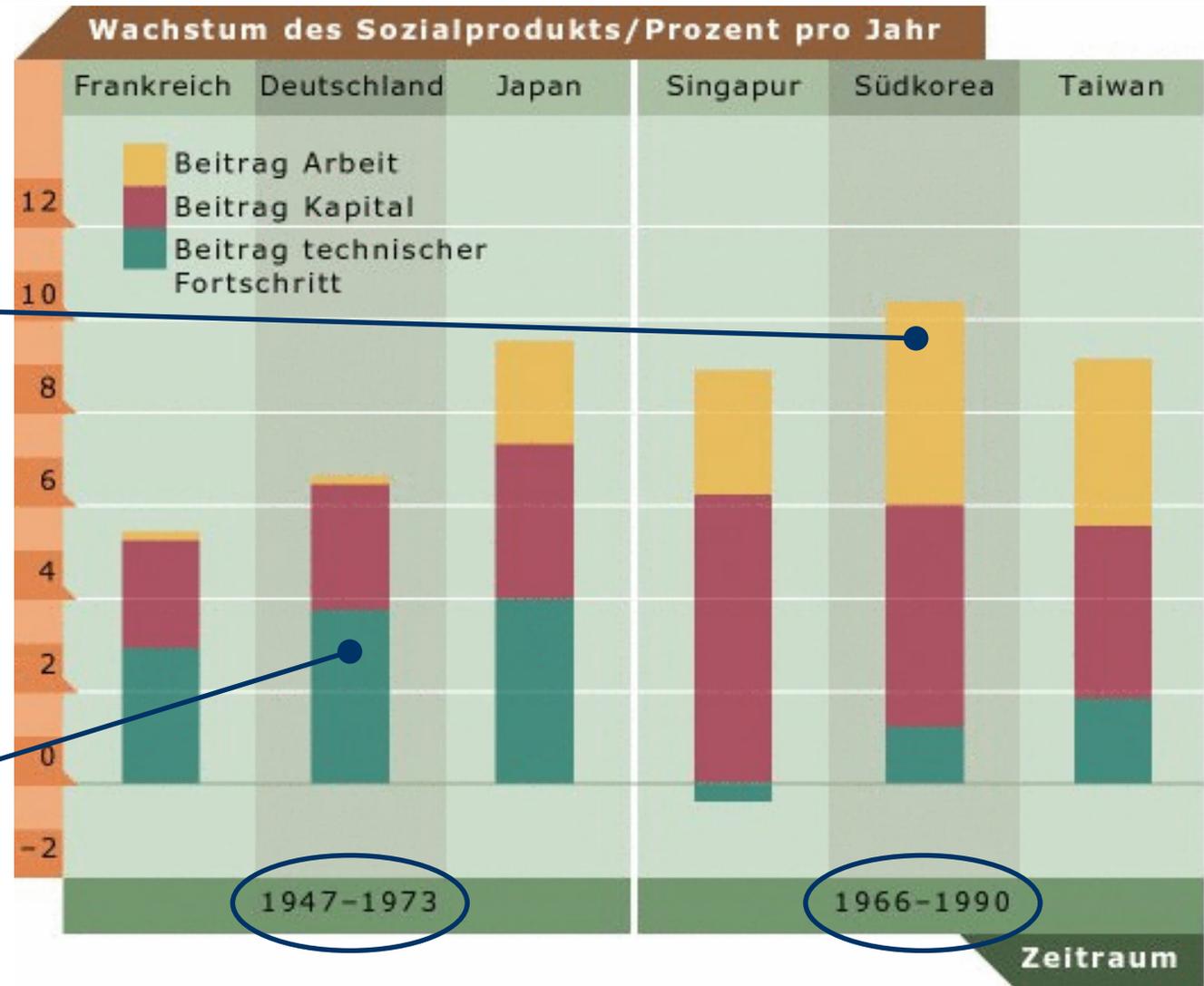
- Quelle: Groningen Growth and Development Centre, 2004

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
 - Marktwert 154 Mrd. EUR
 - <http://www.finanzen.net/aktien/SAP-Aktie>

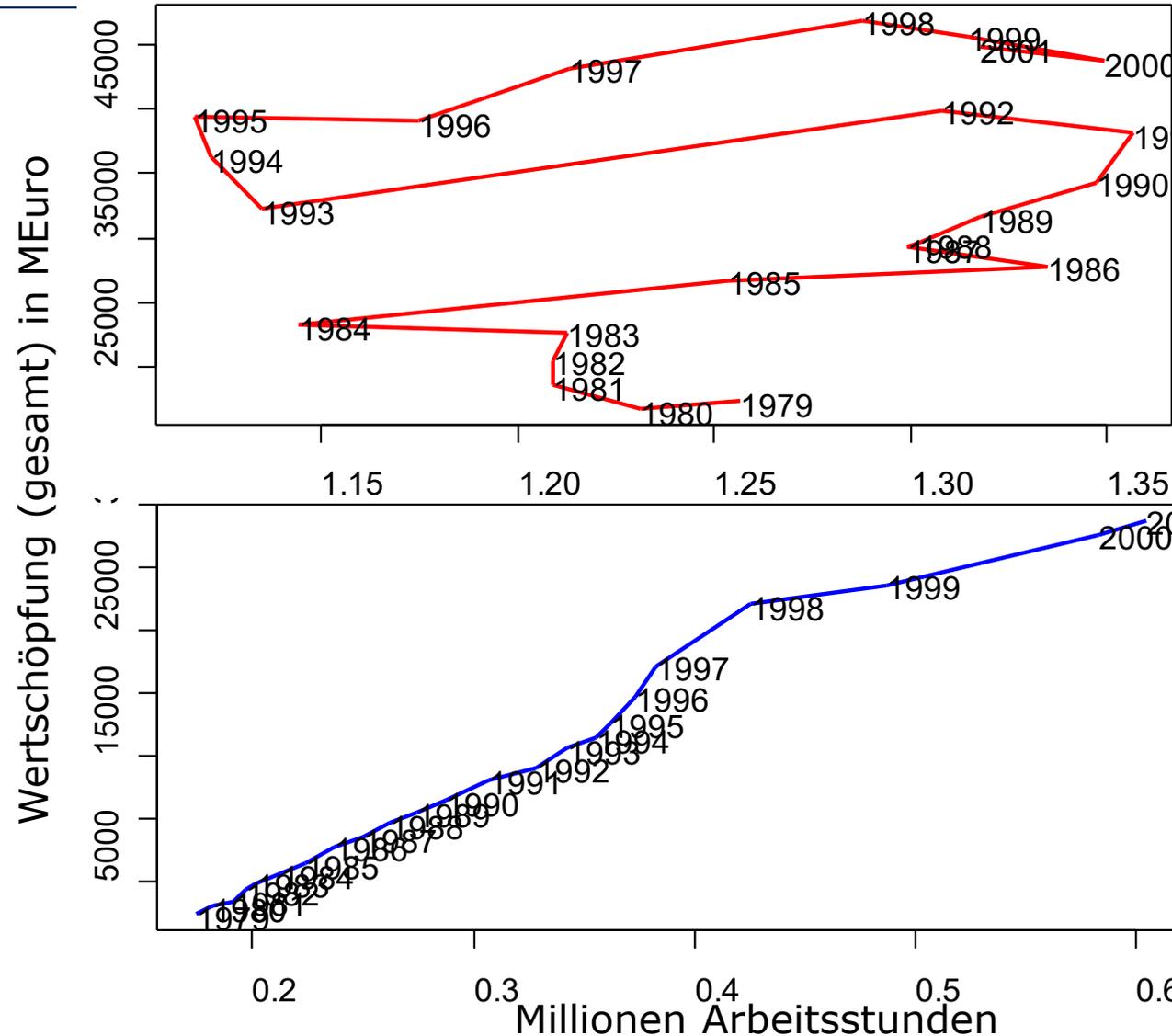


- Fassen wir zusammen:
Für BIP-Wachstum brauchen wir
 - mehr Arbeit (nicht unbegrenzt wünschenswert) oder
 - (in D 1991-2002: **-3%**; [Quelle](#))
 - mehr Kapital (z.B. durch Emission neuer Aktien) oder
 - (in D 1991-2015: **+122%**; [Quelle](#): 1.1.1 Zeile 8)
 - höhere Produktivität
- Woher kommt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

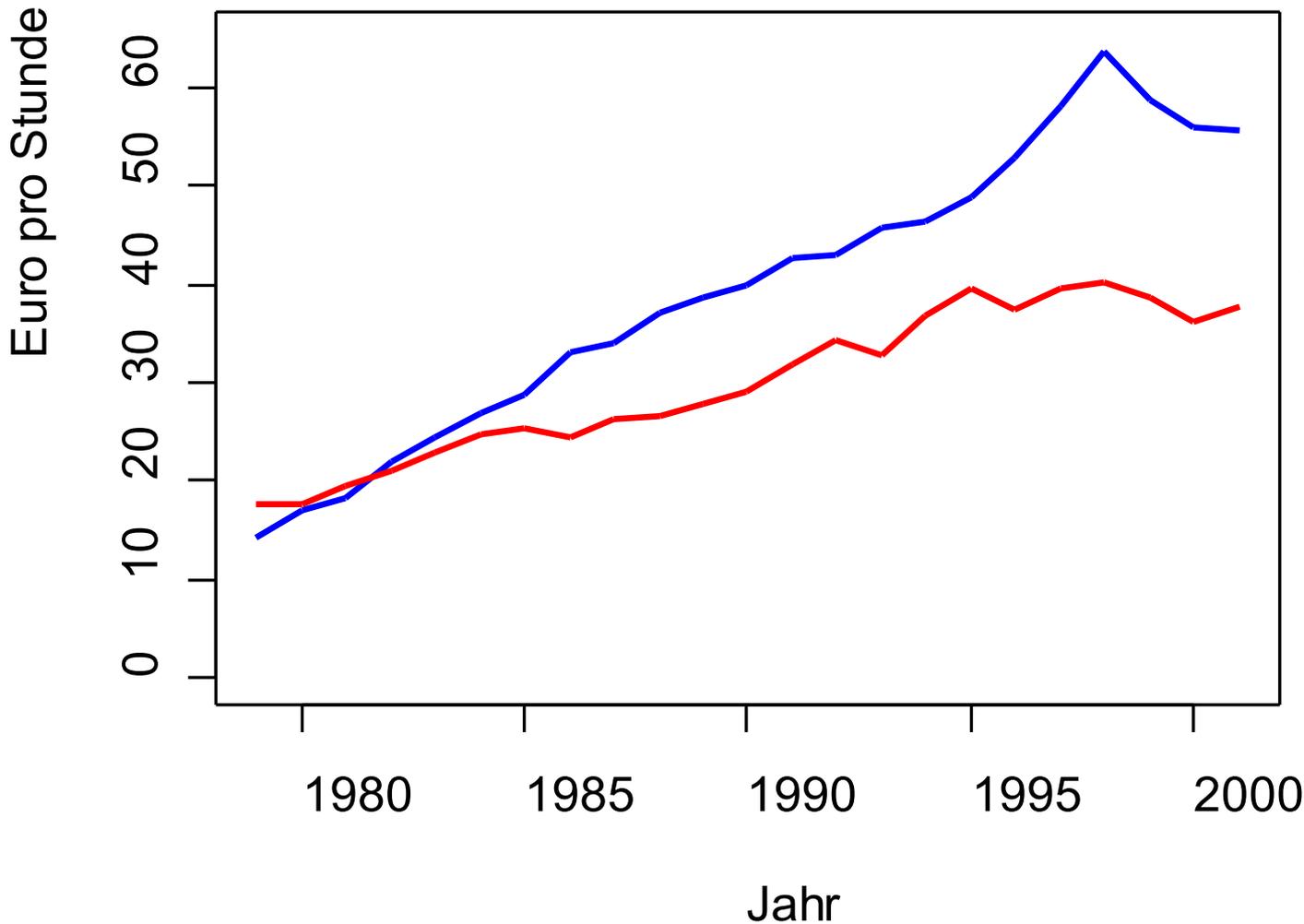


- Fahrzeugindustrie (D) 1979–2001
- Computer/SW Industrie (D)

Daten: www.ggdc.net

Plots: Lutz Prechelt

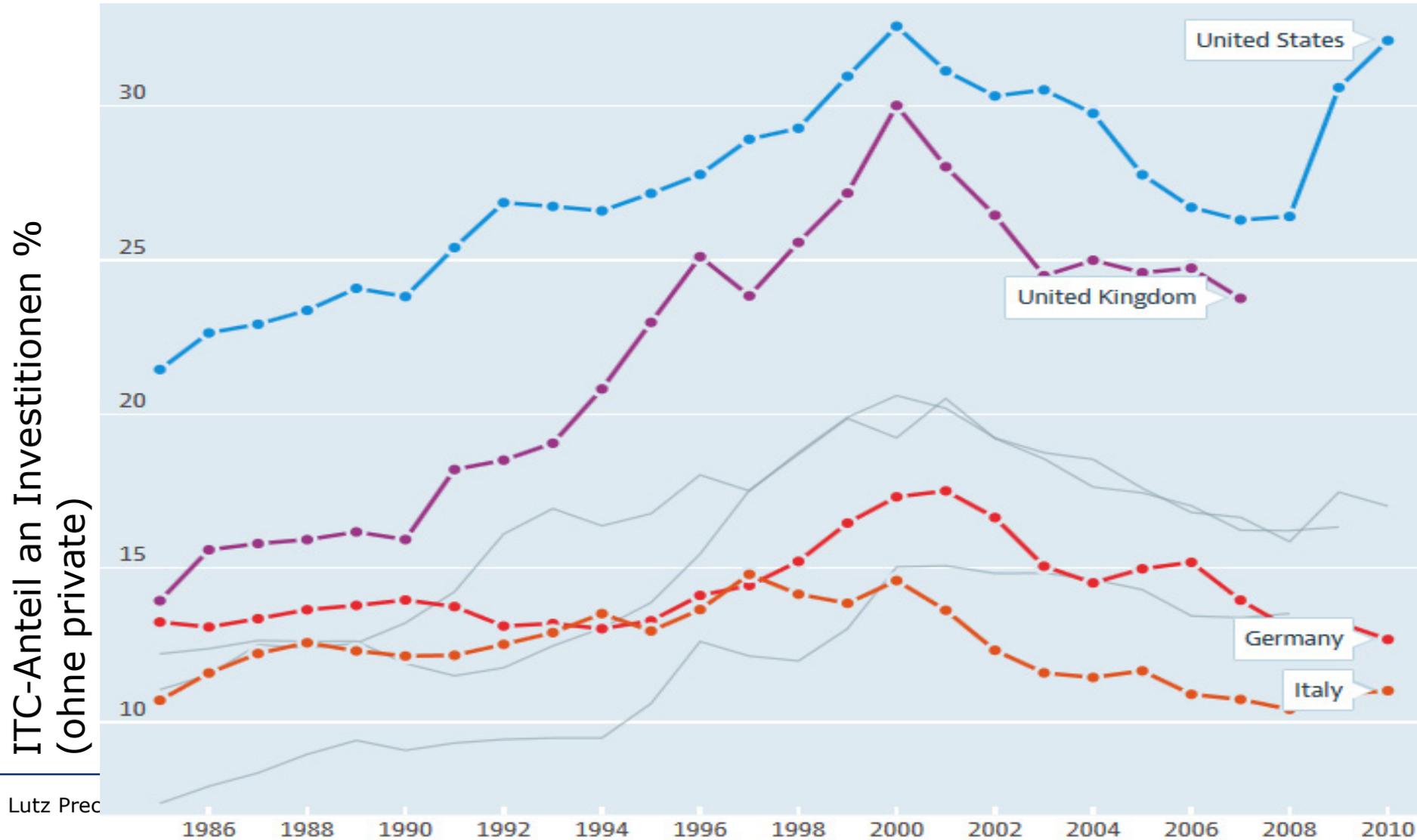
Produktivitätsentwicklung (Beispiele)



- 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

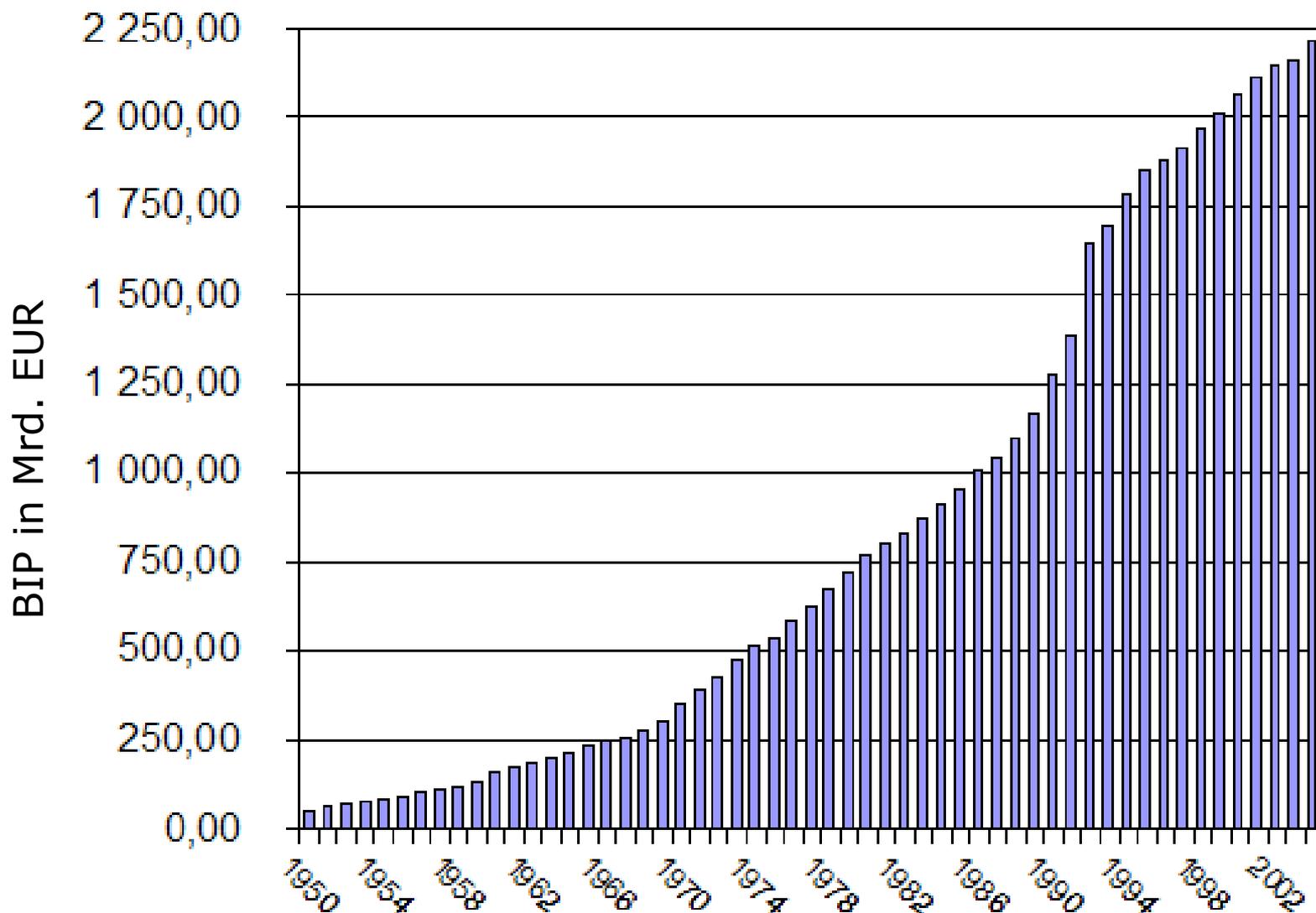
Nötige Arbeitszeit (bei Durchschnittslohn) zum Kauf von

	1960	2009
• 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:



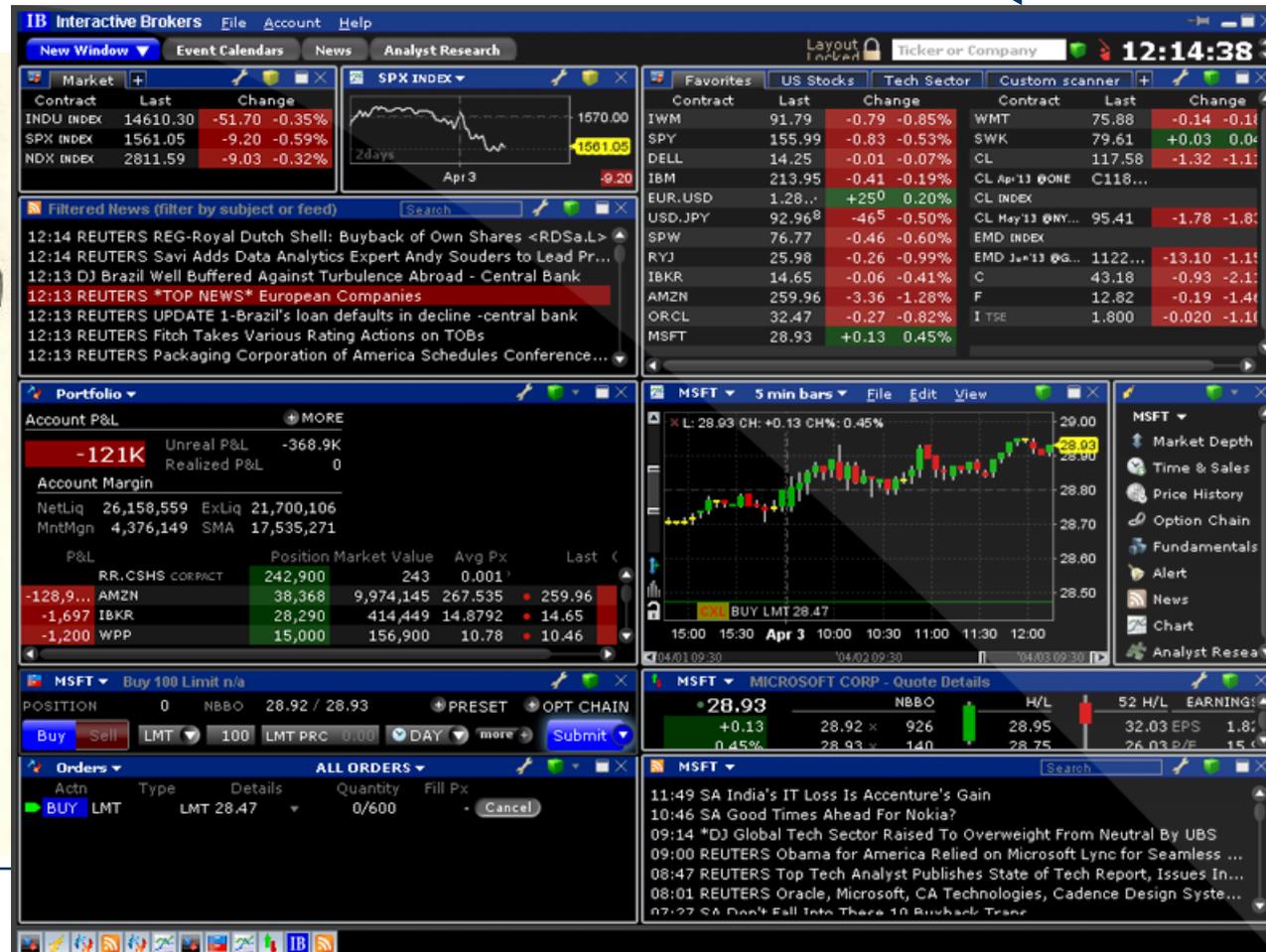
Konsequenzen der Computerisierung:

- 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: ~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 multiple panels:

- Market Data:** Shows indices like INDU INDEX (14610.30, -51.70, -0.35%), SPX INDEX (1561.05, -9.20, -0.59%), and NDX INDEX (2811.59, -9.03, -0.32%).
- SPX INDEX Chart:** A line chart showing the S&P 500 index over a 2-day period, ending at 1561.05.
- Filtered News:** A list of news items, including "12:14 REUTERS REG-Royal Dutch Shell: Buyback of Own Shares" and "12:13 DJ Brazil Well Buffered Against Turbulence Abroad".
- Portfolio:** Displays account P&L (-121K Unreal, -368.9K Realized), account margin, and a list of positions including AMZN, IBKR, and WPP.
- MSFT 5 min bars:** A candlestick chart for Microsoft (MSFT) showing price movement from 15:00 to 12:00 on April 3rd, with a buy limit order at 28.47.
- MSFT Buy Order:** Shows a buy order for 100 shares of Microsoft at a limit price of 28.47.
- MSFT Quote Details:** Shows the current bid/ask for Microsoft at 28.93, with a bid of 28.92 and an ask of 28.93.
- Orders:** A table showing the current buy limit order for Microsoft.
- News:** A list of news items, including "11:49 SA India's IT Loss Is Accenture's Gain" and "09:14 *DJ Global Tech Sector Raised To Overweight From Neutral By UBS".

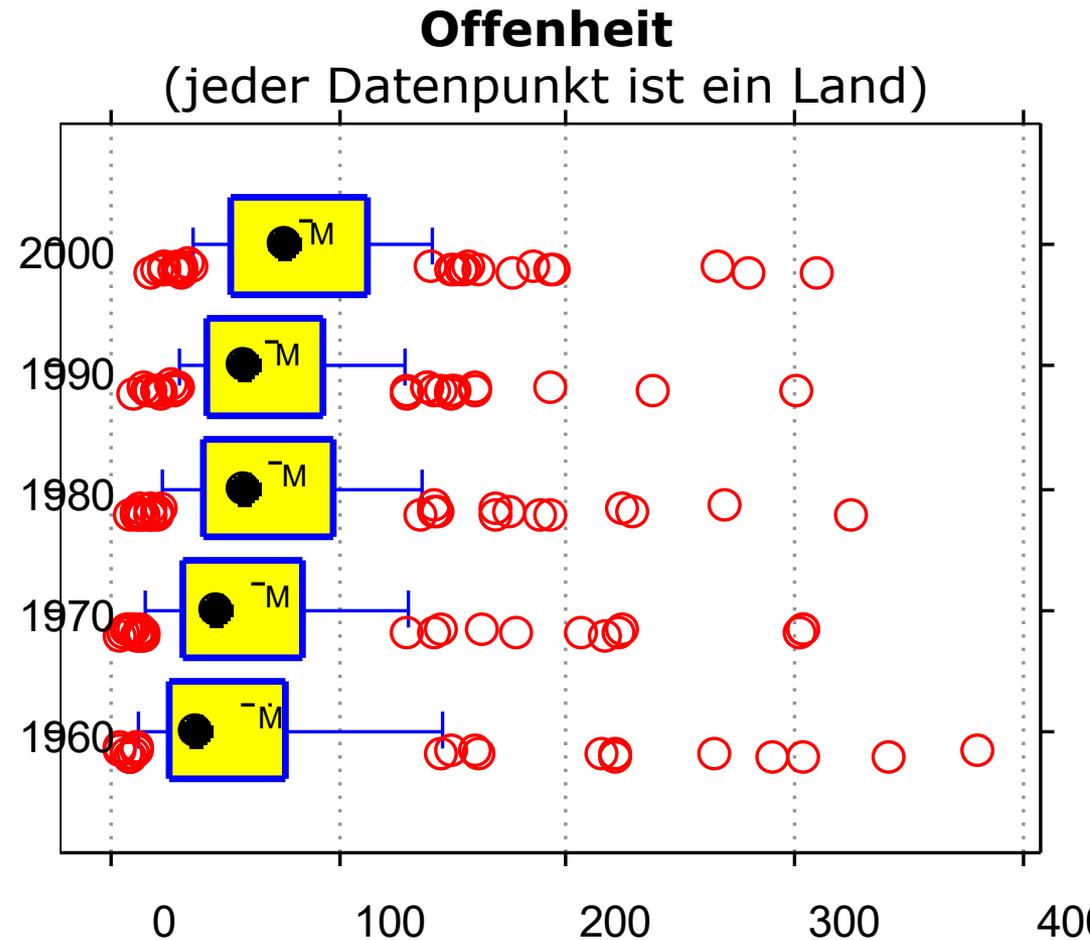
Beispiel: Warenlogistik

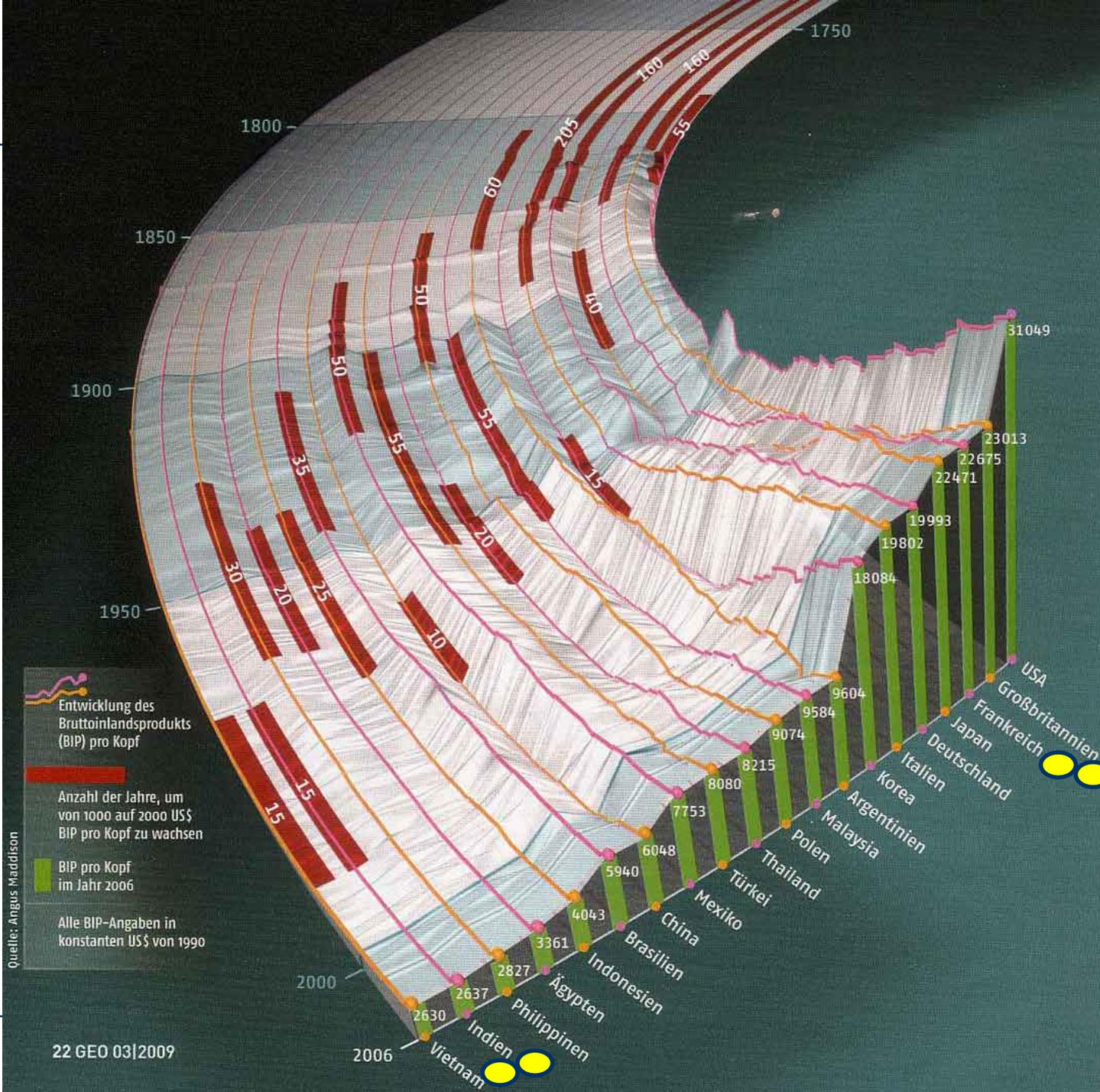


Tiefseehafen Shanghai, [Quelle](#)

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)

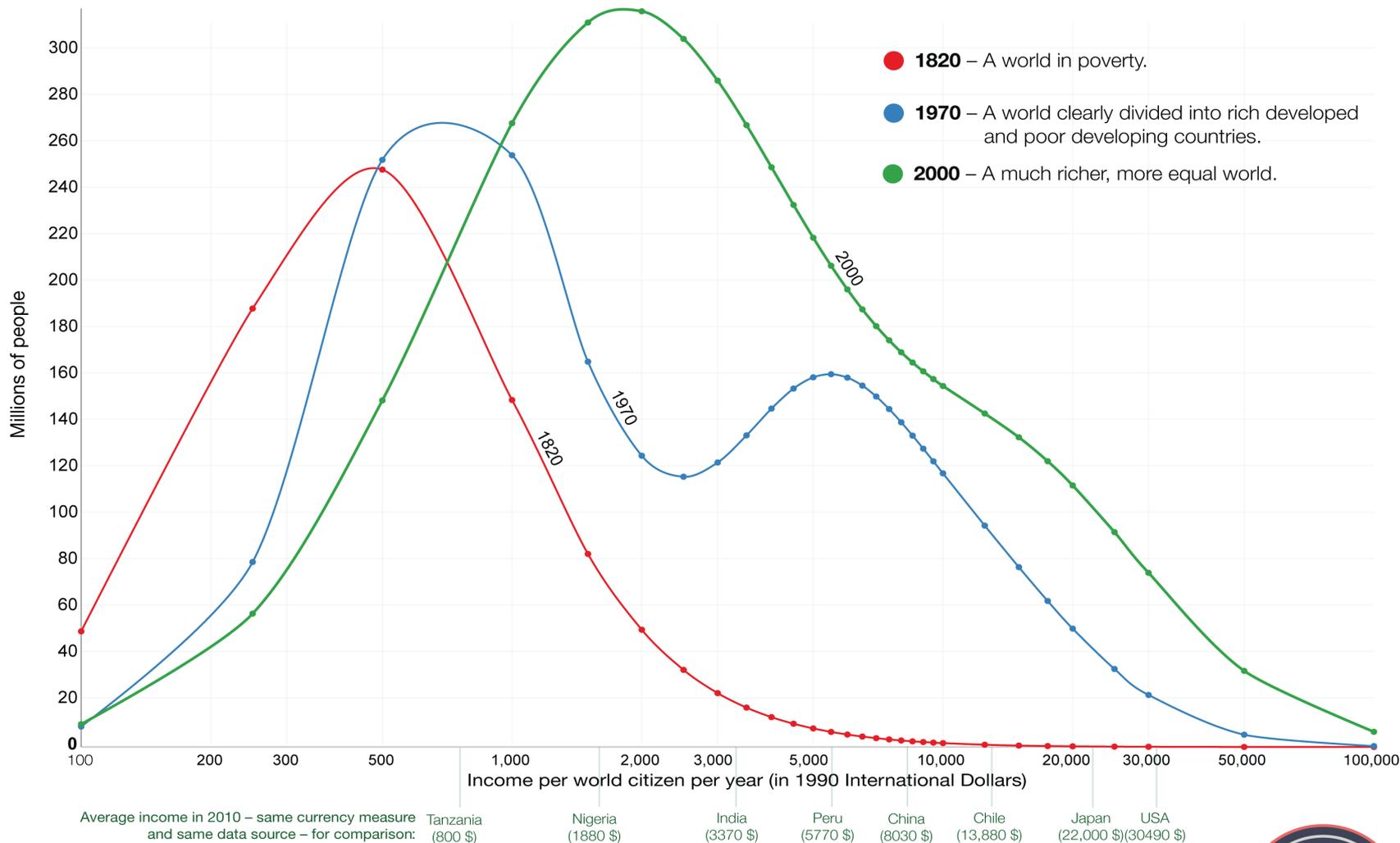
Imposant!

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

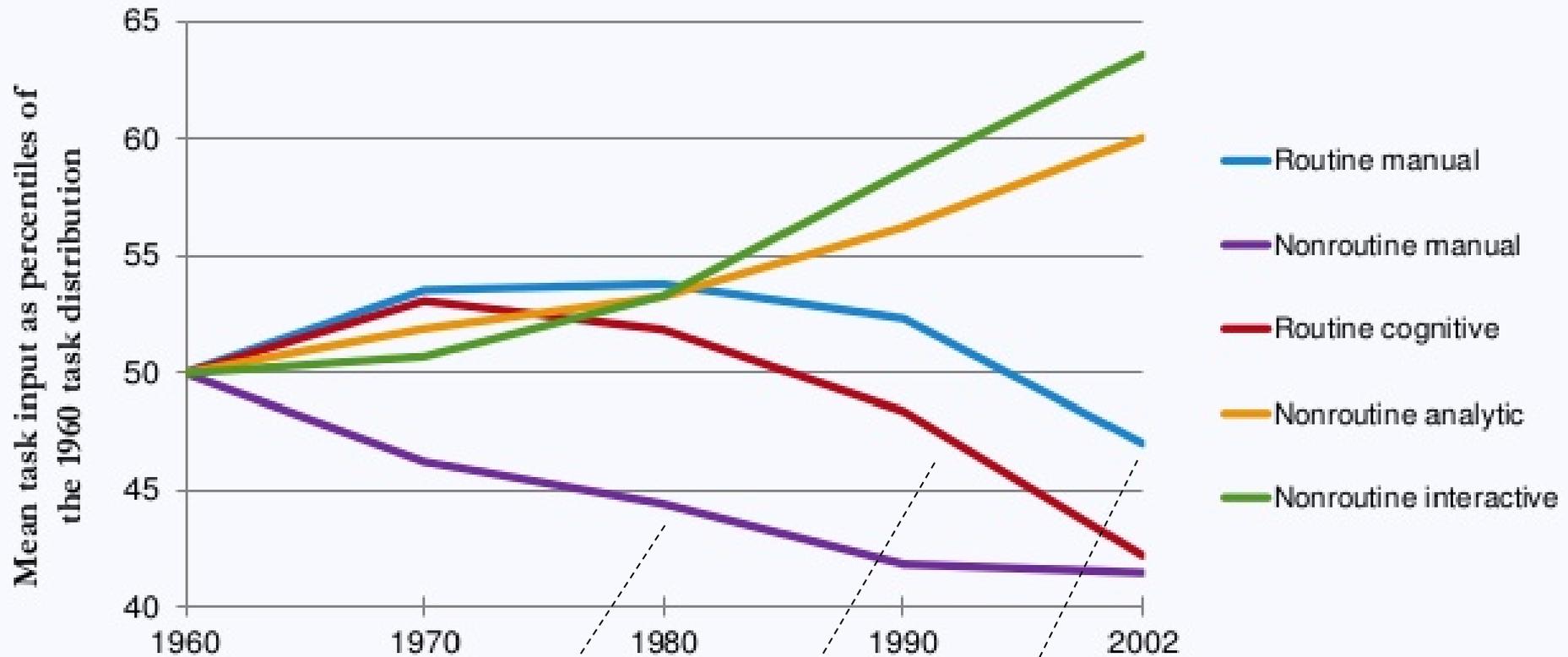


- These "**Technikwohlstand**":
Technischer Fortschritt führt tendenziell stark zu steigendem Wohlstand.
- These "**Wohlstandsverteilung**":
Wohlstandszuwachs verteilt sich gleichmäßig, wenn er durch technischen Fortschritt hervorgerufen ist.



- 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



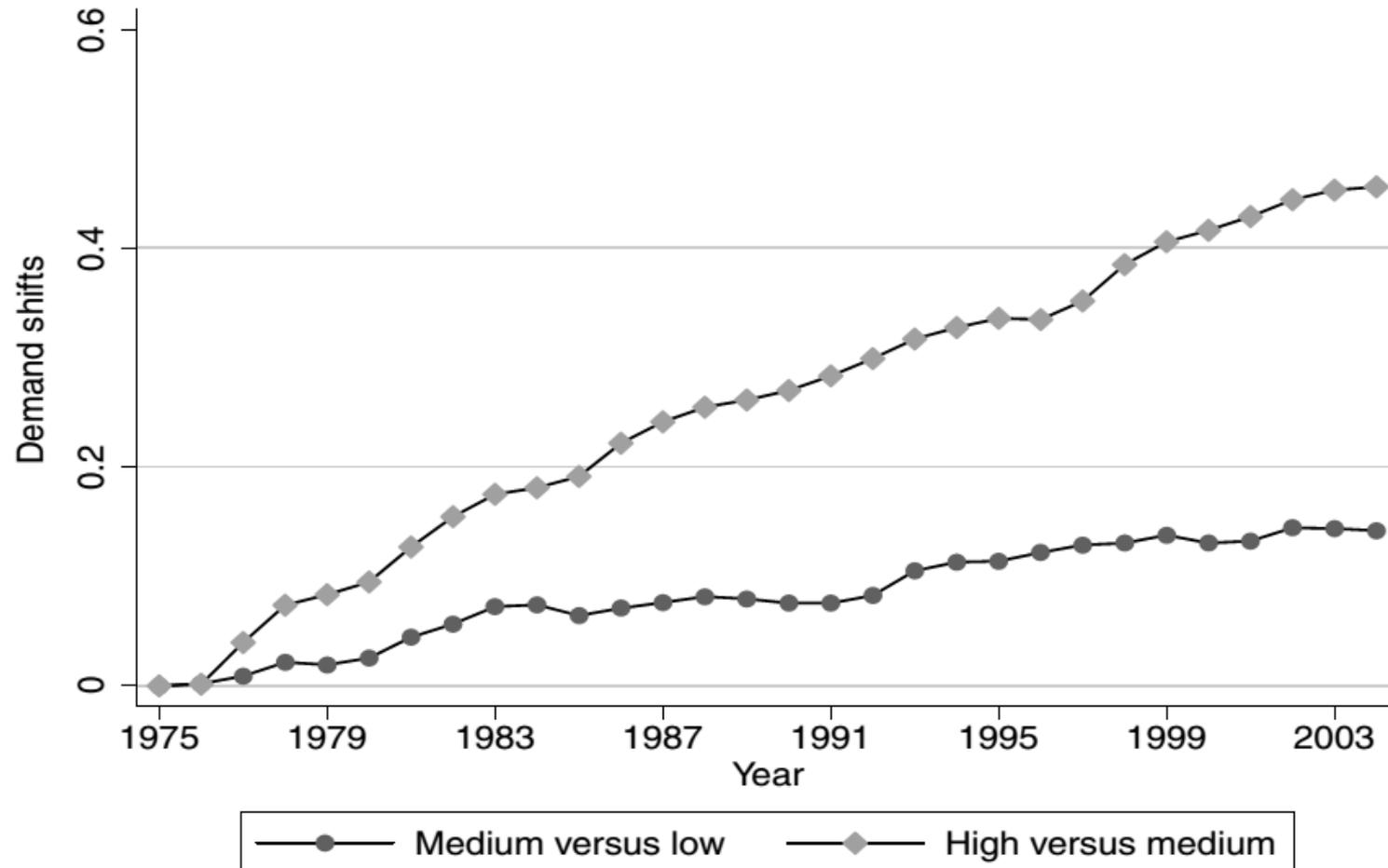
z.B. Schuhmacher, Postsortierer, Fließbandarbeit

(Levy and Murnane, 2004)

[Folie von slideshare](#)

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

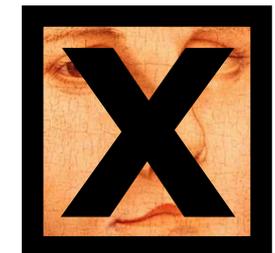
- Arbeitskräftenachfrageverschiebung hin zu höheren Qualifikationsniveaus in D (Dustmann et al. p.868)



- 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
 - Video (20 Min.). Grafisch animierte Zeitreihen mit Entwicklung von Einkommen, Lebenserwartung u.a. in allen Weltregionen
 - sehr erfreuliche Nachrichten

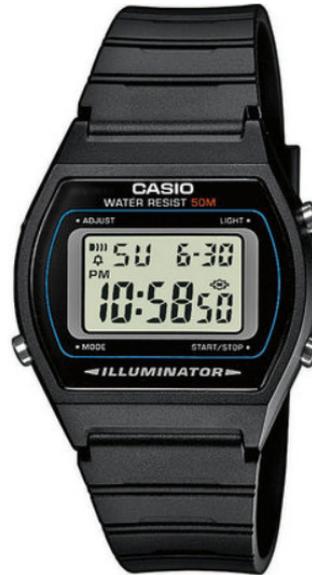
Danke!

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



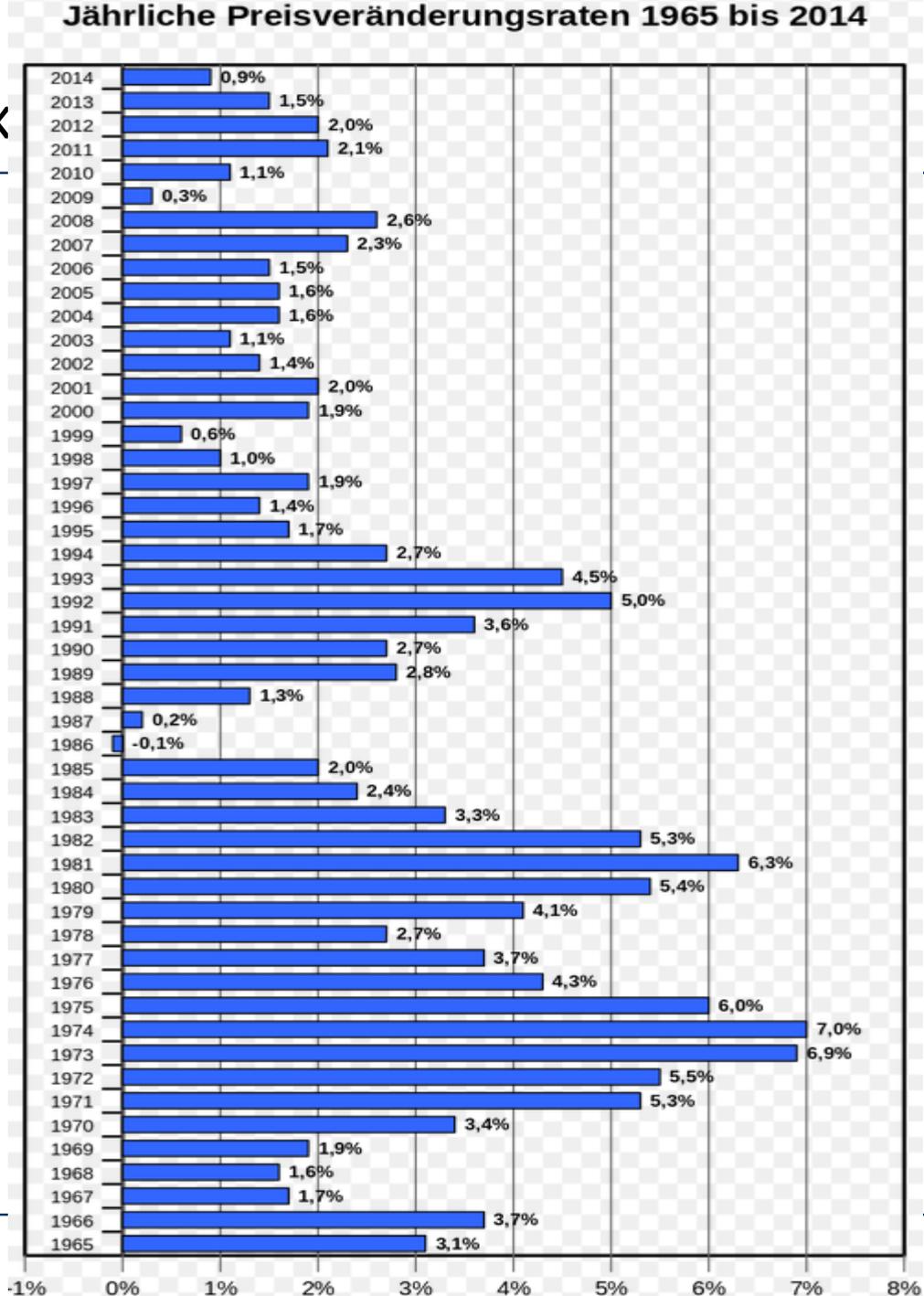
Dosenuhr
ca. 1530
Tausende EUR

LED-Quartzuhr
1975
ca. 280 EUR

LCD-Quartzuhr
2017
ca. 25 EUR

Preisumrechnung 1: per Verbraucherpreisindex

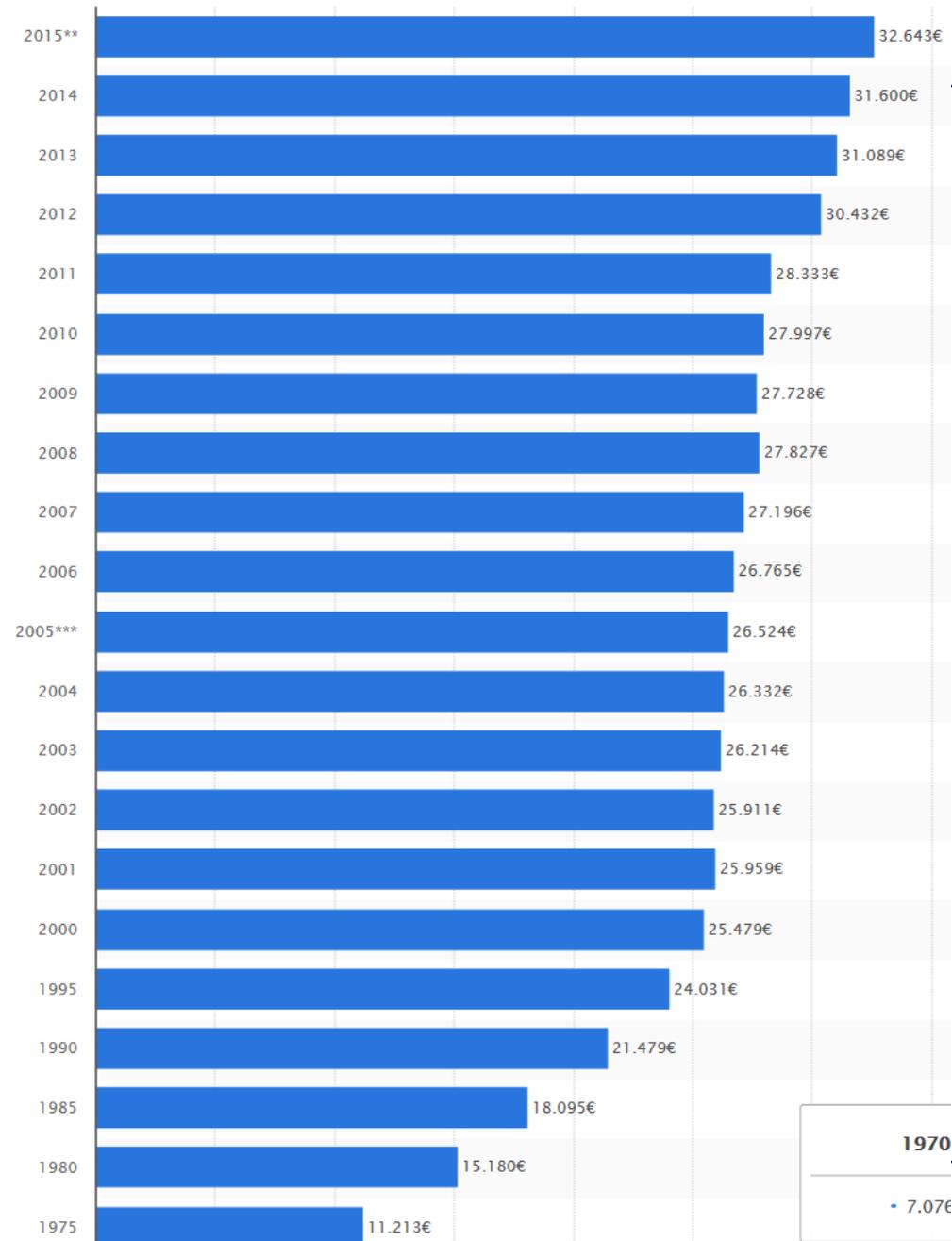
- Uhrpreis von 1975 umrechnen:
 - Preisanstieg im Mittel (optisch geschätzt) ca. 2.5%
 - [Quelle Preisindex](#)
 - Berechnung durch Preisvergleich des "Warenkorbs" typischer Verbraucher
 - 41 Jahre (1975-2016)
 - $1.025^{41} = 2.75$
 - Damaliger Preis 200 DM
 - gleich 102 EUR
 - (EUR:DM schwankt nicht!)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



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.