



Die Folgen der Digitalisierung für den Arbeitsmarkt – Wie verändern sich Beschäftigung, Löhne und Tätigkeiten?

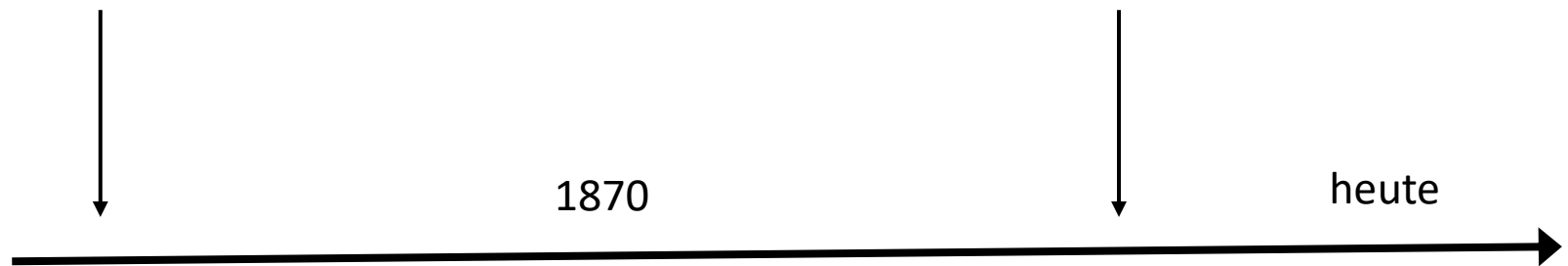
Ronald Bachmann

RWI, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
und IZA

Die industriellen Revolutionen

Industrie 1.0:
Dampfmaschine, erste
Massenproduktion

Industrie 3.0:
Computerisierung, IT



1790

1870

1970

heute

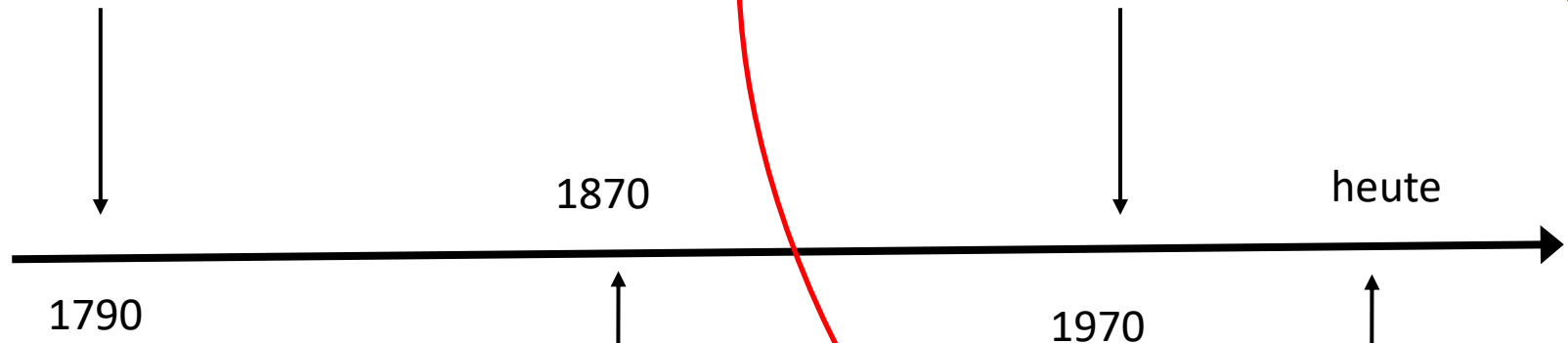
Industrie 2.0:
Elektrizität,
Telekommunikation,
Massenproduktion

Industrie 4.0:
Digitalisierung,
Internet der Dinge,
KI, Maschin. Lernen

Die industriellen Revolutionen

Industrie 1.0:
Dampfmaschine, erste
Massenproduktion

Industrie 3.0:
Computerisierung, IT



Industrie 2.0:
Elektrizität,
Massenproduktion

Industrie 4.0:
Roboter, Digitalisierung,
Internet der Dinge, KI,
Maschin. Lernen

1964



1978



2016

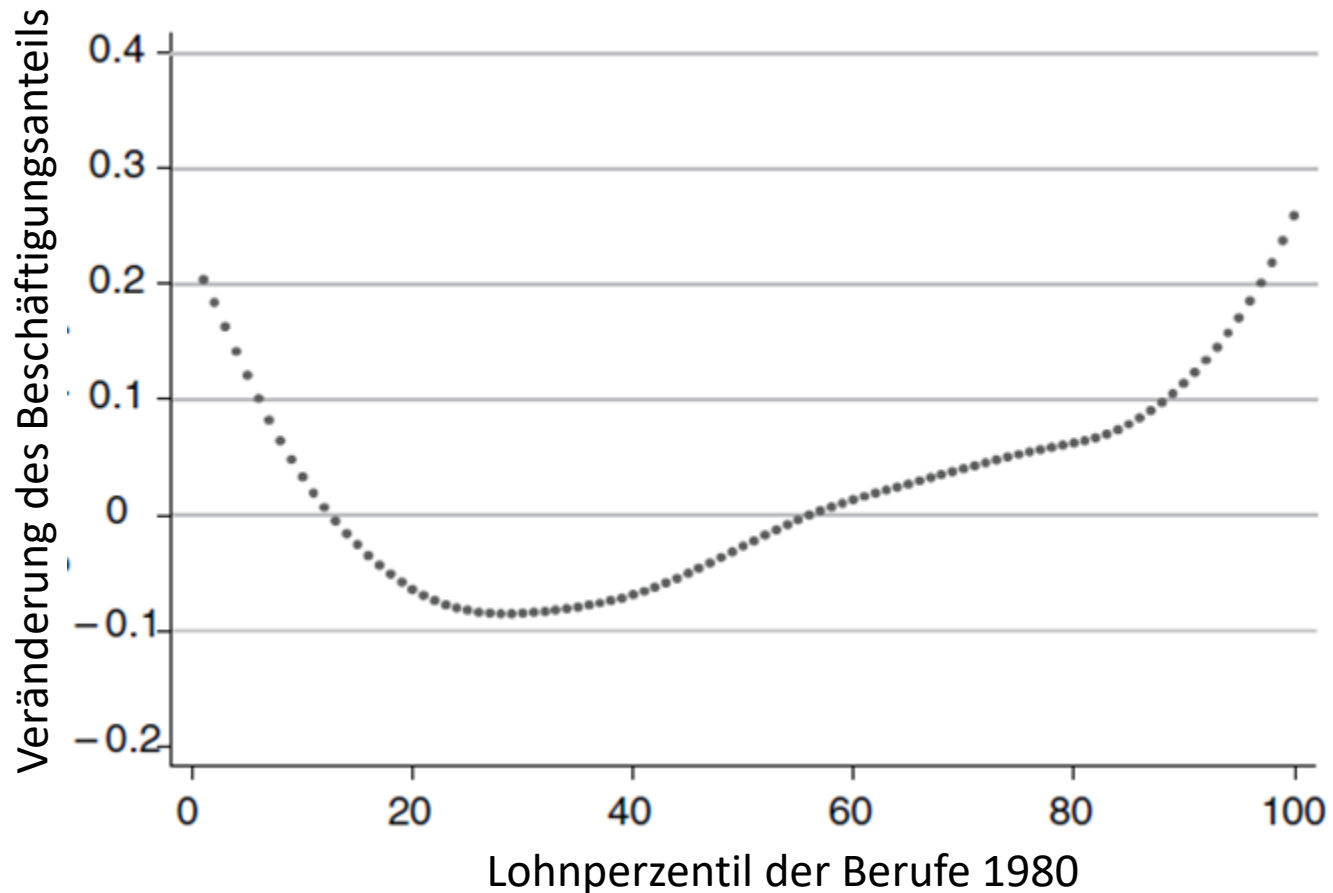


Quelle: Der Spiegel



**Auswirkungen auf Arbeitskräfte:
Die ausgeübten Tätigkeiten sind entscheidend**

“Aushöhlung der Beschäftigungsverteilung”, USA 1980-2005



Autor/Dorn (2009)

Humankapital vs. Tätigkeiten

Humankapitalansatz:

höhere Bildung („mehr Humankapital“) = höherer
Arbeitsmarkterfolg

Widerspruch zu Evidenz!

➤ Tätigkeitenansatz:

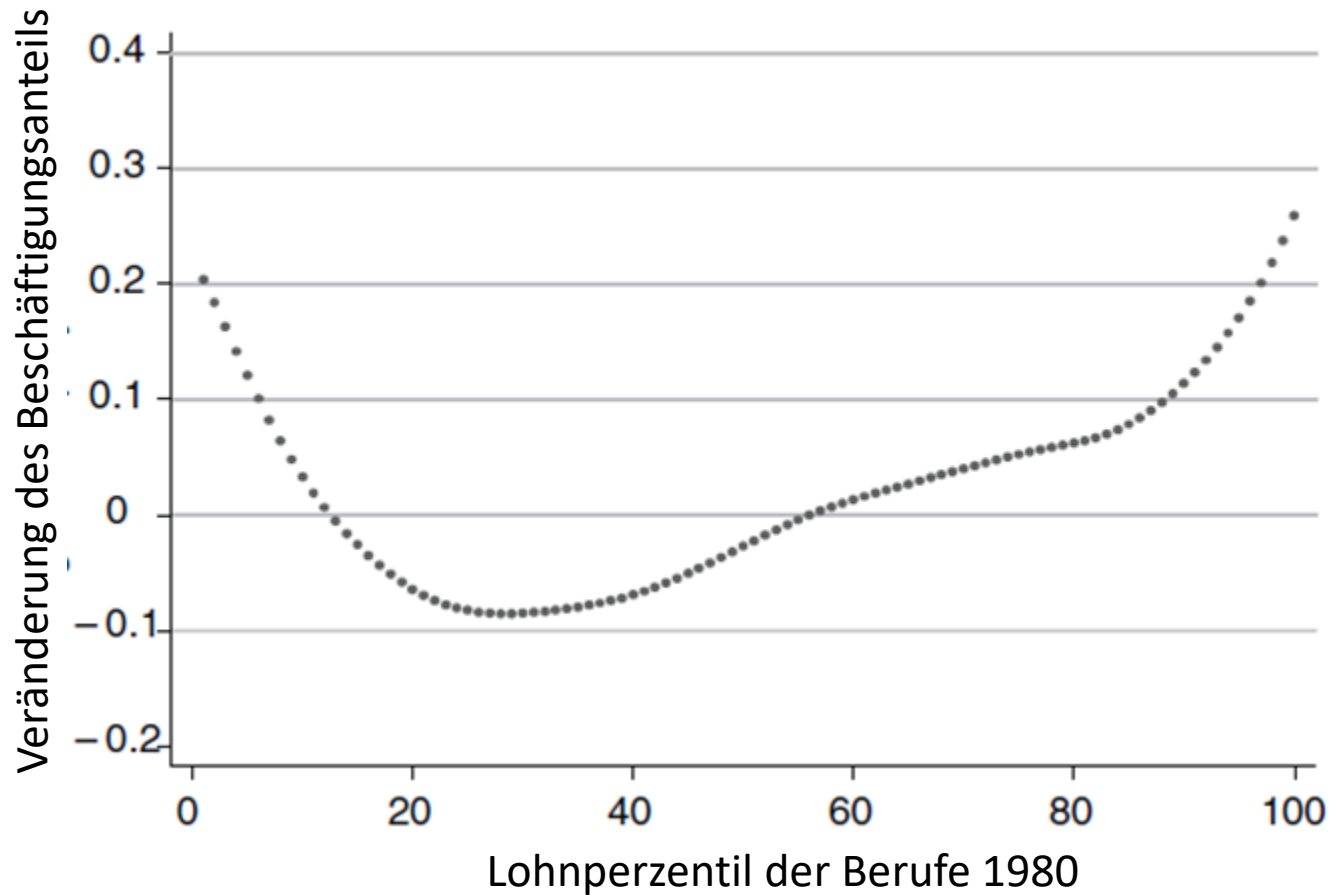
Technologie ersetzt Tätigkeiten, nicht Individuen, Berufe, ...

Tätigkeiten und ihre Ersetzbarkeit durch Technologie

Tätigkeit	Routine (manuell, kognitiv)	Kognitiv nicht- routine	Manuell nicht- routine
Beschreibung	Folgt klaren Regeln und Prozeduren	Lösen komplexer Aufgaben, mentale Flexibilität	Abwechslungsreich, Anpassung an Personen und Umgebung
Beispiele	Verwaltung, Fließbandarbeit	Management, Wissenschaft	Hausmeister, Flugbegleitung
Qualifikationsniveau	Mittel	Hoch	Niedrig
Zusammenhang Technologie	Substitutiv	Komplementär	Gering

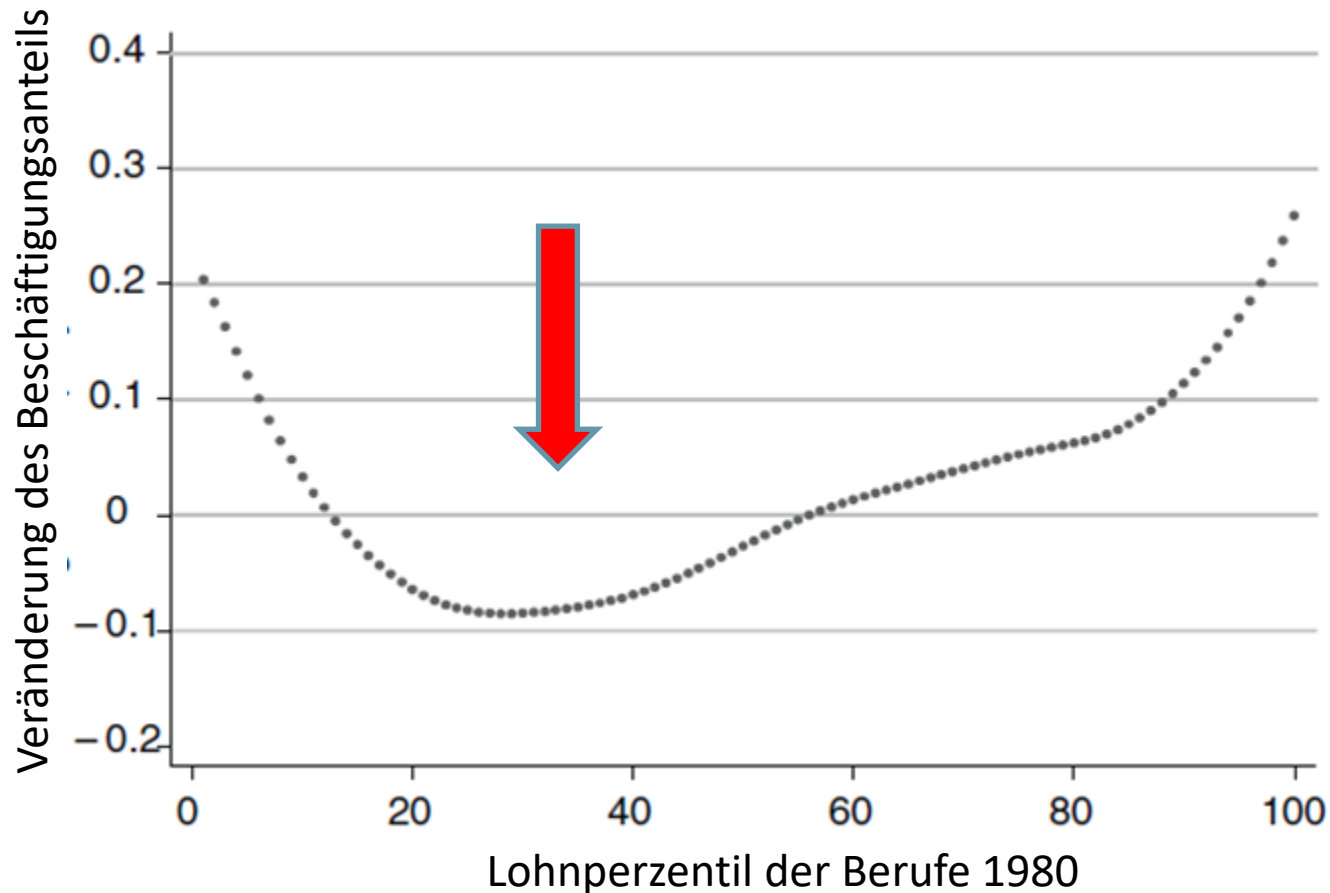
Quelle: eigene Darstellung nach Cortes (2016)

“Aushöhlung der Beschäftigungsverteilung”, USA 1980-2005



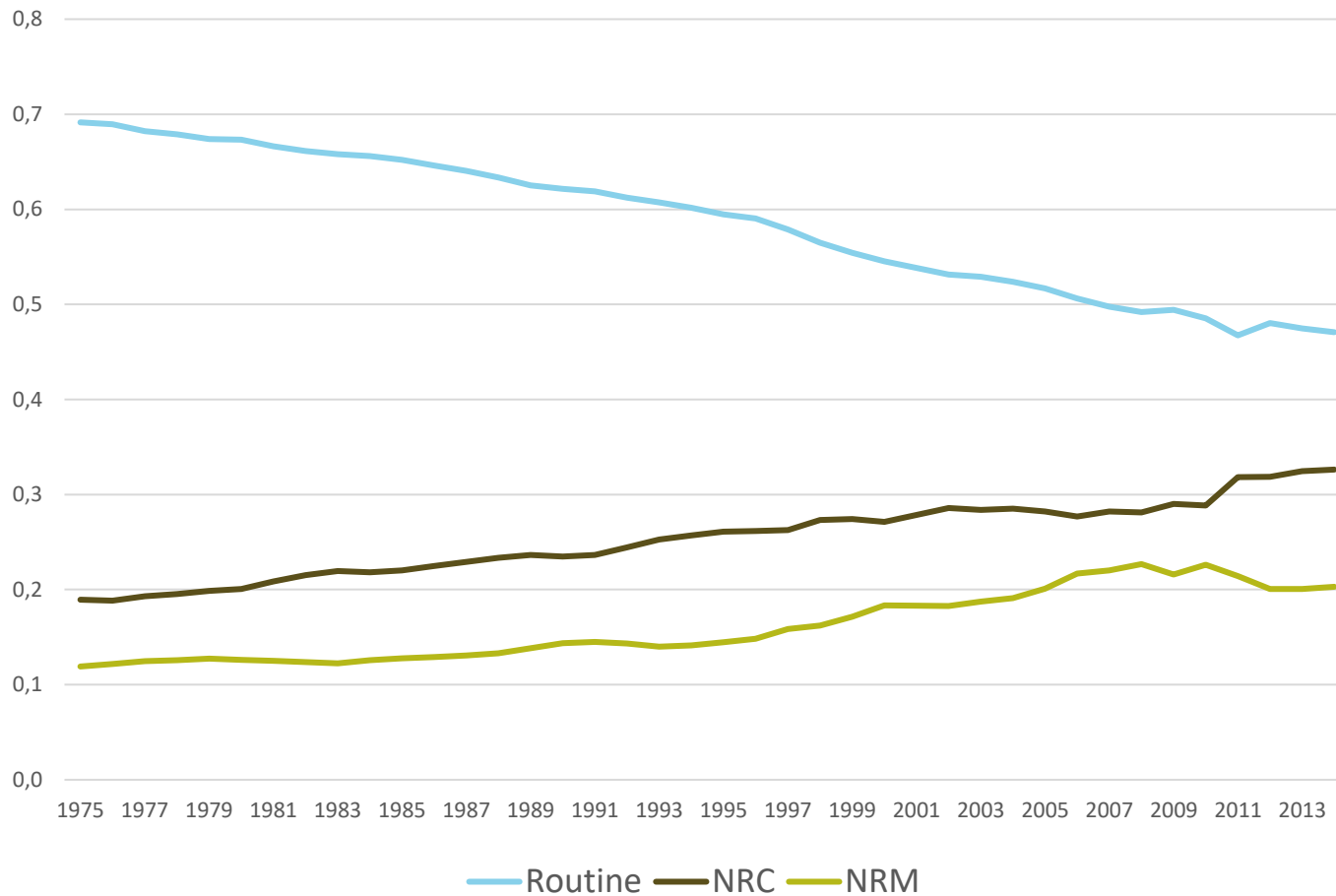
Autor/Dorn (2009)

“Aushöhlung der Beschäftigungsverteilung”, USA 1980-2005



Autor/Dorn (2009)

Beschäftigungsanteile von Tätigkeitsgruppen Deutschland, 1975-2014



Quelle: Bachmann et al. (2019)

Für die Beschäftigung in Deutschland zeigt sich:

- Ein starker Rückgang von Routinetätigkeiten
- Ein Anstieg von kognitiven und manuellen nicht-Routinetätigkeiten
- Für Routine-Arbeitskräfte: erhöhte Übergänge zwischen Beschäftigung und Arbeitslosigkeit (Bachmann et al. 2019)

Für die Löhne in Deutschland zeigt sich:

- kein Einfluss auf Lohnungleichheit nachweisbar, Veränderung von Institutionen offenbar wichtiger (Antonczyk et al. 2018)
- Löhne von NRC-Arbeitskräften entwickeln sich stark positiv, Löhne von Routine- und NRM-Arbeitskräften weisen einander ähnliche Stagnation auf (Wang 2020)
- auf individueller Ebene deutliche Lohnverluste für Routinearbeitskräfte bei Massenentlassungen (Blien et al. 2019)

Für die Tätigkeiten in Deutschland zeigt sich:

- Veränderung der Tätigkeiten entspricht tendenziell der Entwicklung der Berufsanteile: Rückgang Routinetätigkeiten, Zunahme nicht-routine kognitiver und interaktiver Tätigkeiten
- Größte Veränderungen bis Mitte der 2000er Jahre durch Veränderung innerhalb von Berufen verursacht, nicht durch Verschiebungen zwischen Berufen (Spitz-Oener 2006)
- Verlangsamung der Veränderung der Tätigkeitsprofile und verstärkte Verschiebungen zwischen Berufen im Zeitraum 2006-2012 (Bachmann et al. 2021)

Exkurs: Roboter



Beschäftigungswirkung von Robotern: in Deutschland neutral, in USA negativ

Deutschland (Dauth et al. 2021)

- Roboter reduzieren die Gesamtbeschäftigung nicht, führen aber zu einer Verlagerung von der verarbeitenden Industrie zu Dienstleistungen
- Junge Arbeitskräfte gehen direkt in Dienstleistungsbereich
- Industriearbeitskräfte üben neue Tätigkeiten aus, die Jobqualität erhöht sich tendenziell

USA (Acemoglu/Restrepo 2020)

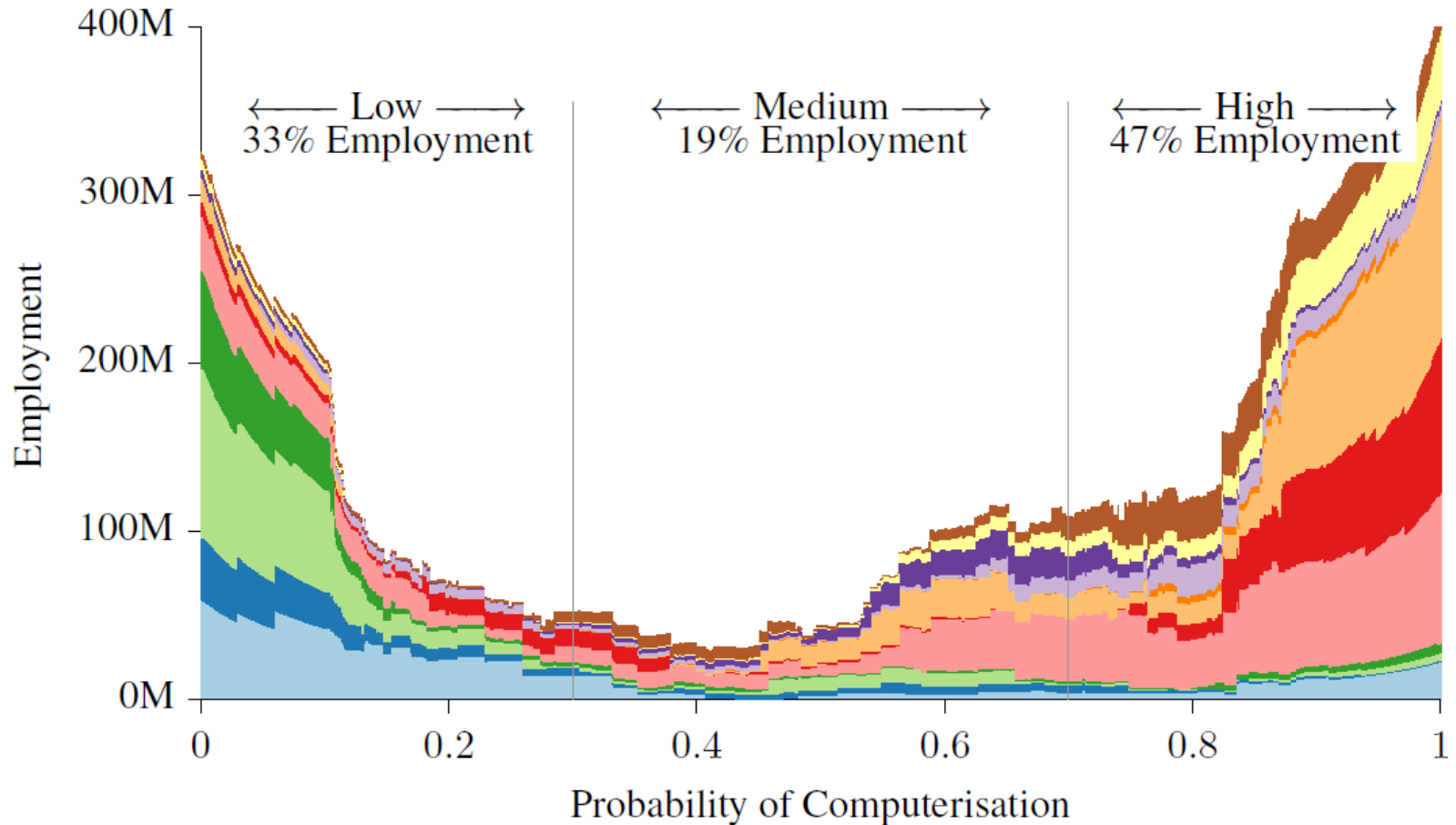
- Negative Effekte auf Beschäftigung und Löhne
- Kaum positive Produktivitätseffekte oder Reallokation

➤ Bedeutung von Arbeitsmarktinstitutionen und Bildungssystem



Was ist für die Zukunft zu erwarten?

Frey/Osborne (2017): Automatisierungspotenzial



Quelle: Frey/Osborne (2017)

Automatisierungspotenziale: Berufe oder Tätigkeiten?

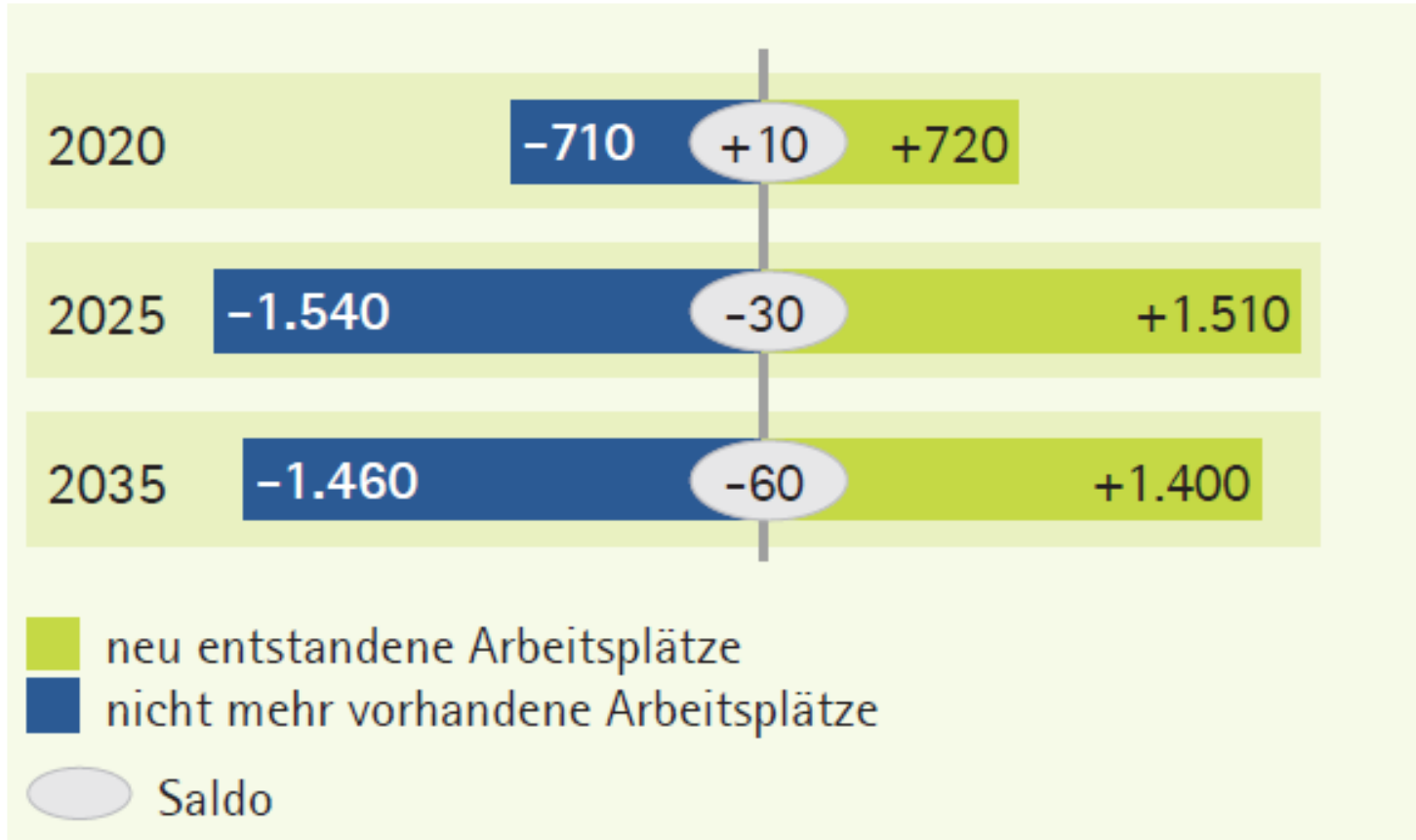
Frey und Osborne (2017) für USA

- Berechnung auf Grundlage von Experteneinschätzung und Machine-Learning
- Ergebnis: 47% der Beschäftigten sind hohem Automatisierungsrisiko (>70%) ausgesetzt

Bonin et al. (2015) für Deutschland

- Übertragung *ceteris paribus* auf berufliche Struktur in Deutschland
- Ergebnis: 40% der Beschäftigten sind hohem Automatisierungsrisiko ausgesetzt
- Tätigkeitsbasierte Schätzung realistischer, da Berufe in der Regel nicht komplett ersetzt werden
- Ergebnis: 12% (Deutschland), 9% (USA)

Projektion des IAB: Beschäftigungseffekte von Wirtschaft 4.0 in 1.000



Quelle: Zika et al. (2018)

Beschäftigungsniveau und struktureller Wandel

- Beschäftigungsniveau kaum betroffen
- Digitalisierung führt zur Vernichtung von Arbeitsplätzen, v.a. im Bereich der Routine-Tätigkeiten
- Digitalisierung führt auch zur Schaffung von neuen Arbeitsplätzen
- Struktureller Wandel erfordert Anpassungsfähigkeit von Arbeitskräften, Unternehmen und Politik

- Einfluss von KI und Maschinellem Lernen noch kaum abschätzbar, vermutlich weitere Beschleunigung des Wandels

**Was ist zukünftig wichtig?
Bildung, Bildung, Bildung!**

Gute Ausbildung und Lebenslanges Lernen werden immer wichtiger

Beschäftigte mit einer dualen Ausbildung weniger von Jobverlust betroffen als vergleichbare Beschäftigte ohne duale Ausbildung (Rendall/Weiss 2016)

Weiterbildung

- positiver Trend bei der Beteiligung an Weiterbildungen
- **aber:** Niveau der Weiterbildungsbeteiligung bei den besonders gefährdeten Gruppen weiterhin deutlich unter dem Niveau anderer Gruppen
- Unternehmen unterscheiden sich deutlich darin, wie häufig ihre Beschäftigten an Weiterbildungen teilnehmen

Bildungspolitik sollte höheren Stellenwert erhalten

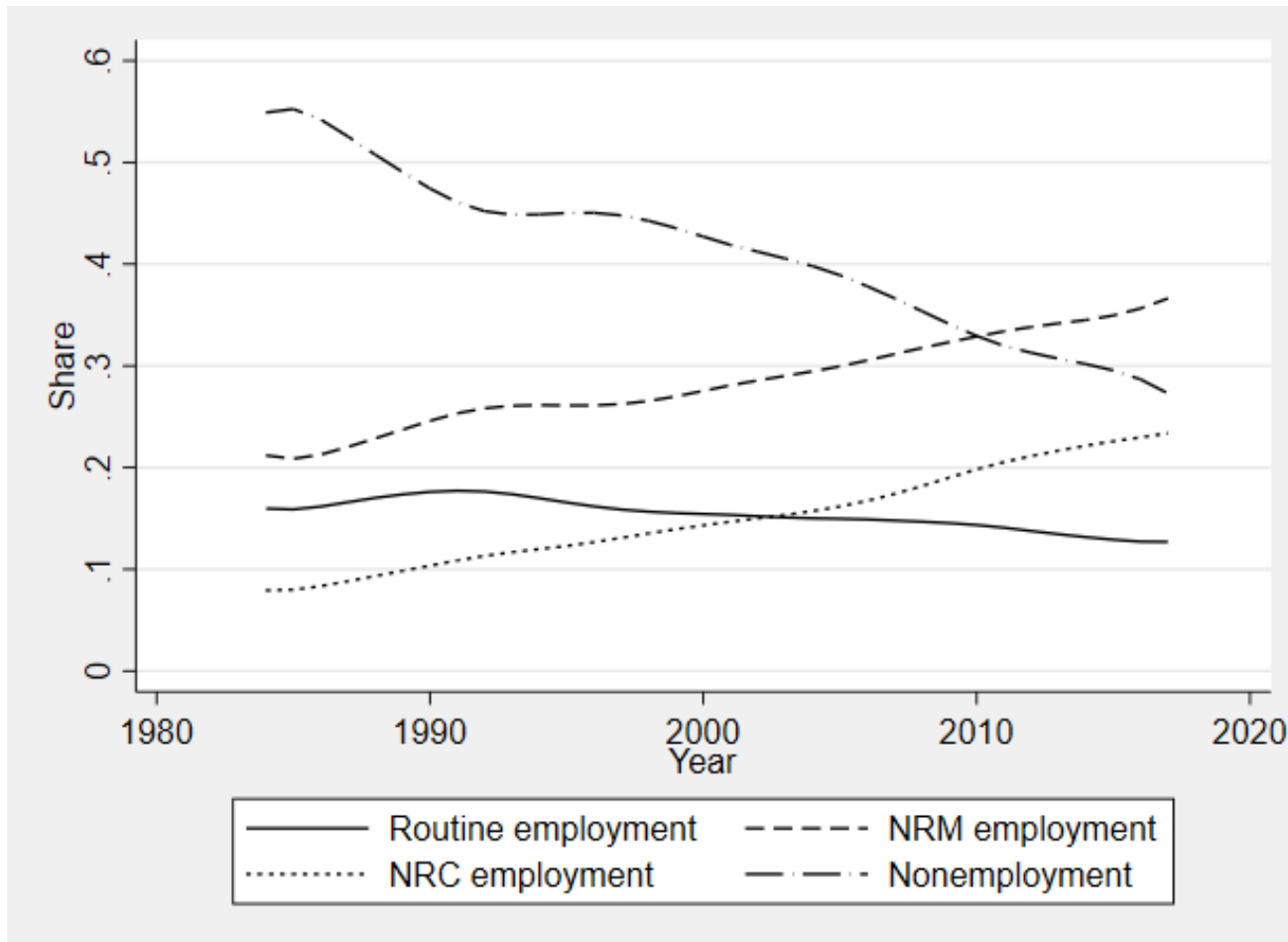
- Gute Grundlagen extrem wichtig (beginnt mit Kita)
- Weiterbildung
 - Geringqualifizierte besser erreichen (Lernen am Arbeitsplatz, Mentoringsysteme, ...)
 - Sensibilisierung Arbeitskräfte & Unternehmen
 - unabhängige und allgemeingültige Qualifizierungsberatung
- Umgang mit Computern etc.
- Vermittlung auch sozialer Kompetenzen

- Corona-Pandemie sowohl Chance als auch Risiko
 - Teilweise geringere Lernintensität
 - Schub bei der Digitalisierung



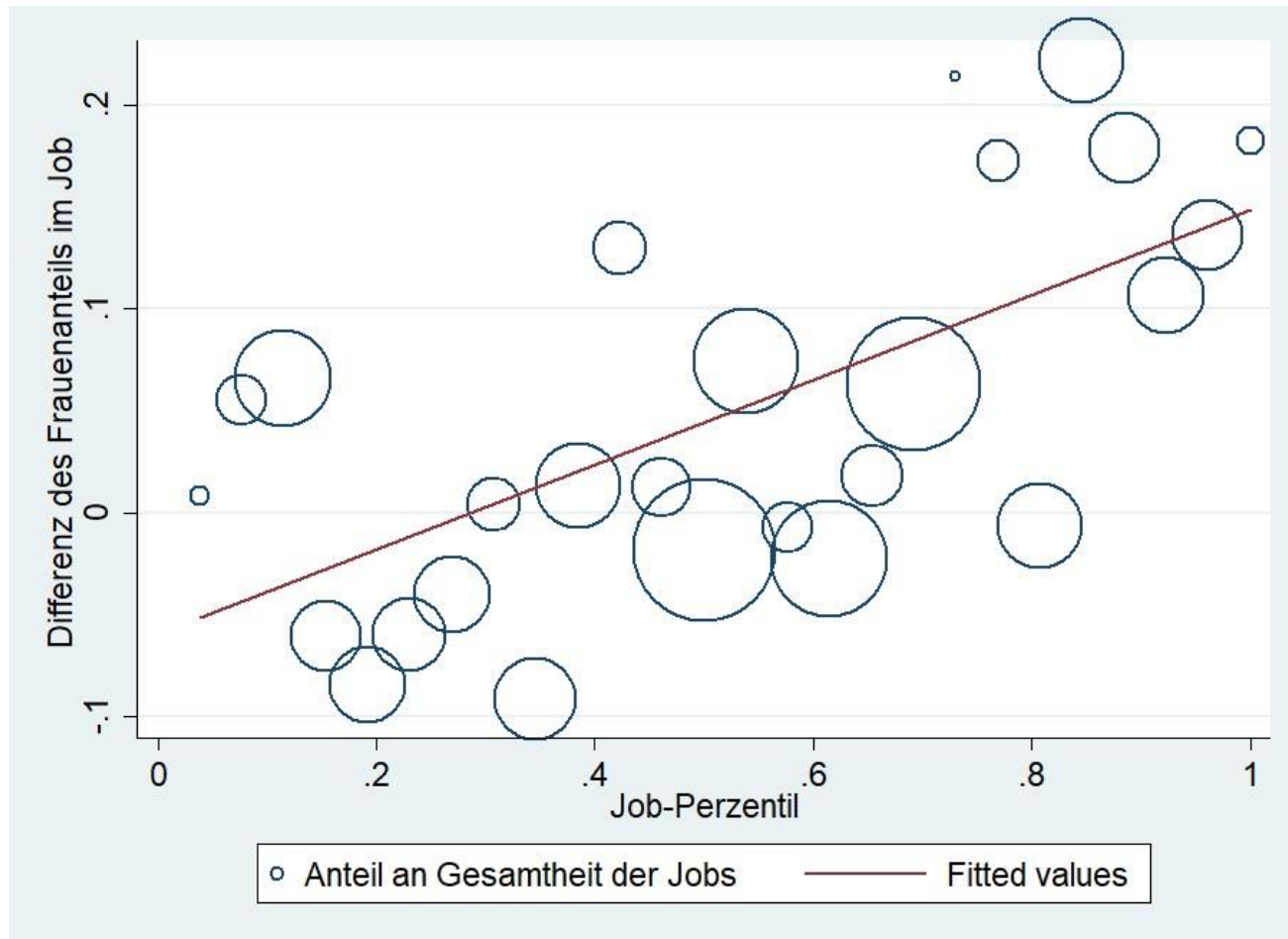
Welche Chancen bietet die Digitalisierung?

Veränderung der Erwerbstätigkeit von Frauen 1983-2017



Quelle: Bachmann/Stepanyan (2020)

Durchschnittslöhne nach Beruf und Veränderung des Frauenanteils

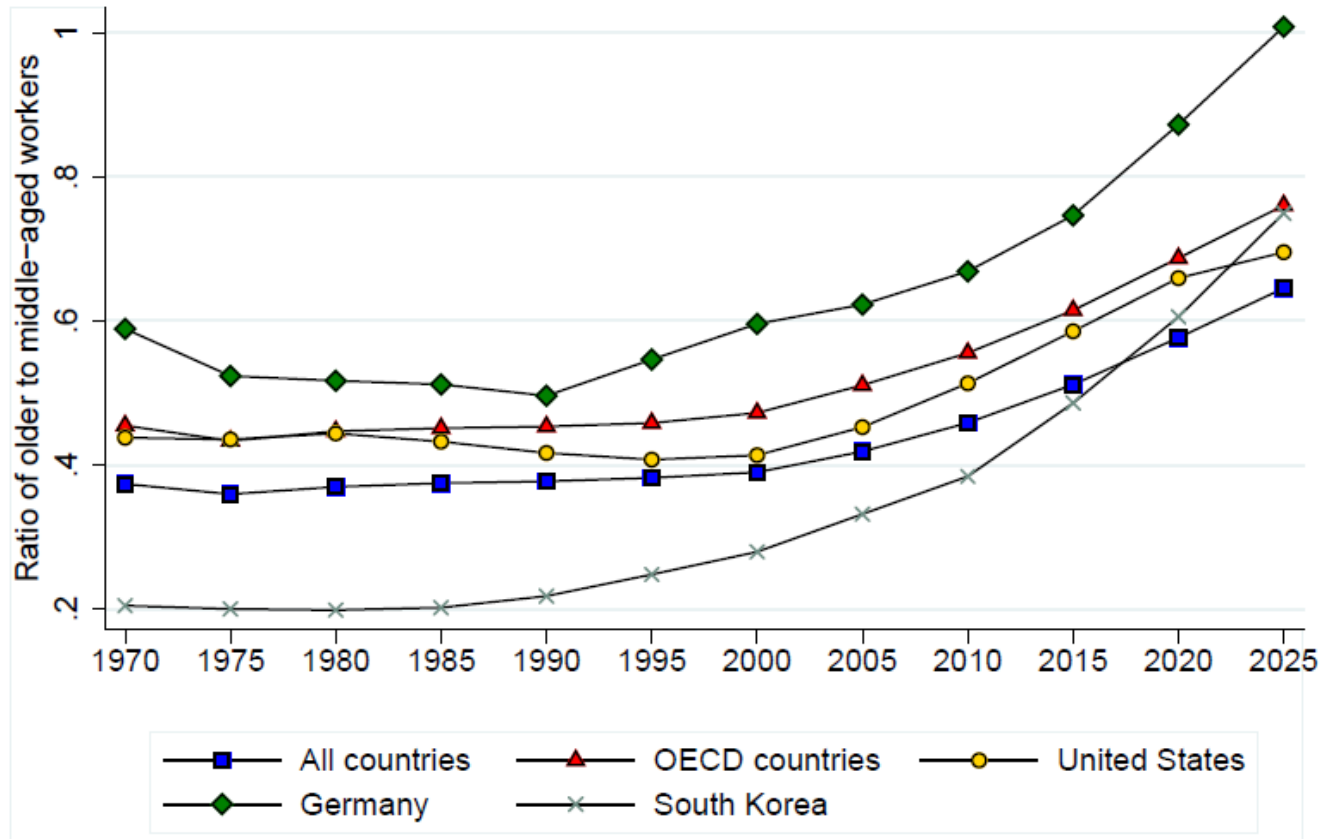


Quelle: Bachmann/Stepanyan (2020)

Frauen profitieren von der Digitalisierung

- Generell starker Anstieg des Bildungserfolgs bei Frauen in den letzten Jahrzehnten
- soziale Fähigkeiten verstärkt nachgefragt, auch in Kombination mit technischen Fähigkeiten (Deming/Kahn 2018)
- Entwicklung auch für USA zu beobachten (Cortes et al. 2018)

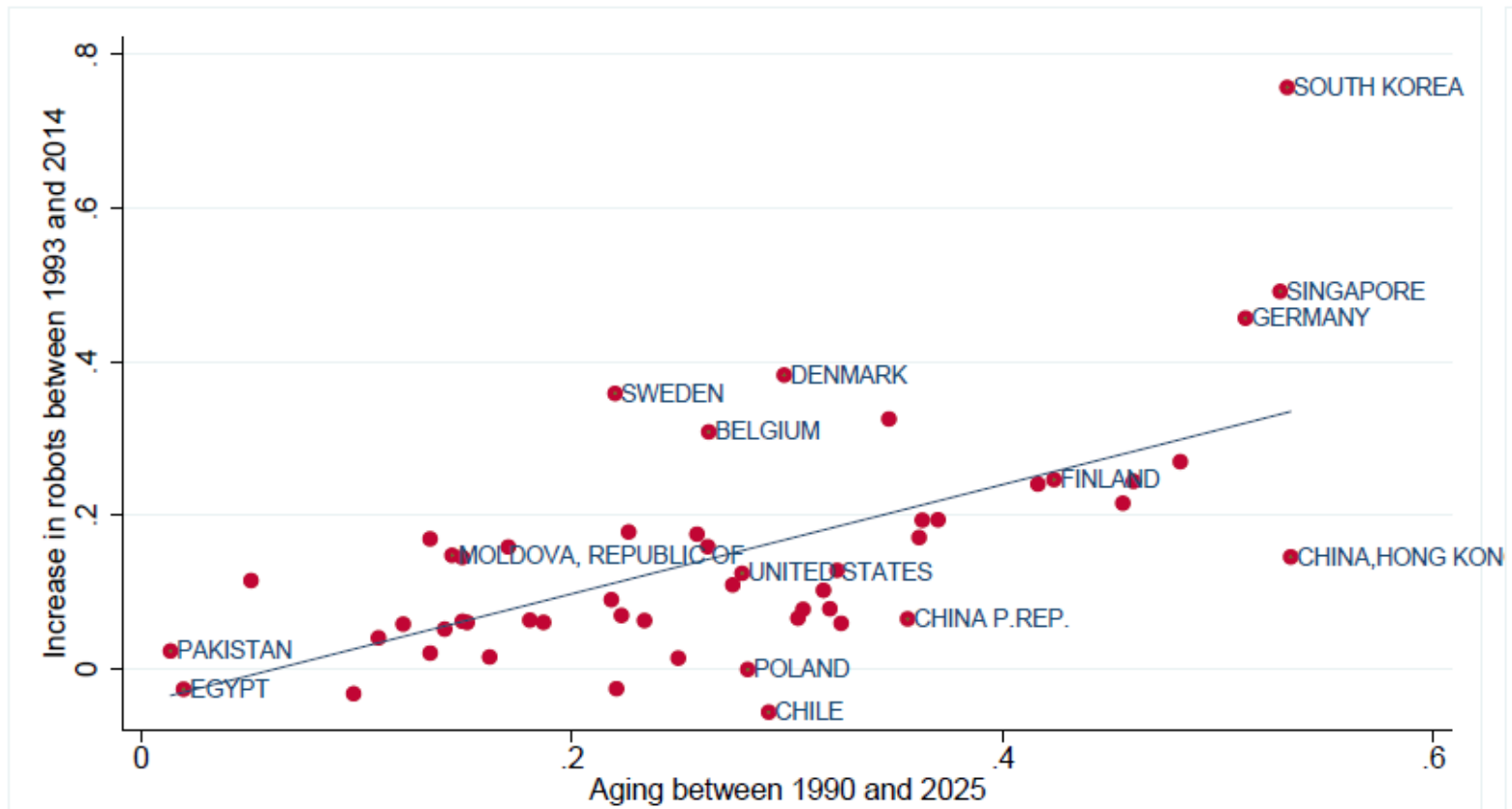
Altersquotient nach Land, 1970-2025



Altersquotient: (Anzahl Personen >56 Jahre) /
(Anzahl Personen 21-55 Jahre).

Quelle: Acemoglu/Restrepo (2019)

Anstieg im Altersquotient und Roboterwachstum



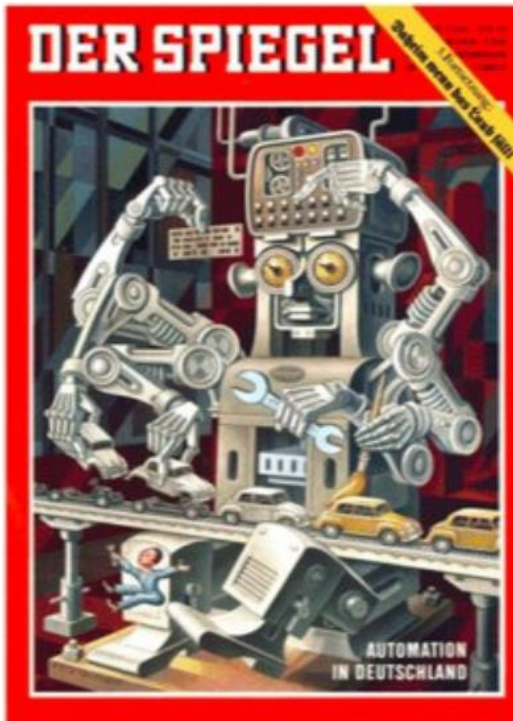
Altersquotient: $(\text{Anzahl Personen } > 56 \text{ Jahre}) / (\text{Anzahl Personen } 21\text{-}55 \text{ Jahre})$.

Quelle: Acemoglu/Restrepo (2019)

Schlussfolgerungen

- Die Digitalisierung birgt Chancen und Risiken für den Arbeitsmarkt
- Rückgang der Gesamtbeschäftigung kaum zu erwarten
- Herausforderung: struktureller Wandel
- Anpassungsfähigkeit wird immer wichtiger
- Bildung spielt entscheidende Rolle

1964



1978



2016



Quelle: Der Spiegel

Quellen

Acemoglu/Restrepo (2018), Demographics and automation, NBER WP 24421.

Acemoglu, D., P. Restrepo (2020), Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy* 128(6): 2188–2244.

Antonczyk, D., T. DeLeire und B. Fitzenberger (2018), Polarization and rising wage inequality: Comparing the US and Germany. *Econometrics* 6 (2): 20.

Autor, D., D. Dorn (2009), This Job is “Getting Old”: Measuring Changes in Job Opportunities using Occupational Age Structure, *American Economic Review P&P* 99(2): 45–51.

Bachmann, R., M. Cim und C. Green (2019), Long-Run Patterns of Labour Market Polarization: Evidence from German Micro Data. *British Journal of Industrial Relations* 57 (2): 350-376.

Bachmann, R. und G. Stepanyan (2020), It's a Woman's World? Occupational Structure and the Rise of Female Employment in Germany. *Ruhr Economic Papers* 889.

Bachmann, R., E. Bode, H. Görg und B. Schmidpeter (2021a), Veränderung von Tätigkeitsprofilen im Zuge des digitalen Wandels in Deutschland. Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation. IfW und RWI, Kiel und Essen.

Blien, U., W. Dauth und D. H. Roth (2019), Occupational routine intensity and the costs of job loss: evidence from mass layoffs. *Labour Economics* 68: 101953.

Bonin, H., G. Terry und U. Zierahn (2015), Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW Kurzexpertise. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.

Quellen

Cortes, G. M. (2016), Where have the Middle-Wage Workers gone? A Study of Polarization using Panel Data. *Journal of Labor Economics* 34 (1).

Cortes, G. M., N. Jaimovich und H. E. Siu (2018), The "End of Men" and Rise of Women in the High-skilled Labor Market. NBER Working Paper Series 24274.

Deming, D. und L. B. Kahn (2018), Skill requirements across firms and labor markets: Evidence from job postings for professionals. *Journal of Labor Economics* 36 (S1): S337-S369.

Frey, C. B. und M. A. Osborne (2017), The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change* 114: 254-280.

Rendall, M. und F. J. Weiss (2016), Employment polarization and the role of the apprenticeship system. *European Economic Review* 82: 166-186.

Spitz-Oener, A. (2006), Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure. *Journal of Labor Economics* 24 (2): 235-270.

Wang, X. (2020), Labor market polarization in Britain and Germany: A cross-national comparison using longitudinal household data. *Labour Economics* 65: 101862.

Zika, G., R. Helmrich, T. Maier, E. Weber und M. I. Wolter (2018), Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035 - Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. IAB-Kurzbericht 9/2018. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.