

Technologischer Wandel, Globalisierung, Beschäftigung: sind die Entwicklungen alternativlos?

Konstantin M. Wacker

Momentum Kongress 2024, Track #10

Einleitung und Motivation

Zwei Phänomene werden verbreitet als zentrale Herausforderungen für Beschäftigungsentwicklung angesehen: technologischer Wandel und die Auslagerung von Produktion in andere Länder. Die einschlägige ökonomische Literatur hat sich darauf konzentriert, die Bedeutung dieser beiden Phänomene zu quantifizieren, auch hinsichtlich ihrer relativen Bedeutung (siehe zB Beiträge von Reijnders and de Vries, 2018; Galle and Lorentzen, 2024; Dijkstra and Dietzenbacher, 2024; und dortige Referenzen). Zwei Aspekte haben dabei besondere Aufmerksamkeit gefunden: Robotisierung und Off-Shoring, wobei letzterer Aspekt sich zunehmend umkehrt: durch geopolitische Entwicklungen nehmen protektionistische Tendenzen zu und nicht zuletzt durch technologische Entwicklungen wird Robotisierung¹ und Künstliche Intelligenz besteht die Hoffnung, Produktionsschritte verstärkt wieder in reicheren Ländern anzusiedeln, was als On- oder Re-Shoring bezeichnet wird (siehe v.a. Krenz et al., 2021).

Diese Dreiecksbeziehung zwischen Robotern, der Rückverlagerung von Produktionsprozessen und Arbeitsmarkteffekten ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt (basierend auf Wacker und Dijkstra, 2024). Roboter haben in erster Linie einen inländischen Arbeitssubstitutionseffekt: sie machen Kapitalinvestitionen attraktiver als Arbeit, zumindest für Aufgaben, die leicht zu automatisieren sind und große Produktionsmengen nutzen. Dieser Effekt ist in Ländern mit hohem Einkommen, in denen auch die Löhne höher sind, von größerer Bedeutung. Zweitens hat dies Auswirkungen auf die internationale Arbeitsteilung: Der stärkere Rückgang der Produktionskosten in Ländern mit hohem Einkommen verringert die Anreize für Offshoring und könnte umgekehrt zu einem roboterinduzierten On-Shoring-Effekt führen: Da Roboter Aufgaben ersetzen können, die zuvor ins Ausland verlagert wurden, führt dies zu einer Verlagerung von Produktionsaktivitäten. Faber (2020) schätzt zum Beispiel, dass 5 % der US-Roboter in erster Linie mit Arbeitnehmern in Mexiko konkurrieren, einem traditionellen Offshoring-Standort der USA.

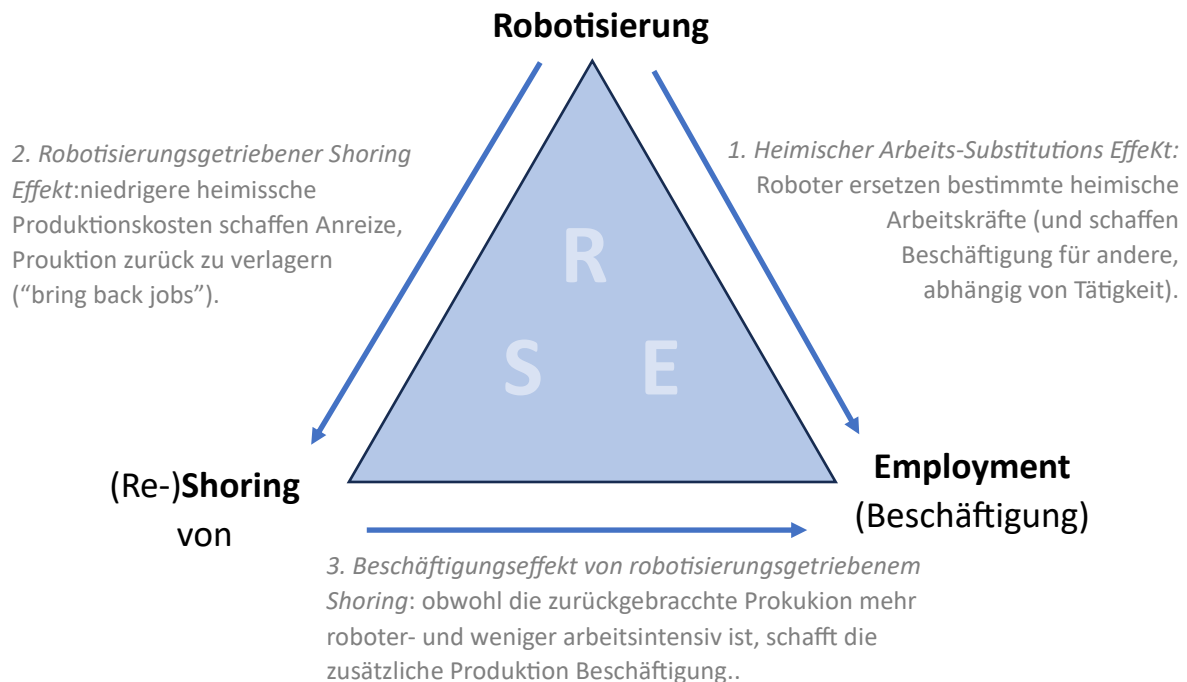
Doch wie alternativlos sind derartige Wechselwirkungen zwischen Technologie, Produktionsverlagerungen und Beschäftigung? Abbildung 1 mag hilfreich sein, große Zusammenhänge und Trends in der globalen Wirtschaft zu beschreiben, aber heißt das, dass Politik keine Rolle spielt? Dass das Credo gilt: „There is no alternative?“

In diesem Beitrag gehe ich der Frage nach, wie unterschiedlich einzelne Entwicklungen und Beziehungen im beschriebenen Dreieck zwischen Robotisierung, Shoring, und Beschäftigung zwischen Ländern sind. Sind diese ähnlich und erklären sie einen Großteil länderspezifischer Beschäftigungsentwicklung, so scheint es wenig Alternativen zu ihnen zu geben. Gibt es hingegen

¹ Obwohl sich der Diskurs verstärkt auf KI konzentriert, wird insbesondere Robotisierung empirisch erforscht weil die Datenlage dazu besser ist und sich Auswirkungen über einen längeren Zeitraum beobachten lassen.

länderspezifische Heterogenitäten und Bestimmungsfaktoren, spricht dies für einen größeren politischen Spielraum. Meine Ergebnisse, basierend auf Daten von 15 Fertigungsindustrien in 35 Ländern über den Zeitraum Mitte der 2000er bis 2010er Jahre zeigen stark unterschiedliche Robotisierungstrends und Shoring-Entwicklungen und Heterogenität wie diese mit Beschäftigung zusammenwirken.

Abbildung 1: Die RSE Dreiecksbeziehung



Datengrundlagen

Ich verwende die in Wacker und Dijkstra (2024) näher beschriebenen Daten. Diese umfassen 15 Fertigungsindustrien (ISIC Rev.4) in 35 Ländern. Konkret werden langfristige Veränderungen zwischen den Durchschnitten 2014-2018 und 2004-2008 für folgende Variable untersucht:

- **Beschäftigung:** OECD TiM.
- **Robotisierung:** basierend auf Daten der International Federation of Robotics. Wie in Graetz und Michaels (2018) und de Vries et al. (2020) verwenden ich die Permanent Inventory Method, um den Roboterbestand aus den gemeldeten Lieferungen zu ermitteln, wobei eine Abschreibungsrate von 10 % angenommen wird. Dieser Roboterbestand wird durch Tausende von Beschäftigten im jeweiligen Sektor (aus OECD TiM, siehe oben) geteilt, um die „Roboterdichte“ zu ermitteln. Die Verwendung von rohen oder logarithmischen Veränderungen dieser Roboterdichte ist nicht empfehlenswert, da die Ausgangswerte Mitte der 2000er Jahre sehr niedrig (oder Null) waren. Ich folge daher den oben zitierten Studien und konstruiere Perzentile der (beschäftigungsgewichteten) Veränderungen.
- **Reshoring** ist auf makroökonomischer Ebene schwierig zu messen. Ich folge im Kern einer auf Krenz und Strulik (2021) beruhenden und von Wacker und Dijkstra (2024) weiterentwickelten Idee, wonach sich die Produktionskette einer Industrie in heimische Wertschöpfung sowie (direkte) heimische und ausländische Inputs aufteilen lässt. Nimmt der heimische Anteil (Wertschöpfung und heimische Inputs) an der Produktion zu, so kann dies unter gewissen

Annahmen als Reshoring interpretiert werden. Treffender scheint es mir, von diesem Anteil als **Onshore-Intensität** zu sprechen.

Methodik

Neben einer rein deskriptiven Analyse von Trends wird der Zusammenhang der in Abbildung 1 dargestellten und in vorheriger Sektion beschriebenen Variablen mithilfe einer "first-difference" Regression analysiert:

$$\Delta Y_{ci} = \beta_1 \Delta X_{ci} + \delta_c + \varepsilon_{ci}, \quad (1)$$

wobei Y und X verschiedene Kombinationen aus der Dreiecksbeziehung in Abbildung 1 sein können und i bzw. c Industrien bzw. Länder indexieren. Um beispielsweise den Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Robotern in dieser Konstellation zu untersuchen (rechte Seite in Abb. 1), ersetzen wir Y durch Beschäftigung (EMPN) und X durch Roboterintensität, wodurch Gleichung (1) zur gleichen Spezifikation wie in Graetz und Michaels (2018) und de Vries et al. (2020) führt:

$$\Delta \ln(\text{EMPN})_{ci} = \beta_1 \Delta \text{Robot intensity}_{ci} + \delta_c + \varepsilon_{ci}, \quad (2)$$

Ähnlich wie in diesen früheren Studien und im Einklang mit dem Ziel, die Folgen von Automatisierung und Produktionsverlagerung für den Faktor Arbeit abzuleiten, verwenden wir einen Ansatz der gewichteten kleinsten Quadrate (WLS), bei dem Industrien anhand ihrer ursprünglichen Beschäftigungsanteile innerhalb jedes Landes gewichtet werden (jedoch werden alle Länder in der Analyse gleich gewichtet). Da es sich um eine 'first-difference' Gleichung handelt, wurden systematische Niveauunterschiede in Y und X über Länder und deren Industrien („fixed effects“) ausdifferenziert. Der länderspezifische fixed effect δ_c modelliert in dieser Spezifikation einen linearen länderspezifischen Trend der jeweiligen Y Variable. Damit sind bereits zahlreiche Länderheterogenitäten im Modell ausgeblendet.

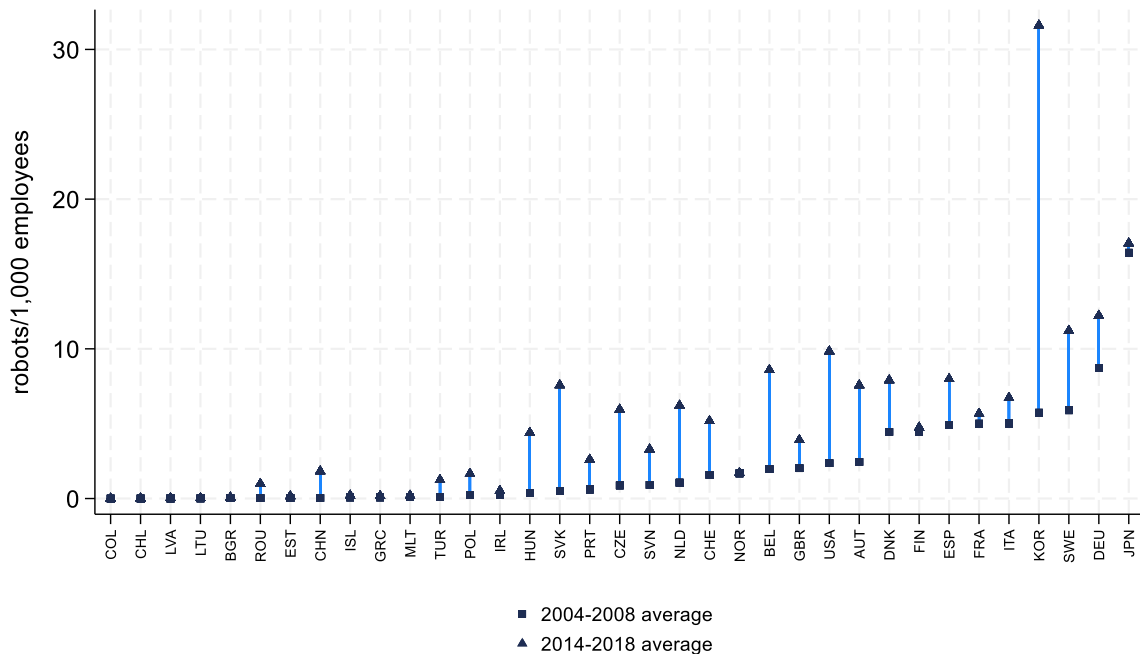
Zur Untersuchung verbleibender Länderspezifika und -heterogenitäten erweitere ich Gleichung (1) mit einem länderspezifischen Parameter β_{1c} (zu beachten ist hier der länderspezifische Subindex):

$$\Delta Y_{ci} = \beta_{1c} \Delta X_{ci} + \delta_c + \varepsilon_{ci}, \quad (3)$$

Ergebnisse

Auffallend ist zunächst, dass es starke Länderspezifika in den Nivaus und Trends von Robotisierung und Onshore-Intensität gibt. Abbildung 2 verdeutlicht starke Unterschiede in den Ausgangsniveaus von Roboterichte in der Fertigungsindustrie Mitte der 2000er Jahre. Im darauffolgenden Jahrzehnt gab es einige deutliche Verschiebungen, unter denen v.a. Korea(KOR) heraussticht und Aufholprozesse von USA, Belgien, und mehreren CEECs, aber auch Österreich, auffällig sind. Die Abbildung macht es schwierig, Robotisierung als global festgelegten, alternativlosen Prozess anzusehen. Natürlich beeinflussen zugrundeliegende Faktoren das Robotisierungsniveau (z.B. weisen Länder mit höherer Roboterichte tendenziell ältere Bevölkerungen und höhere Einkommensniveaus aus), bestimmen sie aber nicht eindeutig.

Abbildung 2: Länderspezifische Robotisierung und ihre Entwicklung

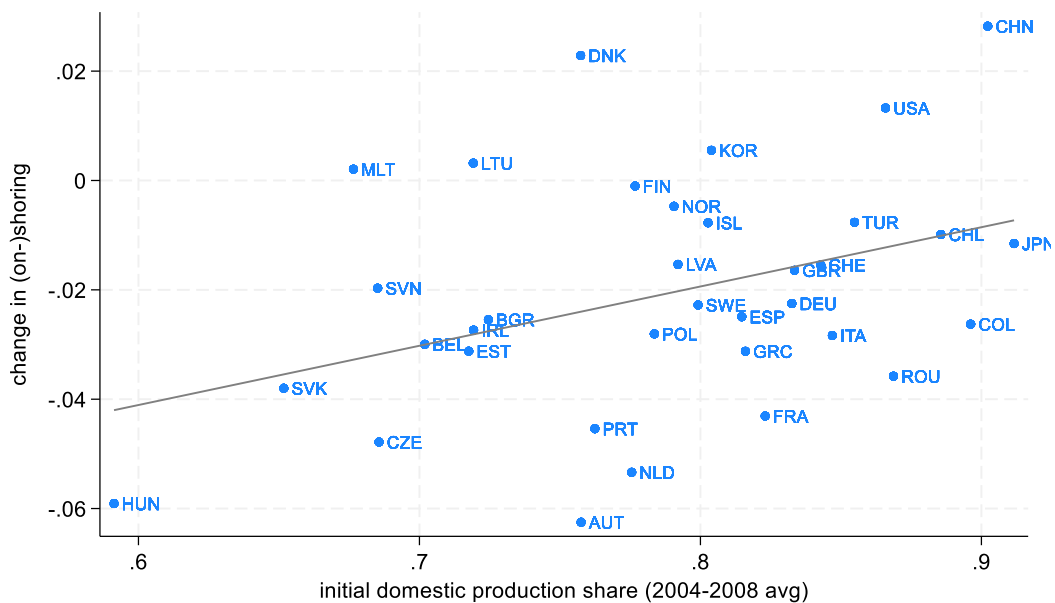


Ähnliches gilt für die On-Shore Produktionsintensität, deren Niveau Mitte der 2000er Jahre auf der horizontalen Achse von Abbildung 3 dargestellt ist, während Veränderungen dieser Intensität in den darauffolgenden 10 Jahren auf der vertikalen Achse dargestellt sind. Wie zu erwarten,² greifen große Volkswirtschaften wie China (CHN) oder USA weniger auf ausländische Inputs zurück und befinden sich daher in Abb. 3 weiter rechts. Ca. 90% der Produktion dieser Länder basiert auf (direkter und input-basierter) heimischer Wertschöpfung.³ Kleinere Länder haben weniger Möglichkeit, interne Arbeitsteilung auszunutzen und sind daher stärker auf ausländische Zulieferung im Rahmen internationaler Wertschöpfungsketten angewiesen. Malta (MLT), Slowenien (SVN), Slowakische (SVK) bzw. Tschechische (CZE) Republik oder Ungarn (HUN) befinden sich entsprechend weiter links in Abb. 3. Es zeigen sich aber auch hier zahlreiche Länderspezifika. ZB befinden sich einige kleinere Länder wie Chile (CHL) oder Kolumbien (COL) auffällig rechts. Auch die vertikal abgetragenen Trends des folgenden Jahrzehnts sind sehr unterschiedlich. In China, USA und Dänemark (DNK) hat die Onshore-Intensität beispielsweise etwa 2 Prozentpunkte zugenommen, was tendenziell Prozesse von Reshoring nahelegt. In Ungarn und Österreich (AUT) haben sich Produktionsprozesse hingegen eher internationalisiert. Insgesamt zeigt sich ein leichter Trend, dass die Ausdifferenzierung von Onshore-Intensität zunimmt: je mehr ein Land schon Mitte der 2000er heimisch zur Produktion beigetragen hat, desto mehr Onshoring findet tendenziell in den nächsten 10 Jahren statt (und umgekehrt). Dies ist durch die ansteigende Linie in Abb. 3 beschrieben. Allerdings zeigt sich auch hier eine starke länderspezifische Streuung, die schwer durch „exogene Notwendigkeiten“ ökonomischer, geografischer, oder demografischer Natur erklärt werden kann.

² ZB aufgrund des „Gravity“-Ansatzes.

³ Diese Formulierung ist nicht ganz korrekt, weil heimische Inputs auch ausländische Wertschöpfung beinhalten während ausländische Inputs heimische Inputs beinhalten. Dies müsste mit einem Input-Output-Modell herausgerechnet werden.

Abbildung 3: Länderspezifische On-Shore Intensität und ihre Entwicklung



Wie hängen diese Trends nun untereinander und mit Beschäftigung zusammen? Tabelle 1 zeigt die Regressionsschätzungen von Gleichung (1). ZB zeigt Spalte (1) von Tab. 1 die Regression von Beschäftigungsentwicklungen auf Änderungen der Robotisierungsdichte (vgl. Gleichung (2)). Was in der gesamten Tabelle 1 auffällt ist v.a. das enorm niedrige Bestimmtheitsmaß (R-squared). Zwar ist der Koeffizient in Spalte (1) zwar ökonomisch relativ bedeutend (wenngleich statistisch unpräzise), es lässt sich aber erkennen, dass Änderungen der Robotisierungsdichte lediglich 2.9% der Variation in Beschäftigungsentwicklungen erklären können. Dieses Ergebnis ist im wesentlichen mit de Vries et al. (2020) konsistent. Allgemeine länderspezifische ‘fixed effects’ erklären hingegen etwa 30% dieser Variation (nicht dargestellt). Mit anderen Worten: es sind v.a. länderspezifische Effekte, welche die Beschäftigungsentwicklung in den Ländern treiben, nicht Entwicklungen in Robotisierung und Shoring.

Tabelle 1: Regressionsergebnisse für Gleichung (1)

	(1) $\Delta \ln(\text{EMP}N)$	(2) $\Delta \text{On-Shore Intensity}$	(3) $\Delta \ln(\text{EMP}N)$
$\Delta \text{Robotisierung}$	0.143 (0.09)	-0.006 (0.01)	
$\Delta \text{On-Shore Intensity}$			-0.276 (0.49)
(partial) r^2	0.029	0.002	0.003
N	509	509	509

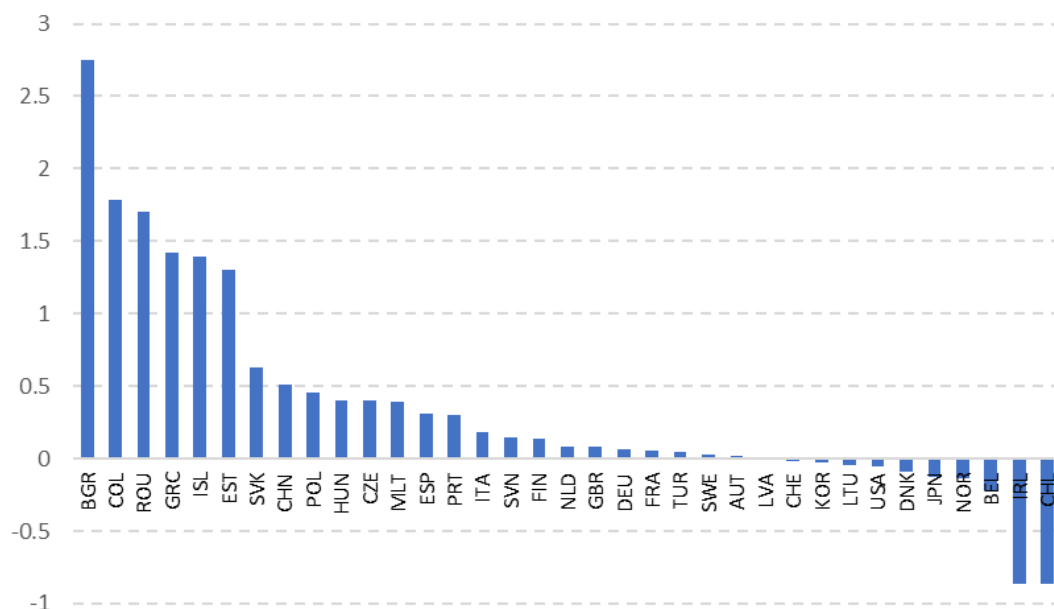
* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ (robust, two-way clustered)

In Spalten (2) und (3) ist der Erklärgehalt der erklärenden Variablen sogar noch geringer. Außerdem zeigt sich keinerlei Evidenz, dass Robotisierung die On-Shore Produktionsintensität erhöhen würde, oder letztere Beschäftigung generieren würde – eher das Gegenteil scheint der Fall (bei statistisch unpräzise geschätzten Koeffizienten). Daraus ergibt sich, dass die Dreiecksbeziehung zwischen

Robotisierung, Shoring, und Beschäftigung in Abbildung 1 zwar konzeptionell sinnvoll sein mag, Beschäftigungs- und Produktionsverlagerungsentwicklungen aber zahlreiche andere Bestimmungsfaktoren haben.

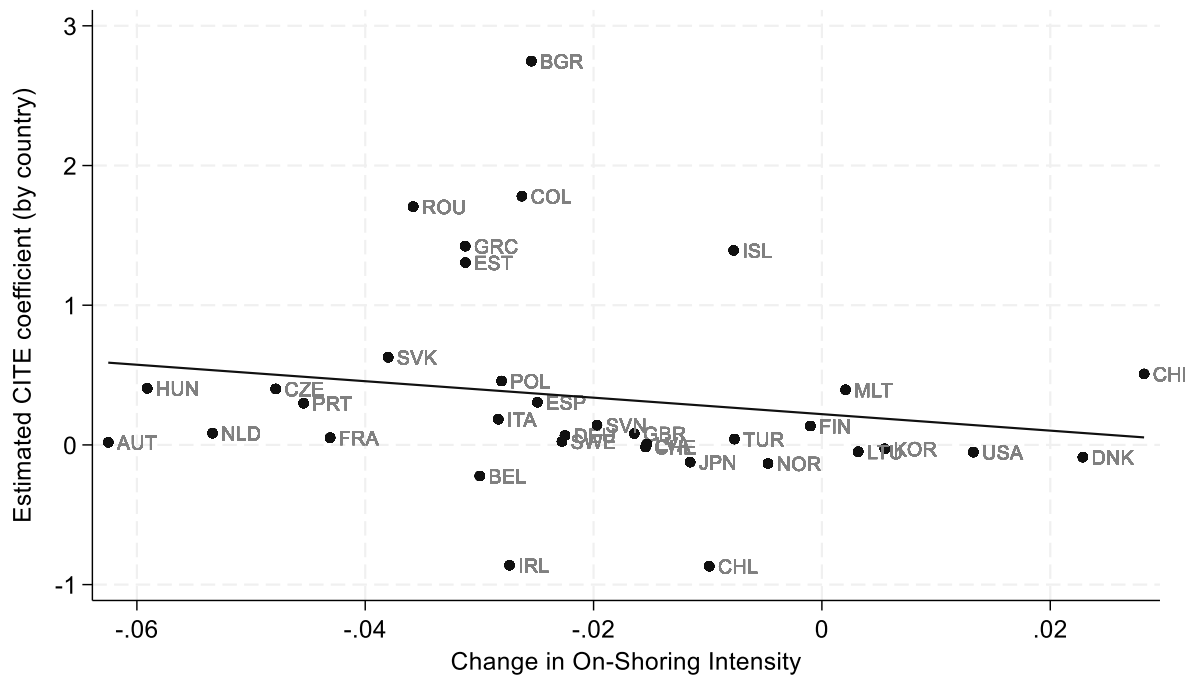
Heißt das, dass beispielsweise technologische Entwicklungen wie Robotisierung keine Rolle spielen? Nicht zwangsläufig; diese Rolle kann jedoch stark kontext- oder länderspezifisch sein. Dieser Idee kann mit Schätzung der Gleichung (3) nachgegangen werden. In Abbildung 4 habe ich dann die länderspezifischen Parameter β_{1c} einer Regression von Beschäftigungsentwicklung auf Robotisierung aufgetragen. Es zeigen sich dabei eklatante Unterschiede: in Ländern wie Bulgarien, Kolumbien, oder Rumänien scheinen Sektoren mit stärkerer Robotisierung auch ein deutlich stärkeres Beschäftigungswachstum zu verzeichnen. In Ländern wie Irland oder Chile zeigt sich ein stark gegensätzliches Bild. Die länderspezifischen Koeffizienten scheinen für Länder mit niedrigerem Pro-Kopf Einkommensniveau etwas ausgeprägter (was ich in laufender Forschung näher untersuche), starke Länderspezifika stechen aber dennoch hervor.

Abbildung 4: Länderspezifische Koeffizienten für Regression (1) in Tab. 1



Spielt Produktionsverlagerung in Zusammenhang zwischen Robotisierung und Beschäftigung eine Rolle? Manche Studien legen nahe, dass Robotisierung vormals ausgelagerte „Jobs zurückbringen“ könnte (siehe Abb. 1 und Diskussion dort sowie Krenz et al., 2021, Faber, 2020). Wenn, dann sollten v.a. Länder von Robosierung profitieren, die gleichzeitig On-Shoring erleben. Abbildung 5 legt jedoch das Gegenteil nahe. Auf der vertikalen Achse sind hier wiederum die länderspezifischen Koeffizienten für die Regressionsgleichung von Beschäftigung auf Robotisierung dargestellt (wie in Abb. 4). Diese sind dann gegen die Veränderung der On-Shoring Intensität auf der horizontalen Achse abgetragen (vgl. Abb. 3). Wir sehen dass der Zusammenhang zwischen Robotisierung und Beschäftigung tendenziell in Ländern positiver ausgeprägt ist, deren On-Shore Intensität abgenommen hat. Auch hier sticht aber v.a. hervor, dass die Regressionslinie sehr wenig Variation zwischen Ländern erklärt.

Abbildung 5: Korrelation zwischen Robotisierung und Beschäftigung vs. On-Shoring



Was treibt diese unterschiedlichen, länderspezifischen Entwicklungen?

An dieser Stelle soll hier nur kurz spekuliert werden. Die Frage könnte im Track besprochen werden. Empirische Befunde zu Bestimmungsfaktoren von Robotisierung sind eher dünn. Lohnniveaus oder arbeitsrechtliche Regulierung könnten wirtschaftliche Gründe sein, oder unterschiedliche Strukturen der Arbeitsmärkte (z.B. hinsichtlich Frauenbeschäftigung, Demografie, Branchenstruktur). Fernández-Marcías et al. (2021) finden, dass manche dieser Faktoren unterschiedliche Robotisierungstrends miterklären können, allerdings ist auch in deren Studie das Bestimmtheitsmaß mit 0.12-0.15 extrem niedrig (siehe Table 2 in deren Studie). Kulturelle Einstellungen könnten einen weiteren Erkläransatz bieten (z.B. Turja et al., 2020).

Ein alternativer Erkläransatz wäre, dass der wirtschaftliche Anreiz (oder Druck) zur Robotisierung generell eher gering ist. Wenn wir davon ausgehen, dass Kapital und Arbeit starke Komplementaritäten in der Produktion aufweisen, wofür es starke Evidenz gibt,⁴ dann müssten reiche, kapitalintensive Länder v.a. in Technologien investieren, welche (schlecht ausgebildete) Arbeit produktiver macht, da diese der relativ beschränkte Faktor in diesen Ländern ist. Roboter ersetzen diese Arbeit aber vor allem, anstatt sie produktiver zu machen. Der starke Robotisierungsschub in alternden Gesellschaften (Japan, Deutschland, Korea), denen „die Arbeiter ausgehen“ (und nicht die Arbeit), würde mit diesem Erkläransatz in Einklang stehen. Die limitierte wirtschaftliche Rentabilität würde auch ein hohes Maß an länderspezifischer Heterogenität zulassen.

Interessant wäre aber v.a. bessere empirische Evidenz über die Auswirkungen politischer Entscheidungen auf Robotisierung. Implizieren die dargestellten Länderunterschiede, dass der Politik weitreichende Handlungsalternativen zur Verfügung stehen? Wie können diese aussehen und genutzt

⁴ Siehe z.B. Gechert et al. (2022).

werden? Derartige Fragen könnten im Track diskutiert werden, wobei ich vorschlage, diese Anhand von drei gesonderten Feldern zu beleuchten:

1. *Industrie-, Technologie-, und Innovationspolitik*: schaffen diese Anreize, in Robotisierung zu investieren? (Inkl. steuerliche Vorteile)
2. *Industrielle und Arbeitsbeziehungen*: verlangsamen z.B. ausgeprägt korporatistische Systeme Technologieadaption?⁵
3. *Sozialstaatliche Aspekte*: diese könnten einerseits unterschiedliche Robotisierungsdichten erklären. Z.B. könnten hohe Sozialabgaben einen Anreiz für Robotisierung darstellen. Oder aktive Arbeitsmarktmaßnahmen zur Um- und Weiterbildung die Adaption erhöhen. Ferner wäre es interessant, wie unterschiedliche (Wohlfahrts-)Staaten mit technologiebezogener Arbeitslosigkeit umgehen.

Es stellt sich insbesondere die Frage, wie diese Felder zusammenwirken und welche Ziele aus progressiver Sicht verfolgt werden sollen (Beispielhaft: sollen bestehende Arbeitsplätze geschützt werden? Oder wird eine produktivitätsorientierte Beschäftigungsdynamik angestrebt? Wie müssen die oben erwähnten drei Politikfelder auf diese Ziele abgestimmt werden? Wie spielen Eigentumsfragen in diese Diskussion? [Wenn Roboter „uns allen“ gehören, werden wir deren Einführung nicht verhindern wollen]).

Nächste Herausforderung Künstliche Intelligenz?

Was bedeuten die Ergebnisse über den Zusammenhang von Robotisierung und Beschäftigung für den aktuellen Diskurs zu Künstlicher Intelligenz (KI)? Diese stellt eine fundamental andere Kategorie technologischen Wandels dar:

1. Ist sie, zumindest in manchen Formen, deutlich weniger kapital- bzw. investitionsintensiv. Während Robotisierung eine folgenschwere betriebswirtschaftliche Investitionsentscheidung ist, kann KI von Firmen wie ArbeitnehmerInnen in Sekundenschnelle angewendet werden.
2. Handelt es sich bei KI tatsächlich um eine Technologie welche (mittel bis gut ausgebildete) Arbeit produktiver macht – wenn dies in der Produktion Kapital komplementiert wären starke Produktivitätssprünge in den reichsten Ländern zu erwarten.
3. Diese Produktivitätssprünge müssen aber nicht zwangsläufig zu negativen Beschäftigungseffekten führen. Folgt man der Logik dass Kapital und Arbeit stark komplementär produzieren und Arbeit in reichen Ländern der relativ beschränkte Produktionsfaktor ist, gibt es keinen Grund, dass uns mit KI die Arbeit ausgeht. Dies soll jedoch nicht heißen, dass nicht gewisse Berufsfelder wegfallen oder unter Druck geraten werden (zB einfaches Coding im IT-Bereich, Erstellen einfacher Fotografien für Illustrationszwecke, SprecherInnen von Texten im niedrigeren Qualitätssegment)

Jedoch darf auch in diesem Bereich erwartet werden, dass es stark länderspezifische Unterschiede in Einführung/Adaption und Beschäftigungseffekten geben wird. Unterschiede in unternehmerischer Betriebsstruktur, Wandlungsfreude und Technologieoffenheit, digitale Fähigkeiten und Offenheit der ArbeitnehmerInnen, und öffentliche IT Infrastruktur werden unterschiedliche Effekte nach sich ziehen.

⁵ Mögliche Datengrundlage für weiterführende Analysen: Eurofound (2023).

Schlussbetrachtung

In diesem Beitrag habe ich starke länderspezifische Unterschiede in der Adaption von Robotern, der internationalen Verlagerung von Produktionsschritten, deren Wechselbeziehung, sowie deren Effekt auf Beschäftigung dargestellt. Ohne zu bezweifeln, dass technologischer Wandel und (De-)Globalisierung starke Auswirkungen auf Beschäftigung haben können, scheinen diese sehr kontext- und länderspezifisch. Das sollte uns hinsichtlich der politischen Gestaltungsmöglichkeiten von Alternativen Entwicklungen vorsichtig optimistisch stimmen.

Literatur

Galle, S. and L. Lorentzen (2024): "The unequal effects of trade and automation across local labor markets." *Journal of International Economics* 150: 103912.

Dijkstra, H. and E. Dietzenbacher (2024): Are changes in US employment mostly driven by production technology or trade? A structural decomposition analysis. Paper presented at the 30th IIOA Conference in Santiago de Chile.

Eurofound (2023). *Measuring key dimensions of industrial relations and industrial democracy (2023 update)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Faber, M. (2020). Robots and reshoring: Evidence from Mexican local labor markets. *Journal of International Economics* 127: 103384.

Fernández-Macías Enrique, David Klenert, and José-Ignacio Antón (2021). Not so disruptive yet? Characteristics, distribution and determinants of robots in Europe. *Structural Change and Economic Dynamics* 58: 76-89.

Gechert, S., Havránek, T., Irsova, Z., Kolcunova, D. (2022). Measuring Capital-Labor Substitution: The Importance of Method Choices and Publication Bias. *Review of Economic Dynamics* 45: 55-82.

Graetz, G. and Michaels, G. (2018). Robots at work. *Review of Economics and Statistics*, 100(5), pp.753- 768.

Krenz, Astrid, Klaus Prettnner, and Holger Strulik (2021): "Robots, reshoring, and the lot of low-skilled workers." *European Economic Review* 136(C): 103744.

Krenz, Astrid and Holger Strulik (2021): "Quantifying reshoring at the macro-level—Measurement and applications." *Growth and Change* 52(3): 1200-1229.

Krenz, Astrid, Klaus Prettnner, and Holger Strulik (2021): "Robots, reshoring, and the lot of low-skilled workers." *European Economic Review* 136(C): 103744.

Reijnders, L.S.M. and G. de Vries (2018): "Technology, offshoring and the rise of non-routine jobs." *Journal of Development Economics* 135: 412-432.

Turja, Tuuli, Sakari Taipale, Markus Kaakinen & Atte Oksanen (2020). Care Workers' Readiness for Robotization: Identifying Psychological and Socio-Demographic Determinants. *International Journal of Social Robotics* 12: 79-90.

Wacker, K.M. and H. Dijkstra (2024): Reshoring opportunities through robotization: effects on employment and its composition. Horizon Europe Twin Seeds Deliverable D3.5.

Appendix

