

Saam, Marianne et al.

## Proceedings

# Wachstum und wirtschaftliche Entwicklung: Festschrift zu Ehren von Rainer Klump

*Suggested Citation:* Saam, Marianne et al. (2025) : Wachstum und wirtschaftliche Entwicklung: Festschrift zu Ehren von Rainer Klump, ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/324883>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

---

# Wachstum und wirtschaftliche Entwicklung: Festschrift zu Ehren von Rainer Klump

September 2025

Marianne Saam (Hrsg.), ZBW – Leibniz - Informationszentrum Wirtschaft  
und Universität Hamburg, [m.saam@zbw.eu](mailto:m.saam@zbw.eu)

Anne Jurkat, International Federation of Robotics (IFR), Frankfurt am Main,  
[aj@ifr.org](mailto:aj@ifr.org)

Sebastian Krautheim, Universität Passau und CESifo, München,  
[sebastian.krautheim@uni-passau.de](mailto:sebastian.krautheim@uni-passau.de)

Lars Pilz, Goethe-Universität, Frankfurt am Main, [lpilz@wiwi.uni-frankfurt.de](mailto:lpilz@wiwi.uni-frankfurt.de)

Manfred Plagens, Stadt Würzburg, [manfred.plagens@stadt.wuerzburg.de](mailto:manfred.plagens@stadt.wuerzburg.de)

Martin Skala, Hochschule Osnabrück, [M.Skala@hs-osnabrueck.de](mailto:M.Skala@hs-osnabrueck.de)



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort: Über den Begriff der Festschrift (Marianne Saam).....	4
Leonhard Fronsperger: Der Entdecker des Homo oeconomicus (Lars Pilz).....	8
„Unsichtbare Strahlen – Sichtbare Ordnung“: Eine wirtschaftsphilosophische Reflexion zur Entdeckung der Röntgenstrahlen und ihrer gesellschaftlichen Bedeutung (Manfred Plagens).....	14
Wachstum durch Gelddruck? Über die Katze, die gleichzeitig lebt und tot ist – Eine Synthese (Martin Skala).....	24
Die Substitutionselastizität: Konstante meiner Forschung bis heute (Marianne Saam)	37
Inspirierte Theorie: Wie Rainer Klump meine Sicht auf ökonomische Modelle prägte (Sebastian Krautheim).....	43
O Brave New World that has such Robots in it -Tracking the Rise of the Service Robot (Anne Jurkat).....	45

## Vorwort: Über den Begriff der Festschrift

Rainer Klump blickt im Jahr 2025 auf mehr als 40 Jahre beruflichen Wirkens an der Universität zurück. Er verfolgt seine Laufbahn in der Wissenschaft, die er 1983 als Doktorand in Nürnberg begann, seit Herbst 2024 als pensionierter Forschungsprofessor an der Goethe-Universität weiter. Diesen Anlässen widmen einige seiner ehemaligen Schülerinnen, Schüler, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine kleine Sammlung von Beiträgen, die seinen Einfluss auf ihr wissenschaftliches, historisches und ökonomisches Denken widerspiegeln.

Wie nennen wir diese Sammlung und wie kommt uns diese Idee? „Festschrift“ ist ein Begriff mit langer akademischer Tradition, der als deutsches Wort bisweilen sogar im Englischen verwendet wurde. Erste Recherchen verweisen auf Werke im Umfang von 300 bis 700 gedruckten Seiten, die von langer Hand mit Wissen des Jubilars vorbereitet scheinen, vielleicht auch verbunden mit wissenschaftlichen Symposien, auf denen entsprechende Vorträge gehalten wurden. Dies passt nicht zu unserem Kreis, zum Rahmen, in dem wir Rainer im September 2025 begegnen, und zum wissenschaftlichen Publikationsbetrieb in der Volkswirtschaftslehre, wie er sich in den letzten Jahrzehnten durchgesetzt hat.

Weitere bibliographische Nachforschungen im wirtschaftswissenschaftlichen Rechercheportal EconBiz ([www.econbiz.de](http://www.econbiz.de)) ergeben, dass der Anteil der Publikationen, die mit dem Suchwort „Festschrift“ dort zu finden sind, im Zeitablauf deutlich gesunken ist. Sind es unter den Publikationen der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts noch 0,57 Prozent und in der zweiten Hälfte 0,41 Prozent, verzeichnen wir zwischen dem Zeitraum

---

2001 bis 2010 und dem Zeitraum 2021 bis September 2025 einen Rückgang von zunächst noch 0,26 Prozent auf jetzt noch 0,07 Prozent.<sup>1</sup>

Über die erstmalige Verwendung des Begriffs „Festschrift“ schreiben Hannapel und Fries (2020) in einer soziologischen Untersuchung: „Die erste Festschrift (...) galt weder einer Person noch einer Institution, sondern einer technologischen Innovation: Dem Buchdruck. Sie wurde 1640 von Gregor Ritsch mit dem Titel `JUBILÆUM YPOGRAPHORUM LIPSIENSIIUM: Oder Zweyhundert-Jähriges Buchdrucker Jubel Felt' herausgegeben.“ Festschriften feierten zunächst Errungenschaften und Institutionen. Mehrere Autor:innen stellen innerhalb der Universitäten einen Wandel von der Feier der akademischen Gemeinschaft hin zur Feier des individuellen Wirkens fest. Während einerseits Ende des 20. Jahrhunderts tradierte Vorstellungen herrschen, wie eine ideale Festschrift das persönliche Netzwerk des Jubilars<sup>2</sup> widerspiegelt, gilt das Publikationsformat gleichzeitig wohl schon damals als dysfunktional in der wissenschaftlichen Betriebsamkeit. Festschriftbeiträge erfahren von wenigen Ausnahmen abgesehen geringe wissenschaftliche Aufmerksamkeit. Metaphern für Festschriften beschwören unter anderem Gärten, Unkraut, Einhörner und bibliographische Gespenster herauf (Dimbath, 2020).

Vor diesem Hintergrund machen die Autor:innen des Sammelbands von Fries und Hannapel (2020) unterschiedliche, vermutlich mal mehr mal weniger ernstgemeinte, Vorschläge, die akademische Festschriftkultur weiterzuentwickeln: statt Festschriften lieber erfolgreiche DFG-Anträge schreiben (Albrecht, 2020) oder aber Entschleunigung ermöglichen und kritische Auseinandersetzungen mit dem Lebenswerk des Jubilars darbieten, auf die er dann reagieren darf (Fries und Hannapel, 2020) – womöglich als eine Art Disputation zum Übergang aus dem akademischen Leben vor der Pensionierung in den „Unruhestand“ (Reuter, 2020), der für Professor:innen charakteristisch scheint.

---

<sup>1</sup> Eine gewisse Unschärfe der Zahlen liegt darin, dass insbesondere vor 1950 zahlreiche Festschriften für außerakademische Institutionen enthalten sind, Unternehmen, Banken, Verbände usw. Außerdem wurde nicht zwischen deutschen und englischen Beiträgen unterschieden.

<sup>2</sup> Das Genus des Substantivs „Jubilar“ passt sich an unseren Jubilaren an.

---

Die Feier des Buchdrucks im Jahr 1640 als Beginn und das Zeitalter der sogenannten Künstlichen Intelligenz als vermeintliches Ende der Festschriften – das spricht aus meiner Sicht für eine Wiederaneignung des Begriffs in unserer Würdigung. Die Beiträge, die wir Rainer Klump widmen, umfassen ein noch längeres Zeitalter, vom 16. Jahrhundert (Lars Pilz über Leonhard Fronsperger) bis in die nähere Zukunft, in der es die wirtschaftliche Verbreitung und Auswirkung von Servicerobotern zu untersuchen gilt (Anne Jurkat). Geschichtlich dazwischen liegen Manfred Plagens' wirtschaftsphilosophischer Essay über die Entdeckung der Röntgenstrahlen und Texte von Sebastian Krautheim, Martin Skala und Marianne Saam über makroökonomische Modelle des 20. und 21. Jahrhunderts.

Die Funktion, die Vita des Jubilars für die Öffentlichkeit zu dokumentieren, kommt Festschriften heute nicht mehr zu. Für Leser:innen, die Rainer Klump noch nicht kennen und bis hierher gelesen haben, ohne das Internet zu konsultieren, sei aber erwähnt: Geboren 1957, studierte Rainer Klump in Mainz und Paris und promovierte und habilitierte in Erlangen-Nürnberg. Bereits 1992 war er Professor in Würzburg, nach einer Station in Ulm nahm er im Jahr 2000 den Ruf an die Goethe-Universität in Frankfurt am Main an. Er forscht zu Wirtschaftsgeschichte, Dogmengeschichte (insbesondere Ordoliberalismus), Institutionen in der Wirtschaft, Geldtheorie, Wachstumstheorie (insbesondere Faktorsubstitution) und wirtschaftlicher Entwicklung (insbesondere in Vietnam). Er bekleidete herausgehobene Ämter an Universitäten, darunter das eines Vizepräsidenten der Goethe-Universität Frankfurt am Main und des Rektors der Universität Luxemburg. Seit 2024 ist er Executive Director des House of Finance an der Goethe-Universität.

Unsere Schrift, die sich im weitesten Sinne mit Wachstum und wirtschaftlicher Entwicklung befasst, erhebt keinesfalls den Anspruch, Rainer Klumps Wirken in seiner ganzen Breite zu würdigen oder alle zu versammeln, die sich hierzu berufen fühlen könnten. Ich meine gleichwohl, dass sie in der Spannbreite der Beiträge, in den historischen, theoretischen, empirischen und persönlichen Gedankengängen etwas von dem vermittelt, was Rainer Klump uns mit auf den Weg gegeben hat: ein Forschen und Kommunizieren über disziplinäre und institutionelle Grenzen hinweg, Interesse und

---

Empathie für Andersdenkende, Netzwerken zwischen unterschiedlichsten Ideen, Personen und Institutionen, Freude an Traditionen ohne Muff, Humor und das Vergnügen des ungezwungenen Zusammenkommens.

Allen Autor:innen herzlichen Dank für ihre Beiträge und Heike Henningsen für das Korrekturlesen und die Hilfe beim Editieren.

Hamburg, im September 2025

Marianne Saam

## Literatur

Albrecht, C. (2020). Über den Unsinn, Festschriftbeiträge zu verfassen, in: Hannappel/Fries (Hrsg.), 2020. *Die Freunde der italienischen Oper. Eine kleine Soziologie der Festschrift*. Wiesbaden. Springer VS, 221 – 240.

Dimbarth, O. (2020). „Die Festschrift als wissenschaftliches Tributsystem. Überlegungen zur Soziologie der Festschrift aus der Perspektive einer Theorie der Gabe“, in: Hannappel/Fries (Hrsg.), a.a.O., 19 – 54.

Hannappel, M., & Fries, F. (2020). „Die Freunde der italienischen Oper. Einleitende Gedanken über eine Soziologie der Festschrift“, in: Hannappel/Fries (Hrsg.), a.a.O., 1 – 18.

Reuter, J. (2020). „Entlassungsurkunden, Festschriften, Emeritizimmer – Ein Streifzug durch die Welt der professoralen Ruheständler\*innen.“, in: Hannappel/Fries (Hrsg.), a.a.O., 151 – 172.

---

# **Leonhard Fronsperger: Der Entdecker des Homo oeconomicus**

*Lars Pilz, Goethe-Universität, Frankfurt am Main*

## **Der wilde Mann aus Ulm**

Fronsperger war kein Professor. Er war ein Mann der Armee und des Krieges. Er roch mehr nach Schießpulver als nach staubigen Büchern. Wenn er über Eigennutz sprach, dann tat er das nicht aus dem Elfenbeinturm heraus, sondern zwischen Feldlager und Burgschänke, ganz nahe am Objekt seiner beobachtenden Analyse. Und doch: In seinem Traktat nimmt er eine Perspektive ein, die man als prä-adam-smithisch bezeichnen könnte – ein Adjektiv, das vermutlich nur in wirtschaftshistorischen Stehkneipen verwendet wird, direkt neben dem Stammtisch der Merkantilismuskritiker.

In seinem Werk verteidigt Fronsperger den Eigennutz gegen seine damaligen Gegner – also im Grunde gegen die gesamte Moralthologie des ausgehenden Mittelalters, fast alle zeitgenössischen Philosophen und 100 Prozent aller religiösen Sittenregeln. Seine These: Wer aus Eigennutz handelt, handelt vernünftig. Und weil Vernunft gut ist, ist Eigennutz ebenfalls gut. Klingt logisch? Vielleicht. Klingt subversiv? Auf jeden Fall.

Er schreibt sinngemäß: „Der Mensch isst nicht, weil er anderen eine Freude machen will, sondern weil sein Magen knurrt.“ Heute würde man sagen: Fronsperger hat die Vesper als Urtrieb wirtschaftlichen Handelns identifiziert.

## **Die Begründung der Nationalökonomie, oder: Wie Fronsperger beinahe berühmt wurde**

Nun mag sich der moderne Ökonom fragen: Warum steht Fronsperger nicht in jedem VWL-Lehrbuch? Warum kennt jeder den Namen Hayek, aber kaum einer den von

Fronspurger, obwohl beide das Wort „Ordnung“ so lieben wie andere Leute ihre Kettensäge?

Die Antwort ist einfach: Fronspurger war seiner Zeit so weit voraus, dass es für seine Mitmenschen unerträglich gewesen sein muss. Seine Zeitgenossen dachten bei „Eigennutz“ noch an Habsucht, Gier oder eine andere der sieben Todsünden, also an den schnurgeraden Weg in die Hölle. Fronspurger hingegen dachte an funktionale Anreize, koordinierte Marktakteure, effiziente Allokation und allgemeinen Wohlstand – er hätte vermutlich auch noch „Pareto-optimal“ gesagt, wenn Vilfredo Pareto nicht gut 300 Jahre später geboren worden wäre.

Tatsächlich wurde Fronspurger von den späteren Nationalökonomien nicht vergessen – sondern einfach totgeschwiegen, was noch viel schlimmer ist. Adam Smith, der 1776 sein *Wealth of Nations* veröffentlichte, hatte seine Ausgabe *Von dem Lob deß Eigen Nutzen* in seiner Bibliothek so gut versteckt, dass der Band bis heute nicht gefunden werden konnte. Smith erwähnt seinen ökonomischen Taktgeber in seinen Büchern mit keinem Wort. Vielleicht sehr bewusst und voller Scham, wollte er doch von der Nachwelt nicht als Kopist des intellektuellen Eigentums anderer überführt werden. Die Verschleierung ist dem schottischen Nationalökonomien bis heute auch hervorragend gelungen, er hat die Lorbeeren der ökonomischen Theoriegeschichte geerntet, die eigentlich in den Versorgungsgängen der Ulmer Stadtbefestigung gewachsen waren. Begünstigt wurde Smiths gestohlener Ruhm wahrscheinlich auch, weil Fronspurgers Schreibstil weniger an die Seriosität einer schottischen Zollerklärung erinnerte als an einen Humpen Met nach einem Belagerungstag.

Aber, Fronspurgers Ideen lebten und leben weiter. Man stelle sich eine geheime Linie der Gedanken vor: Von Fronspurgers *Von dem Lob deß Eigen Nutzen* über Mandevilles *Fable of the Bees*, Smiths egoistischem Bäcker, der sein Brot nicht aus Menschenfreundlichkeit verkauft, bis hin zu Gordon Gekko aus *Wall Street*, der stolz verkündet: „Gier ist gut.“ Wenn man genau hinhört, flüstert irgendwo im Untergrund Fronspurger: „Habe ich doch gesagt!“

## Der Homo oeconomicus – Fronspergers unehelicher Sohn?

Was Fronsperger im Grunde skizzierte – mit Tinte, Schweiß und einigen Blutflecken – war die Grundfigur der modernen Ökonomie: der **Homo oeconomicus**, jenes seltsame Wesen, das rational, eigennützig und kalkulierend durch die Welt stapft wie ein Taschenrechner auf zwei Beinen.

Dieser Homo oeconomicus ist der Cousin des echten Menschen, nur ohne Emotionen, Skrupel oder Hang zur Modelleisenbahn. Er lebt in Berechnungen, denkt in Opportunitätskosten und träumt von Angebot und Nachfrage. Und während Adam Smith ihn salonfähig machte, war es doch Fronsperger, der ihn erstmals portraitierte und eine Lebensrechtfertigung gab.

Natürlich: Fronspergers Homo oeconomicus war rauer, bodenständiger, vielleicht sogar mit einer gewissen Neigung zur unvernünftigen Völlerei. Aber er hatte einen klaren moralischen Kompass: **Mein Vorteil ist dein Vorteil – wenn du klug genug bist, mitzuziehen**. In gewisser Weise war Fronsperger der erste Behavioral Economist mit Sinn für militärische und weltpolitische Effizienz, stellte er doch als erster Friedensforscher fest, dass auch Nationen friedlicher miteinander auskommen, wenn sie zum gegenseitigen Nutzen miteinander Handel treiben, anstatt sich die Köpfe einzuschlagen – viele Grüße von David Ricardo.

## Vom Schlachtfeld zur Börse

Was wäre wohl geschehen, hätte man Fronsperger ernst genommen? Hätte man sein Werk zur Pflichtlektüre erhoben in allen Schulen und Schreibstuben, statt es zwischen Kirchenbann und Kräuterbüchlein verstauben zu lassen? Was wäre geschehen, wenn es sich auf der Frankfurter Buchmesse, gedruckt von Sigmund Feyerabend und verzeichnet im allerersten Messkatalog von Georg Willer zum Bestseller entwickelt hätte: ein zweites Narrenschiff mit unzähligen Neuauflagen in den verschiedensten Sprachen Europas?

Vielleicht hätte sich die Geschichte der Nationalökonomie schneller entwickelt. Vielleicht hätte der Dreißigjährige Krieg nicht stattgefunden, weil man statt Religionsstreit einfach Kosten-Nutzen-Analysen angestellt und schnell bemerkt hätte, dass es sich nicht lohnt,

sich deswegen die Köpfe einzuschlagen. Vielleicht wären Fürsten nicht mehr wegen Ehrbeleidigungen ins Feld gezogen, sondern hätten um Preis-Leistungs-Verhältnisse gerungen. Oberdeutschland hätte den Niederlanden als Handelszentrum den Rang abgelaufen und würde heute unter Overtourism leiden.

Vielleicht gäbe es heute ein Fach namens „Fronspergonomik“, in dem man lernt, wie man mit wohlverstandenen Eigennutz die Welt rettet – oder wenigstens seine Steuererklärung optimiert.

### **Ein Denkmal aus Fußnoten**

Heute ist Fronsperger eine Fußnote der Geschichte der ökonomischen Theorie. Eine interessante, sicherlich. Eine charmante, unbedingt. Aber doch eine Fußnote. Das liegt auch daran, dass Ökonomen selten Humor haben. Und Fronsperger hatte Humor – der Mann war quasi der Monty Python des 16. Jahrhunderts, der bei der Frage nach der Höchstgeschwindigkeit einer unbeladenen Schwalbe sicherlich hätte klären wollen, warum diese unbeladen überhaupt losfliegt.

Doch in einer Zeit, in der der Markt alles regelt (außer die KI), in der Menschen freiwillig Excel-Tabellen führen, um ihre Kaffeekapsel-Ausgaben zu kontrollieren, und in der der Begriff „Selbstoptimierung“ als Lebensmotto dient – in dieser Situation ist es allerhöchste Zeit, Fronsperger wieder aus dem verstaubten Bücherregal zu holen.

Nicht nur, weil er den Eigennutz lobte. Sondern weil er ihn liebte, verteidigte, feierte – wie ein stiller Verehrer im Hintergrund, aber mit viel Enthusiasmus. Fronsperger sah, was heute selbstverständlich ist: Dass der Mensch selten aus Nächstenliebe handelt, aber oft im Ergebnis dennoch Gutes tut – weil sein Eigennutz ihn antreibt, sein Leben zu verbessern, wie ein perfekt eingestellter Thermomix.

### **Fazit: Fronsperger bleibt!**

Nein, Fronsperger hat den Wirtschaftsnobelpreis nie bekommen - aus dem einfachen Grund, weil es ihn zu seiner Zeit noch gar nicht gab. Aber sollte es je einen posthumen

Preis für ökonomische Weitsicht unter erschwerten Bedingungen (wie z. B. denjenigen des 16. Jahrhunderts) geben – Leonhard Fronsperger wäre ein heißer Anwärter.

Bis dahin bleibt er der Schutzpatron aller heimlichen Egoisten, der Patronus der Opportunisten, der heimliche Held aller, die ihren Hang zum Eigennutz nicht nur bekennen, sondern dabei auch noch schmunzeln.

## Literatur

Brant, S. (1494/2004). *Das Narrenschiff*, Tübingen.

Erasmus of Rotterdam (1509/1994). *Moriae Encomium / Praise of Folly*, New York.

Fronsperger, L. (1555). Fünff Bücher von Kriegß Regiment vnd Ordnung, Frankfurt am Main.

Hayek, F. A. (2003). *Der Weg zur Knechtschaft*, München.

Hobbes, T. (1651 /2010). *Leviathan. Or The Matter, Forme, & Power of a Commonwealth Ecclesiasticall and Civill*, New Haven.

Klump, R./Pilz, L. (2021). The Formation of a "Spirit of Capitalism" in Upper Germany: Leonhard Fronsperger's "On the Praise of Self-Interest", *Journal of the History of Economic Thought*, 43, 401 – 419.

— (2018). Durch Eigennutz zum Gemeinwohl: Individualisierung, Reformation und der « Geist des Kapitalismus », *Normative Orders Working Paper 1/2018*, Frankfurt am Main.

— (2018). Die Entdeckung des Egoismus, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 07.10.2018, Frankfurt am Main.

— (2021). By selfish behaviour to the common good: Leonhard Fronsperger's (1564) praise of self-interest as a decisive turn in the history of economic thought, *Journal of the History of Economic Thought*, Volume 43, Issue 3, 401 – 419.

— (2023). Leonhard Fronsperger's "Praise of Self-Interest" (1564): An Early Apology of the Market Economy, in: Rössner, P. R. und Reinert, E. S. (Hrsg.), *Fronsperger and Laffemas: 16th-century Precursors of Modern Economic Ideas*, London: Anthem.

— (2023). "Von dem Lob deß Eigen Nutzen" von 1564, *ORDO – Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft*, Oldenburg.

Luther, M. (1532/1962). Von weltlicher Obrigkeit, wie weit man ihr Gehorsam schuldig sei / Secular Authority: To What Extent It Should Be Obeyed, in: Luther, M., *Selections from his Writings*, New York, 363 – 402.

Machiavelli, N. (1513/2014), *Il Principe / The Prince*. New York. URL: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/senc/detail.action?docID=1807411>.

- 
- (1519-20/2002). *Dell'Arte della Guerra / The Art of War*, Chicago.
- Mandeville, B. (1723). *The Fable of the Bees or, Private Vices, Publick Benefits*, II Volumes, Oxford.
- Marshall, A. (1997). *Principles of Economics*, Amherst.
- Marx, K. (1984). *Das Kapital, III Bände*, Berlin.
- Pareto, V. (1955). *Allgemeine Soziologie*. Tübingen.
- Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. London.
- Smith, A. (1759/2002). *The Theory of Moral Sentiments*. Cambridge
- (1776/2000). *The Wealth of Nations*. Electric Book Company. URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/senc/detail.action?docID=3008435> .
- Weber, M. (1904-05/2009). *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus / The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*. New York/London: Routledge.
- Willer, G. (1564). *Novorum librorum, quos nundinae autumnales, Francoforti anno 1564. Celebratae, venales exhibuerunt, Catalogus*, Frankfurt am Main.

---

## **„Unsichtbare Strahlen – Sichtbare Ordnung“: Eine wirtschaftsphilosophische Reflexion zur Entdeckung der Röntgenstrahlen und ihrer gesellschaftlichen Bedeutung**

*Manfred Plagens, Fachabteilung Statistik, Stadt Würzburg*

### **Vorbemerkung**

Von 1992 bis 1997 war Rainer Klump als Professor für Volkswirtschaftslehre und Wirtschaftliche Entwicklung am Volkswirtschaftlichen Institut der Julius-Maximilians-Universität Würzburg tätig. In diesen Zeitraum fiel im Jahr 1995 die hundertjährige Entdeckung der "Röntgenstrahlen" durch Wilhelm Conrad Röntgen 1895 an der Würzburger Universität. Rainer Klump näherte sich Röntgens Entdeckung aus ökonomischer Sicht und schlug die Brücke zwischen der "neuen Art von Strahlen" und den "langen Wellen der wirtschaftlichen Entwicklung" im Sinne Kondratieffs (Klump, 1996). Weitergehend von Röntgens Entdeckung und erweiternd beschäftigte er sich im Jahr 2000 unter der Fragestellung "Ist das Gesundheitswesen in Deutschland ein "Nachfragemotor" für Fortschritte in der Medizintechnik?" im Sinne von Michael Porter mit den Beziehungen zwischen dem deutschen Gesundheitssystem und medizinisch-technischen Innovationen am Beispiel bildgebender Verfahren (Klump und Plagens, 2000).

Im Jahr 2026 steht ein weiteres Röntgen-Jubiläum bevor. 1901 – also vor fast 125 Jahren – erhielt Röntgen am 10. Dezember 1901 in Stockholm den ersten Nobelpreis für Physik verliehen, und zwar – wie es in der Begründung des Nobel-Komitees hieß – „als Anerkennung des außerordentlichen Verdienstes, den er sich durch die Entdeckung der nach ihm benannten Strahlen erworben hat“.

Die Motivation des Verfassers besteht darin, im vorliegenden Essay Wirken und (gesellschaftliche sowie soziale) Auswirkungen der Entdeckung der „X-Strahlen“ durch Wilhelm Conrad Röntgen mit den vielfältigen Publikationen Rainer Klumps zu verknüpfen und zu einigen weitergehenden Gedanken und Impulsen zu verdichten. Ausgehend von der Entdeckung der Röntgenstrahlen unternimmt dieser Beitrag daher den Versuch, eine wirtschaftsphilosophische Reflexion über das Spannungsverhältnis von individueller Erkenntnis und gesellschaftlicher Ordnung aufzuzeigen. In Anlehnung an zentrale Themen der Arbeiten von Rainer Klump – etwa die Rolle von Wissen, Institutionen und Entwicklung – wird gezeigt, wie wissenschaftliche Innovation bestehende Ordnungen herausfordert und neu formt.

### **1. Einleitung: Die Entdeckung der „X-Strahlen“ als Spiegel ökonomischer Weltbilder**

Als Wilhelm Conrad Röntgen im November 1895 eine bis dahin unbekannte Form elektromagnetischer Strahlung entdeckte, war kurz vor der Jahrhundertwende vom 19. Jahrhundert ins 20. Jahrhundert nicht nur die medizinische Diagnostik auf dem Weg in ein neues Zeitalter. Viel grundlegender markierte die Entdeckung der „X-Strahlen“ einen tiefergehenden Wandel in der Art und Weise, wie der Mensch seinen Körper, sich selbst und seine Rolle als Teil der Gesellschaft – im wahrsten Sinne des Wortes – „sieht“, „durchdringt“ und „versteht“.

Der erste Nobelpreis für Physik im Jahr 1901, verliehen an Röntgen, war in diesem Kontext ein „symbolischer Akt“. Er zeichnete nicht nur eine großartige und bahnbrechende wissenschaftliche Leistung aus, sondern institutionalisierte gleichzeitig eine neue Idee von Fortschritt: Erkenntnis ist spätestens ab diesem Zeitpunkt nicht mehr nur Selbstzweck, sondern ein öffentliches Gut mit weitreichenden ökonomischen und sozialen Implikationen und damit einem „moralischen Gehalt“. Auf eine wirtschaftsphilosophische Perspektive gehoben bedeutet dies: Technologie ist nie nur Mittel, sondern stets Ausdruck eines bestimmten Gesellschafts-, Welt- und Menschenbildes.

## 2. Innovation, Ordnung und Nutzen

Wissenschaftliche Innovationen wie die Röntgenstrahlung sind keine „reinen“ Entdeckungen. Sie verändern die gesellschaftliche Ordnung, weil sie neue Formen des Sehens, Verstehens und Bewertens ermöglichen. Was vorher im menschlichen Körper verborgen und quasi „unsichtbar“ war – wie der Knochenbruch oder die Veränderung von Organen durch Erkrankungen – wird sichtbar. Sichtbarkeit führt zum Handeln und erzeugt Handlung - und Handlung wiederum verändert Strukturen.

In der ökonomischen Theorie erscheint Innovation oft „nur“ als Produktivitätsfaktor, als technischer Fortschritt, als Variable im entsprechenden – oft kleinteilig verbesserten, adaptierten und erweiterten – Wachstumsmodell. Doch diese Sicht erscheint unzureichend. Innovation ist nie nur eine Modellvariable oder Bestandteil einer Funktion – sie ist immer auch die Manifestation einer Idee. Sie setzt ein bestimmtes Verhältnis von (erkenntnisleitendem) Mensch, Natur und Gesellschaft voraus und schafft damit – im wörtlichen Sinne – neue Ordnungen des Wissens, des Handelns und des Wertes.

In meinem Verständnis, in meiner Lesart hat Rainer Klump in seinen Arbeiten wiederholt betont, dass Innovation und ökonomische Entwicklung nicht nur rein mechanisch aus der Akkumulation von Kapital oder Wissen allein entsteht, sondern aus der vielfältigen Verflechtung und Interaktion mit institutionellen, sozialen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen. Innovation entfaltet demgemäß seine Wirkung erst dort, wo Gesellschaften bereit sind, ihre Ordnung sowie starre Muster und eingeübtes Vorgehen zu hinterfragen und zu durchbrechen, letztlich: zu lernen und sich selbst neu zu denken. Die Röntgenstrahlen sind ein solcher Moment: Sie zeigen, was vorher unsichtbar war – und fordern damit eine neue Ethik des Wissens und Handelns.

## 3. Die Röntgenstrahlung als Metapher

Die Röntgenstrahlung symbolisiert einen tiefgreifenden Wandel. Im Brennpunkt der Wende vom 19. Jahrhundert ins 20. Jahrhundert, am Kumulationspunkt von ökonomischer, politischer und sozialer „Zeitenwende“, tritt ein „neuer Mensch“ auf die Weltbühne: sichtbar, durchleuchtbar, optimierbar. Der menschliche Körper – zuvor von

außen unzugänglich – kann von nun an sehr detailreich vermessen, klassifiziert und analysiert werden. Diese Transparenz hat heterogene Folgen: Sie erzeugt neue Möglichkeiten, fordert aber auch gleichzeitig Verantwortung ein. Und sie ermöglicht im Extrem auch neue Formen der Kontrolle, sogar die totale Kontrolle des Individuums durch einen „Big Brother“, wie George Orwell es in seinem Roman „1984“ literarisch zuspitzt.

Auch aus wirtschaftsphilosophischer Perspektive ist dies kein harmloser Prozess: Die Sichtbarmachung des Körpers durch (medizinische) Technik ist gleichzeitig auch – und zwar noch viel präsenter, viel deutlicher – die allgemeine Sichtbarmachung des „ökonomischen Menschen“ (oder überspitzt formuliert: des „ökonomisch verwertbaren Menschen“) als Ressource, als Produktionsfaktor, als Kostenstelle. Die Grenze zwischen Heilung und Verwertung wird fließend. Der Mensch wird – im Sinne Michel Foucaults – zu einem „Körper in der Ordnung des Wissens“.

Auch hier hat Klump in seinen Schriften herausgestellt, dass wirtschaftliche Entwicklung nicht rein technokratisch zu denken ist, sondern als gesellschaftlich breit verankerter, akzeptierter und sozial eingebetteter Aushandlungsprozess zwischen Effizienz, Gerechtigkeit und Institutionen. Die Röntgentechnik als Musterbeispiel für eine Innovation forderte und fordert daher auch wirtschaftspolitisch eine Reflexion: Welche Formen von Wissen fördern (nicht nur wirtschaftliche, sondern auch politische, soziale, gesellschaftliche und sogar spirituelle) Autonomie? Welche dienen der Kontrolle? Und wie lässt sich in diesem Setting eine Wirtschaftspolitik gestalten, die wissenschaftlichen Fortschritt nicht nur nutzt, sondern auch kritisch-fördernd begleitet?

#### **4. Der Nobelpreis als Institution gesellschaftlicher Wertsetzung**

Der Nobelpreis an den Würzburger Universitätsprofessor und Forscher Wilhelm Conrad Röntgen war ein doppelter „Gründungsakt“ – nicht nur für die Nobel-Institution (die im Jahr 1901 erstmalig die Nobelpreise in Stockholm auf Vorschlag der „Königlich-Schwedischen Akademie der Wissenschaften [Kungliga Vetenskapsakademien]“ verlieh), sondern für eine neue, sichtbare und weltweit publizierte Form der öffentlichen Legitimation von Wissenschaft. Der vom schwedischen Chemiker und Erfinder Alfred Nobel gestiftete Preis verkörperte ein ökonomisches, aber auch gesellschaftliches

Versprechen: dass Wissenschaft in den Diensten der Menschheit steht und immer stehen sollte, dass Erkenntnis Wohlstand schafft.

Doch dieser Glaube ist nicht neutral. Er gründet auf einem bestimmten Verständnis von Nutzen, Fortschritt und gesellschaftlichem Ziel. Gesellschaftliche, politische, soziale und ökonomische Institutionen sind nicht nur reine „Rahmenbedingungen“ und „Leitplanken“, sondern Ausdruck kollektiver Werte. Übertragen auf den Nobelpreis bedeutet dies: Der Nobelpreis ist in dieser Perspektive nicht nur eine höchst renommierte Auszeichnung, sondern gleichsam performativer Akt: Er schafft Bedeutung, schafft Ordnung und schafft letztlich Orientierung.

Wirtschaftsphilosophisch betrachtet ist jede Form der Auszeichnung – sei es der Nobelpreis in der wissenschaftlichen „Champions League“ oder das einzelne Patent – ein Akt der Wertsetzung. Er entscheidet, was als nützlich, als fortschrittlich, als wachstumsfördernd gilt. Doch wer definiert diesen Nutzen? Wer bleibt hierbei außen vor? Diese Fragen sind zentral für eine kritische Wirtschaftspolitik, die sich ihrer normativen Grundlagen bewusst ist!

## **5. Wissen als Kapital: Eine wissensökonomische Erweiterung**

Ein weiterer Gedanke: Spätestens mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen begann ein Zeitalter, in dem Wissen in seinen vielgestaltigen Formen und Ausprägungen zunehmend zum entscheidenden Produktionsfaktor wurde. Die Röntgentechnik zeigt unter einem Brennglas, wie sich immaterielles Wissen – eine physikalische Entdeckung – in materielle Anwendungen, in technologische Infrastruktur und schließlich in wirtschaftliche Prozesse übersetzen lässt.

In der Beschäftigung mit der Wissensökonomie – ebenfalls einer der zentralen Perspektiven der Arbeiten von Rainer Klump – ist Wissen nicht nur Input, sondern selbst Ergebnis institutioneller Ordnungen. Es ist zugleich öffentliches Gut und ökonomisches Kapital. Der Zugang zu Wissen, seine Vermittlung, seine Nutzung – all das entscheidet weltweit umfassend über Entwicklungsdynamiken.

Die Röntgentechnik lässt sich daher auch als historisches Beispiel für eine „unsichtbare Infrastruktur“ des Wissens lesen. Sie zeigt einerseits: Wissen muss organisiert, vermittelt, vernetzt werden, damit es produktiv wird. Aber auch: Ohne funktionierende Institutionen – wie Universitäten oder Krankenhäuser oder soziale Einrichtungen – bleibt es wirkungslos. Das hat direkte Implikationen für Wirtschaftspolitik: Substantielle Investitionen in Bildung, in Wissen und in die Wissensinfrastruktur sind unverzichtbar und entscheidend für nachhaltiges Wachstum. Auch hier finden sich in den Veröffentlichungen Klumps zahlreiche Beispiele für die Verknüpfung wachstums- und entwicklungstheoretischer Überlegungen mit der konkreten entwicklungspolitischen Praxis. Er erforschte hierbei die institutionellen Bedingungen nachhaltiger Entwicklungsprozesse – etwa im Kontext von Bildung, Rechtsstaatlichkeit und internationalem Wissenstransfer.

## **6. Wirtschaftsethik im Zeitalter technologischer Sichtbarkeit**

Die Fragen, die mit der Nutzung der Röntgentechnik einhergehen, verweisen auf ein zentrales Spannungsfeld der Wirtschaftsethik: dem Pendeln zwischen Nutzenmaximierung und dem Schutz der individuellen Integrität. Nochmals: Die „Sichtbarmachung“ des Inneren des Menschen wirft Fragen auf – nach Datenschutz, nach medizinischer Autonomie, nach den Grenzen des medizinisch und technisch Machbaren.

Wirtschaftliches Handeln ist damit stets auch moralisches Handeln – eingebettet in kulturelle, soziale und normative Kontexte. Eine ethische Reflexion technologischer Innovationen muss daher immer dringend folgende drängende Fragen stellen (und beantworten): Wem nützt diese Technik? Wer trägt die Risiken? Welche langfristigen gesellschaftlichen Effekte sind zu erwarten?

Im Fall der Röntgentechnik zeigen sich diese Fragen früh: Die Belastung durch Strahlung, die unbeabsichtigten Langzeitwirkungen, die asymmetrische Verfügbarkeit der aus der Entdeckung abgeleiteten Produkte – all das verweist auf die Notwendigkeit ethischer Technikgestaltung. Wirtschaftspolitik darf sich nicht auf Effizienz beschränken. Sie muss auch Verantwortung organisieren!

## **7. Innovation, Entwicklung und das Spannungsfeld globaler Ungleichheit**

Die Röntgenstrahlung war – wie viele wissenschaftliche Entdeckungen – zunächst ein Phänomen der Bevölkerungszentren und Wissenszentren: europäisch, akademisch, staatlich gefördert. Ihre globale Verbreitung verlief asymmetrisch, abhängig von Kapital, Infrastruktur und Bildung. Dies verweist auf ein zentrales Paradox der globalen Wissensökonomie: Innovation erzeugt zwar Möglichkeiten, aber nicht automatisch Teilhabe.

Die Beschäftigung mit Entwicklungspolitik, wie sie auch in Rainer Klumps entwicklungspolitischen Arbeiten erfolgt, zeigt, dass technologische Adaption kein automatisch ablaufender, kein linearer Prozess ist. Sie ist gebunden an Institutionen, Vertrauen und soziales Kapital. Die ökonomische Wirkung einer Innovation hängt nicht allein von ihrer technischen Qualität ab, sondern von ihrer Einbettung in ein, wie ich es formulieren möchte, „System gemeinsamer Bedeutungen“. In dieser Perspektive ist die Röntgenstrahlung – in starker Zuspitzung – ein Prüfstein für globale Gerechtigkeit: Wer hat Zugang zu diagnostischer Technologie? Wer profitiert von Wissen? Und wie lassen sich institutionelle Arrangements schaffen, die Wissen als globales Gemeingut organisieren?

## **8. Unsichtbares sichtbar machen – und denken**

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen ist zunächst ein „medizinisches Weltereignis“, gleichzeitig aber auch ein ökonomisches Ereignis – nicht nur weil sie sofort Märkte schuf, sondern weil sie unser Denken über Ordnung, Wissen und Fortschritt fundamental veränderte. Oder um es plastischer und eingängig zu formulieren: Entwicklung beginnt im Kopf – und in der Bereitschaft, alte Ordnungen zu „durchleuchten“. Der Mensch, der durch die Röntgenstrahlen sichtbar wird, ist nicht nur mehr der behandelte Patient, sondern auch ein Subjekt ökonomischer Ordnungen. Wie wir ihn sehen – als Körper, als Ressource, als Träger von Würde – bestimmt, wie wir wirtschaften, forschen und politisch handeln. In diesem Sinne ist die Entdeckung Röntgens nicht nur ein Moment der Wissenschaftsgeschichte, sondern ein Impuls zur fortwährenden Reflexion: über das

Verhältnis von Technik und Ethik, von Wissen und Macht, von Fortschritt und Verantwortung.

### **9. Wissenschaftspolitische Leitbilder: Zwischen Autonomie und Steuerung**

Ein Aspekt, der in der Rezeption wissenschaftlicher Entdeckungen wie der Röntgenstrahlen oft zu kurz kommt, ist die Frage nach den politischen und institutionellen Leitbildern, unter denen Forschung gefördert und kanalisiert wird. In Schriften Rainer Klumps, etwa zur institutionellen Ökonomik und zur Entwicklungspolitik, tritt deutlich zutage, dass Wissenschaft nicht im Vakuum operiert, sondern stets im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Autonomie, politischer Steuerung und ökonomischer Verwertbarkeit steht.

### **10. Schlussfolgerung: Röntgenstrahlen als Denkbild verantwortungsvoller Wissenschaft**

Die Röntgentechnik kann daher auch als Beispiel für einen gelingenden Transfer zwischen Grundlagenforschung und gesellschaftlichem Nutzen gelesen werden – ein Thema, das der Jubilar besonders mit Blick auf entwicklungspolitische Kontexte in Afrika und Asien immer wieder betonte. Die Herausforderung besteht vornehmlich darin, institutionelle Arrangements zu schaffen, die sowohl die kreative Freiheit als auch die gesellschaftliche Verantwortung von Forschung absichern. Gerade in Zeiten wachsender globaler Unsicherheiten und multipler Krisen – seien es Pandemie, Klimawandel oder geopolitische Instabilität – gewinnen diese Fragen an Brisanz. Wissenschaftliche Erkenntnis muss in robuste, lernfähige Institutionen eingebettet sein, um nachhaltig wirksam zu werden.

### **Schlussbemerkung**

Ein letzter, abschließender Blick gilt dem wissenschaftsphilosophischen Menschenbild, das in meinem Verständnis aus den Arbeiten Rainer Klumps herauslesbar ist – ein Bild, das implizit auch dieser Text zur Röntgenstrahlung vermitteln möchte: Er sah und sieht Wissenschaft nie als rein „technische Optimierung“, sondern stets als kulturell und normativ geprägte Praxis, die Sinn stiftet, Ordnung erzeugt und Verantwortung verlangt.

Durch sein Werk zieht sich wie ein roter Faden die Idee, dass Entwicklung ohne Ethik, Innovation ohne Verantwortung und Fortschritt ohne Teilhabe nicht tragfähig sind. So kann auch diese Reflexion über die Entdeckung der Röntgenstrahlen natürlich als ein Echo auf Rainer Klumps umfassenden Wissenschaftsbegriff gelesen werden. Sie versucht, jenen "unsichtbaren Strahlen" nachzuspüren, die wissenschaftliche Erkenntnis mit gesellschaftlicher Ordnung verbinden. Denn sichtbar wird nicht nur der gebrochene Knochen mit den „X-Strahlen“, sondern auch das Spannungsverhältnis von Technik und Ethik, von Erkenntnis und Macht, von Institution und Autonomie.

Rainer Klumps wissenschaftliches Werk bleibt in dieser Hinsicht ein beständiger Begleiter und Impulsgeber für ein Denken, das Verbindungen schafft, statt sie zu kappen – und das stets daran erinnert: Erkenntnis verlangt Verantwortung!

## Literatur

Klump, R. (1996). Die „neue Art von Strahlen“ und die „langen Wellen der wirtschaftlichen Entwicklung“: Röntgens Entdeckung aus ökologischer Sicht, 16, 1996, 193 – 207

Klump, R. & Plagens, M. (2000). Ist das Gesundheitswesen in Deutschland ein „Nachfragemonitor“ für Fortschritte in der Medizintechnik? – Eine Analyse der Beziehungen zwischen Gesundheitssystem und medizinisch-technischen Innovationen am Beispiel bildgebender Verfahren, *ORDO – Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft*, 51, 355 – 382



---

# Wachstum durch Gelddruck? Über die Katze, die gleichzeitig lebt und tot ist – Eine Synthese

*Martin Skala, Hochschule Osnabrück*

Die Frage, ob durch Gelddruck Wirtschaftswachstum angetrieben werden kann, steht seit geraumer Zeit hoch auf der ökonomischen Agenda. Die Profession befindet sich bei diesem Thema in einem quantenmechanischen Doppelzustand von ja und nein. Höchste Zeit, die losen Fäden in einer Synthese zu verknüpfen.

## 1. Einleitung

Eine der verblüffendsten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse des vergangenen Jahrhunderts ist, dass sich subatomare Teilchen in einem Überlagerungszustand befinden können und sich so z. B. gleichzeitig innerhalb und außerhalb des Atomkerns befinden können. Eine mögliche Folge für die Katze im berühmten Paradoxon des österreichischen Physikers Erwin Schrödinger wäre, da sie über eine „Höllmaschine“ mit dem Atom verbunden ist, dass sie gleichzeitig lebt und tot ist. Wie subatomare Teilchen ist auch die Wirkung des Gelddrucks von einer Wahrscheinlichkeitsfunktion umgeben. Ob die Realwirtschaft beeinflusst werden kann?

Für Außenstehende ist es vermutlich eine Überraschung, zu erfahren, dass in vielen Teilen der Volkswirtschaftslehre Geld kaum eine Rolle spielt (z. B. Weil, 2013).<sup>3</sup> So herrscht eine Dichotomie zwischen monetärer und realer Welt, d.h. von der monetären Welt gibt es keine bzw. keine bleibenden Auswirkungen auf reale Größen. In diesem Fall spricht man von der Neutralität des Geldes. Das Gegenteil wäre die Nicht-Neutralität des Geldes, dabei würde Geld einen bleibenden Einfluss auf die reale Welt ausüben können (Binswanger, 2015). In der Öffentlichkeit, insbesondere in den letzten fünfzehn Jahren

---

<sup>3</sup> Selbstverständlich gibt es auch monetäre Wachstumsmodelle, z.B. Klump (2005).

seit dem Ausrollen der Eurokrise, lässt sich eine unversiegbare Hoffnung auf die Macht des Geldes ausmachen, reale langanhaltende Wunder vollbringen zu können. Wird altes Wissen (wieder einmal) vergessen?<sup>4</sup>

Im Folgenden werden zunächst kurz die Sichtweisen in der Volkswirtschaftslehre zum Thema Neutralität und Nicht-Neutralität des Geldes in drei Gruppen geordnet und rekapituliert. Anschließend werden die verschiedenen Erkenntnisse in einer neuen Synthese systematisiert. Anhand eines Ergebnisbaums wird dargestellt, unter welchen Bedingungen mit langfristigen realen Effekten durch Gelddruck zu rechnen ist – und unter welchen nicht. Dabei geht es in diesem Artikel nicht um konjunkturelle Effekte oder Konjunkturpolitik, sondern um langfristiges Wachstum, und der plastische Begriff Gelddruck ist als Synonym für monetäre Expansion zu verstehen. In einem abschließenden Kapitel werden die Erkenntnisse für die aktuelle Politik noch einmal verdichtet.

## **2. Stand der Dinge: Drei Möglichkeiten**

Die erste Gruppe postuliert die Neutralität des Geldes. So taucht Geld z.B. in der Mikroökonomik, in der die Wirtschaft als Tauschprozess modelliert wird, höchstens als Tauschvermittler, Bezugsgröße oder Recheneinheit auf. Geld ist nur ein Schleier, hinter dem die Wirtschaftssubjekte gleichzeitig ihre Wirtschaftspläne optimieren. Auch in den Bereichen Konjunktur und Wachstum der Makroökonomik dominieren reale Mengen-Modelle. Mit Konjunktur ist dabei die kurzfristige Schwankung des tatsächlichen Outputs um das Potenzialoutput gemeint. Wachstum beschreibt hingegen den langfristigen Outputpfad einer Volkswirtschaft. Von den Klassikern, die sich gegen den Merkantilismus wendeten, bis zur Theorie rationaler Erwartungen existiert in der Volkswirtschaftslehre die Idee der Neutralität des Geldes, nach der Wirtschaftswachstum nur auf reale Determinanten zurückzuführen ist (Binswanger, 2015).

Die zweite Gruppe stellt einen pragmatischen Kompromiss dar: Geld sei zwar kurzfristig nicht-neutral, langfristig jedoch neutral. Wie kann das sein? Geldschöpfung bewirkt hier

---

<sup>4</sup> Schon im Römischen Reich und im Chinesischen Reich gab es sehr ernüchternde Ergebnisse übermäßiger Geldvermehrung (Tainter, 2017; Mayer, 2022).

lediglich ein Strohfeuer, da die zusätzliche nominale Geldmenge nur in der realen Welt wirken kann, falls a) sie unerwartet auftritt, d.h. die Wirtschaftssubjekte einer Geldillusion unterliegen (neue klassische Makroökonomik) und/oder b) Preise und Löhne starr sind (Neo-Keynesianismus). Sobald die Wirtschaftssubjekte jedoch das wahre Ausmaß des Geldes erkennen, ihre Geldillusion beheben und ihre Erwartungen bezüglich des Preisniveaus oder der Inflation anpassen, bzw. Preise und Löhne reagieren, verpufft diese zusätzliche ökonomische Aktivität und die Wirtschaft schwingt auf ihr altes Outputniveau zurück. Diese Formel „kurzfristig ja, langfristig nein“ lässt sich auch schon bei Fisher, und vor diesem bei Hume finden (Gebauer, 2004; Binswanger, 2015).

Die dritte Gruppe geht davon aus, dass Geld, sofern es produktiv verwendet wird, nicht-neutral sein muss. Die neue Geldmenge verändert die Wirtschaft und den Kapitalstock  $K$ , und damit auch die Produktionsfunktion, z. B. in der Form  $Y = A K^\alpha L^{1-\alpha}$ , was unweigerlich zu einem neuen Potenzialoutput führt. Alternativ könnte man annehmen, dass die Produktivität  $A$  verändert wird, was ebenfalls zur Verschiebung des Potenzialoutputs führt. Diese Veränderung der Wirtschaft lässt sich nicht ohne Weiteres wieder zurückdrehen (Binswanger, 2015). Eine der Wurzeln dieses Ansatzes ist die Loanable Funds-Theorie aus den 1930er Jahren, nach der die Investitionen die Ersparnis um die neugeschöpfte Geldmenge übersteigen können (Gebauer, 2004). Als Resultat wird dadurch nicht nur eine andere Zinsbestimmung ermöglicht, sondern durch die auf das neue Geld zurückzuführenden Investitionen wird letztlich auch der Kapitalstock einer Volkswirtschaft verändert und somit die realen Wachstumsperspektiven einer Volkswirtschaft.

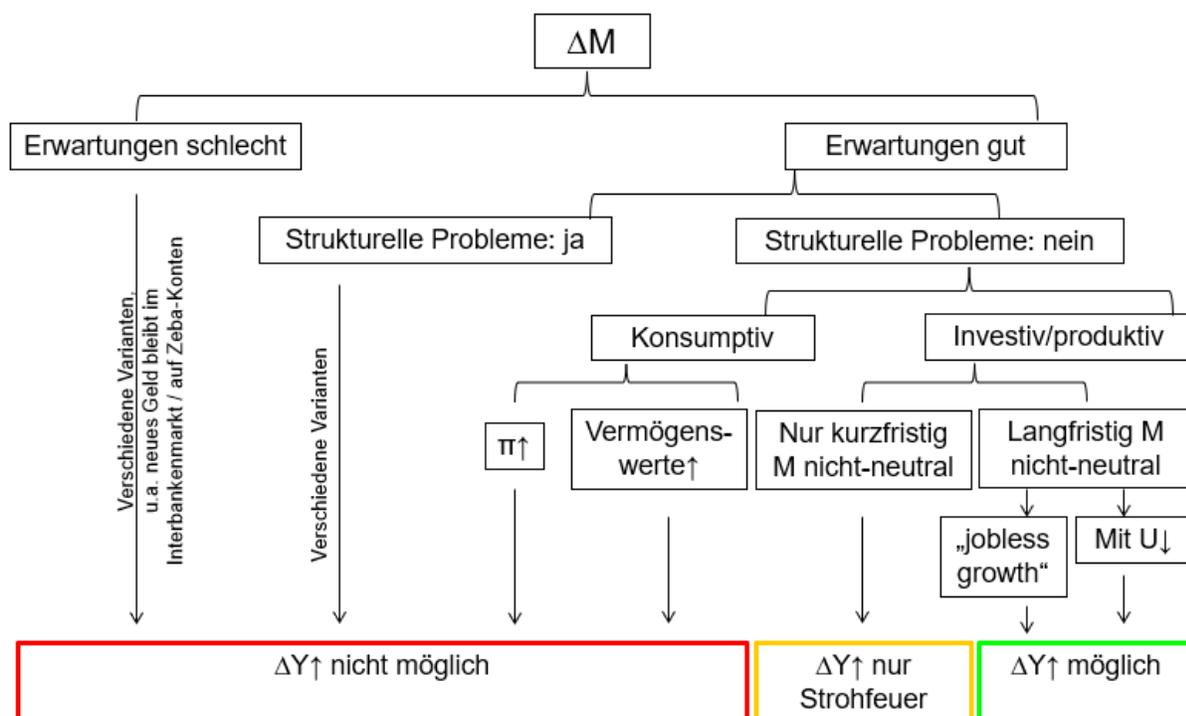
### **3. Neue Synthese in einem Ergebnisbaum**

Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse der Volkswirtschaftslehre zur Frage des Wachstums durch Gelddruck in einen hierarchischen Ergebnisbaum (s. Abb. 1) zusammengeführt. Ob sich Geld als wachstumspolitisches Instrument einsetzen lässt, wird über vier Ebenen beantwortet.

## a) Erste Ebene: Zukunftserwartungen

Bei negativen Zukunftserwartungen werden monetäre Impulse verpuffen und kein Wachstum nach sich ziehen. Dies liegt daran, dass für produktive Investitionen ein Mindestmaß an optimistischen Zukunftserwartungen unabdingbar ist (Bofinger, 2015). Bei einer schlechten Grundstimmung wird das unternehmerische Wagnis in die Zukunft durch ein Abwarten in die Zukunft, auch Angstsparen, ersetzt. Produktive Investitionskredite werden entweder nicht nachgefragt oder nicht angeboten. Im zweiten Fall kann das geschaffene Zentralbankgeld auf Zentralbankkonten oder auf dem Interbankenmarkt aufgetürmt werden. Dieser Effekt würde noch verstärkt werden, wenn zu schlechten realen Zukunftsaussichten auch noch ein Misstrauen zwischen Kreditinstituten kommt.

Abb. 1: Wachstum durch Gelddruck – der Ergebnisbaum



Quelle: Eigene Darstellung

N.B.: M (Geldmenge),  $\pi$  (Inflation), U (Arbeitslosigkeit), Y (reales Bruttoinlandsprodukt), Zeba (Zentralbank)  
 In der Praxis der Geldpolitik gibt es die Asymmetrie, dass zwar jede wirtschaftliche Überhitzung durch die Zentralbank gebremst werden kann, da sich Zinsen beliebig erhöhen lassen und die Ausgabe neuen Basisgeldes in Offenmarktoperationen

grundsätzlich verringert werden kann. Da Geld ein Kredit- und Schuldphänomen ist, muss die Realwirtschaft früher oder später darauf reagieren. Wünscht die Zentralbank jedoch eine Belebung, ist sie auf die Mitarbeit der Nicht-Banken angewiesen. Expansive Geldpolitik hat nur einen einladenden Charakter. Oder in der berühmten Aussage, die auch Karl Schiller verwendete: ‚Man kann die Pferde zur Tränke führen, saufen müssen sie selber‘. Bei allen Formen schlechter Zukunftserwartungen sollte man daher nicht mit einem langfristigen positiven Durchschlag des Gelddrucks in die Realwirtschaft rechnen.

b) Zweite Ebene: Strukturelle bzw. institutionelle Probleme?

Angenommen, es herrschen positive Zukunftserwartungen vor, dann sollte im nächsten Schritt geprüft werden, ob die Volkswirtschaft unter entscheidenden strukturellen bzw. institutionellen Problemen leidet. Strukturelle Probleme sind tiefer verwurzelte Hindernisse in einer Volkswirtschaft, die unabhängig von den Konjunkturschwankungen sind – sozusagen ein Grundstock an wirtschaftlichen Problemen. Diese können insbesondere institutioneller Art sein. Institutionen, „die Spielregeln einer Gesellschaft“ (North, 1992, S. 3), prägen maßgeblich die Wirtschaftssubjekte, indem sie Verhaltensanreize setzen. Dies geschieht durch formelle, d.h. kodifizierte, oder informelle Institutionen. Zu den letzteren gehören Sitten und Gebräuche. Je nach Ausgestaltung kann es förderliche oder schädliche Einflüsse auf die wirtschaftlichen Aktivitäten geben.

Strukturelle Probleme umfassen z. B. die natürliche (konjunkturunabhängige) Arbeitslosigkeit, Rechtsunsicherheit, Ineffizienzen und das Korruptionsausmaß. Je schlechter ein Land bei entsprechenden Indizes, wie dem rule of law index oder dem Korruptionswahrnehmungsindex, gelistet ist, desto unwahrscheinlicher ist es, dass durch Gelddruck Wirtschaftswachstum erzeugt werden kann. Vielmehr wird eine monetäre Expansion real wirkungslos sein, im Regelfall durch Inflation<sup>5</sup>, wenn es an Chancen und Ideen mangelt, zukunftsgerichtet Produktivitäts- und Kapitalstockaufbau zu betreiben. Bei allen Formen von größeren strukturellen und institutionellen Problemen sollte man

---

<sup>5</sup> Bei hoher Inflation kann Gelddruck sogar eine negative reale Wirkung entfalten, da u.a. die Preise als Koordinationsinstrument der Märkte versagen.

daher nicht mit einem langfristigen positiven Durchschlag des Gelddrucks in die Realwirtschaft rechnen.

c) Dritte Ebene: konsumptive oder investive Verwendung?

Angenommen es herrschen keine gravierenden strukturellen Probleme vor, dann sollte im nächsten Schritt geprüft werden, wie die monetäre Expansion genutzt wird. Zu unterscheiden sind Konsum- und Investitionsausgaben. Beide sind zwar Komponenten der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage, jedoch mit einem gewichtigen Unterschied: Investitionen wirken sich auf die Produktionsmöglichkeiten und damit das Produktionspotenzial von morgen aus.

Der berühmte keynesianische Lehrbuch-Fall, in dem mit expansiver Geldpolitik die Wirtschaft nachfrageseitig belebt wird, gilt nur bei Unterauslastung der Produktionsstrukturen. In nachträglicher Sicht auf den drastischen Fall des New Yorker Börsencrashes im Oktober 1929 wäre dieser ein gutes Anwendungsbeispiel gewesen. Für die langfristige Entwicklung des Produktionspotenzials spielen durch Gelddruck belebte Konsumausgaben eine untergeordnete Rolle. Sind Kapitalstock und Produktivität gegeben, wird sich die konsumptive Verwendung des „lockeren Geldes“ im Preisauftrieb niederschlagen. Der klassische Fall ist dabei die Inflation des Konsumentenpreisindex, also der Anstieg der Preise im Standardwarenkorb.<sup>6</sup>

Die zweite Möglichkeit ist, dass die Wirtschaftssubjekte sich für Vermögenstitel entscheiden und die monetäre Expansion dort eine Vermögenswertinflation auslöst. Dies kann z. B. in den Bereichen Grundstücke, Immobilien, Gold, Anleihen oder Aktien geschehen. Parallel dazu ist auch mit einem Anstieg des Verschuldungsgrades zu rechnen. Aufgeblähte Vermögenswerte neigen früher oder später zum Platzen, was im Anschluss immer wieder die Zeitzeugen fragen lässt, wie es dazu kommen konnte. Bei

---

<sup>6</sup> Dass höhere Inflationsraten in Industrieländern seit dem Beginn der Great Moderation Ära Ende der 1980er Jahre für gut 30 Jahre nicht zu beobachten waren, liegt auch daran, dass die Konsumenten in diesen Ländern durch zunehmenden Welthandel viele Konsumgüter in fast beliebiger Menge importieren können. Umso wichtiger wäre der Blick auf die Vermögenspreisinflation in den Industrieländern.

allen Formen einer vorherrschend konsumptiven Verwendung sollte man daher nicht mit einem langfristigen positiven Durchschlag des Gelddrucks in die Realwirtschaft rechnen.

d) Vierte Ebene: Kurzfristige oder langfristige Nicht-Neutralität?

Angenommen es herrscht eine bedeutende investive Verwendung des neuen Geldes vor, dann sollten im nächsten Schritt zwei Arten der Nicht-Neutralität unterschieden werden. Fließt die monetäre Expansion in kurzfristige Aktivitäten, die weder die Produktivität noch den Kapitalstock dauerhaft erhöhen, ist nur mit einem Strohfeuer zu rechnen. Bildlich gesprochen könnte es sich um eine zusätzliche Verkaufsbude handeln. Dieses Strohfeuer wird wieder erlöschen, sobald sich die Erwartungen angepasst haben bzw. die Geldillusion abgebaut wurde.<sup>7</sup> Das tritt dann ein, wenn die Wirtschaftssubjekte bemerken, dass die zusätzliche wirtschaftliche Aktivität nicht auf realen Fundamentaldaten, sondern nur auf zusätzlichem Gelddruck fußt. Ein anderer Anpassungskanal rückt die Klebrigkeit der Löhne und Preise in den Vordergrund. Durch eine Geldmengenexpansion gibt es so für eine gewisse Zeit eine höhere reale Geldmenge. Diese reduziert sich aber wieder, sobald sich mit Zeitversatz auch die Löhne und Preise erhöhen, so dass sich die wirtschaftliche Aktivität wieder auf das Ursprungsmaß einpendelt. Dadurch erlischt der Einfluss des Gelddrucks auf die Realwirtschaft wieder – das Geld war nur kurzfristig nicht-neutral. Bei allen Formen einer nur kurzfristigen Nicht-Neutralität des Geldes sollte man daher nicht mit einem langfristigen positiven Durchschlag des Gelddrucks in die Realwirtschaft rechnen.

e) Das Ziel: Langfristiges reales Wachstum mit Arbeitsmarkteffekten

Schließlich kann angenommen werden, dass die monetäre Expansion verwendet wird, um eine langfristige Erhöhung des Kapitalstocks zu finanzieren oder eine anhaltende Produktivitätserhöhung zu realisieren. Letzteres kann durch technologischen Fortschritt oder Effizienzerhöhungen erfolgen (Weil, 2013). In diesem Fall würde sich die Produktionsfunktion eines Landes dauerhaft verändern. Das Produktionspotenzial würde wachsen und der dann erreichte Wert wäre bis auf Weiteres von Dauer. Geld wäre in

---

<sup>7</sup> Für eine interaktive Analyse der Preiserwartungsanpassung im Rahmen des AS/AD-Modells siehe Skala (2023).

diesem Fall auch langfristig nicht-neutral und der Gelddruck hätte einen bleibenden positiven Durchschlag in die Realwirtschaft.

Doch eine Frage bleibt noch: Gibt es auch Arbeitsmarkteffekte? Zwei Szenarien sind vorstellbar. Es könnte sein, dass der Substitutionseffekt überwiegt, d.h. durch den Kapital- oder Produktivitätsanstieg gehen netto Arbeitsplätze verloren: Arbeit wird durch Kapital (oder Produktivität) ersetzt. Dieser Effekt firmiert auch unter dem Begriff „jobless growth“, die Wirtschaft wächst zwar, aber es gibt keine bzw. nur negative Arbeitsmarkteffekte. Damit sich die wirtschafts- und sozialpolitischen Hoffnungen in den Gelddruck erfüllen, muss der Kapital- oder Produktivitätsanstieg in einer unter dem Strich komplementären Beziehung zum Arbeitsmarkt stehen: Es müssen durch Produktionsausdehnung mehr Arbeitsplätze entstehen, als durch Substitutionseffekte wieder vernichtet werden. Der in der Öffentlichkeit gewünschte langfristige Durchschlag des Gelddrucks in die Realwirtschaft inklusive Abbaus der Arbeitslosigkeit ist erreicht – nach vielen Abzweigungen, die alle zu einem anderen Ergebnis führen.

#### **4. Bedeutung für die aktuelle Politik**

Geld hat zwei sich überlagernde Eigenschaften: Es lebt und ist tot für den Antrieb von realem Wachstum. Die geneigte Politik sollte vorsichtig mit dieser Wahrscheinlichkeitswolke umgehen. Der Möglichkeitsraum von Gelddruck erstreckt sich von katastrophalen Blasen und Krisen bis hin zu realem Wirtschaftswachstum mit positiven Beschäftigungseffekten. Und wie in einem instabilen Atomkern ein Teilchen keinen fest bestimmbar Ort hat, sondern durch eine auch außerhalb des Atomkerns weitergehende Wellenfunktion beschrieben wird, wodurch ein Quantentunneln des Teilchens nach außen möglich wird, kann sich gut gemeintes neues Geld urplötzlich auf der anderen, toten Seite befinden.

Natürlich trägt die Parabel nicht bis zum Ende. Die reale physische Welt ist kein vollständig zufälliger Quanten-Prozess wie der radioaktive Zerfall. Es bleibt jedoch eine Unsicherheitswolke, die nicht leichtfertig übersehen werden sollte. Der Ergebnisbaum liefert Orientierung bei der Frage, ob durch Gelddruck Wachstum angetrieben werden kann. Die Vielzahl an und Art von Bedingungen, die für die Zielerreichung gegeben sein

müssen, legen nahe, dass im Regelfall nicht mit einem realen, langanhaltenden Durchschlag expansiver Geldpolitik gerechnet werden sollte.

Auf einer übergeordneten Ebene basiert die Enttäuschung der Hoffnungen, die mit von der Zentralbank „verordneter“ (ultra-)lockerer Geldpolitik verbunden werden, letztlich auf der Fehleinschätzung, dass die Geldmenge von außen gesetzt werden kann und sich dadurch reale Zielwerte ansteuern ließen. Nach dieser weiterhin in Lehrbüchern (ISLM-Modell)<sup>8</sup> und Öffentlichkeit prominenten Vorstellung gibt die Zentralbank der Wirtschaft eine Geldmenge exogen vor. Wie durch Zauberhand entsteht so vermeintlich durch Gelddruck Wachstum und Entwicklung. Es sollte stutzig machen, dass sich diese Vorstellung weder in der Praxis in so diversen Ländern wie Japan und Simbabwe, noch in der entwicklungsökonomischen Theorie wiederfinden lässt. Wenn es so einfach wäre, dürfte es keine Entwicklungsländer mehr geben und Japan müsste sich seit der Krise der 1990er Jahre schon auf einem viel höheren Wohlstandsniveau befinden. An mangelndem Gelddruck kann es nicht liegen. Offensichtlich ist an dieser Ideologie monetär induzierten top-down Wachstums etwas nicht richtig.

Der Gegenentwurf ist bottom-up. Geldexpansion kann nur reales Wachstum antreiben, wenn sie von unten, d.h. von Investoren angefragt wird, die Ideen für Produktivitäts- oder Kapitalstockerhöhungen haben und diese umsetzen möchten. Dies fällt in den Bereich der Endogenität des Geldes (Gebauer, 2004). Danach entsteht Geld endogen in der Wirtschaft, im Binnenverhältnis zwischen Geschäftsbanken und Nicht-Banken. Die Zentralbank tritt nur zur Refinanzierung einer schon stattgefundenen monetären Expansion auf den Plan. In dem ehemals wichtigsten geldpolitischen Instrument ist dieses Wissen noch ablesbar: Der Leitzins heißt auch Refinanzierungszins und der ehemalige Hauptkanal des Geldmengenwachstums heißt weiterhin MRO (main refinancing operations).<sup>9</sup>

Welche Lehren gibt es für den Euroraum? Zuvörderst sollten, so nicht schon geschehen, die Erwartungen an Wachstumsantrieb durch Gelddruck nach unten korrigiert werden.

---

<sup>8</sup> Für eine interaktive Analyse des IS-LM-Modells siehe Skala (2023)

<sup>9</sup> Zu den Zielen und Instrumenten der Geldpolitik siehe Klump (2020).

Denn erstens ist mit langfristigen realen Effekten nur zu rechnen, falls das Umfeld durch positive Erwartungen, Abwesenheit von strukturellen Problemen, investive Verwendung, langfristige Nicht-Neutralität und komplementäre Beziehung zwischen Kapital- oder Produktivitätsanstieg und Arbeitsmarkt gekennzeichnet ist. Zweitens kann die top-down Geldexpansion höchstens Zeit erkaufen – und die wurde in den letzten fünfzehn Jahren nicht genutzt. Es ist höchste Zeit, statt falsche Hoffnungen in die Allmacht des Geldes zu setzen, sich mit den realökonomischen Gründen für die Misere zu beschäftigen sowie sich die Endogenität des Geldes und die zentrale Bedeutung der bottom-up Geldexpansion für reales langfristiges Wachstum in Erinnerung zu rufen. Geht die monetäre Hybris weiter, werden die EZB und andere Entscheidungsgremien das Heiligtum der Europäischen Einigung Schritt für Schritt weiter in ein Pantheon für Zombies verwandeln.

Erwin Schrödinger war entgegen weit verbreiteter Meinung von Nicht-Physikern nicht der Ansicht, dass sich die Katze im berühmten Paradoxon des österreichischen Physikers in einem quantenmechanischen Überlagerungszustand befinde, d.h. gleichzeitig leben und tot sein könne. Dies war als gewitzte Kritik an seinen Kollegen in Kopenhagen zu verstehen. Tatsächlich lassen sich für ihn die Überlagerungen im subatomaren Raum nicht auf die makroskopische Welt übertragen, d.h. die Katze ist entweder lebendig oder tot. Vielleicht sollte man einmal den Kasten aufmachen und nachsehen, was aus dem Doppelzustand des Gelddrucks in den letzten beiden Jahrzehnten geworden ist.

## Literatur

Binswanger, M. (2015). *Geld aus dem Nichts – Wie Banken Wachstum ermöglichen und Krisen verursachen*, Wiley-VCH Verlag.

Bofinger, P. (2015). *Grundzüge der Volkswirtschaftslehre – Eine Einführung in die Wissenschaft von Märkten*, 4. Auflage, Pearson.

Gebauer, W. (2004). *Geld und Währung*, 2. Auflage, Bankakademie Verlag.

Klump, R. (2005). Inflation, Factor Substitution and Growth, *Credit and Capital Markets – Kredit und Kapital*, 3, 325 – 349.

Klump, R. (2020). *Wirtschaftspolitik – Instrumente, Ziele, Institutionen*, 4., aktualisierte Auflage, Pearson.

Mayer, T. (2022). *Das Inflationsgespenst – Eine Weltgeschichte von Geld und Wert*, Ecowin Verlag.

North, D. (1992). *Institutionen, institutioneller Wandel und Wirtschaftsleistung*, Mohr Siebeck.

Skala, M. (2023). Modellklassiker der VWL – Programme für die mathematische und grafische Analyse. <https://www.zemit.wi.hs-osnabrueck.de/econmodels/>

Tainter, J. (2017). *The Collapse of Complex Societies*, 29. Druck, Cambridge University Press.

Weil, D. (2013). *Economic Growth*, 3. Auflage, Pearson.





---

## **Die Substitutionselastizität: Konstante meiner Forschung bis heute**

*Marianne Saam, ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft  
und Universität Hamburg*

### **Von der evolutorischen Wachstumstheorie zur Substitutionselastizität**

Mein Diplom in Volkswirtschaftslehre schloss ich an der Goethe-Universität Frankfurt im Jahr 2000 ab, zeitgleich trat Rainer Klump seine Professur dort an. Alexander Ebner, der wissenschaftliche Mitarbeiter von Bertram Schefold, der meine Diplomarbeit betreut hatte, hatte den Kontakt empfohlen. In der Diplomarbeit hatte ich die endogene mit der evolutorischen Wachstumstheorie verglichen, eine recht altmodische Arbeit (ob nun im guten oder weniger guten Sinne), in der ich viel geschrieben und wenig gerechnet hatte. In der ersten Annäherung erschien die evolutorische Theorie so viel offener und komplexer, so viel näher am Innovationsgeschehen. Jedoch führt für mich bis heute kein Weg umhin, Wirtschaftswachstum quantitativ (statt qualitativ) zu erfassen und zu modellieren. Ankerpunkte quantitativer Modelle in der Volkswirtschaftslehre sind invariante Parameter. Sie können theoretisch und anekdotisch begründet, empirisch untermauert sein – letztendlich bleiben sie an irgendeinem Punkt Annahmen. Hierin schien sich die evolutorische Theorie nicht von der endogenen Theorie neoklassischer Prägung zu unterscheiden, nur dass ihre Parameter mir mathematisch versteckter und auch in der Fachgemeinschaft unbekannter schienen.

Habe ich mich einfach für den Mainstream entschieden, als ich nach 2000 nicht weiter zur evolutorischen Wachstumstheorie gearbeitet habe, aber viel zur Substitutionselastizität, einem Schlüsselparameter der Wachstumstheorie in der Tradition von Robert Solows neoklassischem Modell? Von Rainer Klump habe ich gelernt, formal-mathematische Theorien als Sprachen aufzufassen. Etwas, was in einer

Sprache verständlich ist, kann auch in einer anderen Sprache verständlich sein. Ein stringentes wissenschaftstheoretisches Argument soll diese Überlegung nicht darstellen, eher mein Alltagsverständnis als Forscherin vom Umgang mit Modellen. Über den neoklassischen Ansatz schienen mir damals mehr Detailspekte des Wachstums und eine klarere Quantifizierung zugänglich. Bis heute bedeutet das für mich nicht, Kritikpunkte evolutorischer und anderer Ansätze von der Hand zu weisen.

### **Elastizität – kein ganz triviales Konzept**

Die Substitutionselastizität gibt an, wie leicht oder schwer sich zwei Inputs ersetzen lassen in der Produktion. Sie setzt die Änderungen ihres Einsatzes zu den Änderungen ihrer Grenzproduktivität ins Verhältnis. Beispielsweise kann ich in der Herstellung von Cappuccino Kuhmilch durch Hafermilch ersetzen. Das Produkt ist immer noch ein genießbarer Cappuccino, wenn auch vielleicht nicht für alle Konsument:innen gleichermaßen. In der Herstellung eines Fahrrads kann ich hingegen den Rahmen nicht durch mehr Reifen ersetzen, drei Reifen ohne Rahmen helfen mir nichts. Wenn in der gesamten Wirtschaft fossile Energieträger durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden sollen, dann bieten sich zunächst Prozesse an, bei denen das recht einfach möglich ist, z.B. die Erzeugung von Strom. Sollen allerdings nach und nach alle fossilen Energieträger ersetzt werden, stößt man auf industrielle Anwendungen, die nicht ohne Weiteres mit erneuerbaren Energieträgern funktionieren.

Die Substitutionselastizität als Parameter einer stark nichtlinearen mathematischen Funktion entspricht nicht immer dem Maß, mit dem solche Sachverhalte in der öffentlichen Debatte oder in der empirischen Forschung ausgedrückt werden. Wenn ich zum Beispiel annehme, eine Stunde Computer ersetze zehn Stunden menschliche Arbeit in der Herstellung eines Produkts, klingt das recht intuitiv. Es sagt aber noch nichts darüber aus, ob das immer gilt, auch dann, wenn der wirtschaftliche Prozess schon viele Arbeitsstunden ersetzt hat und nur noch die verbleiben, deren Tätigkeit sich als schwer automatisierbar erweist. Erst die Substitutionselastizität sagt aus, wie elastisch diese Austauschbarkeit ist. Gilt die Austauschbarkeit nur für die Low Hanging Fruits oder bleibt sie bestehen, wenn für eine gegebene Menge Output die Menge des einen Inputs schon

recht groß und die des anderen schon recht gering geworden ist? Die Substitutionselastizität ist der Parameter, der das bemisst. Ein konstant mögliches Faktorersatzverhältnis (also z.B. ein Stunde Computer für 10 Stunden menschliche Arbeit) bei der Erzeugung eines gegebenen Outputs entspricht einer unendlichen Substitutionselastizität.

Rainer Klump hat mit Olivier de La Grandville (2000) nachgewiesen, dass in einem einfachen neoklassischen Wachstumsmodell eine höhere Substitutionselastizität zu höherer Arbeitsproduktivität und in der Folge auch zu dauerhaft höherem Wirtschaftswachstum führt. Sie haben weiterhin den Zusammenhang mit der Einkommensverteilung zwischen Kapital und Arbeit nachgewiesen. Als zentral erweist sich die Methode der Normalisierung, ohne die die Ergebnisse in willkürlicher Weise von den Maßeinheiten der Variablen abhängen würden.

### **Von der Substitutionselastizität zur Empirie der Digitalisierung und zu Open Science**

Nach meiner Dissertation zog es mich in meiner Tätigkeit am Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) thematisch erstmal weg von der Substitutionselastizität. Ich forschte als Postdoc zunächst stärker empirisch zum Zusammenhang zwischen Digitalisierung, immateriellen Investitionen und Arbeitsproduktivität. Für diese Arbeiten waren und bleiben Varianten einer simplen Cobb-Douglas-Funktion mit einer Substitutionselastizität von 1 immer noch ein pragmatisch verwendbares Workhorse. Gleichzeitig blieb die Forschung zu Faktorsubstitution der Weg, über den ich überhaupt zur Digitalisierungsforschung gekommen bin, und ich vermisste sie auch relativ bald wieder.

Nicht-lineare CES-Funktionen lassen sich mit numerischen Methoden oft nicht sehr robust schätzen. Die lineare Translogfunktion ist trotz ungünstigerer theoretischer Eigenschaften empirisch oft eine gute Annäherung. In der Beschäftigung mit dieser Problematik vertiefte sich mein Interesse an metawissenschaftlichen Fragen der Robustheit von Forschung, die ich viele Jahre später in Projekten zu Replikation und Open Science an der ZBW vertiefen konnte.

## Zurück zu alten Fragen

Ein paar Fragen und Gedanken über die Substitutionselastizität begleiten mich seit Beginn meiner Promotion, also seit fast 25 Jahren. Oft waren sie Nebenprodukte des Forschungspapiers, an dem ich eigentlich gerade saß, oder Einfälle aus der Lektüre anderer Arbeiten, die ich lange nicht weiterverfolgte. Es gehört immer auch zum Forschungsprozess, Fragen zu verwerfen. Manche lassen sich vielleicht grundsätzlich nicht beantworten, andere sind vielleicht am Ende zu technisch, zu nebensächlich. Ich bin zuversichtlich, dass aus mindestens einer noch ein Papier wird in den nächsten Jahren. Die Festschrift soll an dieser Stelle nicht als Verwahrschublade dienen, sondern als Gelegenheit, über noch Unfertiges, Unerforschtes in einer informelleren und persönlicheren Weise zu sprechen, als ein Drittmittelantrag o.ä. erlaubt.

Rainer und ich haben dargelegt (Klump und Saam, 2008), dass die empirische Wahl eines Normalisierungspunktes, entweder nah an empirischen Werten oder nah am Ursprung des Koordinatensystems, einen großen Unterschied macht. Meiner Wahrnehmung nach wird eine Wahl nah an empirischen Werten häufig intuitiv für realistischer gehalten, ohne sich klarzumachen, dass die Höhe der Substitutionselastizität im Punkt der Normalisierung per Definition gar keinen Einfluss und in seiner Nähe nur einen geringen Einfluss auf Produktivität und Einkommensverteilung hat.

In ökonometrischen Schätzungen der Substitutionselastizität ist oft kein Normalisierungspunkt angegeben und wenn doch, ist nicht automatisch klar, welche Wirkung seine Wahl hat. Ohne explizite Normalisierung liegt die implizite Normalisierung in den Input- und Outputwerten von 1. Statistische Signifikanz wird in ökonometrischen Schätzungen immer untersucht. Das heißt, man testet, ob die geschätzte Elastizität in Wirklich verschieden von 0 oder von 1 ist oder ob die Abweichungen wahrscheinlich nur durch zufällige Einflüsse in der Datenstichprobe zustande gekommen sind. Ökonomische Signifikanz zu berichten bleibt hingegen eine seltene Praxis, insbesondere bei einem wenig intuitiven Parameter wie der Substitutionselastizität. Allerdings dürfte auch bereits die statistische Signifikanz von der Normalisierung abhängen. Bei nichtlinearer

Schätzung werden Standardfehler numerisch ermittelt mit lokalen Approximationen, die dann implizit vielleicht auch lokale Normalisierungen enthalten? Ich bin nicht sicher. Vor vielen Jahren hatte ich mich in die numerischen Methoden vertieft und festgestellt, dass ich zu wenig davon verstehe, um allein weiterzukommen. Da Standardfehler aus den verschiedensten Gründen ungenau sein können, ist möglicherweise das Herumbohren in Standardfehlern nichtlinearer CES-Schätzungen auch zu spitzfindig. Mathematisch reizvoll erschien es mir dennoch.

Eine weitere methodische Frage, die sich mir wiederholt stellt, zuletzt in einer Arbeit mit Anne Jurkat und Julian Salg (2024), ist die Normalisierung von CES-Funktionen in Panelschätzungen (siehe auch Baccianti, 2013). Je nach Art der Schätzgleichungen, die wir aus der CES-Funktion generieren, z.B. die linearen Bedingungen erster Ordnung im Faktormarktgleichgewicht, können Normalisierungswerte identisch sein zu Fixed Effects oder Dummy-Variablen. Dann erscheint es mir in angewandter empirischer Arbeit anschlussfähiger, direkt diese gut eingeführten Begriffe zu verwenden, statt von der Normalisierung zu sprechen. Jedoch gilt die Äquivalenz von Normalisierung und Fixed Effects nicht in jeder Art der Anwendung.

Ökonomische Signifikanz der Substitutionselastizität zu ermitteln, bedeutet neben dem geschätzten Wert der Substitutionselastizität einen kontrafaktischen anzugeben und zu berechnen, wie sehr sich der Unterschied auf die wirtschaftlichen Zielgrößen auswirkt, die in der angewandten Forschung interessieren, wie z.B. Arbeitsproduktivität, Energieverbrauch, Robotereinsatz etc. Der nichtlineare Zusammenhang kann z.B. dazu führen, dass ein Unterschied der Substitutionselastizität zwischen 0 und 0,05 ökonomisch größere Auswirkungen hat als einer zwischen 6 und 10. Ob es so ist, hängt von weiteren Größen ab. Nicht wenige wirtschaftspolitische Debatten hängen an Substitutionselastizitäten, verbunden mit einigen wenigen weiteren empirischen Annahmen. Die Debatte um das Gaspreisembargo gegenüber Russland (siehe Moll et al., 2023) steht noch auf meiner Liste, um mehr über methodische Aspekte der CES-Funktionen und ihrer Kalibrierung über unterschiedliche, teilweise widerstrebende Modellrahmen hinweg zu lernen. Was ich aus Rainer Klumps Schriften in den frühen

---

2000er Jahren über normalisierte Produktionsfunktionen mit konstanter Substitutionselastizität gelernt habe, begleitet meine Forschung bis heute.

## Literatur

Baccianti, C. (2013). Estimation of Sectoral Elasticities of Substitution Along the International Technology Frontier, *ZEW Discussion Papers* No. 13-092.

Moll, B., Schularick, M., & Zachmann, G. (2023). The Power of Substitution: The Great German Gas Debate in Retrospect. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2023(2), 395 – 481.

Jurkat, A., Saam, M. & Salg, J. (2024). Estimating the Aggregate Elasticity of Substitution between Robots and Labor – A CES Approach, Vortrag auf der *CORA – Conference on Robotics and Automation*, Frankfurt.

Klump, R., & de La Grandville, O. (2000). Economic Growth and the Elasticity of Substitution: Two Theorems and Some Suggestions. *American Economic Review*, 91(1), 282 – 291.

Klump, R., & Saam, M. (2008). Calibration of normalised CES production functions in dynamic models. *Economics Letters*, 99(2), 256 – 259.

## **Inspirierte Theorie: Wie Rainer Klump meine Sicht auf ökonomische Modelle prägte**

*Sebastian Krautheim, Universität Passau und CESifo*

Rainer Klump gehört zweifellos zu den besonders wichtigen und einflussreichen Persönlichkeiten der deutschen Volkswirtschaftslehre der letzten drei Jahrzehnte. Sein wissenschaftliches Werk ist thematisch breit gefächert und methodisch fundiert. Es umfasst sowohl inhaltlich als auch methodisch so unterschiedliche Bereiche wie die endogene Wachstumstheorie, die Entwicklungsökonomik, die Wirtschaftspolitik im Allgemeinen sowie die normative Wirtschaftspolitik im Besonderen. In allen diesen Feldern hat er wichtige Beiträge geleistet, von denen viele weit über den deutschsprachigen Raum hinaus Beachtung und Anerkennung finden.

Neben seiner Forschung war Rainer Klump auch als Hochschullehrer und Wissenschaftsorganisator außerordentlich engagiert und erfolgreich. Neben seinen Leistungen in Forschung und Lehre hat er sich in herausragender Weise auch in der universitären Selbstverwaltung engagiert, unter anderem als Dekan und Vizepräsident an der Goethe Universität sowie als Rektor der Universität Luxemburg.

In der Lehre hat er nicht zuletzt durch seine erfolgreichen Lehrbücher zur Wirtschaftspolitik sowie zur endogenen Wachstumstheorie bei Generationen von Studierenden, aber auch bei mir ganz persönlich, tiefe Spuren hinterlassen. Ich hatte das große Glück, Rainer Klump während meines VWL-Studiums in Frankfurt als Professor zu erleben und für ihn als studentischer Tutor arbeiten zu können. Seine Vorlesungen waren klar, anspruchsvoll und vor allem von einer Begeisterung für logisches Denken im Rahmen ökonomischer Modelle geprägt, die ansteckend wirkte. Als ich seinen fortgeschrittenen Kurs zur Wachstumstheorie belegte, konnte ich nicht wissen, dass die

CES-Funktion, die in seiner Forschung und Lehre eine zentrale Rolle spielte, später auch meine eigene wissenschaftliche Arbeit stetig begleiten würde. Ein erster Schritt in diese Richtung war meine Diplomarbeit zu Directed Technical Change, die Rainer Klump betreute.

Nachdem ich in meinem Promotionsstudium am Europäischen Hochschulinstitut in Florenz, für das mich Rainer Klump empfohlen hatte, erste Schritte in Richtung einer Verallgemeinerung des Directed-Technical-Change-Ansatzes gegangen war, entdeckte ich mein Interesse am Außenhandel und den Determinanten sowie Herausforderungen der ökonomischen Globalisierung. Wenn auch von der Produktionsfunktion zur Nutzenfunktion gewandelt, blieb ich der CES-Funktion in meinen wissenschaftlichen Arbeiten seither treu. Ebenfalls erhalten blieb mir das Gespür für die Schönheit und den Nutzen einer guten Theorie, das Rainer Klump in mir geweckt hatte. Auch wenn ich inhaltlich in einem anderen Feld forsche, entdecke ich doch immer wieder einen Hauch „Rainer Klump“ in meinen Modellen – insbesondere an den Stellen, die mir im Nachhinein besonders gelungen scheinen.

Festschriften sind nicht nur Gelegenheiten zur wissenschaftlichen Würdigung, sondern auch zum persönlichen Dank. Rainer Klump ist für mich weit mehr als ein herausragender Forscher und Hochschulmanager: Er war und ist ein prägender Lehrer, intellektueller Wegweiser und Vorbild. Es ist mir eine große Freude, mit diesem Beitrag seine Arbeit zu würdigen.

---

## O Brave New World that has such Robots in it - Tracking the Rise of the Service Robot

*Anne Jurkat, International Federation of Robotics<sup>10</sup>*

The rise of the industrial robot and its impact on the economy has been well documented and researched. The seminal papers by Graetz and Michaels (2018) and Acemoglu and Restrepo (2019) have sparked interest on industrial robots and their macroeconomic effects both in empirical and theoretical research. To date, numerous literature reviews exist (see for instance Jurkat et al., 2022) along with several meta studies on the impact of robots on labor productivity, wages, and employment (Guarascio et al., 2024, Jurkat et al., 2023, and Logchies et al., 2025).

The majority of the empirical research on industrial robots is based on the dataset provided and maintained by the International Federation of Robotics (IFR). The IFR database reports annual installations and robot stocks by country and industry beginning in 1993. It is by far the most comprehensive source of data on robots worldwide (see Jurkat et al. (2022) for a detailed description of the IFR database). The availability of historical data for industrial robots is certainly one reason for the growing number of scientific papers on industrial robots in economics. In contrast, the economic impact of service robots is hardly researched at all as it lacks the necessary time series on service robots. I would like to elaborate on the reasons for this. There are 3 main explanations of why tracking service robots is a challenging task: market size, market dynamics, and heterogeneity of service robots.

The IFR employs a clear-cut definition of industrial robots. Following the ISO vocabulary, an industrial robot is an automatically controlled, multipurpose, reprogrammable

---

<sup>10</sup> Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt. The views and opinions expressed in this article are those of the author and do not necessarily reflect the official policy or position of the International Federation of Robotics (IFR) or its members.

---

manipulator which can move in three or more axes (see ISO 8373:2021 § 3.6) (IFR 2025). This definition rules out all dedicated robots such as vacuum robots as these lack manipulation capabilities, reprogrammability, and are single purpose devices. All robots which do not fit the definition of industrial robots are counted in the service robot statistics. Moreover, ISO 8373:2021 defines a service robot as a robot “*that performs useful tasks for humans or equipment*” (§ 3.7). Basically, in terms of IFR’s statistics, service robots do not produce anything. The term “service robot” is often misunderstood by the general public but also by suppliers of service robots. Service robots are usually associated with consumer electronics, and the perception is therefore limited to consumer appliances like robot vacuums which can be found in many households today. However, service robots for consumer use are only one aspect of the very heterogenous world of service robotics. Service robots are also used in professional environments such as mobile robots for transportation and logistics in factories and warehouses. These mobile robots, often coined as AMR - autonomous mobile robots - are counted as service robots not industrial robots as they lack the necessary manipulation capabilities.

The IFR service robot statistics reports units sold or offered as a service (so called RaaS business model) by year, application, and region of origin only. This is due to the large number of service robot suppliers. As of August 2025, the population of all service robot suppliers known to the IFR consists of 944 companies worldwide (IFR, 2025). Likely, the real number is larger. Reaching out to all companies in the world and convincing them to report to the IFR statistics is therefore very difficult. Many of these firms are still very small and most likely it is not their top priority to report unit sales for statistical purposes. Some might be reluctant to share their data because of lack of trust in data privacy. Others may not even associate themselves with the service robot market due to the misconception of the definition of service robotics outlined earlier.

The IFR application class scheme accounts for both service robots for consumer use and for professional use. The first comprises all service robots which are intended for anyone and do not require specific training. The latter refers to service robots which require a trained operator. The IFR distinguishes between 3 major application groups for consumer robots (the application or parent group: domestic tasks, social interaction and education,

and care at home. Each subgroup is broken down further into application classes on the two-digit level. The class ‘other consumer robots’ encompasses those applications which have not been accounted for, yet. See table 1 for an overview.

Application		Description
<b>AC</b>	<b>Consumer robots</b>	<b>Robots intended for use by everyone. No professional training required.</b>
<b>AC1</b>	<b>Robots for domestic tasks</b>	<b>Robots for housekeeping and similar tasks around the house</b>
AC11	Domestic floor cleaning (indoor)	Wet and dry cleaning of floors, e.g. vacuuming and wiping of floors
AC12	Domestic window cleaning	Cleaning of windows
AC13	Gardening	Gardening tasks, e.g. lawn mowing
AC14	Domestic cleaning (outdoor)	Outdoor cleaning tasks around the home, e.g. pool cleaning, yard cleaning
AC19	Other domestic tasks	Domestic tasks other than AC11 to AC14
<b>AC2</b>	<b>Social interaction, education</b>	<b>Robots with social interaction functions, robots for children and student education</b>
AC21	Social interaction, companions	Main purpose of the robot is to interact with and entertain users at home
AC22	Education	Robots designed specifically to educate children or students
<b>AC3</b>	<b>Care at home</b>	<b>Robots that support people in need of care (e.g. seniors or handicapped people) in their homes or home-like environments (e.g. retirement homes)</b>
AC31	Mobility assistants	Robotic wheelchairs, robotic rollators/walkers, exoskeletons for walking disabilities. Includes robotic devices.
AC32	Manipulation aids	Robots that support seniors or disabled people in the manipulation of their environment (e.g. meal assistance robot, manipulators mounted to wheelchairs). Includes robotic devices.
AC39	Other care robots	Robots for care at home that do not fit into AC31 or AC32. Includes robotics devices.
<b>AC9</b>	<b>Other consumer robots</b>	<b>Consumer robots that do not fit into any of above classes</b>
AC99	Other consumer robots	Consumer robots that do not fit into any of above classes

Table 1: Classification of service robots for consumer use (IFR 2025)

Service robots for professional use comprise 7 application groups plus one category for other professional robots (see table 2). Each application group is further broken down on the two-digit level. The application groups range from agriculture, transportation and logistics, construction and demolition, inspection, security, firefighting and disaster relief to hospitality. All robots which cannot be assigned to one of the regular application classes are allocated to ‘other professional service robots’.

The range of different applications gives rise to different robot designs to meet the needs of the specific use cases. Robots used in agriculture for milking need to perform different tasks than those used for transportation in warehouses or firefighting. Thus, the physical appearance of service robots varies substantially across application classes. This contrasts sharply with industrial robots where the IFR identifies 5 different types of robots (articulated, cartesian, SCARA, delta, and cylindrical).

Application		Description
<b>AP</b>	<b>Professional service robots</b>	<b>Robots intended for use by trained professionals.</b>
<b>AP1</b>	<b>Agriculture</b>	<b>Robots for agricultural and farming applications</b>
AP11	Cultivation	Plowing, seeding, harvesting, weeding, fertilizing, pesticide spraying of/for crop plants and fruit indoors (greenhouse) and outdoors (field, vineyard)
AP12	Milking	Milking
AP13	Other livestock farming	Livestock farming, except milking, e.g. feeding, barn cleaning
AP19	Other agriculture	Agriculture, but none of the above
<b>AP2</b>	<b>Professional cleaning</b>	<b>Robots for professional cleaning applications</b>
AP21	Floor cleaning	Cleaning of horizontal areas, e.g. floors in offices, hotels, public buildings, streets and sidewalks. Note: Robots for barn cleaning are included in class AP13
AP22	Window and wall cleaning	Cleaning of windows, walls and other vertical areas
AP23	Tank, tube and pipe cleaning	Inside cleaning of tanks, tubes or pipes
AP24	Hull cleaning	Outside cleaning of hulls (aircraft, train, other vehicles, tank, container)
AP25	Disinfection	UV, spray, wiping or other disinfection methods
AP29	Other professional cleaning	Professional cleaning other than above
<b>AP3</b>	<b>Inspection and maintenance</b>	<b>Robots for inspection and maintenance</b>
AP31	Buildings and other construction	Outside detection of damage in buildings, plants, bridges, tunnels and other civil construction
AP32	Tank, tubes, pipes, sewers	Inside detection of leakage in tanks, pipes, or sewers
AP39	Other inspection and maintenance	Inspection and maintenance, but none of the above
<b>AP4</b>	<b>Construction and demolition</b>	<b>Robots for construction and demolition</b>
AP41	Construction	Installation of buildings and other constructions, earthwork
AP42	Demolition	Tear-off of buildings and other constructions
<b>AP5</b>	<b>Transportation and logistics</b>	<b>Mobile robots for transportation of goods or cargo and other logistics functions</b>
AP51	Indoor environments without public traffic	Cargo/goods transportation in indoor environments without public traffic only, e.g. warehouses, factories, non-public areas of hospitals, airports, etc.
AP52	Indoor environments with public traffic	Cargo/goods transportation in indoor environments with public traffic, e.g. hospitals, hotels, restaurants
AP53	Outdoor environments without public traffic	Cargo/goods transport in outdoor environments without public traffic only, e.g. harbors, airports
AP54	Outdoor environments with public traffic	Cargo/goods transport in outdoor environments with public traffic, e.g. home delivery, parcel delivery in the streets
AP55	Inventory	Counting and refilling of stock and inventory
AP59	Other transportation and logistics	Mobile robots for transportation and logistics applications not mentioned above. No passenger transportation.
<b>AP7</b>	<b>Search and rescue, security</b>	<b>Robots for emergency situations</b>
AP71	Firefighting	Robots for firefighting. Includes robotic devices.
AP72	Disaster relief	Robots for detection or rescue of survivors. Includes robotic devices.
AP73	Security services	Robots for security functions, e.g. surveillance, bomb squad support. Includes robotic devices.
<b>AP8</b>	<b>Hospitality</b>	<b>Robots for interaction with guests or visitors</b>
AP81	Food and drink preparation	Robots for food or drink preparation
AP82	Mobile guidance, information, telepresence	Robotic information desks or guides, e.g. in museums, shops, hotel receptions. Robots for virtual participation in real-world events. Note: Telepresence robots specifically designed for the medical field are covered in AP69
<b>AP9</b>	<b>Other professional service robots</b>	<b>Robots that do not fit into any of the above classes</b>
AP99	Other professional service robots	Robots that do not fit into any of the above classes

Table 2: Classification of service robots for professional use (IFR 2025)

---

Another issue limiting the scope of the service robot survey considerably is compliance with anti-trust regulation. The IFR statistical department is not allowed to reveal data if the minimum number of non-zero observations has not been reached. This causes data to be further aggregated as application classes with low volumes cannot be revealed. Furthermore, compliance is problematic for regional breakdowns let alone country-level data. Only more mature market segments like professional robots for transportation and logistics with a large number of producers in the IFR sample have enough data coverage to reveal regional data on the two-digit application class level. It should be noted that regional breakdowns refer to the country of origin as robot flows between countries are not accounted for.

The market for service robots is not only very heterogenous regarding the type of robots but it is also very dynamic. The market is characterized by firms entering and exiting the market, mergers, and the constant development of new products. Some companies supply service robots in such small numbers to a niche market that the market entry or exit of a firm causes a substantial change in absolute numbers reported. This causes the sample composition to change significantly from year to year. Therefore, the IFR asks for data for two consecutive years in its annual survey on service robots. This enables the IFR to calculate a meaningful growth rate. Any comparison between issues of the World Robotics Service Robots is strictly discouraged due to the significant sample bias. Moreover, the service robot industry is constantly expanding its scope of applications. These new applications might not be included in the IFR application scheme, yet. For instance, there are robots available for line marking of sport fields, an application for which there is no separate application class. Instead, this newer application is included in ‘other professional service robots’. Only if a significant number of suppliers is reached does it make sense to expand the survey item accordingly.

Tracking the rise of the service robots is challenging, but it is a chance to closely document the rise of the service robots for future research. As the population of most industrial economies worldwide ages, automation through service robots will become more prevalent. Already, the IFR statistical department observes double digit growth rates in many application areas (see IFR, 2025). Other application classes will follow as service

robots will become more reliable, efficient, and scalable. Advances in AI and specifically generative AI have the potential to enable robots to adjust to dynamic, unstructured environments better, thereby expanding the scope of useful tasks which can be performed by robots.

## References

- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. In *Journal of Political Economy* 128 (6), 2188–2244. DOI: 10.1086/705716.
- Graetz, G. & Michaels, G. (2018). Robots at Work. In *The Review of Economics and Statistics* 100 (5), 753 – 768. DOI: 10.1162/rest\_a\_00754.
- Guarascio, D., Piccirillo, A. & Reljic, J. (2024). Will Robots Replace Workers? Assessing the Impact of Robots on Employment and Wages with Meta-Analysis.
- IFR (2025): World Robotics. Service Robots. With assistance of C. Müller, A. Jurkat, W. Kraus, B. Graf, K. Bregler. Frankfurt am Main: VDMA Services GmbH.
- Jurkat, A., Klump, R. & Schneider, Florian (2022): Tracking the Rise of Robots: The IFR Database. In *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 242 (5-6), 669 – 689. DOI: 10.1515/jbnst-2021-0059.
- Jurkat, Anne; Klump, Rainer; Schneider, F. (2023). Robots and Wages: A Meta-Analysis. Discussion Paper. Available online at <https://EconPapers.repec.org/RePEc:zbw:esprep:274156> .
- Logchies, T., Coupé, T. & Reed, W. R. (2025). Do robots decrease humans' wages? In *Applied Economics Letters*, 1 – 5. DOI: 10.1080/13504851.2025.2466748.