

**Hohenheimer
Volkswirtschaftliche Schriften**
62

Sven Wydra

**Produktions- und
Beschäftigungseffekte
neuer Technologien**

PETER LANG

Frankfurt am Main · Berlin · Bern · Bruxelles · New York · Oxford · Wien

1 Einführung

1.1 Ausgangssituation

Bereits seit dem 18. Jahrhundert wird die Auswirkung neuer Technologien auf die Beschäftigung kontrovers diskutiert. Lange Zeit galt der technische Fortschritt als mögliche Ursache steigender (technologischer) Arbeitslosigkeit. Dabei wurde befürchtet, dass das induzierte Produktivitätswachstum höher ist als die Produktionszunahme und der Bedarf an Arbeitskräften sinkt. In jüngerer Vergangenheit lässt sich allerdings verstärkt ein Paradigmenwechsel in der öffentlichen und wirtschaftswissenschaftlichen Debatte beobachten (Welsch 2006, S.610). Neue Technologien und Innovationen gelten vielmehr als Schlüsselfaktor für eine hohe volkswirtschaftliche Dynamik und hohe Beschäftigung. Die Umsetzung der technologischen Möglichkeiten in neue Produkte und die Einsetzung neuer Verfahren sind für fortgeschrittene Industriestaaten demnach von essentieller Bedeutung zur Steigerung der Produktion und Beschäftigung. Qualifizierte Arbeitskräfte stellen dabei einen entscheidenden Faktor für die Generierung neuer Innovationen und Problemlösungen dar. Arbeitslosigkeit entsteht nach dieser Auffassung nur dann, wenn der Faktor Arbeit nicht ausreichend genutzt wird und die Innovationsleistung hinter anderen Ländern zurückbleibt. Wichtige Gründe für den zunehmenden Paradigmenwechsel liegen unter anderem im verstärkten globalen Standortwettbewerb. Die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien sind in hoch entwickelten und rohstoffarmen Ländern (z.B. Deutschland) notwendig, um sich dauerhaft im internationalen Wettbewerb zu behaupten. Falls dies gelingt, können neue Arbeitsplätze im Inland geschaffen oder existierende Arbeitsplätze dauerhaft im Inland gehalten werden.

Daneben zeigen sich aber auch bei den Technologien, die hinter dem heutigen technischen Fortschritt stehen, deutliche Unterschiede in den Eigenschaften, Diffusion und Anwendungsbereichen gegenüber früheren Technologien. Diesen Charakteristika wird erhebliche Relevanz für deren wirtschaftliche Auswirkungen zugesprochen (Holwegler 2003). Ein Beispiel hierfür sind technologiespezifische Komplementaritäten zu anderen Produktionsfaktoren, z.B. der Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften in einer wissensbasierten Ökonomie auf Basis neuer Technologien. Der zukünftige Zusammenhang zwischen neuen Technologien und Produktion bzw. Beschäftigung ist demnach nicht zuletzt von den konkreten Technologien selbst abhängig. Um Aussagen über diese Zusammenhänge treffen zu können, bedarf es einer expliziten Erfassung der technologischen Entwicklung, da Vergangenheitsanalysen nicht genug Aufschluss geben. Bei aktuellen Betrachtungen zukünftiger technologischer Veränderungen wird häufig einigen wenigen „Schlüsseltechnologien“ ein besonders großer Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft zugesprochen. Hierzu zählt insbesondere die Biotechnologie. Sie verfügt nach dieser Ansicht über ein hohes Potenzial für die Entwicklung neuer oder verbesserter Prozesse, Produkte und Dienstleistungen in sehr

verschiedenen Sektoren wie z.B. Landwirtschaft, Lebensmittel, Pharmazie, Umwelttechnik, oder Chemie (McKelvey 2007, S.610). In einer Vielzahl von Ländern werden deshalb erhebliche öffentliche und private (Forschungs-) Investitionen in die Biotechnologie getätigt, in der Erwartung neben wissenschafts- und technologiepolitischen eine Reihe gesellschaftspolitischer Ziele zu erreichen (Feuerstein 2007, S.11). Neben signifikanten Verbesserungen in der Arzneimittelentwicklung und der gesamten Gesundheitsversorgung sowie der Umweltschonung werden durch die genannten Vorteile positive Effekte für die wirtschaftliche Entwicklung erhofft. Ob die wirtschaftlichen Erwartungen allerdings gerechtfertigt sind, kann aufgrund der vielschichtigen Zusammenhänge zwischen Technologien und Ökonomie nicht pauschal beurteilt werden. Hierfür bedarf es konkreter empirische Untersuchungen.

Die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse über die wirtschaftlichen Auswirkungen der Biotechnologie in ihrer Höhe aber auch in der Art und Weise (z.B. neue Produkte, Einsparung von Ressourcen zur Produktion etc.) sind allerdings gering. Viele bisherigen Studien und Untersuchungen konzentrieren sich auf Marktzahlen (z.B. Umsatz, Beschäftigung) der „Biotechnologieindustrie“. Dabei handelt es sich vorrangig um in der Pharma industrie zu findende spezialisierte Biotechnologieunternehmen. Diese Unternehmen weisen viele Besonderheiten wie die enge Verbindung zur Universitätswissenschaft, eine hohe Forschungsintensität und Abhängigkeit von Risikokapital auf. Somit werden Unternehmen eines besonderen Typs in einer besonderen Phase des Wachstums betrachtet (McKelvey 2007, S.610). Diese Analysen können kaum Hinweise für das Potenzial und die Bedeutung einer Technologie für die Volkswirtschaft geben. Die Bedeutung der Biotechnologie für Produkte und Prozesse in den oben genannten Anwenderbranchen wird mit diesen Analysen überhaupt nicht erfasst. McKelvey stellt deshalb fest: „[...] a broader perspective on modern biotechnology is necessary to capture all the relevant economic activities...“ (McKelvey 2007, S.610). Die wenigen bisherigen Untersuchungen für Anwenderbranchen betrachten aber nur einzelne Aspekte möglicher gesamtwirtschaftlicher Auswirkungen. Meist werden Bruttogrößen (z.B. Produktionsanteil) untersucht (z.B. Menrad et al. 2003; Nusser et. al. 2007a) und keine Veränderungen, die durch eine Diffusion der Biotechnologie auftreten. Diese bisherigen Limitationen sind der schwierigen Datensituation für die Biotechnologie geschuldet. Erst in jüngerer Vergangenheit zeigt sich eine gewisse Zunahme bei Studien, die zumindest Teilgebiete und/oder Teile der Effekte der Biotechnologie aus technooökonomischer Sicht erfassen. Diese können eine wichtige Grundlage für aufbauende Analysen zu gesamtwirtschaftlichen Effekten geben.

1.2 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist die Analyse von möglichen zukünftigen Produktions- und Beschäftigungseffekten der Diffusion der Biotechnologie. Andere sozio-ökonomische und gesellschaftliche Dimensionen der Fortschritte in der Biotechnologie – z.B. für Gesundheit und Umwelt sowie deren Folgeeffekte – können im Rahmen dieser Arbeit nicht vertieft behandelt werden. Die Betrachtung ist dabei vor allem auf die Zukunft gerichtet, für die empirische Analyse wird das Jahr 2020 gewählt. Schließlich ist die Analyse der Effekte einer neuen Technologie für die Beurteilung ihrer Potenziale dann sinnvoll, wenn sie einen gewissen Diffusions- und Reifegrad erreicht hat. Während in einigen Anwendungsfeldern (z.B. Pharma) eine Diffusion der Biotechnologie zumindest teilweise bereits stattgefunden hat, ist dies für andere Felder (z.B. Kunststoffe) erst zu erwarten.

Um diese möglichen zukünftigen Auswirkungen der Biotechnologie zu analysieren, werden relevante Wirkungsmechanismen aus der Theorie abgeleitet, die Verfügbarkeit und Aussagekraft verschiedener Daten(-quellen) erörtert und eine quantitative empirische Untersuchung für ausgewählte Anwendungsfelder der Biotechnologie durchgeführt. Dabei werden folgende Teilfragen erörtert:

- Welche Bedeutung haben neue Technologien für die wirtschaftliche Entwicklung in verschiedenen Theorieansätzen? Welche Wirkungsmechanismen von Technologien auf Beschäftigung und Produktion sind von besonderer Relevanz und inwiefern sind diese von den Charakteristika einer Technologie abhängig?
- Welche technologischen Charakteristika lassen sich der Biotechnologie zuordnen und welche Implikationen für die wirtschaftlichen Effekte und deren Analyse ergeben sich daraus?
- Wie ist die Datenverfügbarkeit für die Biotechnologie einzustufen? Wie kann eine geeignete Modelllösung zur Erfassung gesamtwirtschaftlicher Effekte unter Berücksichtigung der Datenverfügbarkeit aussehen?
- Welche gesamtwirtschaftlichen Effekte können sich in projektiven Szenarien durch die Diffusion und Weiterentwicklung der Biotechnologie in verschiedenen Anwendungsfeldern ergeben? Welche Faktoren sind für diese Effekte von besonderer Bedeutung?

Für die Beantwortung der empirischen Teilfragen wird eine technoökonomische Vorgehensweise gewählt. So liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit in einer Integration der biotechnologiespezifischen Impulse in ein volkswirtschaftliches Modell, da besonders hier umfangreiche Forschungsarbeiten fehlen. Dabei ergibt sich die Problematik, die vor allem bei umweltökonomischen Modellen bisher häufig diskutiert wird (z.B. Walz/Schleich 2009; Frohn et al. 1998), dass je nach Aggregationsebene eines Modells unterschiedliche Wirkungen neuer Technologien erfasst werden können. Während so genannte Top-Down-Modelle (z.B.

Allgemeine Gleichgewichtsmodelle, Input-Output-Modelle) gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge untersuchen, können Bottom-Up-Modelle genauer konkrete Techniken und Technikalternativen erfassen. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Zwischenweg gewählt, indem in einer Bottom-Up-Betrachtung technoökonomische Daten in ein gesamtwirtschaftliches Input-Output-Modell integriert werden. Der Grundgedanke dieses technoökonomischen Zugangs zu diesem Thema ist, dass das Wissen über technologische Prozesse nützliche Hinweise über die Art und Richtung wirtschaftlicher Effekte geben kann. Schließlich sind Charakteristika einzelner Technologien bereits häufig vor der breiten Diffusion zumindest in Grundzügen bekannt. Die Berücksichtigung indirekter wirtschaftlicher Effekte erfolgt in einem Input-Output-Modell. Dieses Modell zeichnet sich im Vergleich zu anderen Top-Down-Modellen in der Regel durch eine stärkere sektorale Disaggregation und eine relativ große Flexibilität aus, welche die Integration von technoökonomischen Informationen auf der Mesoebene ermöglicht. Dabei werden für vier Anwendungsfelder der Biotechnologie mehrere Szenarien gebildet. Diese sollen die aus heutiger Sicht für Experten plausibel erscheinenden Innovations- und Diffusionspfade der Biotechnologie abbilden. Für diese Szenarien werden die Art und Weise (z.B. neue Produkte, Produktivitätswachstum, Veränderung von Produktionsstrukturen) und die Größenordnungen möglicher Effekte der Biotechnologie analysiert und miteinander verglichen.

Diese Vorgehensweise mithilfe des Input-Output-Modells geht aber auch mit Einschränkungen bei der Modellierung gesamtwirtschaftlicher Rückkopplungseffekte (z.B. Preiseffekte) und der Abbildung möglicher Innovations- und Diffusionsdynamiken einher. Die breite theoretische Diskussion und Erörterung der Implikationen für die Auswirkungen der Biotechnologie auf einer Makroebene, soll die interpretative Einordnung der empirischen Ergebnisse ermöglichen und ergänzen.

1.3 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2.1 erfolgt zunächst eine Klärung einiger relevanter Begriffe für diese Arbeit. Danach werden in Kapitel 2.2 Theorieansätze, die wichtige Erkenntnisse für die vorliegende Forschungsfrage liefern, in ihren Grundzügen dargestellt. Hierbei wird erörtert, wie der Einsatz neuer Technologien (bzw. technischer Fortschritt) spezifiziert wird, welche Bedeutung sie für die wirtschaftliche Entwicklung einnehmen und auf welche Art und Weise (z.B. Produktivität, strukturelle Wirkungen) sie sich auf die Gesamtwirtschaft auswirken. Dabei stehen Ansätze der Neoklassik, des Post-Keynesianismus und der Evolutorik im Fokus. In Kapitel 2.3 werden dann konkrete Wirkungsmechanismen für die Produktions- und Beschäftigungswirkungen von neuen Technologien diskutiert, welche die Grundlage für die empirische Modellierung bilden. In Kapitel 3 wird die Bio-

technologie charakterisiert und mögliche Implikationen der theoretischen Zusammenhänge für die wirtschaftlichen Auswirkungen der Biotechnologie erörtert. Dabei werden sowohl die beschriebenen Wirkungsmechanismen als auch eine evolutrice Interpretation des Konzepts der „General Purpose Technologies“ für die Biotechnologie diskutiert. Die Charakteristika der Biotechnologie können mit diesem Grundgerüst spezifiziert, die bisherige Entwicklung der Biotechnologie nachgezeichnet und zumindest Ansatzpunkte über mögliche Entwicklungspfade gegeben werden. Gerade weil die Entwicklung der Biotechnologie bisher hinter vielen Erwartungen zurückgeblieben ist, bedarf es für eine prospektive Analyse einer Ursachenklärung. Sie unterstützt die Bildung möglichst plausibler und konsistenter Szenarien, indem sie Anhaltspunkte für die relevanten Rahmenbedingungen und Annahmen für die Modellparameter gibt. In Kapitel 4 stehen die Möglichkeiten der Messung wirtschaftlicher Auswirkungen der Biotechnologie im Fokus. Die Datenlage für die Biotechnologie wird bezüglich ihrer Verfügbarkeit, Aussagekraft und daraus folgenden Einschränkungen für gesamtwirtschaftliche Analysen erörtert. Im Anschluss werden die Grundzüge des Input-Output-Modells dargestellt und die Analyse der Wirkungen neuer Technologien mit diesem Modell diskutiert. Die empirische Vorgehensweise für die eigenen Modellsimulationen und die Auswahl der untersuchten Anwendungsfelder der Biotechnologie werden in Kapitel 5 erläutert. In Kapitel 6 werden für die gewählten Anwendungsfelder die Auswirkungen der Biotechnologie anhand verfügbarer Daten, Literatur und Experteninterviews diskutiert und Modellparameter für verschiedene Szenarien abgeleitet. Im Anschluss an die jeweilige Erörterung werden die Ergebnisse der Modellsimulationen dargestellt und interpretiert. Abschließend werden in Kapitel 7 die zentralen Ergebnisse zusammengefasst und Schlussfolgerungen gezogen.