



Anne-Kathrin Dimmig (Autor)

Innovationsverhalten bei Risiko und fundamentaler Unsicherheit

Theoretische Grundlagen, Feldempirie und experimentelle Ergebnisse



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/568>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

1 Einleitung

Eine der treibenden Kräfte der wirtschaftlichen Entwicklung und des wirtschaftlichen Wachstums in einer Volkswirtschaft wird durch den technologischen Fortschritt verkörpert. Der technologische Fortschritt hat viele Gesichter und kann sich in Form von Produktneuheiten oder in großen Schritten in Gestalt von Verfahrensinnovationen, die mitunter bisherige Technologien obsolet erscheinen lassen, vollziehen. Die Innovationen bieten neue Handlungsalternativen und technologische Möglichkeiten, die uns einen gewissen Lebensstandard sichern und das gesellschaftliche Leben auf unterschiedliche Art und Weise prägen. Die Erfindung des modernen Buchdrucks in der Mitte des 15. Jahrhunderts eröffnete neue Wege der Wissensdiffusion, die es ermöglichten, die Grundlagen für die heutige Wissensgesellschaft zu formen und trugen des Weiteren zur Entfaltung der Wissenschaften bei. Ein anderes Beispiel, das zeigt, wie Innovationen die Entwicklung der Gesellschaft beeinflusst haben und noch immer beeinflussen, sind neue Techniken in der Medizin, welche die Lebenserwartung erhöhen und somit neue Formen der individuellen Lebensplanung ermöglichen.

Über die Entwicklung von Innovationen sowie dem damit verbundenen technologischen Know-how definiert sich auch die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen und Branchen. Auch im internationalen Vergleich kann der technologische Fortschritt als Referenzgröße für die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft dienen. Daher sind und bleiben Innovationen Gegenstand von politischen und wirtschaftswissenschaftlichen Diskussionen sowie der Grundlagen- und angewandten Forschung.

Die facettenreiche Innovationsforschung, die im Kapitel 2 diskutiert wird, ist dabei eines der Teilgebiete der Wirtschaftswissenschaften, die sich der Erforschung des Innovationsgeschehens und seinen Wechselwirkungen zum wirtschaftlichen Wachstum einer Volkswirtschaft als auch auf mikroökonomischer Ebene der *Ursachenforschung* des technologischen Fortschritts widmet. Im Rahmen der Neuen Wachstumstheorie hat man sich zunächst auf der aggregierten volkswirtschaftlichen Ebene auf die Wirkung des technologischen Fortschritts konzentriert und formulierte ihn als externe Größe in den Erklärungsansätzen. Wie genau der technologische Fortschritt zu Stande kommt, ist vorerst nicht Gegenstand der Untersuchungen. Diese Ansicht änderte

sich bald mit Schumpeters „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“ sowie mit seinem Werk „Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie“. Mit diesen Arbeiten wurde eine konzeptionelle Richtung auf den Weg gebracht, die vor allem die Endogenität des technologischen Fortschritts thematisiert und damit die Entstehungszusammenhänge in den Vordergrund rückt. In diesem Sinne stehen dann ökonomische Bedingungen und technologischer Fortschritt in einem interdependenten, wechselseitigen Verhältnis.¹ Die Unternehmen sind nach Auffassung Schumpeters kreative Entrepreneur, die Freude an der „Durchsetzung neuer Kombinationen“ haben,² die immer wieder Risiken auf sich nehmen und Mut zu Innovationen zeigen. Damit geht man in eine Sichtweise über, in der die Unternehmen eine Schlüsselstellung in den Untersuchungen zum Innovationsgeschehen einnehmen.

Die mikro-, insbesondere industrieökonomische Auseinandersetzung mit dem Innovationsprozess basiert vor allem auf der neoklassischen Innovationstheorie, die Innovationen im Kontext eines rationalen Entscheidungskalküls untersucht. Die Unsicherheit, die mit Innovationen einhergeht, ist in den Modellen allenfalls schwach ausgeprägt und kann über Wahrscheinlichkeitsfunktionen parametrisiert werden. In den Modellen der *New Industrial Economics* wird besonders das strategische Verhalten der Akteure in oligopolistischen Marktstrukturen thematisiert. Im Rahmen der Nicht-Kooperative-Spieltheorie, die hier besonders betont wird, wird das Innovationsverhalten auf ein gewinnmaximierendes Entscheidungskalkül reduziert, an dessen Ende die optimale Allokation der FuE-Ressourcen steht und die Unsicherheit der Innovationserfolge über einen stochastischen Prozess abbildet werden kann (*Reinganum* (1989)). Die *New Industrial Economics* umfasst ein breites Spektrum an theoretischen Ansätzen, die sich sowohl auf die Modellierung des Innovationsverhaltens als auch auf die Diffusion von Innovationen konzentrieren. Es gibt symmetrische Modelle, in denen die Unternehmen annahmegemäß die gleiche Technologie verwenden und unter gleichen Bedingungen in den Wettbewerb treten (z. B. *Loury* (1979), *Dasgupta* und *Stiglitz* (1980a), *Lee* und *Wilde* (1980)) sowie andererseits asymmetrische Ansätze, die den Innovationswettbewerb zwischen einem etablierten Unternehmen (Monopol) und potentiellen Neueinsteigern analysieren (z. B. *Gilbert* und *Newbery* (1982), *Reinganum* (1985), *Katz* und *Shapiro* (1987)). Darüber hinaus beschäftigen sich die spieltheoretischen Ansätze mit der Lizenzvergabe, Adaption sowie Diffusion von Innovationen (z. B. *Kamien* und *Tauman* (1986), *Katz* und *Shapiro* (1986)). Des Weiteren beinhalten die industrieökonomischen Untersuchungen Innovationsmodelle, die Spillover-Effekte zulassen oder

¹ Vgl. *Cantner* und *Hanusch* (1998), S. 2.

² Vgl. *Schumpeter* (1997), S. 128f.

ausschließen sowie Modelle, die FuE-Kooperationen in den Mittelpunkt des Interesses stellen (z. B. *D'Aspremont und Jacquemin (1988), Kamien et al. (1992)*). Ferner unterscheiden sich die spieltheoretischen Ansätze darin, ob es sich um einstufige oder mehrstufige Modelle handelt, die den Wettbewerb auf dem Produktmarkt in ihren Analysen berücksichtigen oder sich nur auf den technologischen Wettbewerb konzentrieren. In einigen spieltheoretischen Ansätzen, die besonders der Frage nachgehen, welche Einflussfaktoren die Intensität bestimmen, mit der die gegebenen technologischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden,³ hat sich die Marktstruktur als eine wesentliche Determinante herauskristallisiert. In diesem Zusammenhang werden in den theoretischen Grundlagen einige Modelle diskutiert, die sich auf die interdependente Beziehung zwischen Marktstruktur (Wettbewerbsintensität) und Innovationsverhalten konzentrieren und dabei oft von Prozessinnovationen ausgehen sowie unter anderem die *Neo-Schumpeter-Hypothesen* aufgreifen. Darüber hinaus werden die Eigenschaften der Patente thematisiert, die in den neoklassischen Modellen einen perfekten Schutz vor Imitationen bieten und somit die monetären Innovationsanreize bewahren. Die Diskussion der modelltheoretischen Ansätze der neoklassischen Innovationstheorie im zweiten Kapitel läuft darauf hinaus, dass diese zum Teil sehr konträre Aussagen im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Wettbewerbsintensität und FuE-Verhalten liefern. Aufgrund der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes und dessen unterschiedliche Aufarbeitung in den Innovationsmodellen wird sich zeigen, dass eine allgemeingültige Aussage im Bezug darauf, unter welcher Marktstruktur eine optimale Allokation der FuE-Ressourcen realisiert werden kann, nicht ohne Weiteres möglich ist. Auch die empirischen Studien, die Gegenstand des dritten Kapitels sind, werden diesbezüglich kein einheitliches Bild liefern. Im Gegenteil, es gibt Studien, die einen positiven Zusammenhang zwischen Wettbewerb und FuE-Aktivitäten prognostizieren (z. B. *Geroski (1994), Nickel (1996)*), eine so genannte Inverted-U-Beziehung (z. B. *Aghion et al. (2005)*) oder sogar einen negativen Einfluss (z. B. *Dasgupta und Stiglitz (1980a)*) der Wettbewerbsintensität auf die FuE-Aufwendungen aufzeigen. Des Weiteren deuten empirische Arbeiten darauf hin, dass Patente zum Schutz des geistigen Eigentums in einigen Branchen nur eine untergeordnete Rolle spielen und in puncto Effektivität anderen Schutzmechanismen, wie der Geheimhaltung, unterlegen sind (z. B. *Levin et al. (1987), Cohen et al. (2000), Aschhoff et al. (2007)*).

Die bisher angesprochenen Modelle der neoklassischen Innovationstheorie weisen ein wesentliches Manko auf. Sie gehen nämlich davon aus, dass die Akteure nicht nur

³ Vgl. *Cantner und Hanusch (1998)*, S. 6.

vollständige Informationen bezüglich der Strategien der Wettbewerber besitzen, sondern auch die technologischen sowie ökonomischen Implikationen und Konsequenzen der Innovationen *ex ante* perfekt antizipieren können. Insofern können unter diesen Umständen die Unternehmen natürlich auch den erwarteten Gewinn ihrer FuE-Investitionen genau kalkulieren. Aber wie will man vollständige Informationen über Neuerungen und ihre Implikationen besitzen, wenn Innovationen per Definition nicht im Vorhinein antizipiert werden können? Andernfalls könnte man nicht von Neuerungen im eigentlichen Sinn sprechen.⁴

„[It] is hopeless to develop a model which will genuinely predict innovation: an innovation is something new, and if you know what will be in the future, you know it now.“ (Arrow (1991), S. 473.)

Die Entwicklung von Innovationen ist vielfach mit echter bzw. fundamentaler Unsicherheit verbunden, die nicht über Wahrscheinlichkeitsfunktionen abgebildet werden kann, so dass es keine gesicherten Informationen über die Innovationserfolge gibt, auf deren Basis eine Kalkulation der erwarteten Innovationsgewinne vorgenommen werden kann. Wenn man darüber hinaus bedenkt, dass Patente nicht alle Technologien im gleichen Maße vor Imitationen schützen können und sogar selbst durch die Offenlegung des technologischen Know-hows zur Quelle für Spillover-Effekte werden, dann stellt sich unmittelbar die Frage, was neben den monetären Innovationsanreizen die Unternehmen motiviert, in Forschung und Entwicklung zu investieren.

Eine Antwort auf diese Frage liefern die Erklärungsansätze der evolutorischen Innovationstheorie, die ebenfalls in den theoretischen Grundlagen im Kapitel 2 thematisiert werden. Die evolutorische Ökonomik wendet sich vom Gewinnmaximierungsansatz sowie dem Postulat der vollkommenen Rationalität ab und versteht sich in dieser Hinsicht als bewusste Alternative zur neoklassischen Analyse. Dieser alternative Erklärungsansatz betont stattdessen den dynamischen Prozess des Innovationsgeschehens und sieht die Motivation zum Suchen und Experimentieren nicht einzig in den zukünftigen Ergebnissen. Aufgrund der mangelnden Vorhersehbarkeit von Innovationsergebnissen und der Unsicherheit ist davon auszugehen, dass die Akteure immer wieder mit Informations- und Kompetenzlücken konfrontiert sind, welche die Anwendung optimaler Problemlösungsalgorithmen im Sinne des Rationalitätspostulats unmöglich erscheinen lassen.⁵ In ungewissen Entscheidungssituationen wird demzufolge nur *beschränkt rationales* Verhalten (Simon (1955), Simon (1979)) zu beobachten sein.

⁴ Vgl. Witt (1987), S. 17ff.

⁵ Vgl. Alchian (1950), S. 211f.

Dies bedeutet aber nicht, dass sich die Akteure vollkommen vernunftwidrig verhalten, sondern sie versuchen, auf der Grundlage der gegebenen Informationen und im Rahmen ihrer Fähigkeiten konsistente und rationale Entscheidungen zu treffen.⁶

Die Motivation nach bislang unbekanntem technologischen Möglichkeiten zu suchen, obwohl nicht sicher ist, ob die Suche überhaupt erfolgreich sein wird, erwächst nach dem Konzept des *Satisficing Behavior* (Simon (1955), March und Simon (1958)) aus den Abweichungen zwischen den bisher erzielten Ergebnissen und den formulierten Anspruchsniveaus.⁷ Wenn sich im Laufe der Such- und Experimentiertätigkeiten dauerhaft keine Erfolge einstellen, so sinkt die Motivation im Innovationsprozess, da dadurch das Anspruchsniveau sinkt. Die Anpassung des Anspruchsniveaus wird solange nach unten erfolgen, bis ein Niveau gefunden ist, das mit den bisherigen Handlungsmöglichkeiten realisiert werden kann. Sollten jedoch die *Trial-and-Error*-Aktivitäten zu Erfolgen führen, so fachen diese Erfolge weitere FuE-Anstrengungen an. Werden durch eine Innovation die realisierbaren Handlungsalternativen verbessert, dann steigt das Anspruchsniveau auf dieses neue Niveau. Somit bestimmt das gegenwärtige Anspruchsniveau die aktuelle Motivation zur Suche nach neuen technologischen Wissensquellen und Opportunitäten. Damit wird aber auch klar, dass die Abfolge der vergangenen Ereignisse einen Einfluss auf den Grad der Neugier bzw. auf das aktuelle Anspruchsniveau hat.⁸

Die Innovationsaktivitäten werden demnach von individuellen Lern- und Experimentierprozessen geprägt, die auch fehlerhafte Entscheidungen bei fundamentaler Unsicherheit einschließen. Damit konzentriert sich die evolutorische Analyse auf den prozessualen Charakter des Innovationsgeschehens, die explizite Berücksichtigung von Unsicherheit sowie auf die pfadabhängige Entwicklung der FuE-Aktivitäten, die den Innovationserfolg eines Unternehmens beeinflussen.

Im Kontext der evolutorischen Innovationsökonomik werden daher besondere Anforderungen an die modelltheoretische Formulierung des Innovationsgeschehens gestellt. Aufgrund der Vielschichtigkeit und Komplexität des Untersuchungsgegenstandes bei fundamentaler Unsicherheit, die nicht über Wahrscheinlichkeitsfunktionen parametrisiert werden kann, sind der analytischen Durchdringung der Problematik enge Grenzen gesetzt, so dass zur Begründung von theoretischen Zusammenhängen auf Simulationsstudien, Plausibilitätsüberlegungen oder stilisierte Fakten zurückgegriffen

⁶ Vgl. Pyka (1999), S. 134.

⁷ Vgl. Witt (1987), S. 144f.

⁸ Vgl. Witt (1992), S. 31.

wird.⁹ Andererseits können die Experimente in diesem Punkt neue Wege eröffnen, um sich solch vielschichtigen Phänomenen, wie dem unsicheren Innovationsprozess und seinen Auswirkungen auf den Produktmarkt zu nähern.

Ziel dieser Arbeit ist es, vor diesem Hintergrund ein ökonomisches Experiment zu entwickeln, das aus der Perspektive der evolutiven Ökonomik das Innovationsverhalten bei fundamentaler Unsicherheit analysiert und darüber hinaus auch die Wirkungen der Innovationen auf die Preisentscheidungen am Produktmarkt berücksichtigt. In der ersten Stufe des Experiments wird zunächst die Entwicklung einer Produktinnovation, die der Einfachheit halber aus zwei Komponenten besteht, bei fundamentaler Unsicherheit betrachtet. Das bedeutet, die Akteure können kein Optimierungskalkül bezüglich der FuE-Ausgaben aufstellen, da weder vollständige Informationen zum Wert der Innovation, noch Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Bezug auf FuE-Aufwendungen und ihren Erfolgsaussichten vorliegen. Je nachdem, wie man die zwei Produktkomponenten kombiniert, ergeben sich unterschiedliche Qualitätsniveaus. Die Ergebnisse des Innovationsprozesses (Qualitätsniveaus) gehen in der zweiten Stufe des Experiments in die Analysen des Preissetzungsverhaltens im Kontext des Bertrand-Wettbewerbs mit vertikaler Produktdifferenzierung ein. Insofern wird eine direkte Verbindung zwischen den Innovationserfolgen und den Preisentscheidungen im Produktmarkt hergestellt. Ebenso wie im FuE-Prozess, sind auch die Entscheidungen im Produktmarkt mit Unsicherheit behaftet, da den Akteuren keine Informationen über die Nachfragefunktionen am Markt vorliegen. Dementsprechend ist sowohl Unsicherheit in der Forschung und Entwicklung als auch auf dem Produktmarkt gegeben, der in seinen wesentlichen Zügen nach dem Vorbild der neoklassischen Innovationstheorie konzipiert ist. Folglich sind in diesem zweistufigen Experiment, unter relativ realitätsnahen Bedingungen, der technologische Wettbewerb und der Preiswettbewerb auf dem Gütermarkt Gegenstand der Untersuchungen.

Unter Berücksichtigung derartiger Unsicherheitsfaktoren und unter Aufgabe des Postulats der vollkommenen Rationalität wird im Rahmen des gewählten Experimentdesigns im Kapitel 5 der zentralen Frage nachgegangen, wie monetäre Anreize im Hinblick auf die Amortisation der FuE-Ausgaben, oder die Bildung von Anspruchsniveaus im Sinne von zufriedenstellenden Ergebnissen sowie Verstärkungseffekte, die von früherer FuE-Erfolgen ausgehen, das FuE-Verhalten beeinflussen. Darüber hinaus wird analysiert, welche Wirkungen von den Patenten auf das FuE-Verhalten der Akteure ausgehen. Ferner ist von zentralem Interesse, wie sich die Preisentscheidungen

⁹ Vgl. *Pyka* (1999), S. 148.

am Markt entwickeln und inwieweit diese den theoretischen Vorhersagen des Bertrand-Modells entsprechen. Als zentrales Ergebnis der experimentellen Untersuchungen ist festzuhalten, dass die Akteure bemerkenswert schnell gelernt haben, sich in der komplexen und unsicheren Umgebung zurechtzufinden. Dies spiegelt sich sowohl in den Preisentscheidungen am Markt, die nahezu dem Nash-Gleichgewicht entsprechen, als auch im Innovationsverhalten wider, das durchaus als „quasi-rational“ bezeichnet werden kann.

Mit dem gewählten Experimentdesign unterscheiden sich die Forschungsexperimente wesentlich von den bisherigen experimentellen Ansätzen, die im Kapitel 4 vorgestellt werden. Die Experimente, die häufig auf spieltheoretischen Modellen beruhen (z. B. *Sacco* und *Schmutzler* (2008)), sind meist reine Hypothesentests, die sich vor allem auf Prozessinnovation konzentrieren und dabei das Phänomen des Innovationsgeschehens in eine Gleichgewichtsbetrachtung integrieren, an deren Ende eine optimale Investitionsentscheidung steht. Dabei unterscheiden sich die Ansätze insbesondere darin, inwieweit sie die Unsicherheit des Innovationserfolgs berücksichtigen. In einigen Experimenten wird der Aspekt der Unsicherheit über einen stochastischen Prozess abgebildet. Die Experimente von *Isaac* und *Reynolds* (1992) und *Jullien* und *Rumelt* (2000) haben beispielsweise mit dem Bernoulli-Prozess die Unsicherheit des Innovationserfolgs über die Binomialverteilung in die Untersuchungen aufgenommen. Auch im Kontext der Patentrennen (z. B. *Zizzo* (2002)) haben stochastische Prozesse Eingang in die Modellierung gefunden. Die theoretischen Grundlagen dieser Experimente bilden Modelle, die einen (vollständigen) Erklärungsansatz für eine optimale Strategie liefern und sich somit auf die Annahmen eines vollkommen rational agierenden Akteurs berufen. In dieser Hinsicht gehen die Experimente von *Sbriglia* und *Hey* (1994) und *Cantner et al.* (2007) einen Schritt weiter und weichen diese Verhaltensannahme auf. Sie konzentrieren sich vor allem auf die Suchheuristiken der Akteure, die nur über unvollständige Informationen im Such- und Experimentierprozess verfügen. Im Ansatz von *Sbriglia* und *Hey* (1994) wird dabei das Patent über eine bestimmte Buchstabenkombination abgebildet, die es im Laufe des Suchprozesses zu erforschen gilt. Der experimentelle Ansatz von *Cantner et al.* (2007) steht den eigenen Forschungsexperimenten am nächsten. Auch in diesem Ansatz wird ein komplexer Suchprozess modelliert, an dessen Ende eine (ideale) Produktinnovation steht. Im Vergleich zu den Experimenten im Kapitel 5, in denen die Akteure ihr Wissen geheim halten können, wird im Ansatz von *Cantner et al.* (2007) automatisch ein Patent vergeben und die ideale Produktkomponente dem Konkurrenten bekannt gegeben. Insofern können über die gewählte

Informationsstruktur, vor allem gegen Ende des Experiments, prinzipiell Erfolgswahrscheinlichkeiten berechnet werden. Hingegen verfügen die Akteure im gewählten Experimentdesign bei fundamentaler Unsicherheit über keinerlei Informationen im Hinblick auf die Verteilung der Produktqualitäten. Somit wird ein Innovationsprozess modelliert, in dem die Akteure *ex ante* nur über äußerst unvollständige Informationen verfügen, so wie man es häufig auch unter realen Bedingungen vorfindet.

Im Rahmen dieser Arbeit wird im Kapitel 2 ein Überblick zur facettenreichen Innovationsforschung gegeben und dabei besonders die unterschiedlichen Auffassungen zum Innovationsgeschehen der Neoklassik und evolutorischen Ökonomik thematisiert. Die evolutorische Perspektive zum Innovationsprozess, die explizit die Unsicherheit aufgreift sowie die beschränkte Rationalität der Akteure in den Vordergrund stellt, liefert Erklärungsansätze für innovatives Verhalten, die das Experimentdesign wesentlich beeinflusst haben. Das Innovationsgeschehen wurde aber nicht nur im Rahmen der mikroökonomischen Innovationstheorie analysiert, sondern besitzt auch eine lange Tradition in den empirischen Feldstudien, die Gegenstand von Kapitel 3 sind. Die experimentelle Wirtschaftsforschung, die sowohl Modelle der Innovationstheorie als auch Empirie aufgreift, liefert mitunter neue Erkenntnisse, unter denen bestimmte theoretische Analyseergebnisse gelten, oder Datenmaterial, das empirische Ergebnisse ergänzt. Die Grundidee der experimentellen Methode sowie die drei Grundbausteine eines Laborexperiments nach *Smith* (1994) werden im Kapitel 4 vorgestellt. Darauf aufbauend werden im Kapitel 5 die konzeptionellen Grundlagen und das Experimentdesign vorgestellt sowie eine Auswertung der Experimentergebnisse vorgenommen. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse sowie ein Ausblick für weitere spannende Forschungsfragen liefert das Kapitel 6.