

1 Einleitung

1.1 Motivation und Relevanz des Themas

Innovationen sind Kern der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Organisationen und damit einer prosperierenden Markt- und Volkswirtschaft.¹ Sie schaffen zudem einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil, sodass innovative Unternehmen ein stärkeres Wachstum, höhere Marktanteile und eine bessere Profitabilität als weniger innovative Unternehmen besitzen.² So stiegen die Innovationsausgaben der deutschen Wirtschaft 2021 um 4,7% auf 178,6 Mrd. € und übertrafen bereits zum damaligen Zeitpunkt die Ausgaben vor der Pandemie im Jahr 2019 um 1,6 Mrd. €.³ Dies liegt insbesondere an einem steigenden Innovationsdruck für deutsche und europäische Unternehmen,⁴ da die Adoption neuer Technologien in Europa gegenüber Asien und den USA deutlich langsamer ist.⁵ Diese Problematik besitzt besondere Relevanz, da durch Innovationen in etablierten und gesättigten Märkten, wie Europa, im Bereich nicht preisbezogener Faktoren, wie bspw. Produktdesign oder Qualität, der Wettbewerb über den Preis umgangen werden kann.⁶

Dennoch ging die Anzahl der Unternehmen mit Marktneuheiten⁷ 2021 im dritten Jahr in Folge um 8% gegenüber 2020 zurück, was den niedrigsten Wert seit Mitte der 2000er Jahre darstellt. Diese Entwicklung lässt sich auf den höheren Innovationswettbewerb und die stärkere Internationalisierung zurückführen, welche von Unternehmen die gezielte Identifizierung neuer Kundenbedürfnisse und die marktspezifische

¹ Vgl. Carbon et al. (2021), Steinbeis-Innovationsstudie, S. 25.

² Vgl. Weber et al. (2018), Einführung in die, S. 394.

³ Vgl. Rammer et al. (2023), Innovationen in der, S. 4.

⁴ Vgl. Romberg (2016), Innovation 2016, S. 7.

⁵ Vgl. Andersen et al. (2019), Innovation in Europe, S. 4.

⁶ Vgl. Weber et al. (2018), Einführung in die, S. 394.

⁷ Marktneuheiten sind neue oder merklich verbesserte Produkte eines Unternehmens, die in den Märkten, in denen das Unternehmen tätig ist, zuvor nicht verfügbar waren (Vgl. Rammer et al. (2023), Innovationen in der, S. 14).

Anpassung ihrer Produkte erfordert.⁸ Dabei gelingt nur wenigen Unternehmen die Verankerung der Innovationsfähigkeit in der eigenen Organisation.⁹

Der amerikanische Nobelpreisträger ROBERT SOLOW hat bereits 1956 formuliert, dass ca. 88% des Wirtschaftswachstums durch Innovationen begründet sind.¹⁰ Vereinfacht wird als Treiber des Wirtschaftswachstum die Generation neuer Ideen als Produkt aus der Zahl der Forschenden und der Forschungsproduktivität¹¹ herangezogen. In unterschiedlichen empirischen Studien konnte gezeigt werden, dass die zu beobachtende Stetigkeit des Wirtschaftswachstums auf eine abnehmende Forschungsproduktivität zurückzuführen ist, da die Zahl der Forschenden¹² in den vergangenen Jahren stets zugenommen hat.¹³ Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 1-1 dargestellt. So sind heute bis zu 18-mal so viele Experten wie in den 1970er Jahren nötig, um die Speicherkapazität von Computerchips zu verdoppeln.¹⁴

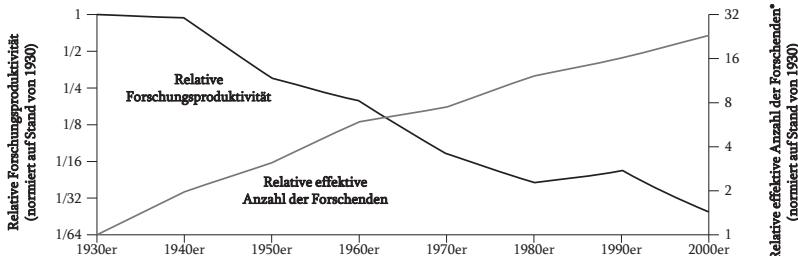


Abbildung 1-1: Entwicklung Forschende und Forschungsproduktivität¹⁵

⁸ Vgl. Rammer et al. (2023), Innovationen in der, S. 8.

⁹ In einer jährlichen Studie zwischen 2006 und 2020 der Boston Consulting Group erschienen fast 30% aller 162 Unternehmen lediglich einmal unter den 50 innovativsten Unternehmen, während nur 8 Unternehmen jedes Jahr in der Liste vertreten waren (Vgl. Ringel et al. (2020), The most innovative, S. 3).

¹⁰ Vgl. Disselkamp (2012), Innovationsmanagement, S. 16.

¹¹ Forschungsproduktivität ist definiert als die Generierung neuer Ideen geteilt durch die Zahl der Forschenden (gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors) (Vgl. Bloom et al. (2020), Are Ideas Getting, S. 1107).

¹² Die Anzahl der Forschenden ergibt sich aus den Bruttoinlandsinvestitionen in geistiges Eigentum und dem jeweiligen Nominallohn für hochqualifizierte Arbeitnehmer (Vgl. Bloom et al. (2020), Are Ideas Getting, S. 1111)

¹³ Vgl. Bloom et al. (2020), Are Ideas Getting, S. 1104.

¹⁴ Vgl. Leitl et al. (2021), Maschinen sind kreative, S. 42.

¹⁵ In Anlehnung an Leitl et al. (2021), Maschinen sind kreative, S. 43; Bloom et al. (2020), Are Ideas Getting, S. 1111.

Ein prominentes Beispiel für die abnehmende Forschungsproduktivität ist das Ende von Moore's Law. So herrscht in der Branche der Informationstechnologie der Konsens, dass nach über 50 Jahren die dafür erforderliche technische Grenze erreicht wurde.¹⁶ Das Ende einer sich quasi selbst fortschreibenden Steigerung der Leistungsfähigkeit einer Technologie bedeutet auch die signifikante Zunahme der für weitere Inventionen und Innovationen erforderlichen Ressourcen.¹⁷ Im Folgenden müssen die Gründe für die auf volks- und gesamtwirtschaftlicher Ebene beobachtbaren Entwicklungen geklärt werden.

1.2 Aktuelle Herausforderungen im Innovationsmanagement

Der beobachtbare Rückgang der Forschungsproduktivität hat eine Vielzahl unterschiedlicher Gründe, die einerseits auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene und andererseits auf der unternehmerischen Ebene bestehen. Nachfolgend werden die Probleme auf unternehmerischer Ebene näher betrachtet. Der kontinuierliche Rückgang der Forschungsproduktivität resultiert allerdings auch in der Notwendigkeit eines zunehmenden Ressourceneinsatzes der Unternehmen, um einen über die Zeit gleichbleibenden Output zu erzeugen. Diese Ressourcenverschwendungen resultieren letztlich in einem Innovationsstau und einer ausbleibenden Beschleunigung wichtiger Entwicklung, der Etablierung einer ressourceneffizienten Industrie, der Nachhaltigkeitswende in der Mobilität und der Gesundheitswende,¹⁸ da die dafür notwendigen Innovationsvorhaben ausbleiben oder nicht schnell genug umgesetzt werden.

Eine wichtige Erklärung liefern die „VUCA-Welt“¹⁹ und der damit einhergehende Wandel vom klassischen Verkäufer- zum Käufermarkt. Dieser verlangt von den Unternehmen einen stärkeren Kundenfokus von den Marktakteuren.²⁰ CHANG UND TAYLOR konnten beispielsweise nachweisen, dass das Ergebnis der Produktentwicklung er-

¹⁶ Vgl. Williams (2017), What's Next, S. 7.

¹⁷ Vgl. Williams (2017), What's Next, S. 7–8.

¹⁸ Vgl. Kaschke et al. (2023), Eine Beschleunigungsformel für, S. 10.

¹⁹ Das Akronym „VUCA“ beschreibt die zunehmende Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität des unternehmerischen Umfelds (Vgl. Schuh et al. (2021), Managing the Fuzzy, S. 4).

²⁰ Vgl. Schuh (2017), Lebenszyklusorientierte Produktentwicklung, S. 200.

heblich verbessert werden kann, wenn Kunden in den Entwicklungsprozess einbezogen werden.²¹ Allerdings müssen neben dem Kunden auch andere externe Einflussdimensionen wie Gesellschaft, Umwelt, Markt und deren Wechselwirkungen als Spannungsfeld des Innovationsmanagements während der Produktentwicklung berücksichtigt werden.²² Eine parallele Betrachtung multipler Einflussdimensionen erfordert seitens der Unternehmen einen immer höheren Ressourceneinsatz, sodass hierin einer der Gründe für die abnehmende Forschungsproduktivität der Unternehmen liegt.

Die Zahl dieser externen Einflussdimensionen aber auch deren Volatilität sorgen bei Unternehmen aufgrund der mangelnden Beobachtbarkeit für Unsicherheit.²³ Für die Reduktion dieser Unsicherheit bei der Produktinnovation bedarf es insbesondere der Analyse und Aufbereitung des bereits extern im Umfeld des Produkts vorhandenen Wissens. ENKEL UND HORVÁTH haben festgestellt, dass „80% aller Innovationen [...] eine Rekombination bereits vorhandenen Wissens [sind]. Nur eine sehr kleine Anzahl von technologischen Neuerungen oder Produkten basiert auf wirklich neuen Erkenntnissen und Entwicklungen.“²⁴ Im Folgenden wird daher untersucht, wie diese Einflussdimensionen systematisch beobachtet werden können.

Eine ganzheitliche Analyse der externen Einflussdimensionen verursacht aufgrund der Verarbeitung großer Datenmengen einen hohen personellen Aufwand.²⁵ ROBINSON UND SIMMONS konnten zeigen, dass kleinere und mittlere Unternehmen bei der Beobachtung und Analyse des Unternehmensumfelds weder auf die Auswertung externer objektiver Daten noch auf Reports zurückgreifen, da diese aufgrund fehlender personeller Ressourcen zur Aufbereitung nicht zur Verfügung stehen.²⁶ Eine Studie zur abnehmenden Zahl der disruptiven Innovationen stellt insbesondere einen Zusammenhang mit der Konzentration der Wissenschaft auf wenige, viel zitierte Quellen her,²⁷ was als Indiz für die zunehmende Überforderung der Unternehmen mit der vorherrschenden Informations- und Datenflut gewertet werden kann. Unternehmen reagieren auf diese Herausforderungen aktuell jedoch insbesondere mit einem Aufbau der eigenen Personalkapazität, da eine Vernachlässigung dieser Informationen die Gefahr

²¹ Vgl. Chang und Taylor (2016), The Effectiveness of, S. 54–55.

²² Vgl. Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2221 Blatt 1:2019, S. 24; Stern (2010), Erfolgreiches Innovationsmanagement, S. 98.

²³ Vgl. Peter und Jarratt (2015), The practice of, S. 51.

²⁴ Enkel und Horváth (2010), Mit Cross-Industry-Innovation zu, S. 293.

²⁵ Vgl. Kölbl et al. (2019), Big Data im, S. 901.

²⁶ Vgl. Robinson und Simmons (2018), Organising environmental scanning, S. 532.

²⁷ Vgl. Park et al. (2023), Papers and patents, S. 142.

bergen kann, relevante Trends oder technische Weiterentwicklungen zu verpassen und so in einen Wettbewerbsnachteil zu geraten.²⁸ Dieses Verhalten entspricht jedoch dem oben beschriebenen steigenden Ressourceneinsatz im Innovationsprozess , aus dem die sinkenden Forschungsproduktivität folgt.

Aber auch die zur Verfügung stehenden Daten wachsen aktuell exponentiell schneller als die Fähigkeit, diese in Informationen und schließlich Wissen zu überführen. Daher scheitern diese lineare Ansätze als Antwort auf exponentielle Herausforderungen.²⁹ So macht einerseits die Größe der Datenmenge deren manuelle Auswertung sehr schwierig oder gar unmöglich, sodass systematische, datenbasierte Analyseverfahren zum Einsatz kommen müssen.³⁰ Andererseits scheitern manuelle Verfahren oftmals auch an der Subjektivität der durchführenden Personen, sodass kein objektives Ergebnis ermittelt werden kann.³¹

Erste Fallbeispiele aus der Praxis zeigen, dass mithilfe datenbasierter Analysen und auch künstlicher Intelligenz große Mengen von Datenquellen automatisiert ausgewertet werden können und so auch neue Trends abgeleitet werden können, wie Produkte gestaltet werden müssen oder welche Funktionen für Anwender hinzugefügt oder weggelassen werden sollten.³² Am 30. November 2020 revolutionierte beispielweise die Google-Tochter DeepMind die Welt der Biologie und des Innovationsmanagements, da mittels eines KI-Modells eine Proteinstruktur seit 50 Jahren Forschung erstmals entschlüsselt werden konnte.³³ Da heute ungefähr 80% der Daten als Textdaten vorliegen,³⁴ bieten sich demnach insbesondere Verfahren aus dem Bereich Text-Mining an, um Auswertungen und Analysen im Kontext des Innovationsmanagements zu automatisieren. Damit würde insbesondere der Einsatz von Data Mining- und Text Mining-Verfahren im Innovationsprozess eine Möglichkeit, der sinkenden Forschungsproduktivität entgegen zu wirken, da die Analysefähigkeit des Unternehmens einer größer werdenden Datenmenge vom Ressourceneinsatz entkoppelt werden kann.

²⁸ Vgl. Kölbl et al. (2019), Big Data im, S. 901.

²⁹ Vgl. Williams (2017), What's Next, S. 8.

³⁰ Vgl. Kölbl et al. (2019), Big Data im, S. 905; Feldman und Sanger (2007), The text mining, S. 2; vom Brocke et al. (2015), Standing on the, S. 206.

³¹ Vgl. Albright (2004), Environmental Scanning, S. 44; Kölbl et al. (2019), Big Data im, S. 905.

³² Vgl. Leitl et al. (2021), Maschinen sind kreative, S. 42–43.

³³ Vgl. Leitl et al. (2021), Maschinen sind kreative, S. 41.

³⁴ Vgl. Ur-Rahman und Harding (2012), Textual data mining, S. 4729.

Mit diesem Lösungsvorschlag kommt jedoch ein weiteres Hindernis bei der Identifizierung von Innovationsmöglichkeiten auf. Neben der Datenauswertung ist die Verknüpfung des extrahierten Wissens mit den bestehenden Produkten eine wichtige Fähigkeit bei der Analyse der externen Einflüsse auf das Produkt. So können erfolgreiche Innovationen insbesondere aus Analogien abgeleitet werden, bei denen Muster aus bekannten Bereichen in neue Felder überführt werden.³⁵ Für die Identifizierung derartiger Innovationsmöglichkeiten für bestehende Produkte ist insbesondere Kreativität und damit die Fähigkeit in vernetzten Systemen denken zu können, erforderlich.³⁶ Ein Hilfsmittel dafür kann der Aufbau eines semantischen Netzes sein, welches einerseits das Produkt selbst und andererseits das Produktumfeld modelliert. Die Modellierung und Strukturierung von semantischen Netzen ist sowohl für Maschinen als auch für Menschen leicht zu verarbeiten und damit zugänglich.³⁷ Durch dieses Modell können Zusammenhänge im Umfeld des Produkts identifiziert und für die Weiterentwicklung des Produkts antizipiert werden.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Die beschriebene Ausgangssituation produzierender Unternehmen zeigt die Herausforderungen bei der Identifizierung von Indikatoren für die Möglichkeit oder Notwendigkeit der Innovation³⁸ eines bestehenden Produkts. Die Innovation bestehender Produkte hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit und damit auf den Fortbestand der jeweiligen Unternehmen. Für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit müssen Unternehmen daher unbedingt vermeiden, technische, gesellschaftliche, politische oder anderweitige Entwicklungen bzw. Veränderungen im Umfeld des eigenen Produkts zu spät zu erkennen oder sogar zu verpassen. Dementgegen steht jedoch der hohe Aufwand für die Analyse der im Umfeld vorhandenen oftmals unstrukturierten Daten. Aus dieser Ausgangssituation wurde das übergeordnete Ziel dieser Arbeit definiert, produzierende Unternehmen bei der Identifizierung von Innovationspotenzialen methodisch zu unterstützen.

³⁵ Vgl. Dahl und Moreau (2002), The Influence and, S. 58–59; Hope et al. (2017), Accelerating Innovation Through, S. 235.

³⁶ Vgl. Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2221 Blatt 1:2019, S. 22.

³⁷ Vgl. Reichenberger (2010), Kompendium semantische Netze, S. 6.

³⁸ Im Folgenden werden die Möglichkeit oder Notwendigkeit zur Innovation als Innovationspotenzial bezeichnet

Der Anwender der zu entwickelnden Methodik soll in die Lage versetzt werden, das Umfeld eines bestehenden Produkts hinsichtlich der dahin enthaltenen Innovationspotenziale zu analysieren, um diese für die zielgerichtete kontextbasierte Weiterentwicklung berücksichtigen zu können. Das Umfeld wird dabei als multidimensionaler Kontext bestehend aus unterschiedlichen Einflussdimensionen interpretiert. Innerhalb des Umfelds existieren Themenfelder, die untereinander wechselseitig und auf das Produkt wirken. Diese Einflussbeziehungen werden anhand der Methodik ermittelt und für den Anwender transparent dargelegt. Zu diesem Zweck nutzt die Methodik semantische Netze als Modellierungsmethode, um diese Abhängigkeits- und Einflussbeziehungen abzubilden. Grundlage für die Ermittlung der Themenfelder und deren Abhängigkeiten ist die systematische Analyse unstrukturierter Textdaten aus dem Unternehmensumfeld. Um den manuellen Arbeitsaufwand zu reduzieren, werden zu diesem Zweck Methoden des Text Mining eingesetzt, um große Textdatenmengen mit geringem personellen Aufwand objektiv auswerten zu können. Abschließend müssen innerhalb des Umfelds Innovationspotenziale identifiziert und diese hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bewertet werden.

Die Zielsetzung der Arbeit lässt sich somit wie folgt formulieren:

Entwicklung einer Methodik zur Identifizierung von Innovationspotenzialen im Produktumfeld zur zielgerichteten Weiterentwicklung des Produkts

Anstatt von Hypothesen empfiehlt KUBICEK die Formulierung von Forschungsfragen als Bezugsrahmen zur gezielten Ausrichtung des Forschungsprozesses und für die Realisierung des heuristischen Potenzials des Vorhabens.³⁹ Vor dem Hintergrund der skizzierten Zielstellung wird daher zur Konzeption der nachfolgenden Arbeit die Leitfrage formuliert:

„Wie können durch die semantische Modellierung des Produkts und dessen Umfeld Innovationspotenziale systematisch identifiziert werden?“

Die übergeordnete Hauptforschungsfrage untergliedert sich in die folgenden Teilforschungsfragen:

- Wie kann ein Produkt mithilfe eines semantischen Netzes beschrieben werden?
- Wie können produktspezifische Daten aus Einflussdimensionen des Produktumfelds ermittelt werden?

³⁹ Vgl. Kubicek (1977), Heuristische Bezugsrahmen und, S. 24–28.

- Wie können mittels Text Mining Themenfelder aus den produktspezifischen Daten extrahiert werden?
- Wie kann das semantische Netz auf Basis der extrahierten Themenfelder und deren Relationen um das Produktumfeld erweitert werden?
- Wie können Innovationspotenziale auf Basis des erweiterten semantischen Netzes abgeleitet und bewertet werden?

Die Beantwortung der Forschungsfragen erfolgt durch die Entwicklung einer Methodik in einem Forschungsprozess, dessen Struktur und nachfolgend beschrieben wird.

1.4 Forschungskonzeption der Arbeit

1.4.1 Einordnung des Forschungsobjekts in die Wissenschaftssystematik

Für die nähere Beschreibung des Ziels des Erkenntnisgewinns der vorliegenden Arbeit wird die zugrundeliegende Forschungsdisziplin in die Wissenschaftssystematik nach ULRICH und HILL⁴⁰ (siehe Abbildung 1-2) eingeordnet, die zwischen den Formal- und Realwissenschaften unterscheiden. Das Ziel der Formalwissenschaften ist die Konstruktion von Sprachen, d.h. von Zeichensystemen, mit Regeln zur Verwendung dieser Zeichen. Zu den Formalwissenschaften gehören Philosophie, Logik, Mathematik und im Speziellen auch die Wissenschaftslogik.⁴¹ Realwissenschaften behandeln die Beschreibung, Erklärung und Gestaltung empirisch wahrnehmbarer Wirklichkeitsausschnitt. Dabei kann zwischen reinen Grundlagenwissenschaften und angewandten Handlungswissenschaften unterschieden werden.⁴² Reine Grundlagenwissenschaften behandeln die Erklärung von Wirklichkeitsausschnitten durch Erklärungsmodelle. Ihnen sind die Naturwissenschaften zuzuordnen.⁴³ Die angewandten Wissenschaften unterstützen die Analyse menschlicher Handlungsalternativen zwecks Gestaltung sozialer und technischer Systeme. Zu diesem Zweck werden Entscheidungsmodelle und -prozesse entwickelt. Handlungswissenschaften umfassen im technischen Bereich die Ingenieurs- und im gesellschaftlichen Bereich die Sozial- und Wirtschaftswissenschaften.⁴⁴

⁴⁰ Ulrich und Hill (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der.

⁴¹ Vgl. Ulrich und Hill (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der, S. 305.

⁴² Vgl. Ulrich und Hill (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der, S. 305.

⁴³ Vgl. Ulrich und Hill (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der, S. 305.

⁴⁴ Vgl. Ulrich und Hill (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der, S. 305.