



Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Leistungsfähigkeit von Innovationssystemen

Sven Wydra

Arbeitspapierim Rahmen des Strategiefondsprojektes
'Demografie und Innovation'

1. Einleitung

Der demografische Wandel gilt als einer der zentralen Zukunftstrends mit vielschichtigen sozioökonomischen Folgewirkungen. Neben den Diskussionen zu verschiedenen wirtschaftliche und gesellschaftliche Chancen und Herausforderungen, werden dabei zunehmend Fragen nach den Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Innovationsfähigkeit und -leistung von Individuen, Unternehmen oder Ländern gestellt (z.B. Harhoff 2008, Verworn/Hipp 2008, Frosch 2009). Auswirkungen des demografischen Wandels auf Innovation sind durch verschiedenste Wirkungsmechanismen denkbar. Auf der Angebotsseite können sich die Verfügbarkeit von Fachkräften, der Fähigkeit von Unternehmen Innovationen zu generieren und adoptieren sowie der Dynamik innovative Unternehmen zu gründen, auswirken. Dabei ergeben sich erhebliche Auswirkungen auf die technologische Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen am Standort Deutschland, wenn im Inland geringeres technologisches Wissen als im Ausland erzielt wird oder die notwendigen Anwender- und Nutzungskompetenzen nicht ausreichen, um die Erkenntnisse im Inland in international wettbewerbsfähige Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen umzuwandeln. Gleichzeitig ändern sich auf der Nachfrageseite durch den demografischen Wandel die Bedürfnisse und der Konsum von Gütern und Dienstleistungen mit erheblichen Rückwirkungen auf Problemstellungen für mögliche Innovationen, erfolgreichen Geschäftsmodellen und Absatzkanälen. Auch für die erforderliche Infrastruktur zur Versorgung der Bevölkerung und die Anforderungen für geeignete Rahmenbedingungen können sich erhebliche Implikationen ergeben.

Bisherige Studien über den Zusammenhang zwischen Demografie und Innovationen konzentrieren sich meist auf Teilaspekte oder beschränken sich auf die Angebotssicht (z.B. Harhoff 2008, Verworn/Hipp 2008, Frosch 2009) bzw. Nachfragesicht (z.B. Peine 2007). Dabei bestehen v.a. aus Angebotssicht Skepsis ggü. dem Erhalt der Innovationsfähigkeit (z.B. Harhoff 2008), während auf der Nachfrageseite oft die Chancen durch die Entstehung neuer Märkte betont werden (z.B. Schaible et al. 2008, Heigl 2007). Bislang fehlt allerdings ein differenziertes Gesamtbild, in welcher Weise und in welchem Umfang sich der demografische Wandel auf die Leistungsfähigkeit von (sektoralen) Innovationssystemen auswirkt.

Der vorliegende Beitrag erörtert systematisch die bisherigen Erkenntnisse der Auswirkungen des demografischen Wandels auf Innovationssysteme. Dabei werden die ver-

schiedenen Wirkungszusammenhänge dargestellt, bei denen Auswirkungen es demografischen Wandels auf das Innovationsystem diskutiert werden, und die bisherigen empirischen Ergebnisse in der Literatur zusammengefasst. Neben der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung stehen auch technologie-/sektorspezifische Wirkungen im Fokus, schließlich sind erhebliche Unterschiede der Wirkungen bei einzelnen Technologien und Sektoren denkbar. Allerdings ist zu beachten, dass es sich um einen historisch einmaligen Prozess handelt, bei dem sich viele Fragen nicht abschließend klären lassen. Vielmehr soll der folgende Beitrag den aktuellen Diskussionsstand und Erkenntnislücken aufzeigen.

Im Folgenden wird zunächst die theoretische Grundlage skizziert. Darauf aufbauend erfolgt in Kapitel 3 die Erörterung des Einflusses auf verschiedene Teilsysteme des Innovationsystems und abschließend mögliche dynamische Rückwirkungen zwischen den Teilsystemen. Kapitel 4 beschäftigt sich mit dem offenen Forschungsbedarf, insbesondere bei der Dynamik des Gesamtsystems und sektoralen Unterschieden. Kapitel 5 fasst die Diskussion und resultierende Forschungsfragen zusammen.

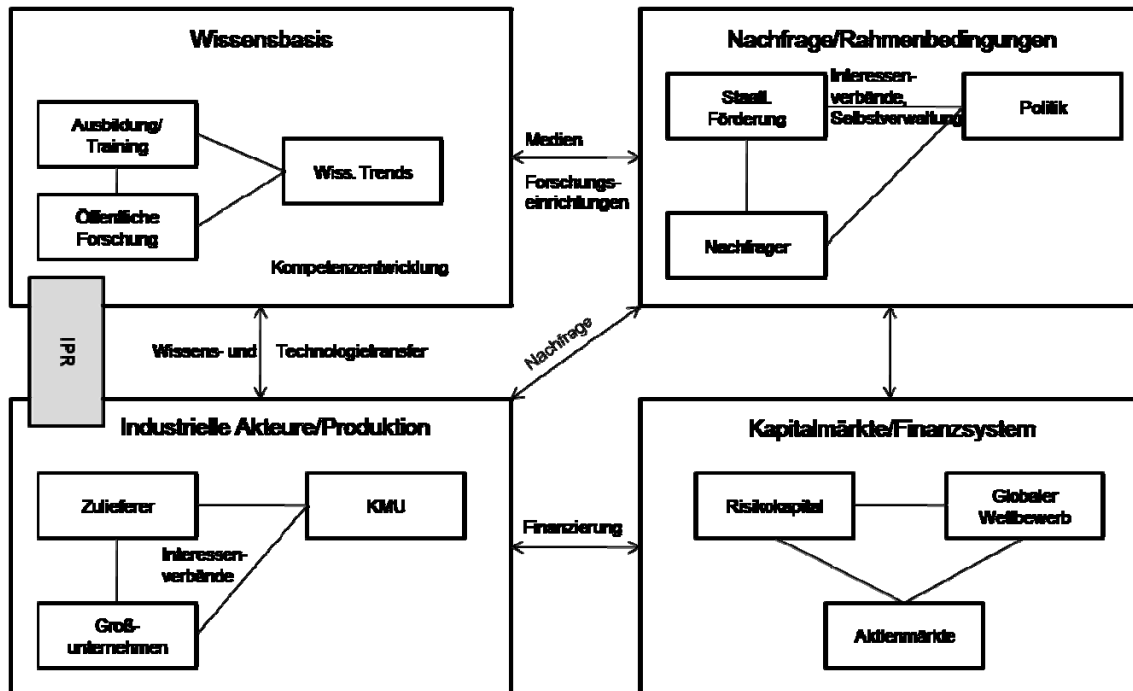
2. Theoretische Grundlage und methodischer Ansatz

In der Innovationsforschung hat sich spätestens seit den 1990er Jahren der Innovationssystem-Ansatz als eines der dominierenden Paradigmen etabliert. Zentraler Ausgangspunkt des Innovationssystem-Ansatzes ist die Annahme, dass Innovationen das Ergebnis interaktiver und interdependenter Prozesse unter der Beteiligung von unterschiedlichen Akteuren aus unterschiedlichen Teilsystemen sind. Innovation ist in dieser systemischen Perspektive also kein isolierter Vorgang, der innerhalb eines Unternehmens abläuft, sondern ein kollektiver Prozess unter der Mitwirkung vieler Akteure (Firmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, staatliche Institutionen usw.). Das Verhalten der Akteure wird von Institutionen und Strukturen – also Gesetzen, Regulierungen, Normen und Verhaltensroutinen – beeinflusst, die sich wiederum fördernd oder hemmend auf das Innovationsgeschehen auswirken können. Dabei existieren unterschiedliche Varianten des Innovationssystem-Ansatzes, z.B. Nationale Innovationssysteme (u. a. Freeman 1987; Lundvall 1992; Nelson 1993), regionale Innovationssysteme (u. a. Braczyk et al. 1998), technologische Innovationssysteme (u.a. Carlsson/Staniewicz 1995) oder sektorale Innovationssysteme (u. a. Malerba 2004). Im Folgenden steht zunächst eine nationale Perspektive im Fokus um die vielschichtigen

Auswirkungen des demografischen Wandels grundsätzlich zu erörtern. Zur besseren Veranschaulichung lassen sich die Schlüsselkomponenten des Innovationssystems überblicksartig wie folgt charakterisieren (Abb. 1).

- > Wissenschaft und Ausbildung/Qualifikation: Umfasst die Qualität der öffentlich finanzierten (Grundlagen)Forschung und der Wissensbasis, den Grad der Interdisziplinarität von FuE, Bildungs- und Ausbildungsniveau, Verfügbarkeit von qualifizierten Arbeitnehmern, den Wissenstransfer innerhalb und zwischen unterschiedlichen Sektoren;
- > Nachfrage und Rahmenbedingungen: Beinhaltet die Marktbedingungen (Marktzugang, Regulierung), Diffusionsraten neuer Produkte und Dienstleistungen, Akzeptanz auf der Nachfrageseite, politische Rahmenbedingungen (z. B. Koordination, Fragmentierung), Kaufkraft, soziale Bedingungen und Wertehaushalt (z. B. Technologieaffinität), öffentliches Beschaffungswesen;
- > Produktion und industrielle Akteure: Umfasst den Grad der Anwendung neuer Technologien und Methoden, die Fähigkeit und Kapazität von Unternehmen zur Kooperation, Effektivität regionaler Cluster, Internationalisierungsgrad, Transparenz und Verfügbarkeit relevanter Marktinformationen;
- > Kapitalmärkte und Finanzsystem: Beinhaltet die Verfügbarkeit von (Wagnis-) Kapital, Unterstützungs- und Beratungsangebote für Unternehmensgründung und -entwicklung.

Abbildung 1: Schematischer Überblick zum Innovationssystem



IPR Intellectual Property Rights

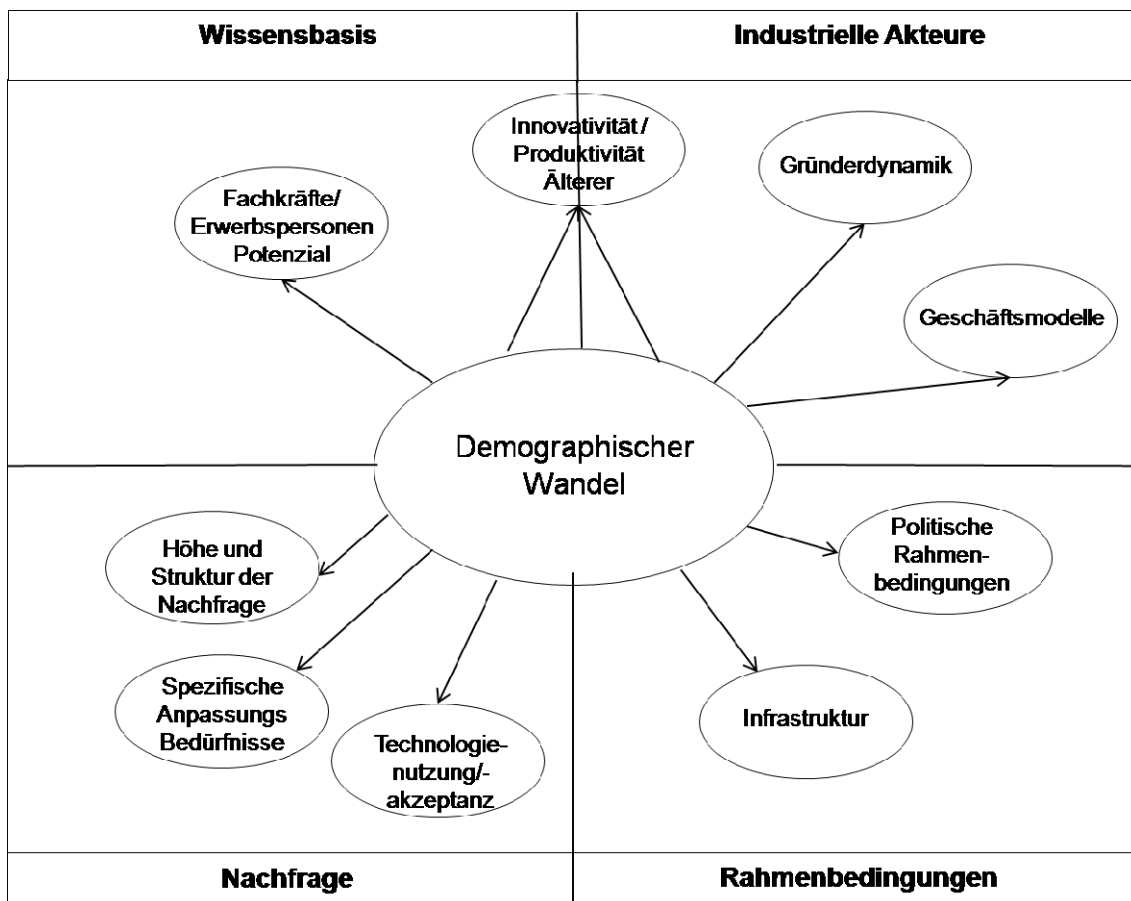
Quelle: Senker et al. (2001)

In den bisherigen, zahlreichen Analysen zu Innovationssystemen werden vereinzelt demografische Aspekte diskutiert, aber nicht systematisch und nur für einzelne Komponenten. Allerdings sind über die vielschichtigen sozio-ökonomischen Veränderungen (u.a. Rückgang Gesamtbevölkerung, Wertewandel, zunehmende Differenzierung und Individualisierung der Gesellschaft) durchaus große und vielseitige Auswirkungen auf das Innovationssystem denkbar. Den Schwerpunkt bildet in diesem Beitrag die Betrachtung der Auswirkungen einer veränderten Altersstruktur auf die Innovationsfähigkeit, da gerade hier sehr differenzierte Auswirkungen zu beobachten sind. Um die Auswirkungen des demografischen Wandels auf ein solches Innovationssystem zu untersuchen wird auf der Basis der bestehenden Diskussion in der Literatur konkreter zwischen den Teilsystemen Wissensbasis, Industrielle Akteure, Nachfrage und Rahmenbedingungen unterschieden.

Abb. 2 fasst die zu untersuchenden Wirkungszusammenhänge zusammen. Dabei ist zu beachten, dass die Auswirkungen des demografischen Wandel auch über die genannten Aspekte hinaus reichen können. Insbesondere werden mögliche Rückwirkungen der zukünftigen Belastung von Alterssicherungssystemen auf die Akteure nicht

vertieft behandelt. Daneben sind längerfristig auch Folgewirkungen auf andere nicht betrachtete Aspekte, wie z.B. Veränderungen in der Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen in der Forschung und Entwicklung, denkbar.

Abbildung 2: Überblick zu den Wirkungen des demografischen Wandel auf Innovationssysteme:



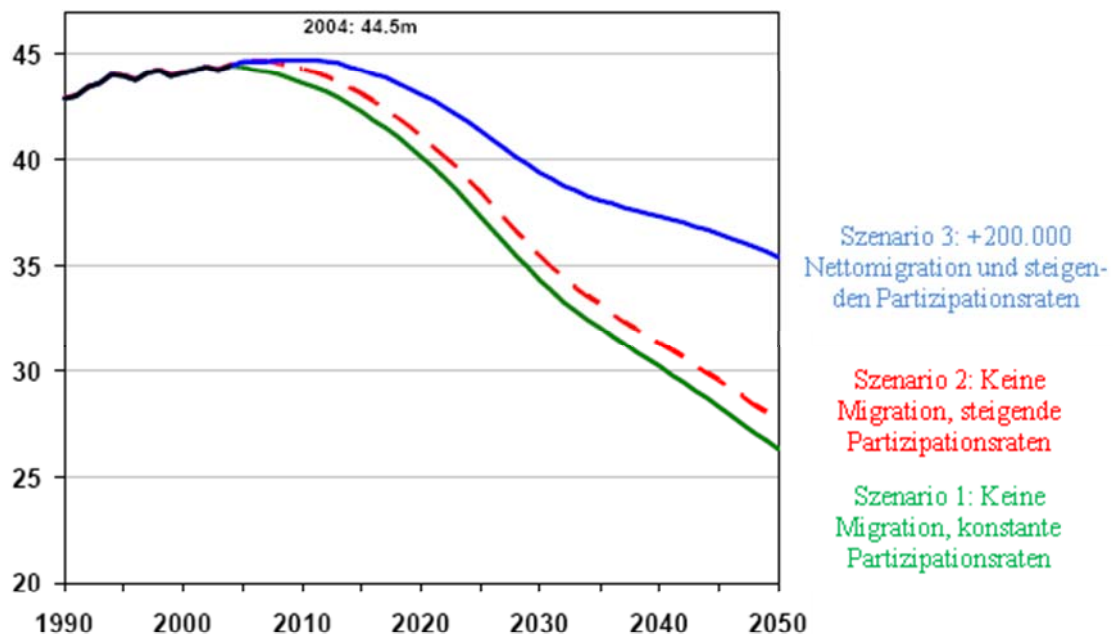
Quelle: Eigene Darstellung

3. Folgen des demografischen Wandels für das Innovationssystem

Im Folgenden werden die verschiedenen Wirkungszusammenhänge von demografischen Wandel auf die Innovationsleistung einer Volkswirtschaft dargestellt und diskutiert. Der dahinter liegende Trend der zukünftigen Entwicklung der Bevölkerung und des Erwerbspersonenpotenzial ist recht eindeutig, auch wenn quantitative Prognosen einigen Unsicherheiten (z.B. Annahmen zu Migrationsströmen) bzgl. des Ausmaßes unterliegen. Während im Jahr 2008 in Deutschland ca. 82 Mio. Personen leben, werden es im Jahr 2050 nach Schätzungen des Statistischen Bundesamtes (2006) voraussichtlich nur noch um die 78 Mio. sein. Der Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre wird von rund 19% auf ein Drittel der Bevölkerung zunehmen. Der Anteil der Personen

im Erwerbsalter wird hingegen von 60,8% im Jahr 2005 auf rund 50% sinken (Statistisches Bundesamt 2006). Dabei nimmt besonders die Gruppe zwischen 20 und 35-jährigen ab, während die Gruppe der 50-65-jährigen eher stabil bleibt. Folglich werden die über 50-jährigen einen deutlich größeren Anteil an den Erwerbstätigen als bisher stellen. Insgesamt wird die Zahl der Erwerbstätigen abnehmen, weder ein starker Anstieg der Erwerbsquoten noch eine im langfristigen Durchschnitt hohe Zuwanderung können den Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials stoppen (Fuchs et al. 2008). Je nach Szenario für die Wanderungsbewegungen beträgt der Rückgang der Erwerbspersonen von 2004 bis 2050 zwischen 9 und 18 Mio. Erwerbstätigen.

Abbildung 3: Entwicklung des Erwerbspersonenpotentials (in Mio.) bis zum Jahr 2050



Quelle: Fuchs/Dörfler 2005

Dieser Rückgang der Erwerbstätigen kann auch das inländische Angebot an qualifizierten Arbeitskräften und damit die Wissensbasis einer Volkswirtschaft beeinflussen.

3.1 Wissensbasis

Zur Generierung und Umsetzung von FuE-Erkenntnissen in international wettbewerbsfähige Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen müssen hochqualifizierte Arbeitskräfte verfügbar sein. (u.a. Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker). Die demo-

graphische Entwicklung lässt allerdings in Deutschland und anderen Ländern Westeuropas auf zukünftige quantitative Engpässe an Fachkräfte mit hoher Ausbildung schließen (Frietsch/Gehrke 2005). Das relativ höhere Wachstum wissensintensiver Branchen, die Wissensintensivierung einzelner Branchen als auch die Ersetzung der älteren Generationen, welche die Erwerbsphase ihres Lebens abschließen und in den Ruhestand wechseln, führen zu einer hohen Nachfrage von Fachkräften. Da mit fortschreitender Zeit immer besser ausgebildete Generationen verrentet werden, müssen nachfolgenden Generationen diese „Verluste“ erst einmal ausgleichen (Frietsch/Gehrke 2005).

Prognosen bzgl. eines möglichen Fachkräftemangels aufgrund des demografischen Wandels unterliegen der Schwierigkeit, dass eine Vielzahl von Faktoren die Nachfrage (Sektorale Entwicklung, Wissensintensivierung, technologischer Wandel) und das Angebot von Fachkräften (Studiums- und Ausbildungsneigung jüngerer Generationen, Erwerbstätigkeitsquoten von Frauen und Älteren, Migration) beeinflussen. Eine systematische Früherkennung, wie in einigen anderen Ländern, existiert in Deutschland nicht. Stattdessen gibt es verschiedene Untersuchungen, die sich im betrachteten Zeithorizont, der Disaggregation nach Sektoren und Berufsgruppen und verwendeten Annahmen (Nachfrage, Erwerbspersonenpotenziale), unterscheiden. Die verschiedenen Prognosen und Szenarioberechnung die in jüngerer Vergangenheit für Deutschland durchgeführt wurden, sind in Tabelle 1 im Anhang zusammengefasst. Es besteht weitestgehend Einigkeit darin, dass die demografische Entwicklung den qualifizierten Arbeitskräftemangel verschärfen dürfte. Besonders nach dem Jahr 2020 wird der erwartete Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials Rückwirkungen auf die Verfügbarkeit von Fachkräften haben. Beispielsweise schätzen Bonin et al. (2007) zwischen 2020 bis 2035 einen Rückgang der Anzahl der Erwerbspersonen mit abgeschlossener Berufsausbildung um 3,5 Mio. Bezogen auf Berufsgruppen werden besonders Engpässe bei Ingenieuren erwartet (u.a. Koppel/Plünnecke 2009). Die Relation von zukünftigen Absolventen zu dem Substitutionsbedarf durch das Ausscheiden qualifizierter Arbeitskräfte ist besonders in dieser Berufsgruppe vergleichsweise gering (Frietsch 2006).

Zur Vermeidung zukünftiger Personalengpässe ist die Mobilisierung eines möglichst großen Anteils des bestehenden Arbeitskräftepotenzials dringend erforderlich. Gerade hier bilden neben der – stärkeren Beschäftigung von Frauen und qualifizierten Migranten – Ältere ein wichtiges Potenzial. Dabei spielen Fort- und Weiterbildungsaktivitäten

sowie gesundheitliche Aspekte zur Erhaltung der Beschäftigungsfähigkeit eine wichtige Rolle. Die Fort- und Weiterbildungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft weisen jedoch im Vergleich mit vielen Wettbewerbern auf erhebliche Defizite hin (Nusser et al. 2007).

3.2 Industrielle Akteure/Umsetzung in Industrielle Produkte

3.2.1 Innovationfähigkeit Älterer

Neben der quantitativen Verfügbarkeit von qualifizierten Arbeitskräften stellt sich die Frage wie sich der demografische Wandel auf (vorhandene) Belegschaften und deren Innovationsfähigkeit und -bereitschaft auswirkt. Kann ein Unternehmen oder die gesamte Volkswirtschaft mit einem hohen Anteil Älterer seine Innovationskraft und Produktivität halten oder steigern?

Lange Zeit herrschten negative Vorstellungen über die Leistungs- und Innovationsfähigkeit älterer Arbeitnehmer vor, die in der Forschung z. B. als „Defizit-Hypothese“ oder „Defizit-Modell“ bezeichnet (Prezewowsky 2007; Winkels 2007). Altern ist nach diesem Modell ein irreversiblen Prozess, bei dem physische und kognitive Fähigkeiten stetig nachlassen (Roth et al, 2007). Konkretisiert auf die Innovationskraft wäre fraglich, ob ältere Belegschaften – sofern sie nicht weitergebildet werden – die zur Entwicklung neuer Verfahren und Produkte nötige Absorptionsfähigkeit besitzen (Schneider 2008). Sie verfügen über vergleichsweise altes Humankapital, welches schwer kompatibel mit neueren technologischen Entwicklungen ist und haben häufige eine geringere informelle Anbindung zu Universitäten als jüngere Universitätsabsolventen. Bei einem geringen Anteil von Jüngeren in einem Unternehmen kann diese aus Innovationssicht bedeutende Anbindung unzureichend sein (Pavitt 2005). Darüber hinaus verhindert die geringere zwischenbetriebliche Mobilität Älterer den Wissenstransfer zwischen Unternehmen. Unternehmen mit einem hohen Anteil Älterer stellen vor diesem Hintergrund weniger offene bzw. durchlässige Systeme dar. Diese Offenheit für externe Wissensressourcen gilt aber gerade in der systemischen Innovationsforschung als wesentliche Determinante der Innovationstätigkeit (Fagerberg 2005). Mögliche Vorteile älterer Arbeitnehmer liegen hingegen z.B. beim innovationsrelevanten Wissen. V.a. in ausgereiften Technologiebereichen sind die größere Erfahrung und hoher Wissensstand von Vorteil (Frosch 2009).

Allerdings werden diese beschriebenen Wirkungsmechanismen zunehmend bereits in ihrem Ansatz in Frage gestellt (u.a. Börsch-Supan et al. 2009; Conrads et al. 2008). So

ist die Relevanz einzelner Eigenschaften und ihre Messbarkeit unterschiedlich sowie die Innovativität nicht vom einzelnen abhängig, sondern von ganzen Teams bzw. auf Makroebene der Gesellschaft. Zudem werden empirische Ergebnisse erheblich durch die derzeitige Personalpraxis bestimmt und weniger durch die tatsächlichen Fähigkeiten. So ist aufgrund von Stereotypisierungen oder rechtlichen Rahmenbedingungen ein altersdiskriminierendes Verhalten bei der Einstellung, beim Einsatz und bei der Weiterbildung älterer Arbeitnehmer denkbar (Verworn/Hipp 2008). Stattdessen wird häufig ein „jugendzentriertes Innovationsmodell“ verfolgt, welches auf den Einsatz junger Mitarbeiter für innovative Tätigkeiten baut (Fischer 2007).

Eine beträchtliche Zahl von empirischen Untersuchungen widmet sich auf unterschiedlichen Aggregationsebenen dem Zusammenhang zwischen Alter und Leistungsfähigkeit. Dabei wird häufig die empirische Relevanz der zunächst genannten These der geringeren Innovationsleistung untersucht. Bei diesen Untersuchungen steht häufig die Produktivität von Älteren¹, Unternehmen oder Nationen im Blickpunkt, erst einige neuere Untersuchungen widmen sich explizit der Innovationsfähigkeit (z.B. Börsch-Supan et al. 2004). Im Folgenden werden die Ergebnisse auf der Mikroebene (Individuen, Unternehmen) und der Makroebene zusammengefasst. Eine Übersicht der Kernergebnissen von mikroökonomischen Studien für Deutschland und internationale makroökonomische Studien enthalten befindet sich im Anhang in Tabelle 2.

Auf individueller Ebene wird die Entwicklungsproduktivität in der Regel anhand patentierter Erfindungen und wissenschaftlicher Veröffentlichungen, z.B. von Ingenieuren oder Naturwissenschaftlern, gemessen. Die meisten Studien deuten auf eine klare Altersabhängigkeit kreativer Leistungen hin (z.B. Jones 2005, Levin/Stephan 1991; Oberg 1960; Hoisl 2007), z.T. wird ein umgekehrt U-förmiger Verlauf der Produktivität im Abhängigkeit vom Alter festgestellt. Henseke und Tivig (2007) unterscheiden in ihrer Studie explizit zwischen Technologiebereichen. In der Hochtechnologie scheinen relative junge Erfinder einen komparativen Vorteil über ältere Erfinder zu haben, während ältere Erfinder in weniger technologieintensiven Branchen produktiver als ihre jüngeren Kollegen sind. Mit dem Alter abnehmende Patentaktivitäten könnten auf eine abneh-

¹ Dabei werden in empirischen Studien häufig Lohnskala als Outputgröße zur Messung der Produktivität verwendet, welche durch die Tarifregelungen und dem Senioritätsprinzip verzerrt wird (Heigl 2008)

mende Innovationsfähigkeit aber auch auf eine in der Praxis übliche Beförderung auf Managementpositionen zurückzuführen sein (vgl. Hoisl 2007).²

Auf Unternehmensebene finden die Mehrheit der Studien eine Abnahme der Innovativität bzw. Produktivität ab einem Alter von 35 bis 40 Jahren (z.B. Ilmakunnas /Maliranta 2007, Schneider 2008, Schone 2009), gerade bei Untersuchungen für Deutschland bestehen allerdings einige Ausnahmen (z.B. Göbel/Zwick 2009; Vernooen et al. 2007). Dabei deuten Ergebnisse von Göbel/Zwick (2009) auf erhebliche Unterschiede bei den Alters- Produktivitätsprofilen zwischen den Betrieben hin. Demnach wirkt sich die Alterszusammensetzung sehr unterschiedlich auf die jeweilige Produktivität der Betriebe aus.

Ein Grund für eine geringere Innovationsfähigkeit und Produktivität kann in der geringeren Aufgeschlossenheit und Kompetenz Älterer bei der Nutzung neuer Technologien liegen. Verschiedene Studien stellen eine geringere Wahrscheinlichkeit der Anwendung von IKT sowie eine geringere Qualifikation der Älteren hierfür fest (de Koning and Gelderblom 2006, Schleife 2006; Meyer 2008). Untersuchungen von Meyer (2008) zeigen aber auch, dass die gemeinsame Auswirkung von Altersstruktur der Belegschaft und der Verstärkung der Gruppenarbeit als Methode der Arbeitsorganisation, die Wahrscheinlichkeit des Einsatzes neuer oder wesentlich verbesserter Technologien stark beeinflussen. Unternehmen, die Gruppenarbeit verstärkt haben und einen höheren Anteil an unter 30-Jährigen beschäftigen, weisen sogar eine geringere Wahrscheinlichkeit auf, neue bzw. wesentlich verbesserte Technologien einzuführen; wohingegen Unternehmen, die Gruppenarbeit verstärkt haben und einen größeren Anteil an 40-55-Jährigen beschäftigen, eine höhere Wahrscheinlichkeit des Einsatzes neuer Technologien aufweisen. Insgesamt zeigt sich auf Unternehmensebene, dass nicht unbedingt die Altersstruktur im gesamten Unternehmen von Bedeutung für die Innovationsfähigkeit entscheidend ist, sondern auch die Altersheterogenität einzelner Teams von Bedeutung sein kann (Veen/Backes-Gellner 2008). Börsch-Supan et al. (2005) betonen, dass gerade der Beitrag Älterer eher im Gesamtergebnis einer Gruppe deutlich als auf individueller Ebene wird.

² Zuckermann und Merton (1973) weisen aber darauf hin, dass wichtige Wissenschaftler auch im hohen Alter ihre Produktivität beibehalten.

Bei der Analyse von Altern und Innovationsfähigkeit auf einer Makroebene ist zu beachten, dass es ein weiter Schritt von diesen mikroökonomischen Ergebnissen hin zu einer Prognose für die Entwicklung der Aggregatgrößen und des Einflusses auf die Produktivität oder Innovationen ist (Harhoff 2008). Bislang existieren auf Makroebene kaum Untersuchungen bzgl. demografischen Wandel und Innovationen, lediglich der Zusammenhang zwischen Altersstrukturen der (Erwerbs-)Bevölkerung und Produktivität bzw. Wirtschaftswachstum wird untersucht.³ Während Freyer (2007) und Werding (2008) einen umgekehrten U-förmigen Zusammenhang zwischen Altersstrukturen von Ländern und der totalen Faktorproduktivität feststellen, stellen Lindh und Malmberg (1999) und Prskawetz et al. (2005) sogar einen leicht positiven Effekt für die Industrieländer fest.

Zusammenfassend überwiegen in diesen Untersuchungen tendenziell negative Einschätzungen bzgl. des Zusammenhangs zwischen Alter und Innovation. Nach Ansicht verschiedener Autoren stellt der Erhalt der Innovationsfähigkeit angesichts der Alterung der Erwerbsbevölkerung eine erhebliche Herausforderung dar (Harhoff 2008; Baade 2007). Allerdings stehen diesen Aussagen den genannten Zweifeln an der Überprüfbarkeit und dem Ansatz der Beurteilung der Innovationsleistung gegenüber. Das Problem besteht demnach vielmehr darin, dass Ältere, bzw. Teams mit Älteren noch nicht die Möglichkeit haben, ihre Innovationsfähigkeit zu erhalten oder auszubauen. Inzwischen werden einige Unternehmen in diese Richtung aktiv, aber es besteht noch erheblicher Ausbaubedarf (Verworn/Hipp 2008). Daneben ist bei den Erwerbstätigkeiten eine hohe Lernbereitschaft im Alter notwendig, um den Wissensstand zu erneuern (Heigl 2007). Erst wenn all diese Potenziale ausgeschöpft werden, kann beurteilt werden, ob Nachteile ggü. dem „Jugendzentrierten Innovationsmodell“ bestehen (Verworn/Hipp 2008).

3.2.2 Gründungsdynamik

Die Bedeutung von Gründungen auf die Innovativität eines Landes ist nicht ganz unumstritten (van Praag/Versloot 2007). Aber besonders in neuen Technologiefeldern, beim Aufkommen neuer (technologiegetriebener) Nachfragetrends und in den frühen

³ Dabei ist zu beachten, dass der demographische Wandel auf dieser Ebene durch eine Vielzahl von Wirkungsmechanismen Wachstum und Produktivität beeinflussen z.B. über Sparverhalten und Kapitalinvestitionen, altersabhängiges Konsumverhalten, Humankapitalakkumulation, Außenhandelsbilanz u.v.m. (Frosch 2009).

Phasen der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren gelten junge Technologieunternehmen als ein wichtiger Motor für den technologischen Wandel (Rammer 2006).⁴ Häufig wird befürchtet, dass bei einem größerem Anteil von Älteren die Anzahl der Gründungen abnimmt. So wird Älteren beispielsweise eine geringere Flexibilität sowie Risikobereitschaft zugesprochen und die Aussicht auf langfristigen Finanzierungsmöglichkeiten kritischer eingeschätzt (z.B. Bönte et al. 2007; Gottschalk/Theuer 2008; Harhoff 2008; KWF 2008). Andererseits verfügen Ältere häufig über höhere Branchenkenntnisse und eine bessere Eigenkapitalausstattung. Insgesamt wird die Gründungsbereitschaft einer Person von einer Vielzahl von (gegenläufigen) Faktoren beeinflusst, die sich im Laufe des Lebens verändern können (Verworn/Hipp 2008). Auf empirischer Seite zeigen v.a. jüngere Studien für Deutschland einen negativen Zusammenhang zwischen Alter und Gründungsbereitschaft auf (z.B. Gottschalk/Theuer 2008, siehe Anhang Tabelle 3). Allerdings kommen nicht alle empirische Studien zu diesem Ergebnis, sondern stellen keinen, oder gar einen positiven Zusammenhang zwischen Alter und Gründungen fest (Constant et al. 2003). Dabei gibt es Hinweise für einen nichtlinearen, sondern deutlich komplexeren Zusammenhang. Z.B. ermitteln Bönte et al. (2007) einen U-förmigen Zusammenhang für Gründungen in High-Tech-Sektoren bei dem die Alterskohorten der 20- bis 29-Jährigen und 40- bis 49-Jährigen am besten abschnitten (Bönte et al., 2007, S. 18).⁵

Verschiedene Szenarioberechnungen für zukünftige Veränderungen der Anzahl der Unternehmensgründungen durch Verschiebungen in der Altersstruktur stellen übereinstimmend für das Jahr 2020 einen Rückgang um 4% fest, bis 2050 könnte sich dieser Trend deutlich verstärken (Gottschalk/Theuer 2008; KFW 2008; Engel et al. 2007).

3.3 Nachfrage

Die qualifizierte Nachfrage nach Innovationen gilt mittlerweile als zentraler Parameter, um Innovationsverläufe zu erklären, insbesondere um die Frage der Durchsetzung

⁴ Deutschland weist im internationalen Vergleich geringe Gründungsquoten auf (Rammer 2006), ein weiterer Rückgang durch den demografischen Wandel wäre daher sehr bedenklich.

⁵ Neben der Frage ob die Gründungsbereitschaft im Alter abnimmt, wird vereinzelt untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Gründer und der Innovativität der Gründungen besteht. Nach Analysen des KFW (2008) sind Gründungen von Älteren ähnlich innovativ wie die von Jüngeren.

oder des Scheiterns von Innovationen. Existiert ein spezifischer, innovationstreibender Problemdruck, so werden von der Nachfrageseite - möglichst durch viele voneinander unabhängige Kunden - neue Bedarfe artikuliert, die bestehende Prozesse und/oder Produkte und/oder Dienstleistungen nicht abdecken können. Existieren in einem Land eine Nachfrage mit hohen Qualitätsansprüchen und großer Bereitschaft Innovationen aufzunehmen, eine Innovationsneugier und hohe Technikakzeptanz, so geben anspruchsvolle, kritisch fordernde und qualitätsbewusste Kunden bzw. Nutzer („Lead User“) Informationen über ihre spezifischen Bedürfnisse an innovierende Unternehmen weiter und rückkoppeln die Passfähigkeit neuer Lösungen (Nusser et al. 2007; Peine 2007).

Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die private Nachfrage sind sehr vielschichtig. Sowohl die Konsumhöhe, deren Struktur als auch die Bedürfnisse an die Produktgestaltung können sich deutlich ändern. Beispielsweise ergeben sich Veränderungen in der Höhe der gesamtwirtschaftlichen Konsumnachfrage durch Unterschiede im verfügbaren Einkommen, des Besitzes von Vermögen und der Konsumquote zwischen Älteren und Jüngeren Generationen. Insgesamt gelten die deutschen Seniorenhaushalte schon heute als sehr nachfragestark, daneben haben Haushalte deren Haupteinkommensbezieher 45- bis 54 Jahre alt ist das höchste Nettoeinkommen. Bezüglich den Auswirkungen auf die Konsumhöhe und -struktur wurden bereits zahlreiche Untersuchungen durchgeführt (z.B. Börsch-Supan 2004, Heigl 2007, Buslei et al. 2007, DBR 2007; Martins et al. 2005, Schaible 2008), diese sind im Anhang in Tabelle 4 zusammengefasst. Dabei wird die verändernde Altersstruktur in die Zukunft projiziert und die heutige altersspezifische Konsumhöhe und -struktur konstant gehalten.⁶ Konsumhöhe zeigen sich v.a. Änderungen in der Konsumstruktur.

Die Untersuchungen bzgl. der Konsumstruktur zeigen weitestgehend übereinstimmend eine Abnahme der Ausgaben für Güter der Warengruppen Verkehr und Nachrichtenübermittlung, Bildung, Unterhaltung, Kleidung und Schuhe auf. Güter aus den Warengruppen Gesundheits- und Körperpflege, Wohnungsmieten, Elektrizität, Gas und Brennstoffe werden zukünftig einen deutlich größeren Anteil am privaten Konsum ausmachen werden. Allerdings beziehen die Studien unterschiedliche demografische Größe (Veränderung der Bevölkerungshöhe, Altersstruktur, Haushaltsgrößen) und Fol-

⁶ Dabei werden sowohl die absolute Zahl (für die Gesamtbevölkerung Deutschlands zumeist Schrumpfung) als auch die sich verändernden Größenverhältnisse der Altersgruppen zueinander (Alterung) berücksichtigt.

geeffekte (Preiseffekte, Veränderung des verfügbaren Einkommens) mit ein. In den meisten Untersuchungen sind die Veränderungen der Anteile einzelner Güter und Dienstleistungen am Gesamtkonsum als moderat einzuschätzen.⁷ Dabei zeigen sich im internationalen Vergleich wenig Unterschiede, auch in anderen Industrieländern sind ähnliche Verschiebungen in der Konsumstruktur zu erwarten (Martins et al. 2005).

In diesen Projektionen wird allerdings von stabil bleibenden Konsumpräferenzen der einzelnen Altersgruppen ausgegangen. Das Konsumverhalten zukünftiger Älterer kann sich von der heutigen Älteren aber verändern. So steigt mit jeder Geburtskohorte tendenziell die „aktive Lebenserwartung“ an. Die längere Gesundheit und Fitness dürfte auch die Konsumbereitschaft der Älteren positiv beeinflussen. Hauptsächlich jedoch hat sich die Genuss- und Konsumorientierung der Älteren stark erhöht. Dies kann zu einer Anpassung der Konsumausgaben im Lebensablauf führen, was in der Literatur mit einem „Zieharmonikaeffekt“ beschrieben wird. Das letzte Auto wird 10 Jahre später gekauft als es heute noch der Fall ist (Heigl 2007). Dies würde dazu führen, dass die altersspezifischen Veränderungen des Konsums geringer ausfallen als in den genannten Projektionen. Aus Innovationssicht bedeuten die möglichen Veränderungen in der Nachfrage, dass einige neue Märkte entstehen oder größer werden und ein hohes Potenzial für die Einführung und Verbreitung neuer Innovationen darstellen. Viele Autoren sehen deshalb auch große Innovationschancen durch den demografischen Wandel (z.B. Nägele et al. 2005). Hinter diesen allgemeinen Trends kann allerdings ein sehr divergentes Konsumverhalten stehen. Bei den Älteren handelt es sich nicht um eine homogene, sondern um eine sehr heterogene Gruppe, die sich u.a. Lebensstil, verfügbaren Einkommen, Gesundheit sich massiv innerhalb der Gruppe unterscheidet (Jones/Hayden 2009). Innovationspotenziale können nur dann verwirklicht werden, wenn diesen Spezifika Rechnung getragen wird. Daneben sind die Ansprüche und Bedürfnisse Älterer bei der Produktgestaltung zu beachten. Dabei werden in der Regel folgende beiden Produktarten grundsätzlich unterschieden (Langguth 2005):

- Zum Einen gibt es Produkte, die spezifische Bedürfnisse und Ansprüche Älterer adressieren. Bei vielen dieser Produkte steht das Beheben oder Abmildern

⁷ Eine Untersuchung von Börsch-Supan (2005) zeigt aber immerhin auf, dass in Summe die Veränderungen der Konsumstruktur da hinführen könnten, dass rund 18 % der Erwerbsbevölkerung, d.h. fast jeder sechste Arbeitsplatz, zukünftig sektoral »umgeschichtet« werden muss.

spezifischer „Defizite“ (z.B. nachlassendes Seh- und Hörvermögen, physische Kraft, Ausdauer und Beweglichkeit) oder Bedarfe im Vordergrund. Dabei können auch psychische Veränderungen (Motivation, Wertevorstellungen etc.) Einfluss auf die Gestaltung von Angeboten haben. Allerdings wirken dies Produkte oft stigmatisierend und werden erst bei hoher Ausprägung des Defizits oder Bedarfs vom Kunden in Kauf genommen.

- Zum Anderen gibt es Produkte, die sowohl Bedürfnisse und Ansprüche der jüngeren Altersgruppen als auch Älterer adressieren. Diese benutzerfreundliche Entwicklung von Produkten und Benutzerumgebungen wird häufig mit den Begriffen „Design-for-all“ oder „Universal Design“, umschrieben. Der Begriff „Design“ bezieht sich hierbei sowohl auf die technische Entwicklung als auch auf die formal-ästhetische Gestaltung. Seniorengerechtigkeit ist ein Teilaspekt dieses „Design-for-all“-Konzepts, gleichzeitig werden aber Stigmatisierungen durch Spezialprodukte verhindert. Produktbeispiele für „Design-for-all“ sind Fahrzeuge mit hohem und damit leichterem Einstieg oder Abstandswarner in Automobilen. Neben sozialen Gedanken stehen auch ökonomische Überlegungen hinter diesem Konzept, die Hersteller können ein weitaus größeres Marktsegment abdecken.

Von großer Bedeutung für die Generierung und Verbreitung neuer Innovationen ist die Technologieakzeptanz und -nutzung älterer Personen.⁸ Viele neue (technische) Lösungen verändern können das gewohnte Umfeld und Routinen von Konsumenten verändern (z.B. Telemedizin, Einsatz von Robotern) oder auch veränderte kognitive Anforderungen mit sich bringen. Insgesamt wird eine Aufgeschlossenheit gegenüber neuer Technik festgestellt (u.a. Georgieff 2008). Vor allem jüngere Senioren sind an (neuer) Technologie interessiert, sofern sie nicht von deren Komplexität überfordert werden (z.B. Bedienungsanleitungen).⁹ Eine solche Überforderung tritt bei Senioren meist

⁸ Zugleich beeinflusst die Technologieakzeptanz und -nutzung älterer Personen, inwiefern sie von neuen Innovationen, z.B. im IKT-Bereich teilhaben.

⁹ Die Akzeptanz verschiedener Anwendungsformen von Technologien kann sich erheblich voneinander unterscheiden (Grauel/Spellerberg 2008). Während bei einigen Anwendungen eine hohe Nutzungsbereitschaft von älteren Personen attestiert wird (z.B. Automatische Alarmsignale, Sturzarmband, Lichtsignal für Schwerhörige, intelligente Kleidung) ist die Nutzungsbereitschaft bei Kommunikations- und Dienstleistungsanwendungen über einen Bildschirm sehr gering.

schneller auf als bei Jüngeren (Langguth 2005, Empirica 2008). Daneben haben Dienstleistungen bei neuen Techniken für ältere Konsumenten eine besondere Bedeutung (z.B. intensive Beratung, Problembeseitigung), sie schreiben den Eigenschaften Nutzungskomfort, Sicherheit und Zuverlässigkeit eine noch größere Bedeutung zu. Dies gilt umso mehr, da Ältere ihre Produkte seltener erneuern. Tendenziell wird aber beobachtet, dass zuerst die Jungen neue Techniken adaptieren und verbreiten (Langguth 2005). Erst mit zeitlicher Verzögerung folgen die älteren Jahrgänge. Folglich ist es fraglich, ob bei Produkten und Dienstleistungen, die nicht speziell auf Ältere zugeschnitten sind, durch den geringeren Anteil an Jüngeren das Potenzial an möglichen Lead-Usern geringer wird (Langguth 2005).

3.4. Sonstige Faktoren

Zwar stehen die bislang genannten Einflussfaktoren im Fokus der empirischen Forschung, sie bilden aber die möglichen Veränderungen im Innovationssystem nicht vollständig ab. Neue Anpassungserfordernisse entstehen u.a. durch das Zusammenspiel des sich verändernden Angebots und Nachfrage sowie durch Veränderungen bei politischen Maßnahmen und Rahmenbedingungen im Zuge des demografischen Wandels. Diese lassen sich auf der hier gewählten Analyseebene kaum konkret beschreiben und empirisch überprüfen. Deshalb werden diese Wirkungszusammenhänge im Folgenden nur kurz skizziert.

Beispielsweise müssen die industriellen Akteure neben dem veränderten Fokus auf bestimmte Produkte und Dienstleistungen neue absatzpolitische Instrumente ergreifen, neue Geschäftsmodelle entwickeln (z.B. im Bereich Ambient Assisted Living) und neue Kooperationen eingehen. Bislang sind die Erkenntnisse allerdings oftmals gering, wie die Geschäftsmodelle aussehen können, unter welchen Rahmenbedingungen diese realisierbar sind und ob mögliche Vorteile im internationalen Wettbewerb durch ein frühzeitiges Aufgreifen erfolgreicher Konzepte ggü. Ländern mit einer zunächst geringeren Alterung erzielt werden können. Schließlich sind viele dieser Modelle erst zu entwickeln.

Daneben stehen der demografische Wandel und die politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in einem engen Wechselspiel. So erzeugt der demografische Wandel erheblichen Anpassungsbedarf bei öffentlichen Haushalten und

Politik. Als weithin unbestritten gilt der erhebliche Druck auf die Sozialversicherungssysteme. Infolgedessen ergibt sich ein hoher Konsolidierungsdruck auf die öffentlichen Haushalte, der über möglichen Änderungen auf der Einnahme- oder Ausgabenseite erhebliche Rückwirkungen auf die Gesamtwirtschaft und Gesellschaft haben kann. Daneben besteht ein hoher Veränderungsdruck z.B. bei der öffentlichen Infrastruktur. Durch die Kombination von Alterung und Bevölkerungsrückgang sind Kommunen bzw. Regionen vor völlig neue Herausforderungen gestellt. Das unterschiedliche Mobilitätsverhalten Älterer kann zu erheblichen Veränderungen (z.B. geringere Nachfrage im Personennahverkehr) führen, die Druck auf eine Veränderung der bereitgestellten Infrastruktur ausüben. Zudem müssen die mit hohen Fixkosten verbundenen Versorgungs- und Versorgungsnetze angepasst werden, um eine geeignete Größe angesichts der veränderten regionalen Bevölkerungsdichte zu erreichen.

Die Rahmenbedingungen und Weichenstellungen bestimmen wiederum maßgeblich darüber, inwiefern ein Land für die Herausforderungen einer schrumpfenden und alternden Bevölkerung gewappnet ist, als auch die sich bietenden Chancen nutzen kann.¹⁰ Rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. gesetzlich festgelegtes Rentenalter, Regelungen und Standards für Gesundheitsanwendungen wie z.B. E-Health) als auch Ausgaben von öffentlichen Haushalten (z.B. Investitionen in Weiterbildung und Infrastruktur, Finanzierung von Gesundheitsdienstleistungen) beeinflussen maßgeblich die Veränderungen auf der Angebots- und Nachfrageseite – und damit den Innovationsdruck und -möglichkeiten – die sich durch den demografischen Wandel tatsächlich ergeben.

4. Vertiefende Forschungsfragen

Bei der vorrangigen Innovationsystemanalyse hat sich gezeigt, dass sich bei den Wirkungszusammenhängen einige Tendenzen herauskristallisieren, häufig aber eine abschließende Klärung nicht möglich ist, sondern weiterer Forschungsbedarf besteht. Darüber hinaus sind mögliche Dynamiken im gesamten Innovationssystem, aber auch

¹⁰ Die Möglichkeit der Steuerung des Alterungsprozesses an sich sind geringer einzuschätzen. So reichen nach Baade (2007) die Steuerungsmöglichkeiten (z.B. Zuwanderung, Anreize zur Steigerung der Fertilität) nicht aus, um die aus der Vergangenheit resultierenden Eigen-dynamiken des demografischen Wandels auszugleichen.

sektorale Spezifika zu beachten. Im Folgenden werden diese verschiedenen möglichen Betrachtungsvertiefungen erörtert:

Analyse einzelner Wirkungszusammenhänge

Einige Zusammenhänge wurden bereits intensiv quantitativ untersucht (siehe Anhang Tabellen 1-4). Hier besteht der Forschungsbedarf im Einbezug zusätzlicher relevanter Aspekte (z.B. Berücksichtigung möglicher Präferenzänderungen oder Kohorteneffekte bei Nachfrage) und Identifizierung von überlagernden oder verzerrenden Effekten. Vielmehr ist aber die stärkere Herausarbeitung der Veränderungen wünschenswert, die nicht in den zahlreichen quantitativen Studien betrachtet werden konnten (z.B. Produktgestaltung, Wissenstransfer u.v.m.).

Dynamik des Gesamtsystems

Bei der erfolgten Betrachtung des Einflusses der Teilsysteme auf die Innovationsfähigkeit ist allerdings zu beachten, dass diese Faktoren sich nicht unabhängig voneinander auswirken, sondern in einem dynamischen Wechselspiel miteinander stehen. Die Vielzahl an Einflussvariablen und komplexen Zusammenhängen erschweren allerdings die Analyse von dynamischen Wechselwirkungen. So können sich die Teilsysteme gegenseitig verstärken oder auch in ihrer Wirkung etwas neutralisieren. Beispielsweise kann die stärkere Präferenzverschiebungen Richtung Gesundheit und Pflege durch eine geringere Technologieakzeptanz oder infolge der Belastung der Sozialversicherungssysteme bzgl. Impulse für neue Innovationen und deren Diffusion, konterkariert werden. Denkbar ist auch, dass gerade die Branchen, die aufgrund der Marktchancen durch den demografischen Wandel expandieren können, mögliche Engpässe auf dem Arbeitsmarkt zu spüren bekommen.¹¹ Die Bestimmung der Auswirkungen dieser dynamischen Wechselwirkungen ist allerdings schwierig, da es sich bei der Innovationsanalyse nicht um ein formal geschlossenes Modell mit exakt quantifizierbaren Wirkungsmechanismen handelt und ja auch der Einfluss des demografischen Wandels auf die einzelnen Determinanten nicht eindeutig geklärt werden kann.¹²

¹¹ Einschränkung ist festzustellen, dass der demografische Wandel sehr langfristig wirkt und Anpassungsmechanismen solche „mismatches“ auf dem Arbeitsmarkt lindern können.

¹² Siehe Baade (2007) für analoge Schlüsse bzgl. des Diamantenmodells von Porter.

Sektorale Spezifika

Zwar wird sich der demographische Wandel auf die gesamte Volkswirtschaft auswirken, es sind aber erhebliche Unterschiede in der Art und Weise denkbar. Erstens gibt es vielerlei Hinweise für sektorale Spezifika im Innovationsprozess: So können sich eine unterschiedliche sektorale Bedeutung des Preiswettbewerbs, die Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Marktsektoren und der Möglichkeit der politischen Beeinflussung durch den Staat (z.B. via Regulierung, staatliche Nachfrage), der Bedeutung der Exportnachfrage und von Lead-Märkten, Anreize für die Art des Innovationsverhalten, benötigtes Humankapital etc. ergeben. Zweitens sind die Sektoren unterschiedlich von den skizzierten Auswirkungen des demografischen Wandels betroffen. Die verschiedenen Studien zur zukünftigen Entwicklung der Konsumstruktur zeigen, dass allein auf Basis der quantifizierbaren Indikatoren erhebliche Unterschiede bei den sektoralen Auswirkungen denkbar sind. Während einige Branchen zu den Strukturgewinnern zählen, werden andere eher an Nachfragedynamik verlieren. Sektoren, die Vorleistungs- oder Investitionsgüter herstellen, werden höchstens indirekt tangiert sein. Ebenso werden auf der Angebotsseite einige Sektoren von einem möglichen Fachkräftemangel besonders stark betroffen sein. Zugleich können sich die notwendige Innovationsfähigkeit durch dem sektoral unterschiedlichem Ausmaß und Art des technologischen Wandels unterscheiden. Im Hinblick auf die geplante Gründungsbranche der Gründungsinteressierten ergeben sich zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Altersgruppen. So planen die unter 50-Jährigen deutlich häufiger im Verarbeitenden Gewerbe zu gründen. Ältere Gründungsinteressierte streben dabei öfter eine Selbstständigkeit in den Beratungs- und Finanzdienstleistungen, den Personaldienstleistungen, dem Training und der Weiterbildung an.

Dabei ergeben sich u.a. folgende Fragen für tiefergehende Analysen:

- > Inwiefern ergeben sich sektorspezifische, qualitative Herausforderungen für Unternehmen zur effizienten Einbindung einer älteren Belegschaft?
- > Inwiefern verändern sich die Bedürfnisse und sektorale Nachfrage? Wo liegen mögliche Akzeptanzprobleme und Nutzungsbarrieren? Welche Geschäftsmodelle sind zur Nutzung möglicher Chance auf der Nachfrageseite sinnvoll und welche Änderungen in den rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen sind notwendig?
- > Ergeben sich verstärkende Auswirkungen durch dynamische Zusammenhänge zwischen den Innovationsdeterminante oder sind die Effekte zu gering (z.B. geringe Ver-

änderungen in Konsumhöhe als auch Fachkräftebedarf), als dass sich nennenswerte Rückkoppelungseffekte ergeben?

5. Fazit

Die Wirkungen des Demografischen Wandels auf die Leistungsfähigkeit des Innovationsystems sind komplex und vielschichtig. Es zeigen sich bei der erfolgten Analyse oftmals keine eindeutige Wirkungsrichtungen. Vielmehr hängen die Auswirkungen auf die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit eines inländischen Sektors oder Landes von der Anpassungsfähigkeit an die Veränderungen, die der demografische Wandel mit sich bringt, ab. So wird bspw. die tatsächliche Innovationsleistung Älterer dadurch beeinflusst, ob sie geeignet in unternehmerische Innovationsprozesse integriert werden, bzw. die Innovationsprozesse auf die Älteren abgestimmt sind, ob die Älteren die Möglichkeit zur Weiterbildung und längerfristigen Beschäftigung erhalten und inwiefern sie selbst Anreize haben, um die Leistungsbereitschaft im hohen Alter zu erhalten. Diese Anpassungserfordernisse gelten auch für die Nachfrage, die als Hoffnungsträger für neue Innovationschancen durch den demografischen Wandel gesehen wird. Auch hier sind Veränderungen in den Rahmenbedingungen und Anpassungsstrategien der industriellen Akteure notwendig, um die sich ergebenden Potenziale zu nutzen. Wenn diese Chancen nicht frühzeitig genutzt werden ist es denkbar, dass andere Länder schneller erfolgreiche Konzepte und Angebote entwickeln und im internationalen Wettbewerb größere Marktanteile bei den entsprechenden Gütern und Dienstleistungen erreichen.

Bezüglich des aktuellen Forschungsstandes zum Zusammenhang zwischen Demografie und Innovation ist festzuhalten, dass den demografischen Wandel bei der Innovationssystemanalyse noch eine größere Bedeutung gegeben werden sollte. Häufig werden demografische Aspekte bislang nicht explizit in Innovationssystemanalysen erfasst, obwohl sie selbst für sektorale oder technologiespezifische Innovationsprozesse von hoher Bedeutung sind. Dabei ergeben sich verschiedene Forschungsfragen, für die vertiefende Kenntnisse notwendig sind: Wichtige Aspekte sind dabei die weitere empirischen Klärung der Richtung einzelner Wirkungsmechanismen sowie der internationale Vergleich bei den Auswirkungen und den gewählten Anpassungsstrategien.

Tabelle 1: Studien mit Fachkräfte(prognosen) mit Bezug zu demografischen Wandel für Deutschland

Autor, Jahr	Untersuchungszeitraum/-gegenstand	Zeitraum	Kernergebnisse
Frietsch 2006	Substitutionsbedarf und Angebot an Akademikern insgesamt sowie differenziert für Ingenieuren und Naturwissenschaftler	1993-2011	Relationen zwischen Absolventen und Substitutionsbedarf nimmt Zeitverlauf ab und ist v.a. bei Ingenieuren gering
Plüneck 2004	Veränderung des Arbeitsangebots nach Akademikern und MINT-Akademikern sowie Berechnung von Substitutionsquoten	2001-2030	Leichte Zunahme an Akademikern mit einer Angebotserhöhung um rund 1,6 Mio. (Angebotserhöhung MINT-Akademiker: rund 0,8 Mio). Diese Zunahmen reichen aber nicht aus um Ersatzbedarf zu decken; die Substitutionsquoten sinken von ca. 1 auf 0,6 (Akademiker) bzw. 0,8 (MINT-Akademiker)
Bonin et al. 2007	Ersatz- und Expansionsbedarf der Arbeitsnachfrage (gesamt, sektoral, Berufsfelder, Qualifikationen) und zukünftige Veränderung des Angebots (gesamt, Berufsfelder, Qualifikationen)	2003-2020	Geringe Engpässe bei der absoluten Anzahl an qualifizierten Arbeitskräften: Nachfrageerhöhung rund 2 Mio. vs. Angebotserhöhung um rund 1,8 Mio.
Köppel/Plüneck 2009	Zukünftiges Angebot und Nachfrage (Ersatz-/Expansionsbedarf) nach MINT-Hochschulabsolventen	2008-2020	Steigender Nachfrageüberhang bei MINT-Absolventen, im Jahr 2020 Defizit von ca. 25.000 (30% der MINT-Absolventen), im Saldo 2008-2020 Nachfrageüberhang von ca. 230.000.
ZEW(in BMBF 2007)	Zukünftiges Angebot und Nachfrage (Ersatz-/Expansionsbedarf) nach Ingenieuren und sonstigen Akademikern	2006-2014	Nachfrageüberhang nach Ingenieuren (durchschnittlich 7.000 p.a.) und sonstigen Akademikern (durchschnittlich 34.000 p.a)

Tabelle 2: Studien zur Innovationsfähigkeit/Produktivität mit Bezug zu demografischen Wandel

Autor, Jahr	Untersuchungsgegenstand	Zeitraum	Kernergebnisse
Individuelle Ebene			
Hoisl 2007	Auswirkungen des individuellen Alters auf die Patentaktivitäten	1977-1999	Umgekehrt U-förmiger Verlauf von Patentaktivitäten (höchste Produktivität zwischen 40 und 45 Jahren) bei Personen mit erfinderischen Tätigkeiten im gesamten Berufsleben; bei Personen mit kurzzeitiger Aktivität einseitige Verteilung auf jüngere Jahren da meist Tätigkeitswechsel (z.B. in Managementpositionen)
Henseke/Tivig 2007	Auswirkungen des individuellen Alters auf die Patentaktivitäten	2003	Umgekehrt U-förmiger Verlauf von Patentaktivitäten in Abhängigkeit vom Alter in High-Tech-Industrien; kaum signifikante Ergebnisse bei Low-Tech-Industrien
Unternehmensebene			
Göbel/Zwick 2009	Auswirkungen von Veränderungen in der Altersstruktur von Betrieben auf deren Produktivität.	1997-2005	Die Unternehmensproduktivität steigt mit dem Anteil an Arbeitern in der Altersgruppe bis 50 - 55 kontinuierlich an und fällt danach nur leicht abfällt. Erhebliche Unterschiede bestehen bei den Alters- Produktivitätsprofilen zwischen den Betrieben.
Meyer 2008	Auswirkungen der Altersstruktur auf den Einsatz neuer Technologien in Unternehmen aus IKT-intensiven Dienstleistungssektoren,	2002-2005	Je älter die Belegschaft eines Unternehmens ist, desto geringer ist der Einsatz neuer Technologien; die Homogenität/Heterogenität der Altersverteilung hat keinen signifikanten Einfluss. Unternehmen, die Gruppenarbeit verstärkt haben und einen größeren Anteil an 40-55-jährigen beschäftigen, weisen eine höhere Wahrscheinlichkeit des Einsatzes neuer Technologien auf.
Verworn/Hipp 2008	Auswirkung der Altersstruktur auf den Innovationsoutput (Innovatoren, Marktneheiten, Umsatzanteil neuer Produkte)	2001	Kein signifikanter Einfluss des Anteils älterer Arbeitnehmer auf die Innovationswahrscheinlichkeit der Unternehmen
Schneider 2008	Auswirkung der Altersstruktur auf Produktinnovationen	2002-2004	Umgekehrt U-förmigen des Alters-Innovations-Profil (Maximum bei einem Alter von ca. 40 Jahren). Geringere negative Auswirkungen ergeben sich beim Durchschnittsalter der Ingenieure
Länderebene			
Lindh/Malmberg 1999	Auswirkung der Altersstruktur der Erwerbstätigen auf das Wirtschaftswachstum in OECD-Ländern	1950-1990	Leicht positiver Zusammenhang, ein hoher Anteil an 50-64-jährigen begünstigt Produktivitätsentwicklung

Prskawetz et al.2006	Auswirkung der Altersstruktur der Erwerbstätigen auf das Wirtschaftswachstum in der EU-15	1950-2005	Leicht positiver Zusammenhang, ein hoher Anteil an 50-64-jährigen begünstigt Produktivitätsentwicklung
Feyrer 2007	Auswirkung der Altersstruktur der Erwerbstätigen auf die Totale Faktorproduktivität (87 Länder)	1960-1990	Umgekehrter U-Zusammenhang zwischen den Anteil von Arbeitskräften in Altersgruppen und totaler Faktorproduktivität
Werding 2007	Auswirkung der Altersstruktur der Erwerbstätigen auf die Totale Faktorproduktivität (106 Länder) und Simulation der Auswirkungen auf das Wachstum von Produktivität und Output in verschiedenen OECD-Ländern	1960-2000	Umgekehrter U-Zusammenhang zwischen den Anteil von Arbeitskräften in Altersgruppen und totaler Faktorproduktivität; leicht negative Auswirkungen (< 1%) auf das Produktivitäts- und Outputwachstum in Deutschland

Tabelle 3: Studien zu Untermensgründungen mit Bezug zu demografischen Wandel für Deutschland

Autor, Jahr	Untersuchungsgegenstand		Kernergebnisse
Kohn und Spengler 2009	Verteilung der Gründungen und Bevölkerung auf Altersstrukturen	2008	25- bis 34-Jährige stellen z. B. 30 % der Gründer, aber nur 19 % der Bevölkerung im Alter von 18 bis 64 Jahren. Umgekehrt verhält es sich mit den 55- bis 64-Jährigen, die 19 % der Bevölkerung im gründungsrelevanten Alter, aber weniger als 9 % der Gründer repräsentieren.
Bönte et al. 2007	Einfluss der Altersstruktur in Regionen auf die Gründungsanzahl	1987-2000	U-förmiger Zusammenhang für High-Tech-Industrien Branchen, positive Koeffizienten für die Altersgruppen 20-29 und 40-49; kein signifikanter Zusammenhang für andere Branchen
Werner/Faulenbach 2008	Einfluss des Alters (und von kontrollvariablen) auf die Gründungsneigung von Personen		Negativer Effekt des Alters auf die Gründungsneigung. Diejenigen, die älter als 50 Jahre sind, weisen c.p. eine um 13,1 Prozentpunkte geringere Gründungsneigung auf.
KFW 2008	Szenarien zum zukünftigen Gründungsgeschehen bei demografischen Wandel.	2004-2020	Rückgang der Gründungszahlen bis zum Jahr 2020 um 4%
Engel et al. 2007	Szenarien zum zukünftigen Gründungsgeschehen bei demografischen Wandel.	2004-2020	Rückgang der Gründungszahlen bis zum Jahr 2020 um 4%
Gottschalk/Theuer 2008	Szenarien zum zukünftigen Gründungsgeschehen bei demografischen Wandel.	2005-2050	Rückgang der Gründungszahlen bis zum Jahr 2020 um 4%, bis zum Jahr 2050 um 20%. Rückgang fällt erheblich geringer bei höherer Gründungsneigung von Frauen oder höheren Akademikerquoten aus, eine Erhöhung der Erwerbsquote hat nur einen geringen Effekt

Tabelle 4: Studien zur Nachfrage mit Bezug zum demografischen Wandel

Autor, Jahr	Untersuchungszeitraum/-gegenstand	Zeit- raum	Kernergebnisse
Martins et al. 2005	Relative Veränderung der Konsumstruktur in Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung und Schrumpfung	2000-2050	Steigender Anteil von Konsumausgaben für Gesundheit (2020 + 4; 2050 +7%) und Wohnen (2020 +0,5%; 2050 +1%), fallender Anteil für Fahrzeugs(dienstleistungen) (2020 -2%; 2050 -5%) und Bildung (2020 -3%; 2050 -10%)
Heigl 2007	Veränderung der Konsumausgaben in Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung und Schrumpfung	2002-2030	Steigende Ausgaben für Gesundheit (2020 +9%; 2030 +9%) und Wohnen (2020 +4%; 2030 +2%), fallende Ausgaben für Verkehr (2020 -0,1%; 2030 -4%) und Bildung (2020 -2%; 2030 -9%)
Buslei et al. 2007	Veränderung der Konsumausgaben und Relative Veränderung der Konsumstruktur Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung, Schrumpfung und Veränderung der Haushaltsgröße	2003-2050	Keine signifikanten Veränderungen in der Konsumstruktur (<1%). Insgesamt nehmen die Konsumausgaben aber aufgrund der Bevölkerungsschrumpfung abnehmen
Distelkamp et al. 2004	Veränderung in der Konsumausgaben durch Änderungen der Altersstruktur, altersspezifische Einkommensentwicklungen, Veränderung der Haushaltsgröße und der relativen Preisentwicklung	2001-2015	Steigender Ausgaben von medizinischen Erzeugnissen (+7%) und Pauschalreisen (+5%), abnehmende Ausgaben für Tabakwaren (-4%), Bildung (-3%) und Kraftstoffe (-3%)
DB-Research 2007	Relative Veränderung in der Konsumstruktur in Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung sowie in Zusatzrechnung durch altersspezifische Einkommensentwicklungen, Kohorteneffekte und der relativen Preisentwicklung	2003-2050	Reiner Alterungsgeffekt bei den Konsumausgaben führt zu keinen signifikanten Veränderungen in der Konsumstruktur (<1%). Erhebliche Veränderungen ergeben sich bei Einbezug der anderen Variablen. Steigender Anteil von Verkehr (2020 + 2; 2050 +4%) und Wohnen (2020 +1,5%; 2050 +3,5%), sinkende Anteile bei Nahrungsmittel (2020 -2,5%; 2050 -6%) und Energie (2020 – 0,5%; 2050 -2%)
Schaible et al. 2008	Relative Veränderung in der Konsumstruktur in Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung sowie in Zusatzrechnung durch altersspezifische Einkommensentwicklungen und Veränderung der Haushaltsgröße	2003-2035	Steigende Ausgaben für Gesundheit (2020 +6%; 2035 +12%) und Reisen (2020 +3%; 2035 +6%), fallende Ausgaben für Verkehr (2020 -1%; 2035 -4%) und Home Entertainment (2020 -1%; 2035 -2%)
Börsch-Supan 2004	Relative Veränderung in der Konsumstruktur (in Beschäftigung) in Abhängigkeit der Altersstrukturverschiebung	2000-2050	Steigende Beschäftigung bei Gesundheit und Körperpflege (2020 + 2; 2050 +6,5%) und Persönliche Ausstattung (2020 +2%; 2050 +5%), fallender Anteil für Bildung und Unterhaltung (2020 -2%; 2050 -4%) und Verkehr und Nachrichtenübermittlung (2020 -3%; 2050 -5%)

Literaturverzeichnis

- Baade, Daniel: Demographischer Wandel und internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands, Wiesbaden 2007.
- Bonin, H., Schneider, M., Quinke, H., Arens, T. (2007): Zukunft von Bildung und Arbeit: Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und –angebot bis 2020, IZA Research Report No.9.
- Bönte, W., Falck, O., Heblich, S. (2007): Demography and innovative entrepreneurship, CE-Sifo Working Paper No. 2115, Münschen.
- Börsch-Supan, A. (2004): Gesamtwirtschaftliche Folgen des demographischen Wandels.
- Börsch-Supan, A., Düzgün, I., Weiss, M., Altern und Produktivität (2005): Zum Stand der Forschung, Mannheim Research Institute for the Economics of Aging, Mannheim.
- Börsch-Supan, A.; Erlinghagen, M., Jürges, H., Hank, K. (2009): Produktivität, Wettbewerbsfähigkeit und Humanvermögen in alternden Gesellschaften. In: Börsch-Supan, A.; Erlinghagen, M.; Hank, K.; Jürges, H.; Wagner, G. G. (Hrsg.): Produktivität in alternden Gesellschaften. Halle (Saale): Dt. Akad. der Naturforscher Leopoldina. Altern in Deutschland Bd. 4, Nova Acta Leopoldina N.F., S. 9-19
- Braczyk, H.J., Cooke, P., Heidenreich, M. (eds.) (1998): Regional Innovation Systems: The role of Governance in a Globalised World, London
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. Bonn, Berlin.
- Buslei, H., Schulz, E., Steiner, V. (2007): Politikberatung Kompakt, Auswirkung des demographischen Wandels auf die private Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in Deutschland bis 2050, Forschungsprojekt gefördert durch das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1995): »On the Nature, Function and Composition of Technological Systems«. In: Carlsson, B. (ed.): Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation, Boston u. a.
- Conrads, R.; Kistler, E.; Staudinger, T. (2008): Alternde Belegschaften und Innovationskraft der Wirtschaft. In: Aus Politik und Zeitgeschichte 18-19/2008
- Constant, A., Shachmurove, Y., Zimmermann, K. F., What makes an entrepreneur and does it pay? Native men, Turks, and other migrants in Germany, Institute for the Study of Labor, Discussion Paper Series IZA DP No. 940, Bonn, 2003.
- DBR (2007): Wie werden ältere Deutsche ihr Geld ausgeben? Wie demografische Entwicklungen, Wachstum und sich ändernde Verbraucherpräferenzen zusammenspielen.
- de Koning, J., and A. Gelderblom (2006): "ICT and Older Workers: No Unwinkled Relationship," International Journal of Manpower, 27(5), 467–490.
- Distelkamp M., Meyer, B., Wolter, M., (2004): Einfluss der Bevölkerungsstruktur auf die Konsumnachfrage, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforshung GmbH, Osnaabrück.
- Empirica (2005): The Demographic Change – Impacts of New Technologies and Information Society

- Fagerberg, J. (2005): Innovation: A Guide to the Literature, in: Fagerberg et al. (2005), pp. 1-26.
- Feyrer, J. (2007), "Demographics and Productivity", *Review of Economics and Statistics* 89, 2007, 100–109
- Filipp, S.-H., Mayer, A.-K.(2005): Zur Bedeutung von Altersstereotypen, *Aus Politik und Zeit-geschichte*, 2005, S. 25-31, 49-50.
- Fischer, P. M. (2007): *Berufserfahrung älterer Führungskräfte als Ressource*, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Freeman, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London
- Frietsch, R.(2006): Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung, *Qualifikationsstruk-turen im Spiegel der technologischen Leistungsfähigkeit*, Studien zum deutschen Inno-vationssystem Nr.15 – 2006.
- Frietsch, R.; Gehrke, B. (2005): *Bildungs- und Qualifikationsstrukturen in Deutschland und Europa*, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), *Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 3-2005*, Berlin.
- Frosch, K. (2009): Do only new brooms sweep clean? A review on workforce age and innovation. In: MPIDR Working Paper WP 2009 – 005.
- Fuchs, J., Dörfler, K. (2005): *Projektion des Erwerbsspersonenpotenzials bis 2050: Annahmen und Datengrundlage*, IAB Forschungsbericht 25, Nürnberg.
- Fuchs,J., Söhnlein,D., Weber,B.(2008): *Demographic Effects on the German Labour Supply, A Decomposition Analysis*. In: IAB – Discussion Paper 31/2008.
- Georgieff,P. (2008): *Ambient Assisted Living, Marktpotenziale IT – unterstützter Pflege für ein selbstbestimmtes Altern*, in: *Marktanalyse / Band 17*.
- Göbel Ch., Zwick, T., *Age and Productivity Evidence from Linked Employer Employee Data*, in: ZEW, Discussion Paper No. 09 – 020.
- Gottschalk, S., Theuer, S. (2008): *Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf das Gründungsgeschehen in Deutschland*, Discussion Paper No. 08-032, Zentrum für Eu-ropäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.
- Harhoff, D. (2008): *Innovation, Entrepreneurship und Demographie*, in: *Perspektiven der Wirt-schaftspolitik*, 9 (Special Issue), S. 46-72.
- Heigl,A. (2007): *Demographic development and economics: What lies in store?* In: *Verlag für Sozialwissenschaften*, Wiesbaden, *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft*, Jg.32, 3-4/2007.5, 445-468.
- Henseke, G., Tivig, T. (2007): *Demographic change and industry-speeifie innovation partern in Germany*, Universität Rostock: Thünen-Series of Applied Economic Theory, Working Paper No. 72,2007.
- Hoisl, K.(2007): *A closer look at inventive output - the role of age and career paths*, Lund Uni-versity (Schweden): *Proceedings of the 2nd Annual Conference of the EPIP As-socia-tion*.
- Ilmakunnas, P. and Maliranta, M. (2007). *Aging, labor turnover and firm performance*, Helsinki Center of Economic Research Discussion Paper No. 164.
- Jones, B. F. (2005). *Age and great invention*, NBER Working Paper No. 11359.

- Jones, B., Hayden, J. (2009): Global Review of Innovation Intelligence and Policy Studies, mini Study 07 Innovation in an Age – Integrated Society, in: INNO GRIPS.
- KfW (2008): Creditreform, IfM, RWI, ZEW (Hrsg.), Mittelstand trotz nachlassender Konjunkturdynamik in robuster Verfassung, MittelstandsMonitor 2008 - Jährlicher Bericht zu Konjunktur- und Strukturfragen kleiner und mittlerer Unternehmen, KfW Bankengruppe, Frankfurt/Main.
- Kohn, K., Spengler, H. (2009): KfW-Gründungsmonitor 2009, Abwärtsdynamik im Gründungssektor gebremst – weiterhin wenige innovative Projekte, Jährliche Analyse von Struktur und Dynamik des Gründungsgeschehens in Deutschland, Frankfurt am Main.
- Koppel, O., Plünnecke, A. (2008): Wachstums- und Fiskaleffekte von Maßnahmen gegen Fachkräftemangel in Deutschland - Bildungsökonomische Analyse und politische Handlungsempfehlungen insbesondere im MINT-Bereich, Zusammenfassung in: Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- Langguth, S. (2005), Demographischer Wandel – Neue Marktchancen, Hintergrundtexte, in: Zukunftsradar 2030, zukunftsinitiative Rheinland – Pfalz.
- Levin, S., Stephan, P., 1991. Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists. *American Economic Review* 81 (4), 114–132.
- Lindh, Thomas und Bo Malmberg (1999), Age Structure Effects and Growth in the OECD, 1950-1990, *Journal of Population Economics* 12, 431-449.
- Lundvall, B.-Å. (ed.) (1992): National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London
- Malerba, F. (ed.) (2004): Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe, Cambridge
- Martins, J., Gonand, F., Antolin, P., Maisonneuve, Ch., Yoo, K. (2005), The Impact of Ageing on Demand, Factor Markets and Growth, OECD Economics Department Working Papers no.420
- Meyer, J. (2008): The Adoption of New Technologies and the Age Structure of the Workforce, in: ZEW, Discussion Paper No. 08 – 045.
- Nelson, R.R. (ed.) (1993): National Systems of Innovation: A Comparative Study, Oxford
- Nusser, M., Wydra, S., Hartig, J., Gaisser, S. (2007): Forschungs- und wissensintensive Branchen: Optionen zur Stärkung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. TAB-Arbeitsbericht 116
- Oberg, W. (1960). Age and achievement – And the technical man. *Personnel Psychology*, 13(3), 245-259.
- Pavitt, K. (2005): Innovation Processes, in: Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (eds.) (2005): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 86-114.
- Peine, A. (2007): The Sources of Use – Information: A Review of Relevant Literature and an Exploration into Innovation and Aging, in: EUI Working Papers, MWP 2007/26.
- Plünnecke, A. (2004): Akademisches Humankapital in Deutschland - Potenziale und Handlungsbedarf, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, IW-Trends 2.
- Prezewowsky, M., Demografischer Wandel und Personalmanagement, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2007.

- Prskawetz,A., Fent,T., Barthel,W. (2006): Vienna Institute of Demography, Austrian Academy of Sciences, The Relationship Between Demographic Change and Economic Growth in the EU, Report for Tender VT / 2005 / 035, Summary and Discussion.
- Roth C Wegge, J., Schmidt, K.-H., Konsequenzen des demographischen Wandels für 'das Management von Human-ressourcen, in; Zeitschrift für Personalpsychologie, 6(3), 2007,S. 99-116.
- Schaible,S., Kaul,A., Lührmann,M., Wiest,B., Breuer,P. (2008):, Wirtschaftsmotor Alter, Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend.
- Schleife, K. (2006): "Computer Use and the Employment Status of Older Workers," *LABOUR: Review of Labour Economics and Industrial Relations*, 20(2), 325–348.
- Schone, P. (2009): New technologies, new work practices and the age structure of the workers, *Journal of Population Economics*, Vol.22, S.803-826
- Schneider, L. (2008). Alterung und technologisches Innovationspotential – Eine Linked-Employer-Employee-Analyse. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft*, 33(1), 37-54.
- Senker, J, van Zwanenberg, P, Enzing, C., Kern, S., Mangematin, V., Martinsen, R., Munoz, E., Diaz, V., O'Hara, S., Burke, K., Reiß, T., Wörner, S. (2001): European Biotechnology Innovation System, Brüssel
- van Praag, C. M., Versloot, P. H., What is the value of entrepreneurship - a review Of recent research, Institute for the Study of Labor, Discussion Paper Series IZA DP No. 3014, Bonn, 2007.
- Veen, S. and Backes-Gellner, U. (2008). Betriebliche Altersstrukturen und Produktivitätseffekte, Institute for Strategy and Business Economics Working Paper No. 78, University of Zurich.
- Verwom, B., Hipp, C. (2008): Does the ageing workforce hamper innovative-ness of firms? (No) evidence from Germany, in: *International Journal of Human Resources Development and Management*.
- Werdinger,M., AGEING AND PRODUCTIVITY GROWTH (2008): "Ageing and Productivity Growth: Are there Macro-level Cohort Effects of Human Capital?", CESifo Working Paper No.2207
- Werner,A., Faulenbach,N. (2008): Das Gründungsverhalten Älterer: Eine empirische Analyse mit den Daten des Gründerpanels des IfM Bonn, Bonn.
- Winkels, R. S., Demografischer Wandel: Herausforderungen und Chancen für Personalentwicklung und Betriebliche Weiterbildung, Münster, 2007.
- Zuckerman, H. and Merton, R.K. (1971). Institutionalized patterns of evaluation in science. *Minerva* 9(1) 66-100.

Dieses Arbeitspapier ist im Kontext mit einer Reihe von weiteren Arbeitspapieren des Fraunhofer ISI mit Bezug zu Fragen des demografischen Wandels und Innovationen entstanden. Folgende Arbeitspapiere sind bereits veröffentlicht oder werden in Kürze veröffentlicht:

Autor	Titel
Elisabeth Baier	Auswirkungen des demografischen Wandels auf die regionale Politikgestaltung - Untersuchung an den Regionen Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt
Claus Doll	Aktive Mobilität – technische und organisatorische Innovationen im demografischen Wandel
Ewa J. Dönitz	Bestandsaufnahme demografiebezogener Innovationsindikatoren zur Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Demografie auf Innovationen
Rainer Frietsch (und Peter Neuhäusler)	Substitutionsbedarf in der deutschen Wirtschaft“
Peter Georgieff	Aktives Alter(n) und Technik - Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zur Erhaltung und Betreuung der Gesundheit älterer Menschen zu Hause
Hans-Dieter Schat	Einfluss demografischer Entwicklungen in Betrieben auf deren Innovationsfähigkeit
Sven Wydra	Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Leistungsfähigkeit von Innovationssystemen