

Henseke, Golo; Strohner, Benjamin; Tivig, Thusnelda

**Working Paper**

## Methodenreport Work & Age: Berufliche Alterungstrends und Fachkräfteengpässe

Thünen-Series of Applied Economic Theory - Working Paper, No. 130

**Provided in Cooperation with:**

University of Rostock, Institute of Economics

*Suggested Citation:* Henseke, Golo; Strohner, Benjamin; Tivig, Thusnelda (2013) : Methodenreport Work & Age: Berufliche Alterungstrends und Fachkräfteengpässe, Thünen-Series of Applied Economic Theory - Working Paper, No. 130, Universität Rostock, Institut für Volkswirtschaftslehre, Rostock

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/87667>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

**Thünen-Series of Applied Economic Theory**  
**Thünen-Reihe Angewandter Volkswirtschaftstheorie**

Working Paper No. 130

**Methodenreport Work & Age: Berufliche Alterungstrends und  
Fachkräfteengpässe**

von

Golo Henseke, Benjamin Strohner, Thusnelda Tivig

**Universität Rostock**

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Volkswirtschaftslehre  
2013

# Methodenreport Work & Age: Berufliche Alterungstrends und Fachkräfteengpässe

Golo Henseke, Benjamin Strohner, Thusnelda Tivig

Universität Rostock

November 2013

## **Abstract:**

Dieser Report dokumentiert die methodischen Ansätze für die beruflichen Alterungs- und Fachkräfteverfügbarkeitsanalysen im Projekt "Work&Age - Berufe im Demografischen Wandel" und ist damit die Grundlage für die fachliche Diskussion. Ziel des Projekts Work & Age war es, die Arbeitsmarktentwicklungen in ausgewählten Berufen zu untersuchen und die Entstehung von Fachkräfteengpässen zu identifizieren. Dazu wird die Alterung der Beschäftigten analysiert und mit dem Auftreten sowie dem kurzfristigen Risiko von Fachkräfteengpässen verknüpft. Das Projekt „Work & Age“ steht im Kontext der Aktivitäten der Demografiestrategie der Bundesregierung und wurde im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales gefördert.

**Keywords:** Fachkräfteengpass, Dekomposition, Beschäftigtenprojektion, Beruf, Ältere, Demografischer Wandel

**JEL Code:** J11, J21

## **Kontaktinformationen:**

Golo Henseke

Lehrstuhl für Wachstum und Konjunktur

Universität Rostock

E-Mail: [golo.henseke@uni-rostock.de](mailto:golo.henseke@uni-rostock.de)

## Inhalt

Einleitung .....	4
Berufliche Fachkräfteengpässe .....	4
Definition.....	4
Hintergrund.....	5
Ansatz.....	5
Berufe als Gliederungsmerkmal .....	6
Klassifikation der Berufe 1988.....	6
Berufsauswahl.....	7
Daten.....	8
Alterungs- und Verfügbarkeitsanalysen .....	10
Beschäftigungsentwicklung.....	10
Lohnentwicklung .....	11
Beschäftigungsentwicklung bis 2020.....	12
Projektionsansatz .....	13
Merkmale des Berufs: Der Substituierbarkeitsindex.....	16
Altersstruktur und Alterung: Dekomposition der zeitlichen Veränderung des Durchschnittalters ..	18
Ältere im Beruf .....	20
Alters-, Perioden- und Kohortenverläufe .....	20
Ersatzquote .....	22
Abgangsrate 60–64.....	22
Abgangswahrscheinlichkeit 55+ .....	23
Verfügbarkeitsanalysen .....	23
Übersicht.....	23
Die Bestimmung von Schwellenwerten .....	26
Zusammenhangsstärke zwischen Engpass- und Risikoindikatoren .....	29
Literatur .....	33

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übergangsraten in den ausgewählten Berufen, gepoolt 1993–2011, Darstellung für den Wertebereich [0,6] (N=9719) .....	14
Abbildung 2: Übergangsraten in Altersgruppe 55–64 Jahre .....	15
Abbildung 3: Beitrag demografischer und struktureller Einflüsse zum Anstieg des Durchschnittsalters (in Jahren), 1993 – 2011 .....	20
Abbildung 4: Lexis-Diagramm.....	21
Abbildung 5: Verteilung der Engpassindikatoren .....	27
Abbildung 6: Verteilung der Risikoindikatoren.....	29

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Berufsordnung „854 Helfer in der Krankenpflege" in der KldB88 .....	6
Tabelle 2: Berufsauswahl .....	8
Tabelle 3: Berechnungsbeispiel Übergangsraten .....	13
Tabelle 4: Substituierbarkeit in der Berufsordnung .....	18
Tabelle 5: Liste der Engpassindikatoren .....	24
Tabelle 6: Liste der Risikoindikatoren.....	25
Tabelle 7: Relative Häufigkeit beruflicher Fachkräfteengpässen, 2000 – 2011 .....	27
Tabelle 8: Schätzergebnisse .....	30
Tabelle 9: Ausgeschlossene Berufsordnungen .....	32

## Einleitung

Ziel des Projekts „Work & Age: Branchen und Berufe im Wandel“ war es, die Arbeitsmarktentwicklungen in ausgewählten Berufen zu untersuchen und die Entstehung von Fachkräfteengpässen zu identifizieren. Dazu wird die Alterung der Beschäftigten analysiert und mit dem Auftreten sowie dem kurzfristigen Risiko von Fachkräfteengpässen verknüpft. Das Projekt „Work & Age“ steht im Kontext der Aktivitäten der Demografiestrategie der Bundesregierung und wurde im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales gefördert.

Die Gliederung des Methodenreports orientiert sich an der Projektpublikation Tivig et al. (2013) „Berufe im Demografischen Wandel: Alterungstrends und Fachkräfteangebot“. Ausgangspunkt ist die Definition und Abgrenzung der Begriffe Fachkräfteengpass und Fachkräftemangel. Daran anschließend werden die Auswahl der im Projektverlauf untersuchten Berufe und die verwendeten Datensätze beschrieben. Im nächsten Schritt werden die Ansätze zur Beschreibung der Alterungs- und Beschäftigungstrends dargelegt. Die Verfügbarkeitsanalyse und die berufsspezifische Projektion des Beschäftigtenbestands bis 2020 werden danach erläutert. Abschließend präsentieren wir Ergebnisse zur Robustheit der Fachkräfterrisikoanalyse.

Dieser Report dokumentiert die verschiedenen methodischen Ansätze des 1. Projektteils, stellt einige zusammenfassende Ergebnisse dar und ist damit die Grundlage für die fachliche Diskussion.

## Berufliche Fachkräfteengpässe

### Definition

Fachkräfteengpass ist auf den ersten Blick ein simples Konzept: Es gibt zu wenige Fachkräfte, um die Arbeitsnachfrage voll zu decken. Auf den zweiten Blick wächst jedoch die Komplexität. Im Vergleich zu welchem Referenzpunkt herrscht ein Engpass, auf welchem Markt (beruflich, regional, zeitlich) tritt der Engpass auf und welches sind die bestimmenden Marktbedingungen? Ökonomische Knappheiten sind Gang und Gäbe. Letztlich bestehen die Unternehmen am Markt, die die knappen Ressourcen effizient einsetzen. Ohne eine klare Definition des Phänomens sind die Identifikation von Fachkräfteengpässen und die Ableitung von Handlungsempfehlungen nicht möglich.

Als beruflichen Fachkräfteengpass definieren wir eine Situation, in der zu den herrschenden Marktbedingungen die Nachfrage nach Fachkräften in einem bestimmten Beruf das Angebot an entsprechenden Fachkräften, die verfügbar und bereit sind, eine Tätigkeit aufzunehmen, übersteigt (Veneri 1999; Shah and Burke 2005; Richardson 2009).

Für Organisationen drücken sich Fachkräfteengpässe in Stellenbesetzungsschwierigkeiten aus (Green et al. 1998). Stellenbesetzungsschwierigkeiten sind Situationen, in denen es Unternehmen schwer fällt, eine offene Stelle zu besetzen, der Stellenbesetzungsprozess ungewöhnlich lange dauert oder der Stellenbesetzungsprozess mit deutlich erhöhtem Suchaufwand verknüpft ist (Shah and Burke 2005; Hartmann and Reimer 2011).

Eine Verfestigung von Fachkräfteengpässen über mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre hinweg definieren wir als Fachkräftemangel. Im Gegensatz zum Fachkräftemangel sind Fachkräfteengpässe nicht notwendigerweise das Ergebnis eines quantitativ zu geringen Fachkräftepotenzials (Dietz et al. 2012a; Kettner 2012a).

## Hintergrund

Fachkräfteengpässe sind Nachfrageüberhänge, die vielfältige Ursachen auf beiden Marktseiten haben können. Eine quantitative Lücke zwischen Angebot oder Kräftepotenzial und Nachfrage ist nur eine von vielen Möglichkeiten. Unternehmen können überzogene Qualifikationsanforderungen an Neuzugänge stellen, mögliche Ausbildungs- und Weiterbildungsalternativen nicht voll ausschöpfen oder ihre Arbeitsabläufe nicht optimiert haben. Auf der Angebotsseite können beispielsweise eine suboptimale Höhe der Aus- und Weiterbildungsinvestitionen, schwierige Vereinbarkeit von Beruf und Familie, sowie frühzeitiger Erwerbsaustritt zu einer Verringerung des Fachkräfteangebots führen (Kettner 2012a). Im Ergebnis bilden Engpässe daher von Mismatch bis zu originärem Mangel ein Kontinuum an Szenarien ab. Gemeinsam haben die verschiedenen Engpassituationen, dass sie von den herrschenden Marktbedingungen auf dem jeweiligen Arbeitsmarktsegment abhängen.

Die herrschenden Marktbedingungen beschreiben im weitesten Sinne den Preis für Fachkräfte und die Elastizität der Nachfrage- und Angebotsseite auf Preisänderungen. Preise umfassen die Entlohnung und weitere monetäre Gehaltskomponenten, wie Bonuszahlungen oder ein 13. Monatsgehalt. Des Weiteren umfasst der „Preis“ für Fachkräfte aber auch Gehaltserwartungen inklusive Karriereaussichten und Arbeitsplatzsicherheit sowie nicht-monetäre Komponenten wie beispielsweise das Arbeitsklima, die Höhe der Arbeitsbelastungen und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie (Richardson 2009). Ohne Informationen zur Lohnelastizität des Kräfteangebots und der Nachfrage sind Lohnänderungen im Allgemeinen nur beschränkt aussagefähig (Arrow and Capron 1959). Die Elastizitäten geben an, wie hoch die Mengenänderungen im angebotenen bzw. nachgefragten Arbeitsvolumen in Folge von Lohnänderungen ausfallen.

Wie in anderen ökonomischen Knappheitssituationen ist zu erwarten, dass die Marktakteure auf Engpassituationen reagieren. Unternehmen können z.B. ihre Rekrutierungsanstrengungen intensivieren, die Anforderungen an die Kandidaten reduzieren, anfallende Tätigkeiten auf die vorhandene Belegschaft verteilen, bereits beschäftigte Mitarbeiter fortbilden, Projekte verschieben, die Produktion auslagern, attraktivere Arbeitsbedingungen bieten oder im Extremfall durch den Verlust an Wettbewerbsfähigkeit aus dem Markt gedrängt werden, wodurch die effektive Fachkräftenachfrage sinkt. Die Wertschöpfung geht für die Volkswirtschaft jedoch nicht zwangsläufig verloren. Das heißt, erstens, die Unternehmenssicht und die volkswirtschaftliche Sicht auf einen Fachkräfteengpass können voneinander abweichen; zweitens, Fachkräfteengpässe sind nicht von dauerhafter Natur. Selbst ein über längere Zeit beobachteter Kräfteengpass auf einem Arbeitsmarktsegment wird sich fortlaufend ändern (Dietz et al. 2012b).

## Ansatz

Eine exakte Maßzahl zur Bestimmung von Fachkräfteengpässen gibt es nicht (Veneri 1999; Shah and Burke 2005; Bonin and Schröder 2009). Um berufliche Fachkräfteengpässe am aktuellen Rand robust zu identifizieren, müssen verschiedene Indikatoren eingesetzt werden. Die Indikatoren sollten Informationen zur Länge von Stellenbesetzungsprozessen sowie dem nicht-realisierten Kräfteangebot und der nicht-realisierten Kräfteachfrage zusammenfassen. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Anpassungsprozessen auf dem Arbeitsmarkt, die mit dem Auftreten von Kräfteengpässen assoziiert sind.

Referenzpunkt der Analyse ist das Gleichgewicht aus Arbeitskräftenachfrage und Arbeitsangebot. Zur Beurteilung von beruflichen Fachkräfteengpassrisiken berücksichtigen wir sowohl Nachfrage- als auch Angebotsvariablen. Damit nehmen wir nicht die Unternehmensperspektive ein, sondern

verfolgen eine Marktsicht. Der Arbeitsmarkt ist kein perfekter Markt. Individuelle Qualifikationen und die Jobanforderungen sind heterogen. Ferner ist plausibel, dass die Arbeitsmarktakteure nicht alle relevanten Informationen besitzen (Kettner, 2012). Die Abschätzung, welche beruflichen Fertigkeiten in 10 bis 20 Jahren noch relevant sein werden, ist sowohl auf individueller als auch auf organisationaler Ebene mit hohen Unsicherheiten behaftet.

Wir trennen hier Engpass- und Risikoindikatoren. Während die Engpassindikatoren die berufsspezifische Länge von Stellenbesetzungsprozessen und das Verhältnis aus nicht-realisiertem Fachkräfteangebot zur nicht-realisierten Fachkräftenachfrage messen, beschreiben die Risikoindikatoren auch weitergehende Anpassungsreaktionen auf dem Arbeitsmarkt. Die Risikoindikatoren nutzen wir um sich abzeichnende Arbeitsmarktverengungen im Beruf zu messen.

## Berufe als Gliederungsmerkmal

### Klassifikation der Berufe 1988

Zur Abbildung der Kategorie Beruf wird die Klassifizierung der Berufe der Bundesagentur für Arbeit von 1988 (KldB88) verwendet. Bis 2011 wurden die Datensätze der Bundesagentur für Arbeit nach dieser Klassifikation beruflich aufgegliedert. „Beruf“ wird in der Klassifikation definiert als „die auf Erwerb gerichteten, charakteristischen Kenntnisse und Fertigkeiten sowie Erfahrungen erfordernden und in einer typischen Kombination zusammenfließenden Arbeitsverrichtungen [...], durch die der Einzelne an der Leistung der Gesamtheit im Rahmen der Volkswirtschaft mitschafft“ (Bundesagentur für Arbeit 1988). Der Umfang der Tätigkeit ist dabei unerheblich, entscheidend ist einzig die Ausrichtung auf den Erwerb. Ehrenämter und rein theoretische Ausbildungen gelten demzufolge nicht als Beruf.

Die KldB88 unterscheidet insgesamt vier verschiedene Aggregationsebenen und wird mit abnehmender Aggregationsstufe immer differenzierter. Zur Anwendung in den berufsbezogenen Analysen kommt die Einheit der Berufsordnungen, welche 334 dreistellige Berufskennziffern (sog. „Dreisteller“) unterscheidet, wovon 329 tatsächliche Berufe beschreiben und die restlichen fünf Sammelkategorien für spezifische Beschäftigtengruppen darstellen (z.B. Praktikanten und mithelfende Familienangehörige). Die genaue Berufsordnungsanzahl kann leicht mit den verwendeten Datensatz schwanken. Die verwendeten Beschäftigtendaten sind bis zur Dreistellerebene ausdifferenziert. Die Berufsordnungen fassen ihrerseits zumeist mehrere Berufsklassen („Viersteller“) zusammen, welche sich weiter in Einzelberufe untergliedern lassen. Tabelle 1 beschreibt die Struktur der Klassifikation der Berufe am Beispiel der Berufsordnung „854 Helfer in der Krankenpflege“. Die Berufsordnung umfasst insgesamt 26 verschiedene Berufsbenennungen, gegliedert in 2 Berufsklassen. Die Berufsklasse „8543 Wochenpflegerinnen“ ist nicht mehr besetzt.

**TABELLE 1: DIE BERUFSORDNUNG „854 HELFER IN DER KRANKENPFLEGE“ IN DER KLDB88**

	Gliederungsebene	
1	Berufsbereich	V – Dienstleistungsberufe
2	Berufsgruppe	85 – Übrige Gesundheitsdienstberufe
3	<b>Berufsordnung</b>	<b>854 – Helfer in der Krankenpflege</b>
4	Berufsklasse	8541 – Krankenpflegehelfer

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwestern-/Pflegediensthelf.</li> <li>• Pflegehelfer/in (Krankenpflege)</li> <li>• Krankenpflegehelfer/in - Altenpflege</li> <li>• Krankenpflegehelfer - Behindertenpflege</li> <li>• Nachtwache - Krankenhaus</li> <li>• Helfer/in - Krankenhaus</li> <li>• Sterilisator/in (Krankenhaus)</li> <li>• Gesundheits- und Krankenpflegehelfer/in</li> <li>• Stationshelfer/in (Krankenpflege)</li> <li>• Helfer/in - Pflege</li> <li>• Facharbeiter/in - Krankenpflege</li> <li>• Fachhelfer/in für personale Dienstleist.</li> <li>• Gesundheits- und Pflegeassistent</li> </ul>
	<p>8542 – Sanitäter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rettungsassistent/in - Leitstellendienst</li> <li>• Rettungsassistent/in im Fahrdienst</li> <li>• Rettungsassistent-Betriebssanitätsdienst</li> <li>• Rettungsassistent - Rettungswachendienst</li> <li>• Krankenträger/in</li> <li>• Rettungsassistent/in</li> <li>• Rettungsdiensthelfer/in</li> <li>• Lehrrettungsassistent/in</li> <li>• Rettungssanitäter/in</li> <li>• Rettungswagenbegleiter/in</li> <li>• Rettungshelfer/in</li> <li>• Betriebssanitäter/in</li> <li>• Krankentransporteur/in</li> </ul>
	<p>8543 – Wochenpflegerinnen</p>

## Berufsauswahl

Ziel der Berufsauswahl war es jene Felder auszuwählen, die durch den Demografischen Wandel am stärksten betroffen sind und eine wirtschaftliche und gesellschaftliche Vorrangstellung einnehmen.

Die Berufsauswahl geschah entlang folgender Kriterien:

- *Bedeutung* des Berufs: Diese sollte gemessen am Anteil der Beschäftigten an den Gesamtbeschäftigten relativ hoch sein.
- *Beschäftigungsentwicklung*: Die ausgewählten Berufe sollten Beschäftigungswachstum, Beschäftigungsstabilität und Beschäftigungsrückgang abbilden.
- *Alterung* der Beschäftigten: Die Berufe sollten gemessen an der Veränderung des Durchschnittsalters über die Zeit ein breites Alterungsspektrum abdecken.

Um die Bestimmungsfaktoren hinter den Fachkräfteengpässen zu beleuchten, bestimmen wir eine Vergleichsgruppe. Die Vergleichsgruppe sollte aus Berufen bestehen, die nach gegenwärtigem Kenntnisstand weder von Fachkräfteengpässen noch von starker Alterung betroffen sind.

Bei der Auswahl der zu analysierenden Berufsordnungen musste berücksichtigt werden, dass einige Berufsordnungen äußerst heterogen sind, weil dort sehr verschiedene Einzelberufe subsummiert sind (z.B. IT-Berufe, in denen alle Berufe vom IT-Hochschulberuf bis zum Datenerfasser enthalten sind). Andere Berufsordnungen sind hingegen sehr homogen, da dort nur ein Einzelberuf enthalten ist (z.B. Apothekenhelferin). Wir orientieren uns an der Anzahl der innerhalb der Berufsordnungen zusammengefassten Viersteller, um einen groben Eindruck vom Homogenitätsgrad zu gewinnen.

Darüber hinaus müssen datenbedingte Einschränkungen berücksichtigt werden. Insbesondere die Beschäftigungsdynamik in Berufsordnungen mit hohen Selbstständigen- und/oder Beamtenquoten kann mit den Beschäftigtendaten der Bundesagentur für Arbeit nicht exakt analysiert werden. Die Gruppe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist in diesem Beruf nicht repräsentativ für die Gesamtheit der Erwerbstätigen. Ein Anstieg der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist bereits durch einen relativen Rückgang alternativer Formen der Erwerbstätigkeit möglich (z.B. angestellte statt verbeamtete Lehrer).

Auf Basis der Selektionskriterien haben wir 12 Berufe aus vier grob abgegrenzten Bereichen ausgewählt: Fertigungsberufe, MINT-Berufe, Gesundheits- und Pflegeberufe, kaufmännische Berufe. Wir haben Wert darauf gelegt, dass die ausgewählten Berufsordnungen idealtypisch für das jeweilige Feld sind. Die insgesamt 12 Berufsordnungen umfassten 2011 nahezu 11% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Tabelle 2).

**TABELLE 2: BERUFSWAHL**

<b>Bereich</b>	<b>Berufsordnung</b>	<b>Beschäftigte 15-64</b>	<b>Anteil an Gesamtbeschäftigte</b>
Fertigungsberufe	141 Chemiebetriebswerker	161.339	0,6%
	221 Dreher	104.968	0,4%
	222 Fräser	44.310	0,2%
MINT-Berufe	602 Elektroingenieure	149.475	0,6%
	607 Sonstige Ingenieure	236.691	0,9%
	611 Chemiker, Chemieingenieure	41.752	0,2%
	612 Physiker, Physikingenieure, Mathematiker	24.274	0,1%
Gesundheits- und Pflege-berufe	853 Krankenschwestern, Krankenpfleger, Hebammen	686.270	2,6%
	854 Helfer in der Krankenpflege	263762	1,0%
	864 Erzieher und Kinderpfleger	468.323	1,7%
Kaufmännische Berufe	691 Bankfachleute	530.394	2,0%
	772 Buchhalter	177.057	0,7%
<b>Gesamt</b>		<b>26.784.572</b>	

## Daten

Unsere Studie „Berufe im Demografischen Wandel – Alterungstrends und Fachkräfteangebot“ umfasst im Wesentlichen Daten aus der *Arbeitslosenstatistik*, der *Beschäftigungsstatistik* und der

*Statistik der gemeldeten Stellen* der Bundesagentur für Arbeit. Die Datensätze sind Sekundärstatistiken in Vollerhebungsform, die im Rahmen der Geschäftsprozesse der BA entstehen (Bundesagentur für Arbeit 2010). Die Daten liegen beruflich tiefgegliedert vor.

Die Beschäftigungsstatistik basiert auf Meldungen der Arbeitgeber an die Sozialversicherungen und damit auf einer Vollerhebung; Zeitpunkt der Datenerhebung ist der 30.6. des jeweiligen Jahres. Die Beschäftigungsstatistik erfasst sämtliche inländischen Erwerbstätigen in sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnissen. Selbständige und mithelfende Familienangehörige, Beamte, Auszubildende, Wehr- und Zivildienstleistende, Berufs- und Zeitsoldaten sowie geringfügig Beschäftigte sind ausgeklammert. Wir beschränken uns in der Auswertung auf den Altersbereich 15–64 Jahre. Die Daten liegen für den Zeitraum 1993 bis 2011 für Gesamtdeutschland disaggregiert nach Altersstufen und Berufsordnungen gemäß der KldB88 vor; unser Beobachtungszeitraum ist daher 1993–2011. In diesem Zeitraum waren im Schnitt 70% der Erwerbstätigen sozialversicherungspflichtig beschäftigt (Bundesagentur für Arbeit 2012a). Die ebenfalls enthaltenen Angaben zum Bruttoarbeitnehmerentgelt sind im Datensatz nur bis 2010 verfügbar und werden für 2011 mit einer einfachen Projektion fortgeschrieben.

Angaben zu den Arbeitslosen und ihren Merkmalen in der Arbeitslosenstatistik werden von den lokalen Arbeitsagenturen und kommunalen Trägern erhoben. Wir benutzen die beruflich tiefgegliederte Zeitreihe der Arbeitsagenturen von 2000–2011. Die ergänzenden Meldungen aus zugelassenen kommunalen Trägern seit 2005 werden aus Gründen der Konsistenz nicht berücksichtigt. In unserem Datensatz werden die Arbeitslosen ihrem Zielberuf zugeordnet und inklusive Helfer ausgewiesen. Die Arbeitslosenzahl ist ein Jahresmittelwert.

Die Informationen in der Statistik der gemeldeten Stellen stammen von Stellenmeldungen der Unternehmen und Organisationen. In unserem Datensatz beschränken wir uns auf die gemeldeten Stellen für nicht-geförderte sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse inklusive Helfertätigkeiten über den Zeitraum 2000 bis 2011. Die Qualität der Informationen hängt davon ab, wie zeitnah die Unternehmen und Arbeitsagenturen nach Ausschreibung und Besetzung der Stelle diese an- bzw. abmelden. Das Meldeverhalten der Unternehmen bestimmt wie viele und welche Stellen im Datenbestand der Bundesagentur erscheinen.

Die Daten unterliegen gewissen Einschränkungen. Zum einen enthalten sie weder das gesamtwirtschaftliche Stellenangebot noch die Gesamtzahl der Erwerbslosen. Es wird nur ein Teil möglicher Beschäftigungsverhältnisse betrachtet. Geringfügige Beschäftigung, Selbständigkeit und öffentlich-rechtliche Dienstverhältnisse bleiben unberücksichtigt (Hartmann and Reimer 2011). Des Weiteren gehen nur die von den Arbeitgebern gemeldeten Stellen in die Statistik ein. Die Anteile an den jeweiligen gesamtwirtschaftlichen Größen schwanken über Berufe und die Zeit. Es gibt Hinweise, dass die Einschaltung der BA mit steigender Qualifikationsstufe der offenen Stelle abnimmt (Dietz et al. 2012b). Die Meldequote, d.h. der Anteil der bei der BA gemeldeten Stellen am gesamtwirtschaftlichen Stellenangebot, schwankte zwischen dem 1. Quartal 2010 und dem 1. Quartal 2012 auf Bundesebene zwischen 39 % (IV/2010, I/2011) und 54 % (III/ 2011) (Kettner 2012b). Mit steigenden Stellenbesetzungsschwierigkeiten könnte die Bereitschaft von Unternehmen und Organisationen generell zunehmen, die BA als zusätzlichen Rekrutierungskanal einzuschalten. Allerdings melden Unternehmen Stellen auch nach erfolgloser Suche aus dem Bestand ab. Veränderungen der Kennzahlen können daher auch aus einer sich auch aus veränderten Meldeverhalten der Unternehmen resultieren.

Zum anderen enthält unser Datensatz Hilfskräfte, die Ausübung von Helfertätigkeiten bedarf aber keiner Fachkräfte. Das Stellenbesetzungsschwierigkeiten *Fachkräfte*- und keine Hilfskräfteengpässe messen ist eine Annahme. Im Mittel sind die Unterschiede zwischen den Reihen mit und ohne Helfertätigkeiten zwar vernachlässigbar gering. Je nach berufsspezifischem Anteil der Helfertätigkeiten kann es im Einzelfall allerdings zu deutlichen Abweichungen in den Reihen kommen. In den für Work & Age ausgewählten Berufsordnungen weisen vor allem „141 Chemiebetriebswerker“ einen hohen Helferanteil auf: 45 % der neu gemeldeten Stellen 2011 bezogen sich auf Helfertätigkeiten. In den anderen ausgewählten Berufsordnungen schwankte der Anteil 2011 zwischen 0 und 11 %.

Weitere Einschränkungen ergeben sich durch Messfehler aufgrund des Zusammenspiels mehrerer Datensätze mit divergierenden Erhebungspraktiken. So ordnen Unternehmen Beschäftigte eher einer Restkategorie in der Berufsklassifikation zu als die berufskundlichen Berater der Arbeitsagenturen (Hartmann, Reimer 2011). Es ist zudem möglich, dass Unternehmen gewisse Tätigkeiten systematisch in andere Berufsordnungen eingruppiert als die Vermittler der BA. Folglich kann die Beschäftigtenzahl in einzelnen Berufsordnungen verzerrt sein. Die unterschiedlichen Zuordnungspraxen zwischen den Datensätzen und das schwankende Meldeverhalten der Unternehmen können im Kontext beruflicher Engpassanalysen generell zu systematischen Messfehler führen.

Trotz dieser Begrenzungen sind die ausgewählten Datensätze die besten verfügbaren Informationsquellen für die Deskription beruflich tiefgegliederte Alterungs- und Fachkräfteverfügbarkeitstrends über längere Zeiträume. Die Engpassanalyse nutzt alle genannten Datenquellen. Sie bezieht sich auf deren Schnittmenge, das sind die Jahre 2000-2011.

Der Informationspool wird abgerundet mit Daten aus dem BERUFENET der BA zur Beschreibung des Tätigkeitsspektrums in Berufen und zur Kalkulation der Ähnlichkeit zwischen Berufen. Die berufsspezifischen Arbeitsbelastungsangaben stammen aus Kroll (2011). Absolventenzahlen wurden aus verschiedenen Fachreihen des Statistischen Bundesamts entnommen.

## Alterungs- und Verfügbarkeitsanalysen

Die Alterungs- und Verfügbarkeitsanalysen für die ausgewählten Berufe werden in einer standardisierten Form erarbeitet und präsentiert. Zunächst erfolgt die Beschäftigungs- und Alterungsanalyse für jeden Beruf einer Berufsgruppe. Danach werden die Ergebnisse für alle Berufe einer Berufsgruppe vergleichend zusammengefasst. Anschließend wird die Engpass- und Engpassrisikoanalyse überblicksartig erläutert. Die nachfolgende Gliederung spiegelt das Vorgehen in der Ergebnispublikation „Berufe im Demografischen Wandel“ (Tivig et al., 2013) wider.

## Beschäftigungsentwicklung

Die kurz- bis mittelfristige Beschäftigungsentwicklung gibt vor allem Aufschluss über die Trends und Schwankungen in der Arbeitsnachfrage. Um eine gute Vergleichbarkeit zwischen den Berufen zu gewährleisten wird die Beschäftigungsentwicklung zwischen 1993 und 2011 indexiert mit dem Basisjahr 1993 dargestellt. Das *Wachstum der Anzahl Beschäftigter* weist auf eine steigende Arbeitsnachfrage hin. Zudem werden die jährlichen Wachstumsraten im Beobachtungszeitraum, deren Durchschnitt und die Korrelation zwischen den Wachstumsraten der Beschäftigten im Beruf und insgesamt berechnet und angegeben. Das Wachstum der Beschäftigtenzahl geht als Indikator R1 in die Risikoanalyse ein. Das resultierende Fachkräfteengpassrisiko wird auch davon abhängen, wie

schnell und umfangreich die Entlohnung und letztlich das Angebot auf eine steigende Nachfrage reagieren.

Weitere Arbeitsmarktentwicklungen werden mit der Vakanzdauer und der Anzahl der Arbeitslosen je offener Arbeitsstelle sowie der Arbeitslosen- und Vakanzquote erfasst. Die *Vakanzdauer* ist die Zeitspanne zwischen dem geplanten Besetzungstermin einer Stelle und dem Zeitpunkt ihrer Abmeldung aus dem Bestand der BA. Sie beschreibt die mittlere Stellenbesetzungsdauer in einem Beruf über ein Jahr. Eine ungewöhnlich lange Vakanzdauer deutet auf die Entstehung oder das Vorhandensein eines Engpasses hin. Die Daten stammen aus der Statistik der gemeldeten Stellen der BA. Die *Anzahl der Arbeitslosen je offener Stelle* gibt an, wie viele gemeldete Arbeitslose einer offenen Stelle gegenüberstehen. Es ist eine berufsspezifische Maßzahl für die Relation von nicht-realisiertem Arbeitskräfteangebot und Arbeitskräftenachfrage. Zur Berechnung ist eine Kombination aus Daten der Arbeitslosenstatistik und der Statistik der gemeldeten Stellen der BA notwendig.

Sowohl die Vakanzdauer als auch die Anzahl der Arbeitslosen je offener Stelle sind allgemein anerkannte Engpassindikatoren, die z.B. im Fachkräftenradar der BA benutzt werden. In unsere Analyse gehen sie in jeweils zwei Abgrenzungen als Indikatoren E1, E2 bzw. E3, E4 in die Engpassanalyse ein. Bei der Anzahl der Arbeitslosen je Stelle ist zu beachten, dass sich nicht nur registrierte Arbeitslose, sondern auch Ausbildungsabsolventen, Nicht-Erwerbspersonen (Stille Reserve) und bereits Erwerbstätige auf offene Stellen bewerben können. Ebenso bewerben sich Arbeitslose auf mehrere Stellen. Die Zahl der gemeldeten Arbeitslosen wird die Bewerberanzahl daher im Mittel unterschätzen. Zudem werden in den Daten der BA nur die gemeldeten Stellen erfasst und damit das gesamtwirtschaftliche Stellenangebot unterschätzt. Obwohl die Zahlen daher nicht für das gesamte Geschehen repräsentativ sein dürften, gewähren sie doch einen Einblick in einen wesentlichen Ausschnitt des Arbeitsmarktgeschehens.

Die Arbeitslosenquote und die Vakanzquote gehen als Indikatoren R4 und R5 in die Risikoanalyse ein. Die laufenden Werte beschreiben berufsspezifisch den Anteil des nicht-realisierten Arbeitskräfteangebots bzw. der nicht-realisierten Arbeitsnachfrage. Die berufsspezifische *Arbeitslosenquote* ergibt sich als Anteil der Arbeitslosen am Arbeitsangebot (Beschäftigte + Arbeitslose). Ihr gleichgewichtiger Wert wird je nach der typischen Dauer des Matching-Prozesses, den Zugängen in die Arbeitslosigkeit und der Personalfluktuaton von Beruf zu Beruf variieren. Die berufsspezifische *Vakanzquote* misst den Anteil offener Stellen an der gesamten Kräftenachfrage (Beschäftigte + offene Stellen). Die Höhe des Indikators wird von der berufsspezifischen Meldequote abhängen und sein Gleichgewichtswert wie bei der Arbeitslosenquote mit der spezifischen Arbeitsmarktdynamik schwanken.

## Lohnentwicklung

Die *Lohnentwicklung* ist ein potenziell wichtiges Signal für die Verschärfung von Fachkräfteknappheit auf Arbeitsmarktsegmenten. Für gewöhnlich sollte eine Änderung der Beschäftigtenanzahl auch die Lohnentwicklung beeinflussen. Allerdings entsprechen Arbeitsmärkte nicht der simplen Vorstellung perfekter Märkte. Das Ausmaß gewerkschaftlicher Verhandlungsmacht und des öffentlichen Dienstes wird die Flexibilität der Löhne ebenso beeinflussen, wie zum Beispiel gesetzlich vorgeschriebene Mindestlöhne. Ferner steigen die Gehälter auch aufgrund wachsender Arbeitsproduktivität an. Zudem fließen in die Entscheidung, eine Stelle anzunehmen, neben dem laufenden Gehalt auch die erwartete Gehaltsentwicklung und nicht-monetäre Entlohnungskomponenten ein. Außerdem ist es vorstellbar, dass Unternehmen und Organisationen aus Kostenüberlegungen eine allgemeine

Lohnanpassung für die Gesamtbelegschaft erst als letztes verfügbares Instrument der Personalpolitik einsetzen, um neue Fachkräfte zu gewinnen bzw. vorhandene zu halten. Die Mengenänderung infolge einer Lohnanpassung dürfte daher berufsspezifisch unterschiedlich ausfallen.

Die Lohnentwicklung wird über die Veränderung des Median der Bruttoentgelte in den Beschäftigungsdaten der BA gemessen. Entgelte werden in den Beschäftigungsdaten allerdings nur bis zur Beitragsbemessungsgrenze erfasst. Die Grenze verändert sich über die Zeit und unterscheidet sich zwischen Ost und West. Generell kann der Median der Entgeltverteilung in einer Berufsordnung nur solange berechnet werden, wie mindestens die Hälfte der Beschäftigten ein Einkommen unterhalb der Beitragsbemessungsgrenze beziehen. Wir beschränken uns auf Bruttoentgeltangaben von vollzeittätigen sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in den alten Bundesländern. Die kleinere Beitragsbemessungsgrenze in den neuen Bundesländern führt dazu, dass die Anzahl berechenbarer Entgeltangaben auf Bundesebene vergleichsweise niedrig ausfällt. Trotzdem kann in einigen hochqualifizierten Berufsordnungen (Ingenieurberufe, Naturwissenschaftler) das Median-Bruttoentgelt nicht ausgewiesen werden.

Entgeltangaben sind nur bis einschließlich 2010 verfügbar. Für 2011 schreiben wir den letzten Datenpunkt basierend auf den geschätzten berufsgruppen-spezifischen Trends über den Zeitraum 1999 – 2010 mit einem AR(1)-Prozess fort. Das Fortschreibungsmodell entspricht:

$$entg_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 entg_{i,t-1} + \gamma \cdot BG_i + \delta(BG_i \cdot entg_{i,t-1}) + e_{i,t} \quad (4)$$

wobei wir annehmen, dass das laufende mittlere Bruttoentgelt gleich dem Wert aus der Vorperiode und einer Innovation ist. Die Stärke des Prozesses und die Trendkomponente können über Berufsgruppen  $BG_i$  variieren. Das Modell wird mit heteroskedastizitäts- und autokorrelationsrobusten Standardfehlern geschätzt.

Um die Güte des Prognosemodells exemplarisch einzuschätzen, projizieren wir Entgeltwerte für 2010 basierend auf einer Schätzung bis 2009. Das quadratische Mittel des Prognosefehlers,  $RMSE = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=N} (\widehat{entg}_{i,2010} - entg_{i,2010})^2 / N}$ , beträgt 59,7€, d.h. im Mittel über alle Berufsordnungen weicht der prognostizierte Entgeltwert um knapp 60€ vom beobachteten Wert in 2010 ab. Der Variationskoeffizient,  $CV(RMSE) = RMSE / \widehat{entg}_{2010}$ , entspricht 2,1%. Die Werte sind relativ niedrig, liegen aber in der Größenordnung jährlicher Lohnsteigerung. Die Interpretation der Lohnentwicklung zwischen 2010 und 2011 sollte daher vorsichtig geschehen.

Die Lohnentwicklung geht als Indikator R7 in die Risikoanalyse ein.

## Beschäftigungsentwicklung bis 2020

Grundlage für die Projektion der Beschäftigtenentwicklung war eine europäische Studie zur Entwicklung des Beschäftigtenbestands in der chemischen Industrie der Arbeitsgruppe um Frau Prof. T. Tivig (Tivig et al. 2010). Basierend auf dem Trendszenario in (Tivig et al. 2010) entwickeln wir ein einfaches statistisches Zeitreihenmodell zur Fortschreibung der Beschäftigtenzahlen.

Zeitreihenmodelle basieren auf der Trägheit und Stabilität ökonomischer Zusammenhänge über die Zeit. Die Prozesse, die zu den beobachteten Variablenausprägungen führen, werden nicht abgebildet. Auch Brüche in den extrapolierten Trends können nicht antizipiert werden (Brunow et al. 2012).

Berufsspezifische Arbeitsmarktprognosen werden stellenweise kritisiert, weil sie eine potenzielle Quelle für Fehlallokation von Berufseinsteigern auf Ausbildungsberufe sein können (Kupka 2007).

Wenn die Ergebnisse beruflicher Arbeitsmarktprojektionen unreflektiert in der Ausbildungsentscheidung aufgenommen werden, besteht die Gefahr sogenannter Schweinezyklen (siehe die Debatte in (Brenke 2010) und (Koppel 2011) zum Ingenieurmangel). Letztlich sind aber die Erwartungen an die Leistungsfähigkeit der Prognose entscheidend. In Work & Age extrapolieren wir vergangene Trends in der Beschäftigungsentwicklung in die Zukunft weiter. Die ökonomischen Mechanismen und Prozesse, die hinter der berufsspezifischen Beschäftigtenentwicklung stehen, werden nicht beleuchtet. Der Ansatz eignet sich für kurzfristige Vorausberechnungen und zum Aufzeigen von Handlungsbedarfen, weniger jedoch zur Vorhersagen von tatsächlichen Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt (Brunow et al. 2012).

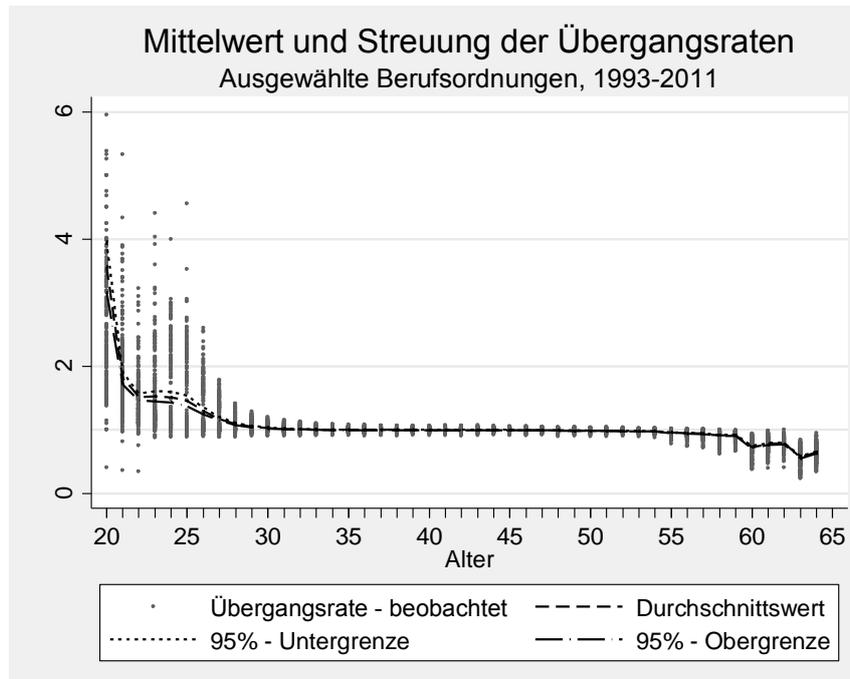
### Projektionsansatz

Im ersten Schritt werden aus den Beschäftigtendaten 1993–2011 für jeden Beruf alters- und periodenspezifische Übergangsraten berechnet. Diese Raten beschreiben, wie sich der Beschäftigtenbestand im Übergang von Altersstufe  $a$  zu  $a+1$  zwischen  $t$  und  $t+1$  entwickelt (Rechenbeispiel Tabelle 3). Sie fassen die komplette Übergangsdynamik zwischen Altersstufen zusammen, inklusive ökonomischer Entwicklung, berufsspezifischer Karrieremuster und eventueller demografischer Trends.

**TABELLE 3: BERECHNUNGSBEISPIEL ÜBERGANGSRATEN**

Beruf	Altersstufe	Beschäftigte 2009	Beschäftigte 2010	Übergangsrate (2009,2010)
602 Elektroingenieure	30	2837	2936	
	31	2959	2848	1,00
	32	2864	2892	0,98
	33	2931	2825	0,99
	34	3122	2816	0,96
	35	3348	3024	0,97

Die Übergangsraten sind zwischen den Berufen und Jahren über weite Abschnitte der Altersverteilung äußerst stabil. Es ist sehr wahrscheinlich, dass berufs- und zeitunabhängig die 35-Jährigen in  $t$  zahlenmäßig dem Bestand der 36-Jährigen in  $t+1$  entsprechen. Die größten Variationen beobachten wir in den Altersstufen unter 30 Jahren (Berufseintrittsphase) und im Altersbereich 55+ (Übergang in den Ruhestand).



**ABBILDUNG 1: ÜBERGANGSRATEN IN DEN AUSGEWÄHLTEN BERUFEN, GEPOOLT 1993–2011, DARSTELLUNG FÜR DEN WERTEBEREICH [0,6] (N=9719)**

Im zweiten Schritt werden basierend auf den berechneten Übergangsraten die Alters – und Jahrgangseffekte mit Hilfe eines linearen Regressionsmodells geschätzt. Dazu wird für jede Altersstufen-Berufsordnungskombination separat der Trend eines einfachen Zeitreihenmodells geschätzt. Für Intervallschätzungen und Signifikanztests werden heteroskedastizitätsrobuste Standardfehler verwendet. Die Regressionsfunktion stellt sich dar als:

$$UeR_t^{i,a} = \beta_1^{i,a} + \beta_2^{i,a} \cdot t + \epsilon_t^{i,a} \quad (5)$$

Pro Schätzung stehen 19 Datenpunkte zur Verfügung. Wenn der Zeittrend (Jahrgangseffekt) signifikant von Null verschieden ist (Signifikanzniveau  $p = 10\%$ ), werden die Übergangsraten linear fortgeschrieben, andernfalls werden die jeweiligen Übergangsraten mit dem jeweils beobachteten Mittelwert bis 2020 fortgeschrieben. Ausnahme sind die Altersstufe 55–64. Nettozugänge in Beschäftigung und damit Übergangsraten größer eins sind in diesem Altersbereich unwahrscheinlich (Abbildung 2). Lediglich 1,4 % der beobachteten Übergangsraten in dieser Altersstufe lagen in den ausgewählten Berufsordnungen zwischen 1993 und 2011 über eins. Daher werden die Werte für die Altersstufe 55–64 bei eins abgeschnitten.

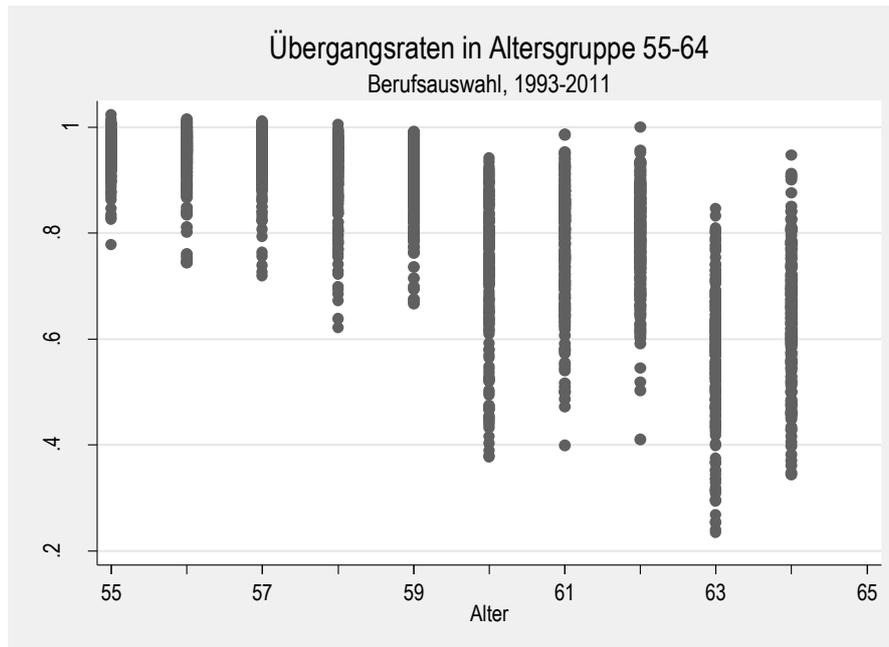


ABBILDUNG 2: ÜBERGANGSRATEN IN ALTERSGRUPPE 55–64 JAHRE

Die Projektion der Neuzugänge in die jüngste betrachtete Altersstufe ist mit den größten Unsicherheiten verbunden. Im Gegensatz zu einer demografischen Bevölkerung gibt es kein natürliches kalendarisches Startalter bei dem alle Erwerbstätigen in den Beruf eintreten. Als Ausgangspunkt der Prognose der Beschäftigtenanzahl wird daher ein Alter von 17 bis 23 Jahren gewählt, in Abhängigkeit davon in welchem Alter typischerweise die ersten größeren Beschäftigtenanzahlen beobachtet werden (Berufe mit Berufsausbildung 17 bis 19 Jahre und Berufe mit Studium 23 Jahre). Bei diesem Alter wird eine Zeitreihenanalyse (Trendschätzung) der Beschäftigtenanzahl ausgeführt. Die Schätzung erfolgt mit heteroskedastizitätsrobusten Standardfehlern. Die Regressionsfunktion stellt sich dann dar als:

$$L_t^{A,i} = \beta_{1,l}^i + \beta_{2,l}^i t + \epsilon_l^{i,t} \quad (6)$$

$L_t^{A,i}$  beschreibt die Beschäftigtenanzahl im berufsspezifischen Startalter  $A$  zum Zeitpunkt  $t$  in Beruf  $i$ .

Bei signifikant positivem linearem Trend (Signifikanzniveau  $p = 10\%$ ), werden die Beschäftigtenzahlen dieses Alters linear prognostiziert. Bei signifikant negativem Anstiegskoeffizienten wird die Zeitreihenanalyse erneut mit exponentiellem Trend geschätzt. Die Regressionsfunktion stellt sich dann dar als:

$$\ln L_t^{A,i} = \beta_{1,exp}^i + \beta_{2,exp}^i t + \epsilon_{exp}^{i,t} \quad (7)$$

Der Beschäftigtenrückgang in der Startaltersstufe zwischen  $t = 0$  und  $t$  entspricht  $\exp(\beta_{1,exp}^i + \beta_{2,exp}^i t + \epsilon_{exp}^{i,t}) - \exp(\beta_{1,exp}^i + \epsilon_{exp}^{i,0})$ . Die Beschäftigtenzahlen in diesem Alter werden exponentiell fortgeschrieben. Aufgrund des definierten exponentiellen Trends kann die Beschäftigtenzahl nicht unter null sinken.

Ist der Koeffizient  $\beta_l^i$  nicht signifikant von Null verschieden, wird die durchschnittliche Beschäftigtenzahl im Startalter bis 2020 fortgeschrieben. Eine Überprüfung auf Autokorrelation in den Residuen der Zeitreihenanalysen wird mit dem Durbin-Watson-d-Test ausgeführt. Wenn sich

daraus signifikante Autokorrelation erster Ordnung ergibt und eine Korrektur mit HAC-Standardfehlern nach Newey-West zu einem anderen Ergebnis der Signifikanz führt, wird diese mit HAC-Standardfehlern korrigierte Variante angegeben.

Im letzten Schritt wird der Vektor des Beschäftigtenbestands 2011 mit den prognostizierten Übergangsraten und der Anzahl der Beschäftigtenzugänge an der Altersuntergrenze in den 12 Berufsordnungen bis 2020 fortgeschrieben. Die Ergebnisse bilden die berufsspezifische Altersverteilung der Beschäftigten für jedes Jahr von 2012 bis 2020 ab. Aus der Fortschreibung leiten wir Angaben zu den Beschäftigungsabgängen in der Altersgruppe 55–64, der Ersatzquote und der intrinsischen Wachstumsrate des Beschäftigtenbestands ab.

Die Interpretation der Ergebnisse sollte entsprechend vorsichtig erfolgen. Insbesondere die Zahl der Zugänge ist volatil, aber auch die Veränderungen im Erwerbsaustrittsverhalten durch die Einführung der Rente mit 67 können über eine Trendfortschreibung kaum abgebildet werden. Es wird auch nicht beleuchtet, inwiefern die projizierten Alterungstrends kompatibel sind mit hohen beruflichen Anforderungen beispielsweise in den Metallberufen oder bei den Helfern in der Krankenpflege. Die Projektionsmethode kann jedoch aufzeigen, in welchen Berufen es bei anhaltenden Trends zukünftig zu Anpassungsbedarf kommen wird.

### **Merkmale des Berufs: Der Substituierbarkeitsindex**

Innovativ in der Analyse beruflicher Fachkräfteengpässe ist der *Substituierbarkeitsindex*. Er misst wie leicht ein Beruf durch einen anderen zu ersetzen ist. Berufe sind durch eine charakteristische Kombination von Kerntätigkeiten gekennzeichnet, die im Rahmen der Erwerbsausübung verrichtet werden. Im Berufsvergleich können die ausgeführten Tätigkeiten sehr ähnlich (Bäcker und Konditor) oder äußerst verschieden sein (Bäcker und Pilot). Ähnliche Kerntätigkeiten fallen dabei grundsätzlich in mehreren verschiedenen Berufen an. Diese Überschneidungen in den Arbeitsinhalten ist die Grundlage für das Konzept beruflicher Substituierbarkeit. Substituierbarkeit beschreibt, wie leicht die typischen Arbeitsinhalte eines Berufs von Erwerbspersonen aus anderen Berufen ausgeführt werden können.

Auf individueller Ebene beeinflusst der Grad beruflicher Substituierbarkeit, welche beruflichen Alternativen einer Erwerbsperson zur Verfügung stehen und welche Personalalternativen Arbeitgeber bei der Besetzung offener Stellen haben. Auf makroökonomischer Ebene trägt die Substituierbarkeit beruflicher Arbeitsmärkte zur Matchingeffizienz zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage bei. In Berufen mit hoher Substituierbarkeit können sich Erwerbslose flexibler und vielfältiger bewerben und Unternehmer aus einem potenziell breiteren Bewerberpool wählen. Der Arbeitsmarktmonitor wird seinen Nutzern mit Informationen zur beruflichen Substituierbarkeit eine eingängige und wichtige Kennzahl zur Bewertung von Fachkräfteengpasslagen anbieten können.

Zur Berechnung wurden die umfangreichen Daten des BERUFENET der BA zu Kernkompetenzen und Ähnlichkeiten auf Ebene der Einzelberufe benutzt. Das BERUFENET ist eine einmalige Datenbank, die im Beratungsalltag der BA eingesetzt wird. Es beinhaltet systematisch aufbereitete Informationen für rund 3.200 aktuelle Einzelberufe auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Einzelberufen werden im Auftrag der BA nach standardisierten Vorgaben ermittelt. Insgesamt wird zwischen sechs, nur teils ordinal sortierten Ähnlichkeitsstufen (sieben, wenn keine definierte Ähnlichkeit als weitere Kategorie definiert wird) unterschieden.<sup>1</sup> Die Grundlage für die

<sup>1</sup> Siehe: <http://berufenet.arbeitsagentur.de/berufe/docroot/r2/blobs/pdf/recht/17906.pdf>

Ähnlichkeitsmatrix sind die für die Berufsausübung notwendigen Kompetenzen, welche vorrangig durch die Auswertung von Ausbildungsordnungen erhoben werden. Durch eine fortlaufende Aktualisierung des BERUFENT werden die gespeicherten Informationen stetig an die sich wandelnde Arbeitswelt angepasst. Die Angaben im BERUFENT basieren auf objektive, zeitnahe Informationen, die durch berufskundliche Experten aufbereitet werden. Die Ähnlichkeitsinformationen wurden vom IAB zum Beispiel bei der Erarbeitung der Klassifikation der Berufe 2010 eingesetzt.

Die Berechnung des Index baut auf Hoffmann et al. (2011) und Stumpf et. al (2012) auf. Die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Einzelberufen werden über eine Durchschnittsberechnung auf die Dreistellerebene der Klassifikation der Berufe aggregiert. Entscheidend für den konstruierten Index sind zum einem die Stärke der gemessenen Ähnlichkeiten und zum anderen die Gewichte mit denen diese Ähnlichkeiten in die Berechnung eingehen. Berufsordnungen fassen unterschiedlich viele Einzelberufe zusammen. Die maximale Menge an Verknüpfungen zwischen zwei Dreistellern ist das Produkt aus der Zahl der Einzelberufe in der Ausgangs- ( $K^A$ ) und Zielberufsordnung ( $K^Z$ ). Gewöhnlich wird nur ein Bruchteil der zusammengefassten Einzelberufe tatsächlich Ähnlichkeitsbeziehungen über Berufsordnungen hinweg aufweisen.

Die größte Herausforderung war die Festlegung der Aggregationsregel, um die einzelberuflichen Ähnlichkeitsbeziehungen auf die Berufsordnungsebene zu verdichten. So war festzulegen, wie die Ähnlichkeitsbeziehungen quantifiziert und gewichtet werden, wie mit den leeren (da nicht definierten) Zellen in der Ähnlichkeitsmatrix umgegangen wird und schließlich, über welche Regel die einzelberuflichen Ähnlichkeiten aggregiert werden. Dazu brachten wir die Ähnlichkeitsbeziehungen per Annahme in eine eindeutige Rangfolge und wiesen den jeweiligen Stufen absteigende Zahlenwerte von 0,95 bis 0,65 zu. Die ursprünglich nominal skalierte Variable wird somit in eine Verhältnisskala überführt, um den Index abzuleiten.

Der von uns entwickelte Substituierbarkeitsindex berechnet sich wie folgt:

1. Arithmetisches Mittel über die Ähnlichkeitsbeziehungen aus Ausgangsberufsordnung  $j$  in Zielberufsordnung  $i$  für alle mit  $i$  verknüpften Berufsordnungen  $\rightarrow \bar{a}_{ij}$
2. Aggregation der mittleren Ähnlichkeiten  $\bar{a}_{ij}$  zu einem berufsordnungsspezifischen Wert  $A_i$ , gemäß:

$$A_i = \frac{1}{\tilde{V}_i} \cdot \sum_j \bar{a}_{ij} V_{ij} \quad (8)$$

- $V_{ij}$ ... Anzahl der Verbindungen zwischen Ausgangsberufsordnung  $j$  und Zielberufsordnung  $i$  auf Ebene der Einzelberufe
  - $\tilde{V}_i$  ... Rechnerisch mögliche Verbindungsanzahl zwischen der Zielberufsordnung und den verbundenen Ausgangsberufsordnungen,  $\tilde{V}_i = K_i^Z \cdot \sum_j K_j^A$
3. Multiplikation von  $A_i$  mit der Anzahl verbundener Ausgangsberufsordnungen  $n_i$
  4. Die Elemente der berechneten Reihe werden durch ihr Maximum dividiert. Der Index  $S_i$  liegt dann zwischen 0 und 1.

Zusammengefasst lautet die Formel zur Berechnung des Substituierbarkeitsindex

$$S_i = (A_i \cdot n_i) / \max(A_i \cdot n_i) \quad (9)$$

Im nächsten Schritt werden die berechneten Indexwerte über alle Berufsordnungen in Quintile gruppiert, d.h. in fünf gleichstark besetzte Gruppen eingeteilt. Die Kategorien wurden wie folgt definiert, 1=sehr niedrig, 2=niedrig, 3=moderat, 4=hoch und 5=sehr hoch. Diese Kategorien gehen als Indikator R6 in die Risikoanalyse ein.

In den ausgewählten Berufen sind insbesondere die MINT-Berufe durch einen sehr niedrigen Indexwert gekennzeichnet. Hohe bis sehr hohe Substituierbarkeitswerte werden hingegen in den Fertigungsberufen (141, 221 und 222) und für die Buchhalter beobachtet (Tabelle 4).

**TABELLE 4: SUBSTITUIERBARKEIT IN DER BERUFSORDNUNG**

Berufsordnung	Substituierbarkeitsindex	Kategorie
141 Chemiebetriebswerker	7,6%	4
221 Dreher	27,8%	5
222 Fräser	36,2%	5
602 Elektroingenieure	0,2%	1
607 Sonstige Ingenieure (insbes. Wirtschaftsingenieure)	0,8%	1
611 Chemiker und Chemieingenieure	0,3%	1
612 Physiker, Physikingenieure und Mathematiker	0,3%	1
853 Krankenschwestern, Krankenpfleger und Hebammen	0,7%	1
854 Helfer in der Krankenpflege	3,9%	3
864 Erzieher und Kinderpfleger	5,1%	3
691 Bankfachleute	2,5%	2
772 Buchhalter	14,2%	5

### Altersstruktur und Alterung: Dekomposition der zeitlichen Veränderung des Durchschnittalters

Die Altersstruktur zu einem Zeitpunkt wird über „Alterspyramiden“ dargestellt, wobei aber nicht zwischen Männern und Frauen getrennt wird. Grund ist, dass die Geschlechterverhältnisse in den meisten der ausgewählten Berufe sehr ungleichgewichtig sind. Beispielsweise gibt es unter den Elektroingenieuren kaum Frauen und bei den Erziehern kaum Männer.

Ein Anstieg des Durchschnittalters über die Zeit wird als Alterung der entsprechenden Beschäftigtengruppe interpretiert. Diese Alterung kann demografische oder sonstige (strukturelle, ökonomische) Ursachen haben, deren Anteile sich durch eine Dekomposition ermitteln lassen. Zu den strukturellen Ursachen gehören Änderungen der Wirtschaftsstruktur, Änderungen in den Ausbildungspräferenzen junger Menschen, politische oder institutionelle Maßnahmen wie neue Rentenregelungen, neue Anspruchsregelungen auf Betreuung oder Pflege, eine breit angelegte Umschulung in Pflegeberufe oder die starke Verbreitung neuer Studiengänge wie das Wirtschaftsingenieurwesen ab den 1970er Jahren. Diese „strukturellen“ Einflüsse variieren von Beruf zu Beruf.

Ausgangspunkt der Dekomposition ist die Definition der altersspezifischen Beschäftigungsquote  $q_{at}^i$  als Anteil der Beschäftigtenzahl  $L_{at}^i$  im Beruf  $i$  an der Gesamtbevölkerung  $N_{at}$  im Alter  $a$  zum Zeitpunkt  $t$

$$q_{at}^i = \frac{L_{at}^i}{N_{at}} \quad (10)$$

Umgeschrieben in Wachstumsraten,  $gr$  (von growth) ergibt sich:

$$gr(q_{at}^i) = gr(N_{at}^i) - gr(N_{at}) \quad (11)$$

Die Wachstumsrate der Beschäftigungsquote der Altersstufe  $a$  im Beruf  $i$  entspricht der Differenz aus der Wachstumsrate der Beschäftigten im Alter  $a$  in Beruf  $i$  und der Wachstumsrate der Bevölkerung im Alter  $a$ . Die altersspezifische Beschäftigungsquote nennen wir hier *Zugriffsquote*, um den Aspekt einer ggf. mangelnden Verfügbarkeit hervorzuheben. Wachstumsraten können positiv, null oder negativ sein. Bezogen auf die Bevölkerung fasst die altersspezifische Wachstumsrate,  $gr(N_{at})$ , Veränderungen in den drei demografischen Kernkräften Fertilität, Mortalität und Migration zusammen (Horiuchi and Preston 1988). Veränderungen der Zugriffsquote,  $gr(q_{at}^i)$ , geben an, wie sich die berufsspezifische Beschäftigtenzahlen im Vergleich zur Gesamtbevölkerung entwickeln. Sie fassen kurzfristige konjunkturelle und mittel- bis langfristige strukturelle Entwicklungen zusammen.

Der Anstieg des Durchschnittsalters der Beschäftigten  $\bar{A}_{it}$  in Beruf  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  kann mit Hilfe der altersspezifischen Wachstumsrate in einzelne Komponenten zerlegt (Preston et al. 1989; Vaupel and Canudas-Romo 2002; Prskawetz et al. 2004). Zunächst wird der Anstieg als Kovarianz zwischen dem Altersstufenindex  $a$  und den altersspezifischen Wachstumsraten des Beschäftigtenbestands ausgedrückt:

$$\dot{\bar{A}}_{it} = \frac{\partial}{\partial t} \bar{A}_{it} = \text{cov}(a, gr(L_{at}^i)) \quad (12)$$

Unter Verwendung von (11) folgt:

$$\dot{\bar{A}}_{it} = \frac{\partial}{\partial t} \bar{A}_{it} = \text{cov}(a, [gr(N_{at}) + gr(q_{at}^i)]) \quad (13)$$

Da die Kovarianz einer Zufallsvariable und der Summe zweier Zufallsvariablen gleich der Summe der einzelnen Kovarianzen ist, lässt sich (13) umschreiben zu:

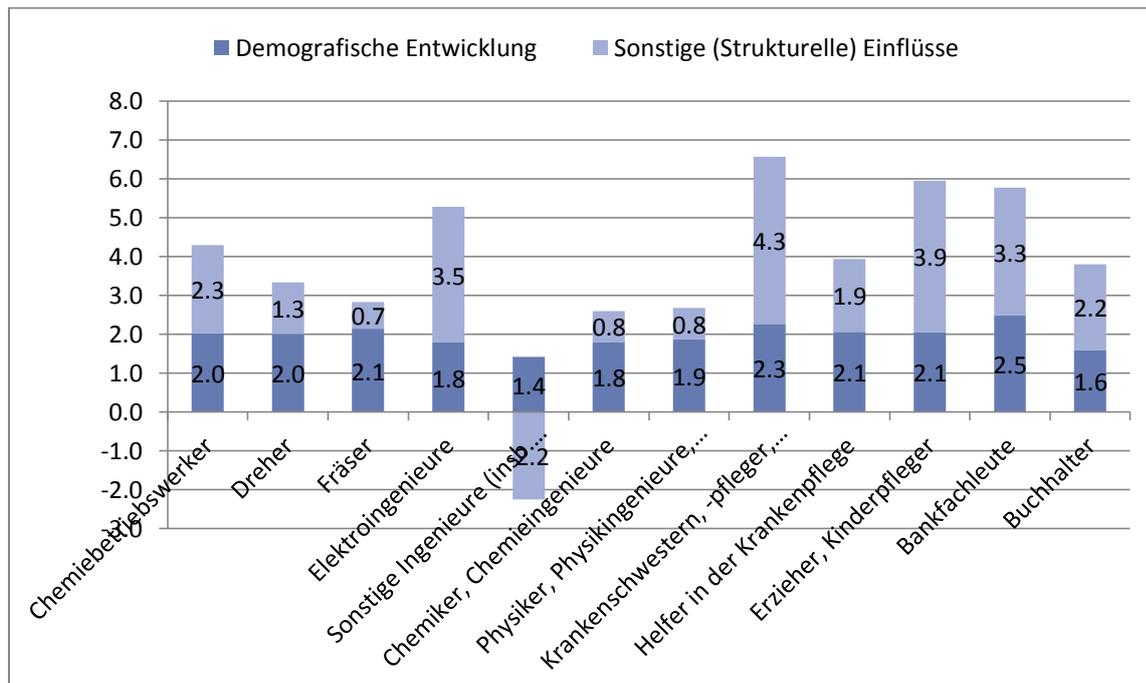
$$\dot{\bar{A}}_{it} = \frac{\partial}{\partial t} \bar{A}_{it} = \text{cov}[a, gr(N_{at})] + \text{cov}[a, gr(q_{at}^i)] \quad (14)$$

Der erste Term beschreibt den Beitrag des Demografischen Wandels am Anstieg des Durchschnittsalters der Beschäftigten. Der zweite Term fasst den Beitrag der Zugriffsquoten zusammen. Aufgrund unterschiedlicher Altersstrukturen in den Berufen variiert der demografische Beitrag über die Berufe.

Verfügbare Beschäftigten- und Bevölkerungsdaten werden zu diskreten Zeitpunkten erhoben, daher sind bei der Umsetzung des Konzepts Approximationen notwendig. Die Kernannahme ist dabei, dass die Wachstumsraten zwischen den Beobachtungspunkten konstant bleiben. Die Operationalisierung des Ansatzes für diskrete Daten folgt Prskawetz et al. (2004) und Vaupel, Canudas-Romo (2002). Unsere Anwendung des Ansatzes auf die Dekomposition der Alterung in Berufen ist unseres Wissens neu in der Literatur.

Zur Berechnung werden den Beschäftigungsdaten Informationen zum alters- und periodenspezifischen Bevölkerungsbestand zwischen 1993 und 2011 zugespielt. Die jährliche

Veränderung des Durchschnittsalters in den ausgewählten Berufen wird unter Verwendung von (13) zerlegt. Diese jährlichen Einzelbeiträge werden anschließend über die Periode 1993 – 2011 aufsummiert. Abbildung 3 fasst die Ergebnisse für die ausgewählten Berufsordnungen zusammen.



**ABBILDUNG 3: BEITRAG DEMOGRAFISCHER UND STRUKTURELLER EINFLÜSSE ZUM ANSTIEG DES DURCHSCHNITTSALTERS (IN JAHREN), 1993 – 2011**

## Ältere im Beruf

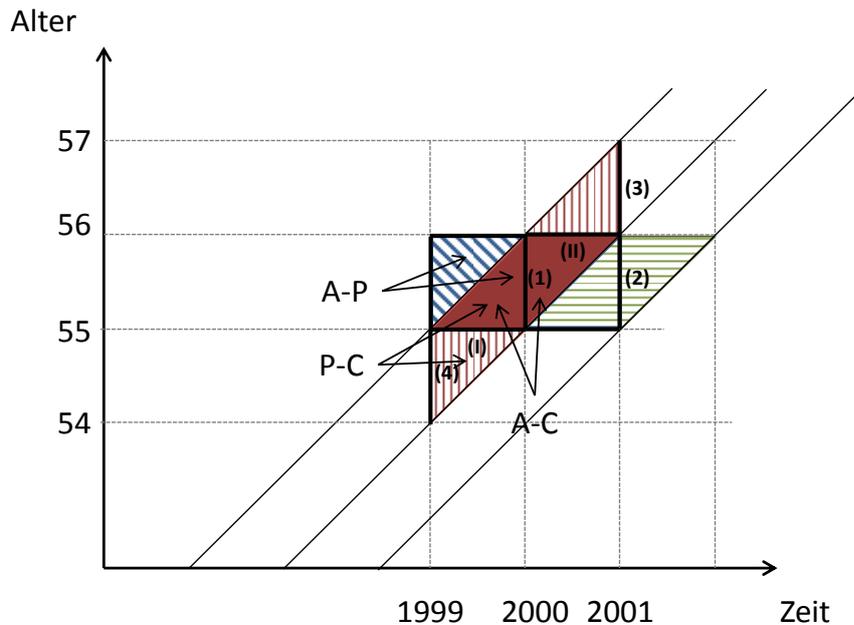
Neben der Veränderung des Anteils der Beschäftigten im Alter 55–64 Jahre (abgekürzt als 55+) als weiteres Alterungsmaß, berechnen wir das Wachstum der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+ sowie berufsspezifische Nettoabgangsraten, Abgangswahrscheinlichkeiten und die mittlere Dauer des Verbleibs im Beruf für diesen Altersbereich. Zusätzlich bestimmen wir eine Ersatzquote, die die Veränderungen der Beschäftigtenbestände im Altersbereich 16–29 und 55+ über die Zeit zueinander ins Verhältnis setzt. Das *Wachstum der Anzahl der Beschäftigten im Alter 55+* und die *Ersatzquote* gehen als Strukturindikatoren R2 bzw. R3 in die Engpassrisikoanalyse ein.

Ein deutliches Wachstum des Bestands Älterer kann ein Anzeichen von Stellenbesetzungsschwierigkeiten sein. Die starke Konkurrenz um Nachwuchs in Engpassberufen erhöht die Anreize für Unternehmen, Fachkräfte in ihrer Belegschaft möglichst lange zu halten. Einschränkend ist jedoch zu nennen, dass der Anteil Älterer aus sich heraus nicht beliebig anwachsen kann. Zudem kann ein Wachstum des Bestands Älterer auch die Folge geänderter politischer Rahmenbedingungen sein, deren unternehmerische Umsetzung unabhängig von der Stellenbesetzungssituation ist.

## Alters-, Perioden- und Kohortenverläufe

Die Berechnung der altersspezifischen Ab- oder Zugänge aus den aggregierten Daten der Beschäftigtenstatistik ist nur über zusätzliche Annahmen möglich. Ein Lexis Diagramm visualisiert die grundlegende Problematik. Es stellt simultan die Altersverläufe mehrerer Kohorten über die Zeit in einer Bevölkerung dar (Preston et al. 2001). Auf den Achsen werden jeweils die Zeit und das Alter

abgetragen. Der Verlauf einer (Geburts-)kohorte über das Alter und die Zeit sind auf 45°-Linien im Zeit-Alter Raum abgetragen (Abbildung 4).



**ABBILDUNG 4: LEXIS-DIAGRAMM**

Die Beschäftigtendaten der Bundesagentur für Arbeit liegen in Alter-Perioden (A-P) Form vor, d.h. die vertikalen Linien im Diagramm sind mit Informationen besetzt (z.B. (1), (2), (3) und (4)). Es ist bekannt, wie viele Personen in einer bestimmten Altersstufe (z.B. 55 bis unter 56 Jahre) zu einem Stichtag beschäftigt waren. In den Daten ist jedoch nicht zu erkennen, wie viele Personen einer bestimmten Altersgruppe zwischen  $t$  und  $t+1$  den Beruf verließen oder in den Beruf wechselten (Parallelogramm A-C). Dazu wären Informationen zu den horizontalen Linien ((I) und (II)) notwendig, die die Bestandsveränderung innerhalb einer Kohorte über die Zeit abbilden.

Weder ein Vergleich von (1) zu (2) noch von (1) zu (3) bzw. (4) würden die gewünschte Variable approximieren. Im ersten Fall würden Bestandsveränderungen sowohl aus perioden- als auch kohorten-spezifischen Einflüssen resultieren. Im zweiten Fall würde zwar die Bestandsveränderung innerhalb einer Kohorte berechnet werden, aber ein Teil der beobachteten Veränderungen fände jeweils außerhalb der betrachteten Altersstufe statt. Im dargestellten Beispiel wird ein Prozentsatz der Bestandsveränderung zwischen 55 und 56 im Alter 56 stattfinden. Analog dazu wird ebenso ein Teil der Bestandsveränderungen zwischen 54 und 55 im Alter 55 geschehen.

Um altersspezifische Nettoveränderungen in einem Beschäftigtenbestand abzuleiten, müssen daher Annahmen darüber getroffen werden, wie sich die Veränderung zwischen zwei Zeitpunkten auf die aufeinanderfolgenden Altersstufen aufteilt. Zunächst werden Geburtsjahrgänge definiert, die in der Beschäftigungsstatistik über die Zeitpunkte und Altersstufen der Betrachtung verfolgt werden können. Beispielsweise gehören alle Beschäftigten, die am 30.06.2010 zwischen 55–56 Jahre alt waren und am 30.06.2011 genau um ein Jahr auf 56–57 Jahre gealtert sind, zum selben Geburtsjahrgang. Des Weiteren nehmen wir an, dass die Geburtstage in den Jahrgängen gleichverteilt sind. Zum 31.12.2010 wäre die Hälfte der am 30.06.2010 noch 55–56-Jährigen bereits in der Altersstufe 56–57 Jahre. Ebenso hat von den Personen, die am 30.06.2010 in der Altersstufe 54–55 Jahre waren, am 31.12.2010 bereits die Hälfte ihren 55. Geburtstag feiern können. Und

schließlich treffen wir noch die Annahme, dass auch Ab- und Zugänge gleichverteilt über die drei Altersstufen erfolgen. Die Formel zur Abschätzung der Bestandsveränderung lautet damit:

$$\Delta {}_aL_{t,t+1} = 0,5({}_aL_{t+1} - {}_{a-1}L_t) + 0,5({}_{a+1}L_{t+1} - {}_aL_t) \quad (14)$$

wobei  ${}_aL_t$  den Beschäftigtenbestand im Alter  $a$  zum Zeitpunkt  $t$  beschreibt. Ab- und Zugänge können in den Beschäftigungsdaten allerdings nicht getrennt werden. Daher beschreibt  $\Delta {}_aL_{t,t+1}$  die geschätzte Nettoveränderung innerhalb der Altersstufe  $a$  über ein Jahr. Die auf diese Weise approximierten, altersspezifischen Bestandsveränderungen bilden die Grundlage zur Berechnung der Ersatzquote und der Abgangsrate.

### Ersatzquote

Die Ersatzquote stellt die Nettoveränderungen im Beschäftigtenbestand in den Altersstufen 16–29 Jahre den Nettobestandsveränderungen im Altersbereich 55–64 gegenüber. Dabei wird angenommen, dass erstere Zugänge in den Beruf und letztere Abgänge aus dem Beruf darstellen, was eine gewisse Einschränkung darstellt. Es muss festgehalten werden, dass Zugänge in Berufe selbstverständlich über alle Altersstufen denkbar sind. So ist die Beschäftigtendynamik in den Altersgruppen unter 30 Jahren zwar vor allem durch Zugänge von Ausbildungsabsolventen und Berufseinsteigern in den Arbeitsmarkt gekennzeichnet (Hoffmann et al. 2011), der typische Altersbereich für Ab- und Zugänge kann aber berufsspezifisch variieren. Ferner ist im Alter 55–64 ein Wiedereinstieg nicht auszuschließen. Die Ersatzquote,  $ErQ$ , wird wie folgt berechnet:

$$ErQ = \frac{\sum_{a=16}^{a=29} \Delta {}_aL_{t,t+1}}{\sum_{a=55}^{a=64} \Delta {}_aL_{t,t+1}} \quad (15)$$

Eine Ersatzquote unter eins wird hier als kritisch interpretiert, es ist jedoch zu bedenken, dass sie alleine wenig über Rekrutierungsprobleme und Fachkräfteverfügbarkeit aussagt, da sie z.B. auch eine sinkende Arbeitsnachfrage widerspiegeln kann.

### Abgangsrate 60–64

Die Abgangsrate 60–64,  ${}_{60-64}AR_t$ , setzt die Nettoveränderungen des Beschäftigtenbestands in den Altersstufen 60–64 ins Verhältnis zu den Personenjahren in dieser Altersstufe,  ${}_{60-64}PJ_t$ :

$${}_{60-64}AR_t = \sum_{a=60}^{a=64} \Delta {}_aL_{t,t+1} / {}_{60-64}PJ_t \quad (16)$$

Auch hier wird angenommen, dass Veränderungen des Beschäftigtenbestands in diesem Alter das Ergebnis endgültiger Abgänge aus dem Beruf darstellen.

Die Personenjahre sind eine Stromgröße, die hier zusammenfasst, wie viele Beschäftigte in einem Beruf im Durchschnitt des Jahres  $t$  der Altersgruppe 60–64 angehörten und damit dem Risiko ausgesetzt waren, in diesem Alter den Beruf zu verlassen. Multipliziert mit 100 gibt die (Netto-)Abgangsrate den Prozentsatz aller in  $t$  60–64-Jährigen an, die den Beruf innerhalb eines Jahres ( $t$  bis  $t + 1$ ) verlassen haben.

Die Personenjahre werden nicht beobachtet, sondern müssen, wie auch die Abgangszahlen, approximiert werden. Unter der Annahme, dass die altersspezifische Wachstumsrate des Beschäftigtenbestands zwischen  $t$  und  $t + 1$  konstant war, können die Personenjahre in diesem Jahr entsprechend

$${}_aPJ_t = \frac{{}_aL_{t+1} - {}_aL_t \cdot}{\ln({}_aL_{t+1}/{}_aL_t \cdot)} \quad (17)$$

abgeleitet werden (Preston et al. 2001). Die Personenjahre werden anschließend für jede Altersstufe zwischen 60 und 64 aufsummiert, wobei noch die Hälfte der Personenjahre in der Altersstufe 59 bis unter 60 Jahre hinzu addiert wird.

### Abgangswahrscheinlichkeit 55+

Die Abgangswahrscheinlichkeit  $p_{a,a+1}^k$  bezeichnet die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit mit der ein Beschäftigter der Geburtskohorte  $k$ , der im Alter  $a$  berufstätig war, im anschließenden Lebensjahr den Beruf verließ.

$$p_{a,a+1}^k = \frac{{}_aL_k - {}_{a-1}L_k}{{}_{a-1}L_k} \quad (18)$$

wobei  ${}_{a-1}L_k$  für den berufsspezifischen Beschäftigtenbestand in der Geburtskohorte  $k$  im Alter  $a$  steht. Wir berechnen die Abgangswahrscheinlichkeiten für  $a = [56,64]$ , also für jene Beschäftigten, die zum Stichtag als 55-Jährige im Beruf waren.

Diese Einzelwahrscheinlichkeiten werden zu kohortenspezifischen Dauern des weiteren Verbleibs im Beruf im Alter 55 zusammengefasst. Dafür wird zunächst eine synthetische Kohorte  $l_a^k$  definiert, die im Alter 55 mit genau einem Beschäftigten in den Beruf startet. Wendet man auf die synthetische Kohorte die berechneten altersspezifischen Abgangswahrscheinlichkeiten zwischen 55–64 Jahren an, dann wird am Ende des 55. Lebensjahrs nur der Bestand

$$l_{55}^k = 1 \cdot (1 - p_{55,56}^k)$$

Und generell von jeder Altersstufe  $a$  nach einem Jahr nur noch der Teil

$$l_a^k = l_{a-1}^k (1 - p_{a,a+1}^k)$$

übrig sein, um weiter „durchzualtern“.

Unter der Annahme, dass die Personenjahre und die Anzahl der durchschnittlich im Beruf Verbliebenen gleich sind, ist die Dauer des mittleren Verbleibs im Alter 55:

$$VD_{55}^k = \sum_{a=55}^{a=65} l_a^k \quad (19)$$

Durch die getroffene Annahme dürfte die Verweildauer unterschätzt werden, allerdings unterschätzen wir auch die Abgangswahrscheinlichkeiten, da Abgänge mit (Wieder-)Eintritten vermengt sind. Es bleibt unklar wie stark und in welche Richtung der berechnete mittlere Verbleib von der tatsächlichen Verweildauer abweicht.

Der mittlere Verbleib kann nur für Geburtskohorten berechnet werden, die den Altersbereich 55 bis 64 komplett durchlaufen haben. In den Daten sind das die Jahrgänge 1939 bis 1945.

## Verfügbarkeitsanalysen

### Übersicht

Für jede analysierte Berufsordnung eines Berufsfeldes werden die Werte der vier Engpassindikatoren, E1 bis E4, in den letzten beiden Jahren des Beobachtungszeitraums in einer

Tabelle zusammengefasst. Die ersten drei werden in ähnlicher Form auch im Fachkräftenradar der BA eingesetzt (Bundesagentur für Arbeit 2012b). Wenn drei der vier Indikatoren im kritischen Bereich lagen, gehen wir für diese Periode von einem Fachkräfteengpass im jeweiligen Beruf aus. Die Aussage, ob es 2010 und 2011 einen Engpass gegeben hat, erfolgt in ja/nein-Form. Zusätzlich ist die Häufigkeit des Auftretens eines Engpasses im Beobachtungszeitraum 2000–2011 angegeben. Tabelle 5 fasst die vier Engpassindikatoren zusammen. Wir unterscheiden zwischen laufenden und zentrierten Werten. Die zentrierten Werte ergeben sich aus dem laufenden Wert abzüglich des Indikatordurchschnitts in den Jahren 2000–2011.

**TABELLE 5: LISTE DER ENGPASSINDIKATOREN**

Indikator	Definition/ Interpretation	Datenquelle
<b>E1</b> Vakanzdauer: laufender Wert	„Vakanzdauer“ ist die Zeitspanne zwischen dem geplanten Besetzungstermin einer Stelle und dem Zeitpunkt ihrer Abmeldung aus dem Bestand der BA. Eine ungewöhnlich lange Vakanzdauer deutet auf die Entstehung oder das Vorhandensein eines Engpasses hin.	Statistik der gemeldeten Stellen der BA.
<b>E2</b> Vakanzdauer: zentrierter Wert	Angenommen, die durchschnittliche Vakanzdauer über einen mehrjährigen Zeitraum spiegelt die normale Länge von Stellenbesetzungsprozessen in einer Berufsordnung wider. Der Indikator „Vakanzdauer: zentrierter Wert“ zeigt dann an, ob es in einem bestimmten Jahr besonders schwer war, die Stellen zu besetzen.	Statistik der gemeldeten Stellen der BA.
<b>E3</b> Arbeitslose je Stelle: laufender Wert	„Arbeitslose je Stelle“ gibt an, wie viele Arbeitslose einer offenen Stelle gegenüberstehen.	Arbeitslosenstatistik der BA und Statistik der gemeldeten Stellen der BA.
<b>E4</b> Arbeitslose je Stelle: zentrierter Wert	Angenommen, die durchschnittliche Arbeitslosenzahl je offener Stelle über einen längeren Zeitraum spiegelt die normale Marktsituation in einer Berufsordnung wider. Der Indikator „Arbeitslose je Stelle: zentrierter Wert“ zeigt dann an, ob es in einem bestimmten Jahr zu einem besonders starken Nachfrageüberschuss kam.	Arbeitslosenstatistik der BA und Statistik der gemeldeten Stellen der BA.

Das berufliche Engpassrisiko kann als relative Häufigkeit von Kräfteengpässen über den Zeitraum 2000–2011 definiert werden. Wenn mindestens drei der sechs bis sieben Strukturindikatoren ihre Schwellenwerte über- bzw. unterschritten, gehen wir von einer kurzfristigen Erhöhung bzw. der Entstehung des/ eines Engpassrisikos aus. Die Risikoindikatoren sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Die Trends, die wir aus unserer Projektion für die drei ersten Risikoindikatoren berechnen können (R1 bis R3), geben einen Hinweis darauf, ob sich die Aussage zur Risikoerhöhung oder der Entstehung eines Risikos auch auf die mittlere Frist ausdehnen ließe; in unserem Fall bis höchstens 2020.

TABELLE 6: LISTE DER RISIKOINDIKATOREN

Indikator	Definition/ Interpretation	Datenquelle
<b>R1</b> Wachstum der Anzahl Beschäftigter	Das „Wachstum der Anzahl Beschäftigter“ weist auf eine steigende Arbeitsnachfrage hin. Es ist angegeben als jährliche Veränderungsrate der Beschäftigtenzahl in einer Berufsordnung, in Prozent.	Beschäftigtenstatistik der BA. Zahlen für 2012–2020 werden mit einem einfachen Projektionsmodell fortgeschrieben.
<b>R2</b> Wachstum der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+	Das „Wachstum der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+“ deutet daraufhin, dass Unternehmen einen Anreiz haben, stärker ältere Fachkräfte zu beschäftigen, u.a. weil der Nachwuchs an Fachkräften knapper wird. Es ist gemessen als jährliche Veränderungsrate der Beschäftigtenzahl im Alter 55+ in einer Berufsordnung, in Prozent.	Beschäftigtenstatistik der BA. Zahlen für 2012–2020 werden mit einem einfachen Projektionsmodell fortgeschrieben.
<b>R3</b> Ersatzquote	Die „Ersatzquote“ gibt an, wie viele junge Berufseinsteiger einem altersbedingten Berufsausstieg gegenüberstehen.	Beschäftigtenstatistik der BA. Zu- und Abgänge werden aus Änderungen des Beschäftigtenbestands zwischen aufeinanderfolgenden Jahren abgeleitet. Die Ersatzquote für den Zeitraum $t$ bis $t+1$ wird $t$ zugeordnet. Zahlen für 2012–2020 werden mit einem einfachen Projektionsmodell fortgeschrieben.
<b>R4</b> Arbeitslosenquote: zentrierter Wert	Angenommen, die durchschnittliche Arbeitslosenquote über einen längeren Zeitraum spiegelt die normale Marktsituation in einer Berufsordnung wider. Der Indikator „Arbeitslosenquote: zentrierter Wert“ gibt dann an, ob in einem bestimmten Jahr in einer Berufsordnung weniger Personen als üblich zur Besetzung offener Stellen verfügbar waren.	Arbeitslosenstatistik der BA und Beschäftigtenstatistik der BA.
<b>R5</b> Vakanzquote: zentrierter Wert	Angenommen, die durchschnittliche Vakanzquote beschreibt die normale Dynamik in einem Arbeitsmarktsegment. Der Indikator „Vakanzquote: zentrierter Wert“ gibt dann an, ob Unternehmen in einem bestimmten Jahr besonders viele zusätzliche Arbeitskräfte nachfragen.	Beschäftigtenstatistik der BA und Statistik der gemeldeten Stellen der BA.
<b>R6</b> Substituierbarkeitsindex	Der „Substituierbarkeitsindex“ gibt an, wie einfach Stellen in einer Berufsordnung mit Arbeitskräften aus	Kompetenzprofile im BERUFENET der BA. Die Informationen stammen aus

	anderen Berufsordnungen besetzt werden können. Je spezifischer die Wissensanforderungen, desto geschlossener ist eine Berufsordnung für Außenseiter.	Expertenurteilen, die sich vor allem an Ausbildungsordnungen orientieren.
<b>R7</b> Lohnentwicklung	Eine ansteigende „Lohnentwicklung“ deutet auf ein knappes Arbeitsangebot hin. Angegeben wird die jährliche Veränderungsrate des monatlichen Bruttomedianlohns in den alten Bundesländern, in Prozent.	Beschäftigtenstatistik der BA. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Vollzeit in den alten Bundesländern, ohne Auszubildende. Stichtag der Erhebung am 31. Dezember der Jahre 1999–2010. Zahlen für 2011 werden mit einem einfachen Fortschreibungsmodell geschätzt. Einschränkung: Entgelte werden in den Beschäftigtendaten nur bis zur Beitragsbemessungsgrenze angegeben.

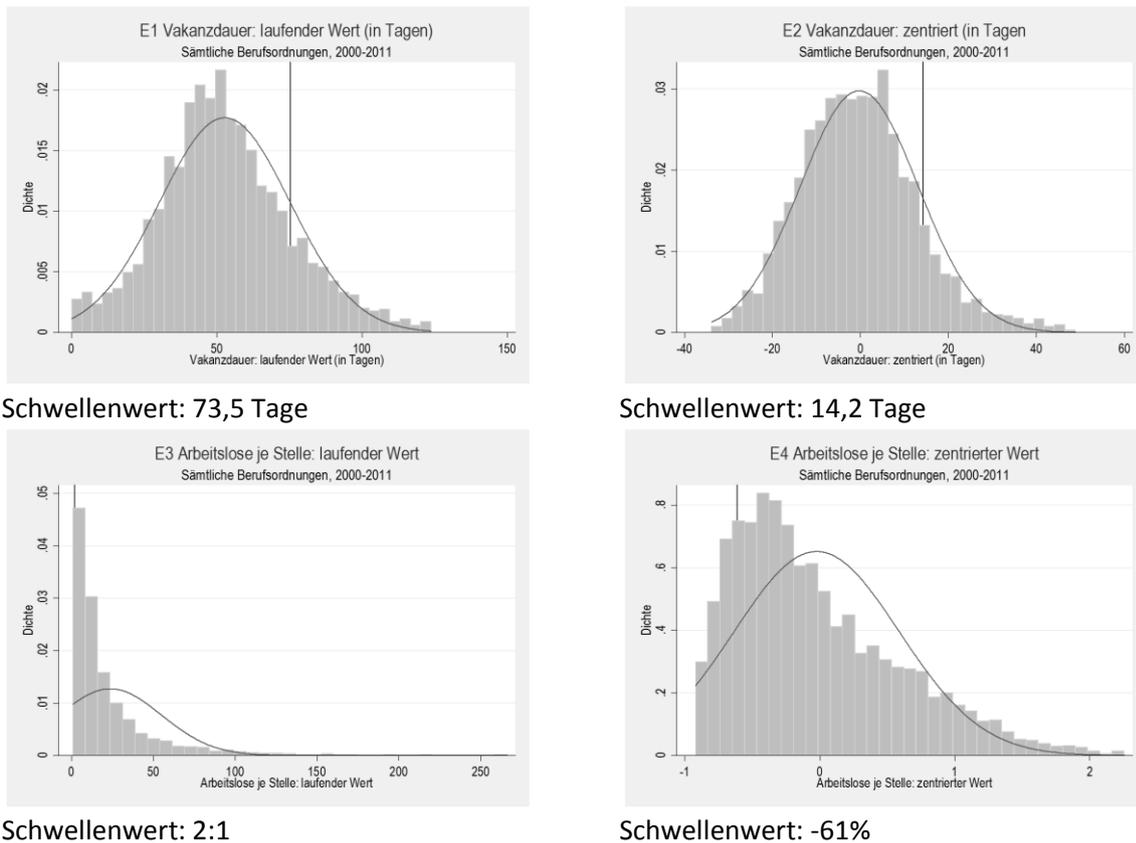
### Die Bestimmung von Schwellenwerten

Die Interpretation der Indikatorwerte ist abhängig von den Schwellenwerten, ab denen wir von einem signifikant erhöhten Fachkräfteengpassrisiko ausgehen. A priori ist nicht klar, ab welchen Indikatorwerten sich die Wahrscheinlichkeit von Kräfteengpässen deutlich erhöht. Wir definieren daher einen *normalen Schwankungsbereich* basierend auf der empirischen Verteilung der Einzelindikatoren. Es fließen die verfügbaren Informationen aus insgesamt 325 Berufsordnungen über den Zeitraum 1999/2000 bis 2011 in die Betrachtung ein. Ausprägungen die, je nach Indikator, ober- oder unterhalb des Normalbereichs liegen, werden als kritisch eingestuft.

Für die Mehrzahl der Indikatoren wird der normale Schwankungsbereich mithilfe der *Standardabweichung* operationalisiert. Werte die eine Standardabweichung über oder unter dem jeweiligen arithmetischen Mittel liegen, erhöhen per Annahme die Wahrscheinlichkeit berufsspezifischer Kräfteengpässe. Dazu werden im ersten Schritt die empirischen Verteilungen am oberen und unteren Ende um 1% beschnitten, um sie um Ausreißer zu bereinigen. Sollten die beschnittenen Einzelindikatoren annähernd normalverteilt sein, werden jeweils rund 16 % der Beobachtungen im kritischen Bereich liegen.

Nicht für alle Indikatoren lassen sich über diesen Ansatz sinnvolle Schwellenwerte ableiten. Im Fall der Arbeitslosen-Stellen Relation und der Ersatzquote ergeben sich „natürliche“ Grenzen. Für erste legen wir den Schwellenwert bei 2 fest. Da nur rund jede zweite offene Stelle bei der BA gemeldet wurde, genügt ein Schwellenwert von 2:1 gerade noch, um keinen Arbeitskräfteengpass entstehen zu lassen. Für die Ersatzquote definieren wir den kritischen Bereich für Ausprägungen ab kleiner eins. Bei einem Schwellenwert von 1 würden die Zugänge noch reichen, um das Engpassrisiko nicht zu erhöhen. Der Substituierbarkeitsindikator ist stark linkssteil verteilt. Hier wird das erste Quintil als kritischen Bereich definiert, da die sehr niedrige Substituierbarkeit Ausgleichsprozesse verzögern könnte.

Die getrimmten Verteilungen der Engpassindikatoren, zusammen mit der Dichtefunktion der Normalverteilung und der berechneten bzw. festgelegten Schwellenwert sind in Abbildung 5 dargestellt.



**ABBILDUNG 5: VERTEILUNG DER ENGPASSINDIKATOREN**

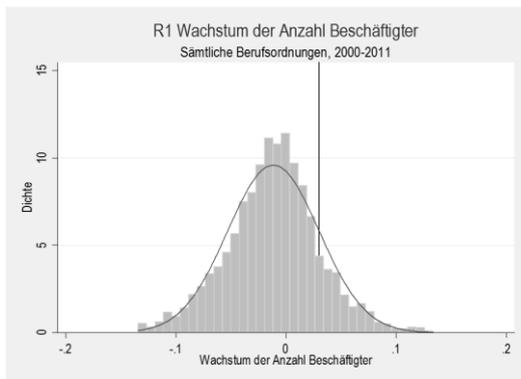
Wie bereits erwähnt, gehen wir von einem bundesweiten Kräfteengpass in der jeweiligen Berufsordnung aus, wenn mindestens 3 der 4 Engpassindikatoren in der Berichtsperiode im kritischen Bereich lagen. Die Aussage, ob es in einem Jahr einen Engpass gegeben hat, erfolgt dichotom, d.h. in ja/nein-Form. Wir können daher eine Variable definieren, die den Wert Eins annimmt, wenn ein Fachkräfteengpass vorliegt und Null andernfalls. Die resultierende relative Häufigkeit von Engpässen in den ausgewählten Berufen über die Periode 2000 bis 2011 ist in Tabelle 7 zusammengefasst.

**TABELLE 7: RELATIVE HÄUFIGKEIT BERUFLICHER FACHKRÄFTEENGPÄSSEN, 2000 – 2011**

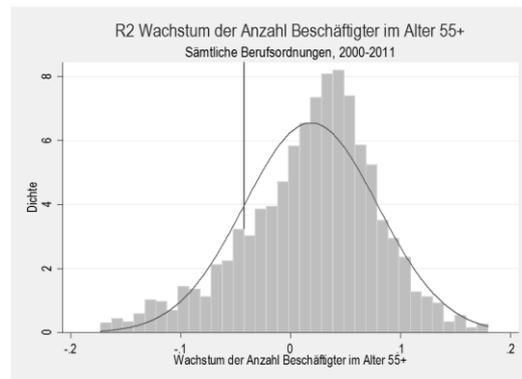
Beruf	Fachkräfteengpass
Chemiebetriebswerker	0,0%
Dreher	25,0%
Fräser	33,3%
Elektroingenieure	16,7%
Sonstige Ingenieure (insb. Wirtschaftsingenieure)	8,3%
Chemiker, Chemieingenieure	0,0%
Physiker, Physikingenieure, Mathematiker	0,0%
Krankenschwestern, Krankenpfleger,	25,0%

Hebammen	
Helfer in der Krankenpflege	0,0%
Erzieher, Kinderpfleger	0,0%
Bankfachleute	0,0%
Buchhalter	0,0%

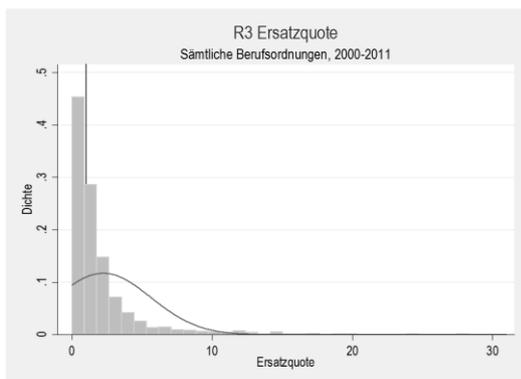
Wir argumentieren, dass das Engpassrisiko als die relative Häufigkeit beruflicher Fachkräfteengpässen über die Periode 2000–2011 gemessen werden kann. Wenn mindestens 3 der 6–7 Risikoindikatoren ihre Schwellenwerte in einem Jahr über- bzw. unterschritten, gehen wir von einer kurzfristigen Erhöhung des Engpassrisikos aus. Die Verteilung der Risikoindikatoren und die korrespondierenden Schwellenwerte sind in Abbildung 6 abgetragen.



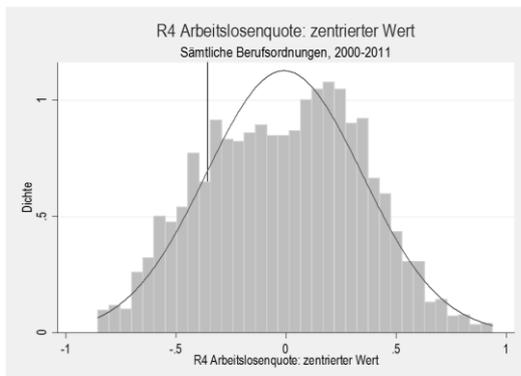
Schwellenwert: 3,0%



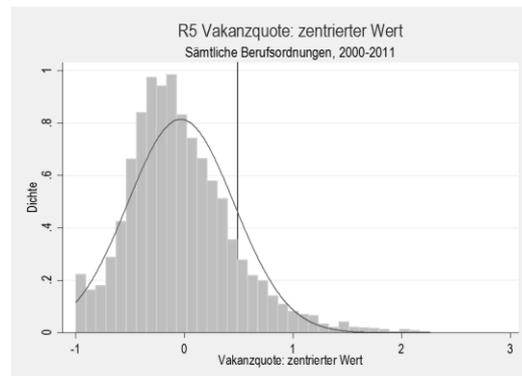
Schwellenwert: 7,9%



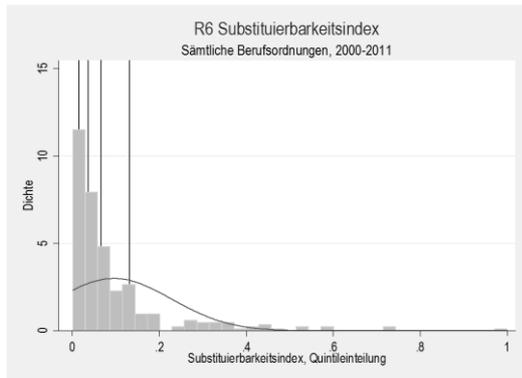
Schwellenwert: 1,0



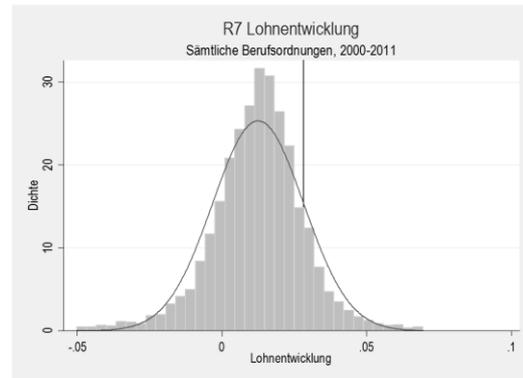
Schwellenwert: -35,6%



Schwellenwert: 49,0%



Schwellenwert: 1. Quintil



Schwellenwert: 2,8%

**ABBILDUNG 6: VERTEILUNG DER RISIKOINDIKATOREN**

## Zusammenhangsstärke zwischen Engpass- und Risikoindikatoren

Berufliche Engpässe sind als eine binäre Variable definiert, die den Wert Eins annimmt, wenn mindestens drei der vier Engpassindikatoren in der Berichtsperiode im kritischen Bereich lagen. Wir regressieren diese Variable auf die vorgeschlagenen Risikoindikatoren. Je nach Geschwindigkeit der Ausgleichsprozesse auf dem Arbeitsmarkt beeinflusst zudem die Engpasssituation in der Vorperiode potenziell das laufende Risiko. Außerdem ist es denkbar, dass das „Grund“-Risiko für Engpässe aufgrund unbeobachteter Einflüsse, wie z.B. Zugangsbeschränkungen, von Beruf zu Beruf schwankt. Die Schätzmodelle lauten

Schätzmodell 1 (S1):

$$Engpass_{i,t} = u + (Risikoindikatoren)_{i,t-1}^t \cdot \beta_1 + p_t + e_{it} \quad (20)$$

Schätzmodell 2 (S2):

$$Engpass_{i,t} = u + (Risikoindikatoren)_{i,t-1}^t \cdot \beta_2 + \gamma \cdot Engpass_{i,t-1} + p_t + e_{it} \quad (21)$$

Schätzmodell 3 (S3):

$$Engpass_{i,t} = u_i + (Risikoindikatoren)_{i,t-1}^t \cdot \beta_3 + p_t + e_{it} \quad (22)$$

In Schätzmodell 1 definieren wir ein einheitliches Grundengpassrisiko über alle Berufe  $u$  und schätzen den Zusammenhang mit Pooled OLS. Dieser Ansatz liefert Informationen über die Korrelationsmuster im Querschnitt über Berufe. Per Annahme ist, dass das „Grund“-Risiko für Fachkräfteengpässe über alle Berufe identisch ist. Die Risikoindikatoren erklären dann potenziell die beobachteten Unterschiede im Auftreten von Fachkräfteengpässen zwischen den Berufen.

Die verzögerte endogene Variable in S2 dynamisiert das Modell. Der korrespondierende Schätzparameter misst die Persistenz von Engpässen über die Beobachtungsperioden und damit die Geschwindigkeit von Ausgleichsprozessen auf dem Arbeitsmarkt, während die Parameter der erklärenden Variablen deren kurzfristige Einflusstärke festhalten. Das Modell ist damit besonders gut geeignet, die Prognosefähigkeit der erklärenden Variablen abzubilden.

In Schätzmodell S3 werden Berufseffekte als fixe, zeit-invariante Parameter operationalisiert, um Unterschiede im „Basis“-Risiko für Fachkräfteengpässe zwischen Berufen abzubilden. Dazu erlaubt das Modell berufsspezifische Achsenabschnitte  $u_i$ . Das Modell schätzt, wie stark Veränderungen in den erklärenden Variablen im Mittel mit Variationen von Engpässen innerhalb von Berufen

korrelieren. Es wird mit Hilfe eines Fixed-Effects Schätzers geschätzt. Der Parameter  $u_i$  fasst sämtliche zeit-konstante berufsspezifischen Unterschiede zusammen. In der Konsequenz wird der Substituierbarkeitsindex absorbiert und kann nicht getrennt ausgewiesen werden. Der Vorteil des Modells ist die im Vergleich zu S1 und S2 flexiblere parametrische Spezifikation, die den Datengenerierungsprozess potenziell besser abbildet.

Alle Modelle enthalten ein Set von Periodendummies, um arbeitsmarktweite Jahreseffekte, wie z.B. die Konjunktur, abzubilden. Das Referenzjahr ist 2005. Die erklärenden Variablen sind grundsätzlich um eine Periode verzögert. Dadurch wollen wir testen, inwiefern die Risikoindikatoren Unterschiede im Engpassrisiko über die Periode hinaus zu erklären in der Lage sind. Die Standardfehler in den Modellen S1-S3 werden heteroskedastizitäts- und autokorrelationsrobust geschätzt. Denkbare berufsübergreifende Schocks werden in der Schätzung der Varianz-Kovarianz Matrix nicht berücksichtigt. Die Modelle repräsentieren keinen strukturellen Ansatz und können auch nicht entsprechend interpretiert werden. Sie stellen im Wesentlichen eine multivariate Erweiterung der Risikoanalyse dar. Die Schätzergebnisse zeigen, inwiefern die postulierten Zusammenhänge in den Daten auch beobachtet werden. Sie bilden einen Rahmen, um die Robustheit der Risikoanalyse zu bewerten, und deuten auf mögliches Verbesserungspotenzial hin.

Für die Schätzungen werden vorab Berufsordnungen mit im Durchschnitt weniger als 50 Vakanzen im Jahr von der Analyse ausgeschlossen (Tabelle 9). Diese „kleinen“ Dreisteller können durch starke Schwankungen in den Variablenausprägungen Zusammenhänge potenziell verschleiern. Die Schätzungen beschränken sich auf die Jahre 2000–2010. 2010 ist das letzte Jahr, in dem wir Beobachtungen für sämtliche Risikoindikatoren im Datensatz haben.

Die Schätzergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst. Insgesamt gehen 2597 Beobachtungen in die Schätzungen ein. Das adjustierte Bestimmtheitsmaß schwankt zwischen 0,15 (pooled OLS – S1) und 0,26 (fixed effects – S3). Die verzögerten Risikoindikatoren können einen moderaten Teil der Variation des laufenden Engpassrisikos erklären. Unser Ansatz kann die Entstehung von Fachkräfteengpässen im Datensatz also nur in Grundzügen erklären. Es wird Beobachtungen geben, die im Einzelfall von den geschätzten durchschnittlichen Zusammenhängen abweichen. Die moderate Varianzaufklärung lässt vermuten, dass es weitere wichtige erklärende Größen gibt, die in unseren Schätzmodellen fehlen. Im Wesentlichen bestätigen die geschätzten Parameter die angenommenen Zusammenhangsrichtungen. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass nicht alle Risikofaktoren gleich gut Engpassrisiken vorhersagen können.

**TABELLE 8: SCHÄTZERGESBNISSSE**

Variable	S1	S2	S3
<b>R1 Wachstum der Anzahl Beschäftigter</b>	0.02	0.09	0.44 *
<b>R2 Wachstum der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+</b>	-0.2	-0.23	-0.44 **
<b>R3 Ersatzquote</b>	0	0	0
<b>R4 Arbeitslosenquote: zentrierter Wert</b>	-0.43 ***	-0.29 ***	-0.68 ***
<b>R5 Vakanzquote: zentrierter Wert</b>	3.42 ***	2.32 ***	6.38 ***
<b>R6 Substituierbarkeitsindex(=sehr niedrig)</b>	0.01	0.01	-

<b>R7 Lohnentwicklung</b>	0.59	0.44	0.31
<b>Engpass (t-1)</b>		0.33 ***	
<b>Konstante</b>	0.03 *	0.02 *	0.06 **
<b>N</b>	2597	2597	2597
<b>R<sup>2</sup> (adj.)</b>	0.15	0.24	0.26

Alle Modelle enthalten ein Set von Jahresdummies. Legende: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001

Die zentrierte Arbeitslosen- und Vakanzquote korrelieren über die Modelle hinweg klar mit dem Engpassrisiko (S1–S3). Zudem sind Fachkräfteengpässe untereinander positiv autokorreliert (S2). Die Ausgleichsprozesse auf dem Arbeitsmarkt geschehen dem Anschein nach nicht unmittelbar. Das Fixed-Effects Modell zeigt die meisten statistisch signifikanten Assoziationen zwischen den Risikoindikatoren und der abhängigen Variable. Zusätzlich zur Arbeitslosen- und Vakanzquote sind sowohl die Parameter des Wachstums der Anzahl Beschäftigter und der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+ signifikant von Null verschieden. Die Befunde deuten an, dass die Risikoindikatoren am ehesten in der Lage sind, Abweichungen vom berufsspezifischen „Basis“-Risiko für Fachkräfteengpässe zu prognostizieren. Allerdings ist das Wachstum der Anzahl Beschäftigter im Alter 55+ bedingt auf die restlichen Variablen negativ mit der Abhängigen korreliert. Der negative Zusammenhang bleibt bestehen, selbst wenn das Wachstum der Anzahl Beschäftigter aus den Schätzungen ausgeschlossen wird. Der geschätzte Zusammenhang ist also nicht nur ein Altersstruktur-Effekt. Im Durchschnitt über sämtliche Berufsordnungen geht ein erhöhtes Wachstum der Beschäftigten im Alter 55+ mit einem reduzierten Engpassrisiko in der Folgeperiode einher.

Die Ersatzquote, der Substituierbarkeitsindex und die Lohnentwicklung sind in keinem der Modelle signifikant mit dem Engpassrisiko assoziiert. Der Punktschätzer der Lohnentwicklung ist zwar positiv, aber der Standardfehler zu groß, um die Nullhypothese abzulehnen. Die geschätzten Parameter für die Ersatzquote und der Dummy-Variable für sehr niedrige Substituierbarkeit sind nicht nur statistisch sondern auch quantitativ nicht von Null zu unterscheiden. Für die fehlende Signifikanz kann es verschiedene Erklärungen geben. Zum einen ist es denkbar, dass Messfehler in den Indikatoren die Informationen stark überlagern. Zum anderen ist die Modellspezifikation möglicherweise nicht adäquat oder die Variable spielt im Kontext von Kräfteengpässen nicht die angenommene Rolle.

Die Schätzergebnisse müssen im Kontext ihrer Einschränkungen interpretiert werden. So erlauben wir zwar für Autokorrelation in den Fehlertermen in den Berufsordnungen; Schocks, die über mehrere Berufsordnungen simultan laufen und damit zu Korrelationen in den Fehlertermen zwischen Querschnittseinheiten führen, werden bei der Berechnung der Varianz-Kovarianz Matrix aber nicht berücksichtigt. Die Folge sind potenziell verzerrte Standardfehler. Des Weiteren gehen alle Berufsordnungen unabhängig von ihrer wirtschaftlichen Bedeutung gleichwertig in die Regressionen ein. Es könnte sein, dass Zusammenhänge zwischen den Strukturindikatoren und der Vakanzdauer verwischt werden. Außerdem ist die dynamische Struktur zwischen den Risikofaktoren nur sehr rudimentär spezifiziert. Ein genauerer Blick auf die zeitlichen Abläufe zwischen Risikoindikatoren und Engpässe könnte die Modellpassung verbessern und die Standardfehler reduzieren.

Die Schätzergebnisse sind Begleitinformation zur Risikoanalyse. Sie bestätigen im Wesentlichen die postulierten Zusammenhänge. Allerdings deuten die Ergebnisse auch an, dass es sich lohnen könnte, die Operationalisierung der Ersatzquote und des Substituierbarkeitsindex noch einmal genauer zu hinterfragen. Aus Kapazitätsgründen war dies im Rahmen der Projektfinanzierung nicht möglich.

**TABELLE 9: AUSGESCHLOSSENE BERUFSORDNUNGEN**

022 Fischer
072 Maschinen-, Elektro-, Schießh.
081 Steinbrecher
083 Erdöl-, Erdgasgewinner
102 Edelsteinbearbeiter
111 Branntsteinhersteller
131 Glasmassehersteller
182 Holzverformer, zugeh. Berufe
184 Korb-, Flechtwarenmacher
223 Hobler
244 Übrige Metallverbinder
306 Puppenmacher, Modellbauer, Präparatoren
341 Webvorbereiter
343 Tuftingwarenmacher
345 Filzmacher, Hutstumpenmacher
346 Textilverflechter
353 Wäscheschneider, Wäschenäher
355 Hut-, Mützenmacher
361 Textilfärber
371 Lederhersteller, Darmsaitenm.
375 Feinlederwarenhersteller
377 Handschuhmacher
378 Fellverarbeiter
424 Tabakwarenmacher
465 Kultur-, Wasserbauwerker
503 Stellmacher, Böttcher
514 Kerammaler, Glasmaler
542 Fördermaschinisten, Seilbahnmaschinisten
548 Heizer
549 Maschineneinrichter, o.n.A.
715 Kutscher
725 Sonstige Wasserverkehrsberufe
733 Funker
763 Verbandsleiter, Funktionäre
811 Rechtsfinder
812 Rechtspfleger
814 Rechtsvollstrecker
891 Seelsorger
892 Angehörige geistl. Orden, Mutterhäuser

## Literatur

- Arrow KJ, Capron WM (1959) Dynamic shortages and price rises: the engineer-scientist case. *Q J Econ* 73:292–308.
- Bonin H, Schröder H (2009) Konzept für ein Instrumentarium zur Feststellung des aktuellen und des zukünftigen Arbeitskräftebedarfs.
- Brenke K (2010) Fachkräftemangel kurzfristig noch nicht in Sicht. *DIW Wochenbericht* 77:2–15.
- Brunow S, Garloff A, Wapler R, Zika G (2012) Wie wird sich der Arbeitsmarkt langfristig entwickeln? - Methoden und Validitäten von Prognose zur Vorhersage von Fachkräfteangebot und -bedarf.
- Bundesagentur für Arbeit (1988) Klassifizierung der Berufe: Systematisches und alphabetisches Verzeichnis der Berufsbenennungen. Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit (2010) Arbeitsmarkt 2009. Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit (2012a) Fachkräfteengpässe in Deutschland - Analyse Juni 2012.
- Bundesagentur für Arbeit (2012b) Handbuch Fachkräftenradar - Mai 2012. 1–17.
- Dietz M, Kettner A, Kubis A, et al. (2012a) Unvollkommene Ausgleichsprozesse am Arbeitsmarkt: Analysen zur Arbeitskräftenachfrage auf Basis des IAB-Betriebspanels und der IAB-Erhebung des Gesamtwirtschaftlichen Stellenangebots. IAB-Forschungsbericht
- Dietz M, Kettner A, Kubis A, et al. (2012b) Unvollkommene Ausgleichsprozesse am Arbeitsmarkt.
- Green F, Machin S, Wilkinson D (1998) The meaning and determinants of skills shortages. *Oxf Bull Econ Stat* 60:165–187. doi: 10.1111/1468-0084.00093
- Hartmann M, Reimer K (2011) Methodenbericht: Möglichkeiten und Grenzen einer statistischen Engpassanalyse nach Berufen. Nürnberg
- Hoffmann J, Damelang A, Schulz F (2011) Strukturmerkmale von Berufen: Einfluss auf die berufliche Mobilität von Ausbildungsabsolventen. IAB-Forschungsbericht
- Horiuchi S, Preston SH (1988) Age-specific growth rates: The legacy of past population dynamics. *Demography* 25:429–441.
- Kettner A (2012a) Fachkräftemangel und Fachkräfteengpässe in Deutschland: Befunde, Ursachen und Handlungsbedarf.
- Kettner A (2012b) Die Entwicklung des gesamtwirtschaftlichen Stellenangebots am ersten Arbeitsmarkt bis zum I. Quartal 2012 für Deutschland, Westdeutschland und Ostdeutschland. 1–4.
- Koppel O (2011) Ingenieure: Die Mär vom Schweinezyklus.
- Kroll LE (2011) Konstruktion und Validierung eines allgemeinen Index für die Arbeitsbelastung in beruflichen Tätigkeiten anhand von ISCO-88 und Construction and Validation of a General Index for Job Demands in Occupations Based on. *Methoden - Daten - Anal* 5:63–90.

- Kupka P (2007) Schlüsselfrage: Mit Berufsprognosen gegen Fachkräftemangel? IAB-Forum 15–16.
- Preston SH, Heuveline P, Guillot M (2001) Demography: Measuring and Modeling of Population Processes. 291.
- Preston SH, Himes C, Eggers M (1989) Demographic conditions responsible for population aging. *Demography* 26:691–704.
- Prskawetz A, Zagaglia B, Fent T, Skirbekk V (2004) Decomposing the change in labour force indicators over time. *Demogr Res* 13:163–188. doi: 10.4054/DemRes.2005.13.7
- Richardson S (2009) What Is a Skill Shortage? *Aust Bull Labour* 35:326–354.
- Shah C, Burke G (2005) Skills shortages: concepts, measurement and policy responses. *Aust Bull Labour* 31:44–71.
- Stumpf F, Damelang A, Schulz F (2012) Die berufliche Strukturierung der frühen Erwerbsphase: Ereignisanalysen zur Beschäftigungsstabilität. IAB-Forschungsbericht
- Tivig T, Eggert D, Korb C (2010) Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die chemische Industrie in Europa.
- Tivig T, Henseke G, Neuhaus J, et al. (2013) Berufe im Demografischen Wandel: Alterungstrends und Fachkräfteengpässe. Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit
- Vaupel JW, Canudas-Romo V (2002) Decomposing demographic change into direct vs. compositional components. *Demogr Res* 7:1–14. doi: 10.4054/DemRes.2002.7.1
- Veneri CM (1999) Can occupational labor shortages be identified using available data. *Mon Lab Rev* 122:15–21.