

Schneider, Lutz

**Conference Paper**

## Zum Einfluss von Alter und Erfahrung auf Produktivitäts- und Lohnprofile - Befunde einer Linked-Employer-Employee-Analyse

Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2011: Die Ordnung der Weltwirtschaft: Lektionen aus der Krise - Session: Productivity and Age, No. D6-V2

**Provided in Cooperation with:**

Verein für Socialpolitik / German Economic Association

*Suggested Citation:* Schneider, Lutz (2011) : Zum Einfluss von Alter und Erfahrung auf Produktivitäts- und Lohnprofile - Befunde einer Linked-Employer-Employee-Analyse, Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2011: Die Ordnung der Weltwirtschaft: Lektionen aus der Krise - Session: Productivity and Age, No. D6-V2, ZBW - Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften, Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/48728>

**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.*

**Zum Einfluss von Alter und Erfahrung  
auf Produktivitäts- und Lohnprofile –  
Befunde einer Linked-Employer-Employee Analyse**

*Lutz Schneider*

*Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH)  
Lutz.Schneider@iwh-halle.de*

Februar 2011

# **Zum Einfluss von Alter und Erfahrung auf Produktivitäts- und Lohnprofile – Befunde einer Linked-Employer-Employee Analyse**

## **Zusammenfassung**

Der Beitrag untersucht den Einfluss des Alters und der Seniorität auf die Entwicklung und den Zusammenhang von Löhnen und Produktivität. Die ökonometrische Analyse von Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes auf Grundlage des Linked-Employer-Employee-Datensatzes des IAB (LIAB) liefert Hinweise für einen positiven Einfluss des Anteils der mittleren Jahrgänge auf die betriebliche Produktivität, auch wenn die Effekte der Dauer der Betriebszugehörigkeit und andere Einflussfaktoren der betrieblichen Produktivität kontrolliert werden. Es bestätigte sich der umgekehrt u-förmige Verlauf des Alters-Produktivitätsprofils, der auch in anderen Ländern gefunden wurde. Mit Blick auf die Produktivitäts-Lohn-Relation im Altersverlauf erbrachte die Analyse deutliche Belege für ein ungleiches Muster der beiden Profile. Insbesondere die Altersgruppe der 41-50-Jährigen scheint im Vergleich zur Referenzgruppe der über 50-Jährigen aber auch zur Gruppe der 15-30-Jährigen deutlich unter Produktivität entlohnt zu werden. Für die Effekte der Seniorität sind die Ergebnisse weniger stark, dennoch erweisen sich die ein bis drei Jahre im Betrieb Beschäftigten als die Produktivsten, ohne dass sich dies in der Entlohnung widerspiegelte. Zusammen genommen spricht dies für geringe betriebliche Anreize, Ältere im Betrieb zu halten aber auch für reduzierte Einstellungs-chancen.

Schlagworte: Lohn, Seniorität, Demographie, Linked-Employer-Employee Analyse

JEL: J24; J14

# 1 Fragestellung

Die vorliegende Analyse thematisiert den Einfluss der Alterung von Beschäftigten auf deren Produktivität und Entlohnung. Somit wird die aus ökonomischer Sicht besonders interessante Frage geklärt, ob sich mögliche Produktivitätseffekte des Alters im Lohn wiederfinden oder ob die Entlohnung weitgehend unabhängig von der Produktivität erfolgt. Damit leistet die Untersuchung erstens einen Beitrag zur wirtschaftspolitischen Diskussion, lässt sich zweitens aber gleichzeitig als Test alternativer Ansätze der Arbeitsmarktforschung zur Erklärung senioritätsorientierter Lohnstrukturen verstehen.

Zur *wirtschaftspolitischen* Debatte trägt die Untersuchung insofern bei, als die Analyse der Produktivitätsentwicklung und der Produktivitäts-Lohn-Relation über den Erwerbsverlauf hinweg zur Erklärung der geringen Arbeitsmarktpartizipation Älterer beitragen kann. Mit Blick auf die Erhöhung des gesetzlichen Renteneintrittsalters stellt sich die Frage, ob die Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit älterer Arbeitnehmer noch gegeben ist. Der Gesichtspunkt der Produktivität Älterer ist in diesem Kontext höchst bedeutsam, steht doch in der öffentlichen Debatte die These im Raum, dass die gegenläufige Entwicklung von Lohn und Produktivität für die geringen Erwerbchancen Älterer verantwortlich sei.<sup>1</sup> Demnach würden die Löhne und Gehälter mit zunehmendem Alter senioritätsbedingt steigen, während sich die individuelle Produktivität verminderte, zumindest aber nicht im selben Umfang stiege wie die Entlohnung.

Aus Sicht der *Arbeitsmarktforschung* lässt sich die Analyse aber auch als Test der Erklärungen eines senioritätsorientierten Lohnschemas verstehen und ist daher ebenso von theoretischem Interesse. Eine Beurteilung des empirischen Gehalts der Erklärungsansätze einer solchen Lohnstruktur verlangt eine getrennte Identifizierung des Alters-Lohn- und des Alters-Produktivitätsverlaufs. Dies ist im gewählten Vorgehen möglich, auch wenn dies um den Preis geschieht, dass sich die Analysen auf betrieblicher Ebene bewegen. Mit anderen Worten wird der Einfluss der Altersstruktur der Belegschaft auf die betriebliche Produktivität und Lohnsumme geschätzt und nicht der Effekt des Lebensalters auf individuelle Leistung und Lohnsatz. Eine vorschnelle Übertragung der Ergebnisse der aggregierten auf die individuelle Ebene birgt die Gefahr des ökologischen Fehlschlusses. Nichtsdestotrotz sollten die Befunde einigen Aufschluss auf den Zusammenhang von Alter, Produktivität und Lohn auch auf individueller Ebene geben – insbesondere deshalb, weil es der verwendete Datensatz erlaubt, die rein betrieblichen Determinanten von Produktivität und Entlohnung angemessen zu kontrollieren. Im Übrigen sind alternative Vorgehensweisen empirisch kaum durchführbar, da es nur in wenigen und darüber hinaus sehr speziellen Tätigkeitsfelder möglich ist, sowohl die Arbeitsleistung als auch die Entlohnung auf *individueller* Ebene zu beobachten.

Die vorstehende Analyse transzendiert die bisherigen Studien dadurch, dass und auf welche Weise die Lohndimension einbezogen wird. Die wenigen vergleichbaren Studi-

---

<sup>1</sup> In diese Richtung argumentieren renommierte Ökonomen, etwa Klaus F. Zimmermann (Neue Osnabrücker Zeitung, 12.03.2005) und Hans-Werner Sinn (Der Spiegel, 20.06.2005).

en im internationalen Kontext, welche den Produktivitäts- und Lohneffekt des Alters gleichermaßen thematisieren, schätzen die Lohn- und Produktivitätsgleichungen nicht *simultan*, obwohl aus der Theorie bekannt ist, dass Löhne als Anreizinstrument Produktivitätswirkung entfalten und umgekehrt die betriebliche Produktivität einen Einfluss auf das Lohnniveau von Betrieben hat. In der folgenden Untersuchung wird dieser simultanen Struktur Rechnung getragen, so dass die wenigen Referenzanalysen nicht nur um eine neue Anwendung mit deutschen Daten und sehr differenzierten Informationen zu Beschäftigten und Betrieb ergänzt werden, sondern auch in methodischer Sicht eine Verbesserung erfahren. Ermöglicht wird dies durch die Nutzung des Linked-Employer-Employee-Datensatzes des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (LIAB-Datensatz). Der Vorteil des LIAB besteht darin, dass komplexe Angaben sowohl zur betrieblichen Leistungserstellung als auch zu den individuellen Merkmalen der im Betrieb Beschäftigten enthalten sind. Damit lässt sich die Frage, wie produktivitäts- und entlohnungswirksam verschiedene Altersgruppen in Deutschland sind, zielgenau klären. Im Vergleich zu den internationalen Studien zeigt sich dabei, dass der LIAB – bspw. über die Berücksichtigung von Teilzeiteffekten, der Informationen über die betriebliche Kapital- und Technologieausstattung, vor allem aber durch die hinreichende Identifizierbarkeit der Lohn- und Produktivitätsgleichung – eine vollständigere und methodisch angemessenere Analyse erlaubt als die bisherigen Untersuchungen. Ferner lässt es der Datensatz zu, zwischen dem Alter auf der einen Seite und der Seniorität – also der Dauer der Zugehörigkeit zu einem bestimmten Betrieb – auf der anderen Seite zu unterscheiden. Es wird zu sehen sein, dass diese Differenzierung, welche sich in nur wenigen bisherigen Arbeiten findet, eine zentrale Anforderung an eine sachgemäße Analyse des Einflusses des Alters auf den Zusammenhang von Produktivität und Entlohnung darstellt.

## 2 Alter, Lohn und Produktivität – Erklärungsansätze

Mit Blick auf die theoretischen Ansätze, aus welchen sich Hypothesen zum Einfluss des Alters oder aber der mit dem Lebensalter hoch korrelierten Größen von Arbeitsmarkt- und Betriebserfahrung auf das Verhältnis von Produktivität und die Entlohnung ableiten lassen, lassen sich grob drei Konzepte unterscheiden: die *Humankapitaltheorie*, die Theorie unvollständiger Verträge und die daraus resultierende *Anreizentlohnung* sowie *Job Search & Matching*.<sup>2</sup> Gemeinsam ist allen Ansätzen das Ziel, den in den entwickelten Ökonomien verbreiteten positiven Zusammenhang von Alter bzw. Seniorität und Lohn zu erklären. Die Ansätze unterscheiden sich indes erheblich in ihrer Aussage zum Verhältnis von Produktivität und Entlohnung im Erwerbsverlauf.

Mit Blick auf die *Humankapitaltheorie* (BECKER 1962, 1964; MINCER 1958, 1974; SCHULTZ 1960, 1961) ist zwischen der Entwicklung des Bestandes von generellem und betriebsgebundenem Humankapital zu differenzieren. Generelles Humankapital wird entsprechend des Wertgrenzproduktes entlohnt. Insofern sollten sich das Lohn- und das Produktivitätsprofil im Erwerbsverlauf deckungsgleich entwickeln, unabhängig davon, ob eine Person im Betrieb verbleibt oder wechselt. Für das betriebspezifische Humankapital gilt die Identität von Lohn und Produktivität nicht. Gemäß den Voraussagen des *Sharing*-Modells wird ein Beschäftigter im Betrieb zunächst über Produktivität, im späteren Erwerbsverlauf unter Produktivität entlohnt. Das Produktivitätsprofil ist demnach steiler als das Lohnprofil. Dies folgt daraus, dass der Betrieb einen Teil der anfänglichen Investitionskosten übernimmt, später aber auch am Ertrag der Investition beteiligt ist. Der Zusammenhang zwischen Produktivitäts- und Lohnprofil ist im Falle spezifischen Humankapitals indes nicht auf das Alter bzw. die Arbeitsmarkterfahrung bezogen, sondern auf die Dauer der Betriebszugehörigkeit oder Seniorität. Wird die Seniorität kontrolliert, sollten keine substantiellen Alterseffekte verbleiben.

Gänzlich gegenteilige Thesen lassen sich aus der Theorie der *Anreizentlohnung* im Sinne von LAZEARS *deferred payment* ableiten (LAZEAR 1979, 1981). Um das Problem des *moral hazard* zu vermeiden und Loyalität zu erzeugen, wird zu Beginn einer Beschäftigung unter Produktivität entlohnt, später hingegen darüber: Das Versprechen auf Lohnsteigerung mit zunehmender Betriebszugehörigkeit soll Wohlverhalten fördern. Es folgt, dass das Produktivitätsprofil einen flacheren Verlauf aufweist als das Lohnprofil. Auch hier fungiert nicht das Alter per se, sondern die Seniorität als Erklärungsgröße. Eine Aussage zum Verhältnis der beiden Verläufe über mögliche Betriebswechsel hinweg, liefert die Theorie ebenso wenig wie der Ansatz des spezifischen Humankapitals.

Auch die *Matching*-Erklärung bezieht sich auf die Seniorität (JOVANOVIC 1979). Allerdings wird das mit zunehmender Betriebszugehörigkeit steigende Lohnprofil nicht wie im Falle des spezifischen Humankapitals auf die positive Entwicklung der Produktivität zurückgeführt, sondern auf einen reinen Selektionseffekt. Idealtypisch bleibt demnach

---

<sup>2</sup> Vgl. zum Folgenden auch BELLMANN (1986); HUTCHENS (1986, 1989); FRANK & HUTCHENS (1993) und DAVERI & MALIRANTA (2007).

die tatsächliche Produktivität über die gesamte Beschäftigungsperiode konstant, währenddessen der Lohn zunimmt. Anders im Falle des *Job Search*-Ansatzes. Hier steigen Lohn und Produktivität mit zunehmender Arbeitsmarkterfahrung, weil neue, bessere Jobangebote nach und nach bekannt und besetzt werden (*between job wage growth*). Dabei gehen die Modelle davon aus, dass die höheren Löhne auf besserer Passung und damit höherer Produktivität im neuen Job beruhen. Produktivitäts- und Lohnprofile steigen somit beide mit dem Alter bzw. der Arbeitsmarkterfahrung an, wobei typischerweise ein Abflachen des Profils im mittleren Alter erwartet wird. Überdies sollte der reine Effekt von Seniorität auf Lohn und Produktivität bei Kontrolle der Arbeitsmarkterfahrung null sein, da Zuwächse nur qua Jobwechsel zu realisieren sind.

Es zeigt sich, dass sich die geschilderten Theorien hinsichtlich ihrer Vorhersagen zum Verhältnis von Lohn und Produktivität im Erwerbsverlauf substantiell unterscheiden. Einschränkend ist indes auch zu bemerken, dass eine vollständige Diskriminierung zwischen den Theorien auf Basis getrennter Identifikation der beiden Profile nicht möglich ist. So kann das gegenüber dem Produktivitätsverlauf steilere Lohnprofil Anreizgesichtspunkten geschuldet sein, aber auch die Matching-Erklärung kann hier greifen. Ferner sollte deutlich geworden sein, dass es wichtig ist, zwischen Effekten des Alters bzw. der Arbeitsmarkterfahrung und Effekten der Seniorität zu unterscheiden – ein Aspekt, der in den meisten existierenden empirischen Analysen weitgehend ausgeblendet bleibt, in der vorliegenden Untersuchung aber Berücksichtigung erfährt.

Abschließend sollen die Vorhersagen der Theorien zum Verhältnis von Alter bzw. Seniorität auf der einen und Produktivität bzw. Lohn auf der anderen Seite in Hypothesenform dargestellt werden. In der empirischen Analyse wird darauf zurückzukommen sein.

- (1) *Generelles Humankapital*: Das Alters-Produktivitäts- und das Alters-Lohnprofil unterscheiden sich nicht. Beide weisen einen monoton steigenden, aber konkaven Verlauf auf. Der Alterseinfluss ist unabhängig von Senioritätseffekten.
- (2) *Spezifisches Humankapital*: Das Senioritäts-Produktivitätsprofil verläuft flacher als das Senioritäts-Lohnprofil. Beide weisen eine positive Steigung auf und verlaufen konkav. Im Vergleich zu den erfahrenen Beschäftigten werden die übrigen Erfahrungsgruppen – insbesondere die Gruppen mit einer geringen betrieblichen Erfahrung – über Produktivität entlohnt. Ferner sollten die Alterseffekte nach der Kontrolle von Seniorität gering sein.
- (3) *Anreizentlohnung (deferred payment)*: Das Senioritäts-Produktivitätsprofil verläuft steiler als das Senioritäts-Lohnprofil. Im Vergleich zu den erfahrenen Beschäftigten werden die übrigen Erfahrungsgruppen – insbesondere die Gruppe mit sehr wenig Erfahrung – unter Produktivität entlohnt.
- (4) *Matching*: Sowohl das Senioritäts-Produktivitätsprofil als auch das Senioritäts-Lohnprofil weisen einen ansteigenden konkaven Verlauf auf. Das Alter hat keinen Einfluss auf Produktivität und Lohn, wenn die Senioritätseffekte kontrolliert werden.

- (5) *Job Search*: Sowohl das Alters-Produktivitätsprofil als auch das Alters-Lohnprofil weisen einen ansteigenden konkaven Verlauf auf. Die Seniorität hat keinen Einfluss auf Produktivität und Lohn, wenn die Alterseffekte kontrolliert werden.

### 3 Empirische Literatur

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der empirischen Forschung zum Verhältnis von Lohn und Produktivität im Erwerbsverlauf knapp skizziert werden. Dabei beschränkt sich die Skizze auf die Analysen mit Hilfe von Linked-Employer-Employee-Daten, da diese erstens auch in der vorliegenden Analyse zum Einsatz kommen und alternative Ansätze zur getrennten Identifikation von Lohn und Produktivitätsgleichung nicht bekannt sind.<sup>3</sup>

Das Vorgehen der empirischen Ansätze auf Basis von Linked-Employer-Employee Daten besteht in der Regel darin, sowohl die Entwicklung der Produktivität als auch der Lohnsumme einer Unternehmung auf Belegschaftsmerkmale und einige Kontrollgrößen zu regressieren. Als Belegschaftsmerkmale werden dabei neben der Qualifikationsstruktur die Alterszusammensetzung und die durchschnittliche Dauer der Betriebszugehörigkeit herangezogen. Im Ergebnis sind Aussagen darüber möglich, ob der Alters-Produktivitätsverlauf steiler oder weniger steil verläuft als das Alters-Lohnprofil.<sup>4</sup> Aus den Schätzern in den beiden Gleichungen lassen sich separate Produktivitäts-Lohnprofile generieren, die freilich nicht auf die einzelnen Individuen, sondern auf die betrieblichen Durchschnitte bezogen sind. In der Literatur finden sich Studien zu Japan, Frankreich, Finnland, USA, Israel, Norwegen Kanada und den Niederlanden. Die zentralen Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

---

<sup>3</sup> Das Fehlen derartiger Ansätze hat einen ökonomischen Grund: In dem Augenblick, wo die individuelle Produktivität einfach verifiziert werden kann, entfällt die Notwendigkeit von anreizorientierten Lohnschemata. Auf genau diesen Aspekt richtet sich aber das genuine Interesse eines Großteils der Forschung zum Verhältnis von Produktivität und Lohn.

<sup>4</sup> In den Studien wird mangels Informationen meist nur auf das Alter, nicht aber auf die Seniorität, also die Dauer der Betriebszugehörigkeit abgehoben. Eine Ausnahme bilden ILMAKUNNAS, MALIRANTA & VAINIOMÄKI (2004).

Tabelle 1

## Übersicht über Linked-Employer-Employee Evidenz zum Verhältnis von Alters-Produktivitäts- und Alters-Lohnprofilen

Studie	Land	Sektor	Ergebnis
OKAZAKI (1993)	Japan	Verarbeitendes Gewerbe	Löhne steigen mit Alter; Produktivität nur in großen Firmen, wobei Produktivität im niedrigen und im hohen Altersbereich unter dem Lohn liegt
CREPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE (2002)	Frankreich	Verarbeitendes Gewerbe & Dienstleistungssektor	Alters-Produktivitätsprofil ist umgekehrt u-förmig, Löhne steigen mit Alter monoton; Lohnüberhang besonders ausgeprägt im Verarbeitenden Gewerbe
HAEGELAND & KLETTE (1999)	Norwegen	Verarbeitendes Gewerbe	Löhne und Produktivität steigen mit Alter/ Erfahrung; im höheren Alter übersteigt der Lohn- den Produktivitätsanstieg
ILMAKUNNAS, MALIRANTA & VAINIOMÄKI (2004)	Finnland	Verarbeitendes Gewerbe	Lohnprofil steigt, Produktivitätsverlauf sinkt mit Seniorität; Alters-Produktivitäts- und Alters-Lohnprofil entwickeln sich konkav, Lohnprofil ist steiler
ILMAKUNNAS & MALIRANTA (2005)	Finnland	Privater Sektor	Schere zwischen Alters-Lohnprofil und Alters-Produktivitätsverlauf steigt mit zunehmendem Alter
DAVERI & MALIRANTA (2007)	Finnland	Ausgewählte Branchen des Verarbeitenden Gewerbes	Löhne und Produktivität steigen mit Seniorität/Erfahrung (traditionelle Branchen); Senioritäts-Produktivitätsprofil steigt nur anfangs, Senioritäts-Lohnprofil stetig (Technologiebranchen)
HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999)	USA	Verarbeitendes Gewerbe	Lohn- und Produktivitätsprofil steigt mit Alter; Steigungskoeffizienten der Profile statistisch nicht unterscheidbar
HELLERSTEIN & NEUMARK (2004)	USA	Verarbeitendes Gewerbe	Lohn- und Produktivitätsprofil steigt mit Alter; Lohnprofil ist steiler als Produktivitätsverlauf
HELLERSTEIN & NEUMARK (1995)	Israel	Verarbeitendes Gewerbe	Lohn- und Produktivitätsprofil steigt mit Alter; Steigungskoeffizienten der Profile statistisch nicht unterscheidbar
STOELDRAIJER & VAN OURS (2010)	Niederlande	Privater Sektor	Lohn- und Produktivitätsprofil zeigen flachen konkaven Verlauf; Profile sind nicht statistisch unterscheidbar
DOSTIE (2006)	Kanada	Privater Sektor	Löhne für Jüngere liegen unter Produktivität, Löhne für Ältere deutlich darüber

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse zeigen mit wenigen Ausnahmen<sup>5</sup>, dass sich Produktivitäts- und Lohnprofile im Erwerbsverlauf keineswegs deckungsgleich entwickeln. In der Regel zeichnen die Autoren ein Bild, wonach die Löhne schneller steigen als die Produktivität, gegen Anfang des Erwerbslebens herrsche Unterbezahlung vor, gegen Ende Überbezahlung.<sup>6</sup> Diese Befunde deuten die Autoren im Allgemeinen als Indiz für die Existenz von anreizkompatiblen Lohnverträgen im Sinne des *deferred payment* und gegen die humankapitaltheoretischen Ansätze. Dem ist indes entgegenzuhalten, dass die mit dem Alter zunächst ansteigenden Produktivitätsprofile *per se* für substantielle Humankapitaleffekte über weite Teile des Erwerbslebens sprechen, auch wenn die Entlohnung über diese Aspekte hinaus Anreizelemente enthalten dürfte. Freilich kann auch hier argumentiert werden, dass steigende Produktivitäten durch eine verbesserte Qualität des Matches verursacht sein können – im Erwerbsverlauf eben Positionen eingenommen werden, welche den Fähigkeiten des Beschäftigten besonders gut entsprechen. Dann allerdings ist die im höheren Alter abfallende Produktivität nicht adäquat erklärbar. Hier scheinen die Humankapitaltheorien die größte Erklärungskraft zu entfalten, da sie vorhersagen, dass Investitionen in neues Wissen, sei es genereller oder spezifischer Natur, mit dem Heranrücken des Renteneintrittes immer weniger lohnend werden. Abschließend ist somit festzuhalten, dass auch dieser Strang der empirischen Literatur kein eindeutiges Urteil zur Erklärungskraft der alternativen Theoriekonzepte erlaubt.

Ein Schwachpunkt der bisherigen Analysen besteht darin, dass nur sehr ungenügend – meist überhaupt nicht – zwischen Seniorität und Arbeitsmarkterfahrung unterschieden wird und daher bestimmte Schlussfolgerungen mit Blick auf die Diskriminierung der referierten Theorien vorschnell erscheinen. Ein zweites generelles Problem betrifft die fehlende Berücksichtigung einer simultanen Bestimmung von Lohn- und Produktivitätsgleichung. Zwar werden beide Gleichungen in der Regel gemeinsam geschätzt. Dies betrifft aber nur den Aspekt einer möglichen Korrelation der Fehlerterme in beiden Regressionen. Eine simultane Schätzung erfolgt hingegen nicht, obwohl die Theorien – insbesondere der Ansatz der anreizkompatiblen Vergütung – nahelegen, dass Löhne als Anreizmechanismus auf Produktivität wirken, umgekehrt die betriebliche Produktivität auch einen Bestimmungsgrund des Lohnniveaus darstellt. Im Übrigen kranken die Ansätze häufig daran, dass zentrale betriebliche Determinanten der Produktivität – Kapitaleinsatz, Alter des Betriebs, technische Ausstattung, Innovationsaktivitäten – nicht erfasst werden und so eine Verzerrung des Alterseinflusses nicht unwahrscheinlich ist. Der LIAB bietet die Möglichkeit, diesen Kritikpunkten in bisher nicht erreichter Weise

---

5 Die Ausnahmen beziehen sich auf STOELDRAIJER & VAN OURS (2010) sowie auf HELLERSTEIN & NEUMARK (1995) und HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999). Indes revidieren Letztere ihre Ergebnisse für die USA in ihrer Arbeit von 2004 deutlich (HELLERSTEIN & NEUMARK 2004).

6 Eine Ausnahme bilden die Ergebnisse für große Firmen in Japan. OKAZAKI (1993) zeigt für diese Unterstichprobe, dass auch im niedrigen Altersbereich Überbezahlung vorliegt und deutet dies als Indiz für das Sharing-Modell bei Existenz von spezifischem Humankapital. DE OLIVIERA, COHN & KIKER (1989) kommen auf der Basis von US-Individualdaten zu einem ganz ähnlichen Ergebnis. Demnach liegt das Senioritäts-Produktivitätsprofil nicht nur gegen Ende, sondern auch zu Beginn einer Beschäftigung unter der Lohnkurve. Dies wird ebenfalls dahingehend gedeutet, dass zwar Anreizgesichtspunkte eine erhebliche Rolle spielen, dass aber anfangs die Investitionen in spezifisches Humankapital im Sinne Beckers zu Teilen von der Firma getragen werden.

Rechnung zu tragen. Dies hat seinen Grund nicht zuletzt darin, dass im Gegensatz zu anderen Linked-Employer-Employee-Daten die betrieblichen Daten aus einer umfangreichen Unternehmensbefragung (IAB-Betriebspanel) stammen. Ferner ermöglicht das Verfahren zur Meldung zur Sozialversicherung, welches die Datengrundlage für die Belegschaftsmerkmale bildet, eine sehr präzise Differenzierung zwischen Seniorität auf der einen und Alter auf der anderen Seite. Damit stellt der LIAB eine äußerst ergiebige Datenquelle dar, um die aufgezeigte Fragestellung zu bearbeiten und die bisherige Forschung zu kontrastieren.

## 4 Ökonometrisches Modell

### 4.1 Betriebliche Produktionsfunktion

Das der Schätzung zugrundeliegende Modell geht auf HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999) sowie CREPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE (2002). Ausgegangen wird von einer für jeden Betrieb unterstellten Produktionsfunktion des Cobb-Douglas-Typs,<sup>7</sup> welche die Heterogenität des Faktoreinsatzes für Arbeit berücksichtigt:

$$(4.1) \quad Y = AK^\alpha \left( \sum_{i=1}^z q_i L_i \right)^{1-\alpha}$$

Hierbei steht  $Y$  für die Wertschöpfung des Betriebes,  $A$  bildet als totale Faktorproduktivität das technologische Niveau des Produktionsprozesses ab,  $K$  den Kapitaleinsatz und  $L_i$  den Einsatz des Faktors Arbeit, der sich aus  $z$  heterogenen Typen – z.B. aus verschiedenen Altersgruppen – zusammensetzt. Der Parameter  $q_i$  steht für die Produktivität des jeweiligen Typs. Deren additive Verknüpfung impliziert die Annahme perfekter Substituierbarkeit zwischen den einzelnen Komponenten. Die Parameter  $\alpha$  und  $\beta$  stellen die partiellen Produktionselastizitäten dar. Logarithmiert man die Gleichung und ergänzt einen Fehlerterm  $u$ , um das ökonomische Modell in ein ökonometrisches zu überführen, so ergibt sich:

$$(4.2) \quad \ln Y = \ln A + \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln \sum_{i=1}^z q_i L_i + u$$

Zur besseren ökonometrischen Handhabbarkeit lässt sich der Term des heterogenen Faktors Arbeit umformulieren, wobei  $L$  für die Gesamtmenge der eingesetzten Arbeit steht:

---

<sup>7</sup> Sowohl HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999) als auch CRÉPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE (2002) verweisen darauf, dass eine weniger restriktive Modellierung über eine TransLog-Funktion die Allgemeinheit der Ergebnisse nicht beeinträchtigt. Insofern scheint die Wahl einer Cobb-Douglas-Struktur gerechtfertigt.

$$(4.3) \quad \sum_{i=1}^z q_i L_i = q_1 L + \sum_{i=2}^z (q_i - q_1) L_i = q_1 L \left[ 1 + \sum_{i=2}^z \left( \frac{q_i}{q_1} - 1 \right) \frac{L_i}{L} \right]$$

Logarithmieren ergibt:

$$(4.4) \quad \ln \sum_{i=1}^z q_i L_i = \ln q_1 + \ln L + \ln \left[ 1 + \sum_{i=2}^z \left( \frac{q_i}{q_1} - 1 \right) \frac{L_i}{L} \right]$$

Durch Anwendung der Näherungsformel  $\ln(1+x) \approx x$  für kleine  $x$  lässt sich aus Gleichung (4.4) folgender Zusammenhang ableiten:<sup>8</sup>

$$(4.5) \quad \ln \sum_{i=1}^z q_i L_i = \ln q_1 + \ln L + \sum_{i=2}^z \lambda_i \frac{L_i}{L} \quad \text{mit } \lambda_i = \frac{q_i}{q_1} - 1$$

Der Parameter  $\lambda_i$  steht für die Produktivität des Typs  $i$  in Relation zur Produktivität der Referenzgruppe des Typs 1. Ein  $\lambda$  kleiner Null bedeutet der Definition zufolge eine geringere Produktivität der jeweiligen Gruppe im Vergleich zur Referenz, ein positives  $\lambda$  signalisiert dementsprechend eine höhere Produktivität. Die gesamte logarithmierte Produktionsfunktion kann nun umgeschrieben werden in:

$$(4.6) \quad \ln Y = \ln A + \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln L + (1 - \alpha) \left[ \ln q_1 + \sum_{i=2}^z \lambda_i \frac{L_i}{L} \right] + u$$

Bringt man  $\ln L$  auf die linke Seite und fasst zusammen, so ergibt sich eine Schätzgleichung für die auf den Arbeitseinsatz  $L$  standardisierte Wertschöpfung:

$$(4.7) \quad \ln \frac{Y}{L} = \ln A + \alpha \ln \frac{K}{L} + (1 - \alpha) \left[ \ln q_1 + \sum_{i=2}^z \lambda_i \frac{L_i}{L} \right] + u$$

In die resultierende Schätzgleichung gehen für jeden Betrieb somit dessen technologisches Niveau, der Kapitaleinsatz, das eingesetzte Arbeitsvolumen sowie der Anteil der Beschäftigten eines bestimmten Typs an der Gesamtzahl der Belegschaft eines Betriebes ein. Geschätzt werden die partiellen Produktionselastizitäten und die Parameter, welche die relative Produktivität im Vergleich zur Referenzgruppe angeben.

Unterstellt man zur Veranschaulichung vier Typen von Arbeitskräften – differenziert in jung und alt ( $j/a$ ) sowie in weiblich und männlich ( $w/m$ ) – so resultierte folgende Gleichung:

---

<sup>8</sup> Die Näherungsformel wird im Allgemeinen angewendet, wenn  $x$  deutlich kleiner als 1 ist. Dies kann im vorliegenden Fall angenommen werden, da schon sehr unrealistische Produktivitätsunterschiede zwischen den Gruppen angesetzt werden müssen, damit  $x$  einen Wert von deutlich über 0,1 annimmt.

$$(4.8) \quad \ln \frac{Y}{L} = \ln A + \alpha \ln \frac{K}{L} + (1 - \alpha) \left[ \ln q_{jw} + \lambda_{jm} \frac{L_{jm}}{L} + \lambda_{am} \frac{L_{am}}{L} + \lambda_{aw} \frac{L_{aw}}{L} \right] + u$$

Im Beispiel fungieren die jungen weiblichen Arbeitskräfte ( $jw$ ) als Referenzgruppe. Ist die Produktivität eines Typus größer als die der Referenz ( $\lambda_{xx} > 0$ ), dann ergibt sich ein positiver Produktionsbeitrag dieser Gruppe. Dieser wirkt umso stärker, je höher der Anteil des jeweiligen Typs an der Gesamtzahl der Arbeitskräfte ist ( $L_{xx}/L$ ).

## 4.2 Betriebliche Lohnfunktion

Die Schätzung der betrieblichen Lohnfunktion erfolgt ebenfalls in Anlehnung an HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999) und CREPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE (2002). Dabei fungiert die Lohn- und Gehaltssumme  $W$ , welche auf den Arbeitseinsatz  $L$  standardisiert wird, als abhängige Variable. Diese wird – vergleichbar zum Vorgehen in der Produktivitätsfunktion – durch die Beschäftigtenmerkmale erklärt:

$$(4.9) \quad \frac{W}{L} = \sum_{i=1}^z w_i \frac{L_i}{L} = w_1 L \left[ 1 + \sum_{i=2}^z \left( \frac{w_i}{w_1} - 1 \right) \frac{L_i}{L} \right]$$

Wiederum wird die gebräuchliche Variante einer logarithmierten Spezifikation des ökonomischen Modells gewählt – nicht zuletzt um ein zur Schätzung der Produktionsfunktion vergleichbares Vorgehen zu realisieren:

$$(4.10) \quad \ln \frac{W}{L} = \ln w_1 L + \ln \left[ 1 + \sum_{i=2}^z \mu_i \frac{L_i}{L} \right] + v \quad \text{mit} \quad \mu = \frac{w_i}{w_1} - 1$$

Unter Berücksichtigung der Näherungsformel  $\ln(1+x) \approx x$  für kleine  $x$  lässt sich folgende Gleichung ableiten:<sup>9</sup>

$$(4.11) \quad \ln \frac{W}{L} = \ln w_1 L + \sum_{i=2}^z \mu_i \frac{L_i}{L} + v$$

Für die Einschätzung des Verhältnisses von Lohn und Produktivität für spezifische Beschäftigtenmerkmale – insbesondere für das Alter und die Seniorität – ist der Vergleich der beiden Parameter  $\lambda$  und  $\mu$  heranzuziehen. Ist bspw. das  $\lambda$  einer spezifischen Beschäftigtengruppe signifikant größer als das  $\mu$  dieser Gruppe, so liegt deren Produktivitätsbeitrag über der Entlohnung, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese Relation immer mit Blick auf die Referenzgruppe zu verstehen ist.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Auch im Fall der Lohngleichung kann diese Näherungsformel angewendet werden, da sehr unrealistische Lohnunterschiede zwischen den Gruppen angesetzt werden müssen, damit  $x$  über einen Wert von deutlich über 0,1 steigt.

<sup>10</sup> Für einen Nachweis dieser Interpretation vgl. HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999).

### 4.3 Heterogenitätsparameter

In der Darstellung der Produktivitäts- und Lohngleichung wurde bisher darauf verzichtet, die zu untersuchenden Heterogenitätsparameter des Faktors Arbeit zu bestimmen. Im folgenden Abschnitt gilt es daher zu klären, welche individuellen Charakteristika die Produktivität und damit auch die Entlohnung von Erwerbstätigen beeinflussen und welche Erwartungen bezüglich ihrer Wirkung bestehen.

Von der Fragestellung vorgegeben ist die Alters- und die Senioritätsdimension. Nach den Befunden der ökonometrischen Literatur (SKIRBEKK 2004; STOELDRAIJER & VAN OURS 2010) sollte sich hierbei ein negativer Einfluss der ältesten und der jüngsten Altersgruppe ergeben. Um differenzierte Aussagen treffen zu können, werden vier Altersklassen unterschieden (15-30, 31-40, 41-50, 51+ Jahre). Da die untersuchungsleitende Fragestellung primär durch die demographisch bedingte Alterung von Belegschaften motiviert ist und somit die Produktivität der Älteren im Fokus steht, werden die Arbeitskräfte im Alter von über 50 Jahren als Referenzgruppe gewählt. Die Akkumulation von Seniorität bzw. betrieblicher Erfahrung – gemessen als Dauer der Betriebszugehörigkeit – scheint nur im Anfangsstadium einer konkreten Beschäftigung produktivitätsfördernd zu sein, gemäß ILMAKUNNAS, MALIRANTA & VAINIOMÄKI (2004) ist deren positiver Beitrag bereits nach 3 Jahren erschöpft. Vor diesem Hintergrund wird der Einfluss der betrieblichen Erfahrung über den Anteil der Beschäftigten mit einer Betriebszugehörigkeit von bis 1 Jahr, 1-3 Jahren, 3-5 Jahren, 5-10 Jahren und über 10 Jahren in die Schätzung einbezogen. Als Referenz fungiert die Gruppe mit der längsten Betriebszugehörigkeit.

Neben dem Alter und der Seniorität sollte die Ausbildung der Beschäftigten Berücksichtigung finden, da diese offenkundig einen starken Einfluss auf die Produktivität und die Entlohnung der Beschäftigten ausübt. Die empirische Literatur, welche sich auf Linked-Employer-Employee-Daten stützt, zeigt einen positiven Zusammenhang von formaler beruflicher Qualifikation und Produktivität (HALTIWANGER, LANE & SPLETZER 1999; HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE 1999; CREPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE 2002). In der vorliegenden Untersuchung wird zwischen Beschäftigten ohne Berufsabschluss, mit beruflicher Ausbildung bzw. Fachabitur und mit tertiärer Qualifikation (Fachhochschule/Hochschule) unterschieden, wobei die Gruppe der Beschäftigten ohne Berufsabschluss als Referenz fungiert. Die besprochene empirische Literatur liefert des Weiteren Indizien dafür, dass auch das Geschlecht auf die individuelle Produktivität und den Lohn der Beschäftigten wirkt (CREPON, DENIAU & PEREZ-DUARTE 2002; HALTIWANGER, LANE & SPLETZER 1999; HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE 1999). So wird für Frauen in der Regel ein negativer Produktivitäts- und Lohneffekt geschätzt. Im Folgenden wird daher auch der Anteil der Frauen an der Gesamtbelegschaft in die Regression implementiert.

Im Rahmen der vier Kategorien (Alter, Seniorität, Ausbildung, Geschlecht) ergeben sich insgesamt 14 Merkmale, welche zu 120 Typen von Arbeitskräften kombiniert werden könnten. Gemäß den Schätzgleichungen (4.7) und (4.11) müssten alle neben der Referenzgruppe verbleibenden 119 Typen in die Schätzung eingehen. Da dies einerseits

Freiheitsgrade kostet, andererseits zu einer schwer interpretierbaren Mannigfaltigkeit von geschätzten Parametern führt, wird in Übereinstimmung mit HELLERSTEIN, NEUMARK & TROSKE (1999) zunächst die vereinfachende Annahme getroffen, dass die Produktivitäts- und Lohnverteilung der betrachteten Dimension unabhängig ist von der Verteilung der übrigen Dimensionen. Ein  $\lambda$  bzw.  $\mu$  von 1 für die 31-40-Jährigen bedeutete dann z.B., dass Beschäftigte dieses Alters im Vergleich zur Referenzgruppe doppelt so produktiv sind bzw. doppelt so hoch entlohnt würden, gleich ob dies innerhalb der Gruppe der Frauen, Männer, Geringqualifizierten etc. betrachtet wird. Das Verhältnis ist mithin über die Gruppengrenzen hinweg gültig. Die Zahl der zu schätzenden Heterogenitätsparameter reduziert sich so auf 10.

## 5 Empirisches Vorgehen

### 5.1 Schätzansatz

Zur Schätzung des Zusammenhangs von Lohn und Produktivität in Abhängigkeit vom Alter bzw. der Seniorität werden zwei alternative Schätzansätze verwendet. Einerseits wird eine *Seemingly unrelated regression*-Schätzung (SURE) ausgeführt. Diese Schätzung erlaubt eine Korrelation des Fehlerterms der Produktivitäts- und der Lohngleichung. Im vorliegenden Kontext erscheint dies durchaus sinnvoll, dürften Betriebe, welche aufgrund unbeobachteter Eigenschaften in der Produktivitätsgleichung eine hohe Abweichung vom geschätzten Zusammenhang aufweisen, sich doch auch in der Lohngleichung vom vorhergesagten Wert unterscheiden.<sup>11</sup> Indes scheint es aus theoretischer Sicht auch gerechtfertigt, ein voll-simultanes Modell zu schätzen. Demnach wären nicht nur die Fehlerterme der Gleichungen korreliert, vielmehr wirkte die betriebliche Produktivität auch auf das Lohnniveau und vice versa das Lohnniveau auch in der Produktivitätsgleichung. Der erste Zusammenhang folgt daraus, dass Löhne über das Gewinnmaximierungskalkül an die Produktivität von Unternehmen gekoppelt sein sollten – wenn auch nicht stets im strikten neoklassischen Sinne einer unmittelbaren Identität von Wertgrenzprodukt und Lohn. Die umgekehrte Relation folgt aus den Ansätzen der Effizienzlohntheorien, wonach Unternehmen aus Anreizgesichtspunkten Löhne über dem Marktgleichgewicht zahlen, um einen höheren effektiven Arbeitseinsatz ihrer Belegschaft abzurufen. Im vorliegenden Ansatz wird diese simultane Struktur des Problems über eine *Three-Stage-Least-Square*-Schätzung (3SLS) realisiert. Die Angemessenheit der gewählten Spezifikation ist durch Tests auf Exogenität, Orthogonalität und Geeignetheit der Instrumente zu prüfen.

Die Instrumentierung erfolgt im simultanen Ansatz derart, dass in der Lohngleichung die Existenz betrieblicher Institutionen einbezogen wird, welchen ein Einfluss auf die Lohnfindung zugesprochen werden kann (Betriebsrat, Tarifierbindung). Überdies werden Variablen einbezogen, welche die Machtposition von Arbeitnehmern und Arbeitge-

---

<sup>11</sup> Die Korrelation der Störterme sollte positiv sein, kann doch vermutet werden, dass ein unbeobachteter Faktor, der die Produktivität treibt, z.B. Managementqualität, auch den Lohn positiv beeinflusst.

ber in den Lohnverhandlungen abzubilden suchen (Fachkräftemangel, Besetzungspässe, offene Stellen). In der Produktivitätsgleichung hingegen finden sich betriebliche Charakteristika, welche keinen *direkten* Einfluss auf die Löhne haben sollten: Kapitalstock, Technologische Ausstattung, Alter des Betriebs, Weiterbildungs- sowie FuE-Aktivitäten.

## 5.2 Daten

Als Datenbasis wird der LIAB-Datensatz des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) herangezogen, welcher aus den Daten der IAB-Betriebspanel-Erhebungen besteht, die durch Individualdaten der in den Panelbetrieben sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ergänzt werden.<sup>12</sup> Die Personendaten stammen aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit und weisen als prozessproduzierte Daten im Rahmen der Meldung zur Sozialversicherung eine hohe Qualität auf. Die Daten des Betriebspanels werden hingegen durch eine jährliche Befragungsaktion generiert, an der je Welle ca. 15.000 deutsche Betriebe beteiligt sind. Für die vorliegende Fragestellung des Einflusses der Alterung auf die Produktivität ist der LIAB-Datensatz insofern nützlich, als die über das Betriebspanel erhobenen Daten zur betrieblichen Wertschöpfung mit den relevanten Individualdaten der im jeweiligen Betrieb sozialversicherungspflichtig Beschäftigten kombiniert werden können. So ist eine Aussage darüber möglich, wie die Zusammensetzung der Belegschaft die Leistungsfähigkeit beeinflusst. In einem ersten Schritt werden dazu die Individualdaten auf Betriebsebene aggregiert. Im Resultat ergeben sich für jeden Betrieb des Panels die Anteile der Beschäftigten entsprechend der identifizierten Merkmale von Alter, Dauer der Betriebszugehörigkeit, Ausbildung und Geschlecht. Im zweiten Schritt werden die errechneten Werte mit den Daten des IAB-Betriebspanels verknüpft.

Im konkreten Vorgehen der Querschnittsuntersuchung werden die Individualdaten von 2004 herangezogen, welche dann mit den Betriebspanelwellen der Jahre 2005 und 2004 kombiniert werden. Das Zusammenspielen dieser Betriebspanelwellen ist erforderlich, da sich einige der in der Untersuchung benötigten Variablen auf das Befragungsjahr, andere hingegen auf das Jahr vor der Befragung beziehen. Aus Homogenitätsgründen wird die Auswertung nur für das Verarbeitende Gewerbe durchgeführt. Um hinreichend besetzte Altersklassen zu gewährleisten, werden darüber hinaus nur Betriebe mit einer Beschäftigtenzahl von mindestens 10 Personen in die Analyse einbezogen. Nach der Bereinigung um Betriebe, für welche keine oder wenig plausible Angaben vorliegen, gehen noch 1615 Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe in die Schätzung ein. Tabelle 2 beschreibt die Verteilung der einzelnen Heterogenitätsparameter, wobei nur die in der Schätzung verwendeten Fälle berücksichtigt werden.

Tabelle 2

---

<sup>12</sup> Eine detaillierte Beschreibung des LIAB bieten ALDA (2005) sowie ALDA & HERRLINGER (2005). In der Untersuchung findet das Querschnittsmodell des LIAB in der Version 1 Anwendung.

Durchschnittlicher Anteil eines Typus an der Belegschaft, 2004<sup>a</sup>

	Mittelwert	Std.abw.	Min	Max
<i>Alter</i>				
Anteil der 15-30-Jährigen	0,19	0,10	0,01	0,75
Anteil der 31-40-Jährigen	0,26	0,09	0,02	0,67
Anteil der 41-50-Jährigen	0,30	0,09	0,02	0,65
Anteil der 51+ Jahre	0,25	0,11	0,02	0,67
<i>Seniorität</i>				
Max. 1 Jahr im Betrieb	0,09	0,09	0,00	0,78
1-3 Jahre im Betrieb	0,16	0,15	0,00	1,00
3-5 Jahre im Betrieb	0,14	0,14	0,00	0,99
5-10 Jahre im Betrieb	0,24	0,19	0,00	0,96
Über 10 Jahre im Betrieb	0,36	0,26	0,00	0,98
<i>Berufliche Bildung</i>				
Anteil ohne Berufsabschluss	0,18	0,17	0,00	1,00
Anteil mit Berufsabschluss	0,74	0,17	0,00	1,00
Anteil mit tertiärem Abschluss	0,08	0,11	0,00	1,00
<i>Geschlecht</i>				
Frauenanteil	0,28	0,20	0,00	0,96

a Fälle, die in die Regression eingehen.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Die abhängige Variable  $Y$  in Gleichung (4.7) wird über die Bruttowertschöpfung, also über die Differenz aus Umsatz und Vorleistungen berechnet. Die Angaben hierzu stammen aus dem Betriebspanel, sie sind mithin über Fragebögen erfasst und weisen recht hohe Fehlwerte, insbesondere hinsichtlich der Einschätzung der Vorleistungen auf. Der Kapitaleinsatz  $K$  wird im Panel nicht erfragt, so dass ein Proxy gebildet werden muss, welcher sich aus den vorgenommenen Ersatzinvestitionen der Jahre 2003 und 2004 berechnet. Das Arbeitsvolumen  $L$  wird über die Gesamtzahl der zum Befragungszeitpunkt im Betrieb Beschäftigten gemessen, wobei diese Größe um die Anzahl der Teilzeitbeschäftigten, die Zahl der Auszubildenden und die durchschnittliche Jahresarbeitszeit im Betrieb korrigiert wird.<sup>13</sup> Somit kann eine Annäherung an die tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden erreicht werden. Diese Anpassung ist insbesondere mit Blick auf die unterschiedlichen altersspezifischen Teilzeitquoten von Belang (vgl. Tabelle 3). Blicke dieser Effekt unberücksichtigt, so unterschätzte man die Produktivität der Beschäftigten in der höchsten Altersgruppe.

<sup>13</sup> Die aus den Personendaten stammenden Angaben zur Stellung im Beruf machen die Identifikation der Auszubildenden sowie zweier Teilzeitgruppen (bis 50% / über 50% der Vollarbeitszeit) möglich. Die jeweilige Person geht dann mit einem Gewicht von 25% (Teilzeit gering), 50% (Azubi), 75% (Teilzeit hoch) in die Zählung der Beschäftigten ein. Die Zahl der Arbeitsstunden ergibt sich aus der aufs Jahr hochgerechneten durchschnittlichen Wochenarbeitszeit, welche im IAB-Betriebspanel abgefragt wird.

Der Stand der Technologie *A* wird über die Angaben zum Alter der technischen Anlagen (1=neuester Stand ... 5=völlig veraltet) operationalisiert, wobei diese als Dummies in die Schätzung eingehen. Die aus der Beschäftigtenstatistik errechnete Belegschaftsstruktur (Alter, Seniorität, Ausbildung, Geschlecht) bezieht sich auf die Gesamtzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Es wird im Folgenden allerdings angenommen, dass sich die jeweiligen Anteile auch auf die Gesamtzahl der Beschäftigten eines Betriebes übertragen lassen.

Tabelle 3

Durchschnittlicher Anteil der Teilzeitbeschäftigten an den Beschäftigten der jeweiligen Altersklasse für Betriebe mit mindestens 10 Beschäftigten, 2004<sup>a</sup>

Altersgruppe	Teilzeitquote
15-30 Jahre	0,064
31-40 Jahre	0,078
41-50 Jahre	0,080
51+ Jahre	0,178

a Fälle, die in die Regression eingehen.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Neben den in der Schätzgleichung enthaltenen Größen werden einige Kontrollvariablen einbezogen, welche unbeobachtbare Effekte und Strukturbrüche isolieren sollen. Zunächst wird ein Dummy einbezogen, welcher das Alter des Betriebes misst (1=Gründung vor 1990).<sup>14</sup> Dies geschieht vor dem Hintergrund der zu erwartenden Korrelation von Firmen- und Beschäftigtenalter, welche durch die Variable zumindest annähernd unterschieden werden können. Ferner wird der produktivitätsrelevante Einfluss von betrieblichen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie von Weiterbildungsmaßnahmen über gesonderte Variablen kontrolliert. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Branchen- und Regionalstrukturen – gerade auch hinsichtlich der Faktorpreise – werden Dummies für den Wirtschaftszweig, die Ost/West-Zugehörigkeit (1=West) und die Größenklasse des Betriebs implementiert. Zudem wird die Eigentumsstruktur des Betriebes kontrolliert. In der Lohnschätzung kommen weitere Variable zum Einsatz. Die betrieblichen Institutionen, welche einen Einfluss auf die Lohnfindung ausüben, werden über drei Dummy-Variablen implementiert. Sie weisen jeweils den Wert ein auf, wenn der Betrieb einen Betriebsrat besitzt bzw. einem Branchentarifverband angehört oder aber einen Haustarifvertrag nutzt. Die Verhandlungsposition von Nachfragern und Anbietern auf dem regionalen Arbeitsmarkt wird über drei Variablen abgebildet. Erstens wird eine Dummy-Variable einbezogen, welche die Einschätzung des Managements über das Vorliegen einer Fachkräftelücke wiedergibt. Die zweite Dummy-Variable weist den Wert eins auf, wenn das Unternehmen in der Referenzperiode offene Stellen zu besetzen hatte, de facto aber nicht eingestellt wurde. Drittens wird

<sup>14</sup> Das konkrete Gründungsjahr vor 1990 wird im IAB-Betriebspanel nicht erfragt. Daher wird eine Dummy-Variable konstruiert.

das Verhältnis von offenen Stellen zur Zahl der Gesamtbeschäftigten in die Lohngleichung einbezogen.<sup>15</sup>

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass in den Schätzungen ungewichtete Werte verwendet werden. Dieses Vorgehen ist im Rahmen der OLS-Methode dann ratsam, wenn die Schichtungskriterien der Stichprobe selbst als Regressoren in die Schätzung eingehen (WINSHIP & RADBILL 1994). Dies sollte im vorliegenden Fall der Fall sein, da die genuinen Schichtungsmerkmale des IAB-Betriebspanels (Branchenzugehörigkeit und Größenklasse, vgl. BELLMANN, KOHAUT & LAHNER (2002)) direkt oder indirekt als exogene Variablen Berücksichtigung finden.

## 6 Ergebnisse

Der Zusammenhang zwischen dem Alters-Produktivitäts- und dem Alters-Lohnprofil bzw. dem Senioritäts-Produktivitäts- und Senioritäts-Lohnprofil wird mittels zweier verschiedener ökonomischer Verfahren geschätzt. Tabelle 4 enthält die Ergebnisse für die Schätzung eines *Seemingly unrelated regression* Modells (SURE), welches auch in der bisherigen Literatur Verwendung findet.<sup>16</sup> Die Schätzung erlaubt eine Korrelation des Störterms der Produktivitäts- und der Lohngleichung. Mit anderen Worten wird damit dem Problem Rechnung getragen, dass unbeobachtbare Firmenspezifika sowohl die betriebliche Lohnsumme als auch die Produktivität beeinflussen. In der Konsequenz kann das Modell effizienter geschätzt werden als im Kleinste Quadrate-Kontext. Im SURE-Modell wird indes davon abgesehen, dass die betriebliche Produktivität selbst einen Einfluss auf die betriebliche Lohnsumme und vice versa haben kann. Dies wird erst im simultanen Modell der *Three-Stage-Least-Square*-Regression (3SLS) berücksichtigt, welche sich in Tabelle 5 findet. Aufgrund der Komplexität und der theoretischen Fundierung des simultanen Ansatzes sind die damit generierbaren Aussagen zwar reicher und der Fragestellung eher angemessen. Andererseits erfordert das Verfahren eine hinreichende Identifikation der einzelnen Gleichungen des simultanen Systems, um sinnvoll geschätzt und interpretiert werden zu können. Da die Identifikation der Gleichungen aufgrund von Restriktionen bezüglich der verfügbaren betrieblichen Informationen aber auch fehlender theoretischer Konzepte nie ganz zweifelsfrei bewältigt werden kann, erscheint es gerechtfertigt, die Diskussion der Ergebnisse zunächst mit dem SURE-Modell zu beginnen.

Mit Blick auf den Zusammenhang von Alter, Seniorität und Produktivität zeigt sich zunächst eine eher moderate Erklärungskraft des Modells mit einem  $R^2$  von 31%. Hinsichtlich des primär interessierenden Alterseffektes ist ein klarer umgekehrt u-förmiger

---

<sup>15</sup> Die Variablen dürften miteinander korreliert sein. Da die Funktion dieser Größen aber letztlich in der Identifikation der Lohngleichung liegt, ist Multikollinearität hier unschädlich.

<sup>16</sup> Im vorliegenden Kapitel werden nur die Ergebnisse der Schätzungen mit Alters- und Senioritätsvariablen dargestellt. Im Anhang finden sich die Schätzergebnisse für die Regressionen, wenn entweder die Alters- oder die Senioritätsvariablen implementiert sind (vgl. die Anhangstabellen A1 bis A4).

Verlauf erkennbar – also das Ergebnis, was die meisten bisherigen Studien auf Basis von Linked-Employer-Employee-Datensätzen finden. Der Anteil der Beschäftigten der jüngsten Altersgruppe wirkt dabei im Vergleich zur Referenzgruppe der über 50-Jährigen signifikant negativ auf die betriebliche Produktivität, demgegenüber wirkt sich ein hoher Anteil der 41-50-Jährigen besonders produktivitätsfördernd aus. Mit Blick auf die Seniorität zeigt sich ein ähnliches, aus statistischer Sicht aber weniger signifikantes Bild. Wiederum verlaufen die geschätzten Koeffizienten umgekehrt u-förmig, mit einem Maximum für die Gruppe der ein bis drei Jahre im Betrieb Beschäftigten. Indes sind die Unterschiede im Vergleich zur Referenzgruppe der über zehn Jahre im Betrieb Tätigen zu gering bzw. die Streuung der Effekte zu hoch, als dass sich ein statistisch nachweisbarer Einfluss ergäbe.

Die Regression der Lohngleichung, welche die Güte der Produktivitätsgleichung mit einem  $R^2$  von 57% übertrifft, liefert grundsätzlich eine ganz ähnliche Struktur der Parameterschätzer wie die Produktivitätsgleichung. Insbesondere die Vorzeichen gleichen sich für die meisten der einbezogenen Belegschaftsmerkmale. Dies spricht zunächst für eine gewisse Korrelation des Produktivitätsbeitrages einer Gruppe und deren Entlohnung. So zeigt sich eine umgekehrt-u-förmige Struktur der Entlohnung der Altersgruppen. Mehr Humankapital führt ferner nicht nur zu höherer Produktivität, sondern ebenfalls zu einer höheren Entlohnung. Ähnliches gilt mit Blick auf die Entlohnung von Frauen oder aber auf betrieblicher Ebenen für den Unterschied zwischen ost- und westdeutschen Firmen. Die Gruppe mit der geringeren Produktivität weist in all diesen Fällen auch eine geringere Entlohnung auf. Einzig in Bezug auf die Seniorität ist der Verlauf des Produktivitäts- und des Lohnprofils bereits vom Muster her verschieden. Während die Produktivität einen umgekehrt-u-förmigen, wenn auch recht flachen Verlauf aufweist, steigt das Lohnprofil monoton an – allerdings wiederum nur mit geringem Anstieg.

Tabelle 4  
Ergebnisse der SURE-Regression<sup>a</sup>

Abhängige Variable	(1) Log Produktivität		(2) Log Lohn		(3) ≠
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert	p-Wert
<i>Heterogenitätsparameter</i>					
Lebensalter (Referenz: 51+)					
Anteil 15-30 Jahre	-0,66**	-2,97	-0,37**	-4,06	0,18
Anteil 31-40 Jahre	0,37	1,70	0,23**	2,63	0,51
Anteil 41-50 Jahre	0,77**	3,10	0,06	0,55	0,00**
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)					
Anteil bis 1 Jahr	-0,39	-1,78	-0,27**	-3,06	0,59
Anteil 1-3 Jahre	0,24	1,88	-0,09	-1,83	0,01**
Anteil 3-5 Jahre	0,17	1,36	-0,03	-0,52	0,11
Anteil 5-10 Jahre	0,04	0,39	-0,02	-0,41	0,57
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)					
Anteil mit Berufsabschluss	0,40**	3,48	0,17**	3,78	0,05*
Anteil tertiärer Abschluss	1,04**	5,33	0,85**	11,00	0,32
Anteil Frauen	-0,83**	-7,94	-0,29**	-6,70	0,00**
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,29**	5,19	0,36**	21,38	0,18
<i>Instrumente für Produktivität</i>					
Log Kapitaleinsatz	0,01**	3,12	-	-	
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)					
Note 2	-0,01	-0,14	-	-	
Note 3	-0,03	-0,53	-	-	
Note 4	-0,19	-1,88	-	-	
Note 5 (Völlig veraltet)	-0,08	-0,26	-	-	
Weiterbildung (0/1)	0,06	1,65	-	-	
F&E-Aktivität (0/1)	0,03	0,69	-	-	
Gründung vor 1990 (0/1)	0,02	0,48	-	-	
<i>Instrumente für Entlohnung</i>					
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,11**	5,69	
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,06**	3,77	
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,01	0,46	
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	0,22	
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,03	-0,55	
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,21	0,70	
R <sup>2</sup>	0,313		0,574		
Beobachtungen	1615		1615		

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Freilich bedeutet die Übereinstimmung des Vorzeichens in der Produktivitäts- und Lohngleichung noch nicht, dass tatsächlich eine produktivitätsgemäße Entlohnung erfolgt. Um darüber eine statistisch gesicherte Aussage machen zu können, muss zunächst der Wald-Test auf Gleichheit der Parameterschätzer in den beiden Gleichungen heran gezogen werden. Der Test ist in der letzten Spalte dargestellt. Demnach lässt sich gesichert behaupten, dass die produktivste Altersgruppe der 41-50-Jährigen unter Produktivität entlohnt wird – wenn man das Verhältnis von Produktivität und Lohn der über 50-Jährigen als Referenz heranzieht. Ähnliches gilt im Bereich der Seniorität für die Gruppe der Beschäftigten mit einer betrieblichen Erfahrung von ein bis drei Jahren. Auch diese werden unter ihrem Produktivitätsbeitrag entgolten. Derselbe Zusammenhang trifft auf die Beschäftigten mit Berufsabschluss zu, Frauen hingegen werden über ihrem Produktivitätsbeitrag entlohnt. Bei der Interpretation ist immer zu berücksichtigen, dass sich die Schätzer auf die Referenzgruppe beziehen. Deren Produktivitäts-Lohn-Relation wird durch das gewählte Schätzverfahren implizit auf eins normiert. Eine Entlohnung über bzw. unter Produktivität bedeutet dann de facto, dass das Produktivitäts-Lohn-Verhältnis der betrachteten Gruppe über bzw. unter der Relation für die Referenzgruppe liegt.

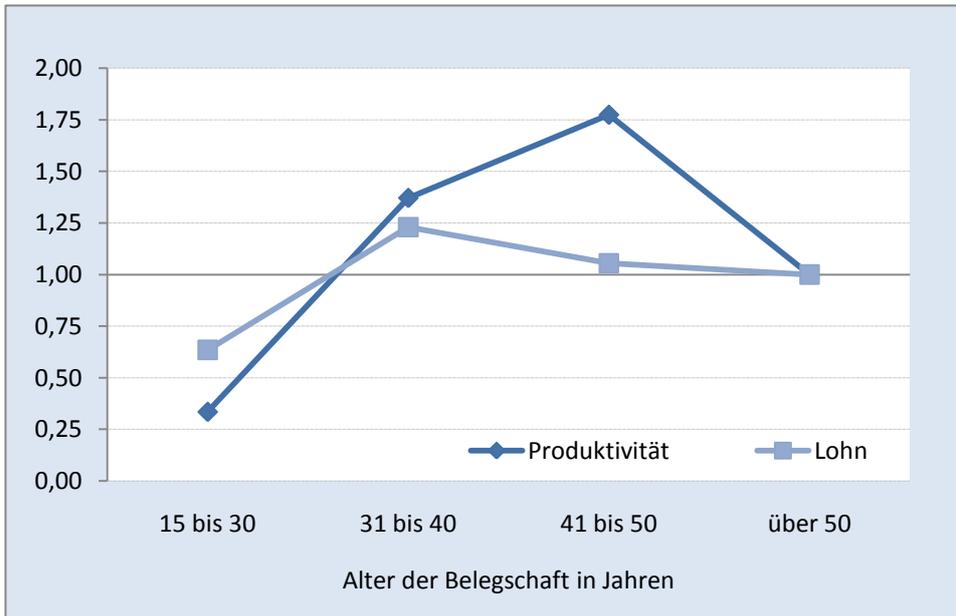
Um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, sind in Abbildung 1 und 2 die in der SURE-Regression geschätzten Verläufe des Lohn- und Produktivitätsprofils grafisch veranschaulicht. Es ist zu sehen, dass die statistisch gesicherten Unterschiede in den Schätzern die Gruppen betreffen, welche den größten Abstand zwischen Lohn und Produktivität aufweisen.<sup>17</sup> Auch hier ist darauf zu verweisen, dass das Produktivitäts-Lohn-Verhältnis der Referenzgruppe auf eins normiert ist. Wählte man eine andere Gruppe als Referenz, müssten beide Kurven so verschoben werden, dass die Referenzgruppe einen Wert von eins für beide Kurven aufwiese. Eine sachgemäße Interpretation der Ergebnisse kann mithin nicht auf die absolute Position der Kurven, auch nicht auf den absoluten Abstand beider Kurven, sondern einzig auf die Form, insbesondere auf das Verhältnis der Steigung beider Kurven rekurrieren.

---

<sup>17</sup> Das ist nicht trivial, da nicht nur der Abstand der geschätzten Parameter, sondern ebenfalls die Streuung in den Test auf Gleichheit der Parameter eingehen.

Abbildung 1

Geschätzter Einfluss des Anteils der Altersgruppen auf die betriebliche Produktivität und Lohnsumme<sup>a</sup>

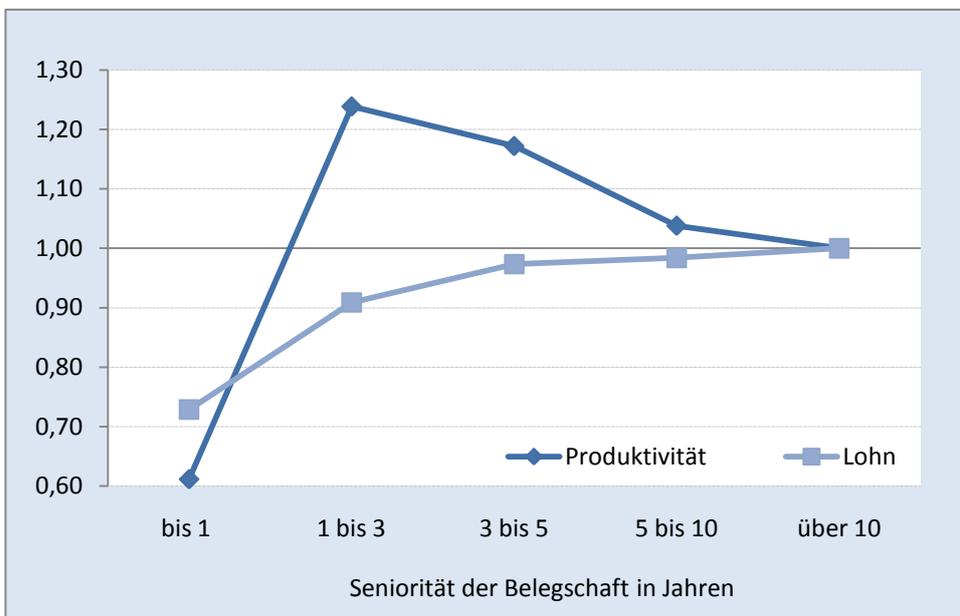


a Der Parameter für die Beschäftigten im Alter von über 50 Jahren ist auf 1 normiert.

Quelle: LIAB. Eigene Darstellung auf Basis SURE-Schätzung.

Abbildung 2

Geschätzter Einfluss des Anteils der Senioritätsgruppen auf die betriebliche Produktivität und Lohnsumme<sup>a</sup>



a Der Parameter für die Beschäftigten im Alter von über 50 Jahren ist auf 1 normiert.

Quelle: LIAB. Eigene Darstellung auf Basis SURE-Schätzung.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen bei der Interpretation der Kurven lassen sich aus den Abbildungen folgende relevante Aussagen treffen:

- i. Sowohl das Produktivitätsprofil als auch das Lohnprofil weisen für die jüngeren bzw. unerfahrenen Beschäftigungsgruppen eine positive Steigung auf. Das Produktivitätsprofil verläuft dabei in diesem Bereich steiler als das entsprechende Lohnprofil.
- ii. Das Lohnprofil flacht ab dem mittleren Bereich immer mehr ab. Das Produktivitätsprofil flacht zunächst ab und weist im rechten Bereich sogar eine negative Steigung auf.
- iii. Im Vergleich zur Referenzgruppe der über 50-Jährigen und der Beschäftigten mit über 10 Jahren betrieblicher Erfahrung weisen die mittleren Gruppen eine unter der Produktivität liegende Entlohnung auf. Für die Gruppe der 15-30-Jährigen bzw. der Beschäftigten ohne betriebliche Erfahrung gilt demgegenüber eine Entlohnung über Produktivität im Vergleich zur Referenzgruppe.

Vergleicht man ferner die Schätzungen aus Tabelle 4 mit den Schätzungen der Anhangtabellen A1 und A2, in denen entweder nur die Senioritäts- oder die Altersvariablen verwendet werden, so wird ein weiterer Zusammenhang sichtbar:

- iv. Der Verlauf des Altersprofils in der Lohn- und der Produktivitätsgleichung ist weitgehend unabhängig vom Verlauf des entsprechenden Senioritätsprofils und *vice versa*.

Bevor diese vier zentralen Befunde mit den Aussagen der arbeitsmarktökonomischen Theorien kontrastiert werden, wird auf die Schätzergebnisse des simultanen Modells eingegangen (Tabelle 5). Die Spezifikationstest dieses Modells (Tabelle 6) zeigen, dass die Produktivität in der Lohngleichung tatsächlich einen endogenen Regressor darstellt, während die Exogenität des Lohnes in der Produktivitätsgleichung aufgrund der Tests nicht verworfen werden kann – was wohlgemerkt nicht bedeutet, dass die Nullhypothese der Exogenität als gesichert angenommen werden kann. Dennoch erscheint es aus theoretischer Sicht sinnvoll, das Modell simultan zu schätzen. Problematisch ist das Vorgehen nur insofern, als die Effizienz dieser Schätzung qua Simultanität verringert wird. Die Konsistenz der Schätzung bleibt davon unberührt. Der Test auf Validität der Instrumente – also der Bedingung der Unkorreliertheit des Störterms mit den Instrumenten – liefert keine Indizien für eine Verletzung dieser Annahme. Der Test auf Existenz schwacher Instrumente verwirft die Nullhypothese zwar, mit anderen Worten scheinen die Instrumente hinreichend korreliert mit der zu instrumentierenden Variable von Produktivität bzw. Lohn. Freilich sind die ausgewiesenen Werte der F-Statistik in einem solchen Wertebereich, dass von einer wirklich befriedigenden Korrelation der Instrumente mit dem jeweiligen endogenen Regressor nicht zweifelsfrei gesprochen werden kann. Insofern scheint es nicht ausgeschlossen, dass das Nicht-Anschlagen des Tests auf Exogenität der Lohnvariablen im Falle der Produktivitätsgleichung auch den eher

schwachen Instrumenten geschuldet sein kann.<sup>18</sup> Da das Problem schwacher Instrumente seine Ursache auch in einer zu großen Zahl nicht-signifikanter Instrumente haben kann (CAMERON & TRIVEDI 2005: 104ff.), wurde das Modell in einer alternativen Spezifikation geschätzt, in der zur Identifikation der Produktivität in der Lohngleichung nur die Kapitalintensität und die Weiterbildungsvariable, zur Identifikation des Lohnes in der Produktivitätsgleichung nur die Dummy-Variablen zur Tarifbindung und zum Betriebsrat verwendet wurden (vgl. Anhangtabelle A5). Es zeigt sich, dass damit das potentielle Problem schwacher Instrumente ausgeräumt werden kann und für eine Fehlspezifikation des Modells keine Belege zu finden sind. Indes wird auch offenkundig, dass alle inhaltlichen Befunde und die übrigen Spezifikationstests nach der Reduktion der Instrumente unverändert bleiben, so dass die Ergebnisinterpretation auf Grundlage der Basisschätzung erfolgen kann. Damit ist eine bessere Vergleichbarkeit zur SURE-Schätzung gewährleistet.

Wie lassen sich die Ergebnisse der simultanen Schätzung sinnvoll interpretieren? Da im vorliegenden Fall nicht so sehr die Schätzer für den Parameter der endogenen Regressoren interessieren, sondern die für die Alters- und Senioritätsvariablen sei die Diskussion auf diesen Teil der Schätzung eingeschränkt. Diese Parameterschätzer geben den Einfluss des Alters bzw. der Seniorität auf den Lohn wieder, wenn für den Effekt dieser Größen auf die Produktivität kontrolliert wird und umgekehrt. Da – wie die linke Ergebnisspalte von Tabelle 5 deutlich macht – ein signifikanter Einfluss des Lohnes auf die Produktivität nicht nachgewiesen werden kann, ändern sich die Parameterschätzer für Alter und Seniorität in der Produktivitätsgleichung nach Kontrolle des Lohneffektes gegenüber der SURE-Schätzung nur marginal. Anders sieht es im Falle der Lohngleichung aus. Da die Produktivität einen signifikanten Einfluss auf den Lohn ausübt, ändern sich auch die Koeffizienten der anderen Variablen bei Kontrolle dieses Effektes. Wäre eine vollständig produktivitätsorientierte Entlohnung gegeben, müsste der Einfluss der Belegschaftsmerkmale nach Kontrolle des Produktivitätseffektes verschwinden. Dieses Ergebnis zeigt sich jedoch nicht. Im Gegenteil bestätigt sich der Befund aus der SURE-Schätzung, dass sowohl die 41-50-Jährigen als auch die Gruppe mit einer betrieblichen Erfahrung von ein bis drei Jahren unter ihrem Produktivitätsbeitrag – wiederum in Relation zur Referenzgruppe – entlohnt werden. Der Tendenz nach gilt dies auch für die übrigen Alters- und Senioritätsgruppen. Auch diese weisen bis auf eine Ausnahme negative Schätzer auf, was für eine Entlohnung unter Produktivität spricht - bezogen auf die Lohn-Produktivitäts-Relation der Referenzgruppe. Damit unterstreicht auch das simultane Modell für die Befunde der SURE-Schätzung.

---

<sup>18</sup> Dass die Power der üblichen Spezifikations-Tests bei Vorliegen schwacher Instrumente deutlich eingeschränkt ist, zeigen STAIGER & STOCK (1997).

Tabelle 5  
Ergebnisse der 3SLS-Regression<sup>a</sup>

Abhängige Variable	(1)		(2)	
	Log Produktivität		Log Lohn	
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert
Log Lohn	0,37	1,01	-	-
Log Produktivität	-	-	0,40**	6,02
<i>Heterogenitätsparameter</i>				
Lebensalter (Referenz: 51+)				
Anteil 15-30 Jahre	-0,49	-1,79	-0,16	-1,37
Anteil 31-40 Jahre	0,27	1,28	0,00	0,02
Anteil 41-50 Jahre	0,75**	3,11	-0,30*	-2,18
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)				
Anteil bis 1 Jahr	-0,28	-1,16	-0,10	-0,86
Anteil 1-3 Jahre	0,28*	2,18	-0,17**	-2,68
Anteil 3-5 Jahre	0,17	1,39	-0,10	-1,58
Anteil 5-10 Jahre	0,03	0,32	-0,03	-0,62
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)				
Anteil mit Berufsabschluss	0,30*	2,45	0,02	0,37
Anteil tertiärer Abschluss	0,65	1,88	0,41**	3,40
Anteil Frauen	-0,69**	-4,41	0,03	0,46
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,17	1,23	0,22**	6,84
<i>Instrumente für Produktivität</i>				
Log Kapitaleinsatz	0,02**	3,44	-	-
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)				
Note 2	-0,04	-1,22	-	-
Note 3	-0,06	-1,71	-	-
Note 4	-0,11	-1,53	-	-
Note 5 (Völlig veraltet)	-0,36	-1,50	-	-
Weiterbildung (0/1)	0,11**	2,90	-	-
F&E-Aktivität (0/1)	0,01	0,34	-	-
Gründung vor 1990 (0/1)	-0,02	-0,64	-	-
<i>Instrumente für Entlohnung</i>				
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,08**	3,80
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,05**	3,08
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,01	0,29
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	-0,10
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,02	-0,40
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,13	0,46
Beobachtungen	1615		1615	

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Tabelle 6

Statistiken zum Test auf adäquate Modellspezifikation<sup>a</sup>

Spezifikationstest	Log Produktivität		Log Lohn	
	Statistik	p-Wert	Statistik	p-Wert
<i>Endogenität</i> (H0: Regressor ist exogen)				
Durbin Score Test	0,33	0,57	33,4**	0,00
Wu-Hausmann Test	0,32	0,57	33,3**	0,00
<i>Schwache Instrumente</i> (H0: Instrumente sind schwach)				
F-Test auf gemeinsame Signifikanz der Instrumente	7,26**	0,00	4,17**	0,00
<i>Validität der Instrumente</i> (H0: Instrumente sind nicht korreliert mit Fehlerterm)				
Sargan Test	5,69	0,34	11,2	0,59
Basman Test	5,53	0,35	10,9	0,62

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Teststatistiken beziehen sich auf die Two-Stage-Schätzungen des 3SLS-Modells.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Was bedeuten die Ergebnisse nun aber aus (arbeitsmarkt-)ökonomischer Sicht? Hinsichtlich des empirischen Gehaltes der arbeitsmarktökonomischen Konzepte, welche zu den Hypothesen (1)-(5) führten, lassen die Schätzergebnisse folgende Bewertungen zu.

- (1) *Generelles Humankapital*: Da sich Alters-Produktivitäts- und Alters-Lohnprofile substantiell unterscheiden, können die aus der Humankapitaltheorie folgenden Voraussagen bezüglich der Investitionen in generelles Humankapital nicht bestätigt werden. Die Tatsache, dass die Produktivität auch nach Kontrolle der Seniorität im Altersverlauf zumindest im frühen und mittleren Bereich ansteigt und sich dies teilweise in einem ebenfalls ansteigenden Alters-Lohnprofil niederschlägt, weist freilich auf einen möglichen Effekt übertragbaren Humankapitals hin. Damit kann aber nur ein Teil der beobachteten Phänomene erklärt werden, die gefundene Divergenz von Lohn und Produktivität steht den Vorhersagen des Modells entgegen.
- (2) *Spezifisches Humankapital*: Die empirische Evidenz für diesen Erklärungsansatz erscheint gering. Die Beschäftigtengruppe mit der geringsten Erfahrung wird nicht signifikant höher entgolten als die Gruppe mit der höchsten Erfahrung. Für die Gruppe der Beschäftigten mit einer betrieblichen Erfahrung von ein bis drei Jahren ist der Produktivitätskoeffizient sogar signifikant höher als der Schätzer für die Entlohnung. Überdies werden die unabhängig von der Seniorität wirkenden Lohn- und

Produktivitätseffekte des Alters durch die Theorie nicht erklärt, erscheinen aus Sicht der Theorie wenig plausibel.

- (3) *Anreizentlohnung (deferred payment)*: Mit Ausnahme für die jüngste Erfahrungsgruppe verläuft das Senioritäts-Produktivitätsprofil erwartungsgemäß steiler als das Senioritäts-Lohnprofil. Im Vergleich zu den erfahrenen Beschäftigten werden die übrigen Gruppen – mit Ausnahme der Beschäftigten ohne Erfahrung – unter Produktivität entlohnt. Die Anreiztheorie erklärt freilich nicht, warum das Senioritäts-Produktivitätsprofil eine umgekehrt-u-förmige Struktur aufweist. Im Übrigen können die Alterseffekte nicht erhellt werden.
- (4) *Matching*: Es findet sich eine gewisse Evidenz für die Vorhersage, dass sowohl das Senioritäts-Produktivitätsprofil als auch das Senioritäts-Lohnprofil einen ansteigenden konkaven Verlauf aufweisen. Freilich ist das Absinken der Senioritäts-Produktivitätskurve in Bereichen eines hohen Erfahrungsbestandes schwer mit der Theorie in Einklang zu bringen. Betriebe mit einer sehr erfahrenen Belegschaft sollten aufgrund eines lang erprobten Matchings am produktivsten sein. Auch können die nach Kontrolle der Seniorität verbleibenden signifikanten Effekte des Alters nicht durch den Ansatz erklärt werden.
- (5) *Job Search*: Ein ähnliches Bild mit umgekehrten Vorzeichen ergibt sich für das Job Search Konzept. Die empirischen Belege deuten in der Tat auf ein ansteigendes und konkaves Alters-Produktivitätsprofil und Alters-Lohnprofil hin. Auch hier ist indes fraglich, wie das Absinken der Alters-Produktivitätskurve in fortgeschrittenen Altersbereich erklärt werden kann. Betriebe mit einer älteren Belegschaft sollten aufgrund der langen Suchgeschichte ihrer Beschäftigten besonders produktiv sein. Überdies hat – entgegen den Voraussagen der Theorie – die Seniorität einen Einfluss auf Produktivität und Lohn, selbst wenn die Alterseffekte kontrolliert werden.

Alles in allem ergibt sich ein eher verschwommenes Bild. Am wenigsten überzeugend erscheint die Humankapitaltheorie. Auf deren Terrain stimmen die empirischen Belege zu einem erheblichen Teil nicht mit den Hypothesen überein. Dies heißt nicht etwa, dass Humankapitaleffekte nicht am Werk wären. Allein die durch den Ansatz nahegelegte Verteilung der Erträge von Humankapitalinvestitionen fand keine Bestätigung. Die anderen Theorien können demgegenüber Ausschnitte der Wirklichkeit vergleichsweise gut abbilden, andere stehen in Widerspruch zur Theorie. Ferner liefern die Ansätze testfähige Aussagen nur zu einem begrenzten Ausschnitt der Realität. Die Erklärungskraft der Theorien ist somit auf einen engen Bereich begrenzt. In der Gesamtschau fällt im Übrigen ist ein sehr spezifisches Theoriedefizit auf. Keine der angeführten Konzepte kann das Auseinanderklaffen von Produktivität und Entlohnung der Beschäftigungsgruppe im höheren Alter – und nicht nur im Zuge höherer Seniorität – hinreichend plausibel machen.

## 7 Fazit

Sind ältere Beschäftigte weniger produktiv? Oder werden Ältere zumindest über Produktivität entlohnt? Die vorstehende Analyse von Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes lieferte Belege für einen positiven Einfluss des Anteils der mittleren Jahrgänge auf die betriebliche Produktivität. Alles in allem bestätigte sich der umgekehrt u-förmige Verlauf des Alters-Produktivitätsprofils, der auch auf der Basis von Linked-Employer-Employee Datensätzen anderer Länder gefunden wurde. Mit Blick auf die Produktivitäts-Lohn-Relation im Altersverlauf erbrachte die Analyse deutliche Belege für ein ungleiches Muster der beiden Profile. Insbesondere die Altersgruppe der 41-50-Jährigen scheint im Vergleich zur Referenzgruppe der über 50-Jährigen deutlich unter Produktivität entlohnt zu werden. Für die Effekte der Seniorität sind die Ergebnisse weniger stark.

Die Resultate erlauben einige Schlussfolgerungen in arbeitsmarkttheoretischer und wirtschaftspolitischer Hinsicht. So zeigte sich, dass keine der aufgezeigten Theorien zum Verhältnis von Produktivität und Lohn die beobachteten Effekte hinreichend beschreiben kann. Belege fanden sich für die Konzepte von Anreizentlohnung, Matching und Job Search. Allerdings standen einige Befunde auch im Widerspruch zu den Vorhersagen dieser Theorien. Für die durch die Humankapitaltheorie nahegelegte Verteilung der Erträge von Bildungsinvestitionen – insbesondere für das Sharing-Modell des spezifischen Humankapitals – fand sich die geringste Evidenz. Ein Defizit aller Theorien betraf die Erklärung der besonders bemerkenswerten Tatsache, dass die über 50-Jährigen *selbst nach Kontrolle des Senioritätseinflusses* im Vergleich zu den 41-50-Jährigen deutlich über Produktivität entlohnt werden.

Aus wirtschaftspolitischer Sicht ließe sich zunächst fragen, welche Dimension die mit der Alterung verbundenen Produktivitätsveränderungen im Rahmen der hier durchgeführten Schätzungen erreichen. Eine einfache Hochrechnung zeigt, dass die Produktivitätseffekte der künftigen demographischen Entwicklung negativ sein dürften, aber von eher moderatem Ausmaß. Unterstellt man für eine derartige Rechnung, dass sich die Altersstruktur der Belegschaften im selben Ausmaß verändert wie die der Bevölkerung,<sup>19</sup> dann schlägt sich die Erhöhung des Anteils der über 50-Jährigen in einem alterungsbedingten Produktivitätsrückgang von ca. 2% bis ins Jahr 2025 nieder. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der negative Produktivitätseffekt der Zunahme des Anteils Älterer dadurch gesenkt wird, dass sich der Anteil der jüngsten (unproduktiven) Altersgruppe der 15-30-Jährigen vermindert. Hinzuzufügen ist ferner, dass in dieser Hochrechnung nur die Alterseffekte berücksichtigt sind, im Allgemeinen wird sich die Alterung auch in einer Zunahme der Beschäftigten mit sehr langer Betriebszugehörigkeit niederschlagen. Dies könnte die negativen Produktivitätseffekte tendenziell verstärken, eine genaue Abschätzung dieses Einflusses ist aber mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Alles in

---

<sup>19</sup> Zur Berechnung wird die Variante 1-W1 der 12. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes verwendet. Ferner wird für die Berechnung angenommen, dass im Berechnungsjahr 2025 auch die 65-Jährigen zur erwerbsfähigen Bevölkerung zu zählen sind.

allem sprechen die Ergebnisse somit für einen gemäßigten, aber keinesfalls zu vernachlässigenden negativen Produktivitätseinfluss der Alterung. Bei der Einordnung dieser Tendenz ist überdies zu berücksichtigen, dass die demographische Entwicklung im gegenwärtigen Zeitraum eher produktivitätsfördernd wirkt, weil der Anteil der besonders produktiven Altersgruppe der 41-50-Jährigen ansteigt.

Neben dieser produktivitätsbezogenen Betrachtung lassen sich aus den Ergebnissen aber auch Erkenntnisse für das eingangs des Kapitels geschilderte Problem der Arbeitsmarktbeteiligung Älterer gewinnen. Aus der Einsicht, dass Ältere und Erfahrene im Vergleich zu anderen Altersgruppen eher über Produktivität entlohnt werden, ließe sich ableiten, dass Betriebe eine recht hohe Neigung haben, Ältere durch Personen aus dem mittleren Alterssegment zu ersetzen. Wenn die senioritätsorientierte Lohnstruktur allerdings aus Anreizgesichtspunkten im Sinne des geschilderten *deferred payment* Ansatzes resultiert, dann sollte sich aus der Entlohnung über Produktivität keine negative Wirkung auf die Weiterbeschäftigung Älterer ergeben. Andernfalls würden die Unternehmen ihr implizites Lohnversprechen kündigen, die Lohnzusagen des Arbeitgebers würden auch für die jüngeren Beschäftigten unglaubwürdig und die Anreizwirkung von senioritätsorientierten Löhnen verpuffte. Vor dem Hintergrund dieses Modells erscheint die aufgehende Schere aus Produktivitäts- und Lohnentwicklung im höheren Erwerbsalter als geradezu folgerichtig und im Sinne der *Weiterbeschäftigungswahrscheinlichkeit* Älterer unproblematisch. Dies gilt indes nicht mehr, wenn auch die *Wiederbeschäftigungschancen* Älterer betrachtet werden. Die Schätzungen machten nämlich sichtbar, dass Ältere nicht nur höhere Löhne erzielen, weil sie länger im Betrieb sind – vielmehr zeigt sich der Alterseffekt unabhängig vom Senioritätseffekt. Für die Erklärung dieses Phänomens scheidet der Ansatz des *deferred payment* aus und damit auch der Verweis auf betriebliche Anreize, Älteren Löhne über Produktivität zu zahlen.

Vor dem Hintergrund dieser Argumentation erscheinen die vergleichsweise hohen Löhne, welche Älteren gezahlt werden, in der Tat als Einstellungshürde und als mögliches Hemmnis, die – politisch intendierte – Steigerung der Erwerbstätigkeit Älterer zu erreichen. Einschränkend ist jedoch darauf hinzuweisen, dass sich die damit verbundenen betrieblichen Anreize, statt Älteren Jüngere einzustellen, angesichts der Entwicklung der Altersstruktur und der schwach besetzten Nachfolgekohorten immer schwieriger realisieren lassen. Diesbezüglich ist eher davon auszugehen, dass die zu erwartende Knappheit der Beschäftigten im besonders produktiven Alter auf deren Löhne wirkt, so dass sich das Lohn-Produktivitäts-Verhältnis eher wieder hin zu einer höheren Rentabilität der Älteren verschieben kann. Sollte diese demographiebedingte Verschiebung der Lohnstruktur nicht in ausreichendem Umfang erfolgen, erscheint es aus betrieblicher Sicht erforderlich, das Lohn-Produktivitäts-Verhältnis der ältesten Beschäftigungsgruppe auch von der Produktivitätsseite her zu verändern. Es scheint in diesem Kontext wichtig, die Ergebnisse der Forschung zur Wirkung von Maßnahmen zur Erhaltung der Produktivität im höheren Alter – sei es qua Weiterbildung, Arbeitsorganisation, Gesundheits- und Motivationsförderung – zu rezipieren und stärker in die betrieblichen Praxis zu integrieren.

## Literatur

- ALDA, H. (2005): Betriebe und Beschäftigte in den Linked-Employer-Employee-Daten-LIAB des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. FDZ-Datenreport 01/2005, Forschungsdatenzentrum der Bundesagentur für Arbeit im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg.
- ALDA, H. & HERRLINGER, D. (2005): LIAB-Datenhandbuch, Version 1.0. FDZ Datenreport 07/2005, Forschungsdatenzentrum der Bundesagentur für Arbeit im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg.
- BARRINGTON, L. & TROSKE, K. (2001): Workforce Diversity and Productivity: An analysis of employer-employee matched data. Economics Program Working Paper Series 01-02, The Conference Board, Economics Program, New York.
- BECKER, G. S. (1962): Investment in human capital: A theoretical analysis. *The Journal of Political Economy* 70(S5): 9-49.
- BECKER, G. S. (1964): Human capital: a theoretical analysis with special reference to education. New York, London, Columbia University Press.
- BELLMANN, L. (1986): Senioritätsentlohnung, betriebliche Hierarchie und Arbeitsleistung: eine theoretische und empirische Untersuchung zur Lohnstruktur. Frankfurt am Main, Campus Verlag.
- BELLMANN, L., KOHAUT, S. & LAHNER, M. (2002): Das IAB-Betriebspanel-Ansatz und Analysepotenziale. IAB-Kompodium Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung BeitrAB 250: 13-20.
- CAMERON, A. C. & TRIVEDI, P. K. (2005): Microeconometrics: Methods and Applications. Cambridge, New York, Cambridge University Press.
- CREPON, B., DENIAU, N. & PEREZ-DUARTE, S. (2002): Wages, Productivity and Worker Characteristics. A French Perspective. Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE), Paris.
- DAVERI, F. & MALIRANTA, M. (2007): Age, seniority and labour costs: lessons from the Finnish IT revolution. *Economic Policy* 22(49): 117-175.
- DE OLIVIERA, M. M., COHN, E. & KIKER, B. F. (1989): Tenure, earnings and productivity. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 51(1): 1-14.
- DOSTIE, B. (2006): Wages, Productivity and Aging. IZA Discussion Paper 2496, Institut zur Zukunft der Arbeit, Bonn.

- FRANK, R. H. & HUTCHENS, R. M. (1993): Wages, seniority, and the demand for rising consumption profiles. *Journal of Economic Behavior and Organization* 21(3): 251-276.
- HAEGELAND, T. & KLETTE, T. J. (1999): Do higher wages reflect higher productivity. In: Haltiwanger J. C., Lane, J., Spletzer, J., Heeuwes, J. & Roske, K.R. (eds.): *The creation and analysis of employer-employee matched data*. Amsterdam, North Holland: 231-259.
- HALTIWANGER, J. C., LANE, J. I. & SPLETZER, J. R. (1999): Productivity differences across employers: the roles of employer size, age, and human capital. *The American Economic Review* 89(2): 94-98.
- HELLERSTEIN, J. K. & NEUMARK, D. (2004): Production function and wage equation estimation with heterogeneous labor: Evidence from a new matched employer-employee data set. CES-Working Papers 04-05, Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau, Washington, DC.
- HELLERSTEIN, J. K., NEUMARK, D. & TROSKE, K. R. (1999): Wages, productivity, and worker characteristics: Evidence from plant-level production functions and wage equations. *Journal of Labor Economics* 17(3): 409-446.
- HELLERSTEIN, J. K. & NEUMARK, D. (1995): Are Earnings Profiles Steeper Than Productivity Profiles? Evidence from Israeli Firm-Level Data. *The Journal of Human Resources* 30(1): 89-112.
- HUTCHENS, R. (1986): Delayed payment contracts and a firm's propensity to hire older workers. *Journal of Labor Economics*: 439-457.
- HUTCHENS, R. M. (1989): Seniority, wages and productivity: a turbulent decade. *The Journal of Economic Perspectives* 3(4): 49-64.
- ILMAKUNNAS, P. & MALIRANTA, M. (2005): Technology, labour characteristics and wage-productivity gaps. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics* 67(5): 623-645.
- ILMAKUNNAS, P., MALIRANTA, M. & VAINIOMÄKI, J. (2004): The roles of employer and employee characteristics for plant productivity. *Journal of Productivity Analysis* 21(3): 249-276.
- JOVANOVIĆ, B. (1979): Job matching and the theory of turnover. *The Journal of Political Economy* 87(5): 972-990.
- LAZEAR, E. P. (1979): Why is there mandatory retirement? *The Journal of Political Economy* 87(6): 1261-84.
- LAZEAR, E. P. (1981): Agency, earnings profiles, productivity, and hours restrictions. *The American Economic Review* 71(4): 606-620.

- MINCER, J. (1958): Investment in human capital and personal income distribution. *The Journal of Political Economy* 66(4): 281-302.
- MINCER, J. (1974): *Schooling, earnings, and experience*. New York, Columbia University Press.
- OKAZAKI, K. (1993): Why Is the Earnings Profile Upward-Sloping? The Sharing Model vs the Shirking Model. *Journal of the Japanese and International Economies* 7(3): 297-314.
- SCHULTZ, T. W. (1960): Capital formation by education. *The Journal of Political Economy* 68(6): 571-583.
- SCHULTZ, T. W. (1961): Investment in human capital. *The American Economic Review* 51(1): 1-17.
- SKIRBEKK, V. (2004): Age and individual productivity: A literature survey. In: Feichtinger, G. (ed.): *Vienna yearbook of population research 2004*. Vienna, Austrian Academy of Sciences Press: 133-153.
- STAIGER, D. & STOCK, J. H. (1997): Instrumental Variables Regression with Weak Instruments. *Econometrica, Econometric Society* 65(3): 557-586.
- STOELDRAIJER, L. & VAN OURS, J. (2010): Age, wage and productivity. CEPR Discussion Paper 7713, Centre for Economic Policy Research, London.
- WINSHIP, C. & RADBILL, L. (1994): Sampling weights and regression analysis. *Sociological Methods and Research* 23(2): 230-257.

## Anhang

Anhangtabelle A1: Ergebnisse der SURE-Regressionen<sup>a</sup> (Seniorität ohne Alter)

Abhängige Variable: Log Produktivität	(1) Produktivität		(2) Lohn		(3) ≠
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert	
<i>Heterogenitätsparameter</i>					
Lebensalter (Referenz: 51+)					
Anteil 15-30 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 31-40 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 41-50 Jahre	-	-	-	-	
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)					
Anteil bis 1 Jahr	-0,80	-3,86	-0,43	-5,02	0,07
Anteil 1-3 Jahre	0,13	1,05	-0,12	-2,49	0,04*
Anteil 3-5 Jahre	0,12	0,95	-0,04	-0,82	0,20
Anteil 5-10 Jahre	0,03	0,31	-0,02	-0,44	0,62
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)					
Anteil mit Berufsabschluss	0,47	4,09	0,21	4,57	0,02*
Anteil tertiärer Abschluss	1,22	6,30	0,93	12,07	0,12
Anteil Frauen	-0,84	-7,90	-0,29	-6,66	0,00**
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,31	5,59	0,38	23,07	0,18
<i>Instrumente für Produktivität</i>					
Log Kapitaleinsatz	0,02	3,30	-	-	
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)					
Note 2	0,01	0,31	-	-	
Note 3	0,00	-0,01	-	-	
Note 4	-0,15	-1,47	-	-	
Note 5 (Völlig veraltet)	0,03	0,09	-	-	
Weiterbildung (0/1)	0,06	1,50	-	-	
F&E-Aktivität (0/1)	0,02	0,46	-	-	
Gründung vor 1990 (0/1)	0,00	0,00	-	-	
<i>Instrumente für Entlohnung</i>					
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,12	6,11	
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,06	3,58	
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,01	0,39	
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	0,06	
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,03	-0,57	
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,29	0,94	
R <sup>2</sup>					
Beobachtungen	1615		1615		

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

## Anhangtabelle A2

Ergebnisse der SURE-Regressionen<sup>a</sup> (Alter ohne Seniorität)

Abhängige Variable: Log Produktivität	(1) Produktivität		(2) Lohn		(3) ≠
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert	
<i>Heterogenitätsparameter</i>					
Lebensalter (Referenz: 51+)					
Anteil 15-30 Jahre	-0,67	-3,27	-0,48	-5,69	0,34
Anteil 31-40 Jahre	0,44	2,03	0,20	2,34	0,27
Anteil 41-50 Jahre	0,81	3,26	0,05	0,51	0,00*
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)					
Anteil bis 1 Jahr	-	-	-	-	
Anteil 1-3 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 3-5 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 5-10 Jahre	-	-	-	-	
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)					
Anteil mit Berufsabschluss	0,40	3,49	0,17	3,67	0,04*
Anteil tertiärer Abschluss	1,05	5,41	0,82	10,65	0,23
Anteil Frauen	-0,84	-7,99	-0,30	-6,86	0,00**
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,30	5,43	0,36	21,41	0,25
<i>Instrumente für Produktivität</i>					
Log Kapitaleinsatz	0,02	3,14	-	-	
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)					
Note 2	-0,02	-0,45	-	-	
Note 3	-0,04	-0,79	-	-	
Note 4	-0,22	-2,11	-	-	
Note 5 (Völlig veraltet)	-0,05	-0,14	-	-	
Weiterbildung (0/1)	0,05	1,39	-	-	
F&E-Aktivität (0/1)	0,03	0,70	-	-	
Gründung vor 1990 (0/1)	0,00	-0,04	-	-	
<i>Instrumente für Entlohnung</i>					
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,12	6,29	
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,07	4,13	
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,02	0,65	
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	0,02	
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,03	-0,55	
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,09	0,29	
R <sup>2</sup>					
Beobachtungen	1615		1615		

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

## Anhangtabelle A3

Ergebnisse der 3SLS-Regression<sup>a</sup> (Seniorität ohne Alter)

Abhängige Variable	(1)		(2)		(3)
	Log Produktivität		Log Lohn		≠
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert	
Log Lohn	0,53	1,56	-	-	
Log Produktivität	-	-	0,40	6,22	
<i>Heterogenitätsparameter</i>					
Lebensalter (Referenz: 51+)					
Anteil 15-30 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 31-40 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 41-50 Jahre	-	-	-	-	
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)					
Anteil bis 1 Jahr	-0,53	-1,99	-0,11	-0,93	0,22
Anteil 1-3 Jahre	0,21	1,61	-0,17	-2,82	0,03*
Anteil 3-5 Jahre	0,15	1,17	-0,11	-1,76	0,15
Anteil 5-10 Jahre	0,03	0,36	-0,04	-0,78	0,60
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)					
Anteil mit Berufsabschluss	0,32	2,51	0,03	0,51	0,09
Anteil tertiärer Abschluss	0,64	1,78	0,42	3,44	0,60
Anteil Frauen	-0,64	-4,25	0,04	0,54	0,00**
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,12	0,90	0,23	7,18	0,47
<i>Instrumente für Produktivität</i>					
Log Kapitaleinsatz					
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)					
Note 2	-0,02	-0,75	-	-	
Note 3	-0,04	-1,14	-	-	
Note 4	-0,06	-0,93	-	-	
Note 5 (Völlig veraltet)	-0,26	-1,18	-	-	
Weiterbildung (0/1)	0,09	2,75	-	-	
F&E-Aktivität (0/1)	0,00	0,07	-	-	
Gründung vor 1990 (0/1)	-0,04	-1,33	-	-	
<i>Instrumente für Entlohnung</i>					
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,08	3,80	
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,04	2,86	
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,00	0,14	
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	-0,40	
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,02	-0,43	
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,22	0,80	
Beobachtungen	1615		1615		

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

## Anhangtabelle A4

Ergebnisse der 3SLS-Regression<sup>a</sup> (Alter ohne Seniorität)

Abhängige Variable	(1)		(2)		(3)
	Log Produktivität		Log Lohn		≠
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert	
Log Lohn	0,27	0,80	-	-	
Log Produktivität	-	-	0,41	6,11	
<i>Heterogenitätsparameter</i>					
Lebensalter (Referenz: 51+)					
Anteil 15-30 Jahre	-0,50	-1,74	-0,25	-2,25	0,48
Anteil 31-40 Jahre	0,37	1,77	-0,06	-0,55	0,15
Anteil 41-50 Jahre	0,79	3,26	-0,33	-2,36	0,00**
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)					
Anteil bis 1 Jahr	-	-	-	-	
Anteil 1-3 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 3-5 Jahre	-	-	-	-	
Anteil 5-10 Jahre	-	-	-	-	
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)					
Anteil mit Berufsabschluss	0,33	2,69	0,01	0,18	0,06
Anteil tertiärer Abschluss	0,76	2,39	0,36	2,94	0,28
Anteil Frauen	-0,73	-4,70	0,04	0,55	0,00**
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,20	1,57	0,21	6,66	0,90
<i>Instrumente für Produktivität</i>					
Log Kapitaleinsatz					
Technologisches Niveau (Referenz: Note 1=neuester Stand)					
Note 2	-0,04	-1,34	-	-	
Note 3	-0,07	-1,82	-	-	
Note 4	-0,12	-1,58	-	-	
Note 5 (Völlig veraltet)	-0,37	-1,52	-	-	
Weiterbildung (0/1)	0,11	3,05	-	-	
F&E-Altivität (0/1)	0,01	0,44	-	-	
Gründung vor 1990 (0/1)	-0,01	-0,47	-	-	
<i>Instrumente für Entlohnung</i>					
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,09	4,20	
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,06	3,42	
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,01	0,50	
Fachkräftemangel (0/1)	-	-	0,00	-0,22	
Besetzungsprobleme (0/1)	-	-	-0,02	-0,38	
Offene Stellen / Gesamt	-	-	0,01	0,03	
Beobachtungen	1615		1615		

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.

Anhangtabelle A5

Ergebnisse der alternativen 3SLS-Regression<sup>a</sup> (Reduktion der Zahl der Instrumente)

Abhängige Variable	(1)		(2)	
	Log Produktivität		Log Lohn	
	Koeff.	t-Wert	Koeff.	t-Wert
Log Lohn	0,55	1,70	-	-
Log Produktivität	-	-	0,46 <sup>**</sup>	4,59
<i>Heterogenitätsparameter</i>				
Lebensalter (Referenz: 51+)				
Anteil 15-30 Jahre	-0,37	-1,43	-0,13	-1,00
Anteil 31-40 Jahre	0,38	1,78	-0,03	-0,25
Anteil 41-50 Jahre	0,81 <sup>**</sup>	3,33	-0,35 <sup>*</sup>	-2,22
Im Betrieb (Referenz: über 10 Jahre)				
Anteil bis 1 Jahr	-0,26	-1,11	-0,07	-0,54
Anteil 1-3 Jahre	0,29 <sup>*</sup>	2,33	-0,18 <sup>**</sup>	-2,63
Anteil 3-5 Jahre	0,20	1,66	-0,11	-1,59
Anteil 5-10 Jahre	0,06	0,62	-0,03	-0,62
Ausbildung (Referenz: kein Beruf)				
Anteil mit Berufsabschluss	0,27 <sup>*</sup>	2,23	0,00	0,02
Anteil tertiärer Abschluss	0,58	1,75	0,34 <sup>*</sup>	2,29
Anteil Frauen	-0,64 <sup>**</sup>	-4,30	0,08	0,84
Westdeutscher Betrieb (0/1)	0,17	1,29	0,20 <sup>**</sup>	4,65
<i>Instrumente für Produktivität</i>				
Log Kapitaleinsatz	0,01 <sup>**</sup>	2,87	-	-
Weiterbildung (0/1)	0,09 <sup>**</sup>	2,69	-	-
<i>Instrumente für Entlohnung</i>				
Betriebsrat (0/1)	-	-	0,08 <sup>**</sup>	3,51
Branchentarifvertrag (0/1)	-	-	0,05 <sup>**</sup>	3,05
Haustarifvertrag (0/1)	-	-	0,00	0,08
Beobachtungen	1615		1615	
<i>Test auf Exogenität</i>				
Durbin Score Test	0,05	(0,82)	22,76 <sup>***</sup>	(0,00)
Wu-Hausman Test	0,05	(0,83)	22,57 <sup>***</sup>	(0,00)
<i>Test auf schwache Instrumente</i>				
F-Test	18,51 <sup>***</sup>	(0,00)	13,61 <sup>***</sup>	(0,00)
<i>Test auf Validität der Instrumente</i>				
Sargan Test	2,86	(0,24)	0,80	(0,37)
Basman Test	2,80	(0,25)	0,79	(0,38)

a \*\*1%-Signifikanz-Niveau \*5%-Signifikanz-Niveau; Konstante, Branchen-, Größenklassen- und Eigentümerdummies enthalten.

Quelle: LIAB. Eigene Berechnungen.