

Ein stochastisches Prognosemodell internationaler Migration in Deutschland

Patrizio Vanella, M.Sc.
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität
Hannover
Center for Risk and Insurance
pv@ivbl.uni-hannover.de

Dr. Philipp Deschermeier
Institut Wohnen und Umwelt
Darmstadt
Forschungsfeld Wohnen
p.deschermeier@iwu.de

GLIEDERUNG

- 1. PROBLEMSTELLUNGEN BEI DER MODELLIERUNG UND PROGNOSE INTERNATIONALER MIGRATION**
- 2. LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DIE DATENPROBLEMATIK UND PROGNOSEMODELL**
- 3. EIN STOCHASTISCHER PROGNOSEANSATZ FÜR DIE NETTO-MIGRATION ZWISCHEN DEUTSCHLAND UND DEM AUSLAND**
- 4. FAZIT, LIMITATIONEN UND AUSBLICK**

1. Problemstellungen bei der Modellierung und Prognose internationaler Migration

■ Mangelnde Datenqualität

▶ Fehler in der Primärdatenerfassung

- Generelle Pflicht zur Registrierung am neuen und Abmeldung vom alten Wohnort
- Kaum Beobachtbarkeit gegeben, weder bei Migration innerhalb Deutschlands, noch grenzüberschreitender Migration innerhalb des Schengenraums und der EU
 - ⇒ Personen werden mehrfach oder auch gar nicht erfasst
- Teils starke Abweichungen in den Immigrationszahlen des Zielland und den Emigrationszahlen des Herkunftslandes (Kupiszewska and Nowok 2008)
- In der Regel Zahlen der Zielländer höher als analoge Zahlen der Herkunftsländer
- Deutschland im internationalen Vergleich beste Erfassung
- Abweichende Detailtiefe in den Daten durch unterschiedliche Fragenkataloge
- Fehler durch unwahre Aussagen der Befragten, speziell in der Flüchtlingsmigration

1. Problemstellungen bei der Modellierung und Prognose internationaler Migration

- ▶ Fehler in der Erstellung der Statistiken
 - Unterschiedliche Definition von Migration und Migranten zwischen Herkunfts- und Zielland
 - UN-Empfehlung dazu wird nicht einheitlich angewandt
 - Immigration wird ggf. in anderem Jahr erfasst als die zugehörige Emigration oder auch gar nicht
- ▶ Verbreitung der Migrationsdaten
 - Verfügbarkeit, Detailtiefe und Vergleichbarkeit der Daten aus unterschiedlichen Quellen variiert
 - Migrationsgründe häufig nicht angegeben
 - Teils keine Altersangaben
 - Teils keine Angaben zu Herkunfts- bzw. Zielland
 - Oft keine direkte Messung der Migration, sondern hergeleitet aus Aufenthaltsort einer Person zu zwei verschiedenen Zeitpunkten
 - Häufig keine Angabe von Migrationszahlen, sondern lediglich Migrantenzahlen

1. Problemstellungen bei der Modellierung und Prognose internationaler Migration

- **Prognosen der zukünftigen Migration für politische und andere Entscheidungsprozesse wichtige Grundlage**
- **Üblicherweise deterministische Projektionen der Nettomigration auf Basis definierter Szenarien**
 - ▶ Unzureichende Erfassung der Unsicherheit in der Projektion
 - Geringe Anzahl an Szenarien
 - Keine Quantifizierung mit Eintrittswahrscheinlichkeiten

1. Problemstellungen bei der Modellierung und Prognose internationaler Migration

■ Stochastische Prognosen zu bevorzugen, jedoch

- ▶ Gute Vergangenheitsdaten für Prognose nötig; schwierig! (siehe Folie 3,4)
- ▶ lange Zeitreihen wichtig; sehr problematisch für D und Schengenraum
 - Deutsche Wiedervereinigung
 - Erweiterungen der EU und des Schengenraums
 - ⇒ Mehrfache Änderung von Grenzen und Eintrittsbarrieren in den letzten 30 Jahren (statistisch: Strukturbrüche)
 - ⇒ Bedingt sinnvoll, Daten für D vor 1990 zu nutzen
- ▶ Heutige Daten auch problematisch für Prognose, da Detailtiefe und Kombination der Merkmale nicht wie wünschenswert vorliegt
 - Alter und Geschlecht
 - Herkunfts- und Zielländern
 - Nationalität
 - Aufenthaltswort

keine konsistente Kombination verfügbar

1. Problemstellungen bei der Modellierung und Prognose internationaler Migration

- ▶ Hohe Abhängigkeit internationaler Migration von externen Variablen
 - Politisch
 - Sozial
 - Ökonomisch
 - Klimatisch
- ⇒ Für sich genommen extrem schwer zu prognostizieren

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

- **Bei Aggregation auf Altersgruppen oder fehlen einer Altersverteilung**
 - ▶ Rogers-Castro-Modell bei fehlen von Altersdaten
 - ▶ Bei aggregierten Daten Interpolation auf Altersjahre über Rogers-Castro-Modell
 - ▶ Funktionale Datenanalyse für Spline-Regression

- **Bei Kombination unterschiedlicher Datensätze**
 - ▶ Erstellung eines synthetischen Datensatzes (Rogers et al. 2010)
 - Z.B. Zensus- und Migrationsdaten
 - Möglich z.B. durch Schätzung von GLM-Modell
 - Datenstruktur geometrisch wie Würfel
 - Demografische Informationen (Geschlecht; Alter)
 - Geografische Informationen (Herkunftsland; Nationalität)
 - Zeitliche Informationen (Jahr der Migration)

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

- **Prognose auf Basis von alters- und geschlechtsspezifischen Immi- und Emigrationsraten**
 - ▶ Setzt (für Immigration) global detaillierte Bevölkerungsdaten zu allen Ländern voraus
 - Praktisch nicht machbar
 - Auch bei Vorliegen solcher Daten nicht praktikabel, da Aufwand unverhältnismäßig hoch für regelmäßige Aktualisierung der Prognose

- **Ökonometrisches oder Environmetrisches Prognosemodell**
 - ▶ Mathematisch Verkomplizierung des Modells
 - ▶ Sehr hoher Datenbedarf
 - ▶ Prognose der exogenen Variablen zum Teil kaum oder nicht möglich
 - BIP in Herkunfts- gegenüber Zielland
 - Wahrscheinlichkeiten für Naturkatastrophen
 - Arbeitsmarktvariablen

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

■ Eigener Ansatz:

▶ Kombination zweier Makrodatensätze von Destatis

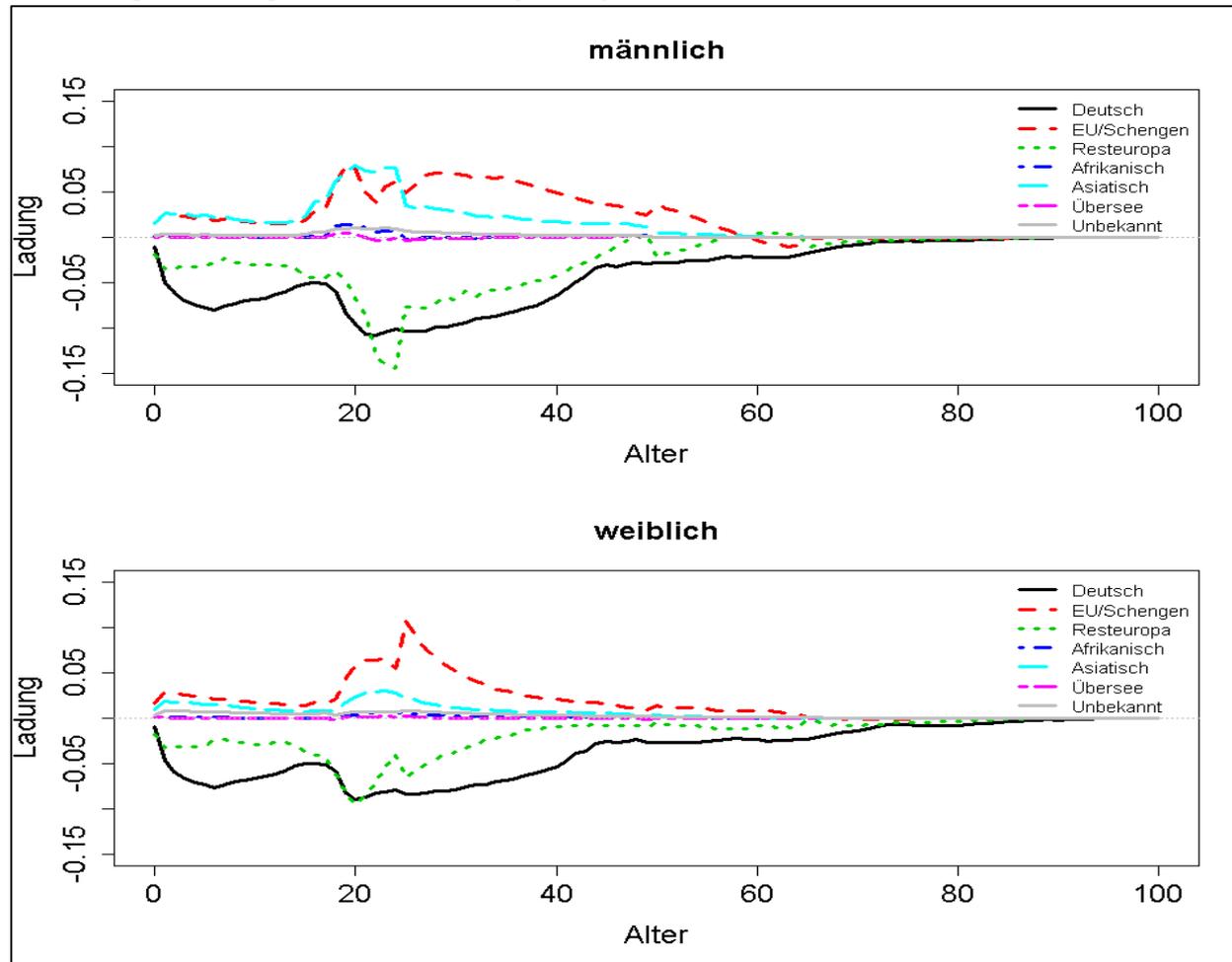
- „Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland 1991-2015 nach Altersjahren und Geschlecht“
- „Wanderungen über die Grenzen Deutschlands 1990-2015 nach (ausgewählten) Staatsangehörigkeit(en) und Altersgruppen“
- ⇒ Problem 1: Zahlen nicht immer konsistent
- ⇒ Problem 2: erster Bericht unterscheidet nur zwischen „Deutschen“ und „Nichtdeutschen“ bzw. „Ausländern“
- ⇒ Problem 3: zweiter Bericht unterscheidet sehr grob in fünf Altersgruppen
- Annahme 1: Altersverteilung für alle Ausländer innerhalb der Altersgruppen gleich
- Annahme 2: Daten im ersten Bericht zu Deutschen korrekt
- Annahme 3: Nettomigration bei über 100-jährigen generell null

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

- ▶ Schätzung der alters-, geschlechts- und nationalitätsspezifischen Nettomigrationen für 1990-2015
 - ▶ Unterteilung in sieben Nationalitätsgruppen
 - Deutsche
 - Ausländer mit EU oder Schengenstaatsbürgerschaft
 - Sonstige Europäer
 - Afrikaner
 - Asiaten
 - Amerikaner oder Ozeanier (hier: „Übersee“)
 - Restliche Staatsbürger (Staatenlose oder unbekannt)
- ⇒ 1414 Variablen
- ▶ Hauptkomponentenanalyse für die Kovarianzmatrix der ASSNM

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

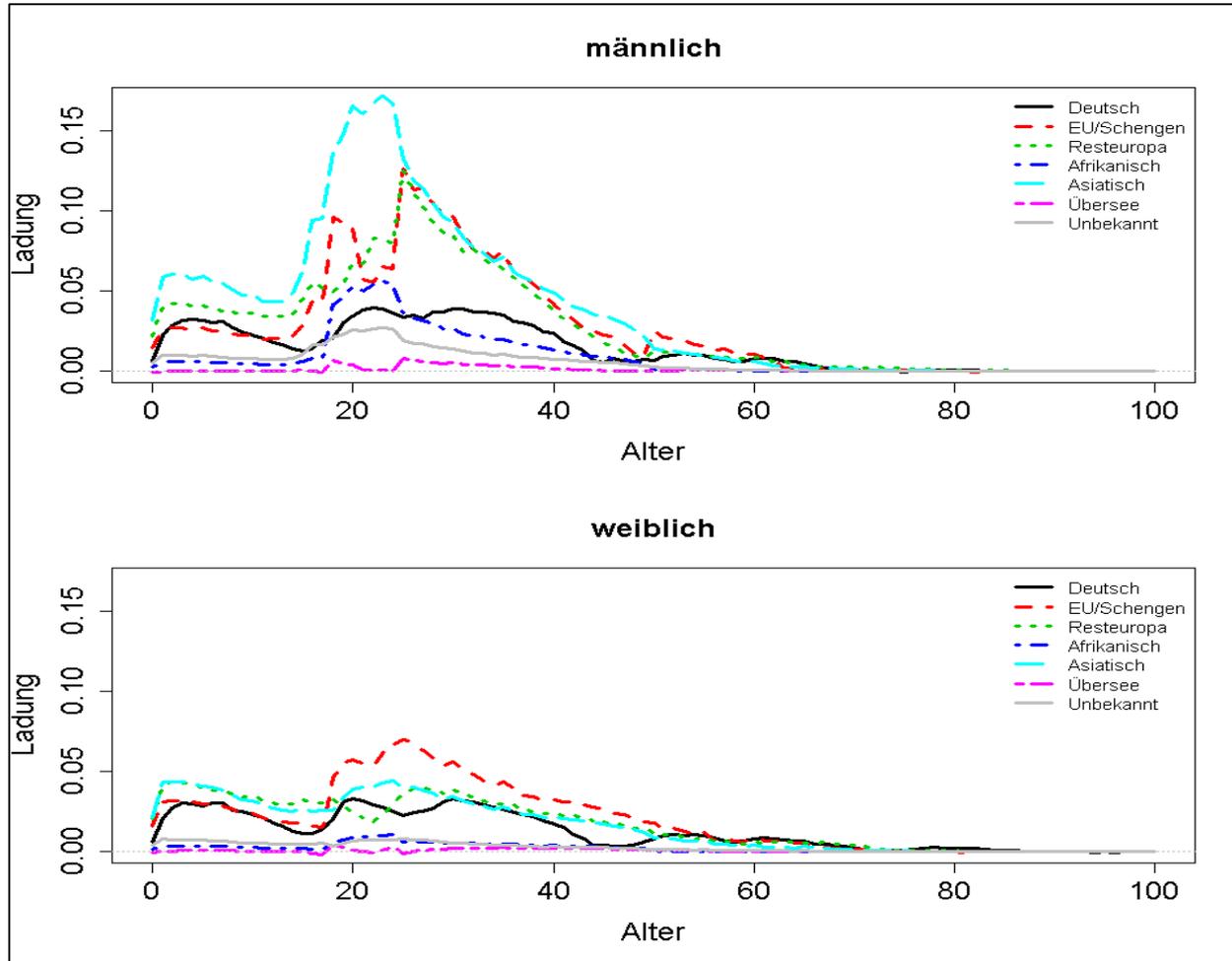
Abbildung 1: Ladungen der ersten Hauptkomponente



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

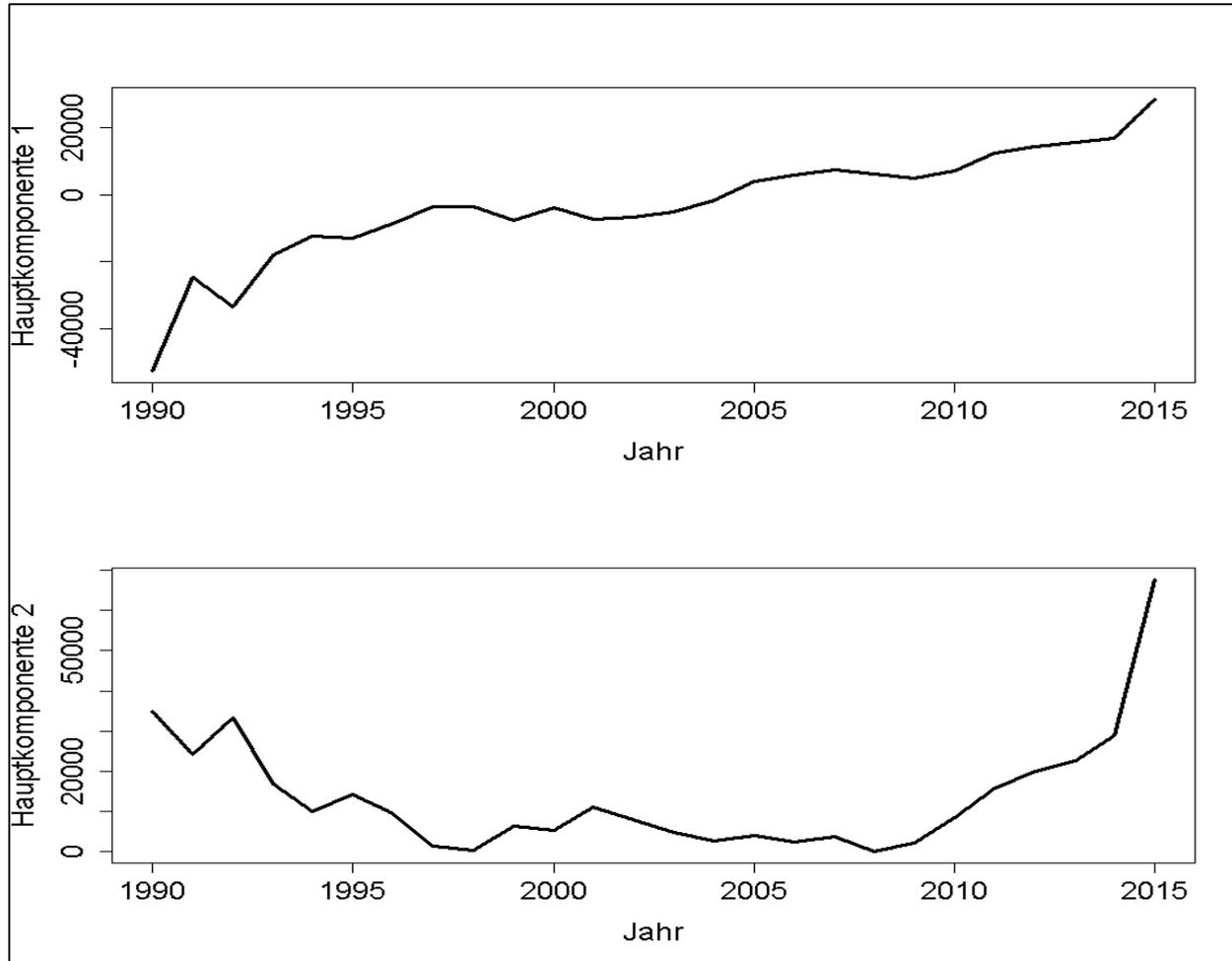
Abbildung 2: Ladungen der zweiten Hauptkomponente



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

2. Lösungsansätze für die Datenproblematik und Prognosemodell

Abbildung 3: Verlauf der ersten zwei Hauptkomponenten



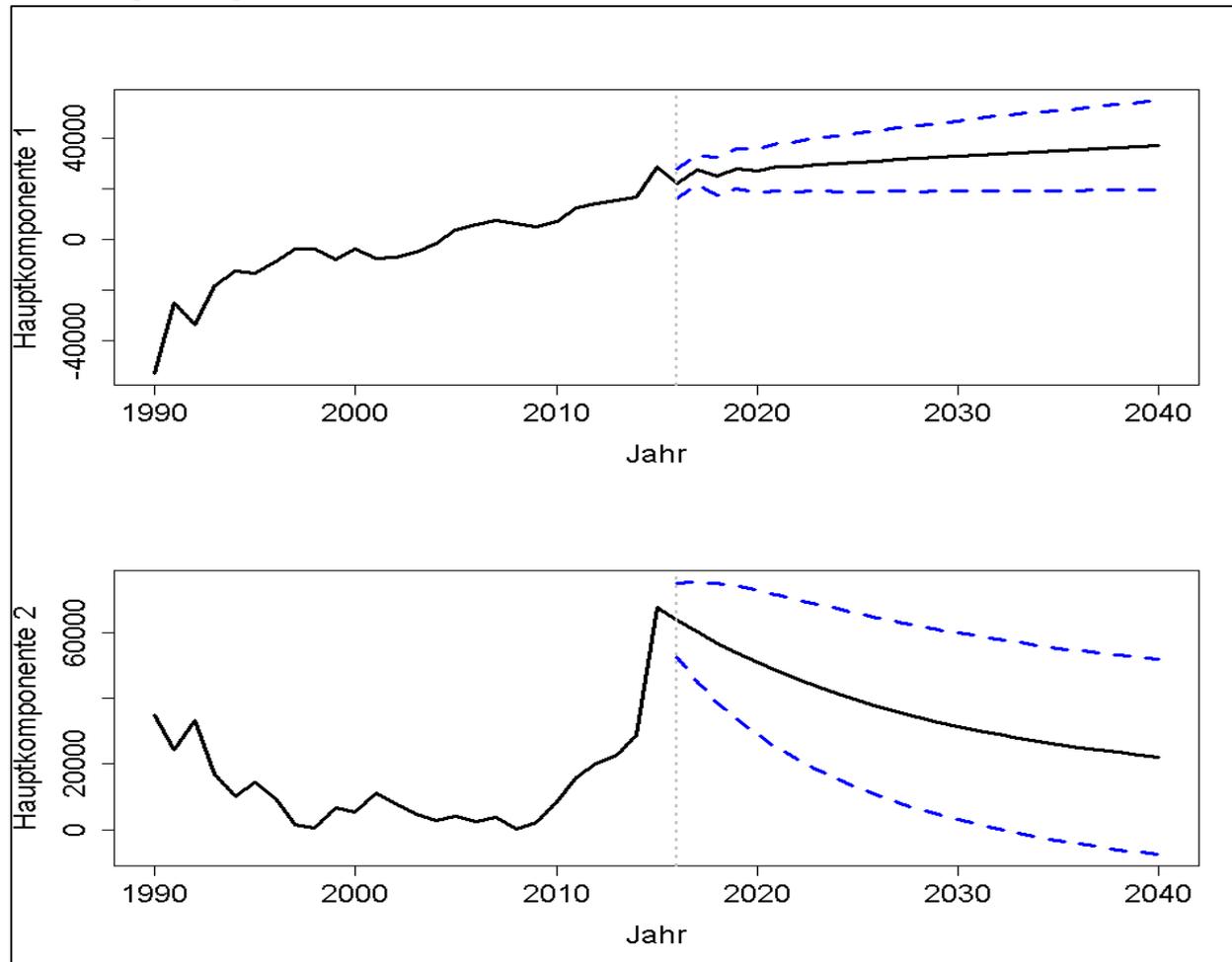
Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

3. Ein stochastischer Prognoseansatz für die Nettomigration zwischen Deutschland und dem Ausland

- ▶ Hauptkomponente 1: Logarithmisches Wachstum + Box-Jenkins-Modell
- ▶ Hauptkomponente 2: AR(1)-Prozess
- ▶ Hauptkomponente 3-1414: Angenommen als Random Walk-Prozesse
- ▶ 10.000-fache Simulation des Verlaufs der HK bis 2040 über Wiener Prozesse
- ▶ Rücktransformation der Trajektorien für die HK für Simulationen der ASSNM

3. Ein stochastischer Prognoseansatz für die Nettomigration zwischen Deutschland und dem Ausland

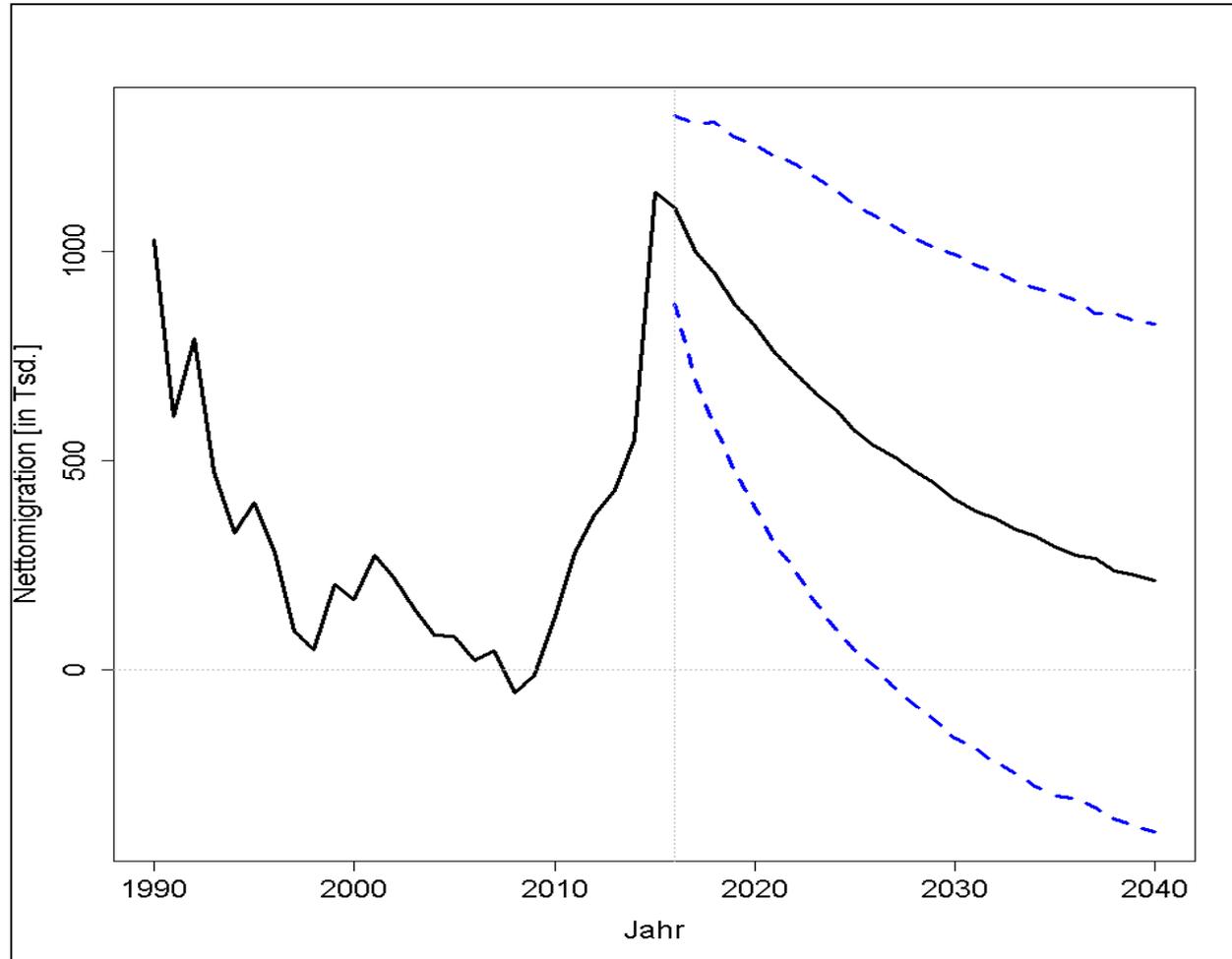
Abbildung 4: Prognose der ersten zwei HK mit 75%-PI



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

3. Ein stochastischer Prognoseansatz für die Nettomigration zwischen Deutschland und dem Ausland

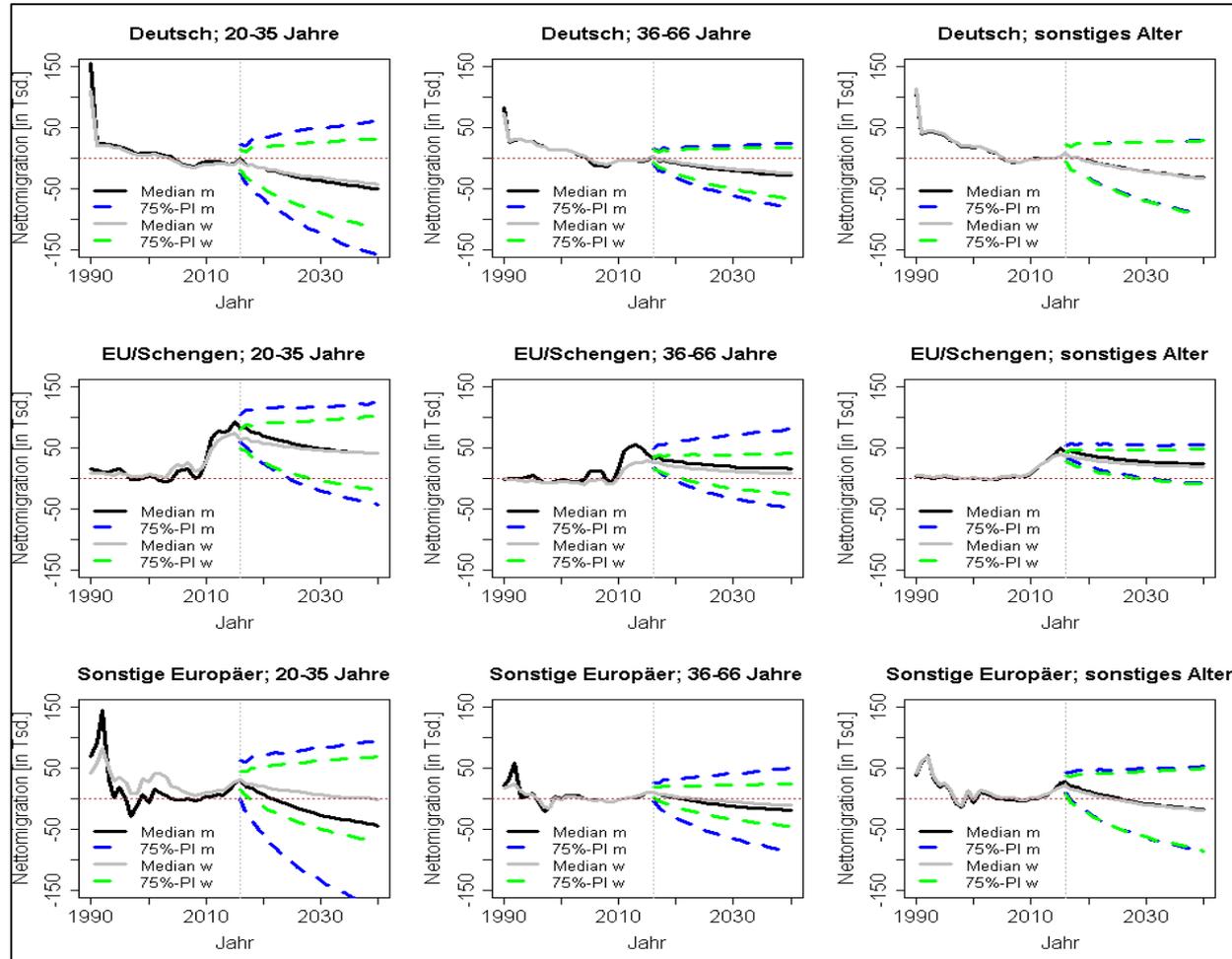
Abbildung 5: Nettomigration in Deutschland mit 75%-PI



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

3. Ein stochastischer Prognoseansatz für die Nettomigration zwischen Deutschland und dem Ausland

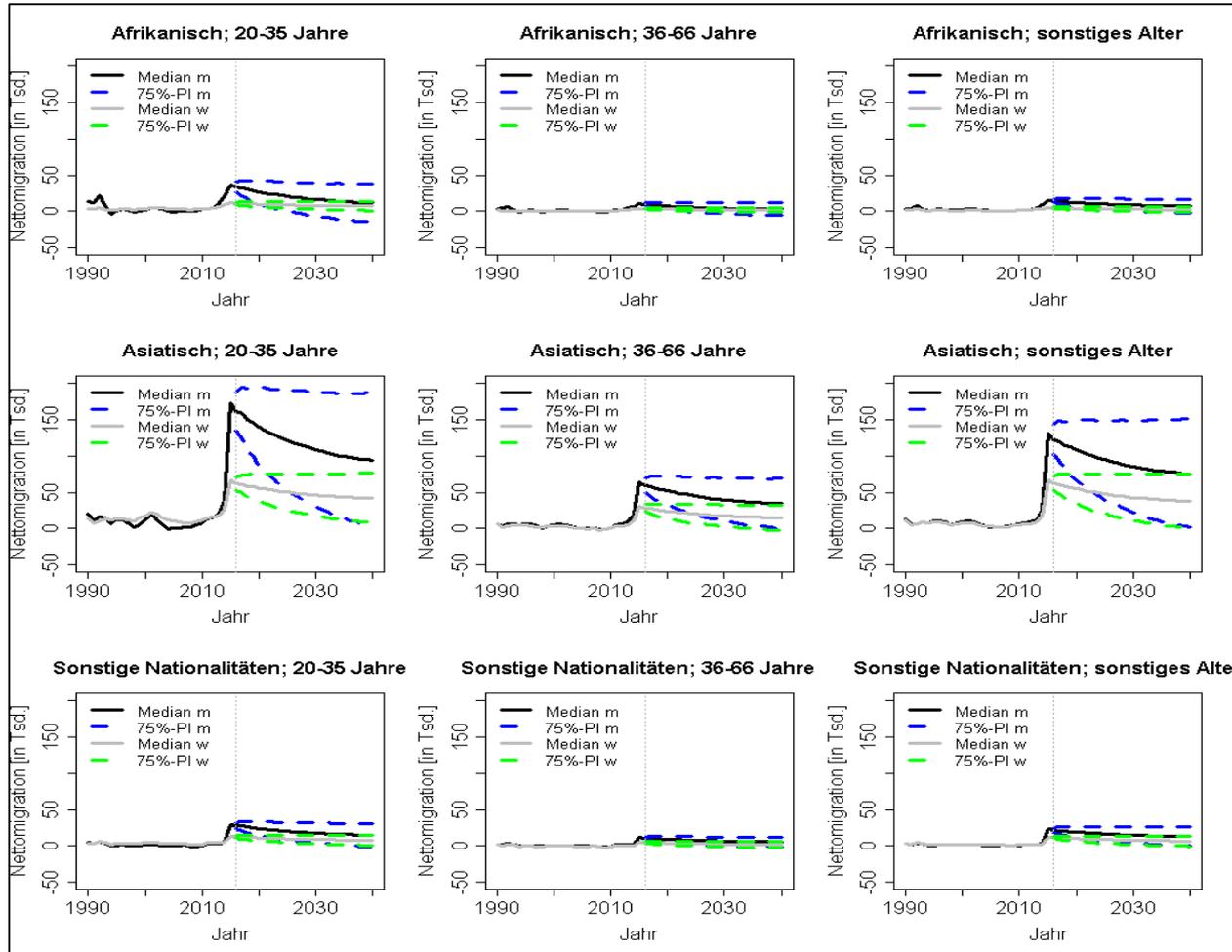
Abbildung 6: Nettomigration nach Altersgruppen für Europäer bis 2040



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

3. Ein stochastischer Prognoseansatz für die Nettomigration zwischen Deutschland und dem Ausland

Abbildung 7: Nettomigration nach Altersgruppen für Nicht-Europäer bis 2040



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung

4. Fazit, Limitationen und Ausblick

- **Viele Problemstellungen für Prognostiker bei internationaler Migration**
- **Überblick über ausgewählte Lösungsansätze**
- **Synthetischer Datensatz mit Nettomigrationszahlen nach Geschlecht, Altersjahren und Nationalitätsgruppe**
- **10.000-fache Simulation von Wiener Prozessen für die HK**
- **Retransformation der Simulationsergebnisse erzeugt Trajektorien für die alters-, geschlechts- und nationalitätsspezifischen Nettomigrationszahlen bis 2040**
- **Ergebnisse informativ, da sehr detailliert und mit Risiken quantifiziert**
- **Im Mittel sinkende Migration zu erwarten, häufig bei Projektionen angenommener Verlauf erscheint aber zu steil**

4. Fazit, Limitationen und Ausblick

- **Sehr kurze Historie mit 26 Jahren**
- **Subjektive Annahmen zu zukünftigem Verlauf von Krisen (Terror, Eurokrise) unvermeidlich**
 - ▶ Relativierung durch Zeitreihenmethodik und Quantifizierung von Prognoseintervallen
- **Generelle Schwäche quantitativer Modelle: Abhängigkeit von Historie; in Historie nicht enthaltene Schocks werden nicht einbezogen**
- **Längere Historie vonnöten, um statistisch bessere Ergebnisse zu erzielen, speziell Entwicklung der Krisen muss noch beobachtet werden**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Fragen oder Anmerkungen?

Patrizio Vanella, M.Sc.
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität
Hannover
Center for Risk and Insurance
pv@ivbl.uni-hannover.de

Dr. Philipp Deschermeier
Institut Wohnen und Umwelt
Darmstadt
Forschungsfeld Wohnen
p.deschermeier@iwu.de

QUELLEN

- **Bewarder, Manuel; Leubacher, Marcel 2016: Syrische Staatsbürgerschaft wird massenhaft vorgetäuscht. Abgerufen unter <https://www.welt.de/politik/deutschland/article156496638/Syrische-Staatsbuergerschaft-wird-massenhaft-vorgetaeuscht.html> am 20.06.2017.**
- **Bohk, Christina 2012: Ein probabilistisches Bevölkerungsprognosemodell. Entwicklung und Anwendung für Deutschland. Springer VS.**
- **Bijak, Jakub 2011: Forecasting International Migration in Europe. A Bayesian View. Springer.**
- **Bohk, Christina 2012: Ein probabilistisches Bevölkerungsprognosemodell. Entwicklung und Anwendung für Deutschland. Springer VS.**

QUELLEN

- **Box, George; Jenkins, Gwilym; Reinsel, Gregory; Ljung, Greta 2016: Time Series Analysis. Forecasting and Control. 5. Auflage. Wiley.**
- **Bundesamt für Migration und Flüchtlinge 2016: Migrationsbericht 2015: Nürnberg.**
- **Bundesamt für Migration und Flüchtlinge 2017: Das Bundesamt in Zahlen 2016. Asyl, Migration und Integration: Nürnberg.**
- **Deschermeier, Philipp 2011: Population Development of the Rhine-Neckar Metropolitan Area: A Stochastic Population Forecast on the Basis of Functional Data Analysis. In: Comparative Population Studies 36(4): 769–806.**

QUELLEN

- **Deschermeier, Philipp 2016: Einfluss der Zuwanderung auf die demografische Entwicklung in Deutschland. In: IW-Trends, Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung 43(2): 21– 38.**
- **Deutsche Rentenversicherung 2017: Rente im Ausland. Abgerufen unter http://www.deutscherentenversicherung.de/Allgemein/de/Navigation/1_Lebenslagen/05_Kurz_vor_und_in_der_Rente/01_Kurz_vor_der_Rente/08_Rente_im_Ausland/Rente_im_Ausland_node.html am 20.06.2017.**
- **Fuchs, Johann; Söhnlein, Doris; Weber, Brigitte; Weber, Enzo 2017: Forecasting Labour Supply and Population: An Integrated Stochastic Model. IAB Discussion Paper 1/2017: Nürnberg.**

QUELLEN

- **Heidelberg Institute for International Conflict Research 2017: Conflict Barometer 2016: Heidelberg.**
- **Hildebrandt-Woeckl, Sabine 2015: Palmenstrand und deutsche Rente. Abgerufen unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/immobilien/wie-kompliziert-ist-es-die-rente-im-auslandzu-organisieren-13886953.html> am 20.06.2017.**
- **Hyndman, Rob; Booth, Heather 2008: Stochastic population forecasts using functional data models for mortality, fertility and migration, in: International Journal of Forecasting 24(3): 323– 342.**
- **Hyndman, Rob J.; Ullah, Shahid 2007, Robust forecasting of mortality and fertility rates. A functional data approach. In: Computational Statistics & Data Analysis, 51(10): 4942–4956.**

QUELLEN

- Hyndman, Rob J.; Booth, Heather; Yasmeeen, Farah 2013, Coherent mortality forecasting: the product-ratio method with functional time series models. In: Demography, 50(1): 261–283.
- Kupiszewska, Dorota; Nowok, Beata: Comparability of statistics on international migration flows in the European Union. In: Raymer, James; Willekens, Frans [Hrsg.] 2008: International Migration in Europe. Wiley.
- Lee, Peter 2012: Bayesian Statistics. An Introduction. Wiley.
- Leubecher, Marcel 2017: Familiennachzug von Migranten 2016 um 50 Prozent gestiegen. Angerufen unter <https://www.welt.de/politik/deutschland/article161307823/Familiennachzugvon-Migranten-2016-um-50-Prozent-gestiegen.html> am 20.06.2017.

QUELLEN

- **Nieden, Felix zur; Rau, Roland; Luy, Marc 2016 Allgemeine Sterbetafel 2010/2012 – Neue Ansätze zur Glättung und Extrapolation der Sterbewahrscheinlichkeiten. In: Wirtschaft und Statistik 1: 63– 74**
- **OECD 2016: OECD Economic Outlook. Volume 2016 Issue 2, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-2-en.**
- **Ramsay, James; Silverman, Bernard 2001, Functional Data Analysis. In: Smelser, Neil; Baltes, Paul: International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences: 5822–5828.**
- **Ramsay, James; Silverman, Bernard W. 2005, Functional Data Analysis, Springer Series in Statistics: New York**

QUELLEN

- **Raymer, James; Willekens, Frans 2008: International Migration in Europe. Wiley.**
- **Rogers, Andrei; Castro, Luis 1981: Model Migration Schedules. Working Paper RR-81-30. International Institute for Applied Systems Analysis: Laxenburg.**
- **Rogers, Andrei; Little, Jani; Raymer, James 2010: The Indirect Estimation of Migration. Springer.**
- **Rogers, Andrei; Watkins, John 1987: General Versus Elderly Interstate Migration and Population Redistribution in the United States. In: Research on Aging 9(4): 483–529.**
- **Statistisches Bundesamt 2015: Bevölkerung Deutschlands bis 2060. 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung: Wiesbaden.**

QUELLEN

- **Statistisches Bundesamt 2015a: Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland 1991- 2013 nach Einzelaltersjahren und Geschlecht. Daten auf Anfrage zur Verfügung gestellt am 02.09.2015.**
- **Statistisches Bundesamt 2016: Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland 2014 nach Einzelaltersjahren und Geschlecht. Daten auf Anfrage zur Verfügung gestellt am 14.03.2016.**
- **Statistisches Bundesamt 2017: Wanderungen über die Grenzen Deutschlands 1990-2015 nach (ausgewählten) Staatsangehörigkeiten und Altersgruppen. Daten auf Anfrage zur Verfügung gestellt am 18.04.2017.**

QUELLEN

- **Statistisches Bundesamt 2017a: Wanderungen zwischen Deutschland und dem Ausland 2015 nach Einzelaltersjahren und Geschlecht. Daten auf Anfrage zur Verfügung gestellt am 24.04.2017.**
- **Statistisches Bundesamt 2017b: Aktualisierung der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung – Basis 2015. Abgerufen unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/AktualisierungBevoelkerungsvorausberechnung.html> am 29.08.2018.**
- **Tavella, Domingo 2002: Quantitative Methods in Derivatives Pricing. An Introduction to Computational Finance. Wiley & Sons.**

QUELLEN

- **United Nations 1998: Recommendations on Statistics of International Migration. Revision 1. Statistical Papers Series M, No. 58, Rev. 1, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division: New York.**
- **USA Today 2014: Panetta: '30-year war' and a leadership test for Obama. Aufgerufen unter [https:// www.usatoday.com/story/news/politics/2014/10/06/leon-panetta-memoir-worthyfights/16737615/](https://www.usatoday.com/story/news/politics/2014/10/06/leon-panetta-memoir-worthyfights/16737615/) am 19.06.2017.**
- **Vanella, Patrizio 2017: Stochastische Prognose demografischer Komponenten auf Basis der Hauptkomponentenanalyse. Hannover Economic Papers 597, Juni 2017.**
- **Wood, Simon 1994: Obtaining Birth and Mortality Patterns From Structured Population Trajectories. In: Ecological Monographs 64(1): 23–44.**

QUELLEN

- **World Bank 2016: Transcript of World Bank Group President Jim Yong Kim's Opening Press Conference. Abgerufen unter <http://www.worldbank.org/en/news/speech/2016/04/14/transcript-world-bank-group-president-jim-yong-kim-opening-press-conference> am 20.06.2017.**