

Thematik: Motivation und Datengrundlage

Motivation

In München ist die Hauptwohnsitzbevölkerung von 1996 bis 2015 um 278.378 Personen gewachsen. In dieser Zeit ist die Zuwanderung von Ausländern um 75,3% von 44.387 Zuzügen im Jahr 1996 auf 77.804 Zuzüge für 2015 gestiegen, während sich die Abwanderung der Ausländer nur um 9,6% von 44.558 auf 48.831 Wegzüge erhöht hat.

Über die zwanzig Jahre beträgt der ausländische Wanderungssaldo 183.911 Personen, womit der Anteil des Zuwachses durch die ausländische Migration am Gesamtwachstum bei 66,1% liegt und für München von zentraler Bedeutung ist.

Ziel

Analyse der **ausländischen Migration** in München 1996 bis 2015

- Zeitliche Entwicklung
- Entdeckung von demographischen Bevölkerungsstrukturen
- Identifikation räumlicher Disparitäten
- Fokus auf spezielle Ereignisse (EU-Erweiterungen, Fluchtmigration)

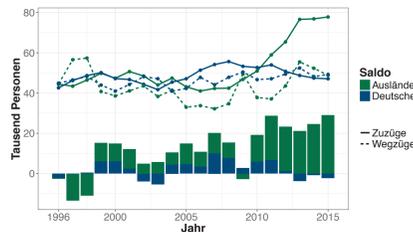


Abb. 1: Migration der Deutschen und Ausländer in München

Datengrundlage

Hauptwohnsitzbevölkerung in München 1996 - 2015

- Bestandsdaten (Stand: jährlich zum 31.12.)
- Bewegungsdaten (Stand: monatlich zum Monatsletzten)

Demographische Merkmale

- Lebensalter
- Geschlecht
- Familienstand
- Konfession
- 1. und 2. Staatsangehörigkeit
- Herkunftsgebiet
- Administrative Meldeadresse

Methodik I: Explorative Analyse und interaktive Visualisierung als Shiny-App

Shiny-App

Umsetzung in R über Chang et al. (2017)

- Interaktive Anwendung zur detaillierten **explorativen Betrachtung**
- Auswahl graphischer Darstellungsarten und Differenzierungen
- Direkter Vergleich zweier Situationen
- Exportmöglichkeit der Graphiken

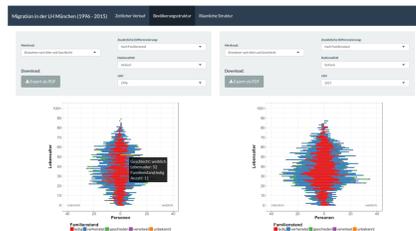


Abb. 2: Screenshot der Shiny-App

Methodik II: Räumlich-zeitliche Clusteranalyse

Clusteranalyse zur Entdeckung von **Ähnlichkeitsstrukturen** und zeitlichen Entwicklungen über das Stadtgebiet hinsichtlich der ausländischen Migration

- Gruppierung der **Stadtbezirksteile** mit mehr als 1.000 Einwohnern über die Jahre (⇒ für alle zwanzig Jahre 2.060 Untersuchungsobjekte)
- Charakterisierung der Stadtbezirksteile durch die **Anteile der Zuzüge** pro Stadtbezirksteil für die elf häufigsten Nationalitäten und Fluchtregionen

Modellbasierte Clusteranalyse

Theorie nach Fraley und Raftery (1998), Umsetzung in R über Scrucca et al. (2016)

Annahme, dass p -dimensionalen Untersuchungsobjekten $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n$ ein finites Mischmodell mit G Komponenten zugrunde liegt und über die Wahrscheinlichkeitsverteilung jeder Komponente $f_k(\mathbf{x}|\theta_k)$, $k = 1, \dots, G$ ein Cluster beschrieben wird.

Likelihood des Mischmodells

$$\mathcal{L}_{MIX}(\theta_1, \dots, \theta_G; \tau_1, \dots, \tau_G | \mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n \sum_{k=1}^G \tau_k f_k(\mathbf{x}_i, \theta_k)$$

mit τ_k Wahrscheinlichkeit für die Zugehörigkeit von \mathbf{x}_i zur k -ten Komponente ($\tau_k \geq 0$ und $\sum_{k=1}^G \tau_k = 1$)

- Annahme multivariater Normalverteilungen für die Komponenten

$$f_k(\mathbf{x}_i | \mu_k, \Sigma_k) = (2\pi)^{-p/2} |\Sigma_k|^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2}(\mathbf{x}_i - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (\mathbf{x}_i - \mu_k)\right)$$

- Parametrisierung der Kovarianzmatrix durch Eigenwertzerlegung

$$\Sigma_k = \lambda_k D_k A_k A_k^T D_k$$

mit D_k orthogonale Matrix der Eigenvektoren, A_k Diagonalmatrix proportional zu den Eigenwerten und λ_k Proportionalitätskonstante

- Iterativer **Expectation-Maximization-Algorithmus** zur Schätzung unvollständiger Daten, da komplette Beobachtungen $\mathbf{y}_i = (\mathbf{x}_i, \mathbf{z}_i)$ und \mathbf{z}_i unbekannt

$$z_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{wenn } \mathbf{x}_i \text{ zum Cluster } k \text{ gehört} \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

- Modellwahl über das Bayes'sche Informationskriterium und inhaltliche Überlegungen

Literatur

- Fraley, C. und Raftery, A. E. (1998). How Many Clusters? Which Clustering Method? Answers Via Model-Based Cluster Analysis, *The Computer Journal* 41 (8): 578-588.
- Scrucca, L., Fop, M., Murphy, T. B. und Raftery, A. E. (2016). *mclust 5: Clustering, Classification and Density Estimation Using Gaussian Finite Mixture Models*.
- Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Xie, Y. und McPherson, J. (2017). *shiny: Web Application Framework for R. Version: 1.0.1*
URL: <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>.

Fazit

Shiny-App

- Schnelle flexible Erkenntnisse
- Gezieltes Suchen und Vergleichen von Zusammenhängen

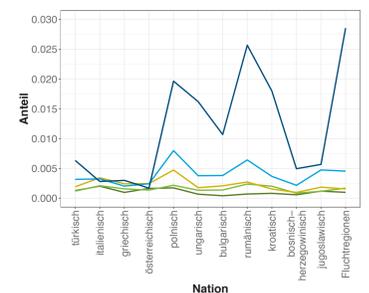
Clusteranalyse

- Kompakte Datenreduktion
- Übersichtliche Darstellung der räumlich-zeitlichen Migration

Ergebnisse

Ergebnisse

- **Anstieg der ausländischen Zuzüge**
- Häufig in den Zu- und Wegzügen vertretene Nationen liegen südlich und östlich von Deutschland
- Größter Anteil am Gesamtwachstum durch die Migration von **Polen, Rumänen und Bulgaren**
- In München ist der Anteil ausländischer Zugezogener insgesamt im Norden und Westen größer als im Süden und Osten
- Einzelne Stadtbezirksteile mit **sehr hohen Zuzugszahlen von Polen, Rumänen, Kroaten, Ungarn und aus den Fluchtregionen**
- Im Jahr 2015 stechen Stadtbezirksteile mit großen Flüchtlingsunterkünften heraus



- Cluster 1: sehr schwache Zuwanderung
- Cluster 2: schwache Zuwanderung
- Cluster 3: mäßige Zuwanderung
- Cluster 4: starke Zuwanderung
- Cluster 5: sehr starke Zuwanderung

Abb. 3: Durchschnittlicher Anteil Zugezogener für die fünf Cluster

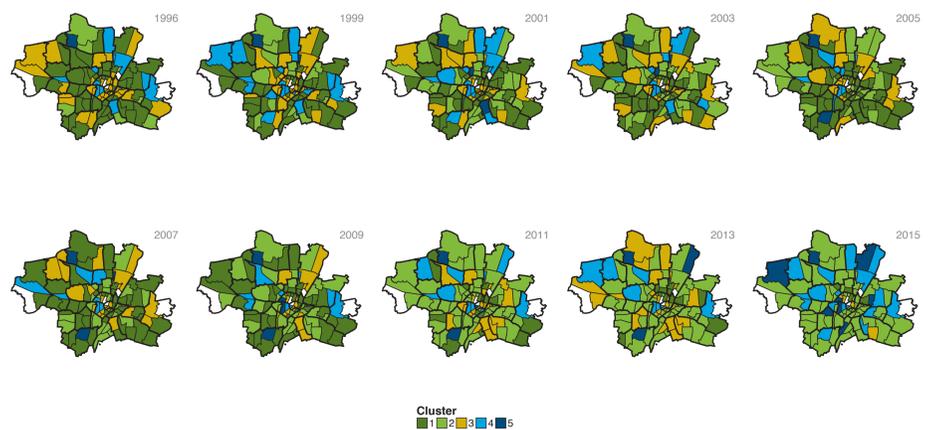


Abb. 4: Räumliche Clusterzuordnung in München für ausgewählte Jahre

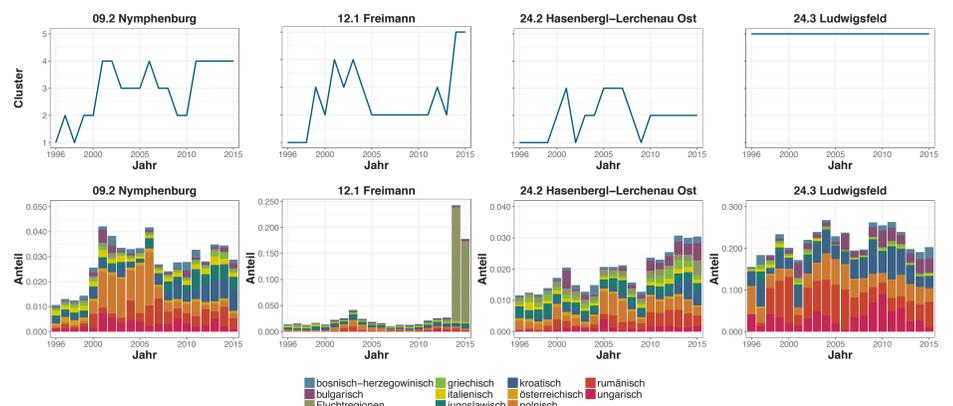


Abb. 5: Entwicklung der Clusterzugehörigkeit und von den Anteilen Zugezogener verschiedener Nationalitäten in ausgewählten Münchner Stadtbezirksteilen