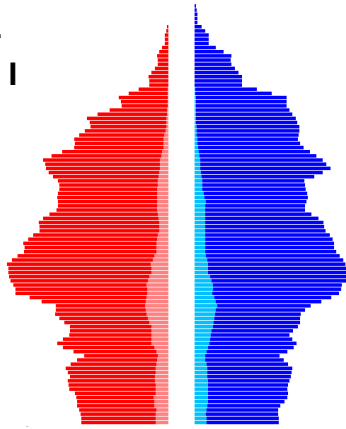


Modelle in der Raumplanung I

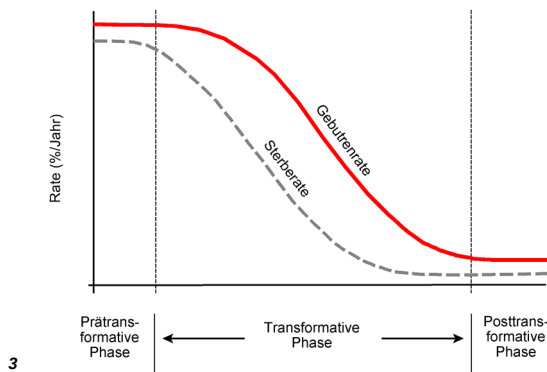
Klaus Spiekermann
Michael Wegener

9
Bevölkerung
und Wanderungen
16. Dezember 2008



Lehrveranstaltung "Modelle in der Raumplanung" WS 2008/2009

Demographischer Übergang (Friedrichs, 1985)



3

Demographischer Übergang (Friedrichs, 1985)

Prätransformativ Phase:

- Geburten- und Sterberaten hoch
- Bevölkerung konstant

Transformationsphase:

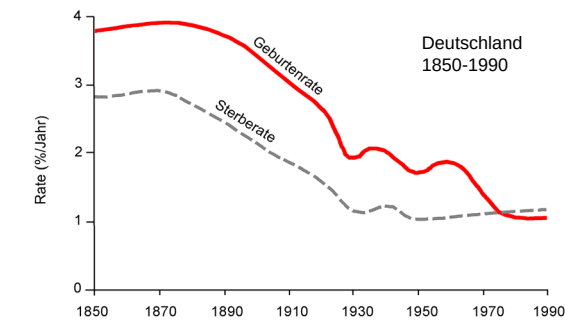
- Sterberaten sinken zuerst (Medizin, Hygiene)
- Geburtenraten sinken später (Sozialversicherung)
- Bevölkerung wächst

Posttransformativ Phase:

- Sterberaten niedrig
- Geburtenraten noch niedriger
- Bevölkerung schrumpft

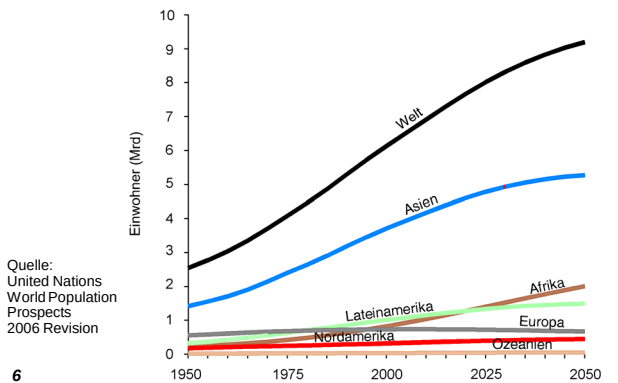
4

Demographischer Übergang (Friedrichs, 1985)



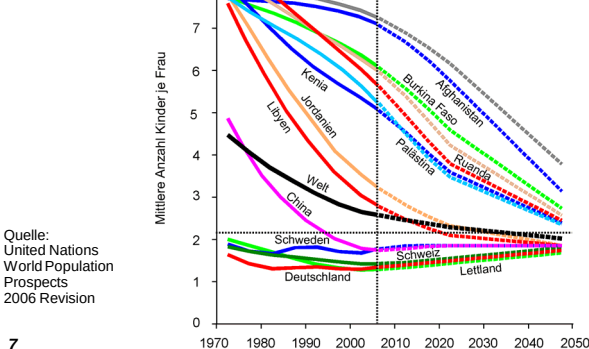
5

Wachstum der Weltbevölkerung 1950-2050



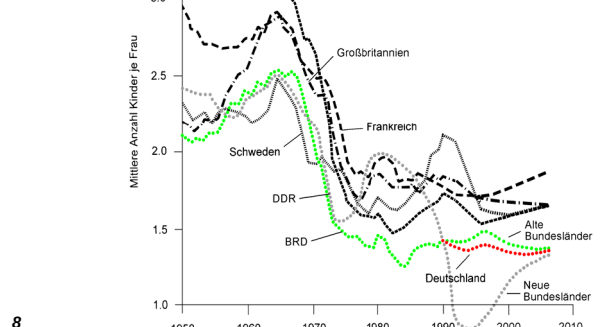
6

Geburtenraten in der Welt 1970-2050



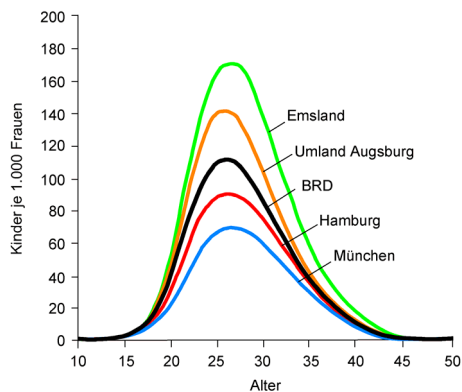
7

Geburten- raten in Europa 1950-2006



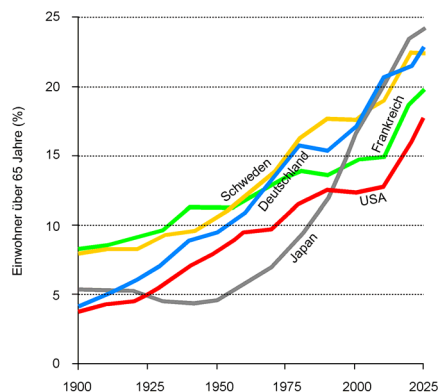
8

Altersspezifische Geburtenraten



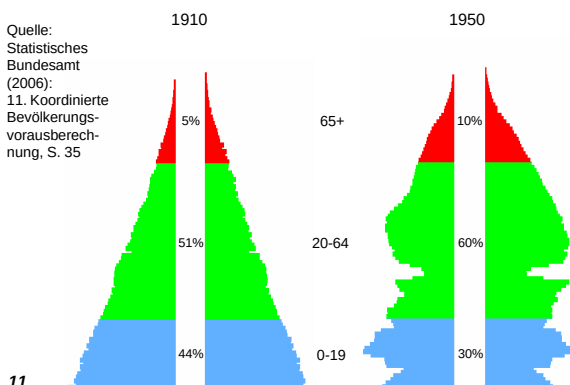
9

Einwohner über 65 Jahre (%) 1900-2025



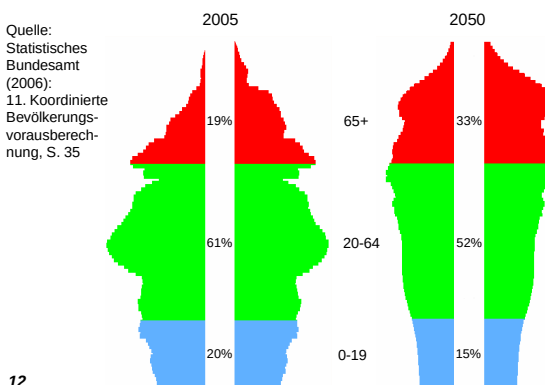
10

Altersstruktur in Deutschland 1910-1950



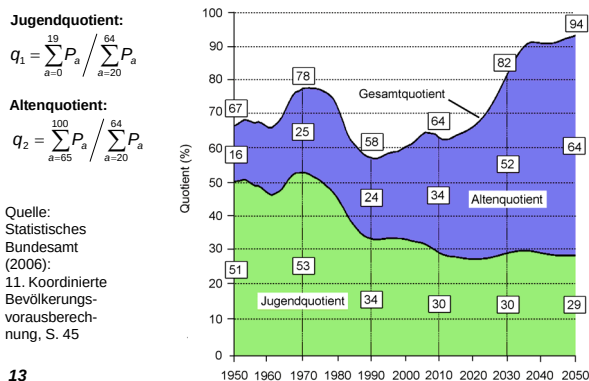
11

Altersstruktur in Deutschland 2005-2050



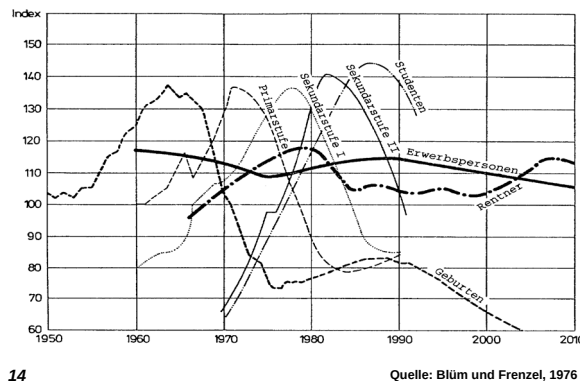
12

Jugend- und Altenquotient 1950-2050



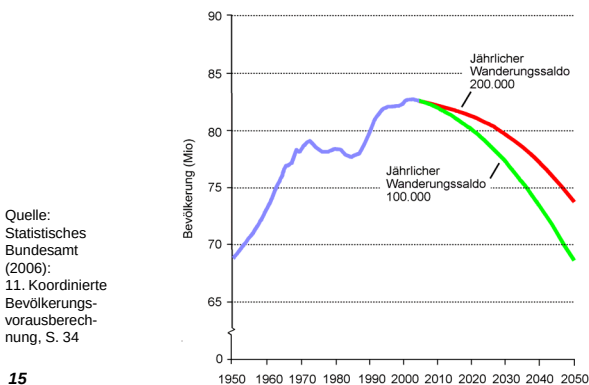
13

Wellenförmige demographische Prozesse



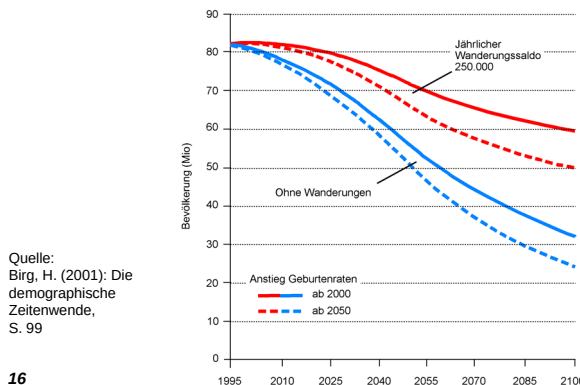
14

Bevölkerung in Deutschland 1950-2050



15

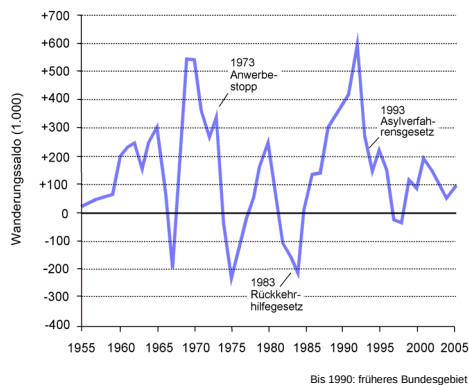
Bevölkerung in Deutschland 1995-2100



16

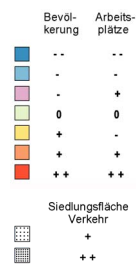
Außenwanderungssalden 1955-2005

Quelle:
Statistisches
Bundesamt
(2006):
11. Koordinierte
Bevölkerungs-
vorausberechnung, S. 20

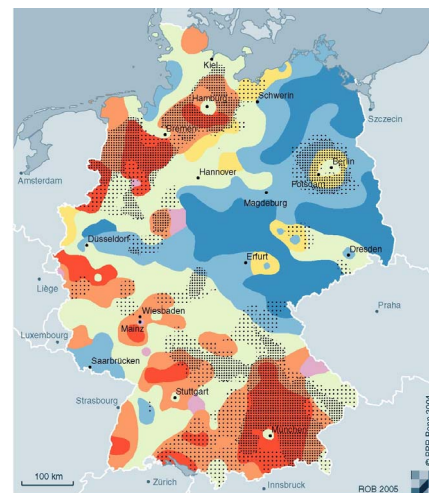


17

Raumordnungsbericht 2005



18



Natürliche Bevölkerungsentwicklung

Bevölkerungsprognosemethoden

3. Komponentenmethode

$$P(t+n) = P(t) [1 + b(t, t+1) - d(t, t+1) + m(t, t+1)]^n$$

Einwohner zur Zeit t+n
Einwohner zur Zeit t
Geburtenrate
Sterberate
Nettowanderungsrate

4. Cohort-Survival-Methode (siehe folgende Folien)

21

Bevölkerungsprognosemethoden

1. Linearer Trend

$$P(t+n) = P(t) + n r(t, t+1)$$

Einwohner zur Zeit t+n
Einwohner zur Zeit t
Veränderung Einwohner

2. Exponentieller Trend

$$P(t+n) = P(t) [1 + r(t, t+1)]^n$$

Einwohner zur Zeit t+n
Einwohner zur Zeit t
Veränderung Einwohner

20

Cohort-Survival-Methode

a. Altern und Todesfälle:

$$P_{a+1}^s(t+1) = P_a^s(t) s_a^s(t, t+1)$$

Einwohner zur Zeit t+1
Einwohner zur Zeit t
Überlebenswahrscheinlichkeit

a = Alter
s = Geschlecht

b. Geburten:

$$P_0^s(t+1) = \sum_{a=15}^{49} P_a^f(t+0.5) b_a(t, t+1) r^s s_0^s(t, t+1)$$

Säuglinge zur Zeit t+1
Mittlere Anzahl Frauen
Geburtenrate
Säuglingsüberlebenswahrscheinlichkeit

Geschlechtsproportion

22

Cohort-Survival-Methode

Überlebenswahrscheinlichkeiten:

$$s_a^s(t, t+1) = 1 - \frac{D_a^s(t, t+1)}{P_a^s(t)}$$

Todesfälle

Geburtenraten:

$$b_a(t, t+1) = \frac{B_a(t, t+1)}{P_a^f(t+0.5)}$$

Geburten

23

Cohort-Survival-Methode

Matrix-Notation:

$$P(t) = \begin{bmatrix} P_0(t) \\ \vdots \\ P_a(t) \\ \vdots \\ P_A(t) \end{bmatrix} \quad s = \begin{bmatrix} 0 & \dots & b_a & \dots & 0 & 0 \\ s_0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & & s_a & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & s_{A-1} & 0 \end{bmatrix}$$

Bevölkerungsvektor
Überlebensmatrix (Leslie-Matrix)

Bevölkerungsprognose:

$$P(t+n) = s^n P(t)$$

24

Wanderungen

Wanderungen

Definition:

Wanderungen sind Ortsveränderungen mit Wohnungswechsel.

Die Statistik unterscheidet:

- **Binnenwanderungen** (in Gemeinden)
- Wanderungen zwischen **Gemeinden**
- Wanderungen zwischen **Bundesländern**
- Wanderungen zwischen **Ländern**

26

Wanderungen

Fernwanderungen sind arbeitsbezogen:

- **Ausbildungswanderungen**: Beginn oder Ende der Ausbildung, Wechsel des Ausbildungsorts
- **Berufswanderungen**: Beginn der Berufstätigkeit oder Wechsel des Arbeitsorts
- **Alterswanderungen**: Ende der Erwerbstätigkeit

Nahwanderungen sind wohnungsbezogen:

- Änderung des **Einkommens**
- Änderung der **Haushaltsgröße**
- Änderung des **Lebensstils** (Altern)
- Änderung des **Arbeitsplatzes**

27

Wanderungen

Ravenstein (1885) analysierte britische Wanderungsdaten:

- Die meisten Wanderungen erfolgen über kurze Distanz in Richtung auf die großen Handels- und Industriezentren.
- Die Einwohner im Umland einer schnell wachsenden Stadt wandern in diese; die Lücken, die sie hinterlassen, werden von Zuwanderern aus entfernteren Regionen gefüllt.
- Die Zahl der **Zuwanderer** aus einer Region ist um so größer, je mehr **Einwohner** sie hat, und um so **geringer**, je **weiter** sie entfernt ist.
- Fernwanderer wandern direkt in die großen Handels- und Industriezentren.

28

Wanderungen

Zipf (1949) wies nach, dass *Ravensteins* Beobachtungen mit dem **Gravitationsmodell** vereinbar sind: Die Zahl der Wanderungen zwischen zwei Regionen ist

- **umgekehrt proportional** zu ihrer **Entfernung**
- **proportional** zur **Einwohnerzahl** der Quellregion und der Zahl der **Arbeitsplätze** in der Zielregion:

$$M_{ij} = \frac{P_i E_j}{d_{ij}} C$$

Wanderungen von i nach j → M_{ij} ← Skalierungskonstante

Bevölkerung in Region i → P_i

Arbeitsplätze in Region j → E_j

Entfernung von i nach j → d_{ij}

29

Wanderungsprognosemethoden

Fernwanderungsmodelle:

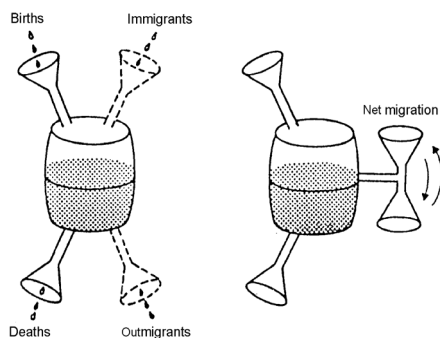
- Extrapolation von **Wanderungssalden**
- Extrapolation von **Zuwanderung** und **Abwanderung**
- Extrapolation von **Wanderungsströmen** (nach Alter, Geschlecht, Nationalität) im Rahmen eines multiregionalen Cohort-Survival-Modells
- Simulation von **Wanderungssalden**
- Simulation von **Wanderungsströmen**

... *Nahwanderungsmodelle* siehe Sommersemester

30

Wanderungssalden

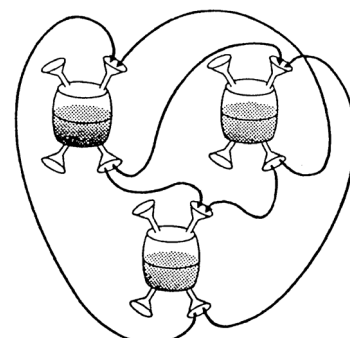
Rogers and Willekens 1982



31

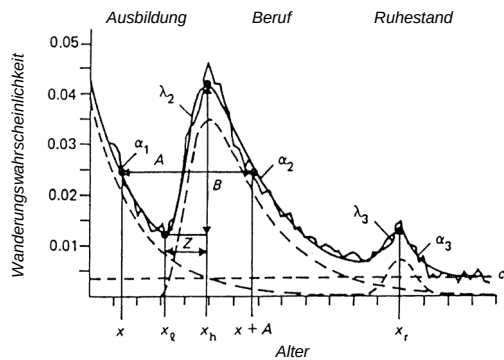
Wanderungsströme

Rogers and Willekens 1982



32

Altersspezifische Wanderungsraten Rogers and Castro 1981



33

Multiregionales Cohort-Survival-Modell

$$P(t) = \begin{bmatrix} P_0^1(t) & \dots & P_0^I(t) \\ \vdots & & \vdots \\ P_a^1(t) & \dots & P_a^I(t) \\ \vdots & & \vdots \\ P_A^1(t) & \dots & P_A^I(t) \end{bmatrix} \quad g = \begin{bmatrix} 0 & \dots & b_a & \dots & 0 & 0 \\ s_0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & s_a & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & s_{A-1} & 0 \end{bmatrix}$$

Multiregionale Bevölkerungsprognose

$$P(t+n) = g^n P(t)$$

34

Multiregionales Cohort-Survival-Modell

$$s_a = \begin{bmatrix} s_a^{11}(t) & \dots & s_a^{1j}(t) & \dots & s_a^{1I}(t) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ s_a^{i1}(t) & \dots & s_a^{ij}(t) & \dots & s_a^{iI}(t) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ s_a^{I1}(t) & \dots & s_a^{Ij}(t) & \dots & s_a^{II}(t) \end{bmatrix} \quad b_a = \begin{bmatrix} b_a^{11} & \dots & b_a^{1j} & \dots & b_a^{1I} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_a^{i1} & \dots & b_a^{ij} & \dots & b_a^{iI} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_a^{I1} & \dots & b_a^{Ij} & \dots & b_a^{II} \end{bmatrix}$$

35

Modellbeispiel 1: Bevölkerungsprognose

Modellbeispiel: Bevölkerungsprognose

Das Programm **<popup>** prognostiziert die Bevölkerungsentwicklung des **östlichen Ruhrgebiets** als Funktion von Annahmen über

- alters- und geschlechtsspezifische **Sterberaten**
- altersspezifische **Geburtenraten**
- **Zuwanderungsraten**
- **Einbürgerungsraten**

Der Benutzer kann die folgenden Annahmen verändern:

- **Geburtenraten**
- **Zuwanderungsraten**

37

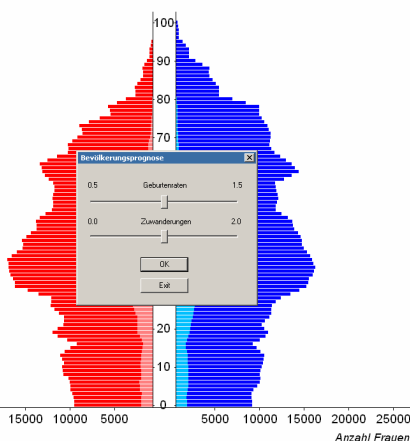
Untersuchungsgebiet



38

2000

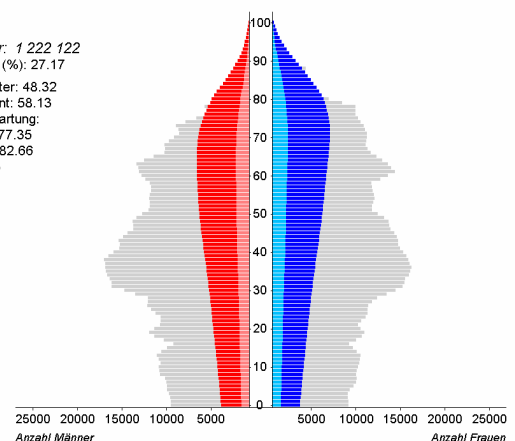
Einwohner: 2 618 512
Aust. Einw. (%): 10.19
Mittleres Alter: 41.28
Altenquotient: 29.15
Lebenserwartung:
- Männer: 76.04
- Frauen: 81.71
TFR: 1.43
NRR: 0.69



39

2100

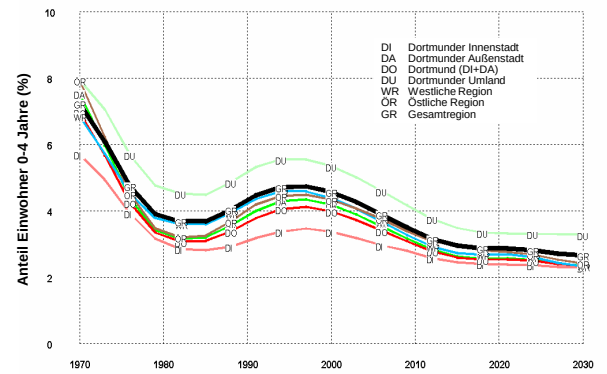
Einwohner: 1 222 122
Aust. Einw. (%): 27.17
Mittleres Alter: 48.32
Altenquotient: 58.13
Lebenserwartung:
- Männer: 77.35
- Frauen: 82.66
TFR: 1.43
NRR: 0.69



40

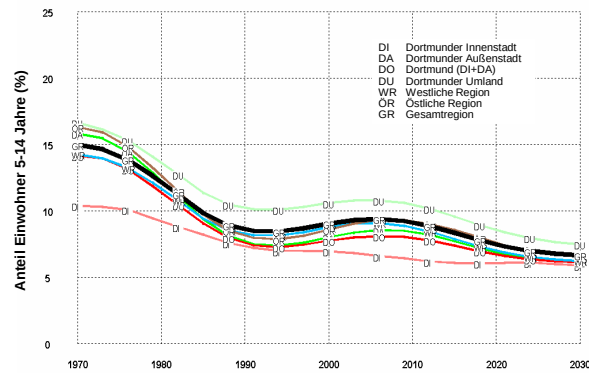
Modellbeispiel 2: Bevölkerungsprognose im IRPUD-Modell

Anteil Einwohner 0-4 Jahre (%)



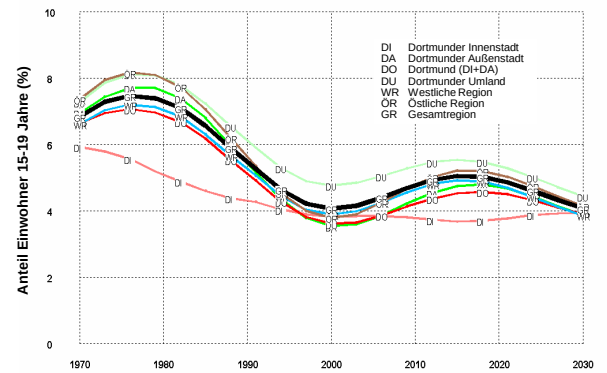
42

Anteil Einwohner 5-14 Jahre (%)



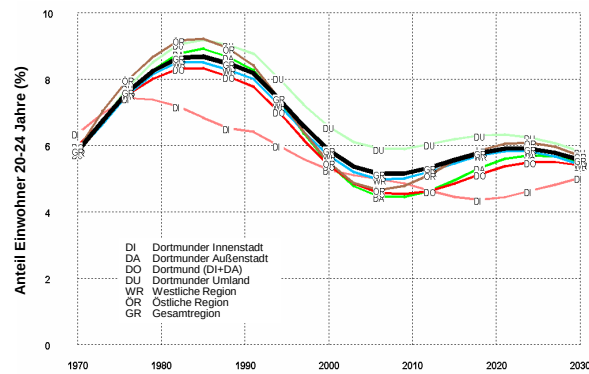
43

Anteil Einwohner 15-19 Jahre (%)



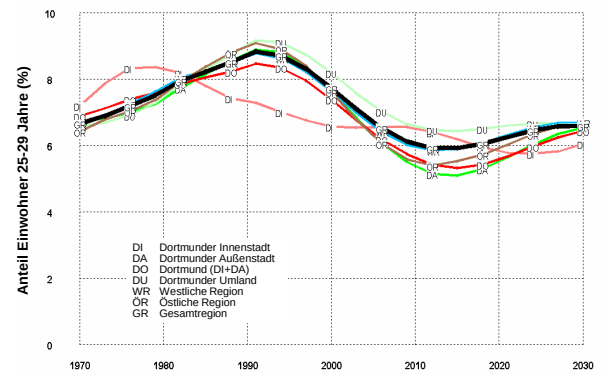
44

Anteil Einwohner 20-24 Jahre (%)



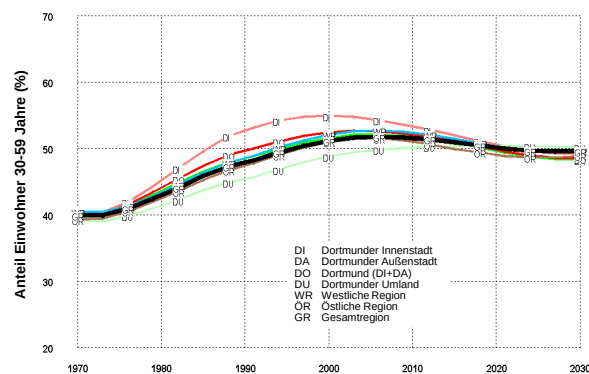
45

Anteil Einwohner 25-29 Jahre (%)



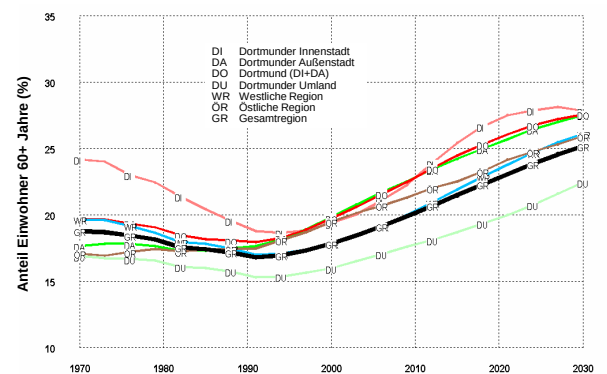
46

Anteil Einwohner 30-59 Jahre (%)



47

Anteil Einwohner 60+ Jahre (%)



48

Beispiel: ESPON 1.4.4

Definitionen der Europäischen Kommission (2005):

- 51

Scatter plot showing the relationship between German exports (Auswagerungen) and imports (Einwagerungen) in 1999. The axes are scaled in thousands (1.000). The plot includes a dashed diagonal line representing the identity line (y=x). The correlation coefficient is $r^2 = 0.28$ and the sample size is $n = 417$. Data points are labeled with country codes. Two specific data points are highlighted with colored bubbles: a green bubble for 'Italienische Statistik' and a yellow bubble for 'Deutsche Statistik'.

Das SASI-Modell prognostiziert gegenwärtig regionale Wanderungssalden als Prozent der Einwohner:

55

Im Projekt ESPON 1.4.4 (Preparatory Study on Feasibility of Flows Analysis) wurden in Vorbereitung des ESPON-Programms 2007-2013 Möglichkeiten der Analyse und Prognose von **interregionalen Strömen** untersucht:

- 50

Aber diese Definitionen werden keineswegs in allen EU-Mitgliedsländern angewendet:

- 52

Das Diagramm zeigt die Beziehungen zwischen verschiedenen Indikatoren der europäischen Entwicklungen und deren Einfluss auf die deutsche Wirtschaft. Die Indikatoren sind in fünf Hauptkategorien unterteilt:

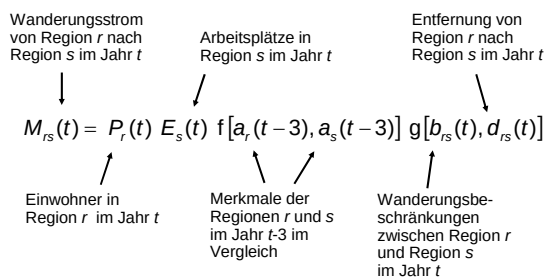
- BIP (Bruttoinlandsprodukt):**
 - Europäische Entwicklungen: BIP Europa, Transferpolitik, Trans-europäische Netze, Verkehrspolitik, Währungsunion.
 - Regionale Ebene: Regionale Auslastung, Regionale Produktionsfunktion, Regionales BIP nach Wirtschaftssektoren & Einwohner.
- Bevölkerung:**
 - Europäische Entwicklungen: Wanderungspolitik.
 - Regionale Ebene: Regionale Lebensqualität, Regionale Geburtenraten, Regionale Ausbildung.
- Einkommen:**
 - Europäische Entwicklungen: Erreichbarkeit.
 - Regionale Ebene: Regionales Einkommen, Einkommen.
- Arbeitslosigkeit:**
 - Europäische Entwicklungen: Kohäsionsindikatoren.
 - Regionale Ebene: Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren, Arbeitslosigkeit.
- Erwerbstätige:**
 - Regionale Ebene: Regionale Erwerbsquote, Erwerbstätige.

Die Beziehungen zwischen den Indikatoren sind wie folgt dargestellt:

- Die **Europäischen Entwicklungen** (oben) beeinflussen die **Regionale Produktionsfunktion** und die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren & Einwohner**.
- Die **Regionale Produktionsfunktion** beeinflusst das **Regionale BIP nach Wirtschaftssektoren & Einwohner**.
- Das **Regionale BIP nach Wirtschaftssektoren & Einwohner** beeinflusst das **Regionale Einkommen** und die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.
- Die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren** beeinflusst die **Arbeitslosigkeit** und die **Erwerbstätigen**.
- Die **Arbeitslosigkeit** beeinflusst die **Erwerbstätigen**.
- Die **Erwerbstätigen** beeinflussen die **Regionale Erwerbsquote**.
- Die **Regionale Erwerbsquote** beeinflusst die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.
- Die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren** beeinflusst die **Regionale Arbeitslosigkeit**.
- Die **Regionale Arbeitslosigkeit** beeinflusst die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.
- Die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren** beeinflusst die **Regionale Erwerbsquote**.
- Die **Regionale Erwerbsquote** beeinflusst die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.
- Die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren** beeinflusst die **Regionale Arbeitslosigkeit**.
- Die **Regionale Arbeitslosigkeit** beeinflusst die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.
- Die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren** beeinflusst die **Regionale Erwerbsquote**.
- Die **Regionale Erwerbsquote** beeinflusst die **Regionale Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren**.

Wanderungsströme

In einer Testversion wurde das Wanderungsmodell des SASI-Modells so verändert, dass es Wanderungsströme zwischen NUTS-3-Regionen prognostiziert:

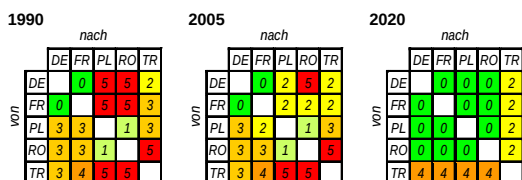


57

Wanderungsbarrieren

Im Wanderungsmodell werden Annahmen über die bei einer Wanderung zwischen unterschiedlichen Ländern bestehenden Wanderungsbeschränkungen getroffen.

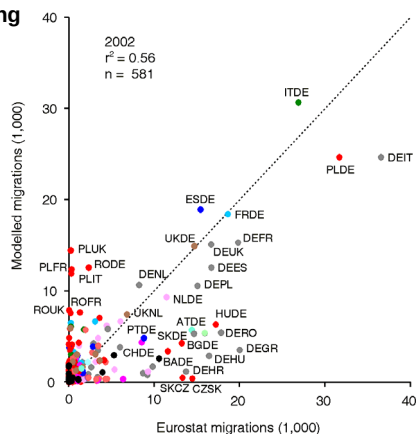
Beispiele (vorläufig):



59

Modellvalidierung (vorläufig)

Vergleich der Modellergebnisse mit Eurostat-Daten 2002



Weiterarbeit

Ein Modell interregionaler Wanderungsströme sollte die folgenden Anforderungen erfüllen:

- zwischen **Ausbildungs-, Arbeitsplatz- und Ruhestands-**wanderungen unterscheiden
- die unterschiedlichen **Altersstrukturen** von Ausbildungs-, Berufs- und Ruhestandswanderer berücksichtigen
- **Asylsuchende** und **illegale Zuwanderer** aus nicht-EU-Ländern berücksichtigen
- **intraregionale** Wanderungen und ihre Folgeprobleme wie Suburbanisierung berücksichtigen

63

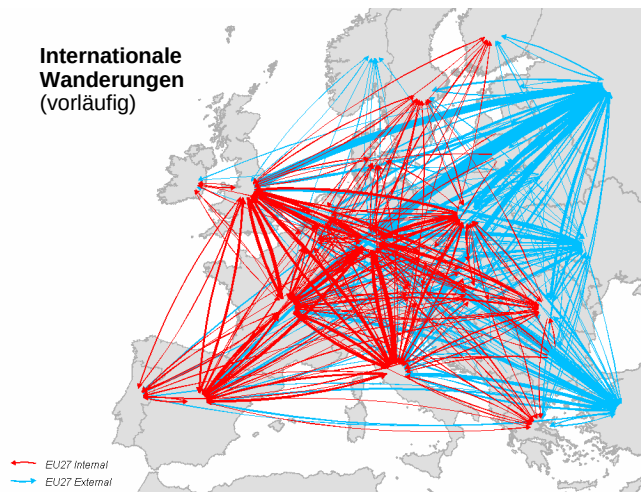
Wanderungsfunktion

Die Wanderungsfunktion prognostiziert **Wanderungsströme** zwischen NUTS-3-Regionen als Funktion von:

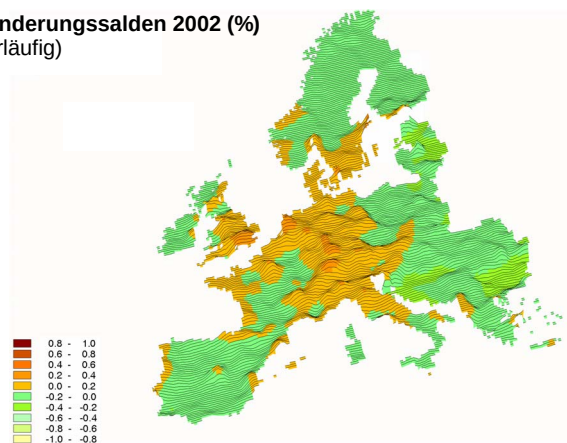
Größe	Einwohner der Quellregion Arbeitsplätze der Zielregion
Push/pull	BIP je Einwohner Lebensqualität
Entfernung	Luftlinienentfernung
Barrieren	Politische Barrieren Kulturelle Barrieren Sprachbarrieren

58

Internationale Wanderungen (vorläufig)



Wanderungssalden 2002 (%) (vorläufig)



Anhang: Definitionen

Lebenserwartung: Durchschnittliche Anzahl Lebensjahre ab einem Zeitpunkt (zumeist ab Geburt).

Nettoreproduktionsrate (NRR): Anzahl Töchter je Frau bei gleich bleibenden altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten und Berücksichtigung der Lebenserwartung.

Bruttoreproduktionsrate (BRR): Anzahl Töchter je Frau bei gleich bleibenden altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten ohne Berücksichtigung der Lebenserwartung.

Gesamtfruchtbarkeitsrate (TFR): Anzahl Kinder je Frau bei gleichbleibenden altersspezifischen Geburtenraten ohne Berücksichtigung der Lebenserwartung.

Jugendquotient: Verhältnis der Zahl der Personen unter 20 Jahre zur Zahl der Personen im Alter von 20 bis 64 Jahren.

Altenquotient: Verhältnis der Zahl der Personen über 64 Jahre zur Zahl der Personen im Alter von 20 bis 64 Jahren.

Abhängigkeitsquotient: Summe von Jugend- und Altenquotient.

64