

Modelle in der Raumplanung I

Klaus Spiekermann
Michael Wegener

4
Input-Output-Modelle
11. November 2008

Input-Output-Tabelle

		Inputs		Sektor	
		Outputs		1	
Sektor	1	20			
	2	10			
Gesamtinput		30			

Lehrveranstaltung "Modelle in der Raumplanung" WS 2008/2009



Shift-und-Share-Analyse

Ziele der "Shiftanalyse":

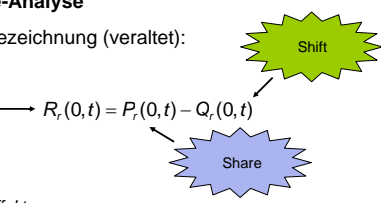
1. **Analyse** der Wirtschaftsentwicklung (Beschäftigte, BIP) in einer **Teilregion** relativ zur Entwicklung in der **Gesamtregion**.
2. **Prognose** der Wirtschaftsentwicklung (Beschäftigte, BIP) in einer **Teilregion** bei angenommener Entwicklung in der **Gesamtregion**.

3

Shift-und-Share-Analyse

Herleitung der Bezeichnung (veraltet):

Veränderung der Beschäftigten in Region r zwischen Jahr 0 und Jahr t



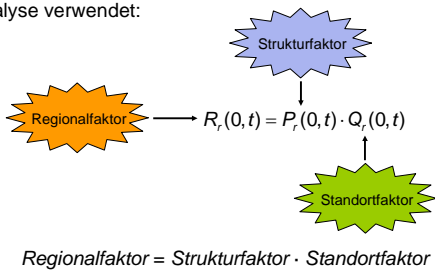
"Share" = Struktureffekt
Fiktive Veränderung der Beschäftigten in der Teilregion r , wenn die Branchen in Teilregion r sich so entwickelt hätten wie in der Gesamtregion

"Shift" = Standorteffekt
Veränderung der Beschäftigten in der Teilregion r , die nicht durch den Struktureffekt ("Share") erklärt werden kann

4

Shift-und-Share-Analyse

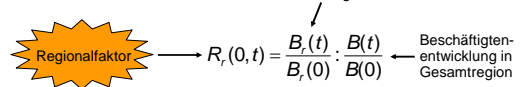
Heute wird die multiplikative Form der Shift-und-Share-Analyse verwendet:



5

Shift-und-Share-Analyse

Regionalfaktor

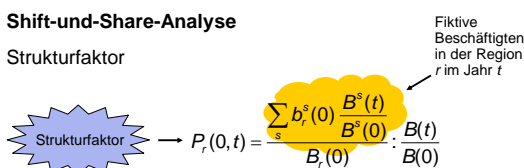


Der Regionalfaktor misst die Wirtschaftsentwicklung der Teilregion r relativ zur Entwicklung der Gesamtregion. Ein Regionalfaktor > 1 bedeutet, dass die Zahl der Beschäftigten in der Teilregion stärker zugenommen hat als in der Gesamtregion. Ein Regionalfaktor < 1 bedeutet, dass die Zahl der Beschäftigten in der Teilregion relativ zur Gesamtregion abgenommen hat.

6

Shift-und-Share-Analyse

Strukturfaktor

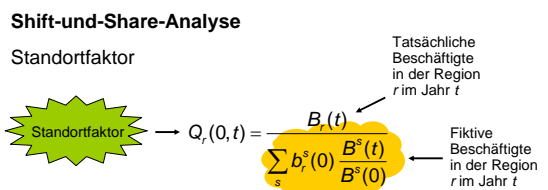


Der Strukturfaktor vergleicht eine fiktive Entwicklung der Teilregion r , die eingetreten wäre, wenn alle Sektoren in ihr sich so entwickelt hätten wie in der Gesamtregion, mit der tatsächlichen Entwicklung der Gesamtregion. Ein Strukturfaktor > 1 bedeutet eine günstige, ein Strukturfaktor < 1 eine ungünstige Branchenstruktur.

7

Shift-und-Share-Analyse

Standortfaktor



Der Standortfaktor gibt den durch den Strukturfaktor **nicht erklärten** Rest der Entwicklung der Teilregion r an. Ein Standortfaktor > 1 bedeutet einen günstigen, ein Standortfaktor < 1 einen ungünstigen Standorteinfluss.

8

Shift-und-Share-Analyse

Prognose mit Hilfe der Shiftanalyse:

Annahmen:

1. Die Strukturfaktoren der Regionen werden fortgeschrieben: Die Sektoren in den Regionen entwickeln sich wie in der Gesamtregion (wachsende Branchen wachsen, schrumpfende Branchen schrumpfen überall).
2. Die Standortfaktoren der Regionen bleiben konstant: Die Unterschiede der Branchenentwicklungen in den Regionen bleiben bestehen (alle Branchen entwickeln sich in begünstigten Regionen besser und in benachteiligten Regionen schlechter).

9

Shift-und-Share-Analyse

Rechenbeispiel Analyse

Region	Sektor	Beschäftigte 2000	Beschäftigte 2006	Strukturfaktor 2000-2006	Standortfaktor 2000-2006	Regionalfaktor 2000-2006
1	1	1.400	1.000	1,0496	0,8575	0,9000
	2	3.600	4.400			
	Summe	5.000	5.400			
2	1	1.200	1.100	0,9835	1,3557	1,3333
	2	1.800	3.700			
	Summe	3.000	4.800			
3	1	1.100	800	0,9009	0,8325	0,7500
	2	900	1.000			
	Summe	2.000	1.800			
Gesamtregion	1	3.700	2.900			
	2	6.300	9.100			
	Summe	10.000	12.000			

11

Shift-und-Share-Analyse

Kritik der Shiftanalyse (Bade, 1990):

Der Strukturfaktor erklärt nur einen geringen Teil der Beschäftigtenentwicklung. Eine einfache **Trendfortschreibung** ergibt bessere Prognosen:

$$\text{Beschäftigte in Region } r \text{ im Jahr } t \rightarrow B_r(2t) = B_r(t) \frac{B(2t)}{B(t)} R_r(0,t)$$

Beschäftigtenentwicklung in Gesamtregion
Regionalfaktor

Die **Regionalfaktoren** der Regionen bleiben konstant: Die Branchen in jeder Region entwickeln sich wie in der Vorperiode, die Standortfaktoren bleiben unverändert.

13

Shift-und-Share-Analyse

Kritik:

- Prognosen mit der Shiftanalyse sind **Trendextrapolationen** unter sehr restriktiven Annahmen:
 - Kein **technischer Fortschritt**
 - **Standortfaktoren** bleiben unverändert
- Die Standortfaktoren der Regionen sind nur **Residualgrößen** ("der nicht erklärte Rest").
- Die Shiftanalyse hilft daher nicht, die **Gründe** für Entwicklungsunterschiede zwischen Regionen zu **erklären** und zu **verstehen**.
- Es ist nicht möglich, mit der Shiftanalyse die **Wirkungen** von **Maßnahmen** zu prognostizieren.

15

Shift-und-Share-Analyse

Prognosegleichung:

$$\text{Beschäftigte des Sektors } s \text{ in Region } r \text{ im Jahr } t \rightarrow b_r^s(2t) = b_r^s(t) \frac{B^s(2t)}{B^s(t)} Q_r(0,t)$$

Fiktive Beschäftigte des Sektors s in Region r im Jahr t
Standortfaktor

Anmerkung:

Die Ergebnisse müssen so korrigiert werden, dass die Vorgaben für jeden Sektor erreicht werden.

10

Shift-und-Share-Analyse

Rechenbeispiel Prognose

Region	Sektor	Beschäftigte 2006	Beschäftigte 2010 lt. Struktur	Standortfaktor 2000-2006	Beschäftigte 2010	Beschäftigte 2010 korrigiert
1	1	1.000	862	0,8575	739	711
	2	4.400	6.044		5.183	4.902
	Summe	5.400	6.906		5.922	5.613
2	1	1.100	948	1,3557	1.285	1.237
	2	3.700	5.082		6.890	6.517
	Summe	4.800	6.030		8.175	7.754
3	1	800	690	0,8325	574	552
	2	1.000	1.374		1.143	1.081
	Summe	1.800	2.064		1.717	1.633
Gesamtregion	1	2.900	2.500		2.598	2.500
	2	9.100	12.500		13.216	12.500
	Summe	12.000	15.000		15.814	15.000

12

Vorgaben

Shift-und-Share-Analyse

Rechenbeispiel Prognose

Region	Beschäftigte 2000	Beschäftigte 2006	Regionalfaktor 2000-2006	Beschäftigte 2010	Beschäftigte 2010 korrigiert
1	5.000	5.400	0,9000	6.075	5.781
2	3.000	4.800	1,3333	8.000	7.613
3	2.000	1.800	0,7500	1.688	1.606
Gesamtregion	10.000	12.000		15.736	15.000

Vorgabe

14

Input-Output-Analyse

Input-Output-Analyse

Ziele:

1. **Analyse** intersektoraler Verflechtungen
2. **Prognose** der Auswirkungen von Änderungen der Endnachfrage auf intersektorale Verflechtungen

Mögliche Aussagen:

- Wie wirken sich Änderungen der Nachfrage nach Gütern eines Sektors auf andere Sektoren aus?

17

Input-Output-Analyse

Direkte Verflechtungen

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

$\sum_j a_{ij} X_j + Y_i = X_i$

Inputkoeffizient a_{ij} = Lieferung des Sektors i an Sektor j je Outputeneinheit des Sektors j Endnachfrage nach Gütern des Sektors i Gesamtoutput des Sektors i

19

Input-Output-Analyse

Prognosegleichungen

$$X_i = \sum_j b_{ij} Y_j$$

$x_{ij} = a_{ij} X_j$

Gesamtoutput des Sektors i Matrixmultiplikator Endnachfrage des Sektors j

Lieferungen des Sektors i an Sektor j Inputkoeffizient Gesamtoutput des Sektors j

21

Input-Output-Analyse

Rechenbeispiel:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20/100 & 20/50 \\ 10/100 & 25/50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,4 \\ 0,1 & 0,5 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,2 & 0,4 \\ 0,1 & 0,5 \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} 1,387 & 1,111 \\ 0,278 & 2,222 \end{bmatrix}$$

$$X_i = \sum_j b_{ij} Y_j \quad \text{für alle } i$$

$$x_{ij} = a_{ij} X_j \quad \text{für alle } i, j$$

Matrix-inversion

23

Input-Output-Analyse

Input-Output-Matrix

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

$$\sum_j x_{ij} + Y_i = X_i$$

Gesamtoutput des Sektors i

Lieferungen des Sektors i an Sektor j Endnachfrage nach Gütern des Sektors i

18

Input-Output-Analyse

Direkte und indirekte Verflechtungen

$$\begin{aligned} AX + Y &= X \\ X - AX &= Y \\ (I - A)X &= Y \\ (I - A)^{-1}Y &= X \\ BY &= X \end{aligned}$$

Matrix-inversion Einheitmatrix:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & & \vdots \\ & & \ddots & \\ 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrixmultiplikatoren } b_{ij} = \text{Output des Sektors } i \text{ je Einheit Endnachfrage nach Gütern des Sektors } j$$

$$\begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

20

Input-Output-Analyse

Input-Output-Tabelle

Inputs		Sektor		Endnachfrage	Gesamtoutput
		1	2		
Sektor	1	20	20	60	100
	2	10	25	30	50
Gesamtinput		30	45	75	150

Was geschieht, wenn sich die Endnachfrage nach Gütern des Sektors 2 von 15 auf 30 Einheiten erhöht?

22

Input-Output-Analyse

Input-Output-Tabelle

Inputs		Sektor		Endnachfrage	Gesamtoutput				
		1	2						
Sektor	1	20	23	20	33	60	100	117	
	2	10	12	25	42	15	30	50	83
Gesamtinput		30	35	45	75	75	90	150	200

Wenn die **Nachfrage** nach Gütern **eines** Sektors steigt, steigt auch die Nachfrage nach den Gütern der Zuliefersektoren (**Multiplikatoreffekt**).

24

Input-Output-Analyse

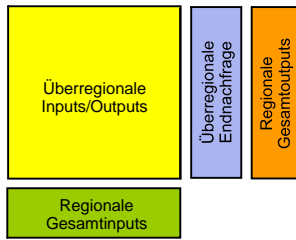
"Derivative" Schätzung regionaler Input-Output-Tabellen mit der *RAS-Methode*:

Bekannt:

- überregionale Inputs/Outputs
- regionale sektorale Gesamtinputs und Gesamtoutputs

Gesucht:

- regionale Inputs/Outputs



25

Input-Output-Analyse

Der RAS-Algorithmus modifiziert abwechselnd die Zeilen und Spalten:

$$a_{ij}(k+1) = a_{ij}(k) r_i \quad r_i = O_i / \sum_j a_{ij}(k) \quad i=1, \dots, I$$

$$a_{ij}(k+2) = a_{ij}(k+1) s_j \quad s_j = D_j / \sum_i a_{ij}(k+1) \quad j=1, \dots, J$$

Iteration Inputs (Destinations) Outputs (Origins)

Die RAS-Methode ist auch als *Iterative Proportional Fitting* und in der Verkehrsplanung als *Fratat-Methode* bekannt.

27

Multiregionale Input-Output-Analyse (Isard, 1960)

Multiregionale Input-Output-Tabelle

Inputs	Region 1 Sektoren 1 ... J	Region s Sektoren 1 ... J	Region S Sektoren 1 ... J	End- nachfrage	Gesamt- output
Region 1					
Region r					
Region R					
Gesamtinput					

Multiregionale Input-Output-Analyse

Multiregionale Inputkoeffizienten

$$\sum_s \sum_j a_{rs}^j X_s^j + Y_r^i = X_r^i$$

Lieferungen des Sektors i in Region r an Sektor j in Region s je Outputeinheit des Sektors j

Multiregionale Matrixmultiplikatoren

$$X_r^i = \sum_s \sum_j b_{rs}^j Y_s^j$$

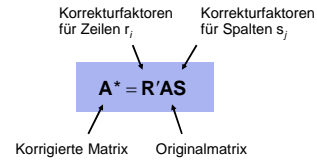
Output des Sektors i in Region r je Einheit Endnachfrage des Sektors j

31

Input-Output-Analyse

RAS-Methode (Stone, 1963)

Die RAS-Methode verändert die Elemente einer Matrix so, dass (a) die Zeilen- und Spaltensummen mit gegebenen Randvektoren übereinstimmen und (b) die Abweichungen von den Ausgangswerten minimal sind:



26

Multiregionale Input-Output-Analyse (Isard, 1960)

Ziele:

1. **Analyse** intersektoraler **und** interregionaler Verflechtungen
2. **Prognose** der Auswirkungen von Änderungen der Endnachfrage auf intersektorale **und** interregionale Verflechtungen

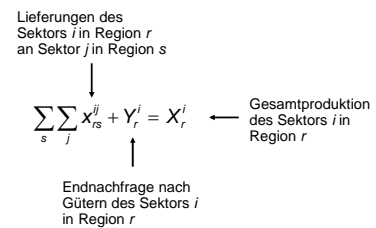
Mögliche Aussagen:

- Wie wirken sich Nachfrageänderungen in einer Region auf die Produktion in anderen Regionen aus?
- Welche Güterströme zwischen Regionen finden statt?

28

Multiregionale Input-Output-Analyse (Isard, 1960)

Multiregionale Input-Output-Tabelle



30

Input-Output-Analyse

Kritik:

- Die Input-Output-Analyse hilft nicht, die **Gründe** für Entwicklungsunterschiede zwischen Regionen zu **erklären** und zu **verstehen**.
- Prognosen mit der Input-Output-Analyse sind **Trendextrapolationen** unter sehr restriktiven Annahmen:
 - Keine **economies of scale** (lineare Inputfunktionen)
 - Kein **technischer Fortschritt** (keine Produktsubstitution)
 - Preise im **Gleichgewicht**
 - Alle Güter unbegrenzt **verfügbar**
- Es ist nicht möglich, mit der Input-Output-Analyse die **Wirkungen von Maßnahmen** zu prognostizieren.

32

Modellbeispiele

MEPLAN (Echenique u.a., 1990)

Schätzung interregionaler Handelsströme mit *räumlichem Interaktionsmodell*.

$$X_{rs}^i = X_r^i A_r^i f(c_r^i + g_{rs}^i) Z_s^i$$

Angebot des Sektors i in Region r Produktionskosten in Region r Transportkosten von r nach s
 Lieferungen des Sektors i von Region r an Region s Ausgleichsfaktor Nachfrage nach Gütern des Sektors i in Region s

35

Multiregionale Input-Output-Analyse

Probleme:

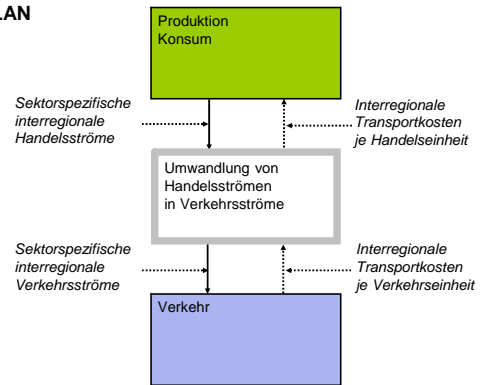
- Probleme der Input-Output-Analyse (Folie 32)
- Interregionale Lieferverflechtungen verändern sich

Lösungsansätze:

- Ermittlung interregionaler **Handelskoeffizienten** analog zu intersektoralen Input-Output-Koeffizienten (Moses, 1955)
- Schätzung interregionaler Handelsströme mit **Potentialmodell** (Leontief, 1966)
- Schätzung interregionaler Handelsströme mit **räumlichem Interaktionsmodell** (Echenique u.a., 1990)
- Schätzung interregionaler Handelsströme mit **CGE-Modell** (Bröcker, 1998; 2004)

34

MEPLAN



36

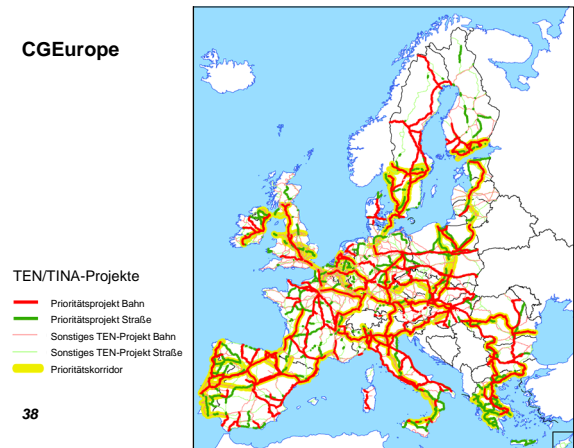
CGEurope (Bröcker, 1998, 2004)

CGEurope ist ein **Computable General Equilibrium** (CGE) Modell der regionalen **Wirtschaftsentwicklung**.

- **Endnachfrage**: Haushalte maximieren Nutzen
- **Produktion**: Unternehmen maximieren Gewinn
- Unternehmen/Haushalte kaufen von **günstigster** Quelle
- Preise enthalten **Produktions- und Verkehrskosten**
- **Produktionskosten** berücksichtigen **economies of scale**
- **Verkehrskosten** berücksichtigen konkurrierende Verkehrsarten und nichtmonetäre Handelbarrieren
- Am Ende jeder Periode sind **Mengen, Preise und Löhne** im Gleichgewicht

37

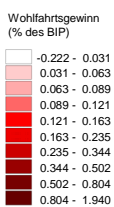
CGEurope



38

CGEurope

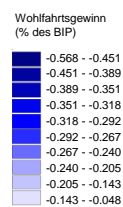
Prioritätsprojekte 2020



39

CGEurope

Maut Straßen-güterverkehr 2020



40