

Eingangs-Flüsse zu den produzierenden Sektoren finden sich in den Spalten der Tabelle, und ausgehende Flüsse zu den Verbrauchern werden in den Zeilen notiert. Im Herzen der I-O-Tabelle liegt die Vorleistungs-Verflechtungstabelle \mathbf{Z} - eine Matrix der Material- und Dienstleistungsflüsse zwischen den produzierenden Sektoren, auch Zwischennachfrage genannt. Die Endnachfrage \mathbf{y} setzt sich aus dem Konsum der Haushalte, des öffentlichen Sektors und des RdW zusammen. Die Privathaushalte stellen ihre Arbeitskraft und Kapital den produzierenden Sektoren zur Verfügung und erhalten dafür Lohn und Zinsen.

Tabelle: Im Modell verwendete Brancheneinteilung

Angepasstes NOGA Sektor-Schema		NOGA Sektor ^a
1	Land- und Forstwirtschaft	A
2	Fischerei und Fischzucht	B
3	Bergbau	C
4	Verarbeitendes Gewerbe; Industrie	D
5	Energie- und Wasserversorgung	E
6	Baugewerbe	F
7	Handel; Automob., Gebrauchsgüter	G
8	Gastgewerbe	H
9	Verkehr, Nachrichtenübermittlung	I
10	Kredit- und Versicherungsgewerbe	J
11	Immobilienwesen, Dienstleistungen	K, O
12	Öffentlicher Sektor	L, M, N

^a Aggregation der NOGA-Sektoren (Macchi, 1995)

Im folgenden wird das Modell hergeleitet. Wie in Abb. 2.5.1 ist \mathbf{x} der Output der verschiedenen Branchen, \mathbf{y} der Vektor der Endnachfrage und \mathbf{Z} die Zwischenverflechtungs-Matrix. Zwischen diesen ergibt sich folgende Beziehung:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z} \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} + \mathbf{y} \quad (1)$$

Um eine Charakterisierung der Wirtschaft unabhängig von ihrer Grösse zu erhalten, wird die Matrix der technischen Koeffizienten, \mathbf{A} , abgeleitet:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (2)$$

Nach \mathbf{Z} aufgelöst:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{A} \text{diag}(\mathbf{x}) \quad (3)$$

Die Elemente der \mathbf{A} -Matrix beschreiben, wieviel Input von Sektor i verwendet wird pro produziertem Output (in monetären Einheiten, z.B. CHF) von Sektor j . Z.B. bedeutet $a_{69} = 0.1$, dass für jeden CHF an Output im Verkehrs- und Kommunikations-Sektor CHF

0.1 vom Bausektor benötigt werden. Die Spalten der \mathbf{A} -Matrix beschreiben also den Produktions-Mix für ein gewisses Produkt j . Für das Modell wird angenommen, dass die \mathbf{A} -Matrix konstant ist (und berechnet aus Daten für \mathbf{x} und \mathbf{Z}). Aus Gleichung (1) and (3) ergibt sich folgende Gleichung:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A} \operatorname{diag}(\mathbf{x}) \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} + \mathbf{y} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \quad (4)$$

die als gültig angenommen wird für veränderte \mathbf{x} und \mathbf{y} . Aufgelöst für Produktion als Funktion der Endnachfrage ergibt:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y} \quad (5)$$

wobei $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ Multiplikator-Matrix, oder Leontief-Inverse genannt wird (Leontief, 1936). Gleichung (5) ist gleichzeitig die Modellgleichung, die auch in der Form

$$\Delta \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \Delta \mathbf{y} \quad (6)$$

durch Einsetzen von Nachfrage-Änderungen gültig ist.

Annahmen, damit dieses Modell gültig ist:

1. Die Wirtschaftsstruktur ändert sich nicht
2. Für die zu simulierenden Endnachfrage-Änderungen kann die Wirtschaft mit linearen Produktionsfunktionen beschrieben werden.

Daten

Die verwendeten Daten und ihre Verwendung im Modell sind in Tab. 2.5.2 zusammengestellt. Arbeitsplatz-Zahlen (Vollzeitäquivalente, VZAE) wurden vom Bundesamt für Statistik bereitgestellt (BFS, 2002). Die nationale I-O-Tabelle stammt aus Lips (2002). Die anderen Grössen sind projektspezifisch (siehe Fallstudie).

Tabelle 2.5.2: verwendete Modell-Eingabegrössen

<i>Beschreibung</i>	<i>Knoten im Modell</i>
Die Projektkosten und deren Verteilung auf verschiedene Branchen	Änderung der Endnachfrage nach ökonomischen Sektoren
Die Anzahl zusätzlicher Freizeitnutzer und deren Verweildauer	Anzahl Personentage Freizeitnutzung
Veränderung der landwirtschaftlichen Fläche	Verlust an landwirtschaftlicher Fläche
Wahl Berechnung unmittelbare oder langfristige ökonomische Auswirkungen	Zeithorizont für ökonomische Auswirkungen
Arbeitsplatz-Zahlen pro Branche auf der lokalen und nationalen Ebene	w local, w CH (im Teilmodell drin)
Nationale Input-Output-Tabelle (Buchhaltung der produzierten Güter und Dienstleistungen)	Z, x CH (im Teilmodell drin)

Die im Modell verwendeten Unsicherheiten sind in Tabelle 2.5.3 aufgeführt.

Tabelle 2.5.3: Berücksichtigte Unsicherheiten

Beschreibung, Knoten	Verteilung	Variationskoeffizient
Arbeitsplätze, nationale Ebene, w CH	Lognormal	1 %
Arbeitsplätze, lokale Ebene, w local	Lognormal	5 %
Vorleistungsverflechtungsmatrix, Z	Lognormal	10 %
nationale Produktion, x CH	Lognormal	5 %
Anzahl zusätzliche Freizeitnutzer, CV Freizeitnutzung	Lognormal	100 %
Variationskoeffizient LQ-Methode, CV LQ	Lognormal	1 %

Fallstudie: Revitalisierungs-Projekt Bürglen-Weinfeldern

Die für dieses Beispiel zusammengefassten Projektzahlen (im Text und in Tabelle 2.5.4) sind als didaktische Übung zu verstehen - und sollen nicht als konkrete Planungsziele verstanden werden!

Das Revitalisierungs-Projekt Bürglen-Weinfeldern umfasst einen 4 km langen Abschnitt der Thur zwischen Bürglen und Weinfeldern (Amt für Umwelt Kanton Thurgau, 1999; Hostmann et al., 2005b). Es werden vier Revitalisierungs-Optionen betrachtet mit Planungs- und Baukosten von CHF 22 - 37 Mio. und einer angenommenen Implementationsdauer von 5 Jahren. Die *Kantonsvariante* basiert auf dem Vorschlag des Kantons, ein Rückhaltenbecken für Hochwasserspitzen zu errichten und das Flußbett zu verbreitern. Die *naturnahe Variante* schlägt vor, das Flußbett zu verbreitern sowie Auenwälder und Becken zu schaffen. Die *Minimalvariante* sieht eine Verdoppelung der Breite des Flußbetts vor, so dass der Rest des Projektbereichs weiterhin der Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung stehen. Die *Kompromiss-Variante* umfasst ein Rückhaltenbecken, das von Landwirtschaft benutzt werden kann wenn es keine Überschwemmung gibt. Das Aufweiten des Flußbetts sowie Schaffung eines kleinen Seitenarms sind Teil dieser Variante, die zu einer bedeutenden ökologischen Verbesserung führen soll. Weitere Informationen über die Revitalisierungs-Optionen finden sich in (Hostmann et al., 2005b).

Die Planungs- und Baukosten teilen sich zu 85% auf den Bausektor (Branche 6) und zu 15% auf den Dienstleistungssektor (Branche 11) auf (Dubgaard et al., 2005).

Tabelle: Beschreibung der unmittelbaren Projektumgebung (Area A), des Gebietes für das die ökonomischen Auswirkungen berechnet werden (Area B) sowie des ganzen Kanton TG (Area C)

	Beschreibung	Bevölkerung	Fläche [km ²]	Beschäftigung [VZAE]	wirtsch. Produktion [Mia. CHF]	Produktion des Bausektors [Mio. CHF]
Area A	Die drei Gemeinden Bürglen, Weinfelden und Bussnang	15'000	46	7'200	2	107
Area B	Die 26 Gemeinden Erlen, Kradolf-Schönenberg, Sulgen, Felben-Wellhausen, Frauenfeld, Hüttlingen, Matzingen, Stettfurt, Thundorf, Kemmental, Affeltrangen, Braunau, Lommis, Schönholzerswilen, Tobel-Tägerschen, Wuppenau, Müllheim, Amlikon-Bissegg, Pfyn, Berg (TG), Birwinken, Bürglen (TG), Bussnang, Märstetten, Weinfelden und Wigoltingen	76'000	330	33'000	8.4	519
Area C	Der ganze Kanton Thurgau	228'000	863	88'700	23	1'300

^a Die Zahlen stammen von verschiedenen Jahren (Bevölkerung, Fläche: 2003; Beschäftigung: 2001; wirtschaftliche Produktion: 1995).

Daten über zusätzliche Freizeitnutzung basieren auf einer Besucher-Erhebung an revitalisierten und noch nicht revitalisierten Flussstrecken in der Nähe des betrachteten Projekts (Capelli, 2005). Im Durchschnitt fanden sich an einem schönen Wochenendtag etwa 200 zusätzliche Besucher an einem revitalisierten 2 km-Flussabschnitt als an einem begradigten Abschnitt. Wir nehmen an, dass es 25 solche Tage pro Jahr gibt und dass diese Besucher einen halben Tag bleiben und CHF 11 an einem solchen Halbtagsbesuch ausgeben (Propst et al., 1998). Nach Propst et al. (1998) schrieben wir 58% dieser zusätzlichen Ausgaben Sektor 7 (Handel, Reparaturen, Verbrauchsgüter) und 42% Sektor 8 (Hotel- und Gastgewerbe) zu. Die Erhebungsdaten weisen einen Variationskoeffizienten von 100%. Diese hohe Unsicherheit kommt daher, dass an jedem der vier beobachteten Flussabschnitte nur einmal erhoben wurde und dass die Streuung ziemlich hoch ist.

Die Zusammenstellung der Resultate zu dieser Fallstudie finden sich in der vorletzten Tabelle. Die letzte Tabelle zeigt die Auswirkungen nach Sektoren pro CHF 1 Mio. Ausgaben für Revitalisierungs-Massnahmen.

Tab.: Auswirkungen des Fluss-Revitalisierungs-Projekts auf die lokale Wirtschaft

Alternative ^c			Kantonale Variante	Naturnahe Variant	Minimal-Variante	Kompromiss-Variante
Planungs- und Ausführungskosten [Mio. CHF]			37	24	22	31
Auswirkungen auf Gebiet B während Ausführungsphase ^a	Änderung in Produktion [Mio. CHF pro Jahr]	μ ^d	10	7	6	9
		σ	0.3	0.2	0.2	0.3
Auswirkungen wegen Reduktion der landwirtsch. Fläche ^b	Änderung Arbeitsplätze [VZAE]	μ	58	38	35	49
		σ	3.1	2.0	1.9	2.6
Auswirkungen wegen Reduktion der landwirtsch. Fläche ^b	Änderung der landwirtsch. Fläche [ha]		-35	-50	-17	-5
	Anteil an der landwirtsch. Fläche im Gebiet A		1.3%	1.9%	0.6%	0.2%
	Änderung der landwirt. Produktion [Mio. CHF pro Jahr]	μ	-0.5	-0.72	-0.25	-0.07
		σ	0.03	0.05	0.02	0.01
Längerfristige Auswirkungen durch zusätzliche Freizeitnutzer	Änderung der landwirt. Arbeitsplätze [VZAE.]	μ	-4.9	-7	-2.4	-0.7
		σ	0.25	0.35	0.12	0.04
	Änderung in Produktion [Mio. CHF pro Jahr]	μ	0.17	0.17	0.09	0.17
		σ	0.12	0.12	0.06	0.12
Freizeitnutzer	Änderung Arbeitsplätze [VZAE]	μ	1.7	1.7	0.9	1.7
		σ	1.3	1.3	0.7	1.3

^a Die Ausführungsphase wird auf 5 Jahre angenommen. Das Gebiet B umfasst 26 umliegende Gemeinden.

^b Auswirkungen von dauerhaften Änderungen im landwirtschaftlichen Sektor wegen Reduktion der landwirtschaftlichen Fläche im Gebiet A (drei umliegende Gemeinden). Zum Vergleich: Die gesamte landwirtschaftliche Produktion im Gebiet A liegt bei CHF 39 Mio. und die Beschäftigung beträgt 379 Vollzeitäquivalente (VZAE).

^c Projektkosten und Änderungen der landwirtschaftlichen Fläche sind vorläufige Annahmen.

^d μ = Durchschnitt, σ = Standardabweichung

Tab.: Nach Sektoren aufgeschlüsselte prognostizierte Auswirkungen auf die lokale Wirtschaft pro CHF 1 Mio. Ausgaben für Flussrevitalisierungs-Massnahmen beim Projekt Bürglen - Weinfeld

		Arbeitsplätze (Vollzeitäqu.)		lokale Produktion (Mio. CHF)	
		μ	σ	μ	σ
Land- und Forstwirtschaft	1	0.0	0.00	0.00	0.00
Fischerei und Fischzucht	2	0.0	0.00	0.00	0.00
Bergbau	3	0.0	0.01	0.03	0.02
Verarbeitendes Gewerbe; Industrie	4	0.2	0.03	0.12	0.01
Energie- und Wasserversorgung	5	0.0	0.00	0.01	0.00
Baugewerbe	6	5.6	0.30	0.90	0.00
Handel; Automob., Gebrauchsgüter	7	0.3	0.10	0.05	0.02
Gastgewerbe	8	0.1	0.04	0.00	0.00
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	9	0.3	0.07	0.04	0.01
Kredit- und Versicherungsgewerbe	10	0.0	0.02	0.01	0.01
Immobilienwesen, Dienstleistungen	11	1.2	0.13	0.21	0.02
Öffentlicher Sektor	12	0.0	0.01	0.00	0.00
Total		7.9	0.42	1.37	0.05

μ = Durchschnitt, σ = Standardabweichung

Literatur

- Amt für Umwelt Kanton Thurgau, 1999. Die Thur - eine unberechenbare Grösse. Kanton Thurgau, Frauenfeld, Switzerland.
- BFS, 2002. Betriebszählung 2001. Spezialauswertung mit Daten aufgeschlüsselt nach Gemeinde und Branchen. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Capelli, F., 2005. Indikatoren für die Evaluation von Revitalisierungsprojekten in der Praxis. Diplomarbeit. ETH, Departement Umweltnaturwissenschaften, Zürich.
- Dubgaard, A., Kallesøe, M. F., Ladenburg, J., and Petersen, M. L., 2005. Cost-benefit analysis of the Skjern river restoration in Denmark. In: R. Brouwer and D. W. Pearce (Editors), Cost-benefit analysis and water resource management. E. Elgar, Cheltenham, UK ; Northampton, MA.
- Hostmann, M., Bernauer, T., Mosler, H.-J., Reichert, P., and Truffer, B., 2005a. Multi-attribute value theory as a framework for conflict resolution in river rehabilitation. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 13:91-102.
- Hostmann, M., Borsuk, M., Reichert, P., and Truffer, B., 2005b. Stakeholder values in decision support for river rehabilitation. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement volume*, 155:491-505.
- Leontief, W., 1936. Quantitative input-output relations in the economic system of the United States. *Review of Economics and Statistics*, 18:105-125.

- Lips, M., 2002. Die Auswirkungen der neuen Agrarhandelsrunde der Welthandelsorganisation auf die Schweiz. Eine Anwendung des allgemeinen Gleichgewichtsmodells GTAP. Shaker, Aachen.
- Macchi, C., 1995. NOGA, Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige. Schweiz. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, Switzerland.
- Miller, R. E., 1998. Regional and interregional input-output analysis. In: W. Isard (Editor), Methods of interregional and regional analysis. Ashgate, Aldershot, UK, pp. 41-133.
- Miller, R. E., and Blair, P. D., 1985. Input-output analysis: Foundations and extensions. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Propst, D. B., Stynes, D. J., Chang, W.-H., and Jackson, R. S., 1998. Estimating the Local Economic Impacts of Recreation at Corps of Engineers Projects. Technical Report R-98-1, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC, U.S.A.
- Spörri, C., Borsuk, M., Peters, I., and Reichert, P., 2007. The economic impacts of river rehabilitation: A regional Input-Output analysis. Ecological Economics, In Press.