

Summary

In German inland waterway transport a noticeable corporate decline took place in the course of the past 15 years. Due to the shipping companies' and private shipowners' different kind and scope of investment and disinvestment policy, the fleet structure of both transport operator groups has undergone important changes.

The larger shipping companies abandoned individual cargo vessels up to 1200 tons to a large extent and invested in barge trains or multiple barge convoy sets as well as high-capacity cargo vessels instead. This change in fleet structure increasingly effected a division of functions between both groups of transport operators on certain regional sections of the market in accordance with the performance possibilities and cost advantages offered by each party concerned and which appears quite rational from the regional and overall economic point of view.

The so-called reserve or standby function of private shipowners has noticeably lost significance.

Résumé

Dans la navigation fluviale allemande, on a pu observer durant les 15 dernières années une diminution nette du nombre d'entreprises. La structure de la flotte des deux groupes de sousmissionnaires s'est fortement modifiée par une politique d'investissement et de désinvestissement des compagnies de navigation fluviale et des patrons bateliers qui est différentielle de par sa nature et son importance. Sous la pression permanente des frais de personnel, les grandes compagnies de navigation fluviale ont cédé en grande partie leurs bateaux de marchandises à moteur jusqu'à 1200 t et ont investi dans des convois poussés et couplés ainsi que dans des bateaux à moteur à grande capacité. Par cette modification de la structure de la flotte, un partage des responsabilités de plus en plus judicieux sur le plan économique pour les deux groupes de sousmissionnaires a été mis en place sur certains marchés partiels régionaux suivant les avantages de prestations et de coûts des compagnies de navigation et des patrons bateliers. La dite fonction de réserve des patrons bateliers a sensiblement perdu en importance.

Sensitivitätsanalyse einer Kriteriengewichtung bei der Bewertung von Auswirkungen mehrerer Planvarianten

VON WILHELM LEUTZBACH
UND BERND-MICHAEL SAHLING, KARLSRUHE

Bewertungsverfahren setzen in aller Regel eine Gewichtung der der Bewertung zugrundeliegenden Kriterien voraus. Bei Kosten-Nutzen-Analysen erfolgt diese Gewichtung monetär (d.h. durch Festlegung eines Geldwertes einer Nutzeinheit je Kriterium¹⁾), bei Nutzwertanalysen explizit durch Aufteilung einer vorgegebenen Menge von Gewichtungspunkten auf die einzelnen Kriterien²⁾.

Die Gewichtung mehrerer Kriterien untereinander stellt bei der Beurteilung verschiedener Varianten ein schwieriges, wenn nicht sogar unlösbares Problem dar. Verschiedentlich wird so vorgegangen, daß ein Gremium von Experten zusammengesetzt wird, die jeweils individuell eine Gewichtung der Kriterien vornehmen. Das gemittelte Ergebnis einer solchen Gewichtungsrunde wird dann mit den Punktwerten der einzelnen Kriterien multipliziert, wobei sich im günstigsten Fall eine der Varianten als die beste herausstellt.

Diesen Gewichtungsrunden muß natürlich eine gewisse Subjektivität unterstellt werden. Deshalb werden oft nicht nur Experten, sondern auch mittelbar und unmittelbar Betroffene bzw. Beteiligte zu derartigen Gewichtungsrunden hinzugezogen. Es erscheint jedoch nahezu unmöglich, einen repräsentativen Querschnitt der Betroffenen heranzuziehen, zumal auch eine Überforderung einzelner bei der Problematik unterstellt werden kann.

Aus diesen Gründen wurde bei einer kürzlich vorgelegten Untersuchung³⁾ auf eine Gewichtungsrunde verzichtet und statt dessen eine andere Vorgehensweise gewählt: Eine Sensitivitätsanalyse sollte Hinweise auf die Empfindlichkeit des Ergebnisses gegenüber unterschiedlichen Gewichtungen der einzelnen Kriterien geben.

Oder, anders ausgedrückt: Es wurde nicht gefragt, welche Variante die beste sein würde, wenn ein bestimmter Satz von Gewichten vorgegeben gewesen wäre, sondern es wurde gefragt, wie hätte gewichtet werden müssen, wenn eine bestimmte Variante (wenn überhaupt) die beste werden sollte.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Leutzbach
Dr.-Ing. Bernd-Michael Sahling
Institut für Verkehrswesen
Universität (TH) Karlsruhe
Postfach 6380
7500 Karlsruhe 1

1) Siehe z. B. auch: Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W), vorläufiger Entwurf, September 1980.

2) Vgl. Zangemeister, C., Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, München 1976.

3) Vgl. Leutzbach, W. et. al., Gutachten über mögliche Varianten zur Nordtangente Karlsruhe 1981.

Bei dem vorliegenden Beispiel wurden 11 Varianten (1, 2, 10 – 18) untersucht. Es wurde eine Bewertung der Auswirkungen aufgrund von 12 Kriterien vorgenommen. Dabei handelte es sich um sechs von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien (1 – 6) und sechs ökologische Kriterien (7 – 12).

- Kriterium 1: Reisezeit
- Kriterium 2: Kraftstoffverbrauch
- Kriterium 3: Lärmbelastung
- Kriterium 4: CO-Emission
- Kriterium 5: Verkehrssicherheit
- Kriterium 6: Überquerungswiderstand
- Kriterium 7: Diversität
- Kriterium 8: Zerschneidung
- Kriterium 9: Landwirtschaft
- Kriterium 10: Forstwirtschaft
- Kriterium 11: Grundwasser
- Kriterium 12: Erholung: Lärm

Die Bewertung der Auswirkungen in Punkten zeigt Tabelle 1. Für eine gleichgewichtige Bewertung aller Kriterien ist die Summe für jede Variante in der letzten Zeile angegeben.

Bei der anschließenden Sensitivitätsanalyse wurde die Summe der Gewichte für alle Kriterien auf 12 festgesetzt; jedem Einzelkriterium konnte ein Gewicht zwischen 0 und 12 zugewiesen werden, welches ganzzahlig sein sollte. Das bedeutet, daß, wenn beispielsweise ein Kriterium doppelt gewichtet wurde, ein anderes mit 0 gewichtet werden mußte (d. h. nicht in die Betrachtung einbezogen wurde).

Tabelle 2 zeigt eine komprimierte Zusammenfassung dieses Analyseschrittes. Sie ist wie folgt zu lesen: Ganz rechts ist die jeweils zu betrachtende Kombination angegeben. In der ersten Zeile wurde z. B. die Gewichtung untersucht, bei der das Gesamtgewicht immer nur jeweils einem Kriterium zugeschlagen wurde. Dabei wurden die Varianten 1 und 2 sechsmal, die Varianten 10 und 11 viermal, die Variante 12 dreimal usw. als beste ermittelt. Da mehr als eine Variante den gleichen maximalen Punktwert erhalten konnte, wurden in einem solchen Fall die entsprechenden Varianten alle als beste Variante in die Liste aufgenommen, so daß bei dieser Kombination die Zeilensumme größer als 12 ist.

In der nächsten Zeile wurden dann alle die Kombinationen betrachtet, bei denen ein Kriterium das Gewicht 11 erhielt und ein anderes das Gewicht 1, usw. In der letzten Zeile ist schließlich das Ergebnis für eine gleichgewichtige Betrachtung aller zwölf Kriterien angegeben. In diesem Fall schnitt die Variante 12 als beste ab.

Diese erste Zusammenfassung gab eine Art Häufigkeitsverteilung. Es ist sicherlich realitätsnaher, die einzelnen Kriterien nicht so stark unterschiedlich zu gewichten, also z. B. keinem der zwölf Kriterien mehr als 25 % des Gesamtgewichts zu geben. Somit sind die Kombinationen, bei denen einem Kriterium höchstens das Gewicht 3 gegeben wird, für weitere Betrachtungen am interessantesten. Bei der zusammenfassenden Auswertung fällt in Tabelle 2 z. B. auf, daß die Varianten 13, 15 und 16 bis auf eine Ausnahme nie als beste ermittelt wurden. Die Varianten 17 und 18 erschienen erst dann als beste Varianten, wenn mindestens drei bzw. vier Kriterien mindestens doppelt so stark gewichtet

Nr.	Kriterien	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Reisezeit	96,7	95,4	97,3	97,3	97,8	96,7	97,6	97,0	98,0	99,7	100
2	Kraftstoffverbrauch	97,8	96,4	99,6	100	100	99,3	100	100	100	100	100
3	Lärmbelastung	63,4	62,1	63,9	64,0	65,0	64,3	64,8	65,0	65,4	67,0	67,8
4	CO-Emission	83,0	81,5	83,4	83,4	84,2	83,4	84,0	83,8	84,2	86,1	87,6
5	Verkehrssicherheit	77,8	76,9	77,8	77,7	78,4	78,2	77,7	77,9	78,4	78,5	79,1
6	Überquerungswiderstand	46,8	46,3	47,4	48,6	48,9	48,1	49,3	48,8	49,4	51,4	49,4
7	Diversität	50	50	49,9	48,5	47,6	47,6	45,0	44,7	39,9	32,1	31,1
8	Zerschneidung	33,5	33,5	33,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	31,7	31,3	27,5
9	Landwirtschaft	35,2	35,2	35,1	34,5	34,3	34,3	33,9	33,7	33,6	32,0	32,0
10	Forstwirtschaft	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	52,3	53,7	43,4	39,9	41,1
11	Grundwasser	64,3	64,3	64,3	64,3	64,3	64,3	58,0	54,1	44,5	39,7	41,1
12	Erholung: Lärm	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	78,5	75,7	72,6	70,9
	Σ	782,1	775,2	785,8	784,4	786,1	781,8	774,5	769,7	744,2	730,3	727,6

Abb. 1: Bewertung der Auswirkungen in Punkten

Abbildung 2

ZUSAMMENFASSUNG											
1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18	KOMBINATION
ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	ANZ	
6	6	4	4	3	2	1	2	1	2	5	12
42	30	23	19	21	2	1	4	0	13	43	11 1
38	30	28	19	30	0	2	4	0	12	34	10 2
139	60	135	56	136	0	2	4	0	66	172	10 1 1
35	30	33	18	35	2	2	5	0	12	27	9 3
233	120	312	118	344	0	12	10	0	121	259	9 2 1
251	60	524	132	566	0	12	2	0	159	390	9 1 1 1
35	30	36	18	33	2	1	4	0	14	24	8 4
225	120	345	115	369	0	12	12	0	110	219	8 3 1
101	60	191	55	208	0	8	6	0	58	96	8 2 2
635	180	1739	397	1962	0	53	7	0	449	850	8 2 1 1
258	30	1271	222	1479	0	31	0	0	229	516	8 1 1 1 1
34	15	193	16	200	0	9	1	0	38	22	3 3 3
540	120	6674	459	6973	0	122	0	0	808	498	3 3 3 2 1
316	20	8108	453	8816	0	69	0	0	605	439	3 3 3 1 1 1
210	60	3408	192	3598	0	51	0	0	392	176	3 3 2 2 2
1066	90	36804	1908	40355	0	250	0	0	2561	1451	3 3 2 2 1 1
379	0	37140	1559	42875	0	77	0	0	1398	815	3 3 2 1 1 1 1
14	0	6140	189	7529	0	1	0	0	101	49	3 3 1 1 1 1 1
277	30	12451	514	13660	0	67	0	0	793	325	3 2 2 2 2 1 1
351	0	50155	1680	57662	0	62	0	0	1689	749	3 2 2 1 1 1 1
42	0	37333	938	45124	0	5	0	0	544	164	3 2 1 1 1 1 1 1
0	0	7004	72	8917	0	0	0	0	33	0	3 1 1 1 1 1 1 1
0	0	278	0	391	0	0	0	0	0	0	2 2 2 2 2 2
7	1	426	14	462	0	1	0	0	25	7	2 2 2 2 2 1 1
40	0	7754	163	8568	0	2	0	0	229	74	2 2 2 2 2 1 1
8	0	16138	200	18487	0	0	0	0	189	39	2 2 2 2 1 1 1 1
0	0	8526	56	10110	0	0	0	0	29	0	2 2 2 1 1 1 1 1
0	0	1339	0	1677	0	0	0	0	0	0	2 2 1 1 1 1 1 1
0	0	58	0	75	0	0	0	0	0	0	1 1 1 1 1 1 1 1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 1 1 1 1 1 1 1

wurden wie die übrigen Kriterien (man vergleiche die viert- und fünftletzte Zeile der Tabelle 2).

Die folgenden Detailuntersuchungen sollten weitergehende Interpretationen dieses zusammenfassenden Ergebnisses ermöglichen.

Kombinationen										maximaler Punktwert			
**	2	2	1	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 89.7 **
**	2	1	2	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 86.4 **
**	2	1	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 88.3 **
**	2	1	1	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 84.9 **
**	1	2	2	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.2 **
**	1	2	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 88.3 **
**	1	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.0 **
**	1	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 81.5 **
**	2	2	1	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.5 **
**	2	1	2	2	1	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 90.4 **
**	2	1	2	1	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.1 **
**	2	1	1	2	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 81.7 **
**	2	1	1	1	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.6 **
**	1	2	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 80.2 **
**	1	2	1	1	2	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 84.8 **
**	1	1	2	2	1	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 80.3 **
**	1	1	2	1	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 76.9 **
**	1	1	1	2	1	2	0	1	2	0	0	1	VARI:17 MAX : 78.8 **
**	2	2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 88.5 **
**	2	2	1	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 87.0 **
**	2	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 83.7 **
**	2	1	1	1	1	2	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.6 **
**	1	2	2	1	2	1	0	1	1	0	0	1	VART:17 MAX : 80.1 **
**	1	2	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 86.4 **
**	1	1	2	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 85.6 **
**	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 82.3 **
**	1	1	2	1	1	2	0	2	1	0	0	1	VARI:17 MAX : 76.8 **
**	1	1	1	2	1	2	0	2	1	0	0	1	VART:17 MAX : 78.7 **

Abbildung 3

Tabelle 3 zeigt die 29 Kombinationen, bei denen genau 3 Kriterien mit dem Gewicht 2 in die Bewertung eingehen und Variante 17 als beste Variante ermittelt wurde (man vergleiche auch die viertletzte Zeile der Tabelle 2). Hieraus wurde deutlich, daß in der Regel von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien mindestens doppelt so stark zu gewichten waren, um diese Variante als beste zu erhalten. Die ökologischen Kriterien 7 (Diversität), 10 (Forstwirtschaft) und 11 (Grundwasser) durften in diesem Fall überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden. Der jeweils erreichte maximale Punktwert ist dabei zusätzlich angegeben.

Die gleiche Auswertung wurde für die Varianten 17 und 18 für den Fall vorgenommen, daß mindestens vier Kriterien mit dem Gewicht 2 in die Bewertung eingehen. Tabelle 4

Kombinationen										maximaler Punktwert				
**	2	2	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 89.9 **
**	2	2	2	2	1	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 93.9 **
**	2	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	1	VARI:18	MAX : 92.0 **
**	2	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 93.2 **
**	2	2	2	0	2	1	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 87.8 **
**	2	2	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	VARI:18	MAX : 87.4 **
**	2	2	2	0	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 85.1 **
**	2	2	2	1	0	1	0	2	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 83.8 **
**	2	2	1	2	2	1	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 91.0 **
**	2	2	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	VARI:18	MAX : 95.3 **
**	2	2	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 92.4 **
**	2	2	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 87.7 **
**	2	2	1	2	1	1	0	2	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 90.4 **
**	2	2	1	2	1	1	0	0	2	0	0	1	VARI:18	MAX : 90.6 **
**	2	2	1	1	2	2	0	0	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 91.7 **
**	2	2	1	1	2	1	0	2	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 85.5 **
**	2	2	1	1	1	2	0	2	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 82.8 **
**	2	2	1	1	1	2	0	1	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 82.9 **
**	2	2	1	1	1	1	0	2	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 80.9 **
**	2	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	1	VARI:17	MAX : 91.8 **
**	2	1	2	2	2	0	1	1	0	0	1	1	VARI:18	MAX : 89.9 **
**	2	1	2	2	1	2	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 85.0 **
**	2	1	2	2	1	2	0	0	1	1	0	0	VARI:18	MAX : 86.2 **
**	2	0	2	2	1	2	0	1	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 82.3 **
**	2	1	2	2	1	0	0	2	1	0	0	1	VARI:17	MAX : 85.1 **
**	2	1	2	2	1	1	0	1	2	0	0	0	VARI:17	MAX : 83.1 **
**	2	1	2	2	1	1	0	0	2	0	0	1	VARI:18	MAX : 87.4 **
**	2	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	VARI:17	MAX : 84.3 **

Abbildung 4

zeigt für diesen Fall auszugsweise einige der Kombinationen, die dann eine der Varianten 17 oder 18 zur besten werden ließen. Auch hier waren wieder in der Regel bestimmte von der Verkehrsbelastung abhängige Kriterien mindestens doppelt so stark zu gewichten wie die übrigen.

Weiterhin fällt bei dieser Tabelle auf, daß zwei der ökologischen Kriterien, nämlich die Diversität und das Grundwasser, überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden durften, wenn eine der Varianten 17 oder 18 bei der jeweiligen Kombination zur besten werden sollte. Dies zeigte sich an dem ausschließlich auftretenden Gewicht 0 in der jeweils siebten und elften Spalte der Tabelle 4.

Außerdem durfte in diesem Fall das ökologische Kriterium Forstwirtschaft (zehnte Spalte) nur in ganz wenigen Ausnahmefällen in die Bewertung einbezogen werden.

Diese ersten Ergebnisse erforderten eine weitere Auswertung, bei der die zwölf Kriterien einzeln unter Variation ihres Gewichtes betrachtet wurden. Die Tabellen 5 bis 8 zeigen hier wieder eine Häufigkeitsverteilung, mit der die einzelnen Varianten als beste ausgewählt wurden. Betrachtet man diese Auswertung im Zusammenhang, so zeigt sich, daß

Abbildung 5

***** KRITERIUM : 1												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	11	43
9	0	0	0	6	0	101	0	0	0	0	53	127
8	0	0	0	53	0	480	0	0	0	0	169	304
7	0	0	0	306	0	1677	0	0	0	0	427	606
6	0	0	0	1288	1	4741	0	1	0	0	927	1096
5	0	0	0	4364	10	11621	0	6	0	0	1749	1827
4	0	0	0	12598	97	25519	0	42	0	0	2977	2897
3	0	0	0	32026	600	51390	0	162	0	0	4742	4337
2	0	0	0	73737	2619	96492	0	496	0	0	7125	6277
1	1965	0	1155722	9024	1170730	0	1282	0	0	0	10185	8805
0	27758	6188	1290032	25822	1287274	13	2934	230	1	14004	12040	1

***** KRITERIUM : 2												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
11	0	0	0	6	3	0	1	1	2	0	1	4
10	0	0	0	26	24	0	2	4	0	10	12	1
9	0	0	0	97	133	0	8	8	0	31	32	1
8	0	0	0	38	279	532	0	21	11	0	90	8
7	0	0	0	294	644	1711	0	40	13	0	225	194
6	0	0	0	1362	1190	4670	0	83	17	0	486	427
5	0	0	0	4572	2086	11212	0	153	21	0	994	875
4	0	0	0	12912	3255	24412	0	280	23	0	1926	1717
3	0	0	0	32669	4523	49324	0	440	27	0	3583	3193
2	0	0	0	74073	6383	93757	0	773	31	0	6325	5699
1	0	0	0	1156431	8596	1169651	0	1220	34	0	10819	9802
0	29723	6188	1287779	11087	1294608	13	1901	38	0	17879	16333	1

***** KRITERIUM : 3												
GEWICHT	11	1	2	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	59
9	0	0	0	0	0	76	0	0	3	0	10	202
8	0	0	0	1	0	453	0	0	8	0	57	494
7	0	0	0	21	0	1799	0	0	13	0	212	977
6	0	0	0	221	0	5542	0	1	20	0	610	1669
5	0	0	0	1360	0	14230	0	6	26	0	1370	2580
4	0	0	0	6088	1	31594	0	44	31	0	2652	3656
3	0	0	0	21467	52	61987	0	169	33	0	4587	4909
2	0	0	0	62463	843	109220	0	523	34	0	7242	6356
1	3216	0	1154016	6225	1174241	0	1361	32	0	10676	7887	1
0	26497	6188	1324495	31052	1250889	13	2819	30	1	14954	9569	1

Abbildung 6

***** KRITERIUM : 4																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	5 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	63 I					
9 II	0 I	0 I	0 I	0 I	53 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	233 I					
8 II	0 I	0 I	10 I	0 I	361 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	631 I					
7 II	0 I	0 I	97 I	0 I	1532 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	48 I	1343 I					
6 II	0 I	0 I	578 I	0 I	4883 I	0 I	1 I	0 I	0 I	228 I	2368 I						
5 II	0 I	0 I	2577 I	0 I	12677 I	0 I	6 I	0 I	0 I	747 I	3575 I						
4 II	0 I	0 I	9070 I	5 I	28339 I	0 I	44 I	0 I	0 I	1883 I	4778 I						
3 II	0 I	0 I	26730 I	131 I	56527 I	0 I	173 I	0 I	0 I	3900 I	5765 I						
2 II	166 I	0 I	68542 I	1242 I	1102888 I	0 I	526 I	0 I	0 I	7006 I	6429 I						
1 II	4799 I	0 I	1153945 I	7297 I	1172900 I	0 I	1322 I	0 I	0 I	11390 I	6662 I						
0 II	24758 I	6188 I	1308583 I	29498 I	1269875 I	13 I	2851 I	230 I	1 I	17165 I	6511 I						

***** KRITERIUM : 5																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	4 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	37 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	3 I	0 I	0 I	0 I	194 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	8 I	82 I					
8 II	27 I	0 I	10 I	0 I	741 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	33 I	195 I					
7 II	110 I	0 I	122 I	0 I	2265 I	0 I	0 I	0 I	0 I	112 I	413 I						
6 II	321 I	0 I	748 I	0 I	5912 I	0 I	0 I	0 I	0 I	315 I	784 I						
5 II	758 I	0 I	3152 I	0 I	13665 I	0 I	0 I	0 I	0 I	745 I	1396 I						
4 II	1537 I	0 I	10278 I	7 I	28545 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1662 I	2384 I						
3 II	2773 I	0 I	28275 I	135 I	55333 I	0 I	1 I	0 I	0 I	3298 I	3890 I						
2 II	4686 I	0 I	68753 I	1438 I	1100297 I	0 I	111 I	0 I	0 I	6230 I	6102 I						
1 II	7599 I	0 I	1151105 I	7294 I	1170512 I	0 I	781 I	0 I	0 I	11074 I	9273 I						
0 II	11909 I	6188 I	1307689 I	29299 I	1272533 I	13 I	4030 I	230 I	1 I	18893 I	13814 I						

***** KRITERIUM : 6																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I	0 I					
11 II	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I	0 I					
10 II	0 I	0 I	0 I	0 I	8 I	0 I	2 I	0 I	0 I	0 I	57 I	0 I					
9 II	0 I	0 I	0 I	0 I	80 I	0 I	18 I	0 I	0 I	0 I	190 I	0 I					
8 II	0 I	0 I	0 I	9 I	413 I	0 I	84 I	0 I	0 I	0 I	508 I	0 I					
7 II	0 I	0 I	0 I	79 I	1618 I	0 I	207 I	0 I	0 I	0 I	1138 I	0 I					
6 II	0 I	0 I	5 I	431 I	4992 I	0 I	460 I	0 I	0 I	0 I	2197 I	0 I					
5 II	0 I	0 I	246 I	1462 I	13382 I	0 I	860 I	0 I	0 I	0 I	3762 I	2 I					
4 II	0 I	0 I	2477 I	3603 I	31128 I	0 I	1203 I	0 I	0 I	0 I	5859 I	140 I					
3 II	0 I	0 I	13220 I	6593 I	63724 I	0 I	1275 I	0 I	0 I	0 I	7696 I	1260 I					
2 II	0 I	0 I	50573 I	9109 I	114180 I	0 I	703 I	0 I	0 I	0 I	8093 I	4789 I					
1 II	1958 I	0 I	1149746 I	9630 I	1177654 I	0 I	107 I	0 I	0 I	0 I	7137 I	11286 I					
0 II	27765 I	6188 I	1353865 I	7257 I	1242859 I	13 I	4 I	230 I	1 I	5721 I	20893 I						

Abbildung 7

***** KRITERIUM : 7																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	5 I					
11 II	10 I	5 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	50 I	15 I	18 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	63 I					
9 II	155 I	35 I	139 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	233 I					
8 II	380 I	70 I	644 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3 I	631 I					
7 II	786 I	126 I	2240 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	48 I	1343 I					
6 II	1498 I	210 I	6743 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	228 I	2368 I					
5 II	2245 I	330 I	17632 I	9 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	747 I	3575 I					
4 II	3071 I	495 I	41227 I	211 I	45 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1883 I	4778 I					
3 II	3769 I	715 I	84444 I	1526 I	3815 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3900 I	5765 I					
2 II	4742 I	1001 I	1134876 I	5326 I	42595 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7006 I	6429 I					
1 II	5950 I	1365 I	1153575 I	11860 I	1180328 I	0 I	56 I	0 I	0 I	0 I	11390 I	6662 I					
0 II	7066 I	1820 I	1128593 I	19241 I	1423255 I	13 I	4867 I	230 I	1 I	39901 I	34267 I						

***** KRITERIUM : 8																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	6 I	5 I	9 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	7 I					
10 II	21 I	15 I	55 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	56 I	35 I	250 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	82 I					
8 II	126 I	70 I	910 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	195 I					
7 II	257 I	126 I	2777 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	413 I					
6 II	491 I	210 I	7324 I	0 I	29 I	0 I	25 I	0 I	0 I	0 I	0 I	784 I					
5 II	913 I	330 I	17011 I	0 I	804 I	0 I	132 I	4 I	0 I	0 I	0 I	1396 I					
4 II	1626 I	495 I	34067 I	14 I	6253 I	0 I	307 I	15 I	0 I	0 I	0 I	2384 I					
3 II	2816 I	715 I	59999 I	237 I	25583 I	0 I	526 I	32 I	0 I	0 I	0 I	3890 I					
2 II	4633 I	1001 I	96473 I	1810 I	74338 I	0 I	858 I	48 I	0 I	0 I	0 I	6102 I					
1 II	7417 I	1365 I	1144760 I	8283 I	1176552 I	0 I	1234 I	60 I	0 I	0 I	0 I	9273 I					
0 II	11360 I	1820 I	1206496 I	27829 I	1366479 I	13 I	1839 I	71 I	1 I	13134 I	29608 I						

***** KRITERIUM : 9																	
II	1 I	2 I	10 I	11 I	12 I	13 I	14 I	15 I	16 I	17 I	18 I						
GEWICHT II																	
12 II	1 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1 I					
11 II	10 I	5 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	11 I					
10 II	49 I	15 I	19 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	29 I					
9 II	151 I	35 I	139 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	82 I					
8 II	367 I	70 I	644 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	195 I					
7 II	779 I	126 I	2214 I	5 I	23 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	413 I					
6 II	1464 I	210 I	6332 I	39 I	383 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	784 I					
5 II	2190 I	330 I	14812 I	164 I	2381 I	0 I	5 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1396 I					
4 II	2984 I	495 I	29916 I	618 I	9863 I	0 I	?? I	0 I	0 I	0 I	0 I	2384 I					
3 II	3706 I	715 I	54141 I	1747 I	30265 I	0 I	124 I	0 I	0 I	0 I	0 I	3890 I					
2 II	4671 I	1001 I	91106 I	4530 I	77277 I	0 I	438 I	0 I	0 I	0 I	0 I	6102 I					
1 II	5905 I	1365 I	1145588 I	9991 I	1173398 I	0 I	1198 I	0 I	0 I	0 I	0 I	9273 I					
0 II	7446 I	1820 I	1225220 I	21079 I	1356448 I	13 I	3136 I	230 I	1 I	23088 I	19694 I						

Abbildung 8

***** KRITERIUM : 10																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0						
11	5	5	3	3	7	1	0	2	0	0	0						
10	18	15	19	8	37	1	0	4	0	0	0						
9	49	35	90	24	154	1	0	6	0	0	0						
8	114	70	352	60	535	1	0	10	0	0	0						
7	238	126	1135	153	1608	1	0	13	0	0	0						
6	462	210	3156	357	4299	1	0	18	0	0	0						
5	862	330	7877	755	10460	1	0	24	0	0	0						
4	1565	495	18036	1547	23580	1	0	29	0	0	0						
3	2727	715	38496	2997	49894	1	0	36	0	0	0						
2	4592	1001	77648	5559	99741	1	43	41	0	0	228						
1	7427	1365	1149221	9954	1180432	1	767	39	0	2907	7435						
0	11663	1820	1274098	16755	1279290	1	4113	7	1	39463	30707						

***** KRITERIUM : 11																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
11	5	5	3	3	7	1	0	0	0	0	0						
10	18	15	19	8	37	1	0	0	0	0	0						
9	49	35	92	24	154	1	0	0	0	0	0						
8	114	70	354	61	535	1	0	0	0	0	0						
7	237	126	1137	151	1608	1	0	0	0	0	0						
6	460	210	3154	357	4299	1	0	0	0	0	0						
5	864	330	7888	754	10460	1	0	0	0	0	0						
4	1566	495	18034	1554	23582	1	0	0	0	0	0						
3	2734	715	38515	2988	49893	1	0	0	0	0	0						
2	4596	1001	77684	5567	99983	1	0	0	0	0	0						
1	7423	1365	1149195	9930	1189986	1	0	0	0	52	1191						
0	11656	1820	1274056	16775	1269493	1	4923	230	1	42318	37179						

***** KRITERIUM : 12																	
GEWICHT	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0						
11	6	5	6	7	0	0	0	0	0	0	0						
10	21	15	33	33	0	0	0	0	0	0	0						
9	56	35	151	123	0	0	0	0	0	0	0						
8	126	70	566	398	1	0	0	0	0	0	0						
7	257	126	1778	1077	67	0	6	0	0	0	0						
6	490	210	4788	2331	706	0	76	0	0	0	0						
5	903	330	11335	4027	3639	0	275	0	0	0	0						
4	1621	495	24043	5787	13068	0	679	0	0	0	0						
3	2779	715	46830	6869	36881	0	1291	0	0	0	44						
2	4606	1001	85512	6988	86366	0	1469	0	0	2057	1502						
1	7375	1365	1148401	5965	1176657	0	882	0	0	10802	7871						
0	11482	1820	1246688	4567	1332653	13	245	230	1	29511	28953						

bei stärkerer Gewichtung der von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien (Kriterien 1 bis 6) die Varianten 10 bis 12, 14 sowie 17 und 18 am weitaus häufigsten als beste ermittelt wurden. Andererseits wurden bei stärkerer Gewichtung der ökologischen Kriterien (Kriterien 7 bis 12) in der Regel die Varianten 1, 2 und 10 bis 12 am weitaus häufigsten als beste ermittelt.

An dieser Auswertung waren jedoch weitere interessante Details zu erkennen. Wenn z. B. in einer Spalte bis auf das letzte Element (Gewicht 0) nur Nullen auftauchten, bedeutete dies, daß das entsprechende Kriterium überhaupt nicht in die Bewertung einbezogen werden durfte, wenn die Variante dieser Spalte diskussionswürdig bleiben sollte. Dies galt z. B. bei den Varianten 2, 13 und 16 für alle von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien.

Sehr aufschlußreich war diese Auswertung bezüglich der ökologischen Kriterien. Die Tabellen 7 und 8 zeigen, daß in der Regel die ökologischen Kriterien nur sehr schwach gewichtet werden durften, wenn eine der Varianten 13 bis 18 zur besten werden sollte. Einige Beispiele seien genannt:

Die Auswertung des Kriteriums 11 (Grundwasser) zeigte, daß dieses Kriterium nicht in die Bewertung einbezogen werden durfte, wenn die Varianten 14, 15 und 16 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Entsprechend durfte dieses Kriterium höchstens mit dem Gewicht 1 versehen werden, wenn die Varianten 17 oder 18 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Ähnliche Aussagen ergaben sich für das Kriterium 7 (Diversität).

Weiter ist z. B. zu ersehen, daß alle ökologischen Kriterien nicht in die Bewertung einbezogen werden durften, wenn die Variante 16 je zur Variante mit dem höchsten Punktwert werden sollte. Die Varianten 17 oder 18 wurden nur dann zur Variante mit dem höchsten Punktwert, wenn die Kriterien 7 und 11 höchstens mit dem Gewicht 1 versehen wurden.

Grob zusammenfassend konnte für die hier ausgewählte Untersuchung festgestellt werden, daß bei einer hohen Bewertung der von der Verkehrsbelastung abhängigen Kriterien die Varianten 10 bis 12, 14 sowie 17 und 18 positiv abschnitten, bei einer hohen Bewertung der ökologischen Kriterien jedoch nur die Varianten 10 bis 12 sowie mit Einschränkungen die Variante 14. In beiden Gruppen wären demnach die Varianten 10 bis 12 und 14 enthalten.

Solche Aussagen sind ein Schritt auf dem Weg zur Entscheidungsfindung und können den beteiligten Gremien zumindest eine wesentliche Entscheidungshilfe geben. Die Sensitivitätsanalyse der Kriteriengewichtung ließ aber noch eine Vielzahl weiterer Interpretationen zu.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen nur beispielhaft, wie ohne großen Mehraufwand Detailuntersuchungen durchgeführt werden können. Alle in der zusammenfassenden Tabelle 2 auftretenden Kombinationen, die dem Entscheidungsträger bei der Betrachtung einer bestimmten Variante als wichtig erscheinen, lassen sich auf diese Weise einer detaillierten Untersuchung unterziehen.

Abschließend bleibt zu erwähnen, daß das Rechenprogramm in der Programmiersprache

PASCAL erstellt und auf einem Minirechner implementiert wurde. Zur Berechnung der für dieses Beispiel notwendigen ca. 1 352 000 Kombinationen sowie der Detailauswertungen war eine Rechenzeit von ca. 1,5 Stunden auf einer HP 1000 F erforderlich.

Summary

Evaluation methods generally require criteria weighting. Weighting of several criteria among each other, however, represents a complicated and perhaps even insoluble problem when evaluating different planning alternatives. For this reason, in the presented example the usual weighting procedure will not be applied but instead one of the questions was: How had to be weighted if a certain alternative was supposed to be the best? Such results and other evaluations in relation to the chosen criterial may be of essential help for committees involved to take their decision. The computer program developed for this problem is implemented in a minicomputer.

Résumé

En règle générale, les méthodes d'évaluation présupposent qu'on donne du poids aux critères d'évaluation. Pourtant l'attribution des poids à plusieurs critères posent un problème difficile ou même insoluble en évaluant les diverses variantes. Pour cette raison, à l'exemple présenté, on a renoncé au procédé usuel de l'attribution des poids; au lieu de cela on a posé la question: Comment faut-il donner du poids aux critères pour qu'une certaine variante doive être choisie comme la meilleure? Telles les réponses aux questions et d'autres évaluations se rapportant aux critères peuvent au moins assister les comités intéressés afin de prendre leurs décisions. Etant développé pour ce but là, le programme de calcul est implanté dans un mini-ordinateur.

Buchbesprechung

KAUFMANN, LOTHAR, REGIONALES ENTWICKLUNGSPOTENTIAL UND REGIONALPOLITISCH ORIENTIERTE VERKEHRSPLANUNG (= Volkswirtschaftliche Schriften, Band 13: Regionale Verkehrspolitik), Verlag Dr. Peter Mannhold, 320 S., Düsseldorf 1981, kart., DM 39,50.

In dieser Veröffentlichung entwirft Kaufmann ein analytisches und planungsmethodisches Handlungskonzept, um das verkehrspolitische Instrumentarium im Rahmen einer umfassenden Entwicklungsplanung für die Realisierung der Wachstums- und Entwicklungsziele einzelner Regionen ökonomisch effizient einzusetzen.

Die Abhandlung beginnt nach einleitenden Bemerkungen mit einer Bestimmung regionaler Entwicklungspotentiale. Die kritische Analyse verschiedener Ansätze zur Quantifizierung regionaler Entwicklungspotentiale zeigt, daß sich diese Verfahren und Methoden kaum für die prognostische Ermittlung der sich im Zeitablauf verändernden intraregionalen Entwicklungschancen eignen. Kaufmann entwickelt deshalb einen erweiterten „faktorspezifischen“ Entwicklungspotentialansatz mit den Elementen: regionales Arbeitskräfte- und Erwerbstätigenpotential, privater Realkapitalstock, Wirtschaftsstrukturpotential, Siedlungsstruktur- und Agglomerationspotential, Infrastrukturpotential, wirtschaftsgeographisches Lagepotential sowie Umwelt- und Preispotential.

Im anschließenden Kapitel wird die Bedeutung des Verkehrssystems für die regionalwirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten erörtert. Da sich statistisch-ökonomische Verfahren zur Schätzung des Einflusses von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen auf die regionalen Entwicklungsmöglichkeiten u. a. wegen des relativ hohen Aggregationsniveaus als wenig aussagefähig erweisen, werden Wirkungshypothesen formuliert.

Gestützt auf Literaturlauswertungen und Ergebnisse empirischer Untersuchungen ergeben diese Hypothesen plausible Aussagen über die instrumentelle Bedeutung des Verkehrssystems bei der Ausschöpfung „faktorspezifischer“ regionaler Teilpotentiale. Allgemein wird der Einfluß verkehrspolitischer Maßnahmen auf die verschiedenen Teilpotentiale als gering beurteilt.

Im Einzelfall hängen jedoch die regionalwirtschaftlichen Folgeeffekte der Verkehrssystemänderungen von der gegebenen Potentialfaktorausstattung und damit von der raumstrukturellen Ausgangssituation einer Region ab. Daraus resultiert die Konsequenz, den überwiegend geringen und mit Unsicherheit behafteten Wirkungseffekten von Verkehrssystemvariablen durch eine koordinierte und auf das regional verfügbare Potential ausgerichtete Verkehrs- und Regionalpolitik zu begegnen.

Das nächste Kapitel behandelt verschiedene regionalwirtschaftliche Entwicklungskonzeptionen für periphere Räume. Aus methodischer Sicht wird ein operationales Zielsystem auf der Ebene der Planungsregion und die Auswahl von Maßnahmen zur Zielerreichung gefordert, um zu einem alle raumrelevanten Fachpolitiken integrierenden Entwicklungsansatz zu gelangen.

Im darauffolgenden Teil versucht Kaufmann im Rahmen der integrierten Entwicklungskonzeption einen methodischen Ansatz zu entwickeln, der zum einen wohlfahrtsmindernde Fehlinvestitionen der Verkehrsinfrastruktur vermeiden, andererseits aber auch verhindern soll, daß sich das Verkehrssystem als Engpaßfaktor bei der Verwirklichung regionaler Entwicklungsziele darstellt. Im wesentlichen wird dafür die ex-ante-Bestimmung von kapazitativen und qualitativen Verkehrssystemanforderungen spezifischer Entwicklungsstrategien vorgeschlagen, die dann dem Verkehrsangebot gegenüberzustellen sind. Zur antizipativen Ermittlung regionaler Verkehrsinfrastrukturkapazitäten werden ingenieurtechnische Modelle verwendet, in die aus den Ziel- und Instrumentenvariablen der regionalen Entwicklungskonzeption entnommene sozio-ökonomische Größen einfließen. Für die Erfassung zukünftiger qualitativer Engpässe des Verkehrssystems lassen sich regionalökonomisch relevante Ausstattungs- und Erreichbarkeitsindikatoren für den Personen- und Güterverkehr bilden, wobei u. a. die regional-spezifischen Soll- und Mindeststandards normativ festzulegen sind.

Das letzte Kapitel des Buches beleuchtet noch kurz mögliche Anwendungsprobleme der integrierten engpaß- und entwicklungsorientierten Verkehrspolitik. Hier können etwa durch verzweigte Planungskompetenzen im Bereich der Regional- und Verkehrspolitik Koordinations-