

# Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Bestimmung einer optimalen Ernährung im privaten Haushalt

Margot Steinel

*Ein Modell zur Bestimmung einer optimalen Ernährung im privaten Mehrpersonenhaushalt wird entwickelt und für einen normativen Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen angewendet. Es ermöglicht eine simultane Bestimmung von Speisenart für den Haushalt und Speisemengen für die verschiedenen Haushaltspersonen, so daß der Speiseplan den haushalts- und personenspezifischen Verzehrgewohnheiten entspricht, den personenspezifischen Nährstoffbedarf deckt und minimale Kosten im Haushalt verursacht.*

## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Im Bereich Ernährung ist der private Haushalt mit folgenden Problemen konfrontiert.

Einerseits haben die verschiedenen Personen in einem privaten Haushalt unterschiedlichen Nährstoffbedarf. Seitens der Ernährungswissenschaft, vertreten durch die *Deutsche Gesellschaft für Ernährung*, werden für die Deckung des Nährstoffbedarfs Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr<sup>1</sup> herausgegeben. Der Haushalt ist bestrebt, diese Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr seiner Haushaltsmitglieder einzuhalten. Die Personen verzehren jedoch nicht Nährstoffe, sondern entsprechend ihrer Verzehrgewohnheiten Speisen. In der Regel verzehren die Personen eines Haushalts gleiche Speisen in unterschiedlichen Mengen. Ein Speiseplan, der den Verzehrgewohnheiten entspricht, wird akzeptabler Speiseplan genannt. Der Haushalt steht vor der Schwierigkeit, daß ihm seitens der Ernährungswissenschaft wenig konkrete Hilfestellungen gegeben werden, wie diese Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr einzelner Personen in der praktischen Speiseplangestaltung für den gesamten Haushalt umgesetzt werden sollen. Diese Bestimmung eines bedarfsgerechten und akzeptablen Speiseplans ist ein komplexes Problem, das einer mathematischen Formulierung und Lösung bedarf.

Andererseits werden von verschiedenen Seiten Empfehlungen gegeben, sogenannte alternative Ernährungsformen zu praktizieren. Bei diesen alternativen Ernährungsformen wird zum einen aus Gründen der Förderung einer umweltschonenden Landwirtschaft empfohlen, Lebensmittel aus ökologischem Landbau zu verwenden<sup>2</sup>. Hier von wird jedoch gesagt, daß dies mit erheblichen Mehrkosten verbunden ist<sup>3</sup>. Zum anderen wird empfohlen, weniger Fleisch und Fleischwaren zu verzehren, wovon die Meinung herrscht, daß dies gesünder sei. Es fehlen dem Haushalt objektive Informationen, die ihn bei seiner Entscheidung für die ihm entsprechende Ernährungsform und somit bei seiner Umsetzung in den konkreten Speiseplan unterstützen können.

Der vorliegende Beitrag hat das Ziel, ein Modell zur Bestimmung einer optimalen Ernährung im privaten Mehrpersonenhaushalt zu entwickeln und für einen normativen Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen anzuwenden. Der normative Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen wird anhand von Speiseplänen durchgeführt, die für die jeweilige Ernährungsform bedarfsgerecht, akzeptabel und kostenminimal sind.

## 2 Entwicklung des Modells

### 2.1 Darstellung von Modellen in der Literatur

Die Methode der Linearen Optimierung zur Bestimmung einer optimalen Ernährung ist seit etwa den 40er Jahren in der wissenschaftlichen Diskussion. Optimale Ernährung wird in diesem Zusammenhang ein Speiseplan genannt, bei dem ein gegebenes Ziel unter Einhaltung von gegebenen Nebenbedingungen bestmöglich erreicht wird. Die Ausführungen beschränken sich auf solche Modelle, die eine Minimierung der Kosten zum Ziel haben, wobei die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr und die Verzehrgewohnheiten eingehalten, d. h. satisfiziert werden. Bis in die 70er Jahre wurden Modellformulierungen zum Ernährungsproblem immer weiter ausgebaut und verfeinert. Die bis dahin entwickelten Modelle lassen sich in drei Gruppen einteilen, solche mit variablen Speisenarten, solche mit variablen Speisemengen und solche mit variablen Speisenarten und -mengen.

#### 2.1.1 Modelle mit variablen Speisenarten

Ein grundlegendes Modell mit variablen Speisenarten wurde 1964 von *Balintfy*<sup>4</sup> formuliert. Hierbei werden im wesentlichen aus einer großen Anzahl von Speisen jene ausgewählt, die die Anforderungen an die Nährstoffzufuhr und die Akzeptabilität des Speiseplans kostenminimal erfüllen. Die Speisemengen werden bei diesem Modell ex ante festgelegt und können nicht variiert werden (siehe Abbildung 1). Das Modell fand in den 60er und 70er Jahren zahlreiche Anwendungen v. a. in Verbindung

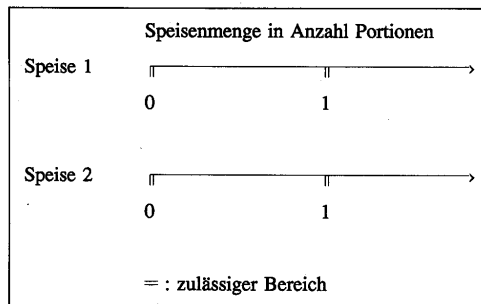


Abb. 1 Zulässiger Bereich für die Speisemenge beim Balintfy-Modell

mit dem Computerprogramm CAMP in den USA. In Deutschland fand es Anwendungen in der Forschung zur Gemeinschaftsverpflegung.

### 2.1.2 Modelle mit variablen Speisemengen

Als Gegenstück zu dem *Balintfy*-Modell mit seinen fixen Speisemengen wurden in der Literatur Modelle entwickelt, in denen die Speisemengen variiert werden. Bei diesen Modellen muß jedoch die Speisensart ex ante bestimmt werden.

Das grundlegende Modell für eine willkürliche Speisenauswahl und anschließende Optimierung der Speisemenge wurde von *Karg* 1980<sup>5</sup> formuliert. Es fand in der deutschsprachigen Literatur einige Anwendungen für Probleme des Privathaushalts und der Gemeinschaftsverpflegung. Bei diesem Modell werden innerhalb vorgegebener Mindest- und Höchstgrenzen die Portionsmengen vorgegebener Speisen gesucht, die den Energie- und Nährstoffbedarf einer Person bzw. Personengruppe kostenminimal decken (siehe Abbildung 2).

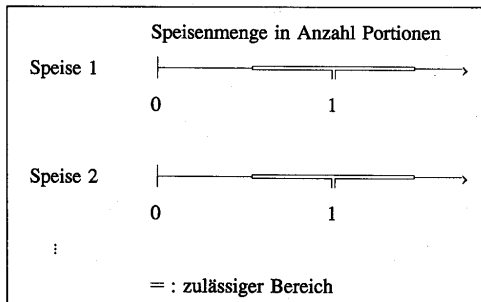


Abb. 2 Zulässiger Bereich für die Speisemenge beim Karg-Modell

### 2.1.3 Modelle mit variablen Speisensarten und -mengen

Die eben beschriebenen Modelle mit variablen Speisensarten und -mengen können kombiniert werden, indem sowohl Speisensarten als auch Speisemengen in dem Optimierungsmodell als Variablen formuliert werden. Es ist ei-

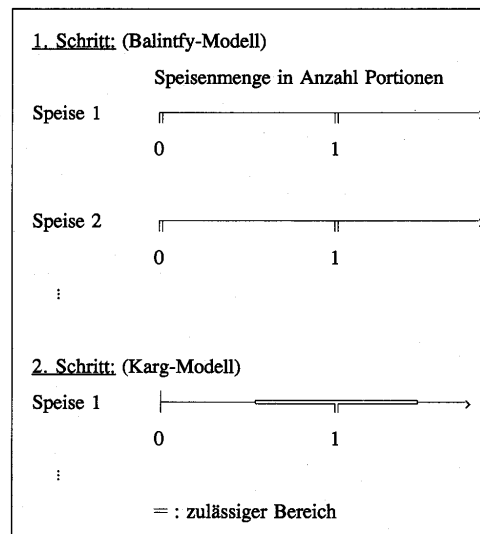


Abb. 3 Zulässiger Bereich für die Speisemenge beim Baur-Modell

ne sukzessive und eine simultane Bestimmung von Speisensart und -menge möglich.

Eine sukzessive Bestimmung wurde von *Baur*<sup>6</sup> formuliert. Sie bestimmt in einem ersten Schritt für die erste Personengruppe die Speisensart nach dem *Balintfy*-Modell. In einem zweiten Schritt bestimmt sie die Mengen der im ersten Schritt ausgewählten Speisen für die zweite Personengruppe nach dem *Karg*-Modell (siehe Abbildung 3).

Die simultane Bestimmung von Speisensart und -menge ist aus folgendem Grund schwierig. Die Speisemenge muß null betragen, wenn die Speise nicht für den Speisenplan gewählt wird. Wenn die Speise gewählt wird, kann die Speisemenge zwischen vorgegebenen Unter- und Obergrenzen variiert werden. Zwischen dem Wert null und der Untergrenze besteht somit eine Lücke in der Variabilität der Speisemenge. Es ist möglich, eine solche Lücke in linearen Gleichungen zu formulieren, der Aufwand ist jedoch erheblich. Ein solches Modell wurde von *Armstrong / Sinha*<sup>7</sup> beschrieben, das jedoch keine Speisemengen zuläßt, die niedriger sind als eine Einheitsportion (siehe Abbildung 4). Von *Steinle*<sup>8</sup> wurde ein Modell entwickelt, das simultan die Art der Speisen in einem Haushalt und die Speisemenge für verschiedene Personen in dem Haushalt bestimmt, so daß für jede Person die individuelle Speisemenge zwischen einer Unter- und Obergrenze liegt, der Nährstoffbedarf jeder Person gedeckt ist und die Kosten für den Haushalt minimal sind (siehe Abbildung 5). Dieses Modell wird im folgenden erläutert.

### 2.2 Darstellung des entwickelten Modells

Das reale Entscheidungsproblem, für das das Modell formuliert wurde, ist folgendes. Gegeben sind verschiedene

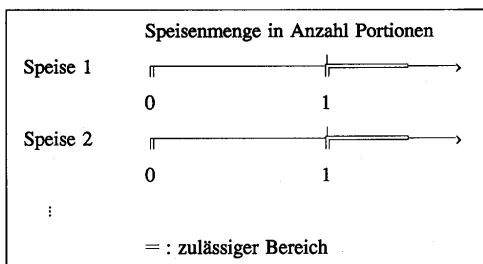


Abb. 4. Zulässiger Bereich für die Speisemenge beim Armstrong / Sinha-Modell

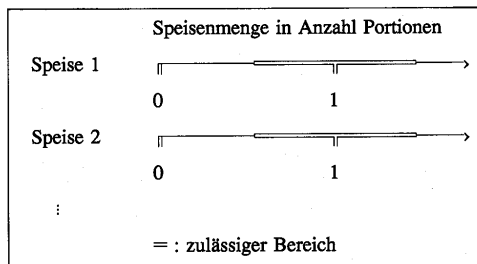


Abb. 5. Zulässiger Bereich für die Speisemenge beim Steinel-Modell

Personen eines Haushalts mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf und gegebenen Verzehrgeohnheiten. Gesucht sind Art von Speisen im Haushalt und Menge von Speisen, die von den Personen zu Mahlzeiten innerhalb eines Planungszeitraums verzehrt werden, den Nährstoffbedarf der Personen decken, den Verzehrgeohnheiten des Haushalts und der Personen entsprechen und minimale Kosten im Haushalt verursachen. Bezüglich der Kosten werden sowohl Lebensmittelkosten als auch Arbeitskosten berücksichtigt. Hiervon wird jedoch immer nur eine Kostenart minimiert, wobei für die andere, nicht-minimierte Kostenart ein freies oder begrenztes Budget vorgegeben wird.

Auf die einzelnen Modellformulierungen wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Allgemein sei nur angedeutet, daß sowohl Binärvariablen als auch stetige Variablen in dem Modell vorkommen. Durch Nebenbedingungen, die Binärvariablen und stetige Variablen enthalten, können Sprünge in der Variabilität der stetigen Variablen erzeugt und Entweder-Oder-Verknüpfungen abgebildet werden.

### 3 Anwendung des Modells

Das entwickelte Modell wird für einen normativen Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen im privaten Haushalt angewendet. Hierzu wird zunächst der Begriff *Ernährungsform* definiert.

#### 3.1 Definition

Eine *Ernährungsform* ist durch zwei Merkmale gekennzeichnet. Das erste Merkmal ist die Zusammenstellung der Ernährung aus Speisen und wird Verzehrgeohnheit genannt. Das zweite Merkmal ist die Zusammenstellung der Ernährung aus Lebensmitteln bestimmter Anbauart. Eine *Ernährungsform*

ist somit definiert als die Kombination einer bestimmten Verzehrgeohnheit und der Verwendung von Lebensmitteln bestimmter Anbauart (siehe Tabelle 1).

Eine *Verzehrgeohnheit* ist im einzelnen gekennzeichnet durch

- die Struktur der Mahlzeiten und Menüs,
- die Mindest- und Höchsthäufigkeiten von bestimmten Speisen bzw. Speisen aus bestimmten Speisengruppen pro Woche,
- die Kombination von Speisen zu Hauptgerichten sowie
- Mindest- und Höchstgrenzen für die Speisemengen.

Es wird zwischen konventionellen (K), gemischten (G) und alternativen (A) Verzehrgeohnheiten unterschieden. Die gemischten Verzehrgeohnheiten nehmen dabei eine Zwischenstellung zwischen konventionellen und alternativen ein. Sie werden beispielsweise bei einer vollwertigen Kost nach den Richtlinien der *Deutschen Gesellschaft für Ernährung*<sup>9</sup> praktiziert.

Die Anbauart der verwendeten Lebensmittel kann kon-

Tab. 1. Definition der Ernährungsformen

Verzehrgeohnheit	Anbauart der verwendeten Lebensmittel				
	ökologisch				konventionell
	Anbaugarantiestufe				K
	Ö <sub>1</sub>	Ö <sub>2</sub>	Ö <sub>3</sub>	Ö <sub>4</sub>	
konventionell	KÖ <sub>1</sub>	KÖ <sub>2</sub>	KÖ <sub>3</sub>	KÖ <sub>4</sub>	KK
gemischt	GÖ <sub>1</sub>	GÖ <sub>2</sub>	GÖ <sub>3</sub>	GÖ <sub>4</sub>	GK
alternativ	AÖ <sub>1</sub>	AÖ <sub>2</sub>	AÖ <sub>3</sub>	AÖ <sub>4</sub>	AK

ventioneller (K) oder ökologischer (Ö) Landbau sein, wobei innerhalb des ökologischen Landbaus vier verschiedene, für den Verbraucher relevante Anbaugarantiestufen unterschieden werden:

- Ö<sub>1</sub>: biologisch-dynamischer Anbau<sup>10</sup>
- Ö<sub>2</sub>: ökologischer Anbau nach SÖL<sup>11</sup>
- Ö<sub>3</sub>: kontrolliert-biologischer Anbau nach BVN<sup>12</sup>
- Ö<sub>4</sub>: sog. Pseudobio-Anbau.

### 3.2 Daten

Der Planungszeitraum ist eine Woche. Der Beispielhaushalt, für den die Berechnungen durchgeführt wurden, besteht aus zwei Erwachsenen und zwei Kindern, die sieben und zehn Jahre alt sind. Der Haushalt bereitet alle Speisen selbst im Haushalt zu. Für den zu bestimmenden Speiseplan wurden 431 Speisen<sup>13, 14, 15</sup> zur Auswahl gestellt. Von jeder dieser Speisen wurden der Gehalt an 20 Nährstoffen<sup>16</sup>, die Lebensmittelkosten bei Verwendung von Lebensmitteln<sup>17</sup> aus fünf Herkünften sowie die Arbeitskosten für die Zubereitung<sup>18</sup> im Haushalt mit fixem und variablem Anteil berücksichtigt.

Für die Mittagsmahlzeit, bei der warme Speisen nur in bestimmten Kombinationen verzehrt werden, wurden 153 verschiedene Hauptgerichtkombinationen<sup>19</sup> zur Auswahl gestellt. Für den Nährstoffbedarf der Personen wurden die Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung von 1985 für 20 Nährstoffe (Energie, Eiweiß, Fett, essentielle Fettsäuren, Kohlenhydrate, Ballaststoffe, Wasser, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Vitamine A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, Niacin, B<sub>6</sub> und C) zugrundegelegt. Ein Teil der Daten über die Verzehrsgewohnheiten stammen aus einer am Institut für Sozialökonomik des Haushalts der Technischen Universität München durchgeführten Verzehrerhebung<sup>20</sup>. Für das Zeit- und Geldbudget wurden eigene Annahmen über hohes, mittleres und niedriges Budget getroffen.

Das Berechnungsmodell hat für eine gegebene Ernährungsform ca. 6000 Nebenbedingungen und ca. 9000 Variablen (incl. Slack-Variablen), darunter 422 Binärvariablen (für die Auswahl von Speisen und Hauptgerichtkombinationen).

### 3.3 Ergebnisse

Die Berechnungen wurden mit Hilfe des Programmsystems MPSX auf der Großrechenanlage des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt. Der Rechenaufwand betrug pro Optimierungsrechnung ca. 10000–30000 Iterationen mit einer Kernspeicherzugriffszeit von 10–30 Minuten CPU. Die Ergebnisse der Berechnungen haben gezeigt, daß bei sinnvoller Speisenauswahl und -portionierung für konventionelle, gemischte und alternative Verzehrsgewohnheiten eine Ernährung zusammengestellt werden kann, die den betrachteten Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr und den Verzehrsgewohnheiten entspricht. Für Vitamin D mußte jedoch festgestellt werden, daß bei den gegebenen Daten die Zufuhrempfehlung der DGE von 1985 für Vitamin D alimentär nicht erreicht werden kann. Hierzu hat die DGE inzwischen<sup>21</sup> den Betrag der Empfehlungen für Vitamin D bei den Kindern halbiert. Den vorliegenden Berechnungen entsprechend sind jedoch auch diese neuen Empfehlungen für Vitamin D alimentär äußerst schwer zu erreichen.

Tab. 2. Einfluß verschiedener Merkmale auf die minimalen wöchentlichen Lebensmittelkosten (LMK) in einem Vier-Personen-Haushalt

Art des Einflusses	Merkmale der Ernährungsform und Zielsetzung		Minimale LMK in DM/Woche
-	bedarfsgerechte, akzeptable Ernährung für Vier-Personen-Haushalt (konventionelle Verzehrsgewohnheiten, Verwendung von Lebensmitteln aus konventionellem Anbau, freies Zeitbudget)		202,30 (Grundkosten)
Haupteinfluß	Verzehrsgewohnheit	konventionell	-
		gemischt	-8,96
		alternativ	-19,25
	Herkunft der Lebensmittel	konventionell	-
		kontrolliert-biologisch	+96,49
	Zeitbudget	frei	-
hoch		- <sup>1</sup>	
mittel		+10,95	
Kreuzeinfluß	Gemischte Verzehrsgewohnheiten und Verwendung von Lebensmitteln aus kontrolliert-biologischem Anbau		-21,37
	Alternative Verzehrsgewohnheiten und Verwendung von Lebensmitteln aus kontrolliert-biologischem Anbau		-24,79
<sup>1</sup> kein signifikanter Einfluß Quelle: eigene Berechnungen			

Limitierende Nährstoffe sind Energie, Fett, Ballaststoffe, Wasser sowie die Vitamine A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> und C. Bei Fett ist die Höchstgrenze, bei allen anderen Nährstoffen die Mindestgrenze des Bedarfs limitierend. Diesen Nährstoffen sollte bei der Speisenplanung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Zusammensetzung der optimalen Speisenpläne bzw. Warenkörbe zeigt, daß mehr Seefisch, Milch und Milchzeugnisse und Käse (v.a. magere Sorten) und weniger Fleisch und Fleischerzeugnisse als derzeit verzehrt werden sollten. Als Vergleich hierzu dienten Warenkörbe der Teilnehmerhaushalte der laufenden Wirtschaftsrechnungen<sup>22</sup>. Der Verzehr von Kartoffeln und Brot sollte gegenüber den derzeitigen Verzehrsmengen deutlich ausgedehnt, mindestens verdoppelt werden.

Die Ergebnisse der Optimierungsrechnungen, die minimalen Kosten wurden anschließend einer Regressionsanalyse unterzogen. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse, die Einflüsse verschiedener Merkmale auf die minimalen wöchentlichen Lebensmittelkosten für den Vier-Personen-Haushalt dargestellt. Eine bedarfsgerechte, akzeptable

Ernährung für den Vier-Personen Haushalt verursacht bei konventionellen Verzehrsgewohnheiten und der Verwendung von Lebensmitteln aus konventionellem Anbau und freiem Zeitbudget Lebensmittelkosten in Höhe von 202,30 DM / Woche. Diese werden als Grundkosten bezeichnet. Die Praktizierung gemischter Verzehrsgewohnheiten senkt diese Kosten um ca. 10 DM / Woche, die Praktizierung alternativer Verzehrsgewohnheiten um ca. 20DM/Woche. Die Verwendung von Lebensmitteln aus kontrolliert-biologischem Anbau erhöht die minimalen Lebensmittelkosten um ca. 100 DM / Woche. Die Limitierung des Zeitbudgets auf 280 AKmin / Woche, das ist ein sog. mittleres Zeitbudget, erhöht die Lebensmittelkosten um ca. 10 DM / Woche. Zudem konnten folgende Kreuzeinflüsse von Verzehrsgewohnheit und Herkunft der Lebensmittel festgestellt werden. Bei gemischten und bei alternativen Verzehrsgewohnheiten ist der Einfluß der Ver-

Tab. 3. Optimale Speisenpläne für das Beispielproblem nach dem *Baur-* und *Steinel-*Modell

Speisen- gruppe	Speisenart	Optimale Speisemenge nach BAUR für		Optimale Speisemenge nach STEINEL für	
		Person 1	Person 2	Person 1	Person 2
Vor- suppen	Blumenkohl- suppe	-	-	-	-
	Gemüsesuppe	-	-	-	-
	Möhrensuppe	1,0	0,6	0,95	0,66
	Kartoffelsuppe	-	-	-	-
Fleisch- speisen	Königsberger Klopse	-	-	0,76	0,86
	Putenkeule	-	-	-	-
	Leber	1,0	0,6	-	-
	Brathähnchen	-	-	-	-
Stärke- reiche Beilagen	Reis	-	-	1,6	1,6
	Nudeln	-	-	-	-
	Semmelknödel	1,0	1,24	-	-
	Petersilienkar- toffeln	-	-	-	-
Gemüse- beilagen	Kopfsalat	-	-	-	-
	Spinat	-	-	0,94	1,04
	Erbsen	1,0	0,6	-	-
	Tomatensalat	-	-	-	-
Minimale Kosten		3,62	2,83	1,73	1,81
		6,45		3,54	
Quelle: eigene Berechnungen					

wendung von Lebensmitteln aus ökologischem Anbau um ca. 20 DM / Woche geringer als bei konventionellen Verzehrsgewohnheiten.

Die Verwendung von Lebensmitteln aus ökologischem Anbau erhöht also die Lebensmittelkosten der Ernährung gegenüber der Verwendung von Lebensmitteln aus konventionellem Anbau um 40-50%. Die Bevorzugung von Lebensmitteln aus einer bestimmten Richtung des ökologischen Anbaus erhöht die Lebensmittelkosten der Ernährung nicht. Mit alternativen Verzehrsgewohnheiten können im Vergleich zu konventionellen Verzehrsgewohnheiten etwa 10-15% der Lebensmittelkosten eingespart werden.

Alternative oder gemischte Verzehrsgewohnheiten sind im Vergleich zu konventionellen Verzehrsgewohnheiten nicht mit höheren Arbeitskosten verbunden.

#### 4 Diskussion des Modells

Der Zweck des Modells ist die Bestimmung von Art und Menge von Speisen, die von den verschiedenen Personen zu Mahlzeiten innerhalb eines Planungszeitraums verzehrt werden, den Nährstoffbedarf decken, den Verzehrgegewohnheiten entsprechen und minimale Kosten im Haushalt verursachen. In Abschnitt 2.1.3 wurden zwei Modelle genannt, die zu diesem oder einem ähnlichen Zweck formuliert wurden: das *Baur*-Modell und das entwickelte Modell, das nachfolgend *Steinel*-Modell genannt wird.

Im folgenden wird verglichen, wie das *Baur*- und *Steinel*-Modell den Modellzweck erfüllen. Der Vergleich erfolgt anhand eines Beispielproblems (siehe Tabelle 3).

Gegeben sind vier Speisengruppen mit jeweils vier Speisen sowie der Gehalt an zehn Nährstoffen und die Lebensmittelkosten der 16 Speisen. Die Speisengruppen sind Vorsuppen (Blumenkohlsuppe, Gemüsesuppe, Möhrensuppe, Kartoffelsuppe), Fleischspeisen (Königsberger Klopse, Putenkeule, Leber, Brathähnchen), stärkereiche Beilagen (Reis, Nudeln, Semmelknödel, Petersilienkartoffeln) und Gemüsebeilagen (Kopfsalat, Spinat, Erbsen, Tomatensalat). Die berücksichtigten Nährstoffe sind Energie, Eiweiß, Fett, Natriumchlorid, Calcium, Eisen sowie die Vitamine A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und C. Die Beispielberechnungen werden für einen Haushalt mit zwei Personen durchgeführt, wobei die beiden Personen unterschiedlichen Nährstoffbedarf haben. Speisemengen werden akzeptiert, wenn sie zwischen 0,6 und 1,6 Portionen liegen. Gesucht sind Speisensart und Speisemenge eines Menüs, das aus einer Vorsuppe, einer Fleischspeise, einer stärkerreichen Beilage und einer Gemüsebeilage in jeweils akzeptablen Mengen besteht, den Nährstoffbedarf jeder der beiden Personen deckt und minimale Lebensmittelkosten aufweist. Es sind also für beide Personen die gleichen Speisen in unterschiedlichen Mengen zu bestimmen. Es wurde für dieses Beispiel die vereinfachende Annahme getroffen, daß alle Speisenskombinationen akzeptiert werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen zu dem Beispielprogramm mit Hilfe des *Baur*- und *Steinel*-Modells sind in Tabelle 3 aufgeführt. Nach dem *Baur*-Modell wird im ersten Schritt aus jeder Speisengruppe je eine Speise ausgewählt, so daß der Nährstoffbedarf der Person 1 kostenminimal gedeckt ist. Die ausgewählten Speisen sind Möhrensuppe, Leber, Semmelknödel und Erbsen. Die Speisemenge beträgt entsprechend der Vorgabe jeweils 1. Im zweiten Schritt werden für Person 2 die Mengen der im ersten Schritt ermittelten Speisen so bestimmt, daß der Nährstoffbedarf der Person 2 kostenminimal gedeckt ist. Die optimalen Speisemengen für Person 2 sind ebenfalls in Tabelle 3 eingetragen.

Nach dem *Steinel*-Modell werden in einem Schritt für den Haushalt die Art und für die beiden Personen jeweils die Mengen der Speisen bestimmt, die den Nährstoffbedarf der beiden Personen kostenminimal decken. Es werden

die Speisen Möhrensuppe, Königsberger Klopse, Reis und Spinat gewählt. Bei Reis liegt die Portionsmenge bei beiden Personen an der Obergrenze von 1,6. Bei den übrigen Speisen unterscheiden sich die Speisemengen für die beiden Personen.

Die minimalen Kosten der nach den beiden Modellen ermittelten normativen Speisenspläne sind ebenfalls in Tabelle 3 dargestellt. Nach dem *Baur*-Modell betragen die minimalen Kosten des Menüs für den Haushalt 6,45 DM, nach dem *Steinel*-Modell 3,54 DM, das ist etwas mehr als die Hälfte der mit dem *Baur*-Modell bestimmten minimalen Kosten. Der Modellzweck wird somit bei dem gegebenen Beispiel mit dem *Steinel*-Modell wesentlich besser erreicht als mit dem *Baur*-Modell.

#### 5 Ausblick für die weitere Forschung

Der vorliegende Beitrag hat gezeigt, daß mit Hilfe von Optimierungsmodellen das „Ernährungsproblem“, das darin besteht, eine bedarfsgerechte, akzeptable und ökonomisch rationale Ernährung zu bestimmen, gelöst werden kann. Damit die Modelle in Zukunft nicht nur in der Ernährungswissenschaft, sondern auch in der Ernährungspraxis Anwendung finden können, müssen sie zwei Bedingungen erfüllen. Sie müssen realitätsnah und anwenderfreundlich sein. Die Realitätsnähe zur Situation im privaten Haushalt konnte in dem entwickelten Modell gegenüber bisherigen Modellen verbessert werden. Die Anwenderfreundlichkeit der Modelle ist nach wie vor unbefriedigend, da eine Vielzahl von Daten und Bedingungen in eine sehr komplexe Form aufbereitet werden müssen. Die Anwenderfreundlichkeit kann wesentlich verbessert werden, indem die Datenaufbereitung von geeigneten Schnittstellen übernommen wird. Wenn es in der weiteren Forschung gelingt, durch geeignete Benutzeroberflächen die Anwenderfreundlichkeit zu verbessern, können Optimierungsmodelle in der Zukunft praktisch angewendet werden. Sowohl in der Ernährungsberatung des Privathaushalts als auch in der Ernährungsplanung in der Gemeinschaftspflege könnten in solchen Anwendungen konkrete und individuelle Informationen in Form von Empfehlungen bereitgestellt werden, deren Einhaltung einen Beitrag zur Verbesserung des Ernährungs- und Gesundheitsstatus der Bevölkerung leisten.

#### Anmerkungen und Literatur

Bei diesem Beitrag handelt es sich um die überarbeitete Fassung eines Vortrags auf der Tagung des FA Strukturwandel des Haushalts der DGH am 4. April 1992 in Bonn-Röttgen

- 1 Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hrsg.): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 1. Nachdruck. Frankfurt / Main: Umschau 1986.
- 2 von Koerber, Karl; Männle, Thomas; Leitzmann, Claus: Vollwert-Ernährung: Grundlagen einer vernünftigen Ernährungsweise. Heidelberg: Haug 1987.
- 3 [Anonym]: „Alternative“ Ernährung – ein teures Vergnügen. AGRA-Europa 22 (1991), Nr. 3, Länderberichte, S. 11.

- <sup>4</sup> Balintfy, Joseph L.: Menu Planning by Computer. Communications of the Association for Computing Machinery 7 (1964), Nr. 4, S. 255-259.
- <sup>5</sup> Karg, Georg: Bedarfsgerechte und kostengünstige Ernährung im Familienhaushalt. In: Entscheidungsbereich Haushalt. Darmstadt 1980 (KTBL-Schrift 257), S. 49-63.
- <sup>6</sup> Baur, Else: Optimale Menüs für ausgewählte Systeme der Schulverpflegung und Schülergruppen. München, Technische Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Diss. 1981.
- <sup>7</sup> Armstrong, Ronald D.; Sinha, Prabhakant: Application of Quasi-Integer Programming to the Solution of Menu Planning Problems with Variable Portion Size. Management Science 21 (1974), Nr. 4, S. 474-482.
- <sup>8</sup> Steinel, Margot: Normativer Kosten-Nutzen-Vergleich verschiedener Ernährungsformen im privaten Haushalt. Frankfurt / Main: Lang 1992 (Studien zur Haushaltsökonomie, Bd. 8).
- <sup>9</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hrsg.): Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Faltblatt. 1989.
- <sup>10</sup> Forschungsring für biologisch-dynamische Wirtschaftsweise e. V.: Allgemeine Richtlinien für die Anerkennung von DEMETER-Qualität. Merkblatt. Darmstadt o. J.
- <sup>11</sup> Stiftung Ökologischer Landbau (SÖL) (Hrsg.): Rahmenrichtlinien zum ökologischen Land- und Weinbau in der Bundesrepublik Deutschland. Kaiserslautern: SÖL <sup>10</sup>1989 (SÖL-Sonderausgabe Nr. 17).
- <sup>12</sup> Bundesverband Naturkost (BVN) (Hrsg.): Anbauverbände. Naturkost-Info Nr. 3. Kelkheim <sup>2</sup>o. J.
- <sup>13</sup> Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (AID) (Hrsg.): Daten zur Analyse der Ernährung. Kartei mit Beiheft. Bonn 1984.
- <sup>14</sup> Birk, Doris (Hrsg.): Das große GU Vollwert-Kochbuch. München: Gräfe und Unzer 1987.
- <sup>15</sup> Leitzmann, Claus; Million, Helmut: Mit Lust und Liebe ...: Vollwertküche für Genießer. Niedernhausen: Falken-Verlag 1988.
- <sup>16</sup> Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (Hrsg.): Souci / Fachmann / Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel: Nährwerttabellen 1986/87 / Scherz, Heimo; Kloos, Gustav; Senger, Friedrich (Bearb.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft <sup>3</sup>1986.
- <sup>17</sup> Rauch, Ulrike: Preise von Lebensmitteln aus alternativem und konventionellem Anbau. München, Technische Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Diplomarb., 1989.
- <sup>18</sup> Institut für Ernährungsökonomie und -soziologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung: Unveröffentlichte Arbeitszeitdaten 1988.
- <sup>19</sup> Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (AID) (Hrsg.): Daten zur Planung der Ernährung. Kartei mit Beiheft. Bonn 1985.
- <sup>20</sup> Hoffmann, Claudia: Untersuchung von Verzehrsgewohnheiten bei verschiedenen Ernährungsformen. München, Technische Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Diplomarb., 1992.
- <sup>21</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hrsg.): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt / Main: Umschau <sup>5</sup>1991.
- <sup>22</sup> Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Fachserie 15: Wirtschaftsrechnungen: Reihe 1: Einnahmen und Ausgaben ausgewählter privater Haushalte. 1. Vierteljahr 1989. Stuttgart: Metzler-Poeschel 1989.

**Anschrift der Verfasserin**

Dr. oec. troph. Margot Steinel  
Technische Universität München  
Inst. für Sozialökonomik des Haushalts  
Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts  
Weißenstephaner Steig 17  
85350 Freising

**Bücher**

Lenze, Anne: Hausfrauenarbeit. Kritische Analyse und rechtliche Bewertung. Baden-Baden: Nomos Verl.-Ges. 1989. 300 Seiten. DM 58.-. Zugl.: Bremen, Univ., Diss. 1988.

Die vorhandenen rechtlichen Möglichkeiten, Hausfrauenarbeit finanziell zu entschädigen, honorieren allein die als full-time Beschäftigung ausgeübte Tätigkeit im Haushalt und legen den Frauen nahe, auf eine Teilhabe an der entlohnten Arbeit zu verzichten. Damit fördert die Bewertung der Hausarbeit in ihrer jetzigen Ausgestaltung die traditionelle Hausfrauenehe und entläßt die Frauen bei Scheitern der Versorgungsinstanz Ehe in die ökonomische Unsicherheit. Nachträglich erweist es sich nämlich als meist günstiger, das Konzept der Berufstätigenehe gelebt zu haben. In der vorliegenden Arbeit wird statt dessen ein Bewertungsmaßstab vorgeschlagen, der Frauen im Erwerbsleben verankern und die Vereinbarkeit von Elternschaft und Beruf erleichtern soll.

*Arbeitsbewertung im Großhaushalt.* Anforderungsanalyse und Entgeltberechnung in 11 Beispielen. Hrsg. vom Berufsverband Hauswirtschaftlicher Fach- und Führungskräfte e. V. Kernen i. R.: bhf 1993. DM 25.- (für Mitglieder des bhf), DM 32.- (für Nichtmitglieder des bhf)

Der Inhalt des Buches führt in elf Beispielen durch wesentliche Bereiche des Großhaushaltes: Mitarbeiterin im Reinigungsdienst - Stationsbereich (Klinikum der Zentralversorgung) / Vorarbeiterin im Reinigungsdienst - Stationsbereich (Klinikum der Zentralversorgung) / Leitung der Bereiche Reinigung, Wäscheversorgung und Service (Klinikum der Zentralversorgung) / Koch bzw. Köchin (Altenpflegeheim) / Leitung der Bereiche Speiseversorgung und Service (Altenpflegeheim) / Leitung der Abteilung Hauswirtschaft (Altenpflegeheim) / Leitung der Bereiche Reinigung und Wäscheversorgung (Altenpflegeheim) / Mitarbeiterin im Reinigungsdienst - Wohnbereich (Heime und

Ausbildungsstätten für Behinderte / Leitung der Hauswirtschaft - Wohnbereich (Heime und Ausbildungsstätten für Behinderte) / Leitung des hauswirtschaftlichen Arbeitstrainingsbereiches (Heime und Ausbildungsstätten für Behinderte) / Leitung der Hauswirtschaft für Behinderte (Heime und Ausbildungsstätten für Behinderte).

Diese Arbeitsplätze sind nach der analytischen Anforderungsermittlung nach REFA untersucht, beschrieben und bewertet worden. Eine Entgeltberechnungstabelle am Schluß des Buches nimmt die Forderung der Autorinnen nach angemessener Bezahlung auf. Diese empirische Untersuchung soll in gleicher Weise Arbeitnehmer/innen wie Arbeitgeber/innen ansprechen. Den einen wird die Möglichkeit eröffnet, anhand der Beispiele ihren Arbeitsplatz einzuordnen und ihren Wert objektiv zu bemessen. Den anderen wird ein Muster für optimale Stellenbesetzung und -ausschreibung vorgelegt.