

*1. Schweizerisches Nährwertdatenbank-Seminar*

---

# **NÄHRWERTDATEN UND IHRE VERWENDUNG**

## **Zusammenfassung der Vorträge**

Ein Workshop unter der Leitung von:

Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG)

Institut für Lebensmittelwissenschaft (ETHZ)

Institut für Wissenschaftliches Rechnen (ETHZ)

Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE)

Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE)

Centro Stefano Franscini, Monte Verità, Ascona

**5. Juli 1996**

# Ernährungsepidemiologie

Ulrich S. Oltersdorf,

Bundforschungsanstalt für Ernährung, Stuttgart-Hohenheim

---

## 1. Einleitung

Die Ernährungswissenschaft geht als wichtige Naturwissenschaft der Frage nach: „Wie funktioniert Ernährung?“ (MENDEN 1990). Vordergründig hat sie diese Frage weitgehend beantwortet. Die einzelnen Nährstoffe sind identifiziert, ihre Funktionen im großen und ganzen geklärt. Die Ernährungswissenschaft ist aber *auch* eine normative Verhaltenswissenschaft, die Empfehlungen gibt sowie Regeln und Normen für den richtigen Umgang mit der Nahrung aufstellt. Hier treffen wir auf eine Reihe von Unklarheiten und Widersprüchen.

Bei der Vielzahl der Menschen mit ihren unterschiedlichen Umwelt- und Lebenssituationen und der Menge der verschiedenen Lebensmitteln muß die Ernährungswissenschaft allgemeine Fragestellungen – wie „Welches ist die richtige Ernährung?“ – in spezifische und konkrete Fragen umwandeln. Die Ergebnisse aus speziellen Betrachtungen haben nur begrenzte Gültigkeit (OLTERSDORF 1987). Sie dürfen nicht verallgemeinert werden, da leicht wichtige Einflußfaktoren und Wechselbeziehungen vernachlässigt werden können. Bereits bei der Übertragung der Ergebnisse von Untersuchungen mit isolierten Nährstoffen auf deren Effekte in komplexen Lebensmitteln treten Probleme auf. Beispielhaft dafür sei die Diskussion um den „glykämischen Index“ angeführt, der den Grad der Bioverfügbarkeit von Kohlenhydraten anzeigt. Die isolierte Stärke bewirkt schnellere und deutlichere Erhöhungen des Blutzuckerspiegels, verglichen mit der gleichen Stärke, die in „komplexen“ Lebensmitteln bzw. Speisezubereitungen eingebunden ist. Aufgrund dieser Erkenntnisse konnten die Ernährungsratschläge für Diabetiker liberalisiert werden (CRAPO 1985, KOLATA 1983).

Es gibt eine Vielzahl von Nahrungsmittelinhaltstoffen und somit auch viele wichtige Wechselwirkungen zwischen diesen (KUTSKY 1981, OLTERSDORF 1981/82). Der menschliche Stoffwechsel reagiert individuell auf die aufgenommenen Stoffe; zudem ist er nicht konstant, sondern wird von vielen weiteren Faktoren beeinflusst und unterliegt biologischen Lebenszyklen und -rhythmen. Die Umwelt beeinflusst das ganze Geschehen. Die Ernährung des Menschen steht in Beziehung zu seiner Persönlichkeit und gehört zur Kultur eines Volkes. Das muß bei der Aufstellung von Ernährungsempfehlungen berücksichtigt werden, ebenso wie gesellschaftspolitische Aspekte,

wie z. B. die Interessen der Verbraucher und der Produzenten. So ist es nicht verwunderlich, daß sich Ernährungsempfehlungen der einzelnen Länder unterscheiden (IUNS 1983).

Ein Ungleichgewicht zwischen dem Nährstoffbedarf und der Nährstoffzufuhr führt zu Fehlernährung, deren „stofflichen“ Ursachen ihrerseits auf Faktoren zurückzuführen sind, die sowohl in der Person des Betroffenen als auch in seiner Lebenssituation liegen. Für alle Formen von ernährungsabhängigen Erkrankungen gilt: sie sind multifaktoriell und haben lang dauernde Entwicklungsgeschichten. Die Behandlung der ernährungsabhängigen Erkrankungen ist bisher nicht sehr erfolgreich. Die Kosten zur Behandlung von Fehlernährung sind enorm; im Ernährungsbericht 1988 werden sie auf ca. 50 Mrd. DM geschätzt (DGE, 1988). Von einer vollständigen Erfassung der Gesundheitssituation sind wir noch weit entfernt. Eine systematische Betrachtung (Abb. 1) ergibt eine Überfülle möglicher Untersuchungs- bzw. Erkenntnisfelder.

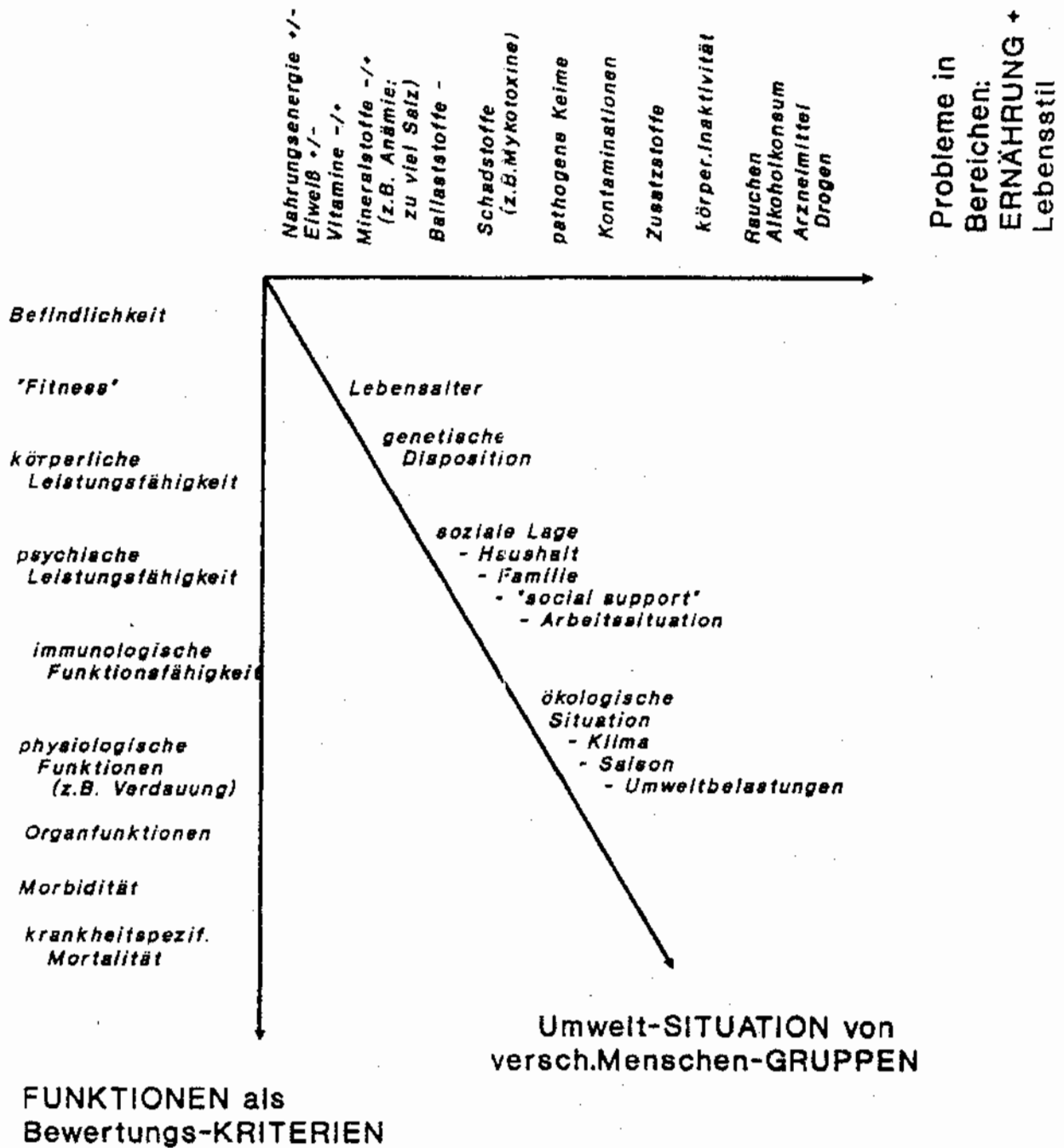
Die Ernährungswissenschaft muß sich den geschilderten Herausforderungen stellen. Sie muß die Komplexität der realen Ernährungswelt ebenso anerkennen wie ihre Unbestimmtheit und Unsicherheit. Sie kann keine „allgemeingültigen“ Gesetze ableiten, wie dies in den nicht-belebten Naturwissenschaften praktiziert wird, sondern muß mit „unsauberen“ Wahrscheinlichkeitsbeziehungen leben lernen. Diese Erkenntnis ist nicht neu, sondern im Gegenteil „uralt“. Die Erfahrung der Menschheit zeigt: „Was dem Einen sein Festmahl ist, kann dem Anderen sein Gift sein“ (LUCRETIUS).

Trotzdem ist der Glaube an feste Regeln und Gesetze in der Ernährungswissenschaft vorherrschend (BEATON 1989, HEGSTED 1985, SHORLAND 1988).

Die Abkehr von der Allgemeingültigkeit darf nicht in das andere Extrem gleiten: Alles sei individuell, unvorhersehbar und ungewiß. Wissenschaft braucht Theorien; die Erklärungen von Einzelereignissen müssen in größere Bezugsrahmen gestellt werden. Es kann erwartet werden, daß vergleichbare Menschen in definierten Situationen ähnlich reagieren und ähnliche Handlungen zeigen. Das Allgemeingültige muß auf einer anderen Ebene, einer komplexeren Theoriestufe gesehen werden.

Ein Weg, eine Methode, sich diesen Aufgaben zu stellen, liegt darin, die alltäglichen Erfahrungen der Menschen im Umgang mit ihrer Nahrung zu erfassen und daraus bestimmte übergeordnete Strukturelemente – wie z. B. Ernährungsmuster, Typen oder Lebensstile – zu identifizieren und zu bewerten. Die Nutzung der alltäglichen Ernährungs-„Experimente“ ist keine neue Erkenntnis. So schreibt R. VIRCHOW bereits 1868:

Wenn es sich um so wichtige Dinge handelt, sollte man da nicht meinen, es müsse ein allgemeines Verständnis über den Wert und die Bedeutung der einzelnen Nahrungs- und Genußmittel gewonnen sein? Wo jeder Einzelne täglich, ja häufiger als täglich Er-



Anm.: Jeder Problembereich (z.B. Nahrungsenergie + Übergewicht) muß für die vielen spezifischen Situationen nach den verschiedenen Kriterien bewertet werden.

Abb. 1: Skizze für ein Beziehungsgitter zwischen Ernährungsproblembereichen und deren Bewertungen.

fahrungen zu sammeln Gelegenheit hat, was ihm und anderen dieses oder jenes Mittel wert und welcher mehr oder weniger nützlich ist, sollte da nicht längst die Summe dieser tausend- und abertausendfältigen Erfahrungen in allgemeinnützigen Sätzen zusammengefaßt sein?

Das Beobachten der gesundheitsbezogenen Vorgänge innerhalb einer Bevölkerung ist ein Grundmerkmal der Epidemiologie. Aus diesem Grund wird das notwendige systematische Beobachten der Vorgänge, die sich zwischen Menschen und ihrer Nahrung und Umwelt abspielen, auch „Ernährungsepidemiologie“ genannt. Diese stellt keine prinzipiell neue Wissenschaft dar, jedoch eröffnet der wissenschaftlich-technische Fortschritt auf vielen Gebieten neue Dimensionen für eine umfassendere und schnellere Erfassung und Analyse von komplexen Untersuchungsmodellen.

## 2. Die Grundzüge der Ernährungsepidemiologie

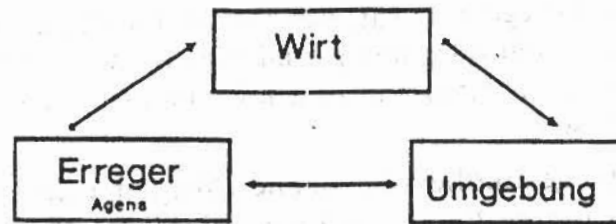
### 2.1 Definition und Rahmen

Die Ernährungsepidemiologie betrachtet die Systemzusammenhänge zwischen Menschen, ihrer Ernährung und ihrer Umgebung. Sie benützt ein allgemeines Modell, das einer Übertragung des traditionellen Epidemiologiemodells von Robert Koch entspricht (s. Abb. 2). In konkreten Untersuchungssituationen werden daraus Arbeitsmodelle abgeleitet.

Die Ernährungsepidemiologie zeigt Verknüpfungen mit anderen Humanwissenschaften – wie der Medizin (Epidemiologie, Sozialmedizin), der Biologie (Humanökologie), Soziologie und Geographie. Ihre Abgrenzung ergibt sich dadurch, daß sie in ihren Forschungsmittelpunkt die Ernährung des Menschen stellt. Die Ernährungsepidemiologie ist eine Erfahrungswissenschaft und hat folgende Aufgaben:

*Das Sammeln, Ordnen und Bewerten von Informationen über Handlungen (Ernährungsverhalten) und deren Beweggründe (Determinanten des Ernährungsverhaltens) sowie die Auswirkungen (Ernährungs- und Gesundheitszustand) im Bereich der Ernährung des Menschen.*

Die Ernährungsepidemiologie ist als eine eigenständige, empirisch arbeitende Unterdisziplin der Ernährungswissenschaften anzusehen. Sie führt die beiden Schwerpunkte der Ernährungswissenschaft zusammen: Das „Ernährungshandeln“ wird mittels der Naturwissenschaften bewertet und mittels der Sozialwissenschaften erklärt (Abb. 3). Dazu ist eine breite und intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig. Ernährungsepidemiologie ist somit typischerweise die Aufgabe einer Forschergruppe und weniger die von einzelnen Wissenschaftlern. Der Untersuchungsraum der Ernährungsepidemiologie (s. Abb. 4) erscheint immens groß. Zu den ein-



entsteht das  
**MODELL der ERNÄHRUNGS-EPIDEMIOLOGIE**

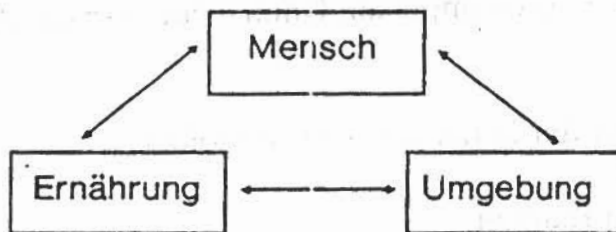


Abb. 2: Aus der Übertragung des klassischen Modells der Epidemiologie nach R. Koch.

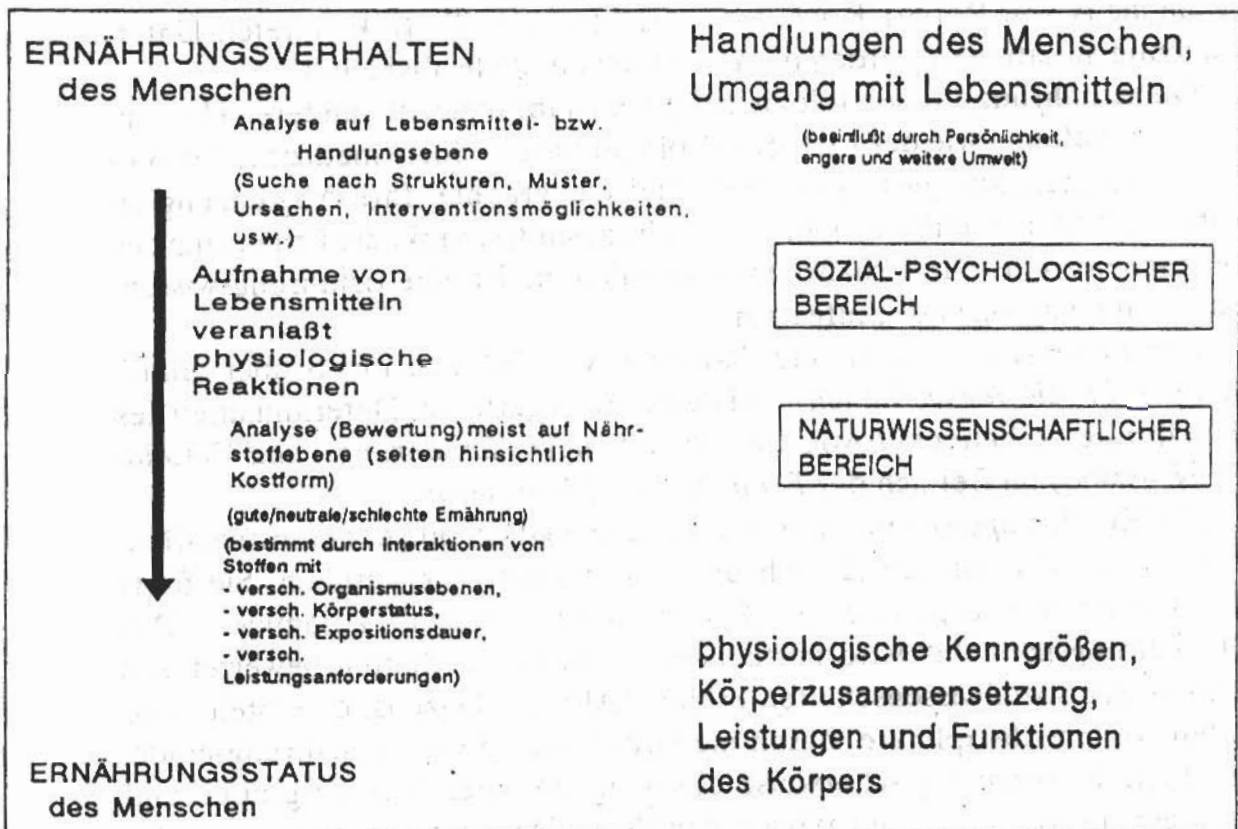


Abb. 3: Zusammenhänge von Forschungsbereichen der Ernährungswissenschaft.

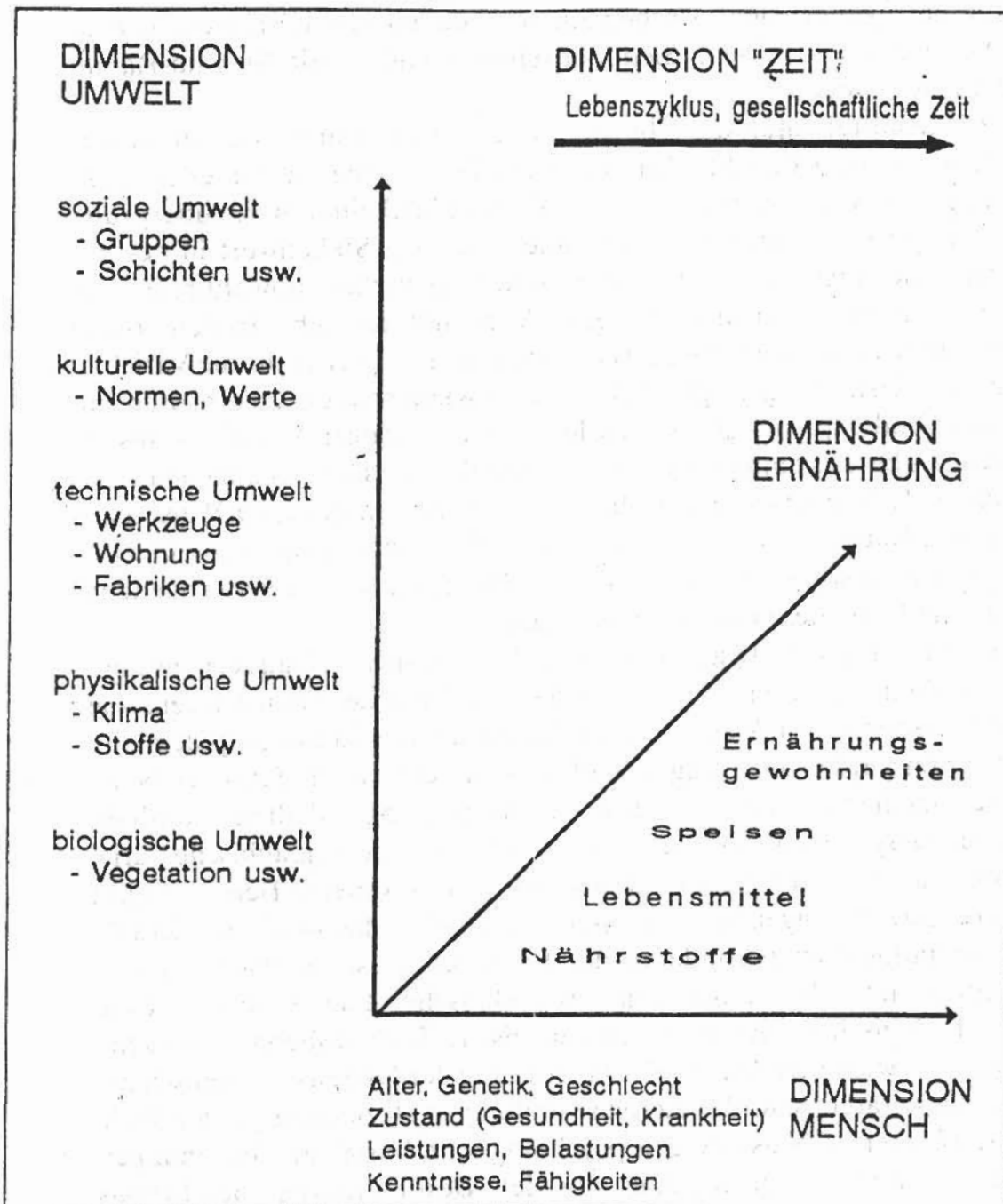


Abb. 4: Der Untersuchungsraum der Ernährungsepidemiologie.

zelen Dimensionen – Mensch, Ernährung und Umwelt – werden aus Einzelwissenschaften immer mehr Details bekannt, der Raum dehnt sich aus. Am Beginn einer jeden ernährungsepidemiologischen Studie müssen unter bewußter Konzentration auf das jeweilige Untersuchungsziel die wichtig erscheinenden Teile der drei Dimensionen ausgewählt werden. Für ein bewußtes Auswählen müssen alle Teile bekannt sein; der Forscher muß Übersicht haben. Auswählen bedeutet, sich Zielkonflikten zu stellen und Kom-

promise einzugehen, sich zwischen einem zu engen, spezialisierten, ängstlichen Vorgehen und einem Sichübernehmen und somit Sich-im-Raum-Verlieren zu bewegen.

Gute Hilfsmittel dafür, die Übersicht zu er- und behalten, sind stichwortartige Listen – auch Variablenlisten („check lists“) genannt. Unter Berücksichtigung der Untersuchungsziele und -möglichkeiten wird überprüft, welche der jeweils aufgezählten Variablen welchen Stellenwert in der geplanten Studie haben wird. Oft muß entschieden werden, obwohl es für ein „pro“ bzw. „kontra“ nur unzureichende Vorkenntnisse gibt. In den ersten Vorbereitungsschritten erscheint es angebracht, im Zweifel für die Variable zu sein. Die Erfahrung zeigt, daß es beim wiederholten Überprüfen im Laufe des Studienplanungsablaufes leichter ist, weitere Variablen auszuschließen, als bereits einmal eliminierte wieder in die Überlegungen miteinzubeziehen. Entsprechende Variablenlisten stellen in gewisser Weise den Katalog von Bauelementen dar, aus denen die Gedankengebäude der Ernährungsepidemiologie konstruiert werden. Die möglichen zu verwendenden Variablen sind alle mehr oder weniger bekannt.

Variablenlisten für die Dimension *Mensch* leiten sich z. B. aus ernährungsphysiologischen Aspekten ab. So kann dies eine Liste der Faktoren sein, die den Nahrungsbedarf von Menschen beeinflussen. Für ernährungsepidemiologische Studien werden auch Angaben über die untersuchten Menschen benötigt sowie über die Mitmenschen, die bei der Versorgung mithelfen (Haushalt, Familie; Bezugsgruppen). Daraus ergeben sich sozio-demographische Variablenlisten („Standard-Demographie-Module“). Ein weiterer Bereich ergibt sich aus Kennzeichnungen für biologische Zustände – das sind in der Ernährungsepidemiologie im besonderen der Ernährungszustand (biochemische und anthropometrische Indikatoren sowie klinische Mangelzeichen) sowie allgemein biologisch-genetische und medizinische Zustandsbeschreibungen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Gliederung der Dimension *Mensch* betrifft die Aktivitäten bzw. die Zeitverwendung in Beziehung zu den Nahrungsbedürfnissen. Ebenso zeigen psychologische Variablen Beziehungen zum Ernährungsverhalten. Kurz, es gibt viele Bestimmungsgründe für das beobachtbare Ernährungsverhalten (s. Abb. 5).

Die Dimension *Ernährung* läßt sich ebenfalls in zahlreiche Variablen zerlegen. Die Nahrung enthält eine Vielzahl von Stoffen, die z. B. über entsprechende Nährwerttabellen definierbar sind. Die Nahrungsaufnahme des Menschen erfolgt nicht kontinuierlich und ist nicht vollkommen frei und individuell bestimmbar, sondern es sind Strukturen zu erkennen: Auswahl und Kombination (Speisen, Menüs), Zeit und Rhythmus (Mahlzeiten) sowie Menge (Portionsgrößen). Ein weiteres wichtiges Ordnungshilfsmittel stellt die Nahrungskette dar; das ist der Weg von der Produktion bis hin zum Verzehr.



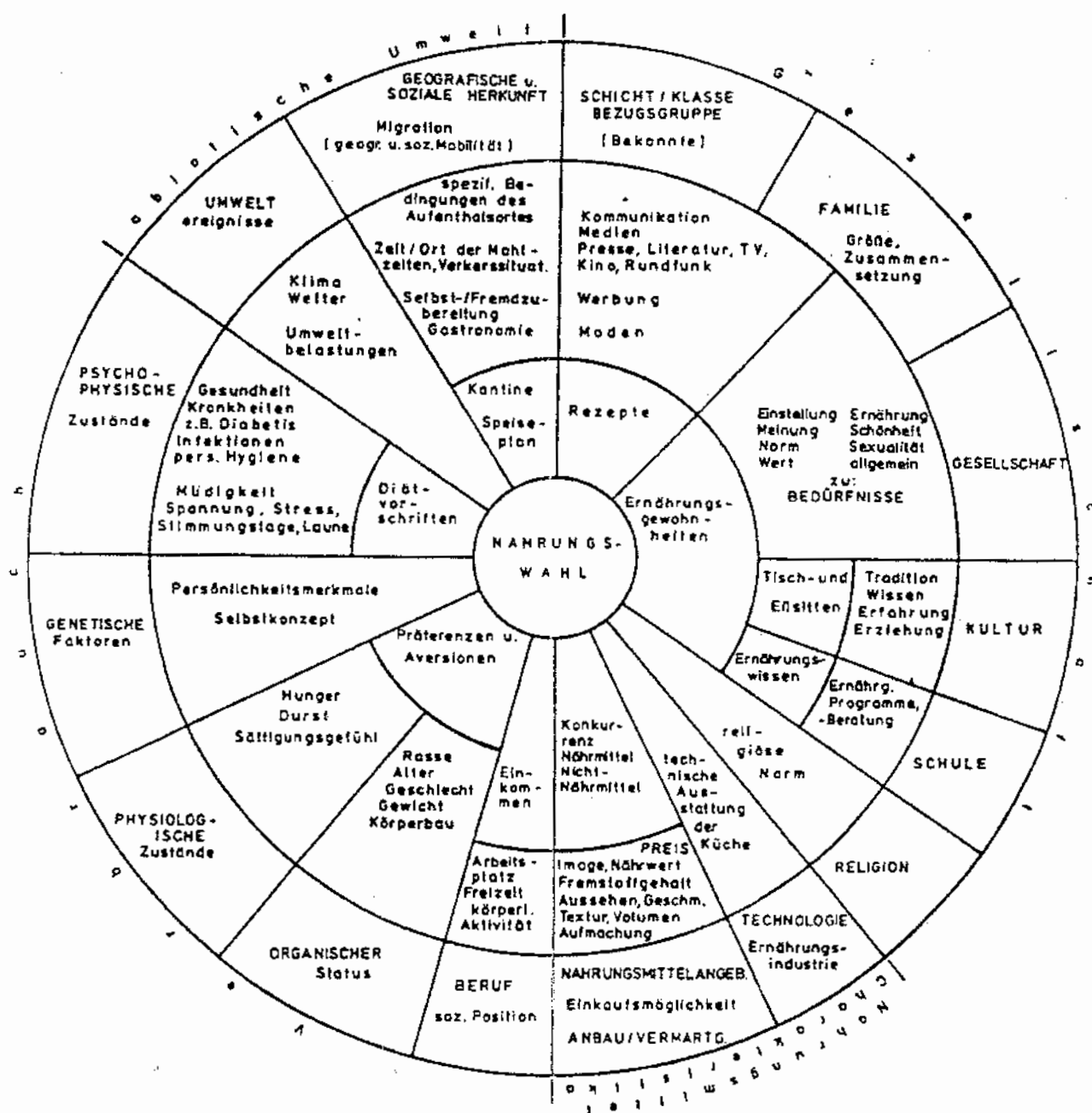


Abb. 5: Ernährungssystem I – Statistisch-systematisch: Faktoren, die die Nahrungswahl kurz- und langfristig beeinflussen (aus Bodenstedt et al. 1983).

Die Dimension *Umwelt* ist mit den vorgenannten Dimensionen verknüpft. So muß die Variablenliste für die Dimension *Umwelt* auch in ihrer Beziehung zu den Dimensionen *Ernährung* und *Mensch* gesehen werden.

Aus den ausgewählten, noch isoliert stehenden Variablen muß ein Untersuchungsmodell erstellt werden (s. Abb. 6). Dabei werden mögliche Zusammenhänge zwischen den Variablen betrachtet. Dieser zweite Schritt ist um-

### Kasten 1: Untersuchungsziele von ernährungsepidemiologischen Studien

#### *Bereich: Forschung*

- Beschreibung und Analyse des menschlichen Ernährungsverhaltens
- Abschätzen des Ernährungszustandes: Vergleich von Nährstoffzufuhr mit -bedarf; Auswirkungen von Ernährungsverhalten, Ernährungsweise bzw. Nahrungsmittelverzehr bis hin zur Aufnahme von Inhaltsstoffen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen; Ermittlung von Krankheitsursachen – besonders bei ernährungsabhängigen Erkrankungen
- Hypothesengenerierung – Abschätzen von Forschungsprioritäten

#### *Bereich: Gesundheits- und Ernährungspolitik*

- Abschätzen des Ernährungszustandes der Bevölkerung als Grundlage zur Planung, Durchführung und Bewertung politischen Handelns
- volkswirtschaftliche Planung der Nahrungsmittelnachfrage (Agrarpolitik)
- Identifizierung von Risikogruppen
- Planung des Gesundheitswesens
- Entwicklung, Planung und Bewertung von Gesundheits- und Ernährungsmaßnahmen, wie z. B. Ernährungsberatung

### Kasten 2: Auswahlkriterien bei ernährungsepidemiologischen Studien

#### *Untersuchungsziele (s. Kasten 1)*

- im Forschungsbereich: das Forschungsthema bzw. Fragestellung
- im politischen Bereich: Planungsgrundlage, Analyse, Bewertung

#### *Untersuchungseinheit*

- Individuen, Familien, Haushalte, Großhaushalte
- ökonomische, physiologische, geographische, ökologische Gruppen

#### *Untersuchungszeitraum*

- Teile von Tagen, z. B. Mahlzeiten; Tage, Wochen, Monate, Jahre
- Saison, Alltag, Festtag
- Zeitraum von besonderen Ereignissen, wie z. B. ökologischer Unfall, Naturereignisse, Lebensmittelvergiftung

#### *Untersuchungsbedingungen*

- verfügbare Mittel: Geld, Personal, Geräte
- geographische Erreichbarkeit
- Kooperationsbereitschaft der Bevölkerung und der zuständigen Behörden, z. B. Genehmigung, Datenschutz, Ethik-Kommission.

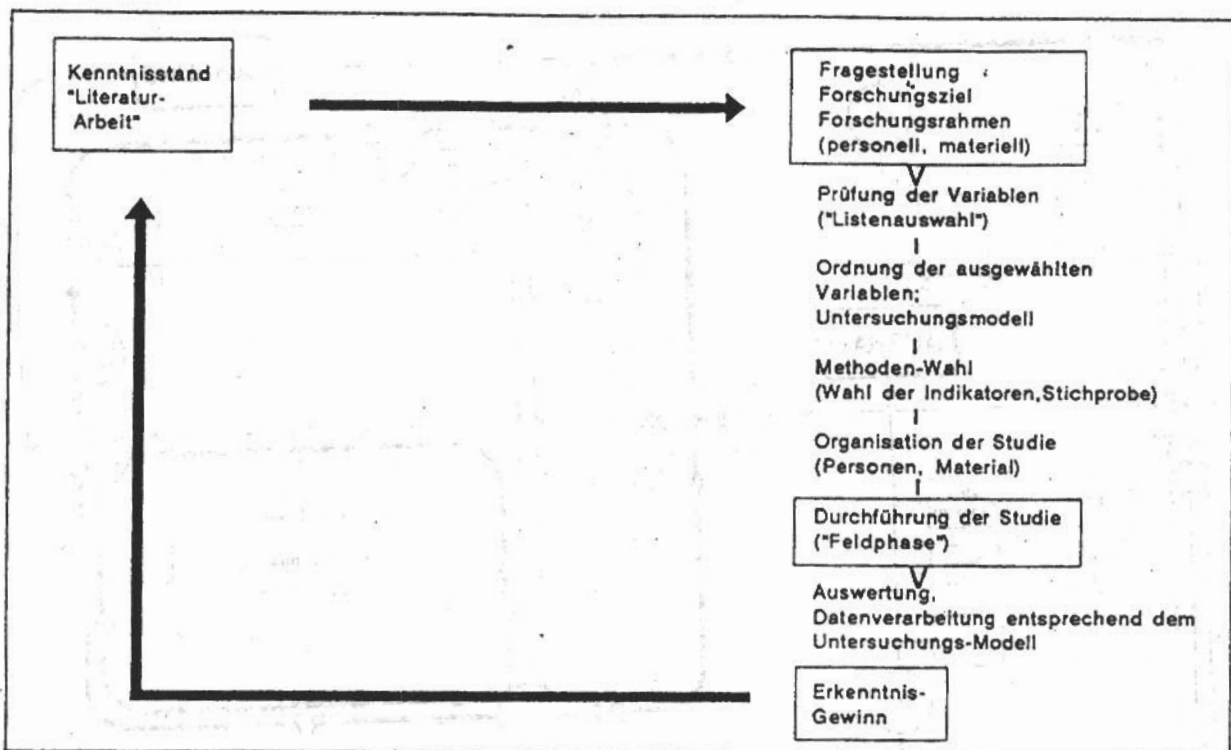


Abb. 6: Stufen der Entwicklung von ernährungsepidemiologischen Forschungsvorhaben.

fassender und hängt von den Vorstellungen und Kenntnissen der beteiligten Forscher ab. Das konkrete herzuleitende Untersuchungsmodell wird von Fragestellung zu Fragestellung, von Forschungssituation zu Forschungssituation immer wieder „einzigartig“ sein.

Die Kenntnis der Existenz von physiologisch-kybernetischen Regelkreissystem-Modellen und Hunger-Sättigungsmechanismen hilft bei der Modell-Bildung. Diese werden durch soziopsychologische „Störvariablen“ ergänzt und damit entstehen hierarchisch organisierte komplexe Modelle. Das Mehrstufen-Autoregulations-System (MARS) (s. Abb. 7) stellt ein solches Beispiel dar. Es repräsentiert den prinzipiellen Rahmen moderner ernährungsepidemiologischer Studien; die Mehrzahl entsprechender Untersuchungen kommt allerdings mit weniger komplexen Modellen aus.

Bei der Erstellung und Festlegung des Untersuchungsmodells gehen als Vorgaben die möglichen Untersuchungsziele (s. Kasten 1) und vor allem die gegebenen Forschungsbedingungen mit ein. Die reale Untersuchungssituation ruft von allen Auswahlkriterien (s. Kasten 2) meist die härtesten und schmerzlichsten Einschränkungen hervor. Es macht keinen Sinn, eine Methode auszuwählen, die man in absehbarer Zeit nicht beherrscht oder die nicht finanziert werden kann.

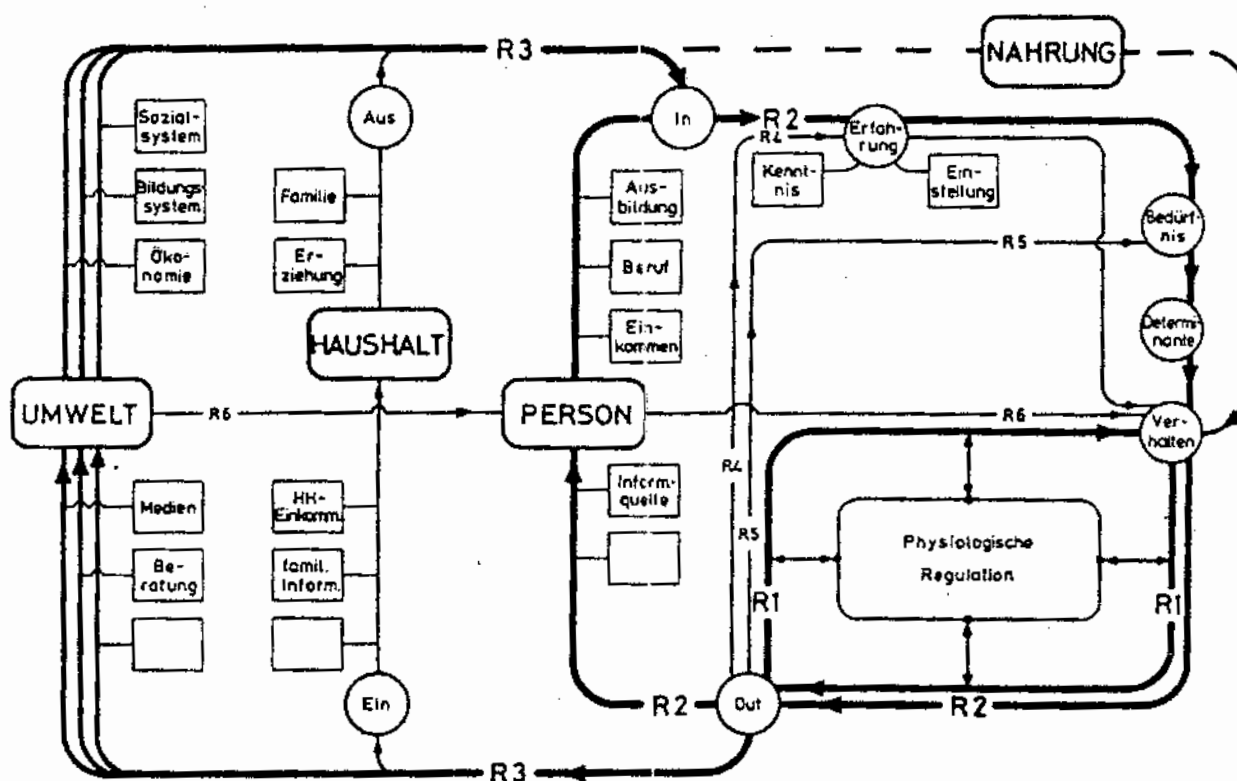


Abb. 7: Das Mehrstufen-Autoregulations-System (MARS), R = Regelkreis (aus Bodenstedt et al. 1983).

Dieser frühe Forschungsabschnitt stellt die Sammlung und Gliederung der Arbeitshypothesen dar, und er geht einher mit einer Konkretisierung der Forschungsziele.

## 2.2 Die Stufe zwischen Theorie und Praxis

Erst *nachdem* die Zielsetzung und das Modell einer ernährungsepidemiologischen Studie festgelegt ist, können sich die Überlegungen anschließen, auf welchem Weg das Ziel erreicht werden kann. Der Gang der Untersuchung, der Weg zur Erkenntnis, das ist die *Methode*.

In dieser Phase des Forschungsprozesses wird eine weitere Einschränkung der Realität vorgenommen. Dabei wird ein Zielkonflikt deutlich. Eingeschränkte Modelle haben den Vorteil der leichteren Durchführbarkeit, doch sie zeigen stärkere Informationsverluste bei der Rückübertragung der Ergebnisse auf die reale Welt. Wissenschaftlich gesprochen: es besteht ein geringerer Grad von Homomorphie zwischen Modell und Realität.

Für interdisziplinäres Arbeiten ist es wichtig, daß man sich untereinander

richtig versteht. So sind am Beginn der Methodenauswahl zunächst folgende Aufgaben zu lösen:

- die Definition der im Modell verwendeten Variablen bzw. Begriffe;
- die Festlegung und Beschreibung der eigentlichen Meßvorgänge (d. h. die Operationalisierung der Variablen).

Zwei weitere Bereiche beeinflussen die Methodenwahl, nämlich:

- die Überlegungen über die Untersuchungseinheit, d. h. die *Wahl der Stichprobe*;
- die Überlegungen zur *Untersuchungsform (Forschungs-Design)* (s. Kap. 2.3).

Die verschiedenen Auswahlkriterien gehören zusammen. Entscheidet man sich z. B. für eine große Stichprobe und eine lange Untersuchungsdauer, also für einen großen Aufwand, dann muß man beim Umfang des Messens meist Einschränkungen vornehmen. Bei der Wahl der Meßmethode muß man abschätzen können, welche Eigenschaften die Studienteilnehmer haben und inwieweit sie untersuchungswillig (z. B. zur Blutabnahme) und -fähig (z. B. schreibkundig) sind.

Schließlich noch einige Grundsätze für die Methodenwahl:

- (a) die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit in der Ernährungsepidemiologie. Jede Variable bzw. jeder Untersuchungsbereich stellt in der Regel ein eigenes Wissenschaftsgebiet dar. Es gilt, dieses Spezialwissen zu nutzen und es ist wichtig, entsprechende Kooperationen aufzubauen;
- (b) die Notwendigkeit des bewußten Sich-Beschränkens, denn es gilt, in überschaubaren Zeiträumen Antworten auf (Forschungs-)Fragen zu erhalten. Manchmal erscheint es besser, etwas ungenauere, aber zeitgerechte Antworten zu haben, als solche, die zwar äußerst präzise, aber viel zu spät kommen;
- (c) die Notwendigkeit, sich an den Grad der Selbstbeschränkung zu erinnern;
- (d) die Notwendigkeit, die Qualität der gewonnenen Daten in jeder ernährungsepidemiologischen Studie zu überprüfen;
- (e) die Notwendigkeit der in jeder ernährungsepidemiologischen Studie neu zu leistenden Methodenwahl.

### 2.3 Die Untersuchungsformen („Forschungs-Design“)

Das Forschungsziel kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Die Abläufe, welche die Informationsbeschaffungsweisen beschreiben, werden in verschiedene Untersuchungsformen – auch „Forschungs-Design“ genannt – eingeteilt. Die möglichen Untersuchungsformen der Ernährungsepidemio-

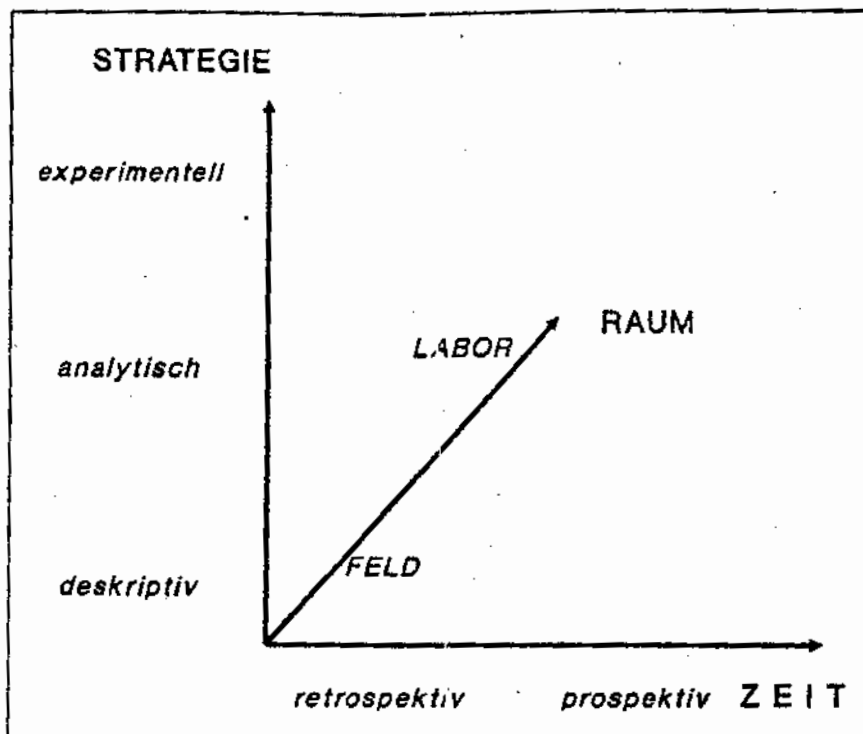


Abb. 8: Schema zur Gliederung der epidemiologischen Forschung.

logie können durch eine Reihe von Gesichtspunkten gekennzeichnet werden, die alle auf verschiedenen kontinuierlichen Achsen zu lokalisieren sind. Die drei wesentlichen Dimensionen sind (s. Abb. 8):

- die Zeit (retrospektiv – prospektiv),
- der Ort (Feld – Labor) und
- die Strategie (beschreibend – experimentell, intervenierend).

Mittels dieser Dimensionen können viele Untersuchungsformen entwickelt werden; das soll anhand einiger Beispiele angedeutet werden.

Hinsichtlich der *Dimension Zeit* gibt es in der Ernährungsepidemiologie im Prinzip nur die Vergangenheit, denn erst wenn die Handlung – das Ereignis der Nahrungsaufnahme – erfolgt ist, kann sie Wirkung zeigen und somit erfaßt und bewertet werden. Die hier vorgenommene Einteilung nach der Dimension Zeit bezieht sich auf den Vergleich der Zeitpunkte der Beobachtung mit denen der Ereignisse. Das Ereignis kann vor Studienbeginn eingetreten sein, d. h., es werden bei dieser sog. retrospektiven Studie vergangene Geschehnisse erfaßt; da solch eine Studie häufig aus Momentaufnahmen (zu gegebenen Zeitpunkten) besteht, wird sie auch oft – nicht immer korrekt – Querschnittsstudie genannt. Bei einer prospektiven Studie fängt die Beobachtung in Erwartung von kommenden Ereignissen an; sie haben den Charakter von „Längsschnittstudien“.

Sowohl retrospektive als auch prospektive Studien haben Vor- und Nach-

teile. Retrospektive Studien sind weniger aufwendig, sie sind billiger, einfacher und führen schneller zu Ergebnissen. Sie sind gut geeignet, um einen Überblick über mögliche Ursachen zu erhalten. Häufig werden zwei Personengruppen verglichen, nämlich die Fall-Gruppe (z. B. Fehlernährte) und die Kontroll-Gruppe (z. B. Normalernährte). Aus den festgestellten Unterschieden können Hypothesen abgeleitet werden. Bei prospektiven Studien können viele Datenbereiche erfaßt werden, die retrospektiv kaum erfaßbar sind (wie z. B. Einstellungen, Meinungen), und es können viele Nebenaspekte kontrolliert werden. Diesen Vorteilen stehen neben dem erheblich größeren Aufwand noch weitere Nachteile gegenüber. Die ungeheure Datenfülle wird meist unterschätzt und führt zu ungenügender Auswertung („Daten-Friedhof“). Durch eine lange Studiendauer zeigen sich eine Reihe von Studieneffekten, wie z. B. Einflüsse auf das Verhalten der Studienteilnehmer.

Der Begriff „Feld“ – in der Dimension „Ort“ – bezeichnet den Lebensraum bzw. die natürliche Umgebung, die vom Forscher untersucht wird. Der Forscher verläßt seinen Arbeitsplatz – das Labor, den Schreibtisch – und begibt sich in die Gesellschaft, um dort Informationen zu gewinnen. In prospektiven Studien, die sich über einen langen Untersuchungszeitraum erstrecken, können auch permanente Untersuchungsstationen eingerichtet werden (wie z. B. in FRAMINGHAM bei Boston/USA). Somit wird das Untersuchungsfeld allmählich zu einem „epidemiologischen Labor“ (KESSLER und LEVIN 1970).

Auch die Dimension „Strategie“ läßt sich auf einem Kontinuum abbilden. Anfangs *beobachtet* der Epidemiologe. Die *explorative* Vorgehensweise ist *beschreibender* Art (*deskriptive* Forschung). Es werden erste Zusammenhänge sichtbar (*theoriebildende* Forschung), die dann mit entsprechenden *analytischen* Untersuchungsansätzen überprüft werden. Auf der letzten Stufe der Forschungsstrategie (s. Abb. 8) wird das Modell auf seine Richtigkeit geprüft, dabei greift der Forscher *experimentell* in das Feld ein, er *interveniert*. Wenn das Modell stimmt, müssen bestimmte Ursachen einen vorhersagbaren *Grad an Wirkung* zeigen. Dieser Weg der Forschung kann auch als der Weg von den „weichen“ zu den „harten“ Untersuchungsformen beschrieben werden.

Es gibt auch einige Fälle für experimentelle Studien mit retrospektivem Design. Dabei erfolgt die Intervention durch gesellschaftspolitische Maßnahmen bzw. Ereignisse. Beispiele dafür sind Reglementierungen des Staates bezüglich von Schadstoffen, aber auch Streiks und Unglücksfälle (z. B. Explosionen der Chemieanlagen in Seveso/Italien; Bhopal/Indien; der Reaktor-Unfall in Tschernobyl). Bei der Nutzung solcher „natürlichen“ Interventionen für ernährungsepidemiologische Forschung ist es besonders wichtig, ethische Gesichtspunkte zu berücksichtigen (MACKILLOP und JOHNSTON 1986).

Der Erkenntnisweg ist kontinuierlich, er beginnt mit der Beschreibung und endet bei der experimentellen Forschung. Der Anfang ist dabei genauso wichtig wie das Ende. Leider wird jedoch das Erreichen des Zieles oft höher bewertet als der Start. Deskriptiv arbeitende Wissenschaftler haben meist geringeres Ansehen als erfolgreiche Experimentatoren. Es gibt keine absolute Trennung zwischen den skizzierten Forschungsdimensionen. Auch theoriegeleitete analytische Studien in der Ernährungsepidemiologie sollten einen „explorativen Rest-Sinn“ beinhalten, um ursprünglich als nicht bedeutend erachtete und somit ausgeklammerte Variablen doch wieder ins Modell aufnehmen zu können. Nur so können falsche „Vorurteile“ bemerkt und ausgemerzt werden. In der Ernährungsepidemiologie gilt ein Methoden- und Strategie-Pluralismus: offen und fest ist hier kein Widerspruch.

Der Untersuchungsgegenstand der Ernährungsepidemiologie ist der Mensch. In der Regel ist es nicht möglich, aber auch nicht notwendig, daß alle Personen einer bestimmten Gruppe untersucht werden. Zur Methode gehört es, die passende Personengruppe zu definieren (*Definition der Grundgesamtheit*). Im nächsten Schritt wird überlegt, wie viele Studienteilnehmer benötigt werden. Bei der *Wahl der Stichprobe* sind die verschiedenen bekannten Stichprobenauswahlverfahren (SCHNELL et al. 1988) zu überdenken und der *Umfang der Stichprobe* wird festgelegt. Schließlich müssen die *qualitativen Aspekte der Stichprobenauswahl*, wie Stichprobenfehler, Teilnehmerraten, usw. erfaßt werden.

#### 2.4 Die eigentlichen Methoden-Elemente

Die bei ernährungsepidemiologischen Studien einzusetzenden Methoden sind entsprechend dem Forschungsrahmen sehr vielfältig. Sie können hier nur summarisch aufgezählt werden:

- Methoden, welche die Ernährung der Menschen erfassen (wie z. B. Ernährungsanamnesen, -protokolle) (CAMERON und VAN STAVEREN 1988; PELTO et al. 1989; SICHERT et al. 1984);
- Methoden, welche die körperliche Aktivität einschließlich Zeitverwendung erfassen (ANDERSEN et al. 1978; MONTOYE 1984; POWELL und PAFENBERGER JR. 1985; SIMOPOULOS 1989; VON SCHWEITZER et al. 1990);
- Methoden zur Erfassung des Gesundheits- und Ernährungszustandes (ICNND 1963, JELLIFFE 1966; SAHN et al. 1984, SIMOPOULOS 1982; WEINER und LOURIE 1969) sowie der Persönlichkeitsmerkmale (DIEHL und LEITZMANN 1985);
- Methoden zur Erfassung der engeren (Haushalt) und weiteren Umwelt der Menschen (ABELIN et al. 1987; SCHNELL et al. 1988; WEINER und LOURIE 1969; WHO 1988).



### 3. Praktische Hinweise zur Organisation und Durchführung von ernährungsepidemiologischen Studien

Der lange gedankliche Vorbereitungsprozeß (s. Abb. 6) muß letztlich in praktische Überlegungen einmünden. Die geplante Studie muß organisiert werden. Jede nur denkbare Aufgabe bzw. Aktivität muß aufgelistet werden. Jede Aufgabe braucht Zeit (minimalen und maximalen Zeitaufwand abschätzen) und ist zu terminieren. Aus der Übersicht der erforderlichen Aktivitäten ergibt sich der Bedarf an Personal (Anzahl, Aufgaben, Qualifikation usw.), an Sachmitteln (Geräte, Fragebögen, Räumlichkeiten usw.) und an Finanzen. All dies muß beschafft, erstellt bzw. vorbereitet werden und ist in eine logische zeitliche Reihenfolge zu bringen (*Ablaufschema*). So lassen sich für den Ablauf kritische und wichtige Planungs- und Vorbereitungsschritte (z. B. "critical path method") erkennen.

Das Untersuchungsteam muß aufgebaut und geschult werden. Neben der Einweisung in die jeweilige Spezialaufgabe gilt es, auch den gesamten Erhebungs-Ablauf vorzubereiten. Alle Methoden (einschließlich der entsprechend notwendigen Qualitätskontrollen) und Aufgaben müssen in entsprechenden Manuals (HANES 1976) festgehalten werden. Alle Schritte werden in Studienprotokollen dokumentiert. Alle Vorgänge sollten später nachvollziehbar sein, erst dadurch wird die Studie prinzipiell wiederholbar.

Es liegt in der Natur der Sache ernährungsepidemiologischer Studien, daß ihr Gelingen von der Mitarbeit einer bestimmten Bevölkerungsgruppe abhängt. Diese Zusammenarbeit ist durch entsprechende organisatorische Maßnahmen ("Public Relations") sicherzustellen.

Zwar werden erst Informationen gesammelt und dann werden diese Daten verarbeitet; doch die wichtige Aufgabe der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) muß schon in der Vorbereitungsphase organisiert werden. Das betrifft Aspekte wie Erstellung von Frage- und Datenerfassungsbögen, Beschaffung von EDV-Geräten und Einstellung von EDV-Personal.

Der geplante vollständige Ablauf – der Fluß der Untersuchung, das Zusammenspiel zwischen dem Untersuchungsteam und der Bevölkerung – kann zwar durchdacht werden, doch in der Regel ist eine praktische Vorübung – die Pilot-Studie – notwendig, um die Theorie mit der Praxis abzustimmen.

Die Vorbereitungsphase von ernährungsepidemiologischen Studien ist wesentlich umfangreicher als die eigentliche Erhebungsphase. Die Organisation und Durchführung der ernährungsepidemiologischen Studien benötigt Spezialkenntnisse und -erfahrungen. Es ist notwendig, mit entsprechenden Fachleuten („Managern“) zusammenzuarbeiten.

#### 4. Anmerkungen zur Datenverarbeitung

Nach der Erfassung der Daten muß noch der letzte Schritt (s. Abb. 6) erfolgen. Die Daten müssen aufbereitet und gemäß dem Forschungsmodell ausgewertet und schließlich publiziert werden. Auch die Datenverarbeitung ist ein kontinuierlicher Prozeß (s. Abb. 9), der bereits bei der Studienplanung einsetzen sollte. Bei der Wahl des Untersuchungsmodells wird festgelegt, welche Variablen mit welchen anderen in Verbindung gesehen werden und mit welchem Meß-Niveau sie erfaßt werden.

Der Prozeß der Datenerfassung beginnt bei der Verschlüsselung, d. h. die erhobenen Informationen (Items) müssen mit vereinbarten Symbolen (z. B. Maß-Einheiten) verglichen und eingeordnet werden. Diese Zuordnung muß den folgenden Anforderungen genügen: Eindeutigkeit, Ausschließlichkeit und Vollständigkeit.

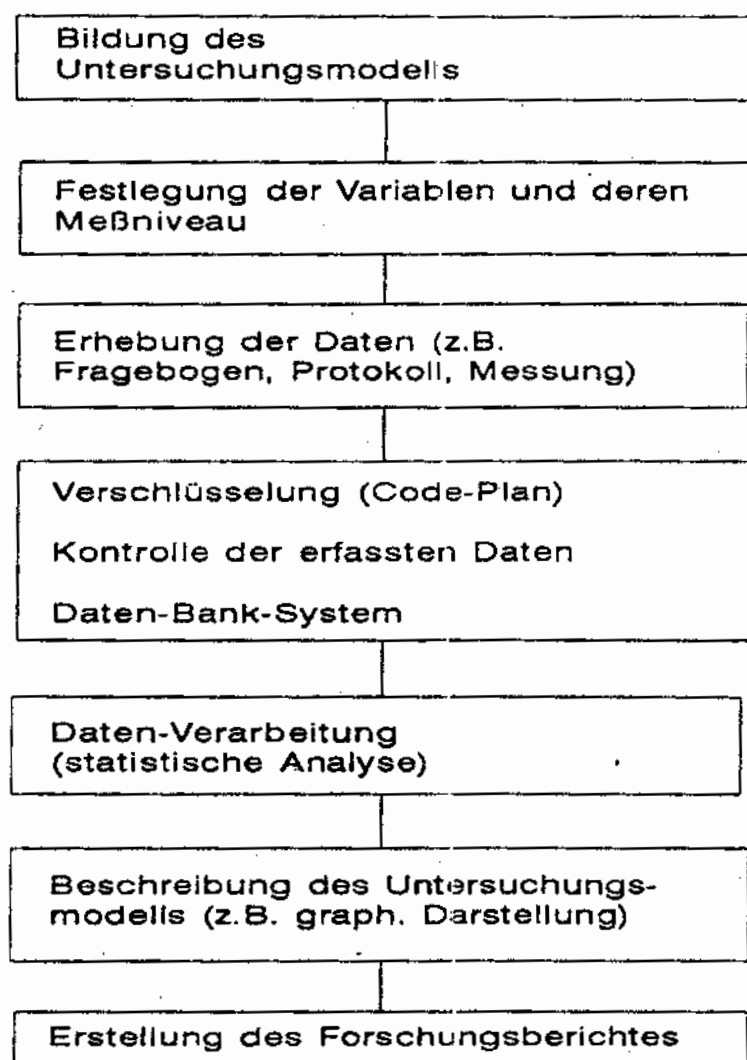


Abb. 9: Ablaufschema des Daten-Gewinnungs- und -Analyse-Prozesses.

Ernährungsinformationen sind besonders umfangreich und ihre Verschlüsselung erfordert spezielle Kenntnisse (Food Code) (RAND et al. 1987). Nachdem alle Informationen EDV-gerecht verschlüsselt und erfaßt sind, können die Daten im eigentlichen Sinne verarbeitet, d. h. gemäß dem Untersuchungsmodell analysiert werden.

Die volle Nutzung der statistischen Möglichkeiten setzt enge Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachleuten voraus, die nicht früh genug beginnen kann. Die Forschungswirklichkeit zeigt jedoch gerade hier große Lücken. Die statistischen Werkzeuge werden noch zu wenig und z. T. zu wenig differenziert eingesetzt (OLTERS DORF et al. 1989).

Die bisherige Auswertungspraxis in (ernährungs-)epidemiologischen Studien umfaßte vor allem Querschnitts-Studien. Dieses statische Bild („Momentaufnahme“) einer realen Situation wird zunehmend abgelöst durch Längsschnitt-Studien, in denen man in einer bestimmten zeitlichen Abfolge Informationen („Film“), und somit die Prozesse im komplexen System erfaßt. Die Erfahrungen im Bereich der Zeitreihen-Datenanalysen sind noch relativ beschränkt (OLTERS DORF 1984).

In der Datenverarbeitung gibt es verschiedene Stufen (s. Abb. 9). Zuerst werden die Daten beschrieben (*deskriptive Statistik*), sortiert und zusammengefaßt (Datenreduktion). Anschließend wird versucht, die in Studienmodellen vermuteten Zusammenhänge zu bestätigen (*konfirmatorische Analyse*). Die Daten können jedoch auch mit anderen, weiteren statistischen Verfahren auf bisher unbekannte Beziehungen hin untersucht werden (*explorative statistische Analyse*). Danach beurteilt man die Qualität der Beziehungen (*statistische Hypothesen-Testung*). Schließlich können komplexe statistische Modelle i. S. ihrer internen Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen statistisch bearbeitet werden; das geordnete Funktionieren bzw. Zusammenspielen der Variablen kann theoretisch „durchgespielt“ werden (*statistische Simulationsmodelle*).

Letztlich müssen die Daten – selbst wenn sie das Gütesiegel der „statistischen Signifikanz“ erhalten haben – auf ihren wahren, logischen Gehalt geprüft werden. „Statistisch signifikant“ zeigt nur einen recht hohen mathematisch berechneten Zusammenhang (Korrelation) zwischen den Daten an. Man muß aber die Datenbeziehungen im Licht der bisherigen Erkenntnisse überdenken und prüfen, inwieweit hier kausale Beziehungen bestehen. Am Ende des kritischen Erkenntnisprozesses ist gleichsam wieder ein Anfang erreicht (s. Abb. 6). Das Ergebnis leitet zu weiterführenden neuen Studien über.

## 5. Ausblick

Ernährungsepidemiologisches Forschen ist recht umfangreich und somit auch kostspielig (an Mitteln und an Zeit). Lohnt sich dies eigentlich?

Das Erforschen von Alltäglichem – wie dem Essen – hat in der Wissenschaftsgemeinde (noch) kein hohes Ansehen. So rügt bereits Friedrich Nietzsche: „daß man die nächsten Dinge, zum Beispiel Essen [...] nicht zum Objekt [...] unbefangenen und allgemeinen Nachdenkens [...] macht, sondern weil dies für herabwürdigend gilt, seinen intellektuellen und künstlerischen Ernst davon abwendet.“

Doch eine solch weit verbreitete wie falsche Ernährung kostet die Gesellschaften weltweit sehr viel (OLTERS DORF 1986). Dagegen sind die notwendigen Forschungskosten für die Ernährungsepidemiologie vergleichsweise gering und sollten nicht in Frage gestellt werden.

Die Ernährungsepidemiologie kann bereits wichtige Erfolge aufweisen. So konnte der Nutzen der Ballaststoffe (dietary fiber) in den frühen siebziger Jahren wiederentdeckt werden, und diese Erkenntnis hat bereits Eingang in Ernährungsempfehlungen gefunden (DGE 1988; IFT 1989). Viele wichtige Einflußfaktoren für die Entstehung und Vermeidung von Herz-Kreislauf- und Krebs-Erkrankungen wurden mit den skizzierten ernährungsepidemiologischen Methoden identifiziert (BARNA und BIRÓ 1989; BROWN 1990; DOLL 1990; HAUTVAST und KLAVER 1982; MONICA 1989; SCHMÄHL et al. 1989; SIMOPOULOS 1989, Surgeon General 1988; WOLFRAM und SCHLIERF 1988). Weitere Versuche tragen zur Etablierung dieser neuen Disziplinen bei (REHM und KOHLMEIER 1990; WILLETT 1987, 1989; WOLFRAM und SCHLIERF 1988).

Noch sind die Lücken groß; viele methodische Grundlagen müssen erarbeitet werden, das betrifft besonders longitudinale Studien. Es gilt, komplexe Untersuchungsmodelle besser nutzen zu lernen; dazu bedarf es einer noch weiter verbesserten Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen. Es müssen auch entsprechende Ausbildungsstellen und Institutionen aufgebaut werden. Hierfür gibt es schon erste, hoffnungsvolle Beispiele (Daimler-Benz-Stiftung 1987).

Es ist eine gesellschaftspolitische Entscheidung, ob wir uns solche Forschung leisten können oder ob wir verantworten können, darauf zu verzichten. Sinn hat die entsprechende Forschung jedoch nur, wenn auch Konsequenzen aus den Ergebnissen gezogen werden. Das Ziel der Ernährungsforschung bzw. der Ernährungsepidemiologie, zur Gesunderhaltung der Bevölkerung beizutragen, kann nur erreicht werden, wenn aus den gewonnenen Erkenntnissen notwendige *Maßnahmen* ergriffen werden. Aus diesem Grund muß zwischen ernährungsepidemiologischer Forschung und (Gesundheits-)Politik ein enger Verbund herrschen (HEGSTED 1985, JAMES 1988, LEVINE und LILIENFELD 1987).

Es ist erfreulich, daß in dem Programm-Entwurf der Bundesregierung zur Förderung der Gesundheitsforschung entsprechende Gedanken aufgenommen wurden (BMFT 1989): „Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen biomedizinischer und verhaltenswissenschaftlicher Forschung ist zur Zeit noch nicht ausreichend entwickelt und bedarf besonderer Förderung.“ „Eine grundlegende Forschungsaufgabe besteht darin, das verfügbare Wissen über die gesundheitlichen Auswirkungen von Komponenten der Lebensweisen zu erweitern, die Verbreitung spezifischer gesundheitsrelevanter Merkmale in den Lebensweisen der verschiedenen Bevölkerungsgruppen zu beschreiben (z. B. in Form einer ‚Sozialepidemiologie des Ernährungsverhaltens‘) und ihre Funktionen für das alltägliche Leben zu analysieren.“

So bleibt zu hoffen, daß die „junge Pflanze“ – Ernährungsepidemiologie – bald auf „fruchtbare Böden“ kommt und gut gedeiht.

#### Literatur

- Abelin, T., Z.J. Brzezinski, V.D.L. Carstairs: Measurement in Health Promotion and Protection. WHO Regional Publications, European Series No.22, Copenhagen 1987.
- Andersen, K.L., R. Masironi, J. Rutenfranz, V. Seliger: Habitual Physical Activity and Health. WHO Regional Publications. European Series No. 6, Copenhagen 1978.
- Barna, M., G. Biró: Atherosclerosis: dietary considerations. In: World Rev. Nutr. Diet. 59 (1989), S. 126–155.
- Beaton, G.H.: Small but healthy? Are we asking the right questions? In: Europ. J. clin. Nutr. 43 (1989), S. 863–875.
- BMFT: Forschung und Entwicklung im Dienste der Gesundheit. Programm der Bundesregierung. BMFT, Bonn, Nov. 1989, S. 24.
- Bodenstedt, A.A., U. Oltersdorf, H. Boeing, A. Hendrichs, U. Behrens: Erfassung und Deutung des menschlichen Ernährungsverhaltens – Ernährungsmodell-Studie in Gießen (EMSIG), Forschungsbericht, Gießen 1983.
- Brown, M.L.: Present Knowledge in Nutrition. Nutrition Foundation, Washington (6th ed.) 1990.
- Cameron, M.E., W.A. van Staveren: Manual on Methodology for Food Consumption Studies, Oxford 1988.
- Crapo, P.A.: Simple versus complex carbohydrate use in the diabetic diet, Ann. Rev. Nutr. 5 (1985), S. 95–114.
- Daimler, G. und K. Benz-Stiftung: Statusseminar Epidemiologie in der Bundesrepublik Deutschland, Ladenburg 1987.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Ernährungsbericht 1988, DGE, Frankfurt a. M. 1988, S. 48f.
- Diehl, J.M., C. Leitzmann: Measurements and Determinants of Food Habits and Food Preferences. EURO-NUT Report No. 7, Wageningen 1985.

- Doll, R.: An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer (Symposium "Diet and Cancer"), Proc. Nutr. Soc. (UK) 49 (2) (1990), S. 119-131.
- HANES: Plan and Operation of the HANES, U. S. 1971-73, USDHEW, PHS-HRA-76-1310, Sr. 1, No. 10a., Rockville 1976.
- Hautvast, J. G. A. J., W. Klaver: The Diet Factor in Epidemiological Research. EURO-NUT Report No. 1, Wageningen 1982.
- Hegsted, D. M.: Nutrition: the changing scene, Nutr. Rev. 43 (12) (1985), S. 357-367.
- ICNND: Manual for Nutrition Surveys. US Government Printing Office, Washington 1963.
- IUNS: Recommended dietary intakes around the world, In: Nutr. Abstr. Rev. 55 (11) (1983), S. 940-1015 (12), S. 1076-1119.
- James, W. P. T.: Healthy Nutrition. Preventing Nutrition-related Diseases in Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 24, Copenhagen 1988.
- IFT - Scientific Status Summary: Dietary Fiber. Food Technology 43 (10) (1989), S. 133-139.
- Jelliffe, D. B.: The Assessment of the Nutritional Status of the Community. WHO Monograph Series No. 53, Genf 1966.
- Kessler, I. I., M. L. Levine: The Community as an Epidemiologic Laboratory, Baltimore, London 1970.
- Kolata, G.: Dietary dogma disproved, Science 220 (1983), S. 487-488.
- Kutsky, R. J.: Handbook of Vitamins, Minerals and Hormones, New York (2nd Ed.) 1981.
- Levine, S., A. Lilienfeld: Epidemiology and Health Policy, New York, London 1987.
- Lucretius zitiert in IFT: Food Allergies and Sensitivities. Food Technology 39 (9) (1985), S. 65-71.
- Mackillop, W. J., P. A. Johnston: Ethical problems in clinical research. In: J. chron. Dis. 39 (3) (1986), S. 177-188.
- Menden, E. (Hrsg.): Wie funktioniert das? Die Ernährung, Mannheim, Wien, Zürich 1990.
- MONICA: WHO MONICA Project - geographic variation in mortality from cardiovascular diseases. In: Wrlld Hlth Stat. Quart. 40 (2) (1989), S. 171-184.
- Montoye, H. J., H. L. Taylor: Measurement of physical activity in population studies. In: Human Biology 56 (2) (1984), S. 195-216.
- Nietzsche, F.: Werke in 3 Bänden, Hrg. K. Schlechta, München 1960, Bd. I, S. 874 f. Zit. in: A. Wieslacher: Vom Essen in der deutschen Literatur, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz 1987, S. 47.
- Oltersdorf, U.: Wechselwirkungen zwischen Nähr- und Nicht-Nährstoffen. AID-Verbraucherdienst 26 (10) (1981), S. 221-229; 27 (1) (1982), S. 8-16; 27 (2) (1982), S. 36-41.
- : Methodische Probleme bei der Erfassung von Ernährungsverhalten. In: AID-Verbraucherdienst 29 (9) (1984), S. 187-197.
- : Zur Welternährungslage - die zwei Gesichter von Fehlernährung. AID, Deutsche Welthungerhilfe, Bonn (2. Auflage) 1986.
- : Die Problematik der Bewertung von Lebensmitteln und von Ernährungsweisen. In: Hauswirt. Wiss. 35 (4) (1987), S. 184-196.
- Oltersdorf, U., H. Boeing, A. Hendrichs, A. A. Bodenstedt: Strategies for analysing