

Facettentheorie

Ingwer Borg

Die Facettentheorie (FT) ist eine Methodologie zur Theoriebildung in den empirischen Wissenschaften, insbesondere in der Sozialwissenschaft. Sie stellt Techniken und Werkzeuge dafür zur Verfügung, wie man wissenschaftliche Fragen systematisch stellt, wie man die Antworten von „Mutter Natur“ auf diese Fragen – also die Beobachtungen oder Daten – sachgemäß analysiert und wie man eine Korrespondenz zwischen Eigenschaften der Fragen und der Daten herstellt. Die FT ist auf die Herausarbeitung empirischer Gesetze ausgerichtet: Es wird versucht, über wiederholte Datenerhebungen, zunehmende Differenzierung der Fragestellungen und immer eingengtere Analyse der Daten zu bestimmen, unter genau welchen Bedingungen (Fragestellungen) genau welche empirischen Regularitäten (Datenstrukturen) zu beobachten sind und welche Nebenbedingungen dabei gelten müssen.

1 Facettendesign

Der zentrale Begriff der FT ist die *Facette*. Eine Facette ist ein Merkmal zur Unterscheidung der Elemente eines Gegenstandsbereichs in verschiedene Typen. Die Facette „Geschlecht“ unterscheidet z.B. Personen in „Männer“ und „Frauen“, die Facette „Einkommen“ klassifiziert Personen in bestimmte Einkommensklassen. Klassifikationen dieser Art werden z.B. dazu verwendet, die Population der Wahlberechtigten zu „schichten“ mit der Absicht, damit eine für bestimmte Zwecke repräsentativere Stichprobe ziehen zu können (vgl. Schäffer, in diesem Band).

Man kann aber nicht nur Personen, sondern auch Testaufgaben, experimentelle Situationen, Fragen aus einem Fragebogen, Verhaltensweisen gegenüber einem bestimmten Einstellungsobjekt usw. mittels verschiedenster Facetten in zahlreiche Typen differenzieren. So kann man etwa zwischen emotionalem, kognitivem und aktionalem Einstellungsverhalten unterscheiden. Diese drei Typen bilden dann eine Facette, meist als „Verhaltensmodalität“ bezeichnet.

Facetten zerlegen also einen Gegenstandsbereich in multifacettierte Typen. Betrachten wir z.B. Intelligenzitems. Items sind in der FT definiert als Fragen zusammen mit dem Bereich der zulässigen Antworten. Intelligenzitems sind Fragen zum Verhalten einer Person oder Gruppe, auf die man stets Antworten sucht, die als Einstufungen von „sehr richtig“ bis „sehr falsch“ im Sinne einer objektiven Regel verstanden werden können (Guttman, 1965). Ein besonderer Fall solcher Items sind die Aufgaben in Papier-und-Bleistift-Testbatterien. Bei ihnen sollen Testkandidaten z.B. sprachliche Analogien finden, Rechenaufgaben lösen oder Muster identifizieren, die eine Reihe anderer Muster richtig fortsetzen. Man kann derartige Aufgaben somit untergliedern durch die Facette „Sprache (der Aufgabe)“ in „verbale“, „nu-

merische“ und „geometrische“. Weiterhin können die Aufgaben danach klassifiziert werden, welche Art von Denkopoperation jeweils zu ihrer Lösung erforderlich ist, also z.B. danach, ob sie das „Finden“, „Anwenden“ oder „Erlernen“ einer Regel notwendig machen (Guttman & Levy, 1991). Aus der Verknüpfung dieser beiden Facetten ergeben sich neun Typen von Intelligenzitems: Aufgaben mit Zahlen, bei denen der Kandidat eine Regel erschließen muß (z.B.: 2, 4, 6, 8, ?); Aufgaben mit Zahlen, bei denen der Kandidat eine bekannte Regel anwenden muß (z.B.: $8 - 3 = ?$); ...; geometrische Tests, bei denen der Kandidat eine Regel erlernen muß.

In der FT werden Facetten nicht einfach aufgelistet, sondern im Rahmen eines *Abbildungssatzes* in einen Bedeutungszusammenhang gebracht. Ein solcher Abbildungssatz zeigt die Beziehung der Facetten untereinander und in bezug auf die Skala, auf der die Items empirisch gemessen werden sollen (*Bildbereich*). Beispiel:

	<u>A = Sprache</u>	
	(verbal)	
Person (<i>p</i>) löst eine	(numerisch)	formulierte Testaufgabe, die
	(geometrisch)	es erfordert,
	<u>B = Operation</u>	
	(zu finden)	
eine objektive Regel	(anzuwenden)	
	(zu lernen)	
	<u>C = Bildbereich</u>	
	(sehr richtig)	
→	(...)	i. S. der objektiven Regel.
	(sehr falsch)	

Die in Klammern zusammengefaßten Textsäulen sind die Facetten. Der Abschnitt vor dem Pfeil (Definitions-bereich) charakterisiert die Fragen, der Abschnitt rechts vom Pfeil den Bildbereich der zulässigen Antworten.

Die Personen sind in diesem Abbildungssatz nicht weiter auffacettiert. Der Pfeil im Abbildungssatz symbolisiert die empirische Beobachtung (Datenerhebung), bei der jede Person *p* mit jeder der in zweifacher Weise typisierten Aufgaben konfrontiert wird, um sich dabei quasi auf die Skala „sehr richtig ... sehr falsch“ *abzubilden*.

Bei der Entwicklung eines Abbildungssatzes beginnt man meist mit dem Bildbereich. Der Definitions-bereich ist in der Psychologie immer zunächst ganz allgemein: „Verhalten von *p*“, wobei *p* meist eine Person oder eine Personengruppe ist. Für den Bildbereich kann man z.B. festlegen, daß man *p*'s Verhalten danach beurteilen will, wie richtig es im Sinne einer objektiven Regel ist. Damit betrachtet man dieses

Verhalten also als Intelligenzverhalten. Stuft man es dagegen ein auf einer Skala von „sehr positives“ (i.S. von Zuwendung) bis „sehr negatives“ (i.S. von Abwendung) Verhalten von p gegenüber einem bestimmten Objekt ein, dann beobachtet man es im Sinne von Einstellungsverhalten.

Der Bildbereich zeigt auf, was die einzelnen Items einer empirischen Untersuchung gemeinsam haben. Dagegen verweisen die Facetten des Definitionsbereichs auf Unterschiede zwischen den Items.

Abbildungssätze führen zu größerer konzeptueller Klarheit, weil sie Unterscheidungen explizieren, die oft nur implizit gemacht werden. Das führt schon bei wenigen Facetten zumindest zu größerer Übersichtlichkeit. Guttman (1959a) hat in einem klassischen Beispiel demonstriert, wie selbst renommierte Forscher ohne diese Explikation selbst bei nur drei Facetten ganze Teilmengen ihrer eigenen Typologie übersehen. Nutzen und Klarheit von Abbildungssätzen sind um so größer, je klarer die Facetten sind und je besser verstanden wird, welche Rollen sie bezüglich des Bildbereichs spielen. Abbildungssätze sind besonders hilfreich dafür, systematisch konkrete Items, die für die jeweilige Fragestellung relevant sind, zu konstruieren. Aus jeder Lesart des Abbildungssatzes ergibt sich ein Anforderungstyp für konkrete Items: Sie sollen so konstruiert werden, daß sie möglichst klar dem jeweiligen Itemtyp entsprechen. In der Praxis zeigt sich dabei nicht selten, daß es schwerfällt, die geforderten Items zu formulieren. Der Abbildungssatz muß dann überarbeitet werden: Seine Facetten müssen schärfer definiert, ganz ersetzt oder untereinander anders verknüpft werden. Itemkonstruktion und Formulierung von Abbildungssätzen stehen somit in einer Art Partnerschaft.

2 Korrespondenzhypothesen und Datenanalyse

Die für empirische Forscher entscheidende Frage ist, ob der Abbildungssatz und seine Facetten nicht nur zu konzeptueller, sondern auch zu empirischer Kontrolle führen. Kann man mit den Facetten der Items die Struktur ihrer Beobachtungen erklären? Eine Variante dieser Frage ist die, ob sich die Facetten der Items in entsprechenden Differenzen der Daten widerspiegeln. So sollten z.B. Intelligenz-Testaufgaben, bei denen die Kandidaten eine Regel entdecken, anwenden bzw. erlernen müssen, zu systematischen Unterschieden in der Güte der Lösung im Sinne der objektiven Regel führen. (Ansonsten ist diese Facette zwar logisch möglich, aber empirisch uninteressant.) Eine Spezifikation dafür, was mit „Unterschieden“ gemeint sein kann, ist die Hypothese, daß Tests, die Regelentdeckung erfordern, im allgemeinen die schwierigsten sind, Anwendungstests die zweitschwierigsten und Lerntests die leichtesten. Eine etwas schwächere Hypothese ist die, daß die drei verschiedenen Testtypen in einer durch das Verfahren der multidimensionalen Skalierung (MDS; vgl. Borg & Schönemann, in diesem Band) errechneten geometrischen Darstellung ihrer Interkorrelationen in verschiedenen *Regionen* liegen.

Betrachten wir ein Beispiel. Tabelle 1 zeigt die Korrelationen von acht Intelligenztests, zusammen mit ihren *Strukturupeln*, d.h. den Kodierungen der Tests in bezug auf die obigen Intelligenztest-Facetten „Sprache“ und „Operation“. Anstatt nun diese Koeffizienten direkt zu betrachten, stellen wir sie in Form eines geometrischen Bildes dar, in dem ihre Struktur viel deutlicher wird. Dieses Bild wird mit Hilfe der MDS

erzeugt (Abbildung 1). Die MDS stellt jeden Test als Punkt in einem Raum dar. Der Abstand der Punkte entspricht – so gut wie das in dem gewählten Raum möglich ist – den Korrelationen. Zwei Punkte liegen also um so näher zusammen, je höher die Korrelation der Tests ist, die sie repräsentieren. (Die MDS-Distanzen in Abbildung 1 und die Korrelationen in Tabelle 1 korrelieren mit $r = -.97$.) Abbildung 2 verdeutlicht, daß die MDS-Konfiguration in zweifacher Weise so *partitioniert* (zerschnitten) werden kann, daß die dabei entstehenden Teilregionen nur jeweils Punkte eines Typs enthalten: Die Punkte des N-Typs liegen alle oberhalb der geschlossenen Linie, Punkte des G-Typs unterhalb dieser Linie; analog trennt die gepunktete Linie Punkte des F-Typs von denen des A-Typs. Die seltsame Krümmung der gepunkte-

TABELLE 1. Korrelationen von acht Intelligenztests zusammen mit ihren Struktupeln (Guttman, 1965); N = „numerische Sprache“ ; G = „geometrische Sprache“; A = „Anwenden einer Regel“, F = „Finden einer Regel“.

Struktupel		1	2	3	4	5	6	7	8
NA	1	1.00	.67	.40	.19	.12	.25	.26	.39
NA	2	.67	1.00	.50	.26	.20	.28	.26	.38
NF	3	.40	.50	1.00	.52	.39	.31	.18	.24
GF	4	.19	.26	.52	1.00	.55	.49	.25	.22
GF	5	.12	.20	.39	.55	1.00	.46	.29	.14
GA	6	.25	.28	.31	.49	.46	1.00	.42	.38
GA	7	.26	.26	.18	.25	.29	.42	1.00	.40
GA	8	.39	.38	.24	.22	.14	.38	.40	1.00

ten Linie wurde deshalb gewählt, weil die MDS-Konfiguration dann, wenn man für alle neun Testtypen, die von den beiden oben beschriebenen Facetten unterschieden werden, Korrelationen erhoben hätte, ein regionales Muster gezeigt hätte, das einer zweifach zerschnittenen Torte oder einem Polarkoordinatensystem gleicht: Die Facette „Operation“ würde zu einer Zerlegung in konzentrische Bänder führen, die Facette „Sprache“ zu keilförmigen „Tortenstücken“. Diese sog. *Radex*-Konfiguration ist für Intelligenztests ein hundertfach replizierter Befund (Guttman & Levy, 1991).

3 Kumulative Theoriebildung

Eine Korrespondenz von Struktupeln und Regionen der MDS-Darstellung ist ein bemerkenswerter Befund. Man kann zeigen, daß willkürliche Zuordnungen der Struktupel zu den Punkten im allgemeinen keine derartigen Partitionierungen erlauben. Dies wird um so unwahrscheinlicher, je mehr Punkte man hat und je differenzierter die Facetten sind. Partitionierungen, die zudem über Replikationen hinweg stabil bleiben, sind praktisch überhaupt nicht mehr als Zufallsergebnisse zu erklären.

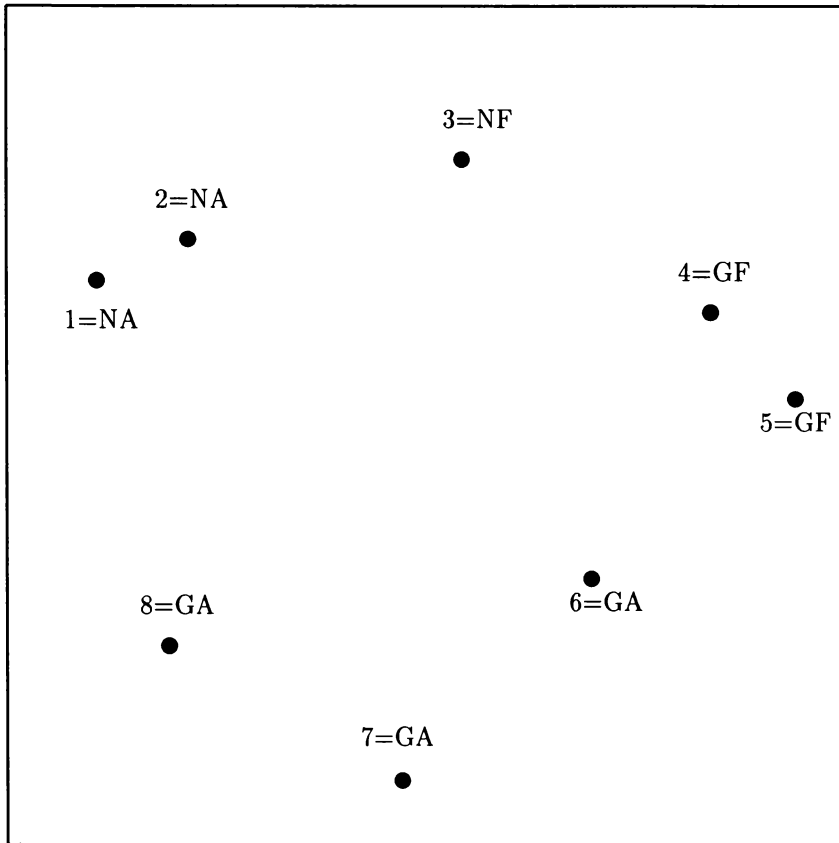


ABBILDUNG 1. Zweidimensionale MDS-Darstellung der Korrelationsstruktur aus Tabelle 1.

Partitionierungen mit relativ glatten Zertrennungslinien sind im allgemeinen reliabler. Sie machen zudem die Rollen der Facetten in bezug auf die Struktur der Daten deutlicher. Im Rahmen von Darstellungen mittels der MDS spiegeln sich solche Rollen in der besonderen Weise wider, wie diese Facetten (bzw. ihre Partitionierungslinien) den Raum zerschneiden. Eine *polare* Facette zerschneidet den MDS-Raum kreisförmig in „Tortenstücke“. Eine *modulierende* Facette führt dagegen zu konzentrischen Bändern. Eine *axiale* Facette partitioniert den Raum in parallele Streifen. Wenn Facetten eine deutliche und replizierbare Beziehung zu bestimmten regionalen Mustern haben, hat man ein *regionales Gesetz* aufgestellt.

Im Prinzip ist jedes derartige Gesetz interessant. Bestimmte Muster haben sich aber in der empirischen Forschung so oft gezeigt, daß man sie mit bestimmten Namen belegt hat (*Simplex, Circumplex, Radex, Conex* usw.). Einmal aufgestellt kann man natürlich „kumulativ“ weiter fragen, ob sich nicht Facetten finden lassen, die es einem erlauben würden, das jeweilige Muster des regionalen Gesetzes formal abzuleiten aus den Struktupeln der Punkte. So erklärt die qualitative Facette „Operation“ = {finden, anwenden, erlernen} beispielsweise nicht, warum die entsprechen-

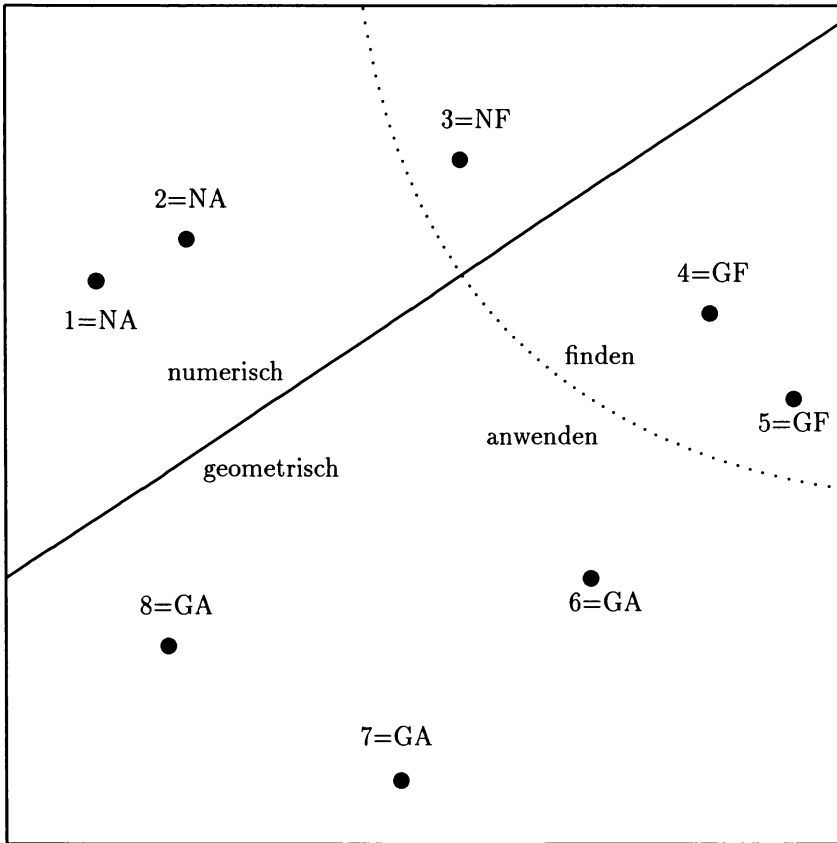


ABBILDUNG 2. Zweidimensionale MDS-Darstellung mit Partitionierungen entsprechend den Facetten „Sprache“= $\{N,G\}$ bzw. „Operation“= $\{A,F\}$.

den konzentrischen Bänder immer so geordnet sind, wie die Elemente dieser Facette (d.h. mit „finden“ im Zentrum und „erlernen“ als äußerem Band). Man hat daher darüber nachgedacht, ob man die *qualitative* Facette „Art der Operation“ nicht ersetzen könnte durch die *geordnete* Facette „Grad der Komplexität der erforderlichen mentalen Operation“ (Guttman, 1954; Snow, Kyllonen & Marshalek, 1984).

4 Methoden der facettentheoretischen Datenanalyse

Die MDS ist nicht die einzige datenanalytische Technik, die von der FT verwendet wird. Zur Anwendung kommen vor allem auch die multidimensionale *Skalogramm-Analyse* (MSA), die *Strukturpelanalyse* für Halbordnungen (POSAC) und verschiedene Formen des *conjoint measurement*. MSA und POSAC seien hier kurz skizziert; zum *conjoint measurement* vgl. Borg und Schönemann (in diesem Band).

In der Strukturpela-Analyse (auch als „Skalogramm-Analyse“ bezeichnet) geht

man von Struktupeln oder „Werte-Profilen“ aus. Diese können empirisch erhoben sein (wie etwa die Antworten von Befragten auf verschiedene Items) oder konzeptuell erstellte Merkmalsprofile sein. Formal liegt also für jedes Objekt \mathbf{x} ein n -tupel (x_1, \dots, x_n) vor. In der MSA werden diese n -tupel dargestellt durch Punkte in einem m -dimensionalen Raum, wobei m möglichst klein (z.B. $m = 2$) sein sollte. Die Punkte werden so plaziert, daß dieser Raum in bezug auf jede der n Facetten der Profile so gut wie möglich partitionierbar ist. Im allgemeinsten Modell der MSA (MSA-I; Lingoes, 1973) fordert man für die Regionen keine besondere Form. In anderen Modellen sollen die Regionen durch parallele und lineare (MSA-II) bzw. durch kugelförmige (MSA-III) Grenzflächen beschrieben sein. Formal ist die MSA eng verwandt mit der Korrespondenzanalyse (Guttman, 1985).

In der POSAC (*partial order scalogram analysis with coordinates*) wird davon ausgegangen, daß die Facetten der Profile eine gemeinsame Ordnung haben. Bei Daten-Profilen könnten sie z.B. Ketten von Einsen und Nullen sein, wobei eine Eins anzeigt, daß die entsprechende Intelligenz-Testaufgabe gelöst wurde, und eine Null, daß sie nicht gelöst wurde. Die gemeinsame Ordnung der Einträge ist dann die, daß eine Eins immer „mehr Intelligenz“ anzeigt als eine Null. Im allgemeineren Fall hat man statt der dichotomen Daten feiner abgestufte Werte. Wegen der gemeinsamen Ordnung der Facetten gilt, daß $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n) > \mathbf{y} = (y_1, \dots, y_i, \dots, y_n)$ genau dann, wenn \mathbf{x} in zumindest einer Facette „besser“ ist als \mathbf{y} und in keiner „schlechter“. Das heißt, daß es zumindest ein $x_i > y_i$ und kein $x_i < y_i$ gibt. In der klassischen Skalogramm-Analyse wird versucht, diese Profile eindimensional zu skalieren (Guttman, 1944). Das ist dann möglich, wenn die aus den N Profilen gebildete $N \times n$ Datenmatrix durch Permutation der Zeilen und Spalten in ein Treppemuster permutiert werden kann (Borg & Staufenbiel, 1993). Im mehrdimensionalen Fall der POSAC (Shye, 1985) sucht man nach einer Halbordnung, die durch möglichst wenige Koordinatenvektoren C_1, \dots, C_m aufgespannt wird, und für die so gut wie möglich gilt, daß dann, wenn $x > y$, auch für die POSAC-Punkte gilt, daß $(c_{x1}, \dots, c_{xm}) > (c_{y1}, \dots, c_{ym})$. Anschließend versucht man die Halbordnung und insbesondere ihre Koordinatenvektoren C_1, \dots, C_m durch die Facetten der Items zu „erklären“ (Borg & Shye, 1995): Im einfachsten Fall partitioniert C_i die Punkte der Halbordnung so, wie die Facette F_k die Items klassifiziert.

Allen FT-Techniken ist gemeinsam, daß sie nicht-linear, „weich“ (und daher robust) und ausgerichtet darauf sind, Korrespondenzen zwischen statistischen Unterschieden in den Daten und Unterscheidungen im Definitionssystem der Items (Abbildungssatz) zu finden bzw. zu testen. Bei derartigen „intrinsischen“ Techniken (Shye & Elizur, 1994) spielt Inferenzstatistik keine Rolle: Die FT baut auf sukzessive Approximation. Prinzipiell läßt die FT aber auch traditionelle Datenanalyse zu, auch wenn es dafür meist schwieriger ist, begründete Korrespondenzhypothesen für den Zusammenhang von Facetten und Datenmerkmalen abzuleiten (Borg & Shye, 1995).

5 Zur Entwicklung der Facettentheorie

Die FT wurde in den 50er Jahren erstmals von Guttman beschrieben, allerdings noch unter dem Namen „*facet design and analysis*“ (Guttman, 1959b). Eine genauere historische Analyse (Borg, 1994) zeigt jedoch, daß Design und (Daten-)Analyse

auch damals schon, wie schon in ihrer Vorgeschichte – z.B. bei der sog. Guttman-Skalierung – mittels Korrespondenzhypthesen verknüpft wurden. Die FT war niemals eine reine Design-Methodik, noch war sie eine Sammlung von Datenanalyse-„Techniken“.

Die Hauptentwicklung auf der Design-Seite war vor allem das Konzept des Abbildungssatzes und seiner verschiedenen Formen (Borg & Shye, 1995). Abbildungssätze entstehen zunächst aus einer Zusammenstellung inhaltlich plausibler Klassifikationsgesichtspunkte für einen interessierenden Gegenstand und entwickeln sich dann, durch immer weitere Präzisierung und Formalisierung ihrer Semantik, auf natürliche Weise zu mathematischen Modellen. Als Beispiel eines in der Sprache der Lernpsychologen der 60er Jahre formulierten Abbildungssatzes über das Leistungsverhalten von Ratten in Laufställen sei folgendes betrachtet:

Ratte (r) zeigt im Laufstall (x) unter	
<u>D-Stärke</u>	<u>Triebtyp(D)</u>
(starkem)	(Hunger)
()	() und
(schwachem)	(Durst)
<u>H</u>	
(starker)	Gewohnheit bezüglich des Appetenzverhaltens und
(...)	
(keiner)	
<u>I</u>	
(starken)	Anreizen
(...)	
(schwachen)	
<u>R</u>	
(starkes)	Appetenzverhalten zum Ziel.
→ (...)	
(kein)	

Die meisten Psychologen könnten sich über diesen Abbildungssatz ohne allzuviel Zweideutigkeit austauschen, weil seine wichtigsten Teile bereits in der *technischen* Sprache der Lernpsychologie formuliert sind. Einige Theoretiker meinten sogar, man

könne diesen Abbildungssatz noch technischer formulieren indem einige seiner Teile in der *formalen* Sprache der Mathematik ausgedrückt werden. Zwei Vorschläge waren die Formulierungen $R = (D + I) \cdot H$ (Spence, 1956) und $R = D \cdot I \cdot H$ (Hull, 1952). Hulls Version liest sich als Abbildungssatz mit operationalen Ausdrücken (z.B. „*trial*“ statt Gewohnheitsstärke) wie folgt:

Für Ratte (r) im Laufstall (x) gilt, daß	
$f_1 \left\{ \begin{array}{l} (t \text{ min}) \\ (\dots) \\ (0 \text{ min}) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} (\text{ Wasser }) \\ \text{Deprivation von} \\ (\text{ Nahrung }) \end{array} \right\}$
$f_2 \left\{ \begin{array}{l} (m \text{ Belohnungen}) \\ (\dots) \\ (0 \text{ Belohnungen}) \end{array} \right\}$	$\cdot f_3 \left\{ \begin{array}{l} (n \text{ trials}) \\ (\dots) \\ (0 \text{ trials}) \end{array} \right\}$
$= f_4 \{ k \text{ Leistungseinheiten} \}$	
Appetenzverhalten zum Ziel,	

wobei f_1, \dots, f_4 streng anwachsende reelle Funktionen sind, sofern t einen kritischen Wert nicht übersteigt. (Die Nebenbedingung für t verhindert übermäßige Deprivation, die z.B. zum Tod der Ratte führen könnte.)

Das Beispiel zeigt, daß die Formalisierung von Abbildungssätzen automatisch zu mathematischen Modellen führt. Solche Modelle werden allerdings in der FT vom Inhalt her („*bottom-up*“) angenähert, nicht durch Formalisierung idealtypischer Fälle. Das angemessene Niveau der Formalisierung hängt dabei vom Wissensstand über das jeweilige Sachgebiet und von der Fachkompetenz derer ab, für die die wissenschaftliche Kommunikation gedacht ist.

Gleichzeitig und in Partnerschaft mit der Entwicklung der Design-Aspekte entwickelte die FT verschiedene Datenanalyse-Methoden wie insbesondere die MDS – mit facettentheoretischer Ausrichtung –, die multidimensionale Skalogrammanalyse und die POSAC (siehe oben). Das Motiv für diese Entwicklungen waren immer bestimmte Facetten-Daten-Korrespondenzhypothesen, die die Entwicklungen auch koordinierten. Eine besonders erfolgreiche Variante dieser Art ist die oben verwendete regionale Betrachtung von MDS-Strukturen, die zahlreiche Mustertypen aufzeigte und zur Entwicklung entsprechender computerisierter Auswertungsmethoden führte (z.B. „*faceted SSA*“; siehe Borg & Shye, 1995).

6 Weiterführende Literatur

Lehrbücher zur FT sind erst seit kurzem verfügbar (Borg, 1992; Shye & Elizur, 1994; Borg & Shye, 1995). Guttman selbst kam nie dazu, eine systematische Darstellung

der FT zu verfassen. Ein Buchmanuskript von ihm blieb weitgehend unvollendet (Guttman, 1991). Levy (1994) hat aber eine gute Sammlung der Originalarbeiten von Guttman zusammengestellt, aus der man viele Entwicklungen der FT verfolgen kann. Siehe hierzu auch Borg (1994).

Literaturverzeichnis

- Borg, I. (1992). *Grundlagen und Ergebnisse der Facettentheorie*. Bern: Huber.
- Borg, I. (1994). Evolving notions of facet theory. In I. Borg & P. P. Mohler (Eds.), *Trends and perspectives in empirical social research* (pp. 178–200). New York: DeGruyter.
- Borg, I. & Shye, S. (1995). *Facet theory: Form and content*. Newbury Park: Sage.
- Borg, I. & Staufenbiel, T. (1993). *Theorien und Methoden der Skalierung* (2., revidierte Aufl.). Bern: Huber.
- Guttman, L. (1944). A basis for scaling qualitative data. *American Sociological Review*, 9, 139–150.
- Guttman, L. (1954). A new approach to factor analysis: The radex. In P. F. Lazarsfeld (Ed.), *Mathematical thinking in the social sciences* (pp. 258–348). New York: Free Press.
- Guttman, L. (1959a). A structural theory for intergroup beliefs and action. *American Sociological Review*, 24, 318–328.
- Guttman, L. (1959b). Introduction to facet design and analysis. *Proceedings of the fifteenth international congress of psychology, Brussels 1957* (pp. 130–132). Amsterdam: North Holland.
- Guttman, L. (1965). The structure of interrelations among intelligence tests. In C. W. Harris (Ed.), *Proceedings of the 1964 invitational conference on testing problems* (pp. 25–36). Princeton: Educational Testing Service.
- Guttman, L. (1985). Multidimensional structure analysis (MSA-I) for the classification of cetacea: Whales, porpoises, and dolphins. In J. F. Marcotorchino, J.-M. Proth & J. Janssen (Eds.), *Ins and outs of solving problems* (pp. 45–53). Amsterdam: Elsevier.
- Guttman, L. (1991). *Louis Guttman: In memoriam. Chapters from an unfinished textbook on facet theory*. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- Guttman, L. & Levy, S. (1991). Two structural laws for intelligence tests. *Intelligence*, 15, 79–103.
- Hull, C. L. (1952). *A behavior system*. New Haven: Yale University Press.
- Levy, S. (Ed.). (1994). *Louis Guttman on theory and methodology: Selected writings*. Alershot: Dartmouth.
- Lingoes, J. C. (1973). *The Guttman-Lingoes nonmetric program series*. Ann Arbor: Mathesis Press.
- Shye, S. (1985). *Multiple scaling*. Amsterdam: North-Holland.
- Shye, S. & Elizur, D. (1994). *Introduction to facet theory and intrinsic data analysis*. Newbury Park: Sage.
- Snow, R. E., Kyllonen, P. C. & Marshalek, B. (1984). The topography of ability and learning correlations. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*. Vol. 3. (pp. 47–103). Hillsdale: Erlbaum.
- Spence, K. W. (1956). *Behavior theory and conditioning*. New Haven: Yale University Press.