

Subtraktive Hyperkonkavität in der funktionalen Beziehung von zukünftigem Wert und Zeitspanne bis zu seiner Auszahlung: Ein gruppenstatistischer Nachgesang als differentialpsychologischer Auftakt

Von W. HOMMERS

Mit 1 Abbildung

In der Zukunft liegende Handlungsziele beeinflussen gegenwärtige Aktionen und Kognitionen notwendigerweise. Auch die Zeitspanne bis zur Realisierung der Ziele sollte dabei eine gewichtige Rolle spielen. Aber, wie die Zeitspanne bis zur möglichen Realisierung der Ziele die psychische Repräsentation der Ziele in der Gegenwart beeinflusst, ist weitgehend ungeklärt. Im folgenden wird ein psychophysischer Ansatz vorgestellt. Er untersucht, ob Präferenzänderungen bei Annäherung an Ziele Folge des funktionalen Zusammenhangs von Wert und verbleibender Zeitspanne bis zur Werterlangung in der Urteilsbildung sein können.

Das Thema ergab sich aus einer Interpretation tierpsychologischer Befunde über die Wirkung verzögerter Belohnungsanreize (delayed reinforcement). In den tierpsychologischen Studien von RACHLIN und GREEN (1972) und AINSLIE (1974) zeigten sich Ergebnisse, die nach der Interpretation von AINSLIE (1975, S. 472f.) auf einem Wechsel in der Relation der Wirkungen terminverschiedener Belohnungsanreize bei Verringerung der Zeitspanne bis zur zeitlich nächsten Auszahlung beruhten. Danach wäre bei größeren Zeitdistanzen der relativ zum anderen entferntere, dafür aber höhere Belohnungsreiz von zwei zukünftigen Belohnungen wirkungsvoller, bei hinreichender Annäherung unter Gleichhaltung der Zeitdistanz der beiden Alternativen der früher erreichbare, dafür aber geringer ausfallende Belohnungsreiz. Eine Erklärungsmöglichkeit bot die Annahme von stärker als die e -Funktion¹ beschleunigten (hyperkonkaven) Kurvenverläufen der Funktion von Wert und Zeitdistanz bis zu seiner Auszahlung, die im Gegensatz zu entsprechenden, best angepaßten e -Funktionen bei geeigneten Belohnungshöhenunterschieden der beiden Alternativen und bei geeigneten Zeitabständen der Belohnungsauszahlungszeitpunkte der beiden Alternativen kreuzen können.

AINSILIE (1975, S. 464) baute auf dieser Theorie Strategien zur Vermeidung impulsiven Verhaltens auf, da er in ihr einen unmittelbaren, sozusagen direkt ursächlichen Einfluß

¹ Die Verwendung der e -Funktion als Bezugspunkt begründete sich aus der früher vertretenen Auffassung, die Wirkung eines verzögerten Belohnungsreizes hänge nach Art einer e -Funktion von dem Belohnungsreiz und dem Zeitintervall der Verzögerung ab, wie es in Gleichung (4) ausgedrückt wird.

der Zeit erkannte und nicht einen scheinbaren, in Wirklichkeit auf unentdeckt gebliebenen veränderten Bedingungen beruhenden Einfluß der Zeit. Neben prinzipiellen Einwänden gegen den Schluß von Wirkungen im tierpsychologischen Lernexperiment auf humanpsychologische Prozesse bei Entscheidungen zwischen zukünftigen Ereignissen (Wertschätzungen und daran orientierten Planungen) ist eine derartige Übertragung in den Humanbereich aber insbesondere problematisch, weil in den tierpsychologischen Experimenten nur Zeitintervalle bis zu 5 min verwendet wurden, die Diskrimination von e -Funktion und hyperkonkaven Kurven aufgrund der tierpsychologischen Befunde noch zu wenig gesichert erscheint (vgl. NAVARICK und FANTINO 1976) und schließlich humanpsychologische Befunde über den funktionalen Zusammenhang von Zeit und Wert fehlen, die die Theorie hyperkonkaver Kurven stützen. Auch MISCHEL und METZNER (1962), MISCHEL und GRUSEC (1967) und GRUSEC (1968) kamen in ihren Untersuchungen, die von der Belohnungsaufschubforschung ausgingen, nicht über die plausible Feststellung hinaus, daß eine sofort verfügbare Belohnung um so eher präferiert wurde, je größer die Zeitspanne zur alternativen Belohnung war. In ihrer Vorgehensweise wurde also nicht die Zeitspanne bis zur zeitlich nächsten Belohnung variiert, sondern nur die Spanne (Differenz) zwischen den Belohnungsterminen.

Die Theorie der hyperkonkaven Kurven ist aber nicht nur wegen ihrer Erklärung von Impulsivität, d. h. der Prognose eines Präferenzwechsels bei Annäherung an den nächstliegenden Belohnungsreiz als Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit interessant, sondern auch deswegen, weil zwei Typen von funktionalen Beziehungen in der Literatur auftraten. Die erste ist linearer („additiver“) Art. Den gegenwärtigen Wert² G erhält man demnach, indem man von dem psychisch repräsentierten Belohnungsreiz Z eine n te Potenz der Zeitdistanz t (von G zu Z) subtrahiert:

$$(1) \quad G = f(Z) - t^n \quad (\text{LOGAN, 1965; KILLEEN, 1970, NAVARICK und FANTINO, 1976}).$$

Die zweite funktionale Beziehung ist nicht-linear („nicht-additiv“) und gleicht einer Hyperbel:

$$(2) \quad G = \frac{f(Z)}{t} \quad (\text{CHUNG und HERRNSTEIN, 1967; SHIMP 1969}).$$

Außerdem stellt die bislang nicht in Erwägung gezogene funktionale Beziehung der Gleichung (3) einen hyperkonkaven Funktionsverlauf dar:

$$(3) \quad G = f(Z) - e^{at}, \quad (a \text{ in (3) ebenso wie } n \text{ in (1) empirische Konstante}).$$

Damit ergibt sich insgesamt als klärungsbedürftig, welcher der drei Funktionstypen eher für die Beziehung von Wert und Zeit im humanpsychologischen Bereich gilt.

Die Beziehung zwischen Wert und Zeit wurde im Humanbereich kaum untersucht. Man hat in der Ökonomie zwar schon lange eine praktische Lösung gefunden, die Veränderungen des Wertes in Abhängigkeit von Zeitintervallen betreffen. Zum Beispiel: Bezahlt man seine Schulden früher als erwartet, kann man in bestimmten Fällen Skonto abziehen; außerdem wächst bekanntlich ein Sparbetrag nach einer e -Funktion (Zinseszinsfunktion,

² „Wert“ bezeichnet verkürzend sowohl „Wirkung einer Belohnung“ im Tierexperiment als auch „auf einer Skala beurteilter Wert“ im Humanexperiment.

siehe (4)), wenn man ihn über mehr als einen Zinstermin spart. Jedoch, die aufgrund von Skonto und Zinseszinsfunktion erreichten Wertänderungen sind zwangsläufige Folgen eines aus praktischen Gründen festgesetzten Verfahrens, aber nicht unbedingt Ausdruck psychischer Gesetzmäßigkeiten im Verhältnis von Wert und Zeit, mit denen die erlebten Wertveränderungen zu beschreiben wären. Skonto und Zins müssen sich u. a. den psychischen Gegebenheiten anpassen, nicht unbedingt gilt dies umgekehrt. Interessant ist die Zinseszinsfunktion aber im Vergleich zu den hyperkonkaven Kurven deswegen, weil sie keine Präferenzänderungen impliziert. Bei Annäherung an die Auszahlungszeitpunkte verändert sich bei Gleichung (4) nur der Abstand der Kurven:

$$(4) G = \frac{f(Z)}{e^{at}} \quad (\text{HULL 1943, Umkehrung der Zinseszinsfunktion: Diskontierung}).$$

ÖRTENDAHL und SJÖBERG (1979) waren bislang die einzigen, die sich mit psychologischen Methoden der Frage des Verhältnisses von Wert und Zeit annahmen. Ihre Studie trug aber zur Validität der Theorie der hyperkonkaven Kurven nichts bei. Die Autoren waren an der Frage der Additivität der Beziehung zwischen Wert und Zeit interessiert. Sie fanden, daß eine vollständig multiplikative Beziehung zwischen Wert, Wahrscheinlichkeit und Zeit häufiger zutraf als eine vollständig additive zwischen diesen drei Variablen. Für etwa 50 % der V_{pn} galt aber weder die eine noch die andere. Ob z. B. eine distributive oder eine dualdistributive Beziehung zutraf, wurde nicht diskutiert. Weiterhin wurde auch nicht die Möglichkeit einer differentiell-gewichteten Durchschnittsbildung (ANDERSON 1974) als Alternative für die rein multiplikative Beziehung untersucht. Es ist aber durchaus denkbar, daß a) Wahrscheinlichkeit und Zeit additiv verbunden werden, bevor sie nicht-additiv mit dem betreffenden Wert integriert werden (distributives Gesetz), b) Wert und Wahrscheinlichkeit multiplikativ im Urteil verbunden werden und die Zeit additiv hinzugefügt wird (dual-distributives Gesetz) oder c) eine differentiell gewichtete Durchschnittsbildung erfolgt, wie die Ergebnisse von LYNCH (1979) für die Integration von Wert und Wahrscheinlichkeit nahelegten.

Der Untersuchungsansatz von ÖRTENDAHL und SJÖBERG (1979) erscheint zudem unzulänglich, da nicht ein kompletter dreifaktorieller Plan der Stimuluskombinationen vorgegeben wurde, sondern nur ein Lateinisches Quadrat, bei dem bekanntlich wegen der Faktorenkonfundierung nicht alle Interaktionen geprüft werden können. Die Verwendung der Variablen Wahrscheinlichkeit kann auch dazu geführt haben, daß die Zeiten der Zeitvariablen kaum bei der Einschätzung berücksichtigt wurden (Überschuß an Information). Ein darauf hinweisender Befund ist, daß die Zeiteinbeziehung in das multiplikative Modell zwischen Wert und Wahrscheinlichkeit häufig gar keine Verbesserung der Modellanpassung erbrachte. Das kann aber auch darauf beruht haben, daß nur Zeitspannen bis zu 2 Tagen als Stimulusbedingungen verwendet wurden. Die Beschränkung auf derart geringe Zeitspannen ist weiterhin aus Gründen der Generalisierbarkeit nicht erwünscht. Als Konsequenz für die eigene Untersuchung der funktionalen Beziehung zwischen Wert und Zeit ergab sich daraus, daß zur Vermeidung eines Informationsüberschusses nur Wert und Zeit als Faktoren in den Plan eingingen und daß der Zeitraum von etwa einem Jahr als Streubereich des Faktors Zeit benutzt wurde.

Methode

Aufgabe. Zwei Größenschätzaufgaben wurden 19 Studenten der Fächer Psychologie oder Betriebswirtschaft vorgegeben. In der einen war der gegenwärtige Wert G einer zukünftigen Auszahlung Z nach der Zeitspanne t direkt als DM-Betrag anzugeben. Drei DM-Beträge (50, 1000, 5000) wurden als Stufen des Faktors Z und sechs Zeitspannen (1, 2, 7, 30, 180, 360 Tage) wurden als Stufen des Faktors t verwendet. Die zweite Aufgabe forderte von den Versuchspersonen die Angabe des zukünftigen DM-Betrages Z , für den auf einen heute verfügbaren Betrag G verzichtet wird, so daß nach der Zeitspanne t der Betrag z zur Auszahlung kommen würde. Hierbei wurden für die unabhängigen Faktoren G und t dieser Aufgabe die gleichen Abstufungen wie bei der umgekehrten Aufgabe verwendet. Die genauen Wortlaute der Fragestellungen an die Versuchspersonen waren z. B.:

Einschätzung von G : Mit wieviel wären Sie zufrieden, wenn Sie statt des Angebots von DM 50,— nach 180 Tagen bereits sofort einen Geldbetrag bekommen könnten?

Einschätzung von Z : Wie groß muß der Geldbetrag mindestens sein, den Sie nach 2 Tagen erhalten, damit Sie dafür auf DM 1000,— jetzt verzichten?

Die Vorgabe der Stimuli erfolgte in zufälliger Abfolge innerhalb jeder Aufgabe über ein Fernsehgerät des PDP-10-Computers des Rechenzentrums der Universität Kiel. Da sich die Einschätzung des zukünftigen Werts Z in Vorversuchen als leichter erwies, wurde mit dieser Aufgabe begonnen.

Auswertung. Zur Prüfung der Beziehungen der Gleichungen (1), (2) und (3) ist die Utilitätsfunktion des Geldes zu berücksichtigen. Als Utilitäten wurden die lineare Funktion, die logarithmische Funktion (BERNOULLI) und die Potenzfunktion (GALANTER 1962) einbezogen. Das bedeutete, daß der kritische Modelltest fehlender Interaktionen zwischen den Stimulusfaktoren nach entsprechenden Transformationen der Größenschätzungen aus den beiden Aufgabenstellungen vorzunehmen war. Die Tabelle I macht die entsprechenden Angaben. Um zum Beispiel den Modelltest bei Annahme logarithmischer Utilität und nicht-linearer Beziehung zwischen Wert- und Zeit-Faktor durchzuführen, war eine doppelte logarithmische Transformation erforderlich.

Bei der Potenzfunktion war ein geeigneter Exponent zu bestimmen. Dies geschah, indem mit zwei Paaren von mittleren Datenpunkten der Aufgabe „Einschätzung des gegenwärtigen Werts“ (50 mit 1 Tag, 5000 mit 1 Tag, 50 mit 360 Tagen, 5000 mit 360 Tagen) ein Exponent unter Annahme des jeweiligen Modells gerade so bestimmt wurde, daß die Distanzen zu den beiden Zeiten (1 und 360 Tage) nach Anwendung der erforderlichen Transformationen gleich waren. Galt das betreffende Modell, dann war zu erwarten, daß auch die durch die anderen Datenpunkte bestimmten Distanzen nach der so festgelegten Transformation auf parallele Kurven zu liegen kamen und daher die Prüfstatistik der Interaktion innerhalb der Zufallsgrenzen blieb. Dieses Verfahren reduzierte die Freiheitsgrade der Interaktion von 10 auf 8 bei den Daten der Aufgabe „Einschätzung des gegenwärtigen Werts“. Bei der Einschätzung des zukünftigen Werts veränderte die Übernahme der Exponenten von der vorigen Aufgabe die Freiheitsgrade dagegen nicht. Daher gab es hinreichend Möglichkeit zur Prüfung der Interaktion und des Exponenten, unabhängig von der Bestimmung des Exponenten.

Tabelle I. Überblick über Auswertung und Ergebnisse zum Modelltest: Die mit *F*-Wert angegebene Interaktion der unabhängigen Variablen soll bei der in der Tafel angegebenen Datentransformation nicht signifikant sein, wenn das betreffende Modell zutrifft

			Funktionale Beziehung			
			Additiv		Nicht-Additiv	
Tierpsychologisches Äquivalent			Logan (1965)		Chung & Herrnstein (1967)	
			$G = g(Z) - .13t \cdot 5$		$G = g(Z) : t$	
S U B J E K T I V E	W E R T F U N K T I O N	Linear	Rohdaten		Logarithmierte Daten	
			$G = Z - f(t)$		$G = Z : f(t)$	
		14.03 ^a	5.37 ^a	7.50	25.10	
		Logarithmisch	Logarithmierte Daten		doppelt Logarithm. Daten	
			$\ln G = \ln Z - f(t)$		$\ln G = \ln Z : f(t)$	
			7.50	25.10	21.38	35.98
		Potenzfunktion	mit Exponent <i>m</i>		mit Exponent <i>n</i>	
			$G^m = Z^m - f(t)$		$G^n = Z^n : f(t)$	
			1.22 ^b	1.16	8.95 ^b	17.30

m: an zwei Mittelwertpaaren geschätzt, so daß deren Abstand gleich ($m = .28$).

n: an zwei Mittelwertpaaren geschätzt, so daß deren Abstand nach Logarithmieren gleich ($n = 0.01$).

a: angegeben ist zuerst der *F*-Wert zur Einschätzung des gegenwärtigen, danach der zur Einschätzung des zukünftigen Werts.

b: $df = (8, 180)$ sonst $df = (10, 180)$

An die Prüfung der Interaktion nach Berücksichtigung der Utilitätsfunktion schloß bei dem einzigen sich bewährenden Modell eine Trendanalyse des Faktors *t* an. In ihr wurden die Stärken der linearen Trends des Faktors *t* aufgrund der gegebenen metrischen Distanzen der Faktorenstufen, bei Zugrundelegung von Gewichten nach einer Potenzfunktion der Zeit oder einer *e*-Funktion der Zeit (vgl. Gleichungen (1) und (3)) miteinander verglichen. Die Parameter der Potenzfunktionen und die der *e*-Funktionen wurden aufgrund der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt aus den Mittelwerten, die sich in der Einschätzungsaufgabe des gegenwärtigen Werts ergaben. Die Trendanalyse erfolgte unter Teilung der Quadratsumme des Zeitfaktors und der Quadratsumme der Zeit-Personen-Interaktion (Fehlervarianz) in lineare Komponenten und Residualkomponenten.

Ergebnisse

Die Prüfung der Art der funktionalen Beziehung sprach für eine subtraktive Beziehung bei Unterstellung einer Potenzfunktion als Utilitätsfunktion. Die Modelltests ergaben in allen Fällen, außer einem, deutlich signifikante Abweichungen von der modellbedingten Erwartung fehlender Interaktion. Dieses galt sowohl bei der Einschätzung des gegenwärtigen, als auch bei der Einschätzung des zukünftigen Wertes. Die entsprechenden

F-Werte für die Interaktion der Faktoren enthält die Tabelle I in der jeweils letzten Zeile jeder Zelle. Diese *F*-Werte wurden durch Vergleich mit der Personen \times Zeit \times Wert-Interaktion bestimmt. Bei Verwendung der Summe aller Personen-Interaktionen hätten sich keine anderen Schlußfolgerungen über die Modelltests ergeben, sondern nur andere aber ebenso eindeutig signifikante *F*-Werte. Lediglich bei Zugrundelegung einer Potenzfunktion als Utilität, deren Exponent auf die zuvor beschriebene Weise zu $m = .28$ bestimmt wurde, blieben die Interaktionsprüfungen bei beiden Einschätz-Aufgaben beim subtraktiven Zusammenhang eindeutig im Zufallsbereich. Die Abbildung 1 zeigt dementsprechend den Verlauf der zueinander im wesentlichen parallelen Kurven für beide Einschätzaufgaben. Das zweimalige Ausbleiben der Interaktion wie der graphische Parallelismus der beiden Kurventripel sprechen für die Gültigkeit der subtraktiven Beziehung von zukünftigen Werten und Zeitspannen bis zu ihrer Realisierung. Jedoch war damit noch nicht entschieden, ob die Beziehung einen hyperkonkaven Kurvenverlauf des gegenwärtigen Werts begründen konnte.

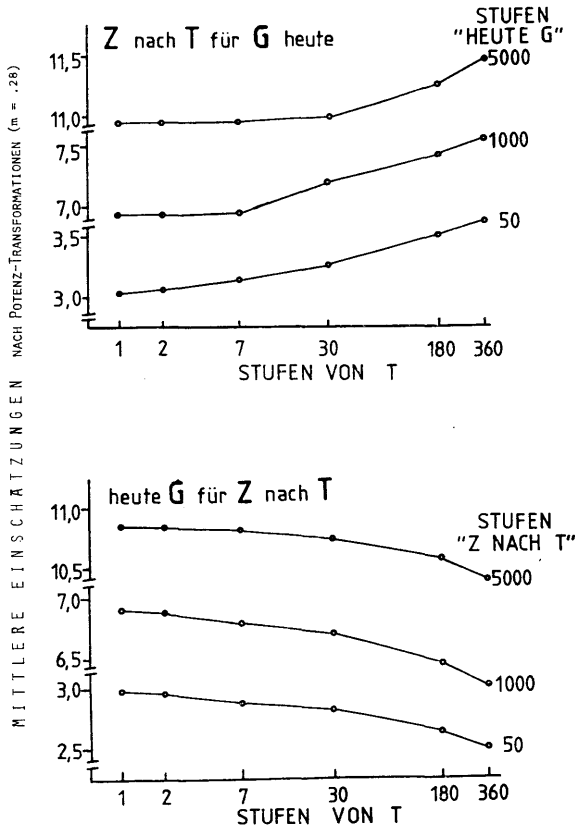


Abb. 1. Mit Exponent $m = .28$ transformierte Einschätzungen des zukünftigen Werts Z (oben) bzw. des gegenwärtigen Werts G (unten) bei Vorgabe der (logarithmisch abgetragenen) Zeitspannen T bis zur Auszahlung (horizontale Achse) und der Wertstufen (Kurvenparameter). Wegen des parallelen Verlaufs der Kurventripel stützen die Einschätzungen eine subtraktive Beziehung zwischen zukünftigem Wert und Zeitspanne bis zu seiner Realisierung

Der hyperkonkave Kurvenverlauf des gegenwärtigen Werts wurde durch die Ergebnisse der Trendanalyse des Zeit-Faktors gestützt, obwohl nicht in gleicher Eindeutigkeit wie die subtraktive Beziehung zuvor. Die Tabelle II gibt die Komponenten-Quadratsummen der Trendanalysen für die drei Koeffizienten-Sextupel, die bei Zugrundelegung linearer Zeit, der Zeit als Potenzfunktion (mit dem bestpassenden Exponenten $n = .61$) und der Zeit als Exponentfunktion (mit dem bestpassenden Koeffizienten $a = .011182$) bestimmt wurden. Als Stützung der Potenzfunktion der Zeit in der subtraktiven Beziehung wird gewertet, daß die lineare Komponente des Faktors Zeit durch die Einführung der Potenzfunktion für die Zeit in beiden Einschätzungsaufgaben am größten ausfiel³ und daß eine Signifikanz der Residualkomponente nur bei Verwendung der Potenzfunktion der Zeit ausblieb. Dagegen waren die Residualkomponenten des Faktors Zeit in den beiden anderen Fällen von Zeitfunktionen in beiden Einschätzungsaufgaben statistisch bedeutsam. Insbesondere galt das für den auch zu einer hyperkonkaven Funktion führenden Fall der Exponentialfunktion ($F_{4,72} = 17.20$ und 17.63).

Tabelle II. Quadratsummen der Komponenten aus den Trendanalysen

Komponente	DF	Einschätzung des Werts zum Zeitpunkt:							
		Heute		Zukunft		Heute		Zukunft	
		Linearer Trend zu $f(t) = at$		Linearer Trend zu $f(t) = t \cdot .61$		Linearer Trend zu $f(t) = e \cdot .011182t$			
Linear (L)	1	12,25	16,74	12,53	17,76	9,05	12,79		
Residual (R)	4	,22	1,31	0,00	,29	3,43	5,26		
L × Personen	18	7,00	8,08	7,46	8,96	4,99	5,20		
R × Personen	72	1,58	2,49	1,12	1,61	3,59	5,37		

Diskussion

Die beiden Ergebnisse, subtraktiver Zusammenhang und Hyperkonkavität aufgrund einer Potenzfunktion der Zeit, verdienen Kommentierung. Daraus ergeben sich Vorschläge für das weitere Vorgehen und Überlegungen zur Bedeutung differentialpsychologischer Variablen.

Die in der vorliegenden Arbeit reliabel bestätigte Subtraktivität des Zusammenhangs von zukünftigen Werten und Zeitspannen bis zur Auszahlung steht nur z. T. im Widerspruch zur Schlußfolgerung von ÖRTENDAHL und SJÖBERG (1979). Diese berichteten auf der Basis individueller Modellprüfungen (wiederholte Durchführung der Urteile mit einer V_p) das Bestehen eines rein multiplikativen oder eines rein additiven Zusammenhangs bei jeweils verschiedenen Versuchspersonen und verwendeten drei statt zwei Faktoren: Wert, Wahrscheinlichkeit und Zeitspanne. Nach den eigenen Befunden, die wie die Befunde von ÖRTENDAHL und SJÖBERG mit der Methode der Größenschätzung erlangt

³ Die Linearkomponente des Zeitfaktors war in jedem Fall der sechs Prüfungen statistisch hoch signifikant, wie man anhand der Quadratsummen und Freiheitsgrade aus Tabelle II leicht berechnen kann.

wurden, erscheint einerseits neben einer rein additiven Beziehung auch eine dual-distributive Beziehung,

Attraktivität = Wahrscheinlichkeit \times Wert - Zeitspanne,

und eine rein distributive Beziehung,

Attraktivität = Wahrscheinlichkeit \times (Wert - Zeitspanne),

zwischen den drei genannten Variablen denkbar.

In diesen Beziehungen würde wie in der vorliegenden Arbeit der Interaktionstest zwischen den Faktoren Wert und Zeitspanne nicht signifikant ausfallen. Andererseits können individuelle Unterschiede in der Urteilsregel bestehen, die in der hier eingeschlagenen gruppenstatistischen Auswertung vernachlässigt wurden. Zu empfehlen scheint daher zur Prüfung des Zusammenhangs dieser drei Variablen sowohl die Verwendung eines vollständigen dreifaktoriellen Stimulusplanes statt eines Lateinischen Quadrates als auch eine wiederholte Urteilshebung mit jeder einzelnen V_p mit individual-statistischer Auswertung statt der gruppenstatistischen Auswertung. Um der Gefahr des Informationsüberschusses zu begegnen, könnte man aber auch mit partiellen Stimulusplänen arbeiten. Zum Beispiel würde das Auftreten des Parallelismus-Kriteriums in Urteilen über Stimuluskombinationen aus Zeitspannen und Wahrscheinlichkeiten nur dann eine reine additive Gesamtbeziehung stützen, wenn das Parallelismus-Kriterium auch für Wert-und-Wahrscheinlichkeit-Stimuli bestätigt würde. Blicke das Parallelismus-Kriterium dort unerfüllt, würde das möglicherweise das dual-distributive Gesetz stützen etc.

Die subtraktive Beziehung zwischen zukünftigem Wert und Zeitspanne steht aber in deutlichem Kontrast zur Expectancy-Theorie des Belohnungsaufschubs von MISCHEL (1966, 1974), wenn man diese als Urteiltstheorie und nicht als Handlungstheorie auffaßt. Die Expectancy-Theorie besagt einerseits, daß die Wartezeit auf eine Werterlangung in die Expectancy der Werterlangung eingeht (in etwa ließe sich Expectancy begrifflich fassen als die subjektive Wahrscheinlichkeit oder Überzeugung, daß nach der Wartezeit überhaupt mit der Wertauszahlung gerechnet werden kann). Andererseits sagt die Expectancy-Theorie aus, daß Expectancy und Wert multiplikativ verbunden werden. Diese zweite Aussage der Theorie wird durch die vorliegenden Ergebnisse in Frage gestellt. Stattdessen wäre eine direkte Subtraktion der Wartezeit von der Werterlangung anzunehmen, wie sie in dem zuvor formulierten dualdistributiven Gesetz für die Beziehung zwischen Wert, Wahrscheinlichkeit, und Zeitspanne ausgedrückt ist. Möglicherweise spielt aber eine Rolle, ob es sich um Vorausurteile handelt wie in dieser Arbeit oder um das tatsächliche Warten, wie es im Warten-Können Paradigma (MISCHEL 1974) der späteren Belohnungsaufschubforschung verwendet wurde. Daher ist eine Präzisierung der Aussagen und des Gültigkeitsbereichs der Expectancy-Theorie erforderlich.

Ein weiterer allgemeinspsychologischer Gesichtspunkt ist der Befund der Zeit als Potenzfunktion. Er bedingt einerseits die Hyperkonkavität des Funktionsverlaufs von G^m , während die Utilität als Potenzfunktion die Hyperkonkavität nicht betrifft. Andererseits bestärkt er auf indirekte Weise die Befunde zur Psychophysik der zukünftigen Zeit (EKMAN und LUNDBERG 1971; GORMAN und Mitarb. 1973). Dort wurden objektive Zeitspannen auf subjektiven Skalen abgetragen, wobei sich Potenzfunktionen (mit Exponenten $a = .72$ und $.42$ in obiger Reihenfolge) als beste Beschreibungen der psycho-

physischen Zusammenhänge ergaben. Unter Bezug auf neo-behavioristische Theorien wurden hier Einschätzungen von Geldbeträgen vorgenommen. Mit Potenzfunktionsskalierten Stufen des Zeitfaktors ließen sich die mittleren Geldangaben am besten beschreiben. Man kann daher auch bei Informationen-integrierenden Urteilen eine psychophysische Transformation von den objektiven Zeitstimuli zu ihren internen Repräsentationen in der Form eines Potenzgesetzes annehmen.

Die durch die Ergebnisse nahegelegte Hyperkonkavität der Beziehung bedeutet in Bezug auf die Gültigkeit der behavioristischen Impulsivitätstheorie, daß Zeit und zukünftiger Wert anscheinend schon im Vorausurteil und nicht erst im Zusammenhang mit tatsächlichen Reizwirkungen in einer funktionalen Beziehung stehen, die ein Erklärungsmodell der Impulsivität bildet. Die Zeit erscheint also als eine fundamentale psychologische Determinante der Impulsivität. Die alternative Möglichkeit, daß die Zeit nur Epiphänomen der Impulsivität ist, in Wirklichkeit also die mit der Zeit veränderten subjektiven Zustände oder die veränderten objektiven Gegebenheiten impulsives Verhalten bedingen, ist zwar nicht völlig ausgeschlossen, aber sie ist als generelles Erklärungsprinzip eingeschränkt. Schon bei stabilen subjektiven Bedingungen verändern sich die psychischen Repräsentationen von vorgegebenen Wert- und Zeitbedingungen so, daß unter bestimmten Wertverhältnissen der für die Impulsivität charakteristische Präferenzwechsel bei Annäherung an die Auszahlungen auch im Humanbereich auftreten kann.

Folglich tut man gut daran, ebenso wie Odysseus bei Annäherung an die Sirenen, nicht auf seine Willensstärke beim Anhören der Sirenen oder das Ausbleiben neuer Informationen oder Informationsbewertungen (die Sirenen gibt es gar nicht) zu bauen, wenn es einem Ernst ist mit der Aufrechterhaltung seiner Präferenz für das entferntere liegende höhere Ziel (der Heimkehr nach Ithaka zu Penelope und Telemachos). Stattdessen sollte man wie Odysseus schon im voraus durchschlagende Sicherungsmaßnahmen für die Aufrechterhaltung dieser Präferenz für das spätere, höhere Ziel ergreifen also im Beispiel: den Ruderern Wachs in die Ohren stopfen und sich selbst unwiderruflich an den Mast binden lassen.

Das Untersuchungsergebnis mag auch dazu beitragen, Sensitivität für die besondere Erforderlichkeit von Sicherungsmaßnahmen zur Erhaltung der Präferenz für das entferntere liegende höhere Ziel zu fördern, indem es auf die u. U. erforderlichen Wertabstände hinweist, die erst gegen das nahezu zwangsläufig auftretende impulsive Verhalten sichern. Aus der in dieser Arbeit durch die Kreuzvalidierung mit der zweiten Einschätzungsaufgabe auch in den Exponenten der Zeit reliabel bestimmten funktionalen Beziehung kann z. B. abgeleitet werden, daß „4000 DM jetzt“ etwa genau so viel höher bewertet werden gegenüber „5000 DM in 10 Tagen“ wie sie niedriger gegenüber „28600 in 10 Tagen“ bewertet werden. Demnach sind im Mittel u. U. beträchtliche Auszahlungsunterschiede erforderlich, um impulsive Entscheidungen zu vermeiden.

Nicht jeder wird sich bei den angegebenen Zahlenwerten dieses Beispiels in Gefahr sehen, impulsiv zu handeln, d. h. seine Entscheidung für die spätere Werterlangung zu ändern, wenn er sich dem früheren Auszahlungstermin annähert. Möglicherweise schätzt sich jeder dabei falsch ein. Wahrscheinlich beruht dies aber auch auf den hierbei existie-

renden individuellen Unterschieden. Diese Überlegung weist die allgemeine Richtung für weitere empirische Forschung über die Bedeutung individueller Eigenschaften. Von daher wären drei Aufgaben zu bearbeiten:

- 1) Mit individuellen Datenanalysen sollte aus mehreren Einschätzdurchgängen jeder V_p die individuelle Validität des hyperkonkaven Kurvenverlaufs geprüft werden.
- 2) Aus den individuellen Gesetzmäßigkeiten sollten Stimulusalternativen (d. h. Paare aus zukünftigen Auszahlungen und Zeitspannen bis dahin) abgeleitet werden, so daß eine weitere Kontrolle der Validität der Gesetzmäßigkeit auf individueller Basis durch Wahlen zwischen den so bestimmten Alternativen erreicht würde.
- 3) Zusätzlich sollten Persönlichkeitsvariablen erfaßt werden, um die Quellen der individuellen Variation zu bestimmen. Im folgenden werden mit Belohnungsaufschubfähigkeit und Extraversion zwei Persönlichkeitsvariablen diskutiert, die unter dem Gesichtspunkt der vorliegenden Ergebnisse für besonders interessant gehalten werden. Daneben mögen unter dieser Fragestellung auch die Konzepte der Zukunftsperspektive (KLINEBERG 1968) und der kognitiven Impulsivität beim Problemlösen (KAGAN und Mitarb. 1964) interessant genug erscheinen.

Die früheren Beiträge zum Belohnungsaufschub (delay of gratification) gingen (vgl. MISCHEL 1966) von der prinzipiellen Bedeutungslosigkeit der Größe des Zeitintervalls bis zur zeitlich nächsten Auszahlung und der absoluten Höhe der Auszahlungswerte aus. Mit Häufigkeiten der Präferenzen zwischen „jetzt den Wert x oder in t Tagen den höheren Wert y “ wollten STUMPHAUZER (1972) und UTZ (1979) die differentialpsychologische Variable der Aufschubfähigkeit bestimmen. Die vorliegende Arbeit zeigt, daß dies wegen Hyperkonkavität und Utilitätsfunktion problematisch ist. Vielmehr müßte man aufgrund der vorgebrachten Ergebnisse offenbar zwischen zwei Komponenten der Aufschubfähigkeit unterscheiden: Aufschubfähigkeit bei unmittelbar bevorstehender Auszahlung von Werten und bei entfernter liegender Auszahlung von Werten. MACBETH (1974) fand geringe konvergente Validität zwischen verschiedenen Impulsivitätsmaßen. Das könnte darauf beruhen, daß andere Maße der Impulsivität, die z. B. aus psychoanalytischen Überlegungen resultierten, mehr die Aufschubfähigkeitskomponente bei zwei entfernteren Auszahlungszeitpunkten erfassen. Jedoch ist das nicht geklärt. Überhaupt erscheint es ungewiß, ob mit Auswahllisten eine zureichende Erfassung der unterstellten beiden Komponenten möglich ist. HASENPUSCH und HOMMERS (1975) berichteten für eine Übertragung der Auswahlliste STUMPHAUZERS problematische Ergebnisse aus der Testkonstruktion.

Die Einarbeitung der vermuteten zwei Komponenten der Aufschubfähigkeit in die funktionale Beziehung und ihre Erfassung durch ein Skalierungsexperiment von Wert und Zeit wäre eine erwägenswerte Alternative. Tatsächlich beeinflußt in dem hier erhaltenen Zusammenhang der Exponent des Wertes den Kurvenverlauf anders als der Exponent der Zeit. Steigt der Exponent des Wertes, treten bei konstantem Exponenten der Zeit weniger leicht Kreuzungen der Kurvenverläufe von zwei terminverschiedenen Auszahlungen auf. Außerdem wäre häufig nur noch die Wert- und Zeitdifferenz der Alternativen und nicht mehr die zeitliche Entfernung zum ersten Auszahlungstermin entscheidungsrelevant. Steigt der Exponent der Zeit, bewirkt das ein schnelleres Sinken

des gegenwärtigen Wertes, so daß die Möglichkeit einer Kurvenkreuzung bei konstantem Exponenten des Wertes erhöht wird.

Impulsivität bildet auch eine Komponente des Extraversion-Konzepts von EYSENCK (EYSENCK und EYSENCK, 1963). Die Items dieser Komponente der Extraversion ließen sich faktorenanalytisch noch in weitere Subkomponenten zerlegen (EYSENCK und EYSENCK, 1977). Ein in Bezug auf die Erklärung der individuellen Unterschiede in einzelnen Subkomponenten, d. h. Item-Clustern, interessantes Problem läge in der Frage, wie es eigentlich kommt, daß die Items des EPI (EYSENCK 1964; EGGERT 1974) „Planen Sie gern sorgfältig und auf lange Sicht?“ und „Planen Sie lieber als daß sie handeln?“ Persönlichkeitsunterschiede von Extravertierten und Introvertierten charakterisieren können? Der kortikalen Erregungstheorie könnte die differentialpsychologische Gültigkeit der Theorie hyperkonkaver Kurven als alternative Hypothese gegenübergestellt werden.

EYSENCKS Theorie des kortikalen Erregungsniveaus würde aussagen, daß Extravertierte wegen ihres defizitären kortikalen Erregungsniveaus nicht gelernt haben zu planen. Sie konnten so die Vorteile des planenden Verhaltens nicht erfahren, wie es die Introvertierten aufgrund ihres optimalen kortikalen Erregungsniveaus konnten, das gemäß EYSENCKS Theorie Lernen erleichtert. Diese Erklärung der Abneigung gegen Planen von Extravertierten schließt die Annahme ein, daß lediglich geeignete Prozeduren der Verhaltenshemmung gelernt werden müssen und durch planendes Verhalten zu ersetzen sind. Das würde dann wiederum bedeuten, daß Extravertierte die primär auch bei Introvertierten vorhandene Impulsivität wegen der schlechteren Lernfähigkeiten der Extravertierten nicht zu heimen lernten und in der Folge dann gar nicht dazu gelangen konnten, überhaupt einmal planendes Verhalten auszuüben und schließlich deswegen auch nicht die Vorteile von planendem Verhalten erfahren konnten. Extravertierte würden dann im Grunde genommen nur darum lieber handeln als planen, weil sie noch nie geplant haben.

Bei differentialpsychologischer Gültigkeit der Theorie hyperkonkaver Kurven nur für Extravertierte wäre dagegen ihre Abneigung gegen planendes Verhalten direkte Folge von schlechten Erfahrungen mit Vornahmen. Extravertierte wären unter diesem Blickwinkel nicht die ungebändigten Impulsiven, die überhaupt nichts gelernt haben, sondern sie zögen durchaus aus ihren Lernerfahrungen Konsequenzen. Ihre Präferenz des „spontanen Handelns“ beruhte womöglich auf der Erfahrung, daß sie sich häufig entgegen ihrer vorherigen Planung handeln sahen, und nicht darauf, daß sie sich als völlig planlos erlebten. Der Eindruck mag sich ihnen ergeben haben, daß für sie sich nicht lohnte zu planen, weil dann doch alles anders zu kommen pflegte. Hier deutet sich offenbar eine komplexere psychische Struktur der Impulsivität der Extravertierten an, als sie in der zuvor EYSENCKS Theorie unterstellten Auffassung von der ungebändigten Urnatur des impulsiven Extravertierten zum Ausdruck kommt.

Die eben beschriebene differentialpsychologische Hypothese verlangt, daß die hyperkonkaven Kurvenverläufe nur bei Extravertierten zu finden sind. Die Dimension Extraversion-Introversion könnte aber auch dann Bedeutung innerhalb der Impulsivitätstheorie hyperkonkaver Kurven haben, wenn die Theorie auch bei Introvertierten gültig

ist. Dann könnten etwa Extravertierte ihre zur Diskussion stehenden Ziele weniger differenziert auf der Wertskala (z. B. aufgrund geringer Höhe des Exponenten der Wertfunktion) verteilt haben, so daß die hyperkonkaven Verläufe eher zu dem Präferenzwechsel führen könnten. Demnach müßten sich Introvertierte in der Regel nur zwischen Handlungsalternativen entscheiden, die durch ihre Wertdistanzen so weit auseinander liegen, daß die hyperkonkaven Verläufe nicht zum Kreuzen führen können.

Insgesamt fordern diese Betrachtungen zur Erarbeitung einer differentialpsychologischen Psychophysik der zukünftigen Werte und Zeitspannen bis zu ihrer Realisierung auf. Diese läßt eine Integration verschiedener Komponenten der Begriffsbildungen zur Handlungsregulation möglich erscheinen.

Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war die Prüfung der humanpsychologischen Validität von quantitativen neobehavioristischen Theorien über den Zusammenhang von Werten und Zeitspannen bis zu ihren Auszahlungen. Der sofort erforderliche Geldbetrag für den Verzicht auf eine zukünftige Geldauszahlung und der erforderliche zukünftige Geldbetrag für den Verzicht auf einen gegenwärtig verfügbaren Geldbetrag war unter Variation der Geldbeträge und der Zeitspannen einzuschätzen. Als Ergebnis wurde varianzanalytisch unter Berücksichtigung der Utilität des Geldes eine subtraktive Beziehung zwischen zukünftigem Geldbetrag und der Zeitspanne bis zu seiner Auszahlung bestimmt. In diese subtraktive Beziehung gingen die Geldbeträge und die Zeitspannen als Potenzfunktionen ein. Durch die Potenzfunktion der Zeit verläuft daher die Kurve des gegenwärtigen Wertes einer zukünftigen Auszahlung konkaver als die e -Funktion, so daß damit Vornahmeänderungen oder impulsive Reaktionen erklärt werden könnten. Die Konsequenzen der Ergebnisse für die Konzeptionen der Bedürfnisaufschubforschung und für die Impulsivität der Extravertierten werden diskutiert.

Summary

It is the aim of the investigation to test the human psychological validity of quantitative neobehavioristic theories about the interdependence of values and time span until to their pay off. Ss were asked to estimate the amount of money immediately necessary for renunciation of a future pay off and the amount of money necessary in future for renunciation of an amount of money which is at present for disposition.

Under consideration of the utility of money the results yielded a subtractive relationship between the future amount of money and the time span until its pay off. This subtractive relationship includes the amount of money and the time spans as potential functions.

The author discusses the consequences of these results for the conceptions in the need delay research and for the impulsiveness of extraverts.

Резюме

Цель нашего исследования состояла в проверке гуманно-психологической валидности количественных необхавиористических теорий о связи между стоимостями и временными сроками до их выплат. Испытуемые оценивали сразу необходимую денежную сумму для отказа от будущего затрата денег и необходимую будущую денежную сумму для отказа от настоящей имеющей в

своём распоряжении денежной суммы под условиями вариации денежных сумм и временных сроков. В результате определили с помощью вариантного анализа под учитыванием польза денег субтрактивную связь между будущей денежной суммой и временным сроком до ее выплаты. В эту субтрактивную связь входили как и денежные суммы так и временные сроки в виде степенной функции. Из-за временной степенной функции кривая настоящей стоимости будущей выплаты идет вогнутее чем экспоненциальная функция, так что таким образом объясняются изменения планов испытуемых или импульсивные реакции. Обсуждают выводы для концепции исследования потребностных острожек и для импульсивности повернутых наружу.

Literatur

- AINSLIE, G.: Impulse control in pigeons. *J. exper. Anal. Behav.* 21 (1974) 485–489.
- AINSLIE, G.: Specious reward: a behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychol. Bull.* 82 (1975) 463–98.
- ANDERSON, N. H.: Information integration theory: a brief survey. In: Contemporary developments in mathematical psychology. Hrsg. KRANTZ, D. H., ATKINSON, R. C., LUCE, R. D., und SUPPES, P. Vol. 2 San Francisco: W. H. Freeman 1974.
- CHUNG, S. H., und HERRNSTEIN, R. J.: Choice and delay of reinforcement. *J. exper. Anal. Behav.* 10 (1967) 67–74.
- EKMAN, G., und LUNDBERG, U.: Emotional reaction to past and future events. *Acta Psychol.* 35 (1971) 430–441.
- EYSENCK, H. J.: The Eysenck Personality Inventory. (Deutsche Bearbeitung von EGGERT, D. Göttingen: Hogrefe 1974). London: University of London Press 1964.
- EYSENCK, S. B. G., und EYSENCK, H. J.: On the dual nature of extraversion. *Brit. J. soc. & clin. Psychol.* 2 (1963) 46–55.
- EYSENCK, S. B. G., und EYSENCK, H. J.: The place of impulsiveness in a dimensional system of personality description. *Brit. J. soc. & clin. Psychol.* 16 (1977) 57–68.
- GORMAN, B. S., WESSMAN, A. E., SCHMEIDLER, G. R., THAYER, S., and MANNUCCI, E.: Linear representation of temporal location and Stevens' law. *Memory and Cognition* 1 (1973) 169–171.
- GRUSEC, J. E.: Waiting for rewards and punishments: effect of reinforcement value on choice. *J. of pers. & soc. Psychol.* 9 (1968) 85–89.
- HASENPUSCH, B., und HOMMERS, W.: Ein Beitrag zur Messung des Spannungsbogens von jugendlichen Delinquenten. *Z. exper. u. angew. Psychol.* 22 (1975) 600–612.
- HULL, C.: Principles of behavior. New York: Appleton-Century-Crofts 1943.
- KAGAN, J., ROSMAN, B. L., DAY, D., ALBERT, J. and PHILLIPS, W.: Information processing in the child: significance of analytic and reflective attitudes. *Psychological Monographs* 78 (1964) Nr. 578.
- KILLEEN, P.: Preference for fixed-interval schedules of reinforcement. *J. exper. Anal. Behav.* 14 (1970) 127–131.
- KLINEBERG, S. L.: Future time perspective and the preference for delayed reward. *J. pers. & soc. Psychol.* 8 (1968) 253–257.
- LOGAN, F. A.: Decision making by rats: Delay versus amount of reward. *J. comp. & physiol. Psychol.* 59 (1965) 1–12.
- LYNCH, J. G.: Why additive utility models fail as descriptions of choice behavior. *J. exper. soc. Psychol.* 15 (1979) 397–417.
- MACBETH, L.: The ability to delay gratification: a trait – or not a trait? *Multi. Behav. Res.* 9 (1974) 3–19.
- MISCHEL, W.: Theory and research on the antecedents of selfimposed delay of reward. *Prog. exper. personality. Res.* 3 (1966) 85–132.
- MISCHEL, W.: Processes in delay of gratification. In: Advances in Experimental Social Psychology. Hrsg. BERKOWITZ, L., Vol. 7, New York: Academic Press 1974.

- MISCHEL, W., und METZNER, R.: Preference for delayed reward as a function of age, intelligence and length of delay interval. *J. Abnormal & Soc. Psychol.* 64 (1962) 425-431.
- MISCHEL, W., und GRUSEC, J.: Waiting for rewards and punishments: effects of time and probability of choice. *J. personality & Soc. Psychol.* 5 (1967) 24-31.
- NAVARICK, D. J., und FANTINO, E.: Self-control and general models of choice. *J. exper. Psychol.: Animal Behav. Proc.* 2 (1976) 75-87.
- ÖRTENDAHL, M., und SJÖBERG, L.: Delay of outcome and preference for different courses of action. *Percept. & Motor Skills* 48 (1979) 3-57.
- RACHLIN, H., und GREEN, L.: Commitment, choice, and self-control. *J. exper. Anal. Behav.* 17 (1972) 15-22.
- SHIMP, C. P.: The concurrent reinforcement of two response times: the relative harmonic length. *J. exper. Anal. Behav.* 12 (1969) 403-412.
- STUMPHAUZER, J. S.: Increased delay of gratification in young prison inmates through imitation of high delay peer models. *J. Personality & Soc. Psychol.* 21 (1972) 10-17.
- UTZ, H. E.: Empirische Untersuchungen zum Belohnungsaufschub. Ein Beitrag zur Konstruktvalidierung. München: Minerva Publikation 1979.

Eingegangen am 4. 1. 1982