

*Aus der Psychiatrischen Klinik der Universität Göttingen  
(Direktor: Professor Dr. J. E. Meyer)  
und dem Psychologischen Institut der Universität Göttingen  
(em. Direktor: Professor Dr. K. Gottschaldt)*

## **Food-Dispenser** **eine Methode zur Untersuchung des ‚spontanen‘ Appetitverhaltens\*)**

Von V. PUDEL

Mit 9 Abbildungen

(Eingegangen am 25. Februar 1971)

### **Einleitung**

Ein automatisch registrierendes Gerät (Food-Dispenser) zur simultanen Aufzeichnung menschlicher Nahrungsaufnahme soll vorgestellt werden. Neben ersten Ergebnissen zur Standardisierung wird vor allem der methodische Aufbau beschrieben.

Die Verwendung des Food-Dispensers soll es ermöglichen, während einer bestimmten Zeit das Appetitverhalten der Menschen über Meßdaten zu analysieren. Dabei nehmen die Versuchsteilnehmer als Ersatz üblicher Mahlzeiten ihre Nahrung am Food-Dispenser ein. Der spezielle methodische Aufbau verhindert, daß die Vpn eine direkte Kontrolle über aufgenommene Nahrungsmengen haben.

Weiterhin stellt die Methodik gegenüber den üblichen – in starkem Umfang sozio-kulturell bestimmten – Essitten eine weitgehende Abstraktion dar, so daß während des Experiments jene Variablen, die auf die übliche Situation des gedeckten Tisches konstituierend oder mehr oder weniger modifizierend einwirken können, weitgehend ausgeschaltet sind. Unter kontrollierten Bedingungen sind diese Faktoren andererseits jedoch als Experimentalvariablen wieder einführbar. Wesentlich reduzieren lassen sich im Experiment vor allem sozio-kulturelle Einflüsse, Bevorzugungen und Aversionen, optische und sozial determinierte Einstellungen und Nahrungstereotype, sowohl was Mengen als auch Qualität der Nahrung angeht. Weiterhin fehlen in der Standardsituation *soziale* Kontakte während des Essens.

Ausgehend von Versuchsanordnungen, mit denen Freßgewohnheiten bei Tieren untersucht werden sollten (3), entwickelten KRON et al. (18) eine Apparatur zur Erfassung des Saugverhaltens bei Neugeborenen. JORDAN, STUNKARD et al. (14) variierten diesen Aufbau, um das Appetitverhalten Erwachsener zu untersuchen. Nach wenigen Experimenten mit 14 Vpn konnten sie schon feststellen, daß hier wahrscheinlich eine brauchbare experimentelle Methode gefunden ist, normales und anomales Appetitverhalten in Abhängigkeit kontrollierbarer Variablen zu erfassen.

Die bisher methodisch stark differierenden Untersuchungen zur Nahrungsaufnahme, sowohl im Tier- als auch im Humanversuch lassen mit Sicherheit nur die Feststellung zu, daß die normale wie die klinisch auffällige Appetitregulation nicht

---

\*) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (SFB 33).

über *einen* Parameter zu erfassen ist, sondern nur im multidimensionalen Bezugssystem analysiert werden kann. Vornehmlich Tierversuche haben in der physiologischen Forschung zu verschiedenen Theorien geführt, die die Steuerung von Hunger und Sättigung als Regulationsvorgänge im Hypothalamus kybernetisch beschreiben (1, 2, 17, 25, 26). Als bekannte Konzepte sollen hier nur die thermostatische, lipostatische und glucostatische Theorie genannt werden (4, 5, 6, 22). Sozialpsychologische Forschungsrichtungen versuchen, schichtspezifische oder ethnologische „feeding-habits“ zu erfassen (7, 9, 16, 33). Hinzu kommen experimentalpsychologische Experimente, die überindividuelle Aspekte der Nahrungsaufnahme (15, 27) und die Steuerungsfunktionen von *external cues* und *internal cues* auf gesunde und gestörte Appetitregulation untersuchen (29, 30).

Schließlich bleiben psychiatrische und sozialpsychiatrische Untersuchungen zu nennen, die in ersten Ansätzen versuchen, Persönlichkeitsstrukturen Fettsüchtiger von denen Normalgewichtiger abzugrenzen (23); über demoskopische Methoden das *social-image* Normal- und Übergewichtiger zu umreißen (24) und bestimmte Reaktionstypen zu definieren, die sich vornehmlich durch Hyper- und Hypophagie als Reaktionen auf emotionale Belastungen unterscheiden. Hierzu liegen bisher Ergebnisse vor, die mit Hilfe standardisierter oder halbstandardisierter Fragebögen gewonnen wurden (19, 20, 21).

Es fällt auf, daß von einigen Arbeiten (u. a. 12, 13, 14, 15) abgesehen, bisher kaum versucht worden ist, die menschliche Nahrungsaufnahme direkt über längere Zeit in einer kontrollierbaren Situation zu erfassen, obgleich in Tierversuchen die Nahrungsaufnahme als Funktion verschiedener, unmittelbar gemessener Parameter sichtbar gemacht werden konnte, so z. B. in Abhängigkeit von Dauer des Nahrungsentzugs, dem Geschmack der Nahrung, der kalorischen Höhe, der Vitaminzusammensetzung, der umgebenden Raumtemperatur, der Arbeitsleistung zur Nahrungserlangung, etc.

Experimente mit dem Food-Dispenser sollen erstens gestatten, ähnliche Variablen im Humanbereich zu untersuchen, um damit Vergleiche zu Tierexperimenten zu liefern, und außerdem sollen sie zulassen, besonders den Kliniker interessierende Variable (so z. B. Stress) genauer zu beobachten und experimentell zu reproduzieren. Zur Untersuchung größerer Stichproben wurde der Food-Dispenser technisch verbessert und die Registrierung automatisiert. Es wird geprüft, ob dieser methodische Ansatz zu standardisieren ist; es wird weiter festgestellt, ob der Einfluß kontrolliert eingeführter Variablen auf die Nahrungsaufnahme prinzipiell meßbar ist.

### Beschreibung des Food-Dispenser.

Der Versuchsaufbau besteht aus zwei Teilen: (1) dem für die Vp sichtbaren Teil zur Nahrungsabgabe am Tisch der Vp und dem zweiten (2) Teil, außerhalb des Blickfeldes der Vp, zur Speicherung, Messung und Registrierung der aufgenommenen Nahrung.

- (1) Über der Mitte eines Tisches ist ein schwenkbarer Stahlarm angebracht, der in Höhe und Länge für jede Vp einstellbar ist. Am Ende des Armes wird auf einen Konus ein etwa 8 cm langer Schlauch als Saugmundstück aufgesteckt. Vom Konus führt die rückläufige Schlauchverbindung in eine Kabine. Seitlich neben dem Tisch auf gleicher Höhe befindet sich ein *one-way-mirror* zur Beobachtung der Vp aus der Kabine heraus.
- (2) In der Kabine wird die Schlauchleitung (lichte Weite 5-6 mm) über abklemmbare T-Verbindungen an drei Nahrungsspeicher angeschlossen. Ein Kugelfallventil in der Hauptleitung verhindert das Zurückfließen der Nahrung. Die Plexiglasbehälter mit je 1200 ml Volumen

sind luftdicht verschließbar. Durch die Behälterdeckel führt jeweils ein Stahlrohr bis fast zum Boden, durch das beim Absaugen von Nahrung Luft nachfließt. Die Unterkante der Behälter ist auf gleiche Höhe mit dem Mundstück montiert (Prinzip der MARIOTTESchen Flasche), so daß die Saugleistung für die Vp einerseits gering ist (etwa wie beim Trinkstrohalm), andererseits aber keine Nahrung unbeabsichtigt ausfließt.

Die nachströmende Luft wird vom Behälter rückläufig über Schläuche durch einen Gasvolumenanzeiger geführt, der somit unmittelbar die gesaugte Nahrungsmenge auf einer geeichten ml-Skala anzeigt. Neben der Volumenverminderung zeigt die Gasuhr ebenfalls die Druckverhältnisse im Nahrungsspeicher an, so daß zu Beginn der Nahrungsaufnahme ein leichter Unterdruck im Behälter durch den VI hergestellt werden kann, um die Anfangsträgheit der Gasuhr zu reduzieren. Mechanisch über austauschbare Über- oder Untersetzungen ist an die Zeigerachse der Gasuhr ein Nachlaufschreiber gekoppelt, dessen Stift durch Drehung der Uhrenachse in der Horizontalen ausgelenkt wird. In der Vertikalen läuft kontinuierlich die Zeitschreibung. Auf dem Registrierstreifen ergibt sich daher fortlaufend eine Summationskurve der aufgenommenen Nahrung, ablesbar in jeder Zeiteinheit.<sup>1)</sup>

Der Meßfehler der Apparatur liegt nach wiederholten Testläufen unter  $\pm 5\%$  des wahren Wertes; er verringert sich bei Volumina über 500 ml erheblich, bei Volumenmessungen unter 100 ml wird der Meßfehler jedoch so groß, daß die Apparatur in diesem Bereich nicht eingesetzt werden sollte.

### Beschreibung der Nahrung.

Nachdem in Vorversuchen verschiedene flüssige Nahrungsmittel auf ihre Verwendbarkeit getestet worden sind, konnte schließlich ein im Handel befindliches Instantpulver, das in Milch aufgelöst wird, als sehr geeignet herausgestellt werden<sup>2)</sup>. Bei fast gleicher chemischer Konsistenz sind verschiedene Geschmacksrichtungen herstellbar, die von den Vpn gerne getrunken werden. (Im Experiment waren: Kakao-, Kaffee- und Vanillegeschmack.)

Die Nahrung ist leicht herstellbar und besitzt homogene Konsistenz, d. h. sie zersetzt sich nicht bei Aufbewahrung in den Nahrungsspeichern. Ein Wechsel zwischen verschiedenen Geschmacksrichtungen – wegen der gleichen chemischen Konsistenz täglich zugelassen – verhindert weitgehend eine Geschmacksaversion durch Übersättigung. Über variierbare Kalorienkonzentration zwischen 50 und 200 kcal/100 ml ohne erhebliche Geschmacksveränderungen läßt sich Milch soweit calorisch anreichern, daß sie dem Nährwert üblicher Mahlzeiten gleichkommt.

Für die Experimente wurde eine Kalorienkonzentration von 1 kcal/1 ml gewählt, da dann das durchschnittlich aufgenommene Volumen im Caloriengehalt einem üblichen Frühstück vergleichbar wird (Befund der Vorversuche). Die Nahrung wurde mit einer konstanten Temperatur von 25 °C zubereitet. Das Verhältnis von Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten in der flüssigen Milchnahrung erfüllt diätetische Richtlinien.

### Versuchsdurchführung.

Die Experimente wurden in Einzelversuchen durchgeführt. Jede Vp kam 12mal zu gleicher Zeit zum Frühstück. Nach Möglichkeit fanden die Sitzungen an aufeinanderfolgenden Tagen statt.

<sup>1)</sup> Die gesamte Meß- und Registriereinrichtung wurde neu entwickelt. Im Versuchsaufbau von JORDAN et al. (14) mußte die Volumenverminderung direkt am Speicher durch den VI in jeder Minute an einer Skala abgelesen werden.

<sup>2)</sup> Carnation Company, Los Angeles: „Carnation Instant Breakfast“; Vertrieb BRD: Glücksklee, Hamburg: „Compli Instant Frühstück“.

anderfolgenden Tagen statt. In der Instruktion wird den Vpn erklärt, sie sollen morgens nüchtern zum Versuch kommen und nach null Uhr keine weiteren Nahrungsmittel zu sich nehmen. Mittagessen und Abendbrot können sie wie gewohnt einnehmen. Während des Experimentalführstücks sollen sie versuchen, so viel Flüssignahrung aufzunehmen, daß sie bis gegen Mittag ausreichend satt bleiben. Zum Frühstück sitzen die Vpn 12 Minuten am Tisch; es ist ihnen freigestellt, wann sie Nahrung aufnehmen. Zur Zeiteinteilung wird eine Uhr ins Blickfeld gehängt. Während der Mahlzeit liegt den Vpn die neueste Ausgabe einer Lokalzeitung vor. Instrumentale Hintergrundmusik wird mit geringer Lautstärke vom Tonband gespielt.

Zur Zielsetzung des Experimentes wird erklärt, die Teilnehmer befänden sich in einer KONTROLLgruppe zur Standardisierung und zum Vergleich von Messungen. Einer anderen Gruppe seien mit der Nahrung bestimmte Substanzen zugeführt worden, deren Einfluß auf Denkleistung, Konzentration etc. untersucht werden solle. Damit können ebenfalls die Anwendung von Fragebögen, Tests u. ä. erklärt werden; gleichzeitig wird die Aufmerksamkeit der Vpn von kontrollierter Mengenaufnahme abgelenkt.

Neben Antworten auf zwei Fragebögen, den getrunkenen Flüssigkeitsmengen wurden täglich die Raum- und Außentemperatur notiert. Das Körpergewicht der Vpn wurde in Abständen kontrolliert. Am Ende wurden Alter, Größe, Geschlecht und Beruf der Vpn erfaßt.

### Beschreibung der Fragebögen.

Explorationen in Vorversuchen und theoretische Überlegungen führten dazu, in den Hauptversuchen bestimmte Variablen mit der Fragebogentechnik zu messen, für die möglicherweise ein korrelativer Zusammenhang mit dem Frühstücks-Appetitverhalten besteht.<sup>1)</sup> Folgende Bereiche wurden täglich *vor* dem Frühstück erfaßt: Motivation zur Versuchsteilnahme; momentanes Hungergefühl; körperliches und psychisches Befinden; Schlafdauer in vorhergehender Nacht; Alkohol- und Nikotinkonsum am Vorabend; Zeitspanne zwischen Aufwachen und Frühstücksbeginn; aufgenommene Nahrungsmenge beim Mittagessen und Abendessen des Vortages. *Nach* dem Frühstück wurde erfragt, ob die Frühstückszeit ausgereicht habe, wie normal oder aufregend/wichtig der kommende Tagesablauf werde, wie die Nahrung geschmeckt habe. Schließlich gaben die Vpn eine Schätzung über das vermutlich aufgenommene Nahrungsvolumen ab. Sie schätzten in *Bechereinheiten*, dazu stand auf dem Tisch ein Standardbecher (160 ml Inhalt). Teileinheiten eines Bechers konnten angegeben werden. Außer diesen täglich wiederkehrenden Fragebögen wurde am letzten Versuchstag über einen Fragebogen von KRUMBACHER (19) das außerexperimentelle Appetitverhalten erfragt. Einige Fragen zum Experiment ließen sich hinzufügen.

### Zusammensetzung der Stichprobe.

An Hauptversuchen nahmen insgesamt 42 Vpn teil. Sie versicherten, gesund zu sein; insbesondere wurde nach Beschwerden des Magen- und Darmtraktes gefragt. Bei 50% der Vpn lag das Körpergewicht im Bereich  $\pm 5\%$  ihres Normgewichtes (berechnet nach den Tabellen der Society of Actuaries in (35)). Für keine Vp der restlichen 50% konnte eine prozentuale Differenz zum Normgewicht von mehr als  $\pm 25\%$  errechnet werden. Nach Geschlecht und Berufsgruppen wurden die Vpn unterschieden. Es ergibt sich folgende Verteilung:

<sup>1)</sup> Nicht direkt quantifizierbare Variablen wurden nach Kriterien von GUILFORD (10) über eine graphische 7-Punkte-Ratingscale eingestuft.

	weiblich	männlich	
Psychologiestudenten	( 7)	(17)	(24)
Klinikangestellte (Schwestern, Pfleger, MTA)	(14)	( 4)	(18)
	(21)	(21)	

Für 12 Sitzungen (Frühstück) wurde den Klinikangestellten DM 20,00 erstattet. Psychologiestudenten erhielten DM 12,00 und eine (für sie wichtige) Bescheinigung über Versuchsstunden. Mit dieser differenzierten Aufwandsentschädigung sollte etwa gleiche Motivation geschaffen werden.

### Ergebnisse

#### *Adaptation an Versuchssituation*

Nach dreitägiger Teilnahme am Experimentalfrühstück beginnen die folgenden, von den Vpn aufgenommenen Volumina nur noch im Zufallsbereich um den individuellen Mittelwert zu streuen. Die ersten drei Mahlzeiten werden daher als Adaptationsversuche an die neue Situation mit erheblich vergrößerter Varianz der aufgenommenen Mengen aufgefaßt. Berechnet wurde für jeden Tageswert jeder Vp die Wahrscheinlichkeit, mit der dieser Wert theoretisch in einem normalverteilten Sample vorkommt, relativiert zu Mittelwert und Standardabweichung der betreffenden Vp. Abb. 1 zeigt für 24 Vpn, daß in den ersten drei Tagen insgesamt 35 Nahrungsquantitäten aufgenommen werden, die auf individuellen Mittelwert und Standardabweichung bezogen eine geringere Wahrscheinlichkeit als 5% des Vorkommens haben. (Transformation über z-Werte). Während der nachfolgenden 6 Tage (doppelte Versuchsdauer) kommt es nur zu insgesamt 5 überzufälligen Abweichungen (schraffierte Felder). Die ersten drei Tage werden daher in die weiteren Berechnungen nicht einbezogen. Neben dieser Feststellung soll aber ein weiterer Aspekt besonders betont werden, daß nämlich Normalgewichtige nach kurzer Zeit (3 Tage) in der Lage sind, unter den beschriebenen Bedingungen ein relativ konsistentes Appetitverhalten zu zeigen.

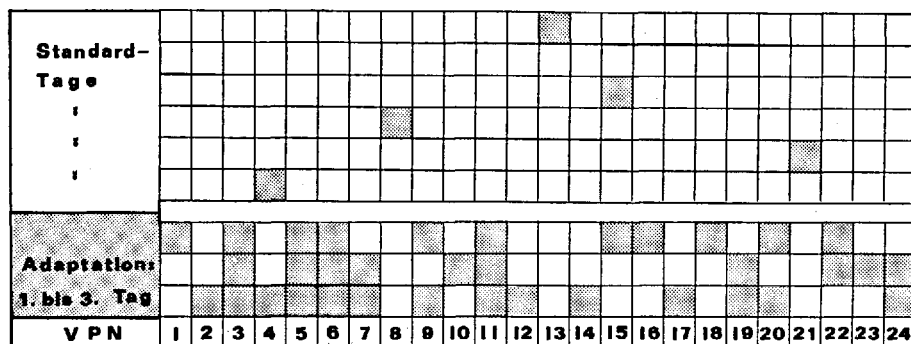
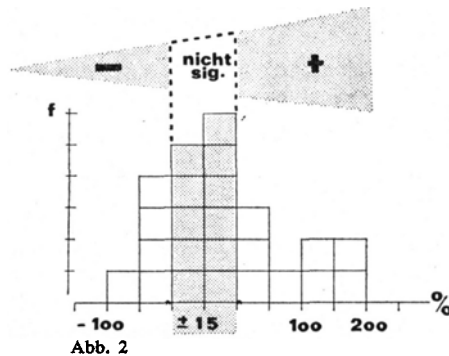


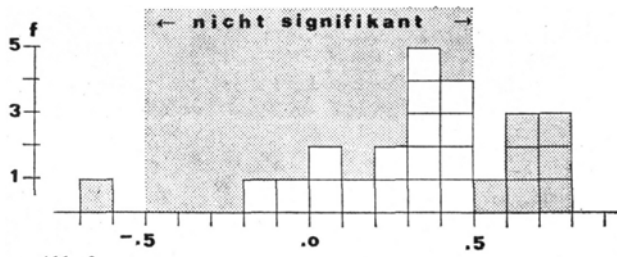
Abb. 1

### Mengenschätzungen

Die Fähigkeit, aufgenommene Nahrungsquantität ohne optische Kontrollmöglichkeit abzuschätzen, ist deutlich unterschiedlich ausgeprägt. Zwei Aspekte wurden statistisch überprüft: (1) Schätzen der *absoluten* Menge. 54% der Vpn sind nicht in der Lage, die absolute Menge richtig abzuschätzen. Es überwiegen *Überschätzungen* bis zu 200%. Wie aus Abb. 2 weiter entnommen werden kann, liegen *Unterschätzungen* im Bereich von  $-50\%$ . (Die Differenzen sind fast alle auf dem 1%-Niveau signifikant, mindestens jedoch auf dem 5%-Niveau). Bei 17% der Vpn wird die Variabilität der aufgenommenen Nahrungsmenge unterschätzt (Varianzenvergleich mit F-Test). Mehr als zwei Drittel aller Vpn geben unadäquate Schätzungen ab, was die absolute Menge betrifft.



(2) Schätzen der täglichen *Relation*. Werden die Schätzungen in ihren täglichen Relationen zu den objektiv gemessenen Nahrungsquantitäten untersucht, so kann insgesamt eine gemittelte P-M-Korrelation von  $r = 0,59$  ( $p = 0,01$ ) errechnet werden. Im Einzelfall ergeben sich stark streuende Koeffizienten, wie Abb. 3 zeigt. Die Fähigkeit, Nahrungsmengen *relativ* abzuschätzen, ist ähnlich wie die Fähigkeit zu *absoluten* Schätzungen individuell erheblich verschieden ausgeprägt.



### Zur Validität der Methode

Es mußte versucht werden, in dieser ersten Untersuchung eine grobe Validitätsabschätzung der Methodik an einem Außenkriterium vorzunehmen. Für jede Vp wurde über Körpergewicht und -größe, sowie Alter nach verschiedenen Formeln und Tabellen von (11) und (8) ein gemittelter Grundumsatzwert berechnet. Weiter über Tabellen von (31) und (34) je nach beruflicher Tätigkeit der Tagescalorienbedarf abgeschätzt. In Calorieneinheiten umgesetzt wurden weiterhin die Angaben der Vpn

über ihr außerexperimentelles Frühstück (nach Tabellen von 32). Über alle 42 Vpn ergeben sich zwischen Grundumsatz und den durchschnittlichen Experimentalcalorien eine Korrelation von  $r = 0,48$  ( $p \leq 0,01$ ), und zum Tageskalorienbedarf eine Korrelation von  $r = 0,50$  ( $p \leq 0,01$ ). Diese Koeffizienten bedeuten einerseits für die Methodik, daß im Langzeitversuch relativ gültige Ergebnisse gewonnen werden, sie bedeuten andererseits aber auch, daß Normalgewichtige in der Lage sind, über längere Zeit ihre Calorienzufuhr ihrem Tageskalorienbedarf anzupassen, ohne Kenntnis von der aufgenommenen Menge und ihrer kalorischen Konzentration zu haben.

Zwischen der kalorischen Höhe des außerexperimentellen Frühstücks können weder zum Grundumsatz ( $r = 0,15$ , ns) noch zum Tageskalorienbedarf ( $r = 0,14$ , ns) noch zur experimentellen Calorienaufnahme ( $r = 0,10$  ns) signifikante Korrelationen berechnet werden. Eine Befragung über das normale tägliche Frühstück ergibt also keine gültigen Hinweise zum Appetitverhalten, denn nicht physiologische, sondern situative Größen und Gewohnheiten etc. scheinen die außerexperimentelle Nahrungsaufnahme am Morgen zu beeinflussen.

Eine gesonderte Berechnung für die zumeist weiblichen Klinikangestellten unserer Stichprobe ergibt zwischen experimenteller Calorienaufnahme und Tageskalorienbedarf keine signifikante Korrelation; für die zumeist männlichen Studenten wird dagegen ein Koeffizient von  $r = 0,77$  ( $p \leq 0,01$ ) berechnet. Weibliche Vpn nehmen im Durchschnitt 236 kcal pro Mahlzeit weniger auf als männliche Vpn (Differenz auf 1%-Niveau abgesichert). Weiter liegt ihr durchschnittlicher Prozentsatz von experimentellen Frühstückskalorien bezogen auf ihren Grundumsatz mit 23,5% erheblich niedriger als der männlicher Vpn mit 31,9%. Abb. 4 zeigt die stark streuende Häufigkeitsverteilung aller Vpn der experimentellen Frühstückskalorien prozentual bezogen auf den Grundumsatz. Außerdem überschreiten männliche Vpn in der Experimentalsituation ihr übliches Normalfrühstück (berechnet auf 370 kcal mit einer Standardabweichung von 134 kcal) um durchschnittlich 194 kcal. Weibliche Vpn nehmen dagegen in der experimentellen Situation *weniger* Calorien auf im Vergleich zu ihrem Normalfrühstück (berechnet auf 337 kcal mit einer Standardabweichung von 97 kcal). Diese und weitere stichprobenspezifische Unterschiede konnten ebenfalls über Diskriminanzanalysen und Faktorenanalysen nach der Q-Technik nachgewiesen werden, wenn zusätzlich zur kalorischen Aufnahme weitere Variablen einbezogen werden (Fragebogenitems). Auf genaue Darstellung muß hier verzichtet werden (ausführlich hierzu 28).

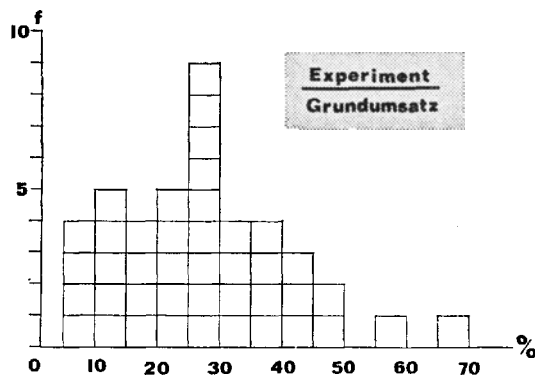


Abb. 4

### Fragebogenitems und Calorienzufuhr

Zwei methodische Aspekte konnten statistisch überprüft werden:

- (1) Korrelative Beziehungen zwischen den *durchschnittlichen* experimentellen Calorienwerten und den Fragebogenitems, d. h. eine Analyse der *interindividuellen* Variation bei *Ausschaltung* der *intraindividuellen* Variabilität. (Verrechnet werden Mittelwerte!)
- (2) Untersuchung gleicher Variablenets unter *Einschluß* intraindividuelle Variabilität über *alle* Versuchstage.

zu (1): Signifikante Korrelationen finden sich nur zwischen *physiologischen* Variablen und durchschnittlicher experimenteller Calorienzufuhr. Faktorenanalytisch (nach Principle-Component-Methode mit anschließender orthogonaler Rotation nach VARIMAX-Kriterium) läßt sich bei hohen Kommunalitäten für die Variablen *Hungergefühl, Körpergröße, Gewicht, Grundumsatz, geschätzte Menge und experimentelle Calorienzufuhr* ein eigener 1. Faktor mit einem Varianzanteil von 28% extrahieren. Andere gemessene Variablen laden auf deutlich unterscheidbaren Faktoren II bis VII. Diese Ergebnisse legen summarisch den Schluß nahe, daß die durchschnittlich über eine längere Zeit gemessene Calorienzufuhr als Funktion *physiologischer* Faktoren angesehen werden kann, nicht aber als Funktion momentaner, situativer und psychologischer Faktoren.

zu (2): Appetitschwankungen von Tag zu Tag und ihre korrelationsstatistische Beziehung zu den genannten Fragebogenitems ergeben dagegen ein anderes Bild. Es lassen sich signifikante Korrelationen zwischen experimenteller Calorienaufnahme und Alkoholkonsum am Vorabend ( $r = -0,19$ ;  $p \leq 0,05$ ) und Außentemperatur ( $r = -0,34$ ;  $p \leq 0,01$ ) nachweisen. Hungereinschätzung vor dem Essen und Außentemperatur zusammen erlauben im Einzelfall eine Vorhersage der calorischen Aufnahme, die größtmäßig durch die multiple Korrelation von  $r = 0,51$  ( $p \leq 0,01$ ) charakterisiert wird. Die Zeitspanne, die die Vpn zur Nahrungsaufnahme benötigen, steht in *keinem* Zusammenhang mit der Nahrungsmenge. Einen signifikanten, doch relativ losen Zusammenhang finden wir zwischen der nachträglichen Geschmackseinstufung und der aufgenommenen Menge mit  $r = 0,15$ . Diese und weitere Aspekte lassen sich wie unter (1) ebenfalls faktorenanalytisch relativ deutlich veranschaulichen (siehe 28). Im Gegensatz zur Langzeitregulation der Nahrungsaufnahme können also zur Erklärung der täglichen Varianz auch andere als nur physiologische Faktoren herangezogen werden. Reine psychologisch-motivationale Variablen laden jedoch vornehmlich auf Faktoren, die besonders durch Null-Ladungen der experimentellen Calorienzufuhr gekennzeichnet werden können, d. h. diese Variablen sind unabhängig von der Nahrungsaufnahme, was auch die Korrelationsmatrix schon zeigt.

### Differenzierung von Trinkkurven-Verläufen

Bisher wurde zur Grundlage aller Aussagen das absolut aufgenommene Nahrungsvolumen betrachtet, nicht jedoch der *Vorgang* der Nahrungsaufnahme als eine von der Zeit abhängige Variable. Die vom Registriergerät gezeichneten „Trinkkurven-Verläufe“ lassen sich phänomenal in drei differente Kurvenbilder einteilen, wie Abb. 5 zeigt:

*Typ 1:* Der Anstieg der Kurve und damit die Nahrungsaufnahme pro Zeiteinheit sind über die gesamte Dauer der Nahrungsaufnahme konstant. Die Kurven-gestalt ähnelt einer *Geraden*.

*Typ 2:* Mit größerem Anstieg der Kurve beginnend und zunehmender Abflachung gegen Ende hin im Sinn einer asymptotischen Annäherung an den Endwert. Ein Kurvenverlauf, der durch *logarithmische* Funktionen beschrieben wird.



Typ 3: Steile Anstiegsperioden wechseln mit Kurvenintervallen mit einem Anstieg von Null ab. Die Vp legt während der Nahrungsaufnahme Pausen ein. Dieser dritte Typ (Treppenkurve) ist kein eigentlich neuer, sondern er kann entweder Typ 1 oder Typ 2 zugeordnet werden, wenn anstiegsfreie Komponenten der Kurve über ihre Nachbarpunkte hin gemittelt werden.

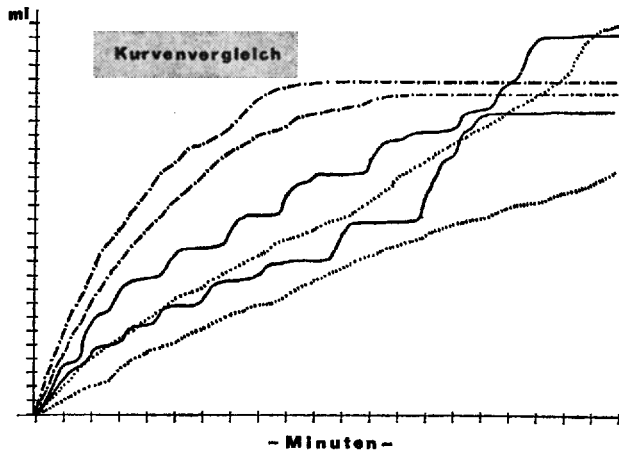


Abb. 5

Wichtig erscheint uns, daß es sich bei den aufgezeigten Kurventypen um überwiegend individalkonsistente Verlaufsgestalten handelt, wie zwei Beispiele zeigen. Abb. 6 vereinigt 12 Trinkkurven einer Vp vom Typus 1, Abb. 7 zeigt 12 Kurven einer Vp vom zweiten Typus. Alle 12 individualtypischen Kurven einer Vp wurden jeweils über analoge Koordinaten gemittelt, für die so entstehende Durchschnittskurve konnte die bestangepaßte quadratische Funktion ermittelt werden. Abb. 8 zeigt zwei deutlich unterscheidbare Kurven mit den dazugehörigen Funktionen mit unterschiedlichen quadratischen und linearen Anteilen:

Als einfacher zu errechnender und besser überschaubarer Parameter wurde ein analoges Maß eingeführt: Der in der ersten Zeithälfte aufgenommene Calorienwert

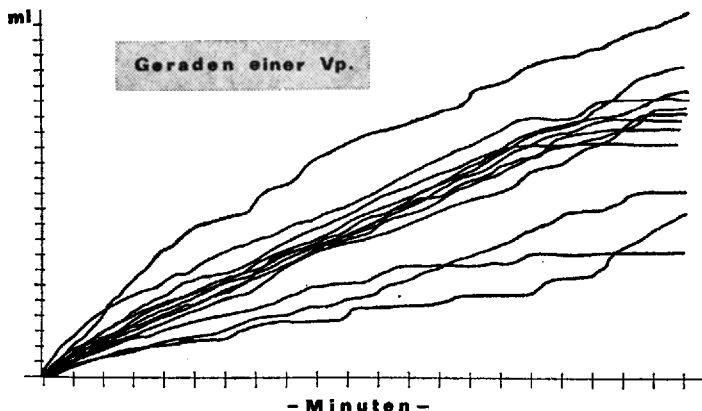


Abb. 6

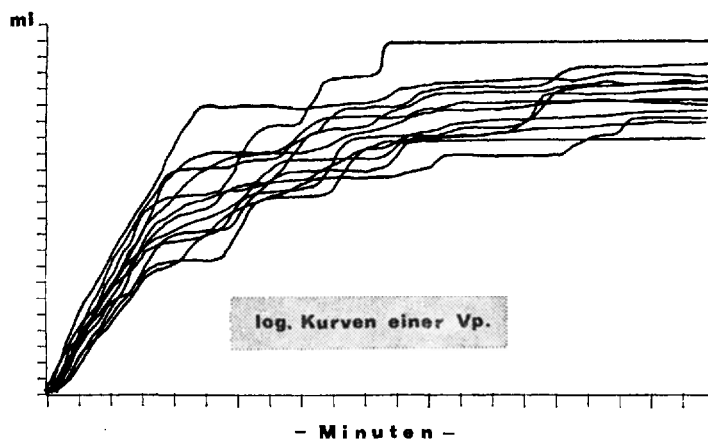


Abb. 7

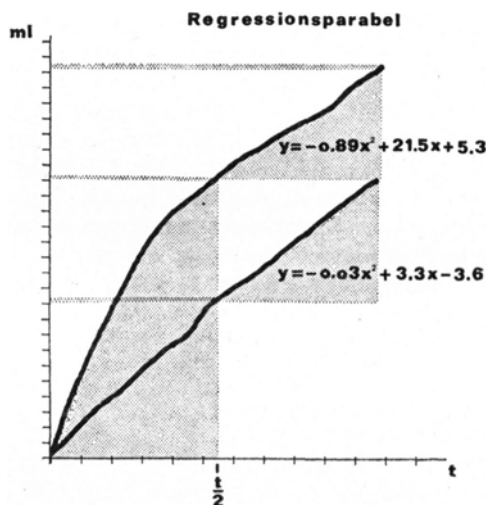


Abb. 8

relativiert in Prozentwerten zum überhaupt aufgenommenen Calorienwert. Diese Werte schwanken zwischen 50% (Gerade) und etwa 80% maximal (deutlich logarithmische Kurve). Die Häufigkeitsverteilung dieses wahrscheinlich normalverteilten Parameters zeigt Abb. 9.

Eine physiologische oder psychologische Erklärung dieses interindividuell unterschiedlichen Phänomens ist aufgrund unserer bisherigen Befunde nicht möglich (keine signifikanten Korrelationen zu allen erfaßten Variablen). Einzelne Beobachtungen lassen uns aber vermuten, daß der Trinkkurventypus und bestimmte Persönlichkeitsmerkmale korrelieren.

A. a. O. werden wir näher auf Einflüsse bestimmter kontrollierter Variablen eingehen, wobei besonders die Einwirkung von Stress vor und während der Nahrungsaufnahme und die Einführung einer Meßkala mit verzerrbarem Zeigerausschlag zur optischen Mengenkontrolle für die Vp von Bedeutung sein dürften.

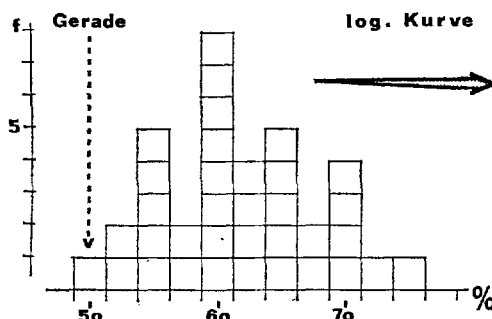


Abb. 9

### Diskussion

Die Darstellung einiger Ergebnisse aus Untersuchungen mit einer verbesserten Methodik, dem Food-Dispenser, läßt erkennen, daß es sich hier um eine nützliche Versuchsanordnung handelt zur Erfassung des *spontanen* menschlichen Appetitverhaltens. Wir meinen, daß gerade die gute Übereinstimmung zwischen der Langzeitcalorienzufuhr und physiologischen Größen einerseits und die meßbare Einwirkung von externen Variablen auf momentane Appetitschwankungen methodisch und auch inhaltlich bedeutsam sind. Die aufgeführten Unterschiede in der interindividuell differierenden Fähigkeit, Mengen absolut und relativ zu schätzen, weitere Berufs- und geschlechtsspezifische Differenzen und nicht zuletzt die individualtypische Trinkkurvenkonsistenz lassen den Schluß zu, daß der Food-Dispenser ganz besonders für differentielle Fragestellungen benutzt werden kann. Neben der Analyse der gesunden Appetitregulation dürfte diese Methode für klinische Fragen bei der Anorexia nervosa und vor allem bei der Fettsucht nützlich sein.

### Summary

With the method described it is possible to record the *spontaneous* food-intake in man simultaneously and quantitatively. The experimental situation is suitable for longterm-studies and is relatively free of socio-cultural cues, habits, attitudes, and stereotypes. The subject cannot control his food-intake optically.

#### Results:

1. Having adapted to the experimental setting, Ss with normal weight have a consistent food-intake.
2. Interindividual differences are recorded and analysed with regard (a) to the estimate of absolute quantity, (b) to the estimate of relative quantity.
3. The data recorded have average predictive validity-coefficients.
4. The effects of the independent variables can be accounted for quantitatively and qualitatively.
5. Individually consistent, but interindividually different types of cumulative food-intake curves are described, but cannot be fully interpreted yet.

### Zusammenfassung

Die hier dargestellte Methodik erlaubte es, das *spontane* Appetitverhalten des Menschen simultan und quantifiziert zu registrieren. Die Untersuchungssituation eignet sich für Langzeitversuche und ist relativ frei von sozio-kulturellen Einflüssen, Gewohnheiten, Einstellungen und Stereotypen. Der Essende kann die aufgenommene Nahrungsmenge optisch nicht kontrollieren.

*Ergebnisse:*

- (1) Normalgewichtige Vpn zeigen nach erfolgter Adaptation an die Situation konsistentes Appetitverhalten.
- (2) Interindividuelle Unterschiede werden erfaßt und analysiert (a) hinsichtlich absoluter Mengenschätzung und (b) relativer Mengenschätzung.
- (3) Die registrierten Daten besitzen im Vergleich zu Außenkriterien eine gewisse Validität.
- (4) Einflüsse kontrollierbarer Experimentalvariablen können qualitativ und quantitativ abgesichert werden.
- (5) Ein individuell konsistentes, interindividuell aber differentes Phänomen hinsichtlich der zeitlichen Verlaufsgestalt der Nahrungsaufnahme wird beschrieben, für das eine inhaltliche Deutung noch aussteht.

*Literatur*

1. ANAND, B. K., Proc. International Union of Physiological Sciences. XXII Intern. Congr. Vol. 1 (Leiden 1962). — 2. ANDERSSON, B., Proc. International Union of Physiological Sciences. XXII Intern. Congr. Vol. 1 (Leiden 1962). — 3. ANLIKER, J. & J. MAYER, J. appl. Physiol. 8, 667–670 (1956). — 4. BROBECK, J. R., Yale J. Biol. Med. 20, 545–552 (1948). — 5. BROBECK, J. R., Rec. Progr. Horm. Res. 16, 439–466 (1966). — 6. BROBECK, J. R., Regulation of feeding and drinking. In: Handbook of Physiology I: Neurophysiology (Amer. Physiol. Soc. 1960). — 7. BRUCH, HILDE, Ann. N. Y. Acad. Sci. 63, 68–75 (1955). — 8. FLEISCH, A., Helv. med. Acta 18, 23–26 (1951). — 9. GOLDBLATT, R. G.; M. E. MOORE & J. A. STUNKARD, J. Am. Med. Ass. 192, 1039–1044 (1965). — 10. GUILDFORD, J. P., Psychometric methods. (New York 1954). — 11. HARRIS, S. & F. G. BENEDICT, A biometric study of basal metabolism in man. Publication 279 of the Carnegie Institute of Washington (Washington 1919). — 12. HASHIM, S. A. & T. VAN ITALLIE, Fed. Proc. 23, 82–84 (1964). — 13. HASHIM, S. A. & T. VAN ITALLIE, Ann. N. Y. Sci. 131, 654–661 (1965). — 14. JORDAN, A.; W. WIELAND, S. ZEBLEY; E. STELLAR & A. STUNKARD, Psychosom. Med. 28, 836–842 (1966). — 15. JORDAN, A., E. STELLAR & S. Z. DUGGAN, Voluntary intragastric feeding in man. Communications in behavioral biology. Part A, Vol. 1, No. 1, 65–68 (1968). — 16. KATZ, D., Hunger und Appetit. (Leipzig 1932). — 17. KAYSER, CH., Dtsch. Med. Wschr. 36, 1785–1792 (1962). — 18. KRON, R. E.; M. STEIN & K. GODDARD, Psychosom. Med. 25, 181–186 (1963). — 19. KRUMBACHER, K., Das Appetitverhalten beim gesunden Menschen. Med. Diss. (München 1962). — 20. KRUMBACHER, K. & J. E. MEYER, Z. Psychosom. Med. 15, 89–94. (1963) — 21. MARCH, HELGA, Z. Psychosom. Med. 15 272–276 (1969). — 22. MAYER, J., Ann. N. Y. Acad. Sci. 63, 15–43 (1955). — 23. MEYER, J. E. & A. TUCHELT-GALLWITZ, Z. Psychosom. Med. 13, 73–107 (1967). — 24. MEYER, J. E. & A. TUCHELT-GALLWITZ, Comprehensive Psychiatry 9, 148–154 (1968). — 25. MINER, W. R. (Ed.), Ann. N. Y. Acad. Sci. 63, 1–144 (New York 1955). — 26. MORGANE, P. J., Hypothalamic and rhinencephalic mechanism in the regulation of caloric intake. In: Symposium XV: The regulation of food intake. Proc. XXII Intern. Congr. Physiol. (Leiden 1962). — 27. NISBETT, R. E. & D. D. KANOUSE, J. Person. Soc. Psychol. 12, 289–294 (1969). — 28. PUDEL, V., Experimentelle Überprüfung einer Methode zur Analyse der Appetitregulation. Dipl.-Arbeit, Psychol. Institut (Göttingen 1969). — 29. SCHACHTER, S., Science 161, 751–756 (1968). — 30. SCHACHTER, S. & L. GROSS, J. Person. Soc. Psychol. 10, 98–106 (1968). — 31. SPITZER, H. & K. HETTINGER, Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit. Refa-Nachrichten 7, 25–27 (Darmstadt 1964). — 32. WIRTHS, W. (Ed.), Kleine Nährwerttabelle der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. (Frankfurt 1958). — 33. ZETTERSTROM, M. H., Ment. Hyg. 46, 479–485 (1962). — 34. Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr. Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der Dtsch. Ges. Ernährung, Schriftenreihe der Ernährungsumschau (Frankfurt 1965). — 35. Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen. (Basel 1960).

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Psych. VOLKER PUDEL

Psychiatrische Klinik der Universität, 34 Göttingen, von-Siebold-Straße 5