

# GRUNDLAGENSTUDIEN

AUS

## KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

BAND 7 HEFT 3 September 1966, S. 65 - 72  
Kurztitel: **GrKG** 7/3 Schnelle, 2085 Quickborn/Germany

### UNTERSUCHUNG ZUR ABHÄNGIGKEIT DES ZEITAUFLÖSUNGSVERMÖGENS VOM LEBENSALTER

von Harald Riedel, Berlin

#### Problem

Untersuchungen an Erwachsenen über die Verschmelzungsgrenze des optischen, akustischen und taktilen Sinns wurden bereits Ende des vergangenen Jahrhunderts unternommen. Aus den numerisch gut übereinstimmenden Resultaten für alle drei Sinne wurde auf eine gemeinsame Ursache geschlossen, nämlich auf eine physiologisch bedingte konstante Länge des "Moments" (heute meist: subjektives Zeitquant - SZQ -), der kleinsten Einheit, in welche die subjektive Zeitan-schauung gerastert ist (vgl. v. Baer, 1864, Brecher, 1933). Nach einer Vermutung von Wiener (1948) wird in der informationstheoretischen Literatur diese Quantelung in subjektive Zeitquanten als Auswirkung eines zentralen Taktgebers des Gehirns aufgefaßt, und in dem Modell für den Informationsfluß und die Informationsverarbeitung im Menschen von H. Frank wird die Hypothese aufgestellt, Nachrichten würden binär codiert in den Kurzspeicher, den Ort der Gegenwärtigung, eingeliefert und ebenfalls binär verarbeitet, und zwar gerade 1 bit an subjektiver Information pro subjektivem Zeitquant. Diese Hypothese stützt sich u.a. auf Resultate von Untersuchungen, wonach von Erwachsenen etwa 16bit/sec apperzipiert werden können und das subjektive Zeitquant - zahlenmäßig sehr gut damit übereinstimmend - in der Größenordnung  $1/16$  sec liegt (vgl. Frank 1959, 1962). Wenn gezeigt werden könnte, daß entsprechend einer Altersabhängigkeit der Informationsaufnahmekapazität des Kurzspeichers ( $C_k$ ) (vgl. Riedel, 1965) auch die Größe des subjektiven Zeitquants vom Lebensalter abhängt, würde die oben genannte Hypothese als Grundlage des sich auf sie stützenden informationspsychologischen Modells als erstmals bestätigt anzusehen sein. Im unten beschriebenen Experiment sollte zunächst untersucht werden, ob eine entsprechende Altersabhängigkeit der optischen Verschmelzungsgrenze existiert.

#### Apparatur

Das zur Untersuchung notwendige Gerät wurde im Institut für Kybernetik angefertigt. Mittels eines Elektromotors, dessen Drehzahl über einen Regelwiderstand vom Versuchsleiter einstellbar ist, wird eine 21cm mal 15 cm große rechteckige Pertinaxplatte um die horizontale Achse rotiert. Auf jeder der beiden Plattenseiten ist eine Haltevorrichtung für je ein Wechselbild angebracht. Die verwendeten Bilder wurden aus stark lichtreflektierender Stanniolfolie für die

Positiv- und aus lichtschrückender Samtfolie für die Negativformen hergestellt. Dadurch konnte erreicht werden, daß das Licht, das von vier 2-Watt-Lampen abgestrahlt wird (welche - der Versuchsperson nicht sichtbar - im Gerät eingebaut sind) nur unter einem bestimmten Neigungswinkel der Bilder auf das Auge des Betrachters reflektiert wird, so daß das gesamte Bild für die Versuchsperson fast ausschließlich im genannten Neigungswinkel sichtbar und damit auch der bei rotierenden Bildern bekanntlich leicht auftretende "Verschmierungseffekt" beseitigt wird. Mittels eines auf der Arbeitswelle montierten Exzentrers wird ein Arbeitskontakt zweimal während jeder Umdrehung geschlossen und über diesen Kontakt für die durch ein Monoflop definierte Zeitspanne von 1 sec die Spannung von 12 Volt an einen elektromechanischen Zähler gelegt, so daß mittelbar die Anzahl der Bildwechsel pro Sekunde abgelesen werden kann. Die Bilder sind so konstruiert, daß die jeweils während eines Versuchs benutzten *zwei* bei langsamem Bildwechsel zu *einem* bewegten und bei schnellerem Bildwechsel schließlich zu *einem* stehenden Bild zu verschmelzen. Die Abbildungen 1 a - d zeigen die in der Untersuchung verwendeten Bilder.

### Methode

Die Versuche wurden vom 24. Januar bis 18. Juni 1966 an der Riemeisterschule (Grundschule) und Leistikowschule (OPZ) durchgeführt. An jeder Sitzung nahmen fünf Versuchspersonen teil. Ihnen wurde mitgeteilt, daß sie in einem "Kasten" Bilder betrachten sollten und daß ihnen anschließend leichte Beobachtungsaufgaben gestellt würden. Die Formulierung der Aufgaben wurde selbstverständlich entsprechend dem Verständnis der Kinder in den einzelnen Altersstufen gewechselt. Die Kinder wurden zunächst so placiert, daß sie gemeinsam das erste (langsam rotierende) Bild ("wippende Kinder") betrachten konnten, und wurden sodann aufgefordert, das Bild zu beschreiben. Sobald alle Kinder eindeutig den Sachverhalt "Zwei wippende Kinder" erkannt hatten, wurde der Bildwechsel pro Zeiteinheit erhöht (ca. 20 Bilder/sec) und die Versuchspersonen wurden wiederum zur Schilderung aufgefordert. Abermals nach übereinstimmender Äußerung, daß nunmehr "4 Kinder stillsitzen", wurden sie mit ihrer Aufgabe vertraut gemacht:

- a) Während die Bildfolge pro Zeiteinheit langsam erhöht wurde, sollte die Versuchsperson durch den Ruf "jetzt" zu erkennen geben, zu welchem Zeitpunkt die Kinder "nicht mehr wippen", sondern "alle 4 Kinder stillsitzen";
- b) Während die Rotationsgeschwindigkeit erniedrigt wurde, sollte die Versuchsperson angeben, wann "die 4 Kinder nicht mehr stillsitzen, sondern zu wippen beginnen". Anschließend wurden den Kindern Plätze zugewiesen, die im Blickfeld des Versuchsleiters lagen, jedoch eine Beobachtung der Bilder durch die Versuchspersonen nicht zuließen. Nun wurden die Kinder einzeln dem Versuch

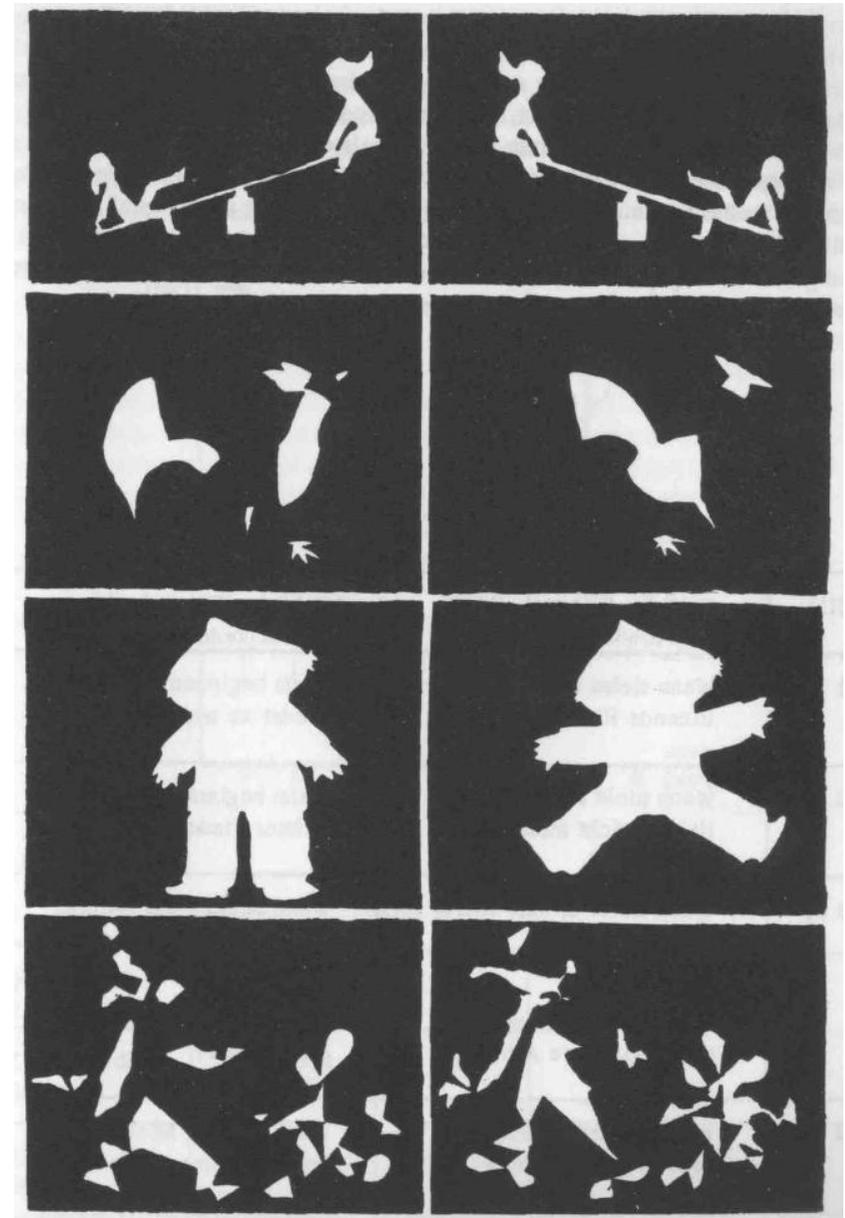


Bild 1

unterzogen. Nachdem der Versuchsleiter dem gerade untersuchten Kind seine Aufgabe nochmals in der beschriebenen Weise erklärt hatte, wurde die Anzahl der Bildwechsel pro Sekunde zum Zeitpunkt des subjektiven Bildumschlags bei sich beschleunigender und bei sich verlangsamender Rotationsgeschwindigkeit der Bilder je dreimal gemessen und zu jeweils einem Ergebnis gemittelt. Alle fünf Versuchspersonen wurden nacheinander mit jedem der 4 Bilder getestet. Bevor ein neues Bild eingelegt wurde, erfolgte jeweils die am Beispiel des ersten Bildes beschriebene gemeinsame Aufgabenerläuterung. Aufgrund der in Tafel I aufgeführten Fragen wurden für jede Versuchsperson 12 Ergebnisse erzielt. Insgesamt wurden 138 Schüler im Alter zwischen 7 und 15 Jahren untersucht.

Tafel I

Bild	Zahl der Bildwechsel/sec wird erhöht	Zahl der Bildwechsel/sec wird erniedrigt
1	Wann siehst du vier stillsitzende Kinder?	Wann beginnen die Kinder wieder zu wippen?
2	Wann nickt der Kopf des Hahnes nicht mehr ?	Wann beginnt der Kopf des Hahnes wieder zu nicken?
3	a) Wann siehst du vier stillstehende Beine? b) Wann siehst du zwei stillstehende rechte Arme?	Wann beginnt der Hampelmann wieder mit den Beinen zu hampeln? Wann bewegt sich der rechte Arm wieder?
4	a) Wann wackelt Micky nicht mehr mit den Ohren? b) Wann steht Goofys Daumen still?	Wann beginnt Micky wieder mit den Ohren zu wackeln? Wann beginnt Goofy wieder mit dem Daumen zu wackeln?

## 5 Erörterung der Ergebnisse

Die Mittelwerte der einzelnen Jahrgänge und ihre Standardabweichungen sind in Bild 2 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Anzahl der in einer Sekunde noch unterscheidbaren Bilder mit steigendem Lebensalter im untersuchten Bereich wächst. Die Varianzanalyse der untersuchten Komponente bezüglich der Altersabhängigkeit widerlegt die Nullhypothese mit mehr als 99,9 % (Tafel 2).

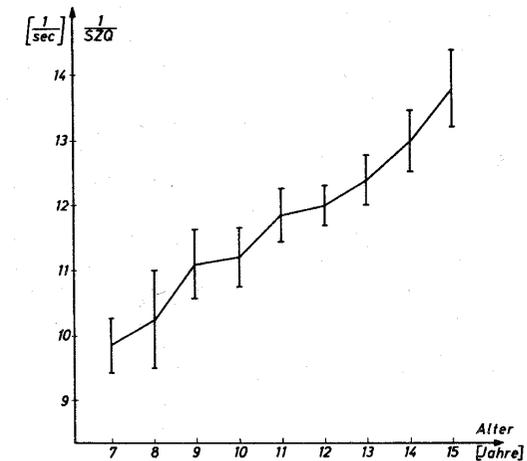


Bild 2

Tafel H

Quelle der Variation	Quadrat-sum men	df	Mittlere Quadrate	F
Zwischen den Gruppen	199,4	8	24,95	
Innerhalb der Gruppen	54,4	129	0,42	<u>59,4</u>
Total	253,8			

Selbstverständlich läßt sich argumentieren, die gefundene Altersabhängigkeit beruhe auf einer mit steigendem Lebensalter fortschreitenden Reifung der Netzhaut oder anderer Teile des optischen Apparats. Die Ergebnisse von Wundt und Brecher legen jedoch den Schluß nahe, das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung lasse sich vielmehr dadurch erklären, daß das subjektive Zeitquant mit steigendem Alter kleiner werde. Unter Zugrundelegung dieser Annahme wird ein Vergleich der hier gewonnenen Ergebnisse mit Werten für die Apperzeptionsgeschwindigkeit von Erwachsenen und Kindern interessant. Die vom Verfasser (1964/65) erhaltenen Werte für die Informationsaufnahme-geschwindigkeit des Kurzspeichers von Kindern zeigten eine Altersabhängigkeit in gleicher Richtung; jedoch steigen die Mittelwerte jener Untersuchung bis zum 15. Lebensjahr schneller an als bei der vorliegenden. Allerdings überlappen sich die Streuungsbereiche beider Experimente wenigstens im Bereich der unteren Jahrgänge, wie Bild 3 zeigt. Damit wäre die eingangs angeführte Hypothese H. Franks, daß der Mensch innerhalb eines subjektiven Zeitquants gerade 1 bit an subjektiver Information verarbeitet, durch die hier besprochene Untersuchung nicht widerlegt. Zum gleichen Ergebnis gelangt man, wenn man darüber hinaus auch die untere Korrekturkurve betrachtet, die vom Verfasser für die altersabhängigen  $C_k$ -Werte angegeben wurde (1964) (wonach die Werte von  $C_k = 8,2$  bit/sec der Siebenjährigen bis zu  $C_k = 15,2$  bit/sec der Fünfzehnjährigen zunehmen), gleichfalls wenn man den Wert  $C_k = 14,4$  bit/sec für Erwachsene in Betracht zieht, der sich aus den Versuchen von Merkel (1885) errechnet (vgl. Riedel, 1964) oder wenn man den sich aus Untersuchungen von Crossmann (1953) ergebenden Wert

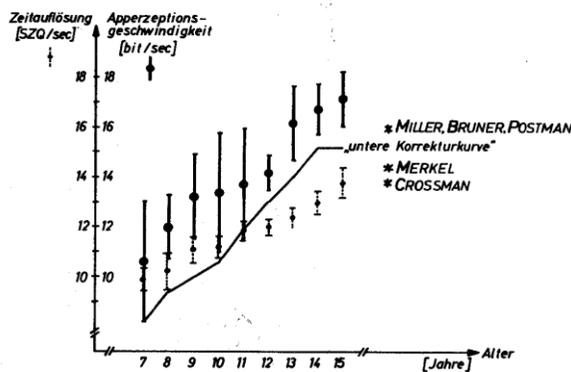


Bild 3

$C_k = 13,8$  bit/sec zum Vergleich heranzieht. Aufgrund der größenordnungsmäßig ungefähr übereinstimmenden Ergebnisse aus den Experimenten zur Bestimmung von  $C_k$ - und SZQ-Werten, könnten in einem ersten sehr einfachen und relativ groben Psychostrukturmodell für die algorithmische Lehralgorithmierung zunächst die SZQ-Werte als Parameter anstatt der nur durch entschieden schwierigere und aufwendigere Untersuchungen zu bestimmenden  $C_k$ -Werte eingesetzt werden.

### Zusammenfassung

An 138 Kindern im Alter zwischen 7 und 15 Jahren wurde mittels rotierender Bilder die optische Verschmelzungsgrenze bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, daß mit wachsendem Alter zunehmend mehr Bilder pro Zeiteinheit unterschieden werden können. Ein Vergleich der erhaltenen Werte mit Ergebnissen einer früheren Untersuchung über die Altersabhängigkeit der Apperzeptionsgeschwindigkeit widerlegt nicht die Hypothese von H. Frank (1959, 1962), wonach vom Menschen während eines subjektiven Zeitquants etwa 1 bit subjektive Information apperzipiert wird.

### Schriftumsverzeichnis

- |                |  |
|----------------|--|
| Brecher, G. A. | Die Entstehung und biologische Bedeutung der subjektiven Zeiteinheit, - des Moments. Zeitschrift für vergl. Physiologie 18, 1933 |
| Frank, H.      | Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendung auf die mime pure. Dissertation TH Stuttgart, 1959               |
| Frank, H.      | Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, Agis, Baden-Baden, 1962  |

- Merkel, J. Die zeitlichen Verhältnisse der Willensthätigkeit. Phil. Stud. 2. 1885
- Riedel, H. Die Altersabhängigkeit informationspsychologischer Parameter und ihre mögliche Bedeutung für Lehralgorithmen. In: Frank, H. (Hsg.). Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht II, Klett u. Oldenbourg, Stuttgart u. München, 1964
- Riedel, H. Empirische Untersuchungen zur kybernetischen Pädagogik. Schnelle, Quickborn, 1965
- Wiener, N. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. Hermann u. Cie, Paris 1948
- von Baer, K. E. Die Abhängigkeit unseres Weltbildes von der Länge unseres Moments. St. Petersburg, 1864, Beiheft zu GrKG 3, 1962

Richtlinien für die Af<sub>an</sub>

ssung.

Eingegangen am 7. Juli 1966

Anschrift des Verfassers:

Harald Riedel, 1 Berlin 37, Eiderstedter Weg 27