

**Visuelle Aufmerksamkeit und der Mechanismus des  
Metakontrasts**

**Odmar Neumann**

**Bericht No. 6/1978,**

**Psychologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum**

Erweiterte Fassung eines Referats auf dem 31. Kongreß der Deutschen  
Gesellschaft für Psychologie, Mannheim, 17. - 21. September 1978

## Zusammenfassung

Der Untersuchung lag die Annahme zugrunde, daß die U-förmige Metakontrast-Funktion durch Überlagerung von zwei monotonen Komponenten zustandekommt, die auf Mechanismen ähnlich den peripheren und zentralen Prozessen bei rückwirkender ‚Pattern‘-Maskierung (TURVEY 1973) beruhen. In einem Experiment mit dem Scheibe-Ring-Paradigma wurde gezeigt, daß die abfallende und die ansteigende Flanke der Metakontrast-Funktion unterschiedlich beeinflußt werden, wenn man (a) die Expositionszeit des Maskierreizes verlängert, (b) einen für die Aufgabe irrelevanten Zusatzreiz in der kontralateralen Gesichtsfeldhälfte bietet. Des weiteren ist die phänomenale Repräsentation des Maskiereffekts für die beiden Abschnitte der Maskierfunktion unterschiedlich. Es werden Befunde aus weiteren Experimenten mitgeteilt, die darauf hindeuten, daß der im Bereich längerer Intervalle liegende Teil der Maskierfunktion, der für die Darbietung des Zusatzreizes empfindlich ist, mit der Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit im Zusammenhang steht.

### **Abstract**

It was hypothesized that the U-shaped metacontrast function results from the superposition of 2 monotonic components which reflect mechanisms similar to the peripheral and central processes underlying backward pattern masking (TURVEY 1973). In an experiment using the disc-ring paradigm it was demonstrated that the descending and the ascending parts of the U-shaped metacontrast function are differentially affected by (a) exposure duration of the mask, (b) introduction of a taskirrelevant additional stimulus appearing in the contralateral visual hemifield. A second result was that the phenomenal representation of the masking effect is different for the two flanks of the curve. Some data from further experiments are mentioned which indicate that the ,long interval' part of the masking function, which is influenced by the appearance of the irrelevant stimulus, may be related to the control of visual attention.

Die Experimente, die ich berichten möchte, befassen sich mit einem visuellen Phänomen, das vor fast 70 Jahren von dem Wiener Physiologen Robert Stigler entdeckt wurde, und das er ‚metaphotischen Kontrast‘ nannte (STIGLER 1910); aus dieser Bezeichnung entstand die heute übliche Abkürzung ‚Metakontrast‘.

Metakontrast tritt auf, wenn einer kurzzeitig gebotenen Figur - z. B. einer Kreisscheibe oder einem Rechteck - in kurzem zeitlichem Abstand ein weiteres Reizmuster folgt, das seitlich daran anschließt.

Der erste Reiz (der Testreiz) erfährt dann durch den zweiten Reiz (den Maskierreiz) eine Beeinträchtigung seiner Wahrnehmbarkeit. Sie äußert sich je nach Untersuchungsmethode als Reduktion der wahrgenommenen Helligkeit (z. B. ALPERN 1953, BLANC-GARIN 1966, FRY 1934, GROWNEY, WEISSTEIN & COX 1977, PIERON 1935), als Schwellenerhöhung für den Testreiz (z.B. COX & DEMBER 1970, KOLERS 1962, LEFTON & ORR 1975), als Verschlechterung seiner Diskriminierbarkeit (z. B. BERNSTEIN, PROCTOR, PROCTOR & SCHURMAN 1973, BREITMEYER, LOVE & WEPMAN, 1974, WEISSTEIN & HABER 1965) oder Identifizierbarkeit (z. B. DEMBER, BRYANT & CHAMBERS 1975, McKEEVER & SUBERI 1974, MEWHORT, HEARTY & POWELL 1978, SCHURAAN 1972) oder einfach darin, daß er phänomenal verschwunden zu sein scheint (z.B. BURCHARD & LAWSON 1973, KOLERS & ROSNER 1960, MAYZNER, TRESSELT & HELFER 1967, TOCH 1956, WERNER 1935).

Die Daten, die man mit diesen Methoden erhält, werden meist so dargestellt, daß auf der Abszisse das Intervall zwischen den beiden Reizen und auf der Ordinate das jeweilige Maß für die Wahrnehmbarkeit des Testreizes erscheint. Diese Kurven zeigen einen für den Metakontrast typischen u-förmigen Verlauf: Die Beeinträchtigung durch den Maskierreiz ist bei sehr kurzen Intervallen gering, erreicht ein Maximum in einem Bereich von etwa 40 - 80 msec und reduziert sich wieder mit weiterer Verlängerung des Intervalls.

Zur Interpretation dieses U-förmigen Kurvenverlaufs bieten sich zwei vom Grundgedanken her unterschiedliche Erklärungsmodelle an.

Die erste Möglichkeit ist die, daß dem Metakontrast ein Mechanismus zugrunde liegt, der aufgrund seiner zeitlichen Funktionsmerkmale nur bei einem bestimmten Intervall zwischen Test- und Maskierreiz optimal anspricht. Die abfallende und die aufsteigende Flanke der Metakontrast-Funktion würden dann die geringer werdende Wirksamkeit dieses Mechanismus widerspiegeln, wenn das Intervall zwischen Test- und Maskierreiz diesen optimalen Wert entweder unter- oder überschreitet.

Dieser Mechanismus könnte, wie KAHNEMAN (1967) vorgeschlagen hat, derselbe sein, der auch der Scheinbewegung zugrunde liegt. Bei mittleren Intervallen zwischen Test- und Maskierreiz wird er - so Kahnemans Vermutung - zwar aktiviert, müßte aber wegen der figuralen Beschaffenheit der Metakontrast-Reize zum Eindruck einer gleichzeitigen Bewegung desselben Objektes in entgegengesetzte Richtungen führen. Aus der Unfähigkeit des visuellen Systems, diese widersprüchliche Bewegung zu realisieren, soll nach diesem Modell die perzeptive Unterdrückung des Testreizes resultieren. Das Optimum des Metakontrasts würde also zeitlich mit dem Optimum der Scheinbewegung zusammenfallen.

Dieser Erklärungsansatz ist auf eine Reihe empirischer Schwierigkeiten gestoßen (STOPER & BANFFY 1977, WEISSTEIN & GROWNEY 1969). Als erfolgversprechender scheint sich gegenwärtig ein Zugang zum Verständnis des Metakontrasts zu erweisen, der sich neuere Befunde aus der Neurophysiologie zunutze macht (BREITMEYER & GANZ 1976; siehe auch MATIN 1975, WEISSTEIN, OZOG & SZOG 1975). Diese Erklärung führt den Metakontrast darauf zurück, daß die auf die Testreiz-Darbietung folgende Aktivität in tonischen (,sustained') neuronalen Übertragungskanälen durch die phasische (,transient') Erregung gehemmt wird, die vom Maskierreiz ausgeht. Daß die maximale Maskierung erst bei einem bestimmten Intervall zwischen Test- und Maskierreiz zu beobachten ist, erklären BREITMEYER & GANZ (1976) mit der unterschiedlichen Verarbeitungsgeschwindigkeit der beiden Typen von Kanälen. Es wird angenommen, daß die phasische Erregung die Hirnrinde 50 - 100 msec früher erreicht als die tonische; um beide zu synchronisieren, muß also der Maskierreiz um ein entsprechendes Intervall verzögert werden. Die U-förmige Gestalt der

Metakontrast-Funktion ergibt sich bei BREITMEYER & GANZ (1976) wie bei KAHNEMAN (1967) daraus, daß die Wirksamkeit dieses Hemmungsprozesses umso geringer wird, je weiter sich das Intervall zwischen Test- und Maskierreiz nach der einen oder anderen Richtung von diesem optimalen Wert entfernt.

Eine zweite, noch wenig diskutierte (siehe MERIKLE 1977, TURVEY 1973, S. 40 f.) Möglichkeit, wie es zum U-förmigen Verlauf der Metakontrast-Funktion kommen könnte, ist die Überlagerung zweier Prozeßkomponenten, die jeweils monoton, aber in entgegengesetzter Richtung vom Intervall zwischen Test- und Maskierreiz abhängen. Es könnte sein, daß die Zunahme des Metakontrasts im abfallenden Bereich auf einen Mechanismus zurückgeht, dessen Maskierwirksamkeit monoton als Funktion des Intervalls zunimmt, während der Anstieg der Maskierfunktion nach Überschreiten des Maximums auf einem anderen Mechanismus beruht, der umso unwirksamer wird, je größer das Intervall zwischen Test- und Maskierreiz ist.

Zunächst erscheint dies als nicht mehr als eine Denkmöglichkeit, die sich vielleicht deshalb anbieten mag, weil sich eine derartige Zerlegung einer U-Funktion in zwei Komponenten schon häufig in anderen Zusammenhängen als zutreffend erwiesen hat (Beispiel: Die Positionskurve beim seriellen Reproduzieren). Es gibt jedoch darüber hinaus drei empirische Argumente für diese Hypothese, die es rechtfertigen, ihr experimentell nachzugehen:

1. Bei Durchsicht des Befundmaterials fällt auf, daß bestimmte Variablen sich anscheinend auf den ab- und den aufsteigenden Teil der Funktion unterschiedlich stark auswirken:

- Eine Verlängerung der Expositionszeit des Maskierreizes oder eine Verkürzung der Expositionszeit des Testreizes verstärkt im abfallenden Teil die Maskierung ganz erheblich, hat aber im ansteigenden Bereich nur einen geringen Effekt (ALPERN 1953, BLANC-GARIN 1966, MERIKLE 1977).

- Der Unterschied in der Maskierstärke zwischen monoptischer und dichoptischer Darbietung (der interessanterweise darin besteht, daß die dichoptische Maskierung stärker ist als die monoptische!) ist ebenfalls im wesentlichen auf die

abfallende Flanke beschränkt (GROWNEY & WEISSTEIN 1972, SCHILLER & SMITH 1968, WEISSTEIN & GROWNEY 1969).

- Eine dritte Variable, die offenbar vorwiegend im abfallenden Bereich der Funktion wirksam wird, ist der Winkelabstand zwischen Test- und Maskierreiz (GROWNEY 1976, LEFTON 1973, MERIKLE 1977). Allerdings ist hier die Befundlage weniger eindeutig als in den beiden vorausgehenden Fällen (siehe ALPERN 1953 und GROWNEY, WEISSTEIN & COX 1977).

Andere Variablen kommen vorwiegend in dem Bereich der Metakontrastfunktion zur Wirksamkeit, in dem die Leistung wieder im Ansteigen begriffen ist:

- Die Zahl der Elemente, aus denen heraus der Testreiz zu berichten ist, ist bei kurzen Intervallen fast ohne Belang, wirkt sich im zweiten Teil der Maskierfunktion aber massiv auf die Stärke des Metakontrasts aus (WEISSTEIN 1966).

- Ebenso ist nur dieser Teil der Funktion empfindlich für die Zugehörigkeit des Maskierreizes zur selben kognitiven Kategorie wie der Testreiz (MERIKLE 1977).

Dieses Befundmuster macht die Vermutung wahrscheinlich, daß der zweite Teil der Metakontrastfunktion höhere Prozesse der Informationsverarbeitung widerspiegelt, während der Mechanismus, der dem ersten, abfallenden Teil zugrundeliegt, mehr zur Peripherie hin zu lokalisieren ist. Diese Annahme würde auch eine Schwierigkeit lösen, die für alle Ein-Prozeß-Erklärungen des Metakontrasts besteht: Einerseits ist die Maskierfunktion für einfache Reizkonfigurationen sehr gut quantitativ aus physikalischen Reizparametern vorhersagbar (z.B. BRIDGEMAN 1971, WEISSTEIN 1968); dies legt nahe, den Metakontrast auf einer frühen Verarbeitungsstufe zu lokalisieren. Andererseits zeigt er sich aber auch empfindlich für Faktoren wie die figurale Ähnlichkeit zwischen Test- und Maskierreiz (FEHRER 1965, TOCH 1956, UTTALL 1970) und sogar die Kodierbarkeit des Testreizes als Wort (MAYZNER & TRESSELT 1970), was für eine spätere Verarbeitungsstufe als ‚Ort‘ der Maskierung spricht. Wenn die hier vertretene Annahme stimmt, dann sind dies nicht alternative, sondern einander ergänzende Zuordnungen des Metakontrasts.

2. Weitere Unterstützung findet diese Hypothese durch den Vergleich der Maskierfunktion einzelner Versuchspersonen. Es hat sich nämlich in einigen Experimenten gezeigt, daß interindividuelle Unterschiede in den beiden Teilen der Metakontrastfunktion ganz unterschiedlich ausgeprägt sein können. So erhielten z. B. BURCHARD & LAWSON (1973) von 6 Vpn Maskierfunktionen, deren aufsteigende Flanken um bis zu 70 msec. gegeneinander verschoben waren, während die individuellen Leistungen im absteigenden Teil im wesentlichen übereinstimmten. Umgekehrt fanden ERIKSEN, BECKER & HOFMANN (1970) individuell unterschiedliche Verläufe der Maskierfunktion im ersten Teil, hingegen gute Übereinstimmung zwischen Vpn im Bereich der aufsteigenden Flanke.

Diese Befunde werden verständlich, wenn man annimmt, daß den beiden Abschnitten der Metakontrast-Funktion nicht nur unterschiedliche Mechanismen zugrundeliegen, sondern daß deren Einwirkung auch unterschiedlich phänomenal repräsentiert ist. Je nach Umständen des Versuchs und Vp-Stichprobe könnten sich die Versuchspersonen dann mehr in der Fähigkeit unterscheiden, mit der einen oder mit der anderen Art von perzeptiver Beeinträchtigung des Testreizes zurechtzukommen. Diese Interpretation wird durch die Beobachtung von SCHURMAN (1972) gestützt, daß geübte Beobachter sich von ungeübten vorwiegend in der Leistung bei kurzen Maskierintervallen unterschieden, und zwar offenbar deshalb, weil es ihnen besser gelang, bei figuraler Integration von Test- und Maskierreiz den ersteren perzeptiv zu isolieren. Zusammen mit ähnlichen Befunden von Ira Bemstein und Mitarbeitern (BERNSTEIN, PROCTOR, BELCHER & SCHURMAN 1974, BERNSTEIN, PROCTOR, PROCTOR & SCHURMAN, 1973) führt dies zu der Vermutung, daß den beiden Teilen der Maskierfunktion und den beiden hypothetischen Mechanismen des Metakontrasts auf der phänomenalen Ebene zeitliche Integration zwischen Test- und Maskierreiz einerseits und ihre Wahrnehmung in Sukzession andererseits zugeordnet werden können. Mit anderen Worten: Die Maskierwirkung im Bereich der abfallenden Flanke würde davon abhängen, wie gut der Testreiz noch zu erkennen ist, wenn er mit dem Maskierreiz zeitlich und figural integriert wird; die allmähliche Verringerung der Maskierung im aufsteigenden Teil würde hingegen die zunehmende Wahrnehmbarkeit des Testreizes als eigenständiges visuelles Objekt beschreiben.

3. Das dritte Argument für eine Zwei-Komponenten-Theorie des Metakontrasts ergibt sich aus dem Vergleich mit einem verwandten experimentellen Paradigma. Bei der sogenannten ‚Pattern‘-Maskierung folgt dem Testreiz - meist einem Buchstaben oder einer Anordnung von Buchstaben - ein ihn vollständig überlappendes visuelles Muster aus zufällig angeordneten figuralen Elementen. Wie vor allem die Arbeiten von SPENCER (1969; SPENCER & SHUNTICH 1970), SCHEEPER (1973; SCHEERER & BONGARTZ 1973) und TURVEY (1973) gezeigt haben, verlangen die Befunde, die man mit diesem Paradigma erhält, die Annahme von mindestens zwei Mechanismen der Maskierung. Der erste ist gemäß dieser Vorstellung auf einer frühen Stufe der Verarbeitung lokalisiert, wird durch physikalische Variablen wie Darbietungsdauer und -intensität bestimmend beeinflusst und ist auf den zeitlichen Bereich beschränkt, in dem Test- und Maskierreiz ein gemeinsames Perzept bilden. Der zweite Mechanismus ist einer zentraleren Stufe der Verarbeitung zuzuordnen und demgemäß empfindlich für Faktoren wie Grad der Beanspruchung der Verarbeitungskapazität sowie die bis zum Eintreffen des Maskierreizes verfügbare Zeit. Seine Wirksamkeit erstreckt sich in den zeitlichen Bereich hinein, in dem Test- und Maskierreiz nicht mehr zu einem gemeinsamen Perzept integriert werden.

Es ist offensichtlich, daß diese Zwei-Faktoren-Konzeption der ‚Pattern‘-Maskierung große Ähnlichkeit mit der Vorstellung von der Funktionsgrundlage des Metakontrasts besitzt, die ich bisher skizziert habe. Diese Übereinstimmung hat einige Aussagekraft, da das jeweils zugrundeliegende Datenmaterial unterschiedlichen Experimenten entstammt, von denen im allgemeinen angenommen wird, daß sie verschiedene Phänomene untersuchen. Der Schluß liegt nahe, daß Metakontrast und ‚Pattern‘-Maskierung funktional mehr gemeinsam haben könnten, als es ihr äußeres Erscheinungsbild vermuten läßt.

Die bisher vorgetragenen Überlegungen stützen sich im wesentlichen auf einen Vergleich zwischen Daten, die unterschiedlichen Untersuchungen entstammen. Zudem handelt es sich um Nebenbefunde, die teilweise wenig mit der Untersuchungsabsicht der jeweiligen Experimente zu tun hatten, und die nicht immer statistisch abgesichert sind.

Aufgabe unseres ersten Experiments war es daher, diese vermuteten Unterschiede direkt nachzuweisen; d. h. die beiden Fragen, die wir uns stellten, waren:

a) Läßt sich zeigen, daß bestimmte experimentelle Variablen sich selektiv auf den abfallenden, andere sich nur oder zumindest vorwiegend auf den aufsteigenden Teil der Maskierfunktion auswirken?

b) Läßt sich zeigen, daß der Effekt der Maskierung im abfallenden und im ansteigenden Teil der Funktion phänomenal unterschiedlich repräsentiert ist?

### **Methode**

Als Reize wählten wir die Werner'sche Scheibe-Ring-Anordnung. Eine schwarze Scheibe rechts vom Fixationspunkt wurde 5 msec lang geboten; ihr folgte mit einem Zwischenreizintervall von 0 - 100 msec als Maskierreiz ein sie umschließender Ring.

Die beiden Faktoren, von denen wir erwarteten, daß sie sich unterschiedlich auf die beiden Teile der Maskierfunktion auswirken würden, waren

1. die Expositionszeit des Maskierreizes. Sie konnte 5; 7,5 oder 10 msec betragen.

2. die Darbietung eines Zusatzreizes, der in Form, Größe und Darbietungszeit mit dem Testreiz identisch war. In der Bedingung ‚mit Zusatzreiz‘ erschien diese zweite Kreisscheibe simultan mit dem Testreiz, und zwar im gleichen Abstand vom Fixationspunkt wie dieser in der anderen, also der linken Gesichtsfeldhälfte.

Die Entscheidung für diese beiden Variablen war mit durch das Ergebnis von Vorversuchen bestimmt, steht aber auch in Übereinstimmung mit dem, was ich eingangs aus der Literatur berichtet habe. Wir erwarten, daß die Expositionszeit des Maskierreizes primär den abfallenden Teil der Funktion, also den mehr peripheren Mechanismus beeinflussen würde, während der Zusatzreiz sich auf die zentrale Verarbeitung und also auf den zweiten Abschnitt der Funktion auswirken sollte.

Die zweite Absicht des Versuchs war es, der phänomenalen Repräsentation des Maskiereffekts nachzugehen. Hierzu gaben die Beobachter ihr Urteil anhand von drei unterschiedlichen Kriterien ab:

1. Detektion. Der Beobachter sagte ‚ja‘, wenn er sicher war, den Testreiz gesehen zu haben, sonst ‚nein‘. Diese Instruktion läßt offen, wie der Testreiz in den Fällen phänomenal repräsentiert ist, in denen der Beobachter ihn entdeckt.

2. Skalierung. Die wahrgenommene Dunkelheit des Testreizes wurde anhand einer Fünf-Punkte-Skala beurteilt, wobei 1 „weiß“ und 5 „schwarz“ bedeutete.

3. Zeitliche Auflösung. Der Beobachter gab an, ob er eine Sukzession von zwei Reizen wahrgenommen hatte oder nicht. Diese beiden Urteilsarten sollten Auskunft darüber geben, wie der Testreiz in den beiden Abschnitten der Maskierfunktion phänomenal repräsentiert war.

Die drei Urteilsarten waren auf 2 Antwortbedingungen verteilt: In Bedingung 1 gab der Beobachter ausschließlich ein Detektionsurteil ab. In Bedingung 2 beurteilte er sowohl Dunkelheit als auch zeitliche Auflösung. Ein Urteil „2-4“ drückte z. B. aus, daß Test- und Maskierreiz in Sukzession wahrgenommen wurden („2“) und daß der Testreiz dabei die Dunkelheit „4“ hatte. Die Skalierung der wahrgenommenen Dunkelheit bezog sich in den Fällen, in denen keine Sukzession zweier Reize gesehen wurde, auf das Innere des Rings.

Es ergab sich damit folgender Versuchsplan: Das Intervall zwischen Test- und Maskierreiz wurde in 10 Stufen variiert; die Expositionszeit des Maskierreizes in 3 Stufen; dazu gab es den zweistufigen Faktor ‚mit/ohne Zusatzreiz‘. Zu den 60 Kombinationen dieser drei Faktoren kamen die eben genannten beiden Antwortbedingungen, so daß sich 120 Kombinationen ergaben. Sie wurden jedem der drei Beobachter insgesamt je 20 mal geboten.

Die Antwortbedingungen wechselten blockweise. In jedem Block kam jede der verbleibenden 60 Kombinationen 2 mal vor. Die Darbietung erfolgte mit einem Scientific prototype-Tachistoskop, Modell GB. Die schwarzen Reize erschienen in einem Beobachtungsabstand von 120 cm auf einem weißen Darbietungsfeld von 7 X 5 Winkelgrad und mit einer Leuchtdichte von etwa 40 cd/m . Der Durchmesser der

Scheibe und der innere Durchmesser des Rings betragen 27', die Dicke des Rings 13,5'. Der Testreiz erschien 54' rechts vom Fixationspunkt, der mit ihm im übrigen identische Zusatzreiz in gleicher Entfernung links davon. Die 10 Zwischenreiz-Intervalle hatten die Werte 0, 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80, 90, 100 msec.

Die Abfolge der Zeitparameter wurde über ein Massey-Dickinson-System gesteuert; der Zusatzreiz wurde vom VI durch Verschieben einer Pappscheibe hinter einer runden Aussparung im Reizfeld eingestellt. Auf ein Signal des VL hin löste der Beobachter die Exposition manuell aus und gab anschließend sein Urteil je nach Antwortbedingung ab.

## Ergebnisse

Die Antwortbedingung ‚Detektion‘, in der der Beobachter einfach zu entscheiden hat, ob der Testreiz zu sehen ist, wurde auch in etlichen der klassischen Metakontrast-Experimente verwendet (z. B. WERNER 1935, KOLERS & ROSNER 1960, MAYZNER 1975). Wir erwarten also die übliche U-förmige Metakontrast-Funktion.

### Abb. 1

Wie Abb. 1 zeigt, ist dies der Fall. (Die Daten der drei Beobachter wurden gemittelt, da sie sich nicht bedeutsam voneinander unterschieden.) Auch die beiden anderen Faktoren ‚Expositionszeit des Rings‘ (Kurven mit unterschiedlichen Symbolen) und ‚Zusatzreiz‘ (gestrichelte Linien) wirken sich hochsignifikant auf das Detektionsurteil aus.

Für die Varianzanalyse wurden die 10 Intervalle in 3 Gruppen zusammengefaßt (Intervallgruppe I: 0, 10 und 20 msec; Intervallgruppe II: 30, 40 und 60 msec; Intervallgruppe III: 70, 80, 90 und 100 msec). Dies hatte den Vorteil, daß damit in jedem der 10 Versuchsblöcke 6 bzw. 8 Beobachtungen pro Zelle (Intervallgruppe x Expositionszeit x Zusatzreiz-Bedingung) zur Verfügung standen, die in „Prozent ja-Urteile“ umgerechnet und anschließend einer arcsin-Transformation unterzogen

wurden. Mit den 10 Werten aus den Versuchsblöcken als Stichprobe wurde eine Varianzanalyse gerechnet, in der die Beobachter als unabhängiger 3stufiger Faktor und die 3 Intervallgruppen, die 3 Expositionszeiten und die beiden Zusatzreizbedingungen als abhängige Faktoren eingingen. Außerdem wurde für jeden Beobachter eine getrennte 3x3x2-ANOVA gerechnet. Intervalle ( $F(2,54) = 335.8$ ;  $p < .001$ ), Expositionszeiten ( $F(2,54) = 105.64$ ;  $p < .001$ ) und Zusatzreiz ( $F(1,27) = 164.72$ ;  $p < .001$ ) hatten hochsignifikante Haupteffekte. Die drei Beobachter unterschieden sich nicht signifikant voneinander ( $F(2,27) = .53$ ; n.s.); ebenso war keine der Wechselwirkungen mit dem Faktor ‚Beobachter‘ signifikant. Die getrennten ANOVAs für die 3 Beobachter zeigten übereinstimmende Befundmuster.

Für unsere Frage wichtig sind die Wechselwirkungen: Sowohl Expositionszeiten ( $F(4,108) = 28.33$ ;  $p < .001$ ) als auch Zusatzreiz ( $F(2,54) = 14.28$ ;  $p < .001$ ) interagieren mit den Intervallen. Hingegen gibt es zwischen Expositionszeiten und Zusatzreiz keine Wechselwirkung ( $F(2,54) = 2.82$ ; n.s.). Die Art der Interaktionen stimmt im wesentlichen mit der Erwartung überein: Im Bereich der abfallenden Flanke wird die Detektionswahrscheinlichkeit vom Zusatzreiz nicht erkennbar beeinflusst. Dieser wirkt sich hingegen massiv auf die ansteigende Flanke aus; er verschiebt sie um etwa 30 msec nach rechts. Die Expositionszeit des Rings hat ihren Effekt umgekehrt primär im Bereich der absteigenden Flanke; allerdings ist sie entgegen unserer Erwartung auch im zweiten Teil nicht völlig irrelevant.

Zur weiteren Klärung der Interaktionen wurden getrennte ANOVAs für die 3 Intervallgruppen gerechnet. Für Intervallgruppe I war die Expositionszeit des Rings signifikant ( $F(2,54) = 130.24$ ;  $p < .001$ ), nicht aber der Zusatzreiz ( $F(1,27) = .39$ ; n.s.). Für Intervallgruppen II und III waren hingegen beide Faktoren signifikant (Expositionszeit:  $F(2,54) = 13.78$ ;  $p < .001$ , bzw.  $F = 6.95$ ;  $p < .01$ . Zusatzreiz:  $F(1,27) = 20.87$ ;  $p < .001$ , bzw.  $F = 182.90$ ;  $p < .001$ ). Doch zeigt ein Vergleich der F-Werte wie auch ein Blick auf Abb. 1, daß der Zusatzreiz in Intervallgruppe III ein weitaus gewichtigerer Faktor ist als die Expositionszeit des Testreizes. Die Interaktionen waren auch in diesen Analysen nicht signifikant.

Betrachten wir nun die Daten aus der zweiten Antwortbedingung, in der der Beobachter Zeitliche Auflösung und wahrgenommene Dunkelheit zu beurteilen hatte.

[Abb. 2](#)

Abb. 2 zeigt die Skalierungsdaten, und zwar getrennt danach analysiert, ob das jeweilige Urteil über die wahrgenommene Dunkelheit mit der Wahrnehmung von Sukzession zwischen Test- und Maskierreiz verbunden war (Kurven rechts oben), oder ob der Beobachter nur ein einziges visuelles Objekt sah (Kurven links). Die Symbole sind dieselben wie in Abb. 1.

Der Helligkeitsverlauf bei fehlender zeitlicher Auflösung zeigt eine große Ähnlichkeit mit dem Verlauf der Detektionskurven im Bereich der absteigenden Flanke. Auch hier gibt es einen Effekt der Expositionszeit des Rings, während der Zusatzreiz ohne Einfluß ist.

Für die Varianzanalyse der mit dem Urteil ‚simultan‘ verbundenen Skalierungsdaten wurden nur die Intervalle 0, 10, 20 und 30 msec berücksichtigt, für die für alle Bedingungen und alle Beobachter pro Versuchsblock wenigstens ein Urteil vorlag. (Wegen der beginnenden zeitlichen Auflösung war dies für die längeren Intervalle nicht mehr der Fall.) Die Mittelwerte der Skalierungsurteile aus den 10 Blöcken wurden auf die gleiche Weise behandelt wie die Detektionsdaten (5. 0. 5. 11 ). Die Intervalle (die im Unterschied zur obigen Analyse nicht zu Gruppen zusammengefaßt zu werden brauchten), zeigten, wie zu erwarten, einen hochsignifikanten Effekt ( $F(3,81) = 616.23; p < .001$ ), desgleichen die Expositionszeiten des Rings ( $F(2,54) = 248.91; p < .001$ ). Die Interaktion zwischen diesen beiden Faktoren war ebenfalls signifikant ( $F(6,162) = 11.21; p < .001$ ). Hingegen gab es für den Faktor ‚Zusatzreiz‘ weder einen signifikanten Haupteffekt ( $F(1,27) = .34; n.s.$ ), noch war er an einer signifikanten Interaktion beteiligt.

Der Umstand, daß sich im Bereich der abfallenden Flanke die Detektions- und die Skalierungsdaten so ähnlich verhalten, legt die Vermutung nahe, daß beide abhängigen Variablen dasselbe messen; genauer gesagt: daß die Wirkung des Maskierreizes in einer Reduktion der wahrgenommenen Dunkelheit des Testreizes im Ringinneren besteht, und daß auf dieser das Detektionsurteil des Beobachters beruht. In der Tat zeigt sich, daß zwischen den beiden Variablen ein einfacher Zusammenhang besteht.

### Abb. 3

Abb. 3 zeigt die z-transformierte Detektionswahrscheinlichkeit als Funktion der skalierten Helligkeit für die Intervalle bis 30 msec. Jeder der Datenpunkte steht für eine andere Kombination von Intervall, Expositionszeit und Zusatzreiz. Die Werte liegen auf einer gemeinsamen Regressionsgeraden. Der Zusammenhang zwischen den Variablen ‚Skalierte Dunkelheit‘ und ‚Detektionswahrscheinlichkeit‘ wird also für den Bereich der absteigenden Flanke der Metakontrast-Kurve durch eine klassische Schwellenfunktion beschrieben.

Kehren wir nun noch einmal zu den Dunkelheitskurven zurück (Abb. 2). Bei Intervallen größer als 40 msec endet die Übereinstimmung mit den Detektionskurven. Für diese beginnt ja dann ein monotoner Anstieg. Die skalierte Dunkelheit bleibt hingegen in den Fällen, in denen der Beobachter keine Sukzession wahrnimmt, auf dem bei etwa 40 msec erreichten niedrigen Niveau; d. h. das Ringinnere ist nahezu weiß. Wird jedoch in diesem Bereich der Testreiz als eigenständiges, dem Ring vorausgehendes visuelles Objekt wahrgenommen, dann erscheint er noch dunkler als bei den kürzesten Intervallen. Mit anderen Worten: die Zunahme der wahrgenommenen Dunkelheit im aufsteigenden Teil der Funktion geschieht, anders als im Bereich der abfallenden Flanke, sprunghaft; und sie geht mit der Wahrnehmung einer Sukzession von Test- und Maskierreiz einher.

Sehen wir uns diesen Übergang zur Wahrnehmung von Sukzession nun an, also die Schwellenfunktionen für zeitliche Auflösung.

### Abb. 4

In Abb. 4 ist die Wahrscheinlichkeit zeitlicher Auflösung als Funktion des Intervalls zwischen Test- und Maskierreiz aufgetragen; die Ordinatenkala ist z-transformiert. Die Werte lassen sich grob zwei Schwellenfunktionen zuordnen; eine für die Bedingungen mit und eine für die Bedingungen ohne Zusatzreiz. Die Schwelle für zeitliche Auflösung der Sukzession Testreiz - Maskierreiz wird also durch die Darbietung des Zusatzreizes um rund 30 msec erhöht.

Zur statistischen Analyse wurden die Intervalle im Bereich der Schwellenfunktion in zwei Gruppen zusammengefaßt (50, 60 und 70 msec vs. 80, 90 und 100 msec). Die prozentuale Detektionshäufigkeit pro Versuchsblock wurde dann für jede Zelle des Versuchsplans bestimmt und nach arcsin-Transformation in die Varianzanalyse gegeben, wie oben für die Detektionsdaten beschrieben. Ergebnisse:

Zusatzreiz ( $F(1,27) = 219.12$ ;  $p < .001$ ) und Intervallgruppe ( $F(1,27) = 399.39$ ;  $p < .001$ ) haben signifikante Haupteffekte und interagieren miteinander ( $F(1,27) = 75.18$ ;  $p < .001$ ). Dies gilt auch für die getrennten Analysen für einzelne Beobachter. Die Expositionszeit des Rings ist für keinen der Beobachter allein ein signifikanter Faktor, erreicht aber bei Zusammenfassung der 3 Beobachter Signifikanz ( $F(2,54) = 7.96$ ;  $p < .01$ ). Bei der Interpretation dieses im Vergleich zu den beiden anderen Haupteffekten geringfügigen Effekts ist eine schwachsignifikante Interaktion Intervalle x Expositionszeiten x Zusatzreiz zu berücksichtigen ( $F(2,54) = 4.22$ ;  $p < .02$ ). Die Inspektion der Daten läßt vermuten, daß der Effekt der Expositionszeit des Rings auf die zeitliche Auflösung im wesentlichen auf die Fälle beschränkt ist, in denen bei niedrigem (50 - 70 msec) Intervall die zeitliche Auflösung schon begonnen hat; dies ist nur ohne Zusatzreiz der Fall.

Der Zusatzreiz scheint also auf die zeitliche Auflösung die gleiche Wirkung zu haben, die wir für die aufsteigende Flanke der Detektionskurve gefunden haben; und hier wie dort ist der Effekt der Expositionszeit des Rings im Vergleich dazu geringfügig. Das läßt vermuten, daß die zeitliche Auflösung für die Detektion im Bereich der aufsteigenden Flanke die gleiche Bedeutung hat, wie die wahrgenommene Dunkelheit für den abfallenden Teil der Kurve. Diese Vermutung ist leicht zu prüfen, indem man sich die Korrelation zwischen Detektion und zeitlicher Auflösung im Bereich der aufsteigenden Flanke ansieht.

#### [Abb. 5](#)

In Abb. 5 ist diese Korrelation über die 30 Kombinationen von 5 Intervallen, 3 Expositionszeiten und 2 Zusatzreizbedingungen aufgetragen. Wie zu sehen ist, ist

die Detektionswahrscheinlichkeit über alle Parameterkombinationen faktisch mit der Wahrscheinlichkeit zeitlicher Auflösung identisch.

### Diskussion

Das Experiment hat die Vermutung, daß der U-förmige Verlauf der Metakontrast-Funktion durch Überlagerung von zwei monotonen Komponenten zustandekommt, zumindest für die hier benutzte Versuchsanordnung recht klar bestätigt. Die anfängliche Zunahme der Maskierung bei Verlängerung des Intervalls besteht in einer wachsenden Aufhellung der schwarzen Scheibe, solange sie mit dem Ring integriert wahrgenommen wird; diese Art der Maskierung ist empfindlich für die Expositionszeit des Rings, wird aber durch den Zusatzreiz nicht beeinflusst. Der Anstieg der Funktion, also die Abnahme der Maskierstärke nach Überschreiten des Maximums, ist hingegen an die Wahrnehmung einer Sukzession zwischen Test- und Maskierreiz gebunden. Sie geht mit einer sprunghaften Änderung in der wahrgenommenen Dunkelheit des Testreizes einher. Die Schwelle für diese zeitliche Auflösung wird durch einen Reiz, der zugleich mit dem Testreiz in der anderen Gesichtsfeldhälfte erscheint, um etwa 30 msec erhöht. Die Expositionszeit des Maskierreizes beeinflusst sie dagegen nur geringfügig.

Was besagt dieser Zerlegung der Maskierfunktion über die Funktionsgrundlagen des Metakontrasts? Auf einer allgemeinen Ebene lautet die Konsequenz, daß wir es mit demselben Nebeneinander ‚peripherer‘ und ‚zentraler‘ Prozesse zu tun haben wie bei der ‚pattern‘-Maskierung. (Siehe die oben erwähnten Arbeiten von SCHEERER (1973) und TURVEY (1973).) Einen eigenen Mechanismus des Metakontrasts anzunehmen, wäre damit zumindest unökonomisch. Damit soll nicht bestritten werden, dass unter den speziellen Bedingungen dieser Versuchsanordnung Effekte zu beobachten sind, die in anderen Fällen rückwirkender Maskierung nicht auftreten. Zu ihnen gehört offenbar der Zusatzreiz-Effekt, den wir gefunden haben. Ich möchte zum Schluß einige Überlegungen darüber vortragen, wie er zustandekommen könnte, und dazu kurz die Ergebnisse von vier Anschluß-Experimente mitteilen, zu deren vollständiger

Darstellung die Zeit fehlt, deren Auswertung teilweise auch noch nicht abgeschlossen ist.

Sicherlich handelt es sich nicht um einen retinalen Effekt. Beweise dafür sind u. a., daß er erst bei längeren Intervallen auftritt und die wahrgenommene Helligkeit unbeeinflusst läßt. Da der Zusatzreiz aber über die Grenze der Gesichtsfeldhälften hinweg wirksam ist, kommt aufgrund der anatomisch-funktionalen Verhältnisse im visuellen System dann als sein Substrat nur die Verarbeitung jenseits der primären Projektionsrinde als in Frage. Zur weiteren Eingrenzung dieser Zentralen Verarbeitungsstufe sind wir der Frage nachgegangen, durch welches Merkmal des Zusatzreizes der Effekt bewirkt wird. Erstes Ergebnis: Wenn der Zusatzreiz stationär ist, also während des ganzen Versuchs sichtbar, statt zusammen mit dem Testreiz aufzublitzen, tritt der Effekt nicht auf. Er wird also durch die Reaktion des visuellen Systems auf das Erscheinen des Zusatzreizes bewirkt, nicht auf seine Anwesenheit. Physiologisch gesprochen könnte das bedeuten, daß die phasische Reaktion auf den Zusatzreiz das Entscheidende ist.

Wenn dies zutrifft, dann wäre zu erwarten, daß der Effekt auch eintritt, wenn die plötzliche Änderung der Stimulation nicht im Erscheinen, sondern im Verschwinden des Zusatzreizes besteht. Diese Erwartung hat sich bestätigt (AUFSCHLÄGER, in Vorb.). Nimmt man gemäß der Hypothese von BREITMEYER & GANZ (1976) an, daß die Funktion der phasischen Übertragungskanäle in der Steuerung der visuellen Aufmerksamkeit besteht, dann läßt sich hieraus die folgende provisorische Vorstellung von der Wirksamkeit des Zusatzreizes ableiten: Ein Reiz, der simultan mit dem zu beachtenden Testreiz im Gesichtsfeld erscheint, löst ein mit diesem konkurrierendes Signal zur Aufmerksamkeitszuwendung aus. Die Folge ist, daß sich die Zuwendung der Aufmerksamkeit zum Testreiz verzögert. Solange dieser noch nicht bewußt beachtet wurde, ist er aber anfällig für die Maskierung durch den Ring. In dem Maß, in dem der Zusatzreiz in Konkurrenz mit dem Testreiz Aufmerksamkeit auf sich zieht, verlängert sich somit der zeitliche Wirkungsbereich des Maskierreizes.

Diese Hypothese läßt erwarten, daß sich der Zusatzreiz-Effekt verstärkt, wenn man dessen Chance, beachtet zu werden, erhöht. Dies müßte zum einen dadurch

zu erreichen sein, daß man ihn bereits kurz vor dem Testreiz bietet. In der Tat haben wir bestätigt gefunden, daß ein dem Testreiz vorausgehender Zusatzreiz wirksamer ist als einer, der ihm nachfolgt (MACHONA, in Vorb.). Schließlich - dies ist das letzte Experiment, das ich erwähnen möchte - müßte sich der Aufmerksamkeitswert des Zusatzreizes erhöhen lassen, wenn die Versuchsperson dadurch zu seiner Beachtung gezwungen wird, daß sie auf ihn mit einer manuellen Reaktion antworten muß. Wie erwartet, verschlechterte diese Doppelaufgaben-Bedingung die Leistung beim Entdecken des Testreizes. Doch die vorhergesagte Wechselwirkung blieb aus; Zusatzreiz und Zusatzaufgabe waren in ihrer Wirkung auf den Testreiz offenbar un-abhängig voneinander (ADLER, in Vorb.). Dies widerlegt die hier vorgeschlagene Aufmerksamkeits-Hypothese sicher nicht, zeigt aber doch, daß sie zumindest noch erheblicher Präzisierung bedarf.

## Literatur

- Adler, A., Die Wirkung eines zusätzlichen Reizes im Gesichtsfeld auf den Verlauf der Metakontrast-Funktion: III. Ein Kontrollexperiment mit objektiven Leistungsmaßen. Unveröffentl. Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum, in Vorb.
- Alpern, M., Metacontrast. *Journal of the Optical Society of America*, 1953, 43, 648 - 657
- Aufschläger, M., Die Wirkung eines zusätzlichen Reizes im Gesichtsfeld auf den Verlauf der Metakontrast-Funktion: II. Aufblitzen und Erlöschen als Zusatzreize. Unveröffentl. Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum, in Vorb.
- Bernstein, I., Proctor, R. W., Belcher, J., Schurman, D. L., An analysis of U-shaped metacontrast. *Perception & Psychophysics*, 1974, 16, 329 - 336
- Bernstein, I. H., Proctor, J. D., Proctor, R. W., Schurman, D. L., Metacontrast and brightness discrimination. *Perception & Psychophysics*, 1973, 14, 293 - 297
- Blanc-Garin, J., Les relations temporelles dans le masquage lateral visuel. *Année Psychologique*, 1966, 66, 365 - 381
- Breitmeyer, B. & Ganz, L., Implications of sustained and transient channels for theories of visual masking, saccadic suppression, information processing. *Psychological Review*, 1976, 83, 1 - 36
- Breitmeyer, B. Love, R., Wepman, B., Contour suppression during stroboscopic motion and metacontrast, *Vision Research*, 1974, 14, 1451 - 1456
- Bridgeman, B., Metacontrast and lateral inhibition. *Psychological Review*, 1971, 78, 528 - 539
- Burchard, S., & Lawson, R. B., A U-shaped detection function for backward masking of similar contours. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, 99, 35 - 41

- Cox, G. A. & Dember, W. N., Backward masking of visual targets with internal contours. *Psychonomic Science*, 1970, 19, 255 - 256
- Dember, W. N., Bryant, B., Chambers, J., Masking effectiveness of disks varying in duration and number of internal segments. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1975, 5, 243 - 245
- Eriksen, C. W., Becker, B. B., Hoffman, J. E., Safari to masking land: A hunt for the elusive U. *Perception & Psychophysics*, 1970, 8, 245 - 250
- Fehrer, E., Contribution of perceptual segregation to the relationship between stimulus similarity and backward masking. *Perceptual and Motor Skills*, 1965, 21, 27 - 33
- Fehrer, E., Effect of stimulus similarity on retroactive masking. *Journal of Experimental Psychology*, 1966, 71, 612 - 615
- Fry, G., Depression of the activity aroused by a flash of light by applying a second flash immediately afterwards to adjacent areas of the retina. *American Journal of Physiology*, 1934, 108, 701 - 707
- Growney, R., The function of contour in metacontrast. *Vision Research*, 1976, 16, 253 - 261
- Growney, R., Weisstein, N., Cox, S., Metacontrast as a function of spatial separation with narrow line targets and masks. *Vision Research*, 1977, 17, 1205 - 1210
- Growney, R., & Weisstein, N., Spatial characteristics of metacontrast. *Journal of the Optical Society of America*, 1972, 62, 690 - 696
- Kahneman, D., An onset-onset law for one case of apparent motion and metacontrast. *Perception & Psychophysics*, 1967 2, 577 - 584
- Kolers, P. A., Intensity and contour effects in visual masking. *Vision Research*, 1962, 2, 277 - 294
- Kolers, P. A., & Rosner, B. S., On visual masking (metacontrast): Dichoptic observation. *American Journal of Psychology*, 1960, 73, 2 - 21
- Lefton, L. A., Spatial factors in metacontrast. *Perception & Psychophysics*, 1973, 14, 497 - 500

- Lefton, L. A., & Orr, T. B., Metacontrast can be obtained in the fovea: An examination of retinal location and target size. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1975, 6, 169 - 172
- Machona, M., Die Wirkung eines zusätzlichen Reizes im Gesichtsfeld auf den Verlauf der Metakontrast-Funktion: 1. Variation der zeitlichen Position des zusätzlichen Reizes. Unveröffentl. Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum, in Vorb.
- Matin, E., The two-transient (masking) paradigm. *Psychological Review*, 1975, 82, 451 - 461
- Mayzner, M. S., Studies of information processing in man. In R. Solso (Hg) *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium* Potomac, Md: Erlbaum, 1975
- Mayzner, M. S. & Tresselt, M. E., Visual information processing with sequential inputs: A general model for sequential blanking, displacement, and overprinting phenomena. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1970, 169, 599 – 618
- Mayzner, M. S., Tresselt, M. E., Helfer, M. S. A., A provisional model of visual information processing with sequential inputs. *Psychonomic Monograph Supplements*, 1967, 2, 91 - 108
- McKeever, W. F. & Suben, M., Parallel but temporally displaced visual half-field metacontrast functions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1974, 26, 258 - 265
- Merikle, P. M., On the nature of metacontrast with complex targets and masks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1977, 3, 607 - 621
- Mewhort, D. J. K., Hearty, P. J., Powell, J. E., A note on sequential blanking. *Perception & Psychophysics*, 1978, 23, 132 - 136
- Pieron, H., Le processus du metacontraste. *Journal de psychologie normale et pathologique*, 1935, 32, 5 - 24

- Scheerer, E., Integration, interruption and processing rate in visual backward masking. 1. Review. *Psychologische Forschung*, 1973, 36, 71 - 93
- Scheerer, E. & Bongartz, W., Integration, interruption and processing rate in visual backward masking. II. An experimental test. *Psychologische Forschung*, 1973, 36, 95 - 115
- Schiller, P. H. & Smich, M. C., Monoptic and dichoptic metacontrast. *Perception & Psychophysics*, 1968, 3, 237 - 239
- Schurman, D. L., Predictive validity of a Rashevsky-Landahl neural net: Test of a model of masking for form. *Perception & Psychophysics*, 1972, 12, 183 - 186
- Spencer, T. J., Some effects of different masking stimuli on iconic storage. *Journal of Experimental Psychology*, 1969, 81, 132 - 140
- Spencer, T. J., & Shuntich, R., Evidence for an interruption theory of backward masking. *Journal of Experimental Psychology*, 1970, 85, 198 - 203
- Stigler, R., Chronophotische Studien über den Umgebungskontrast. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie*, 1910, 134, 365 - 435
- Stoper, A. E., Banffy, S., Relation of split apparent motion to metacontrast. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1977, 3, 258 - 277
- Toch, H. H., The perceptual elaboration of stroboscopic presentations. *American Journal of Psychology*, 1956, 69, 345 - 358
- Turvey, M. T. On peripheral and central processes in vision: Inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 1973, 80, 1 - 52.
- Uttal, W. R., On the physiological basis of masking with dotted visual noise. *Perception & Psychophysics*, 1970, 7, 321 - 327
- Weisstein, N., Backward masking and models of perceptual processing. *Journal of Experimental Psychology*, 1966, 72, 232 - 240
- Weisstein, N. A., A Rashevsky-Landahl neural net: Simulation of metacontrast. *Psychological Review*, 1968, 75, 494 - 521

- Weisstein, N., & Growney, R., Apparent movement and metacontrast: A note on Kahneman' s formulation. *Perception & Psychophysics*, 1969, 5, 321 - 328
- Weisstein, N. & Haber, R. N., A U-shaped backward masking function in vision. *Psychonomic Science*, 1965, 2, 75 - 76
- Weisstein, N., Ozog, G., Szog, R., A comparison and elaboration of two models of metacontrast. *Psychological Review*, 1975, 82, 325 – 343

## Abbildungen

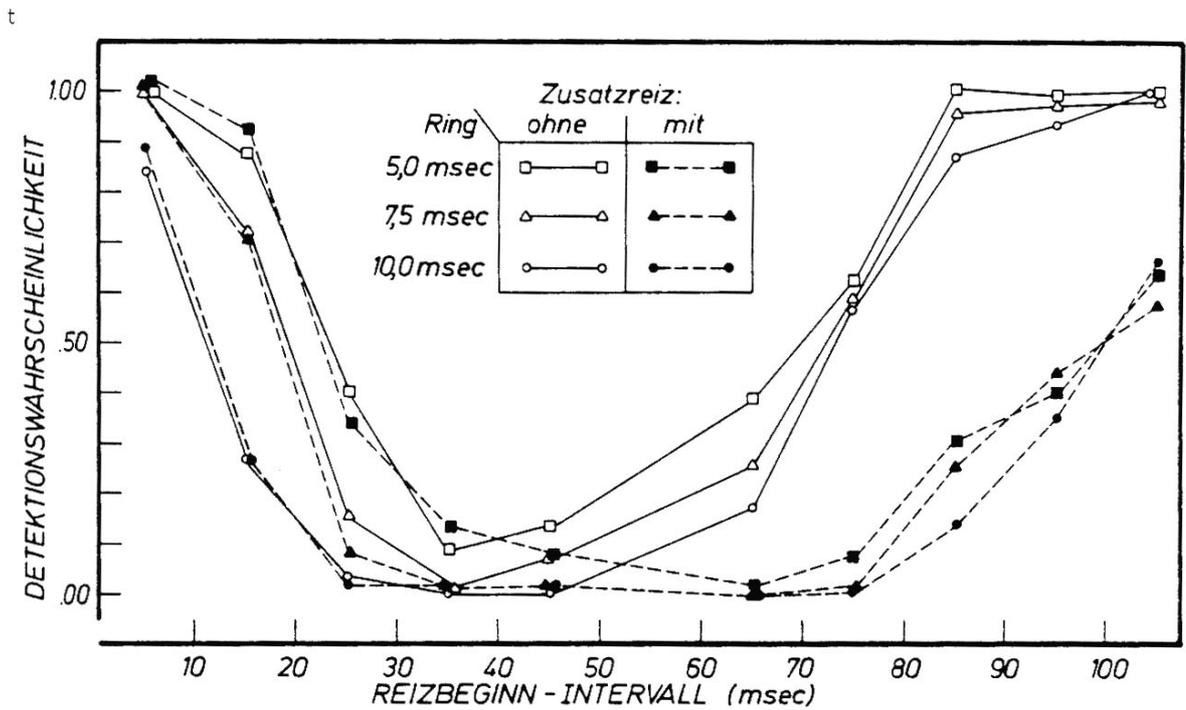


Abb. 1

Wahrscheinlichkeit einer ‚ja‘-Antwort in Antwortbedingung ‚Detektion‘. Die Daten der 3 Beobachter sind zusammengefasst. Abszissendimension ist das Reizbeginn-Intervall (Stimulus Onset Asynchrony = SOA), das aufgrund der über alle Bedingungen konstanten Expositionszeit des Testreizes stets 5 msec mehr als das Zwischenreizintervall (ISI) betrug. Weitere Erläuterungen im Text.

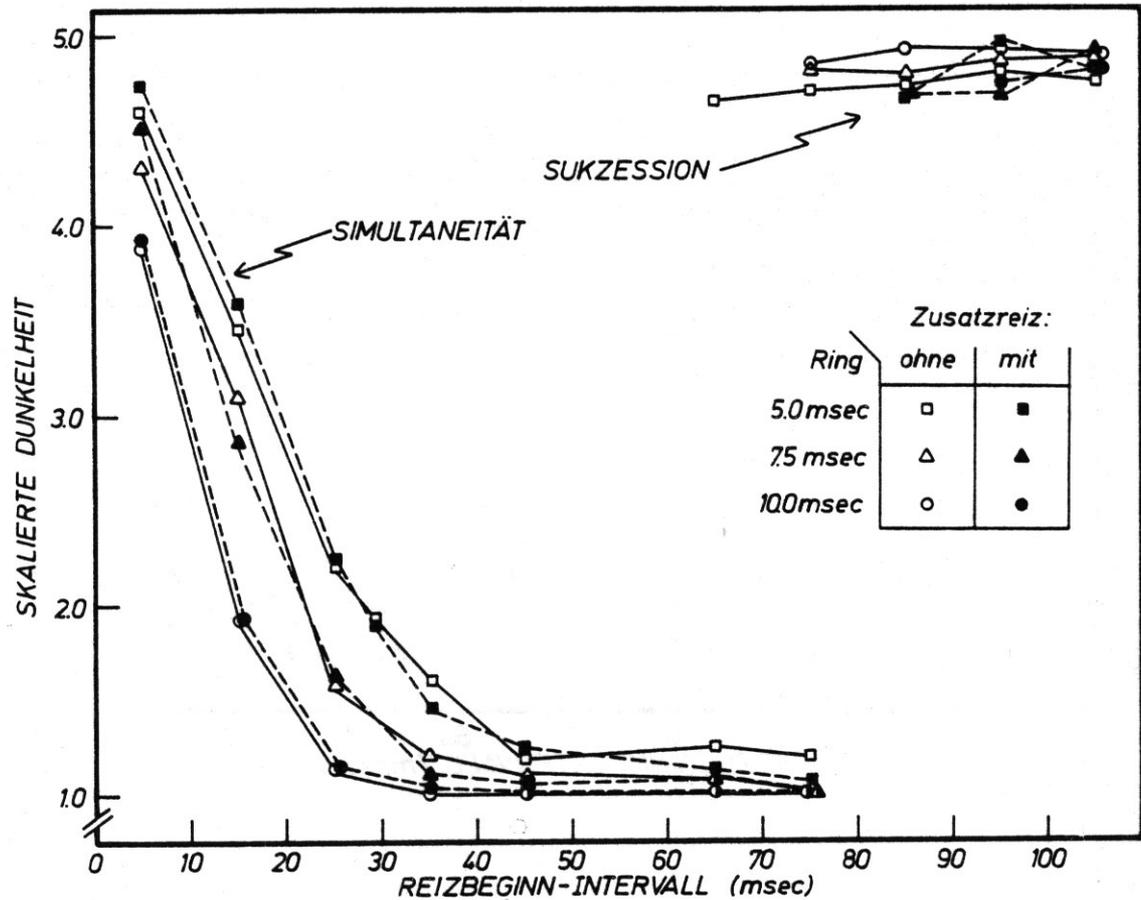


Abb. 2

Ergebnis der Skalierung der wahrgenommenen Dunkelheit des Testreizes. Dem Beobachter stand eine 5-Punkte-Kategorienskala zur Verfügung, wobei 5 ‚schwarz‘ und 1 ‚weiß‘ bedeutete. Das Urteil bezog sich bei wahrgenommener Sukzession auf den ersten der beiden Reize (die Schreibe), bei Integration von Test- und Maskierreiz auf das Ringinnere. Die beiden Kurvenscharen zeigen die mittleren Skalenwerte der 3 Beobachter, getrennt nach diesen beiden Fällen.

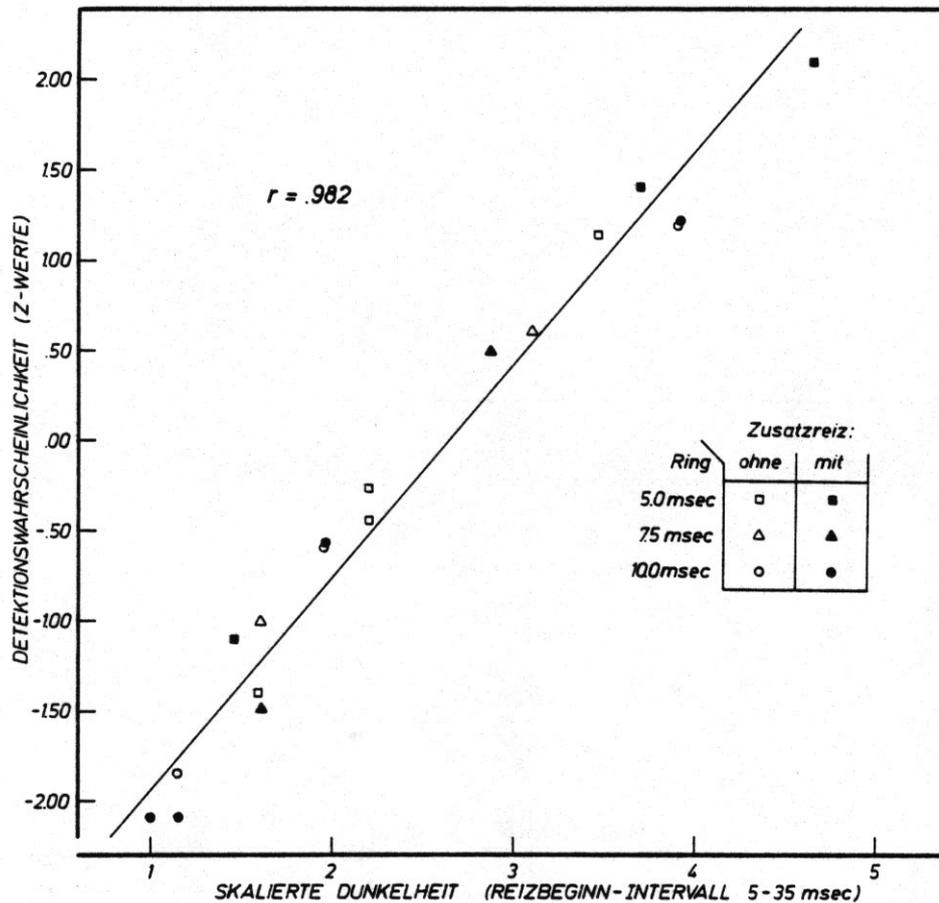


Abb. 3

Zusammenhang zwischen skaliertes Dunkelheit und Detektionswahrscheinlichkeit für Reizbeginn-Intervalle bis 35 msec (= Zwischenreizintervalle bis 30 msec). Die Datenpunkte repräsentieren je eine Kombination von Intervall, Expositionszeit und Zusatzbedingung. Die Daten der drei Beobachter wurden gemittelt.

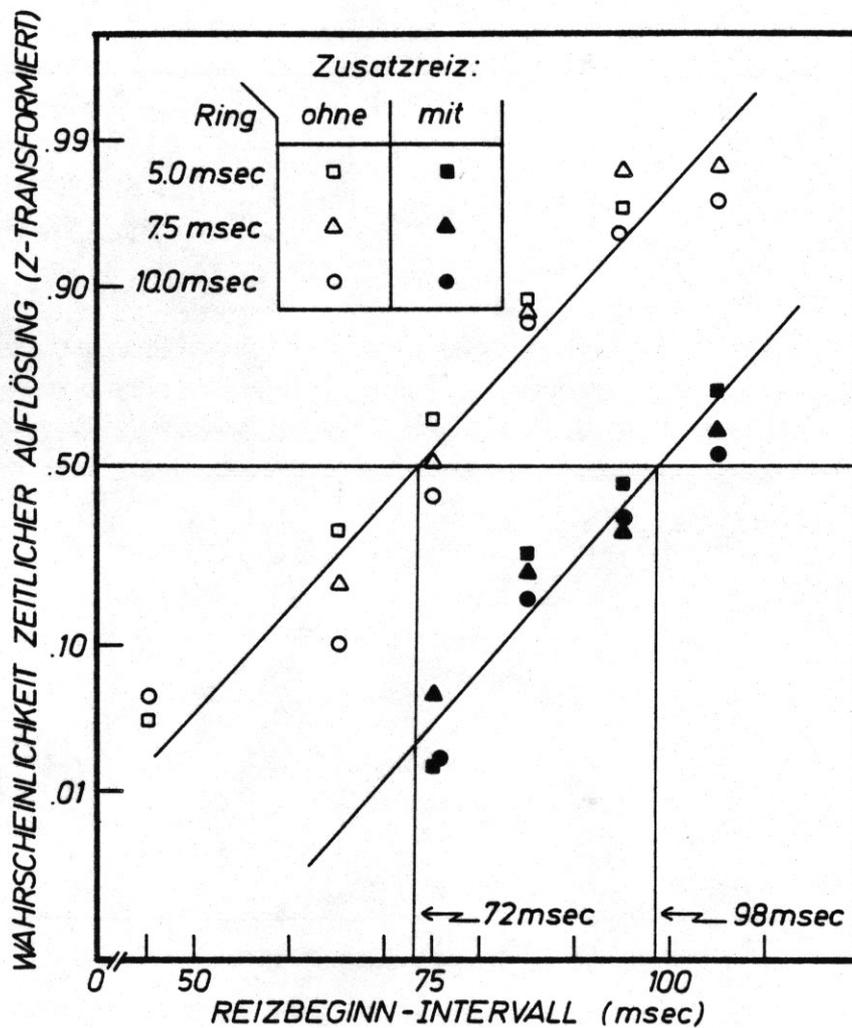


Abb. 4

Wahrscheinlichkeit zeitlicher Auflösung (Urteil ‚Sukzession‘) in Abhängigkeit von den Reizbedingungen. Die Auflösungsschwelle wird durch den Zusatzreiz um fast 30 msec erhöht. In der Abb. fehlende Werte kommen durch  $p = 0.00$  bzw.  $p = 1.00$  zustande.

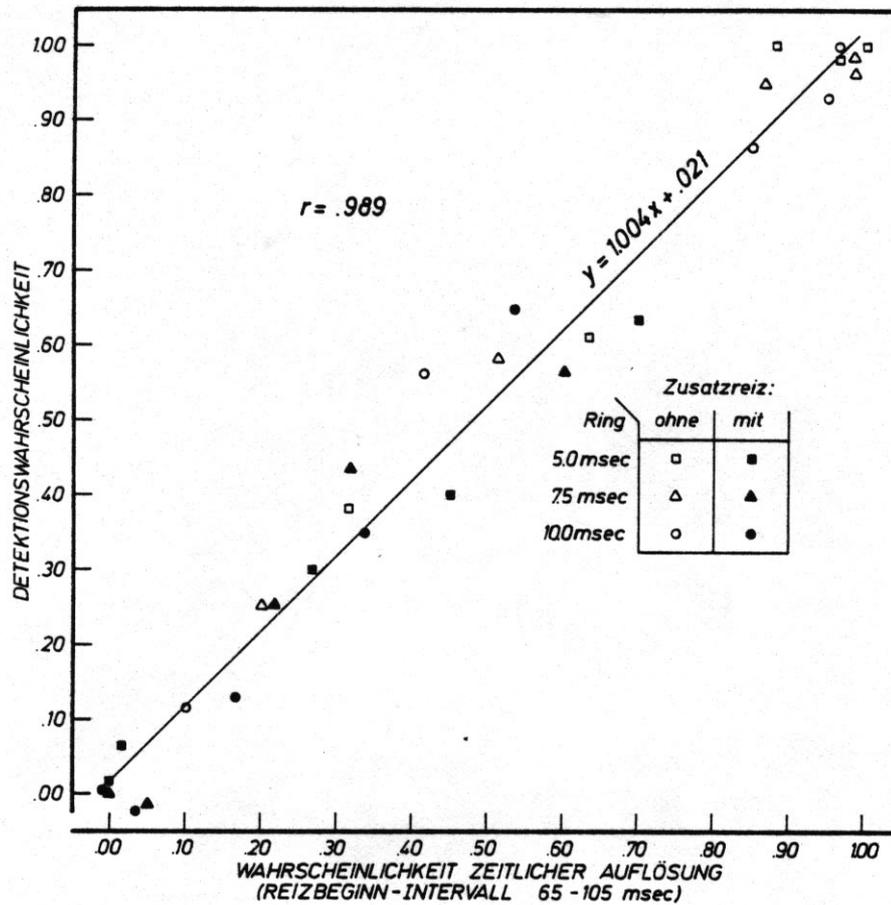


Abb. 5

Korrelation zwischen Wahrscheinlichkeit zeitlicher Auflösung und Detektionswahrscheinlichkeit in Antwortbedingung 2.