

F. METELLI

o. Professor der Psychologie an der Universität Padova (Italien)

### ZUR THEORIE DER OPTISCHEN BEWEGUNGSWAHRNEHMUNG

Unter den notwendigen Bedingungen der optischen Bewegungswahrnehmung scheint die Inhomogenität des optischen Feldes einer Analyse würdig zu sein.

Es ist eine übliche Behauptung, dass in einem vollständig homogenen optischen Felde keine Bewegungswahrnehmung stattfinden kann. Es genügt aber nicht, dass das optische Feld inhomogen sei, damit sich eine physische Bewegung (1) in eine optische Bewegungswahrnehmung umsetzt: eine Gruppe konzentrischer Kreise, deren ein jeder v<sup>öll</sup>kommen chromatisch homogen ~~ist~~, und um das gemeinsame Zentrum rotierend, kann keine Bewegungswahrnehmung verursachen; und das selbe gilt für einen Bündel paralleler Geraden, die das ganze Gesichtsfeld durchqueren, und sich in die Richtung ihrer Länge bewegen. (Fol. 2)

Aus den vorher erwähnten Tatsachen kann es nicht rechtfertigt erscheinen, folgende allgemeine Sätze abzuleiten:

1. Ein physisch bewegter Punkt, der mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch homogen ist, kann nicht als bewegt wahrgenommen werden.

2. Ein physisch bewegter Punkt, der nicht mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch homogen ist, kann nicht fortwährend in Ruhe wahrgenommen werden.

Es ist aber leicht, Tatsachen zu finden, die beiden obigen Sätze widersprechen: ein homogenes, um den Treffpunkt der Diagonalen mit nicht zu grosser Geschwindigkeit rotierendes Quadrat, rotiert phänomenal als ganze Figur, obwohl die Punkte der vom Inkreis begrenzt

(1) Wenn hier von physischer Bewegung gesprochen wird, werden nur solche Bewegungen in Erwägung gezogen, deren Geschwindigkeit sich innerhalb der Schwellen der Bewegungswahrnehmung befindet.

Fig. 3b

ten Fläche den Bedingungen des Satzes 1 entsprechen; sämtliche Punkte eines farbig homogenen, von einem schmalen andersfarbigen Rechteck durchquerten, um seinen Zentralpunkt rotierenden Kreises werden als ruhend wahrgenommen, obwohl sie den Bedingungen des Satzes 2 entsprechen.

Es gibt nämlich keine Möglichkeit, allgemeine Sätze über phänomenale Ruhe und Bewegung von einzelnen, physisch bewegten Punkten, zu formulieren: der einzelne Punkt folgt dem Schicksal des phänomenalen Ganzen, dem er <sup>an</sup> gehört, und es sind die figuralen Eigenschaften eines physisch bewegten Gegenstandes die entscheiden ob er bewegt oder ruhend wahrgenommen wird.

Die Resultate experimenteller Untersuchungen über Ruhe und Bewegung physisch bewegter Gegenstände veranlassen zu einer ganz verschiedenen allgemeinen Formulierung, in der die wichtige Punkt-Bahn Beziehung <sup>ihren</sup> ~~seinen~~ richtigen Platz findet. Ein physisch bewegter, optisch homogener Bereich, der den <sup>mit</sup> ~~an~~ grenzenden Teilen des optischen Feldes nicht ~~homogen ist~~, wird <sup>je</sup> nach den Eigenschaften seiner Grenzen bewegt oder ruhend wahrgenommen, und zwar:

1. Wenn der Rand der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich ruhend wahrgenommen
2. Wenn kein Teil des Randes, der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich bewegt wahrgenommen
3. Wenn ein Teil des Randes der Bahn eines Punktes entspricht, kann der Bereich entweder ruhend oder bewegt wahrgenommen werden; wird <sup>er</sup> ruhend wahrgenommen wenn, und nur wenn, der Teil des Randes der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen Bereich <sup>(figurativ)</sup> ~~ans~~ gehört, der folglich notwendig bewegt wahrgenommen wird.

Zu weiteren theoretischen Klärung kommt man, wenn man die obigen Tatsachen durch Berücksichtigung der Reizungsbedingungen am Niveau des Sinnesorgans zu deuten versucht.

~~u.s.w.~~ Die retinale Fläche die der Reizung des bewegten Gegenstandes entspricht, schrumpf von einer Seite und wächst von der anderen. Es ~~Form kann konstant bleiben aber sich ändern.~~ kann vorkommen dass die Form konstant bleibt, aber oft ändert sich ~~ihre~~ auch die Form. Die Lage, die die verschiedenen Grenzen sukzessiv annehmen würde verschiedene statische Organisationen hervorbringen; aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden sich stetig ruhende Grenzen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Deckung verschwinden oder neu entstehen) genau wie in den Fällen von "Scheinruhe" und ~~Wandernde~~, sich verlagernde Grenzen. Auch in diesem Fall trennen sich die heterogenen Grenzen und bildet sich, auf Grund der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder, und der schon in Ruhewirkenden Wertheimerschen Gestaltfaktoren, die Einheit des sich bewegende gegenstandes.

Die Scheinruhe, die als interessante Merkwürdigkeiten der optischen Wahrnehmung gelten konnte, erscheint nun an ihrer richtigen Stelle als Spezialfall in allgemein wirksame Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

Wer man auf die mikroskopische Topographie die sie sich auf der Netzhaut  
In jedem Augenblick ist die Gradienten-  
Topographie auf der Netzhaut verschieden. Wenn man die Topographie aus der Rauh-  
Kontillation in jedem mikroskopischen Aufschliff  
sie isoliert betrachtet, sieht man dass sie oft verschiedene statische Organisationen mit den  
Gestaltungen mit sich bringt. Doch bleibt im Allgemeinen die optische Gestalt  
gleich und verwendet noch die Lage eines  
Gegenstandes Bezug auf andere stabilen Punkte.  
Das ist die Grundthese dieses Resultates in der Kinetischen Gestaltung. 3

\* Einmal haben sich die Gruppen so verkehrtet, daß was  
früher hinter war, herauspringt. ein andres Mal fallen  
die Gruppen die früher zwei verschiedenen gebildet aufgestorben  
zusammen; dann entspricht ein isolirter grüner Stück eines  
Teil eines ergänzungsbefähigten regelmäßigen Gebilde, u. d. w.

Preparati finale  
Dove parlare si se ne vuole  
Gummaus Kultsal  
Teoria si Wert. Pöhlw

F. METELLI (Padova)

## ZUR THEORIE DER OPTISCHEN BEWEGUNSWAHRNEMUNG

Unter den notwendigen Bedingungen der optischen Bewegungswahrnehmung scheint die Inhomogenität des optischen Feldes einer Analyse würdig zu sein.

Es ist eine übliche Behauptung, dass in einem vollständig homogenen optischen Felde keine Bewegungswahrnehmung stattfinden kann. Es genügt aber nicht, dass das optische Feld inhomogen sei, damit sich eine physische Bewegung (1) in eine optische Bewegungswahrnehmung umsetzt: eine Gruppe konzentrischer Kreise, die sämtlich vollkommen chromatisch homogen sind, und um das gemeinsame Zentrum rotieren (Fig. 1), kann keine Bewegungswahrnehmung verursachen; und dasselbe gilt für ein Bündel paralleler Geraden, die das gesamte Gesichtsfeld durchqueren und sich in der Richtung ihrer Länge bewegen (Fig. 2).

Die Inhomogenitätsbedingung, die für die optische Bewegungswahrnehmung notwendig erscheint, also die Punkt-Bahn Beziehung. Es kann <sup>betrifft</sup> ~~verhalb~~ also gerechtfertigt erscheinen, folgende allgemeine Sätze abzuleiten:

1. Ein physisch bewegter Punkt, der mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht als bewegt wahrgenommen werden.
2. Ein physisch bewegter Punkt, der nicht mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht fortwährend in Ruhe wahrgenommen werden.

---

(1) Wenn hier von physischer Bewegung gesprochen wird, werden nur solche Bewegungen in Erwägung gezogen, deren Geschwindigkeit sich innerhalb der Schwellen der Bewegungswahrnehmung befindet.

Es ist aber leicht, Tatsachen zu finden, die beiden obigen Sätzen widersprechen: ein homogenes, um den Schnittpunkt der Diagonalen mit nicht zu grosser Geschwindigkeit rotierendes Quadrat (Fig. 3a), rotiert phänomenal als ganze Figur, obwohl die Punkte der vom Inkreis begrenzten Fläche (Fig. 3b) den Bedingungen des Satzes 1 entsprechen; sämtliche Punkte eines farbig homogenen, von einem schmalen andersfarbigen Rechteck durchquerten, um seinen Zentralpunkt rotierenden Kreises (Fig. 4) werden als ruhend wahrgenommen, obwohl sie den Bedingungen des Satzes 2 entsprechen.

Es gibt nämlich keine Möglichkeit, allgemeine Sätze über phänomenale Ruhe und Bewegung für einzelne, physisch bewegte Punkte, zu formulieren: der einzelne Punkt folgt dem Schicksal des phänomenalen Ganzen, dem er angehört, und es sind die figuralen Eigenschaften eines physisch bewegten Gegenstandes, die entscheiden, ob er bewegt oder ruhend wahrgenommen wird.

Die Resultate experimenteller Untersuchungen über Ruhe und Bewegung physisch bewegter Gegenstände geben Anlass zu einer ganz andersartigen allgemeinen Formulierung, in der die wichtige Punkt-Bahn-Beziehung ihren richtigen Platz findet. Ein physisch bewegter, optisch homogener Bereich, der mit den angrenzenden Teilen des optischen Feldes chromatisch nicht übereinstimmt, wird, je nach den Eigenschaften seiner Grenzen, bewegt oder ruhend wahrgenommen, und zwar:

1. Wenn der Rand der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich ruhend wahrgenommen;
2. Wenn kein Teil des Randes, der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich bewegt wahrgenommen;
3. Wenn <sup>wir</sup> ein Teil des Randes der Bahn eines Punktes entspricht, kann der Bereich entweder ruhend oder bewegt wahrgenommen werden;

er wird ruhend wahrgenommen, wenn, und nur wenn, der Teil des Randes, der der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen (figuralen) Bereich angehört, der folglich notwendig bewegt wahrgenommen wird.

Es ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. Fig. 5 wird gewöhnlich als einen schwarzen Streifen mit zwei darauf angebrachten weissen Kreissektoren beschrieben. Wenn man sie um den Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Sektoren langsam rotieren lässt, sieht man zwei keilartige Gebilden die auf einem ruhenden Kreis rotieren. Durch eine Umstrukturierung sind *also* neue Gebilde Zustände gekommen deren Ränder als Kinetisch homogen beschrieben werden können: da der Kreis um seinen Mittelpunkt (*physisch*) rotiert, entsprechen seine (*modal oder amodal wahrgenommene*) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen (1). Es liegt nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder aufzustellen, die eine ganze Klasse von Bewegungs wahrnehmungspheomene zu erklären verspricht.

Wir wollen zuerst den Sinn des Begriffes der kinetischen Homogenität zu präzisieren versuchen.

Auf welchem Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorgans die der Bahn eines Punktes entsprechenden und nicht entsprechenden Ränder?

Es ist üblich, dass die physische Bewegung nicht direkt als Reiz wirksam ist, und dass die physisch bewegten Gegenstände nur

---

(1) Wenn die Vorlage anstatt rotieren sich in der Richtung ihrer Länge bewegt entsteht die in Fig. 5a angedeutete Umstrukturierung.

Reizungsänderungen bewirken können, die sich nur als Ausdehnungen oder Schrumpfungen quasihomogen gereizter Flächen geltend machen können. Diese durch physisch bewegten Gegenstände verursachte topographische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, und zwar der Reizungsprünge zwischen verschieden gereizten retinalen Flächen beschrieben werden.

Wenn wir uns nun, der in einem kurzen Bericht notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Fall einer einäugigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschränken, können wir gleich einsehen, wie sich die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstande am Niveau der Netzhaut unterscheiden; die ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während sich die zweiten verlagern.

Der Unterschied bewährt sich also auch am Netzhantniveau. Man sieht aber gleich ein, dass man auf diesem Niveau keine Möglichkeit hat, die Reizung der, der Bahn eines Punktes entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes, von der Reizung der Ränder eines unbewegten Gegenstandes, zu unterscheiden; da die beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben. So bekommt die Hypothese der Tendenz zur Homogenität der Ränder eine erweiterte, viel allgemeinere Bedeutung. Nun wollen wir den Erklärungswert der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder an einige Beispiele demonstrieren.

Von den drei unterschiedenen Hauptfällen bieten die zwei ersten keine besondere Schwierigkeit, da in beiden Fällen (Fig. 1 und Fig. 6) die Ränder kinetisch homogen sind und deshalb keinen Anlass zu einer Umgestaltung geben.

Für den dritten wichtigen Hauptfall, wo nur ein Teil des Randes eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) übereinstimmt, ist es an

gemessen einige Spezialfälle zu untersuchen, und zwar

a) Fig. 7. In Ruhe bewirken die Reizungsbedingungen das entstehen der Wahrnehmung einer zweifarbigen Figur oder zweier überlegten Figuren, und zwar eines durch einen Rechteck halb bedekten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitäts Hypothese Grenzenwettstreit, da während sich die Kreisförmige Grenze als Bahnhomogen auf der Netzhaut nicht verschiebt und keinen Wechsel in der Reiztopographie bewirkt, verschieben sich die geraden Grenzen fortwährend. So entsteht durch die Bewegung, infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen notwendig die Struktur 2, gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Struktur entstanden war: im ersten Fall bildet sich die Wahrnehmungsstruktur um, im zweiten Fall findet keine Reorganisierung statt; nur der ergänzte Teil des Kreises, der in Ruhe das Charakter einer amodalen Ergänzung <sup>(im Sinn von Middolla's)</sup> hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechtecks sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Totalisierung).

b) Ein Beispiel der Trennung einer einheitlichen Figur infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenze bietet Fig. 8. In Ruhe nimmt man eine einheitliche Figur wahr; in Bewegung entstehen durch die kinetische Heterogenität der Grenzen zwei überlegte Figuren, ähnlich wie in Fig. 7. [In diesem Fall aber ist ausser der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig.] (Infolge der notwendigen Kürze geben wir nur Beispiele der Erscheinungen die durch Rotationsbewegung entstehen).

c) Nun wollen wir einen Fall betrachten wo, trotz der kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Reorganisierung stattfindet.

Wenn Vorlage 8 um den Mittelpunkt des Kreisbogens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotierender Halbkreis gesehen.

Es handelt sich nicht um einen Ausnahmefall, wo die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchzusetzen vermag, da sie Erfordernisse stellt die vom energetischen Standpunkt zu kostspielig sind. Eine Trennung der Grenze in zwei kinetisch homogenen Teilen würde die Ergänzung beider Teilen fordern, deren der eine sich eines Bereiches des Grundes aneignen sollte, der bewegt wahrgenommen werden sollte. Dazu sollte sich diese Ergänzung auf einen Teil stützen, der Keineswegs die form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.

Die vorliegende Deutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die ergänzungsbedürftige Kontur relativ kleiner und bestimmter wird (Fig. 9), oder so, dass man die kinetisch unwirksamen Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Grenzen zu trennen und sich zu ergänzen tendieren, vervielfacht (Fig. 10), setzt sich bei den meisten Versuchspersonen die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen durch.

d) Als letzten Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Rustzeug gehört sondern sich den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens annähert. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmässigen und unregelmässig überlegten Dingen besetzt (Fig. 11). Auf der Netzhaut ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschieden gereizten Flächen: einige wachsen, andere schrumpfen, andere schrumpfen zuerst und dann Wachsen, u.s.w.

Die retinale Fläche die der Reizung des bewegten Gegenstandes entspricht schrumpft von einer Seite und wächst von der anderen. Es kann vorkommen dass die Form konstant bleibt, aber oft ändert sich auch die Form. Die Lage, die die verschiedenen Grenzen sukzessiv annehmen, würde verschiedene statische Organisationen hervorbringen; aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden sich stetig ruhende Grenzen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Deckung verschwinden oder neu entstehen, genau wie in den Fällen von "Scheinruhe") und Wandernde, sich verlagernde Grenzen. Auch in diesem Fall trennen sich die heterogenen Grenzen und bildet sich, auf Grund der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder, und der schon in Ruhe wirkenden Wertheimerschen Gestaltfaktoren, die Einheit des sich bewegenden Gegenstandes.

Die Scheinruhe, die als interessante Merkwürdigkeit der optischen Wahrnehmung gelten konnte, erscheint nun an ihrer richtigen Stelle als Spezialfall, in dem allgemein wirksame Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

## BIBLIOGRAPHIE

- G. BEJOR - La totalizzazione percettiva in campo rotante, Contributi scientifici dell'Istituto di Psicologia dell'Università di Padova, Serie II, 1, 1947.
- F. METELLI - Ricerche sperimentali sulla percezione del movimento, Rivista di Psicologia, 36, 1940.
- Morfologia dei fenomeni di completamento nella percezione visiva, in "Gestalthafte Sehen", Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie, Zum hundertjährigen Geburtstag von Christian von Ehrenfels, Darmstadt, 1960.
  - Scheinruhe und Ergänzungerscheinungen Proceedings of the XVI<sup>th</sup> International Congress of Psychology, Bonn 1960.
  - Repos apparent et phénomènes de "totalisation cyclique" dans la perception visuelle, Journal de Psychologie normale et pathologique, vol. 61, 1964, pag. 2-38.
- C.L. MUSATTI - Forma e movimento, Atti Istituto Veneto di SS. LL. AA., vol. 97, 1937.
- G. PETTER - Nuove ricerche sperimentali sulla totalizzazione percettiva, Rivista di Psicologia, 1956.
- O. PRATURLON - La quiete apparente nel movimento di traslazione, Contributi scientifici dell'Istituto di Psicologia dell'Università di Padova, Serie II, 1, 1947.
- H. WERNER und A. WILDHAGEN - Wahrnehmungsversuche, Fortschrittsberichte des psychologischen Institutes der Universität Hamburg, 1928.
- W. WITTMANN - Ueber das Sehen von Scheinbewegungen und Scheinkörpern, Leipzig, 1921.

Meine Damen und Herren,

um die theoretischen Erwägungen, die ich später bringen möchte, klarzustellen, scheint es mir angemessen, mit einem Beispiel aufzufangen.

Wenn man die unbewegte Vorlage von Fig. 7 betrachtet, nimmt man gewöhnlich eine zweifache Figur wahr, oder manchmal auch zwei überlegte Figuren, und zwar einen Rechteck, halb befestigt an einem Kreis, der langsam rotiert, nicht man einen Rechteck der auf einem ruhenden Kreis rotiert. Die Erscheinung, die ich Ihnen vor vielen Jahren einer ersten Untersuchung unterworfen habe, und die ich Geheimniß genannt habe wurde vor mir von Wittmann und Baum von Werner und Wildhagen an der Maxwellchen Scheibe beobachtet. Um zu einer einprägsamen Bezeichnung derartigen Dinges zu kommen, soll man aber von verschiedenen Vorlagen aus gehen.

Es ist klar, daß unsere Vorlage zwei verschieden Arten <sup>Fändere</sup> Graden hat: den Kreisformungen Raum den ich, in Bezug auf die um den Mittelpunkt dieser Raumes ~~der~~ ausgeführte Rotationsbewegung, als kinetisch unverkennbar nennen möchte, und den geraden, rechtwinklig geknickten Raum, den ich kinetisch wohlsam nennen möchte. Ein einheitliches polyedrisches Gebilde, der die erste Art einen Raum erster Art hat, (in unserem Fall, ein Kreis der um seinen Mittelpunkt rotiert) und ruhend wahrgenommen obwohl er sich physikalisch bewegt. Während im Falle das das Gebilde einen Raum zweiter Art hat, wird er entsprechend der physikalischen eine phänomale Bewegung in unserem Fall ist in Größe undweise kinetisch <sup>unwirksam</sup> auf-

## Kinetik Wirksam

Teilweise homogen, also kinetisch heterogen, und was hat mich erzeugt? Das Gbilde hat nichts aus dem Gbilde und zw. ein Gbilde entstanden, deren ein jeder kinetisch homoge  
ne Raumvergrößerung vertritt.

Ja Vorlage f. nur einer unter vielen Beispielen ist liegt es nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Räume aufzustellen, die eine ganze Kategorie von Bewegungswahrnehmungsscheinungen zu erklären verpflichtet.



Es ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. ~~einen~~ Fig. 5 wird gewöhnlich als einen ~~schwarzen~~ Streifen mit zwei ~~darauf~~ angebrachten weissen Kreissektoren beschrieben. Wenn man sie um den Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Sektoren langsam rotieren lässt, sieht man zwei Keilartige Gebilden die auf einem ruhenden Kreis rotieren. Durch eine Umstrukturierung sind neue Gebilde Zustände gekommen, deren Ränder als Kinetisch homogen beschrieben würden können: da der Kreis um seinen Mittelpunkt (physisch) rotiert, entsprechen seine (modal oder amodal wahrgenommene) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei Keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen. Es liegt nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder auf zu stellen, die eine ganze Klasse von Bewegungswahrnehmungsphänomene zu erklären verspricht.

Wir wollen zuerst den Sinn des Begriffes der kinetischen Homogenität zu präzisieren versuchen.

Wie bewährt sich die Verschiedenheit auf welchem Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorgans die der Bahn eines Punktes entsprechenden und nicht entsprechenden Ränder?

Es ist üblich, dass die physische Bewegung nicht direkt als Reiz wirksam ist, und dass die physisch bewegten Gegenstände nur Reizungsänderungen bewirken können, die sich ~~mir~~ als Ausdehnungen oder Schrumpfungen quasihomogen gereizter Flächen geltend machen können. Diese durch physisch bewegten Gegenstände verursachte topografische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, und zwar der Reizungsprünge zwischen verschiedenen gereizten retinalen Flächen beschrieben werden.

Wenn wir uns nun, der in einem kurzen Bericht notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Falle einer einäugigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschränken, können wir gleich einsehen, wie ~~nich~~ <sup>Kinetisch unwirksamen und</sup> <sup>in Kinetisch wirksamen</sup> die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden

Ränder eines bewegten Gegenstande sich am Niveau der Netzhart unterscheiden: die ~~ersten~~ ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während sich die zweiten verlagern.

Der Unterschied bewährt sich also auch am Netzhantniveau. Man sieht aber gleich, dass man auf <sup>einem</sup> diesem Niveau keine Möglichkeit hat, die Reizung der, der Bahn eines Punktes entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes von der Reizung der Ränder eines unbewegten Gegenstandes, zu unterscheiden; da die beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben. So bekommt die Hypothese der Tendenz Homogenität der Ränder eine erweiterte, viel allgemeinere Bedeutung; <sup>den Erklä</sup> ~~nun werden wir~~ ~~rungswert der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder an~~ ~~a einige Beispiele demonstrieren.~~

Von den drei unterschiedenen Hauptfällen betreffen die zwei ersten keine besondere Schwierigkeit.

1. Im ersten Hauptfall, wo der ganze Rand eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes übereinstimmt, sind sämtliche Grenzen zwischen verschiedenen gereizten retinalen Flächen unbewegt im Phänomenalen. Da es keine Reizungsänderung gibt, gibt auch kein Grund für eine Bewegungswahrnehmung.

2. Im zweiten Hauptfall, wo kein Teil des Randes des bewegten Bereiches mit der Bahn eines Punktes übereinstimmt, verschieben sich sämtliche Grenzen zwischen den verschiedenen gereizten retinalen Flächen; ~~und~~ deshalb sind auch in diesem Fall sämtliche Grenzen kinetisch homogen und es gibt auch hier kein Grund für eine phänomenale Umbildung. Im Gegenteil haben wir in diesem Fall eine kontinuierliche Reizungsänderung, und deshalb, wenn die zeitlich Reizungsbedingungen adäquat sind, folgt das ganze Bereich dem Schicksal seiner Grenzen, und es entsteht phänomenale Bewegung.

3. Für den dritten wichtigen Hauptfall, wo nur ein Teil des Randes eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der

Nun sind wir im Stande, einige Spezialfälle einer Analyse zu unterwerfen.

Kann

In unserem Beispiel ~~wirkt~~ die Wirkung der Tendenz zur Ruhelosen Homogenität der Ränder nicht ganz klar hervor, weil ~~selbst~~ die Figur schon von vornherein in zwei Unterganzen geteilt war, und einige Versuchspersonen ~~die~~ rückwärts nahm auch bei unbewegter Vorlage einen ~~rechteck~~ Dreieck halb bedeuteten Vollkreis. Diese Versuchspersonen erlebten keine Umgestaltung: nur der ergänzte Teil des Kreises, der in Ruhe den Charakter einer gewöhnlichen "amovablen" Ergänzung (im Sinne Michalek's) hat, bekommt eine besondere Bedeutung, da er durch die Scherenscheide direkt sichtbar bleibt.

Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) mit übereinstimmt, ist  
es angemessen einige Beispiele in Betracht zu ziehen, und zwar

a) Fig. 7. In Ruhe bewirken die Reizungsbedingungen das entstehen der Wahrnehmung einer zweifarbig Figur oder zweier überlagerten Figuren, eines durch einen Rechteck halb bedekten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitäts Hypothese Grenzenwettstreit, da während die Kreisförmige Grenze als Bahnhomogen sich auf der Netzentrale nicht verschiebt und keinen Wechsel in der Reiztopographie bewirkt, verschieben sich die geraden Grenzen fortwährend. So entsteht durch die Bewegung, infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen notwendig die Struktur 2, gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Struktur, entstanden war: im ersten Fall bildet sich die Wahrnehmungsstruktur um, im zweiten Fall ereignet sich keine Reorganisierung; nur der ergänzte Teil des Kreises, der in Ruhe das Charakter einer amodalen Ergänzung <sup>(amodal im Sinne von Mottay)</sup> hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechtecks sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Totalisierung).

b) Ein Beispiel der Trennung einer einheitlichen Figur infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen, bietet Fig. 8.

Hier (In Ruhe nimmt man eine einheitliche Figur wahr; in Bewegung entstehen durch die kinetische Heterogenität der Grenzen zwei überlagerte Figuren, ähnlich wie im Fall a). In diesem Fall aber war außer der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig. (Infolge der notwendigen Kürze geben wir nur Beispiele der Erscheinungen, die durch Rotationsbewegung entstehen). ~~es selbst erscheinen~~ <sup>entzwickeln</sup> (Hier kann man aber mit translatorischer Bewegung demonstrieren. erkennen)

*Es gibt aber auch Fälle, wo*

~~c)~~ Nun wollen wir einen Fall betrachten wo, trotz der kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Reorganisierung stattfindet.

Wenn Vorlage 9 um den Mittelpunkt des Kreisbogens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotieren der Halbkreis gesehen.

*Ich behaupt <sup>dass</sup> Es handelt sich <sup>hier</sup> nicht um einen Ausnahmefall, wo die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchzusetzen vermag, da sie Erfordernisse stellt die vom energetischen Standpunkt zu kostspielig sind. Ein Tremnung der Grenze in zwei kinetisch homogener Teilen würde die Ergänzung beider Teilen fordern, deren der eine sich eines Bereiches des Grundes eigne sollte, der bewegt wahrgenommen werden sollte. Dazu sollte sich diese Ergänzung auf einen Teil stützen, der Keineswegs die Form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.*

*X* Die vorliegende Deutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die Ergänzung bedürftige = Kontur relativ kleiner und bestimmter wird, oder so, dass man die

*X, die <sup>die</sup> <sup>haut</sup> <sup>unters</sup> <sup>um</sup> <sup>zu ergänzen</sup> <sup>(Fy. 10)</sup>* kinetisch unwirksamen Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Grenzen zu trennen/tendieren, vervielfacht, setzt sich bei den meisten Versuchspersonen die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen durch.

~~c)~~ Als letzten Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Rustzeng gehört sondern sich den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens annähert. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmässigen und unregelmässig aufeinander gelagerten Dingen besetzt. (Fig. 11). Auf der Netzhaut ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschieden gereizten Flächen: einige wachsen, andere schrumpfen, andere schrumpfen zuerst und dann <sup>in</sup> wachsen, u. s. w.

er wird ruhend wahrgenommen, wenn, und nur wenn, der Teil des Randes, der der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen (figuralen) Bereich angehört, der folglich notwendig bewegt wahrgenommen wird.

Es ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. Fig. 5 wird gewöhnlich als einen schwarzen Streifen mit zwei darauf angebrachten weißen Kreissektoren beschrieben. Wenn man sie um den Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Sektoren langsam rotieren lässt, sieht man zwei keilartige Gebilde die auf einem ruhenden Kreis rotieren. Durch eine Umstrukturierung sind neue Gebilde Zustände gekommen deren Ränder als Kinetisch homogen beschrieben werden können: da der Kreis um seinen Mittelpunkt (physisch) rotiert, entsprechen seine (modal oder amodal wahrgenommene) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen (1). Es liegt nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder aufzustellen, die eine ganze Klasse von Bewegungs wahrnehmungssphänomene zu erklären verspricht.

Wir wollen zuerst den Sinn des Begriffes der kinetischen Homogenität zu präzisieren versuchen.

Auf welchem Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorgans die der Bahn eines Punktes entsprechenden und nicht entsprechenden Ränder?

Es ist übliche, dass die physische Bewegung nicht direkt als Reiz wirksam ist, und dass die physisch bewegten Gegenstände nur

---

(1) Wenn die Vorlage anstatt rotieren sich in der Richtung ihrer Länge bewegt entsteht die in Fig. 5a angedeutete Umstrukturierung.

Reizungsänderungen bewirken können, die sich nur als Ausdehnungen oder Schrumpfungen quasihomogen gereizter Flächen geltend machen können. Diese durch physisch bewegten Gegenstände verursachte topographische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, und zwar der Reizungsprünge zwischen verschieden gereizten retinalen Flächen beschrieben werden.

Wenn wir uns nun, der in einem kurzen Bericht notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Fall einer einäugigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschränken, können wir gleich einsehen, wie sich die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstande am Niveau der Netzhart unterscheiden: die ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während sich die zweiten verlagern.

Der Unterschied bewährt sich also auch am Netzhantniveau. Man sieht aber gleich ein, dass man auf diesem Niveau keine Möglichkeit hat, die Reizung der, der Bahn eines Punktes entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes von der Reizung der Ränder eines unbewegten Gegenstandes, zu unterscheiden; da die beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben. So bekommt die Hypothese der Tendenz zur Homogenität der Ränder eine erweiterte, viel allgemeinere Bedeutung. Nun wollen wir den Erklärungswert der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder an einige Beispiele demonstrieren.

Von den drei unterschiedenen Hauptfällen bieten die zwei ersten keine besondere Schwierigkeit, da in beiden Fällen (Fig. 1 und Fig. 6) die Ränder kinetisch homogen sind und deshalb keinen Anlass zu einer Umgestaltung geben.

Für den dritten wichtigen Hauptfall, wo nur ein Teil des Randes eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) übereinstimmt, ist es an

gemessen einige Spezialfälle zu untersuchen, und zwar

a) Fig. 7. In Ruhe bewirken die Reizungsbedingungen das entstehen der Wahrnehmung einer zweifarbigen Figur oder zweier überlegten Figuren, und zwar eines durch einen Rechteck halb bedekten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitäts Hypothese Grenzenwettstreit, da während sich die Kreisförmige Grenze als Bahnhomogen auf der Netzhaut nicht verschiebt und keinen Wechsel in der Reiztopographie bewirkt, verschieben sich die geraden Grenzen fortwährend. So entsteht durch die Bewegung, infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen notwendig die Struktur 2, gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Struktur entstanden war: im ersten Fall bildet sich die Wahrnehmungsstruktur um, im zweiten Fall findet keine Reorganisierung statt; nur der ergänzte Teil des Kreises, der in Ruhe das Charakter einer amodalen Ergänzung hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechtecks sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Totalisierung).

b) Ein Beispiel der Trennung einer einheitlichen Figur infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenze bietet Fig. 8. In Ruhe nimmt man eine einheitliche Figur wahr; in Bewegung entstehen durch die kinetische Heterogenität der Grenzen zwei überlegte Figuren, ähnlich wie in Fig. 7. In diesem Fall aber ist ausser der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig. (Infolge der notwendigen Kürze geben wir nur Beispiele der Erscheinungen die durch Rotationsbewegung entstehen).

c) Nun wollen wir einen Fall betrachten wo, trotz der kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Reorganisierung stattfindet.

Wenn Vorlage 8 um den Mittelpunkt des Kreisbogens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotierender Halbkreis gesehen.

Es handelt sich nicht um einen Ausnahmefall, wo die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchzusetzen vermag, da sie Erfordernisse stellt die vom energetischen Standpunkt zu kostspielig sind. Eine Trennung der Grenze in zwei kinetisch homogenen Teilen würde die Ergänzung beider Reilen fordern, deren der eine sich eines Bereiches des Grundes aneignen sollte, der bewegt wahrgenommen werden sollte. Dazu sollte sich diese Ergänzung auf einen Teil stützen, der keineswegs die Form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.

Die vorliegende Beutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die ergänzungsbedürftige Kontur relativ kleiner und bestimmter wird (Fig. 9), oder so, dass man die kinetisch unwirksamen Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Grenzen zu trennen und sich zu ergänzen, tendieren, vervielfacht (Fig. 10), setzt sich bei den meisten Versuchspersonen die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen durch.

d) Als letzten Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Rustzeug gehört sondern sich den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens annähert. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmässigen und unregelmässig überlegten Dingen besetzt (Fig. 11). Auf der Netzhaut ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschieden gereizten Flächen: einige wachsen, andere schrumpfen, andere schrumpfen zuerst und dann Wachsen, u.s.w.

Die retinale Fläche die der Reizung des bewegten Gegenstandes entspricht schrumpft von einer Seite und wächst von der anderen. Es kann vorkommen dass die Form konstant bleibt, aber oft ändert sich auch die Form. Die Lage, die die verschiedenen Grenzen sukzessiv annehmen, würde verschiedene statische Organisationen hervorbringen; aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden sich stetig ruhende Grenzen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Deckung verschwinden oder neu entstehen, genau wie in den Fällen von "Scheinruhe") und Wandernde, sich verlagernde Grenzen. Auch in diesem Fall trennen sich die heterogenen Grenzen und bildet sich, auf Grund der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder, und der schon in Ruhe wirkenden Wertheimerschen Gestaltfaktoren, die Einheit des sich bewegenden Gegenstandes.

Die Scheinruhe, die als interessante Merkwürdigkeit der optischen Wahrnehmung gelten konnte, erscheint nun an ihrer richtigen Stelle als Spezialfall, in dem allgemein wirksame Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

## BIBLIOGRAPHIE

- G. BEJOR - La totalizzazione percettiva in campo rotante, Contributi scientifici dell'Istituto di Psicologia dell'Università di Padova, Serie II, 1, 1947.
- F. METELLI - Ricerche sperimentali sulla percezione del movimento, Rivista di Psicologia, 36, 1940.
- Morfologia dei fenomeni di completamento nella percezione visiva, in "Gestalhaftes Sehen", Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie, Zum hundertjährigen Geburtstag von Christian von Ehrenfels, Darmstadt, 1960.
  - Scheinruhe und Ergänzungerscheinungen Proceedings of the XVI<sup>th</sup> International Congress of Psychology, Bonn 1960.
  - Repos apparent et phénomènes de "totalisation cyclique" dans la perception visuelle, Journal de Psychologie normale et pathologique, vol. 61, 1964, pag. 2-38.
- C.L.MUSATTI - Forma e movimento, Atti Istituto Veneto di SS.LL.AA. vol. 97, 1937.
- G. PETTER - Nuove ricerche sperimentali sulla totalizzazione percettiva, Rivista di Psicologia, 1956.
- O. PRATURLON - La quiete apparente nel movimento di traslazione, Contributi scientifici dell'Istituto di Psicologia dell'Università di Padova, Serie II, 1, 1947.
- H. WERNER und A. WILDHAGEN - Wahrnehmungsversuche, Fortschrittsberichte des psychologischen Institutes der Universität Hamburg, 1928.
- W. WITTMANN - Ueber das Sehen von Scheinbewegungen und Scheinkörpern, Leipzig, 1921.

F. METELLI (Padova)

### ZUR THEORIE DER OPTISCHEN BEWEGUNSWAHRNEMUNG

Unter den notwendigen Bedingungen der optischen Bewegungswahrnehmung scheint die Inhomogenität des optischen Feldes einer Analyse würdig zu sein.

Es ist eine übliche Behauptung, dass in einem vollständig homogenen optischen Felde keine Bewegungswahrnehmung stattfinden kann. Es genügt aber nicht, dass das optische Feld inhomogen sei, damit sich eine physische Bewegung (1) in eine optische Bewegungswahrnehmung umsetzt: eine Gruppe konzentrischer Kreise, die sämtlich vollkommen chromatisch homogen sind, und um das gemeinsame Zentrum rotieren (Fig. 1), kann keine Bewegungswahrnehmung verursachen; und dasselbe gilt für ein Bündel paralleler Geraden, die das gesamte Gesichtsfeld durchqueren und sich in der Richtung ihrer Länge bewegen (Fig. 2).

Die Inhomogenitätsbedingung, die für die optische Bewegungswahrnehmung notwendig erscheint, also die Punkt-Bahn Beziehung. Es kann also gerechtfertigt erscheinen, folgende allgemeine Sätze abzuleiten:

1. Ein physisch bewegter Punkt, der mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht als bewegt wahrgenommen werden.
2. Ein physisch bewegter Punkt, der nicht mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht fortwährend in Ruhe wahrgenommen werden.

(1) Wenn hier von physischer Bewegung gesprochen wird, werden nur solche Bewegungen in Erwägung gezogen, deren Geschwindigkeit sich innerhalb der Schwellen der Bewegungswahrnehmung befindet.

Es ist aber leicht, Tatsachen zu finden, die beiden obigen Sätzen widersprechen: ein homogenes, um den Schnittpunkt der Diagonalen mit nicht zu grosser Geschwindigkeit rotierendes Quadrat (Fig. 3a), rotiert phänomenal als ganze Figur, obwohl die Punkte der vom Inkreis begrenzten Fläche (Fig. 3b) den Bedingungen des Satzes 1 entsprechen; sämtliche Punkte eines farbig homogenen, von einem schmalen andersfarbigen Rechteck durchquerten, um seinen Zentralpunkt rotierenden Kreises (Fig. 4) werden als ruhend wahrgenommen, obwohl sie den Bedingungen des Satzes 2 entsprechen.

Es gibt nämlich keine Möglichkeit, allgemeine Sätze über phänomenale Ruhe und Bewegung für einzelne, physisch bewegte Punkte, zu formulieren: der einzelne Punkt folgt dem Schicksal des phänomenalen Ganzen, dem er angehört, und es sind die figuralen Eigenschaften eines physisch bewegten Gegenstandes, die entscheiden, ob er bewegt oder ruhend wahrgenommen wird.

Die Resultate experimenteller Untersuchungen über Ruhe und Bewegung physisch bewegter Gegenstände geben Anlass zu einer ganz andersartigen allgemeinen Formulierung, in der die wichtige Punkt-Bahn-Beziehung ihren richtigen Platz findet. Ein physisch bewegter, optisch homogener Bereich, der mit den angrenzenden Teilen des optischen Feldes chromatisch nicht übereinstimmt, wird, je nach den Eigenschaften seiner Grenzen, bewegt oder ruhend wahrgenommen, und zwar:

1. Wenn der Rand der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich ruhend wahrgenommen;
2. Wenn kein Teil des Randes, der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich bewegt wahrgenommen;
3. Wenn ein Teil des Randes der Bahn eines Punktes entspricht, kann der Bereich entweder ruhend oder bewegt wahrgenommen werden;

er wird ruhend wahrgenommen, wenn, und nur wenn, der Teil des Randes, der der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen (figuralen) Bereich angehört, der folglich notwendig bewegt wahrgenommen wird.

Es ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. Fig. 5 wird gewöhnlich als einen schwarzen Streifen mit zwei darauf angebrachten weissen Kreissektoren beschrieben. Wenn man sie um den Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Sektoren langsam rotieren lässt, sieht man zwei keilartige Gebilde die auf einem ruhenden Kreis rotieren. Durch eine Umstrukturierung sind *also* neue Gebilde Zustände gekommen deren Ränder als Kinetisch homogen beschrieben werden können: da der Kreis um seinen Mittelpunkt (*physisch* <sup>so gut wie</sup> rotiert, entsprechen seine (modal oder amodal wahrgenommene) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen (1). Es liegt nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder aufzustellen, die eine ganze Klasse von Bewegungs wahrnehmungssphänomene zu erklären verspricht.

Wir wollen zuerst den Sinn des Begriffes der kinetischen Homogenität zu präzisieren versuchen.

Auf welchem Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorgans die der Bahn eines Punktes entsprechenden und nicht entsprechenden Ränder?

Es ist übliche, dass die physische Bewegung nicht direkt als Reiz wirksam ist, und dass die physisch bewegten Gegenstände nur

---

(1) Wenn die Vorlage anstatt rotieren sich in der Richtung ihrer Länge bewegt entsteht die in Fig. 5a angedeutete Umstrukturierung.

Reizungsänderungen bewirken können, die sich nur als Ausdehnungen oder Schrumpfungen quasihomogen gereizter Flächen geltend machen können. Diese durch physisch bewegten Gegenstände verursachte topographische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, und zwar der Reizungsprünge zwischen verschieden gereizten retinalen Flächen beschrieben werden.

Wenn wir uns nun, der in einem kurzen Bericht notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Fall einer einäugigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschränken, können wir gleich einsehen, wie sich die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstande am Niveau der Netzhart unterscheiden: die ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während sich die zweiten verlagern.

Der Unterschied bewährt sich also auch am Netzhantniveau. Man sieht aber gleich ein, dass man auf diesem Niveau keine Möglichkeit hat, die Reizung der der Bahn eines Punktes entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes, von der Reizung der Ränder eines unbewegten Gegenstandes, zu unterscheiden; da die beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben. So bekommt die Hypothese der Tendenz zur Homogenität der Ränder eine erweiterte, viel allgemeinere Bedeutung. Nun wollen wir den Erklärungswert der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder an einige Beispiele demonstrieren.

Von den drei unterschiedenen Hauptfällen bieten die zwei ersten keine besondere Schwierigkeit, da in beiden Fällen (Fig. 1 und Fig. 6) die Ränder kinetisch homogen sind und deshalb keinen Anlass zu einer Umgestaltung geben.

Für den dritten wichtigen Hauptfall, wo nur ein Teil des Randes eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) übereinstimmt, ist es an

gemessen einige Spezialfälle zu untersuchen, und zwar

a) Fig. 7. In Ruhe bewirken die Reizungsbedingungen das entstehen der Wahrnehmung einer zweifarbigen Figur oder zweier überlegten Figuren, und zwar eines durch einen Rechteck halb bedekten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitäts Hypothese Grenzenwettstreit, da während sich die Kreisförmige Grenze als Bahnhomogen auf der Netzhaut nicht verschiebt und keinen Wechsel in der Reiztopographie bewirkt, verschieben sich die geraden Grenzen fortwährend. So entsteht durch die Bewegung, infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen notwendig die Struktur 2, gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Struktur entstanden war: im ersten Fall bildet sich die Wahrnehmungsstruktur um, im zweiten Fall findet keine Reorganisierung statt; nur der ergänzte Teil des Kreises, der in Ruhe das Charakter einer amodalen Ergänzung hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechtecks sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Totalisierung).

b) Ein Beispiel der Trennung einer einheitlichen Figur infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenze bietet Fig. 8. In Ruhe nimmt man eine einheitliche Figur wahr; in Bewegung entstehen durch die kinetische Heterogenität der Grenzen zwei überlegte Figuren, ähnlich wie in Fig. 7. [In diesem Fall aber ist ausser der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig.] (Infolge der notwendigen Kürze geben wir nur Beispiele der Erscheinungen die durch Rotationsbewegung entstehen).

c) Nun wollen wir einen Fall betrachten wo, trotz der kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Reorganisierung stattfindet.

Wenn Vorlage 8 um den Mittelpunkt des Kreisbogens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotierender Halbkreis gesehen.

Es handelt sich nicht um einen Ausnahmefall, wo die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchzusetzen vermag, da sie Erfordernisse stellt die vom energetischen Standpunkt zu kostspielig sind. Eine Trennung der Grenze in zwei kinetisch homogenen Teilen würde die Ergänzung beider Reilen fordern, deren der eine sich eines Bereiches des Grundes aneignen sollte, der bewegt wahrgenommen werden sollte. Dazu sollte sich diese Ergänzung auf einen Teil stützen, der Keineswegs die Form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.

Die vorliegende Bedeutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die ergänzungsbedürftige Kontur relativ kleiner und bestimmter wird (Fig. 9), oder so, dass man die kinetisch unwirksamen Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Grenzen zu trennen und sich zu ergänzen/tendieren, vervielfacht (Fig. 10), setzt sich bei den meisten Versuchspersonen die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen durch.

d) Als letzten Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Rustzeug gehört sondern sich den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens annähert. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmässigen und unregelmässig überlegten Dingen besetzt (Fig. 11). Auf der Netzhaut ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschieden gereizten Flächen: einige wachsen, andere schrumpfen, andere schrumpfen zuerst und dann Wachsen, u.s.w.

Die retinale Fläche die der Reizung des bewegten Gegenstandes entspricht schrumpft von einer Seite und wächst von der anderen. Es kann vorkommen dass die Form konstant bleibt, aber oft ändert sich auch die Form. Die Lage, die die verschiedenen Grenzen sukzessiv annehmen, würde verschiedene statische Organisationen hervorbringen; aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden sich stetig ruhende Grenzen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Deckung verschwinden oder neu entstehen, genau wie in den Fällen von "Scheinruhe") und Wandernde, sich verlagernde Grenzen. Auch in diesem Fall trennen sich die heterogenen Grenzen und bildet sich, auf Grund der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder, und der schon in Ruhe wirkenden Wertheimerschen Gestaltfaktoren, die Einheit des sich bewegenden Gegenstandes.

Die Scheinruhe, die als interessante Merkwürdigkeit der optischen Wahrnehmung gelten konnte, erscheint nun an ihrer richtigen Stelle als Spezialfall, in dem allgemein wirksame Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

F. METELLI (Padova)

ZUR THEORIE DER OPTISCHEN BEWEGUNGSWAHRNEHMUNG

Unter den notwendigen Bedingungen der optischen Bewegungswahrnehmung scheint die Inhomogenität des optischen Feldes einer Analyse würdig zu sein.

Es ist eine übliche Behauptung, dass in einem vollständig homogenen optischen Felde keine Bewegungswahrnehmung stattfinden kann. Es genügt aber nicht, dass das optische Feld inhomogen sei, damit sich eine physische Bewegung (1) in eine optische Bewegungswahrnehmung umsetzt: eine Gruppe konzentrischer Kreise, die sämtlich <sup>(Fig. 1)</sup> ~~vollkommen~~ chromatisch homogen sind, und um das gemeinsame Zentrum rotieren, <sup>Kann</sup> ~~kennen~~ keine Bewegungswahrnehmung verursachen; und dasselbe gilt für ein Bündel paralleler Geraden, die das ganze Gesichtsfeld durchqueren und sich in der Richtung ihrer Länge bewegen. (Fig. 2)

\* Aus den vorher erwähnten Tatsachen kann es ~~ge~~ rechtfertigt erscheinen, folgende allgemeine Sätze abzuleiten:

1. Ein physisch bewegter Punkt, der mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht als bewegt wahrgenommen werden.
2. Ein physisch bewegter Punkt, der nicht mit allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch übereinstimmt, kann nicht fortwährend in Ruhe wahrgenommen werden.

Es ist aber leicht, Tatsachen zu finden, die beiden obigen Sätzen widersprechen: ein homogenes, um den Schnittpunkt ~~der Schnittpunkte~~ der Diagonalen mit nicht zu grosser Geschwindigkeit rotierendes Quadrat, <sup>(Fig. 3a)</sup> ~~rotiert~~ phänomenal als ganze Figur, obwohl die Punkte der vom Inkreis

(1) Wenn hier von physischer Bewegung gesprochen wird, werden nur solche Bewegungen in Erwägung gezogen, deren Geschwindigkeit sich innerhalb der Schwellen der Bewegungswahrnehmung befindet.

(Fig. 36)

begrenzten Fläche den Bedingungen des Satzes 1 entspreschen; sämtliche Punkte eines farbig homogenen, von einem schmalen andersfarbigen Rechteck durchquerten, um seinen Zentralpunkt rotierenden Kreises werden als ruhend wahrgenommen, obwohl sie den Bedingungen des Satzes 2 entsprechen. (Fig. 4)

Es gibt nämlich keine Möglichkeit, allgemeine Sätze über phänomenale Ruhe und Bewegung für einzelne, physisch bewegte Punkte, zu formulieren: der einzelne Punkt folgt dem Schicksal des phänomenalen Ganzen, dem er angehört, und es sind die figuralen Eigenschaften eines physisch bewegten Gegenstandes, die entscheiden, ob er bewegt oder ruhend wahrgenommen wird.

Die Resultate experimenteller Untersuchungen über Ruhe und Bewegung physisch bewegter Gegenstände geben Anlass zu einer ganz andersartigen allgemeinen Formulierung, in der die wichtige Punkt-Bahn-Beziehung ihren richtigen Platz findet. Ein physisch bewegter, optisch homogener Bereich, der mit den angrenzenden Teilen des optischen Feldes chromatisch nicht übereinstimmt, wird, je nach den Eigenschaften seiner Grenzen, bewegt oder ruhend wahrgenommen, und zwar:

1. Wenn der Rand der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich ruhend wahrgenommen;

2. Wenn kein Teil des Randes, der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich bewegt wahrgenommen;

3. Wenn ein Teil des Randes der Bahn eines Punktes entspricht, kann der Bereich entweder ruhend oder bewegt wahrgenommen werden; er wird ruhend wahrgenommen, wenn, und nur wenn, der Teil des Randes, der der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen (figuralen) Bereich angehört, der folglich notwendig bewegt wahrgenommen wird.

Zur weiteren theoretischen Klärung kommt man, wenn man die obigen Tatsachen durch Berücksichtigung der Reizbedingungen am Niveau des Sinnesorgans zu deuten versucht.

Es ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. ~~einen~~ Fig. 5 wird gewöhnlich als einen schwarzen Streifen mit zwei darau<sup>(umrundet)</sup> angebrachten weissen Kreissektoren beschrieben. Wenn man sie um den Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Sektoren langsam rotieren lässt, sieht man zwei Keilartige Gebilden die auf einem ruhenden Kreis rotieren. Durch eine Umstrukturierung sind neue Gebilde Zustände gekommen deren Ränder als Kinetisch homogen beschrieben werden können: da der Kreis um seinen Mittelpunkt (physisch) rotiert, entsprechen seine (modal oder amodal wahrgenommene) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei Keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen. Es liegt nahe die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder aufzustellen, die eine ganze Klasse von Bewegungswahrnehmungsphänomene zu erklären verspricht.

Wir wollen zuerst den Sinn des Begriffes der kinetischen Homogenität zu m präzisieren versuchen.

Wie bewährt sich die Verschiedenheit auf welchem Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorgans die der Bahn eines Punktes entsprechenden und nicht entsprechenden Ränder?

Es ist üblich, dass die physische Bewegung nicht direkt als Reiz wirksam ist, und dass die physisch bewegten Gegenstände nur Reizungsänderungen bewirken können, die sich nur als Ausdehnungen oder Schrumpfungen quasihomogen gereizter Flächen geltend machen können. Diese durch physisch bewegten Gegenstände verursachte topografische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, und zwar der Reizungsprünge zwischen verschieden gereizten retinalen Flächen beschrieben werden.

Wenn wir uns nun, der in einem kurzen Bericht notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Fall einer einzigartigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschränken, können wir gleich einsehen, wie ich die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden

(1) Wann die Vorlage anstatt rotieren zu werde sich in der Richtung ihrer Länge bewegt entsteht die in Fig. 5a angewandte Umklammerung 36

Ränder eines bewegten Gegenstande ~~sich~~ am Niveau der Netzhart unterscheiden: die ~~xxxxx~~ ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während sich die zweiten verlagern.

Der Unterschied bewährt sich also auch am Netzhantniveau. Man ~~nicht~~ <sup>ein</sup> aber gleich, dass man auf diesem Niveau keine Möglichkeit hat, die Reizung der, der Bahn eines Punktes entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes von der Reizung der Ränder eines unbewegten Gegenstandes, zu unterscheiden; da die beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben. So bekommt die Hypothese der Tendenz Homogenität der Ränder eine erweiterte, viel allgemeinere Bedeutung ~~zur~~ den Erklärungswert der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder an ~~wir~~ <sup>Nun wollen wir untersuchen.</sup> einigen Beispiele demonstrieren.

Von den drei unterschiedenen Hauptfällen boten die zwei ersten keine besondere Schwierigkeit; <sup>so in beiden Fällen (Fig. 1 und Fig. 6) die</sup> Ränder waren <sup>höchst</sup> homogen und reihalt <sup>höchst</sup> Körner.

1. Im ersten Hauptfall, wo der ganze Rand eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mir der Bahn eines Punktes übereinstimmt, sind sämtliche Grenzen zwischen verschiedenen gereizten retinalen Flächen unbewegt im Phänomenalen. Da es keine Reizungsänderung gibt, gibt es auch kein Grund für eine Bewegungswahrnehmung.

2. Im zweiten Hauptfall, wo kein Teil des Randes des bewegten Bereiches mit der Bahn eines Punktes übereinstimmt, verschieben sich sämtliche Grenzen zwischen den verschiedenen gereizten retinalen Flächen; x deshalb sind auch in diesem Fall sämtliche Grenzen kinetisch homogen und es gibt auch hier kein Grund für eine phänomenale Umbildung. Im Gegenteil haben wir in diesem Fall eine kontinuierliche Reizungsänderung, und deshalb, wenn die zeitlich ~~beding~~ bedingungen adäquat sind, folgt das ganze ~~Ber~~ich dem Schicksal seiner Grenzen, und es entsteht phänomenale Bewegung.

3. Für den dritten wichtigen Hauptfall, wo nur ein Teil des Randes eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der

Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) ~~mit~~ übereinstimmt, ist es angemessen einige Beispiele in Betracht zu ziehen, und zwar

a) Fig. 7. In Ruhe bewirken die Reizungsbedingungen das entstehen der Wahrnehmung (1) einer zweifarbigen Figur oder (2) zweier überlagerten Figuren, ~~eines~~ durch einen Rechteck halb bedekten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitäts Hypothese ~~g~~ grenzenwettstreit, da während die Kreisförmige Grenze als Bahnhomogen sich auf der Netznhaft nicht verschiebt und keinen Wechsel in der Reiztopographie bewirkt, verschieben sich die geraden Grenzen fortwährend. So entsteht durch die Bewegung, infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen notwendig die Struktur 2, gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Struktur entstanden war: im ersten Fall bildet sich die Wahrnehmungsstruktur um, im zweiten Fall ereignet sich keine Reorganisierung; nur der organisierte Teil des Kreises, der in Ruhe das Charakter einer amodalen Ergänzung hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechtecks sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Totalisierung)

b) Ein Beispiel der Trennung einer einheitlichen Figur infolge der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen bietet Fig. 8. In Ruhe nimmt man eine einheitliche Figur wahr; in Bewegung entstehen durch die kinetische Heterogenität der Grenzen zwei überlagerte Figuren, ähnlich wie ~~in Fig. 7~~. In diesem Fall aber war ausser der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig. (Infolge der notwendigen Kürze geben wir nur Beispiele der Erscheinungen die durch Rotationsbewegung entstehen).

c) Nun wollen wir einen Fall betrachten wo, trotz der kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Reorganisierung stattfindet.

Wenn Vorlage 8 um den Mittelpunkt des Kreisbogens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotieren der Halbkreis gesehen.

Es handelt sich nicht um einen Ausnahmefall, wo die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchzusetzen vermag, da sie Erfordernisse stellt die vom energetischen Standpunkt zu kostspielig sind. Eine Trennung der Grenze in zwei kinetisch homogenen Teilen würde die Ergänzung beider Teilen fordern, deren der eine sich eines Bereiches des Grundes eigne sollte, der bewegt wahrgenommen werden sollte. Dazu sollte sich diese Ergänzung auf einen Teil stützen, der keineswegs die Form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.

Die vorliegende Deutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die ergänzungsbedürftige Kontur relativ kleiner und bestimmter wird, oder so, dass man die kinetisch unwirksamen Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Grenzen zu trennen <sup>und nach zu ergänzen</sup> tendieren, vervielfacht, setzt sich bei den meisten Versuchspersonen die Tendenz zur kinetischen Homogenität der Grenzen durch.

d) Als letzten Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Rustzeng gehört sondern sich den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens annähert. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmässigen und unregelmässig <sup>überlegten</sup> aufeinander gelagerten Dingen besetzt. (Fig. 11). Auf der Netzhaut ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschiedenen gereizten Flächen: einige wachsen, andere schrumpfen, andere schrumpfen zuerst und dann wachsen, u.s.w.

*W. Wohl  
Wandernde  
noch*

u.s.w. Die retinale Fläche die der Reizung des bewegten Gegenstandes entspricht schrumpf~~t~~ von einer Seite und wächst von der anderen. Es kann vorkommen dass die Form konstant bleibt, aber oft ändert sich auch die Form. Die Lage, die die verschiedenen Grenzen sukzessiv annehmen, würde verschiedene statische Organisationen hervorbringen; aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden sich stetig ruhende Grenzen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Deckung verschwinden oder neu entstehen, genau wie in den Fällen von "Scheinruhe") und Wandernde, sich verlagernde Grenzen. Auch in diesem Fall trennen sich die heterogenen Grenzen und bildet sich, auf Grund der Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder, und der schon in Ruhewirkenden Wertheimerschen Gestaltfaktoren, die Einheit des sich bewegende ~~gegenstandes~~ <sup>gegenstandes</sup>.

Die Scheinruhe, die als interessante Merkwürdigkeit~~e~~ der optischen Wahrnehmung gelten konnte, erscheint nun an ihrer richtigen Stelle als Spezialfall, in allgemein wirksame Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

Fabio Metelli

A Contribution

to the Theory of Motion Perception

Among the conditions of optical motion perception it seems worth while to analyse the inhomogeneity of the optical field.

The assertion that in a completely homogeneous optical field no motion can be perceived is obvious enough. But inhomogeneity of the optical field is not a sufficient condition for a physical motion (1) to result in a perceptual one: a group of concentric circles, which are chromatically homogeneous and rotate around their common center cannot generate any perception of motion (Fig.1) and the same is true of a set of parallel straight lines which move across the entire visual field in the direction of their length (Fig.2)

Fig. 1

Fig. 2

Translated from  
Fabio Metelli - ZUR THEORIE DER OPTISCHEN BEWEGUNGSWAHRNEHMUNG  
in Bericht über den 24 Kongress der Deutschen Gesellschaft  
für Psychologie (Wien 1964) Göttingen 1965.

2.

- (1) We are considering here - and wherever in this paper we speak of physical motion - motion whose speed is inside the limits of motion perception .

Thus inhomogeneity as a necessary condition<sup>required</sup> for motion perception seems to concern the point-trajectory relation; therefore the following general statement might be proposed to summarize the relation between physical and optical motion.

- 1) A physically moving point<sup>which</sup> is chromatically identical with all, moving or motionless, points of its trajectory cannot be perceived as moving.
- 2) A physically moving point, which is not chromatically equal to all points of its trajectory cannot be steadily perceived as at rest.

On the contrary, it is easy to find facts which contradict the above assertions. A homogeneous square rotating with moderate speed around the point of intersection of its diagonals (Fig. 3) rotates perceptually as a whole figure; nevertheless the points included on and within the largest circle which can be inscribed in the square (Fig. 3 a) correspond to the conditions of statement 1. And all the points included in the circular segments (that is in the dark regions) in Fig. 4 are perceived at rest when the whole figure rotates, although they all correspond to the condition of statement 2.

Fig. 3

Fig. 3 a

Fig. 4

In fact, it is not possible to formulate statements about visual perception of rest and motion in terms of physically moving points: every point follows the destiny of the perceptual unit to which it belongs. The figural properties of a physically moving object decide whether it will be perceived as moving or resting.

To throw some light on the above problem it is useful to analyse a typical phenomenon.

When ~~is~~ Fig. 5 is at rest, it is generally perceived as a bicolored figure. If it rotates slowly around the center of the half circle, a rectangle rotating upon a resting circle is perceived. This phenomenon, which I first analyzed many years ago calling it "apparent rest" was observed originally by Wittmann and then by Werner & Wildhagen on the Maxwell disk. Such a configuration, however, is not a good starting point for reaching a satisfactory interpretation of the phenomenon.

Fig. 5

Fig. 5 a

Fig. 5 b

(Fig. 5)

Our model has two types of borders: circular and rectilinear. The first corresponds to the trajectory of a point during rotation while the second does not.

It is clear, that a chromatically homogeneous configuration, having a border of the first type (like a chromatically homogeneous circle rotating around its center), and configurations like Fig. 1 or 2) do not cause any change of stimulation on the retina and are perceived at rest, although physically moving. On the contrary, if the border of chromatically homogeneous configuration lacks this quality, motion is, as a rule perceived. We will call borders of the first type "kinetically inactive", and borders of the second type "kinetically active".

In our model (Fig. 5) one part of the border is "kinetically active" and the other part "kinetically inactive"; it is therefore kinetically heterogeneous.

When a configuration of this type moves, it is perceptually restructured so that two figures are seen, each having a kinetically homogeneous border.

Fig. 6

Parallel phenomena can be obtained with translatory motion, as f.ex. in the situation described in Fig. 6 (1).

Here the borders coinciding with the trajectory of a point, and which are therefore kinetically inactive, are rectilinear and horizontal, and when the appropriate motion occurs the configuration splits again, into a resting strip and a moving hexagon.

- (1) The apparatus is outlined in the figure: a strip of paper running on two cylinders is observed by subjects through a window concealing the cylinders and the motor.

Aniso

Here too, from a configuration with kinetically heterogeneous borders, two figures have resulted, each of them with kinetically homogeneous borders. Such perceptual restructuring can often be observed (1) and suggests that a general tendency to kinetic homogeneity may <sup>at</sup> be work, a principle, which seems to offer the possibility of explaining a whole class of phenomena. But first of all let us try to develop more precisely this concept.

In what way do the kinetically inactive borders (that is borders corresponding to the trajectory of a point) differ from the kinetically active ones, at the level of proximal stimulation? It is a generally accepted notion that physical motion cannot act directly as a stimulus, and that physically moving objects produce only those stimulation changes which appear on the retinal projection as enlargements and contractions of quasi-homogeneously stimulated regions.

However this topographic change of stimulation caused by physical motion can also be described as displacement of borders, that is displacements of the sudden discontinuities of stimulation between differently stimulated regions.

---

(1) Another example of the same phenomenon is given in Fig. 4; a great number of others are described in (5).

Then, if we limit our discussion to the artificial case of monocular observation with fixation, we can easily see how at the retinal level the kinetically active borders differ from the kinetically inactive ones: the first ones are shifting while the second ones are not.

The difference then appears already at the proximal stimulation. But it is clear that at this level it is not possible to distinguish between the stimulation originated by the kinetically inactive borders of a moving object and the stimulation originated by the borders of resting object, because they ~~provide the same effect~~  
~~are physically identical~~. So the distinction between active and inactive borders acquires [by definition] an extended and more general significance including also the stimulation provided by resting objects.

Now we are ready to analyze some special case. In Fig. 5 the tendency to the kinetic homogeneity of borders <sup>may</sup> does not appear with the same clarity for everybody, because the figure, being divided into two subunits, is seen by some subjects already at rest as a circle half covered by rectangle.

For these persons there is not a perceptual restructuring in connection with motion. ~~Only in these cases, the "lacking" part of the circle takes~~  
In fact, the hidden part of the circle has, when at rest, the character of an ordinary "amodal" completion (in Michotte's terms). But in motion it acquires a particular <sup>perceptual evidence</sup> ~~preganz~~ because, due to the apparent rest, the rectangle is perceived as moving in front of the circle, and the latter appears (successively) directly visible (cyclic totalisation, see ~~Fig.~~ 2,3,4,5,7).

Fig. 7

An example of the splitting of a unitary figure, as a consequence of the tendency to the kinetic homogeneity of borders is offered by Fig. 7. Here, at rest, a unitary figure is perceived; with motion, through kinetic inhomogeneity of borders, two superimposed figures appear (as in Fig. 5). (4)

Fig. 8

There are however also cases where in spite of the kinetic heterogeneity of borders no restructuration takes place. When the model of Fig. 8 rotates slowly, only a rotating half-circle is perceived. I don't think of this as an exception, in which the tendency to kinetic homogeneity of borders is missing, but as a situation where the above tendency would require too much energy to give rise to two kinetically homogeneous figures. A scission of the contour into two kinetically homogeneous parts (circular arc and straight line) would require the completion of both parts; even the line would be required to complete itself as a figure (although there is little or no support for the completion of a line) making use of a part of the ground, which latter ought to be perceived in motion. *2 although in there figural*

(4) An analogous effect can be obtained with translatory motion [if two extinctions of the same color and the shape of a half circle placed one in front of the other, are added to a rectilinearly moving strip.]

~~In addition there is little or no support for figural completion of a line.~~

The above interpretation is supported by the experiments outlined in Fig. 9 and 10. In fact, by modifying the model in such a way that either the relative size of the contour to be completed will be smaller and its form more determined (Fig. 9) or the kinetically inactive contours aiming to completion will be multiplied (Fig. 10), the tendency towards kinetic homogeneity of contours prevails.

Fig. 10

Finally it may be of some interest to consider a situation which is nearer to everyday life situations than are the above experimental situations.

An object is moving in a field which is occupied by irregularly shaped objects, some of which are juxtaposed and others partially superimposed, (as in Fig. 11). The topography of the differently stimulated areas changes steadily in the proximal stimulation, as the object moves across the field: some of them are increasing, some decreasing, others are <sup>de</sup>increasing at the beginning and then <sup>in</sup>decreasing, and so on. The region corresponding to the stimulation originated by the moving object decreases on one side and increases on the other one; its form may keep constant or change.

Fig. 11

The topography of boundaries on the retinal projection changes from moment to moment and, considering it successively at different times, it seems clear that it could result in different static organization. The boundaries between different regions may shift in such a way that what was hidden becomes visible; or the boundaries which belonged to two different perceptual units come to coincide; or a piece of boundary becomes isolated and corresponds to a part of a regular figure which requires completion and so on.

But as a rule this geometrical caleidoscope does not give rise to actual perception. As a rule the structure of the optical field remains stable and in front of it an object moving across the various regions is perceived. Is it possible to find in the stimulation a condition responsible for this perceptual result? It is clear that across time there are boundaries which remain at rest, but whose retinal projection varies as they are progressively covered and uncovered (kinetically inactive borders) and boundaries which are shifting (kinetically active borders). In this case also, exactly as in the special cases which have been analyzed above, heterogeneous boundaries are separating perceptually and, on the basis of the tendency towards kinetic homogeneity of contours, the unity of the moving object is established.

The apparent rest which might have been considered an interesting peculiarity of optical perception appears, then, in its proper perspective as a special case in which commonly acting processes become more evident, than under ordinary conditions. *remain unnoticed,*

## Bibliography

- (1) BEJOR G.: La totalizzazione percettiva in campo rotante, Contrib. scient. Istit. Psicol. Univ. Padova, 1947, serie II, 1.
- (2) METELLI F.: Ricerche sperimentali sulla percezione del movimento. Riv. Psicol., 1940; 36, 319-370
- (3) METELLI F.: Morfologia dei fenomeni di completamento nella percezione visiva. In F. Weinhandl (Ed.) Gestalthafte sehen. Darmstadt: Wiss Buchgesellschaft, 1960, S 266-278.
- (4) METELLI F.: Scheinrube und Erganzungerscheinungen, Proceed. XVth Int. Congr. of Psychol, Bonn, 1960. Amsterdam: North-Holland Publ. Comp., 1962, S 562.
- (5) METELLI F.: Repos apparent et phénomènes de "totalisation cyclique" dans la perception visuelle. Journal de Psychol. Normale et pathol. , 1964, 61, 2-38.
- (6) MUSATTI C.L.: Forma e movimento. Atti Istituto Veneto di SS.LL.AA., 1937, 97, 1-35.
- (7) PETTER G.: Nuove ricerche sperimentali sulla totalizzazione percettiva. Riv. Psicol., 1956, 52, 213-227.
- (8) PRATURLON O: La quiete apparente nel movimento di traslazione. Contrib. scient. Istit. Psicol. Univ. Padova, 1947, Serie II, 1.  
K.
- (9) WERNER H.& WILDHAGEN: Wahrnehmungsversuche. Fortschrittsberichte Psychol. Inst. Univ. Hamburg, 1928

(10) WITTMANN W.: Über das Sehen von Scheinbewegungen und  
Scheinkörpern. Leipzig: Barth, 1921.

F. Metelli  
o. Professor der Psychologie an der Universität Padova (Italien)  
Zur Theorie der optischen Bewegungswahrnehmung  
von F. Metelli

Unter den notwendigen Bedingungen der optischen Bewegungswahrnehmung scheint die Inhomogenität des optischen Feldes einer Analyse wünsig zu sein. Es ist eine übliche Behauptung, dass in einem vollkommen homogenen optischen Felde keine Bewegungswahrnehmung stattfindet. Es genügt aber nicht, dass das optische Feld inhomogen sei, damit sich eine physische Bewegung<sup>(1)</sup> in eine optische Bewegungswahrnehmung umsetzt: eine Gruppe konzentrischer Kreise, deren ein jeder vollkommen homogen ist, und um das gemeinsame Zentrum rotiert, kann keine Bewegungswahrnehmung verursachen; und dasselbe gilt für einen Bündel paralleler Geraden, die das ganze Gesichtsfeld durchqueren, und sich in die Richtung ihrer Länge bewegen.

Aus den vorher erwähnten Tatsachen kann es recht fertigt erscheinen, folgende allgemeine Sätze abzuleiten:

1. Ein physisch bewegter Punkt, der allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch homogen ist, kann nicht als bewegt wahrgenommen werden.
2. Ein physisch bewegter Punkt, der nicht allen, bewegten oder unbewegten Punkten seiner Bahn chromatisch homogen ist, kann nicht fortwährend in Ruhe wahrgenommen werden.

Es ist aber leicht, Tatsachen zu finden, die den beiden obigen Sätzen widersprechen: ein homogener, um den Träffpunkt der Diagonalen physikalisch rotierenden Quadrat, rotiert phänomenal als ganze Figur, obwohl die vom Kreis begrenzten Flächen den Bedingungen des Satzes 1 entsprechen; sämtliche Punkte ~~des~~ <sup>mit nicht in seiner Schnittlinie</sup> Halbkreises der physikalisch rotierenden Figur 1 werden als ruhend wahrgenommen, obwohl sie den Bedingungen des Satzes 2 entsprechen.

1) Wenn hier von physischer Bewegung gesprochen wird, werden nur solche Bewegungen in Erwägung gebracht, deren Geschwindigkeit sich innerhalb der Schwellen der Bewegungswahrnehmung befindet.

~~Ein farbig beschaffener  
Kreis, der von einem schmalen andersfar-  
bigen Rechteck durchquert, der um seinen  
Zentrum rotiert~~

So

→ sämtliche Punkte eines farbig beschaf-  
fenen, von einem schmalen andersfarbigen  
Rechteck durchquerten, um seinen Zen-  
trum <sup>punkt</sup> rotierenden Kreises werden als  
ruhend wahrgenommen etc.

Es gibt keine Möglichkeit, allgemeine Sätze über phänomenale Ruhe und Bewegung von einzelnen, physisch bewegten Punkten, zu formulieren: Der einzelne Punkt folgt dem Schicksal des phänomenalen Ganzen dem er gehört, und es sind die phänomenalen Eigenschaften eines physisch bewegten Ganzes Gegenstandes, die entscheiden ob er bewegt oder ruhend wahrgenommen wird.

Die Beziehungen über Ruhe und Bewegung physikalisch experimenteller Untersuchungen über Ruhe und Bewegung physikalisch bewegter Gegenständen <sup>noch allgemein</sup> folgender Weise formuliert werden: Ein physikalisch bewegter, homogener Bereich, der ~~sich~~ den streudenden Teilen des optischen Feldes nicht homogen ist, wird nach den Eigenschaften seiner Ränder Grenzen bewegt oder ruhend wahrgenommen, und zwar:

1. Wenn der Rand der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich ruhend wahrgenommen
2. Wenn kein Teil des Randes, der Bahn eines Punktes entspricht, wird der Bereich bewegt wahrgenommen
3. Wenn ein Teil des Randes der Bahn eines Punktes entspricht, kann der Bereich entweder ruhend oder bewegt wahrgenommen werden; ~~Er~~ wird ruhend wahrgenommen wenn, und nur wenn, der Teil des Randes der der Bahn eines Punktes nicht entspricht, phänomenal einem anderen Bereich gehört, der folglich ~~nicht~~ bewegt wahrgenommen wird.

Zu weiteren theoretischen Folgerungen kommt man, wenn man die obigen Tatsachen durch Berücksichtigung der Reizungsverhältnisse am Niveau des Sinnesorgans zu deuten versucht.

- ① veranlassen zu einer ganz verschiedenen allgemeinen Formierung, in der die wichtige Punkt-Bahn Beziehung keinen richtigen Platz findet.

emem Fall Konstellation

pc) Nun wollen wir eine Bewegung betrachten wo, obwohl trotz der Substanzlosigkeit der selben kinetischen Heterogenität der Grenzen keine Regeneration stattfindet. Wenn Vorlage ~ in Bewegung um den Mittelpunkt des Kreisfagens langsam rotiert, wird ganz einfach ein rotierender Halbkreis gerufen. Es handelt sich nicht um einen Ausnahmefall, wo die hyphäsierte Tendenz zur künstlichen Homogenität der Grenzen fehlen würde, sondern um einen Tatbestand wo die genannte Tendenz sich nicht durchsetzen vermag, da sie ~~ausgedehnt~~ erweitert stellt sie vom energetischen Standpunkt zu ~~vornehmlich~~ vornehmlich ~~erweitert~~ ergänzt wird. Ein Freimung der Grenze in ~~den~~ zwei kinetisch heterogenen Teilen würde die Ergänzung beider Teile ~~forderen~~ fördern, deren ~~die~~ eine sich eines Bereiches des Gründes ~~erreignen~~ ereignen sollte, der ~~dann~~ in Bewegung geraten sollte. Dazu sollte diese Ergänzung auf eines ~~des~~ Teiles stützen, der Reines Wege sie form der Ergänzungsfigur bestimmen kann.

Es handelt sich Die vorliegende Beutung findet eine Bestätigung in der Tatsache dass, wenn man die Vorlage so ändert, dass die ergänzungsbedürftige Kontur relative kleiner und bestimmter ist, ~~sich bei dem setzt nicht ein~~, aber so, dass man die kinetisch unverkennbaren Grenzen, die sich von den kinetisch aktiven Gründen zu trennen tendieren, vervielfacht, setzt sich die Tendenz zur künstlichen Homogenität der Grenzen durch.

d) Als letztes Beispiel wählen wir eine Reizkonstellation die nicht dem künstlichen experimentellen Zustand ~~gehört~~ entspricht den Tatbeständen des gewöhnlichen Lebens ~~sondern~~ annäherst. Ein Gegenstand bewegt sich in einem Felde von unregelmäßigen und unregelmäßig aufeinander gelagerten Dingen besetzt. (Fig. 77) Auf der Netzplatte ändert sich durch die Verschiebung die Topographie der verschiedenen gereizten Flächen; einige wachsen, andere schrumpfen ~~wach~~, andere schwimmen ~~zurück~~ und dann Wachsen,

länge zunehmen; ~~zurück~~ im margin?

Fig. 9 e 10

E ist vielleicht besser, den letzten Punkt mit einem Beispiel zu erklären. Wenn man Fig. 5 betrachtet, kann man entweder einen Streifen mit zwei weissen Ketten an zwei gegenüberliegenden Enden, oder einen Streifen mit zwei Ketten, die auf einer Seite angebracht sind, beschreiben. Wenn man die im langen Sinn von Mittelpunkt der beiden Kreisbögen der Kettenrollen rotieren lässt, nicht man zwei keilartige Gebilden sie auf einem ruhenden Kreis rotieren. Die Längenänderung hat nicht zu erzeugen durch eine Umsturzrotation, sondern ein neuer gebildet Zustand gekommen. Jeden Ränder ist als kinetisch homogen beschrieben, während kommen konnte: "Für Kreis hat um seinen Mittelpunkt (physisch) rotiert, entsprechen seine (modal oder amodal, wahrgenommen) Ränder der Bahn eines Punktes, während sämtliche Ränder der zwei keilartigen Gebilden der Bahn eines Punktes nicht entsprechen. Es liegt nahe dieses durch die Unveränderlichkeit der Ränder resultat als kinetische Homogenität der Ränder charakterisiert werden kann die Hypothese einer Tendenz zur kinetischen Homogenität der Ränder aufzu stellen, die eine plausiblere Erklärung Bewegungsaberrationsphänomene verspricht.

Wir wollen zuerst die Bedeutung des Begriffes der kinetischen Energie erläutern.

versuchen, wie bewahrt sich die Verschwindenheit  
Was sind die vorliegenden Eigenschaften Auf welchem  
Grund unterscheiden sich am Niveau des Sinnesorga-  
nes die der Bahn eines Punktes entsprechenden und  
nicht entsprechenden Ränder?

Es ist üblich, dass die ~~Feld~~ physische Bewegung hin

Dann der

die Grenzen die ~~der~~ Bahn eines Punktes eines bewegten  
~~gelenks~~ Gelenkstanzes entsprechenden Runde Korrespondieren.

Die Richtungsprinzipien

Wann der

für Netzpunkt nivean hat man keine Möglichkeit die

nicht direkter als Reiz wirksam ist, und dass die physiologisch bewegtes Gegenstände nach Reizungsänderungen bewirken können, die sich als Abstufungen oder sehr unpräzisen qualitativen ~~verschiedenen~~ Flächen geltend machen können. Diese topografische Reizungsänderung kann auch als Verlagerung der Grenzen, d.h. Reizungssprünge zwischen verschiedenen gereizten retinären Flächen verschwinden werden.

Was ist nun besser, dass wir uns ~~an~~ <sup>an</sup> schwinden, in einem künstlichen Bereich notwendigen Einfachheit halber, an dem künstlichen Fall einer einzigartigen Beobachtung mit unbewegtem Auge beschreien können, wie gleich einzusehen, wie sich am Niveau der Netzhaut die der Bahn eines Punktes entsprechenden, und nicht entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes unterscheiden, die ersten verlagern sich ganz einfach nicht, während die zweiten die zweiten verlagern. (Die ersten bilden sich ab als sich nicht verlagende Grenzen, während die zweiten ~~sich~~ sich verlagenden Grenzen entsprechend vorwölben).

Der Unterschied bewölbt sich also auch an ~~der~~ <sup>auf diesem Niveau</sup> Netzhautniveau. Man sieht aber gleich, dass man von diesem Standpunkt aus (der eigentlich der für die Wahrnehmungsanalyse angemessene Standpunkt ist) keine Möglichkeit hat, die Reizung ~~der~~ <sup>der</sup> Ränder einer Punktbahn entsprechenden Ränder eines bewegten Gegenstandes ~~von~~ <sup>die</sup> von der Reizung von den Rändern eines unbewegten Gegenstandes verursacht wird, zu unterscheiden. Da sie beiden Reizungen die selbe Wirkung ausüben, so bekommt die RHG Hypothese der Tendenz

5

Homogenität der Ränder eine will erweiterte viel  
allgemeinere Bedeutung. Doch ist sie von einer spe-  
ziell ~~fall~~ <sup>wurde sie von mir nicht behandelt</sup> Wert keiner ~~höheren~~ Besetzung des gesamten  
Raumteils sein.

Nun wollen wir durch einige Beispiele zeigen, bis  
zu welchen Punkten unserer hypothetischen Festsatz, die für  
~~steht~~ <sup>steht</sup> eine Gruppe von interessanter Erkenntnis  
erklärt. Den Erklärungswert unseres Satzes kann  
zwei kundlichen Homogenität der Ränder <sup>aus einem Beispiel</sup> demonstrieren.

Von den drei erwähnten Hauptfällen bieten die zwei  
ersten keine besondere Schwierigkeit: Ein bewegter ~~homogenen~~ <sup>homogenen Fläche</sup> Bereich, deren Raum mit der Bahn eines Punktes vollkom-  
men übereinstimmt ~~heigt~~ auf der Netzhaut ruhende  
Spuren,

1. Im ersten Hauptfall, wo der ganze Raum ~~des physikalisch~~ <sup>eines</sup> Beweg-  
ten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes  
~~des bewegten Bereiches~~ übereinstimmt, und die Spuren zwischen  
verschieden gerührten retinalen Flächen imbewegt, also kinetisch  
homogen, und es gibt kein Grund für eine Umbildung im Phänome-  
nalen. Da es keine Reizungsänderung gibt, gibt es <sup>auch</sup> kein Grund für  
eine Bewegungswahrnehmung.

2. Im zweiten Hauptfall, wo kein Teil des Raumes des bewegten Be-  
reiches mit der Bahn eines Punktes des Bereiches übereinstimmt, verschlie-  
ben sich sämtliche Spuren zwischen den verschieden gerührten retinalen  
Flächen, verhalb und auch in diesem Fall sämtliche Spuren sind kinetisch  
homogen und es gibt auch hier kein Grund für eine phä-  
nomenale Umbildung. In Gegenüber haben wir in diesem Fall eine  
kontinuierliche Reizungsänderung, und verhalb, wenn die zeitlich  
feste Reizungsbeirufungen abgnatzt, folgt das ganze Bereich  
der Schakral seiner Spuren, und es entsteht phänomenal  
Bewegung.

6

für wichtige  
3. Den dritten Hauptfall, wo nur ein Teil des Raumes ~~an~~ eines physisch bewegten, optisch homogenen Bereiches mit der Bahn eines Punktes (des selben Bereiches) übereinstimmt, wollen wir einige Beispiele im Betracht ~~zu~~ ziehen, und zwar

a) Fig.  . In Ruhe bewirken sie Bewegungsbedingungen für das Entstehen einer ~~der~~ Wahrnehmung ~~der~~ einer zweifarbigem Figur aus zwei überlappenden Figuren, eines ~~der~~ durch einen Rechteck halb bedeckten Kreises. Wenn aber der abgebildete Gegenstand um den Mittelpunkt des Kreisbogens rotiert, entsteht nach der Homogenitätshypothese Grenzenwettstreit, da während die Kreisförmige Gruppe ~~als~~ <sup>als</sup> Kreis ~~die~~ wechselt <sup>die</sup> auf der Kamera ~~die~~ vorbeigehende Bewegung beobachtet, verschieden nach den geraden Graden fortwährend. So bewirkt ~~die~~ <sup>infolge der Bewegung, infolge der Tendenz zur physiologischen Homogenitätstendenz</sup> ~~die~~ <sup>erregt nicht</sup> entsteht ~~die~~ <sup>infolge des</sup> Grenzenwettstreits notwendig die Organisations-

2. z. gleichfalls ob in Ruhe die erste oder die zweite Feldstruktur entstanden war: im ersten Fall entsteht eine ~~die~~ bildet sich die Wahrnehmungskonkurrenz um, im zweiten Fall hat man keine Regorganisation, nur der ergänzte Teil des Kreises, was in Ruhe das Charakter eines amodalen Ergänzung hatte, bekommt eine besondere Evidenz, da er durch die Bewegung des Rechteckes sukzessiv direkt sichtbar erscheint (zyklische Toleranz).

b) Ein Beispiel der Träumung einer einheitlichen Figur <sup>hierarchisch</sup> infolge der Tendenz zur kinematischen Homogenität der Grenzen ~~der~~ <sup>entsteht nicht immer</sup> sieht Figur ...  . In Ruhe bringt die ~~Rechtsverteilung~~ eine einheitliche Figur <sup>die</sup> wahr, in Bewegung entsteht durch die kinematische Heterogenität der Grenzen <sup>die</sup> zwei überlappende Figuren, ähnlich wie im Fall a). In diesem Fall aber war nicht nur die ~~Ergänzung des Kreises~~ außer der Ergänzung des Kreises auch die Ergänzung des Rechteckes notwendig.

(Infolge der notwendigen Worte geben wir nur Beispiele der Erklärungen die durch die Rotationsbewegung entstehen).

~~ergänzen hervorbringen verursachen.~~

w. d. w. Die aktuelle Fläche die der Raumung des bewegten Gegenstandes entspricht schrumpft von einer Seite und wächst von der anderen. ~~da Kette E~~ Kein vorkommen kann dass die Form konstant bleibt, ~~aber auch die Form kann ändert sich auch die Form.~~ ~~aber auch die Form kann ändert sich auch die Form.~~ Die Lage der verschiedenen Gruppen kann ~~annehmen wird~~ in Abhängigkeit von verschiedenen statischen Organisationen vorliegen. Doch unterscheidet man stetig in der zeitlichen Dimension statische Gruppen ~~und~~ aber in der zeitlichen Dimension unterscheiden man stetig zwischen statischen Gruppen (die sich doch auf der Retina ändern, in dem sie durch Dehnung "abgelöst" oder verdrängt oder neu entstehen, genau wie in den ("Scheinruhe") Fällen <sup>vom</sup> und wandern, sich verlagernde Gruppen. Auch in diesem Fall trenen sich die heterogenen Gruppen und bildet sich, auf Grund der kinetischen Homogenität der Gänder, ~~die~~ Einheit und der schon in Ruhe wirkenden Wertheinerziehungs faktoren, die Einheit des sich bewegenden Gegenstandes.

Die Scheinruhe Fälle, die als interessante Wertheinzelheiten der optischen Wahrnehmung gelten können, da erscheinen nun ~~als~~ an ihrer richtigen Stelle als Spezialfälle in keiner allgemein vorherrschende Prozesse augenscheinlich werden, die gewöhnlich unbeachtet bleiben.

Musatti - Forme e movimenti

Atti '37. Ven. S L A Anno 1937-38 ~~# Tomo~~ XCVII.

Nuove aperture (dene Einheit) nella teoria della percezione del movimento si presentano quando si parla della considerazione teorica delle condizioni necessarie della percezione del movimento di un oggetto fisicamente in movimento. Una importante condizione è l'omogeneità. È chiaro infatti che in un campo virtuale perfettamente omogeneo non vi può essere percezione di movimento. Ma non basta che il campo virtuale non sia del tutto omogeneo perché si abbia percezione del movimento; infatti essa serve di vecchi concentrici ~~posti~~, cioè non perfettamente omogenei e ruotanti intorno al loro centro, non possono determinare una percezione virtuale di movimento; ed altrettanto vale per un fascio di rette parallele che si spostano nella direzione della loro lunghezza.

La condizione di omogeneità necessaria per la percezione virtuale del movimento si guarda dunque la relazione punto-traiettoria. Sembra dunque si possa giungere alla formulazione generale:

1. Un punto fisicamente in movimento, il quale sia visivamente omogeneo a tutti i punti della sua traiettoria (non questi in movimento o in quiete) non può essere percepito in movimento.
2. Un punto fisicamente in movimento, che non sia visivamente omogeneo a tutti i punti di uguale traiettoria, non può essere percepito costantemente in quiete.
3. Un punto fisicamente in movimento cessa di essere percepito in movimento quanto ~~ad~~ <sup>(1)</sup> non incontrerà mai tratti ad esso omogenei: non è percepito in movimento per tutta la durata della traiettoria ad esso omogenea.

(1) Con velocità superiore alla soglia inferiore e superiore alla soglia superiore di percezione del movimento

~~Li~~ rimontate sperimentate che tutte e tre le proposizioni precedenti sono errate, non in quanto non è assi il rendimento perfettissimo dei punti in movimento non corrisponda mai ad esse, ma in quanto in molte situazioni si ha un rendimento perfettissimo diverso da quello previsto dalle medesime proposizioni.

Non vi è infatti la possibilità di formulare delle previsioni nei riguardi di un singolo punto; in quanto anche nella percezione del movimento il singolo punto segue il destino della figura alla quale appartiene. Solo tenendo conto delle proprietà figurali si può di una zona circostante in movimento ~~si~~ <sup>avvenire in comportamento</sup> prevedere più probabilmente lo stato di quiete o di moto per ciascuno dei singoli punti che vi appartengono.

I risultati degli esperimenti portano alle seguenti conclusioni. Una regione omogenea cromaticamente ma non omogenea al resto del campo, presentando in movimento, è percepita in movimento o in quiete a seconda delle caratteristiche dei suoi margini, e cioè:

1. Se il margine corrisponde alla traiettoria di un punto, la zona è percepita in quiete <sup>per una parte</sup>
2. Se i margini non corrispondono alla traiettoria di un punto, la zona è percepita in movimento
3. Se parte del margine corrisponde alla traiettoria di un punto, la zona può essere percepita in quiete o in movimento. Essa è percepita in quiete se la parte del margine

\* in quanto

at 1

at 2

che non corrisponde alla traiettoria di un punto, viene ad appartenere formalmente ad un'altra zona. (Tale nazione dei margini in movimento sembra frattarsi in base ad una tensione all'origine della quale dei margini).

Traducendo le molte condizioni della percezione del movimento in termini di trasformazione prospettica si ottiene il teriore finischt nella natura del fenomeno. Movimenti si manifestano e quindi degli effetti contingenti si tratta come infatti in una relazione fra costanza della localizzazione con le trasformazioni e costanza della forma con cambiamenti della localizzazione e la soluzione ad ognne secondo il principio della massima completezza. Nelle intuizioni in cui il margine è parzialmente omogeneo alla traiettoria si ha analogia di trasformazione e la soluzione avviene nel punto.

### Punto 2 Neurum cambiamento di stimolazione



parte interna

# Proietto una periferia uguale la stimolazione interna avente o ciascun polo assente

Nahere Klärung erreicht man, wenn man die Bedeutung der Beschreibung des Phänomens in termen der proximalen Bewegung umsetzt.

Bei der Bedeutung der proximalen Bewegung

Azi analizza il fenomeno prendendo in considerazione le condizioni della stimolazione al livello dell'org.

Il senso

wann man die Phänomene durch Berücksichtigung der Reaktionen der Reaktionen am Niveau des sensiblen Raumes analysiert.

~~Consideriamo quanto avviene al livello dell'organo di senso  
percependo, ipoteticamente ai proietti principali quali per effetto della  
stimolazione, nel risore ottico del sistema nervoso quali sono i meccanismi  
della stimolazione e costituiscono il fondamento del dato sensoriale.~~

~~Per vedere la complicazione particolare data da un modello  
naturale artificiale: l'occhio muscolare ed occhio in-  
movibile dell'occhio.~~

~~Cos'è che avviene sulla retina? Portiamo da una descrizione  
per quanto è possibile obiettiva di quanto avviene sulla retina.~~

Quanto avviene sulla retina si può obiettivamente descrivere in termini di dimensioni della stimolazione (intensità, frequenza, composizione delle onde luminose) distribuzione (topografia della stimolazione retinica) e modificazioni della stimolazione. Quest'ultimo aspetto si deve tener presente quando si considera la dimensione temporale: la topografia topografica della stimolazione può mantenersi costante o mutarsi e può mutare solo in una o più dimensioni; si tratta di azione indiretta, il cui risultato effetto consiste in ampliamento o riduzione di zone stimolate in modo relativamente uniforme, accompagnato da cambiamenti quantitativi o qualitativi della stimolazione entro a singole zone. Una degradazione del tipo "l'immagine dell'oggetto A si muove verso dentro" è inadeguata e deriva da un insopportabile immutabile rovesciamento di una descrizione percettiva al posto di una descrizione fisica. Sulla retina non ci sono oggetti finici che si portano, ma zone strettamente stimolate. Anche nel caso non comune di una modificazione topografica di una zona stimolata con conservazione della forma e delle dimensioni della stimolazione non

~~si tratta di azione indiretta, il cui risultato effetto consiste in ampliamento o riduzione di zone stimolate in modo relativamente uniforme, accompagnato da cambiamenti quantitativi o qualitativi della stimolazione entro a singole zone. Una degradazione del tipo "l'immagine dell'oggetto A si muove verso dentro" è inadeguata e deriva da un insopportabile immutabile rovesciamento di una descrizione percettiva al posto di una descrizione fisica. Sulla retina non ci sono oggetti finici che si portano, ma zone strettamente stimolate. Anche nel caso non comune di una modificazione topografica di una zona stimolata con conservazione della forma e delle dimensioni della stimolazione non~~

è giustificato parlare di un movimento della zona (o dell'immagine) sulla retina, perché all'interno della zona vi sono delle cellule

(o dei punti) che non hanno subito stimolazione, e per i quali, dal punto di vista finis non è avvenuto nulla.

E comunque, anche se la mappa topografica

è tale da non lasciare alcuna cellula senza cambiamento di stimolazione, il momento di fine

la fine del gruppo di cellule non è inau-

tano, ma successivo, per cui mentre un gruppo di

cellule subisce stimolazione, il resto ~~rimane immobile~~

non subisce mutamenti e quindi il primo gruppo di cellule non subisce più mutamento di stimolazione, lo subisce un altro gruppo. Dunque l'"immagine in movimento" è una descrizione corata di un fenomeno finis, che viene descritto come se venisse percepito da un ipotetico osservatore.

C'è tuttavia qualche cosa che si può scrivere in termini di mu-  
~~mento finis e d'alto di stimolazione, cioè il limite fra due zone  
versante e sopra quasi uniformemente stimolate nel caso di mappa  
topografica della stimolazione. Il limite fra due zone  
versamente stimolate, o una parte di esse, può veramente svolgersi come un oggetto finis, ed è questo un'entità risibile in termini finis.~~

~~Hanno~~ Dunque constatato che ~~finis~~ al livello della finia  
la finia al livello dell'organum visus va dunque descritta in termini finis, in termini di dimensioni, di topografia, di mappa topo-  
grafiche costituiti in spostamenti dei limiti fra zone versamente  
stimolate. ~~Si~~ ~~dette~~ in questi termini, l'ipotesi della tendenza alla  
~~contrapposizione~~ <sup>che contrappone</sup> ~~verso~~ ~~margini~~ corrispondenti alla binoculazione di un pa-  
lo solo di un oggetto in movimento e gli margini non corrisponden-  
ti alle tracce di un punto di un oggetto in movimento. ~~Si~~ ~~dette~~  
di ridurre alla minima nella contrapposizione fra ~~margini~~ <sup>tra</sup> ~~margini~~ <sup>fra</sup> ~~margini~~  
in queste (o ~~che~~ <sup>ma</sup> limiti ~~che~~ <sup>che</sup> non sono presenti) ~~versante~~ <sup>margini</sup> ~~versante~~  
di conseguenza, non è lecito riporsi a margini corrispondenti <sup>in alto</sup> alla  
binoculazione di un punto di un oggetto in movimento,

non esistendo niente si estinguere, al livello dell'oggetto si  
noro, tra limiti immobili perché corrispondenti ad oggetti immobili  
e limiti immobili perché corrispondenti ad oggetti <sup>in movimento</sup> cui margini  
hanno la forma della traiettoria descritta da un punto dell'oggetto stesso. E  
ricorre i salti di stimolazione (cioè i limiti fra zone retiniche diverse  
mente stimolate) determinano i contorni degli oggetti percettivi, la  
formulazione dell'ipotesi della tendenza all'acquiescenza cinetica  
dei margini dove assumere una forma più generale, distinguendo  
~~solitanto~~ i margini in quiete ~~e~~ (corrispondenti sia ad oggetti fissi in quieto  
che ad oggetti fissi in movimento, ma caratteristiche tali da non  
determinare mutamenti di ~~stimolazione sulla retina~~ ~~di~~ e  
margini in movimento.

Veriamo ora di applicare l'ipotesi così generalizzata ad  
alcune situazioni sperimentali

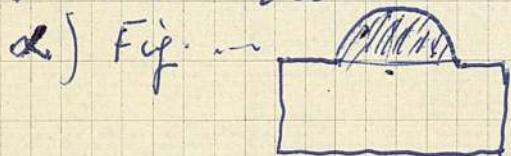
a) ~~Ora la tua penna si muove, in un moto circolante rotatorio~~



a) Nella situazione descritta al punto 1 (~~margine corrispondente alla traiettoria di un punto dell'oggetto in movimento~~, Fig. ...) il limite fra le zone diverseamente stimolate è ~~circolare~~ invariabile, non vi è cambiamento d'stimolazione e quindi non vi può essere movimento.

b) Nella situazione descritta al punto 2 (~~nessuna parte del margine dell'oggetto in movimento corrisponde alla traiettoria di un punto~~, Fig. ...)  tutti i limiti fra le due zone diverseamente stimolate si spostano e sono perciò omogenei dal punto di vista cinetico: in quiete le condizioni della stimolazione restano ~~sempre~~ tali da permettere la percezione di una figura regolare <sup>ma</sup> in uno sfondo omogeneo chiaro. In movimento, tuttavia, i limiti fra le due zone diverseamente stimolate si spostano, essendo ~~omogenei~~ dal punto quindi cinematicamente omogenei non c'è la struttura dei margini non cambia, e se le condizioni temporali della stimolazione sono adeguate, la zona segue il dettino dei margini e la figura è percepita in movimento.

c) Per la situazione descritta al punto 3 ~~per la percezione di una figura a due colori, oppure per la percezione di una figura, un cerchio ricoperto per metà da un rettangolo. Quando l'oggetto ruota intorno al centro dell'arco di cerchio, il suo limite circolare non produce mutamenti nella topografia della stimolazione~~

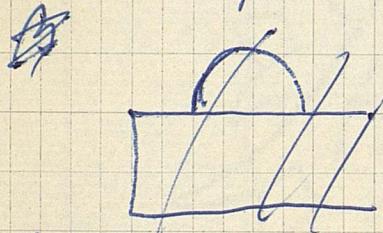


In quiete le condizioni della stimolazione sono tali da favorire la percezione di una figura a due colori, oppure

d) ~~Fig. ...~~  In quiete le condizioni della stimolazione sono tali da favorire la percezione di una figura, un cerchio ricoperto per metà da un rettangolo. Quando l'oggetto ruota intorno al centro dell'arco di cerchio, il suo limite circolare non produce mutamenti nella topografia della stimolazione.

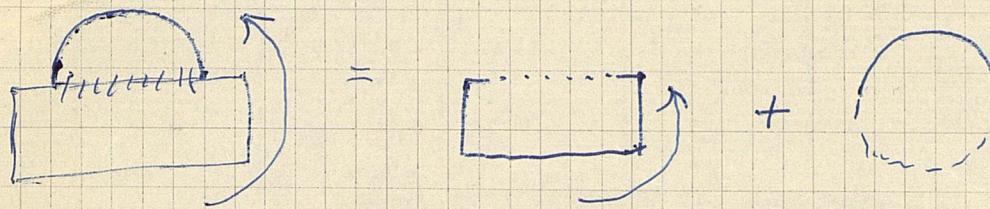
mentre il ~~margino~~<sup>limite</sup> rettilineo si sposta continuamente sulla retina  
 ci troverà sempre di fronte a un caso di eterogeneità cinetica dei margini  
 provolti dalla stimolazione. Se prima dell'inizio del movimento si era pro-  
 dotta l'organizzazione percettiva (2), essa si conserva anche in movimen-  
 to, in quanto la seguitapione in un cerchio rettangolo più un cerchio  
 realizza la separapione dei margini secondo omogeneità cinetica (in  
 quanto il rettangolo non ha nessuna parte di margine immobile, e il cer-  
 chio non ha nessuna parte di margine in movimento). ~~La sola cosa~~ Il solo  
 carattere che si appaga è il movimento non determina in questo caso una  
riorganizzazione; ~~soltanto~~ la parte totalmente del cerchio, che in questo  
 aveva il carattere di un completamento ammirevole acquisita particola-  
 re evidenza in quanto appare ~~soffusa~~ necessariamente a ciò ne-  
 porto.

Si vede in questo si creò provolta l'organizzazione percettiva  
 (1), si determina in movimento, per effetto della tendenza all'omogeneità  
cinetica dei margini una riunione fra la parte circolare e la parte  
 non circolare del margine, e la parte circolare del margine si completa  
 in un cerchio permanemente immobile.

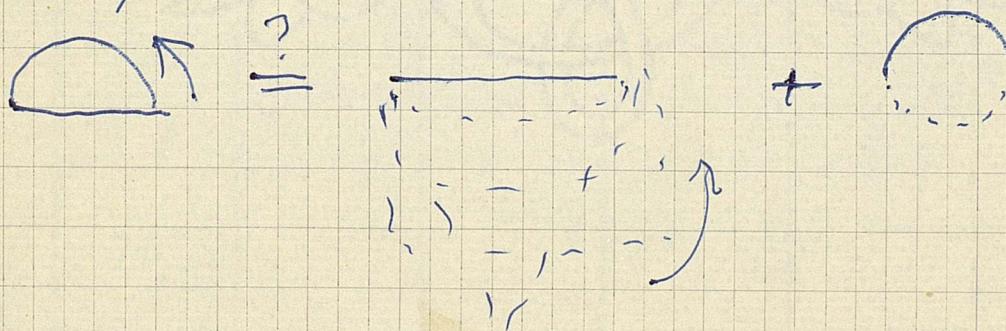


B) Il prodursi ~~della~~ di una riunione in una figura  
unitaria per effetto della tendenza all'omogeneità cinetica  
 dei margini risulta evidente nella ritaglione  
 di Fig. --. In quiete la ~~stessa~~ dislocazione sulla stimola-  
zione determina l'organizzazione di una figura unitaria.  
 in movimento si ha, ~~qualcosa~~ per effetto dell'eterogeneità  
cinetica dei margini, la costituzione di due figure  
sovraposte, ma in questo caso oltre al completamento

del margine creolare non è reso necessario anche il completamento del margine retilinico.



y) L' situazione di Fig. ... si presenta intuttanto perché è opportuno analizzare la situazione di Fig. ... la quale pur presentando gli stessi caratteri di eterogeneità cinetica dei margini, lo stesso non si riorganizza in movimento. Infatti, la stessa figura che si percepisce in quiete si percepisce in movimento. Non si tratta di un'eccezione alla tendenza all'omogeneità cinetica dei margini, ma è un caso in cui tale tendenza non riesca ad affermarsi in quanto pose delle esigenze estremamente disfavorevoli dal punto di vista energetico. Infatti una visione del margine nelle sue parti completamente elastofrene esigerebbe il completamento di tutto e due le parti; e il completamento del margine in movimento dovrebbe avvenire esclusivamente nella base di una parte relativamente piccola, e tale da non determinarne l'andamento (Fig.)

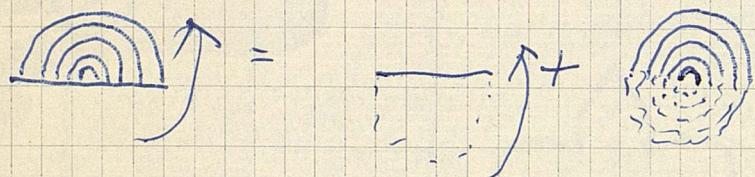


La suddetta interpretazione trova una conferma nel fatto che quando variando le condizioni in modo da diminuire il <sup>ipotetico</sup> dispendio di energia riducendo l'area

(Fig. 1)

parte di margine da completare, o aumentando: margini  
ciurcamento in attivi che tendono a riempire i margini cioè  
l'attivo attivo va completarsi in circolo <sup>(Fig. 2)</sup> con naturale regresso  
fondazione perettiva secondo una sequenza cielica dei  
margini.

$$B_p = \leftarrow \oplus + \odot$$



che cosa avviene

1) Consideriamo ora al livello retinico quando un oggetto si metta in un campo occupato da altri oggetti. Si tratti di uno insieme di oggetti irregolari ed irregolarmente sovrapposti. (Fig. 1) Sulla retina la topografia fra delle zone riservate stimolato si modifica per effetto dello spostamento; alcune zone si allargano, altre si restringono, altre si espanderanno e poi si allargano e viceversa. La zona corrispondente all'oggetto in movimento si restringe da una parte e si allarga dall'altra; può conservare la sua forma o modificarla. Se si considera la posizione dei margini in vari momenti si possono in momenti successivi più corrispondere a organizzazioni statiche diversissime ma in movimento nella dimensione temporale si distinguono margini statici (che tuttavia al livello retinico si modificano, in quanto vengono "cancellati" per ricopertura o riaperti), esattamente come avviene nei cani di quiete apparente (nei quali alle lettere d, B, f) e margini in movimento - ed anche qui si determina una separazione degli uni dagli altri, e si costituiscono gli uni e gli altri in due superficie suddivise alla loro volta nelle varie unità costituite da

diversi appetti in quiete e in movimento.

78 fenomeni si genere apparente ~~sovrapposta~~ dunque dei casi specifici  
che mettono in evidenza quanto i meccanismi che agiscono in  
modo meno evidente nelle situazioni comuni.

~~Il margine che corrisponde alla traiettoria di un punto~~  
~~completo allora la zona contornata~~  
Questo non appartiene <sup>(fenomeno)</sup> di una parte del margine  
alla zona da essa contornata determina

Si chiarimento nel processo tuttavia conviene considerare  
un esempio:

~~di conseguenza il margine stesso~~ La zona contornata dal  
margine che corrisponde alla traiettoria di un punto completo  
di tale margine secondo in modo che tutto il margine <sup>(fenomeno)</sup> cor-  
risponde alla traiettoria di un punto. (V. Fig. ...)

Tra le ipotesi formulate per spiegare questa fenomeno, con-  
sistente in uno svolgimento perennia della curva data dalle  
condizioni cinematiche, la più soddisfacente è quella di una  
tendenza all'omogeneità cinematica dei margini, cioè una ten-  
denza ai margini che corrispondono alla traiettoria di un punto  
di riunirsi fra loro e di rendere dai margini che non pre-  
sentano questa caratteristica. È un caso particolare del principio del <sup>de Wertheim</sup> ~~Wert~~

~~Così come è ragionevole~~ Il valore di questa ipotesi ~~a valori~~ è dovuto  
~~comparando le oscillazioni, alle quali viene sottoposto~~  
~~il grande avvenire al buco dell'organ~~ ~~l'organ~~ ~~è questo che effettua~~  
~~l'oscillazione~~ ~~viviva~~ ~~per ridurre~~ ~~necessità~~ ~~di~~ ~~ripraticarsi~~ ~~in~~ ~~una~~ ~~nuova~~ ~~posizione~~ ~~che~~ ~~è~~ ~~affatto~~ ~~in~~ ~~accordamento~~  
~~da una situazione superficiale abituale~~ ~~visivo~~ ~~monoculare~~ ~~è~~ ~~stesso~~ ~~memorabile~~

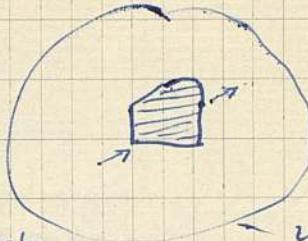
E' vero che al buco dell'organ si sente non pochissime  
voci della nozione di movimento: il movimento fisico ~~non~~ <sup>qualitativo</sup> e  
invece l'organ si sente producendo ~~variazioni~~ <sup>nuovi ipotesi</sup> <sup>de Wertheim</sup>  
~~quozitative di~~ ~~oscillazione~~, che a Cor Volta ~~for~~ potranno determinare quei pro-  
cessi <sup>nuovi ipotesi</sup> <sup>de Wertheim</sup> che stanno alla base del movimento <sup>nuovissimo</sup>. Per-  
ciò bisogna anzitutto trasdurre l'ipotesi nei nuovi termini  
del problema: la tendenza all'omogeneità cinematica dei margini  
~~doveva~~ <sup>è a margini qualitativamente simili</sup> si traduce in una tendenza dei margini che non provocano  
cambiamenti di suonata non si riuniscono tra loro, e si rende  
di dai margini che provocano cambiamenti di oscillazioni (margini  
cualitativamente attivi). In tal modo la formulazione viene <sup>69</sup>  
ad essere più generale, in quanto tra i margini qualitativamente inst-

~~Il corretto~~ Il corretto di traiettoria non ha senso e non può più essere impiegato fra i termini del problema; e lo stesso  
~~appare corretto~~ appena l'impiego del termine al termine  
"margini" può essere usato soltanto nel senso di limiti o confini fra due zone diversamente ma ciascuna uniformemente stimolate (salto di stimolazione).

Sopra retta non c'è "movimento", solo cambiamento di stile  
morfologico

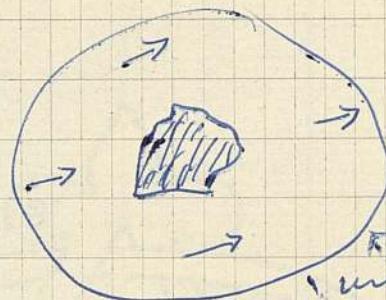
### 1. Cosa particolarmente semplice

Parte inclinata = crune a ~~monte~~  
SO è rimasta a NE, Parte  
inclusa, vicinanza, ma conservando  
la forma.



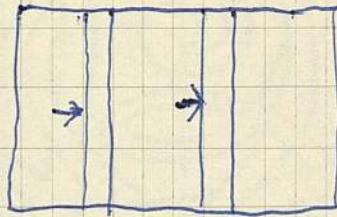
margin del campo  
vicino

### 2. La terra

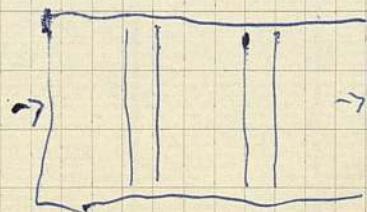


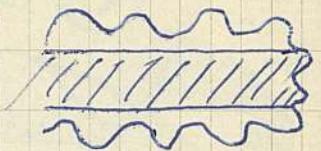
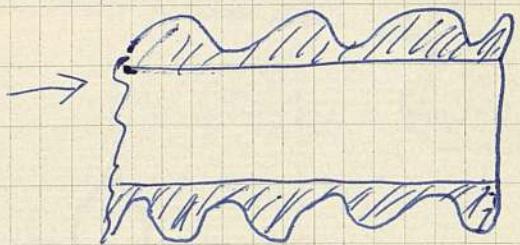
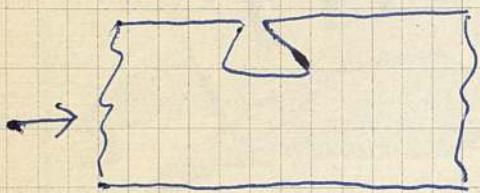
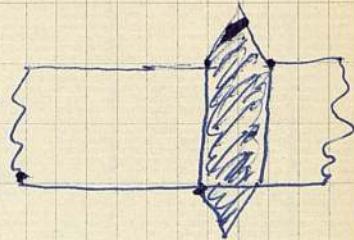
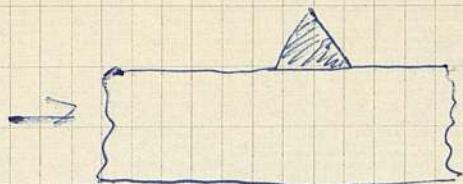
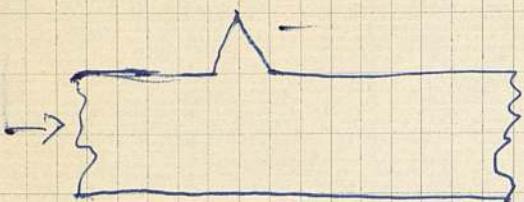
margin del campo vicino

### 3.



### 4.

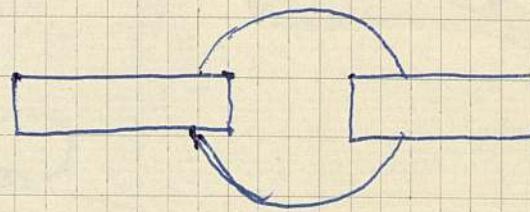
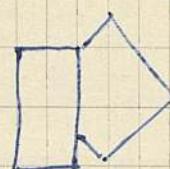
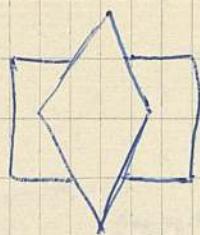
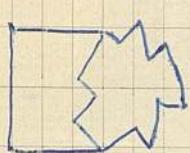




Le "illazioni" hanno, come sempre, la funzione di ristorare il funz. normale della percezione

Q Che cosa determina questa risposta dei margini?

a) convinzioni che determinano l'appartenenza dei margini in gioco

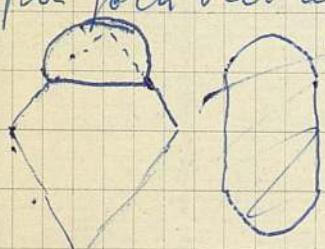


Problemi: a quale si dice figura contigua appartiene una parte di margine, e perché?

2) Se rimisti una tendenza alla unione - nessuno dei margini secondo affinità - riformula la cinetica, si vorrà poter creare contatti in cui in questo si ha una soluzione univoca, un'altra\*. Si può anche stabilire se e quando le convinzioni della struttura si giustificano più forte dell'affinità cinetica.

\* In 3 dei casi su 4 (nessuno), figura unitaria

favorevoli  
semplici  
dove debba



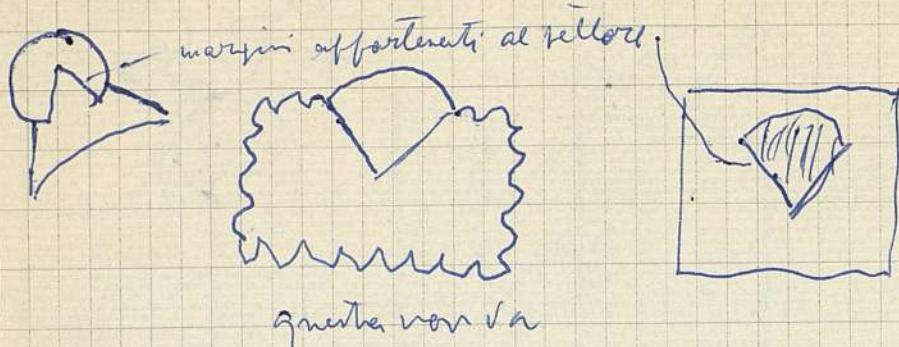
margini  
appartenenti  
al resto



S. molto  
fig. d e E

Favorita l'appartenenza dei  
margini alla struttura

favorevole  
appartenenza  
dei margini  
alla fig. tonda F2



### Tutte le forme

- 1) Figura rossa in 2. fase - margine come il determinante  
Variazione di similitudine
- 2) come sopra : margine come nucleo determinante var. di similitudine
- 3) Figura in torta
  - a) per confronto
  - b) per confronto

condizioni generali della percezione del movimento: cambiamenti di distanza o di direzione quindi spostamento come contrazione del movimento; ma vi è spostamento senza movimento e viceversa

Forse spostamento di un processo. Dove? (movimenti oculari).

Ma quali sono le condizioni che determinano lo spostamento del processo?

Manifestazione di una parte della visione (mov. oculare, tutto). (Se cambia tutto non c'è termine di riferimento se non l'io - o una parte dell'io - possibilità di interpretare i mov. oculare come dal p. di Vista di Deneke)

Quali possibilità di manifestazione in Ison?

Intensità (rapido, lento); "spostamenti". Continua.

Traduzione in termini di stimolato-provoca la delle considerazioni punti - traiettoria

omogeneità assoluta non move.

omogeneità punt-bronetto: "c"

monogmetia punt-bronetto: move.

No



punti retina



→ non ha senso di parlare di omogeneità:  
la contrazione è il cambiamento di dimensione  
brutto?

dove c'è cambiamento di stimolazione c'è moto.

dove non c'è cambi di stimolaz. non c'è moto.

ma punto della retina ha il cambi di stimolazione  
di un punto della retina soltanto in movimento corrispondentemente a quel punto. No

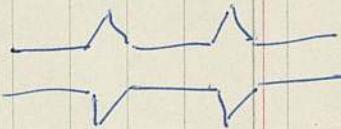
sulla proiezione  
Le cause rispetto del movimento sulla  
proiezione orale / Opportun partire da questo  
perché sulla proiezione orale, come stava  
detto, il "movimento" finisce.

- a) movimento in un campo omogeneo - no
- b) movimento in campo di un punto omogeneo  
alla traiettoria
- c) movimento di un punto inomogeneo
- d) " " " " " parzialmente  
omogeneo

Nei due primi casi non c'è movimento  
nel tempo, movimento, nel quarto, movimento  
parziale.

Non è così

Un punto omogeneo alla sua traiettoria può essere  
percepito in movimento



così un punto inomogeneo rispetto  
alla sua traiettoria al punto immediatamente  
vicino alla sua traiettoria può essere  
visto in moto in genere.

Quanto è il moto in vero - e quanto in figura  
rituale? Dipende dallo <sup>corrispondente della regione</sup> rapporto a cui appartiene

Non si possono definire q. condizioni per la regione?

Risultati degli esperimenti portati allora, con cui una regione omogenea in se stessa non ha contatto col resto del campo, finamente in movimento è percepita in quanto sia in quieto o secondo delle caratteristiche dei margini.

1. Se i margini corrispondono alla traiettoria di un punto, la zona è percepita in quieto.
2. Se i margini non corrono, non è perc. in quieto.
3. Se i margini corrono, parzialmente

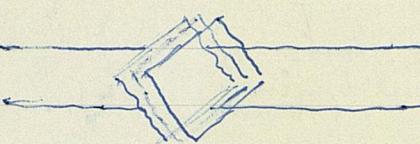
può essere perc. in quieto o in moto, a seconda

a) in quieto se la zona contigua al margine

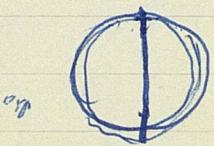
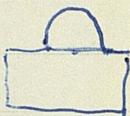
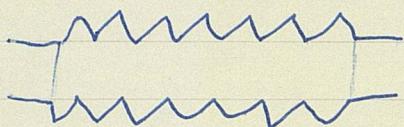
Da del rapporto fra il margine, la lunghezza del margine corr. alla traiettoria e la lunghezza del margine non corr. alla traiettoria, si anche in rapporto da altre condizioni (importanza, esempio, forma coenocitica, similità dei due lati di margine, importanza o diversità della zona, confronto di quieto o di movimento della zona contigua al margine che non corrisponde alla traiettoria di un punto).

Le grafiche mostrano l'affinità cinetica dei margini

1) conservazione della forma  
conservazione della posizione

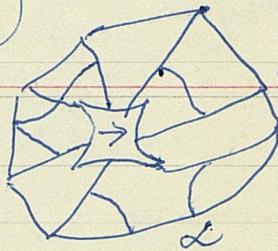


Non conservazione  
locale dei margini  
Conservazione  
locale parziale  
dei margini

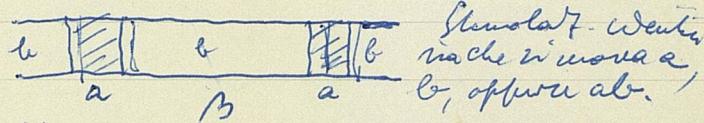


Teoria binata  
al movimento nel piano?  
Erel. in dimensione

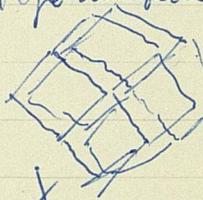
2)



→ conservazione della forma  
conservazione della posizione  
cons. della posizione  
deformazione della forma



rimbalzo. Deforma-  
zione di posizione  
di posizione a b e conservata di a

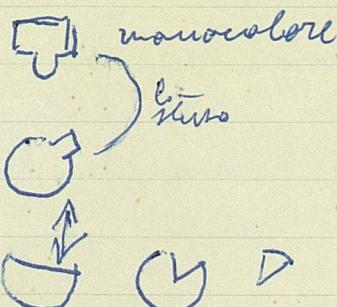
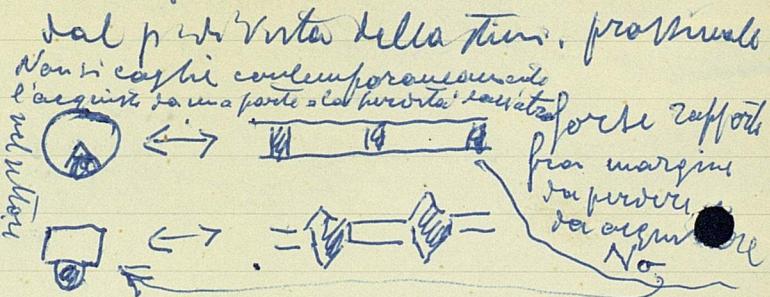


perché no?  
perché in q. caso  
i margini non mantengono  
la posizione;  
mentre parte dei margini  
ha mantenuto nell'altra figura

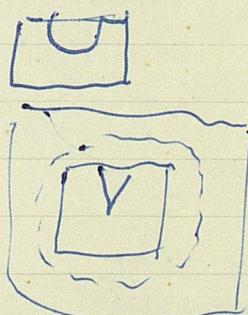
Nell'altra figura la situazione è  
pari a quella di fig. d O

3) In realtà una figura che  
si sposta nel caso di differire  
da una figura che si sposta  
nel caso B solo per le carenze  
dei margini. Ecco  
per i punti interni. Dopo in tutto  
e due i casi parzialmente uniformi  
con la traiettoria.

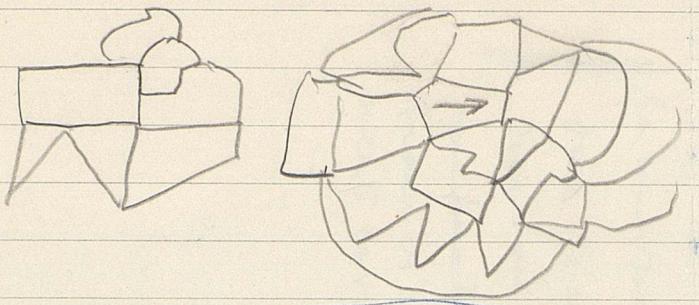
Illustrazioni da studio



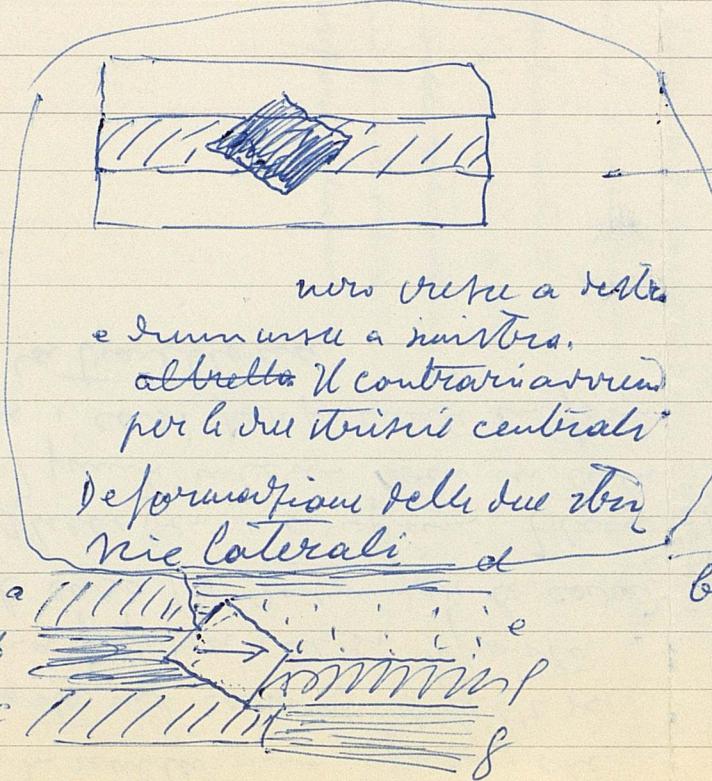
ipotesi: regolari,  
corti, in energie,  
di piccole per  
equilibrarsi



ritrolo norm



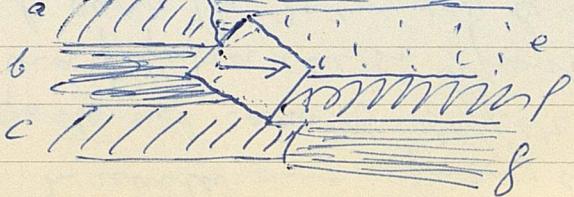
Considerare anche il  
caso della componente radice.



novo spazio a destra  
e diminuire a sinistra.  
Abbretta il contrario avendo  
per le due trincee centrali

Deformazione delle due trincee laterali

d



identico nella stivalata  
posteriorale, ma che si muove  
la parte buccale e quella  
ora che stia ferma.

b arresta malleata  
e viene a par fusce, così pure  
c e d,  
e, f diminuiscono; poi a sin  
istra nasce e' e f'

Enorme complessità non di q. tessituzione. Costanza della loca  
lizzazione e variazioni degli appetti. L'org. di fig.-1 fondo al  
proprio della similitudine. Movimenti ≠ costanza appetti  
e variazione f. localizzazione.

N.B. Comtoplano in cui in luogo del movimento si ha infusione  
di trasformazione.

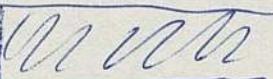
N.B. In fig. 1, in seguito al movim. si ha org. di fig.-1 come?

N.B. Comtoplano dell'org. di fig. 1 come? Regolari?

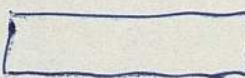
U. Fig. 1 cioè, ci sono situazioni in cui non si costituisce  
l'org. di fig. 1 come in seguito all'irregolarità e scarsa capa-

Quando c'è quel determinato cammino  
di stimolazione g.c. deve accendersi.  
Ma che cosa si muove

Solti di stimolazione - onde

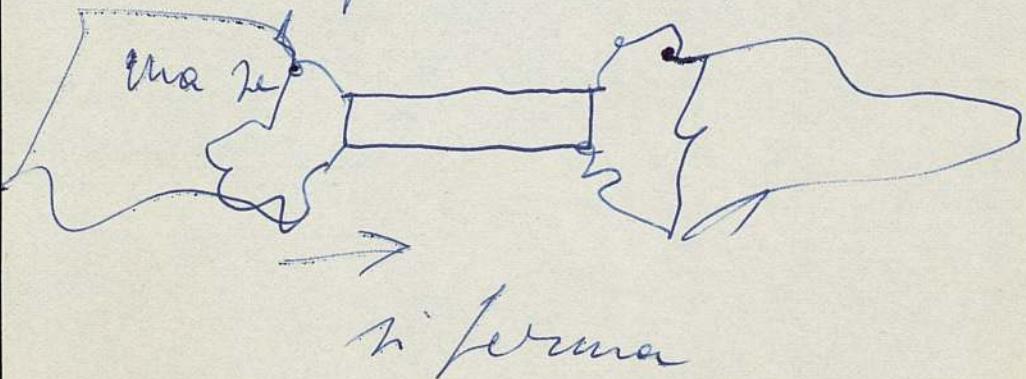


Così è <sup>appena</sup> svolgersi. Uno o l'altro,  
ma se si muove il basso, appena com-  
pare l'alto svolgersi in man., si ferma  
e si muove il basso.

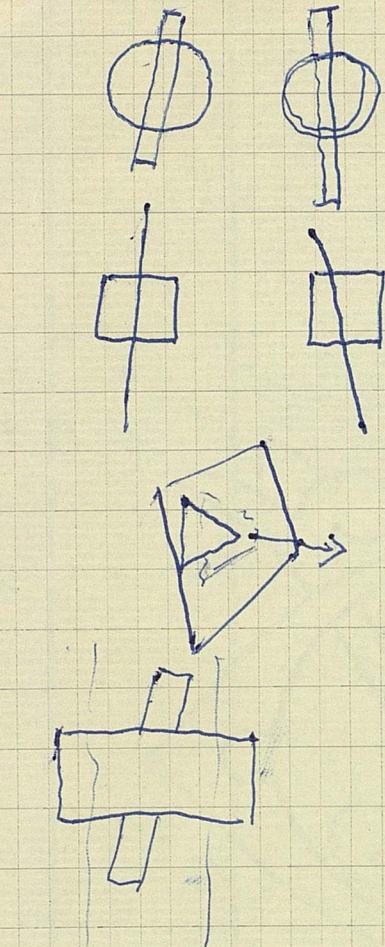


perché non  
si ferma?

E sempre cruciale, come

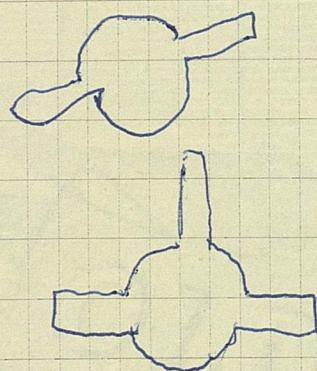


## # Come negli oggetti immobili



4. Anche gli oggetti fatti di stoffa retro a un oggetto in moto hanno i margini solo parzialmente non-movimenti. Cioè non solo una parte dei margini si muove, ma anche la parte non-movimento è solo temporaneamente. Quindi le appi' di zattere per zompare tra due margini non-movimenti e non-movimenti sono le appi' generali di percorso del movimento.

Perché è più economica il moto permanente retro al moto?



1. La durata dell'oggetto in movimento col campo è costante e più economica

2. Reclamamente il moto di un oggetto non è sostituito dalla riuscita, prodotta da un oggetto a margini parzialmente uguali alla traiettoria

3. Ogni moto triste - mancanza di riuscita meccanica

Analisi con commutazioni

	A <sub>o</sub>	B <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>
1	701	-156	424 (1272)
2	482	-643	578 (1734)
3	643	-504	-339 (-1017)
4	636	188	-417 (-1251)
5	618	444	-134 (-402)
6	660	350	-264 (-792)
7	321	-252	-135 (-405)
8	589	-315	-517 (-1551)
9	737	265	414 (1252)
10	588	619	452 (1356)

