3=Z (1

Untersuchungen über die chromatischen Bedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit

Es ist wohl bekannt, dass das Wort Durchsichtigkeit sowohl ein physisches ~~wie ein Wahrnehmungs~~ ~~wie ein Wahrnehmungsphänomen bezeichnet~~ Phänomen bezeichnet (die Tatsache das ~~gewisse~~ ein Stoff gewisse Lichtstrahlen durchlässt) wie ein psychologisches Phänomen (das Durchsehen). Obwohl im allgemeinen behauptet wird, dass die physikalische Eigenschaft die Bedingung der Wahrnehmungserscheinung ~~phänomens~~ ist, hat die experimentelle Psychologie ~~seit~~ den pionierischen Untersuchungen von Fuchs, und besonders klar durch die Technik von Metzger bewiesen, dass es nicht so ist. Da aber die Abhängigkeit der wahrnehmungsmässigen Transparenz von der physikalischen Durchlässigkeit unanfechtbar scheint, ~~scheint~~ es angemessen zu demonstrieren ~~kurz zu beweisen~~ dass die physikalische Durchlässigkeit weder eine notwendige noch eine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist.

a) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine notwendige Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es ~~zu beweisen~~ einen Fall zu demonstrieren, in dem sich phänomenale Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit verwirklicht. Die berühmte Metzger'sche Kreuzfigur, sowie ~~die~~ sämtliche Figuren, die ich während dieses Berichtes zeigen werde, sind Beispiele phänomenaler Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit.

b) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es einen Fall zu finden, wo bei physikalischer Durchlässigkeit ~~keine Dur~~ phänomenal keine Durchsichtigkeit besteht. Ein~~e~~ solches Beispiel kann man leicht verwirklichen, wenn man ~~eine Folie~~ ein Blatt gefärbter Celluloid, oder eine Scheibe gefärbten Glas auf einer homogenen andersgefärbten ~~Ober~~fläche ~~darauf~~setzt. In diesem Fall ist von einem Eindruck der Durchsichtigkeit keine Rede.

Somit ist die These der Nicht-Notwendigkeit ~~und~~ der Nicht-~~Ausschliessbarkeit~~ Hinlänglichkeit der physikalischen Durchlässigkeit für die Wahrnehmung der Durchsichtigkeit. Wenn man ~~kann~~ aber die Demonstration weiterentwickelt, bekommt man einen Einblick in die Bedingungen des Phänomens. ~~Wenn man~~ Wird die Farbe der ~~Ober~~fläche ~~andert~~ geändert, über die das Celluloid~~blatt~~ gesetzt wird, bleibt der Eindruck einer undurchsichtigen Oberfläche unverändert: unter diesen Bedingungen ~~hängt besteht keine Abhängigkeit des Durchsichtigkeitseindrucks von der Farbe der~~ spielt die Farbe keine Rolle. Wenn man aber die beiden Vorlagen so zusammenstellt, dass sich die Ränder der beiden Gelatine~~folien~~blätter glatt fortsetzen, entsteht ein klarer Durchsichtigkeitseindruck. ~~Somit sieht man bekommt man eine klare Ein~~ Es wird damit klar, dass die phänomenale Durchsichtigkeit ein Feldeffekt ist, das von einer translokalen, mehr oder weniger ausgedehnten Reizkonstellation bedingt wird.

Es ist leicht zu zeigen, dass das Phänomen von zwei verschiedenen ~~Beden Arten von Bedingungen abhängt~~, Arten von untereinander unabhängigen Bedingungen abhängt, und zwar figuralen und chromatischen Bedingungen. ~~Wenn man di Form einer Vorlage E~~ An einer Vorlage die einen ~~d~~eutlichen Durch sichtigkeitseindruck bewirkt, ~~wird~~ kann dieser Eindruck einerseits durch eine Aenderung der blossen Form, anderseits durch eine Aenderung der blossen Farben, total aufgehoben werden. In diesem Bericht beschränke ich mich, die Farbbedingungen des Phänomens zu durchforschen.

2. Der Grund, weshalb ~~die~~ eine Analyse Farbbedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit besonders versprechend erscheint, ist dass das Wesen der ~~die~~ phänomenalen Durchsichtigkeit ~~wesentlich~~ ein Farbphänomen ist. Wie bekannt, kann ~~man~~ die Durchsichtigkeit als ~~auch~~ ein Fall phänomenaler Spaltung betrachtet werden: der homogenen Reizung eines ~~retinalen~~ Netzhautgebietes entspricht phänomenal, ~~an~~statt der Wahrnehmung einer einheitlichen Fläche, die Wahrnehmung zweier ~~nacheinander~~ gelegter Flächen, deren eine durch die andere sichtbar ist. Anstatt einer Farbe, entsprechen einer Reizung zwei ~~Farben~~ aufeinander gelegte Farben.

~~Es entstehen~~ man fragt sich dabei ~~, ganz natürlich, zwei Fragen: wann und wie. Und zwar~~ a) unter welchen Bedingungen entsteht die phänomenale Spaltung, und b) welche werden die Spaltungsfarben sein, und in welchen Beziehungen ~~werden~~ stehen sie zu den retinalen Reizungen ~~stehen~~.

Eine Antwort zum zweiten Problem stammt von Koffka und Heider. Ihr Grundexperiment ist wohl bekannt: ein blauer Episkotister rotiert vor einem schwarzen Schirm mit ~~einem gelben Dreieck. Die Figur~~ einer Figur, z.B. ein gelber Dreieck der vom Episkotister ganz überdeckt wird. ~~Die Öffnung des Episkotisters ist so gewählt~~ dass die Reduktionsfarbe an der Lage der gelben Figur

(Die Oeffnung und die Farbe des Episkotisters sind so gewählt) ein neutrales Grau erscheint, das dem Talbot'schen Gesetz entspricht. Unter diesen Bedingungen sieht ein Beobachter eine gelbe Figur auf schwarzem Grund hinter einem blauen, durchsichtigen Halbkreis. Nun lautet die Frage: warum erscheint die Figur gelb? Es ist einleuchtend, dass die banale Antwort, dass die Figur gelb erscheint, weil sie gelb ist, unbefriedigend ist – der Beobachter weiss ja nicht, welche die wirkliche Farbe der Figur ist. Koffka's Erklärung ist, dass, wenn, wie in diesem Fall, die Bedingungen verlangen dass der Episkotister blau sei, und die Reduktionsfarbe des Stückfeldes, das der ~~hinter~~ stehenden Figur entspricht, grau ist, dann muss die ~~Farbe der~~ dahinterstehende ~~der~~ Figur als gelb wahrgenommen werden.

Die allgemeine Hypothese, deren vorige Erklärung eine Anwendung ist, ist dass die Spaltung der Farben im Durchsichtigkeitsphänomen die selben Gesetze der Farbenmischung folgt. Wenn Gr = Bl + Ge, Gr – Bl = Ge. Und es ist gleichgültig, ob das Grau von einer Mischung von Blau und Gelb, ~~ent~~ oder von einer Mischung von Rot und Grün entstanden ist. Koffka und Heider haben nämlich, wie bekannt, bewiesen, dass auch wenn das Grau das (als Reduktionsfarbe) der Fläche der unterstehenden gelben Figur entspricht, anstatt aus einer Mischung von Blau und Gelb, von einer Mischung von Rot und Grün besteht, die betreffende Stelle des Halbkreises Blau und die dahinterstehende Figur gelb empfunden werden.

– Bis hieher Koffka und Heider.

Es ~~ist~~ wäre naheliegend, zu versuchen dieser grundlegenden Hypothese ~~...~~ weiter zu entwickeln, und womöglich in algebraischer Form auszudrücken.

Es ist nämlich zu betonen dass, ~~obwohl~~ Koffka's ~~die Hypothese~~

symbolische Darstellung der Hypothese B+Y=G, G−Y=B keineswegs algebraisch zu deuten ist, da B,Y,G keine Zahlen sind. Eine algebraische Formulierung ~~würde~~ schaut von vornherein für bunte Farben sehr kompliziert aus, da ~~da~~ die bunten Farben drei Zahlen brauchen, um eindeutig bestimmt zu werden. Es ist deshalb zweckmässig, die algebraische Darstellung auf dem Fall der unbunten Farben zu beschränken, und die Möglichkeit auszunützen, die die Klasse der unbunten Farben anbietet, jede Farbe eindeutig mit einer Zahl auszudrücken, und zwar mit dem Reflektanzindex oder albedo (das Verhältnis zwischen reflektiertem und ~~zukommendem Licht~~ einfallendem Licht)

Da nach der Koffka-Heider'schen Hypothese zwischen Farbenspaltung (im Falle der Durchsichtigkeit) und Farbenmischung ein strikter Parallelismus besteht, scheint es vorteilhaft, von dem ~~besser~~ ~~bek~~ wohlbekannten Phänomen der Farbenmischung auszugehen, um zu den Gleichungen der Durchsichtigkeit ~~zu gelangen~~ anzukommen.

Es ist üblich, dass das Resultat der Mischung von zwei unbunten Farben ein Grau ist, dessen Klarheitsgrad ist zwischen den Klarheitsgraden der beiden ~~Bestandteilen~~ Ausgangsfarben lokalisiert. Wenn die Albedos ~~beiden Ausgangsfarben~~ der ~~Mischfarben~~ a und b ~~ist~~ sind und die Albedo ~~des Resultates~~ der Mischfarbe c ist, gilt die Gleichung $\frac{a+b}{2} = c$, wenn die ~~Mengen~~ ~~Ausgangsfarben in gleicher Menge~~ Mengen der Ausgangsfarben gleich sind. Im allgemeinen Fall, wo die ~~Mengen m und n sind~~, ~~und die~~ Farben ~~a und b in der Menge m und beziehungsweise b in der Menge~~ a und b in den Mengen m und beziehungsweise n gemischt werden, ~~ist die wo gilt die Formel~~ $\cancel{c = \frac{ma+nb}{m+n}}$, ~~und zwar die Mischfarbe c ist das arithmetische Mittel~~ übernehmen ~~m und n die Funk~~ m und n die Funktion ~~von m als~~ von Gewichtszahlen, und die entsprechende Formel ist

$$c = \frac{ma+nb}{m+n}$$

Dieselbe Formel kann in der viel bequemeren Form $c = \alpha a + (1-\alpha) b$ verwandelt werden, wo α und $(1-\alpha)$ die Proportionen sind, in welchen die Mengen der beiden Farben zueinander stehen; ~~und deshalb~~ kann α ~~zwischen 0 und 1 variieren kann.~~ deshalb kann α nur die Werte zwischen 0 und 1 annehmen (0 und 1, mit inbegriffen).

Nun soll, nach dem Koffka-Heider'schen Satz, dieselbe Gleichung, die die Farbenmischung beschreibt, in der gegenseitigen Richtung gelesen, die Farbspaltung ~~in~~ der Durchsichtigkeit beschreiben.

Die Gleichung die den speziellen Fall ~~der~~ beschreibt in dem die Mengen von a und b gleich sind, ~~also~~ in dem sich also die ~~Farbe~~ Farbe c ~~gleichteilig~~ gleichteilig in die Farben a und b spaltet, bietet keine besondere Schwierigkeit. Die Spaltung kann, natürlich in unzähligen Weisen stattfinden, ~~von~~ ausgehend von dem Fall in dem die Spaltungsfarben extrem verschieden sind, bis zum Fall (der gar nicht ausgeschlossen ist) in dem die Spaltungsfarben unter sich und mit der Ausgangsfarbe gleich sind.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet die Deutung der Formel der anteiligen Mischung, auf die Farbspaltung angewendet. Was soll eine anteilige Spaltung bedeuten? Dass nicht nur die Qualität, sondern die Menge der Farbe kann in den zwei Spaltungsschichten verschieden sein. Und wie kann sich eine ~~Variation~~ eine Variation der Menge (nicht der Qualität) der Farbe phänomenal ausdrücken? Da die Spaltungsflächen gleich sind, kann ~~sich~~ die Verschiedenheit der Menge nur als Farbdichte erscheinen. In der durchsichtigen Fläche bedeutet verschiedene Dichte verschiedenen Durchsichtigkeitsgrad; was kann aber die Verschiedenheit der Dichte, oder der Farbquantität am ~~die~~ durchgesehenen Gegenstand bedeuten?

~~Es~~ Da es sich um eine ~~anteilige~~ verhältnismässige Spaltung handelt, sollen

des durchgesehenen Gegenstandes
wir an eine Eigenschaft denken, die mit dem Wachsen der Durchsichtigkeit abnimmt und mit dem Abnehmen der Durchsichtigkeit wächst. Dieses Merkmal hat Diese Gesetzmässigkeit ~~hat~~ blos nur die Sichtbarkeit des durchgesehenen Gegenstandes: je weniger sicht durchsichtiger die durchsichtige Schicht, desto farbiger der durchgesehene Gegenstand; je dichter die erste, desto blasser der zweite.

Die ~~Deute~~ vorliegende Deutung soll ~~nun~~ am Verhalten der Veränderlichen der Formel kontrolliert werden.

Die Veränderlichen sind, in der Gleichung der anteiligen Mischung vier, a, b, c, α. Von nun an werden wir sie, zur grösseren Klarheit, da wir die Gleichung ~~zu~~ zur Analyse der Farbspaltung anwenden, a, t, p, α nennen, so dass die Gleichung der Farbspaltung

$$p = \alpha a + (1-\alpha) t \qquad ((1))$$

wird, wo p die Reizfarbe ~~ist~~, a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes, t die Farbe des durchsichtigen Gegenstandes, während das Koeffizient α die Quantität der Farbe in der anteiligen Spaltung misst. Es ist zu betonen, dass ~~die~~ ~~Zahl~~ p, a, t Zahlen sind, und dass die Zahl die das Mass einer (unbunten) Farbe vorstellt ein Albedokoeffizient ist. Deshalb können p, a, t nur Werte zwischen 0 und 1 haben, und dasselbe gilt für α, da, ~~Werte von~~ in diesem Fall, Werte unter Null und über 1 ~~würden mit sich~~ die absurde Folgerung mit sich führen würden, dass eine der zwei Spaltungsfarben in einer negativen Menge anwesend sein sollte.

Sehen wir ~~nun~~ ein, ob das Variationsgebiet 0–1 der obengenannten Deutung (der Mengenvariation der Spaltungsfarben) entspricht. Da a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes ist, misst α in der Gleichung ((1)) die Farbdichte des durchgesehenen Gegenstandes, und $(1-\alpha)$ die Farbdichte des durchsichtigen Gegenstandes.

mit dem Wachsen von α wächst die Sichtbarkeit des durchgesehenen Gegenstandes, und vermindert sich die Dichte des durchsichtigen Gegenstandes, also wächst seine Durchsichtigkeit.

Im Falle einer vollkommenen Durchsichtigkeit ~~(Abb)~~ verschwindet der durchsichtige Gegenstand vollkommen (wie gewöhnlich, im Falle der ungetrübten Luft) und der durchgesehene Gegenstand erscheint vollkommen klar und ungetrübt. im Falle der vollkommenen Undurchsichtigkeit, ist vom "durchgesehenen" Gegenstand nichts zu sehen, der vermeintlich durchsichtige Gegenstand wird als Figur wahrgenommen, und der vermeintlich durchgesehene Gegenstand wird als dahinterstehende Grund nur "amodal" wahrgenommen.

Sehen wir nun ein, was die Gleichung uns in diesen beiden Extremfällen besagt. Wenn $\alpha = 1$ (vollkommene Durchsichtigkeit) ~~wird~~ reduziert sich die Gleichung auf $p = a$, ~~das~~ und zwar bleibt der durchsichtige Gegenstand ganz ohne Farbe (er verschwindet also ganz) und der durchgesehene Gegenstand bekommt die ganze Reizfarbe, er unterscheidet sich nicht von einem direkt gesehenem Gegenstand. in diesem Fall ist keine Spaltung da.

Wenn $\alpha = 0$ (vollkommene Undurchsichtigkeit) reduziert sich die Gleichung auf $p = t$, und zwar bleibt der vermeintliche durchgesehene Gegenstand ganz ohne Farbe, und die ganze Reizfarbe kommt dem vermeintlichen ~~ru~~ durchsichtigen Gegenstand zu; auch in diesem Fall findet also keine Farbspaltung statt,

Die ~~wirklichen~~ Durchsichtigkeitserscheinungen ordnen sich zwischen diesen zwei Extremfällen: für sie gilt die Bedingung $0 < \alpha < 1$.

Aus der vorliegenden Analyse geht die Bedeutung des Koeffizienten α klar hervor. Es wächst mit der phänomenalen Durchlässigkeit des durchsichtigen Gegenstandes; es erreicht ~~den~~ maximalen Wert 1, wenn die Durchlässigkeit voll

[illegible] rispetto ai α
~~Formula in rapporto a Koffka (e il colore?) Esempio episcotista~~

kommen ist und der durchsichtige Gegenstand deshalb unsichtbar wird, und wird zu null wenn die phänomenale Durchsichtigkeit nichtig ist, ~~und~~ wenn es ~~deshalb~~ also keine Durchsichtigkeit gibt. Das Koeffizient α misst also die Durchsichtigkeit, und wird deshalb von nun an Durchsichtigkeits~~ko~~ ~~exponent~~ index genannt.

Nach der Deutung der Durchsichtigkeitsgleichung ist es angemessen, sich zu fragen, ob und inwiefern die Gleichung als Ausdruck des Koffka-Heiderischen Satzes zu betrachten ist.

Dass die Gleichung die anteilige Spaltung der Reizfarbe im Durchsichtigkeitsphänomen beschreibt, und deshalb den Satz von K. u. H. ausdrückt, ist von vornherein klar. Es gibt aber ein wichtiger Unterschied: aus der Gleichung ist ersichtlich, dass wenn p die Reizfarbe ist, und t die Farbe des durchsichtigen Schleiers von einem Episkotister ist, ~~kann~~ man doch noch nicht sagen kann, dass a, die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes strikt determiniert ist. Denn es gibt noch eine weitere unbekannte, α, und eine Gleichung mit zwei Unbekannten ist indeterminiert. Ob und wie diese Undeterminierung beseitigt werden kann, wird im Folgenden geschildert werden.

Es ist vielleicht angemessen, die Sachlage an einem Beispiel zu schildern.

Vor einem homogenen runden Grunde A rotiert ein Episkotister E (gleichen Radius). Die Albedo des Grundes sei a, die des Episkotisters t, der leere Winkel des Episkotisters, α, der volle Winkel $(1-\alpha)$. (α ist eigentlich das Verhältnis zwischen dem Winkel und 360°) Was ist, in diesem Fall, p? Wie bekannt, ereignet~~te~~ sich ~~hier~~ in diesem Fall kein Durchsichtigkeitsphänomen: obwohl A ruht, ~~entsteht~~ ~~unterscheidet sich das~~ ~~E~~ gleicht das Effekt dem einer Maxwellschen Scheibe. Die Gleichung beschreibt ~~in diesem das~~ die anteilige Farbenmischung, p ist die Albedo der entstandenen Farbe.

Wenn der Grund hinausragt und eine beliebige Form hat, ändert sich das Phänomen nicht. Wenn aber der hinausragende Grund zweifarbig ist, z. B. aus zwei angrenzenden Rechtecken besteht, ändert sich das Resultat gründlich: vor ~~dem~~ zweifarbigen Grund wird ein runder, durchsichtiger Schleier wahrgenommen.

(12) → Die Gleichung beschreibt ~~das~~ die Erscheinung für eine Hälfte der Vorlage. p ist ~~(die Albedo)~~ die Reizfarbe des Halbkreises der sich auf dem Grunde A (mit albedo a) projiziert, und zwar die Albedo der Farbe, die als Reduktionsfarbe am Ort des obengenannten Halbkreises wahrgenommen wird (Um diese Farbe wahrzunehmen, braucht man nur, mit einem Lochschirm derselben Farbe des Grundes A, die ganze Vorlage, ~~ausgen~~ mit Ausnahme des Halbkreises, zu verdecken). Es ist eine Mischfarbe, die der Mischfarbe des vorherbeschriebenen Experimentes gleicht.

a ist die Farbe (oder exakter, die Albedo) der durchgesehenen Oberfläche ~~die~~ ~~am Ort des Halbkreises durchgesehen wird~~, die ~~der~~ die Albedo ~~Farbe~~ des hinausragenden Grundes gleicht;

t ist die Albedo ~~Farbe~~ des durchsichtigen Schleiers

α ist der Durchsichtigkeits ~~Koeffizient~~ Koeffizient, der die Durchsichtigkeit des Schleiers mißt.

Natürlich beschreibt eine analoge Gleichung den Tatbestand an der anderen Hälfte der Vorlage. Wenn die erste Gleichung

$$p = \alpha a + (1-\alpha) t \quad \text{ist, ist die zweite z. B.}$$

$$q = \alpha' b + (1-\alpha') t'$$

wo q die Reizfarbe (Albedo) an der anderen Hälfte des Kreises, b die ~~Farbe~~ Albedo des Grundes, t' die Albedo des durchsichtigen Halbkreises, α' der Durchsichtigkeitskoeffizient desselben ist.

Es ist gleich zu betonen, daß die selbe Erscheinung sich ereignen muss, wenn man, ohne Episkotister, auf die selben Bereiche der Netzhaut die selbe Reizung ausübt. ~~Annäherungsweise Wirkung kann man~~ Die ~~&~~ oben beschriebene Sachlage kann z.B. durch eine vierfarbige Vorlage genügend angenähert werden. und, mit Ausnahme des Tiefeneffektes ist das Resultat angenähert das selbe.

Die Gleichung, die die Farbspaltung im Durchsichtigkeitseffekt beschreibt, hat keine Beziehung zu einer gewissen Apparatur, und ist deshalb immer anwendbar, abgesehen von den ~~geographischen~~ materiellen Bedingungen durch die das Durchsichtigkeitsphänomen ~~Phänomen~~ erzeugt wird. Es ist aber viel günstiger, ~~das Phän~~ die Erscheinung mit der Metzger'schen Technik der aneinandergrenzenden farbigen Oberflächen, als mit der Episkotistertechnik zu studieren. Mit der Episkotistertechnik kann man nämlich Farbe und Durchsichtigkeit willkürlich variieren, und die abhängigen Variabeln sind die Reizfarben p und q, die man mit der Technik des Lochschirms eventuell einer indirekten ~~Mess~~ Messung unterbringen kann; während mit der Metzger'schen Technik die Reizfarben a, p, q, b direkt gegeben sind, und gelten also als unabhängige Variabeln, ~~und~~ während der Durchsichtigkeitsgrad α und die Farbe der durchsichtigen Fläche t als abhängige Variabeln die eigentlichen Funktionen ~~sind~~, die den ~~man, nach systematische variierung der Reize studiert werden können.~~ ~~die~~ wirklichen Zweck der Forschung ~~sind~~ bilden

—

Wenn man nun die beiden Gleichungen betrachtet, die die Durchsichtigkeitserscheinung im Episkotisterexperiment oder ~~an~~ der vierfarbigen Vorlage beschreiben, erscheint es naheliegend ~~das~~ dass, wenn die Unbekannten α und t sind, die Werte der zwei Unbekannten durch ~~...~~ das System der zwei Gleichungen determiniert ist.

Es genügt nämlich dass $\alpha = \alpha'$ und $t = t'$ sei, oder, in anderen Worten ~~dass ist~~, dass die durchsichtige Fläche T ~~(der Kreis des Epis~~ (der kreisförmige Nebel im Falle des Episkotisters oder die virtuelle Scheibe die man bei der vierfarbigen Vorlage wahrnimmt) auf beiden Seiten gleicher Farbe und gleicher Durchsichtigkeit sei, Bedingung die ~~was~~ nicht immer, aber in den meisten Fällen als annähernd anwesend zu betrachten ist. — damit das System lösbar sei.

Die Lösungen sind $\alpha = \frac{p-q}{a-b}$ und $t = \frac{qa-pb}{(q+a)-(p+b)}$

Um die beiden Formeln zu diskutieren und aus ihnen einige wichtige Folgerungen zu ziehen ist es notwendig gewisse Punkte zu präzisieren: ~~näher zu betrachten~~

1. Mit A, P, Q, B bezeichnen wir vier verschiedene Gebiete die ~~sich~~ phänomenal voneinander ~~durch~~ Grenzen unterschieden sind, mit a, p, q, b werden die bezüglichen Albedos bezeichnet (Mit [A] ... [B] werden die bezüglichen retinalen Bereiche, und mit [a] ... [b] die bezüglichen physikalischen Reize am Niveau der Retina.

Welche sind aber die Eigenschaften durch die die vier verschiedenen Gebiete charakterisiert und erkannt werden können? Denn ~~man~~ die Form der Gebiete kann ganz verschieden sein — man ist keineswegs an die figurale Eigenschaften des Episkotister-Experimenten gebunden. Die verschiedenen Eigenschaften und Funktionen der vier Gebiete gehen klar aus einer ~~Es ist vielleicht angemessen, hier an eine Versuch einer~~ Theorie der Durchsichtigkeit hervor, ~~zu ich~~ die ich versuchsweise skizziert habe. ~~hinzuweisen~~

An ~~der~~ Durchsichtigkeitsphänomen sind

< dattiloscritto segue
p. 10

P_1 gleicht A in der Farbe und bildet mit ~~A~~ eine einzige Gestalt; Q_1 gleicht B und bildet seinerseits mit B ein ungeteiltes Ganzes, während sich P_2 und Q_2 gleichfalls vereinigen und zusammen die durchsichtige Schicht ~~B~~ T bilden.

Dieser Hinweis an die Theorie hilft mir um die funktionellen Verhältnisse zwischen A P Q B klarzustellen.

P und Q sind die Bereiche wo ~~sie~~ sich die phänomenale Spaltung ereignet. A und B sind die angrenzenden Bereiche: A ~~grenzt mit P~~ ist das mit P angrenzende Bereich und ~~ist~~ hängt mit P dynamisch ~~ver~~ zusammen. B grenzt mit Q an, und hängt mit Q dynamisch zusammen.

P und Q sind also nur nachträglich zu erkennen: in anderen Worten, nur ~~als~~ als sich die phänomenale Spaltung ereignet hat, weiss man welche Bereiche die Funktion von P und Q übernommen haben.

Da P und Q die selbe Funktion ausüben, ~~ist es wohl~~ kann man, nach Willkür, das eine oder das andere der zwei Bereiche in denen die phänomenale Spaltung stattfindet, P nennen. Dann sind aber die Bezeichnungen der übrigen 4 Bereiche schon fixiert, denn Q ist das andere sich spaltende Bereich, A das nicht durch die phänomenale Spaltung von P, ~~unter sich~~ mit der unteren Schicht von P vereinigende Bereich, während B im gleichen Verhältnis zu Q steht.

Es ist noch ~~hinzuzufügen~~ zu ~~Beton~~ betonen, dass die vier Bereiche auch dort am Werke sind, wo scheinbar nur 3 Bereiche zu erkennen sind, wie z. B. im Fall der teilweisen Überlagerung von einem durchsichtigen und einem undurchsichtigen Gegenstand. In diesem Fall übernimmt der Grund die Funktion eines der beiden Bereiche, A oder B.

Die zweite vorläufige Frage bezieht sich auf die Gültigkeit der aus den Gleichungen gezogenen Folgerungen.

Es ist klar dass ~~die oben~~ diese Folgerungen (oder Voraussichten) ~~volle Gült nur im Falle dass, die eindigen wirkenden Bedingungen die Albedos der 4 Bereiche sind, volle Gültigkeit~~ nur dann völlige Gültigkeit haben können, wenn die eindigen ~~Bedingungen determinierenden~~ bestimmenden Bedingungen des Phänomens, die Albedos der 4 Bereiche sind. Wir wissen aber von Vornherein, dass die Durchsichtigkeitserscheinungen sowohl von ~~der~~ chromatischen als von figuralen Bedingungen abhängen. Deshalb, um die Gültigkeit der Gleichungen zu kontrollieren, ist es notwendig, einen Sachverhalt aufzufinden, wo das Phänomen wesentlich von den chromatischen Bedingungen bestimmt ist, wo also die ~~fig~~ figuralen Bedingungen neutral oder wenigstens nicht bestimmend sind.

Ein solches Ziel scheint folgender Weise erreichbar. Durchsichtigkeitseindrücke können ~~man~~ ~~a~~ – wenn auch nicht mit gleicher Fülle, und vielleicht nicht ~~in~~ ganz vollständig – auch ohne chromatische Differenzierung der ~~Be~~ Bereiche, durch Strichfiguren ~~erzeugt verursacht~~ erzeugt werden. Das geschieht aber nur für gewisse Strichfiguren; es gibt Strichfiguren, die ein solches Effekt ~~nicht~~ nicht hervorbringen.

Wenn man aber, bei dieser letzten Figurengruppe, die verschiedenen Bereiche farbig differenziert, merkt man, dass bei einigen Figuren die Einführung dieser wichtigen Bedingung ~~die~~ keineswegs phänomenale Durchsichtigkeit verursacht, während bei anderen Figuren die Einführung der Farbverschiedenheit prägnanter Weise Durchsichtigkeit mit sich bringt.

Es ~~ist~~ scheint deshalb naheliegend, und nicht zu gewagt, zu folgern, dass im letzten Fall, nämlich bei Figuren die nie als Bruchfiguren, und nur als Flächenfiguren durchsichtig erscheinen, das figurale Faktor neutral ~~ist~~, und nur das chromatische Faktor am Werke ist. Es scheint jedenfalls angemessen, ~~von~~ Figuren dieser Art anzuwenden, um die Wirkung chromatischer Bedingungen zu studieren, und ~~in~~ besonders um die Gültigkeit der abgeleiteten Durchsichtigkeitsformeln ~~zu Kon~~ einer experimentellen Kontrolle zu unterwerfen.

Beginnen wir nun mit der Betrachtung der Formel des Durchsichtigkeitindex $\alpha = \frac{p-q}{a-b}$.

Die Formel definiert das Bereich der Durchsichtigkeit, da die möglichen Werte für α, zwischen 0 und 1 liegen. ~~Wenn~~ $\alpha = 0$ bedeutet schon völlige Undurchsichtigkeit, also Fehlen des Durchsichtigkeitsphänomens; $\alpha < 0$ oder $\alpha > 1$ würde bedeuten, dass entweder der einen oder der anderen Schicht eine "negative" Quantität von Farbe zukommen sollte, was keinen Sinn hat.

Davon folgen zwei wichtige notwendige Bedingungen der Durchsichtigkeit, nämlich

$$|a-b| > |p-q| \quad (\text{sonst ist } \alpha \geq 1)$$

$$(a>b) \Longleftrightarrow (p>q)$$

$$\text{und } (a<b) \Longleftrightarrow (p<q) \quad (\text{sonst ist } \alpha \leq 1)$$

Betrachten wir zuerst die erste der zwei Folgerungen; negativ ausgedrückt ergibt sich ~~folg~~ eine ausreichende Bedingung: Wenn der Unterschied (in Albedo) zwischen der beiden sich ~~schichtenden~~ spaltenden Bereichen P und Q grösser ist als der Untersciede zwischen den beiden sich nicht spaltenden Bereichen, kann keine Durchsichtigkeit

keit stattfinden.

Die Bedingung kann leicht kontrolliert werden: Wenn A und B schwarz und weiss sind, und P und Q zwei verschiedene Grautnuancen sind, ist die notwendige Bedingung befolgt und die Durchsichtigkeit möglich. Und tatsächlich ist in diesem Fall Durchsichtigkeit da. Was geschieht aber

man kann die Bedingungen (und zwar die Farben, ~~am exaktesten die Albedos~~) so wählen, dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen, wo sich gewönlich die Farbspaltung ereignet, viel kleiner sei als zwischen den äusseren die gewönlich die Funktion von A und B übernehmen. In diesem Fall kann ~~Farbspaltung (u~~ Durchsichtigkeit erlebt werden. Wenn man aber ~~der Unterschied z~~ die Farbverhältnisse umkehrt, so dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen viel grösser als zwischen den äusseren sei, ist keine Durchsichtigkeit zu beobachten. ~~Wenn~~ Man kann aber, um das Phenomen zu begünstigen oder sogar zu erzwingen, die Folge der Bereiche schachartig wiederholt, erzeugt man, auch in diesem Fall, Durchsichtigkeit. In diesem Fall erscheint aber die Farbspaltung nicht an den inneren sondern an den äusseren Bereichen, das ist, an den Bereichen, zwischen denen der geringere Farbunterschied besteht. Die notwendige Bedingung $|p-q| < |a-b|$ hat sich also auch in diesem Falle bewährt.

Die notwendige Bedingung $(a>b) \Leftrightarrow (p>q)$ kann auch auf die Probe gestellt werden. ~~Wenn wir an einer Vorlage, wo diese Bedingung anwesend ist, also wenn das Bere~~ Die Bedingung ist anwesend wenn an einer Vorlage, wo das Bereich A klarer als das Bereich B, auch das an A angrenzende Bereich P klarer als das an B angrenzende Bereich Q ist. Wenn wir nun ~~die~~ P und Q untauschen, verwirklichen wir die Bedingung $(a>b) . (p<q)$, die die Durchsichtigkeit ausschliesst. Und in der Tat ist, unter dieser Bedingung keine Durchsichtigkeit zu beobachten.

Außer den obigen und anderen, weniger wichtigen notwendigen Bedingungen der Durchsichtigkeit, folgen ~~aus~~ der Formel des Durchsichtigkeitskoeffizienten, dass wenn ~~der~~ der Unterschied zwischen ~~(a−b) und (p−q) klein ist, t gross, und ist,~~ a und b viel grösser als der Unterschied zwischen p und q ist, ~~und~~ die Durchsichtigkeit ~~deshalb~~ klein ~~gross~~ sein soll, während wenn der Unterschied zwischen a und b nur ein wenig grösser ist als der Unterschied zwischen p und q, die Durchsichtigkeit gross ~~sein~~ ist soll. Auch diese Voraussicht kann kontrolliert werden.

Die andere Formel, $t = \frac{aq - bp}{(a+q)-(b+p)}$ die die Farbe der durchsichtigen Fläche angibt, ist komplizierter und weniger übersichtlich. Da aber t ein Albedokoeffizient ist, der nur zwischen 0 und 1 variieren kann, kann man ~~daraus~~ aus dieser Formel auch wenigstens zwei notwendige Bedingungen ableiten, die den Existenzbedingungen $t \geq 0$ und $t \leq 1$ entsprechen.

Die ~~ersten~~ erste kann die bequeme Form $\frac{a}{b} \geq \frac{p}{q}$ annehmen, während ~~für~~ die zweite vorläufig nur in der Form $aq - bp \leq a+q-b-p$ ausgedrückt werden kann.

Um ~~eine~~ Eine Kontrolle zu üben scheinen Albedomessungen unentbehrlich. Doch ~~dass~~ würde ein Ausweg gefunden, ~~um~~ zu qualitative Voraussichten zu gelangen.

~~Wenn man die Fundamentalformel~~ Die Durchsichtigkeitsgleichung

$$p = \alpha a + (1-\alpha)t$$

kann in der Form $\alpha = \frac{p-t}{a-t}$ ~~ausdrückt~~

ausgedrückt werden.

Nun, im Falle der Durchsichtigkeit ist $\alpha > 0$ und $\alpha < 1$.
Betrachten wir zuerst die erste Ungleichheit, $\alpha > 0$
Wir können also schreiben

$$1. \quad \frac{p-t}{a-t} > 0$$

Diese Bedingung impliziert dass ~~entweder~~ Nenner und Zähler des Bruches entweder alle beide positiv oder alle beide negativ sind. Man unterscheidet also zwei Fälle

Fall A_1

Da Nenner und Zähler positiv sind, ist ~~bedeutet~~ $(p-t) > 0$, $(a-t) > 0$

also $p > t$ und $a > t$

~~oder~~ wenn $p > t$, dann $a > t$

oder

$$\boxed{(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)}$$

Fall B_1

Da Nenner und Zähler negativ sind, ist ~~bedeutet~~ $(p-t) < 0$, $(a-t) < 0$

also $\cancel{p<t}$ $t > p$ und $\cancel{a<t}$ $t > a$

~~oder~~ oder

Wenn $\cancel{p<t}$ $t > p$, dann $\cancel{p<t}$ $t > a$

oder

$$\boxed{(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)}$$

Betrachten wir nun die zweite Ungleichheit,

$$2. \quad \frac{p-t}{a-t} < 1$$

in Bezug auf die zwei Fälle A und B.

Fall A_2

Da $(a-t)$ positiv ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit durch $(a-t)$ multipliziert, bleibt die Richtung der Ungleichheit unverändert

Also

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}}\cancel{(a-t)} < 1\,(a-t)$$

das ist $(p-t) < (a-t)$

und deshalb $\boxed{p < a}$

Aus A_1 ~~und~~

$(p > t) \Leftrightarrow (a > t)$

~~...~~ und A_2

~~...~~ $a > p$

folgt

~~$t < p < a$~~ $a > p > t$

Fall B_2

Da $(a-t)$ negativ ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit durch $(a-t)$ multipliziert, kehrt sich die Richtung der Ungleichheit um

Also, in diesem Fall

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}}\cancel{(a-t)} > 1\,(a-t)$$

das ist $(p-t) > (a-t)$

und deshalb $\boxed{p > a}$

Aus B_1

~~$t > \ldots$~~ $(\overset{t > p}{\cancel{p < t}}) \Leftrightarrow (\overset{t > a}{\cancel{a < t}})$

und B_2

~~...~~ $p > a$

folgt

$t > p > a$

Die Folgerungen die bisher aus der Durchsichtigkeitsgleichung gezogen wurden sind nicht überraschend: Denn man kann sie in Worten folgendermaßen ausdrücken: wenn die ~~...~~ phänomenale Spaltung stattfindet, und eine Reizfarbe p die Wahrnehmung einer durchsichtigen ~~Ebe~~ Fläche ~~mit einer~~ deren Farbe t ist und einer durchgesehenen ~~Ebe~~ Fläche deren Farbe a ist, verursacht, dann ist eine der Spaltungsfarben heller und die andere dunkler als die Reizfarbe (Koffka-Heiderscher Satz). In anderen Worten, entweder ist die durchsichtige ~~...~~ Fläche heller und die durchgesehene Fläche dunkler als die Reizfarbe, oder ist die durchsichtige Fläche dunkler und die durchgesehene Fläche heller als die Reizfarbe.

Wir haben aber bisher ~~nur die~~ die Durchsichtigkeitsgleichung nur ~~an~~ den Bereichen A und P ~~Bereich P angewandt~~ ~~Spaltungsbereich P~~ angewendet. Der gleiche Gedankengang gilt aber auch für die Bereiche ~~Q~~ B und Q.

Die Verhältnisse sind also für die Bereiche A und P

A. $a > p > t$ oder B. $t > p > a$

und für die Bereiche B und Q

C. $b > q > t$ oder D. $t > q > b$

Wenn man also die Bereiche A und P mit den Bereichen B und Q zusammenstellt bekommt man folgende Kombinationen: ~~AC AD BC~~ ~~und BD. Also~~

~~Experiment combinant~~ C D

Natürlich kann durch diese künstliche Zusammenstellung nicht ~~das~~ das Bestehen der Durchsichtigkeit vorausgesagt werden. ~~Es~~ ist im Gegenteil zu erwarten daß ~~z. B. im Falle der AC Kombinationen~~, ~~man~~ sich für manche ~~Wert~~ ton Werte von a p ~~t~~ q t keine Spaltung ergeben wird. Was aber die genannten Kombinationen besagen, ist daß wenn sich in diesen die Durchsichtigkeit ereignen wird, dann kann man, aus den Helligkeitsverhältnissen zwischen a und p einerseits, b und q andererseits, den Helligkeitsgrad der durchsichtigen Fläche voraussagen. Denn im Falle AC ~~ist t am~~ gilt die Voraussage

~~Also~~

AC	AD	BC	BD
$a > p > t$	$a > p > t$	$t > p > a$	$t > p > a$
$b > q > t$	$t > q > b$	$b > q > t$	$t > q > b$

dass t, die Farbe von der durchsichtigen Fläche dunkler als a p q b sein wird; im Falle AD ~~kann~~ ist die relative Lage der Helligkeiten genau definiert durch $a > p > t > q > b$, und ~~die Helligkeit von der~~ die durchsichtige Fläche ~~ist grösser als die der Bereiche Q und B, und kleiner~~ T ist heller als die Flächen B und Q, und dunkler als A und P. Im Fall BD, das das Gegenteil vom Fall AC ist, ist die durchsichtige Fläche T am hellsten.

~~Nach Fall BC sollte die durchsichtige Fläche T gleichzeitig am hellsten~~

Die Kombination ~~Fall~~ BC besagt nichts neues, sondern wiederholt den Fall AD, ~~für den Fall indem~~ wenn b heller als a, und q heller als p sein sollte ~~wäre~~; wir hatten aber von vornherein $a > b$ fixiert um unnötige Wiederholungen auszuschliessen.

Auf Einzelheiten – wie die Theorie an den speziellen Fällen $a = p$ (oder $b = q$) und $a = q$ (oder $b = p$), das ist an den Fällen in denen man nur 3 verschiedenfarbige Felder hat, oder an den Fallen, in denen ~~man~~ mehr als 4 verschiedenfarbige Felder am Durchsichtigkeitsphänomen beteiligt sind, angewendet werden kann, gehe ich ~~wir~~ nicht an. Però mostrare le figure.

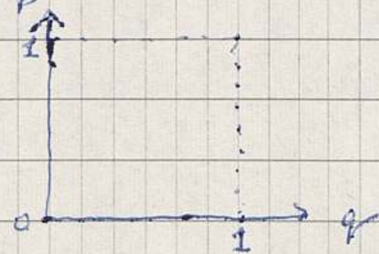
Es scheint mir aber wichtig, eine sehr aufklärende geometrische Darstellung der Theorie zu schildern, der ich meinem Freunde und Mitarbeiter Dozent Dr Carlo Remondino, Direktor des Psychotechnischen Laboratoriums der Fiat Werke in Turin schuldig bin.

Remondino verfährt folgender Weise.

Das Phänomen hängt von 4 Veränderlichen a p q b ab, die von einander unabhängig sind und deren Werte zwischen 0 und 1 variieren können. Um die Beschreibung des Systems zu vereinfachen, kann man die Werte von a und b willkürlich fixieren (a und b wären privilegierte Veränderlichen, da sie den Grund bilden) und die

Analyse auf die Veränderlichen p und q beschränken. Man fixiert auch $a > b$.

Das Variationsfeld kann also folgender Weise geometrisch vorgestellt werden



Die Fundamentalgleichungen

$$\text{I} \quad \alpha = \frac{p-q}{a-b} \qquad\qquad \text{II} \quad t = \frac{aq-bp}{(a+q)-(b+p)}$$

können also Funktionen der Veränderlichen p und q betrachtet werden, während a und b bekannte Konstanten und α und t zwei parametrische (und deshalb willkürlich variierbare) Werte sein sollen.

Aus logischen oder auch physikalischen Gründen sind die parametrischen Grössen α und t nur zwischen 0 und 1 definiert.

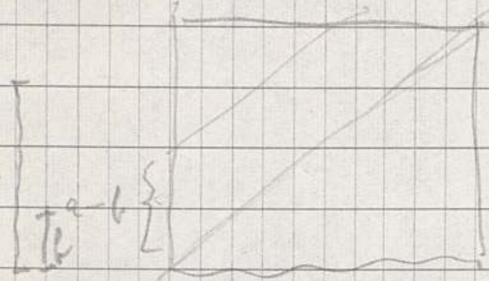
Es ist nun wichtig die Werte der Veränderlichen p und q unter den Bedingungen

$$\alpha = 0 \qquad \alpha = 1 \qquad t = 0 \qquad t = 1$$

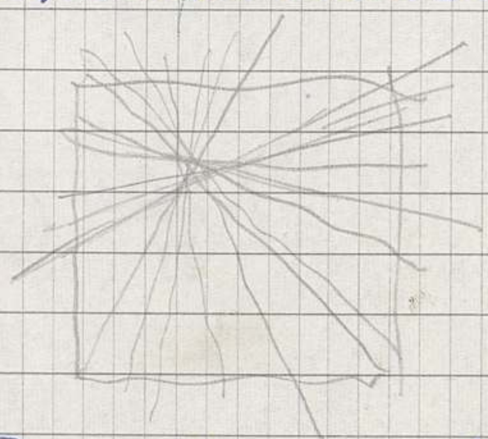
zu berechnen und geometrisch ~~darstellen~~ darzustellen

$$\text{I} \quad \begin{matrix} \alpha = 0 & p = q \\ \alpha = 1 & p = q + (a-b) \end{matrix} \qquad\qquad \text{II} \quad \begin{matrix} t = 0 & p = \frac{a}{b} q \\ t = 1 & p = \frac{a-1}{b-1} q - \frac{a-b}{b-1} \end{matrix}$$

Geometrisch dargestellt ergeben die zwei ~~Lösungen~~ Abkömmlinge der ersten Gleichung zwei Geraden: die erste ($\alpha = 0$) entspricht einer Diagonale des dem Variationsbereiche von p und q entsprechenden Quadrates, während die zweite ($\alpha = 1$) parallel der ersten, im Abstand $(a-b)$ verläuft. Die anderen Geraden der selben Familie, denen die Werte ~~zwischen 0 und~~ von α zwischen 0 und 1 entsprechen, verlaufen ~~dazwischen~~ parallel dazwischen.



Die Abkömmlinge der zweiten Gleichung treffen sich dagegen in einem Punkte deren Koordinaten $p=a$, $q=b$ sind; die anderen Geraden der Familie, die den Werten von t zwischen 0 und 1 entsprechen, treffen sich alle in dem obergenannten Punkte, und verlaufen im grösseren ~~Winkel~~ der von den beiden ersten Geraden gebildeten Winkel.



Nun folgert Rymandin — verwirklicht sich das Phänomen nur wenn folgende drei Bedingungen anwesend sind:

1. Die Werte a, b, p, q fallen im Intervall 0-1.
2. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die zwischen den zwei Geraden $\alpha=0$ und $\alpha=1$ fallen
3. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die im grösseren Winkel zwischen den Geraden $t=0$ und $t=1$ fallen

In anderen Worten verwirklicht sich das Phänomen nur wenn den Wertenpaaren (p,q) Punkte entsprechen die gleichzeitig innerhalb des ~~Streifens~~ durch die erste Gleichung ~~Formel definierten~~ identifizierten Streifens und des durch die zweite Gleichung ~~definierten~~ identifizierten Winkels; das ist, innerhalb des Dreiecks ~~dessen~~ der durch Darüberlegen des Streifens und des Winkels entsteht ~~resultiert~~, (und dessen Scheitelpunkte $p = q = 0$, $p = q = 1$, und $p = a$, $q = b$ sind). Bis hieher Remondino.

Das Interesse an dieser* scharfen und tiefgreifenden Darstellung lag für mich besonders an der Verwertung der zweiten ~~Formel~~ Gleichung, aus der ~~ich~~, wegen ihres multiplikativen Charakters, keine qualitativ kontrollierbare notwendige Bedingung mir abzuleiten gelungen war.

Mit meiner Arbeit hatte ich nämlich nur die Teilen des Quadrates die ausserhalb des durch die erste Formel definierten Streifens lagen aus dem Bereich der Durchsichtigkeitserscheinungen ausgeschlossen. Nun waren, nach dem Gedankengang Remondino's auch zwei Dreiecke [(0,0; a,a; ab) und (ab; 1,1; 1a)], die beiderseits des durch Überlagerung resultierenden Dreiecks, auf dem Streifen lagen, auszuschliessen. Es lag nahe, eine Kontrolle ~~aus~~zuführen.

Hier aber erwartete mich eine Ueberraschung. Auch ohne Albedomessungen war eine Kontrolle leicht auszuführen, da, wie es aus dem Diagramm zu entnehmen ist, wenn $q = 0$ ist gehört der das Phänomen darstellende Punkt sicher dem ersten der beiden aus dem ~~die~~ Durchsichtigkeitsbereich liegenden ~~ausschliessenden~~ Dreiecken. Und doch ist in diesem Fall die Voraussage nicht erfüllt.

25)

chungen, dessen Lösung für t ist $t = q$.

Es hat sich somit auch die t Gleichung bewährt. Denn es hat sich nicht die Farbenspaltung ereignet, die, von der t Gleichung angegeben, als unmöglich erklärt wurde, da sie zur absurden Folgerung einer negativen Albedo führt.

Ich verfüge mir seit einigen Wochen über eine ~~[illegible]~~ ~~mit~~ abgestufte ~~Serie~~ Reihe von Graupapieren mit genau gemessener Albedo, die mir erlauben wird, quantitativ zu arbeiten.

$$p = \alpha a + (1-\alpha)t$$
$$q = \alpha b + (1-\alpha)t$$
$$\alpha = \frac{q-t}{q-t}$$
$$\alpha = \frac{p-q}{a-b}$$

$$p = \alpha a + (1-\alpha)t$$
$$\frac{p-\alpha a}{1-\alpha} = \frac{q-\alpha b}{1-\alpha}$$

$$t = \frac{aq-bp}{a+q-b-p}$$

$$p = \alpha p + (1-\alpha)p$$

— die Bedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit zu bestimmen —

Dem ersten, grundlegenden Problem habe ich eine Antwort zu geben versucht, die ich später erwähnen werde. Es handelt sich aber hier nicht um eine allgemeine, sondern eine spezielle Lösung zu finden, und zwar die Farbbedingungen der phänomenalen Spaltung zu erforschen.

Es ist aber vorteilhaft, das zweite Problem – Farbbestimmung der Spaltungsfarben – früher zu berücksichtigen, und zwar von der Lösung die wir Heider und Koffka verdanken auszugehen.

Ich muss zugeben, dass ich diese Feststellung als einen Tiefschlag empfunden habe. ~~Die~~ Denn die ganze Theorie war damit in Krise geraten. ~~Denn~~, wie konnte man nämlich erklären, dass von den beiden Gleichungen, die α- und die t Gleichung, die von der selben fundamentalen Gleichung abgeleitet worden waren, die eine sich bewähren sollte, und die andere nicht?

Meine Aufmerksamkeit richtete sich vom Anfang an auf das Problem der Grenzen des Isomorphismus zwischen der Reihe die Gesamtheit der Albedos und die Gesamtheit der phänomenalen unbunten Farben. Ein Problem das, abgesehen vom ~~speziellen Problem der Durchsichtigkeit~~, schon an sich wesentlich ist. Es schien mir auch die Richtung einer möglichen Lösung durchblickt gesehen zu haben.

Die wirkliche Lösung lag aber buchstäblich vor den Augen. Sie wurde mir, so zu sagen, von einer Vp. vorgeschlagen. Nachdem sie zugab, dass im kritischen Experiment tatsächlich jene Durchsichtigkeit vorlag, bemerkte sie, dass die echte Durchsichtigkeit auf dem lichten Grund zu beobachten war, während am schwarzen Grund die Durchsichtigkeit gar nicht so deutlich war. Ich wiederhole - am schwarzen Grund

Ich beobachtete es auch - man beobachtet nie genug - und meine Beobachtung fiel mit der der Vp genau zusammen. Nun lag die Erklärung ~~sehr~~ nahe. Das beobachtete Phänomen fiel nicht mit dem durch die Gleichungen beschriebenen zusammen.

Denn die fundamentale Gleichung, aus ~~der~~ ~~von~~ den anderen abgeleitet worden, beschreibt eine Spaltung, wo a und b durch t sichtbar werden. Und in diesem Fall ist ja a ~~durch~~ t sichtbar, aber nicht b ~~Was man durch t sieht ist nicht b sondern q.~~ Daher Wenn man obwohl hier $\alpha \neq \alpha'$ ist, doch versuchen will, in erster Annäherung $\alpha' = \alpha$ setzen, bekommt man eine verschiedene Position von 2 Gleichungen

Ich möchte Ihnen heute über meine Versuche berichten ~~berichten~~ ein quantitatives Gesetz über den Einfluss der Farbe im Durchsichtigkeits phänomen festzustellen.

Ich werde mich dabei auf die unbunten Farben beschränken. Denn, meine ~~die~~ erste Aufgabe ~~ist~~ ist, die Farben quantitativ auszudrücken, und, wie bekannt, braucht man nicht weniger als 3 Zahlen um eine bunte Farbe eindeutig zu bestimmen, während eine unbunte Farbe durch eine einzige Zahl eindeutig bestimmt werden kann, und zwar durch die physikalische Reflektanz oder Albedo, das Verhältnis zwischen reflektierten und einfallendem Licht. $L = \frac{r}{J}$ Die Alb.-Koeff. variieren zwischen 0 und 1 0 theor. Schwarz 1 vollkomm. Weiss.

Betrachten wir nun eine Vorlage in der sich das Phänomen der Durchsichtigkeit verwirklicht. Man könnte ein ganz ähnliches Effekt mit einem Episkotister verwirklichen (deshalb wurde die Vorlage so gewählt); aber das Problem lässt sich viel klarer stellen wenn wir von einem Experiment ausgehen das mit der Metzger'schen Methode der aneinandergelegten undurchsichtigen Flächen realisiert wurde.

~~Betrachten wir nun~~ In der Figur unterscheidet man 4 Bereiche, die wir A P Q B nennen. Die Albedos der vier Bereiche nennen wir a p q b, Betrachten wir nun das P Bereich. Die diesem Bereiche entsprechende Reizung (r) verursacht 2 Effekte: man sieht nämlich eine vordere ~~hintere~~ Schicht T die durchsichtig ist, und eine hintere Schicht die dem anliegenden Bereiche A gleich ist, ~~die~~ durch die vordere Schicht sichtbar ist. ~~Deshalb~~ hat man von einer phänomenalen Spaltung gesprochen.

Nun ~~kann man~~ lautet das Problem: welche Beziehung besteht die dem angrenzenden Bereiche A farbgleich ~~[illegible]~~ ist, und mit ihm ~~sich~~ eine ~~[illegible]~~ Einheit bildet zwischen Reizfarbe[p] und Spaltungsfarben? ~~Denn die Spaltungs-~~ t und a?

~~farben sind in der Regel verschieden~~; z. B. [t] Hellgrau und [a] Schwarz.
~~Und die Reizfarbe[p] – das ist die Farbe des sich spaltenden Bereiches~~
~~z. B. des P Bereiches, wenn das Bereich isoliert, z. B. durch einen Loch-~~
~~schirm betrachtet wird – ist in der Regel von den Spaltungsfar-~~
~~ben~~ auch ~~verschieden~~. Denn wir haben in diesem Fall mit 3 verschiedenen Farben zu tun. Hier ist z. B. die Reizfarbe ...

Die einfachste Lösung unseres Problemes (Beziehung der Spaltungsfarben ~~zur~~ Reizfarbe) wurde, wie bekannt, von Heider und Koffka gegeben, die behaupteten, und bis zu einem gewissen Punkte bewiesen, das die zwei Spaltungsfarben so sein müssen, dass sie, zusammengemischt (z. B. am ~~Farb~~kreisel) die ~~e~~ Ausgangsfarbe, das ist die Reizfarbe wiedergeben.

Wenn die Reizfarbe Grau ist, sagen H. und K., und die Bedingungen verlangen dass eine der Spaltungsfarben Blau sei, dann muss die andere Spaltungsfarbe Gelb sein.

Denn, wenn $Ge + Bl = Gr$, dann $Gr - Bl = Ge$

Ich muss ~~aber~~ hier bemerken, dass das keine algebraische Behandlung des Problemes ist, denn Ge Bl Gr symbolisieren keine Zahlen. Wir können aber das Problem algebraisch formulieren wenn wir uns wie oben gesagt, ~~bef~~ begnügen, mit ~~Farben~~ unbunten Farben zu arbeiten, und wir sie durch Albedokoeffizienten ausdrücken.

Wenn das selbe Gesetz die Farbenmischung und die Farbenspaltung regelt, dann kann man das Talbot'sche Gesetz zur Beschreibung der Farbspaltung anwenden.

Wenn also zwei ~~at~~ unbunte Farben deren Albedokoeffizienten t und a sind, ~~indem~~ beziehungsweise in den Mengen m und n gemischt werden, ist die Mischfarbe

$$p = \frac{ma + nb}{m+n} \qquad p = \alpha a + (1-\alpha) t$$

Die Gleichung ist der Ausdruck des Talbot'schen Gesetzes: p ist die Albedo der Mischfarbe.

Wenn aber die H K'sche Hypothese richtig ist, beschreibt die selbe Gleichung, das Farbspaltungsphänomen: p ist dann die Albedo der Rückfarbe, a die Albedo der durchgesehenen Schicht, t die Albedo der durchsichtigen Schicht, und α und $(1-\alpha)$ die Mengen, oder exakter die Proportionen in denen sich die Ausgangsfarbe gespalten hat.

Was bedeutet aber hier Mengen? oder besser, wie drücken sich in der Wahrnehmung die verschiedenen Mengen aus? Da die Spaltungsflächen gleich sind, kann sich die verschiedene Menge der Farbe nur in einer Verschiedenheit der Farbdichte ausdrücken. Und verschiedene Farbdichte bedeutet an der vorderen Schicht verschiedene Durchsichtigkeit, und zwar grosse Farbdichte = kleine Durchsichtigkeit, kleine Farbdichte = grosse Durchsichtigkeit.

Kontrollieren wir nun diese Deutung an der Gleichung. Was geschieht wenn $\alpha = 0$, und zwar wenn die vordere Schicht t die ganze Farbe annimmt? In diesem Fall ist a multipliziert durch null, also verschwindet a vollkommen. Man sieht nicht durch die vordere Schicht T, die also ganz undurchsichtig geworden ist.

Und was geschieht wenn $\alpha = 1$? Da nimmt die hintere Schicht die ganze Farbe an, und die vordere Schicht verschwindet. Das bedeutet, dass die vordere Schicht vollkommen durchsichtig ist, und deshalb unsichtbar wird. In diesen beiden Fällen haben wir keine Farbspaltung. Die Farbspaltung kommt in den Zwischenfällen vor. Und das Koeffizient α, dass 1 wird wenn die Durchsichtigkeit vollkommen ist, 0 wenn keine Durchsichtigkeit dabei ist, gross wird wenn eine kleine Proportion von Farbe der durchsichtigen Spaltungsfläche zukommt, und deshalb die Durchsichtigkeit gross ist, klein wenn die Durchsichtigkeit ~~klein~~ klein ist, ist ein Koeffizient der die Durchsichtigkeit misst, ein Durchsichtigkeitskoeffizient.

Nun ~~s~~ sollte die Gleichung keine unbekannte Symbole enthalten, denn a und t sind Albedokoeffizienten die den Farben der beiden Spaltungsschichten entsprechen. Es besteht aber ein wichtiger Unterschied: a entspricht der Farbe des angrenzenden Gebietes, und ist also eine bekannte Grösse; während t, die Farbe der ~~for~~ vorderen Schicht, wieder ~~nicht~~ eine der Unbekannten des Problems ist.

Man kann eigentlich das Problem folgenderweise formulieren: Kann man, von den Farben der Gebiete A und P ausgehend, den Durchsichtigkeitsgrad und die Farbe der vorderen, durchsichtigen Schicht t voraussagen?

Die Antwort ist nein, da die Unbekannten zwei sind, und deshalb die Gleichung indeterminiert ist.

Somit haben wir aber nur eine Hälfte der Vorlage, und damit eine Hälfte der gegebenen Grössen gebraucht. Wir können nämlich eine zweite Gleichung schreiben, und wenn wir $\alpha' = \alpha$ und $t' = t$ setzen dürfen, was nicht immer, aber oft der Fall ist, wird das System lösbar. Die Lösungen sind:

$$\alpha = \frac{p-q}{a-b} \qquad t = \frac{aq-bp}{(a+q)-(b+p)}$$

Nun ist der Fall, die Gültigkeit der abgeleiteten Gleichungen einer experimentellen Kontrolle zu unterwerfen

Der Tatbestand ~~kann~~ also folgender Weise beschrieben 1
werden. Während die Folgerungen, die aus der Gleichung des Durchsichtigkeitsindex α gezogen wurden, sich bisher alle bewährt haben, ist das für die Gleichung der Farbe der transparenten Fläche nicht der Fall. Denn, ~~erstens~~ es ereignet sich Durchsichtigkeit in Fällen in denen, wie im vorher betrachteten Fall, ~~in denen~~ das ~~von~~ t ~~angenommene~~ Wert, das ~~Bestehen~~ Erscheinen des Phänomens ausschliessen sollte (in diesem Fall ist t negativ, also die Albedo der durchsichtigen Fläche sollte ~~kleiner~~ kleiner als Null sein, was mit keiner vernünftigen Deutung vereinbar zu sein scheint); ~~zweitens~~ und es besteht kein qualitativer Unterschied ~~der~~ zwischen ~~den Fällen die Werten von t annehmbaren und unannehmbaren Fällen~~ Fällen ~~in~~ denen annehmbare Werte von t entsprechen, und Fälle denen unannehmbare Werte von t entsprechen.

Es bleibt also die schwierige Aufgabe übrig, eine Erklärung zu finden, weshalb ~~das Schicksal der beiden Gleichungen so verschieden~~ aus der t Gleichung keine richtige Folgerung gezogen werden kann.

Da ~~sich~~ die α- und die t- Gleichungen ein so verschiedenes Schicksal haben, scheint es angemessen, ~~zu sehen mit einer~~ ob aus ihren Verschiedenheiten eine Erklärung

Natürlich sollte man mit einer quantitativen Analyse anfangen. Es ist mir aber erst in der vorigen Woche gelungen, ~~mir~~ über eine Serie Reihe von Graupapieren mit exakt gemessener Albedo zu verfügen. Deshalb muss ich mich begnügen eine erste Hypothese zu stellen, die sich nur auf die bisher beschriebenen Tatsachen stützt.

1. ~~E~~ Eine Ursache des ~~Schwierigkeit~~ Nichtfunktionierens der zweiten Gleichung könnte die Natur des Index t sein. t ist

nämlich ein Albedoindex, das das Bestehen eines Isomorphismus zwischen Albedo und unbunte Farbe voraussetzt.
Wir wissen aber, dass eben an den Enden der Serie ~~das Isomorph~~ ein solcher Isomorphismus nicht besteht. Es gehört nämlich zu den üblichen Kenntnissen, dass ~~man~~ ein Schwarz Albedo 0 durch Kontrast, phänomenal noch schwärzer wird, und dasselbe gilt für ein Weiss Albedo 1.

Ferner setzt das Brauchen einer Albedoskala als Mass der unbunten Farben eine vollkommene Farbe Konstanz voraus.

Dieselben Bemerkungen gelten aber auch für die Werte von a, p, q, b, die auch die betreffenden Farben durch Albedo-Koeffizienten messen.

2. Der ~~zweite~~ nächste Erklärungsversuch soll also auch den Unterschied zwischen den beiden Gleichungen berücksichtigen. Warum hat~~ten~~ sich die Albedoskala im ersten Fall als brauchbar erwiesen, und im zweiten Fall nicht?
Es gibt ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Gleichungen. Die ~~erst~~ α-Gleichung ist gegen eine Multiplizierung aller Werte mit einem Koeffizienten invariant. Das selbe gilt aber nicht für die t-Gleichung: das t-wert variiert wenn apqb mit ein~~em~~ Koeffizienten multipliziert werden.

Dieser Unterschied kann uns vielleicht einen Hinweis geben über die Richtung in welcher ~~sie~~ man die Lösung des Problems suchen sollte.

Bis zu welchem Punkte besteht ein Isomorphismus zwischen ~~eine~~ Albedo-Skala und phänomenale Grau-Skala? Unter den Bedingungen des Durchsichtigkeitsphänomens ändern die Beleuchtungsverhältnisse die Ordnung der phänomenalen Farben im Allgemeinen nicht. Auch der Abstand zwischen zwei Farben bleibt ~~ist~~ im Allgemeinen erhalten. Die absoluten Helligkeiten ~~bleib~~ sind aber phänomenal nicht konstant.

Das kann ~~aus~~, bis zu einem gewissen Punkte, die verschiedene ~~heit~~ Brauchbarkeit der beiden Gleichungen erklären; denn die t-Gleichung würde ein Isomorphismus-Niveau fordern, das nicht besteht. ~~Das Problem ist aber keineswegs~~ öffnet sich aber damit eine gewisse Krise die keineswegs am Durchsichtigkeitsproblem beschränkt bleibt. Denn wenigstens die Farbenmischungsprobleme, und besonders das Talbot'sche Gesetz werden impliziert

Es drängen sich dabei zwei Fragen auf: a) Unter welchen Bedingungen entsteht die phänomenale Spaltung, und b) Welche werden die Spaltungsfarben sein, und in welchen Beziehungen stehen sie zu den retinalen Reizungen.

Dem ersten, grundlegenden Problem - die Bedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit zu bestimmen - habe ich eine Antwort zu geben versucht, die ich später erwähnen werde. Es handelt sich aber hier, nicht eine allgemeine sondern eine spezielle Lösung zu finden, und zwar die Farbbedingungen der phänomenalen Spaltung zu erforschen.

Es ist aber vorteilhaft, das zweite Problem - die Bestimmung der Spaltungsfarben - früher zu berücksichtigen, und zwar von der Lösung die wir Heider und Koffka verdanken auszugeben. Ihr Grundexperiment ist wohl bekannt: ein blauer Episkotister rotiert vor einem schwarzem Schirm mit einer Figur, z.B. einem gelben Viereck der vom Episkotister ganz überdeckt wird. Die Öffnung und die Farbe des Episkotisters sind so gewählt dass die Reduktionsfarbe - welche, wie bekannt, der Netzhautreizung entspricht - an der Lage der gelben Figur ein neutrales Grau erscheint, das dem Talbot'schen Gesetz entspricht. Unter diesen (Fig. 6 Fig. 7

Es drängen sich dabei zwei Fragen auf: a) Unter welchen Bedingungen entsteht die phänomenale Spaltung, und b) Welche werden die Spaltungsfarben sein, und in welchen Beziehungen stehen sie zu den retinalen Reizungen.

Dem ersten, grundlegenden Problem - die Bedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit zu bestimmen - habe ich eine Antwort zu geben versucht, die ich später erwähnen werde. Es handelt sich aber hier, nicht eine allgemeine sondern eine spezielle Lösung zu finden, und zwar die Farbbedingungen der phänomenalen Spaltung zu erforschen.

Es ist aber vorteilhaft, das zweite Problem - die Bestimmung der Spaltungsfarben - früher zu berücksichtigen, und zwar von der Lösung die wir Heider und Koffka verdanken auszugeben. Ihr Grundexperiment ist wohl bekannt: ein blauer Episkotister rotiert vor einem schwarzem Schirm mit einer Figur, z.B. einem gelben Viereck der vom Episkotister ganz überdeckt wird. Die Öffnung und die Farbe des Episkotisters sind so gewählt dass die Reduktionsfarbe - welche, wie bekannt, der Netzhautreizung entspricht - an der Lage der gelben Figur ein neutrales Grau erscheint, das dem Talbot'schen Gesetz entspricht. Unter diesen (Fig. 6) (Fig. 7)

8. Die Durchsichtigkeitsgleichung

$$p = \alpha a + (1 - \alpha)t$$

kann der Form $\alpha = \frac{p-t}{a-t}$

ausgedrückt werden.

Nun, im Falle der Durchsichtigkeit ist $\alpha > 0$ und $\alpha < 1$.

Betrachten wir zuerst die erste Ungleichheit, $\alpha > 0$

Wir können also schreiben

$$1. \qquad \frac{p-t}{a-t} > 0$$

Diese Bedingung impliziert dass Zähler und Nenner des Bruches ent-weder ~~alle~~ beide positiv oder ~~alle~~ beide negativ sind. Man unterscheidet also zwei Fälle

Fall A_1

Da Nenner und Zähler positiv sind, ist $(p-t) > 0$, $(a-t) > 0$
also $p > t$ und $a > t$
oder
wenn $p > t$, dann $a > t$, und umgekehrt
oder

$$\boxed{(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)}$$

implizieren sich gegenseitig

Fall B_1

Da Nenner und Zähler negativ sind, ist $(p-t) < 0$, $(a-t) < 0$
also $t > p$ und $t > a$
oder
wenn $t > p$, dann $t > a$, und umgekehrt
oder

$$\boxed{(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)}$$

Betrachten wir nun die zweite Ungleichheit,

$\alpha < 1$, also

2. $$\frac{p-t}{a-t} < 1$$

in Bezug auf die zwei Fälle A und B.

Fall A_2

Da (a-t) positiv ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit ~~durch~~ mit (a-t) multipliziert, bleibt die Richtung der Ungleichheit unverändert

Also

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}} \cancel{(a-t)} < 1\ (a-t)$$

das ist $(p-t) < (a-t)$

und deshalb $\boxed{p < a}$

Aus A_1

$$(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)$$

und A_2

$$a > p$$

folgt

$$a > p > t$$

Fall B_2

Da (a-t) negativ ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit ~~durch~~ mit (a-t) multipliziert, kehrt sich die Richtung der Ungleichheit um

Also, in diesem Fall

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}} \cancel{(a-t)} > 1\ (a-t)$$

das ist $(p-t) > (a-t)$

und deshalb $\boxed{p > a}$

Aus B_1

$$(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)$$

und B_2

$$p > a$$

folgt

$$t > p > a$$

Die Folgerungen die bisher aus der Durchsichtigkeitsgleichung gezogen wurden sind gar nicht überraschend. Denn man kann sie in Worten folgendermassen ausdrücken: wenn die phänomenale Spaltung stattfindet, (und eine Reizfarbe p die Wahrnehmung einer durchsichtigen Fläche deren Farbe t ist und einer durchgesehenen Fläche deren Farbe a ist, verursacht,) dann ist eine der Spaltungsfarben heller und die andere dunkler als die Reizfarbe (was dem Koffka-Heiderschen Satz entspricht). In anderen Worten, etweder ist die durchsichtige Fläche heller und die durchgesehene Fläche dunkler als die Reizfarbe, oder ist die durchsichtige Fläche dunkler und die durchgesehene Fläche heller als die Reizfarbe.

Wir haben aber bisher die Durchsichtigkeitsgleichung nur an den Bereichen A und P angewendet. Der gleiche Gedankengang gilt aber auch für die Bereiche B und Q.

Die Verhältnisse sind also für die Bereiche A und P

A. $a > p > t$ oder B. $t > p > a$

und für die Bereiche B und Q

C. $b > q > t$ oder D. $t > q > b$

Wenn man also die Bereiche A und P mit ben Bereichen B und Q zusammenstellt bekommt man folgende Kombinationen :

AC	AD	BC	BD
$a > p > t$	$a > p > t$	$t > p > a$	$t > p > a$
$b > q > t$	$t > q > b$	$b > q > t$	$t > q > b$

Natürlich kann durch diese künstliche Zusammenstellung nicht das Bestehen der Durchsichtigkeit vorausgesagt werden; es ist im Gegenteil zu erwarten dass sich für manche Werte von ap q b keine Spaltung ergeben wird. Was aber die genannten Kombinationen besagen, ist dass wenn sich in diesen die Durchsichtigkeit ereignen wird, dann kann man, aus den Helligkeitsverhältnissen zwischen a und p einerseits, b und q anderseits, den Helligkeitsgrad der durchsichtigen Fläche voraussagen. Denn im Falle AC gilt die Voraussage dass t, die Farbe ~~von~~ der durchsichtigen Fläche dunkler als a p q b sein wird; im Fallle AD ist die relative Lage der Helligkeiten genau definiert durch $a > p > t > q > b$, und die durchisichtige Fläche T ist heller als die Flächen B und Q, und dunkler als A und P. Im Fall BD, das der Gegenteil vom Fall AC ist, ist die durchsichtige Fläche T am hellsten.

Fig. 20

Fig. 19

Fig. 21

Die Kombination BC besagt nichts neues, sondern wiederhohlt den Fall AD, wenn b heller als a, und q heller als p sein sollte; wir hatten aber von vornherein $a > b$ fixiert um unnötige wiederhohlungen auszuschliessen.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE CHROMATISCHEN BEDINGUNGEN DER PHÄNOMENALEN DURCHSICHTIGKEIT.

Es ist wohl bekant, dass das Wort Durchsichtigkeit sowohl ein physiches Phänomen bezeichnet (die Tatsache das ein Stoff gewisse Lichtstrahlen durchlässt) wie ein psychologisches Phänomen (das Durchsehen). Obwohl im allgemeinen behauptet wird, dass die physikalische Eigenschaft die Bedingung der Wahrnehmungserscheinung ist, hat die experimentelle Psychologie seit den pionierischen Untersuchungen von Fuchs, und besonders klar durch ~~durch~~ die Technik der aneinander gelegten, undurchsichtigen Flächen von Metzger bewiesen, dass es nicht so ist. Da aber die Abhängigkeit der wahrnehmungsmässigen Transparenz von der physikalischen Durchlässigkeit unanfechtbar erscheint, scheint es angemessen zu demonstrieren dass die physikalische Durchlässigkeit weder eine notwendige noch eine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist.

a) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine notwendige Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es einen Fall zu demonstrieren, in dem sich phänomenale Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit verwirklicht. Die berühmte Metzger'sche Kreuzfigur, sowie sämtliche Figuren, die ich während dieses Berichtes zeigen werde, sind Beispiele phänomenaler Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit.

b) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es einen Fall zu finden, wo bei physikalischer Durch lässigkeit phänomenal keine Durchsichtigkeit besteht. Ein solches Beispiel kann man leicht verwirklichen, wenn man ein Blatt gefärbter Zelluloid, oder eine Scheibe gefärbten Glas auf einer homogenen andersgefärbten Fläche setzt. In diesem Fall ist von einem Eindruck der Durchsichtigkeit keine Rede. Fig. 1a

Somit ist die These der Nicht-Notwendigkeit und des Nicht-~~Hinlänglichkeit~~ Zureichenseins der physikalischen Durchlässigkeit für die Wahrnehmung der Durchsichtigkeit . Wenn man aber die Demonstration weiterentwickelt, bekommt man einen Einblick in die Bedingungen des Phänomens. ~~Wird~~ Wenn die Farbe der Fläche geändert wird, über die das Zelluloidblatt gesetzt wird, bleibt der Eindruck einer undurchsichtigen Oberfläche unverändert: unter diesen Bedingungen spielt die Farbe keine Rolle. Wenn man aber die beiden Vorlagen so zusammenstellt, dass sich die Ränder der beiden Gelatineblätter glatt fortsetzen, entsteht ein klarer Durchsichtigkeitseindruck. Es wirt damit klar, dass die phänomenale Durchsichtigkeit ein Feldeffekt ist, das von einer translokalen, mehr oder weniger ausgedehnten Reizkonstellation bedingt wird. Fig. 1b Fig. 2

Es ist leicht zu zeigen, dass das Phänomen von zwei verschiedenen Arten untereinander unabhängiger Bedingungen abhängt, und zwar von figuralen Bedingungen und chromatischen Bedingungen. An einer Vorlage die einen deutlichen Durchsichtigkeitseindruck bewirkt, kann nämlich dieser Eindruck einerseits durch eine Formänderung ~~der blossen Form~~, anderseits durch eine Farbänderung ~~der blossen Farben~~, ~~total~~ gänzlich aufgehoben werden. In diesem Bericht beschränke ich mich, die Farbbedingungen des Phänomens durchzuforschen. X Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5

Formänderung
Farbänderung

40)

2. Der Grund, weshalb eine Analyse der Farbbedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit besonders versprechend erscheint, ist dass das Wesen der phänomenalen Durchsichtigkeit ein Farbphänomen ist. Wie bekannt, kann die Durchsichtigkeit als ein Fall phänomenaler Spaltung betrachtet werden: der homogenen Reizung eines Netzhautgebietes entspricht phänomenal, statt der Wahrnehmung einer einheitlichen Fläche, die Wahrnehmung zweier nacheinander gelegter Flächen, deren ne eine durch die andere sichtbar ist. (Anstatt einer Farbe, entsprechen einer einzigen Reizung zwei aufeinander gelegte Farben.

Es drängen sich dabei zwei Fragen auf: a) Unter welchen Bedingungen entsteht die phänomenale Spaltung, und b) Welche werden die Spaltungsfarben sein, und in welchen Beziehungen stehen sie zu den retinalen Reizungen.

Dem ersten, grundlegenden Problem - die Bedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit zu bestimmen - habe ich eine Antwort zu geben versucht, die ich später erwähnen werde. Es handelt sich aber hier, nicht eine allgemeine, sondern eine spezielle Lösung zu finden, und zwar die <u>Farbbedingungen</u> der phänomenalen Spaltung zu erforschen.

Es ist aber vorteilhaft, das zweite Problem - die Bestimmung der Spaltungsfarben - früher zu berücksichtigen, und zwar von der Lösung die wir Heider und Koffka verdanken auszugehen. Ihr Grundexperiment ist wohl bekannt: ein blauer Episkotister rotiert vor einem schwarzem Schirm mit einer Figur, z.B. einem gelben Viereck der vom Episkotister ganz überdeckt wird. Die Öffnung und die Farbe des Episkotisters sind so gewählt dass die Reduktionsfarbe - welche, wie bekannt, der Netzhautreizung entspricht - an der Lage der gelben Figur ein neutrales Grau erscheint, das dem Talbot'schen Gesetz entspricht. Unter diesen (Fig. 6) (Fig. 7)

Bedingungen sieht ein Beobachter eine gelbe Figur auf schwarzem Grund hinter einem blauen, durchsichtigen ~~Halb~~kreis. Nun lautet die Frage: warum erscheint die Figur gelb? Es ist einleuchtend, dass die banale Antwort, dass die Figur gelb erscheint, weil sie gelb ist, unbefriedigend ist - der Beobachter braucht ja nicht zu wissen ~~weiss ja nicht,~~ welche die wirkliche Farbe der Figur ist. Koffka's Erklärung ist, dass, wenn, wie in diesem Fall, die Bedingungen verlangen dass an einem ~~der~~ Teil des Gesichtsfeldes zwei Schichten entstehen, und dass die fordere, durchsichtige Schicht ~~Episkotister blau sei, und die Reduktions farbe des Stück Feldes,~~ blau sei, und ~~wenn, wie in diesem Fall~~, die Reizfarbe ~~das der hinter stehenden Figur entspricht~~, grau ist, dann muss die dahinterstehende Figur als gelb wahrgenommen werden.

Die allgemeine Hypothese, deren die vorhergegebene Erklärung des Beispiels ~~vorige Erklärung~~ eine Anwendung ~~ist~~, ist dass die Spaltung der Farben im Durchsichtigkeitsphänomen denselben Gesetzen der Farbenmischung folgt. Wenn G = B + Y, dann ist G - B = Y ~~Gr. = Bl + Ge, Gr - Bl = Ge.~~ Und es ist dabei gleichgültig, ob das Grau von einer Mischung von Blau und Gelb, oder von einer Mischung von Rot und Grün enstanden ist. Dasselbe Koffka und Heider experimentell bewiesen. ~~haben nämlich, wie bekannt, bewiesen, dass auch wenn das Grau das (als Reduktionsfarbe) der Fläche der unterstehenden gelben Figur entspricht, anstatt aus einer Michung von Blau und Gelb, aus von einer Michung von Rot unf Grün besteht, die betreffende Stelle des Episkotisters Halbkreises Blau und die dahinterstehende Figur Gelb empfunden werden.~~

Bis hieher Koffka und Heider.

3. Es war naheliegent, zu versuchen diese grundlegende Hypothese weiter zu entwickeln, und womöglich in algebraischer Form auszudrücken.

Es ist nämlich zu betonen, dass Koffka's symbolische Darstellung der Hypothese B + Y = G, G – Y = B keineswegs algebraisch zu deuten ist, da B, Y, G keine Zahlen sind. Eine algebraische Formulierung schaut von vornherein für bunte Farben sehr kompliziert aus, da die bunten Farben drei Zahlen brauchen, um eindeutig bestimmt zu werden. Es war deshalb zweckmässig, die algebraische Darstellung auf den Fall der unbunten Farben zu beschränken, und die Möglichkeit auszunützen, die die Klasse der unbunten Farben anbietet, jede Farbe eindeutig mit einer Zahl auszudrücken, und zwar mit dem Reflektanzindex oder Albedo (~~das~~ dass ist, mit dem Verhältnis zwischen reflektiertem und einfallendem Licht). $L = \frac{i}{J}$

Von nun an werden wir nur unbunte Farben – Glieder der Grauserie – berücksichtigen. Das Wort Farbe soll in diesem Sinne gedeutet werden.

Da nach der Koffka-Heider'schen Hypothese zwischen Farbenspaltung (im Falle der Durchsichtigkeit) und Farbenmischung ein strikter Parallelismus besteht, scheint es vorteilhaft, von dem wohlbekannten Phänomen der Farbenmischung auszugehen, um zu den Gleichungen der Durchsichtigkeit anzukommen.

Es ist üblich, dass das Resultat der Mischung von zwei unbunten Farben ein Grau ist, dessen Klarheitsgrad sich zwischen den Klarheitsgraden der beiden Ausgangsfarben lokalisiert. Wenn die Albedos der Ausgangsfarben a und b sind, und die Albedo der Mischfarbe c ist, gilt die Gleichung $c = \frac{a+b}{2}$, wenn die Mengen der Ausgangsfarben gleich sind. Im allgemeinen Fall, wo die Farben a und b in den Mengen m und beziehungsweise n gemischt werden, übernehmen m und n die Funktion von Gewichtszahlen, und die entsprechende Formel ist $c = \frac{ma + nb}{m+n}$.

Dieselbe Formel kann in der viel bequemeren Form $c = \alpha a + (1-\alpha) b$ verwandelt werden, wo α und $(1-\alpha)$ die Proportionen der Mengen der beiden Farben sind ~~sind, in welchem die Mengen der beiden Farben zueinander stehen~~; deshalb kann α nur die Werte zwischen 0 und 1 annehmen (0 und 1, mit inbegriffen).

Nun soll, nach dem Koffka-Heider'schen Satz, dieselbe Gleichung, die die Farbenmischung beschreibt, in der entgegengesetzten ~~gegenseitigen~~ Richtung gelesen, die Farbspaltung – die im Durchsichtigkeitsphänomen stattfindet – ~~der Durchsichtigkeit~~ beschreiben.

Die Gleichung, die den speziellen Fall beschreibt, in dem die Mengen von a und b gleich sind, in dem sich also die Farbe c gleichteilig in die Farben a und b spaltet, bildet keine besondere Schwierigkeit. Die Spaltung kann, natürlich in unzähligen weisen stattfinden, ausgehend von dem Fall in dem die Spaltungsfarben extrem verschieden sind, bis zum Fall (der gar nicht ausge

(Wenn ich von einer entgegengesetzten Richtung spreche, will ich damit nur betonen dass, während in der Farbenmischungsgleichung die Mischfarbe c die Unbekannte ist, und a und b, die Bestandteile der Mischung bekannt sind, in der Farbenspaltungsgleichung die Spaltungsfarben a und b unbekannt sind, und die Reizfarbe c bekannt ist) schlossen ist) in dem die Spaltungsfarben unter sich und mit der Ausgangsfarbe gleich sind.

(die Betrachtung des allgemeinen Falles, wo die Mengen in der Regel nicht gleich sind

Eine gewisse Schwierigkeit bietet ~~die Deutung der Formel der anteiligen Mischung,~~ und zwar die Deutung der Formel der anteiligen Mischung, wenn sie auf die Farbspaltung angewendet wird. Was soll eine ~~anteilige~~ ungleichteilige Spaltung bedeuten? Dass nicht nur die Qualität, sondern die Menge der Farbe ~~kann~~ in den zwei Spaltungsschichten verschieden sein kann. Und wie kann sich eine Variation der Menge (nicht der Qualität) der Farbe phänomenal ausdrücken? Da die Spaltungsflächen gleich sind, kann die Verschiedenheit der Menge nur als Farbdichte erscheinen. An der durchsichtigen Fläche bedeutet offenbar verschiedene ~~Dichte~~ Farbdichte verschiedenen Durchsichtigkeitsgrad; was kann aber die Verschiedenheit der Dichte, oder der Farbquantität am durchgesehenen Gegenstand bedeuten?

rapportarlo con a, t, 2

Da es sich um eine Verhältnismässige Spaltung handelt, sollen wir an eine Eigenschaft des durchgesehenen Gegenstandes denken, die mit dem Wachsen der ~~Durchsichtigkeit~~ Dichte der durchsichtigen Fläche abnimmt und mit dem Abnehmen ~~der Durchsichtigkeit~~ deren Dichte wächst. Diese Gesetzmässigkeit ~~folgt nur~~ entspricht die Sichtbarkeit oder besser der Farbigkeit des durchgesehenen Gegenstandes; je durchsichtiger (also weniger dicht) die durchsichtige Schicht, desto farbiger der durchgesehene Gegenstand; je dichter die erste, desto blasser der zweite.

quello è un grosso problema

4. Die vorliegende Deutung soll nun am Verhalten der Veränderlichen an der Formel kontrolliert werden.

Die Veränderlichen sind, an der Gleichung der anteiligen Mischung, vier, a, b, c, α. ~~Von nun an werden wir sie, zur grösseren Klarheit~~, Da wir die Gleichung zur Analyse der Farbspaltung anwenden
werden wir, von nun an, die Veränderlichen a, t, p, α nennen.
~~wenden, a, t, p, α nennen, so dass~~ Die Gleichung der Farbspaltung,
wird also

$$p = \alpha a + (1 - \alpha)t \quad ((1))$$

~~wird~~, wo p die Reizfarbe, a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes, t die Farbe des transparenten ~~durchsichtigen~~ Gegenstandes, während das Koeffizient α die Quantität der Farbe a an der anteiligen Spal-
(die die betreffenden Farben messen, und zwar Albedokoeffizienten. Und da ein
tung misst. Es ist zu betonen, dass p, a, t Zahlen sind ~~und dass~~
Albedokoeffizient zwischen 0 und 1 variiert (0 wenn die Farbe das ganze
~~die Zahl die das Mass einer (unbunten) Farbe vorstellt ein Albe-~~
auffallende Licht schluckt, 1 wenn die Farbe das ganze auffallende Licht reflektiert)
~~do Koeffizient ist. Deshalb~~ können p, a, t wie nur Werte zwischen 0
und 1 annehmen. ~~Was α betrifft, würden Werte~~
~~und 1 haben~~, ~~und das selbe gilt für α, da, in diesem Fall, Werte~~
unter Null und über 1 die absurde zur Folgerung führen ~~mit sich führen würden~~, dass eine der zwei Spaltungsfarben in einer negativen Menge anwesend sein sollte.

Sehen wir nun ein, ob das Koeffizient α ~~das Variationsgebiet 0-1~~ der obengenannten Deutung ~~(der Mengenvariation der Spaltungsfarben)~~ entspricht.
Da a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes ist, misst α ~~in der Gleichung ((1))~~ die Farbigkeit Farbdichte des durchgesehenen Gegen-

stand~~s~~e, und (1 − α) die Farbdichte des durchsichtigen Gegenstandes. Mit dem Wachsen von α wächst die Sichtbarkeit des durchgesehenen Gegenstandes, und vermindert sich die Dichte des Durchsichtigen Gegenstandes, also wächst seine Durchsichtigkeit.

Im Falle einer vollkommenen Durchsichtigkeit verschwindet der durchsichtige Gegenstand vollkommen (wie gewöhnlich, im Falle der ungetrübten Luft) und der durchgesehene Gegenstand erscheint vollkommen klar und ungetrübt; im Falle der vollkommenen Undurchsichtigkeit, ist vom "durchgesehenen" Gegenstand nichts zu sehen; der vermeintlich durchsichtige Gegenstand wird als Figur wahrgenommen, und der vermeintlich durchgesehene Gegenstand wird als dahinterstehende Grund nur "amodal" wahrgenommen.

~~Sehen wir nun ein, was~~ Was besagt uns die Gleichung ~~uns~~ in diesen beiden Extremfällen? ~~besagt.~~ Durch $\alpha = 1$ wird der Fall der vollkommenen Durchsichtigkeit beschrieben: die Gleichung reduziert sich ~~Wenn $\alpha = 1$ (vollkommene Durchsichtigkeit) reduziert sich die Gleichung~~ auf p = a, und zwar bleibt der durchsichtige Gegenstand ganz ohne Farbe (er verschwindet also ganz) und der durchgesehene Gegenstand bekommt die ganze Reizfarbe, er unterscheidet sich nicht von einem direkt gesehenem Gegenstand; in diesem Fall ist keine Spaltung da. Durch $\alpha = 0$ wird der Fall der vollkommenen Undurchsichtigkeit beschrieben: die Gleichung reduziert sich auf p = t ~~Wenn $\alpha = 0$ (vollkommene Undurchsichtigkeit), reduziert sich die Gleichung auf p=t, und zwar bleibt~~ und zwar bleibt

(~~und zwar bleibt~~)
der vermeintliche durchgesehene Gegenstand ganz ohne Farbe, und die ganze Reizfarbe kommt dem vermeintlichen durchsichtigen Gegenstand zu; auch in diesem Fall findet also keine Farbspaltung statt.

Die Durchsichtigkeitserscheinungen ordnen sich zwischen diesen zwei Extremfällen: für sie gilt die Bedingung $0 < \alpha < 1$.

Aus der vorliegenden Analyse geht die Bedeutung des Koeffizienten α klar hervor. Es wächst mit der phänomenalen Durchlässigkeit des durchsichtigen Gegenstandes; es erreicht ~~dass~~ den maximalen Wert 1, wenn die Durchlässigkeit vollkommen ist und der durchsichtige Gegenstand deshalb unsichtbar wird; und wird zu null wenn die phänomenale Durchlässigkeit nichtig ist, wenn es also keine Durchsichtigkeit gibt. ~~Das Koeffizient α~~ misst also die Durchsichtigkeit, und wird deshalb von nun an Durchsichtigkeitsindex genannt.

Nach der Deutung der Durchsichtigkeitsgleichung ist es angemessen, sich zu fragen, ob und inwiefern die Gleichung als Ausdruck des Koffka-Heider'schen Satzes zu betrachten ist.

Dass die Gleichung die anteilige Spaltung der Reizfarbe im Durchsichtigkeitsphänomen beschreibt, und deshalb den Satz von Koffka und Heider ausdrückt, ist von vornherein klar. Es gibt aber ein wichtiger Unterschied: aus der Gleichung ist ersichtlich, dass wenn p die Reizfarbe ist, und t die Farbe des durchsichtigen

Schleiers von einem Episkotister ist, man doch noch nicht sagen kann, Wie Koffka und Heider behaupten dass a, die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes strikt determiniert ist. Denn es gibt noch eine weitere unbekannte, α , und eine Gleichung mit zwei Unbekannten ist undeterminiert. Ob und wie diese Undeterminierung beseitigt werden kann, wird im Folgenden geschildert werden.

5. Es ist vielleicht angemessen, die Sachlage an einem Beispiel zu schildern.

Vor einem homogenen ~~zum dem~~ rundem Grunde A rotiert ein Episkotister E gleichen Radius. Die Albedo des Grundes sei <u>a</u>, die des Episkotisters <u>t</u>, der <u>leere</u> Winkel des Episkotisters, α , der volle Winkel $(1 - \alpha)$ (α ist eigentlich das Verhältnis zwischen dem Winkel und 360°). Was ist, in diesem Fall, <u>p</u> ? Wie bekannt, ereignet sich in diesem Fall kein Durchsichtigkeitsphänomen: obwohl ~~ob wohl~~ A ruht, gleicht das Effekt dem einer Maxwell'schen Scheibe. Die Gleichung beschrieb die anteilige Farbenmischung, und <u>p</u> ist die Albedo der ~~entstandenen Farbe~~ Mischfarbe. [scrivere la equazione Fig. 8

Wenn der Grund hinausragt ~~und eine beliebige Form hat~~, ändert sich das Phänomen nicht: in dieser vom Episkotister sukzessive bedeckten Kreisfläche ereignet sich immer Farbenmischung. Wenn aber der hinausragende Grund zweifarbig ist, z.B. aus zwei angrenzenden Rechtecken besteht, ändert sich das Resultat gründlich: vor dem zweifarbigen Grund wird ein runder, durchsichtiger Schleier wahrgenommen. Fig. 9 Fig. 10

Die ~~selbe~~ Gleichung beschreibt in diesem Fall die Erscheinung für je eine hälfte der Vorlage. $\underline{p}$ ist die Reizfarbe des Halbkreises ~~der sich auf dem Grunde A (mit Albedo a) proiiziert~~; und zwar die Albedo der Farbe, die als Reduktionsfarbe am Ort des obengenanntem Halbkreises wahrgenommen wird (um diese Farbe wahrzunehemen, braucht man nur, mit einem Lochschirm ~~(der selben Farbe des Grundes A,)~~ die ganze Vorlage, mit Ausnahme des Halbkreises, zu verdecken). Es ist eine Mischfarbe, die der Mischfarbe des vorherbeschriebenen Experimentes gleicht.

$\underline{a}$ ist die Farbe (oder exakter, die Albedo) der durch den Halbkreis ~~durch~~gesehenen Oberfläche die der ~~Albedo~~ Farbe des hinausragenden Grundes gleicht;

$\underline{t}$ ist die Albedo einer Hälfte des durchsichtigen Schleiers

α ist der Durchsichtigkeitskoeffizient, der die Durchsichtigkeit der genannten Hälfte des Schleiers misst.

Natürlich beschreibt eine analoge Gleichung den Tatbestand an der anderen Häfte der Vorlage. Wenn die erste Gleichung

$p = \alpha a + (1 - \alpha)t$ ist, ist die zweite z.B.

$q = \alpha' b + (1 - \alpha')t'$

come mai α' se è l'angolo vuoto α?

wo $\underline{q}$ die Reizfarbe (Albedo) des anderen Halbkreises ~~an der anderen Häfte des Kreises,~~ $\underline{b}$ die Albedo des Grundes, $\underline{t'}$ die Albedo der anderen Hälfte des durchsichtigen ~~Halb kreises~~ Schleiers, $\underline{\alpha'}$ der Durchsichtigkeitskoeffizient des ~~selben ist~~ genannten Schleiers.

Es ist gleich zu betonen, dass sich die selbe Erscheinung ereignen muss, wenn man, ohne Episkotister, auf die selben Bereiche der Netzhaut die selbe Reizung ausübt. Die oben beschriebene Sachlage kann, z.B durch eine vierfarbige Vorlage genügend angenähert werden; und, mit ausnahme des Tiefeneffektes ist das Resultat — und zwar die Durchsichtigkeiterscheinung — angenähert dieselbe.

Die Gleichung, die die Farbspaltung im Durchsichtigkeitseffekt beschreibt, hat keine Beziehung zu einer gewissen Apparatur, und ist deshalb immer anwendbar, abgesehen von den materiellen Bedingungen durch die das Durchsichtigkeitsphänomen erzeugt wird. Es ist aber viel günstiger, die Erscheinung mit der Metzger'schen Technick der aneinandergrenzenden farbigen Oberflächen, als mit der Episkotistertechnik zu studieren. Mit der Episkotistertechnik kann man nämlich Farbe und Durchsichtigkeit willkürlich variieren, und die abhängigen Variabeln sind die Reizfarben p und q, die man mit der Technik des Lochschirm, eventuell einer indirekten Messung unterbringen kann; während mit der Metzger'schen Technich die Reizfarben a, p, q, b direkt gegeben sind, und gelten also als unabhängige Veränderlichen ~~Variabeln~~, ~~sind die Reizfarben p und q, die man mit der Technik des Lochschirm eventuell einer indirekten Messung unterbringen kann; während mit der Metzger'schen Technik die Reizfarben a, p, q, b~~

während der Durchsichtigkeitsgrad α und die Farbe der Durchsichti gen Fläche t als abhängige ~~Variabeln~~ Veränderlichen gelten; und eben a und t sind die eigentlichen Funktionen ~~sind~~, die den ~~wirklichen~~ Zweck der Forschung bilden.

6. Wenn man nun die beiden Geichungen betrachtet, die die Durchsichtigkeitserscheinung im Episkotisterexperiment oder an der vierfarbigen Vorlage beschreiben, erscheint es naheliegend, dass, wenn die Unbekannten α und t sind, die Werte der zwei Unbekannten durch das System der zwei Gleichungen determiniert ist.

Es sollten, freilich, zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein, ~~Es genügt~~ nämlich dass $\alpha = \alpha'$ und $t = t'$ sei, oder, in anderen Worten, dass die durchsichtige Fläche T (der Kreisförmige Nebel im Falle des Episkotisters, oder die virtuelle Scheibe die man bei der vierfarbigen Vorlage wahrnimmt) auf beiden Seiten gleicher Durchsichtigkeit und gleicher Farbe sei, Bedingung die nicht immer, aber in den meisten Fällen als annähernd anwesend zu betrachten ist. Nur unter diesen Bedingungen ist das System der zwei Gleichungen lösbar. ~~damit das System lösbar sei.~~

Die Lösungen sind $\alpha = \frac{p-q}{a-b}$ und $t = \frac{qa - pb}{(q+a)-(p+b)}$

Um die beiden ~~Formeln~~ Gleichungen zu diskutieren und aus ihnen einige wichtige Folgerungen zu ziehen ist es notwendig gewisse Punkte zu präzisieren.

a) Mit A, P, Q, B bezeichnen wir vier verschiedene Gebiete die phäno menal voneinander durch Grenzen unterschieden sind; mit a, p, q, b werden die bezüglichen Albedos bezeichnet (Mit [A].... [B] werden die bezüglichen retinalen Bereiche, und mit [a] .... [b] die bezüglichen physikalischen Reize am Niveau der Retina.)

Welche sind aber die Eigenschaften durch die die vier verschiedenen Gebiete charakterisiert und erkannt werden können? Denn, die Form der Gebiete kann ganz verschieden sein - man ist keineswegs an die figurale Eigenschaften des Episkotister~~-~~experimenten gebunden.

Die verschiedenen Eigenschaften und Funktionen der vier Gebiete gehen ~~ka~~ klar aus einer Theorie der Durchsichtigkeit hervor, die ich versuchsweise skizziert habe.

Am Durchsichtigkeitsphänomen sind vier retinale Bereiche Fig. 11 ([A], [P], [Q], [B]) beteiligt, die sich ~~(1)~~ durch Reizsprünge oder auch e 11a figural determinierte Grenzen unterscheiden, und zwischen denen im e 11b optischen Sektor das Wirken gegensätzlicher Kräfte angenommen e 11c wird: ~~Abb. 13 (2)~~ Bereich P tendiert sich mit A, aber auch mit Q

~~(1)~~

~~(2) Der Durchsichtigkeitseindruck wird wesentlich gesteigert, wenn man die Vorlage verdoppelt (Abb. 13a).~~

zu vereinigen; Q mit B und mit P. Durch das Entstehen der Durchsichtigkeit wird zwischen den gegensätzlichen Kräften Gleichgewicht erreicht, in dem sich P in eine untere Schicht P_1 und eine obere Schicht P_2 und Q in gleicher Weise in eine untere Schicht Q_1 und eine obere Schicht Q_2 spaltet. Durch diese Spaltung werden die obengenannten Vereinigungstendenzen sozusagen befriedigt; denn P_1 gleicht A in der Farbe und bildet mit A eine einzige Gestalt; Q_1 gleicht B und bildet ~~seinerseits~~ gleichfalls mit B ein ungeteiltes Ganzes; während sich P_2 und Q_2 ~~gleichfalls~~ ebenfalls vereinigen und zusammen die durchsichtige Schicht T bilden.

Dieser Hinweis ~~an~~ auf die Theorie hilft nur um die funktionellen Verhältnisse zwischen A P Q B klarzustellen.

P und Q sind die Bereiche wo sich die phänomenale Spaltung ereignet; A und B sind die angrenzenden Bereiche: A ist das mit P angrenzende Bereich, und hängt mit P dynamisch zusammen - B grenzt mit Q an, und hängt mit Q dynamisch zusammen.

P und Q sind also nur nachträglich zu erkennen: in anderen Worten, nur als sich die phänomenale Spaltung ereignet hat, weiss man welche Bereiche die Funktion von P und Q übernommen haben.

Da P und Q die selbe Funktion ausüben, kann man, nach Willkür, das eine oder das andere der zwei Bereiche in denen die phänomenale Spaltung stattfindet, P nennen. Dann sind aber die Bezeichnungen der übrigen 4 Bereiche schon fixiert, ~~denn Q ist das andere~~ sich spaltende Bereich; A das Bereich das sich, durch die phänomenale Spaltung von P, mit der unteren Schicht von P vereingt~~ende Bereich~~, während B im gleichen Verhältnis zu Q steht.

Es ist noch zu betonen, dass die vier Bereiche auch dort am Werke sind, wo scheinbar nur 3 Bereiche zu erkennen sind, wie z.B. im Fall der teilweisen Überlagerung von einem durchsichtigen und einem undurchsichtigen Gegenstand. In diesem Fall übernimmt der Grund die Funktion eines der beiden Bereiche, A oder B. Fig. 12 e 12 bis

1) Die zweite vorläufige Frage bezieht sich auf die Gültigkeit der aus den Gleichungen gezogenen Folgerungen.

Es ist klar dass diese Folgerungen (oder Voraussichten) nur dann völlige Gültigkeit haben können, wenn die einzigen bestimmenden Bedingungen des Phänomens, die Albedos der 4 Bereiche sind. Wir wissen aber von Vornherein, dass die Durchsichtigkeitserscheinungen sowohl von chromatischen als von figuralen Bedingungen abhängen. Deshalb, um die Gültigkeit der Gleichungen zu kontrollieren, ist es notwendig, einen Sachverhalt auszufinden, wo das Phänomen wesentlich von den chromatischen Bedingungen bestimmt ist, wo also die figuralen Bedingungen neutral oder wenigstens nur relativ ~~nicht~~ bestimmend sind.

Ein solches Ziel scheint folgender Weise erreichbar.

Durchsichtigkeitseindrücke können - wenn auch nicht mit gleicher Fülle, und vielleicht nicht ganz vollständig - auch ohne chromatische differenziierung der Bereiche, durch Strichfiguren erzeugt werden. Das geschieht aber nur für gewisse Strichfiguren; es gibt Strichfiguren, die ein solches Effekt nicht hervorbringen. Tab. 13

Wenn man aber, bei dieser letzten Figurengruppe, die verschiedenen Bereiche farbig differenziiert, merkt man, dass bei einigen Figuren die Einführung dieser wichtigen Bedingung keineswegs phänomenale Durchsichtigkeit verursacht, während bei anderen Figuren die Einführung der Farbverschiedenheit ~~prägnanterweise~~ mit voller Evidenz Durchsichtigkeit mit sich bringt. 14 15

Es scheint deshalb naheliegend, und nicht zu gewagt, zu folgern, dass im letzten Fall, nämlich bei Figuren die nie als Strichfiguren, und nur als Flächenfiguren durchsichtig erscheinen, das figurale Faktor neutral (sei), und nur das chromatische Faktor am Werke ~~ist~~ sei. ~~Es scheint jedenfalls~~ Und jedenfalls scheint es angemessen, Figuren dieser Art anzuwenden , um die Wirkung chromatischer Bedingungen zu studieren, und besonders um die Gültigkeit der abgeleiteten Durchsichtigkeits~~formeln~~gleichungen einer experimentellen Kontrolle zu unterwerfen.

7. Beginnen wir nun mit der Betrachtung der ~~Formel~~ Gleichung des Durchsichtigkeitsindex $\alpha = \frac{p-q}{a-b}$.

Die ~~Formel~~ Gleichung definiert das Bereich der Durchsichtigkeit, da die möglichen Werte für α, zwischen 0 und 1 liegen. $\alpha = 0$ bedeutet schon völlige Undurchsichtigkeit, also Fehlen des Durchsichtigkeitsphänomens; $\alpha < 0$ oder $\alpha > 1$ würde bedeuten, dass entweder der einen oder der anderen Schicht eine "negative" Quantität von Farbe zukommen sollte, was keinen Sinn hat.

Davon folgen zwei wichtige notwendige Bedingungen der Durchsichtigkeit, nämlich

verschie[illegible] 1. 1. ~~2~~ $(a-b) > 1$ $(b-a) > [illegible]$

a) $|a-b| > |p-q|$ (sonst ist $\alpha \geqslant 1$)

Der Unterschied zwischen a und b soll grösser sein als der Unterschied zwischen p und q.

b) $(a > b) \Longleftrightarrow (p > q)$

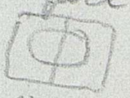
und $(a < b) \Longleftrightarrow (p < q)$ (sonst ist $\alpha \leqslant 1$)

Das Helligkeitsgefälle $a \to b$ und $p \to q$ soll dieselbe Richtung haben.

Betrachten wir zuerst die erste der zwei Folgerungen; negativ angedrück ergibt ~~sich~~ sie eine ausreichende Bedingung: wenn der Unterschied (in Albedo) zwischen den beiden sich spaltenden Bereichen P und Q grösser ist als der Unterschied zwischen den beiden sich nicht spaltenden Bereichen, kann keine Durchsichtigkeit stattfinden.

Die Bedingung kann leicht kontrolliert werden: man kann die Bedingungen und zwar die Farben, so wählen, dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen, wo sich gewöhnlich die Farbspaltung ereignet, viel kleiner sei als zwischen den äusseren Bereichen, die gewöhnlich die Funktion von A und B übernehmen. In diesem Fall kann Durchsichtigkeit erlebt werden. Wenn man aber die Farbverhältnisse umkehrt, so dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen viel grösser als zwischen den äusseren sei, ist keine Durchsichtigkeit zu beobachten. ~~Man kann~~ Wenn man aber, um das Phänomen zu begünstigen oder sogar zu erzwingen, die Folge der Bereiche Schachartig wieder hohlt, erzeugt man, auch in diesem Fall, Durchsichtigkeit. In diesem Fall erscheint aber die Farbspaltung nicht an den inneren sondern an den äusseren Bereichen, dass ist, an den Bereichen, zwischen denen der geringere Farbunterschied besteht. Die notwendige Bedingung $|p-q| < |a-b|$ hat sich also auch in diesem Falle bewährt.

Fig. 16 a,b
forse fare



(in questo caso, restando costante la figura, le cond. generali non possono determinare il cambiamento)

Fig. 17

Die zweite notwendige Bedingung kann die Form $(a>b) \Longleftrightarrow (p>q)$ annehmen wenn man $a>b$ definiert, oder, in anderen Worten, die hellere der beiden Farben die den Grund bilden a genannt wird. Auch diese Bedingung ~~Die notwendige Bedingung $(a>b) \Longleftrightarrow (p>q)$ kann auch auf die~~ kann auf die Probe gestellt werden. Die Bedingung~~en~~ ist anwesend wenn an einer Vorlage, wo das Bereich A klarer als das Bereich B ist, auch das an A angrenzende Bereich P klarer als das an B angrenzende Bereich Q ist. Wenn wir nun P und Q umtauschen, verwirklichen wir die Bedingung $(a>b) \cdot (p<q)$, die die Durchsichtigkeit ausschliesst. Und in der Tat ist, unter dieser Bedingungen keine Durchsichtigkeit zu beobachten.

Fig. 18

Ausser den obigen und anderen, weniger wichtigen notwendigen Bedingungen der Durchsichtigkeit, folgen aus der Formel des Durchsichtigkeits koeffizienten, dass wenn der Unterschied zwischen a und b viel grös ser als der Unterschied zwischen p und q ist, die Durchsichtigkeit klein sein soll, während, wenn der Unterschied zwischen a und b kaum ~~nur ein wenig~~ grösser ist als der Unterschied zwischen p und q ist, die Durchsichtigkeit gross ist. Auch diese Voraussicht kann kontrolliert werden. Fig. 19 acb

Die andere Formel, $t = \dfrac{aq - bp}{(a+q)-(b+p)}$ die die Farbe der durch sichtigen Fläche angibt, ist komplizierter und weniger übersichtlich. Da aber t ein Albedokoeffizient ist, der nur zwischen 0 und 1 varii eren kann, kann man auch aus dieser Formel wenigstens zwei notwendige Be dingungen ableiten, die den Existerbedingungen $t \geqslant 0$ und $t \leqslant 1$ entsprechen.

Die erste kann die bequeme Form $\dfrac{a}{b} \geqslant \dfrac{p}{q}$ annehmen, während die zweite vorläufig nur in der Form $aq - bp \leqslant a+q - b-p$ ausgedrückt werden kann.

Um eine Kontrolle zu üben scheinen Albedomessungen unentbehrlich. Doch wurde ein Ausweg gefunden, um zu qualitative Voraussichten über die Farbe der durchsichtigen Fläche zu gelangen.

Die Durchsichrigkeitsgleichung

$$p = \alpha a + (1 - \alpha)t$$

kann der Form $\alpha = \frac{p-t}{a-t}$

ausgedrückt werden.

Nun, im Falle der Durchsichtigkeit ist $\alpha > 0$ und $\alpha < 1.$

Betrachten wir zuerst die erste Ungleichheit, $\alpha > 0$

Wir können also schreiben

1. $$\frac{p-t}{a-t} > 0$$

Diese Bedingung impliziert dass Nenner und Zähler des Bruches entweder alle beide positiv oder alle beide negativ sind. Man unterscheidet also zwei Fälle

Fall A_1

Da Nenner und Zähler positiv sind, ist $(p-t) > 0$, $(a-t) > 0$
also $p > t$ und $a > t$
oder
wenn $p > t$, dann $a > t$
oder

$$\boxed{(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)}$$

Fall B_1

Da Nenner und Zähler negativ sind, ist $(p-t) < 0$, $(a-t) < 0$
also $t > p$ und $t > a$
oder
wenn $t > p$, dann $t > a$
oder

$$\boxed{(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)}$$

Betrachten wir nun die zweite Ungleichheit,

2. $\frac{p-t}{a-t} < 1$

in Bezug auf die zwei Fälle A und B.

Fall A_2

Da (a-t) positiv ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit durch (a-t) multipliziert, bleibt die Richtung der Ungleichheit unverändert

Also

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}}\cancel{(a-t)} < 1\,(a-t)$$

das ist $(p-t) < (a-t)$

und deshalb $\boxed{p < a}$

Aus A_1

$$(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)$$

und A_2

$$a > p$$

folgt

$$a > p > t$$

Fall B_2

Da (a-t) negativ ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleichheit durch (a-t) multipliziert, kehrt sich die Richtung der Ungleichheit um

Also, in diesem Fall

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}}\cancel{(a-t)} > 1\,(a-t)$$

das ist $(p-t) > (a-t)$

und deshalb $\boxed{p > a}$

Aus B_1

$$(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)$$

und B_2

$$p > a$$

folgt

$$t > p > a$$

Die Folgerungen die bisher aus der Durchsichtigkeitsgleichung gezogen wurden sind nicht überraschend. Denn man kann sie in Worten folgendermassen ausdrücken: wenn die phänomenale Spaltung stattfindet, und eine Reizfarbe p die Wahrnehmung einer durchsichtigen Fläche deren Farbe t ist und einer durchgesehenen Fläche deren Farbe a ist, verursacht, dann ist eine der Spaltungsfarben heller und die andere dunkler als die Reizfarbe (Koffka-Heiderscher Satz). In anderen Worten, etweder ist die durchsichtige Fläche heller und die durchgesehene Fläche dunkler als die Reizfarbe, oder ist die durchsichtige Fläche dunkler und die durchgesehene Fläche heller als die Reizfarbe.

Wir haben aber bisher die Durchsichtigkeitsgleichung nur an den Bereichen A und P angewendet. Der gleiche Gedankengang gilt aber auch für die Bereiche B und Q.

Die Verhältnisse sind also für die Bereiche A und P

A. $a > p > t$ oder B. $t > p > a$

und für die Bereiche B und Q

C. $b > q > t$ oder D. $t > q > b$

Wenn man also die Bereiche A und P mit ben Bereichen B und Q zusammenstellt bekommt man folgende Kombinationen :

AC	AD	BC	BD
$a > p > t$	$a > p > t$	$t > p > a$	$t > p > a$
$b > q > t$	$t > q > b$	$b > q > t$	$t > q > b$

Natürlich kann durch diese künstliche Zusammenstellung *nicht* das Bestehen der Durchsichtigkeit vorausgesagt werden; es ist im Gegenteil zu erwarten dass sich für manche Werte von ap q b keine Spaltung ergeben wird. Was aber die genannten Kombinationen besagen, ist dass wenn sich in diesen die Durchsichtigkeit ereignen wird, dann kann man, aus den Helligkeitsverhältnissen zwischen *a* und *p* einerseits, *b* und *q* anderseits, den Helligkeitsgrad der durchsichtigen Fläche voraussagen. Denn im Falle AC gilt die Voraussage dass t, die Farbe von der durchsichtigen Fläche *dunkler* als a p q b sein wird; im Fallle AD ist die relative Lage der Helligkeiten genau definiert durch $a > p > t > q > b$, und die durchisichtige Fläche T ist heller als die Flächen B und Q, und dunkler als A und P. Im Fall BD, das der Gegenteil vom Fall AC ist, ist die durchsichtige Fläche T am hellsten.

Die Kombination BC besagt nichts neues, sondern wiederhohlt den Fall AD, wenn *b* heller als *a*, und *q* heller als *p* sein sollte; wir hatten aber von vornherein $a > b$ fixiert um unnötige wiederhohlungen auszuschliessen.

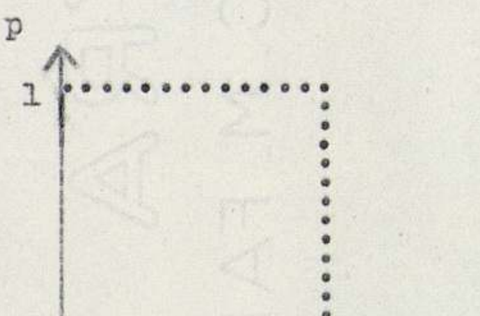
Auf Einzelheiten - wie die Theorie an den speziellen Fällen $a = p$ (oder $b = q$) und $a = q$ (oder $b = p$), dass ist an den Fällen in denen man nur 3 verschiedenfarbige Felder hat, oder an den Fällen, in denen mehr als 4 verschiedenfarbige Felder am Durchsichtigkeits phänomen beteiligt sind, angewendet werden kann, gehe ich nicht an.

Es scheint mir aber wichtig, eine sehr aufklärende geometrische Darstellung der Theorie zu schildern, der ich meinem Freunde und Mitarbeiter Dozent Dr. Carlo Remondino, Direktor des Psychotechnischen Laboratoriums der Fiat Werke in Turin schuldig bin.

Remondino verfährt folgender Weise.

Das Phänomen hängt von 4 Veränderlichen a p q b ab, die voneinander unabhängig sind und deren Werte zwischen 0 und 1 variieren können. Um die Beschreibung des Systems zu vereinfachen, kann man die Werte von <u>a</u> und <u>b</u> willkürlich fixieren (<u>a</u> und <u>b</u> wären priviligierte Veränderlichen, da sie den Grund bilden) und die Analyse auf die Veränderlichen <u>p</u> und <u>q</u> beschränken. Man fixiert auch $a > b$.

Das Variationsfeld kann also folgender Weise geometrich vorgestellt werden



Die Fundamentalgleichungen

I $$\alpha = \frac{p-q}{a-b}$$ II $$t = \frac{aq - bp}{(a+q)-(b+p)}$$

können also Funktionen der Veränderlichen p und q betrachtet werden, während a und b bekannte Konstanten und α und t zwei parametrische (und deshalb willkürlich variierbare) Werte sein sollen.

Aus logischen oder aus physikalischen Gründen sind die parametrischen Grössen α und t nur zwischen 0 und 1 definiert.

Es ist nun wichtig die Werte der Veränderlichen p und q unter den Bedingungen

$$\alpha = 0 \qquad \alpha = 1 \qquad t = 0 \qquad t = 1$$

zu berechnen und geometrisch darzustellen

I $$\alpha = 0 \quad p = q$$ $$\alpha = 1 \quad p = q+(a-b)$$

II $$t = 0 \quad p = \frac{a}{b}q$$ $$t = 1 \quad p = \frac{a-1}{b-1}q - \frac{a-b}{b-1}$$

Geometrisch dargestellt ergeben die zwei Abkömmlinge der ersten Gleichung zwei Geraden: die erste ($\alpha = 0$) entspricht einer Diagonale des dem Variationsbereiche von p und q entsprechenden Quadrates, während die zweite ($\alpha = 1$) parallel der ersten, im Abstand (a-b) verlauft. Die anderen Geraden der selben Familie, denen die Werte von α zwischen 0 und 1 entsprechen, verlaufen parallel dazwischen.

65)

Die Abkömmlinge der zweiten Gleichung treffen sich dagegen in einem Punkte deren Koordinaten $p = a$, $q = b$ sind; die anderen Geraden der Familie, die den Werten von t zwischen 0 und 1 entsprechen, treffen sich alle in dem obergenannten Punkte, und verlaufen im grösseren der von den beiden ersten Geraden gebildeten Winkeln.

Nun - folgert Remondino - verwirklicht sich das phänomen nur wenn folgende drei Bedingungen anwesend sind:

1. Die Werte a, b, p, q fallen im Intervall 0 • 1.
2. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die zwischen den zwei Geraden $\alpha = 0$ und $\alpha = 1$ fallen
3. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die im grösseren Winkel zwischen den Geraden $t = 0$ und $t = 1$ fallen.

In anderen Worten verwirklicht sich das Phänomen nur wenn den Wertenpaaren (p,q) Punkte entsprechen die gleichzeitig innerhalb des durch die erste Gleichung identifizierten Streifens und des durch die zweite Gleichung identifizierten Winkels; das ist, innerhalb des Dreiecks der durch Darüberlegen des Streifens und des Winkels entsteht,(und dessen Scheitelpunkte $p = q = 0$, $p = q = 1$, und $p = a$, $q = b$ sind). Bis hieher Remondino .

Das Interesse an dieser scharfen und tiefgreifenden Darstellung lag für mich besonders an der Verwertung der zweiten Gleichung, aus der wegen ihres multiplikativen Charakters keine qualitativ kontrollierbare notwendige Bedingung mir abzuleiten gelungen war.

Mit meiner Arbeit hatte ich nämlich nur die Teilen des Quadrates die ausserhalb des durch die erste Formel definierten Streifens lagen aus dem Bereich der Durchsichtigkeitserscheinungen ausgeschlossen. Nun waren, nach dem Gedankengang Remondinos auch zwei Dreiecke [(0,0; a,a; ab) und (ab; 1,1; 1a)] , die beiderseits des durch Überlagerung resultierenden Dreiecks auf dem Streifen lagen, auszuschliessen. Es lag nahe, eine Kontrolle auszuführen.

Hier aber erwartete mich eine Überraschung. Auch ohne Albedomessungen war eine Kontrolle leicht auszuführen, da, wie es aus dem Diagramm zu entnehmen ist, wenn $q = 0$ ist gehört der das Phänomen darstellende Punkt sicher dem ersten der beiden aus dem die Durchsichtigkeitsbereich liegenden Dreiecken. Und doch ist in diesem Fall die Voraussage nicht erfüllt.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE CHROMATISCHEN BEDINGUNGEN DER PHÄNOMENALEN DURCHSICHTIGKEIT.

Es ist wohl bekant, dass das Wort Durchsichtigkeit sowohl ein physiches Phänomen bezeichnet (die Tatsache das ein Stoff gewisse Lichtstrahlen durchlässt) wie ein psychologisches Phänomen (das Durchschen). Obwohl im allgemeinen behauptet wird, dass die physikalische Eigenschaft die Bedingung der Wahrnehmungs erscheinung ist, hat die experimentelle Psychologie seit den pionierischen Untersuchungen von Fuchs, und besonders klar durch durch die Technik von Metzger bewiesen, dass es nicht so ist. Da aber die Abhängigkeit der wahrnehmungsmässigen Transparenz von der physikalischen Durchlassigkeit unanfechtbar scheint, scheint es angemessen zu demonstrieren dass die physikalische Durchlässigkeit weder eine notwendige noch eine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist.

a) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine notwendige Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es einen Fall zu demonstrieren, in dem sich phänomenale Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit verwirklicht. Die berühmte Metzger'sche Kreuzfigur, sowie sämtliche Figuren, die ich während dieses Berichtes zeigen werde, sind Beispiele phänomenaler Durchsichtigkeit ohne physikalischer Durchlässigkeit.

b) Um zu beweisen, dass die physikalische Durchlässigkeit keine ausreichende Bedingung der phänomenalen Durchsichtigkeit ist, genügt es einen Fall zu finden, wo bei physikalischer Durch lässigkeit phänomenal keine Durchsichtigkeit besteht. Ein solches Beispiel kann man leicht verwirklichen, wenn man ein Blatt gefärbter Zelluloid, oder eine Scheibe gefärbten Glas auf einer homogene andersgefärbte Fläche setzt. In diesem Fall ist von einem Eindruck der Durchsichtigkeit keine Rede.

Somit ist die These der Nicht-Notwendigkeit und der Nicht-Hinlänglichkeit der physikalischen Durchlässigkeit für die Wahrnehmung der Durchsichtigkeit . Wenn man aber die Demonstration weiterentwickelt, bekommt man einen Einblick in die Bedingungen des Phänomens. Wird die Farbe der Fläche geändert, über die das Zelluloidblatt gesetzt wird, bleibt der Eindruck einer undurchsichtigen Oberfläche unverändert: unter diesen Bedingungen spielt die Farbe keine Rolle. Wenn man aber die beiden Vorlagen so zusammenstellt, dass sich die Ränder der beiden Gelatineblätter glatt fortsetzen, entsteht ein klarer Durchsichtigkeitseindruck. Es wirt damit klar, dass die phänomenale Durchsichtigkeit ein Feldeffekt ist, das von einer translokaler, mehr oder weniger ausgedehnter Reizkonstellation bedingt wird.

Es ist leicht zu zeigen, dass das Phänomen von zwei verschiedenen Arten untereinander unabhängiger Bedingungen abhängt, und zwar figuralen und chromatischen Bedingungen. An einer Vorlage die einen deutlichen Durchsichtigkeitseindruck bewirkt, kann dieser Eindruck einerseits durch eine Änderung der blossen Form, anderseits durch eine Änderung der blossen Farben, total aufgehoben werden. In diesem Bericht beschränke ich mich, die Farbbedingungen des Phänomens durchzuforschen.

2. Der Grund, weshalb eine Analyse der Farbbedingungen der phänomenalen Durchsichtigkeit besonders versprechend erscheint, ist dass das Wesen der phänomenalen Durchsichtigkeit ein Farbphänomen ist. Wie bekannt, kann die Durchsichtigkeit als ein Fall phänomenaler Spaltung betrachtet werden: der homogenen Reizung eines Netzhautgebietes entspricht phänomenal, statt der Wahrnehmung einer einheitlichen Fläche, die Wahrnehmung zweier nacheinander gelegter Flächen, deren eine durch die andere sichtbar ist. Anstatt einer Farbe, entsprechen einer Reizung zwei aufeinander gelegte Farben.

Man fragt sich dabei a) unter welchen Bedingungen entsteht die phänomenale Spaltung, und b) welche werden die Spaltungsfarben sein, und in welchen Beziehungen stehen sie zu den retinalen Reizungen.

Eine Antwort zum zweiten Problem stammt von Koffka und Heider. Ihr Grundexperiment ist wohl bekannt: ein blauer Episkotister rotiert von einem schwarzem Schirm mit einer Figur, z.B. ein gelber Dreieck der vom Episkotister ganz überdeckt wird. Die Öffnung und die Farbe des Episkotisters sind so gewählt dass die Reduktionsfarbe an der Lage der gelben Figur ein neutrales Grau erscheint, das dem Talbot'schen Gesetz entspricht. Unter diesen

Bedingungen sieht ein Beobachter eine gelbe Figur auf schwarzem Grund hinter einem blauen, durchsichtigen Halbkreis. Nun lautet die Frage: warum erscheint die Figur gelb? Es ist einleuchtend, dass die banale Antwort, dass die Figur gelb erscheint, weil sie gelb ist, unbefriedigend ist - der Beobachter weiss ja nicht, welche die wirkliche Farbe der Figur ist. Koffka's Erklärung ist, dass, wenn, wie in diesem Fall, die Bedingungen verlangen dass der Episkotister blau sei, und die Reduktions farbe des Stück Feldes, das der hinter stehenden Figur entspricht, grau ist, dann muss die dahinterstehende Figur als gelb wahrgenommen werden.

Die allgemeine Hypothese, deren vorige Erklärung eine Anwendung ist, ist dass die Spaltung der Farben im Durchsichtigkeits phänomen die selben Gesetze der Farbenmischung folgt. Wenn Gr. = Bl + Ge, Gr - Bl = Ge. Und es ist gleichgültig, ob das Grau von einer Mischung von Blau und Gelb, oder von einer Mischung von Rot und Grün enstanden ist. Koffka und Heider haben nämlich, wie bekannt, bewiesen, dass auch wenn das Grau das (als Reduktionsfarbe) der Fläche der unterstehenden gelben Figur entspricht, anstatt aus einer Michung von Blau und Gelb, von einer Michung von Rot unf Grün besteht, die betreffende Stelle des Halbkreises Blau und die dahinterstehende Figur Gelb empfinden werden.

Bis Koffka und Heider.

Es war naheliegent, zu versuchen diese Grundlegende Hypothese weiter zu entwickeln, und womöglich in algebraischer Form auszudrücken.

Es ist nämlich zu betonen dass, Koffka's symbolische Darstellung der Hypothese B + Y = G, G - Y = B keineswegs algebraisch zu deuten ist, da B, Y, G keine Zahlen sind. Eine algebraische Formulierung schaut von Vornherein für bunte Farben sehr kompliziert aus, da die bunten Farben drei Zahlen brauchen, um eindeutig bestimmt zu werden. Es ist deshalb zweckmässig, die algebraische Darstellung auf dem Fall der unbunten Farben zu beschränken, und die Möglichkeit auszunützen, die die Klasse der unbunten Farben anbietet, jede Farbe eindeutig mit einer Zahl auszudrücken, und zwar mit dem Reflektanzindex oder albedo (das Verhältnis zwischen reflektiertem und einfallendem Licht).

Da noch der Koffka-Heider'schen Hypothese zwischen Farbenspaltung (im Falle der Durchsichtigkeit) und Farbenmischung ein strikter Parallelismus besteht, scheint es vorteilhaft, von dem wohlbekannten Phänomen der Farbenmischung auszugehen, um zu den Gleichungen der Durchsichtigkeit anzukommen.

Es ist üblich, dass das Resultat der Mischung von zwei unbunten Farben ein Grau ist, dessen Klarheitsgrad sich zwischen den Klarheitsgraden der beiden Ausgangsfarben lokalisiert. Wenn die Albedos Ausgangsfarben a und b sind die Albedo der Misch farbe c ist, gilt die Gleichung $\frac{a+b}{2} = c$, wenn die Mengen der Ausgangsfarben gleich sind. Im allgemeinen Fall, wo die Farben a und b in den Mengen m und beziehungsweise n gemischt werden, übernehmen m und n die Funktion von Gewichtszahlen, und die entsprechende Formel ist $c = \frac{ma + nb}{m+n}$.

Dieselbe Formel kann in der viel bequemeren Form $c = \alpha a+(1-\alpha)b$ verwandelt werden, wo α und $(1-\alpha)$ die Proportionen sind, in welchem die Menger der beiden Farben zueinander stehen; deshalb kann α nur die werte zwischen 0 und 1 annehmen (0 und 1, mit in begriffen).

Nun soll, nach dem Koffka-Heider'schen Satz, dieselbe Gleichung, die die Farbenmischung beschreibt, in der gegenseitigen Richtung gelesen, die Farbspaltung der Durchsichtigkeit beschreiben.

Die gleichung die den speziellen Fall beschreibt in dem Mengen von a und b gleich sind, in dem sich also die Farbe c gleichteilig in die Farben a und b spaltet, bildet keine besondere Schwierigkeit. Die Spaltung kann, natürlich in unzähligen weisen stattfinden, ausgehend von dem Fall in dem die Spaltungsfarben extrem verschieden sind, bis zum Fall (der gar nicht ausge schlossen ist) in dem die Spaltungsfarben unter sich und mit der Ausgangsfarbe gleich sind.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet die Deutung der Formel der anteiligen Mischung, auf die Farbspaltung angewendet. Was soll eine anteilige Spaltung bedeuten? Dass nicht nur die Qualität, sondern die Menge der Farbe kann in den zwei Spaltungsschichten verschieden sein. Und wie kann sich eine Variation der Menge (nicht der Qualität) der Farbe phänomenal ausdrücken? Da die Spaltungsflächen gleich sind, kann die Verschiedenheit der Menge nur als Farbdichte erscheinen. In der durchsichtigen Fläche bedeutet verschiedene Dichte verschiedenen Durchsichtigkeitsgrad; was kann aber die Verschiedenheit der Dichte, oder der Farbquantität am durchgesehenen Gegenstand bedeuten?

Da es sich um eine Verhältnismässige Spaltung handelt, sollen wir an eine Eigenschaft des durchgesehenen Gegenstandes denken, die mit wachsen der Durchsichtigkeit abnimmt und mit dem Abnehmen der Durchsichtigkeit wächst. Diese Gesetzmässigkeit folgt nur die Sichtbarkeit des durchgesehenen Gegenstandes; je durchsichtiger die durchsichtige Schicht, desto farbiger der durchgesehene Gegenstand; ja dichter die erste, desto blasser der zweite.

Die vorliegende Deutung soll nun am Verhalten der Veränderlichen an der Formel kontrolliert werden.

Die Veranderlichen sind, an der Gleichung der anteiligen Mischung, vier, a, b, c, α . Von nun an werden wir sie, zur grösseren Klarheit, da wir die Gleichung zur Analyse der Farbspaltung anwenden, a, t, p, α nennen, so dass die Gleichung der Farbspaltung,

$$p = \alpha a + (1 - \alpha)t \qquad ((1))$$

wird, wo p die Reizfarbe, a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes, t die Farbe des durchsichtigen Gegenstandes, während das Koeffizient α die Quantität der Farbe in der anteiligen Spaltung misst. Es ist zu betonen, dass p, a, t zahlen sind, und dass die Zahl die das Mass einer (unbunten) Farbe vorstellt ein Albedo Koeffizient ist. Deshalb können p, a, t nur werte zwischen 0 und 1 haben, und das selbe gilt für α , da, in diesem Fall, werte unter Null und über 1 die absurde Folgerung mit sich führen würden , dass eine der zwei Spaltungsfarben in einer negativen Menge anwesend sein sollte.

Sehen wir nun ein, ob das Variationsgebiet 0-1 der obengenannten Deutung (der Mengenvariation der Spaltungsfarben) entspricht. Da a die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes ist, messt α in der Gleichung ((1)) die Farbdichte des durchgesehenen Gegenstands, und (1 - α) die Farbdichte des durchsichtigen Gegenstandes. Mit dem Wachsen von α wächst die Sichtbarkeit des durchgesehenen Gegenstandes, und vermindert sich die Dichte des Durchsichtigen Gegenstandes, also wächst seine Durchsichtigkeit.

Im Falle einer vollkommenen Durchsichtigkeit verschwindet der durchsichtige Gegenstand vollkommen (wie gewöhnlich, im Falle der ungetrübten Luft) und der durchgesehene Gegenstand erscheint vollkommen klar und ungetrübt; im Falle der vollkommenen Undurchsichtigkeit, ist vom "durchgesehenen" Gegenstand nichts zu sehen, der vermeintlich durchsichtige Gegenstand wird als Figur wahrgenommen, und der vermeintlich durchgesehene Gegenstand wird als dahinterstehende Grund nur "amodal" wahrgenommen.

Sehen wir nun ein, was die Gleichung uns in diesen beiden Extremfällen besagt. Wenn $\alpha = 1$ (vollkommene Durchsichtigkeit) reduziert sich die Gleichung auf $p = a$, und zwar bleibt der durchsichtige Gegenstand ganz ohne Farbe (er verschwindet also ganz) und der durchgesehene Gegenstand bekommt die ganze Reizfarbe, er unterscheidet sich nicht von einem direkt gesehenem Gegenstand; in diesem Fall ist keine Spaltung da. Wenn $\alpha = 0$ (vollkommene Undurchsichtigkeit) reduziert sich die Gleichung auf $p=t$, und zwar bleibt der vermeintliche durchgesehene Gegenstand ganz ohne Farbe, und die ganze Reizfarbe kommt dem vermeintlichen durchsichtigen Gegenstand zu; auch in diesem Fall findet also keine Farbspaltung statt.

Die Durchsichtigkeitserscheinungen ordnen sich zwischen diesen zwei Extremfällen: für sie gilt die Bedingung $0 < \alpha < 1$.

Aus der vorliegenden Analyse geht die Bedeutung des Koeffizienten α klar hervor. Es wächst mit der phänomenalen Durchlässigkeit des Durchsichtigen Gegenstandes; es erreicht dass maximalen Wert 1, wenn die Durchlässigkeit vollkommen ist und der durchsichtige Gegenstand deshalb unsichtbar wird, und wird zu null wenn die phänomenale Durchlässigkeit nichtig ist, wenn es also keine Durchsichtigkeit gibt. Das Koeffizient α misst also die Durchsichtigkeit, und wird deshalb von nun an Durchsichtigkeitsindex genannt.

Nach der Deutung der Durchsichtigkeitsgleichung ist es angemessen, sich zu fragen, ob und inwiefern die Gleichung als Ausdruck des Koffka-Heider'schen Satzes zu betrachten ist.

Dass die Gleichung die anteilige Spaltung der Reizfarbe im Durchsichtigkeitsphänomen beschreibt, und deshalb dem Satz von Koffka und Heider ausdrückt, ist von vornherein klar. Es gibt aber ein wichtiger Unterschied: aus der Gleichung ist ersichtlich, dass wenn p die Reizfarbe ist, und t die Farbe des durchsichtigen

78)

Schleiers von einem Episkotister ist, man doch noch nicht sagen kann, dass a, die Farbe des durchgesehenen Gegenstandes strikt determiniert ist. Denn es gibt noch eine weitere unbekannte, α , und eine Gleichung mit zwei Unbekannten ist undeterminiert. Ob und wie diese Undeterminierung beseitigt werden kann, wird im Folgenden geschildert werden.

Es ist vielleicht angemessen, die Sachlage an einem Beispiel zu schildern.

Vor einem homogenen zum dem Grunde A rotiert ein Episkotister E gleichen Radius. Die Albedo des Grundes sei a, die des Episkotisters t, der leere Winkel des Episkotisters, α , der volle Winkel $(1 - \alpha)$ (α ist eigentlich das Verhältnis zwischen dem Winkel und: 360°). Was ist, in diesem Fall, p ? Wie bekannt, ereignet sich in diesem Fall kein Durchsichtigkeitsphänomen: obwohl A ruht, gleicht das Effekt dem einer Maxwell'schen Scheibe. Die Gleichung beschriebt die anteilige Farbenmischung, p ist die Albedo der entstandenden Farbe.

Wenn der Grund hinausragt und eine beliebige Form hat, ändert sich das Phänomen nicht. Wenn aber der hinausragende Grund zweifarbig ist, z.B. aus zwei angrenzenden Rechtecken besteht, ändert sich das Resultat gründlich: vor dem zweifarbigen Grund wird ein runder, durchsichtiger Schleier wahrgenommen.

Die Gleichung beschreibt die Erscheinung für eine hälfte der Vorlage. p ist die Reizfarbe des Halbkreises der sich auf dem Grunde A (mit Albedo a) proiiziert; und zwar die Albedo der Farbe, die als Reduktionsfarbe am Ort des obengenanntem Halbkreises wahrgenommen wird (um diese Farbe wahrzunehemen, braucht man nur, mit einem Lochschirm der selben Farbe des Grundes A, die ganze Vorlage, mit Ausnahme des Halbkreises, zu verdecken). Es ist eine Mischfarbe, die der Mischfarbe des vorherbeschriebenen Experimentes gleicht.

a ist die Farbe (oder exakter, die Albedo) der durchgesehenen Oberfläche die die Albedo des hinausragenden Grunges gleicht;

t ist die Albedo des durchsichtigen Schleiers

α ist der Durchsichtigkeitskoeffizient, der die Durchsichtigkeit des Schleiers misst.

Natürlich beschreibt eine analoge Gleichung den Tatbestand an der anderen Häfte der Vorlage. Wenn die erste Gleichung

$p = \alpha a + (1 - \alpha)t$ ist, ist die zweite z.B.

$q = \alpha' b + (1 - \alpha')t'$

wo q die Reizfarbe (Albedo) an der anderen Häfte des Kreises, b die Albedo des Grundes, t' die Albedo des durchsichtigen Halbkreises, α' der Durchsichtigkeitskoeffizient des selben ist.

Es ist gleich zu betonen, dass sich die selbe Erscheinung ereignen muss, wenn man, ohne Episkotister, auf die selben Bereiche der Netzhaut die selbe Reizung ausübt. Die oben beschriebene Sach lage genügend angenähert werden; und, mit ausnahme des Tiefenef- fektes ist das Resultat angenähert das selbe.

Die Gleichung, die die Farbspaltung im Durchsichtigkeitsef fekt beschreibt, hat keine Beziehung zu einer gewissen Apparatur, und ist deshalb immer anwendbar, abgesehen von den materiellen Bedingungen durch die das Durchsichtigkeitsphänomen erzeugt wird. Es ist aber viel günstiger, die Erscheinung mit der Metzger'schen Technick der aneinandergreuzenden farbigen Oberflächen, als mit der Episkotistertechnik zu studieren. Mit der Episkotistertechnik kann man nämlich Farbe und Durchsichtigkeit willkürlich variieren, und die abhängigen Variabeln sind die Reizfarben p und q, die man mit der Technik des Lochschirm eventuell einer indirekten Messung unterbringen kann; während mit der Metzger'schen Technich die Reiz farben a, p, q, b direkt gegeben sind, und gelten also als unabhän gige Variabeln, ~~sind die Reizfarben p und q, die man mit der Technik des Lochschirm eventuell einer indirekten Messung unterbringen kann; während mit der Metzger'schen Technik die Reizfarben a, p, q, b~~

während der Durchsichtigkeitsgrad α und die Farbe der durchsichtigen Fläche t als abhängige Variabeln die eigentlichen Funktionen sind, die den wirklichen Zweck der Forschung bilden.

Wenn man nun die beiden Geichungen betrachtet, die die Durchsichtigkeitserscheinung im Episkotisterexperiment oder an der vierfarbigen Vorlage beschreiben, erscheint es naheliegend dass, wenn die Unbekannten α und t, sind, die Werte der zwei Unbekannten durch das System der zwei Gleichungen determiniert ist.

Es genügt nämlich dass $\alpha = \alpha'$ und t = t' sei, oder, in anderen Worten, dass die durchsichtige Fläche T (der Kreisförmige Nebel im Falle des Episkotisters oder die virtuelle Scheibe die man bei der vierfarbigen Vorlage wahrnimmt) auf beiden Seiten gleicher Durchsichtigkeit sei, Bedingung die nicht immer, aber in den meisten Fällen als annähernd anwesend zu betrachten ist - damit das System lösbar sei.

Die Lösungen sind $\alpha = \dfrac{p-q}{a-b}$ und $t = \dfrac{qa - pb}{(q+a)-(p+b)}$

Um die beiden Formeln zu diskutieren und aus ihnen einige wichtige Folgerungen zu ziehen ist es notwendig gewisse Punkte zu präzisieren.

1. Mit A, P, Q, B bezeichnen wir vier verschiedene Gebiete die phänomenal voneinander durch Grenzen unterschieden sind; mit a, p, q, b werden die bezüglichen Albedos bezeichnet (Mit [A].... [B] werden die bezüglichen retinalen Bereiche, und mit [a] .... [b] die bezüglichen physikalischen Reize am Niveau der Retina.

Welche sind aber die Eigenschaften durch die die vier verschiedenen Gebiete charakterisiert und erkannt werden können? Denn, die Form der Gebiete kann ganz verschieden sein - man ist keineswegs an die figurale Eigenschaften des Episkotister - experimenten gebunden.

Die verschiedenen Eigenschaften und Funktionen der vier Gebiete gehen ~~ka~~ klar aus einer Theorie der Durchsichtigkeit hervor, die ich versuchsweise skizziert habe.

Am Durchsichtigkeitsphänomen sind vier retinale Bereiche (A, P, Q, B) beteiligt, die sich (1) durch Reizprünge oder auch figural determinierte Grenzen unterscheiden und zwischen denen im optischen Sektor das Wirken gegensätzlicher Kräfte angenommen wird: Abb. 13 (2) Bereich P tendiert sich mit A, aber auch mit Q

---

(1)

(2) Der Durchsichtigkeitseindruck wird wesentlich gesteigert, wenn man die Vorlage verdoppelt (Abb. 13a).

zu vereinigen; Q mit B und mit P. Durch das Entstehen der Durchsichtigkeit wird zwischen den gegensätzlichen Kräften Gleichgewicht erreicht, in dem sich P in eine untere Schicht P_1 und eine obere Schicht P_2 und Q in gleicher Weise in eine untere Schicht Q_1 und eine obere Schicht Q_2 spaltet.

P_1 gleicht A in der Farbe und bildet mit eine einzige Gestalt; Q_1 gleicht B und bildet seinerseits mit B ein ungeteiltes Ganzes; während sich P_2 und Q_2 gleichfalls vereinigen und zusammen die durchsichtige Schicht T bilden.

Dieser Hinweis an die Theorie hilft nur um die funktionellen Verhältnisse zwischen A P Q B klarzustellen.

P und Q sind die Bereiche wo sich die phänomenale Spaltung ereignet; A und B sind die angrenzenden Bereiche: A ist das mit P angrenzende Bereich, und hängt mit P dynamisch zusammen - B grenzt mit Q, an, und hängt mit Q dynamisch zusammen.

P und Q sind also nur nachträglich zu erkennen: in anderen Worten, nur als sich die phänomenale Spaltung ereignet hat, weiss man welche Bereiche die Funktion von P und Q übernommen haben.

Da P und Q die selbe Funktion ausüben, kann man, nach Willkür, das eine oder das andere der zwei Bereiche in denen die phänomenale Spaltung stattfindet, P nennen. Dann sind aber die Bezeichnungen der übrigen 4 Bereiche schon fixiert, denn Q ist das andere sich spaltende Bereich, A das sich, durch die phänomenale Spaltung von P, mit der unteren Schicht von P vereingende Bereich, während B im gleichen Verhältnis zu Q steht.

Es ist noch zu betonen, dass die vier Bereiche auch dort am Werke sind, wo scheinbar nur 3 Bereiche zu erkennen sind, wie z.B. im Fall der teilweisen Überlagerung von einem durchsichtigen und einem undurchsichtigen Gegenstand. In diesem Fall übernimmt der Grund die Funktion eines der beiden Bereiche, A oder B.

Die zweite vorläufige Frage bezieht sich auf die Gültigkeit der aus den Gleichungen gezogenen Folgerungen.

Es ist klar dass diese Folgerungen (oder Voraussichten) nur dann völlige Gültigkeit haben können, wenn die einzigen bestimmenden Bedingungen des Phänomens, die Albedos der 4 Bereiche sind. Wir wissen aber von Vornherein, dass die Durchsichtigkeitserscheinungen sowohl von chromatischen als von figuralen Bedingungen abhängen. Deshalb, um die Gültigkeit der Gleichungen zu kontrollieren, ist es notwendig, einen Sachverhalt auszufinden, wo das Phänomen wesentlich von den chromatischen Bedingungen bestimmt ist, wo also die figuralen Bedingungen neutral oder wenigstens nicht bestimmend sind.

Ein solches Ziel scheint folgender Weise erreichbar.

Durchsichtigkeitseindrücke können - wenn auch nicht mit gleicher Fülle, und vielleicht nicht ganz vollständig - auch ohne chromatische differenziierung der Bereiche, durch Strichfiguren erzeugt werden. Das geschieht aber nur für gewisse Strichfiguren; es gibt Strichfiguren, die ein solches Effekt nicht hervorbringen.

Wenn man aber, bei dieser letzten Figurengruppe, die verschiedenen Bereiche farbig differenziiert, merkt man, dass bei einige Figuren die Einführung dieser wichtigen Bedingung keineswegs phänomenale Durchsichtigkeit verursacht, während bei anderen Figuren die Einführung der Farbverschiedenheit prägnanterweise Durchsichtigkeit mit sich bringt.

Es scheint deshalb naheliegend, und nicht zu gewagt, zu folgern dass im letzten Fall, nämlich bei Figuren die nie als Strichfiguren, und nur als Flächenfiguren durchsichtigerscheinen, das figurale Faktor neutral, und nur das chromatische Faktor am Werke ist. Es scheint jedenfalls angemessen, Figuren dieser Art anzuwenden , um die Wirkung chromatischer Bedingungen zu studieren, und besonders um die Gültigkeit der abgeleiteten Durchsichtigkeitsformeln einer experimentellen Kontrolle zu unterwerfen.

Beginnen wir nun mit der Betrachtung der Formel des Durchsichtigkeitsindex $\alpha = \frac{p-q}{a-b}$.

Die Formel definiert das Bereich der Durchsichtigkeit, da die möglichen Werte für α, zwischen 0 und 1 liegen. $\alpha = 0$ bedeutet schon völlige Undurchsichtigkeit, also Fehlen des Durchsichtigkeitsphänomens; $\alpha < 0$ oder $\alpha > 1$ würde bedeuten, dass entweder der einen oder der anderen Schicht eine "negative" quantität von Farbe zu kommen sollte, was keinen Sinn hat.

Davon folgen zwei wichtige notwendige Bedingungen der Durchsichtigkeit, nämlich

$$|a-b| > |p-q| \quad \text{(sonst ist } \alpha \geqslant 1\text{)}$$

$$(a > b) \Leftrightarrow (p > q)$$

und $$(a < b) \Leftrightarrow (p < q) \quad \text{(sonst ist } \alpha \leqslant 1\text{)}$$

Betrachten wir zuerst die erste der zwei Folgerungen; negativ angedrück ergibt sich eine ausreichende Bedingung: wenn der Unterschied (in Albedo) zwischen den beiden sich spaltenden Bereichen P und Q grösser ist als der Unterschied zwischen den beiden sich nicht spaltenden Bereichen, kann keine Durchsichtigkeit stattfinden.

Die Bedingung kann leicht kontrolliert werden: man kann die Bedingungen und zwar die Farben, so wählen, dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen, wo sich gewöhnlich die Farbspaltung ereignet, viel kleiner sei als zwischen den äusseren die gewöhnlich die Funktion von A und B übernehmen. In diesem Fall kann Durchsichtigkeit erlebt werden. Wenn man aber die Farbverhältnisse umkehrt, so dass der Unterschied zwischen den inneren Bereichen viel grösser als zwischen den äusseren sei, ist keine Durchsichtigkeit zu beobachten. Man kann aber, um das Phänomen zu begünstigen oder sogar zu erzwingen, die Folge der Bereiche Schachartig wieder hohlt, erzeugt man, auch in diesem Fall, Durch sichtigkeit. In diesem Fall erscheint aber die Farbspaltung nicht an den inneren sondern an den äusseren Bereichen, dass ist, an den Bereichen, zwischen denen der geringere Farbunterschied besteht. Die notwendige Bedingung $|p-q| < |a-b|$ hat sich also auch in diesem Falle bewährt.

Die notwendige Bedingung $(a > b) \Longleftrightarrow (p > q)$ kann auch auf die Probe gestellt werden. Die Bedingungen ist anwesend wenn an einer Vorlage, wo das Bereich A klarer als das Bereich B, auch das an A angrenzende Bereich P klarer als das an B angrenzende Bereich Q ist. Wenn wir nun P und Q umtauschen, verwirklichen wir die Bedingung (a b) (p q), die die Durchsichtigkeit ausschliesst. Und in der Tat ist, unter dieser Bedingungen keine Durchsichtigkeit zu beobachten.

Ausser den obigen und anderen, weniger wichtigen notwendigen Bedingungen der Durchsichtigkeit, folgen aus der Formel des Durchsichtigkeitskoeffizienten, dass wenn der Unterschied zwischen a und b viel grösser als der Unterschied zwischen p und q ist, die Durchsichtigkeit klein sein soll, während wenn der Unterschied zwischen a und b nur ein wenig grösser ist als der Unterschied zwischen p und q, die Durchsichtigkeit gross ist. Auch diese Voraussicht kann kontrolliert werden.

Die andere Formel, $t = \dfrac{aq - bp}{(a+q)-(b+p)}$ die die Farbe der durchsichtigen Fläche angibt, ist komplizierter und weniger übersichtlich. Da aber t ein Albedokoeffizient ist, der nur zwischen 0 und 1 variieren kann, kann man auch aus dieser Formel wenigstems zwei notwendige Bedingungen ableiten, die den Existerbedingungen $t \geq 0$ und $t \leq 1$ entsprechen.

Die erste kann die bequeme Form $\dfrac{a}{b} \geq \dfrac{p}{q}$ annehmen, während die zweite vorläufig nur in der Form $aq - bp \leq a+q - b-p$ ausgedrückt werden kann.

Um eine Kontrolle zu üben scheinen Albedomessungen unentbehrlich. Doch wurde ein Ausweg gefunden, um zu qualitative Voraussichten zu gelangen.

Die Durchsichrigkeitsgleichung

$$p = \alpha a + (1 - \alpha)t$$

kann der Form $\alpha = \frac{p-t}{a-t}$

ausgedrückt werden.

Nun, im Falle der Durchsichtigkeit ist $\alpha > 0$ und $\alpha < 1$.

Betrachten wir zuerst die erste Ungleichheit, $\alpha > 0$

Wir können also schreiben

$$1. \qquad \frac{p-t}{a-t} > 0$$

Diese Bedingung impliziert dass Nenner und Zähler des Bruches entweder alle beide positiv oder alle beide negativ sind. Man unterscheidet also zwei Fälle

Fall A_1

Da Nenner und Zähler positiv sind, ist $(p-t) > 0$, $(a-t) > 0$
also $p > t$ und $a > t$
oder
wenn $p > t$, dann $a > t$
oder

$$\boxed{(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)}$$

Fall B_1

Da Nenner und Zähler negativ sind, ist $(p-t) < 0$, $(a-t) < 0$
also $t > p$ und $t > a$
oder
wenn $t > p$, dann $t > a$
oder

$$\boxed{(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)}$$

Betrachten wir nun die zweite Ungleichheit,

2. $$\frac{p-t}{a-t} < 1$$

in Bezug auf die zwei Fälle A und B.

Fall A_2

Da (a-t) positiv ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleich<u>h</u>heit durch (a-t) multipliziert, bleibt die Richtung der Ungleich<u>h</u>heit unverändert

Also

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}} \cancel{(a-t)} < 1\ (a-t)$$

das ist $(p-t) < (a-t)$

und deshalb $\boxed{p < a}$

Fall B_2

Da (a-t) negativ ist, wenn man die beiden Glieder der Ungleich<u>h</u>heit durch (a-t) multipliziert, kehrt sich die Richtung der U<u>n</u>gleichheit um

Also, in diesem Fall

$$\frac{p-t}{\cancel{a-t}} \cancel{(a-t)} > 1\ (a-t)$$

das ist $(p-t) > (a-t)$

und deshalb $\boxed{p > a}$

Aus A_1

$$(p > t) \Longleftrightarrow (a > t)$$

und A_2

$$a > p$$

folgt

$$a > p > t$$

Aus B_1

$$(t > p) \Longleftrightarrow (t > a)$$

und B_2

$$p > a$$

folgt

$$t > p > a$$

91)

Die Folgerungen die bisher aus der Durchsichtigkeitsgleichung gezogen wurden sind nicht überraschend. Denn man kann sie in Worten folgendermassen ausdrücken: wenn die phänomenale Spaltung stattfindet, und eine Reizfarbe $\underline{p}$ die Wahrnehmung einer durchsichtigen Fläche deren Farbe $\underline{t}$ ist und einer durchgesehenen Fläche deren Farbe $\underline{a}$ ist, verursacht, dann ist eine der Spaltungsfarben heller und die andere dunkler als die Reizfarbe (Koffka-Heiderscher Satz). In anderen Worten, etweder ist die durchsichtige Fläche heller und die durchgesehene Fläche dunkler als die Reizfarbe, oder ist die durchsichtige Fläche dunkler und die durchgesehene Fläche heller als die Reizfarbe.

Wir haben aber bisher die Durchsichtigkeitsgleichung nur an den Bereichen A und P angewendet. Der gleiche Gedankengang gilt aber auch für die Bereiche B und Q.

Die Verhältnisse sind also für die Bereiche A und P

A. $a > p > t$ oder B. $t > p > a$

und für die Bereiche B und Q

C. $b > q > t$ oder D. $t > q > b$

Wenn man also die Bereiche A und P mit ben Bereichen B und Q zusammenstellt bekommt man folgende Kombinationen :

AC	AD	BC	BD
$a > p > t$	$a > p > t$	$t > p > a$	$t > p > a$
$b > q > t$	$t > q > b$	$b > q > t$	$t > q > b$

Natürlich kann durch diese künstliche Zusammenstellung <u>nicht</u> das Bestehen der Durchsichtigkeit vorausgesagt werden; es ist im Gegenteil zu erwarten dass sich für manche Werte von ap q b keine Spaltung ergeben wird. Was aber die genannten Kombinationen besagen, ist dass wenn sich in diesen die Durchsichtigkeit ereignen wird, dann kann man, aus den Helligkeitsverhältnissen zwischen <u>a</u> und <u>p</u> einerseits, <u>b</u> und <u>q</u> anderseits, den Helligkeitsgrad der durchsichtigen Fläche voraussagen. Denn im Falle AC gilt die Voraussage dass t, die Farbe von der durchsichtigen Fläche <u>dunkler</u> als a p q b sein wird; im Fallle AD ist die relative Lage der Helligkeiten genau definiert durch $a > p > t > q > b$, und die durchisichtige Fläche T ist heller als die Flächen B und Q, und dunkler als A und P. Im Fall BD, das der Gegenteil vom Fall AC ist, ist die durchsichtige Fläche T am hellsten.

Die Kombination BC besagt nichts neues, sondern wiederhohlt den Fall AD, wenn <u>b</u> heller als <u>a</u>, und <u>q</u> heller als <u>p</u> sein sollte; wir hatten aber von vornherein $a > b$ fixiert um unnötige wiederhohlungen auszuschliessen.

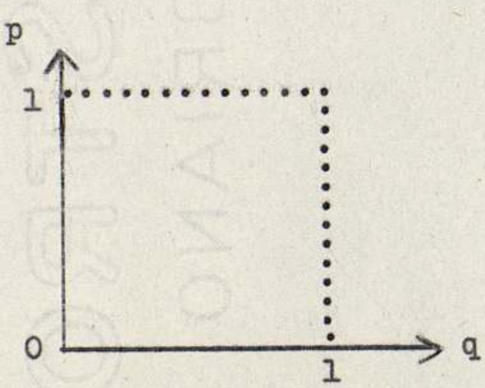
Auf Einzelheiten - wie die Theorie an den speziellen Fällen $a = p$ (oder $b = q$) und $a = q$ (oder $b = p$), dass ist an den Fällen in denen man nur 3 verschiedenfarbige Felder hat, oder an den Fällen, in denen mehr als 4 verschiedenfarbige Felder am Durchsichtigkeits phänomen beteiligt sind, angewendet werden kann, gehe ich nicht an.

Es scheint mir aber wichtig, eine sehr aufklärende geometrische Darstellung der Theorie zu schildern, der ich meinem Freunde und Mitarbeiter Dozent Dr. Carlo Remondino, Direktor des Psychotechnischen Laboratoriums der Fiat Werke in Turin schuldig bin.

Remondino verfährt folgender Weise.

Das Phänomen hängt von 4 Veränderlichen a p q b ab, die voneinander unabhängig sind und deren Werte zwischen 0 und 1 variieren können. Um die Beschreibung des Systems zu vereinfachen, kann man die Werte von a und b willkürlich fixieren (a und b wären priviligierte Veränderlichen, da sie den Grund bilden) und die Analyse auf die Veränderlichen p und q beschränken. Man fixiert auch $a > b$.

Das Variationsfeld kann also folgender Weise geometrich vorge stellt werden



Die Fundamentalgleichungen

$$\text{I} \quad \alpha = \frac{p-q}{a-b} \qquad\qquad \text{II} \quad t = \frac{aq - bp}{(a+q)-(b+p)}$$

können also Funktionen der Veränderlichen p und q betrachtet werden, während a und b bekannte Konstanten und α und t zwei parametrische (und deshalb willkürlich variierbare) Werte sein sollen.

Aus logischen oder aus physikalischen Gründen sind die parametrischen Grössen α und t nur zwischen 0 und 1 definiert.

Es ist nun wichtig die Werte der Veränderlichen p und q unter den Bedingungen

$$\alpha = 0 \qquad \alpha = 1 \qquad t = 0 \qquad t = 1$$

zu berechnen und geometrisch darzustellen

$$\text{I} \quad \begin{array}{ll} \alpha = 0 & p = q \\ \alpha = 1 & p = q+(a-b) \end{array} \qquad\qquad \text{II} \quad \begin{array}{ll} t = 0 & p = \frac{a}{b}q \\ t = 1 & p = \frac{a-1}{b-1}\,q - \frac{a-b}{b-1} \end{array}$$

Geometrisch dargestellt ergeben die zwei Abkömm~~en~~linge der ersten Gleichung zwei Geraden: die erste ($\alpha = 0$) entspricht einer Diagonale des dem Variationsbereiche von p und q entsprechenden Quadrates, während die zweite ($\alpha = 1$) parallel der ersten, im Abstand (a-b) verlauft. Die anderen Geraden der selben Familie, denen die Werte von α zwischen 0 und 1 entsprechen, verlaufen parallel dazwischen.

Die Abkömmlinge der zweiten Gleichung treffen sich dagegen in einem Punkte deren Koordinaten $p = a$, $q = b$ sind; die anderen Geraden der Familie, die den Werten von t zwischen 0 und 1 entsprechen, treffen sich alle in dem obergenannten Punkte, und verlaufen im grösseren der von den beiden ersten Geraden gebildeten Winkeln.

Nun - folgert Remondino - verwirklicht sich das phänomen nur wenn folgende drei Bedingungen anwesend sind:

1. Die Werte a, b, p, q fallen im Intervall 0 · 1.
2. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die zwischen den zwei Geraden $\alpha = 0$ und $\alpha = 1$ fallen
3. Den Wertenpaaren (p,q) entsprechen Punkte die im grösseren Winkel zwischen den Geraden $t = 0$ und $t = 1$ fallen.

In anderen Worten verwirklicht sich das Phänomen nur wenn den Wertenpaaren (p,q) Punkte entsprechen die gleichzeitig innerhalb des durch die erste Gleichung identifizierten Streifens und des durch die zweite Gleichung identifizierten Winkels; das ist, innerhalb des Dreiecks der durch Darüberlegen des Streifens und des Winkels entsteht,(und dessen Scheitelpunkte $p = q = 0$, $p = q = 1$, und $p = a$, $q = b$ sind). Bis hieher Remondino .

Das Interesse an dieser scharfen und tiefgreifenden Darstellung lag für mich besonders an der Verwertung der zweiten Gleichung, aus der wegen ihres multiplikativen Charakters keine qualitativ kontrollierbare notwendige Bedingung mir abzuleiten gelungen war.

Mit meiner Arbeit hatte ich nämlich nur die Teilen des Quadrates die ausserhalb des durch die erste Formel definierten Streifens lagen aus dem Bereich der Durchsichtigkeitserscheinungen ausgeschlossen. Nun waren, nach dem Gedankengang Remondinos auch zwei Dreiecke [(0,0; a,a; ab) und (ab; 1,1; 1a)] , die beiderseits des durch Überlagerung resultierenden Dreiecks auf dem Streifen lagen, auszuschliessen. Es lag nahe, eine Kontrolle auszuführen.

Hier aber erwartete mich eine Überraschung. Auch ohne Albedomessungen war eine Kontrolle leicht auszuführen, da, wie es aus dem Diagramm zu entnehmen ist, wenn $q = 0$ ist gehört der das Phänomen darstellende Punkt sicher dem ersten der beiden aus dem die Durch-

97)

sichtigkeitsbereich liegenden Dreiecken. Und doch ist in diesem Fall die Voraussage nicht erfüllt.

Wenn man nur schreibt, dass $x > y$ ×

Es ist jedenfalls zu betonen, dass damit nicht die Notwendigkeit der ~~monotonen~~ Folge $A > P > Q > B$ ~~bewiesen ist~~, ~~und~~ sondern nur die Unvereinbarkeit der speziellen Folge $A > P \quad P < Q \quad Q > B$ mit der Durchsichtigkeit der Erscheinung bewiesen wird. 99

~~Was durch die Einführung der Relation $A > B$ ...~~

Da die ~~Eindrücke~~ ~~von~~ Eindrücke der ~~unbunten~~ G[illegible]
allein sich in eine Reihe einordnen lassen, kann
die asymmetrische Relation durch die Symbole > und <