

Versehen hinzuweisen. Es wird behauptet, daß, wenn Mond und Erde sich immer die gleiche Seite zuwenden, der Mond auf der Erde einen Flutberg hervorbringen müßte, der die Höhe von vielen hundert Metern erreicht. Das ist natürlich falsch. Es ist richtig, daß die Flutkraft horizontale Komponenten liefert, welche das Wasser gegen jenen Punkt ziehen, wo der Mond im Zenit steht; es ist aber nicht richtig, zu behaupten, daß die Astronomen davon nichts wissen, da doch seit Laplace alle Fluttheorien ausschließlich auf den Horizontalkräften aufgebaut sind. Die Vertikalkräfte kommen eben gegen die Schwere nicht auf. Man darf aber nicht glauben, daß diese Horizontalkräfte beständig derart wirksam bleiben, daß sie immer weiter Wasser gegen den Zenitpunkt schaffen. Im Gegenteil, diese Komponenten verschwinden in dem Augenblick, als die Gleichgewichtsfigur erreicht ist, bei welcher die Resultierende aus der Anziehungskraft von Erde und Mond auf der Wasseroberfläche senkrecht steht. Wendet die Erde dem Mond immer die gleiche Seite zu, so wird dieser Gleichgewichtszustand auch wirklich erreicht werden, vielleicht der einzige Fall, in welchem die Gleichgewichtstheorie streng gültig ist. Unter den heutigen Verhältnissen beträgt aber die Hebung nur 18 cm, also etwa 10⁵mal weniger als Hörbiger annimmt. Der

Mond müßte $\sqrt[5]{10^5}$, also etwa 46mal näher stehen, um solche Fluten zu erzeugen. Nach Hörbiger sollen aber solche Fluten gleich nach dem Einfangen des Mondes entstanden sein, und auch heute noch sollte das Meer am Äquator um mehrere hundert Meter sinken, wenn man den Mond wegnimmt (S. 396). Auf dem Wege können also die großen Fluten, die Hörbiger für seine geologischen Entwicklungen braucht, nicht entstanden sein.

Große Fluten können aber auf einem anderen Wege entstehen, wenn nämlich eine Periode der Fluterscheinung mit einer Periode der freien Schwingungen des Wassers zusammenfällt, wenn also die Erscheinung der Resonanz auftritt. Wenn sich die Umlaufzeit des Mondes oder die Umdrehungszeit der Erde ändert, so müssen ab und zu solche Koinzidenzen eintreten, und dann wird die entsprechende Partialtide gewaltig anwachsen können. Die Perioden der freien Schwingungen hängen aber von der Tiefe des Meeres und der Küstenkonfiguration ab; es könnte sich auch hierin etwas ändern, und dabei durch Zufall plötzlich eine Übereinstimmung der Perioden entstehen, die eine Flutkatastrophe zur Folge haben könnte. Vielleicht braucht also Hörbiger, auch wenn er obigen Fehler korrigiert, den Einfluß von Hochfluten aus seinen geologischen Darlegungen nicht auszuschalten. Ich erwähne dies nur, um zu zeigen, daß man nicht alle Ideen in Bausch und Bogen verwirft, sondern, was physikalisch möglich erscheint, auch rückhaltlos anerkennt.

Es ist ganz unmöglich, alle Einwendungen anzuführen, die man gegen die in Rede stehende Theorie machen könnte. Ich möchte mich daher damit begnügen, auf einige Fehler gegen die Grundsätze der Mechanik hingewiesen zu haben. Ich glaube damit eine der größten Schwächen aufgedeckt und bewiesen zu haben, daß man solche Probleme nicht nach dem Gefühl behandeln kann, sondern nur mathematisch. Ich weiß wohl, daß ich Herrn Hörbiger nicht überzeugen werde, aber vielleicht andere, welche der Mathematik größeres Vertrauen entgegenbringen. Herr Hörbiger wird auch vielfach behaupten, daß ich ihn mißverstanden hätte. Das ist sehr möglich, hat aber jedenfalls seinen Grund in der Diktion des Hauptwerkes.

Endlich noch eins: Eine Kosmogonie hat nur dann einen Sinn, wenn sie sich auf der herrschenden Lehre aufbaut. Sie hat überhaupt nur die Frage zu beantworten, welches der Anfangszustand ist, aus welchem sich nach den uns bekannten Gesetzen der Physik der heutige Zustand entwickelt hat. Wie man davon abweicht, gerät man in den Bereich der Phantasie. Man darf nicht die Gesetze der Planetenbewegung leugnen, der Sonne die Wärmestrahlen nehmen, oder den spektralen Befund ignorieren. Eine solche Kosmogonie ist nicht besser fundiert als die alten Sagen, nach denen die Welt aus einer Lotosblume entstanden ist. Sollte der Verfasser mit seiner Theorie recht haben, so werden ihn künftige Generationen als einen Dichter und Seher, aber nicht als Forscher ehren, und er darf uns heute keinen Vorwurf machen, wenn wir seine Ansichten ablehnen. Es bleibt ihm dann nichts übrig, als 2 oder 3 Jahrhunderte zu warten, bis wir flügelhahnen Astronomen seinem Hochflug folgen können.

Überpflanzungen von Organen.

Von Otto Kestner, Hamburg.

Es ist ein altes Ideal der Chirurgie, für ein verlorenes oder zerstörtes Organ oder Gewebe dadurch Ersatz zu schaffen, daß man an seine Stelle Stücke desselben Menschen oder noch besser die entsprechenden Teile eines anderen Menschen oder eines Tieres einheilt. Wie weit ist das möglich? Wie weit ist es heute schon möglich und inwiefern geben uns unsere Kenntnisse heute ein Recht, von der Zukunft eine weitere Lösung des Problems zu erwarten?

Da ist zweierlei festzustellen:

1. Die Überpflanzung von Gewebsteilen auf denselben Körper, die sogenannte Autoplastik gelingt bei richtiger Technik leicht und glatt und die Chirurgen haben gerade in den letzten Jahren zum Ausgleich von Kriegsverstümmelungen oftmals Finger durch Zehen ersetzt, aus dem Arm eine neue Nase gebildet, neue Augenlider aus dem Knorpel des Ohrläppchens hergestellt

usw. Ebenso wenig macht es Schwierigkeiten, bei einer Frau, die bei einer falschsitzenden Schwangerschaft große Blutmengen in die Bauchhöhle verloren hat, das Blut zu sammeln und ihr wieder einlaufen zu lassen. Zuerst ist Haut überpflanzt worden, schon vor bald 50 Jahren von *Thiersch*, heute steht im Mittelpunkt des Interesses die Verpflanzung von Fettgewebe, das *Lexer* für verschiedene Zwecke verwenden lehrte, besonders durch Zwischenlagerung zwischen zwei Knochen, die nicht miteinander verwachsen, sondern ein neues Gelenk bilden sollen. Auch Knochen, Gefäße, Muskeln lassen sich auf das gleiche Individuum transplantieren.

2. Ebenso fest steht, daß sich ein Gewebe auf eine andere Tierart nicht transplantieren läßt (Heteroplastik). Alle Angaben von einem Anheilen von Tierhaut auf Menschen haben sich als Beobachtungsfehler erwiesen. Knochen heilen wohl einmal ein wie ein totes Gewebe, wie Elfenbein, wie Seidenfäden, wie Metallröhren, aber sie wachsen niemals an und gehen keine Verbindung mit dem Gewebe ein, in das sie eingefügt sind.

Zwischen beiden steht die Homoplastik oder Homoioplastik, die Übertragung eines Organes oder Gewebes auf ein anderes Individuum der gleichen Art, also von Mensch zu Mensch oder von Hund zu Hund. Sie steht begrifflich zwischen der Autoplastik und der Heteroplastik, und genau so steht es mit ihren Erfolgen. Homoplastisch transplantierte Gewebe heilen häufig an, ganz anders als heteroplastische Stücke; und mancher Beobachter, der nicht lange genug wartete, hat schon über Erfolge berichtet. Nachher verschwinden sie dann aber doch, vereitern, stoßen sich ab oder werden aufgelöst. Praktisch kann ein solcher Erfolg, auch wenn er nur einige Wochen dauert, wertvoll sein, wenn damit die Knochen oder die Haut der Nachbarschaft Zeit zum Auswachsen gewinnen. Aber ihr schönstes Arbeitsgebiet ist damit der Transplantation genommen. Technisch ist bei der Autoplastik alles so ausprobiert, daß sie in der Hand des Erfahrenen meist gelingt. Sie geht am besten mit lebensfrischem Material, aber bei strenger Asepsis kann man die meisten Gewebe auch aufbewahren, Stücke von Gefäßen und anderes wochenlang. Technisch würde es daher möglich sein, auch Leichenteile zu transplantieren. 1907 gelang es *Alexis Carrel* vom Rockefellerinstitut in New York zuerst beim Tier, Blutgefäße durch die Naht zu vereinen, und als ich 1909 seine staunenswerte Technik sah, stand ich unter dem starken Einfluß, daß damit für den Ersatz großer Organe eine neue Zeit angebrochen sei. Er nahm Katzen beide Nieren heraus, bewahrte sie einige Stunden auf und setzte sie wieder ein, indem er Arterie mit Arterie, Vene mit Vene verband und die Harnleiter, die sich nicht nähen ließen, in die Blase einpflanzte. Er nahm Hunden die Schilddrüse heraus und pflanzte sie in die Bauchhöhle ein, indem er ihre Gefäße mit Milzgefäßen

verband. Er schnitt Tieren den Skalp mit einem Ohr ab und heilte ihn an usw. Technisch waren seine Leistungen glänzend. Die Gefäßnaht wurde bald auch beim Menschen aufgenommen und wird heute von vielen Chirurgen geübt. Für die große Frage der Organtransplantation ergab sich eine bittere Enttäuschung. Homoplastisch ließen sich Organe auch mit der Gefäßnaht nicht transplantieren, ja in der Regel sogar schlechter als ohne sie, und dabei wäre die Homoplastik so wichtig, nicht nur für die Heilung von Wunden und Verstümmelungen, an die man zunächst denkt, nein vor allem auch zur Beseitigung innerer Krankheiten. Wir kennen heute die endokrinen Drüsen oder Drüsen der inneren Sekretion, die ein lebensnotwendiges Sekret oder Hormon in das Blut hinein absondern. Eine ganze Reihe der schwersten chronischen Erkrankungen beruht auf einem Ausfall bestimmter Hormone. Versagen der inneren Sekretion der Schilddrüse bedingt Kretinismus, Myxoedem oder Wachstumsstörungen. Die meisten Fälle schwerer Fettsucht beruhen auf einem Ausfall des Vorderlappens der Hypophyse; ein Versagen der Epithelkörperchen bedingt Neigung zu Krämpfen und Zahnerkrankungen. Fehlen die Keimdrüsen, so erlischt der Geschlechtstrieb und die sekundären Geschlechtszeichen bilden sich nicht aus. Man würde also eine Menge schwerster Leiden beseitigen können, gelänge es, die endokrinen Drüsen zu überpflanzen. Dabei liegen die Dinge insofern sehr günstig, als es sich um kleine Organe handelt, deren Einheilung technisch leicht ist, keine Gefäßnaht erfordert und von denen bei der großen Wirksamkeit ihrer Hormone nur ein kleiner Teil wirklich erhalten zu werden braucht, um die Funktion zu ersetzen. Bei der Überpflanzung von Haut und Knochen ist die Operation mißglückt, wenn sie die Hälfte abstößt, von dem Hoden genügt $\frac{1}{10}$, um Geschlechtstrieb und normale Körperbildung zu sichern. Infolgedessen hat man sich mit Eifer auf die Überpflanzung der endokrinen Drüsen geworfen. Auch hier gelingt die Autoplastik immer, die Homoplastik dagegen in der Regel nicht.

Grundsätzlich unmöglich ist die Homoplastik freilich nicht. Zunächst geht sie bei den Pflanzen, bei denen sie in Form der Pfropfung regelmäßig geübt wird. Hierher gehört auch die Möglichkeit der Chimärenbildung bei den Pflanzen. Darunter versteht *Winkler* Bastarde, bei denen sich die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften nicht mischen oder ein Mittelding entstehen lassen, die vielmehr aus zwei zusammengewachsenen, aber ganz verschiedenartigen Hälften bestehen, die eine rein väterlich, die andere rein mütterlich. Sodann geht die Homoplastik bei Froschlarven, bei Kaulquappen. Wie *Born* zuerst gefunden hat, kann man Kaulquappen in zwei Hälften zerlegen und so miteinander verheilen, daß das Vorderteil des einen mit dem Hinterteil des anderen Tieres verwächst

und weiterwächst. Diese große Entdeckung *Borns* ist in der Hand von *Braus* und *Harrison* unendlich fruchtbar geworden für die Aufklärung der tierischen Entwicklung. Hier gelingt sogar Heterotransplantation, die Verheilung eines halben Frosches mit einer halben Unke. Auch Regenwürmer kann man homoplastisch miteinander verheilen und durch oftmalige Wiederholung der Verheilung Riesentiere erzeugen (*Korschelt*).

Im der großen Mehrzahl der Fälle gelingt sodann die Verpflanzung von Blut. Artfremdes Blut kann man einem Menschen oder einem Tiere nicht in die Blutbahn einspritzen. Die Blutkörperchen lösen sich in der fremden Flüssigkeit auf und rufen bei irgend größerer Menge baldigen Tod hervor. Schon in kleinster Menge machen sie Fieber und andere Vergiftungserscheinungen, die wohl einmal zu Heilzwecken verwendet werden, aber jedenfalls einen Blutersatz durch artfremdes Blut unmöglich machen.

Das Blut anderer Menschen kann man dagegen in Mengen bis zu einem Liter und mehr einem Menschen unbedenklich direkt in die Blutbahn einlaufen lassen. Die Methode wird gerade in allerneuester Zeit in steigendem Maße bei starken Blutverlusten und bei Erkrankungen des Blutes benutzt. Nur in einer kleinen Minderzahl von Fällen kommt es zu Vergiftungserscheinungen wie bei der Einverleibung artfremden Blutes. In der Mehrzahl bleibt das Blut mit samt seinen Formelementen in der Blutbahn des Empfängers erhalten und übt seine Tätigkeit aus.

Eine gelungene Homoplastik ist auch die Parabiose. Wie *Sauerbruch*, *Schöne* u. a. gezeigt haben, kann man bei Ratten und Hunden zwei Tiere so zusammennähen, daß ihre Haut und ihre Bauchhaut miteinander verwachsen, die Tiere also zusammenhängen wie die bekannten siamesischen Zwillinge. Bei Geschwistern geht die Parabiose sehr viel besser als bei Nichtverwandten. Das Blut strömt, wenn auch in geringem Umfange, von einem Tier in das andere, spezifische Stoffe, die in dem einen Tiere entstehen, wirken auf das andere. Die Parabiose kann zeitlebens erhalten bleiben. Die Tiere bleiben getrennte Individuen, aber ihre Gewebe sind miteinander verheilt.

Das Wichtigste endlich ist, daß auch die eigentliche Homoplastik, Übertragung losgetrennter Gewebstücke auf ein anderes Tier, bei Menschen und bei Säugetieren in einigen Fällen gelungen ist. *Schöne* zeigte an Mäusen, daß bei Geschwistern und sonstigen nahen Verwandten in einem bestimmten Prozentsatz Hautstücke sich austauschen lassen, und bei endokrinen Drüsen hat man dasselbe beobachtet. Hier sind besonders bedeutungsvoll die Versuche von *Steinach*, der bei Ratten und Meerschweinchen die Hoden und Eierstöcke vertauschen konnte und damit die Tiere anatomisch und physiologisch in das

andere Geschlecht verwandelte. In seiner ersten Mitteilung gibt *Steinach* an, daß ihm die Überpflanzung von Eierstöcken auf Männchen nur dann gelungen sei, wenn er zwei Wochen alte Meerschweinchen und Ratten als Empfänger und etwas ältere Tiere der gleichen Zucht als Spender benutzt habe. Später bespricht er nur noch die gelungenen Fälle, aus denen er etwas schließen kann, und macht keine Angaben mehr über den Prozentsatz der mißlungenen.

Auch bei Menschen sind sichere positive Ergebnisse der Einheilung von Hoden und Eierstöcken bekannt, allerdings neben sehr viel mehr mißglückten. Von anderen endokrinen Drüsen ist die Dauereinheilung von Epithelkörperchen in vereinzelten Fällen sicher, die der anderen endokrinen Drüsen immer nur vorübergehend geglückt. Freilich kann es sich bisweilen um Monate handeln, bis das Transplantat ganz verschwindet, und gerade während des Zugrundegehens, während die Zellen sich auflösen, können ihre wirksamen Inhaltsstoffe reichlich in die Blutbahn gelangen und ihre Tätigkeit ausüben.

Selbst bei den Fällen, die schließlich nicht zur Dauerheilung führen, besteht ein großer Unterschied gegenüber der Heteroplastik.

Was wissen wir nun über die Ursache des Versagens? Die Heteroplastik scheitert an der Verschiedenheit des chemischen Baues der einzelnen Arten. Daß selbst nahe verwandte Tiere, Pferd und Esel, Hund und Wolf, sich in Größe, Haut und Haarfarbe und vielen anderen Einzelheiten ihres Baues unterscheiden, weiß jeder. So ist die Anordnung der Fasern in der Linse des Auges bei jeder Tierart verschieden. Viel weniger bekannt ist, daß die Arten auch chemisch verschieden sind. Es ist noch nicht allzu lange her, da wußte man nur, daß die Gewebe und Säfte des Körpers Eiweiß enthalten und unterschied einige Gruppen von Eiweiß. Erst als *Emil Fischer* und *Kossel* die Bausteine kennen lehrten, aus denen sich die Eiweißkörper aufbauen, 17—18 Aminosäuren, deren jede einzelne vielfach vorhanden sein kann, wurde es möglich, chemische Individuen in den Eiweißkörpern zu erkennen, *Kossel* hat die Samen einer Anzahl von Fischarten durchgeprüft. Jede einzelne hat ihr eigenes Sameneiweiß oder Protamin, verwandte Arten haben ähnliche, aber niemals gleiche Eiweiße. Der rote Blutfarbstoff scheidet sich leicht in schönen Kristallen aus. *Reichert* hat gezeigt, daß die Kristallformen bei jeder Tierart anders und für die Tierart spezifisch sind. Das wichtigste Unterscheidungsmittel ist die sogenannte biologische oder Immunitätsreaktion. Spritzt man einem Kaninchen, einer Ziege oder einem Pferd (bei anderen Tieren geht es auch, aber nicht so gut) einige Kubikzentimeter der Blutflüssigkeit eines Hundes ein, so ist das Eiweiß „Antigen“, und im Kaninchenblut bildet sich nach 10—14 Tagen ein „Antikörper“ gegen das Eiweiß. Entnimmt man ihnen nach dieser

Zeit Blut, so gibt seine Flüssigkeit mit der des Hundes einen Niederschlag (Präzipitinreaktion). Das Präzipitin ist streng spezifisch gegen Hundeblood. Blut von Wolf oder Fuchs gibt noch einen schwachen, das aller anderen Tiere gar keinen Niederschlag. Immunisiert man nicht gegen die Blutflüssigkeit, sondern die Blutkörperchen, so gibt es eine Immunität gegen diese; das Blut des Kaninchens besitzt nun die Fähigkeit, die betreffenden Blutkörperchen aufzulösen. Die Immunität gegen Hühnerblut erstreckt sich auch auf das Eiweiß der Hühnereier, die gegen Rinderserum auch auf die Kuhmilch. Wie weit sie auch die Eiweißkörper der Gewebe umfaßt, ist unsicher. Die beweglichen Zellen, Flimmerzellen und Samenfäden, werden durch besondere Präzipitine gelähmt und geschädigt.

Durch diese Untersuchungen ist also eine chemische Artspezifität erwiesen, und wir brauchen uns nicht mehr zu wundern, daß die Heteroplastik nicht geht. Kommen doch die transplantierten Gewebe mit Blut in Berührung, in dem unter ihrer Einwirkung sich Antikörper bilden müssen, die sie dann selbst töten und auflösen. Können wir aber chemisch oder biologisch auch Verschiedenheiten zwischen Individuen einer Art nachweisen? Für die Blutflüssigkeit hat sich bisher auch durch biologische Reaktionen ein solcher Unterschied nicht nachweisen lassen. Dagegen ist es gelungen, bei verschiedenen Menschen Unterschiede in den Blutkörperchen nachzuweisen. Vier Gruppen von Menschen lassen sich deutlich unterscheiden. Die Besonderheit des Blutes ist vererbbar, so daß bei nahen Verwandten die Wahrscheinlichkeit chemischer Übereinstimmung größer ist.

Damit ist ein Anhaltspunkt für chemische Unterschiede zwischen Individuen einer Art gegeben. Ein guter Teil der Schwierigkeiten wird durch die Abweichungen des chemischen Baues verständlich. Von größter Bedeutung ist vor allem der Befund von *Braus*, daß die Froschlärven noch keine Eiweißkörper haben, die Antigene sein und Antikörper bilden können. Der erwachsene Frosch hat artspezifisches Eiweiß so gut wie die höheren Tiere, so gut wie die Wirbellosen, die man bisher daraufhin untersucht hat, Krebse und Mollusken. Daß überhaupt eine Bastardbildung möglich ist, kann man darauf zurückführen, daß die Keime noch kein arteigenes Eiweiß besitzen, was allerdings außer bei Fröschen nicht geprüft ist. Und das Scheitern der Homoplastik außer bei nahen Verwandten beruht darauf, daß bei den höheren Tieren wenigstens für die roten Blutkörperchen Individualspezifität nachgewiesen ist.

Es liegt sehr nahe und ist oft geschehen, die ganze Frage der Plastik auf die chemischen Besonderheiten der Eiweißkörper zurückzuführen. Daß die Homoplastik mit Gefäßnaht besonders schlecht geht, liegt an der innigen Berührung, in die das fremde Blut mit den Geweben tritt.

Auch daß man durch vorherige Behandlung des Empfängers mit dem Blute des Spenders die Überpflanzung nicht verbessert, sondern verschlechtert (*Schöne*), würde hierzu stimmen. Indessen frühzeitiges Verallgemeinern hat sich in der Wissenschaft noch immer gerächt. Solange sich in dem Gewölbe eines Beweises noch die kleinste Lücke findet, ist er nicht geschlossen. Gerade die winzigen Löcher sind es, durch die der Forscher seinen Weg ins Freie findet. Man übertüncht sie, wenn man aus den Beobachtungen zu früh ein schönes geschlossenes Lehrgebäude aufbaut.

Hier klaffen noch einige Lücken:

1. nämlich stimmen die praktischen Erfahrungen bei der Einverleibung von Blut mit der Gruppeneinteilung des menschlichen Blutes in die 4 oben genannten Gruppen nicht immer überein;

2. ist es nicht verständlich, wieso eine Parabiose möglich ist, dann aber bei den parabiotisch lebenden Tieren die Vertauschung von Hautstücken mißlingt;

3. stimmt in den Versuchen von *Braus* die Zeitgrenze, bis zu der die Zusammenheilung geht, und die, von der ab besondere Eiweißkörper da sind, nicht ganz überein;

4. passen die Verhältnisse bei den Pflanzen nicht ins System. Bei den Pflanzen ist nämlich die Arteigenheit der Eiweißkörper genau so gut vorhanden wie bei den Tieren. Der Amerikaner *Osborne* hat die Eiweißkörper nahe verwandter Pflanzensamen, Erbse, Bohne, Sojabohne, Wicke oder Weizen, Roggen, Gerste so genau untersucht, wie *Kossel* das Eiweiß der Fischhoden, und hat ebenso große und regelmäßige Unterschiede gefunden. Auch durch die Präzipitinreaktion lassen sich pflanzliche Eiweißkörper so gut gegeneinander abgrenzen, wie die der Tiere. Und doch gibt es bei Pflanzen eine Pfropfung und eine Chimärenbildung und bei den Tieren nicht.

Was wir heute über chemische Unterschiede zwischen den Tierarten und vielleicht zwischen den einzelnen Individuen derselben Art wissen, genügt also nicht. Wir müssen schon etwas weniger Faßbares hinzunehmen, den Begriff der Individualität. Als ganz allgemeines Gesetz gilt von den einzelligen bis zu den höchsten Tieren, daß zwei lebende Wesen nicht miteinander verschmelzen können. Alle voll entwickelten Zellen vermögen sich zu teilen, eine Vereinigung gibt es nur in einem Falle, bei der Verschmelzung des Eies mit dem männlichen Samen zur weiteren Entwicklung. Weder können zwei Organismen je zu einem werden, noch zwei Zellen in einem Organ sich je zu einer zusammenlegen. Wir haben bisher gar keinen Anhalt dafür, daß die Vereinigung durch chemische Unterschiede zwischen den Einzelzellen oder zwischen den Einzelwesen verhindert wird, und die chemische Verschiedenheit auf Grund der Nichtverschmelzbarkeit vorauszusetzen, hieße die Logik auf den Kopf stellen. Bei den Pflanzen gibt es Ver-

schmelzungen. Im Walde kann man gelegentlich zwei Bäume sehen, die aus verschiedenen Wurzeln entsprossen, also zwei Individuen sind, und deren Stämme oben zu einem Stamme verschmelzen. Bei Tieren würde so etwas als ganz unmöglich erscheinen. *Dante* beschreibt im 25. Gesange der *Hölle*, wie eine Schlange einen Menschen umklammert und aus beiden ein Individuum wird, sagt aber selbst, er habe seinen Augen nicht getraut.

Vielleicht löst sich die Individualität noch einmal in chemische Unterschiede auf, heute wäre es verfrüht, das schon als sicher annehmen zu wollen. Halten wir uns nur an die Tatsachen, so sagen sie uns, daß die Homoplastik als Regel nicht geht, aber in Ausnahmefällen Erfolg hat. In diesem Falle ist das Nichtwissen befriedigender als es das Wissen wäre. Denn wären wir sicher, daß der chemische Unterschied die Homoplastik verhindert, so wäre sie für immer ein schöner Traum. Solange die Individualität noch ein unklarer Begriff ist, so lange dürfen wir hoffen, daß sich in Zukunft Mittel finden werden, die Homoplastik zu erweitern.

Literatur:

- Æ. *Læver*, Die freien Transplantationen, Bd. 1, Stuttgart 1919.
G. *Schöne*, Beiträge zur klinischen Chirurgie 99, 233, 1916.
H. *Braus*, Arch. f. Entwicklungsmechanik 22, 564, 1906.

Die Stereoskopie im Dienste der isochromen und heterochromen Photometrie¹⁾.

Von C. Pulfrich, Jena.

(Fortsetzung.)

10. Die bisherigen Schwierigkeiten beim Vergleich der Helligkeiten zweier Farben.

Nach derselben Methode wie *S. Exner* hat später *A. Kunkel* (Pflügers Archiv 9, S. 197, 1874) versucht, die Zeiten zu bestimmen, welche die verschiedenen Teile des prismatischen Spektrums brauchen, um zum Maximum der Empfindung zu gelangen. Auch er fand, daß für die von ihm benutzten Spektralbezirke „Blau“, „Grün“ und „Rot“ das Empfindungsmaximum bei einem stärkeren Reiz — größere Spaltbreite des Spektralapparates — schneller erreicht wird als bei einem schwächeren. Nur waren in Betracht des Umstandes, daß als Lichtquelle nicht wie bei *Exner* durch Gasflammen erhellt Scheiben, die mit weißem Papier überzogen waren, benutzt wurden, sondern das spektralzerlegte sehr viel hellere Licht der Petroleumflamme, die Anstiegszeiten erheblich kleiner als bei *Exner*, nämlich für Blau 0,102 sec., für Grün 0,097 sec.

und für Rot 0,057 sec.; gegenüber 0,15 bis 0,28 sec. bei *Exner*. Weiter hat die Arbeit keinen Wert. Denn sie besagt einmal nichts über die mittlere Wellenlänge der benutzten Spektralbezirke — es wurde nämlich immer aus dem Gedächtnis auf den gleichen Farbenton eingestellt (!) —, dann aber auch nichts zur Beantwortung der Frage, ob und inwieweit an den Anstiegszeiten die Farbe oder die Helligkeit des Spektralbezirkes beteiligt ist. Nach unseren weiter unten dargelegten Beobachtungen mit dem Stereo-Spektralphotometer scheidet die Farbe als Ursache für die Verschiedenheit der Anstiegszeiten ganz aus, und wir haben darin nur die Auswirkung der in den einzelnen Spektralbezirken herrschenden Helligkeiten zu erblicken. Daß von den drei obigen Zahlen die für Blau größer ist als die für Grün, ist verständlich, da beide Farben auf derselben Seite des Maximums der Helligkeit liegen und Blau von dem Maximum weiter entfernt und daher weniger hell ist als Grün. Der angegebene Wert aber für den Spektralbezirk Rot, der auf der anderen Seite des Maximums der Intensitätskurve liegt, hätte ebenso gut gleich dem für Grün oder größer sein können. Daß er kleiner ist, ist ein Beweis dafür, daß der von *Kunkel* benutzte Spektralbezirk Rot sehr viel näher am Helligkeitsmaximum lag, als der von ihm benutzte Spektralbezirk Grün.

Kunkel hat dann noch versucht, seine Messungen auf Spektralfarben von angeblich gleicher Helligkeit zu reduzieren. Da aber hierzu ganz willkürliche Annahmen gemacht werden aus Mangel an einem festen Anhalt für die Anerkennung der Gleichheit der Helligkeit verschiedenfarbiger Lichter, so ist dieses Unternehmen als gescheitert anzusehen.

Die Schwierigkeiten beim Vergleich der Helligkeiten zweier Farben sind ja außerordentlich groß, und es ist allen bisher hierfür angegebenen Methoden nicht gelungen, sie zu überwinden. *Fraunhofer* und *Arthur König* haben versucht, allein durch subjektiven Vergleich der Farben untereinander bzw. der einzelnen Farben mit weißem Licht die Helligkeitsverteilung im Sonnenspektrum zu ermitteln. Die Resultate sind sehr wenig übereinstimmend. *Helmholtz* hat in seiner Physiolog. Optik, 2. Aufl., S. 440 u. ff. wiederholt erklärt, daß er sich ein Urteil über Gleichheit heterochromer Helligkeiten nicht zutraue. „Für mich selbst“, sagt *Helmholtz*, „habe ich durchaus den sinnlichen Eindruck, daß es sich bei heterochromen Helligkeitsvergleichen nicht um Vergleichen einer Größe, sondern um das Zusammenwirken von zweien, Helligkeit und Farbenglut, handelt, für die ich keine einfache Summe zu bilden weiß und die ich auch wissenschaftlich noch nicht definieren kann.“

Daß wir es hierbei in der Tat mit zwei voneinander gänzlich verschiedenen Empfindungen zu tun haben, beweist schon allein der Umstand,

¹⁾ Im Auszug vorgetragen auf dem Physikertag in Jena am 21. IX. 1921.