

Primäre und sekundäre Sinnesqualitäten [Fortsetzung und Schluss]

Autor(en): **Budde, Felix**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Divus Thomas**

Band (Jahr): **30 (1952)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-762314>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Primäre und sekundäre Sinnesqualitäten

Von Dr. FELIX BUDDE

(*Fortsetzung und Schluß*)

IV

Die Objektivität der Farbenqualitäten

Die Schallwellen sind einer direkten Beobachtung mehr oder weniger zugänglich. Infolgedessen läßt sich die Objektivität der Tonqualitäten physikalisch verhältnismäßig leicht nachweisen. Die elektromagnetischen Lichtwellen sind jedoch so klein, daß sie einer direkten Beobachtung nicht mehr zugänglich sind. Deshalb ist auch der physikalisch direkte Nachweis einer Objektivität der Farbenqualitäten *praktisch* unmöglich. *Grundsätzlich* unmöglich macht dann diesen Nachweis anscheinend noch das Ergebnis der physikalischen Wissenschaft, die in den Spektralstrahlen der Außenwelt ausschließlich den Bestand elektromagnetischer Wellen von nur jeweils bestimmter Länge und Schwingungszahl behauptet. Durch die Photonentheorie — nach welcher der Lichtstrahl in Energiekorpuskeln von ungeheurer Geschwindigkeit besteht — hat dieses physikalische Ergebnis noch eine solche Modifizierung erfahren, daß bis zur Stunde keine restlos befriedigende physikalische Klärung des Lichtproblems vorliegt. Jedenfalls gilt aber *das* Ergebnis als wissenschaftlich gesichert, daß bei sämtlichen Spektralstrahlen *nur*-physikalisch meßbare-*quantitative* Unterschiede bestehen. Infolgedessen können die qualitativen Unterschiede, die in der Farbenempfindung gegeben sind, nur subjektiv gelten.

Dem gegenüber sei hier die Behauptung aufgestellt, daß auch die qualitativen Unterschiede objektive Gegebenheiten in der Außenwelt darstellen, jedoch soll hiermit nicht bestritten werden, daß außerdem jene quantitativen Unterschiede in der Außenwelt vorliegen, welche

durch die physikalische Beobachtung für Spektralstrahlen sichergestellt sind.

In einem Beweis für die Objektivität der Farben ist zunächst zu zeigen, daß rein quantitative Gegebenheiten in den elektromagnetischen Wellen den tatsächlichen Befund der von uns erlebten Farbenqualitäten nicht bloß nicht befriedigend erklären können, sondern sogar zu Widersprüchen gegen sonst allgemein geltende Erfahrungstatsachen führen würden. — Sodann ist zu zeigen, daß im physikalisch feststellbaren, quantitativ geltenden Befund tatsächlich auch qualitative Unterschiede gegeben sein können, ohne daß hierdurch die Quantenverschiedenheiten irgendwie berührt werden. Weiter ist zu zeigen, inwiefern qualitativ unterschiedliche Gegebenheiten in der Außenwelt mit jenen physikalisch nachgewiesenen quantitativen Unterschieden tatsächlich zusammenhängen. Und endlich : daß und inwiefern qualitativ unterschiedene Gegebenheiten in der Außenwelt wirklich vorliegen. Wir beschränken uns bei diesen Erörterungen hauptsächlich auf die Spektralfarben. Auch kommen für uns nur normale Reize und entsprechende Empfindungsinhalte in Frage ; denn darin sind wir mit der modernen Wissenschaft durchaus einig, daß es unnormale Reize und Empfindungsvorgänge gibt, bei denen sich kein regulärer Zusammenhang zwischen physischem und psychischem Sachverhalt aufzeigen läßt.

Die Frage : Wie kommt es, daß ein bestimmter quantitativ meßbarer periodisch verlaufender Schwingungsvorgang von unserem Gesichtssinn als farbige Qualität empfunden wird, bezeichnet die moderne Physik als ungelöstes Rätsel (Bavink, « Probleme » S. 390 ff.). Ihre Angabe : der äußere Schwingungsreiz würde im Sinnesorgan bzw. Gehirn in eine jeweils bestimmte Lichtempfindung « umgesetzt », ist jedenfalls keine Erklärung. Bei dieser Sachlage läßt sich daher eine Lösung des « Rätsels » jedenfalls nicht auf rein physikalischer Grundlage anbahnen. Der *Lichtempfindungsvorgang* ist nun genau so gut ein objektiver Sachverhalt wie der äußere Lichtstrahl. Insofern ist auch der normale Empfindungsinhalt ein « objektiv realer » Sachverhalt und kann daher als Maßstab für den Geltungsbereich der physikalischen Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Wir zeigen zunächst, daß für den qualitativen Unterschied der Empfindungsinhalte unmöglich bloß quantitativ unterscheidbare äußere Schwingungsreize in Frage kommen können.

Physikalischerseits werden die quantitativen Unterschiede sowohl in der elektromagnetischen Wellentheorie als auch in der Photonentheorie behauptet : Wir sehen vorerst von der Photonentheorie ab — sie

wird anschließend an die Wellentheorie behandelt — berücksichtigen also zunächst nur die Behauptung, daß den einzelnen Spektralfarben in der Außenwelt die einzig nach Länge und Schwingungszahl unterscheidbaren elektromagnetischen Wellen entsprechen. Der Kürze halber sei diese physikalische Theorie als « Nur-Wellentheorie » und die elektromagnetische Welle auch als « Ätherwelle » bezeichnet, ohne daß mit « Äther » die reale Existenz eines Lichtäthers irgendwie behauptet werden soll.

Läßt sich mit der Wellentheorie das Farbenproblem befriedigend lösen ?

1. Würde das Licht nur in Wellen bestehen, so müßte man bei ihm ganz analoge Tatsachen feststellen können wie bei den Schallempfindungen. Davon kann jedoch wohl kaum die Rede sein. Schon die von der Struktur des Ohres gänzlich verschiedene anatomische Organisation des Auges steht mit einer « Nur — Wellentheorie » des Lichtes nicht im Einklang. Beim Gehör besteht für die Aufnahme der verschiedenen Tonwellenlängen ein bis ins Kleinste detaillierter Empfangsapparat. 15 bis 20 000 untereinander verschiedene Stäbchen auf der Basilarmembran sind auf je eine ihnen entsprechende Tonhöhe abgestimmt. Beim Sehorgan gibt es nur einen Unterschied zwischen hell- und dunklempfindenden Stäbchen einerseits und buntempfindenden Zapfen andererseits. Innerhalb der bunt empfindenden Apparatur läßt sich keine Organisation nachweisen, die als Mittel zur Unterscheidung der verschiedenen Wellenlängen gedeutet werden könnte. Wenn es aber für das Auge *nur* auf die Unterscheidung von Wellenlängen ankäme, so bliebe völlig unverständlich, warum nicht auch hier eine dem Gehörapparat entsprechende Differenzierung der aufnehmenden Organe vorläge. — Würde man diesem Bedenken mit dem Hinweis begegnen, daß eine solche Differenzierung bloß nicht nachgewiesen ist und bei der Kleinheit der den minimalen Reizen entsprechenden Organe nicht nachweisbar ist, also trotzdem vorhanden sein könnte, so mag sich dieser Hinweis zwar nicht direkt widerlegen lassen, er ist aber ebensowenig als zu Recht bestehend zu beweisen. Jedenfalls spricht die anatomische Organisation des Auges mehr gegen als für den Einwand.

2. Hierzu kommt : Das normale menschliche Ohr vermag ungefähr sieben Oktaven von akustischen Wellen auseinander zu halten. Das Auge jedoch vermag im Spektrum nur etwas mehr als eine Oktav von

Wellen zu unterscheiden. Diese « Wellenoktav » entspricht dann aber noch nicht einmal einer vollständigen spektralen « Farbenoktav », die erst mit dem « Purpur » hinter dem Violett abgeschlossen wäre.

Nach der physikalischen Theorie sind die sogen. « Ultrastrahlen » — Ultrarot und Ultraviolett — von derselben elektromagnetischen Natur wie die dazwischen gelegenen Spektralstrahlen. Dennoch werden die Ultrastrahlen nicht mehr als Licht empfunden. Folglich müßte der Sehnerv im Vergleich zum Gehörnerv eine sehr begrenzte Empfindlichkeit besitzen. Andererseits hat aber derselbe Sehnerv im Vergleich zum Gehörnerv eine mindestens ebenso große, in mancher Beziehung aber noch viel größere Empfindlichkeit : Die Reizschwelle für den Gesichtssinn liegt viel niedriger als für den Gehörsinn bei einhundertmillionstel Erg gegen ein zehnmillionstel Erg für mittelhohe Töne (Fröbes : Lehrbuch der experimentellen Psychologie Bd. I 1923, S. 31). Die Gesamtzahl aller unterscheidbaren Gesichtsempfindungen wird auf mindestens 35 000, sogar auf eine halbe bis eine Million geschätzt. (Fröbes : a. a. O. S. 47.) Bei dieser sonst so großen Empfindlichkeit des Auges bleibt schwer verständlich, warum das Auge die unzweifelhaft vorhandenen Ultrawellen nicht mehr als Licht zu empfinden vermag, obwohl sie dieselbe Natur wie die Lichtwellen besitzen, während das Ohr weit über die mittlere Oktav hinaus zu hören vermag — wofern Licht und Farbe objektiv tatsächlich *nur* Wellen sind.

3. Ferner : Das Ohr hört jede bestimmte Welle nur als einen bestimmten, von allen übrigen Tönen deutlich verschiedenen Ton. Das Auge jedoch vermag ein und dieselbe Farbe zu empfinden, auch wenn die farbenerzeugenden Reize unter sich gänzlich verschieden sind. « Jede bunte Farbe kann, selbst wenn sie ihre eigene Wellenlänge hat, daneben durch Mischung sehr verschiedener Wellenlängen erzeugt werden. » (Fröbes : a. a. O. S. 49.) Auch ein und dasselbe Weiß kann durch verschiedene Wellenkombinationen entstehen. Ein gewisses Rot und Grün können ebenso gut Weiß ergeben wie ein gewisses Blau und Gelb. Das Auge antwortet also auf verschiedene objektive Reize mit derselben Empfindung ; andererseits reagiert das Auge bei den einzelnen Farben des Sonnenspektrums auf verschiedene Reize mit verschiedenen Empfindungen in meist minutiöser Genauigkeit. Daß das Auge eine solche widerspruchsvolle Reaktionsweise besitzt, kann man aber nicht als restlos befriedigende « Erklärung » des Farbensehens hinnehmen. Alle anderen Sinne reagieren auf *jeden* verschiedenen Reiz verschieden, abgesehen von dem einen Fall, daß ein objektiver Reiz mitwirkt, der unter

der Reizschwelle liegt. Nur das Auge soll von dieser Regel eine — und zwar häufig vorkommende — Ausnahme machen ! Das erscheint höchst unwahrscheinlich. Wenn jedoch die Welle nur die physikalische Unterlage der Farbenübertragung darstellt, wenn Licht und Farben Qualitäten sind, die nur *in* Wellen *übertragen* werden, dann läßt sich die Schwierigkeit lösen : Die eigentlichen Sinnesreize sind dann nicht die Wellen als solche, sondern in den Wellen vermittelte Farbenqualitäten, die sich als ursprünglich einfache oder durch Mischung entstehende Farben dem Sehnerv darbieten. Es wären also dann immer *dieselben* objektiven Reize, welche die gleiche Empfindung erzeugen.

4. Ein weiteres vom Standpunkt einer *Nurwellentheorie* aus wohl kaum lösbares Problem ist folgendes : Das Ohr vermag verhältnismäßig kleine Verschiedenheiten in den akustischen Wellen auch dann deutlich zu unterscheiden, wenn verschiedene Wellen miteinander kombiniert werden. Der feinhörige Kapellmeister hört im Orchester einen einzigen falschen Ton. Es gibt ferner in der Akustik nicht zwei Wellenkombinationen, welche ein und denselben Mischton ergeben würden. Jede Tonwellenkombination ergibt vielmehr einen einzigen bestimmten, von allen einfachen und allen anderen Mischtönen unterscheidbaren Mischton. Sogar die Klangfarbe der Instrumente ist auf das Deutlichste zu erkennen, weil sie durch das Mitschwingen von Ober- und Untertönen bedingt ist. Es entspricht also jeder besonderen Mischwelle eine einzige besondere Mischempfindung. Dagegen gilt für das Auge, wofern nur Wellen die Farben übertragen, das Gegenteil : Obwohl das Auge so empfindlich ist, daß es z. B. im Gelb und Blaugrün Unterschiede von nicht ganz einmillionstel mm Wellenlänge noch als Farbtonverschiedenheit zu unterscheiden weiß (Ebbinghaus : Grundzüge der Psychologie 1905, S. 217), ist es dennoch für viele Mischreize völlig unterscheidungsunfähig. Es kann in vielen Wellenkombinationen keine Farbenunterschiede feststellen.

Wie schon vorhin ausgeführt, kann man die weiße wie jede bunte Farbe, selbst wenn letztere eine eigene Wellenlänge besitzt, durch Mischung verschiedenster Wellenlängen erzeugen. Diese aus Mischwellen entstandenen Farben erscheinen nicht als Mischfarbe, sondern als einfache Farbe. Das Auge vermag also sicher viele Wellenkombinationen nur als einfache, nicht als zusammengesetzte, als « Mischfarbe » wahrzunehmen. Entweder ist also das Auge für diese Kombinationen, trotz sonstiger hochgradiger Empfindlichkeit, überhaupt nicht bzw. einseitig und unregelmäßig empfindlich, oder die Wellenkombination ist wie die

Welle überhaupt nicht das Wesentliche in der Übertragung der Farbeempfindung. Die erste Folgerung ist widerspruchsvoll und willkürlich, weil sie der allgemeinen Erfahrungstatsache widerspricht, daß die Empfindung dem Reiz entspricht, daher scheint nur die Folgerung übrig zu bleiben, daß die Farbe als solche von der Welle bzw. Wellenkombination verschieden ist.

Hiergegen ließe sich einwenden : Es gibt Spektralfarben wie Orange und Violett, die man als Farbkombinationen von Rot und Gelb bzw. Blau und Rot empfindet oder wenigstens empfinden kann. Diese Spektralfarben bestehen aus einfachen Wellen, nicht aus Wellenkombinationen. Der obige Beweis geht jedoch von der Voraussetzung aus, daß *alle* Spektralfarben einfache Farben sind, er ist also nicht durchschlagend. — Hierauf läßt sich erwidern : Wenn im Spektrum in Orange und Violett tatsächlich Mischfarben empfunden werden, so wird unsere Auffassung dadurch nur noch mehr gestützt. Denn dann gilt : Wenn diese Spektralfarben auf einfachen Wellen, nicht auf Kombinationen beruhen, und trotzdem als Mischfarben empfunden werden, so ergäbe sich nur eine weitere, mit den akustischen Erfahrungen nicht in Einklang zu bringende Tatsache : In der Akustik werden niemals einfache Wellen als Mischöne empfunden. Es ergäbe sich also ein weiterer Beweis für die Unabhängigkeit der Farbeempfindung von der Wellenform. Davon abgesehen gibt es aber jedenfalls auch Spektralfarben — wie reines Rot oder Blau — die man nur als einfache Farbenqualitäten empfindet, die aber gleichwohl durch Kombination von Wellen erzeugt werden können. Für diese wäre der Einwand hinfällig.

5. Außer dem Farbton dürfte für unser Problem noch Sättigung und Helligkeit der Farben zu berücksichtigen sein. Vergleichen wir zunächst die « Sättigung » der Farben und Töne. Die Sättigung eines Farbtones ist dessen relative Deutlichkeit. Sie hängt nach Fröbes (a. a. O. S. 49) von der Reinheit der Welle ab, was allerdings nur in gewissen Grenzen stimmen kann, weil ein und dieselbe Farbe auch durch Mischung von Wellen erzeugt werden kann. Aber auch innerhalb dieser Grenzen schwindet meist die Deutlichkeit mit zunehmender Intensität ; denn bei gesteigerter Intensität ändert sich die Farbe. Rot und Grün gehen direkt in Weiß über. Alle anderen Farbtöne nähern sich dem Gelb und Blau, um nachträglich auch in Weiß überzugehen. (Fröbes : a. a. O. S. 52.) Bei abnehmender Intensität verbreitern sich im Spektrum Rot und Grün auf Kosten der übrigen Farben (Fröbes : S. 59), diese Erscheinung hat in der Akustik wieder nicht die geringste Parallele : Der tiefe Ton

bleibt tief : er ändert seine bestimmte Tiefe nicht im geringsten, trotz noch so sehr verstärkter Amplitude. Auch der hohe Ton kann sich durch die geänderte Amplitude hinsichtlich seiner Höhe nicht im geringsten ändern, weil eben jeder Ton einer bestimmten Wellenlänge entspricht und mit ihr objektiv identisch ist. Der Farbton kann also nicht identisch mit der Wellenlänge sein.

Die Helligkeit einer Farbe wird (psychologisch) definiert als ihre « Ähnlichkeit mit Weiß ». Während die Sättigung den relativen Grad der Deutlichkeit bezeichnet, bedeutet die Helligkeit den relativen Grad der Sichtbarkeit. Die absolute Sichtbarkeit des Lichtes ist von der absoluten Wellenlänge bzw. Schwingungszahl abhängig : Elektromagnetische Wellen von der Schwingungslänge unter etwa $360 \text{ m } \mu$ — und über etwa $780 \text{ m } \mu$ — können überhaupt nicht gesehen werden. Dem entspricht in der Akustik, daß die Hörbarkeit eines Tones an eine obere bzw. untere Schwingungszahl gebunden ist. Schallwellen unter 16 und über 40 000 Schwingungen in der Sekunde können nicht als Töne wahrgenommen werden. Außerdem ist die Helligkeit auch von der Intensität der Welle, also ihrer Amplitude, abhängig. Unter einer gewissen Intensität, der unteren Reizschwelle, wird Licht bzw. Schall überhaupt nicht empfunden : ändert sich die Intensität in mittleren Grenzen, so ändert sich auch die Helligkeit, nicht der Farbton (Fröbes : S. 52). Soweit stimmen also Gesichts- und Gehörsempfindung überein. Während aber die Hörbarkeit der Töne innerhalb der Reizschwellen nur von der Amplitude der Wellen abhängt, verhält sich die Sichtbarkeit der Farben wesentlich anders. Bei den Spektralfarben steigt die Helligkeit vom Rot zum Gelb an, um bis zum Blau wieder zu sinken und dann im Violett wiederum anzusteigen. Mögen nun die Farben durch einfache Wellen oder durch Wellenkombinationen erzeugt werden, so ist ihre Helligkeit jedenfalls wesentlich von der Qualität der Farben abhängig, deren Helligkeit keineswegs mit der jeweiligen Wellenlänge parallel geht. Daraus ergibt sich wiederum eine Abhängigkeit der Lichterscheinung von einem Faktor, der nicht die Wellenlänge sein kann.

6. Bei der Wahrnehmung der Töne ändert sich übrigens die Empfindung um gleich viel, wenn die Schwingungszahl um denselben Bruchteil sich ändert, ganz unabhängig von der absoluten Tonhöhe (Dressel : Lehrbuch der Physik, Freiburg i. Br. 1905, S. 898). Das Auge hingegen hat eine für verschiedene Wellenlängen stark unterschiedliche Empfindlichkeit bzw. überhaupt keine Unterschiedsempfindlichkeit : Auf der langwelligen Endstrecke im Spektrum von 762 bis 655 $\text{m } \mu$ Wellenlänge

bleibt der Farbton qualitativ ganz unverändert, im Gelbgrün besteht eine relativ größere Unterschiedsempfindlichkeit als etwa im Blauviolett. (Fröbes : a. a. O. S. 50.) Das Auge läßt also für seine Unterschiedsempfindlichkeit durchaus nicht *die* Abhängigkeit von der Wellenlänge erkennen, die der Behauptung wirklich entspräche, daß die Farbenqualitäten *nur* von der Wellenlänge bestimmt würden.

Fragen wir nach dem *physiologischen* Grunde, warum die Licht- und Farbwellen nicht analog den akustischen Wellen wahrgenommen werden können, so sei vorläufig die Antwort gegeben : Dem Sehnerv fehlt eine den Wellen entsprechende Resonanz auf die jeweilig entsprechenden Wellen. Im Sehnerv entsteht bei den einfachen Spektralstrahlen eine der Wellenlänge entsprechende, in anderen Fällen jedoch eine der Wellenlänge nicht entsprechende Resonanz. Nun fragt es sich : Warum entsteht *auch* eine nicht entsprechende Resonanz, wenn andererseits eine normale Resonanz besteht ? Das Auge reagiert, aber es reagiert in vielen Fällen anders, als nach einer Nurwellentheorie anzunehmen wäre. Hier fehlt jede befriedigende Erklärung, wofern die Farbenempfindungen nur auf objektive periodische Veränderungen des Mediums antworten. Denn wenn man alle diese mit der physikalischen Wellenlehre bzw. mit den analogen, zu den akustischen Vorgängen nicht übereinstimmenden, Abweichungen der optischen Erscheinungen nur aus der andersgearteten Empfindlichkeit des Auges erklärt, so ist das zwar eine bequeme, aber keine befriedigende Lösung der vielen in der physikalischen Theorie nicht wegzuleugnenden Schwierigkeiten. Eigentlich bietet diese Erklärung überhaupt keine Lösung, denn sie stellt nur die Tatsache der unterschiedlichen Empfindlichkeit von Auge und Ohr fest, ohne über deren Warum irgendwie Auskunft geben zu können. Stellenweise bewegt man sich obendrein im Zirkel, wenn man z. B. durch die Unterschiedsempfindungslosigkeit des Sehnerven für gewisse optische Wellen die Gleichheit der Farben erklären und aus der Gleichheit der Farbenempfindung die Unterschiedsunempfindlichkeit des Sehnerven herleiten will. Davon abgesehen wäre dem Subjektivismus Tür und Tor geöffnet, wenn für den Inhalt der Gesichtsempfindungen keine objektive letzte Instanz mehr entscheidend wäre. Die auf die physikalische Theorie zugeschnittene psychologische Theorie muß daher, konsequent durchgedacht, die absolute Gültigkeit der physikalischen Theorie erschüttern, weil sie deren Allgemeingültigkeit zerstört. Eine Lösung, die letztlich nur einen unkontrollierbaren Faktor für alle Ausnahmen in einem sonst gesetzmäßigen Naturverlauf verantwortlich

macht, ist keine Lösung. Deshalb ist die Forderung nach einer objektiv befriedigenden Erklärung aller bei den Gesichtsempfindungen vorhandenen Erscheinungen sicher nicht unberechtigt. M. a. W. : Nicht die bloß subjektive Empfindlichkeit des Gesichtssinnes wird die Lösung bieten ; sie wird vielmehr in objektiven Gegebenheiten, den objektiv vorhandenen Farbenqualitäten, gesucht und gefunden werden.

7. Nach der physikalischen Theorie sind die Lichtwellen nur Querwellen. Nun stelle man sich nur einmal vor, daß man Querwellen von verschiedener Wellenlänge, aber gleicher Amplitude in ihrer Fortpflanzungsrichtung « auf sich zukommen » sieht. Dann wird der Beobachter *nur* feststellen können, daß die Schwingungen der längeren Wellen für ihn *langsamer* erfolgen als die kürzeren. Eine bloß zeitliche Unterscheidung der Wellen erklärt aber keinen inhaltlichen Unterschied.

8. Aber noch mehr : Drei gleich harte Schläge mögen das eine Mal in zehn, das andere Mal in zwanzig Sekunden erfolgen. Wenn auch der Empfindungsinhalt des einzelnen Schlages jedesmal derselbe ist, so könnte man doch behaupten, daß die rascher folgenden Schläge eine intensivere Wirkung erzielen müssen, insofern mehr Schläge in gleicher Zeit empfunden werden. Auf die Querschwingungen der Lichtwellen angewandt, bedeutet diese Annahme, daß die zeitlich rascher erfolgenden Schwingungen eine größere Helligkeit des zu beleuchtenden Körpers hervorrufen müßten als die langsameren. Für die Spektralfarben gilt aber das Umgekehrte : Der größeren Schwingungszahl entsprechen die dunkleren Farben : blau und violett. Daraus folgt, daß eigentlich nur ein Unterschied in der Amplitude der Querwellen einen Unterschied in der Helligkeits-Wirkung auf den Empfänger hervorrufen könnte. Aber dieser Unterschied würde keine Erklärung des Qualitätsunterschiedes der bunten Farben bieten, weil für die Qualitätsunterschiede tatsächlich nur die verschiedenen Wellenlängen in Frage kommen.

Läßt sich das Farbenproblem mit der Photonentheorie befriedigend erklären ?

Wenn somit eine « Nur-Wellentheorie » das Farbenproblem unmöglich meistern kann, wie steht es dann mit einer Lösung unserer Frage durch die Photonentheorie ?

Physikalisch gesehen, handelt es sich bei den Spektralfarben zunächst um ein Energieproblem (vgl. zum Folgenden : H. Kuhn : Lichtabsorption von Farbstoffen in « Naturwissenschaftliche Rundschau »,

Stuttgart 1951, S. 55 ff.). Die Photonen sind einheitliche Energiequanten. Deshalb wird die Physik die Photonentheorie zur Lösung des Problems bevorzugen. Jede körperliche Farbe ist nun an die Aufnahme bzw. Aussendung von elektromagnetischen Energiequanten bestimmter Größe (nämlich der Photonen oder Lichtquanten) gebunden. Nicht jedes solche Energiequantum wird als Licht empfunden, sondern nur die in der elektromagnetischen Skala zwischen den « ultravioletten » und « ultraroten » liegenden gewissermaßen mittleren Quanten. Fällt weißes Licht, d. h. ein Gemisch aller zwischen den eben genannten Grenzen liegenden Quanten auf einen farbigen Körper, so werden bestimmte Lichtquanten « verschluckt » (absorbiert). Die übrigen werden durchgelassen, wofern der farbige Körper durchsichtig ist, dagegen reflektiert, wenn er undurchsichtig ist. Würde jedes sichtbare Quantum durchgelassen, so wäre der Körper farblos und durchsichtig. Würden alle Lichtquanten reflektiert, also weder durchgelassen noch absorbiert, so wäre der Körper weiß. Würden endlich alle Photonen nur absorbiert, so wäre der Körper schwarz. Bei den farbigen Körpern, die uns hier interessieren, wird die Energie der absorbierten Quanten von den Molekülen der betr. Körper verschluckt. Diese Moleküle geraten dadurch in einen sog. « Anregungszustand », der sie befähigt, die verschluckte Energie (als Wärme) an ihre Umgebung wieder abzugeben. Alle Lichtquanten, die infolge zu großer oder zu geringer Energie das Molekül nicht « anregen » können, werden nicht absorbiert. Reflektiert oder durchgelassen bringen sie jene Farben im Auge hervor, welche ihrer jeweiligen Energie bzw. Wellenlänge entspricht. So erscheint in einer farbigen Lösung bei Absorption von grünem Licht der Körper purpurn, bei absorbiertem Violett etwa grünlich gelb ; wird das Hellrot absorbiert, so sieht die Lösung grünlich blau aus usw.

Nun läßt sich für organische, farbige Substanzen zeigen, daß man unter Zugrundelegung allgemein geltender physiko-chemischer Annahmen jene Energiequoten berechnen kann, welche als Anregungsquanten für eine jeweils bestimmte organische Molekularstruktur in Betracht kommen. (Diese Quanten sind ihrer Größe nach abhängig von einer Elektronenzahl und der Länge der entsprechenden Elektronenwolke im Molekül.) Aus diesen Berechnungen ergeben sich dann für die nicht absorbierten Strahlen bestimmte Energiequoten, welche der der Farbe des betr. Körpers entsprechenden Wellenlänge tatsächlich entsprechen, sodaß man hiermit das Farbenproblem *grundsätzlich* als gelöst ansehen kann.

Insofern jedem Farbstrahl von bestimmter Wellenlänge eine bestimmte Energiegröße entspricht, ist diese Problemlösung durchaus einleuchtend. Aber für uns handelt es sich nicht um das Quantum der jeweiligen Energiegröße, sondern um das Quale der Farbverschiedenheit. Auf Grund der Photonentheorie läßt sich zwar zeigen, daß zwischen der jeweiligen Wellenlänge der Absorptionsmaxima einerseits und der von der Molekülstruktur abhängigen Länge der Elektronenwolke sowie der ebenfalls vom Molekülaufbau abhängigen Anzahl der Elektronen im Molekül andererseits ein bestimmter Zusammenhang besteht. Indem aber hiermit das Problem auf die Wellenlänge zurückgeführt wird, tauchen bezüglich eines nur qualitativ zu lösenden Farbenproblems alle jene Schwierigkeiten wieder auf, die vorhin schon bei der « Nurwellentheorie » entwickelt wurden. Dies ist eigentlich auch nicht zu verwundern, denn die Photonentheorie setzt bezüglich aller quantitativen Unterschiede bei den Korpuskeln die Wellentheorie in ihrem ganzen Umfang voraus. Die Photonen leiten als Energiequanten ihre Unterschiede untereinander nur aus der Verschiedenheit der zugehörigen Wellen ab. Weil sich nun unsere vorhin gemachten Einwände gerade aus den angeblich bloß quantitativ geltenden Unterschieden in den Wellen ableiten lassen, so müssen alle diese Einwände bezüglich der Farbe und des Farbensehens auch für die Photonentheorie gelten. Periodisch wiederholte Einwirkungen nur quantitativ verschiedener Energiekorpuskeln laufen also letztthin auf dieselben Schwierigkeiten hinaus, wie wir sie schon bei einer « Nur-Wellentheorie » besprochen haben.

Somit dürfen wir als Endergebnis unserer Kritik buchen, daß die Physik schlechthin nicht in der Lage ist, das psycho-physische Farbenproblem zu lösen, solange sie den äußeren Lichtreiz ausschließlich in den bloß quantitativ unterscheidbaren Energiegrößen sieht. — Dieses « Ergebnis » erkennt die Physik auch selbst an.

Bei dieser Sachlage bleibt *die* Annahme, daß es auch in der Außenwelt objektiv reale Farbenqualitäten gibt, die natürlichste Erklärung für die tatsächliche Entstehung besonderer Farbenqualitäten im Empfindungsinhalt. Diese äußeren Farbenqualitäten müssen dann allerdings in und mit den elektromagnetischen Wellen gegeben sein, denn an der Existenz elektromagnetischer Wellen in der Außenwelt wird man vernünftigermaßen nicht zweifeln dürfen, weil dieser Sachverhalt zu eindeutig bewiesen ist.

Vom subjektiven und objektiven Moment im Helligkeitsbewußtsein

Wir unterscheiden nun zunächst bezüglich der Gesichtsempfindungen zwischen Reiz und Auslösung einerseits, Ursache und Wirkung andererseits. Eine Auslösung braucht einem Reize ihrem Gehalte nach durchaus nicht zu entsprechen. Eine Wirkung hingegen wird immer irgendwie aus der Ursache hervorgegangen sein; sie muß dieser also auch irgendwie entsprechen (vgl. 1. Teil, S. 304).

Jede Einwirkung des äußeren Lichtstrahles auf das Auge veranlaßt im Sinnesorgan eine Gesichtsempfindung — also auch ein Bewußtsein. (Unter Sinnesorgan verstehen wir hierbei den gesamten lichtempfindenden Apparat einschließlich des Sehzentrums im Gehirn.) Ein Bewußtsein kann aber von außen niemals im eigentlichen Sinne « verursacht » sein. Denn eine Ursache im eigentlichen Sinne muß, wie eben gesagt, ihre Wirkung in sich enthalten, was für eine rein physikalische Ursache bezüglich des Bewußtseins jedenfalls nicht zutreffen kann. Folglich kann die äußere Einwirkung insofern tatsächlich nur ein « Reiz », eine Veranlassung sein, als im Organ ein Empfindungs- bzw. Wahrnehmungsbewußtsein ausgelöst wird. Nun ist aber ein *Empfindungsbewußtsein* ohne irgend einen *Empfindungsinhalt* unmöglich. Deshalb muß bei der Auslösung des Sehbewußtseins durch den äußeren Reiz wenigstens irgend ein Inhalt mit bewußt werden, der entsprechend dem Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien nur in irgend einer Art von « Licht » oder Helligkeit bestehen kann. Irgend eine Helligkeit ist somit der Empfindungsinhalt, der auf einen äußeren Reiz hin im Organ « ausgelöst » wird. Wenn somit durch den äußeren Reiz sowieso « Helligkeit » als Empfindungsinhalt entstehen muß, dann ist auch vernünftig begründet, daß Helligkeit als solche (d. h. die Empfindungsinhalte des neutralen Weiß in irgend welcher Abstufung) einen ausgelösten Inhalt auf einen bloßen äußeren Reiz darstellt.

Dieser Schluß wird gestützt durch die Erfahrungstatsache, daß ein inadäquater Reiz, z. B. der Schlag aufs Auge, tatsächlich ein neutrales bzw. « diffuses » Hellbewußtsein auslöst. Dazu kommt, daß gesteigerten Reizen stets ein gesteigertes Bewußtsein neutraler Helligkeit entspricht. Der Reiz steigert sich mit der Schwingungsamplitude. Wie oben (S. 467) schon gezeigt wurde, geht jede Farbenempfindung bei stark gesteigerter Schwingungsamplitude in Weiß über. Eine einfache Beobachtung macht dann einleuchtend, daß bei dieser Erscheinung das empfindende Sub-

jektsbewußtsein tatsächlich ausschlaggebend ist, daß also auch hierbei hauptsächlich das Verhältnis von Reiz und Auslösung (vgl. 1. Teil, S. 304) in Frage kommt: Wenn durch ein buntes Fenster die Sonne in den Kirchenraum strahlt, kann man feststellen, daß jede Farbe auf der gegenüberliegenden Wand in ihrer spezifischen Buntheit erscheint. Blickt man aber selbst von dieser Wand im Innern der Kirche aus durch das bunte Glas direkt in die Sonne, so erscheint an der betr. Stelle des Glases keine bunte, sondern eine grell weiße Farbe. « Objektiv » besteht demnach ein Farbenbunt, wo « subjektiv » nur ein Weiß gesehen werden kann. Es muß also jedenfalls ein Reiz als solcher das Weiß-Bewußtsein « ausgelöst » haben.

Hieraus folgt jedoch *nicht*, daß die Helligkeitsempfindung bei adäquaten Reizen *bloß* auf der Auslösung eines Reizes beruht, so daß die Helligkeit also überhaupt keinem entsprechenden objektiven Sachverhalt zu entsprechen brauchte (vgl. 1. Teil, S. 304). Denn bei jeder Sinnesempfindung handelt es sich um ein Bewußtwerden *körperlicher* Sachverhalte, die als solche stets objektive Tatsachen sind. Und weil jede Sinnesempfindung nur bei einer von außen kommenden Einwirkung entsteht, kann der im Empfindungsinhalt bewußtwerdende körperliche Sachverhalt eigentlich nur als Wirkung einer entsprechenden « Ursache » aufgefaßt werden. Dies gilt folgerichtig auch von der Helligkeit, die dann ihrerseits — bei adäquaten Reizen — immer auch objektive Wirkung einer von außen her einwirkenden Ursache sein muß, selbst wenn sie gleichzeitig als Auslösung des von außen kommenden quantitativ meßbaren Reizes angesehen werden muß (vgl. 1. Teil, S. 304).

Diese Folgerung wird unabweisbar im Hinblick auf die Tatsache, daß wir uns des Schwarz als einer Farbe bzw. als eines Empfindungsinhaltes bewußt werden: Während im sog. blinden Fleck der Netzhaut überhaupt keine Gesichtsempfindung besteht; während also an dieser Netzhautstelle auch keinerlei Empfindungsinhalt bewußt werden kann, wird Schwarz unzweifelhaft als gesehener Inhalt bewußt. Die schwarze Farbe muß also auch irgendwie von außen veranlaßt sein. Der entsprechende Reiz wird jedoch wahrscheinlich außerhalb der Spektralskala der Ätherwellen liegen. Andererseits ist anzunehmen, daß er für die durch elektromagnetische Wellen normal reizbaren Sehzellen auch irgend eine elektromagnetische Welle sein wird. Weil nun die schwarzen Körper dunkle Wärmestrahlen aussenden, wird der die Schwarzempfindung veranlassende Reiz vermutlich in den ultraroten Wellen zu suchen sein. Weil andererseits der Empfindungsinhalt des Schwarz als solcher kein

eigentliches Licht- oder Helligkeitsbewußtsein, sondern nur eine Sichtbarkeit einschließt, kann man die Folgerung ziehen, daß die farbigen Spektralfarben in ihren Wellen eine — sagen wir — Leuchtaktivität besitzen, die innerhalb des Spektrums besteht.

Eine Bestätigung dieser Folgerung liegt noch in einer weiteren Überlegung: Das Licht bzw. die Farbe besteht physikalisch in elektromagnetischen Wellen, deren Länge etwa zwischen 360 und 780 m μ liegt. Nur diese Wellen erscheinen als Licht. Außer diesen Wellen gibt es noch viele andere Ätherwellen, die sich nur durch die (kürzeren oder längeren) Wellenlängen von den Lichtstrahlen unterscheiden. Daß diese « ultraroten » oder « ultravioletten » Strahlen nicht als Licht empfunden werden, beruht nach allgemeinem Urteil nur auf der subjektiv beschränkten Anlage unseres Gesichtssinnes, der eben nur für die Wellen zwischen 360 und 780 m μ empfänglich ist. Das Licht soll sich also in diesem Punkte genau wie die Töne verhalten. Schallwellen unter 16 und über 40 000 Schwingungen in der Sekunde vermag der Mensch nicht mehr als Töne zu empfinden.

Gegen diesen Vergleich lassen sich jedoch Bedenken vorbringen: Wenn er auch teilweise richtig sein mag, was u. a. daraus zu schließen ist, daß Bienen ultraviolette Strahlen « sehen » können, so können doch — wie schon oben gezeigt wurde — Ätherwellen in Bezug auf Lichtempfindungen *allgemein* nicht mit Schallwellen in Bezug auf Gehörsempfindungen in Parallele gesetzt werden, zumal man bei unterschwelligen Reizen überhaupt nichts hören, dagegen das Schwarz als Farbe sehen kann. Außerdem kann die eigentliche Licht- bzw. Helligkeitsempfindung in den Wellenlängen allein jedenfalls nicht ihren Grund haben: denn die jeweilige Helligkeit der Spektralfarben ist den Wellenlängen durchaus nicht proportional. Diese werden vom Rot bis zum Violett immer kürzer, die Helligkeit nimmt jedoch vom Rot bis zum Gelb zu, sinkt dann bis zum Blau und steigt im Violett wieder an. Weil nun die Helligkeit die eigentliche Bedingung für die Sichtbarkeit der bunten Farben ist, dürfte folgerichtig die zu geringe oder zu große Länge der Wellen *allein* es nicht (wie bei den Tönen) bloß subjektiv unmöglich machen, Ultrawellen als Licht zu empfinden. Weil man nun, wie im Vorhergehenden (1. Teil, S. 305 ff.) gezeigt wurde, die Inhalte der Farbenempfindungen sowieso nicht bloß aus dem subjektiven Bewußtsein herleiten kann, weil sie vielmehr auch objektiv gültigen Tatsachen entsprechen müssen, so muß die Lichtempfindung erst recht objektiven Charakter haben. Denn schließlich ist doch die erste Bedingung für jede Farbig-

keit eine gewissen Helligkeit, welche die Farbe vom Schwarz unterscheidet. Ist nun die Farbe überhaupt objektiv begründet, so muß auch ihre Helligkeit auf einem objektiven Sachverhalt beruhen. Dann kann man aber folgern, daß innerhalb bestimmter objektive Wellengrenzen — bei den Spektralwellen sich auswirkende — Bedingungen dafür bestehen, daß nur innerhalb bestimmter Grenzen die Ätherwellen zu « Lichtwellen » werden. Diese Folgerung erklärt sich dann am einfachsten durch die Annahme, daß nur diese Wellen in ihrer Länge den Größenverhältnissen jener Materieteilchen entsprechen, welche das Licht überhaupt aussenden, empfangen oder übertragen können, welche m. a. W. die eigentlichen Lichtstrahlen ermöglichen. Nur innerhalb dieser Grenzen würden also elektromagnetische Schwingungen eine « Leuchtaktivität » besitzen.

Abschließend sei hierzu noch bemerkt, daß der von uns behauptete sowohl subjektiv als auch objektiv vorliegende Bestand des Lichtes bzw. des « Hellen » auch mit den subjektiv und objektiv allgemein geltenden Tatsachen in Einklang steht, welche im Bestand der Empfindungen überhaupt gegeben sind. Denn Helligkeit und Licht bestehen sicher *innerhalb* des lichtempfindenden Körperorganismus und insofern bestehen sie jedenfalls auch als « objektiv » gültige Sachverhalte im Körperlichen. Warum sollen sie dann in einem anorganischen Körper schlechthin unmöglich sein? Nur wenn man Licht oder Helligkeit mit « Bewußtsein » gleichsetzen müßte, könnte die Helligkeit bloß subjektiven Charakter haben. Davon kann jedoch keine Rede sein. Denn es gibt nicht bloß « bewußte » Blinde, denen jedes Lichtbewußtsein fehlt, sondern auch reichlich viele Empfindungs- bzw. Wahrnehmungsvorgänge und -inhalte beim Normalsichtigen (wie z. B. Ton- oder Druckempfindungen), die, obwohl sie « bewußt » sind, nichts mit Helligkeitsbewußtsein zu tun haben. Ein und dasselbe Subjekt wird sich der Lichtempfindungsinhalte obendrein noch als « gegenständlicher » Erscheinungen bewußt. Als gegenständlich, d. h. « objektiv » gegeben, können sie aber keinesfalls aus dem Subjekte hervorgegangen sein. Helligkeit (wie die Farbe) muß folgerichtig auch ein objektiver Sachverhalt sein.

Wie entsteht aber dann das « objektive » Weiß? — Da in jeder Buntfarbe, insofern sie hell ist, eine Ähnlichkeit mit Weiß enthalten ist, — und da sich andererseits jede Buntfarbe durch ihre besondere Qualität von jeder anderen unterscheidet, so kann nur dann reines Weiß entstehen, wenn diese jeweilige spezifische Qualität fortfällt und nur die Helligkeit bleibt. Die spezifische Buntqualität kann aber nur fort-

fallen durch einfache Aufhebung oder in einer gewissen Neutralisierung. Tatsächlich zeigt das Experiment, daß die Kombination bestimmter Farben Weiß ergibt. Es muß daher angenommen werden, daß bei diesen Kombinationen die jeweilige Eigenart der kombinierten Buntfarben gegenseitig neutralisiert oder aufgehoben wird, sodaß tatsächlich nur das helle Licht, d. h. Weiß, übrig bleibt. Folglich repräsentiert auch Weiß — ebenso wie Schwarz — keine spezifische « Qualität », sondern nur Licht überhaupt, so wie Schwarz den Mangel an Licht repräsentiert. Somit kann auch Licht bzw. Helligkeit im Weiß neben den Buntfarben und neben dem Schwarz einen durchaus objektiven Charakter haben.

Farbe ist als objektive Qualität ein jeweiliger elektromagnetischer Ladungszustand in der körperlichen Mikrostruktur

1. Wenn die Physik behauptet, daß bei der Entstehung der Farbenqualitäten im Empfindungsorgan die elektromagnetischen Wellen *nur* in ihrer jeweiligen Schwingungszahl bzw. Wellenlänge beteiligt seien, so überschreitet sie mit dieser Behauptung ihren « Kompetenzbereich ». Denn abgesehen davon, daß sie für die Erklärung psychischer Erscheinungen nicht zuständig ist, ist sie keineswegs « befugt », aus nur gemessenen Ergebnissen auf das Nichtvorhandensein von nicht meßbaren qualitativen Faktoren zu schließen. Darin läge schon rein logisch eine grobe Unzulänglichkeit, erst recht, wo die Physik das psychologische Problem auf Grund ihrer eigenen Ergebnisse als völlig unlösbar bezeichnen muß. Andererseits liegt nicht der geringste innere Widerspruch in der Annahme, daß ein physikalisch meßbarer Sachverhalt auch einen nicht meßbaren qualitativen Charakter haben kann. Darum läßt sich physikalischerseits gegen die Möglichkeit objektiv gültiger Farbenqualitäten eigentlich nichts Stichhaltiges vorbringen. Im Gegenteil: Es läßt sich sogar überzeugend dartun, daß die elektromagnetischen Schwingungen, wie sie beim Farbenphänomen gegeben sind, den Bestand irgend welcher qualitativ zu wertender Eigenschaften an den die Strahlen ausstrahlenden Körpern *voraussetzen, weil* sie jeweils bestimmte Wellenlängen und Schwingungszahlen besitzen.

2. Wir gehen von einem Vergleich aus: Bei einer Pendelschwingung wirken zwei Kräfte, die Gravitation und die Trägheit, im Wechselspiel miteinander. Aber keine dieser beiden Kräfte bestimmt die jeweilige Schwingungszahl. Diese ist vielmehr nur von der Länge des Pendels abhängig. Im Vergleich zur Trägheit und Schwere ist diese Pendellänge

etwas wesentlich anderes. Sie ist keine Kraft, die bewegt, sondern eine Eigenschaft dessen, was bewegt wird. Als Eigenschaft besitzt sie eine gewisse Bestimmtheit und gerade diese eigenschaftliche Bestimmtheit des Pendels ist der eigentliche Grund für die jeweilige Schwingungszahl in der Sekunde. Also nicht die eigentlichen Schwingungskräfte, sondern eine jeweilige Bestimmtheit des schwingenden Körpers selber bestimmt die Größe der Schwingungszahl. Diese Pendellänge ist zwar *auch* eine meßbare Eigenschaft; in ihrer meßbaren Größe bestimmt sie sogar den Schwingungsrhythmus (= Schwingungszahl und Wellenlänge), aber sie ist nicht *nur* etwa Meßbares: als Länge ist sie eine bestimmte Eigentümlichkeit des Pendels, die als solche von allen dessen anderen Eigenschaften, etwa von seiner Breite, seinem Gewicht, seiner stofflichen Natur usw. verschieden ist. Die Länge ist daher eine eigentliche « Eigenschaft », also kein Quantum, sondern eine Quale und zwar — wohl gemerkt! — eine « primäre Qualität ». Diese primäre Qualität bestimmt somit einzig und allein den jeweiligen Schwingungsrhythmus in Sekundenzahl und Schwingungslänge.

Was nun von der Pendelschwingung gilt, muß ebenso von jeder anderen körperlichen Schwingung gelten. Daher muß auch eine *qualitative* Eigenschaft des schwingenden Atoms dessen jeweilige elektromagnetische Schwingungszahl und -Länge bestimmen. Diese Qualität muß als solche von den die Schwingung verursachenden Kräften ebenso *unabhängig* sein wie die Pendellänge von der Schwere und Trägheit. Sie muß ferner ihrem Maße nach so *bestimmt* sein, daß sie den jeweiligen Schwingungsrhythmus eindeutig festlegt, und sie muß so *geartet* sein, daß sie auf jene, die Schwingung verursachenden Kräfte einen analogen Einfluß ausüben kann wie die Pendellänge, welche Gravitation und Trägheit bei der mechanischen Schwingung zu einem bestimmten Rhythmus reguliert. Ob sich diese Eigenschaft immer nur auf das Atom oder nicht auch auf das Molekül bezieht, braucht hier nicht erörtert zu werden. An sich könnte beides der Fall sein, weil Moleküle wie Atome körperliche Einheiten sind und jene oft anders gefärbt erscheinen wie ihre atomaren Bestandteile. Jedenfalls handelt es sich nur um eine eigenschaftliche Bestimmtheit jener Mikroteilchen, die überhaupt in der Lage sind, Lichtwellen auszusenden. Der Einfachheit halber wollen wir nur die Atome als solche Lichtträger berücksichtigen.

3. Die physikalischen Berechnungen der für die Spektralwellen geltenden Schwingungsrhythmen — mögen sie im Anschluß an das Bohrsche Atommodell oder davon unabhängig in irgend einer abstrakt mathema-

tischen Ableitung erfolgt sein — gehen immer von irgendwie quantitativ bestimmten Größen im Atom aus. In Analogie mit dem, was oben über die Abhängigkeit der Wellenlänge von der Pendellänge gesagt wurde, muß dann der Wellenlänge jeder Spektrallinie eine « bestimmte Eigenschaft » im Atom entsprechen. Weil nun jede Spektrallinie mit einer bestimmten Farbe identisch ist, muß diese « bestimmte Eigenschaft » im Atom der bestimmten Farbe entsprechen bzw. « ist » diese bestimmte Eigenschaft die objektive Farbenqualität.

Diese Qualität wird — wie die Pendellänge — irgendwie meßbar sein und trotzdem eine qualitativ besondere Artung haben : Die Pendellänge ist — dem mechanischen Charakter der Pendelschwingung entsprechend — eine räumliche Eigenschaft. Jene, die Länge der Ätherschwingung bestimmende Eigentümlichkeit des Mikroteilchens, wird dann eine elektromagnetische Eigenschaft sein müssen. Aus den Ergebnissen, in welchen die Atomphysik die Ursache der Spektrallinien aufgeklärt hat, läßt sich dann Näheres über diese Eigenschaft erschließen :

Als atomphysikalische Grundlage der gegenwärtigen Spektraltheorie gilt die Annahme, daß ein elektrisch positiv geladener Atomkern von negativen Elektronen umgeben ist. Auch wenn die Gültigkeit des Bohrschen Atommodells nicht mehr anerkannt wird, so hält die Physik doch *grundsätzlich* daran fest, daß innerhalb des Atoms ein bestimmtes *Verhältnis* zwischen positiver und negativer Ladung besteht. Dieses Verhältnis ist von Element zu Element verschieden. Es ist beim Wasserstoff besonders einfach. Mit wachsendem Atomgewicht wird es immer komplizierter. Wie auch immer dieses Verhältnis erkennbar sein mag — ob es anschaulich beschrieben werden kann oder ob es — vollständig unvorstellbar — sich nur berechnen läßt —, darüber dürften die Akten noch nicht geschlossen sein. Aber über das Vorhandensein irgend eines von Element zu Element sich ändernden, jeweils bestimmten *Verhältnisses* zwischen positiver und negativer Ladung im Atom besteht in der heutigen Physik volle Einmütigkeit. Schon die Ableitung des periodischen Systems aus einem gewissen periodischen Wechsel derartiger Verhältnisse läßt daran keinen vernünftigen Zweifel.

Dieses mit den einzelnen Elementen jeweils sich ändernde Verhältnis zwischen der positiven und negativen Ladung innerhalb des Gesamtatoms ist dann offenbar nichts anderes als irgend ein bestimmter allgemeiner « Ladungszustand » dieses Atoms : Dieser bestimmte Ladungszustand bestimmt folgerichtig die jeweilige Wellenlänge der ausgesandten Spektrallinien und hiermit die Spektralfarbe. Als Eigenschaft des Atoms

ist der Ladungszustand nichts anderes als die jeweilig objektive physikalische Farbe. Der besseren Verständlichkeit halber sehen wir vorläufig ganz davon ab, daß im leuchtenden Gase gleichzeitig viele Spektrallinien ausgesandt werden. Wir berücksichtigen also vorläufig nur eine Einzelfarbe.

Nach allgemein geltender atomphysikalischer Auffassung muß dieser Ladungszustand unverändert bleiben, solange das Atom seine elementare Eigenart beibehält. M. a. W. das *Verhältnis* der positiven zur negativen Ladung im Atom jedes Elementes ist unveränderlich, solange das Element dasselbe bleibt ; solange es sich nicht in ein anderes Element verwandelt.

4. Wenn wir uns nun die Mikroschwingungen im Atom in durchaus berechtigter Analogie zu den Makroschwingungen in einer Art von elektrischem Ausgleich innerhalb des Atoms — etwa in der Art einer oscillierenden Funkenentladung — entstanden denken, dann muß der Ladungszustand — sobald das Atom eine Welle aussendet — *insofern* eine Veränderung erfahren, als eine gewisse Elektrizitätsmenge infolge dieses Ausgleichs « neutralisiert » werden muß. Dieser Ausfall an + und — Ladung wird jedoch nicht das Ladungsverhältnis im Atom ändern, weil sich stets gleichviel + und — Ladung bei der Entladung gegenseitig neutralisieren. Wir haben demnach im leuchtenden Atom einerseits einen oscillierenden Ladungsausgleich und andererseits ein konstantes Ladungsverhältnis. Beides sind physikalisch begründete Annahmen, die einerseits die *Entstehung* der Schwingungen und andererseits die jeweilige *Bestimmtheit* der Wellenlänge erklären.

Wofern nun die ausgesandte Welle innerhalb der Spektralskala liegt, müssen wir grundsätzlich in der Tatsache, daß *überhaupt* eine Welle ausgesandt wird, das Licht bzw. die Helligkeit bzw. das « Weiß » gegeben sehen. Denn innerhalb der Spektralskala wird *jede* Welle sichtbar und zwar durch ihre Helligkeit bzw. ihre Ähnlichkeit mit Weiß. Wie oben schon bemerkt war und später noch näher erläutert wird, entsteht Weiß durch Neutralisierung der Farbenqualitäten, der eine Neutralisierung der + und — Ladung *parallel* geht (sie braucht allerdings nicht mit dieser identisch zu sein). Daß Letzteres der Fall ist, wurde eben noch gezeigt. Dem Licht als solchem *entspricht* also im Atom der oscillierende Ladungsausgleich. Weil andererseits in der Bestimmtheit der Wellenlänge die *Farbenqualität* begründet sein muß, so entspricht der jeweils bestimmte Ladungszustand — als Ursache der Bestimmtheit der Wellenlänge — der jeweiligen *Farbenqualität*. Wie die

Helligkeit jeder Farbenqualität die Buntfarbe sichtbar macht, so *erscheint* mit der « Welle überhaupt » — also mit dem Licht — auch die bestimmte Wellenlänge, d. h. die Farbe. In ihrer Bestimmtheit macht die « Welle überhaupt » den Ladungszustand, d. h. die objektive Farbenqualität sichtbar.

5. Für den « Ladungszustand » des Atoms sind dann drei ausgezeichnete Fälle möglich : Das Ladungsverhältnis kann derartig sein, daß bei einem Maximum an positiver Ladung ein Minimum von negativer Ladung vorliegt, oder es kann umgekehrt ein Minimum von positiver Ladung einem Maximum von negativer Ladung entsprechen, oder schließlich können beide Ladungen in einem Gleichmaß zueinander vorliegen. Zwischen diesen drei Grundmöglichkeiten können dann selbstverständlich noch unzählige « Übergänge » bestehen, die wir nicht einzeln zu spezifizieren brauchen.

Vorhin wurde bemerkt, daß bei Aussendung der Lichtwellen ein gewisser Betrag von positiver und negativer Ladung zur Entstehung der Schwingungen neutralisiert werden muß. Liegt dann ein Minimum von positiver oder negativer Ladung vor, so würde, falls dieses Minimum jeweils ganz zum Ausgleich der Ladung verwendet würde, das jeweilige Maximum der polaren Ladung als unveränderter Ladungszustand im Atom — abzüglich der sich ausgleichenden Ladung — bleiben. Es würde m. a. W. bei einem Minimum von positiver Ladung *nur* die negative Ladung als eigentlicher « Ladungszustand » bleiben, bei einem Minimum von negativer Ladung jedoch *nur* die positive Ladung. Da nun ein Ladungszustand die Farbe bestimmt, würde die positive Ladung einer ausgezeichneten Farbe, die negative einer andern ausgezeichneten Farbe entsprechen. Sind aber beide Elektrizitätssorten in dem Ladungszustand gleichmäßig vorhanden, so wird — falls irgend ein Teil der Ladung im Ladungsausgleich neutralisiert wird — der Gesamtladungszustand des Atoms derselbe bleiben, weil beide Ladungen sich eben im gleichen Verhältnis ausgleichen. Diesem gleichmäßigen Ladungszustand würde dann eine dritte ausgezeichnete Farbe entsprechen. Unter dieser Sicht lassen sich dann grundsätzlich alle Spektralfarben als objektiv physikalische Gegebenheiten verständlich machen. Unser dahinzielende, *in seinen Einzelheiten unverbindliche* nunmehr folgende Versuch — man mag ihn als « Arbeitshypothese » betrachten — knüpfe an eine genaue Analyse des psychologisch erfaßbaren Sachverhaltes der farbigen Empfindungsinhalte an :

6. Die Psychologen unterscheiden bei den Spektralfarben einfache

und zusammengesetzte Farbinhalte. Als einfache Farben gelten Rot, Gelb, Grün und Blau ; zusammengesetzt sind Orange (aus Rot und Gelb) sowie Violett (aus Rot und Blau). Obwohl man auch Grün zu den einfachen Farben zählt, wird in der Psychologie doch einmütig hervorgehoben, daß bei einem Vergleich der vier genannten einfachen Farben Grün nicht so einfach erscheint wie die drei anderen Grundfarben Rot, Gelb und Blau. Bei unserer « objektivistischen » Haltung suchen wir hierfür auch einen objektiven Grund. Als solcher kann dann nur die Tatsache in Frage kommen, daß auch im Grün zwei andere Farben (Blau und Gelb) enthalten sind, die nur durch unser Auge nicht so unterscheidbar sind wie etwa Rot und Blau im Violett. Denn *nur* die Tatsache, daß im Grün wirklich verschiedene Farben enthalten sind, kann letztthin verständlich machen, daß es im Vergleich zu Rot, Blau und Gelb nicht « so » einfach erscheint wie diese. Würde es anders sein, so würde Grün überhaupt nicht anders erscheinen können als die übrigen Farben. Wir folgern daraus, daß es zunächst subjektiv eigentlich nur drei einfach zusammengesetzte Spektralfarben gibt (wobei wir selbstverständlich die vielen zusammengesetzten Übergänge zwischen diesen sechs « Hauptfarben » keineswegs in Abrede stellen. Für uns handelt es sich jedoch vorläufig nur um das Grundsätzliche). Unsere Aufgabe besteht nun darin, zu zeigen, daß es grundsätzlich auch objektiv drei einfache und drei einfach zusammengesetzte « Ladungsqualitäten » (mit entsprechenden Übergängen) geben wird, die — von der Außenwelt her — den innerlich bewußten Empfindungsqualitäten entsprechen.

Daß es tatsächlich drei — den drei Grundfarben entsprechende — ausgezeichnete Ladungszustände im Atom geben kann, wurde vorhin schon dargelegt. Es ist am elektromagnetisch schwingenden Atom ein Ladungszustand möglich, in welchem nur positive oder nur negative Ladung vorliegt, und auch ein dritter, in welchem beide Ladungsarten untereinander im Gleichmaß stehen. Daß diese drei Ladungszustände untereinander qualitativ verschieden sind, ergibt sich schon aus ihrer Unvertauschbarkeit untereinander — was für bloße Quanten nie zutrifft. Sie können daher nur als « Zustände » bzw. (evtl. vorübergehende) Eigenschaften des Atoms angesehen werden. Den Zustand, in welchem + und — Ladung im Gleichmaß vorhanden sind, wollen wir zum Unterschied von der positiven und negativen Ladung der Einfachheit halber « Gemeinschaftsladung » nennen.

7. U. E. ist dieser Zustand auch in der Makrowelt als « Magnetismus » realisiert. Allerdings wird der Magnetismus in der Physik heute

als elektrischer Molekular-Kreisstrom angesehen. Selbst wenn diese Auffassung zutrifft, wäre er als solcher immer noch wesentlich unterschieden von der jeweiligen statisch elektrischen Ladung. Man kann jedoch — was man wiederum als Arbeitshypothese betrachten möge — den Bestand des Magnetismus vielleicht noch besser als eine Art «Gemeinschaftsladung» auffassen; d. h. als einen der elektrischen Ladung analogen, aber von positiver und negativer Ladung unterschiedenen, aus einer nebeneinander liegenden Verbindung beider gleichzeitig hervorgehenden Zustand des magnetischen Körpers. Positive und negative Ladung binden sich im Magnetismus *polar* auf ein und demselben Körper. Wie ein Kind das väterliche und mütterliche Element in sich verbindet und doch beide Elemente in ihrer Eigenart hervortreten lassen kann, so enthält der Magnetismus die negative und positive elektrische Ladung in der negativen und positiven magnetischen Kraft neben — bzw. auseinander unzertrennlich verbunden *durch* und *in* ein und demselben materiellen Träger. — Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht zunächst die Entstehungsursache: Bei dem Ausgleich beider Ladungen, d. h. bei einem elektrischen Strom, geht der Magnetismus als neue Kraft hervor. Dann sind in ihm zwei polare Kräfte in ein und demselben Körper unzertrennlich vereinigt. Ferner ist er eine anziehende und abstoßende Fernkraft wie die Elektrizität — nur mit dem Unterschiede, daß die elektrische Einzelladung nach allen Richtungen, und der Magnetismus infolge der gegenseitigen Bindung der Ladungen «dipolar» nur in zwei Hauptrichtungen tätig ist — obwohl er andererseits, wie die Kraftlinien zeigen, auch in anderen Richtungen wirken kann, also hierin wieder ganz mit der elektrischen Ladung übereinstimmt. Durch die Bindung der beiden Ladungen aneinander erklärt sich dann auch die merkwürdig lange Bewahrung der magnetischen Kraft in ein und demselben Körper — eine Erscheinung, welche nur für die magnetische Kraft charakteristisch ist. Wir wollen daher im folgenden den Magnetismus als einen aus positiver und negativer elektrischer Ladung hervorgehenden, von beiden Einzelladungen verschiedenen, besonderen Ladungszustand betrachten, d. h. eine «Gemeinschaftsladung».

8. Den Atomen können dann drei unter sich verschiedene «Grundladungszustände» zukommen: das positiv Geladensein, das negativ Geladensein und das «Gemeinschaftsgeladensein» im Magnetismus. Die entsprechenden drei Kräfte und nur diese drei Kräfte sind auch *stets in jeder* elektromagnetischen Welle enthalten. Auch aus diesem Sachverhalt heraus ist der Schluß durchaus begründet, daß in dem die Wellen

aussendenden Atom die drei entsprechenden Ladungszustände ebenfalls gegeben sein können.

9. Sollen nun diese drei Hauptladungszustände den drei Grundfarben entsprechen, so müssen die Atome auch Wellen von verschiedener Länge aussenden, je nachdem, in welchem Ladungszustande sie sich befinden. Auch diese Folgerung läßt sich physikalisch als Tatsache begründen :

Bezüglich der elektrischen Mikroladungen weiß man heute, daß für sie ein jeweils verschiedenes Verhältnis zu der sie jeweils tragenden Masse besteht. Aus den Experimenten mit der Kathodenröhre ergibt sich nämlich, daß die positive Ladung in den Kanalstrahlen deutlich mehr an die Masse gebunden erscheint als die negative Ladung in den « Elektronen ». Ist dann die magnetische Mikroladung eine Kombination von der positiven und negativen Elektrizität in einem Gleichmaß beider Ladungen, so wäre die Annahme begründet, daß ihr eine entsprechende mittlere Bindung an die Mikromasse zukommt. Ist dann das Licht aussendende Teilchen etwa in einem positiven Ladungszustand, so wird diese Ladung in einem anderen Verhältnis zur Masse des Teilchens stehen als in einem Atom mit negativem Ladungszustand, weil, wie vorhin gezeigt, die + Ladung stets mehr mit der Masse verbunden bleibt als das Elektron. Dieser Unterschied muß sich dann auch bei der Aussendung der elektromagnetischen Wellen bemerkbar machen. Die von einem im positiven Ladungszustand befindlichen Atom ausgesandte Welle muß eine größere Länge besitzen als die von einem negativ geladenen Teilchen ausgehende, weil die positive Ladung mit verhältnismäßig mehr Masse verbunden bleibt als die negative. Wird vom negativ geladenen Sendeteilchen eine kürzere Welle ausgesandt, so wird von den « gemischt » geladenen Partikelchen, d. h. den magnetisierten Atomen eine Welle von verhältnismäßig mittlerer Länge ausgehen. Bringt die Struktur des Atoms es mit sich, daß es gleichzeitig über verschiedene Ladungszustände verfügt, die untereinander im bestimmten Verhältnis stehen, so wird es mehrere Wellen von verschiedener Länge aussenden, die dann untereinander in demselben Verhältnis stehen.

Der Vergleich mit dem Pendel kann uns diese Sachverhalte noch verständlicher machen. Das Pendel selbst ist als Körper schwer und träge. Die Kräfte, welche seine Schwingung bewirken, sind seine Schwere und Trägheit. Beide werden für den jeweils bestimmten Schwingungsrhythmus reguliert durch die Länge des Pendels. Diese ist aber ihrer-

seits nichts anderes als eine bestimmte « qualifizierte » Körperlichkeit, d. h. ein qualifiziertes Maß von Trägheit und Schwere. Der Schwingungsrhythmus erhält also seine bestimmte Qualifikation durch die bestimmte qualifizierte Körperlichkeit des Pendels. Ganz analog können wir uns die Ätherschwingung entstanden denken. Sie entsteht durch eine qualifizierte Schwingung des Atoms, die ihrerseits auf einem qualifizierten Ladungszustand des Atoms beruht. Das Atom schwingt in diesem qualifizierten Ladungszustand.

10. Wenn wir nun der positiven Ladung eine längere, der negativen eine kürzere und der Gemeinschaftsladung eine mittlere Welle zusprechen, so ergibt sich hieraus, daß jeder dieser drei Wellenlängen *die* Grundfarbe entsprechen wird, welche physikalisch der betr. Wellenlänge zugeordnet wird. Dementsprechend nehmen wir an, daß dem positiven Ladungszustand das Rot, dem negativen das Blau und dem magnetischen das Gelb entspricht. Wir nehmen also auch an, daß die jeweils entsprechende Ladung als Zustand des Atoms identisch ist mit einer *objektiv im Atom bestehenden* Eigenschaft bzw. Farbe von Rot, Blau oder Gelb.

Für diese Annahme spricht noch ein anderer Sachverhalt : Schickt man einen elektrischen Strom durch eine Glasröhre, so geht bei einer gewissen Verdünnung der Luft innerhalb der Röhre von der positiven Anode ein rotes Licht aus, von der negativen Kathode dagegen ein bläuliches. Unter sonst durchaus gleichen Verhältnissen innerhalb der Röhre treten also von den getrennten Ladungsstellen aus die getrennten Farben Rot und Blau in die Erscheinung. Der aktiv leuchtenden positiven Ladung wird also das Rot und der aktiv leuchtenden negativen das Blau entsprechen. Für die dritte der einfachen Grundfarben, das Gelb, bliebe dann als entsprechender elektrischer Ladungszustand nur die Gemeinschaftsladung des Magnetismus übrig. Der elektrische Funke, der *auch* bei der Verbindung der + und — Ladung entsteht, braucht allerdings als Ausgleicherscheinung nicht mit der Farbe dieser *Gemeinschaftsladung* identisch zu sein, mag er sich auch in seiner Färbung am meisten dem Gelb nähern. Dem Rot entspricht die von dem rein positiv geladenen Mikroteilchen ausgehende lange Welle, dem Blau die kurze vom negativ geladenen ausgehende. Das Gelb wird eine größere Wellenlänge als das Blau besitzen, weil in ihm auch das langwellige Rot mitwirkt. — Bei selbstleuchtenden Körpern sendet das Mikroteilchen in aktiver Schwingung als eigentliche Ursache die betr. Farbe aus ; bei beleuchteten Körpern wird das Mikroteilchen angeregt, die betr. Schwingung zu reflektieren.

11. Die übrigen Spektralfarben (inkl. Grün) bestehen dann objektiv in Kombinationen von diesen drei Grundladungen. Orange besteht in der Kombination der positiven elektrischen Ladung und der Gemeinschaftsladung, Grün in der Verbindung des negativen Ladungszustandes mit dem magnetischen Zustand und Violett in einem Miteinander (nicht in einem « Ausgleich ») von positiver und negativer Ladung. Zwischen diesen drei Hauptmischfarben Orange, Grün und Violett einerseits und den drei Grundfarben Rot, Blau und Gelb andererseits gibt es dann noch eine sehr große Zahl von Übergangsformen, denen jeweils im Atom objektiv gegebene Unterschiede in Grad oder Mengenverhältnissen der drei Grundladungszustände entsprechen. Je mehr nach dem Rot hin, umso mehr muß die positive Ladung vorherrschen, je mehr nach dem Gelb hin — vom Rot aus gesehen — um so mehr muß der magnetische Zustand vorherrschen. Zwischen Gelb und Grün herrscht nach dem Gelb hin die Gemeinschaftsladung vor, die nach dem Grün hin immer geringer wird. Zwischen Grün und Blau nach dem Blau hin besteht neben der immer mehr abnehmenden magnetischen « Ladung » der negative Ladungszustand, der im Blau ausschließlich vorherrscht. Im Violett besteht die positive und negative Ladung gleichmäßig, aber getrennt voneinander, wobei vom Blau aus gerechnet die negative Ladung immer mehr abnimmt und die positive wieder mehr zunimmt.

12. Zu den bis jetzt entwickelten allgemeinen Gründen für unsere Annahme, daß jede Farbe als solche objektiv in einem bestimmten molekularen Ladungszustand besteht, kommen dann noch besondere Erwägungen, die aus anderweitig bekannten Sachverhalten eine analoge Erklärung der Farben wahrscheinlich machen : Wir haben bei anorganisch farbigen Körpern meistens Atome mit teilweise gefüllter Elektronenschale (Kuhn a. a. O. S. 59), also einen jeweils charakteristischen elektrischen Zustand. — Bei fast allen farbigen Substanzen gibt es ein aus beweglichen Elektronen gebildetes Elektronengas, das als eigentliche Ursache für die sog. Anregungsenergie dieser Stoffe und hiermit indirekt für deren Farbigekeit gilt. Von der jeweiligen Länge des molekularen Elektronengases und der Anzahl der Elektronen ist die Farbigekeit abhängig (ebd. S. 56 f.), also wiederum ein bestimmter elektrischer Zustand. — Ferner gilt : Eine organische Verbindung ist nur farbige, wenn sie wenigstens *ein* Atom enthält, das mit einer geringeren Anzahl von Atomen verbunden ist, als es in seiner Wertigkeit zu binden vermag. (R. Winzinger : « Chemische Plaudereien, Bonn 1934, S. 124 ff.) Es muß also wenigstens ein koordinativ ungesättigtes Atom in der farbigen

Verbindung vorliegen. Nun bedeutet ein solches Ungesättigtsein für das Atom einen gewissen Überschuß irgend einer elektrischen Ladung und daher auch ein Hervortreten irgendeines Ladungszustandes. Wenn somit eine organische Verbindung nur farbig sein kann, wenn in ihr Elektrizität irgendwie hervortritt, dann ist auch die Folgerung begründet, daß die organische Verbindung deshalb farbig erscheint, weil in ihr ein charakteristischer elektrischer Zustand besteht. Wenn somit dieser Zustand Farbigkeit zur Folge hat, so läßt sich hieraus der weitere Schluß ziehen, daß die Farbenqualitäten mit elektrischen Zuständen überhaupt irgendwie zusammenhängen oder sogar mit ihnen identisch sind. Dieser Schluß wird dann noch bekräftigt durch eine andere Feststellung: Bei farbigen organischen Verbindungen hängt die sog. Sättigung der Farbe wesentlich davon ab, daß das « ungesättigte » Atom, der sog. Chromophor in der jeweiligen Verbindung als « Ion » auftritt, d. h. als Atom mit elektrischer Ladung, sei es ein « Kation » oder ein « Anion ». In den Ionen ist nun die elektrische Ladung stets freier und wirksamer als in nicht ionisierten Atomen. Es muß also der Sättigungsgrad der Farbe irgendwie vom Grade der Wirksamkeit der elektrischen Ladung bzw. des elektrisierten Zustandes abhängen. Dann muß aber die Farbe selbst auch irgendwie mit dem elektrischen Zustand des farbigen Körpers zusammenhängen. Somit ist auch im Hinblick auf diese Sachverhalte unsere Annahme gut begründet, daß buntfarbige Körper im Bestand ihrer Licht aussendenden Partikelchen grundsätzlich irgendwie elektrisch « charakterisiert » sind.

Schließlich ließe sich in diesem Zusammenhang noch auf die Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen und magnetischen Felde (den sog. Zeemann- und Starkeffekt) hinweisen, ... ein Sachverhalt, den bekanntlich die Physik bis in das Atom hinein elektromagnetisch ausdeutet. Dieser Sachverhalt spricht jedenfalls für eine direkte Abhängigkeit der Farben vom jeweilig elektromagnetischen Zustand des Atoms.

13. Im Hinblick darauf, daß (S. 478) ein bestimmter Schwingungsrhythmus in *jedem* Fall das Vorhandensein irgend einer, diesen Rhythmus regulierenden Qualität des schwingenden Körpers erfordert, dürfte die Gesamtheit der im vorangehenden angeführten Tatsachen jeden vernünftigen Zweifel daran ausschließen, daß die Farben überhaupt entsprechende objektive Eigenschaften bzw. Anlagen der Mikrokörper sind (« Eigenschaften » bei den selbstleuchtenden und wenigstens « Anlagen » bei den nur beleuchteten farbigen Körpern). Ebenso wenig kann noch ein vernünftiger Zweifel daran bestehen, daß jede dieser objektiven Farben-

qualitäten in *irgend einer Art* elektromagnetischen Ladungszustandes mitgegeben ist. Dann ist aber nur folgerichtig, wenn wir die drei einfachsten Farben Rot, Blau und Gelb als objektive Sachverhalte in den drei — oben beschriebenen — einfachsten Ladungszuständen der Mikroteilchen verwirklicht sehen. Andere grundlegende Unterschiede als positive, negative und gemeinschaftliche (magnetische) Ladung sind in den physikalisch kontrollierbaren Gegebenheiten vollkommen unbekannt. Nur in diesen elektrischen Grundunterschieden wird man folgerichtig die Unterschiede der einfachen Grundfarben fundiert sehen. Objektiv farbige Mikroteilchen von bestimmter Größe sind also infolge ihres bestimmten Ladungszustandes fähig, aktiv elektromagnetisch sichtbar zu schwingen, d. h. farbig zu leuchten bzw. Licht farbig zu reflektieren.

14. Wenn dann weiterhin jeder Mischfarbe nur *eine* bestimmte Wellenlänge zugeordnet ist, so kann auch dieser Sachverhalt erklärt werden, und zwar dadurch, daß jedes die Mischfarbe aussendende Mikroteilchen nur *einen* aus der entsprechenden Kombination von positiver, negativer und gemeinschaftlicher Ladung hervorgehenden Schwingungszustand besitzt.

Zur Verständlichmachung dieses Sachverhaltes kann uns wieder das Pendel gute Dienste leisten: In einem « Kompensationspendel » können sich zwei durch die Wärme verschieden stark ausdehbare Körper so ausgleichen, daß auch bei wechselnder Temperatur *eine* konstante Länge des ganzen Pendels erhalten bleibt. — Oder es könnten zwei stofflich verschiedene Pendelstangen so kombiniert werden, daß sich das Pendel bei sich ändernder Temperatur verkürzen oder verlängern müßte, und diese Veränderung dann *eine* bestimmte Änderung der Schwingungszahl des ganzen Pendels veranlaßte. — Was so beim Pendel möglich ist, kann für eine entsprechende Kombination der Ladungsverhältnisse im Mikroteilchen nicht unmöglich sein. Wenn wir also entsprechend verschiedene Ladungskombinationen für die Atome annehmen, kann nicht das geringste Bedenken dagegen bestehen, daß solchen Kombinationen trotzdem nur *eine* Schwingung bzw. Ätherwelle entspricht. Dann kann aber auch im empfangenden Sinnesorgan eine Kombination von Farben bewußt werden, welche dem kombinierten Ladungszustand des aussendenden Atoms entspricht. Somit läßt sich auch für die Mischfarben deren Objektivität grundsätzlich verständlich machen, auch wenn sie durch nur jeweils *eine* Welle dem Sinnesorgan vermittelt werden.

15. Sobald man die objektiven Farbenqualitäten als — in jeweiligen Ladungszuständen der Atome — gegeben anerkennt, fallen alle

Schwierigkeiten fort, welche sich bei einer « Nurwellentheorie » des Lichtes aus den dann auftretenden Widersprüchen zwischen äußeren Reizen und inneren Empfindungsinhalten ergeben. Denn, solange sich nur *Wellengrößen* kombinieren, können niemals zwei Kombinationen verschiedener Wellen den gleichen Reiz ergeben. Dann aber bleibt letztlich unverständlich, daß und warum verschiedene Reize denselben Bewußtseinsinhalt auslösen : daß z. B. Grün und Rot ein gleiches Weiß ergeben können wie Blau und Orange (oder daß überhaupt eine bestimmte Farbe durch mehrere Mischungen anderer Farben bzw. durch mehrere Wellenkombinationen von verschiedener Länge entstehen kann). Ist jedoch Blau ein negativer Ladungszustand und Rot ein positiver und Gelb eine Gemeinschaftsladung, so kann sowohl die Kombination von Grün und Rot ein Weiß ergeben als auch die von Blau und Orange. Denn Grün als Mischung von Gemeinschaftsladung und negativer Ladung kann sich mit Rot als positiver Ladung ebenso ausgleichen wie Orange als Mischung von positiver und gemeinschaftlicher Ladung mit Blau als negativer Ladung. (Die magnetische « Ladung », welche bei jedem elektrischen *Ausgleich* entsteht, wird vermutlich bei der *Entstehung* von + oder — Ladung wieder aufgehoben bzw. neutralisiert. *Wie* sich die gegenseitige Neutralisierung der Farben im Einzelnen vollzieht, bleibe dahingestellt.) — Analog lassen sich sämtliche Kombinationen in ihrer Wirkung verständlich machen : Die Ladungszustände neutralisieren oder ergänzen sich jeweils in solcher Weise, daß objektiv dieser oder jener einfache oder gemischte Ladungszustand übrig bleibt, dem dann die betr. Farbe entspricht. — Umgekehrt wird auch verständlich — was oben schon gezeigt wurde — daß auch eine einfache Welle das Bewußtsein von einer Mischfarbe im Empfindungsorgan hervorrufen kann, weil eben auch die Mischladung *einen* bestimmten Schwingungsrhythmus zur Folge hat.

Selbst die Tatsache, daß einzelne Farbenqualitäten des Spektrums bei abnehmender Wellenlänge (wie z. B. zwischen 762 und 655 m μ) überhaupt nicht unterscheidbar sind, läßt sich leichter bei dem Bestand objektiver Ladungsqualitäten als ohne diesen Bestand erklären : Erfahrungsgemäß sind nämlich einzelne Farbenqualitäten mit dem Auge nicht unterscheidbar, weil eine Qualität die andere *überdecken* kann : Das mit rötlich gelbem Licht verbrennende Calcium läßt z. B. von der in seinem Spektrum auftretenden deutlichen violetten Linie in seiner Verbrennungsflamme nichts erkennen. Erfahrungsgemäß läßt sich also begründen, daß eine Ladungsqualität eine andere überdecken kann. Eine analoge

Überdeckung von bloß quantenhaften Verschiedenheiten ist aber innerlich unmöglich, denn zwei verschiedene Größen weisen stets eine wirkliche Differenz, einen Größenunterschied auf: Eine Länge von 2 Metern läßt sich von einer Länge von 5 Metern abziehen — der Unterschied von 3 Metern tritt sichtlich hervor — Rot läßt sich jedoch nicht vom Blau abziehen. Bei einem Zusammentreten beider Farben kann nur eine Kombination oder eine Überdeckung der einen Farbe durch die andere stattfinden. Folglich entspricht die Nichtunterscheidbarkeit der Farbenqualitäten bei verschiedenem Reize (= verschiedener Wellenlänge) eher einer Überdeckung einer Ladungsqualität durch eine andere als der Differenz zweier Wellenlängen, d. h. sie ist eher verständlich, wenn die Farben objektive Qualitäten sind, als wenn sie nur durch Wellengrößen ausgelöst werden.

16. Wo die Farbstrahlen nur in elektromagnetischen Mikrowellen bestehen, ist selbstverständlich, daß die entsprechenden Ladungen auch nur als Mikroladungen in Betracht kommen. Nur in diesen Mikroladungen können dann auch die eigentlichen Leuchtkräfte, welche die Helligkeit der Atome bedingen, vorhanden sein. Die elektromagnetische Welle wird zum farbigen Licht, sobald in ihr jene Leuchtkraft aktiviert wird, welche dem Rhythmus der Spektralwellen entspricht. Dies ist der Fall, sobald die Welle — vom Ultrarot der Wärmewellen aus fortschreitend — so klein wird, daß ein leuchtfähiges Mikroteilchen aktiviert wird, also von etwa 780 m μ an. Dementsprechend erscheint im erwärmten Körper zuerst die Rotglut, dann anschließend die Gelb- und Weißglut, wobei man sich in letzterer alle Spektralfarben als schwingend zu denken hat.

17. Beim Pendel und bei der elastischen Feder ist stets eine der beiden Schwingungskräfte eine « aktive » Kraft. Beim Pendel ist es die Gravitation, bei der Feder die Elastizität. Diese Kraft verursacht eigentlich die Schwingung. Die andere « Kraft », die mehr « passive » Trägheit ermöglicht die Periodizität des Schwingungsvorganges. Nun ist die Aktivität der Spektralfarben in erster Linie eine Leuchtaktivität. Das Leuchten ist nicht einfach mit den Farben identisch, schon weil es all den verschiedenen Farben zukommt. Es ist auch nicht mit der Wellenlänge des Farbstrahles *als* bloßer Länge gegeben, weil sich die Helligkeit nicht den Wellenlängen entsprechend ändert. Vielmehr muß die « Leuchtaktivität », weil mit der Qualität *zusammenhängend* — Rot ist z. B. an sich immer heller als Blau — ein besonderes qualitatives Etwas sein, welches, Schwingungen des Mikroteilchens verursachend, dieses

« hell » macht. Als zusammenhängend mit der Farb*qualität* ist sie nicht mit dem — quantitativ meßbaren — Energiereichtum der Welle zu verwechseln, der bekanntlich im langwelligen Rot am geringsten ist.

Hiermit läßt sich dann auch das wohl schwierigste Problem der ganzen Spektralskala erklären : die Helligkeitsunterschiede *innerhalb* des ganzen Spektrums, — was bei der bisher rein quantitativ orientierten Ableitung der Farben aus nur verschiedenen Wellenlängen noch keine befriedigende Erklärung finden konnte : Rot ist immer heller als Blau, und Gelb ist heller als beide u. s. f. Wie kommt das ?

Die Helligkeitsunterschiede innerhalb der Spektralfarben sind nicht aus allmählich abnehmenden Wellenlängen zu erklären. Denn die Helligkeit der Spektralfarben geht der Abnahme der Wellenlängen vom Rot bis zum Violett durchaus nicht parallel. — Sie kann auch nicht erklärt werden aus der verschiedenen Energieintensität, denn diese ist bei den roten Strahlen am geringsten und bei den violetten am größten. Auch eine verschiedene Amplitude kann sie nicht erklären, denn wenn auch die wachsende Amplitude eine — wenigstens subjektiv gültige — Steigerung der Helligkeit hervorrufen kann, so bleiben doch andererseits die Helligkeitsunterschiede bei gleicher Amplitude für die verschiedenen Farben durchaus bestehen. — Aber sie lassen sich erklären durch eine unterschiedliche Leuchtaktivität, welche die Ätherwellen nur zwischen etwa 780 und 360 $m\mu$ zum farbigen Lichte macht. Diese Leuchtaktivität muß in jenem « aktiven » Element enthalten sein, welches die Spektralschwingungen als solche auszeichnet. Dann werden aber die positiven roten Strahlen diese Leuchtaktivität mehr beanspruchen als die negativen blauen, weil die positive Ladung — wie oben gezeigt wurde — mehr mit der Masse, d. h. mit dem « passiven » Faktor im Schwingungsatom verbunden ist als die negative Ladung. Dieses passive Element, das ja auch bei jeder Schwingung (analog wie die Trägheit bei der Pendelschwingung) mitbeteiligt sein muß, wird dann seiner Masse nach durch jenes aktive Element ausgeglichen, in welchem das Leuchten enthalten ist. Die blauen Strahlen sind hingegen als elektronegativ kaum an die Masse gebunden und erfordern infolgedessen eine viel geringere Leuchtaktivität. Im Gelb wird sich die Leuchtaktivität am meisten auswirken, insofern sich in ihm die Aktivität des positiven und negativen Faktors vereinigt. Im Violett endlich wird sie sich wieder etwas mehr als im Blau auswirken, weil dieses eine Verbindung von + und — Ladung darstellt, in welcher beide Ladungszustände selbständig nebeneinander bestehen. Die verschiedene Helligkeit der Kombinationsfarben

Orange und Grün erklärt sich dann aus entsprechenden Aktivitätsabstufungen der betr. Kombinationen.

18. Auf spezielle Probleme, insbesondere auf den Unterschied, der noch zwischen selbstleuchtenden und nur bei Beleuchtung farbig erscheinenden Körpern hervortritt, braucht hier, wo es sich nur um das Grundsätzliche handelt, nicht näher eingegangen zu werden. Nur zweierlei sei noch hervorgehoben :

Falls die hier dargelegte Ableitung der subjektiv empfundenen Farbinhalte aus objektiv atomaren Ladungszuständen gültig ist, dann muß man aus der Mannigfaltigkeit der Spektrallinien, welche jedes Atom aussendet, folgern, daß das elementare Atom schon gleichzeitig über viele im Atom vorhandene Ladungszustände verfügt. Diese Ladungszustände müssen außerdem untereinander in ganz bestimmten gesetzmäßigen Verhältnissen stehen. In den letzten Jahrzehnten sind diese Verhältnisse physikalisch eingehend studiert und berechnet worden. Man weiß heute, daß sie mathematisch exakt nur unter ganz abstrakten Voraussetzungen ableitbar sind. Mögen sich diese Voraussetzungen auch nicht anschaulich in Raum und Zeit darstellen lassen, so brauchen sie doch keinesfalls den hier entwickelten Folgerungen über den Bestand verschiedener Ladungszustände im Atom irgendwie zu widersprechen. In ein abstraktes Schema lassen sich jedenfalls konkrete Inhalte einbauen, die zwar nicht mit den aus den Atommodellen bekannten Anschauungen in Einklang zu bringen sind, die aber gleichwohl in inhaltlich widerspruchloser Harmonie denkbar sind.

Sollte man schließlich noch mit dem Einwand kommen, daß bei objektiver Farbigkeit der Körperwelt auch die durchsichtigen farblosen Medien, welche das Licht übertragen, eigentlich farbig sein müßten, so sei erwidert, daß wir — in voller Übereinstimmung mit der allgemeinen physikalischen Elektrizitätslehre — bei der elektromagnetischen Farbenvermittlung zwischen Ladung (Ionisation) und Verteilung (Polarisation) unterscheiden müssen. Im Medium besteht jeweils nur eine Polarisation, dagegen im farbigen — selbstleuchtenden oder reflektierenden — Körper ein eigentlicher Ladungszustand, der dann, durch das Medium seine Wirksamkeit weiterleitend, auch das aufnehmende Sinnesorgan in einen analogen Ladungszustand umwandelt.

19. Vergleicht man unser Gesamtergebnis mit jenen Voraussetzungen, unter denen die neuere Physik das Spektrallinienproblem überhaupt erörtert, so dürfte man *grundsätzlich* schwerlich etwas gegen unsere Ausführungen vorbringen können, mögen sie auch mit bisher geltenden

psychophysischen Anschauungen nicht übereinstimmen. Allerdings ist unsere Absicht hier nicht, unsere Folgerungen allgemein als endgültig sicher aufzustellen. Es mag manches daran noch der Verbesserung oder Veränderung bedürfen. Als sicher sei allerdings auf Grund der gebotenen Beweise behauptet, daß jeder meßbaren Spektrallinie im leuchtenden oder beleuchteten farbigen Körper eine, nicht bloß meßbare, bestimmte Qualität zu Grunde liegen muß, d. h. daß in jedem Fall auch die Farbenqualität ein objektiver, nicht bloß subjektiv im empfindenden Sinnesorgan gültiger Sachverhalt ist.

Daß es sich bei diesem objektiv gültigen Sachverhalt um wirkliche Farb-« Qualitäten » (im scholastischen Sinne) in der Außenwelt handelt, bedarf dann eigentlich keines weiteren Beweises. Die physikalische Farbqualität eines Körpers ist nichts anderes als ein jeweilig bestimmter « Ladungszustand » seiner Mikroteilchen.

Fassen wir zusammen : die Spektralfarben werden durch Ätherwellen von bestimmter Länge und Schwingungszahl übertragen. Insofern handelt es sich bei ihnen um meßbare Größen, also um « Quanten ». Diese Größen entstehen aber aus dem jeweilig verschiedenen Ladungszustand des Atoms und dieser Ladungszustand ist als solcher eine Qualität im scholastischen Sinne. Die Qualität ist verschieden, je nachdem im Atom die positive oder negative Ladung vorherrscht oder beide zu einer Gemeinschaftsladung verbunden sind. Je nach dieser Verschiedenheit der Qualität bzw. des Ladungszustandes muß sich auch die Wellenlänge ändern, weil der positive Ladungszustand in einem anderen Verhältnis zur Masse des Atoms steht als der negative. Das Problem des inneren Zusammenhanges zwischen Quantität und Qualität bei der Spektralfarbe erscheint hiermit gelöst.

V

Die sekundären Qualitäten der niederen Sinne

1. Wir müssen erst noch einmal auf die höheren Sinne zurückkommen :

Gesicht und Gehör sollen uns so über die Umwelt orientieren, daß wir uns in ihr zurechtfinden können. Sie sind daher so eingerichtet, daß sie die äußere Wirklichkeit möglichst genau zum Bewußtsein bringen. — Beide Sinne stehen auch besonders im Dienste des übersinnlichen Erkennens. Sie machen die Gegenstände der Außenwelt so erkenntlich,

daß wir das Wesen der Dinge aus ihrer Erscheinung abstrahieren können. Deshalb offenbaren sie für uns Menschen bei unzähligen Kombinationsmöglichkeiten ihrer spezifischen Empfindungsinhalte ein oft wunderbares Unterscheidungsvermögen — man denke nur an das feine Gehör des Musikers. Dagegen treten bei ihren Funktionen die begleitenden Gefühlsqualitäten verhältnismäßig stark zurück.

Der Tast- oder Drucksinn ergänzt die Wahrnehmung der höheren Sinne ; auch er unterscheidet seine Objekte klar und deutlich.

Die Reaktionsfähigkeit bzw. Empfindlichkeit der anderen sog. niederen Sinne ist dagegen — im Vergleich zu den entsprechenden Anlagen der höheren Sinne — sehr gering. Ihr Unterscheidungsvermögen ist verhältnismäßig dürftig, was allerdings z. T. auch an ihrem mangelhaften Gebrauche liegen dürfte. Oft lassen sich verschiedene Inhalte ein und desselben Sinnes kaum auseinanderhalten und noch weniger gedächtnismäßig festhalten. Sogar zwischen Inhalten verschiedener niederer Sinne sind Verwechslungen möglich wie bei Geruch und Geschmack oder — geringe Intensität des Reizes vorausgesetzt —, bei Druck- und Temperatursinn. Wohl sind auch diese Sinne einer wunderbaren Verfeinerung beim Menschen fähig, wofern sie — wie bei Blinden oder Taubstummen — die höheren Sinne teilweise oder ganz ersetzen müssen ; aber im allgemeinen und für den normalen Menschen besteht zwischen höheren und niederen Sinnen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit eine große Kluft.

Die niederen Sinne haben bei uns eben eine wesentlich andere Hauptaufgabe als die höheren : Zwar sollen auch sie in gewisser Hinsicht über die Außenwelt orientieren, aber unmittelbar weniger zu einem Zurechtfinden in der *äußeren* Umgebung als vielmehr zur inneren Lebenserhaltung des Organismus : Der Geruchssinn soll über Brauchbarkeit oder Schädlichkeit der Atemluft, der Geschmackssinn über Bekömmlichkeit oder Unbekömmlichkeit der Nahrung, der Temperatursinn über die lebensnotwendige oder lebensgefährdende Temperatur unterrichten. Das Nichtvorhandensein oder Nichtfunktionieren dieser drei Sinne müßte deshalb das Leben des Organismus mehr oder weniger gefährden. Bei diesen hauptsächlich physiologischen Zwecken haben die drei genannten Sinne offenbar weniger die Aufgabe, einen äußeren Sachverhalt rein objektiv zum Bewußtsein zu bringen als vielmehr Nutzen und Schaden für das Lebewesen, also ein *Verhältnis* des äußeren Objektes zum lebendigen Organismus bewußt zu machen. Es kommt bei ihnen nicht so sehr auf ein Zurechtfinden in der Umwelt an als vielmehr auf eine Ab-

wehr oder Aufnahme dieser Umwelt. Diese besondere Aufgabe der genannten Sinne macht schon wahrscheinlich, daß der Inhalt ihrer spezifischen Sinnesempfindungen einen gewissermaßen relativen Charakter haben wird, d. h. nicht das äußere Objekt soll in erster Linie zum Bewußtsein kommen, sondern dessen Verhältnis zum lebendigen Organismus. Hiermit hängt zusammen, daß die Empfindungen meistens von einem lebhaften Lust- oder Unlustgefühl begleitet sind. Schon in der Sprache kommt dieser Sachverhalt zum Ausdruck: Mit den Worten «Der Zucker schmeckt süß» wollen wir nicht bloß den dabei empfundenen Geschmacksinhalt, sondern auch das dabei vorhandene Lustgefühl zum Ausdruck bringen. — «Die Rose duftet» heißt nicht bloß: sie hat einen bestimmten Geruch, sondern auch: sie hat einen angenehmen Geruch. — Weil somit die Tätigkeit der niederen Sinne objektive Empfindungsqualitäten und subjektives Empfindungserlebnis nicht klar scheidet, ist es für uns auch schwerer, das rein objektive Moment vom subjektiven auszusondern.

Hierzu kommt, daß der objektiv eigentümliche Charakter dieser Empfindungsinhalte für uns sowieso nicht so deutlich zu erkennen und klar zu unterscheiden ist, wie der der höheren Sinne. Daher können wir ihn auch nicht so klar beschreiben wie bei den letzteren. Wir können z. B. nur ganz allgemein erkennen, daß eine Nelke anders als eine Rose duftet. Wenn wir aber diesen Empfindungsinhalt anschaulich beschreiben oder gar in seine einzelnen Elemente zerlegen sollten wie etwa einen Akkord oder eine Farbensymphonie, würde unser Unterscheidungs- und Ausdrucksvermögen versagen. Darum sind uns auch bei der Untersuchung der Frage, ob die sekundären Qualitäten der niederen Sinne bloß subjektiven oder auch objektiven Geltungswert haben, gewissermaßen die Hände gebunden. Ist es schon bei Ton oder Farbenempfindungen nicht leicht, deren objektive Geltung klar zu machen, so wird dies bei den niederen Sinnen besonders schwierig sein. Gleichwohl lassen sich zu Gunsten der Objektivität der niederen Qualitäten Gründe vorbringen.

2. Zunächst kann man objektiv «gegebene Unterschiede» bei den niederen Qualitäten unmöglich bestreiten: Eine Nelke duftet anders als eine Rose. Wermut schmeckt anders als Zucker.

Für die niederen Sinne (wie für die höheren) gilt ferner: Unser Bewußtsein gibt uns nicht den leisesten Anhalt dafür, daß wir bei der Aufnahme der Empfindungsinhalte irgendwie aktiv *verändernd* tätig sind. Nach dem Zeugnis des Bewußtseins verhalten wir uns auch z. B.

bei Schmecken oder Riechen empfangend, und diese einfache unmittelbare Hinnahme der von außen kommenden Gegebenheiten schließt eigentlich jeden Grund aus, eine Veränderung äußerer Einwirkungen in anders geartete Bewußtseinsinhalte bei der Tätigkeit der niederen Sinne anzunehmen, wofern nur Gefühls- und Empfindungsqualitäten klar auseinandergehalten werden.

Vorhin wurde darauf hingewiesen, daß durch die niederen Sinne hauptsächlich ein Verhältnis des äußeren Objektes zum Organismus bewußt gemacht werden soll. Zu einem Verhältnis gehört stets dreierlei: die beiden Dinge, welche in einem Verhältnis zueinander stehen und das Verhältnis selber. Wenn ein Verhältnis bewußt wird, müssen deshalb die beiden Dinge mitbewußt werden; in unserem Falle also der Organismus und der empfundene Gegenstand. Vom Organismus wäre dann sinnlos anzunehmen, daß er anders bewußt würde als er ist — schon weil das sinnliche Bewußtsein aus ihm selbst hervorgeht. Kann aber der Organismus nicht anders bewußt werden als er ist, so muß vom mitbewußten empfundenen Gegenstand das Gleiche gelten. Dieser muß also auch mit seiner Eigenart so bewußt werden wie er ist.

Das sinnliche Bewußtsein erkennt seinen Gegenstand nicht als « seiend », auch nicht ein Verhältnis als Verhältnis, aber es erfaßt unmittelbar *in* der Eigenart des Gegenstandes — etwa in dem eigenartigen Geschmack des Zuckers — dessen Bekömmlichkeit und somit setzt die Erkenntnis der Bekömmlichkeit die Erkenntnis der Eigenart voraus. Würde aber — etwa beim Schmecken des Zuckers — nur eine subjektiv gültige Qualität bzw. Eigenart zum Bewußtsein kommen, so würde das begleitende subjektive Lustgefühl über eine rein subjektive Qualität Auskunft geben — eine völlig sinnlose Aktion, denn wie würde dann der eigentliche Zweck des Geschmackssinnes erfüllt, über die Bekömmlichkeit eines äußeren Gegenstandes zu orientieren? Und wäre nicht der Weg über eine bloß subjektiv gültige Geschmacksqualität auch deshalb eigentlich sinnlos, weil es dem Organismus gerade darauf ankommen muß, den Naturstoff so als bekömmlich oder unbekömmlich zum Bewußtsein zu bringen, wie er im Organismus wirkt? Er wirkt jedenfalls objektiv, folglich muß er auch objektiv zum Bewußtsein kommen.

Im übrigen bedeutet jede vorherige Verwandlung körperlich objektiver Eigenarten in subjektive einen überflüssigen Umweg für die Erkenntnis der objektiven Eigenarten, wofern diese überhaupt zum Bewußtsein kommen können. Weil bei den höheren Sinnen eine direkte Erkennbarkeit der objektiven Qualitäten vorliegen muß, besteht für die

niederen Sinne die größere Wahrscheinlichkeit dafür, daß auch sie unmittelbar objektive Qualitäten erfassen.

3. Diese mehr allgemeinen Erwägungen zu Gunsten der Objektivität der sekundären Qualitäten der niederen Sinne seien noch durch einzelne konkrete Gründe ergänzt :

Geruch und Geschmack nennt man chemische Sinne, weil sie bei den von ihnen wahrgenommenen Objekten deren chemische Eigenart zum Bewußtsein bringen. Bei dieser wesentlich übereinstimmenden Aufgabe beider Sinne ist von vornherein anzunehmen, daß ihre Empfindungsinhalte der Qualität nach keine wesentliche Verschiedenheit aufweisen. Der einzige wirkliche Unterschied zwischen beiden Sinnen würde darin bestehen, daß der Geruchssinn nur gasförmige und der Geschmacksinn nur flüssige Stoffe ihrer chemischen Eigenart nach empfinden. Hierdurch mag die Lebhaftigkeit der Empfindung das eine Mal beim Geruchssinn, das andere Mal beim Geschmack stärker sein, es mögen die begleitenden Druck- oder Temperaturempfindungen den Geruch oder Geschmack des Gegenstandes mehr oder weniger stark modifizieren, es mögen auch die begleitenden Gefühle verschieden sein, je nachdem ein Stoff der Lunge oder dem Magen besonders nützlich oder schädlich ist, aber alle diese Unterschiede würden nicht bewirken, daß die Qualitäten beider Sinne wesentlich verschieden bewußt würden. Sollte daher ein und derselbe Stoff bei Durchschnittstemperatur sowohl flüssig als gasförmig bestehen, so müßten beim Riechen oder Schmecken dieses Stoffes die Empfindungsinhalte beider Sinne in gleicher Eigenart bewußt werden. Die Verschiedenheit der spezifischen Sinnesenergien würde sich in diesem Fall bloß auf eine gewisse unterschiedliche « Seinsweise » beschränken.

Nach dem Kriterium, daß jede Sinnesqualität als objektiv zu gelten hat, die durch mehr als einen Sinn bewußt wird, wäre dann *grundsätzlich* sicher, daß die Qualitäten beider chemischer Sinne zu den objektiven Empfindungsinhalten gehörten, wofern es nur einen einzigen Stoff gäbe, für welchen zweifellos feststeht, daß sein Geruch und Geschmack der Empfindungsqualität nach identisch ist. Wofern aber ein und derselbe Stoff ganz anders riecht als er schmeckt, spricht dieser Tatbestand durchaus nicht gegen die Objektivität beider Sinnesqualitäten, denn es können in dem betreffenden Stoff flüssige Elemente vorhanden sein, die bei gewöhnlicher Temperatur nicht vergasbar sind. Diese Stoffe können dann nur geschmeckt, nicht aber gerochen werden.

Ebenso kann es vorkommen, daß in einem Körper einzelne Stoffe nur gerochen werden können.

Es gibt nun Tatsachen, welche für die wesentliche Identität der Qualitätsinhalte beider chemischer Sinne sprechen, und zwar zunächst der Umstand, daß manche Geruchs- und Geschmacksqualitäten kaum oder überhaupt nicht als *solche* zu unterscheiden sind. — Bei vielen unserer bekannten Nahrungsmittel offenbaren ferner Geruch und Geschmack auffallende Parallelen. Himbeersyrup, Vanille, Apfelsine, Citrone, Essig, Pfeffer, Zwiebel und Sauerkraut haben bestimmt nicht die geringsten « Disharmonien » zwischen ihrem Geruch und Geschmack. — Weiter sei erinnert an die Gewohnheit pflanzenfressender Tiere, die dargebotene Nahrung erst zu beschnüffeln. Das Tier vermag also schon durch den Geruch die Eigenart des Nahrungsstoffes festzustellen. Die Schlange andererseits riecht mit der Zunge. Demnach muß man doch annehmen, daß beim Tier die Zunge wesentlich dasselbe aussagt wie die Nase. Endlich gibt es nicht wenige Pflanzen, welche wenigstens teilweise so schmecken wie sie riechen. Mit dem « teilweise » ist folgendes gemeint: Wie man im Violett das Rot oder Blau erkennen kann, so vermag man bei manchen Pflanzen eine Qualität durch den Geschmackssinn festzustellen, die — mit den Geruchsqualitäten derselben Pflanze verglichen — in diesen Geruchsqualitäten enthalten erscheint. Der Verfasser hat sich seit vielen Jahren bei Pflanzenbestimmungen zum Prinzip gemacht, die Pflanzen auch nach dem Geruch zu vergleichen. Als er später auf das Problem der sekundären Qualitäten stieß, erprobte er seine Ideen auch durch Vergleiche von Geruch und Geschmack ein und derselben Pflanze. Hierbei ergab sich nicht selten eine unverkennbare Übereinstimmung der Geruchs- und Geschmacksqualitäten, wenigstens in dem oben erwähnten teilweisen Umfang (z. B. bei der großen Königskerze, dem Sauerampfer, der Ilex, dem Hahnenfuß oder den Früchten der roten Heckenkirsche [Vorsicht Gift]). Im allgemeinen scheint zwar der Geruch der zerriebenen Pflanze ausgeprägter als der Geschmack zu sein, das kann aber auch subjektiv verschieden sein. Trotz aller diesbezüglichen Beobachtungen erscheint es dem Verfasser richtiger, nur von wahrscheinlichen Übereinstimmungen der Qualitäten zu sprechen — die eigene Ansicht färbt leicht das Urteil. Den Fachleuten mögen diesbezügliche Versuche überlassen bleiben. (Wenn man unbekannte Stoffe den Versuchspersonen mit zugebundenen Augen zu riechen und zu schmecken gibt, läßt sich aus deren Aussagen bzw. Übereinstimmung und Nichtübereinstimmung der Geruchs- und Geschmacksqualitäten schon ein Ergebnis ableiten. Unsere Wald- und Wiesenpflanzen sind hierfür dankbare Objekte.) Immerhin dürften die hier vorgebrachten Tatsachen die

Objektivität der sekundären Qualitäten bei den chemischen Sinnen wahrscheinlich machen.

4. Was endlich den Temperatursinn betrifft, so nimmt dieser insofern eine besondere Stellung ein, als er nur eines relativen Reizes und infolgedessen auch nur relativer Empfindungen fähig ist. Wie zwei gleich warme Körper nicht aufeinander wirken können, sondern nur der wärmere seine Temperatur an den kälteren abgibt, so muß auch der Organismus entweder vom wärmeren Außending Wärme aufnehmen oder seine eigene Wärme nach außen abgeben.

Zur Orientierung über die Temperatur der Umwelt besitzt der Mensch in der Haut zwei Sinne, einen Wärme- und einen Kältesinn, die ihre peripheren Organe in besonders zahlreichen über die Haut verteilten « Wärme- und Kältepunkten » besitzen. Normal bringen diese Organe aber nur den adäquaten Reiz zum Bewußtsein. Daher wird die Hand von 20° Oberflächentemperatur das Wasser von 10° als kalt, das von 30° als warm empfinden. Obwohl in dem einen Fall auch die Wärme- und im anderen auch die Kältepunkte gereizt werden. Die Erklärung dieser Merkwürdigkeit dürfte bei Annahme bloß subjektiv gültiger sekundärer Qualitäten reichlich schwierig sein. Was den äußeren Reiz anbetrifft, so belehrt uns die Physik darüber, daß eigentlich alle Körper « warm » sind. Erst bei der bisher auf der Erde noch überhaupt nicht erreichten Temperatur von -273° wäre ein Körper wirklich kalt, sagen wir also « objektiv » kalt, denn erst bei dieser Temperatur ist er nach der physikalischen Theorie, die in der Wärme eine Molekularbewegung sieht, keiner Bewegung mehr fähig. Hieraus folgt, daß es sich auch nach der physikalischen Theorie bei Wärme- und Kälteempfindungen nur um eine relative Erscheinung handeln kann. Folglich gibt es beim Temperatursinn *insofern* keine « objektiv » gültigen Empfindungsinhalte, als in jeder Sinnesqualität nur das *Verhältnis* der Oberflächentemperatur des Organismus zur Umgebung bewußt wird. Der « warm » empfundene Körper sagt uns also nur etwas darüber aus, daß er mehr Wirkfähigkeit, mehr Energie auf unsere Körperoberfläche ausübt als umgekehrt die Körperoberfläche auf ihn. Für den « kalt » empfundenen Körper gilt das Umgekehrte. Kein Empfindungsinhalt des Temperatursinnes bringt uns aber die absolute Temperatur des Außendinges zum Bewußtsein.

Insofern die Physik Temperaturunterschiede nur dem Grade nach kennt, und auch der Temperatursinn nur dem Grade nach verschiedene Inhalte kennt, schimmert auch beim Temperatursinn ein gewisses objektives Moment durch. Was aber die typische Qualität des Wärme- und

Kälte-« gefühles », d. h. den typischen Inhalt des Temperatursinnes anbetrifft, so ist dieser Inhalt sehr schwer weiter zu beschreiben. Daher dürfte es unmöglich sein, eine direkte Übereinstimmung zwischen Wärme- und Kälteempfindung und äußerem physikalischen Sachverhalt aufzudecken — aber ebensowenig kann man aus einem Vergleich der Empfindungsinhalte mit dem physikalischen Vorgang « beweisen », daß der Empfindungsinhalt bloß subjektiv gültig sei.

Persönlich neigt der Verfasser zu der Meinung, daß in der Wärmeempfindung die Wirksamkeit elektromagnetischer Wellen — also nicht solche von Molekularbewegungen — objektiv gültig bewußt wird — in der Kälteempfindung hingegen der relative Mangel einer diesbezüglichen Wirkung — ebenfalls objektiv gültig. Ein Mangel kann nämlich auch sinnlich bewußt werden wie z. B. der Schmerz, der einen Mangel am eigenen Organismus sinnlich bewußt macht.

5. Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchung über die sekundären Qualitäten zusammen :

Für keinen Sinn läßt sich beweisen, daß seine sekundären Qualitäten bloß subjektive Geltung haben. Die Tatsachen, welche man dafür ins Feld führt, entbehren der hinreichenden Beweiskraft.

Erkenntnistheoretisch läßt sich die Objektivität aller sekundären Qualitäten sicher begründen.

Die Objektivität der sekundären Qualitäten läßt sich bei Ton, Farbe- und Druckqualitäten physikalisch sicher, bei den Qualitäten der übrigen Sinne *naturwissenschaftlich* wenigstens als wahrscheinlich begründen. Das Gesetz von den spezifischen Sinnesenergien kann man als Folgerung aus der Objektivität der Qualitäten bei adäquaten Reizen bezeichnen. Kein physikalisches Ergebnis steht hiermit im Widerspruch.

Die Objektivität der sekundären Qualitäten kann man als Voraussetzung wie als Folgerung der aristotelischen Naturphilosophie auffassen. Voraussetzung ist sie insofern, als sich die Resultate bezüglich des Verhältnisses von Erscheinung und Sein aus der Objektivität der Qualitäten am einfachsten und ungezwungensten ableiten lassen. Folgerung aus der aristotelischen Naturphilosophie ist sie, insofern sie den allgemein philosophischen Resultaten des Aristoteles mehr entspricht als die gegenteilige Behauptung.