

aus Eiweiss und da ferner immer dasselbe rechtsdrehende Glykogen aus Dextrose, Maltose, Rohrzucker, Milchzucker, Inulin, Glycerin, Eiweiss u. s. w. gebildet wird, obwohl deren Structur und Circularpolarisation ganz verschieden sind, so muss die thierische Synthese mit tiefgreifender Spaltung verknüpft und wie bei den Pilzen mit umfassenderen Mitteln ausgerüstet sein als sie die Wasserentziehung oder auch die Aldolcondensation liefert.

Schliesslich möchte ich noch einmal daran erinnern, dass die lebendige Zellsubstanz d. h. die organisirte Materie die Synthesen ausführt. Weil aber die organisirte Materie wesentlich Eiweiss ist, so liegt die Annahme nahe, dass das lebendige Eiweiss bei allen Synthesen und Spaltungen betheilig ist, während die sogenannten Enzyme überall — selbst bei den Pilzen — eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Die wichtigsten Prozesse der Gährung und Fäulniss laufen also auch im Inneren der Pilzzelle ab und sind die Aeusserungen ihrer Ernährungsarbeit.

Ueber den Einfluss einer Sinneserregung auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Von

Victor Urbantschitsch in Wien.

Durch die im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen war ich bestrebt, über die bisher unerklärt gebliebene Erscheinung der sogenannten Doppelempfindungen Aufschluss zu erhalten. Wie bekannt, hat zuerst Nussbaumer¹⁾ Mittheilung über das Auftreten subjectiver Farbenempfindungen bei Erregung von Gehörsempfindungen (Schallphotismen) gemacht; später haben Bleuler und Lehmann²⁾ eine Reihe einschlägiger Beobachtungen angeführt und dabei auch Fälle von dem Auftreten subjectiver Farbenempfindungen bei Geschmacks-, Geruchs- und Tastsinn-Erregungen (Geschmacks-, Geruchs-, Tastsinn-Photismen) mitgetheilt³⁾. Die letztgenannten

1) Mittheil. des ärztl. Vereines in Wien 1873 Nr. 5.

2) Zwangsmässige Lichtempfindung durch Schall etc. Leipzig 1881.

3) Diesbezügliche Beobachtungen wurden in den letzteren Jahren von Aglave, Baratoux, Fechner, Féré, Francis-Galton, Hilbert, Mayerhausen, Pedrono, Schenkl u. A. mitgetheilt. In jüngster Zeit erschien eine Abhandlung Steinbrügge's „Ueber secundäre Sinnesempfindungen“ (Wiesbaden 1887), die einen vorläufigen Bericht über die von Fechner gesammelten Fälle von Doppelempfindungen enthält.

Autoren berichten auch über einzelne Fälle von subjektiven Gehörsempfindungen, die durch Lichtempfindungen hervorgerufen werden (Lichtphonismen).

Die auffällige Erscheinung von Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Sinnesempfindungen veranlasste mich vor Allem zu untersuchen, ob deren Vorkommen ein aussergewöhnliches sei oder nicht. Ich stellte mir demnach zunächst die Frage: Gibt es physiologische Wechselwirkungen zwischen sämtlichen Sinnesempfindungen?

Die zur Beantwortung dieser Frage hinzielenden Versuche habe ich in der Weise ausgeführt, dass während einer gleichmässig stattfindenden Erregung eines Sinnesgebietes in einem anderen Sinnesgebiete eine Empfindung ausgelöst wurde, wobei ich genau achtete, ob sich während der neu eingetretenen Sinnesfunktion in der Empfindung des ursprünglich erregten Sinnes irgend welche Veränderungen zu erkennen gaben.

Die damit erzielten Versuchsergebnisse sind nachfolgende:

I. Einfluss der Gehörsempfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Um zunächst den Einfluss einer Gehörsempfindung auf die Farbenempfindungen zu prüfen, bediente ich mich kleiner verschieden gefärbter Felder, die von der Versuchsperson so weit entfernt aufgestellt waren, dass die einzelnen Farben nunmehr undeutlich oder selbst gar nicht wahrgenommen wurden; während die Versuchsperson auf die Farbenfelder blickte, liess ich den Ton einer Stimmgabel auf ein Ohr oder auf beide Ohren des zu Untersuchenden durch mehrere Sekunden einwirken und entfernte hierauf die Stimmgabel rasch vom Ohr. Es kamen dabei verschieden tönende Stimmgabeln, vor Allem tief und hoch klingende, zur Verwendung, deren Ton dem Ohr einmal schwach, ein andermal in voller Stärke zugeführt wurde. Derartig vorgenommene Versuche ergaben bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine nicht selten auffällige Beeinflussung der Farbenempfindungen durch die gleichzeitig stattfindende Gehörserregung. Dieser Einfluss erwies sich häufig als abhängig von der Tonstärke und Tonart, ferner traten an verschiedenen Versuchsindividuen, ja selbst an derselben Versuchsperson zu verschiedenen Prüfungszeiten mannigfach wechselnde Reactionserscheinungen häufig auf. In der Regel ruft die Erregung einer

Tonempfindung eine Steigerung des Farbensinnes hervor, wobei früher nicht erkennbare Farbenfelder deutlich wahrgenommen werden können. Nach Unterbrechung der Toneinwirkung geht die Stärke der Farbenempfindungen binnen wenigen Sekunden auf ihre frühere Stufe zurück. Eine an beiden Ohren gleichzeitig stattfindende Gehörserregung erregt den Farbensinn stärker¹⁾ als die Auslösung von Gehörsempfindungen an einem Ohre allein; ferner steigern in vielen Fällen hohe Töne die Farbenempfindungen auffälliger als tiefe Töne. Bei Ausschaltung des einen Auges aus dem Sehakte geben sich die Veränderungen in der Intensität der Farbenempfindungen auch dann zu erkennen, wenn der Stimmgabelton dem Ohre der entgegengesetzten Seite zugeführt wird.

Eine Gehörserregung veranlasst mitunter eine gewöhnlich rasch vorübergehende Herabsetzung der Farbenempfindungen. Häufig erscheint hierbei die Tonart und besonders die Tonstärke von Einfluss, so zwar, dass bei schwach einwirkendem Tone eine Herabsetzung der Farbenempfindungen eintreten kann, indess derselbe Ton, dem Ohre in mittlerer Stärke zugeführt, den Farbensinn zu erregen vermag. Manchmal geht der Steigerung eine rasch vorübergehende Herabsetzung der Farbenempfindungen voraus.

Der hier angeführte Einfluss auf die Intensität der Farbenempfindungen erstreckt sich bald auf die verschiedenen Farben gleichmässig, bald wieder giebt sich für eine bestimmte Farbenempfindung eine besonders auffällige Veränderung zu erkennen; an einzelnen Versuchspersonen verhielt sich sogar die Empfindungsstärke für verschiedene Farben, im Momente der Toneinwirkung, einander vollständig entgegengesetzt, sowie auch eine bestimmte Farbenempfindung durch hohe und tiefe Töne in ganz verschiedener Weise beeinflusst werden konnte.

Als Beispiele theile ich folgende Beobachtungen mit:

1. Alle Farbenfelder werden im Momente der Zuleitung eines tiefen Stimmgabeltones zu den Ohren deutlicher und dabei früher nicht sichtbar gewesenen Farbenfelder erkennbar. Hohe Stimmgabeltöne erregen die Farbenempfindungen in noch höherem Grade als tiefe Töne.

1) An einem Versuchsfalle, an welchem bei binotischer Zuleitung der Stimmgabeltöne gegenüber deren Einwirkung auf das rechte Ohr allein keine Erhöhung der Farbenempfindungen erfolgte, fand sich eine beträchtliche Schwerhörigkeit am linken Ohre vor, demzufolge in diesem Falle auch bei binotischer Versuchsanordnung nur ein monotisches Hören bestand.

2. Das Farbenfeld Grün wird erst bei Zuleitung eines hohen Stimmgabeltones wahrgenommen; tiefe Töne bewirken ein vollständiges Verschwinden eines vorher undeutlich wahrnehmbaren grünen Feldes.

3. Grün und Roth treten bei Einwirkung hoher Töne stärker hervor u. z. Grün mehr als Roth. Ein tiefer Ton veranlasst ein vollständiges Verschwinden des grünen Farbenquadranten, indess die Empfindung für Roth anscheinend unverändert bleibt. Sehr starke Stimmgabeltöne verdunkeln momentan sämtliche Farbenfelder, worauf eine Steigerung über die sonst vorhandene Empfindungsintensität eintritt u. z. besonders für Grün, dann für Gelb, am wenigsten für Roth (in der Mehrzahl der übrigen Versuchspersonen erwies sich jedoch die Steigerung der Farbenempfindung gerade für Roth am auffälligsten).

4. Schwache hohe oder tiefe Töne setzen die Farbenempfindung herab, dieselben Töne in mittlerer Stärke erregen dagegen den Farbensinn.

5. Alle hohen Töne, ob stark oder schwach, erhöhen die Helligkeit der Farbenfelder, wobei die Farben weisslicher erscheinen; alle tiefen Töne lassen die Farbenquadranten gesättigter erscheinen u. z. besonders Roth, dann Grün, Blau, am wenigsten Gelb.

6. Alle Farben werden durch hohe und tiefe Töne sowie durch Geräusche anfänglich undeutlicher wahrnehmbar, gleich darauf aber bedeutend deutlicher, wobei ein vor dem Versuche nicht sichtbar gewesenes blaues Feld nunmehr als Blau erkannt wird.

7. Hohe und tiefe Töne führen nur eine Verdunklung ohne darauffolgende Aufhellung der Farbenfelder herbei.

8. Die Farbenquadrate befinden sich in einer solchen Entfernung von den Augen der Versuchsperson, dass nur einzelne Felder undeutlich, andere gar nicht wahrnehmbar sind. Bei Einwirkung eines schwachen tiefen Tones erfolgt eine Verdunklung sämtlicher Farbenfelder, wogegen diese durch einen starken tiefen Ton eine Aufhellung erfahren, wobei Gelb zum ersten Male sichtbar wird. Hohe Töne steigern die Empfindungen für sämtliche Farben. Lässt man gleichzeitig einen starken tiefen Ton auf das eine Ohr und einen hohen Ton auf das andere Ohr einwirken, so geben sich eine Reihe vorher nicht wahrgenommener Farbenfelder zu erkennen.

9. Rosa erscheint als graues Feld; bei Zuführung eines schwachen tiefen Stimmgabeltones erfolgt eine weitere Verdunklung des grauen Feldes, wogegen derselbe Ton, stark gehört, die Farbe Rosa plötzlich wahrnehmbar macht.

10. Das blaue Feld erscheint deutlicher als das rothe Farbenfeld. Durch einen hohen Ton erfolgt nur für Roth eine auffällige Steigerung der Empfindung, wogegen ein tiefer Ton das Farbenfeld Blau gesättigter als Roth erscheinen lässt.

Untersuchungen der Sehstärke für Leseproben ergaben in ähnlicher Weise wie an den Farbenfeldern bei Zuleitung tiefer

und besonders hoher Töne zu den Ohren eine, gewöhnlich nicht beträchtliche Aufhellung des Gesichtsfeldes, wobei früher nur undeutlich oder gar nicht erkennbare Buchstaben hervortraten. Von einzelnen Versuchspersonen wurde eine scheinbare Vergrößerung der Buchstaben angegeben. Eine ähnliche Steigerung der Sehschärfe erfolgt bei plötzlich auf das Ohr einwirkendem Geräusche. Zuweilen geht, besonders bei starker Schalleinwirkung, der Aufhellung eine Verdunklung des Gesichtsfeldes voraus. Diese Erscheinung entspricht einer mir mitgetheilten Erfahrungsthatsache, dass bei Explosionswirkungen auf das Ohr, so beim Geschützdonner, anfänglich eine momentane Verdunklung und gleich darauf eine rasch vorübergehende Aufhellung des Gesichtsfeldes von einzelnen Individuen auffällig beobachtet wird.

Um den Einfluss einer Gehörserregung auf den Geruchssinn zu prüfen, verband ich ein Fläschchen, das ein schwach riechendes Mittel enthielt, mit einem Gummischlauch, dessen anderes Ende mit einer durchbohrten Nasenolive versehen war, die in den Eingang der zu prüfenden Nasenseite eingeführt wurde; während der durch den Schlauch vorgenommenen Inspiration liess ich bald tiefe bald hohe Töne auf ein oder auf beide Ohren einwirken. Einzelne Versuchspersonen gaben mir dabei bei den verschiedenen Prüfungen übereinstimmend an, dass durch tiefe und besonders durch hohe Töne eine rasch vorübergehende Verstärkung der Geruchsempfindungen erfolge, indess in einem Falle dabei eine vollständige Auslöschung des Geruchs stattfand.

Die Geschmacksempfindungen erleiden durch eine Gehörserregung häufig eine Steigerung, zuweilen eine Verminderung ihrer Intensität u. z. tritt diese Veränderung der Geschmacksstärke bald für die verschiedenen Geschmacksarten gleichmässig ein, bald wieder für eine bestimmte Geschmacksempfindung in besonderer Weise; ausnahmsweise erfolgt hierbei auch eine qualitative Veränderung des Geschmacks. In gleicher Weise erfährt auch der bei Einwirkung des constanten Stromes auftretende Geschmack an der Anode, durch hohe und tiefe Töne, eine merkliche Intensitätsschwankung.

Als Beispiele mögen folgende dienen:

1. Tiefe Töne steigern den Geschmack für Süß, Salz, Sauer und besonders für Bitter, wogegen hohe Töne auf sämtliche Geschmacksempfindungen schwächend einwirken.

2. Hohe und tiefe Töne wirken auf alle Geschmacksarten erregend ein.

3. Hohe und tiefe Töne löschen den Geschmack von Süß vollständig aus; sie wirken ebenfalls schwächend auf salzigen Geschmack ein, welcher während der Einwirkung hoher Töne einen eisenartigen Beigeschmack erhält; saurer und bitterer Geschmack werden durch hohe und tiefe Töne vermindert.

4. Der Anoden-Geschmack erfährt im Momente eine Gehörserregung unter 5 Fällen 2 mal eine Vermehrung, 3 mal eine Verminderung.

Auf die Stärke der Tastempfindungen wirken die verschiedenen Stimmgabeltöne theils vermindern, theils vermehrend ein; derselbe Ton, der bei mittlerer Stärke den Tastsinn erhöht, kann bei schwacher Einwirkung auf diesen einen schwächenden Einfluss nehmen. Starke, besonders hohe Töne, erregen mitunter in auffälliger Weise sensitive Nerven. Bekanntlich giebt sich an hochgradig Schwerhörigen beim lauten Hineinsprechen in das Ohr nicht selten eine schmerzhaft empfundene Empfindung zu erkennen; an einem meiner Fälle trat bei jeder stärkeren Schalleinwirkung ein Schmerz am rechten Ellbogengelenk ein. Das Auftreten von Schmerz in einem bestimmten Zahne bei Einwirkung verschiedener, vor Allem hoher Töne wurde wiederholt beobachtet¹⁾. Herr Dr. Gruse aus Wien theilte mir mit, dass er durch sehr hohe und sehr tiefe Töne schwingender Saiten (aber nicht schwingender Luftsäulen) stets eine Empfindlichkeit, ja [selbst Schmerzempfindung in bestimmten Zähnen beobachtet u. z. bei hohen Tönen am intensivsten in den Eckzähnen des Oberkiefers, bei tiefen Tönen in einzelnen Zähnen des Unterkiefers; besonders] heftiger Schmerz wird vor Allem durch hohe Töne in vorhandenen cariösen Zähnen erregt. Hohe Geräusche rufen Schmerzempfindungen in allen Zähnen einer Oberkieferhälfte hervor, tiefe Geräusche in den Zähnen des Unterkiefers.

Beispiele:

1. Die durch das Hin- und Hergleiten eines feinen Haares über Stirne und Wange erregte Kitzelempfindung wird durch einen schwachen tiefen Ton gesteigert, durch einen starken tiefen Ton vermindert. Schwache und besonders starke hohe Stimmgabeltöne bewirken eine beträchtliche Verminderung der Kitzelempfindung.

2. An einer Reihe von Versuchspersonen trat eine Verminderung der Kitzelempfindung durch schwache und starke Töne ein, wobei sich hohe Töne als besonders wirksam erwiesen.

1) J. Vautier, Gaz. d. hop. 1860.

Die Temperaturempfindungen ergeben im Momente einer Gehörserregung ein verschiedenes Verhalten. Beim Eintauchen der Hand in Wasser gaben viele Versuchspersonen bei Zuleitung hoher und tiefer Töne zu einem oder beiden Ohren eine Zunahme der jedesmaligen Temperaturempfindung an, also eine scheinbare Abkühlung des kalten Wassers und eine Erwärmung des warmen Wassers; ein andermal wieder wurde eine scheinbare Temperatursteigerung beobachtet, so zwar, dass sowohl warmes wie kaltes Wasser im Momente einer Gehörserregung wärmer empfunden wurde; mitunter vermögen die einzelnen Töne nur auf die durch eine bestimmte Temperatur erregten Empfindungen einen merklichen Einfluss zu nehmen, so z. B. nur auf Wärme- und nicht auch auf Kälteempfindung. An mehreren Individuen erschienen die Versuchsergebnisse bei Prüfung mit demselben Ton einander entgegengesetzt, je nachdem die Töne schwach oder stark einwirkten; so trat in einem Falle bei schwachen hohen und tiefen Tönen eine scheinbare Abkühlung des warmen Wassers ein, indess bei denselben stark angeschlagenen Stimmgabeltönen das warme Wasser scheinbar eine plötzliche Erwärmung erfuhr. An ein und demselben Individuum längere Zeit fortgesetzte Untersuchungen weisen übrigens mannigfach von einander abweichende Versuchsergebnisse auf; so können die besonders am Anfange der Prüfung auffälligen Veränderungen der Temperaturempfindungen bei wiederholter Vornahme der Prüfungen manchmal theilweise oder ganz ausbleiben, sowie auch die Veränderungen in der Wärme und Kälteempfindung nicht immer in übereinstimmendem Sinne aufzutreten.

II. Einfluss der Sehempfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Der Einfluss einer Sehempfindung auf die Hörfunktion lässt sich an vielen Individuen leicht nachweisen. Eine abwechselnd stattfindende Verdunklung und Erhellung des Gesichtsfeldes bedingt gewöhnlich eine auffällige Schwankung in der Intensität der Hörempfindungen u. z. erfolgt in der Mehrzahl der Versuchspersonen bei Bedeckung der Augen eine Abschwächung, bei stärkerer Lichteinwirkung auf die Augen, dagegen eine Steigerung der Hörschärfe z. B. für das Urticken, für einen Stimmgabelton u. s. f. In einzelnen Fällen giebt sich die entgegengesetzte Er-

scheinung zu erkennen, nämlich eine Gehörssteigerung bei Verdunklung oder Verschluss der Augen und eine Gehörsverminderung bei plötzlicher Aufhellung des Gesichtsfeldes¹⁾.

Von grossem Interesse erscheinen die Veränderungen, welche die Hörfunktion durch die verschiedenen Farbeinwirkungen auf das Auge erleiden kann. Das Uharticken wird je nach der Farbe, in der das Gesichtsfeld erscheint, bald stärker, bald schwächer gehört, wobei dieselbe Farbe auf verschiedene Individuen verschiedenen einzuwirken vermag.

Folgende Fälle mögen als Beispiele dienen:

1. Das Uharticken wird deutlicher bei Einwirkung von Grün und Roth, undeutlicher bei Gelb und Blau gehört.

2. Eine Verstärkung des Uhartickens erfolgt am meisten durch Gelb, weniger durch Roth und Grün, am wenigsten durch Blau und Violett.

3. Das Uharticken erfährt eine scheinbare Verstärkung durch alle Farben ausser Blau. Bei Verschluss der Augen erfolgt eine Verminderung der Gehörsperception.

4. Gelb verstärkt die Wahrnehmung des Uhartickens bedeutend, weniger Roth und Grün, gar nicht Blau und Violett. Abdunklung des Gesichtsfeldes erhöht in diesem Falle ausnahmsweise die Gehörswahrnehmung.

5. Roth ruft eine subjektive Steigerung des Uhartickens hervor, indess Grün, Gelb, Blau und Violett auf dasselbe schwächend einwirken. Wie in der Mehrzahl der Fälle erhöht eine Erhellung des Gesichtsfeldes die Hörfunktion.

6. Vermindernd auf die Wahrnehmung des Uhartickens erweisen sich Roth, Grün, Blau und vor Allem Violett. Gelb bleibt indifferent. Bei Verschluss und Oeffnen der Augen gibt sich keine Veränderung der Hörstärke zu erkennen.

1) Die oben angeführten Versuchsergebnisse, denen zufolge bei Verschluss der Augen in der Regel eine Schwächung des Hörvermögens eintritt, scheinen gegen die Erfahrungsthatsache zu sprechen, dass viele Personen beim aufmerksamen Hören auf Musik, auf eine Rede u. s. w. die Augen schliessen. Der Grund hierfür dürfte jedoch zum grössten Theil darin zu suchen sein, dass der Augenverschluss eine Ablenkung der Aufmerksamkeit durch Sehobjekte verhindert. Wenn wir uns in die Lage eines Lauschenden versetzen, so erfolgt dabei eine unwillkürliche Hebung des oberen Augenlides auch dann, wenn die Schallquelle dem Blicke unzugänglich ist. Darwin schildert in seinem „Ausdrucke der Gemüthsbewegungen“ den Lauschenden mit weit geöffneter Lidspalte und gesenktem Unterkiefer. In einem Gemälde von P. E. Comte belauscht Heinrich III., an einer zugemachten Thüre angelehnt, mit auffällig weit geöffneter Lidspalte den Akt der Ermordung des Herzogs von Guise.

Viel verschiedenartiger als für Geräusche gestaltet sich der Farbeinfluss für musikalische Töne, an denen je nach der einwirkenden Farbe nicht nur eine Intensitäts-Schwankung, sondern auch eine scheinbar qualitative Veränderung des Tones zur Beobachtung kommen. Abgesehen von individueller Verschiedenheit kann eine bestimmte Farbe an derselben Versuchsperson auf einen tiefen Ton anders einwirken als auf einen hohen Ton. Eine Farbe, die an manchen Individuen auffällige Veränderungen der Hörfunktion hervorruft, erweist sich ein andermal wieder als vollständig indifferent.

Zu den betreffenden Versuchen musste ich mich musikalisch sehr gebildeter Individuen bedienen, da nur solche die Art der Tonveränderung genau anzugeben vermochten. In den hier angeführten Beispielen hatte ich mich durch Controllversuche von der Richtigkeit der einzelnen Angaben überzeugt.

1. Roth ruft eine scheinbare Erhöhung und Verstärkung eines tiefen Stimmgabeltones hervor; ein hoher Ton erfährt durch Roth keine Veränderung.

Gelb. Der tiefe Ton wird um einige Schwebungen höher gehört und dabei verstärkt; der hohe Ton bleibt unverändert.

Grün. Der tiefe Ton erleidet eine Erhöhung und Verstärkung; der hohe Ton bleibt gleich.

Blau erhöht den tiefen Ton ohne ihn zu verstärken; der hohe Ton verändert sich nicht.

Violett erhöht den tiefen und vertieft den hohen Ton um einige Schwebungen.

2. Roth erhöht den tiefen und hohen Ton; in gleicher Weise bedingen Gelb, Grün und Blau eine Erhöhung sowohl des tiefen wie des hohen Tones um ungefähr $\frac{1}{8}$ Ton.

Violett bewirkt eine Erhöhung des tiefen und eine Vertiefung des hohen Tones, ganz entsprechend dem Falle 1.

Beim Augenverschluss findet ebenfalls eine Erhöhung der Töne statt, jedoch nicht in dem Grade wie beim Vorhalten der verschiedenen Farben- gläser vor den Augen.

3. Roth erhöht den tiefen und den hohen Ton. Gelb erweist sich für den tiefen Ton als indifferent, wogegen ein hoher Ton etwas erhöht wird. Grün erhöht den tiefen Ton und lässt den hohen Ton unverändert. Blau bewirkt keine Veränderung des tiefen, dagegen unter allen Farben die intensivste Erhöhung des hohen Tones. Violett ruft eine besonders auffällige Verstärkung und Erhöhung des tiefen Tones und eine geringe Verstärkung mit unbedeutender Erhöhung beim hohen Tone hervor.

4. Eine Erhöhung der tiefen gleichwie der hohen Stimmgabeltöne er-

folgt in zunehmendem Grade durch Roth, Blau und Violett, indess Gelb und Grün als indifferent erscheinen.

5. Lichteinwirkung verstärkt die Empfindung hoher Töne, so auch Grün, Roth und Violett; dagegen findet eine Tonschwächung durch Gelb und Blau statt. Eine Erhöhung des Tones ergeben nur Roth und Violett.

In den beiden ersten der soeben erwähnten Fälle, in denen Violett eine subjektive Vertiefung, alle anderen Farben aber eine Erhöhung eines hohen Stimmgabeltones herbeiführten, stellte ich weitere Versuche in der Weise an, dass ich dem einen Auge das violette Farbenglas vorhielt und dem anderen Auge gleichzeitig eine der übrigen Farbentafeln. Es zeigte sich hierbei, dass bei gleichzeitiger Einwirkung von Violett und Blau eine Vertiefung des Stimmgabeltones wahrgenommen wurde, die jedoch geringer erschien wie bei der alleinigen Einwirkung der violetten Farbe; Roth, Gelb und Grün erregten dagegen bei diesen Versuchen eine subjektive Erhöhung des Tones, die allerdings einen geringeren Grad aufwies, wie ohne Zuziehung von Violett. In diesem Falle erwies sich also der Einfluss von Violett stärker als der von Blau, dagegen schwächer als der von Roth, Gelb und Grün, wobei allerdings eine gegenseitige Beeinflussung der einander gegenüber gestellten Farben nachweisbar war. In dem anderen (2.) Falle vermochte keine der Farben die durch Violett veranlasste subjektive Tonvertiefung aufzuheben, sondern nur eine geringere Vertiefung des Tones herbeizuführen, wie bei ausschliesslicher Einwirkung der violetten Farbe.

Durch die verschiedenen Farbeneinwirkungen entstehen ausser den subjektiven quantitativen und qualitativen Tonveränderungen noch eine Verschiebung des subjektiven Hörfeldes. Wie ich bereits an anderer Stelle¹⁾ mitgetheilt habe, wird ein binotisch zugeleiteter Ton in vielen Fällen nicht in den Ohren, sondern im Kopfe wahrgenommen, wobei einem bestimmten Ton bei derselben Versuchsperson eine bestimmte Stelle des Kopfes in der Weise zukommt, dass die einzelnen Töne der chromatischen Tonskala entsprechend aneinander gereichte subjektive Hörfelder besitzen, die in der Längsaxe des Kopfes hintereinander gelagert sind. Beim monotonischen Hören geben sich ähnliche Erscheinungen zu erkennen, nur dass hierbei die subjektiven Perceptionsstellen für die ein-

1) S. Pflüger's Archiv 1881 Bd. 24.

zelenen Töne zum Theil im Ohre, zum Theil in der nächsten Umgebung desselben gelagert sind und für in der Tonskala nahe aneinander befindlichen Töne nicht so deutlich von einander getrennt erscheinen, wie dies gewöhnlich bei den subjektiven Hörfeldern im Kopfe während des binotischen Hörens der Fall ist.

Gleich den subjektiven Hörfeldern beim binotischen Hören zeigen sich auch die subjektiven Perceptionsstellen beim monotonischen Hören von einer regelmässigen Anordnung, so zwar, dass ein und dieselbe Versuchsperson bestimmte Töne stets an derselben subjektiven Localisationsstelle wahrnimmt. In der Anordnung selbst bestehen jedoch auch hier wesentliche individuelle Verschiedenheiten; so verlegte ein Theil der Untersuchten die hohen Töne nach aussen und vorne, die tiefen Töne nach innen und hinten, indess von Anderen eine umgekehrte Anordnung der subjektiven Hörstellen angegeben wurde. Während diese, wie schon erwähnt, ihren Platz sonst unverrückt beibehalten, gibt sich an ihnen durch Farbeneinwirkungen eine oft beträchtliche Ortsveränderung zu erkennen. Die Richtung einer solchen Verschiebung zeigt individuelle Verschiedenheiten, doch scheint die Wanderung der subjektiven Hörstellen nach hinten gegen das Hinterhaupt am häufigsten vorzukommen: in einzelnen Fällen erfolgt eine Wanderung nach vorne oder nach aussen gegen den Gehörgang und gegen die Ohrmuschel. Die einzelnen Farben sind dabei von verschiedener Wirkung, auch bezüglich des Grades der Verschiebung, und üben oft auf hohe Töne einen anderen Einfluss aus wie auf tiefe Töne.

Die nachstehenden Beispiele entsprechen den S. 162 erwähnten Fällen 1, 2 und 3.

1. Das subjektive Hörfeld zeigt eine Verschiebung gegen das Hinterhaupt u. z. der tiefen Töne durch Blau und Violett, der hohen Töne durch Roth, Blau und Violett. Gelb und Grün bewirken weder für tiefe noch für hohe Töne eine Ortsveränderung.

2. Die Verschiebung der subjektiven Hörstellen erfolgt nach hinten, für tiefe Töne bei Einwirkung von Gelb, Grün, Blau und Violett, für hohe Töne bei Roth, Gelb, Grün, Blau und Violett. Bei Augenverschluss zeigt sich ebenfalls eine Verschiebung nach hinten, doch ist diese nicht so beträchtlich wie bei Vorhalten der verschiedenen Farbentafeln vor die Augen.

3. Die Verschiebung der subjektiven Hörfelder findet nach aussen statt u. z. bei tiefen Tönen durch Roth, Grün und Violett, bei hohen Tönen durch Roth, Gelb und Violett. Blau erweist sich sowohl für tiefe als hohe Töne ganz indifferent.

Licht- und Farbeinflüsse sind auch im Stande subjektive Gehörsempfindungen ihrer Stärke und Tonart nach zu verändern. Beschattung oder Verschluss der Augen führen gewöhnlich eine Verminderung der subjektiven Ohrgeräusche, Lichteinwirkung dagegen deren Steigerung herbei; das umgekehrte Verhalten habe ich seltener vorgefunden¹⁾; zuweilen bleiben die subjektiven Gehörsempfindungen bei abwechselnd stattfindender Beschattung der Augen und Lichteinwirkungen auf die Augen vollständig unverändert. Besonders erwähnenswerth erscheint noch die Beobachtung, dass durch verschiedene Lichteinwirkungen Veränderungen in dem Charakter der subj. Geh. eintreten können (s. die unten angeführten Beispiele). Bei beiderseits vorhandenen Ohrgeräuschen erfolgt nach Bedecken der Augen nicht immer eine gleichmässige Abnahme der subj. Geh. am rechten und am linken Ohr, wobei mitunter die stärkeren Geräusche auffälliger beeinflusst erscheinen als die schwachen Ohrgeräusche. In einem Falle trat durch Beschattung der Augen an einem Ohre eine Verminderung, am anderen Ohre dagegen eine Steigerung der subj. Geh. ein. In Fällen von gleichzeitigem Bestehen mehrerer Arten von subj. Geh. nehmen die verschiedenen Lichteinflüsse manchmal auf eine bestimmte Art einen anderen Einfluss als auf die übrigen Geräuscharten. Mit diesen Veränderungen der Intensität der subj. Geh. gibt sich auch hinsichtlich ihrer scheinbaren Ausgangsstelle im Ohre oder von einem Punkte des Kopfes eine ähnliche Verschiebung zu erkennen, wie an den oben erwähnten subjektiven Hör-

1) In scheinbarem Widerspruche damit steht die gewöhnliche Angabe der an subj. Gehörsempfindungen leidenden Individuen, dass die Ohrgeräusche Nachts viel stärker und quälender auftreten, ja mitunter nur Nachts, und Tages über gar nicht wahrgenommen werden. Der hauptsächlichste Grund hierfür liegt wohl in dem Tageslärm, da subj. Gehörsempfindungen durch äussere Schalleinflüsse theils übertönt, theils, wie ich in Pflüger's Archiv Bd. 21 S. 290 nachgewiesen habe, dadurch selbst vollständig aufgehoben werden können. Bekanntlich überzeugt man sich von dem thatsächlichen Vorhandensein solcher Ohrgeräusche auch während des Tages, wenn man die betreffende Person in einen stillen Raum bringt oder durch Verstopfung beider Ohren die Schalleinwirkungen auf diese abhält. Ich traf übrigens wiederholt Personen an, die mir mittheilten, dass ihre Ohrgeräusche mit zunehmendem Tageslärm stärker werden, mit abnehmendem Lärm schwächer und in der Stille der Nacht gar nicht wahrnehmbar erscheinen.

feldern, wobei die Verschiebung zuweilen nur für eine oder die andere der gleichzeitig vorhandenen Geräuscharten zu Stande kommt. Untersuchungen mit verschiedenen Farben ergaben ähnliche Beobachtungen, nur dass sich der Einfluss der einzelnen Farben auf die Stärke und Art sowie auf die scheinbare Ausgangsstelle der subj. Geh. noch viel mannigfaltiger gestaltet als bei einfacher Beschattung der Augen.

Ein besonderes Interesse bietet das Verhalten der subj. Geh. dar, wenn die Licht- und Farbeinwirkungen auf das eine Auge allein, bei gleichzeitigem Verschlusse des anderen Auges stattfinden. Diesbezügliche Versuche zeigten, dass ein Einfluss auf die subj. Geh. vom Auge derselben Seite aus gewöhnlich stärker hervortritt als vom Auge der entgegengesetzten Seite; von diesem letzteren aus giebt sich zuweilen überhaupt keine Wirkung zu erkennen. Ein andermal wieder erscheint der Einfluss vom Auge der entgegengesetzten Seite aus sogar als der grössere. Einzelne Farben wirken mitunter auf bestehende Ohrgeräusche stärker ein wenn man sie dem Auge der entgegengesetzten Seite als dem gleichseitigen Auge vorsetzt, indess die übrigen Farben von diesem letzteren aus als wirksamer sich erweisen; so veranlasste in einem Falle von subj. Geh. am rechten Ohr eine dem rechten Auge vorgesetztes Farbenglas eine bedeutendere Schwächung der Ohrgeräusche als vom linken Auge aus, wogegen Roth, Gelb, Blau und Violett ein umgekehrtes Verhalten aufwiesen.

Ein binocularer Licht- und Farbeinfluss wirkt in der Regel auf subj. Geh. stärker ein als ein monoculärer. Am deutlichsten findet dies in Fällen statt, in denen von einem Auge allein kein Einfluss auf die subj. Geh. genommen werden kann, indess eine gleichzeitige Einwirkung auf beide Augen eine deutlich wahrnehmbare Veränderung der Ohrgeräusche ergibt¹⁾. An einer Versuchsperson mit linksseitigen subj. Geh. blieben diese bei Beschattung des rechten Auges unverändert, wogegen bei Bedecken des linken Auges eine Schwächung der subj. Geh. erfolgte; wenn bei bleibend bedecktem linken Auge das rechte Auge abwechselnd geschlossen und geöffnet wurde, entstand jedesmal im Momente des Augenschlusses eine weitere Schwächung

1) Eine ähnliche Beobachtung habe ich bezüglich des monotischen und binotischen Hörens in diesem Archive Bd. 31 S. 284 mitgetheilt.

der durch den Verschluss des linken Auges bereits verminderten subj. Geh. In diesem Falle war also der vom rechten Auge ausgehende Einfluss für sich allein nicht im Stande eine Veränderung der subj. Geh. herbeizuführen, wogegen er allerdings auf eine vom linken Auge aus bereits erzeugte Schwächung der Ohrgeräusche noch weiter einzuwirken vermochte¹⁾.

Der verstärkte binoculäre Einfluss auf die subj. Geh. gegenüber einer monoculären Einwirkung giebt sich auch hinsichtlich der Zeitdauer zu erkennen, die vom Beginn des Versuches bis zum Eintritt der auffälligen Reaction erforderlich ist und zwar erfolgt diese bei binoculärer Versuchsanordnung häufig rascher als bei monoculärer Einwirkung, welche letztere ihrerseits wieder verschieden sein kann, je nachdem der Versuch mit dem rechten oder dem linken Auge vorgenommen wird. Bemerkenswerth bezüglich der verschiedenen Reactionsdauer ist auch der den einzelnen Farben zukommende Einfluss, der an manchen Versuchspersonen erhebliche Verschiedenheiten in den rascheren oder langsamer auftretenden Reactionserscheinungen erkennen lässt. Ausser den individuellen Schwankungen finden sich übrigens hierbei auch an demselben Versuchsindividuum bei gleicher Versuchsanordnung ungleiche Reactionszeiten vor.

Beispiele:

1. Subjektive Gehörsempfindungen werden durch Verdunklung des Gesichtsfeldes sowie durch die verschiedenen den Augen vorgehaltenen Farben vermindert.

2. Verschluss der Augen schwächt die subj. Geh., so auch Gelb und Blau; Roth verstärkt dieselben in bedeutendem Grade, weniger Grün, unter welcher Farbe auch der Ton der subj. Geh. einen metallischen Charakter erhält. Violett erweist sich für die Stärke der subj. Geh. als indifferent, dagegen erscheint das subj. Hörfeld tiefer nach innen gegen die Mittellinie des Kopfes gerückt.

3. Roth, Grün und Blau verringern die subj. Geh., Gelb und Violett sind indifferent.

1) Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich zuweilen beim binoculären Sehen, indem die Sehschärfe des einen Auges durch gleichzeitige Betheiligung des anderen Auges an dem Sehakte auch dann eine Steigerung erfahren kann, wenn das von dem einen Auge eingestellte Sehobjekt vom anderen Auge infolge einer Refraktionsanomalie etc. nicht wahrgenommen werden kann (s. meinen Aufsatz „Ueber Wechselwirkungen der innerhalb eines Sinnesgebietes gesetzten Erregungen“, Pflüger's Archiv Bd. 31 S. 303).

4. Beschattung der Augen lässt die subj. Geh. unbeeinflusst, dagegen werden diese verstärkt durch Grün, weniger durch Roth, geschwächt durch Gelb und Blau; Violett ist indifferent. Der Effekt tritt nur bei Vorhalten der Farbenfelder vor beiden Augen auf, wogegen von einem Auge aus kein Einfluss auf die Ohrgeräusche wahrgenommen werden kann.

5. Bilaterale subj. Geh. besonders rechts. Augenverschluss bewirkt ein vollständiges Verstummen der starken subj. Geh. am rechten Ohr, dagegen nur eine Abnahme der ursprünglich schwächeren subj. Geh. am linken Ohre, wobei die subjektive Hörstelle mehr medianwärts gerückt erscheint. Roth und Gelb schwächen die Ohrgeräusche vom linken Auge bedeutender als vom rechten Auge aus, so auch Blau und Violett. Grün zeigt jedoch das entgegengesetzte Verhalten.

6. Subj. Geh. von Klingen und Sausen. Roth und Grün vermindern das Klingen und lassen das Sausen unverändert. Gelb, Blau und Violett wirken nur auf das Sausen ein, das hierbei geschwächt erscheint.

7. Starkes Sausen im rechten Ohre; dasselbe wird geschwächt durch Augenverschluss sowie durch Grün, Gelb, Blau und Violett; die Verminderung der subj. Geh. tritt 10—15 Sekunden nach Beginn des Versuches ein und hält nach Entfernung der Farbentafeln von den Augen noch durch 20 Sekunden an. Blau verändert ausserdem noch das Sausen im Sieden. Roth verstärkt das Sausen. Der Einfluss erweist sich vom rechten Auge aus als stärker wie vom linken Auge aus. Setzt man dem rechten Auge die rothe, dem linken die blaue Farbentafel vor, so wird das Sausen stärker, dagegen bei umgekehrter Versuchsanordnung schwächer, ein Zeichen, dass der Einfluss der rothen Farbe den der blauen überwiegt.

8. Rechts besteht stossweises Windgeräusch. Eine Beschattung der Augen bleibt indifferent. Roth, Grün, Blau und Violett schwächen die subj. Geh., Gelb lässt diese unverändert. Vom rechten Auge aus tritt dieselbe Schwächung ein, wie bei binocularer Versuchsanordnung.

9. Links wird ein hohes Singen angegeben. 10—15 Sekunden nach Verschluss der Augen wird das Singen dumpfer und schwächer; wiederholte Vornahme des Versuches bewirkt dagegen, selbst bei anhaltendem Verschlusse der Augen, keine Abschwächung der subj. Geh. Eine Reihe aufeinander folgender Versuche mit den verschiedenen Farben ergibt für dieselbe Farbe nicht immer die gleichen Resultate, so lässt Roth einmal das singende Geräusch indifferent, ein andermal verstärkt er dieses, Gelb erweist sich einmal als indifferent, dann wieder erhöht es die subj. Geh., in gleicher Weise wirken Grün und Violett. Blau schwächt das Singen und lässt es dumpfer erscheinen, ein andermal wieder etwas höher, unter fortwährender Einwirkung von Blau tritt eine abwechselnde Erhöhung und Vertiefung im singenden Geräusche ein.

10. Sausen, rechts stark, links schwach. Nach Verschluss der Augen erfolgt eine bedeutende Abnahme der subj. Geh., besonders rechts; von einem Auge allein gibt sich der Einfluss nur für das gleichseitige Ohr zu erkennen,

so dass z. B. das durch Verschluss des rechten Auges abgeschwächte Sausen im rechten Ohre durch Verschluss auch des linken Auges keine weitere Verminderung erfährt. Eine Reihe aufeinander folgender Farbenversuche ergibt folgendes: I. Roth und besonders Violett vermindern das Sausen, rechts mehr als links. Gelb, Grün und Blau sind indifferent. II. Roth, Gelb und besonders Grün beruhigen, Blau und Violett erscheinen indifferent. III. Gelb, Grün und Blau zeigen sich indifferent, Roth schwächt die subj. Geh., so auch Violett, letztere Farbe jedoch nur im ersten Moment ihrer Einwirkung.

11. Die beiderseits vorhandenen subj. Geh. bestehen im Klingen und Sieden, besonders rechts. Das Sieden wird in der rechten Parietalgegend empfunden.

Bei Verschluss der Augen werden die subj. Geh. schwächer, wobei das subj. Hörfeld für das Sieden gegen das Hinterhaupt rückt. Verschluss des rechten Auges allein schwächt das Klingen am rechten Ohre, das Singen rückt nach hinten, am linken verstummt das Klingen, das Singen wird mehr gegen das Hinterhaupt vernommen. Bei Verschluss des linken Auges hört das Klingen an beiden Ohren auf; das Sieden rückt links nach hinten.

Roth schwächt bei binocularer Einwirkung das Klingen, wobei rechts eine Verschiebung des subj. Hörfeldes nach aussen erfolgt, links dagegen keine Ortsveränderung eintritt; das Sieden ist geschwächt und nach hinten verschoben. Vom rechten Auge aus gibt sich bei Roth keine Veränderung im subj. Geräusche zu erkennen, weder rechts noch links; vom linken Auge aus hört das Klingen links auf, rechts bleibt es unverändert; das Sieden erscheint geschwächt. Gelb, binocular: Klingen rechts dumpf, links verschwunden, Sieden bilateral 0; rechtes Auge: rechts unverändert, links 0; linkes Auge: rechts Klingen schwächer, Sieden unverändert, links kein Geräusch. Grün, binocular und monocular: Klingen verstummt, Sieden geschwächt. Blau, binocular: Klingen = 0, Sieden sehr schwach und nach hinten; rechtes Auge: rechts etwas Klingen, Sieden nach oben, links Klingen und Sieden = 0; linkes Auge: rechts Klingen 0, Sieden dagegen heftiger, das subj. Hörfeld verbreitert bis zur Mittellinie des Kopfes. Violett, binocular: rechts Klingen „beängstigend“ dumpf und gegen Ohreingang gerückt, Sieden geschwächt, links keine Veränderung; rechtes Auge: bilateral geschwächte subj. Geh.; linkes Auge: rechts unverändert, links geschwächt.

12. Rechts und links Sausen, besonders rechts. Binoculäre Verdunklung schwächt das Sausen bilateral; Verschluss des rechten Auges verstärkt und erhöht das Sausen rechts, schwächt und vertieft es links. Untersuchungen über die Reactionszeit, nämlich die Zeit, welche zum Eintritt der auffälligen Veränderungen der subj. Geh. nöthig ist, ergeben folgendes: Nach Verschluss der Augen, sowie nach Vorhalten der verschiedenen Farbensgläser vor den Augen erscheinen die subj. Geh.: Bei binoculärem Verschlusse rechts in 3 Sekunden heller, links in 5 Sek. dumpfer; bei Verschluss des rechten Auges, rechts in 5 Sek. heller, links in 8 Sek. dumpfer; bei Verschluss des linken Auges rechts in 3 Sek. heller, links in 5 Sek. dumpfer.

Roth, binoculär:	rechts	in	4	Sek.	heller,	links	in	7	Sek.	dämpfer
rechtes Auge:	"	"	4	"	"	"	"	8	"	"
linkes Auge:	"	"	4	"	"	"	"	7	"	"
Gelb, binoculär:	"	"	5	"	"	"	"	15	"	"
r. Auge:	"	"	3	"	"	"	"	8	"	"
l. Auge:	"	"	7	"	"	"	"	4	"	"
Grün, binoculär:	"	"	3	"	"	"	"	5	"	höher
r. Auge:	"	"	3	"	"	"	"	7	"	"
l. Auge:	"	"	3	"	"	"	"	7	"	"
Bla u, binoculär:	"	"	4	"	"	"	"	9	"	"
r. Auge:	"	"	3	"	"	"	"	7	"	"
l. Auge:	"	"	3	"	"	"	"	3	"	"
Violett, binoculär:	rechts	in	4	Sek.	heller,	links	in	10	Sek.	dämpfer u. stärker.
r. Auge:	"	"	5	"	"	"	"	7	"	"
l. Auge:	"	"	7	"	"	"	"	5	"	"

Vergleichsweise Prüfungen über den Einfluss, den eine bestimmte Farbe auf subjektive und objektive Gehörsempfindungen ausübt lieferten, an derselben Versuchsperson häufig vollständig differente Resultate. Dieselbe Farbe, die auf subj. Geh. beruhigend einwirkt, kann für objektive Töne eine Perzeptionssteigerung herbeiführen und umgekehrt.

Aehnlich den durch die verschiedenen Erkrankungen des Gehörorganes hervorgerufenen subj. Geh. können auch die durch den constanten Strom ausgelösten Klangempfindungen, im Momente von Licht oder Farbeneinwirkungen auf die Augen eine Aenderung erleiden, u. z. bald eine Vermehrung, bald eine Verminderung. Eine bestimmte Farbe kann hierbei an verschiedenen Versuchspersonen bald in dem einen, bald in dem anderen Sinne einwirken.

Bezüglich des Einflusses der Licht- und Farbeneinwirkungen auf den Geruchssinn ergaben die Untersuchungen zumeist unsichere und unverlässliche Resultate; nur in einzelnen Fällen wurde theils eine Verminderung, theils eine Vermehrung der Geruchsinintensität bei Verschluss der Augen und Einwirkung der verschiedenen Farben angegeben. In einem Versuchsfalle trat bei Verschluss der Augen und unter dem Einflusse aller Spectralfarben eine Steigerung des Geruches ein, wobei derselbe gleichzeitig einen scharfen unangenehmen Charakter annahm. In anderen Fällen erfolgte eine Steigerung der Geruchsempfindungen durch Lichteinwirkung auf die Augen, ferner durch einzelne Farben, wie z. B.

durch Roth und Grün, indess bei anderen Farben eine Abschwächung der Empfindungsintensität eintrat.

Die Geschmacksempfindungen werden durch Licht und Farben in manchen Fällen in auffälligem Grade beeinflusst; geringere Veränderungen geben sich häufig zu erkennen. Der Lichteinfluss erweist sich meistens als erregend, die Abdunklung als abschwächend, zuweilen für eine bestimmte Geschmacksart in auffälligerem Grade als für die übrigen Geschmacksarten. Aehnliche Verschiedenheiten ergeben auch die mit den einzelnen Farben angestellten Prüfungen, wobei manche Farben eine Steigerung, andere eine Herabsetzung aller oder nur einzelner Geschmacksarten hervorrufen; mitunter tritt eine scheinbare qualitative Geschmacksänderung unter dem Einflusse einer bestimmten Farbe ein. Mit der Steigerung der Geschmacksempfindungen geht nicht selten eine Verbreiterung des Geschmacksfeldes einher, so zwar, dass die betreffende Versuchsperson unter dem Licht- oder Farbeinflusse eine Geschmacksempfindung an Stelle der Zunge und des Gaumens wahrnimmt, an denen vorher eine Geschmacksempfindung entweder bereits erloschen war, oder überhaupt nicht beobachtet wurde. Umgekehrt giebt sich gleichzeitig mit einer Verminderung der Geschmacksempfindungen zuweilen eine Einengung des Geschmacksfeldes zu erkennen.

Beispiele:

1. Süß wird durch Roth und besonders durch Grün gesteigert, herabgesetzt durch Gelb und Blau. Violett ist indifferent. Salziger Geschmack gesteigert durch Roth und besonders Grün, herabgesetzt durch Gelb, Blau und Violett. Sauer gesteigert durch Roth und besonders Grün, etwas durch Violett, herabgesetzt durch Gelb und Blau. Bitter gesteigert durch Roth, Gelb und besonders durch Grün, herabgesetzt durch Blau und Violett. Die süsse Geschmacksempfindung erfährt durch Grün eine Verbreiterung der Geschmacksempfindung gegen die Zungenspitze; unmittelbar nach Entfernung der grünen Glastafel von den Augen erfolgt eine Verminderung der Geschmacksintensität und ein Zurückweichen des Geschmacksfeldes von der Zungenspitze gegen das mittlere Drittel der Zunge. Unter dem Einflusse des rothen Lichtes erstreckt sich der bittere Geschmack vom hinteren Zungendrittel gegen die vordere Zungenhälfte und kehrt nach Entfall des rothen Lichtes wieder gegen das hintere Zungendrittel zurück; Roth erzeugt ferner eine vermehrte Speichelabsonderung.

2. Süß vermehrt durch alle Farben, besonders durch Grün; salziger Geschmack durch Violett und Grün besonders gesteigert, wobei an der Zungenspitze ein Brennen auftritt, schwächer erscheint die Steigerung

des salzigen Geschmacks durch Blau, vermindert ist derselbe durch Roth und Gelb; nach Entfernung der gelben Farbentafel von den Augen tritt regelmässig ein Brennen an der Zungenspitze ein, das sonst daselbst nicht beobachtet wird. Sauer gesteigert durch alle Farben, am meisten durch Blau, am wenigsten durch Violett; Grün erregt gleichzeitig Brennen an der Zungenspitze. Bitter gesteigert durch alle Farben, besonders durch Gelb und vor Allem durch Grün.

3. Bitterer Geschmack erhöht durch Lichteinwirkung und Roth, vermindert durch Bedecken der Augen, noch mehr durch Blau, etwas durch Gelb und Grün.

4. Bedecken der Augen sowie alle Farben schwächen sämtliche Geschmacksempfindungen; beim salzigen Geschmack erfolgt dabei gleichzeitig ein Zurückweichen des Geschmacksfeldes von der Zungenspitze gegen das mittlere Zungendrittel. Der bittere Geschmack erfährt die geringste Schwächung durch Roth, die intensivste durch Blau.

5. Süß erhöht durch Grün, etwas durch Violett, vermindert durch Gelb und Blau; Roth ist indifferent. Salz. Geschmackssteigerung durch Roth, Grün, Blau, Herabsetzung durch Gelb und Violett. Sauer gesteigert durch Roth und Grün, herabgesetzt durch Gelb und Violett, Blau bleibt indifferent. Bitter, gesteigert durch Roth, Gelb, Blau und Violett; Grün ist indifferent.

Die durch den constanten Strom erregte Geschmacksempfindung kann gleich allen übrigen electricischen Reactionserscheinungen unter den verschiedenen Licht- und Farbeneinwirkungen eine Veränderung erleiden.

Unter 5 darauf geprüften Fällen wurde der Anodengeschmack durch Roth in 2 Fällen gesteigert, in 3 Fällen vermindert; durch Gelb 2 mal gesteigert, 2 mal vermindert, 1 Fall blieb unverändert; durch Grün desgleichen wie Gelb; durch Blau 1 mal gesteigert, 3 mal vermindert, 1 mal nicht verändert; durch Violett 1 mal gesteigert, 1 mal vermindert, 3 mal nicht verändert.

Gleich den übrigen Sinnesempfindungen zeigen sich auch an den Tast- und Temperaturempfindungen von Licht- und Farbeneinflüssen abhängige Intensitätsschwankungen. Das an verschiedenen Körperstellen z. B. mittelst eines Haares erregte Kitzelgefühl erfährt durch Bedecken der Augen häufig eine Abschwächung, wobei die Kitzelempfindung selbst ganz zurücktreten kann, indess beim Oeffnen der Augen mit der Lichteinwirkung wieder die frühere Intensität der Kitzelempfindung zurückkehrt, selten giebt sich das umgekehrte Verhalten zu erkennen. Verschiedene Farben wirken ungleich ein und dieselbe Farbe ergibt an den verschiedenen Versuchspersonen nicht selten einander ganz entgegengesetzte Resultate.

Beispiele:

1. Verschluss der Augen schwächt die mittelst eines Haares an Gesicht und Stirn erregte Kitzelempfindung, so auch Violett; indifferent erweisen sich Roth und Grün, erregend dagegen Gelb und Blau.

2. Augenverschluss schwächt die Kitzelempfindung, so auch Gelb, noch mehr Blau, am meisten Violett; verstärkend wirkt Roth, indifferent bleibt Grün.

3. Augenverschluss steigert die Kitzelempfindung, desgleichen Gelb, Grün und Violett; Roth vermindert die Kitzelempfindung, Blau zeigt sich indifferent.

Bezüglich der Temperaturempfindungen lehrten die Versuche, dass die durch Eintauchen der Hand in kaltes bzw. warmes Wasser hervorgerufene Kälte- bzw. Wärmempfindung durch Abdunklung des Gesichtsfeldes und plötzliche Erhellung desselben eine Aenderung erleidet, wobei Lichteinwirkung gewöhnlich erregend einwirkt. Viel deutlicher pflegen die Veränderungen der Temperaturempfindungen durch die verschiedenen Farben herbeigeführt zu werden u. z. bald als Steigerung der jedesmaligen Temperaturempfindung von kalt und warm, bald als scheinbare Temperaturzunahme oder Abnahme sowohl für kalt als warm. Im ersten Falle erscheint also unter einem bestimmten Farbeinflusse z. B. kaltes Wasser kälter, warmes Wasser wärmer, im letzteren Falle dagegen kaltes sowie warmes Wasser wärmer bzw. kälter.

Beispiele:

1. Die Hand ist in kaltes Wasser getaucht, wobei die Finger in steter Bewegung sind, da auf diese Weise Aenderungen in den Temperaturempfindungen deutlicher hervortreten als bei im Wasser ruhig verweilender Hand. Das Kältegefühl wird durch Roth und Grün bedeutend gesteigert, durch Blau, Violett und am wenigsten durch Gelb geschwächt.

Die durch Eintauchen der Hand in heisses Wasser erregte Wärmeempfindung wird durch Roth- und Grün, sowie durch intensivere Beleuchtung der Augen erhöht; dagegen vermindert durch Blau und Violett. Die durch Bedecken der Augen herabgesetzte Wärmeempfindung erfährt eine weitere Verminderung, wenn den Augen gleichzeitig mit Entfernen der sie bedeckenden Hand eine blaue Glasplatte vorgesetzt wird.

2. Kälteempfindung wird durch Blau und durch Violett herabgesetzt, so dass der Eindruck einer plötzlichen Erwärmung des Wassers entsteht; Roth und besonders Grün erhöhen die Kälteempfindung; Gelb erweist sich als indifferent. Wärmeempfindung erleidet durch Licht und alle Farben eine Steigerung.

3. Kälteempfindung wird nur gesteigert durch Gelb, die übrigen Farben sind indifferent. Wärmeempfindung erscheint gesteigert durch Gelb, Blau und Violett, herabgesetzt durch Grün, nicht verändert durch Roth.

Mit den soeben geschilderten Veränderungen der Temperaturempfindungen treten auch Verschiedenheiten in den besonders durch Hitze erregten Schmerzempfindungen auf. Wie ich an mir selbst beobachtete wird bei Eintauchen der Finger in sehr warmes Wasser das an den Fingerspitzen auftrende schmerzhaftes Brennen durch Verschluss der Augen und bei mir noch mehr durch Gelb und Blau gemildert, ja zuweilen vollständig aufgehoben, indess in umgekehrtem Sinne eine Vermehrung des Schmerzes durch intensive Lichteinwirkung und zuweilen bis zur Unerträglichkeit durch Roth und Grün erfolgt; in anderen Fällen erweisen sich wieder andere Farben von Einfluss auf die Verminderung bzw. Vermehrung der Schmerzempfindungen.

Aus allen den hier mitgetheilten Beobachtungen über den Einfluss der Farben auf die verschiedenen Sinnesempfindungen¹⁾ tritt der mannigfache Unterschied hervor, den eine bestimmte Farbe auf die Empfindungsintensität verschiedener Versuchspersonen nehmen kann, wobei zuweilen den Complementärfarben eine übereinstimmende Wirkung zukommt, so z. B. Roth und Grün eine Steigerung, Gelb und Blau dagegen eine Herabsetzung der Sinnesempfindungen, ohne dass sich jedoch diesbezüglich eine Regel aufstellen liesse, da, wie aus den angeführten Beispielen ersichtlich ist, Roth und Grün auch empfindungsschwächend, Gelb und Blau dagegen erregend einzuwirken vermögen, oder wieder Roth und

1) Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass bei den oben angeführten Prüfungen mit den verschiedenen Farben die Einwirkung auf die Sinnesempfindungen durch die Farbe selbst und nicht etwa durch die dabei stattfindende Veränderung der Beleuchtungsintensität des Gesichtsfeldes zu Stande kam. Dafür spricht die Thatsache, dass häufig eine das Gesichtsfeld verdunkelnde Farbe, wie an meinen Tafeln vor Allem Blau, in gleicher Weise wirkt, wie eine andere das Gesichtsfeld erhellende Farbe, wie besonders Gelb, indess die übrigen Farben theils erregend, theils die Empfindungen schwächend einwirken können; es übt ferner zuweilen nur eine bestimmte Farbe auf die Empfindungsintensität einen Einfluss aus, während die übrigen Farben indifferent bleiben, oder es zeigt sich diese Erscheinung nur bei einer aufhellenden und einer anderen verdunkelnden Farbe, bei den anderen Farben dagegen nicht; dieselbe Farbe ergiebt weiteres an verschiedenen Personen ein sehr wechselndes Verhalten; endlich wäre noch zu bemerken, dass mitunter eine Beschattung des Gesichtsfeldes gar keinen und häufig einen viel geringeren Einfluss auf die Veränderungen der Sinnesempfindungen nimmt, wie die verschiedenen Farben.

Gelb gleichsinnig und entgegengesetzt von Grün und Blau erscheinen können.

Bezüglich der Einwirkung gewisser Farben auf die Organismen liegen bereits vielfache Beobachtungen vor, welche die oft mächtige Beeinflussung der Organismen durch Licht und bestimmte Farben deutlich erkennen lassen¹⁾. In höchst auffälliger Weise zeigt sich dies unter Anderem an Batrachier-Larven, die unter der Einwirkung verschieden farbiger Gläser oder gefärbter Flüssigkeiten durch längere Zeit verweilen. An einer derartigen von Herrn Prof. Schenk²⁾ vorgenommenen Versuchsreihe überzeugte ich mich, dass die unter dem Einflusse des rothen Lichtes sich entwickelnden Batrachier-Larven die lebhaftesten Bewegungen aufwiesen, indess die unter Blau befindlichen Thiere träge, ohne Bewegung erschienen; zuweilen musste an diesen letzteren das Leben erst nachgewiesen werden durch das Vorhandensein der Circulation im Schwanztheile.

III. Einfluss der Geruchsempfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Unter allen Sinnesprüfungen ergaben die Versuche mit den Geruchsempfindungen die unverlässlichsten Resultate, wenngleich von einzelnen Versuchspersonen über den Einfluss der Geruchsempfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen ganz bestimmte

1) Göthe hebt in seiner Farbenlehre bereits den Einfluss der Farben auf die Gemüthsstimmungen hervor. P onza (Annal. méd. psychol. 1876), veranlasst durch die günstigen Resultate, die ein englischer Kapitain mit dem violetten Lichte betreffs des Wachsthums pflanzlicher und thierischer Organismen erzielte, stellte zuerst an Geisteskranken Versuche mit rothem und blauem Lichte an, wobei er Blau als beruhigend, Roth als erregend kennen lernte. Einzelne Fälle von beruhigender Wirkung des blauen Lichtes beobachtete auch Schlager (s. Wien. Allg. medic. Zeit. 1880 u. 1881); vergl. ferner die von Schlager citirten Abhandlungen von Becquard (La lumière ses causes et ses effets, Paris 1868; Edwards (De l'influence des agents phys. sur la vie 1829); Brown-Sé quard (Influence des agents phys. sur le développement etc., Journ. Br. S. S. 1859, 1863); Auerbach (Centr. f. d. m. W. 1870); Erlenmeyer (Corresp. f. Psych. u. gerichtl. Psychiatrie 1877), welcher Autor Davier (The photochrom. treatment of Insanity, Journal of med. Scienc. 1877) citirt; Taguet (Annal. med. psych. 1876).

2) Schenk, Mitth. a. d. embryolog. Institut in Wien 1880, H. IV.

Beobachtungen angestellt werden konnten. Es zeigte sich dabei, dass die verschiedenen, besonders die stärkeren Geruchsempfindungen auf die Gehörsempfindungen meistens erregend einwirken, auf subjektive Gehörsempfindungen beruhigend, zuweilen erregend; die verschiedenen Farbenempfindungen erfahren dabei bald eine Vermehrung, bald eine Verminderung ihrer Intensität, gleich den Geschmacks- und Tastempfindungen, welche beiden letztere in der Mehrzahl der Versuchspersonen im Momente der Geruchsempfindung eine Steigerung aufwiesen.

IV. Einfluss der Geschmacksempfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Geschmacksempfindungen wirken auf die übrigen Sinne in vielen Fällen erregend, zuweilen abschwächend ein. Besonders deutlich zeigte sich an vielen Versuchspersonen eine derartige Beeinflussung an den Licht- und Farbenempfindungen; diese können durch schwache Geschmacksempfindungen vermindert, durch starke vermehrt werden, indess ein andermal keine Veränderung der Sehempfindungen erfolgt. Eine bestimmte Geschmacksart erweist sich zuweilen besonders erregend für Licht- und Farbenempfindungen, zuweilen nur für eine bestimmte Farbe.

Beispiele:

1. Salz, Sauer und Süß verdunkeln bei schwacher Einwirkung alle Farbenfelder, wobei besonders während der salzigen Geschmacksempfindung das blaue Feld als Schwarz erscheint; starke Geschmacksempfindungen von Salz, Sauer und Süß rufen dagegen eine Erhellung der Farbenfelder hervor. Bitter erregt die Farbenempfindungen in besonders auffälliger Weise, so dass dabei früher nicht erkennbare Farbenfelder nunmehr deutlich wahrnehmbar sind.

2. Bei vergleichweiser Einstellung eines rothen und blauen Farbenfeldes findet während einer saueren Geschmacksempfindung für Roth und Blau eine gleich starke Aufhellung statt; Bitter bewirkt dagegen ein besonderes Hervortreten von Blau bis zur Abnahme des bitteren Geschmackes, womit wieder Roth und Blau in gleicher Intensität erscheinen.

3. Schwache Geschmacksempfindungen ausser Bitter verdunkeln die Farbenfelder, stark erhellen diese.

4. Von den chromatoptometrischen Tabellen des Dr. Bull, die aus 10 übereinander gelagerten und in ihrer Intensität stufenweise abnehmenden Farbenfeldern bestehen, erkennt die betreffende Versuchsperson nur die mit gesättigteren Farben ausgeführten unteren 3 Reihen; Süß lässt die nächst

obere 4. Reihe hervortreten, Salz die 5. Reihe und Essig noch zwei weitere Reihen, nämlich die 6. und 7. Reihe. Entgegen dem gewöhnlichen Verhalten erweist sich Chinin als schwach erregend u. z. ähnlich der süßen Geschmacksempfindung.

5. Von den „Pseudo-isochromatischen Tafeln für die Prüfung des Farbensinnes“ von Dr. Stilling wird in Tafel I die aus rothen Feldern gebildete Zahl 5 nicht wahrgenommen. Erregungen von Gehörs-, Geruchs- und Temperaturempfindungen rufen nur eine unbedeutende Aufhellung des Gesichtsfeldes hervor; das Aufträufeln einiger Tropfen einer Chininlösung auf die Zunge lässt dagegen im ersten Momente ihrer Einwirkung die Zahl 5 deutlich hervortreten.

V. Einfluss der Tast- und Temperatur-Empfindungen auf die übrigen Sinnesempfindungen.

Ueber den Einfluss, den eine Erregung sensitiver Trigeminasfasern auf die verschiedenen Sinne zu nehmen vermag, habe ich bereits eine Reihe von Versuchen mitgetheilt¹⁾. Es erübrigt nur zu bemerken, dass eine Irritation der sensitiven Nerven im Allgemeinen die bereits geschilderten Veränderungen in den verschiedenen Sinnesempfindungen auszulösen vermag. Aus meinen diesbezüglichen neuen Untersuchungen möchte ich einige Beobachtungen betreffs der Farbenempfindungen besonders hervorheben:

1. Ein blaues und ein rothes Farbenfeld werden gleich deutlich gesehen; unmittelbar nach dem Eintauchen mehrerer Finger in kaltes Wasser hebt sich die Perception für Roth mehr als für Blau und sinkt nach Erwärmung der Finger wieder auf die frühere Intensitätsstufe hinab.

2. Unter den verschiedenen Farbenfeldern wird Gelb nicht wahrgenommen; beim Eintauchen der Finger in kaltes Wasser tritt das gelbe Farbenfeld deutlicher hervor und schwindet wieder einige Sekunden, nachdem die Finger aus dem Wasser herausgehoben sind.

3. Kälte- weniger Wärmeeinwirkung auf Hand, Hals oder Gesicht ruft eine gleichmässige Steigerung der Farbenempfindungen hervor, die mit Entfall der Temperatureinflüsse wieder schwindet.

Eigenthümlich gestalten sich die Wechselwirkungen zwischen Tast- und Temperaturempfindungen, indem an vielen Versuchspersonen durch intensive Kälte- oder Wärmeeinwirkung auf eine Körperstelle die Tastempfindlichkeit an einer anderen, von der ersteren entfernten Körperstelle herabgesetzt wird, indess eine Er-

1) S. Pflüger's Arch. 1883, Bd. 30 S. 129.

regung des Tastsinnes die Temperaturempfindungen häufig erhöht und seltener vermindert. So erleidet z. B. eine am Gesichte erregte Kitzelempfindung unmittelbar nach dem Eintauchen der Finger in sehr kaltes oder heisses Wasser eine zuweilen so beträchtliche Abnahme, dass dabei die Kitzelempfindung selbst ganz zurücktritt; wenn man dagegen die Hand in sehr kaltes oder sehr warmes Wasser taucht und dabei die Finger stets bewegt, so tritt im Momente einer Kitzelerregung z. B. an der Stirne in vielen Fällen eine Steigerung der Temperaturempfindung ein, so zwar, dass nunmehr das kalte Wasser kälter, das warme wärmer erscheint. Manchmal giebt sich eine Temperaturveränderung in anderer Weise zu erkennen, indem z. B. infolge einer Kitzelerregung eine scheinbare Temperaturerhöhung sowohl für warmes als auch für kaltes Wasser, oder wieder eine Temperaturerniedrigung ebenfalls für kaltes und warmes Wasser erfolgt; in einzelnen Fällen fand eine Abnahme der Wärmeempfindung und der Kälteempfindung statt.

Aus allen den hier angeführten Beobachtungen tritt der Einfluss einer Sinneserregung auf die übrigen Sinnesempfindungen als allgemein giltiges physiologisches Gesetz deutlich hervor. Dieser Einfluss zeigt sich einerseits abhängig von dem Sinnesgebiete von dem er ausgeht, nicht selten auch verschieden je nach der Intensität der ursprünglich erregten Sinnesempfindung, andererseits weist er individuelle Verschiedenheiten auf, wobei zuweilen an derselben Versuchsperson wiederholt angestellte Prüfungen verschiedene Resultate ergeben. Ich möchte noch besonders hervorheben, dass träge reagirende Individuen zuweilen auf die Versuche durch einige Zeit eingeübt werden müssen, um an ihnen auffälligere Reactionserscheinungen zu erhalten und dass ferner die Reactionsstärke zu verschiedenen Zeiten an demselben Individuum eine sehr verschiedene sein kann.

Der Nachweis vom physiologischen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Sinnesempfindungen vermag wohl einiges Licht auf die Entstehung der Eingangs erwähnten Doppelempfindungen zu werfen. Immerhin besteht zwischen den hier mitgetheilten Wechselwirkungen und den sogenannten Doppelempfindungen der wesentliche Unterschied, dass es sich bei den letzteren um frei eintretende rein subjektive Empfindungen handelt, indess meine Beobachtungen die Veränderung objektiver Sinnesempfin-

dungen betreffen. Durch ein einfaches Verfahren ist es mir schliesslich gelungen, das allgemeine Vorkommen der von Nussbaumer geschilderten Doppelpfindungen nachzuweisen: Wenn man eine Versuchsperson auf eine weisse oder graue Fläche z. B. auf einen Bogen weissen Papiers blicken und Stimmgabeltöne auf ein Ohr kräftig einwirken lässt, so erscheinen binnen kurzer Zeit bei den meisten Versuchspersonen anfänglich graue Streifen, Linien oder Flecken am Papier, die gewöhnlich rasch vorüberziehen; kurz nach dem Auftreten dieser Erscheinung geben sich an einer oder mehreren Stellen der weissen Fläche farbige Punkte, Flecke oder Streifen zu erkennen, die ebenfalls schnell vorüberziehen¹⁾ und wieder auftauchen; mitunter zeigt das ursprünglich weisse Gesichtsfeld in grösserer Ausdehnung eine bestimmte Farbe, ja es kann sich diese über die ganze weisse Fläche verbreiten. Die zuerst erschienene subjektive Farbe bleibt entweder während der ganzen Versuchsdauer unverändert, oder sie geht, und zwar in der Mehrzahl der Fälle, in andere Farben über. Unter meinen Versuchspersonen trat am häufigsten Gelb und Roth auf, gewöhnlich Gelb vor Roth; an vielen Individuen, darunter an mir erscheinen gleichzeitig mehrere oder sämtliche Spectralfarben, welche letztere als Regenbogenstreifen, zuweilen an verschiedenen Stellen gleichzeitig auftauchen. Die einmal erregten Farbenempfindungen dauern spontan individuell verschieden lange, oft durch mehrere Minuten hindurch an und nehmen hierauf langsam ab, werden aber durch eine schwache Sinneserregung wieder auffällig verstärkt. Setzt man den Augen während dieser Farbenercheinungen irgend ein farbiges Glas vor, so zeigt sich das Gesichtsfeld unbeeinflusst von der subjektiven Farbe entsprechend gefärbt, nach Wegnahme der Farbentafel von den Augen ist die subjektive Farbe gewöhnlich verschwunden, taucht aber meistens binnen einiger Sekunden wieder auf; auch der Anblick einer beliebigen objektiven Farbe

1) In einem Falle erschien die Richtung, in der sich ein rothes Photismos bewegte, abhängig von dem Auge, mit dem die Untersuchung stattfand u. z. sah jedesmal das rechte Auge das Photismos von rechts nach links, das linke Auge von links nach rechts über die Papierfläche vorüberfliegen; beim binoculären Sehen zeigte sich in der Mitte des Gesichtsfeldes ein unbeweglich bleibender rother Fleck. In einem anderen Falle sah das rechte Auge einen grünen Streifen nach links und gleichzeitig einen grauen Streifen nach rechts ziehen.

unterdrückt in der Regel das subjektive Farbenbild für einige Sekunden, gleichgültig ob die der subjektiven Farbe entsprechende objektive Farbe betrachtet wurde oder irgend eine andere Farbe.

Die Intensität der hier geschilderten Photismen ist individuell sehr verschieden und auch an denselben Versuchspersonen zu verschiedenen Zeiten nicht immer gleich. In einzelnen Fällen sind Photismen überhaupt nicht hervorzurufen; doch können wiederholt vorgenommene Versuche manchmal ein positives Resultat ergeben. Es ist diesbezüglich zu bemerken, dass die Photismen zuweilen nur von dem einen Ohr auslösbar sind und selbst bei kräftiger Schalleinwirkung auf das andere Ohr nicht hervortreten; im Verlaufe eines Versuches kann sich dabei eine Art Transfert-Erscheinung zu erkennen geben, indem die Photismen eine Zeit lang z. B. nur vom rechten Ohr, später ausschliesslich vom linken Ohre ausgelöst werden können, hierauf wieder nur von der rechten Seite aus u. s. w. An einigen Personen traten solche Wechselercheinungen betreffs verschiedener Farben ein, so zwar, dass beispielsweise einmal ein gelbes Photismos nur vom rechten Ohre, ein rothes nur vom linken Ohre aus erregt zu werden vermochte, während später umgekehrt die Gehörserregung am rechten Ohre ein rothes, am linken Ohre ein gelbes Photismos hervorrief. Manchmal ist nur von dem einen Ohr aus ein gefärbtes Photismos zu erzeugen, indess vom anderen Ohre aus gar keines oder nur ein graues hervorgerufen werden kann. In Fällen von schwer zu entwickelnden Photismen sind die Stimmgabeltöne, besonders höhere, beiden Ohren gleichzeitig durch mehrere Sekunden kräftig zuzuführen, wobei sich auch das Aufsetzen einer sehr stark schwingenden Stimmgabel an die Kopfknochen als wirksam erweist. Ein mattes, nicht glänzendes Gesichtsfeld, sowie kleine Unebenheiten an diesem begünstigen das Auftreten der Photismen und zwar entwickeln sich im letzteren Falle die subjektiven Farbenercheinungen gewöhnlich zuerst an den Unebenheiten; verstärkt werden die Photismen merkwürdiger Weise sehr häufig durch Ausschluss eines Auges von dem Sehakte und durch möglichst geringe Accommodation. An anderen Versuchspersonen genügen schwache Töne, um den Beginn der Photismen einzuleiten, die sich dann, ohne weiteren äusseren Impuls, von selbst immer intensiver, an manchen Individuen durch eine beliebig lange Zeit, entwickeln; eine oder die andere Farbe kann dabei von einer aussergewöhnlichen Intensität und in einem

Toncharakter erscheinen, wie, nach⁷ der Behauptung einzelner Versuchspersonen, derartige Farbenercheinungen objektiv nicht aufzutreten pflegen.

Ausser den Gehörsempfindungen vermag auch eine Erregung von Geruchs-, Geschmacks-, Tast- und Temperaturempfindungen Photismen auszulösen, ja diese können ohne besondere äussere Veranlassung anscheinend spontan eintreten, vielleicht durch den Schakt selbst erregt. An vielen Personen, darunter auch an mir, erscheinen nämlich auf einer den Augen vorgehaltenen weissen oder grauen Fläche, gewöhnlich binnen einer Minute subjektive Farbbilder, manchmal von derselben Intensität wie die Gehörs- und die durch die anderen Sinnesempfindungen erregten Photismen; ein andermal wieder bleiben die erst erwähnten Photismen in sehr geringer Intensität und erfahren erst durch weitere Sinneserregungen, besonders durch Gehörseindrücke eine auffällige Steigerung.

Beispiele:

1. Ein hoher Stimmgabelton ruft bei seiner Einwirkung auf das rechte Ohr ein gelbes Photismos, links ein graues hervor; desgleichen ein tiefer Ton; 3 Minuten später bewirkt ein hoher Ton nur graue Photismen, ein tiefer Ton vom rechten Ohr aus graue, vom linken gelbe Photismen, also umgekehrt wie bei dem früheren Versuche; 2 Minuten später sind sowohl rechts als links nur graue Photismen zu erregen, nach weiteren 3 Minuten ergibt eine Gehörserregung am rechten Ohr ein graues, am linken Ohr ein gelbes Photismos, das allmählich in Roth übergeht; durch 2 Minuten bleibt Roth vorherrschend und wird im Momente des Ablassens sowohl vom rechten als linken Ohr aus leicht wieder verstärkt, besonders durch hohe Töne; plötzlich vermögen hohe Töne das Verschwinden der subjektiven rothen Farbe nicht aufzuhalten, wohl aber noch tiefe Töne; später wirken wieder nur hohe und nicht tiefe Töne erregend ein. Auffällig in diesem Falle zeigt sich der schwankende Einfluss, den einerseits bald das rechte, bald das linke Ohr, andererseits einmal tiefe, ein andermal hohe Töne auf die Entstehung farbiger Photismen nehmen. Diese Erscheinung erinnert an die subjektiven Schwankungen, die an beiden Ohren betreffs der Intensität von acustischen Empfindungen stattfinden (s. dieses Archiv Bd. 27 S. 436).

2. Hohe und tiefe Stimmgabeltöne erregen am rechten Auge rosaroth, am linken Auge graue Photismen.

3. Vom rechten Ohr aus entstehen regenbogenfarbige Photismen, vom linken schwerhörigen Ohr selbst bei kräftiger Tonzuleitung keine Photismen; beim Ansetzen der tönenden Stimmgabel an die Kopfknochen erscheinen schwarze Flecke am vorgehaltenen weissen Papiere.

4. Nach Zuleitung eines tiefen Tones zu beiden Ohren erfolgt eine

zunehmende Erhellung des weissen Gesichtsfeldes, worauf dasselbe allmählich ganz roth erscheint; die rothe Farbe wird auch an den grauen Wandflächen des Zimmers beobachtet. Sobald jedoch die Versuchsperson auf irgend eine objektive Farbe sieht und hierauf wieder die weisse Papierfläche betrachtet, ist das rothe Photismos verschwunden, tritt jedoch nach einigen Sekunden in zunehmender Intensität wieder auf.

5. Hohe und tiefe Töne erzeugen röthliche Photismen; Geschmacks- und Tastsinnerregungen rufen sämtliche Spectralfarben in Streifenform hervor.

6. Einige Sekunden nach Applikation einiger Essigtropfen auf die Zunge tritt eine scheinbare gelbe Färbung der weissen Papierfläche auf, die allmählich in Roth, Blau und schliesslich in intensives Violett übergeht, womit die Photismenerscheinung langsam abklingt.

Mit dem Nachweise physiologisch auftretender Photismen ist meiner Ansicht nach die Erklärung für die Eingangs erwähnten Doppelempfindungen von selbst gegeben, u. z. sind die durch Gehörs-, Geruchs-, Geschmacks- und Tastempfindungen, ja durch den Sehakt allein ausgelösten subjektiven Farbenerscheinungen nunmehr als rein physiologische aufzufassen. Für ein besonderes Phänomen ist in den Fällen von Nussbaumer u. A. nicht das Auftreten der Photismen überhaupt, sondern nur das durch bestimmte Töne veranlasste auffallend starke Hervortreten einer bestimmten Farbe zu betrachten, während sich sonst die subjektive Erscheinung einer Farbe, oder einer Reihe auf einander folgender Farben oder auch sämtlicher Spectralfarben gleichzeitig, nur unter besonders günstigen Umständen bezw. unter einer besonderen Versuchsordnung zu zeigen pflegt und dabei den verschiedenen Tönen gewöhnlich nicht besonders auffällig verschiedene Photismen zukommen.
