

**Fachbereich Kunst/Musik der Fakultät Linguistik und Literaturwissenschaft  
der Universität Bielefeld**

## **Klingt Gelb höher als Blau?**

*Über Sinn und Un-Sinn der Verwendung von Farb-Ton-Analogien in  
musikdidaktischen Unterrichtsmaterialien*

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Philosophie  
(Dr. phil.)

vorgelegt von Leiding, Jan  
aus Bielefeld

Erstgutachter:	Prof. Dr. Bernd Clausen
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Robert Lang
Dekan:	Prof. Dr. Rüdiger Weingarten

Bielefeld, 2008

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	5
<b>1. Definition: Analogie von Farbe und Ton</b>	11
<b>2. Das Phänomen der Farben</b>	13
2.1 Farbe aus physikalischer Sicht	14
2.1.1 Primär- und Sekundärfarben	16
2.2 Farbenlehren – die qualitative Seite	18
2.3 Die Farb-Helligkeit	21
<b>3. Ton und Tonhöhe – multidimensionale Parameter</b>	23
<b>4. Farb-Ton-Analogien: Ein kategorialer Betrachtungsansatz</b>	27
4.1 Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: Modelle der Sphärenharmonie oder einer höheren Ordnung	30
4.1.1 Die Farbe-Ton-Harmonie des Aristoteles	30
4.1.2 Athanasius Kircher: Sphärenharmonie	33
4.2 Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: Ästhetische Äquivalenzen zwischen Farbe und Ton	34
4.2.1 Marin Cureau de la Chambre: 'Harmonie des Couleurs'	35
4.2.2 Wilhelm Ostwald: Farb-Ton-Kreis	36
4.2.3 Hans Sündermann: Bezugskreis	38
4.2.4 Varia: Farbige Vokale	42
4.3 Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: Physikalische Gemeinsamkeiten	42
4.3.1 Isaac Newton: Prismenversuche	42
4.3.2 Hermann von Helmholtz: Die Analogie als Kritik an Newtons Farb-Tonzuordnung	44
4.4 Farb-Ton-Analogien und ihre künstlerisch-musikalischen Umsetzungen	45
4.4.1 Louis Bertrand Castel: Farb-Ton-Harmonien und ihre praktische Umsetzung	46
4.4.2 Christian F.D. Schubart: Analogie der Gefühlszustände	48
4.4.3 Alexander Skrjabin: Theosophie und die daraus resultierende Analogie	49
4.4.4 Alexander László: Farbempfindungen	55
4.4.5 Wassily Kandinskys „Innerer Klang“	56
4.5 Analogien zur Initiierung des künstlerisch-musikalischen Schaffensprozesses oder aus ihm resultierend	60
4.5.1 „Vertonungen“ von Gemälden	61
4.5.2 Notationssynästhesien	62
4.5.3 Michael Poast: Farbnotationen als Mittel der aleatorischen Komposition	63
4.5.4 John Cage: Aleatorische Gesangspartitur	65
4.5.5 Philippe de Vitri: Farbige Perfizierungen	67
4.6 Farb-Ton-Analogien als didaktische Komponente	69
4.6.1 Guido von Arezzo: Kolorierte Neumenschrift	69
4.6.2 Marcus Otto: Chromatisch-kodierte Alteration	70
4.6.3 D.D. Jameson: Farbige Klaviertabulatur	72
4.6.4 Fritz Dobretzberger und Johannes Paul: Colour Music	74
4.6.5 Manfred Meier: Farbnotation als Notenleselehrgang	77

4.6.6 Margrit Küntzel-Hansen: <i>Farbige Notation</i>	79
4.6.7 Meinolf Neuhäuser: <i>Relative Farb-Ton-Zuordnung</i>	81
4.6.8 Burkhard Mikolai: <i>Farbige Notationen ohne Farb-Ton-Bezug</i>	84
4.6.9 Thomas Baur: <i>„Die Trommelschule“</i>	86
4.6.10 Rainer Wehinger: <i>Hörpartitur zu György Ligetis „Artikulation“</i>	87
4.6.11 Wilfried Fischer und Erich Hansen: <i>Hörpartitur</i>	91
4.6.12 Alex Eckert: <i>Spielpartitur</i>	92
4.7 Quantitativ evaluierte Analogien	93
<b>5. Die systematische Kategorisierung von Farb-Ton-Analogien</b>	<b>96</b>
<b>6. Sinnesverknüpfungen und Synästhesie</b>	<b>108</b>
6.1 Transmodale Qualitäten	112
6.1.1 <i>Intensität</i>	115
6.1.2 <i>Helligkeit</i>	116
6.1.3 <i>Räumliche Ausdehnung und Position</i>	118
6.1.4 <i>Ton-Höhe als transmodale Qualität</i>	118
<b>7. Farb-Ton-Analogien als eine Form der Multicodierung</b>	<b>120</b>
7.1 Positive und negative Lerneffekte durch kolorierte Notenschrift	121
<b>8. Kreuzmodale Interaktionen</b>	<b>125</b>
8.1 Kongruenzeffekt und Garner-Interferenz	129
<b>9. Planung und Durchführung der Versuchsreihe</b>	<b>131</b>
9.1 Die subjektive Farbhelligkeitswahrnehmung von 6-8jährigen Kindern	131
9.1.1 <i>Der Versuchsaufbau</i>	132
9.1.2 <i>Zur statistischen Methodik</i>	133
9.1.3 <i>Ergebnisse Versuch 1</i>	134
9.1.4 <i>Interpretation der Ergebnisse</i>	135
<b>10. Untersuchung der Beeinflussung der Farbhelligkeitseinschätzung durch die Tonhöhenwahrnehmung</b>	<b>137</b>
10.1 Der Vortest zu Versuch 2	137
10.1.1 <i>Das Paradigma des Vortests</i>	139
10.1.2 <i>Problemstellungen</i>	142
10.1.3 <i>Die Ergebnisse des Vortests</i>	146
10.1.4 <i>Konsequenzen für die Durchführung des Haupttests</i>	148
10.2 Der Haupttest	150
10.2.1 <i>Zur statistischen Methodik</i>	152
10.2.2 <i>Die Ergebnisse des Haupttests</i>	154
10.2.3 <i>Interpretation der Daten</i>	156
<b>11. Die Beeinflussung der Tonhöheneinschätzung durch die Wahrnehmung subjektiver Farbhelligkeiten</b>	<b>159</b>
11.1 Der Vortest	159
11.1.1 <i>Das Paradigma des Vortests</i>	161
11.1.2 <i>Effekte und Ursachen, die sich störend auf die Ergebnisse auswirken können</i>	163
11.1.3 <i>Konsequenzen der Ergebnisse des Vortests für den Haupttest</i>	165
11.2 Der Haupttest	165
11.2.1 <i>Zur statistischen Methodik</i>	168

11.2.2 <i>Die Ergebnisse</i>	170
11.2.3 <i>Abweichungen zwischen den Statusgruppen             Mit/Ohne Musikerfahrung</i>	173
<b>12. Validität der Tests – Argumentation der semantischen Prozesse</b>	176
<b>13. Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen für die Musikdidaktik</b>	181
13.1 Diskussionen über die den Materialien zu Grunde liegenden Intentionen und deren Erfolgsaussichten	181
13.1.1 <i>Farben zur Erleichterung des Spiels vom Blatt und                 der Reproduktion</i>	182
13.1.2 <i>Farb-Ton-Analogien als Brücke zum Erlernen der                 Notenschrift</i>	184
13.1.3 <i>Die Vermittlung musikalischer Strukturen</i>	185
13.1.4 <i>Die Initiierung des kompositorischen und/oder des                 künstlerischen Schaffensprozesses</i>	187
13.2 Die Schwierigkeit der Umgehung von Inkongruenzen	187
<b>Literaturverzeichnis</b>	191
<b>Tabellenverzeichnis</b>	201
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	201
<b>Anhang</b>	206



## Einleitung

„Meine 8 ist grün, die 7 violett und die Zahlen 1 bis 3 sind weiß bis gelblich.“ Diese Bemerkung einer Freundin, die beiläufig während der Korrektur der Mathematikhausaufgaben einer Nachhilfeschülerin fiel, verwirrte mich. Auf mich wirkte die bloße Vorstellung, dass jemand Zahlen Farben zuordnete, mehr als ungewöhnlich. Als sie dann hinzufügte, dass für sie auch Töne Farben besäßen, und dass sie diese nicht nur assoziiere, sondern tatsächlich *sah*, vermutete ich zunächst einen Scherz ihrerseits. Sie lieh mir daraufhin ein Buch, das das Phänomen des Farbenhörens, das auch *audition colorée* oder Synästhesie genannt wird, auf historischer und medizinischer Ebene sehr gut zusammenfasste. Wenig später berichtete mir ein befreundeter Jazzmusiker, der explizit kein Synästhetiker war, dass sich Tonarten für ihn durchaus als Farben präsentierten. G-Dur sei auf jeden Fall eine Tonart von orangener Farbe, jedoch stünde er mit dieser Meinung bei seinen Kollegen recht allein, da die meisten anderen G-Dur eher hellblau einstufen. Denn auch „normal“-wahrnehmenden Menschen sei es offenbar möglich, Verknüpfungen zwischen Farben und Tönen herzustellen. Durch die Literaturrecherche zu dieser Thematik fiel mir eine Studie von Karl Zietz aus dem Jahre 1931 in die Hände. Zietz fand bei seinen nicht synästhetisch veranlagten Probanden Indizien dafür, dass Veränderungen ihrer Farbwahrnehmungen bei gleichzeitiger Darbietung von Sinustönen eintraten. Aus dieser Einsicht erwuchs der Wunsch, Erkenntnisse über unsere vermeintlich pan-synästhetische Farb- und Tonwahrnehmung zu sammeln.

Nun begegnen einem Musikpädagogen des Öfteren Unterrichtsmaterialien<sup>1</sup> für den Musik- und Instrumentalunterricht, in denen farbige Notationen vorkommen. Die Anwendung von Farb-Ton-Analogien mit bunt eingefärbten Notenköpfen zur dualen Darstellung der Tonhöhen scheint dabei die am weitesten verbreitete Form zu sein. Auch in Partituren finden Analogien Verwendung, die dem Hörer eines Stückes die musikalische Struktur oder auch die Instrumentierung durch

---

<sup>1</sup> Mit dem Begriff „Unterrichtsmaterialien“ sind sowohl Materialien für den schulischen Gebrauch als auch für den Einzelunterricht sowie für das autodidaktische Lernen gemeint.

farbige Darstellungen verdeutlichen sollen. Diesem Unterrichtsmaterial fällt in Hinblick auf die Erkenntnis einer vermeintlichen, allen Menschen eigenen Farb-Ton-Verknüpfung, die eine wechselseitige Wirkung aufweist, ein besonderes Forschungsinteresse zu. Denn wenn Farben auf diese Weise mit Tönen in Beziehung gesetzt werden, dann sollten doch auch hierbei messbare Wechselwirkungen auftreten. Daraus leitete sich die erste Forschungsfrage ab: Lassen sich empirisch fundierte Aussagen über den Nutzen oder Unnutzen von Unterrichtsmaterialien anstellen, die Farb-Ton-Verknüpfungen aufweisen?

Zwei Grundüberlegungen müssen der Beantwortung dieser Frage vorangestellt werden:

Bei der Sichtung der Literatur über Farb-Ton-Analogien wurde deutlich, dass eine ganzheitliche systematische Betrachtung zugunsten einer bestimmten disziplinären Herangehensweise nicht zustande kam. Häufig wurden Farb-Ton-Verknüpfungen im Rahmen der Synästhesieforschung untersucht; nicht selten sind dabei auch Analogien von Autoren, deren Synästhesie nicht grundsätzlich nachweisbar ist, als Produkte einer synästhetischen Veranlagung eingestuft worden. In anderen Fällen geschah die Annäherung auf einer historischen, musik- und kunstwissenschaftlichen, physikalischen oder psychologischen Ebene, ohne dadurch der Fülle der veröffentlichten Analogien gerecht zu werden. Demzufolge war es in Anbetracht einer bis dato fehlenden interdisziplinären Studie schwierig, Aussagen über den Nutzen von Farb-Ton-Analogien anzustellen. Kategoriale Aussagen ohne vorherige Systematisierung müssen im Sande verlaufen, da ein Bezugssystem fehlt. Denn die Einordnung einer Farb-Tonhöhen-Verknüpfung als eine solche bleibt bei fehlenden allgemeingültigen Kriterien subjektiv.

Dies führt zu der zweiten Grundüberlegung: Bevor eine empirisch fundierte Aussage über den Nutzen oder Unnutzen von Unterrichtsmaterialien angestellt werden kann, müssen im Vorfeld eine Systematisierung und dadurch eine Kategorisierung erfolgen.

Beide Grundüberlegungen resultierten in der besonderen Struktur der vorliegenden Studie. Zunächst erfolgt im ersten Kapitel eine genaue Definition des Farb-Ton-Analogiebegriffes, da eine exakte

Begriffsbildung maßgeblich zum Verständnis der weiteren Untersuchung nötig ist. Danach werden die Phänomene der Farb- und Tonwahrnehmung in Kapitel 2 und 3 aus historischer, physikalischer und insbesondere psychologischer Sichtweise vorgestellt. Da die Mehrzahl aller Analogien eine Verknüpfung von Tonhöhe mit Farben und insbesondere den Farbhelligkeiten darstellen, soll dabei besonderes Augenmerk auf die Helligkeits- und Tonhöhenwahrnehmung gelegt werden. Dieses Grundlagenwissen ist für die vorliegende Studie unabkömmlich, um alle Formen der Analogien nachvollziehen zu können und nicht zuletzt, um die Relativität der visuellen und auditiven Wahrnehmung zu verstehen. Diese Erkenntnis ist als eine Grundintention dieser Studie wesentlich und soll von Anfang an als roter Faden dienen.

Im 4. Kapitel wird der Versuch unternommen, eine Systematisierung aus interdisziplinärer Sicht anzugehen. Dafür wurden vier grundlegende Kategorien emisch aus den untersuchten Analogien entwickelt. Leitend dabei war, dass keinen Formen von Analogien den Vorzug gegeben wurde, da eine derartige Selektion im Vorfeld die Gefahr birgt, wesentliche Ähnlichkeiten zwischen ansonsten vollkommen unterschiedlichen Analogien zu übersehen. Das Kapitel stellt eine Vorstellung der populärsten bis heute veröffentlichten Farb-Ton-Verknüpfungen dar. Allerdings soll hier keineswegs eine Übersichtsarbeit aller bisherigen Analogien angestrebt werden, denn diese würde mehrere Bände füllen. Stattdessen sollen die vorgestellten Verknüpfungen die unterschiedlichen Strömungen und Anwendungen exemplarisch verdeutlichen. Die gesammelten Beispiele werden im 5. Kapitel in ein tetraktysches Kategoriensystem gebracht und zur systematischen Betrachtung und Kategorisierung von Farb-Ton-Analogien vorgelegt. Denn die aus den Analogien entwickelten Kategorien der Intention und des Verwendungszweckes lassen klare Ziele erkennen, deren Erfolgsaussichten durch die von den Autoren der Analogien erstellten, praktischen Umsetzungen in Form von Unterrichtsmaterialien empirisch überprüft werden können. Beispielsweise war und ist die Verwendung von farbigen Noten oder kolorierten, graphischen Notationen in der musikalischen Früherziehung

und bei Notenlesegängen für Kinder verbreitet. Jedoch erfolgen diese Verknüpfungen in der Regel eher auf intuitiven Zuordnungen der Autoren, ohne dass eventuell allgemeingültige Korrespondenzen zwischen Farben und Tönen berücksichtigt werden. In Kapitel 6 wird zunächst eine theoretische Aufarbeitung und Sichtung von Forschungsergebnissen zu Wahrnehmungsparametern erfolgen, die nicht ausschließlich auf einen Sinneskanal beschränkt sind. Um die Fragestellungen unter dem Aspekt der Zwischensinnlichkeit oder Transmodalität an Unterrichtsmaterialien konkretisieren zu können, wird im 7. Kapitel die Kodierung von farbigen Notationen in Hinblick auf eben diese transmodalen Parameter oder Qualitäten genauer definiert. Dabei werden Erkenntnisse der Lernforschung in Bezug auf kolorierte Notationen in der Diskussion herangezogen.

Es lassen sich etliche Studien zu so genannten transmodalen Qualitäten nachweisen, die nicht nur Korrespondenzen zwischen Qualitäten von Wahrnehmungen verschiedener Sinne aufzeigen, sondern auch (ähnlich der echten Synästhesie) Interaktionen zwischen diesen Qualitäten in Entscheidungsprozessen belegen. Es soll der Grundfrage nachgegangen werden, ob derartige Interaktionen, die auch als Kongruenzeffekte bekannt wurden, zwischen Farbhelligkeit und Tonhöhe vorliegen können, da diese Verknüpfung in Unterrichtsmaterialien am häufigsten verwendet wird. Im 8. Kapitel werden bereits empirisch nachgewiesene Kongruenzeffekte, also Wechselwirkungen zwischen den Sinneswahrnehmungen, dargestellt. Die Vielfältigkeit der nachgewiesenen reziproken Wahrnehmungsbeeinflussungen lässt darauf schließen, dass sich das Phänomen der Kongruenzeffekte nicht allein auf den Seh- und Hörsinn beschränkt. Vielmehr scheinen basale, zwischensinnliche mentale Repräsentationen zu existieren, die als Parameter in unterschiedlichen Sinnen vorkommen, wie beispielsweise Höhe, Intensität oder Schärfe.

Daraufhin folgt in den Kapiteln 9 bis 11 der experimentelle Teil der Arbeit. Zunächst soll die Skalierbarkeit von häufig verwendeten Farben in Bezug auf ihre Helligkeit getestet werden. Ziel des Versuches (Kapitel 9) ist es, eine eindeutig bestimmbare Hierarchie von Farbhelligkeiten

abzuleiten bzw. zu widerlegen, denn eine derartige Hierarchie ist aufgrund der Gleichsetzung zwischen Skalierungen wie der chromatischen Tonleiter und der Farbhelligkeit eine Grundvoraussetzung für eine wahrnehmungskonforme Kodierung.

Die anschließenden Tests (Kapitel 10 und 11) sollten aufzeigen, ob bestimmte Verknüpfungen von Farben und Tönen positive Effekte auf Diskriminanzaufgaben besitzen oder sie sich bei ‚falscher‘ Verknüpfung eventuell sogar negativ auf die Ergebnisse auswirkten. Dies bedeutet konkret, dass Farbwahrnehmung die Tonwahrnehmung bzw. die Diskriminanzfähigkeit des jeweils anderen Sinnes beeinflussen kann. Nach einem Exkurs über die Validität derartiger psychophysikalischer Versuchsanordnungen in Kapitel 12 werden die Ergebnisse dieser drei Versuche nun im 13. Kapitel mit den bereits vorgestellten Analogien in Unterrichtsmaterialien in Beziehung gesetzt. Dabei werden die Erfolgsaussichten der aus dem Kategoriensystems zu entnehmenden Grundintentionen und Ziele des Materials unter Berücksichtigung der zuvor gesammelten Erkenntnisse über Wechselwirkungen zwischen Farbe und Ton untersucht. Die Ergebnisse sollen in Schlussfolgerungen für den Gebrauch dieser Unterrichtsmaterialien resultieren, um Musik- und Instrumentallehrern als Leitfaden für deren Einsatz im Schul- und Einzelunterricht zu dienen.

Die interdisziplinäre und methodenübergreifende, empirische Überprüfung des Nutzens von Lehrmaterialien sollte eine Grundvoraussetzung für die Anwendung derselben sein. Nur durch eine auf empirischen und theoretischen Erkenntnissen fundierte Hypothesenbildung und die qualitative und quantitative Überprüfung der Hypothesen am Lehr- und Lernmaterial wird den Anforderungen einer modernen Musikpädagogik gerecht. Ohne eine vorherige, gründliche Evaluation können Lernmaterialien durchaus von zweifelhaftem Nutzen sein. Unter Umständen können sie – wie noch zu zeigen sein wird – sogar dem Erreichen des Lernziels entgegenwirken. Eine lediglich auf Intuition basierende Lehrmittelerstellung ist im Bereich der ästhetischen Fächer nicht nur wenig hilfreich, sondern kontraproduktiv. Die

Ergebnisse der Versuche überraschten mich, zumal ich als Musik- und Kunstpädagoge grundsätzlich für einen integrierten Unterricht der ästhetischen Fächer eintrete. Jedoch musste ich erkennen, dass der Einsatz von sinnesverknüpfendem Material ohne Berücksichtigung von Kongruenzen nicht grundsätzlich positive Effekte aufweist. Diese grundlegende Einsicht sei dem kritischen Leser vorab auf den Weg gegeben.

Danksagung:

Ich möchte mich an dieser Stelle bei Bernd Clausen bedanken, ohne dessen wissenschaftlichen und menschlichen Rat und unermüdliche Betreuung diese Arbeit wohl nicht zustande gekommen wäre. Bedanken möchte ich mich auch bei Eckart Altenmüller, der mir half, eine objektive Herangehensweise für diese Problematik zu finden. Mein Dank gilt zugleich Robert Lang, der mich mit seiner objektiv-kritischen Hinterfragung meiner Arbeit vor Umwegen und wissenschaftlichen Untiefen bewahrte. Ebenso danke ich Erik Senst von der Universitätsbibliothek Bielefeld für die Hilfe mit dem Flashprogramm, Konrektorin Martina Schmidt und Rektor Dirk Schwerdtfeger und den Kollegien der Grundschule Schötmar am Kirchplatz und der Grundschule Ubbedissen als auch den jungen Probandinnen und Probanden aus den beiden Schulen, die mich bei meinem Projekt unterstützt haben.

Zuletzt bedanke ich mich bei allen Studierenden, die ich auf dem Weg zur Sporthalle für meinen Laborversuch abfangen konnte und besonders meiner Freundin Kristina Stella, die nicht nur meine Launen, sondern auch die Formatierung dieser Arbeit verbessert hat.

## 1. Definition: Analogie von Farbe und Ton

Da im Folgenden von Farb-Ton-Analogien die Rede sein wird, soll an dieser Stelle zunächst eine Definition dieses komplexen Begriffes gegeben werden. Der Begriff ‚aná-logon‘ wurde bereits im antiken Griechenland geprägt und bedeutete ‚Sinn-Gemäßheit‘, ‚richtiges Verhältnis‘ oder auch ‚Entsprechung‘<sup>2</sup>. In der Philosophie wird der Begriff als ‚Erkenntnis durch Vergleich‘ verstanden. Zwischen dem Sein des einen und dem Sein eines anderen wird sowohl eine Übereinkunft als auch eine Verschiedenheit zugleich erkannt – fehlt die Übereinkunft, dann liegt keine Möglichkeit des Vergleiches vor; fehlt aber die Verschiedenheit, so ist ein Vergleich lediglich tautologisch<sup>3</sup>. Dies bedeutet für die Farb-Ton-Analogien, dass offensichtlich, allein schon wegen der Rezeptionsweise von Klängen und Farben, eine Verschiedenheit vorhanden sein muss. Aber eine Übereinkunft in verschiedenen Dimensionen der Analogate liegt in Form einer irgendwie gearteten Beziehung zwischen den beiden vor. Demzufolge erfüllen sie die Definition einer Proportionalitätsanalogie im Sinne Thomas von Aquins, die eine Ähnlichkeit von Verhältnissen in Bezug auf den Rezipienten beschreibt<sup>4</sup>. Denn jede Farbe ruft offenbar Empfindungen hervor, die den Empfindungen der in Bezug gesetzten Töne gleichen oder nicht gleichen.

Hervorzuheben sind dabei zwei Gedanken:

1. Zunächst stellen die Analogate ‚Farbe‘ und ‚Ton‘ nicht einzelne Begriffe, sondern Dimensionen dar, die (mehr oder weniger) skaliert vorliegen können. Beziehungen zwischen diesen Dimensionen können auf verschiedenen Ebenen vorliegen bzw. erkannt werden, wenn beispielsweise Gelb mit dem C-Dur-Akkord gleichgesetzt wird. Wie wir noch sehen werden, sind die Dimensionen Ton und Farbe Amalgame aus unterschiedlichen, wenn auch nicht immer voneinander trennbaren

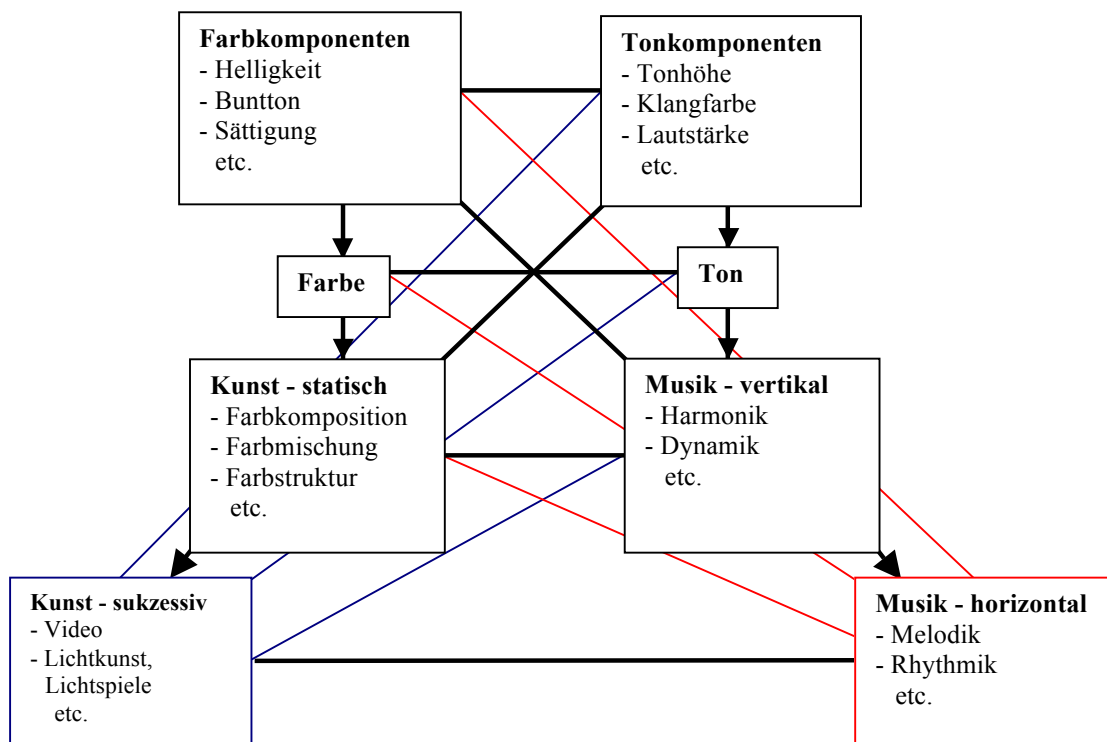
---

<sup>2</sup> Vgl. Holtz, Harald. 1973. *Der Begriff der Analogie*. In *Handbuch philosophischer Grundbegriffe*, ed. Krings, Hermann. 1: S.52.. Kösel: München.

<sup>3</sup> Vgl. Lotz, Johannes B. 1967. *Analogie*. In *Philosophisches Wörterbuch*, ed. Brugger, Walter. S. 11. Herder: Pullach.

<sup>4</sup> Vgl. von Aquin, Thomas. *Des hl. Thomas von Aquino Untersuchungen über die Wahrheit. Band I*. Quaestio II, 11. Artikel. S. 75-76. Übers. Von Stein, Edith. 1952. Herder : Freiburg

Elementen. Für die weitere Betrachtung soll nach diesem Grundsatz eine Zuordnung einzelner Elemente von Farben und Tönen zueinander ebenso als Farb-Ton-Analogie verstanden werden wie die Beziehung zwischen den globaleren Dimensionen; Helligkeit in Bezug zur Tonhöhe sei demnach ebenfalls als Farb-Ton-Analogie gleichzusetzen. Ebenso könnten die Dimensionen Farbe und Ton als Elemente von etwas Höherem, weil Komplexerem angesehen werden: so sind beide auch Elemente von Musik und Malerei und bildender Kunst. Bei dem zugegebenermaßen unglücklichen Begriff der Farb-Ton-Analogie nach unserer Definition liegt also eine Verknüpfung auf der mittleren Ebene vor. Das zur besseren Übersicht von uns erstellte Modell in Abbildung 1 macht die verschiedenen Ebenen und auch die möglichen Verknüpfungswege zwischen Farbe, Ton, ihren Komponenten und den darauf basierenden Kunstformen deutlich.



**Abb. 1: Verknüpfungsebenen zwischen Farbe und Ton**

Farb-Ton-Analogien können demnach auf mehreren Ebenen in Erscheinung treten. Zudem tritt neben der horizontal-statischen Komposition von Farben und Tönen noch eine mögliche sukzessive Dimension hinzu, denn zu Melodien oder Rhythmen, die nur durch



sukzessive Fortschreitung zustande kommen, können ebenfalls Farbeindrücke assoziiert werden. Ebenso können fortschreitenden Lichtkunstobjekten oder Videos Tonkomponenten, Töne oder auch Musik zugeordnet werden. Die hier vorgeschlagene Definition ist offensichtlich eine sehr weite. Doch scheint sie notwendig, um alle eventuellen Zuordnungen zwischen Farbe und Ton mit einer Begrifflichkeit zu versehen, die eine gemeinsame Betrachtung ermöglicht. Denn Isolationen oder Bevorzugungen einzelner Aspekte, die, wie wir noch sehen werden, aus vielerlei Gründen zu Tage treten können, sind einer ganzheitlichen Systematisierung nicht zuträglich, da diese unter dem Gesichtspunkt der Vollständigkeit geschehen soll.

2. Inwiefern ist nun die Erkenntnis, die Holtz und Lotz vorschlagen und die bereits von Platon postuliert wird<sup>5</sup>, Voraussetzung für eine Analogie? Im künstlerischen Schaffensprozess wie beispielsweise der Malerei können Analogien in Form von Umsetzungen von Klängen zu Farben stattfinden, ohne dass sich der Künstler dessen bewusst ist. Für unsere Betrachtung soll auch die Analogiebildung durch Dritte gelten – ein In-Beziehung-Setzen kann also durchaus erst im Nachhinein des Schaffensprozesses stattfinden. Ansonsten würde diese Form der Analogiebildung in einer vollständigen Systematisierung fehlen.

Als Farb-Ton-Analogien werden in der vorliegenden Arbeit nunmehr die bewussten oder unbewussten Zuordnungen von Farben und Tönen sowie zwischen deren Komponenten als auch der auf sie basierenden Kunstformen bezeichnet. Nach dieser notwendigen Begriffsklärung können wir uns der näheren Betrachtung der Phänomene Farbe und Ton, insbesondere ihrer Qualitäten Helligkeit und Tonhöhe, widmen.

## **2. Das Phänomen der Farben**

Wenngleich sich diese Studie mit Farb-Ton-Analogien, insbesondere mit deren Verwendung in kolorierten Notationen, beschäftigt und die Grundintention der Behandlung somit eine musikpädagogische ist, so muss anfangs selbstverständlich eine Definition für das Phänomen, das

---

<sup>5</sup> Vgl. Platon. *Politeia*. §508b-d. S.321-322. Übers. von Vretska, Karl. Reclam: Stuttgart

wir als „Farbe“ bezeichnen, gegeben werden. Die Notwendigkeit dafür ergibt sich bereits aus dem Titel der vorliegenden Arbeit. Denn was kennzeichnet eine farbige Notation? Offenbar die Verwendung von Farben als Mittel zur schriftlichen Darstellung musikalischer Formen und Sachverhalte. Doch werden demgegenüber durch die Darstellung von schwarzen Noten auf weißem Papier keine Farben verwendet? Tatsächlich ist die Nicht-Bezeichnung von Schwarz und Weiß als Farben eine eher zentraleuropäische Besonderheit. Farblinguistische Tests mit deutschen und englischen Studenten ergaben, dass Schwarz und Weiß selten oder gar nicht erwähnt wurden, da diese nicht als Farben eingestuft worden sind<sup>6</sup>. Im anglo-amerikanischen Sprachraum werden mit „color“ oder „colour“ zwar auch Kontraste und Grauwerte bezeichnet, diese gelten jedoch als „achromatic“<sup>7</sup>. In Deutschland bezeichnet man im allgemeinen Sprachgebrauch Schwarz und Weiß häufig als unbunte Farben und grenzt sie so von den ‚echten‘ Farben ab. In Japan hingegen wird Schwarz und Weiß als Zwei-Farben-System angesehen<sup>8</sup>. Für die weitere Bezeichnung möchten wir unter Farben wellenlängenabhängige Phänomene bezeichnen. Für Weiß und Schwarz wird hingegen der Begriff ‚Kontraste‘ verwendet werden.

## ***2.1 Farbe aus physikalischer Sicht***

Farbe ist ein sehr komplexes Phänomen. Betrachtet man es vom physikalischen Standpunkt aus, dann erscheint uns Licht unterschiedlicher Wellenlänge farbig. Das Licht selbst, das von einer Lichtquelle abgestrahlt wird, unterscheidet sich nur in seinen Wellenlängen und der Lichtmenge, die abgestrahlt wird. Farbvergleichsstudien ergaben, dass emittiertes (abgestrahltes) Licht im Wellenlängenbereich von 400nm violett, im Bereich von 460nm blau, bei 530nm grün, bei ca. 582nm gelb und bei 650 nm rot wahrgenommen wird<sup>9</sup>. Ein anderer Sachverhalt liegt vor, wenn das Licht nicht von einer selbst strahlenden Lichtquelle ausgesandt wird, sondern stattdessen von

---

<sup>6</sup> Vgl. Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung*. S. 1. Zürich.

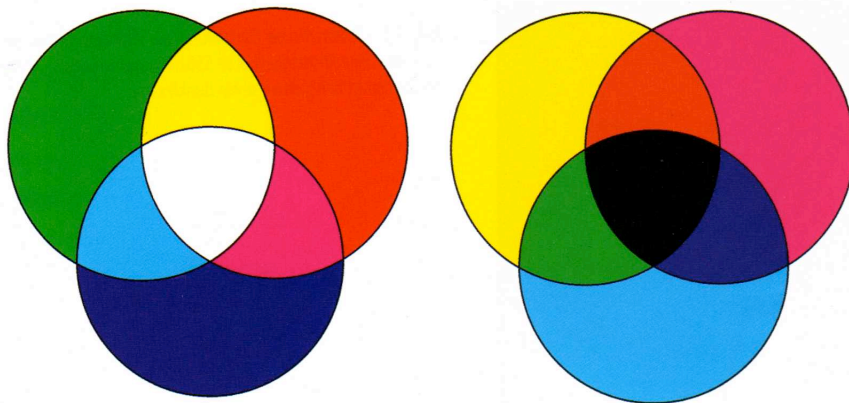
<sup>7</sup> Vgl. Wyszecki, Günter; Stiles, W.S. 1982. *Color Science. 2nd Edition*. S. 486-487.

<sup>8</sup> Vgl. Zollinger. S. 2

<sup>9</sup> Vgl. Wyszecki, Günter; Stiles, W.S. 1982. *Color Science. 2nd Edition*. S. S. 134

einem Objekt reflektiert wird. Dann wird von dem auftreffenden Licht ein bestimmter Anteil des Spektrums *absorbiert*. Wird beispielsweise nur der „grüne“ Bereich des Spektrums (500-540 nm) absorbiert, so erscheint uns das reflektierte Licht rötlich. Rein weißes Licht ist das Ergebnis einer gleichmäßigen Reflektion oder Emission von Wellenlängenbereichen des gesamten sichtbaren Spektrums. Demgegenüber erscheint uns ein Körper schwarz, wenn alles sichtbare Licht absorbiert wird. Graustufen hingegen sehen wir, wenn nur eine bestimmte Menge des weißen Lichtes absorbiert wird<sup>10</sup>.

Diesem Prinzip entsprechend gibt es folglich zwei Möglichkeiten der Farbmischung. Je mehr Farben (oder besser Farbmittel) auf einem weißen Blatt Papier gemischt werden, desto mehr Anteile des sichtbaren Lichtes werden absorbiert. Somit sollte die perfekte Mischung aller Grundfarben ein reines Schwarz ergeben – auch wenn diese Perfektion nur unter guten Druckbedingungen erreicht werden kann.



**Abb. 2 : Additive und subtraktive Farbmischung (aus: Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung*. S.68. Zürich)**

Da dabei Anteile des Spektrums „abgezogen“ werden, spricht man von **subtraktiver** Farbmischung. Demgegenüber steht die **additive** Farbmischung, bei der die Überlagerung von Lichtströmen unterschiedlicher Wellenlängen zu Farbeindrücken führen. Dieses Prinzip wird vor allem beim Fernsehen verwendet, bei der durch unterschiedliche Mischungen von roten, grünen und blauen Lichtströmen, die durch die Luminiszenz so genannter Phosphore zustande kommen, nahezu jede Farbe erzeugt werden kann<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Vgl. Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung*. S. 66-67. Zürich.

<sup>11</sup> Vgl. ebd. S. 68

### 2.1.1 Primär- und Sekundärfarben

In einschlägiger Literatur ist des Öfteren von Primärfarben und ihren Sekundärfarben zu lesen. Allerdings findet sich keineswegs eine einheitliche Definition der Primärfarben, auch wenn etliche Farbenlehren diese festlegen möchten<sup>12</sup>. Für die additive Farbmischung wird heute der Ausdruck Primärfarbe für Rot, Grün und Blau gebraucht.

Da die vier Farben Rot, Grün, Blau und Gelb frei von benachbarten Farben sind, wir also Grün nicht etwa als bläuliches Gelb wahrnehmen, wurde für diese Gruppe der Begriff *Elementarfarben* geprägt. Diese gelten als die psychologischen Grundfarben, die im Englischen auch als *psychologically pure* bezeichnet worden sind<sup>13</sup>. Im amerikanischen Sprachraum wurde für die Elementarfarben auch der Begriff „unique hues“ geprägt<sup>14</sup>.

Die Wahrnehmung einer farbigen Oberfläche wird im Prinzip von vier Dimensionen bestimmt.

1. **Der Farbton (hue)**. Dies bezeichnet den Anteil des chromatischen Lichtes der wahrgenommenen Farbe.
2. **Die Helligkeit (lightness)**. Sie gibt den spezifischen Weiß- oder Schwarzanteil einer Farbe an. Im HLS-Farbraum wird diese Dimension durch die Schwarz-Weiß-Achse (der lightness-Achse) repräsentiert. Die Beimischung von Schwarz und Weiß hellt eine Farbe demnach auf oder dunkelt sie ab. Lightness wird auch als proportionelle Helligkeit zu einem Referenzweiß, welches denselben Illuminationsbedingungen unterworfen ist; man könnte sie als relative Helligkeit bezeichnen.
3. **Die Helligkeit (brightness)**. Unter brightness wird das Attribut der Lichtintensität beschrieben, also die scheinbare Lichtmenge, die ein Objekt emittiert. Diese Skalierung ist ohne ein Referenzweiß möglich. Auf den Unterschied von lightness und brightness wird später noch näher eingegangen.

---

<sup>12</sup> Vgl. Zollinger. 2005. S. 75

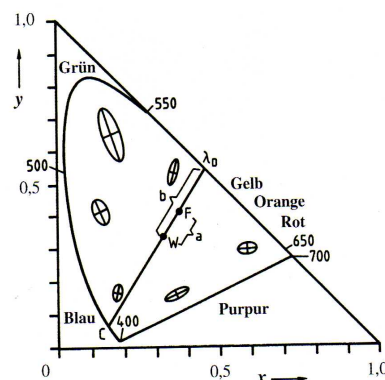
<sup>13</sup> Vgl. ebd.. S. 77 und S. 80.

<sup>14</sup> Vgl. Wyszecki, Günter; Stiles, W.S. 1982. *Color Science. 2nd Edition*. S. 487.

**4. Die Sättigung (saturation).** Die Sättigung gibt den Grad des Unterschiedes zwischen einem chromatischen und einem achromatischen Stimulus an. Man könnte auch vom Hue-Anteil im Vergleich zum Grau- und Weißanteil einer Farbe sprechen<sup>15</sup>.

Die Übergänge von aufgehellten zu abgedunkelten Farben sind hierbei fließend, und uns fehlen für etliche ungesättigte Farben buchstäblich die Worte. Wenn wir eine Farbe benennen sollen, die sowohl aufgehellt wurde und auch einen Grauanteil aufweist, so sprechen wir in der Regel von einer trüben, im Falle von einer abgedunkelten, gesättigteren Farbe von einem tiefen Farbton<sup>16</sup>.

Die verschiedenen Farbmodelle unterscheiden sich im Prinzip von den Anordnungen der einzelnen Parameter innerhalb eines zwei- oder dreidimensionalen Raumes. Die internationale Beleuchtungskommission CIE (Commission Internationale de l' Eclairage) erstellte ein auf Tristimulus-Farbvergleichsexperimenten basierendes Diagramm, dass durch die Standard-Kurven X (rot), Y (grün) und Z (blau) definiert wird. Die additiven Mischangaben mit diesen drei Koordinaten lassen jeden Punkt des Diagramms rechnerisch beschreiben. Eine graphische Darstellung von drei Koordinaten würde allerdings eine dreidimensionale Darstellung erfordern, weshalb man davon die Chromatizitätskoordinaten  $x$  und  $y$  ableitet, wobei gilt:  $x + y + z = 1$ . Durch Subtraktion kann nun eine Koordinate weggelassen werden und jede Farbe in dem zweidimensionalen Diagramm dargestellt werden<sup>17</sup>.



**Abb. 3: CIE-Diagramm  
(aus: CIE Proceedings.  
1931. S. 19)**

<sup>15</sup> Vgl. ebd. S. 487, die vier Dimensionen der Farbwahrnehmung sind diesem entnommen

<sup>16</sup> Vgl. Judd, Deane B. und Wyszecki, Günter. 1967. *Color in Business, Science, and Industry*. S. 34 ff. Washington, Ottawa.

<sup>17</sup> Vgl. *CIE Proceedings 1931*. 1932. S. 19 ff. Cambridge University Press: Cambridge.

Natürlich gibt es mittlerweile auch dreidimensionale RGB-Farbräume, die insbesondere bei der digitalen Umsetzung von Farbdarbietungen durch Monitore Anwendung finden. Eine andere Anordnung der Koordinatenachsen und -definitionen führt dementsprechend zu anderen Farbräumen. Beim HSL-Farbraum wurden die Koordinaten H (hue), S (saturation) und L (lightness) als Basisachsen verwendet, wie in Abbildung 4 zu sehen ist<sup>18</sup>.

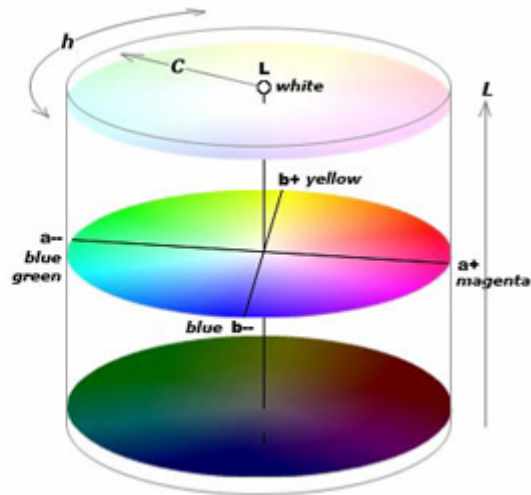


Abb. 3: HSL-Farbraum (aus: [www.hexachroma.net/hsl](http://www.hexachroma.net/hsl), Stand: 02.11.2007)

Eine genauere Auflistung aller bekannten und verwendeten Farbmodelle und der ihnen zu Grunde liegenden Farbenlehren aufzulisten würde den thematischen Schwerpunkt dieser Studie verfehlen. Die erwähnten Modelle sollen einer groben Orientierung dienen und dieses Kapitel zur Erläuterung der verwendeten Fachbegriffe beitragen.

## 2.2 Farbenlehren – die qualitative Seite

Farbe ist für die Menschen jedoch mehr als nur elektromagnetische Schwingung. Newton, dessen Prismenversuche der physikalischen Seite des Farbphänomens gewidmet waren, sagte dazu: „Rays ... are not colored“<sup>19</sup>. Damit meinte er, dass Farbe nur ein gedankliches Konstrukt bei der Wahrnehmung und Kategorisierung von elektromagnetischen Schwingungen ist. Die Schwingungen verändern physikalisch gesehen lediglich ihre Frequenz, für uns Menschen wird diese Veränderung als Farbwechseln wahrgenommen.

<sup>18</sup> Vgl. [www.hexachroma.net/hsl](http://www.hexachroma.net/hsl), Stand: 02.11.2007

<sup>19</sup> Siehe Newton, Isaac. 1672. New Theory about Light and Colours. In *Philosophical Transactions*. IV: S. 80.

Eine rein physikalisch ausgerichtete Betrachtung von Farben kann also unmöglich allein das Phänomen erfassen, das ja erst durch die menschliche Wahrnehmung zustande kommt. Ergo ist es nahe liegend, sich den Farben aus phänomenologischer Perspektive zu nähern. Dabei gibt es etliche verschiedene Ansätze. Johann Wolfgang v. Goethes Farbenlehre stand (wie er es selbst einschätzte) als affektive Farbenharmonielehre im direkten Gegensatz zu Newtons Betrachtungen. Den bedeutendsten Unterschied sah Goethe hierbei darin, dass er Licht als homogene Einheit betrachtet, während Newton durch seine Prismenversuche das Licht als heterogenes Gebilde auffasste<sup>20</sup>.

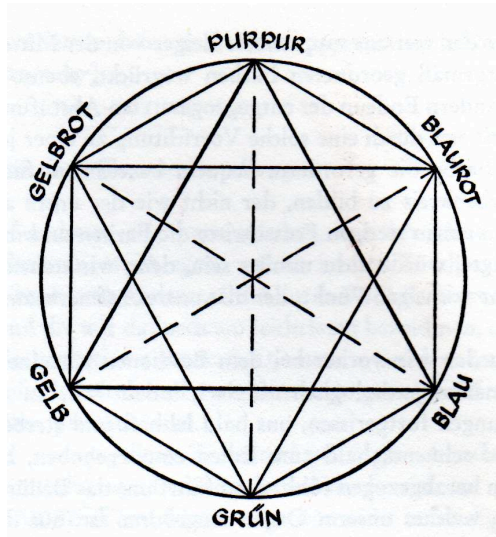


Abb. 4: Goethes Farbkreis (aus: Pawlik, Johannes. 1974. *Goethes Farbenlehre*, Didaktischer Teil. S. 125. DuMont: Köln)

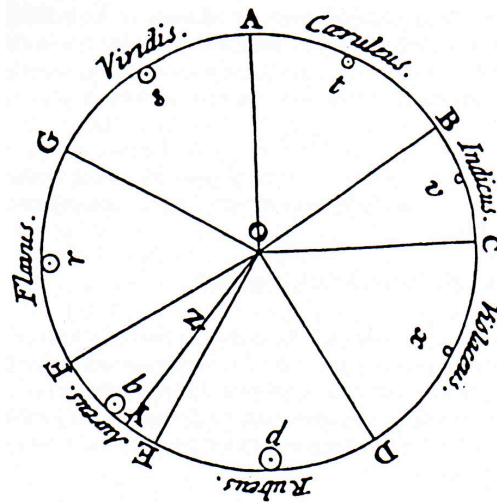


Abb. 6: Newtons Farbkreis (aus: Newton. 1730. *Opticks. Book 1, Part 2. S. 155.* London. Neuaufgabe 1952. N.Y.: Dover)

Ogleich Goethe durchaus empirisch argumentieren wollte, stellte er auch einen durch Introspektion gewonnenen affektiven Effekt von Farben dar, den er als „sinnlich-sittliche Wirkung“ umschrieb<sup>21</sup>. So sah er eine starke Polarität zwischen Gelb und Blau, die er als Plus- und als Minusseite bezeichnete. Dementsprechend zeichnete sich die Minusseite durch Kälte, Schatten aber auch Anziehung aus, die Plusseite hingegen

<sup>20</sup> Vgl. Mathaei, Rupprecht u.a. (Hrsg.). 1951. *Goethe - Die Schriften zur Naturwissenschaft*. Bd. 3: Beiträge zur Optik und Anfänge der Farbenlehre. S. 208ff. Weimar.

<sup>21</sup> Vgl. Pawlik, Johannes. 1974. *Goethes Farbenlehre, Didaktischer Teil*. S. 117. DuMont: Köln.

durch Wärme, Licht und Abstoßung<sup>22</sup>. Diese Polarität sollte in seinem Farbkreis zum Ausdruck kommen, wobei die Plusseite, die Lichtfarben, zu denen Gelb und Gelbrod gehören (im Text wird dazu noch Rotgelb genannt) auf der linken Seite angeordnet sind, die Minusfarben Blau und Blaurot auf der rechten Seite. Grün und Purpur stehen aufgrund ihrer Mischung der Polaritäten auf neutraler Position<sup>23</sup>.

Zum direkten Vergleich wurde der Farbkreis nach Newton neben Goethes Farbkreis gestellt. Dieser entstand aus den spektralen Farbaufteilungen aus Newtons Prismenversuchen, weshalb keine Symmetrie vorliegt – er unterscheidet in Gelb, Orange, Rot, Violett, Indigo, Blau und Grün.

Ähnliche, affektive Polaritäten, die sich ebenfalls in Bewegungsanmutungen, in Anziehung und Abstoßung ausdrückten, beschrieb Wassiliy Kandinsky in seiner Farbenlehre, auf die später noch genauer eingegangen werden wird<sup>24</sup>. Auch Johannes Itten schätzte das ästhetische Farbstudium als Basis für eine sinnvolle Theoriebildung für die Kunstwissenschaft und die Kunsterziehung, wobei er verschiedene Betrachtungsweisen der ästhetischen Problematik sah: die sinnlich-optische, die psychische und die intellektuelle. Dadurch schuf er eine Farbenlehre, die es zu einer erheblichen Popularität brachte<sup>25</sup>.

Fast allen qualitativen Farbenlehren ist gemein, dass sie komplementäre Farben aufzuzeigen versuchten. Die Meinungen divergieren hierbei gelegentlich, basieren aber weitgehend auf dem so genannten Komplementärkontrast, den bereits Goethe als „Phantombild“ bezeichnete. Der Anblick eines rot gekleideten Mädchens hinterließ bei ihm den Eindruck einer meergrünen Gestalt, als er wieder auf eine weiße Wand blickte<sup>26</sup>. Dieses auch Nachbildefekt genannte Phänomen ist in der Physiologie unserer Netzhaut begründet. Ursprünglich wurde dieses Phänomen bei den Farbpaaren Grün und Rot sowie Gelb und Blau beobachtet. Neuere Untersuchungen zeigten, dass die genaue

---

<sup>22</sup> Vgl. Pawlik, Johannes. 1974. S. 109

<sup>23</sup> Vgl. ebd. S. 118

<sup>24</sup> Siehe Kapitel 4.4.5

<sup>25</sup> Vgl. Itten, Johannes. 1970. *Kunst der Farbe*. S. 13. Ravensburg: Stuttgart.

<sup>26</sup> Vgl. Pawlik, Johannes. 1974. S. 76



Komplementärfarbe zu Grün eigentlich ein Purpurton ist, der vom reinen Rot geringfügig ins Bläuliche abweicht<sup>27</sup>.

### 2.3 Die Farb-Helligkeit

Wie wir in den folgenden Kapiteln noch sehen werden liegt der Vergleich zwischen hellen und dunklen Farben und hohen und tiefen Tönen nahe. Dabei scheint die Definition von der Helligkeit einer oder mehrerer Farben relativ offensichtlich zu sein. Wir können normalerweise problemlos eine Farbe als „hell“ oder „dunkel“ einordnen. Diesem Umstand liegen jedoch mehrere Wahrnehmungsmechanismen zu Grunde, die unterschiedliche Reizparameter zu der Qualität machen, die wir umgangssprachlich als „Helligkeit“ bezeichnen. Es lohnt sich, zunächst diese einzelnen Parameter separat zu betrachten, da der Begriff der Helligkeit sogar in der einschlägigen Fachliteratur uneinheitlich und folglich missverständlich gebraucht wird.

Die physikalisch messbare, in unserem Auge wahrgenommene Lichtmenge eines selbstleuchtenden Objektes empfinden wir als hell, wenn die Menge des Lichtes groß ist, und als dunkel, wenn sie eher gering ist. Die Lichtmenge wird in Calenda gemessen und bezeichnet dann die physikalische Lichtstärke eines Lichtstromes. In anglo-amerikanischer Literatur wird für diese Helligkeit der Begriff Luminous intensity verwendet<sup>28</sup>.

Mit dem Begriff der Leuchtdichte beschreibt man nun die Lichtstärke, die von einer Flächeneinheit ausgeht und die in  $\text{cd}/\text{m}^2$  als Einheit angegeben wird. Dabei wird zwischen *brightness* und *lightness* unterschieden. Während mit *brightness* die visuelle Wahrnehmung einer ‚absoluten‘ Helligkeit eines Objektes (z.B. die einer Glühbirne) gemeint ist, beschreibt *lightness* eher eine relative Helligkeit zu einem von seiner Lichtstärke her gleich leuchtendem oder angeleuchteten Referenzweiß<sup>29</sup>.

Deshalb wird für *brightness* auch das Begriffspaar dim - bright (leuchtend – trüb) und für *lightness* das Begriffspaar light – dark (hell – dunkel) als Parameter verwendet. Dies bedeutet, dass für uns eine weiße

---

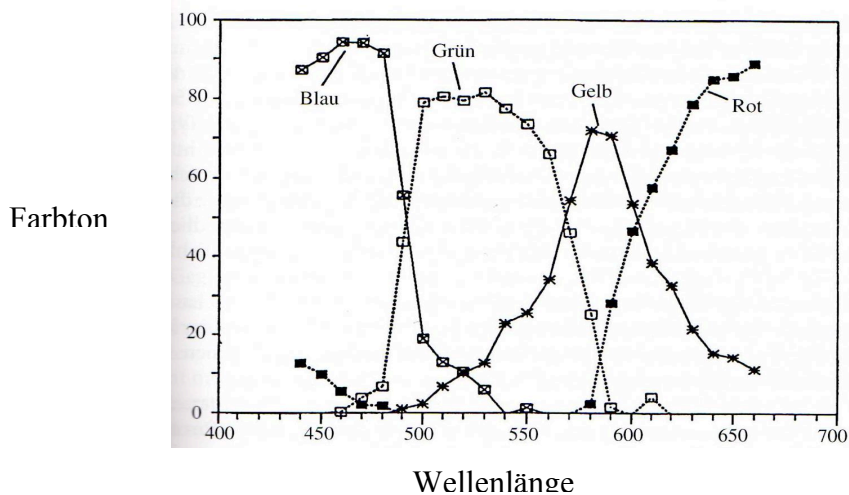
<sup>27</sup> Vgl. Zollinger, S. 77-78

<sup>28</sup> Vgl. Wyszecki, G. und Stiles, W. S. 1967. *Colour Science*. S. 486. John Wiley & Sons : London.

<sup>29</sup> Vgl. ebd., S. 487

Fläche, die wir in der Dämmerung sehen, immer noch weiß erscheint. Wir können diese Fläche gegenüber einer blauen Fläche als ‚heller‘ beschreiben. Die blaue Fläche wird in Bezug zum dem Weiß als ‚dunkler‘ bezeichnet – die *lightness* ist geringer. Dieses Phänomen wird auch als „Farbkonstanz“ bezeichnet<sup>30</sup>. Zwei Glühbirnen, von denen die eine nur schwach leuchtet, die andere durch die erhöhte Energiemenge hingegen stark, unterscheiden sich demgegenüber in ihrer absoluten *brightness*. Natürlich werden auch unterschiedliche Lichtmengen von reflektierenden Oberflächen wahrgenommen, was auch als Reflektanz bezeichnet wird<sup>31</sup>.

Folglich können Grauwerte sowie Weiß- und Schwarzanteile die Farbhelligkeit mitbestimmen. Jedoch werden auch reine Farben (Farben, die keine achromatischen Bestandteile aufweisen) nicht als gleich hell eingeschätzt, selbst wenn die Lichtstärke gleich hoch ist, wenn also eine Isoluminanz vorliegt. Ein Versuch von Abromov & Gordon zeigte die subjektive Helligkeitseinschätzung verschiedener Farben<sup>32</sup>. Den Probanden wurden gleich helle Farben mittels eines Projektors auf einer Leinwand präsentiert. Die Versuchspersonen sollten nun den Anteil des achromatischen (in diesem Falle weißen Lichtes) bestimmen.



**Abbildung 7: Wahrgenommene Sättigung von Farben unterschiedlicher Wellenlänge (aus: Abromov, I. und Gordon, J. 1994. Color Appearance of Seeing Red or Yellow, or Green or Blue. In *Ann. Rev. Psychol.* 45: S. 479)**

<sup>30</sup> Siehe und Vgl. Guski, Rainer. 1996. *Wahrnehmen – ein Lehrbuch*. S. 371. Kohlhammer: Stuttgart.

<sup>31</sup> Vgl. Wyszecki, G. und Stiles, W. S. 1967. *Colour Science*. S. 58-59. John Wiley & Sons : London.

<sup>32</sup> Vgl. Abromov, I. und Gordon, J. 1994. Color Appearance of Seeing Red or Yellow, or Green or Blue. In *Ann. Rev. Psychol.* 45: S. 451-485.

Wie der Graph in Abbildung 7 zeigt, wurden einige Farben als ‚gesättigter‘ als andere Farben eingeschätzt.

Diese Ergebnisse entsprechen unserem allgemeinen Empfinden – wir können uns eigentlich kein dunkles Gelb vorstellen. Dies ist nur teilweise physikalisch zu erklären. Betrachten wir die Remissionskurven von den Grundfarben Rot, Blau und Grün und das ihrer (additiv) gemischten Sekundärfarben Magenta, Cyan und Gelb in Abbildung 8, dann sehen wir, dass für den Farbeindruck von Gelb ein größeres Spektrum an Wellenlängen zusammenspielt als beispielsweise bei Rot. Andererseits ist die spektrale Bandbreite beim Farbeindruck von Blau ebenso hoch wie bei Rot oder Grün, obwohl diese Farbe häufig als die dunkelste beschrieben wird<sup>33</sup>.

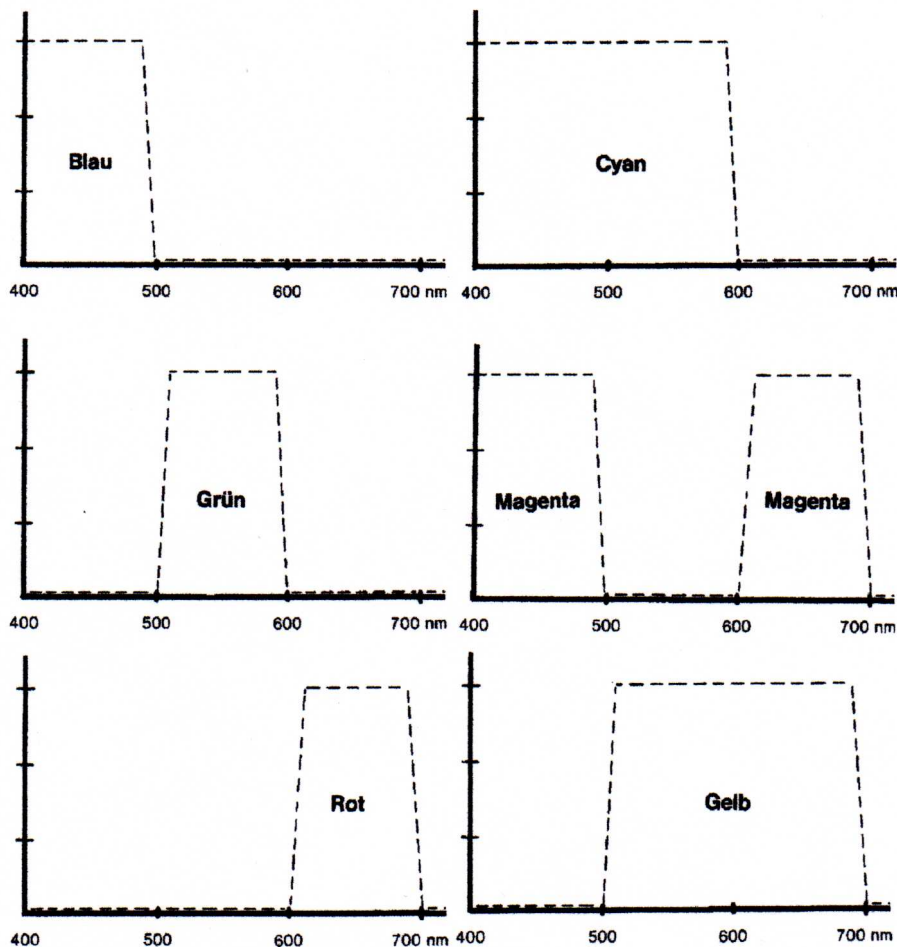


Abbildung 8: Farbremissionskurven bei Primär- und Sekundärfarben (aus: [http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf\\_operating/farbenlehrefarbmeterik.pdf](http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf_operating/farbenlehrefarbmeterik.pdf), Stand: 17.02.2008)

<sup>33</sup> Siehe Kapitel 9.1

### 3. Ton und Tonhöhe - multidimensionale Parameter

In Farb-Ton-Analogien werden in der Regel Tonhöhen mit Farben gleichgesetzt. Zuvor sahen wir, dass Farbwahrnehmung allerdings keineswegs auf einen einzigen Wahrnehmungsaspekt zurückzuführen ist. Gleiches gilt für die Tonhöhenwahrnehmung. Die Vorstellung, dass wahrgenommene Tonhöhe lediglich auf einer Dimension, nämlich der Frequenz, beruhe und auch nur die zwei Pole „hoch“ und „tief“ aufweise, ist immer noch weit verbreitet. Ihr liegt die Theorie eines Kontinuums der gehörten Tonhöhe zugrunde, nach der sich jeder Punkt auf einer Geraden berechnen ließe und die nach dem Weber-Theorem linear verlaufe, also dass die Reizgröße  $R$  (in diesem Falle die Frequenz) der Empfindungsgröße  $E$  (der gehörten Tonhöhe) direkt entspreche<sup>34</sup>. Jedoch verläuft die menschliche Wahrnehmung des Tonhöhenanstiegs nicht linear, sondern logarithmisch. Die Unterschiedsschwelle, auch JND (just noticeable difference) genannt, bezeichnet eine Frequenzänderung, die für uns gerade noch wahrnehmbar ist<sup>35</sup>. Diese Schwelle liegt in Frequenzbereichen unter 500 Hz relativ konstant bei 3,6 Hz, in höheren Frequenzbereichen bei  $0,007f$ <sup>36</sup>. Zudem gibt es beim An- und Absteigen der Tonhöhe natürlich nicht nur einen linearen, sondern zugleich auch einen periodischen Aspekt, der sich dadurch auszeichnet, dass in etlichen Kulturen für Töne im Oktavabstand gleiche Symbole und/oder Begriffe verwendet werden. Hornbostel verwendete für den linearen Aspekt der Tonhöhe den Begriff der Helligkeit, für das qualitative Merkmal der Klangfarbe und das der Oktavidentität hingegen den Begriff der Tonigkeit<sup>37</sup>.

Jedoch entspricht eine derartige lineare Funktion nicht unbedingt der Realität. Denn die Reduzierung eines Tones auf eine einzige Frequenz ist nur bei den künstlich erzeugten Sinustönen der Fall. Töne, die durch Instrumente erzeugt werden, besitzen in der Regel eine Obertonreihe

---

<sup>34</sup> Vgl. Schneider, Albrecht. 1997. *Tonhöhe, Skala, Klang*. S. 404. Orpheus: Bonn.

<sup>35</sup> Vgl. Zwicker, Eberhard. 1982. *Psychoakustik*. S.54. Springer: Berlin.

<sup>36</sup> Vgl. ebd. S. 55

<sup>37</sup> Vgl. Hornbostel, E.M. 1926. Psychologie der Gehörerscheinungen. In *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, 11: S. 701. Springer: Berlin.

oder auch Partialtonreihe, d.h. Frequenzen, die sich harmonisch (oder bei einigen Idiophonen auch unharmonisch) zu dem tatsächlich gehörten Grundton verhalten. Diese Obertonreihe bestimmt nicht unwesentlich die so genannte Klangfarbe oder *Timbre*, und diese wiederum kann die gehörte Tonhöhe ebenfalls insofern beeinflussen, dass sich das Gehör den zu harmonischen Klängen passenden Grundton sucht. Diese sogenannte „Virtuelle Tonhöhe“ lässt die wahrgenommene Klanghöhe bei Klängen mit inharmonischem Obertonspektrum nicht exakt vorhersagen<sup>38</sup>.

Helmholtz wies nach, dass bei wachsender Anzahl und Amplitude der höheren Teilfrequenzen der Klang mehr Fülle und Helligkeit erhält, er wird glänzender und schließlich schärfer. Stärkere Teiltöne in den tieferen Frequenzbereichen geben dem Klang hingegen mehr Volumen<sup>39</sup>. Es gibt augenfällig mehrere Dimensionen, die nicht separat voneinander stehen, sondern sich gegenseitig bedingen. Schneider weist darauf hin, dass einige Dimensionen wie Tonhöhe, Tonhelligkeit und Tondichte nicht separierbar seien. Vielmehr stellten sie integrale Dimensionen dar, deren Veränderungen grundsätzlich parallel zueinander verliefen<sup>40</sup>. Demzufolge gab es offenbar gleichzeitige Anstiege in Schärfe, Höhe (Helligkeit) und Dichte bei Tönen mit gleicher Grundfrequenz und einer variierenden Dimension.

Tonhöhe	tief	↔	hoch
Helligkeit	dunkel	↔	hell
Dichte/Schärfe	gering	↔	hoch <sup>41</sup>

Zwischen Lautheit und Tonhöhe besteht ebenfalls eine Beziehung. Mit Lautheit oder auch Lautstärke ist hierbei der nach dem subjektiven Hörempfinden korrigierte Schalldruck gemeint, dessen Masseinheit *phon* ist.

---

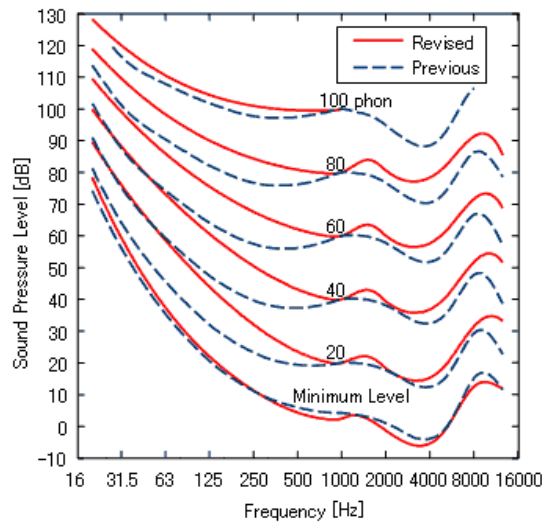
<sup>38</sup> Vgl. Zwicker S. 63

<sup>39</sup> Vgl. Helmholtz, H.v. 1913. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. S. 55. Vieweg: Braunschweig. Zitiert nach Schneider, Albrecht.

<sup>40</sup> Vgl. Schneider, Albrecht. 1997. *Tonhöhe, Skala, Klang*. S. 429. Orpheus: Bonn.

<sup>41</sup> Vgl. ebd. S. 429.

Die Referenzfrequenz beträgt hierbei 1000 Hz. Ein Sinuston von 100Hz und 50dB Schalldruck wird als ebenso laut empfunden wie ein 1000Hz-Ton von 40dB Schalldruck, wie aus der Grafik der unlängst korrigierten, roten Kurven gleicher Lautstärke ersichtlich wird. Die Grundfrequenz hat also einen direkten Einfluss auf die wahrgenommene Lautstärke und ist deshalb ebenso eine integrale Dimension<sup>42</sup>.



**Abbildung 9: Neue Kurven gleicher Lautstärke (aus: Normal equal-loudness-level contours - ISO 226:2003 Acoustics)**

Schneider stellte den Zusammenhang der verschiedenen Dimensionen tabellarisch dar<sup>43</sup>. Demgegenüber nehme das empfundene Klangvolumen mit steigender Tonhöhe jedoch ab:

*Frequenz, Tonhöhe, Helligkeit, Dichte, Schärfe, Lautheit*

Abnehmend ↔ Zunehmend

*Volumen*

Zunehmend ↔ Abnehmend

Liegen mehrere dieser integralen Dimensionen vor, so geben Probanden in der Regel auch ‚integrierte‘ Urteile ab.

<sup>42</sup> Vgl. Hesse, Horst-Peter. 2005. Psychoakustik des musikalischen Hörens. In *Enzyklopädie der Psychologie, Allgemeine Musikpsychologie*, ed. Stoffer, Thomas H. und Oerter, Rolf. 1: S. 226. Hogrefe: Göttingen/Bern/Toronto/Seattle.

<sup>43</sup> Vgl. Schneider, Albrecht. S. 430

Die schwierige Separierbarkeit der einzelnen Dimensionen verdeutlicht, dass Tonhöhe keineswegs ein eindimensionales Phänomen ist, sondern dass mehrere verschiedene Aspekte in unserer Wahrnehmung zu einem Tonhöhenklang verschmelzen. Die Benennung einzelner Dimensionen als Referenzaspekt zur Tonhöhe wie räumliche Höhe oder Helligkeit scheint dabei intersubjektiven Präferenzen unterworfen zu sein. Dies im Hinterkopf, können wir uns nun der Betrachtung der einzelnen Analogien widmen.

#### **4. Farb-Ton-Analogien: ein kategorialer Betrachtungsansatz**

Die Vielfalt oder, um Euphemismen zu vermeiden, die Diversität der im Folgenden betrachteten Farb-Ton-Zuordnungen ist kaum überschaubar. Dies liegt vornehmlich daran, dass die Definition von ‚Ton‘ innerhalb von Farb-Ton-Analogien recht breit ausgelegt werden kann. Dasselbe gilt in begrenztem Maße auch für Farben. Denn jeder Parameter, den man zur Messung bzw. Benennung von Klängen und Farben heranziehen kann, lässt sich ohne weiteres zueinander in Beziehung setzen. Dietrich Steincke vertritt die Ansicht, dass Literatur, die sich mit dieser Thematik beschäftigt, höchstens kategorial nach den Dimensionen der Betrachtungsgegenstände geordnet werden könne:

1. Die Beziehung von Farbe und Ton
2. Die Beziehung von Malerei und Musik<sup>44</sup>

Systematik finde sich eher dort, wo von den Autoren starke Eingrenzungen bei der Behandlung der Thematik vorgenommen wurden<sup>45</sup>. Diese Einschränkungen sind von etlichen Faktoren abhängig. Besonders häufig finden sich Studien, die von der psychologischen Betrachtungsweise dieser Analogien geprägt sind<sup>46</sup>. Ebenfalls zu nennen ist hier die Fülle an Beiträgen der Synästhesieforschung der späten 20er

---

<sup>44</sup> Vgl. Steincke, Dietrich. 2007. *Bildgestaltendes Verstehen von Musik*. S. 18. Königshausen & Neumann: Würzburg.

<sup>45</sup> Vgl. ebd. S. 20

<sup>46</sup> Vgl. de la Motte-Haber, Helga. 1990. *Musik und bildende Kunst – von der Tonmalerei zur Klangskulptur*. Laaber: Regensburg.

Jahre von den Forschern um den Psychologen Georg Anschütz<sup>47</sup>. Stand hierbei zunächst das Phänomen der zwanghaften und unveränderlichen Kopplung verschiedener Sinne im Vordergrund, welches heute als ‚genuine Synästhesie‘ bezeichnet wird, beschäftigte sich die Forschung später zunehmend mit Nicht-Synästhetikern möglichen allgemeinen Analogiebetrachtungen und mit intermodalen Verbindungen in künstlerischen Prozessen<sup>48</sup>. Die Unübersichtlichkeit der Thematik zeigt sich besonders, wenn in Publikationen versucht wird sich dem Farb-Ton-Phänomen von unterschiedlichen Standpunkten aus zu nähern, seien dies nun unterschiedliche Fachdisziplinen oder ein differierendes Verständnis der Thematik. Der Gefahr einer Abgrenzung gegenüber einem behandelnswerten Aspekt ist hier besonders hoch<sup>49</sup>.

Trotz oder gerade wegen dieser Bedenken soll im Folgenden ein Versuch unternommen werden, eine erste Systematik anhand einer Auswahl an bekannteren, publizierten Farb-Ton-Beziehungen herauszuarbeiten. Dabei scheint eine historische Betrachtung in Bezug auf gewisse soziographisch bedingte ‚Trends‘ in der Farb-Ton-Forschung zwar interessant zu sein, einer strukturierten Betrachtung und näheren Kategorisierung der einzelnen Analogiemerkmale dient sie jedoch sicherlich nicht. Stattdessen werden folgende Charakteristika oder besser Dimensionen der Analogien einer Ordnung zu Grunde gelegt:

1. Die Strategie der **Herleitung**
2. Der vorgesehene **Verwendungszweck**
3. Die **Intention**, die mit dem Erstellen der Analogie verbunden war
4. Die **Form** – welche akustischen Parameter mit visuellen Parametern verknüpft wurden

---

<sup>47</sup> Vgl. Anschütz, G. 1925. Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 51; vgl. Argelander, Annelies. 1927. *Das Farbenhören und der synästhetische Faktor der Wahrnehmung*. Jena; vgl. Hein, H. 1926. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten der Zuordnung von Farben zu Tönen. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 56

<sup>48</sup> Vgl. Schrader, Ludwig. 1969. *Sinne und Sinnesverknüpfungen*. Heidelberg: Winter

<sup>49</sup> Vgl. Kienscherf, Barbara. 1996. *Das Auge hört mit. Die Idee der Farblichtmusik und ihre Problematik*. Frankfurt a.M



Dabei sollen diese vier Punkte nur als Richtlinien zur Systematisierung gelten und nicht als voneinander getrennte Kategorien verstanden werden, denn es gibt sicherlich grundsätzlich Mischformen. So können bei der Erstellung einer Analogie durchaus mehrere Strategien zur Anwendung gekommen sein (siehe z.B. Sündermann), ebenso können durch eine Analogie verschiedene Parameter verknüpft werden. Auch unterschiedliche Intentionen können zur Erarbeitung derartiger Verknüpfungen geführt haben. Im Folgenden werden die vorgestellten Analogien anhand dieser vier Dimensionen kategorisiert.

Es ist dem Autor bewusst, dass die vorgeschlagene Systematisierung den einzelnen Arbeiten in vielerlei Hinsicht nicht gerecht werden kann – viele verdienen eine weitaus ausführlichere Betrachtung. Jedoch kann und soll an dieser Stelle keine Übersichtsarbeit erstellt werden, die alle bis dato publizierten Analogien vorstellt und diskutiert. Denn einerseits existieren im Hinblick auf einzelne Betrachtungsweisen, also aus Sicht von Musikwissenschaftlern, Synästhetikern und Psychologen bereits sehr gute Arbeiten<sup>50</sup>. Zum anderen würde eine lückenlose Übersichtsarbeit, die alle Publikationen beachten würde, mehrere Bände füllen. Die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Analogien dienen lediglich als Beispiele unterschiedlicher Herangehensweisen und Intentionen, die mit der Erstellung verbunden sind.

Die Farb-Ton-Analogien werden zunächst grob nach ihren Intentionen geordnet vorgestellt. Jede Analogie wird dann anhand ihrer Charakteristika entsprechend den vier oben genannten Dimensionen eingeordnet, was zur besseren Übersicht zu Beginn jedes Unterkapitels stichpunktartig erfolgen wird.

---

<sup>50</sup> Für eine historische Übersicht siehe Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* Diss. Sinzig: Studio und Kienscherf, Barbara. 1996. *Das Auge hört mit. Die Idee der Farblichtmusik und ihre Problematik*. Frankfurt a.M, für die Verknüpfung von Kunst und Musik siehe de la Motte-Haber, Helga: *Musik und bildende Kunst – von der Tonmalerei zur Klangskulptur*. Regensburg. 1990.

#### ***4.1. Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: Modelle der Sphärenharmonie oder einer höheren Ordnung***

Zunächst sollen Beispiele für Analogien genannt werden, die um der Analogiebildung selbst willen erstellt eine höhere Ordnung offenbaren sollen oder, bezugnehmend auf das sphärenharmonische Denken der griechischen Antike, diese höhere Ordnung als Sphärenharmonie darstellen. Dabei wurde die Zahl als ordnende Einheit verstanden, die in allem ihre Äquivalenzen fand. Die Zahl Sieben spielte als Anzahl der damals bekannten Planeten eine wichtige Rolle – somit gab es sieben Planeten, sieben Gerüche, sieben Geschmäcke, sieben Farben etc. Sogar Ideen wurden in Zahlen ausgedrückt<sup>51</sup>.

Die Intention bei Erstellen dieser Analogien lag im Beweis der zahlengebundenen Harmonie.

##### **4.1.1 Die Farbe-Ton-Lehre des Aristoteles**

*Strategie der Herleitung:* Aus Naturbeobachtungen empirisch hergeleitet

*Intention:* Beleg des Prinzips der Analogiebildung als wissenschaftliche Methodik

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe (Tonstufen)

*Verwendungszweck:* Keine praktische Anwendung vorgesehen

Aristoteles prägte damals die Vorstellung eines Gemeinsinns, eines *sensus communis*, der die Sinne umspannte. In seinem Buch „*De audibilibus*“ vergleicht Aristoteles die Helligkeit (griechische Übersetzung) von Farben und Tönen miteinander und stellt dabei fest, dass in beiden Sinnen diejenigen Stimuli das Gehör und den Sehsinn am ehesten erregen, die in ihrer Klarheit die Sinne am stärksten erregen<sup>52</sup>.

In diesem Falle ist es natürlich fraglich, welche Töne gemeint sind, die am meisten das Gehör zu erregen vermögen. Denn sowohl lauten als auch hohen Tönen könnte diese Eigenschaft zugeschrieben werden.

---

<sup>51</sup> Vgl. Aristoteles. *Metaphysica*. I, 6. XIII. XIV, 1. Simplic. ad Phys. 247. Zitiert aus: Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* Diss. S. 84. Sinzig: Studio.

<sup>52</sup> Vgl. Aristoteles. *De audibilibus*, §801b. S.1231. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press

Aristoteles verstand die Farben Weiß und Schwarz als Basis seiner Farbenlehre und das Rot als gleiche Mischung von beiden. Das Grün besaß für ihn eine Nähe zum Rot, ebenso das Violett. Gelb und Blau hingegen seien Abarten des Weißen bzw. des Schwarzen. Alle anderen bekannten Farben seien nun Mischungen der genannten, wodurch die unüberschaubare Vielfalt an Farben zu erklären sei<sup>53</sup>. In *De Sensu* entwickelte er eine Farbenreihe, deren Reihenfolge von der Helligkeit der Farben bestimmt ist: Weiß (ebenso könnte Gelb als Variante von Weiß gesehen werden, ebenso wie Grau als Variante von Schwarz), Purpurrot, Violett, Grün, Blau und Schwarz<sup>54</sup>. Die Farben nach ihrer Verwandtschaft (der hier offenbar die Helligkeit zugrunde gelegt wurde) linear zu ordnen ermöglichte nun einen direkten Vergleich zwischen Farben und Tönen<sup>55</sup>. Aristoteles richtete sich bei der akustischen Dimension nach der damaligen Tonskala, dem *systema teleion*, das nach den Proportionen der Saitenteilungen 1:2, 2:3 und 3:4 aufgebaut war. Wie Christian Berger bemerkt, entstand durch die fehlerhafte Rückübersetzung der Begriffe Hypate und Nete der Eindruck, das griechische Tonsystem stehe auf dem Kopf<sup>56</sup>. Die metaphorische Benennung der ‚höchsten‘ Saite mit Hypate wird dem höchsten Planeten, dem Saturn zugeordnet. Somit handelt es sich hierbei sehr wahrscheinlich eher um eine poetische Bezeichnung<sup>57</sup>. Gaiser erstellte aus Aristoteles Schriften die Farb-Ton-Analogieskala. Analog zu der Sieben-Ton-Skala formulierte Aristoteles nun anhand von Naturbeobachtungen seine siebenteilige Farbskala<sup>58</sup>, die in Abbildung 10 zu sehen ist.

---

<sup>53</sup> Vgl. Aristoteles. *De Coloribus*, §791. S. 1219. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press

<sup>54</sup> Vgl. Aristoteles. *De Sensu*, I, Kap. 4, §442a. S. 702. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press

<sup>55</sup> Vgl. Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* Diss. S. 84. Sinzig: Studio.

<sup>56</sup> Vgl. Berger, Christian. 1998. Maß und Klang - Die Gestaltung des Tonraumes in der frühen abendländischen Mehrstimmigkeit. In *Raum und Raumvorstellungen im Mittelalter*, ed. Aertsen, Jan A. und Speer, Andreas. S. 687-701, S. 689. Berlin: de Gruyter (Miscellanea Mediaevalia : Veröffentlichungen des Thomas-Instituts der Universität zu Köln)

<sup>57</sup> Vgl. Zamminer, F. 1989. Musik im archaischen und klassischen Griechenland. In *Die Musik des Altertums*, ed. Riethmüller, A. und Zamminer, F. S. 182 Laaber. (Neues Handbuch der Musikwissenschaft 1)

<sup>58</sup> Anmerkung: Gaiser folgt noch älteren Übersetzungen, in denen Purpur mit Violett gleichgesetzt worden ist und nicht mit Rot.

Eine nähere Betrachtung der Zusammenstellung Gaisers lässt die Rekonstruktion der aristotelischen Gesamtskala uneindeutig erscheinen. Die Triten als auch die Paraneten sind derselben Farbe zugeordnet worden. Gaiser verweist auf die Variabilität der Farb-Ton-Analogie des Aristoteles, der seine Korrespondenzen nicht starr festlegen wollte<sup>59</sup>, unter anderem in Anbetracht der varianten Bedeutung der einzelnen Tonstufen, die je nach Tongeschlecht und somit verwendetem Tetrachord unterschiedliche Töne bezeichnen konnten. Im System elatton benennt die Triten im Tetrachord synemmenon beispielsweise das h, im meizon wird sie im Tetrachord diezeugmenon jedoch dem c<sup>1</sup> zugeschrieben<sup>60</sup>.

FARBEN	TONNEHMEN		TÖNE	INTERVALLE		
	1	2		1	2	
1. weiß (λευκόν)	6	12	e <i>Nete</i>	1 : 1	2 : 1	Oktave
2. gelb (ξανθόν)			d <i>Paranete</i>			
			<c <i>Trite</i> >			Quinte
3. rot (φοινισσοῦν)	8	9	h <i>Paramese</i>	4 : 3	3 : 2	
4. purpur (άλουργόν)	9	8	a <i>Mese</i>	3 : 2	4 : 3	
5. dunkelgrün (πράσινον)			g <i>Lichanos</i>			Quinte
6. dunkelblau (κυανοῦν)			f <i>Parhypate</i>			Quarte
7. grau und schwarz (φαιόν, μέλαν)	12	6	e <i>Hypate</i>	2 : 1	1 : 1	Oktave

Abbildung 10: Farb-Ton-Analogieskala nach Aristoteles (aus: Gaiser, Konrad. 1965. Platons Farbenlehre. In *Synusia*, ed. Gaiser, Konrad und Flashar, Helmut. S. 190. Pfullingen: Neske)

Grün und Violett zu Grundfarben zu erklären, Orange aber außen vorzulassen ist ein Indiz dafür, dass die Zahl Sieben der Analogie untergeordnet wurde und sich die Sieben nicht aus ihr ergeben hat<sup>61</sup>. Jedoch räumt Gaiser ein, dass Aristoteles – auch ob der Uneinheitlichkeit

<sup>59</sup> Vgl. Gaiser, Konrad. 1965. Platons Farbenlehre. In *Synusia*, ed. Gaiser, Konrad und Flashar, Helmut. S. 191. Pfullingen: Neske

<sup>60</sup> Vgl. dazu F. Zamminer. 1989. Musik im archaischen und klassischen Griechenland. In *Die Musik des Altertums*, ed. Riethmüller, A. und Zamminer, F. S. 182 Laaber. (Neues Handbuch der Musikwissenschaft 1)

<sup>61</sup> Vgl. dazu Aristoteles. *De Coloribus*. §791a. S. 1219. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press

seiner Darstellungen – die Farb-Ton-Analogie vielmehr als Hypothese gesehen hat<sup>62</sup>. Entscheidend aber ist die Tatsache, dass Aristoteles recht eindeutige Farben einem relativen Tonsystem zuordnete. Somit liegt hier eine Analogie von Farben zu relativen Tonhöhen vor.

An dieser Stelle soll betont werden, dass Aristoteles der zuvor von den Pythagoräern vorgeschlagenen Einheit von Zahlen und Sphären eher skeptisch gegenüberstand<sup>63</sup>. In der Analogiebildung selbst jedoch sah er eine höhere Ordnung, die sich durch die Gemeinsamkeiten der Sinne ergaben. Die Bildung einer Analogie verstand er als methodisches Mittel zur Darlegung seines Ordnungsprinzips bzw. zu der von ihm vorgeschlagenen Deutung der Wirklichkeit<sup>64</sup>.

#### **4.1.2. Athanasius Kircher: Sphärenharmonie**

*Strategie der Herleitung:* Sowohl Einflüsse der Empirie des Aristoteles als auch intrinsisch

*Intention:* Beleg der platonischen Sphärenharmonie durch die Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe (Tonstufen)

*Verwendungszweck:* Keine praktische Anwendung vorgesehen

Die Idee der Sphärenharmonie und daraus resultierende Analogien blühten im Zeitalter der Renaissance erneut auf. Dies verwundert nicht, zeichnete sich diese Epoche doch durch die Rückbesinnung auf wissenschaftliche und künstlerische Ideale der Antike aus. Athanasius Kircher griff die antike Idee der Sphärenharmonien auf und erstellte ein Analogiemodell, in das er sowohl Farben, Lichtintensitäten, Geschmacksqualitäten, Elemente, Wissensstufen, Seinsstufen und Töne integrierte und den jeweiligen Farben zuordnete.

---

<sup>62</sup> Vgl. Gaiser, Konrad. 1960. *Platons ungeschriebene Lehre und der Platonismus des Aristoteles*. Habil.Schrift. S. 191. Tübingen.

<sup>63</sup> Vgl. Aristoteles. *Metaphysik*, Buch 1, Kapitel 5. 986a. S. 13-14. Übers. Von Rolfes, Eugen. 1928. Meiner : Leipzig

<sup>64</sup> Vgl. Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* Diss. S. 88-89. Sinzig: Studio.

Er benutzte jedoch das Farbensystem von Agulionius, der 1613 als die drei Grundfarben Gelb, Rot und Blau postulierte sowie Schwarz und Weiss. Dieses Modell nannte er „Analogia rerum cum coloribus“<sup>65</sup>.

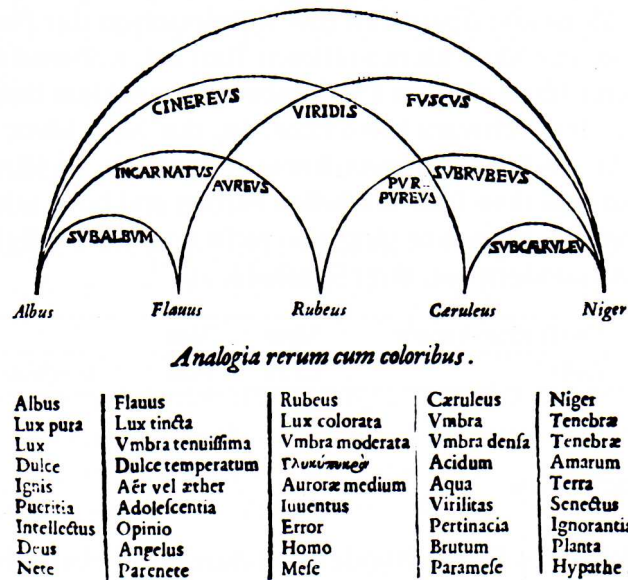


Abbildung 11: Intermodale Farbanalogie Kirchers (aus: Kircher. 1646. S. 67, übernommen aus : Jewanski, Jörg; Sidler, Natalia: *Farbe-Licht-Musik*. S. 135)

Interessanterweise ordnete Kircher die Lichtintensität als eigenständige, visuelle Wahrnehmungsqualität ein. Ebenso wie Aristoteles sah er eine Analogie zwischen hohen Tönen und hellen Farben, benannte aber den Unterschied zwischen Helligkeit und Buntton explizit. Als Gegensatzpaare setzte Kircher hell-dunkel gleich mit hoch-tief sowie Konsonanz-Dissonanz in der Musik und Angenehm-Unangenehm bei den Geschmacksarten. Somit flossen also auch affektive, emotionale Gehalte in dieses Modell mit ein<sup>66</sup>.

#### 4.2 Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: Ästhetische Äquivalenzen zwischen Farbe und Ton

Auch etliche Künstler und Musiker oder zumindest Kunstinteressierte bemühten sich im Laufe der Jahrhunderte Farb-Ton-Analogien aufzustellen, deren Konsonanzen und Dissonanzen dem eigenen Empfinden entsprechend sowohl bei Farben als auch bei Tönen zu

<sup>65</sup> Vgl. Kircher, Athanasius. 1671. *Ars magna lucis et umbrae in decem libros digesta. Liber I. Pars III.* S. 67., Zitiert aus: Jewanski, Jörg; Sidler, Natalia: *Farbe-Licht-Musik*. S. 135 ff.

<sup>66</sup> Vgl. Kircher, Athanasius. *De multiplici varietate colorum. Liber I, Pars III.* S. 66ff. Zitiert aus: Jewanski, Jörg: *Ist C=Rot?* Berlin, 1996, S. 200

suchen seien. In einigen Fällen sollten ästhetische Analogien als ästhetisches, harmonisches System zur direkten Umsetzung in musikalischen oder künstlerischen Aufführungen dienen.

#### **4.2.1 Marin Cureau de la Chambre: Harmonie des Couleurs**

*Strategie der Herleitung:* Geht nicht eindeutig aus dem Material hervor, vermutlich intrinsisch unter Berücksichtigung von Konsonanz/Dissonanz in Farbe und Intervall

*Intention:* Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Ausgangstönen von Intervallen

*Verwendungszweck:* Keine praktische Anwendung vorgesehen

Marin Cureau de la Chambre entwickelte um 1650 ein Schema der musikalischen Farbharmonien. Im Gegensatz zu seinen Vorgängern sollte dieses Modell keineswegs sphärenharmonische Harmonien verdeutlichen. Stattdessen diente es ausschließlich der ästhetischen Begründung von Farbmischungen und Intervallen. Der Einfluss des Aristoteles ist hierbei dennoch zu sehen. Genau wie der altgriechische Gelehrte stellte er ein Farb-Ton-Beziehungssystem auf, das sich wie das *systema teleion* aus Quartan, Quinten und Oktaven zusammensetzt. Seine Analogie ist demnach eine relative Farb-Ton-Zuordnung, da die Verknüpfung der Farben mit Tonintervallen erfolgte und nicht mit absoluten Tonhöhen. Die Verhältnisse von Saitenlängen können hier mit den den Farben zugeordneten Zahlen numerisch dargestellt werden. Mit de la Chambres System scheinen somit die Konsonanzen und Dissonanzen von Intervallen auf Farben übertragen werden zu können, indem von jeder einzelnen Farbe ausgehend die Saitenverhältnisse in Form von entsprechenden Zahlenkodierungen auf die Farbverhältnisse geschlossen werden kann<sup>67</sup>.

Für de la Chambre galten nur die Quinte, die Quarte, die Oktave und daraus folgend die Undezime und die Duodezime als konsonante Intervalle. Alle anderen aus diesem System erfolgenden Intervalle wie

---

<sup>67</sup> Vgl. Cureau de la Chambre, Marin. 1650. *Nouvelles observations et conjectures sur l'iris*. S. 214 ff. Paris

der große Ganzton 9:8 sowie 9:4, 9:6 und 9:16 und die entsprechenden Farbenverhältnisse, nämlich Gelb zu Rot, Violett zu Gelb, Blau zu Rot und Blau zu Violett verhielten sich zueinander dissonant<sup>68</sup>.

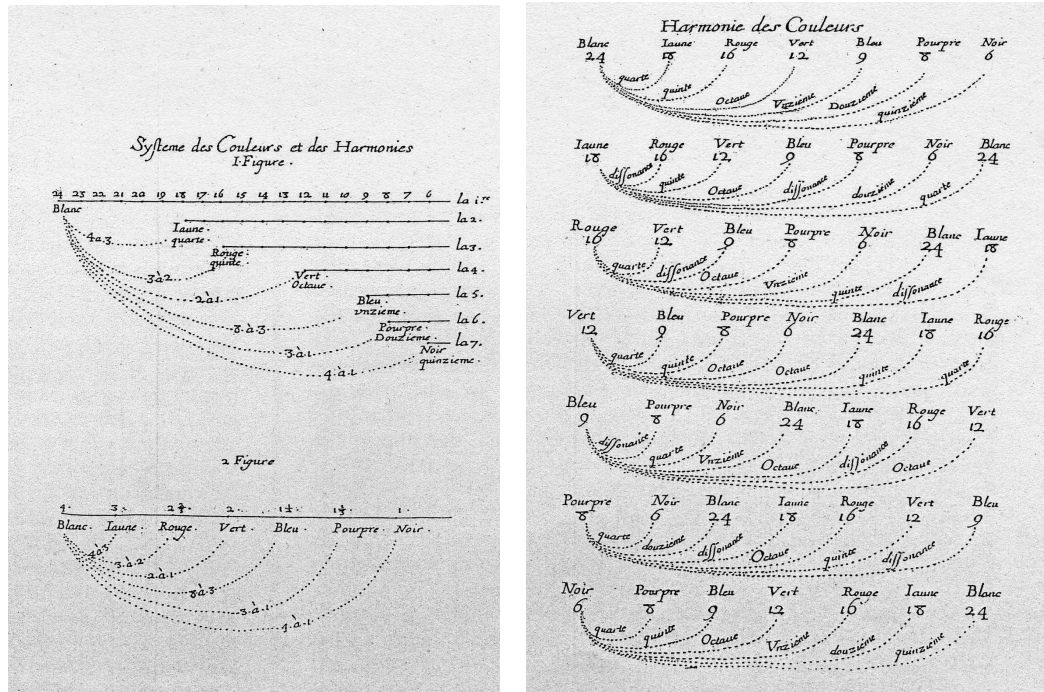


Abbildung 12a und 12b: De la Chambres Harmonie des Couleurs (aus: de la Chambre, Marin. 1650. *Nouvelles observations et conjectures sur l'iris*. S. 215 und S. 219)

De la Chambre mag es bei der Erstellung dieser Analogie wohl mehr um die Erkenntnis genereller Verbindungen zwischen Intervallen und Farben gegangen zu sein, denn die Möglichkeiten der praktischen Umsetzung scheinen bei diesem relativen System begrenzt.

#### 4.2.2 Wilhelm Ostwald: Farb-Ton-Kreis

*Strategie der Herleitung:* Geht nicht eindeutig aus dem Material hervor, vermutlich intrinsisch unter Berücksichtigung von Konsonanz/Dissonanz in Farbe und Intervall

*Intention:* Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farben zu Intervallen, jeweils für Ausgangs- und Zielton

<sup>68</sup> Vgl. Cureau de la Chambre, Marin. 1650. *Nouvelles observations et conjectures sur l'iris*. S. 218. Paris



*Verwendungszweck:* Keine praktische Anwendung vorgesehen

Ostwald versuchte ebenso wie de la Chambre die Konsonanzen und Dissonanzen von Intervallen auf Farben zu übertragen. In Ostwalds 24-teiligem Farbkreis nummerierte er die einzelnen Farbnuancen durch. Dabei nahm das Gelb die Nummer 24 ein, das Grün die 18, das Blau die 12, das Rot die 6 und das Gelb mit 1/6 Anteil Rot die 1.

Jedem Intervall ordnete Ostwald nun einen farblichen Zweiklang zu, was durch die 24-Teilung leicht ermöglicht wurde. So setzte sich die Kleine Sekunde beispielsweise aus den Farben 23 und 1 zusammen, die den geringen farblichen und klanglichen Kontrast zwischen den Farben und Tönen ausdrücken sollte. Nähern sich die Farbpaare der Terz, so werden sie immer kontrastreicher, um schließlich in der Quarte und analog zwischen den Gegenfarben Grün und Rot den größten Kontrast aufzuzeigen. Danach verringern sich die Farbkontraste wiederum, zeigen den kleinsten Kontrast in der großen Septime und verschmelzen in der Oktave zum reinen Blau. Die gemäß Ostwald konsonanten Stufen sind in Abb. 13 durch Sternchen gekennzeichnet<sup>69</sup>.

<u>Farbtöne</u>	<u>Intervalle</u>
24	Oktave
1 + 23	kleine Sekunde
2 + 22	große Sekunde
3 + 21	kleine Terz*
4 + 20	große Terz*
5 + 19	übermässige Terz
6 + 18	Quarte*
7 + 17	übermässige Quarte
8 + 16	Quinte*
9 + 15	Sexte*
10 + 14	kleine Septime
11 + 13	große Septime



**Abbildung 13a und 13b: Ostwalds Farbkreis (aus: Ostwald, Wilhelm. 1921. *Die Harmonie der Farben*. Leipzig. Tabelle S. 89, Farbkreis aus Anhang)**

Somit schafft Ostwald eine relative Farb-Ton-Verknüpfung, die die Ungeschlossenheit der chromatischen zwölfstufigen Leiter in Einklang

<sup>69</sup> Vgl. Ostwald, Wilhelm. 1921. *Die Harmonie der Farben*. S. 89 Unesma: Leipzig.

mit dem geschlossenen Systems seines Farbkreises bringt. Im Gegensatz zu de la Chambre ordnet er nicht einem Intervall zwei feste Ausgangsfarben zu, sondern orientiert sich tatsächlich an den Abständen zwischen den Farben.

Dem *c* würde als Ausgangston der kleinen Sekunde nach *cis* ein rötliches Gelb zudedacht, als Zielton einer Quarte jedoch ein reines Grün. Die praktische Umsetzung innerhalb kolorierter Notationen ist offensichtlich kaum möglich. Besonders komplex wäre eine Umsetzung von Akkorden, bei denen die Intervalle simultan dargeboten und je nach Auslegung etliche unterschiedliche Farbtöne aufweisen würden. Ostwald gab zu, dass er der Unterordnung der Intervalle zu seinem Farbkreis einige Intervalle unberücksichtigt lassen musste, ebenso wie er die doch eher ungebrauchliche übermässige Terz einführte. Letztendlich hatte Ostwald keine Verwendung für seine Analogie vorgesehen, vielmehr sah er in ihr eine Gedächtnisstütze zum Erlernen seines Farbkreises<sup>70</sup>.

#### **4.2.3 Hans Sündermann: Bezugskreis**

*Strategie der Herleitung:* Sowohl intrinsisch als auch durch Beobachtung anderer Analogien, insbesondere in Liedtexten und Literatur

*Intention:* Erkenntnisinteresse an Ästhetischer Analogie und rudimentäres Angebot an Künstler und Musiker als Hilfe zum produktiven Schaffen

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu (Grund-)Tönen, Tonarten und Akkorden

*Verwendungszweck:* die praktische Umsetzung liegt im Ermessen des Künstlers

Einen sehr ähnlichen Ansatz verfolgte Hans Sündermann in seinem so genannten „Bezugskreis“<sup>71</sup>. Er orientierte sich an den Grundfarben von Ostwalds Farbkreis. Die Form des Kreises eignete sich seiner Meinung nach besonders zum Aufzeigen eventueller Polaritäten. Bei der Suche

---

<sup>70</sup> Vgl. ebd. S. 89

<sup>71</sup> Siehe Sündermann, Hans und Ernst, Berta. 1981. *Klang – Farbe – Gebärde, Musikalische Graphik*. S. 55. Wien/München: Schroll & Co.

nach den Farb-Ton-Äquivalenzen ging er ausgesprochen gründlich vor und versuchte, möglichst viele Aspekte bei der Zuordnung zu beachten. Zunächst suchte er nach Polaritäten, die (entsprechend der Definition von transmodalen Qualitäten) sowohl bei Farben als auch bei Klängen vorkommen. Demzufolge stellte er folgende Gegensatzpaare auf:

#### Hoch und Tief / Hell und Dunkel

Sündermann versuchte, die Korrespondenz zwischen beiden Paaren herzustellen, indem er z.B. mit dem Stand der Sonne, die bei ihrem höchsten Stand am hellsten scheint, argumentierte. Demgegenüber spräche man von tiefdunkler Farbe und dem tiefdunklen Ton einer Bassstimme. So beherberge auch der obere Teil des Bezugskreises die helleren, der tiefere Teil die dunkleren Farben. Sündermanns Gegensatzpaar Positiv und Negativ entsprechen eigentlich genau derselben Definition: Moll als negierendes Element, Dur als aktiver Aspekt.

#### Leicht und Schwer

Ähnlich analog seien auch die Zuordnungen leichter, lichter Farben zu hohen Tönen, die eher „erleichternd“, erhebend wirkten im Gegensatz zu der bedrückenden Schwere alles Dunklen.

#### Laut und Leise

Hier wird von der Intensität der Farben aus argumentiert, die, wenn auch affektiv hergeleitet, den Lautstärken der Klänge sehr ähnlich seien. Das grelle, „schreiende“ Gelb und das aktive, „knallende“ Rot besitzen eine größere Intensität/Lautstärke als eine „blaue Stille“.

#### Warm und Kühl

Die Wärme des Rotes und auch seiner Mischungen mit Gelb und Blau stehe der Kälte des Grüns und des Blaus gegenüber. Analog dazu wirkten die Durtonarten und die Durakkorde eher warm, das Moll hingegen bläulich-kalt. Links und Rechts des Bezugskreises befinden sich folglich die Pole der Temperatur.

Aktiv und Passiv

Die Bewegungsanmutungen, die Sündermann den einzelnen Farben zuschreibt, erinnern an die Farbenlehren Kandinskys und Goethes, die die exzentrische Bewegung der Gelb- und Rottöne hervorheben und demgegenüber die konzentrischen Bewegungen der Blau- und Grüntöne beobachten<sup>72</sup>. Auch seien die unbunten Farben Schwarz, Weiß und ihre Grautöne ebenfalls von eher passiver Natur<sup>73</sup>.

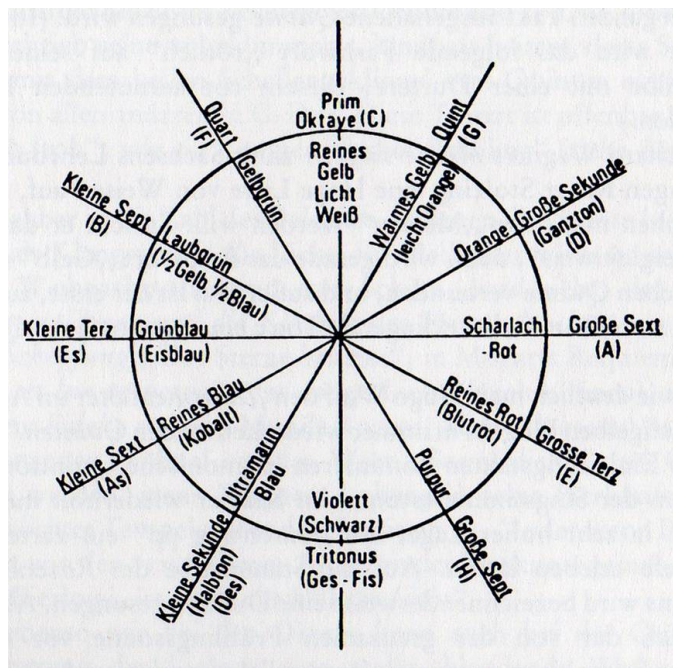


Abbildung 14: Sündermanns Bezugskreis (Sündermann, Hans und Ernst, Berta. 1981. *Klang – Farbe – Gebärde, Musikalische Graphik*. S. 55. Wien/München: Schroll & Co.)

Entsprechend diesen Polaritäten erstellte Sündermann seinen „Bezugs-Kreis“, der sowohl Akkorde, Grundtöne als auch Tonarten in Bezug zu den entsprechenden Farben setzt. Die Herleitung dieser Bezüge geschah auf unterschiedliche Weise.

In erster Linie werden Lied- und Arientexte von Volksliedern, aber auch von Kunstliedern, Opern und Arien mit den gesungenen Intervallen verglichen. So werden beispielsweise im schwäbischen Volkslied „Es reiten itzt die ungrischen Husaren“ die Worte „zündelrot“ und „blutrot“ in Durterzen, also in großen Terzen gesungen, während Haydn in seinen

<sup>72</sup> Siehe dazu die Farbenlehren Kandinskys und Goethes in Kapitel 2.3 und 5.4.5

<sup>73</sup> Vgl. Sündermann. S. 53-54, dies gilt für die gesamte Vorstellung der Farb-Ton-Analogie

*Jahreszeiten* das „Frührot“ in Terzen singen lässt<sup>74</sup>. Auf ähnliche Weise werden auch Analogien zwischen den Tonarten und den Farben gesucht und gefunden. Sündermann findet für jede auf diese Weise hergeleitete Farbe Beispiele von Liedtext-Intervall-Verknüpfungen und schlägt dabei den Bogen zu Eckart Heimendahls Farbenlehre<sup>75</sup>.

Die Analogie wurde von Sündermann weniger als methodisches Mittel entwickelt. Vielmehr liegt hier eine ganzheitliche Analogie ähnlich den Sphärenharmonien der Griechen vor, aus der jeder Angesprochene, sei es ein Kunstpädagoge, ein Kulturhistoriker oder ein Musiktherapeut, nach Sündermanns Intention seine eigenen Konsequenzen für sein Handeln ziehen könne<sup>76</sup>.

#### **4.2.4. Varia: Farbige Vokale**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Erkenntnisgewinn bezüglich ästhetischer Äquivalenzen

*Form der Verknüpfung:* Vokale und Farbe

*Verwendungszweck:* die praktische Umsetzung liegt im Ermessen des Künstlers

Eine Sonderform der Farb-Tonzuzuordnungen stellen wohl die Farb-Vokal-Korrespondenzen dar. Jean-Arthur Rimbaud ordnet die Vokale u – o – a – e – i von tief nach hoch.

a	-	Schwarz
e	-	Weiss
i	-	Rot
o	-	Blau
u	-	Grün

Natürlich können auch dieselben Vokale je nach intonierter Grundfrequenz unterschiedlich hoch sein, Rimbaud hingegen ging offenbar von dem empfundenen Klangcharakter der einzelnen Vokale

---

<sup>74</sup> Vgl. Sündermann. S. 57 ff.

<sup>75</sup> Vgl. Heimendahl, Eckart. 1961. *Licht und Farbe, Ordnung und Funktion der Farbwelt*. S. 265 ff. Berlin: de Gruyter.

<sup>76</sup> Vgl. Sündermann. S. 17

aus. Dies scheint nicht abwegig, hat doch die gehörte Klangfarbe Einfluss auf die empfundene Tonhöhe.

Demgegenüber betont Ernst Jünger den Widerspruch zwischen den Vokalen der französischen und der deutschen Sprache. Somit empfindet er das ‚a‘ als Rot und das ‚o‘ als Gelb, da es ebenso wie die Vokale ‚helle‘ Farben seien. Das ‚i‘ und das ‚u‘ ständen hingegen eher den dunkleren Erdfarben nahe. Nur der Korrespondenz des ‚e‘ zum Weiss sei für ihn nachvollziehbar<sup>77</sup>.

### ***4.3 Analogiebildung aus Erkenntnisinteresse: physikalische Gemeinsamkeiten***

Eine andere Art der Herangehensweise bei der Herleitung von Analogien beruht auf dem Nachweis von sich entsprechenden physikalischen Parametern bei Farben und Tönen.

#### **4.3.1 Isaac Newton: Prismenversuche**

*Strategie der Herleitung:* Aus Prismenversuchen empirisch hergeleitet

*Intention:* Beleg einer physikalischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe (Tonstufen durch Saitenteilung)

*Verwendungszweck:* Auch aufgrund der relativen Farb-Ton-Verknüpfung ist kein praktischer Verwendungszweck vorgesehen

Der englische Physiker Sir Isaac Newton machte 1704 bei seinen Untersuchungen der Spektralfarben mittels Prismen eine interessante Entdeckung. Er projizierte die durch ein Prisma getrennten Spektren des Sonnenlichtes auf ein weißes Blatt Papier und ließ einen Assistenten die Grenzen der klar erkennbaren Farben auf einer Linie einzeichnen. Dabei erkannte er, dass, wenn die Grundlinie verlängert wurde, die durch die Spektralfarben erzeugten Abstände ähnlich der Saitenteilung eines

---

<sup>77</sup> Vgl. Gerstner, Karl. 1986. *Die Formen der Farben*. S. 171-172. Frankfurt

Instrumentes sei<sup>78</sup>. Wenn Punkt G das eine Ende der fiktiven Saite und Punkt X das andere Ende darstellen, dann entsprechen die Strecken GX der ganzen Saite, die Strecke  $\lambda X$   $\frac{8}{9}$  der Saite,  $\iota X$   $\frac{5}{6}$ ,  $\eta X$   $\frac{3}{4}$ ,  $\epsilon X$   $\frac{2}{3}$ ,  $\gamma X$   $\frac{3}{5}$ ,  $\alpha X$   $\frac{9}{16}$  und MX der Hälfte der Saitenlänge. Somit entsprechen die Saitenlängen denen des Grundtons, der Sekunde, der Kleinen Terz, der Quarte, der Quinte, der großen Sexte, der Septime und der Oktave des Grundtons. Da Newton die Kleine Terz angibt und die diatonisch-reine kleine Septime ( $\frac{9}{16}$ ), benutzt er offenbar eine dorische Skala<sup>79</sup>.

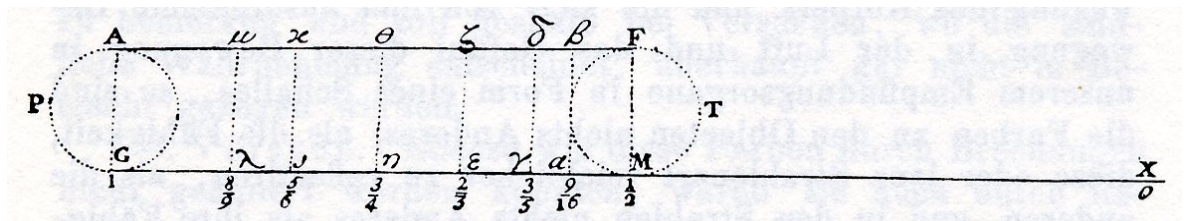


Abbildung 15: Newtons Farb-Ton-Analogie (Newton, Isaac. 1983. *Optik oder Abhandlungen über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichtes*. S. 82. Vieweg und Sohn: Braunschweig)

Daraus schloss er, dass das Licht Schwingungen verschiedener Größe hatte, genauso wie die Luft durch verschiedene Töne in unterschiedliche Schwingungen versetzt werden konnte. Diese Schwingungen könnten sich nun ähnlich zueinander verhalten, so dass es zu den einzelnen Tönen entsprechende Farben gebe<sup>80</sup>. Dadurch sei auch zu erklären, dass einige Farben sich zueinander wie ihre entsprechenden Töne harmonisch verhalten, während andere, genau wie ihre Töne, Dissonanzen hervorriefen.

Häufig finden sich in der Literatur jene Angaben zur Newtonschen Farb-Ton-Analogie. Aber genauer betrachtet werden auf der Basis dieser Theorie lediglich die Grenzen der diskriminierbaren Farben zu den Teilungsverhältnissen einer Saite in Bezug gesetzt. Man ordnet also z.B. der kleinen Septime nicht das Rot, sondern den Übergang vom Rot zum Orange zu. Die aus diesen Überlegungen abgeleiteten Farb-Ton-Analogien sind demnach ungenau.

<sup>78</sup> Vgl. Newton, Isaac. 1983. *Optik oder Abhandlungen über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichtes*. S. 82. Vieweg und Sohn: Braunschweig

<sup>79</sup> Vgl. Newton, S. 272

<sup>80</sup> Vgl. ebd., S. 228

### 4.3.2 Hermann von Helmholtz: Die Analogie als Kritik an Newtons Farb-Tonzuordnung

*Strategie der Herleitung:* Frequenzberechnungen

*Intention:* Widerlegung einer physikalisch begründeten Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe und absolute Tonhöhe

*Verwendungszweck:* Kein praktischer Verwendungszweck vorgesehen

Hermann von Helmholtz kritisierte etwa 200 Jahre später an Newtons spektraler Tonzuordnung das offensichtliche Fehlen einiger sichtbarer Farben. Goldgelb, Gelbgrün und Türkis kämen darin nicht vor, dafür aber zwei Arten von Blau.

Fis	Ende des Rot
G	Rot
Gis	Rot
A	Rot
B	Rotorange
H	Orange
c	Gelb
cis	Grün
d	Grünblau
dis	Cyanblau
e	Indigoblau
f	Violett
fis	Violett
g	Überviolett
gis	Überviolett
a	Überviolett
b	Überviolett
h	Ende des Sonnenspektrums

**Abbildung 16: Frequenzäquivalenzen nach Helmholtz (Helmholtz, Hermann von. 1910. *Handbuch der Physiologischen Optik - Bd. II. Die Lehre von den Gesichtsempfindungen*. S. 63. Hamburg und Leipzig.)**

Helmholtz führte diesen Umstand auf die speziellen Brechungsvermögen unterschiedlicher Substanzen zurück, aufgrund derer brechbare Farbtöne in einem prismatischen Spektrum eine größere Ausdehnung aufweisen



als die weniger brechbaren<sup>81</sup>. In den Spektralmessungen, bei denen die Ausdehnungen der Farben nicht von brechenden Medien abhingen, sei der blau-violette Farbraum kleiner als bei prismatischen Lichtbrechungen.

Mit anderen Worten, die Messergebnisse Newtons waren aufgrund der nicht ausgereiften technischen Voraussetzungen zu ungenau.

Helmholtz bediente sich vorheriger Messergebnisse und wendete das Einteilungsprinzip der musikalischen Tonleiter auf die Schwingungsdauer der Lichtwellen an. Dabei teilte er einer chromatischen Tonleiter ausgehend vom Fis den Tönen die entsprechenden Farben zu.

Was durch diese Gegenüberstellung von Spektralfarben und Tonhöhen offensichtlich wird, ist die Tatsache, dass sich am Rande des Spektrums die Farben, die den jeweiligen Tönen zugeordnet werden können, nicht merklich ändern. Lediglich im mittleren Bereich des Spektrums entsprechen die Teilungsverhältnisse unterscheidbaren Farbtönen.

Daraus schloss Helmholtz, dass die Farbwahrnehmung sich zu den Schwingungsstufen des Lichtes eben nicht gleich verhielte wie zu den Schwingungsverhältnissen der Töne<sup>82</sup>. Zudem sei die Benennung einzelner Farben des Spektrums hinsichtlich der Fülle unterschiedlicher Nuancen arbiträr. Somit sprach sich Helmholtz gegen einen Vergleich von Farben und Tönen aus, da dieser physikalisch nicht zu begründen sei.

#### ***4.4 Farb-Ton-Analogien und ihre künstlerisch-musikalischen Umsetzungen***

Liegt der Erstellung von Farb-Ton-Analogien die Intention einer möglichen künstlerischen oder musikalischen Umsetzung zu Grunde, dann beeinflusst dies nicht unerheblich die Struktur. Diese kann durchaus praktisch bedingten Aspekten untergeordnet werden. Dies muss jedoch nicht immer der Fall sein. Dieses Kapitel stellt einige für die praktische Umsetzung bestimmte Analogien vor.

---

<sup>81</sup> Vgl. Helmholtz, Hermann von. 1910. *Handbuch der Physiologischen Optik - Bd. II. Die Lehre von den Gesichtsempfindungen*. S. 63. Hamburg und Leipzig.

<sup>82</sup> Vgl. ebd. S. 64

#### 4.4.1 Louis Bertrand Castel: Farb-Ton-Harmonien und ihre praktische Umsetzung

*Strategie der Herleitung:* Erkenntnis gemeinsamer Konsonanzen und Dissonanzen in Farbe und Intervall unter Bezugnahme auf Newtons Spektralfarbenreihe

*Intention:* Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu absoluter Tonhöhe

*Verwendungszweck:* Umsetzung auf dem Farbenklavier

Der Jesuit Louis Bertrand Castel widmete sich zwischen 1723 und 1740 der theoretischen Herleitung einer eigenen Farb-Ton-Analogie. Castel verfasste 1725 einen Artikel im „*Mercure de France*“ mit Ansätzen zu einer analytischen Farb-Ton-Analogie und griff auch Ideen zu einem so genannten *clavecin oculaire* auf<sup>83</sup>. Darunter versteht man ein Farbenklavier, das später unter anderem auch in Werken von Alexander Skrjabin Verwendung fand. Das Prinzip ist dabei recht einfach: An den Tastenmechaniken eines Cembalos sollten Drähte befestigt werden, die beim Anschlagen der Tasten kleine Öffnungen von farbigen Laternen aktivierten.

Im Gegensatz zu de la Chambre versuchte Castel eine Farb-Ton-Zuordnung aufzustellen, die bei der Konstruktion dieses Farbenklavieres Verwendung finden sollte. Dazu war jedoch eine absolute Zuordnung der Töne zu den entsprechenden Farben notwendig, wobei die Farbe des zwölften Halbtones der des ersten entspricht. Dadurch ist eine Übertragung auf mehrere Oktaven möglich. Die Farben blieben über die Oktaven hinweg identisch, allein der Unbuntgrad, also die Beimischung von Weiß und Schwarz machte die Oktavzuordnung der Farben ersichtlich. Bei der Herleitung ging Castel zunächst von den drei Grundfarben Blau – Rot – Gelb aus. Dabei ist der Einfluss des Jesuiten Athanasius Kirchers zu erkennen, der die Helligkeit der Tonhöhe gleichsetzte und dessen Analogie bereits vorgestellt worden ist. Folglich

---

<sup>83</sup> Vgl. Castel, Louis Bertrand. 1725. *Clavecin pour les yeux, avec l'art de peindre les sons, et toutes sortes de pieces de musique. Mercure de France*, Novemberausgabe, S. 2552 ff. Zitiert aus : Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* S. 276. Sinzig: Studio

sind die hellen Farben den hohen Tönen zuzuordnen und die dunklen Farben den tiefen Tönen. In einer 1:1 Mischung dieser Farben sei das Blau dominant, ebenso wie der Grundton eines Akkordes<sup>84</sup>. Ausgehend vom Grundton c könne diese Trias der großen und kleinen Terz des C-Dur-Akkordes zugeordnet werden und die Ganztöne dazwischen den Mischungen der jeweiligen Farben. Jedoch wären diese drei Farben und ihre Mischungen Grün und Orange nicht für eine chromatische, zwölfteilige Tonleiter ausreichend. Castel ordnete also jedem Ganzton eine Grundfarbe zu, die er um Grün, Goldgelb und Violett erweiterte. Die zwischen den Ganztönen liegenden Halbtöne wurden nun durch Mischungen der Grundfarben und Schattierungen mit Schwarz und Weiß repräsentiert<sup>85</sup>.

<b>Cis</b>		<b>Dis</b>		<b>Fis</b>		<b>Gis</b>		<b>Ais</b>	
Celadon (Türkis)		Olive		Incarnat (Rotorange)		Cramoisin (Karminrot)		Agath	
<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>A</b>	<b>H</b>			
Blau	Grün	Gelb	Goldgelb	Rot	Violett	Violant- blau			

**Abbildung 17: Farb-Ton-Korrespondenzen nach Castel (nach: Castel. 1747. S. 122. Zitiert aus: Jewanski, Jörg. 1999. Ist C=Rot? S. 277. Sinzig: Studio)**

Castel begründete die Farbverteilung zwar u.a. ebenfalls mit Mischungen zwischen den Farben und dementsprechend durch die Bezugnahme auf Konsonanzen und Dissonanzen zwischen den Intervallen. Dennoch fällt diese Zuordnung als eine absolute aus; das Ziel der praktischen Umsetzung mittels eines Farbklauiers wird dadurch augenfällig.

<sup>84</sup> Vgl. Castel, Louis Bertrand. 1747. *Die aus lauter Erfahrungen gegründete Farben-Optick, oder gründliche Erkenntnis aller möglichen Farben und deren fast unendliche Vermehr, vornehmlich zur Besserung der Mahler-Kunst, des Färbens, Stickens und Wirckens, auch Unterweisung aller mit Farben umgehenden Künstler.*, S. 121. Halle (deutsche Übersetzung)

<sup>85</sup> Vgl. Castel, Louis-Bertrand. 1740. *L'Optique des couleurs*. S. 113. Paris. Zitiert aus : Jewanski, Jörg. 1999. Ist C=Rot? S. 277. Sinzig: Studio

#### 4.4.2 Christian F.D. Schubart: Analogie der Gefühlszustände

*Strategie der Herleitung:* intrinsisch

*Intention:* rudimentäres Angebot an Musiker als Hilfe beim kompositorischen Schaffensprozess

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Akkorden und Tonarten

*Verwendungszweck:* praktische Umsetzung liegt im Ermessen des Künstlers

Der Komponist, Dichter, Schauspieler, Rezitator, Orgel-, Geigen- und Klavierspieler C.F.D. Schubart ersann in seinem Werk „Ideen zu einer Ästhetik der Tonkunst“ eine Charakteristik der Töne, die quasi eine Gefühls-Akkord-Analogie darstellt.<sup>86</sup> Die ‚Färbungen‘ der Tonarten<sup>87</sup> unterschieden sich in ihrer affektiven Wirkung. So sollten Unschuld, Reinheit und sanfte Melancholie mit ‚ungefärbten Tönen‘ ausgedrückt werden, wie er die B-Tonarten benannte. Starke Leidenschaft hingegen ließe sich eher in den ‚gefärbten‘ Kreuztonarten wiedergeben. Schubart vermeidet eine durchgehende, explizite Farbzunordnung. Zwar argumentiert er auf globaler Ebene mit seinem Farbvokabular, dieses könnte aber ebenso auf die Klangfarbe abzielen. Dennoch wird er in einigen Fällen durchaus konkreter:

„B moll. Ein Sonderling, mehrentheils in das Gewand der Nacht gekleidet.“<sup>88</sup>

„Fis moll. Ein finsterer Ton: er zerrt an der Leidenschaft, wie der bissige Hund am Gewande.“<sup>89</sup>

„E moll. Naive, weibliche unschuldige Liebeserklärung, Klage ohne Murren ... Da er von Natur nur eine Farbe hat; so könnte man ihn mit einem Mädchen vergleichen, weiß gekleidet, mit einer rosenrothen Schleife am Busen.“<sup>90</sup>

Schubarts Beschreibungen finden auf einer metaphorischen Ebene statt. Seine Farb-Ton-Zuordnungen können somit ebenfalls eher implizit aus

<sup>86</sup> Vgl. Schubart, C.F.D. 1969. *Ideen zu einer Ästhetik der Tonkunst*. S. 377. Hildesheim: Olms. (Originalausgabe Wien. 1806)

<sup>87</sup> Der Autor benutzt in seinem Werk durchgehend den Begriff „Ton“ für die eigentlich gemeinte „Tonart“. Dies lässt sich aus dem Zusammenhang seiner Ausführungen erschließen, da einzelne Töne keinen Moll- oder Durcharakter besitzen können. Dass auch keine Akkorde gemeint sind, lässt sich ebenfalls im Zusammenhang offensichtlich, beispielsweise, wenn er über „Sanfte, melancholische Gefühle mit B Tönen; wilde und starke Leidenschaften mit Kreuztönen“ (S.377) berichtet.

<sup>88</sup> Siehe ebd. S. 378

<sup>89</sup> Siehe ebd. S. 379

<sup>90</sup> Siehe ebd. S. 380

den Beschreibungen abgeleitet werden. Die Charakteristik der Töne stellt nach Schubarts eigener Aussage eine ästhetische Analogie dar, konzipiert als eine methodische Hilfe für Komponisten, die ihnen zu stimmigeren, homogeneren Kompositionen verhelfen sollte<sup>91</sup>.

#### **4.4.3 Alexander Skrjabin: Theosophie und die daraus resultierende Analogie**

*Strategie der Herleitung:* Orientierung an der Spektralfarbenreihe sowie eine Erweiterung dessen durch eigene, vermutlich synästhetische Empfindungen

*Intention:* Theosophisch motiviertes Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogien und deren Wirkung auf den Rezipienten

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Tonarten sowie zu ihren Grundtönen

*Verwendungszweck:* Umsetzung auf dem Farbenklavier und mit Mitteln der Bühnentechnik

Der russische Komponist Alexander N. Skrjabin lieferte 1912 ein bekanntes Beispiel für eine Zuordnung von Farben zu Tonarten. Seine Fähigkeit des Farbenhörens ist in der einschlägigen Literatur allerdings uneindeutig beschrieben. Während Sabanejew in seinem Artikel über Skrjabin im Sammelband „Der blaue Reiter“ von 1912 schreibt, dass Skrjabins Farb-Ton-Zuordnung auf eine „Farbklangintuition“ zurückzuführen sei<sup>92</sup>, heißt es bei Widmaier, dass die dem Prometheus zugrunde liegende Zuordnung von Farben und Tönen auf die Lehren Isaac Newtons und Athanasius Kirchers musikalisch-kosmologische Theorien aus dem 17. Jahrhundert zurückzuführen sei<sup>93</sup>.

Die Zuordnung entspricht in der Tat der des Lichtspektrums, wird jedoch noch um metaphorische Aspekte erweitert. So ordnet Skrjabin den Tonarten und somit auch den Farben Gefühlszustände wie Lust und Freude, Fähigkeiten wie kreatives Spiel und Kreativität und abstrakte

---

<sup>91</sup> Vgl. Schubart. S. 381

<sup>92</sup> Vgl. Sabanejew. 1912. In *Der blaue Reiter*, ed. Kandinsky, Wassili. München: R.Piper & Co. (Neuausgabe von Klaus Lankheit, 1965, S. 112)

<sup>93</sup> Vgl. Widmaier, Sebastian. 1986. *Skrjabin und Prometheus*. S. 212-122. Weingarten: Hanke-Verlag

Vorstellungen wie Menschlichkeit zu. Zwar richtet sich Skrjabin nach dem Quintenzirkel, jedoch entspricht die Zuordnung der Farben eher den Grundtönen der von ihm verwendeten Quartenaakkorde<sup>94</sup>. Jewanskis Ansicht ist insofern zuzustimmen, da Skrjabin eher der Quartensharmonik anhing, die ein Verlassen der Tonart erleichterte.

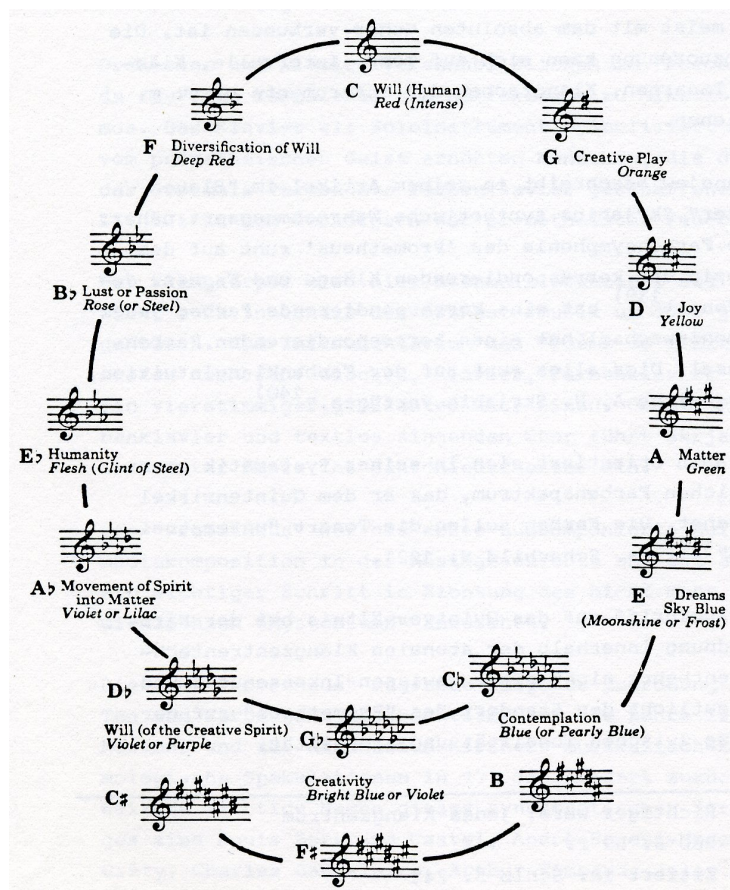


Abbildung 18: Skrjabins Farbenzirkel (aus: Widmaier, Sebastian. 1986. *Skrjabin und Prometheus*. S. 122. Weingarten: Hanke-Verlag.)

Andererseits äußerte Skrjabin gegenüber dem Psychologen Charles S. Myers, dass ein einzelner Ton keine Farbempfindungen auslöse, sondern dass diese nur durch Tonverbindungen, die eine Tonart andeuteten, empfunden würden<sup>95</sup>. Somit scheint hier die Zuordnung zu den Grundtönen wohl aus praktischen Gründen in Bezug auf das ausführende Farbenklavier als auch eine Zuordnung zu den jeweiligen Tonarten zu

<sup>94</sup> Vgl. Jewanski, J. 2006. Von der Farbe-Ton-Beziehung zur Farblichtmusik. In *Farbe-Licht-Musik*, ed. Jewanski, Jörg und Sidler, Natalia. S. 191. Bern: Lang.

<sup>95</sup> Vgl. Myers, Charles S. 1988.: Zwei Fälle von Synästhesie. In *Alexander Skrjabin: Briefe*: ed. Hellmundt, Christoph. S. 385-386. Leipzig.

bestehen, die ja in Skrjabins Werken häufig wechselte. Eventuelle Abweichungen zum Lichtspektrum kommen, so Sabanejew, nur in Bezug auf die Gefühlsintensität zustande. Zudem sind die Tonarten Es und B dem Farbspektrum zugefügt worden, obwohl sie keine Farben, sondern verschiedene Metallkolorite repräsentieren. So sei z.B. E-Dur Mondweißlich (Moonshine)<sup>96</sup>. Eine komplementäre Anordnung der Farben ähnlich dem Farbkreis von Küppers ist hierbei nicht zu finden, die Farben wurde offenbar nicht nach Gegensätzlichkeit gewählt. Betrachtet man die Zuordnung der Farben zu den einzelnen Begriffen, so können hier gewisse Komplementaritäten hineininterpretiert werden. So mag das Ideal der Menschlichkeit der rohen Materie (Matter) entgegengesetzt sein. Andererseits ordnet Skrjabin dem menschlichen Willen die Farbe Rot zu, die er aber wiederum in einem noch folgenden Zitat der Materialität zuschreibt. Zudem ist dem Willen nach Skrjabins Farbzuordnung die Kreativität gegenübergestellt<sup>97</sup>.

#### *Philosophische Begründung der Farb-Tonarten-Zuordnung*

Skjabin war Anhänger einer Theosophie, die im Zusammenhang mit Farb-Ton-Analogien zwar die sinnesharmonischen Grundgedanken beinhaltet, zudem jedoch in der Kunst noch ein erlösendes, evolutionäres Element sah. Skrjabin empfand seine Kunst nicht nur als ästhetische Form, sondern als eine schöpferische Kraft.

Diese schöpferische Macht sollte in den Menschen durch einen seelischen Reinigungsprozess, der Katharsis, nach Skrjabins Überzeugung magische und eventuell sogar physische Kräfte hervorrufen. Durch diese Macht könne dann ein schöpferischer Vorgang hervorgerufen werden, der zu einer prometheischen Erleuchtung im kosmischen Bewusstsein führe. Indem die Menschen ihre inneren Kräfte mit Hilfe der Kunst anzapften sei es ihnen möglich, ihre momentane Daseinsform zu überwinden<sup>98</sup>. Parallelen zu dem Ideal des Übermenschen, das Friedrich Nietzsche prägte, mögen kein Zufall sein.

---

<sup>96</sup> Vgl. Sabanejew. 1912. In *Der blaue Reiter*, ed. Kandinsky, Wassili. München: R.Piper & Co. (Neuausgabe von Klaus Lankheit, 1965, S. 112)

<sup>97</sup> Anm. des Autors: Dies mag verwundern, ist der Wille doch notwendig, um der Kreativität die Handlung erst zu ermöglichen.

<sup>98</sup> Vgl. Widmaier S. 42 ff.

Der Weg, den Skrjabin zur Entfesselung der schöpferischen Kräfte sah, war die Ekstase. Diese sollte die Form eines orgiastischen Außer-Sich-Seins aller Beteiligten Personen annehmen und dadurch eine religiöse Bedeutung erlangen.

**PROMETHEUS**  
The Poem of Fire

Alexander Scriabin, Op. 60  
1872-1915

Lento. Brumeux. *m. m. d. so.*      *più lento*      *a tempo*      *avec mystère*

The image shows a page from a musical score for the opera 'Prometheus' by Alexander Scriabin. The score is for the first page and includes parts for various instruments and the vocal soloist 'Luce'. The tempo markings are 'Lento. Brumeux. m. m. d. so.', 'più lento', 'a tempo', and 'avec mystère'. The instruments listed on the left include Flauto Piccolo, Flauti I-II, Flauto III, Oboi I-II, Oboe III, Corno inglese, 8 Clarinetti in B, Clarinetto Basso in B, Fagotti I-II, Fagotto III, Contrafagotto, 8 Corni in F (I-VIII), 5 Trombe in B, 8 Tromboni e Tuba, Timpani, Cassa, Piatti, Tam-Tam, Piano, Violino I, Violino II, Viola, Violoncello, and Contrabasso. The score is written in 4/4 time and features various dynamic markings such as pp, p, f, and crescendos.

Abbildung 19: Erste Seite der Partitur von "Prometheus"(aus: Widmaier. 1986. S. 111)

Die von ihm angestrebte Initialisierung dieser Ekstase durch seine Kunst sollte die Erneuerung der gesamten Menschheit einläuten<sup>99</sup>.

<sup>99</sup> Vgl. Danuser, H.1984. *Die Musik des 20. Jahrhunderts*, S. 30. Laaber



Das erste Werk, das diesen Ekstaseprozess in Gang setzen sollte, war ‚Skrjabin ‚Prometheus‘. Der Partitur dieses Werkes fügte Skrjabin eine *Luce*-Stimme hinzu. Das Farbenklavier, das Skrjabin in der Partitur mit *luce* bezeichnet, war ein System von einfachen Scheinwerfern, das durch eine Klaviatur mit Oktavumfang bedient wurde. Dadurch konnte Skrjabin seine *Licht*anweisungen in einem normalen Notensystem fixieren.

Wie man an der Partitur sehen kann, arbeitet Skrjabin mit zwei Farben oder auch Farbenen. Die obere notierte Stimme entspricht seiner Farb-Ton Analogie. Das Klangzentrum wird durch sie visualisiert. Die untere Stimme ist vom Klangzentrum unabhängig, sie stellt quasi eine mystische Unterstimme dar. Skrjabin deutet sie so: „Diese zweite Stimme entspricht der Involution und Evolution der Rassen. Am Anfang ist Geistigkeit – blaue Farbe -, dann geht es durch eine andere zur roten – der Farbe der Materialität -, und kehrt dann wieder zur blauen zurück.“<sup>100</sup>. Allerdings findet sich in der gesamten Partitur keine Differenzierung der Lichtstimme nach der Oktavlage der Töne. Zudem wird die Dynamik der Musik durch die Lichtstimme nicht repräsentiert. Eine weitere Besonderheit der skrjabinischen Partitur sind seine seltenen und teilweise selbst erfundenen Vortragsbezeichnungen. Einige davon haben einen eindeutig synästhetischen Charakter, so z.B.:

Comme des éclaires	-	wie Blitze
De plus en plus radieux	-	immer strahlender
étincelant	-	schillernd
onde caressant	-	liebkosende Welle
fulgurant	-	blitzend
lumineux	-	leuchtend

Hier flossen sowohl visuelle wie auch taktile Assoziationen in die Bezeichnungen mit ein.

---

<sup>100</sup> Siehe Widmaier. S. 123

Andere hingegen sind eher dem ekstatisch-sinnlichen Gedankengang Skrjabins zuzuschreiben:

avec une ardeur profonde et voilée	-	mit tiefer und verhüllter Glut
avec une céleste volupté	-	mit himmlischer Wollust, Wonne
avec une douce ivresse	-	mit süßer Trunkenheit
en un vertige	-	im Taumel <sup>101</sup>

Mit seinem Werk Prometheus überschreitet Skrjabin Grenzen und schafft eine Synthese der Künste. Sein ritualisiertes „Mysterium“ war hingegen ein Projekt, in dem er eine breitere Synthese anstrebte und in das auch Duftkompositionen und Tanz (auch des Publikums) integriert werden sollten. Allerdings starb Skrjabin jedoch vor der Vollendung des Werkes<sup>102</sup>.

Ähnlichkeiten zur geplanten Umsetzung des „Mysteriums“ in einem tempelähnlichen Gebäude, das als Aufführungsort eine große Kuppel für die verschiedenen Lichtspiele bieten sollte, finden sich auch beim russischen Komponisten Ivan Wyschnogradsky, der eine Farb-Ton-Analogie in Anlehnung an Newtons Spektralteilung erstellte und den Bau eines Farbendoms mit einer 108m großen Kuppel plante. Diese Kuppel sollte aus Tausenden von farbigen Zellen bestehen, um farbiges Licht zu generieren<sup>103</sup>.

---

<sup>101</sup> Siehe Widmaier, S. 102 ff.

<sup>102</sup> Vgl. Widmaier, S. 101

<sup>103</sup> Vgl. Maur, Karin von. 1985. *Vom Klang der Bilder*. S. 122 ff. München.

#### 4.4.4 Alexander László: Farbempfindungen

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

























*Intention:* Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Intervallen, Akkorden und Melodien

*Verwendungszweck:* die praktische Umsetzung obliegt dem Künstler

Ein anderer Fall von Farb-Ton-Analogie liegt bei dem Komponisten Alexander László vor. In seiner Veröffentlichung „Die Farblichtmusik“ 1925 erklärte er die theoretischen Grundlagen seiner Farblichtmusik.. Darin betonte er, dass ein einzelner Ton noch keine Farbe sei und demnach nicht in seinen Farb-Ton-Kompositionen eine absolute Festlegung erreiche<sup>104</sup>.

Die einzelnen Hauptdreiklänge der zwölf Dur- und zwölf Moll-Tonarten empfinde ich auf dem Klavier in folgenden Farben:

C - dur		a - moll	
G - dur		e - moll	
D - dur		h - moll	
A - dur		fis - moll	
E - dur		eis - moll	
H - dur		gis - moll	
Fis - dur		dis - moll	
Cis - dur		ais - moll	
As - dur		f - moll	
Es - dur		c - moll	
B - dur		g - moll	
F - dur		d - moll	

László, Farblichtmusik. Verlag von Breitkopf & Härtel, Leipzig

Hergestellt vom Verlag Unesma G. m. b. H., Leipzig

**Abbildung 20: Beziehungen zwischen Farbe, Tonart und Akkord (aus: László. 1925. Anhang)**

So werde der Farbton durchaus von seiner musikalischen Umgebung bestimmt. Ein C-Dur-Akkord könne demnach unterschiedliche Farbtöne aufweisen, abhängig von den vorhergehenden oder nachfolgenden Akkorden innerhalb einer Komposition. Zudem hätten Klangfarbe,

<sup>104</sup> László, Alexander. 1925. *Die Farblichtmusik*. S. 29. Leipzig: Breitkopf & Härtel

Oktavlage, Dynamik und Rhythmus einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Farbassoziation<sup>105</sup>.

Außerdem räumt er Bedenken ein, dass Farb-Ton-Setzungen auch immer subjektiv seien. So werden Akkorde, die dem einen violett anmuten, dem anderen eher rot erscheinen. Deshalb sei die Farblichtmusik auch eine Kunstgattung und als solche eine reine „Sache des Sentiments“, wenngleich sie jedoch ein einheitliches Ganzes bilden solle, um die Farb-Ton-Assoziationen zumindest nachvollziehbar darzustellen<sup>106</sup>.

Mit seinen Aussagen zur Dynamik und Rhythmik deutete er an, dass für ihn noch etliche weitere Qualitäten intermodale Farbverknüpfungen aufwiesen, die sich je nach Dominanz gegenseitig beeinflussen konnten.

#### **4.4.5 Wassily Kandinskys „Innerer Klang“**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Erkenntnisinteresse an einer ästhetischen Analogie

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Klangfarben und relativer Tonhöhe

*Verwendungszweck:* konzipiert für Aufführungen auf der Bühne in Opern, Theaterstücken und Performances sowie zur Umsetzung von Musik in Malerei

Eine weniger musiktheoretisch durchdachte Farb-Ton-Analogie erstellte der russische Künstler Wassily Kandinsky. Die in seinem Buch „Über das Geistige in der Kunst“ vorgestellten multimodalen Farbanalogien sollten den Gemütszustand dokumentieren, den Kandinsky den „inneren Klang“ nannte. Dieser stelle die innere Identität der künstlerischen Mittel dar. Mögen diese Mittel verschiedene materielle Erscheinungsformen haben wie Farben, Formen, Düfte, Geschmäcker und Töne, so können einzelne von ihnen denselben inneren Klang erzeugen.

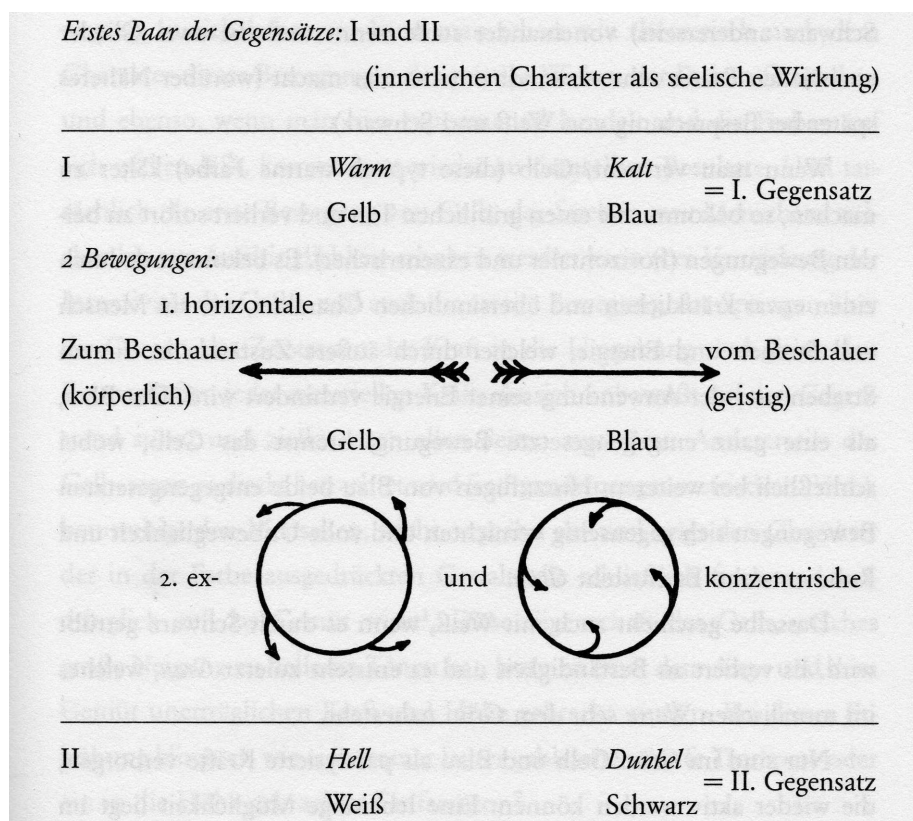
Der Farbe Gelb sei demnach eine Affinität zu hellen Tönen zu eigen, die den Charakter einer immer lauter geblasenen Trompete oder eines hohen

---

<sup>105</sup> Vgl. László. S. 29

<sup>106</sup> Vgl. ebd. S. 29-30

scharfen Fanfarentons besäßen<sup>107</sup>. Dieses Hohe, Schrille beunruhige den Menschen und rege ihn auf, wodurch die Farbe eine gewisse Gewalt berge. Eine Analogie dazu finde sich im Gelben der Zitrone, die sich durch einen scharfen Säuregeschmack auszeichne. Dem Gelb gegenübergestellt sei das Blau. Diese Farbe drücke eine Ruhe aus, die beim dunkleren Blau einen Beigeschmack der Trauer bekomme, während das helle Blau Gleichgültigkeit und Weite hervorrufe. Die Weite des hellen Blaus ähnelte dem Klang einer hellen Flöte, während das Cello die dunklere Variante repräsentieren solle.



**Abbildung 21: Bewegungscharakter von Farben (vgl. Kandinsky. 1912. *Über das Geistige in der Kunst, insbesondere in der Malerei*, Neuauflage 2004. S.93)**

Bemerkenswert ist, dass Kandinsky den Farben nicht nur Gefühle und Töne zuordnet, auch die Wirkungen hinsichtlich fiktiver Bewegungen seien bei beiden Farben gegensätzlich.

Die Eindringlichkeit, mit der das Gelb den Zuschauer bedränge, äußere sich demnach in einer exzentrischen Bewegung vom Gegenstand zum

<sup>107</sup> Vgl. Kandinsky, Wassily. 1912. *Über das Geistige in der Kunst, insbesondere in der Malerei*, Neuauflage 2004. S. 97 ff.)

Rezipienten hin. Das Blau hingegen entferne sich in einer konzentrischen Bewegung vom Beschauer. Kandinsky veranschaulicht hier recht überzeugend, wie diese unterschiedlichen Mittel, Farbe und Ton, dieselben Gefühle bzw. inneren Vibrationen beim Zuschauer und –hörer hervorrufen können. Zudem bringt er hier eine zusätzliche, synästhetische (im korrespondierenden Sinne) Wahrnehmung mit ein: die der Bewegung. Letztere ist, wie schon gesagt, ein synästhetisches Phänomen, weil sie mit mehreren Sinnesorganen gleichzeitig wahrgenommen werden kann. Insofern ist Kandinskys Bewegung der Farben und Töne ein von beiden Qualitäten initialisierter, innerer Klang. Sie ist also bei beiden Mitteln identisch und unterscheidet sich nur durch ihre materielle Repräsentation. Folglich sei das Grün nach Kandinskys Überzeugung die Farbe des Stillstands. Da gegensätzliche Bewegungen, also gegensätzliche Klänge zu gleichen Teilen in dieser Farbe vorhanden seien, heben sie sich gegenseitig auf. Diese Tatsache resultiere in einer passiven Wirkung auf den Betrachter, die Ruhe und Entspannung vermittele, nach einer gewissen Zeit aber auch Langeweile auslöse. Das identische musikalische Mittel sei die ruhige, gedehnte Töne spielende Geige. Die Farbe Rot sei von vielseitigerer Natur. Während das helle, warme Rot ein Gefühl von Kraft, Energie, Entschlossenheit, Freude und Triumph vermittele und deswegen für Kandinsky einen harten, aufdringlichen Ton wie der von hohen und tiefen Blechbläsern besäße, ähnelte das kalte Rot, wenn es abgedunkelt wird, tiefen Streichern. Ein aufgehelltes, kaltes Rot hingegen habe denselben, inneren Klang wie eine singende Geige<sup>108</sup>. Wird das Rot zu Braun verdunkelt, so klinge es wie eine Tuba mit gleichzeitig ertönenden, starken Trommelschlägen. Die Vermischung mit Gelb erzeuge Orange, wodurch Freude mit Tatendrang vermischt und dadurch Selbstvertrauen erzeugt werde. Diese Farbe klinge wie eine mittlere Kirchenglocke, eine warme Altstimme oder wie eine singende Altgeige. Durch die Beimischung von Blau wird Rot zu einem Violett.

---

<sup>108</sup> Vgl. ebd. S. 99 ff.

Empfindet Kandinsky Orange als eine gesunde Farbe, so habe Violett etwas Kränkliches, Erlöschtes an sich, Kohlenschlacken ähnlich. Es sei eine traurige Farbe und vom Klang dem Englischhorn, der Schalmey und dem tiefer Holzbläser verwandt.

Kandinsky assoziiert aber auch mit den unbunten Farben Weiß und Schwarz ein akustisches Pendant. Weiß sei für den Betrachter etwas Fiktives, eine Welt, aus der alle Farben verschwunden seien. Da so etwas für uns nicht vorstellbar sei, sei auch ein vergleichbarer Klang nicht vorstellbar. Deshalb, so Kandinsky, entspräche dem Weiß die Stille, in musikalischem Kontext der Pause. Dasselbe gelte für das Schwarz, das ebenfalls Schweigen darstelle. Der Unterschied dabei sei, dass Weiß vor dem Anfang stehe und Schwarz einen Abschluss symbolisiere. Deshalb ist die Pause, die das Weiß initiiere, eine Unterbrechung zwischen einzelnen musikalischen Motiven, auf die etwas folgen müsse. Die schwarze Pause, wenn man sie so nennen möchte, habe im Gegensatz dazu einen Anspruch an etwas Endgültiges<sup>109</sup>.

Das wahre Potenzial dieser Farb-Ton-Lehre sah Kandinsky in der Komplementarität: Kandinsky erkannte, ähnlich wie Skrjabin, die Notwendigkeit einer Synthese der Künste. War für Skrjabin diese Synthese der Schlüssel zu einer höheren Bewusstseinssebene, so schien sie für Kandinsky lediglich ästhetische Ziele zu erfüllen. Im Gegensatz zu etlichen anderen Komponisten und Künstlern will Kandinsky dies aber nur als *eine* Möglichkeit des synthetischen Kunstschaffens verstanden wissen. Auch wenn diese Möglichkeit besteht, so ist gerade die Verwendung von Gegensätzen erst die Quelle unerschöpflicher Möglichkeiten<sup>110</sup>.

Als Beispiel soll hier Kandinskys Oper „Der gelbe Klang“ von 1911 genannt werden. Dieses Werk, das Kandinsky zusammen mit dem Komponisten Thomas v. Hartmann schuf, beruht gerade auf der konträren Wirkung der einzelnen Künste. Dabei spielen alle drei Mittel eine gleich wichtige Rolle.

---

<sup>109</sup> Vgl. ebd. S. 99 ff.

<sup>110</sup> Vgl. Kandinsky, Wassili. 1912. *Der blaue Reiter*. München: R.Piper & Co. (Neuausgabe von Klaus Lankheit, 1965, S. 193)

In dieser kurzen Komposition wurden Musik, Farbe und Bewegung als äußere Elemente des inneren Klanges verwendet. Auffallend sind die bis ins Detail ausgearbeiteten konträren Wirkungen der künstlerischen Mittel, wodurch der inhaltliche (der materielle) Aspekt des Bühnenspiels absolut in den Hintergrund tritt. Wie bei Kandinskys Malerei, bei der er das Gegenständliche des Realismus überwinden wollte, soll in „Der gelbe Klang“ das Gegenständliche, nämlich die Handlung, der künstlerischen Intention untergeordnet sein.

Auch bei Kandinsky ist eine Gesamtanalogie vorgestellt worden, die allerdings rein ästhetischen Ordnungsanspruch erhob und für die künstlerische Darbietung konzipiert worden ist. Eine ähnliche Zugangsweise zum Farbeinsatz auf der Bühne vertrat auch Arnold Schönberg. In seiner Oper „Die glückliche Hand“ verfolgte er das Konzept des Musizierens aller Mittel, die die Bühnendarbietung zu bieten hatte. In die dazugehörige Partitur wurden Farbanweisungen an das Bühnenbild und an die Beleuchter eingefügt, die die Farbauswahl dem emotionalen Gehalt der Musik und der Handlung anpassen sollten<sup>111</sup>.

#### ***4.5 Analogien zur Initiierung des künstlerisch-musikalischen Schaffensprozesses oder aus ihm resultierend***

Unter dieser Überschrift sind Farb-Ton-Analogien zu verstehen, die durch die künstlerische Umsetzung von Kunst nach Musik und umgekehrt entstanden sind. Obwohl diese unmittelbare ‚Übersetzung‘ ein Phänomen des 20. Jahrhunderts ist, misst man dessen Bedeutung anhand der Häufigkeit solcher Werke<sup>112</sup>, wie dies besonders im Rahmen der Programmmusik geschah. Hier werden ein paar Beispiele dieser Umsetzung genannt, wenngleich auch nur fragmentarisch, da eine tiefere Auseinandersetzung mit der Thematik Musik und Malerei schon etliche, gute Bücher gefüllt hat. Darum werden an dieser Stelle lediglich einige Beispiele vorgestellt.

---

<sup>111</sup> Vgl. Schönberg, Arnold. 1923. *Die glückliche Hand. Drama mit Musik*. S.24. Op. 18.

<sup>112</sup> Vgl. de la Motte-Haber, Helga. 1990. *Musik und bildende Kunst*. S. 117. München: Laaber



#### 4.5.1 „Vertonungen“ von Gemälden

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Die Verklanglichung von Gemälden

*Form der Verknüpfung:* Geschieht auf allen Ebenen zwischen Farbe und Ton

*Verwendungszweck:* keiner, vielmehr entsteht die Analogie erst durch den Schaffensprozess

Der deutsche Komponist, Pianist und Dirigent Max Reger ließ sich von den Bildern des Schweizer Malers Arnold Böcklin bei der Komposition seiner „Vier Tondichtungen nach Arnold Böcklin“ inspirieren. Die Sätze „Der geistige Eremit“, „Im Spiel der Wellen“, „Die Toteninsel“ sowie die „Bacchanale“ sind den (fast immer) gleichnamigen Gemälden des Malers gewidmet. Inwiefern nun eine Farb-Ton-Analogie hier geschaffen wird, kann nicht genau eruiert werden. Reger lässt sich sicherlich vom Sujet der Bilder beeinflussen, was besonders im „Spiel der Wellen“ zu beobachten ist, das eine heitere und vielleicht nicht ganz ernst gemeinte Vorlage bietet und welches sich in diesem Satz auch wieder findet, während das „Bacchanale“ ebenfalls der tänzerisch anmutenden Vorlage entspricht<sup>113</sup>. Das Bild „Die Toteninsel“ strahlt allerdings sowohl von der Farbwahl als auch von der Atmosphäre her eine eher stillere, bedrohliche Stimmung aus, die in Regers im Crescendo endenden vierten Satz eigentlich keine Entsprechung findet.

Im Rahmen der Programmmusik muss natürlich auch Modest Mussorgskys „Bilder einer Ausstellung“ genannt werden. Dieses Werk stellt quasi die akustische Interpretation von zehn Zeichnungen des Künstlers Viktor Hartmann dar, deren Motive maßgeblichen Einfluss auf die Rhythmik und die Harmonik oder, wie am Beispiel des Troubadours im Bild „Das alte Schloß“, sogar auf den musikalischen Typus nehmen<sup>114</sup>.

---

<sup>113</sup> Vgl. de la Motte-Haber, Helga. 1990. *Musik und bildende Kunst*. S. 118. München: Laaber

<sup>114</sup> Vgl. Sydow, Brigitte. 1973. *Untersuchungen über die Klavierlieder M.P. Musorgskijs*. Diss. S. 150. Göttingen.

Inwieweit die Farbgebung der Bilder die musikalische Umsetzung bestimmt hat, kann natürlich nicht grundsätzlich nachvollzogen werden – sie mag insofern mitbestimmend gewesen sein, dass vermutliche affektive Gehalte bzw. Stimmungen auch und insbesondere durch Farben transportiert werden.

Ähnlich verhält es sich mit der Malerei nach Musik. Ohne sich an dieser Stelle auf die schwierige Frage einzulassen, inwiefern Malerei Musik darstellen kann und umgekehrt kann wohl behauptet werden, dass auch hier auf einer höheren Ebene aus Farb- und Formgebung komplexe, sprich: musikalische, Tongebilde hergeleitet werden. Es kann hierbei ebenfalls der die malerische Umsetzung bestimmende Anteil der Farben, der Formen und anderer Komponenten nicht grundsätzlich nachvollzogen oder nur exemplarisch betrachtet werden. Zudem kann die Verknüpfungsebene zwischen Farbe und Ton bezüglich des zuvor erstellten Modells<sup>115</sup> nicht eindeutig bestimmt werden, so ob beispielsweise das melodische Thema, die Dynamik oder die Rhythmik durch die Farbwahl oder die Atmosphäre der dargestellten Szenerie bestimmt wurden.

#### **4.5.2 Notationssynästhesien**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Die Visualisierung von Musikstücken

*Form der Verknüpfung:* Geschieht auf allen Ebenen zwischen Farbe und Ton

*Verwendungszweck:* keiner, vielmehr entsteht die Analogie erst durch den Schaffensprozess

In diesem Zusammenhang ist desgleichen die „psychische Malerei“ von Max Gehlsen und Heinrich Hein zu nennen, die Georg Anschütz bereits 1927 dokumentiert hatte. Die beiden Künstler, die offensichtlich die

---

<sup>115</sup> Siehe Kapitel 1

Fähigkeit zur Notationssynästhesie besaßen, erstellten ihre Gemälde nach dem Höreindruck von musikalischen Werken<sup>116</sup>.

Diese Form von Notationssynästhesie, die in neuerer Zeit unter anderem Behne in einer Fallstudie<sup>117</sup> sowie Jörg Jewanski anhand mehrerer Beispiele in seinem Buch „Farbe – Licht - Musik“<sup>118</sup> näher beschreiben, befähigt die Künstler, die wahrgenommenen musikalischen Elemente direkt in Farben und Formen umzusetzen. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass es sich dabei um ‚echte‘ Synästhetiker handelt<sup>119</sup>, sondern um die generelle Fähigkeit zur direkten visuellen Umsetzung von akustischen Eindrücken. Natürlich sind ‚echte‘ Synästhetiker zu konstanteren Reproduktionen in der Lage als so genannte ‚metaphorische‘ Synästhetiker, deren Verknüpfungen eher durch affektive Assoziationen und nicht durch echte Wahrnehmungen zustande kommen<sup>120</sup>.

Über den künstlerischen Wert solcher Gemälde ließe sich streiten<sup>121</sup>, allerdings ist festzuhalten, dass Farb-Ton-Korrespondenzen wahrgenommen oder assoziiert werden, die dann anhand der Reproduktion nachvollziehbar gemacht werden, auch wenn keine explizite Analogie formuliert wird.

### **4.5.3 Michael Poast: Farbnotationen als Mittel der aleatorischen Komposition**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch, Orientierung an Kandinskys Farbenlehre

*Intention:* Methodisches Mittel der Anleitung zum aleatorischen Kompositionsprozess

---

<sup>116</sup> Vgl. Anschütz, Georg. 1927. *Untersuchungen über komplexe musikalische Synopsie (Sonderfälle Max Gehlsen, Hugo Meier und Dr. H. Hein)*. In *Farbe-Ton-Forschungen*. 1: S. 223. Leipzig.

<sup>117</sup> Siehe Behne, Klaus-Ernst. 2002. Synästhesie und intermodale Analogie – Fallstudie eines Notationssynästhetikers. In *Synästhesie. Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans und Zeuch, Ulrike. S. 31 ff. Würzburg

<sup>118</sup> Vgl. Jewanski. *Farbe – Licht – Musik*. S. 377 ff.

<sup>119</sup> Siehe dazu auch Kapitel 6

<sup>120</sup> Vgl. Emrich, Hinderk M. 2002. *Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen*. S. 38 ff. Stuttgart, Leipzig: Hirzel

<sup>121</sup> Siehe dazu auch: Behne, Klaus-Ernst. 1998. Über die Untauglichkeit der Synästhesie als ästhetisches Paradigma. In *Der Sinn der Sinne 8*, Schriftenreihe Forum Göttingen: Steidl)

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Klangfarben und relativer Tonhöhe

*Verwendungszweck:* Anwendung der Analogien innerhalb aleatorischer Partituren

Der aleatorische Aspekt von Farben in der musikalischen Notation findet sich bei zahlreichen Komponisten neuer Musik. Der New Yorker Komponist, Maler und Lehrer Michael Poast greift dieses Prinzip in seiner „Color Music“ auf<sup>122</sup>. Um die streng klassisch geprägten Kompositionstechniken seines Metiers zu durchbrechen, bedient er sich farbiger Notationen, die er seinen Musikern als aleatorische Partituren darreicht. Die transmodale Wirkung von Farben wurde bereits ausführlich in Kandinskys „Über das Geistige in der Kunst“ diskutiert. Poast teilt Kandinskys Meinung, dass Farben sinnesübergreifende Qualitäten besitzen, die auch in der Musik ihre Entsprechung finden. So zeigten seine Erfahrungen, dass Kandinskys These, dass die wenigsten Musiker ein helles Gelb in der Notation einer Basslinie oder ein tiefes Blau in höheren Passagen verwendeten, bestätigt wurde<sup>123</sup>.

Aber auch die emotionalen Wirkungen von Farben, z.B. das Aufwühlende des Rots oder das Beruhigende des Blaus werden in seinen Notationen ausgenutzt. Farbe besitzt für Poast mehrere Entsprechungen in der Musik. Dem Gelb beispielsweise entsprächen nicht nur hohe Töne, auch die entsprechende Klangfarbe sei stechend und die Dynamik werde gesteigert. Das Rot hingegen würde intensiv gespielt und in einer steten, gleich bleibenden Rhythmik.

Die Formen der traditionellen, westlichen Musik geben dabei die Struktur der Notation vor. Kontrastreiche Farben erzeugten einen Konflikt. Graphische Formen, in denen die Farben dargestellt werden, unterstützen ihre Wirkung in punkto Lautstärke, Tonhöhe und Tempo und zeigten ebenso Akkorde und tutti-Passagen an. Durch die Textur der Farben oder der Oberfläche, auf der sie aufgebracht werden, können weitere Informationen vermittelt werden; harte Pinselstriche oder raue Oberflächen involvierten auch eine bestimmte Klangfarbe.

---

<sup>122</sup> Vgl. Poast, Michael. 2000. Color Music: Visual Color Notation for Musical Expression. In *Leonardo* 33(3). S.215

<sup>123</sup> Vgl. ebd. S. 216

Das Tempo hingegen werde durch Aufhellen oder Abdunkeln der Farben mit Kontrasten oder Grautönen variiert, ebenso die Dynamik. Der Komponist belässt es aber nicht bei zweidimensionalen Notationen – er trägt sie auf Skulpturen, Bühnenbilder oder Kostüme auf und lässt seine Musiker danach spielen. Ähnlich wie Albert Einstein, der unseren Raum als dreidimensional und die Zeit als vierte Dimension bezeichnet hatte, sieht auch Poast das Dreidimensionale seiner Skulpturen und die Musik als sukzessive Kunst als die vierte Dimension, die sich gegenseitig vervollständigten.

Poast betont ausdrücklich, dass diese Notation auf der Kreativität und den persönlichen Empfindungen des Musikers beruhte. Wenngleich er anhand seiner Erfahrungen etliche Ähnlichkeiten zwischen den Interpretationen der Musiker und seinen eigenen beobachten könne, so ist doch jede Aufführung im Ensemble an sich ein ganz neues Werk<sup>124</sup>.

Gemäß dem aleatorischen Prinzip ist das Spiel nach Poasts Notationen ebenso Produktion wie Reproduktion.

#### **4.5.4 John Cage: Aleatorische Gesangspartitur**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Methodisches Mittel der Anleitung zum aleatorischen Kompositionsprozess

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Gesangsstilen

*Verwendungszweck:* Anwendung der Analogie innerhalb einer aleatorischer Partituren

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt John Cage in seiner Komposition „Aria“ aus dem Jahre 1958, deren Notation durch zeichnerische Elemente geschah, wie in Abbildung 23 zu sehen ist.

Dieses ausschließlich für alle Gesangslagen konzipierte Stück ist eine aleatorische Komposition, die sich lediglich auf drei Elemente beschränkt. So stellen die dargestellten schwarzen Linien, die gelegentlich von gesprenkelten Linien begleitet werden, vertikal die

---

<sup>124</sup> Vgl. ebd. S. 220, dies gilt für das ganze Unterkapitel

Tonhöhe und horizontal den Zeitverlauf dar. Die verwendeten Farben, mit denen die Linien fast immer eingefärbt wurden, repräsentieren 10 unterschiedliche Gesangsstile, „Styles of Singing“<sup>125</sup>. Was darunter genau verstanden werden soll, oder welche Farben welchen Stil darstellen, bleibt dem Ausführenden überlassen. Cage gibt im Vorwort

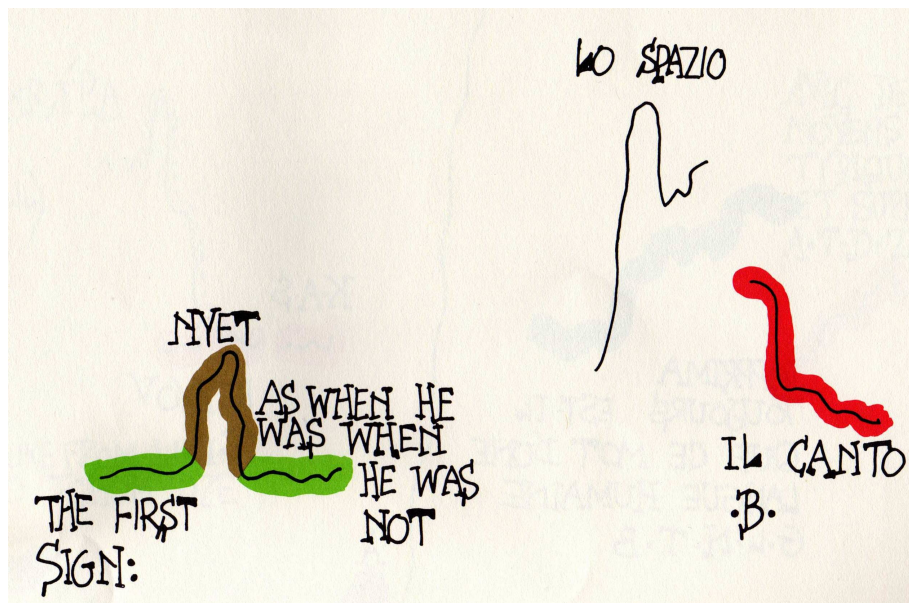


Abbildung 22: Aleatorische Gesangspartitur (Cage, John. 1960. *Aria. Voice (Any Range)*. Vorwort. N.Y.:Henmar Press. S.19.)

lediglich ein Beispiel, wie dieses Konzept bereits bei der Aufführung von Cathy Berberian umgesetzt wurde, will dies jedoch nicht als Vorgabe verstanden wissen. Bei Berberian wurde das dunkle Blau als Jazzgesang, das Rot als klassische Altstimme, das Schwarz mit gepunkteten Linien als Sprechstimme, Schwarz ohne Punkte dramatisch, Violett wie Marlene Dietrich, Gelb als Coloratura (in diesem Zusammenhang ist damit vermutlich der Koloratursopran gemeint), Grün im Folkstil, Orange orientalisch, Hellblau als Babystimme und Braun im nasalen Tonfall interpretiert. Das dritte Element sind schwarze Vierecke, die jeglichen ‚unmusikalischen‘ Gebrauch der Stimme oder andere Hilfsmittel sowie Körperpercussion notieren. Die Farbe wechselt gelegentlich in sehr kurzen Abständen, so dass man hier eventuell sogar auf Farbenharmonien schließen kann. Gelb und Braun werden häufig

<sup>125</sup> Vgl. Cage, John. 1960. *Aria. Voice (Any Range)*. Vorwort. N.Y.:Henmar Press.

mit anderen Farben im schnellen Wechsel kombiniert, andere Farben wie Hellblau hingegen stehen fast immer für sich allein.

#### **4.5.5 Philippe de Vitri: Farbige Perfizierungen**

*Strategie der Herleitung:* Verwendung von Rot als Abhebung zu Schwarz

*Intention:* Erstellung einer übersichtlicheren Notation

*Form der Verknüpfung:* Farbige Markierung bei Drittelung der Notenwerte *Verwendungszweck:* Anwendung der Analogie als Element der Notation

Philippe de Vitri war französischer Komponist und Musiktheoretiker im Frankreich des 14. Jahrhunderts. In den Mensuralnotationen der Epoche der Ars Nova, die Vitri entscheidend geprägt hatte und die er für seine berühmten isorythmischen Motetten verwendete, finden sich Kolorierungen der Notenzeichen, vorzugsweise in der Farbe Rot. Die Intention lag dabei weniger auf einer ästhetischen Verknüpfungsebene als vielmehr in einer Möglichkeit der Notation zur Darstellung von musikalischen Elementen. Dem dreiteiligen Grundschatz, der so genannten perfekten Mensur, stellte Vitri den zweiteiligen Grundschatz, also die imperfekte Mensur, gegenüber. Die Notenwerte in der Mensuralnotation sind die Maxima, die Longa, die Brevis, die Semibrevis und die Minima, die Vitri zusätzlich einführte. Man bediente sich verschiedener Modi, die als Modus Major, Modus Minor, Tempus und Prolatio bezeichnet wurden. Dabei bezeichnete der Modus Major beispielsweise die Imperfektion oder die Perfektion der Maxima – anhand des Modus konnte abgelesen werden, ob die Maxima zwei- oder dreizeitig zu spielen war. Jedem Notenwert war ein ihm eigener Modus zugeordnet<sup>126</sup>. Nun konnten diese Modi durch den dem Werk vorangestellten Modizeichen erkannt werden.

---

<sup>126</sup> Vgl. Apel, Willi. 1981. *Die Notation der polyphonen Musik 900 – 1600*. S. 54. Breitkopf & Härtel. Wiesbaden.



Das Problem bestand jedoch in der Markierung des Modus der einzelnen Notenzeichen und Ligaturen innerhalb der Notation, wenn der



Abbildung 23: Rote Perfizierungen in Vitris Notation (aus: Bessler, Heinrich und Gülke, Peter. 1971. Musikgeschichte in Bildern. Musik des Mittelalters und der Renaissance/Lieferung 5. Schriftbild der mehrstimmigen Musik. S. 59. Leipzig:VEB.)

Komponist eine Imperfizierung vorgesehen hatte. Bis dato konnten solche Modiwechsel zwar anhand für uns vielleicht etwas komplizierter Regeln in Bezug auf die Pausenzeichen und der Notenwerte aus dem Zusammenhang erschlossen werden, aber de Vitri sah hier offenbar einen Handlungsbedarf. Deshalb benutzte er für Modiwechsel, und zwar zur Imperfizierung perfekter Werte und umgekehrt, die Farbe Rot, wodurch sich die Notenzeichen von den übrigen, schwarz gefärbten Zeichen abhoben<sup>127</sup>. Die Kolorierungen der Mensuralnotation bezeichneten also eine Akzentverschiebung oder auch eine Ersetzung gerader Notenwerte durch Triolen (im Falle der Perfizierung).

<sup>127</sup> Vgl. ebd. S. 54 ff.



Apel weist darauf hin, dass die Kolorierung im 14. Jahrhundert zum ersten Mal in der Mensuralnotation auftrat. Da hier schwarze Notenzeichen verwendet wurden, bezeichnete die Kolorierung die Ersetzung der schwarzen Zeichen mit roten Notenzeichen. Der Benutzung der Farbe Rot im Gegensatz zu Blau oder Grün lag vermutlich keine besondere Bedeutung zu Grunde. Rote Tinte war zu Hervorhebung von Textpassagen in dieser Zeit jedoch sehr verbreitet<sup>128</sup>. Im 15. Jahrhundert ging die schwarze Notation dann in die Notation weißer (hohler) Notenzeichen über. Unter Kolorierung verstand man ab diesem Zeitpunkt dann die Schwärzung der weißen Zeichen, die rote Einfärbung wurde dadurch abgelöst<sup>129</sup>.

#### ***4.6 Farb-Ton-Analogien als didaktische Komponente***

Farb-Ton-Analogien dienten und dienen auch als methodisches Mittel der Musikvermittlung. Diese sind aufgrund vermeintlicher Korrespondenzen mit Tönen weit verbreitet und gut dokumentiert.

##### **4.6.1 Guido von Arezzo: Kolorierte Neumenschrift**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch, eventuell Bezug auf Aristoteles

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Singens und somit der Reproduktion

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative als auch absolute Tonhöhe

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Der Benediktinermönch Guido von Arezzo entwickelte um ca. 1000 eine neue Form der Notation. Die bis dahin benutzten adiastematischen oder undiastematischen Neumen, die den Melodieverlauf ohne Linien darstellten, waren insofern uneindeutig, als dass sie Intervalle nicht sichtbar machen konnten. Mit dem System des Guido von Arezzo hingegen, das er in seinen „Regulae rhythmicae“ vorstellt, war es durch den Terzabstand der von ihm verwendeten Linien möglich, jedes

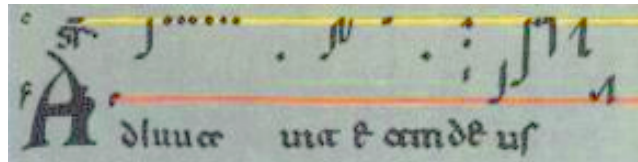
---

<sup>128</sup> Vgl. Leonhard, Joachim-Felix, Ludwig, Hans-Werner, Schwarze, Dietrich und Strabner, Erich. 1999. *Medienwissenschaft*. 1. Teilband: S. 440-441. Berlin: DeGruyter.

<sup>129</sup> Vgl. Apel, S. 134

Intervall genau zu notieren. Somit konnte jede Tonhöhe augenfällig festgelegt werden<sup>130</sup>.

Zudem verwendete er zur Markierung der höheren C-Linie neben der Schlüsselvorzeichnung „c“ die Farbe Gelb, für die Markierung der tieferen F-Linie neben dem Schlüssel „f“ die Farbe Rot. Die beiden anderen Linien wurden mit hellgrauer Farbe in das Pergament geritzt<sup>131</sup>.



**Abbildung 24: Arezzos kolorierte Neumennotation, hier ohne Terzlinien (aus: Michels, Ulrich.1997. *dtv-Atlas zur Musik*. 1: S. 184)**

Der Einfluss des Aristoteles, nach dessen Analogie dem tieferen Ton das dunklere Rot und dem höheren Ton die Farbe Gelb zugeordnet wurde, ist hier zu sehen, auch wenn dieser als Quelle nicht genannt wird. Seine Zuordnungen sind weder offensichtlich als relativ noch als absolut zu betrachten, da das System in Verbindung mit den guidonischen Solmisationssilben zwar eher die Intervalle denn absolute Tonhöhen kennzeichnen sollte, von Arezzo allerdings bei seinem Gesangunterricht Wert auf den Bezugston legte<sup>132</sup>.

#### **4.6.2 Marcus Otto: Chromatisch-kodierte Alteration**

*Strategie der Herleitung:* Bezug auf Goethes Farbenlehre und dessen bipolarer Farbwirkung

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels und somit der Reproduktion

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe (Alteration)

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

<sup>130</sup> Vgl. Hirschmann, Wolfgang. 2004. Guido von Arezzo. In *Die Musik in Geschichte und Gegenwart. Personenteil 8*. S. 224. Stuttgart: Metzler.

<sup>131</sup> Vgl. Michels, Ulrich.1997. *dtv-Atlas zur Musik*. 1: S. 187. Karlsruhe.

<sup>132</sup> Vgl. van Waesberghe, J. Smits 2005. Guido von Arezzo. In *Musiklexikon*. 2: S. 343. Metzler.

Die Synästhesieeuphorie der 20er und frühen 30er Jahre erreichte auch die Musikerziehung. Die chromatische Notenschrift von Marcus Otto griff diesen Trend auf. Er verwendete einen reduzierten, aber dennoch sehr zielgerichteten Einsatz von Farben in traditioneller Notenschrift.

Seelen | Souls

Gedicht von Paul Wertheimer | English Version by Edward Oxenford

Felix Weingartner, Op. 40 No. 4

Andante sostenuto

Singstimme  
Voice

Piano

*p cantabile*

*Red.* \* *p* *Red.* \* *Red.* \* *f*

Du weißt, wir blei - ben ein - sam: du und ich wie Stäm - me,  
You know, we still are lone - ly, you and I. Like tree-trunks,

tief in Gold und Blau ge - taucht, mit frei - en Kro - nen, die der  
tinged with gold and moss o'er-grown, With loft - y brand - es which the

**Abbildung 25: Kolorierte Notation für "Seelen" von Felix Weingarten (aus: Otto, Marcus. 1933. *Die Chromatische Notenschrift; Seelen – Lied für eine Singstimme und Klavier von Felix Weingarten, op. 46 (4). S. 3.***

Dabei richtete sich seine Kritik an die Notierung der Erhöhung und Erniedrigung einer Note durch Kreuzchen und kleine Bs. Diese werden in der herkömmlichen Notation lediglich als Tonartenbezeichnung an den Anfang der Partitur gesetzt oder aber als episodische Alteration an den Anfang eines Taktes. Dies birgt offensichtlich ein nicht zu geringes Fehlerpotenzial, da die Schüler beim Spielen die Vorzeichen sozusagen ständig im Kopf haben müssen. Als Lösung dieses Problems schlug Otto die Einfärbung der Notenköpfe vor, die die Alteration über das gesamte Stück hinweg kennzeichnen. Dadurch können die Spielenden ihre Aufmerksamkeit auf andere Schwierigkeiten richten. Doppelt erhöhte oder erniedrigte Noten sollten nicht verwendet werden; das fisis beispielsweise könne auch als g notiert werden<sup>133</sup>.

<sup>133</sup> Vgl. Otto, Marcus. 1933. *Die Chromatische Notenschrift; Seelen – Lied für eine Singstimme und Klavier von Felix Weingarten, op. 46 (4). S. 1-2.* St. Gallen.

Die Zuordnung geschieht bei Otto auf der Basis mehrerer Referenzen. Zum einen bezieht er sich auf die physikalisch messbare größere Wellenlänge der Farbe Rot (ca. 750 nm) im Vergleich zu der von Grün (ca. 575 nm); da Rot eine größere Wellenlänge besitzt, könne man es deshalb einer erhöhten Schwingungsfrequenz, die aus der Erhöhung des Stammtones resultiere, zuordnen.

Auch Goethe wird zitiert – so strebten die Menschen nach Farbe, da sie auf unsere Augen „mit reizender Energie“<sup>134</sup> wirkten und demnach eine Signalwirkung besäßen. Und nach der Farbenlehre Schopenhauers stellten Rot und Grün komplementäre Farben dar, die sich qualitativ die Tätigkeit teilten. Somit seien sich beide in ihrer Dominanz ebenbürtig und dadurch für die Kennzeichnung gegensätzlicher Sachverhalte besonders geeignet<sup>135</sup>.

Als eine echte Analogie lässt sich dieses Beispiel nicht bezeichnen, denn die Farb-Ton-Zuordnung beschränkt sich auf das in der westlichen Musik kleinste Intervall, die kleine Sekunde. Deshalb liegt hier eine relative Analogie vor. In Anbetracht der erheblichen Anzahl von Menschen mit einer Rot-Grün-Schwäche von ca. 8% bei Männern und 0,5% bei Frauen scheint die Farbwahl aus Sicht der modernen Medizin etwas unglücklich getroffen worden zu sein<sup>136</sup>.

#### **4.6.3 D.D. Jameson: Farbige Klaviertabulatur**

*Strategie der Herleitung:* Orientierung an der Spektralfarbenreihe

*Intention:* Methodisches Mittel der Notierung

*Form der Verknüpfung:* Farbe und absolute Tonhöhe (verschiedene Sättigung der Farbe bei Oktavidentität)

*Verwendungszweck:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels sowie zur Umsetzung auf dem Farbenklavier

---

<sup>134</sup> Siehe Otto S. 2

<sup>135</sup> Vgl. Otto S. 2

<sup>136</sup> Vgl. [flexikon.doccheck.com/Rot-Grün-Blindheit](http://flexikon.doccheck.com/Rot-Grün-Blindheit). Stand: 18. März 2008

Ein weiterer didaktisch motivierter Ansatz einer Farb-Ton-Analogie stellte D.D. Jameson in seinem Buch „Colour-Music“ von 1844 vor. Jameson bediente sich bei seiner Zuordnung der Spektralfarbenreihe.

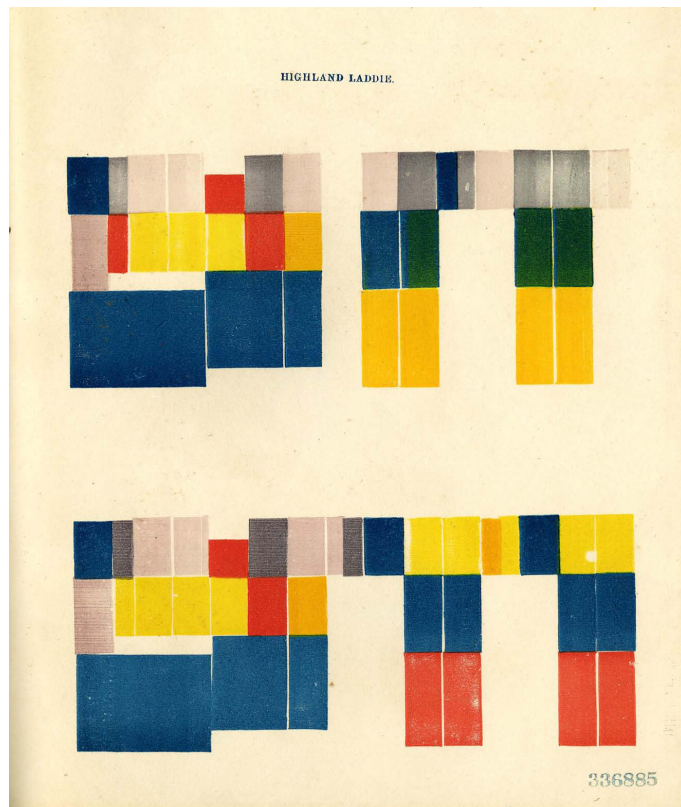


Abbildung 26: Farbige Klaviertabulatur (aus: Jameson, D.D. 1844. *Colour-Music*. Anhang. London)

Es war Jamesons erklärtes Ziel, das Notenlesen und das Spiel vom Blatt für Pianisten zu erleichtern, weshalb er die weißen und schwarzen Tasten der Klaviatur mit den entsprechenden, farbigen Papierstreifen markierte<sup>137</sup>. Die verschiedenen Oktavlagen der Töne wurden dabei durch unterschiedliche Längen der Streifen innerhalb der Partitur bezeichnet.

Die Partitur (vgl. Abbildung 27) liest sich von links nach rechts. Pausen macht Jameson durch Lücken kenntlich. Akzente hingegen werden durch höhere oder geringere Sättigungsgrade der Farben dargestellt, Staccati indessen mittels sehr kurzer, farbloser Streifen hinter dem jeweiligen Ton<sup>138</sup>. Die Breite der Streifen stellt die Tondauer dar<sup>139</sup>.

<sup>137</sup> Jameson, D.D. 1844. *Colour-Music*. S. 12. London

<sup>138</sup> ebd. S.16

<sup>139</sup> ebd. S.15

Jamesons Versuch ist deshalb so bemerkenswert, da er nicht die tradierte Notenschrift um farbige Darstellungen der Noten und der Linien erweitert, sondern vielmehr eine völlig neuartige Form der Notation schaffen wollte. Wenngleich die räumliche Anordnung der Farbstreifen innerhalb der Partitur immer noch eine wichtige Rolle spielt, so ist die Zuordnung Tonhöhe-Räumliche Höhe vollständig durch die Zuordnung Tonhöhe-Farbtone ersetzt worden.

Da sich die Notation direkt auf die farbige Markierung der Tasten bezieht (ebenso hätte man die Saiten einer Gitarre farblich markieren können), kann man Jamesons Farbnotationen als Tabulatur bezeichnen. Dennoch sah Jameson seine Colour-Music nicht nur als Mittel der Instrumentaldidaktik und ihrer Methodik. Er beschreibt auch die Konstruktion eines einfachen Farblichtklaviers, dessen farbige Lampen durch die Betätigung der Tastatur neben dem Erklängen des Tones ebenfalls aktiviert wurden<sup>140</sup>. Somit galt für den Autor auch die (syn)-ästhetische Erfahrung der Farblichtmusik als weiteres Ziel seiner Bemühungen<sup>141</sup>.

#### **4.6.4 Fritz Dobretzberger und Johannes Paul: Colour-Music**

*Strategie der Herleitung:* Berechnung analoger Schwingungsfrequenzen

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels und tieferes Verständnis musikalischer Strukturen

*Form der Verknüpfung:* Farbe und absolute Tonhöhe (gleiche Farbe bei Oktavidentität)

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

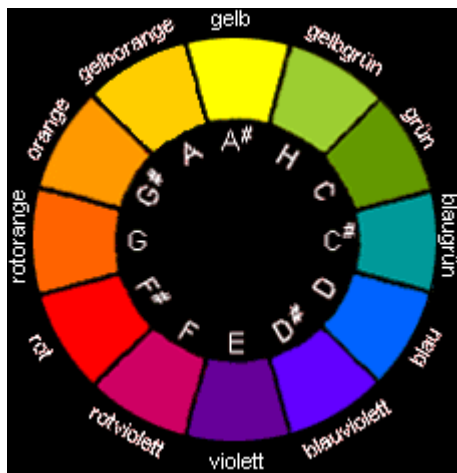
Die Idee von kolorierten Tabulaturen findet sich recht häufig. Der Leitfaden für eine kombinierte Farben- und Musiklehre von Fritz Dobretzberger und Johannes Paul knüpft bei der Herleitung seiner verwendeten Farb-Ton-Analogie an den Ansatz Isaac Newtons an.

---

<sup>140</sup> Vgl. Jameson S. 11

<sup>141</sup> Vgl. Jameson S. 17

Die Autoren orientieren sich dabei an den Spektralfarben. Sie erstellen eine absolute Analogie, indem innerhalb eines Zwölftonsystems, dem das a' als Referenzton mit 440 Hertz zugrunde liegt, jedem Halbton eine Farbe zugeordnet wird. Die Begründung für diese Zuordnung bleibt kryptisch: Die Frequenz des Kammertones a' von 440 Hertz ergebe vierzigmal hintereinander verdoppelt (oktaviert) die „Frequenz“ 483,79 Hertz<sup>142</sup>. Diese Schwingungsfrequenz elektromagnetischer Wellen erzeuge die Farbe gelborange<sup>143</sup>.



**Abbildung 27: Physikalische Farb-Ton-Korrespondenzen (nach: Dobretzberger, Fritz und Paul, Johannes. 1993. *Farbmusik - Leitfaden für eine kombinierte Farben- und Musiktheorie*. S. 17. Berlin: Simon + Leutner 1993.)**

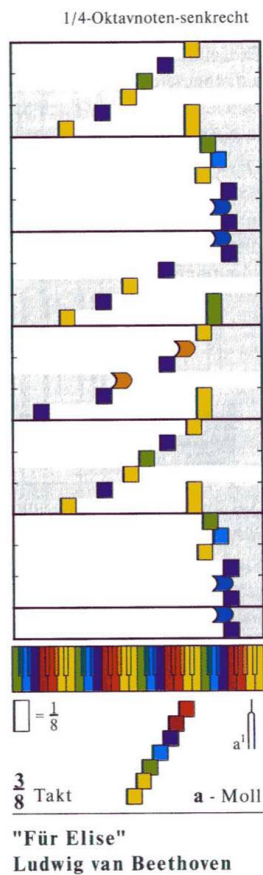
Da nun ein Ton durch die Verdoppelung der Frequenz oktaviert werde und die entsprechenden Farben Vielfache der Grundfrequenz seien, so entsprächen demzufolge ein Ton und seine Oktaven grundsätzlich derselben Farbe. Daher könne eine absolute Farb-Ton-Analogie aufgestellt werden, die oktavenübergreifend sei. Dies macht das System natürlich für den Einsatz im Instrumentalunterricht und für das Erstellen von Tabulaturen sehr geeignet.

Die Analogie basiert also ausschließlich auf vermeintlichen physikalischen Entsprechungen. Die Frage jedoch bleibt, wie diese analogen Schwingungsverhältnisse zu verbesserten Hör- und Performanzleistungen führen sollen. Denn es gibt keinen kausallogischen Zusammenhang zwischen einer physikalisch begründbaren Farb-Ton-Analogie und einer eventuellen wahrnehmungspsychologisch nachweisbaren Analogie. Dies ist bereits an dem zuvor erwähnten

<sup>142</sup> Dies ist offensichtlich rechnerisch nicht möglich. Es muss gerundet worden sein.

<sup>143</sup> Vgl. Dobretzberger, Fritz und Paul, Johannes. 1993. *Farbmusik - Leitfaden für eine kombinierte Farben- und Musiktheorie*. S. 13. Berlin: Simon + Leutner

Beispiel der subjektiven Farbhelligkeit gezeigt worden, bei dem unterschiedliche Wellenlängen gleicher Lichtstärke unterschiedlich hell wahrgenommen werden<sup>144</sup>. Somit bleibt diese Art der Zuordnung zwar



empirisch nachvollziehbar, allerdings geschieht dies in der falschen Disziplin. Das aristotelische Prinzip der Helligkeit-Tonhöhen-Zuordnung wird beispielsweise nicht aufgegriffen. Ebenso wie der Ansatz von D.D. Jameson liegt auch dieser Analogie nicht die Intention einer Lernhilfe zum Erlernen der monochromen Notenschrift zugrunde, vielmehr liefert sie die Basis für eine alternative Notation. Abbildung 29 zeigt die senkrecht von unten nach oben zu lesende Tabulatur für Keyboard und Klavier. Die Farben entsprechen

**Abbildung 28: Kolorierte Klaviertabulatur (aus: Dobretzberger und Paul. 1993. S. 27)**

dabei den Tasten auf der Klaviatur. Die Länge der Kästchen gibt die Tondauer an – das längste Kästchen entspricht dabei je nach Taktart einer ganzen, einer halben, einer Viertel- oder einer Achtelnote. Die Halbierung der Kästchen bedeutet demnach auch die Halbierung des Notenwertes. Tonhöhen werden sowohl durch die Farben als auch durch die horizontale Anordnung der Kästchen dargestellt. Die Bogennoten markieren zusätzlich zu den Farben die schwarzen Tasten der Klaviatur. Diese Notation wird auch als Partitur verwendet und dient somit der Visualisierung von Musik, wobei das Spiel vom Blatt auch bei dieser Form der Notation möglich ist. Für die allgemeine Farbpartitur gilt die „traditionelle“ Leserichtung von links nach rechts. Tonhöhen werden

<sup>144</sup> Siehe Kapitel 2.3



auch hier sowohl durch Farben als auch durch räumliche Höhe kenntlich gemacht<sup>145</sup>.

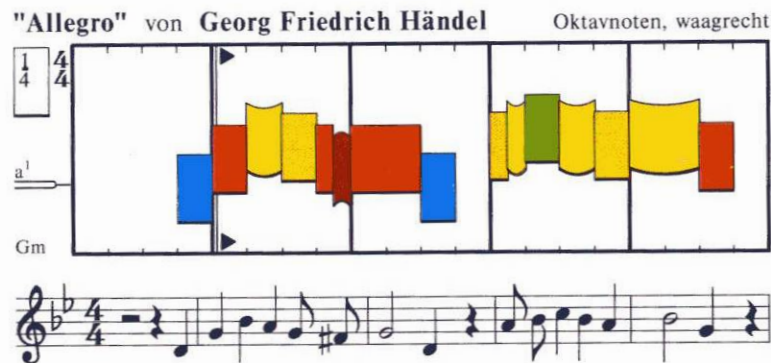


Abbildung 29: Kolorierte Notation (aus: Dobretzberger und Paul. 1993, S. 26)

Das System Dobretzbergers und Pauls stellt eine rudimentäre Musiklehre dar, die die Analogie von Farben und Tönen in die theoretischen Erläuterungen mit einbezieht. Die Entwicklung der Farbpartituren ermöglicht dem Instrumentalschüler das Spiel vom Blatt ohne Notenkenntnisse. Die Tabulatur erscheint einleuchtend und selbsterklärend, kann jedoch sicher nicht als Lernhilfe für die monochrome Notenschrift dienen.

#### 4.6.6 Manfred Meier: Farbnotation als Notenleselehrgang

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels

*Form der Verknüpfung:* Farbe und absolute Tonhöhe

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Eine andere Intention verfolgt Manfred Meier mit seiner kolorierten Notenschrift. Sie diente im Notenleselehrgang „Der Flötenkaspar“ als Brücke zur Erlernung der tradierten Notenschrift. Manfred Meier

<sup>145</sup> Vgl. Dobretzberger, Fritz und Paul, Johannes. 1993. *Farbmusik - Leitfaden für eine kombinierte Farben- und Musiktheorie*. S. 26-27. Berlin: Simon + Leutner

verwendete für die Notenköpfe Farben, die ihrerseits die jeweilige Tonhöhe bezeichneten. Dabei gebrauchte er eine absolute Farb-Tonhöhen-Zuordnung<sup>146</sup>:

Abbildung 30: Farbige Notation nach Meier (aus: Meier, Manfred. 1985. *Der Flötenkasper*. S. 3. Erlangen: VLE)

Wird die räumliche Repräsentation der Tonhöhe im Lehrgang schrittweise eingeführt, indem der Lehrgang mit einer Linie anfängt und weitere Linien später hinzukommen, so werden die Farben von vornherein als Markierungen der Tonhöhen verwendet.

d''	c''	h'	a'	g'
schwarz	blau	rot	gelb	grün

Abbildung 31: Farb-Tonhöhen-Zuordnung nach Meier (aus: Meier. 1985. S. 3)

Meier erwähnt bei seiner Farb-Ton-Zuordnung keine tradierte Analogie, die als Vorlage gedient hätte. Der aristotelische Gedanke der Zuordnung von hellen Farben zu hohen Tönen ist in der Notation nicht zu finden, die Zuordnung der Farben erscheint willkürlich. Wichtig ist für den Autor nach dessen Aussage in erster Linie der verwendete Ambitus der

<sup>146</sup> Vgl. Meier, Manfred. 1985. *Der Flötenkasper*. S. 3 ff. Erlangen: VLE

Übungen, der ihm für fünf- bis sechsjährige Kinder besonders geeignet erscheint. Die Zuordnung der Farben zu den Tönen dient hingegen als bloße Verbesserung der Orientierung<sup>147</sup>. Das Werk ist explizit als Unterrichtslehrgang für die Grundschule vorgesehen und legt deswegen den Schwerpunkt auf das Blockflötenspiel und den Gesang.

#### 4.6.5 Margrit Küntzel-Hansen: Farbige Notation

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch, vermutlich in Anlehnung an Aristoteles

*Intention:* Notenlesegang und Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels

*Form der Verknüpfung:* Farbe und absolute Tonhöhe (gleiche Farbe bei Oktavidentität)

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Eine ähnliche Intention verfolgt Margit Küntzel-Hansen mit ihrer kolorierten Notenschrift. Wenngleich ihre Notation nicht als Alternative zur tradierten Notenschrift angesehen, sondern als Brücke zum einfacheren Erlernen derselben dienen sollte<sup>148</sup>, wurden gleichwohl die Notensymbole durch farbige Flächen ersetzt.

Die räumliche Anordnung der runden Flächen bezeichnet analog zur traditionellen Notenschrift die jeweilige Tonhöhe, ebenso wie die benutzten Farben. Den Schülern werden also zwei Darstellungswege für die bezeichneten Tonhöhen dargeboten. Die Tondauer hingegen wird durch die unterschiedliche Breite der Farbflächen dargestellt. Hier beschränkt sich die Notation auf kurze und doppelt so lange Tondauern<sup>149</sup>.

---

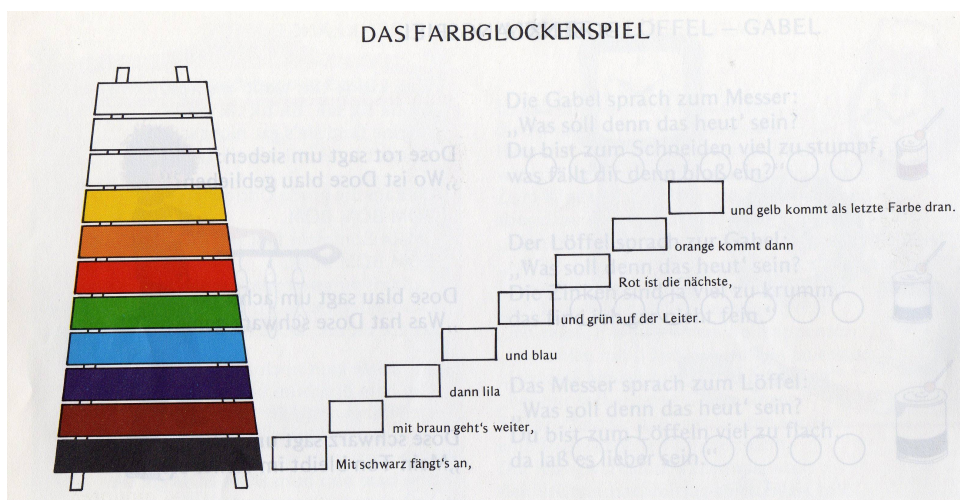
<sup>147</sup> Vgl. Meier, Manfred. 1985. *Der Flötenkasper*. S. 4 Erlangen: VLE

<sup>148</sup> Vgl. Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. *Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten*. S. 35. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel  
Anm.: Eine Übung für den Übergang von der Flächennotation zur Notenschrift findet sich am Ende des Bandes.

<sup>149</sup> Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. *Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten*. S. 10. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel

Dabei verfolgt die Autorin mehrere Ziele – zum einen soll das Instrumentalspiel vom Blatt erleichtert werden. Dies geschieht durch die farbige Markierung der Metallstäbchen des Glockenspiels.

Somit ist auch hier die Definition einer farbigen Tabulatur erfüllt. Zum anderen verwendet Küntzel-Hansen die Farbnotation für die elementare Vokalmusik, da fast jedes farbige notierte Lied auch gesungen werden soll<sup>150</sup>. Dieser Lerneffekt werde durch das zusätzliche Ausmalen der



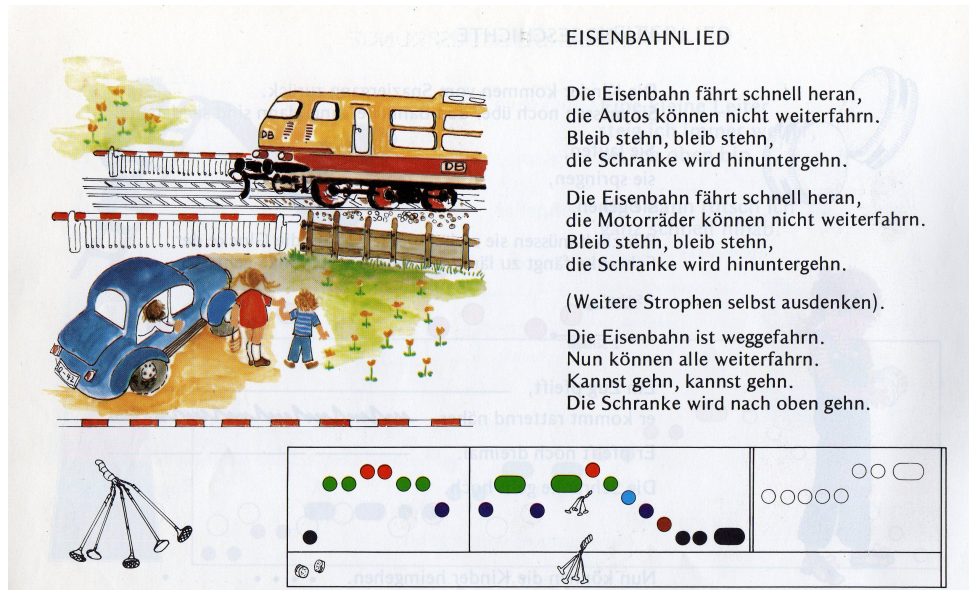
**Abbildung 32: Farb-Tonzuordnung auf dem Glockenspiel (aus: Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. *Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten*. S. 8. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel)**

leeren Flächen mit den entsprechenden Farben unterstützt.

In einer früheren Veröffentlichung bedient sich die Autorin des farbigen Glockenspiels, um innerhalb eines Notenleseanges den Übergang der farbigen Kodierung der Tonhöhe zur tradierten Notenschrift zu erreichen. Die Tondauer ist auch hier durch die Länge der unter den Noten abgebildeten Farbplättchen bzw. –balken dargestellt<sup>151</sup>.

<sup>150</sup> Vgl. Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. *Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten*. S. 12 ff. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel

<sup>151</sup> Vgl. Küntzel-Hansen, Margrit. 1970. *Wir hören und Lernen Musik. Ein Notenalbum für Kleine Leute*. S. 12 ff.. Velber: Friedrich Verlag.



**Abbildung 33: Eisenbahnlied, Farbige Plättchennotation (aus: Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. S. 12.)**

„Dabei stellte sich heraus, dass gerade die Kombination der organisch sich aufbauenden Farbfolge mit der Stellung der Note im Fünfliniensystem eine gute Gedächtnishilfe für Kinder ist“<sup>152</sup>.

#### **4.6.7 Meinolf Neuhäuser: Relative Farb-Tonzuordnung**

*Strategie der Herleitung:* intrinsisch

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels sowie des Notenlernens

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe (Tonstufen)

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Neben den absoluten Formen der Farb-Tonhöhen-Verknüpfungen finden sich in der musikdidaktischen Literatur auch Beispiele für relative Kombinationen. Ein Beispiel ist das Schulwerk „Bunte Zaubernoten“ von Meinolf Neuhäuser aus dem Jahre 1965. Da es als Schulbuch konzipiert worden ist, sind die Notationen für Gesang, Blockflöte und Glockenspiel ausgelegt.

<sup>152</sup> Siehe ebd. S.5



Der Einstieg in das Notenlesen erfolgt durch die Verwendung einer relativen Notenschrift, die in der folgenden Abbildung zu sehen ist.

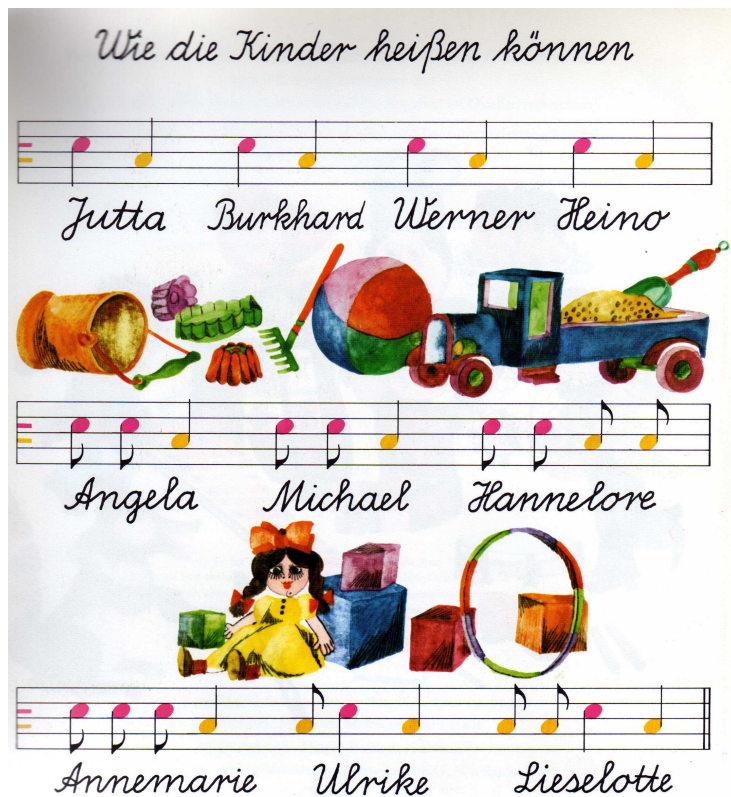


Abbildung 34: Relative kolorierte Notenschrift (aus: Neuhäuser Meinolf. 1965. *Bunte Zaubernoten*. S. 20. Frankfurt a.M.: Diesterweg 1965.)

Die Notation ist eine relative Notenschrift. Anstelle der üblichen Vorzeichen zur grafischen Notation von Tonarten wird mit Tonstufen gearbeitet, die statt absoluter Tonhöhen die Relation von Tönen darstellen.

Diesen Tonstufen wurden nun Farben zugeordnet<sup>153</sup>:

1. Stufe = Do = dunkelblau
2. Stufe = Re = rosa
3. Stufe = Mi = gelb
4. Stufe = Fa = hellblau
5. Stufe = So = rot
6. Stufe = La = dunkelgrün
7. Stufe = Ti = hellgrün

<sup>153</sup> Vgl. Neuhäuser, Meinolf. 1965. *Bunte Zaubernoten*. S. 120. Frankfurt a.M.: Diesterweg

Die Funktion bzw. der Stufencharakter der sieben Stammtöne wird in dieser Veröffentlichung durch die Tonsilbe, durch das entsprechende Handzeichen (Elemente der relativen Solmisation werden ebenfalls verwendet) und durch die Farbe hervorgehoben.

Den verwendeten Farben kommen hierbei also gleich mehrere Funktionen zu. Soll nach den Noten gesungen werden, so veranschaulichen sie, neben der räumlichen Höhe der Notenköpfe, das Verhältnis der gesungenen Töne zueinander. Hier liegt im eigentlichen Sinne eine relative Farb-Tonhöhenverknüpfung vor. Sollten die Notationen mit einer Blockflöte oder einem Glockenspiel vom Blatt gespielt werden, so stellen die Farben hingegen eine direkte Verknüpfung von Farben mit motorischen Handlungen dar. Kleine Illustrationen im Buch zeigen die entsprechenden Griffe auf der Blockflöte und setzen sie direkt mit einer Farbe gleich.

Durch die relative Zuordnung können dieselben Farben für etliche, verschiedene Töne stehen. Für Transponationsaufgaben auf dem Glockenspiel wurde ein „Zauberstab“ ausgehändigt, der dieselben Farben im selben Abstand wie die Klangplatten des Glockenspiels aufwies.



Abbildung 35: Farb-Tonstufen-Darstellung (aus: Neuhäuser. 1965. S. 60)

Durch Anlegen an das Stabspiel konnten nun die einzelnen Tonstufen durch Verschieben transponiert werden. Bei einem diatonisch gestimmten Glockenspiel führt dies natürlich dazu, dass Stäbe plötzlich „falsch“ klingen, da benötigte Halbtöne fehlen. In der vorliegenden

Veröffentlichung werden diese fehlenden Töne als „Zaubertöne“ umschrieben. Die Schüler sollen so schneller die durbedingten Halbtonschritte zwischen der 3. und der 4. sowie der 7. und der 8. Tonstufe lernen, da sie bestimmten Farben nun auch Tonabstände zuordnen können. Sobald sie die „Zaubertöne“ erkannt haben, können sie die benötigten Klangstäbe entweder auswechseln oder bei zweireihigen Glockenspielen die Halbtöne in der zweiten Stabreihe nutzen.

Farben übernehmen in diesem Schulbuch folgende drei Funktionen:

1. Sie vermitteln den Zusammenhang zwischen Tonhöhe und entsprechendem Griff auf der Blockflöte und sind somit eine Verknüpfung von kognitiver mit motorischer Handlungsebene
2. Sie verdeutlichen die Relation der benutzten Tonstufen, nicht jedoch der absoluten Tonhöhen. So sollen sie die Bildung des musikalischen Gehörs unterstützen.
3. Auch die Namen der Tonstufen werden hier mit Farben verknüpft. Dadurch dienen sie als Merkhilfe auf der kognitiven Ebene<sup>154</sup>.

#### **4.6.8 Burkhard Mikolai: Farbige Notationen ohne Farb-Ton-Bezug**

*Strategie der Herleitung:* intrinsisch

*Intention:* Erleichterung des Vom-Blatt-Spiels

*Form der Verknüpfung:* Farbe und Saiten

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Die Idee der Verwendung von Farb-Ton-Analogien innerhalb von Partituren zum Spiel vom Blatt kann auch zu einer rein-funktional konzipierten Verknüpfung führen. In der Gitarrenschule von Mikolai wurden Farben verwendet, um innerhalb von regulärer Notenschrift die einzelnen Saiten zu markieren. Das Prinzip ist einfach: Da beim

---

<sup>154</sup> Vgl. Neuhäuser, Meinolf. 1965. *Bunte Zaubernoten*. S. 122 ff. Frankfurt a.M.: Diesterweg



Gitarrenspiel die Entscheidung für die Lage, in der gespielt wird und folglich auch die Entscheidung, welche Saite für welchen Ton benutzt werden soll, für ein sauberes und flüssiges Spiel wichtig ist, wird dies nun durch farbige Notenköpfe in der Partitur gekennzeichnet<sup>155</sup>.

**Abbildung 36: Farbige Saitenkodierung (aus: : [www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php](http://www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php))**

Desweiteren werden die zu spielenden Bündel mit Zahlen in den Notenköpfen markiert.

Durch die reine Funktionalität der verwendeten Farben als Spielhilfe kann man hier wohl eher nicht von einer echten Farb-Ton-Analogie sprechen, vielmehr handelt es sich um eine Verknüpfung von Farben mit komplexen, motorischen Handlungen, zumal theoretisch unendlich viele Töne durch eine Farbe / Saite dargestellt werden können. Dennoch scheinen die Grundtöne der Saiten nach dem aristotelischen Diktum der Farbhelligkeit zugeordnet worden zu sein:

- Hohe e-Saite: Gelb
- h-Saite: Grün
- g-Saite: Rot
- d-Saite: Blau
- a-Saite: Braun
- Tiefe e-Saite: Schwarz

Natürlich werden innerhalb einer Lage die tieferen Töne auch auf den tiefer gestimmten Saiten gespielt, weshalb eine grundsätzliche Tendenz der Tonhöhen-Farbhelligkeitszuordnung nicht auszuschließen ist.

<sup>155</sup> Vgl. Mikolai, Burkhard. 2006. *Gitarrenschule mit farbigen Noten*. 1: S.3 ff.

#### 4.6.9 Thomas Baur: „Die Trommelschule“

*Strategie der Herleitung:* intrinsisch

*Intention:* Erleichterung des Spiels vom Blatt

*Form der Verknüpfung:* Farbe und Saiten

*Verwendungszweck:* Methodisches Mittel der Notierung

Eine rein funktionale Verknüpfung in Hinblick auf die Reproduktion findet sich auch in Thomas Baur's Schlagzeuglehrgang. Hier wird ein Farbnotensystem angewandt, das das Spiel vom Blatt vereinfachen soll. Dabei weicht der Autor nicht vom traditionellen Notensystem ab, sondern integriert Farben in Form von kolorierten Notenköpfen.

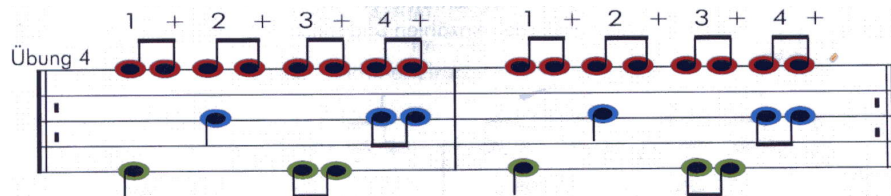


Abbildung 37: Farbkodierung für Hand- und Fußinsatz (aus: Baur. 2003. S. 15)

Die Notenlinien des Fünf-Linien-Systems stehen beim Schlagzeugspiel für die verschiedenen Trommeln und Becken, aus denen das Drumset besteht. Häufig wird jedoch nicht die Hand oder der Fuß notiert, mit denen der Rhythmus auf der jeweiligen Trommel angespielt werden soll. Die Intention des Autors liegt nunmehr darin, diesen Mangel durch eine Extremitäten-Farb-Zuordnung auszugleichen. Die rechte Hand wird mit roten, die linke mit blauen Notenköpfen markiert, der rechte Fuß wird mit Grün, der linke mit Gelb gekennzeichnet<sup>156</sup>.

An diesem Beispiel lässt sich zeigen, dass trotz farbiger Notation keinerlei Farb-Ton-Verknüpfung vorliegt. Deshalb greifen für die Farbanwendung dieses Beispiels die vier Kategorien Form, Herleitung, Verwendungszweck und Intention nicht, da es sich um keine Farb-Ton-Analogie handelt.

<sup>156</sup> Vgl. Baur, Thomas. 2003. *Die Trommelschule. Erste Übungen auf dem Schlagzeug*. Heft 1: S. 6. Berlin: Intro

#### **4.6.10 Rainer Wehinger: Hörpartitur zu György Ligetis „Artikulation“**

*Strategie der Herleitung:* Intrinsisch

*Intention:* Visualisierung eines Stückes zum tieferen Verständnis musikalischer Strukturen

*Form der Verknüpfung:* Farbe und relative Tonhöhe Farbe und Klangfarbe

*Verwendungszweck:* Anwendung der Analogie in einer Hörpartitur

Ein anderer Ansatz graphischer Notationen, bei dem die Prämisse der Rezeption der der Reproduktion übergeordnet ist, sind Hörpartituren. Rainer Wehinger veröffentlichte 1970 eine solche Partitur zu einem Stück elektronischer Musik von György Ligeti, „Artikulation“, welches dieser im Jahre 1958 komponierte.

Da für die Aufführung elektronisch produzierter Musik keine Aufführungspartitur benötigt wird und für die Reproduktion zumeist auf die Aufzeichnung digitaler Parameter zurückgegriffen wird, dient diese Form der Partitur eher dem tieferen Verständnis des Hörers, der diese parallel dazu (oder auch ohne das Hörereignis) lesen kann.

Da Hörpartituren auch ohne Notenkenntnisse nachvollzogen werden können, ist ihr Einsatz im Schulunterricht in der Tat eine mögliche Form der Analyse polyphoner Musik.

Grundlagen der elektronischen Musik in Ligetis Zeit war die Erzeugung von Sinustönen, also obertonlosen Tönen mit einfachen Schwingungen, sowie von Impulsen und Rauschen. Letztere bestehen aus Wellenlängen des gesamten Hörbereiches. Während das Rauschen zeitlos ist, stellt der Impuls einen kurzen Energiestoß dar. Alle hier genannten Effekte konnten mittels spezieller Generatoren erzeugt werden und ließen sich miteinander beliebig kombinieren. Durch verschiedene Filter war es zudem möglich, aus dem Rauschen heraus einzelne Frequenzen selektiv zu verstärken, um diese tonhaft erscheinen zu lassen<sup>157</sup>.

---

<sup>157</sup> Vgl. Wehinger, Rainer. 1970. *Ligeti Artikulation. Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger*. S. 9-10. Mainz.

Ligeti experimentierte mit diesen Effekten, um assoziativ künstliche Laute wie „Vokale“, „Konsonanten“ oder „Silben“ hervorzurufen.

Der Autor erstellte nunmehr eine Hörpartitur, die dem Rezipienten Raum für Interpretation ließ, ihm aber auch ein visuelles Hilfsmittel an die Hand gab, um ein tieferes Verständnis für das Stück herzustellen, so Wehinger<sup>158</sup>. Dabei orientierte er sich an den drei verwendeten Grundelementen dieses elektronischen Werkes, für welche er verschiedene Zeichen und Farben verwendete.

1. Je mehr ein Breitbandrauschen gefiltert wird, desto geringer wird die Bandbreite an hörbaren Frequenzen. Folglich ist der Sinuston das Rauschen mit der geringsten Frequenzbandbreite. Der Autor verwendete also das Kammzeichen (siehe Abbildung 38) für das Rauschen. Je nach herausgefilterten Bandbreiten differenzierte er zwischen klareren und rauschhafteren Tönen mit Hilfe von Farben. Jeder Farbe ordnete er einer von ihm bestimmten Kategorie an herausgefilterten Frequenzen zu. „Je deutlicher eine bestimmte Tonhöhe [im Rauschen] zu erkennen ist, desto hellere und reinere Farben wurden verwendet“<sup>159</sup>.

2. Impulse stellte Wehinger durch farbige Punkte dar, die jeweiligen Tonhöhen durch die Farben. Seine Argumentation bei der Farbgebung war eher intuitiver Natur; so würde dunkelrot mit der Aggressivität des tiefen Tones korrespondieren, während dunkelblau dem „metallischen Charakter“<sup>160</sup> der höheren Töne eher entspräche. Violett sei die logische Konsequenz aus der Mischung der beiden Farben und stehe somit für die mittleren Höhen.

3. Unter den harmonischen und subharmonischen Spektren versteht der Autor aus Sinustönen zusammengesetzte Frequenzspektren. Die sukzessive parallele Darbietung mehrerer Sinustöne erzeugt einen eigenständigen Klangcharakter. Je näher sich die Grundfrequenzen der parallel dargebotenen Töne waren, desto mehr war ein Übergang vom Klang- zum Geräuschhaften festzustellen<sup>161</sup>. Für Phänomene, die eher Klangcharakter aufwiesen, wurden grüne Farbtöne verwendet. Je mehr

---

<sup>158</sup> Vgl. ebd. S.20

<sup>159</sup> Siehe und vgl. ebd. S. 23

<sup>160</sup> Siehe ebd. S 23

<sup>161</sup> Vgl. ebd. S. 24

das Gehörte zum Geräuschhaften tendierte, desto eher verwendete der Autor Brauntöne und Schwarz.

Zeichensystem		Systems of symbols	
<b>A</b> Rauschen noise		<b>B</b> harmonische und subharmonische Spektren harmonic and subharmonic spectra	
<b>C</b> ungefilterter Impuls unfiltered impulse		<b>D</b> gefilterter Impuls filtered impulse	
erkennbare Tonhöhe recognizable pitch		weniger geräuschhaft lesser proportion of noise	
keine erkennbare Tonhöhe no recognizable pitch		mehr geräuschhaft greater proportion of noise	
6 Sinuston sinus tone		7	
5 20 Hz-gefiltert 20 Hz-filtered		8	
4 terzgefiltert third-filtered		9	
3 oktavgfiltert octave-filtered		10	
2 grob gefiltert rough-filtered		11	
1 weißes Rauschen white noise		12	
		13	
		Tonhöhe pitch	
		hoch high	
		mittel middle	
		tief low	
		16	
		15	
		14	

Abbildung 38: Zeichensystem der Hörpartitur Wehingers (aus: Wehinger, Rainer. 1970. *Ligeti Artikulation. Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger*. S. 37. Mainz.)

4. Die subjektiv empfundene Lautstärke wurde durch die Größe der zugehörigen Symbole dargestellt. Intensitätsveränderungen hingegen von laut zu leise und umgekehrt konnten beim Rauschen durch schmaler zulaufende Zacken dargestellt werden.

Es folgen noch etliche Erläuterungen und Einführungen von Details und weiterer Zeichen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Interessant ist an dieser Partitur, dass sie in Bezug auf die Verwendung von Farben als hybrid bezeichnet werden muss. Denn Farben werden hier im Falle der Impulse als Darstellung bestimmter Tonhöhen innerhalb eines vom Autor vorgegebenen Ambitus verwendet (dunkelrot, blau,

violett). Gleichwohl geben andere Farben (gelb, orange, rot, grün, braun, schwarz) Hinweise auf die Klangfarbe des Gehörten.

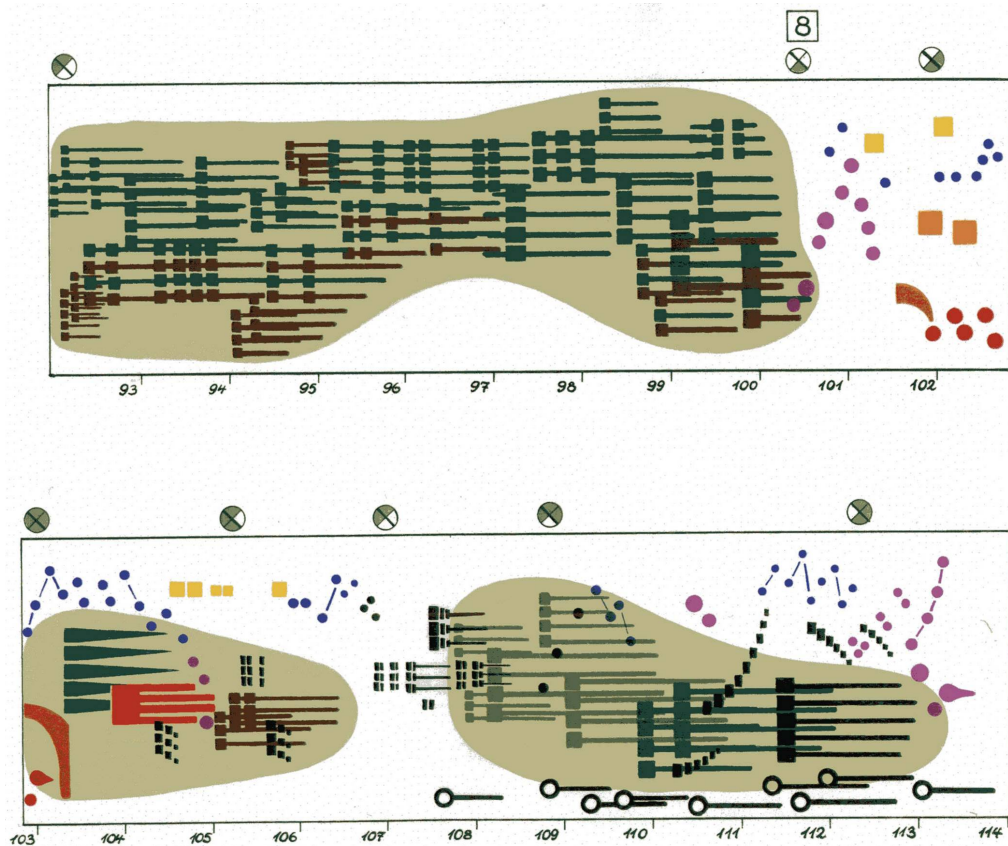


Abbildung 39: Notationsbeispiel des Stückes ab Sekunde 92 (aus: Wehinger. 1970. S. 54)

Umso bemerkenswerter ist, dass die der Partitur zugrunde liegende Theorie auf einem einzigen Stück basiert. Da die benutzten Zeichen für spezifische Geräusche und Klangcharaktere dieses Stückes ausgelegt sind, könnte eine Übertragung auf andere Stücke elektronischer Musik, deren Möglichkeiten an erzeugbaren Klänge mittlerweile nahezu unbegrenzt ist, eine Erweiterung der Zeichen und Symbole erfordern.

#### 4.6.11 Wilfried Fischer und Erich Hansen: Hörpartitur

*Strategie der Herleitung:* arbiträr

*Intention:* Gehörtraining

*Form der Verknüpfung:* Farbe und Klangfarbe

*Verwendungszweck:* Anwendung der Analogie in einer Hörpartitur

Einen ähnlichen Ansatz für Musik mit konventioneller, westlicher Instrumentierung verfolgen W. Fischer und E. Hansen in ihrem Lehrerband „Musikunterricht Grundschule“. Statt der Zuordnung von Farben zu Tonhöhen erfolgt in diesem Falle eine Analogie von Farben und Klangfarben.

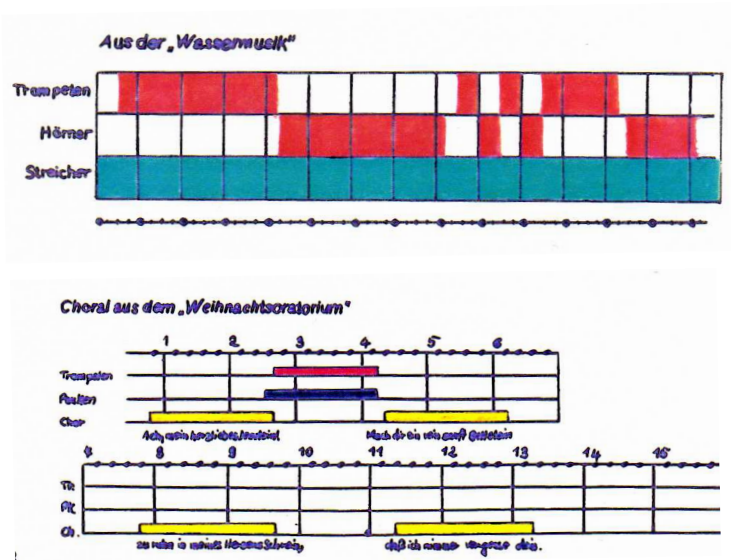


Abbildung 40: Farbige Darstellung der Instrumentalgruppen (aus: Fischer Wilfried, Hansen, Erich; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1976. *Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse.* S. 41. Schott Music)

Die Notation beschränkt sich auf den Aspekt der zeitlichen Progression. Takte werden in Kästchen innerhalb eines Liniensystems dargestellt. Die Länge der farbigen Balken entspricht hierbei der Spieldauer des jeweiligen Instrumentes bzw. der Instrumentengruppe<sup>162</sup>. Das tendierte Ziel ist nicht allein die Unterscheidung der Instrumentalgruppen voneinander, sondern auch die Fähigkeit des Einordnens des

<sup>162</sup> Vgl. Fischer, Wilfried, Hansen, Erich; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1976 *Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse.* S. 39. Schott Music



Instrumentalspiels in ein festes Taktschema<sup>163</sup> Durch die Visualisierung der gleichzeitig gehörten Klangfarben soll das analysierende Hören geschult werden.

#### 4.6.12 Alex Eckert: Spielpartitur

*Strategie der Herleitung:* intrinsisch










*Intention:* Farbe als Initiierung einer aleatorischen Reproduktion

*Form der Verknüpfung:* Farbe und Instrumentengruppe

*Verwendungszweck:* Anwendung der Analogie in einer Spielpartitur

Einen Schritt weiter geht Alex Eckert in seiner Spielpartitur „Galgenlieder“ für Solosprecher, Chor, Bläser, Streicher, Stabspiel, Geräuschinstrumente und Schlagwerk<sup>164</sup>. Bei dieser Partitur handelt es sich nicht um ein komponiertes Werk, vielmehr sind die Vertonungen von Gedichten Christian Morgensterns aus der Arbeit des Autors mit Kindern entstanden. Eckert nennt die Partitur deshalb auch „entdeckte Musik“<sup>165</sup>.

Statt detaillierter Notenvorgaben setzt der Autor auf eine neue, graphische Notation. Traditionelle Notenzeichen werden erweitert, umgestaltet oder durch völlig neue Zeichen ersetzt. Der aleatorische Aspekt steht im Vordergrund. Den Spielenden wird viel Freiraum bei der Interpretation der Notation gelassen. Dennoch findet sich innerhalb der Partitur auch eine feste Strukturierung in Bezug auf das Zusammenspiel der einzelnen Instrumentengruppen und der Vokalisten.

Orchester Tutti		Flöten		Schlagwerk	
Xylophone		Streicher		Chor	
Glockenspiele/ Metallophone		Zupfinstrumente		Soli	

**Abbildung 41: Farbige Darstellung von Instrumentalgruppen (nach: Eckert, Alex. 1971. *Galgenlieder*. S.3 Mainz)**

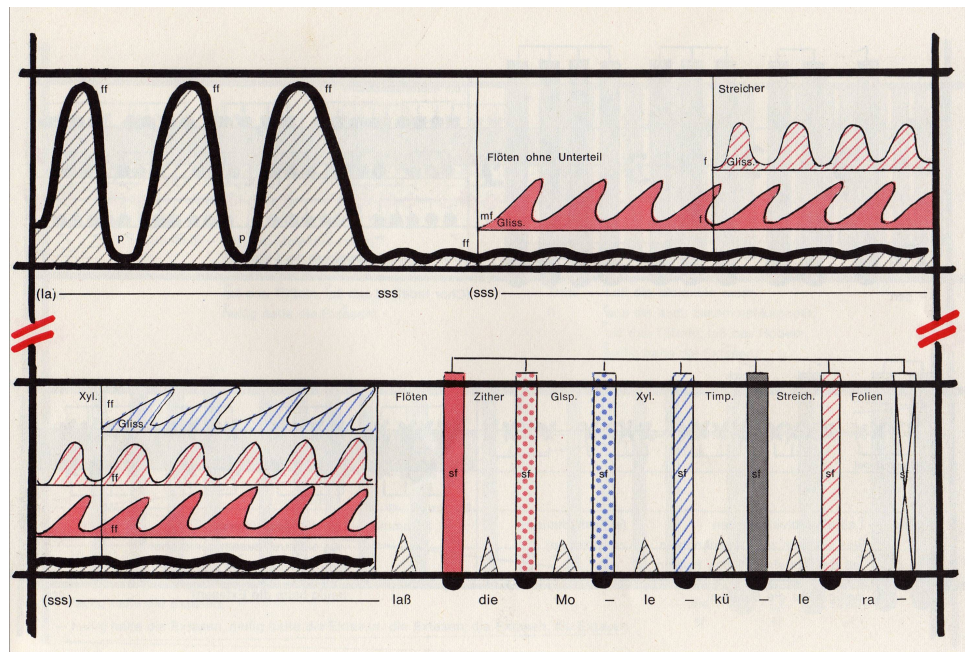
<sup>163</sup> Vgl. Fischer, Wilfried ; Hansen, Erich ; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1991. *Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse. Lehrerband*. S. 105. Mainz: Schott.

<sup>164</sup> Vgl. Eckert, Alex. 1971. *Galgenlieder*. S. 3. Mainz

<sup>165</sup> Siehe ebd. S. 5



Eckert erkennt die Notwendigkeit, dass bei längeren Stücken jedem Schüler eine Partitur in die Hände gegeben werden muss, die ihm die Möglichkeit gibt, seinen Einsatz während des Zusammenspiels zu erkennen. Um die Zeichen den Instrumenten und Vokalisten zuordnen zu können, verwendete Eckert Farben und farbige Schraffuren.



**Abbildung 42: Spielpartitur nach Alexander Eckert (aus: Eckert, Alex. 1971. Galgenlieder. Mainz. S. 17)**

Im Gegensatz zu Fischer und Hansen soll das Gehör hier nicht für Klangfarben sensibilisiert werden, da es zum einen keine Hörpartitur, sondern eine aleatorische Partitur zum Nachspielen darstellt. Zum anderen wurden Instrumentalgruppen mit derselben Farbe bedacht, die offensichtlich keine oder kaum Übereinstimmung hinsichtlich ihrer Klangfarben aufweisen. Somit dienen die Kolorierungen lediglich der besseren Orientierung und lassen einheitliche, musikalische Pendants vermissen.

#### **4.7. Quantitativ evaluierte Analogien**

*Strategie der Herleitung:* Quantitative Befragung

*Intention:* Erkenntnis von verallgemeinerbaren Analogien

*Form der Verknüpfung:* Farbe zu Frequenzen und zu Musikstücken

*Verwendungszweck:* Keine praktische Umsetzung vorgesehen

Ein letzter zu nennender Ansatz der Herleitung von Farb-Ton-Analogien ist die Befragung eines größeren Probandenpools.

Simpson, Quinn und Ausubel versuchten 1956 eine absolute Entsprechung von Tonhöhen und Farben (hue) durch eine Befragung von 1096 Schulkindern zu finden. Den Kindern der Jahrgänge drei bis sechs wurden über Kopfhörer Sinustöne zwischen 125 und 12.000 Hertz dargeboten, die alle mit derselben Lautstärke abgespielt wurden. Danach sollten die Schüler den gehörten Tönen Farben zuordnen, die ihrer Meinung nach zueinander passen würden. Dazu muss allerdings gesagt werden, dass den Probanden keine farbigen Kärtchen oder ähnliches zum Vergleich zur Verfügung standen. Schüler entschieden sich aus ihrem Gedächtnis heraus für zutreffende Farben<sup>166</sup>.

Inwiefern dabei semantische Differenzen (assoziiieren wir mit dem Begriff „grün“ alle die gleiche Farbe?) in die Ergebnisse mit hineinspielten, kann im Nachhinein nicht geklärt werden.

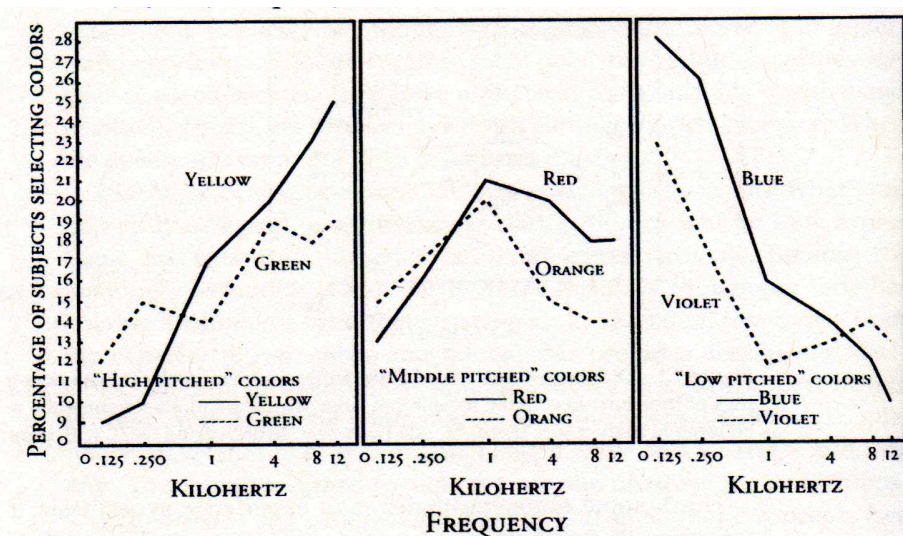


Abbildung 43: Prozentuale Farbnennung bei vorgegebenen Frequenzen (aus: Simpson, R.H., Quinn, M., Ausubel, D. P. 1956. Synesthesia in children: association of colors with pure tone frequencies. In *Journal of Genetic Psychology*. 89 (1):. S. 101)

Dennoch war das Ergebnis signifikant: Violett und Blau wurden hauptsächlich mit den tiefsten Tönen, Orange und Rot mit den mittleren und Grün und Gelb mit den höchsten Tönen assoziiert<sup>167</sup>. Eine ähnlich konzipierte Studie von Rader und Tellegen, bei der den Probanden

<sup>166</sup> Vgl. Simpson, R.H., Quinn, M., Ausubel, D. P. 1956. Synesthesia in children: association of colors with pure tone frequencies. In *Journal of Genetic Psychology*. 89 (1): S. 95-105

<sup>167</sup> Vgl. ebd. S. 101

ebenfalls Farbwörter vorgegeben worden sind, die dann dargebotenen Sinustönen zugeordnet werden sollten, bestätigte das Ergebnis von Simpson et al. insofern, dass Gelb zum höchsten und Blau zum zweittiefsten Ton passe. Allerdings wurde Grün hierbei signifikant tieferen Frequenzen zugeordnet als Rot<sup>168</sup>. Diese Diskrepanz kann allerdings an den uneinheitlichen Frequenzvorgaben liegen: Wurde bei Simpson et al. den Probanden ein Frequenzspektrum zwischen 125Hz und 12.000Hz angeboten, so betrug die Frequenz des ‚höchsten‘ Stimulus bei Rader und Tellegen lediglich 4.000Hz. Diese Ergebnisse sprechen also für eine eher relative denn für eine absolute Farb-Ton-Zuordnung innerhalb des begrenzten Stimuliangebotes. Zudem können andere Faktoren wie eine inkonsistente Lautstärke zu den Abweichungen beigetragen haben.

Eine illustere Studie von Louise Omwake entsprach den vorher genannten Ergebnissen bei der Zuordnung von Blau zu tiefen Tönen und Gelb zu hohen Tönen<sup>169</sup>. Der Pool bestand aus den Schülern einer Highschool, die von der 4. Klasse bis zum Abschlussjahrgang getestet wurden, insgesamt 550 Probanden. Diesen wurde eine Folge von zwölf Tönen auf dem Piano vorgespielt. Nach jedem Ton sollte in dem zuvor ausgehändigten Fragebogen die ‚passende‘ Farbe eingetragen werden. Die Tonfolge war:

- |                          |          |                     |
|--------------------------|----------|---------------------|
| 1. E zweites E über c'   | 5. g     | unter c'            |
| 2. G' drittes G unter c' | 6. cis'' | zweites Cis über c' |
| 3. fis unter c'          | 7. d''   | zweites D über c'   |
| 4. C zweites C unter c'  | 8. a''   | zweites A über c'   |

Die Farben, die vorgegeben waren und als einzige zugeordnet werden durften, waren Rot, Blau, Schwarz und Gelb. Omwake gibt weder eine Begründung für die unsystematisch erscheinende Tonauswahl noch für die begrenzte Auswahl an zuordbaren Farben, da ohne Grün nicht einmal alle psychologischen Grundfarben vertreten sind. Dafür stand nur das

<sup>168</sup> Vgl. Rader, Charles M. und Tellegen, Auke. 1981. A comparison of synesthetes and nonsynesthetes. In *Imagery: Concepts, Results and Applications*, ed. Klinger, Eric. S. 153-163. N.Y.

<sup>169</sup> Vgl. Omwake, Louise. 1940. Visual responses to auditory stimuli. In *Journal of applied psychology*. 24: S. 468 ff.

Schwarz als unbunte Farbe zur Wahl, Weiß hingegen nicht. Dennoch sollen die Ergebnisse zeigen, dass Gelb den höheren, Rot den mittelhohen und Blau und Schwarz den tiefen Tönen zugeordnet worden seien. Dies entspricht allerdings nicht den Erkenntnissen der tabellarischen Zusammenfassung ihrer Ergebnisse, anhand derer dem d' eher Rot und Blau zugeordnet worden sind.

Auch sollten die SchülerInnen die oben genannten Farben ausgewählten Musikstücken zuordnen. Dabei zeigte sich eine Konsistenz bei der Zuordnung von Blau zu dem Schlaflied „Shepherd Boy“, Rot zu Weldons „First Brigade March“, Schwarz zum „Andante Cantabile“ Tschaikowskys und Gelb zu „Sylvia Ballet“ von Delibes<sup>170</sup>.

Interessanterweise sind quantitativ evaluierte Farb-Ton-Analogien trotz recht großer Pools offenbar in einigen Punkten verhältnismäßig inkonsistent, was neben unterschiedlichen Paradigmen und Stimulivorgaben auch an kulturellen (wenngleich die oben genannten Studien allesamt US-amerikanische sind) als auch an intersubjektiven Präferenzen liegen mag. Den Probanden war es trotz erheblicher Unterschiede bei den Tonhöhenvorgaben der Studien möglich, signifikante Zuordnungen zu geben. Dies spricht für die Fähigkeit einer relativen Farb-Ton-Zuordnung. Denn läge eine in unserem Gehirn fest verdrahtete Zuordnung vor, dann hätten die Probanden von Simpson dem 4000Hz-Stimulus die Farbe Gelb zugeordnet, wie dies bei Rader der Fall gewesen ist.

## **5. Die systematische Kategorisierung von Farb-Ton-Analogien**

In Anbetracht der Diversität der zuvor vorgestellten Analogien ist eine Systematisierung sinnvoll. Die zuvor erwähnten vier Kategorien sollen dabei als Orientierung dienen. Wenngleich der Einwand erhoben werden könnte, dass etliche Analogien aus unterschiedlichsten Beweggründen

---

<sup>170</sup> Vgl. Omwake, Louise. 1940. Visual responses to auditory stimuli. In *Journal of applied psychology*. 24: S. 477 ff.

heraus erstellt worden sind und sich deshalb nicht einem von außen herangetragenen Schema unterordnen lassen, so spricht dies jedoch nicht gegen eine emische Vorgehensweise, durch die die Kategorien und ihre Subkategorien aus dem Material heraus erstellt werden. Dadurch sind Ähnlichkeiten trotz völlig unterschiedlicher historischer oder disziplinärer Herkunft der Analogien zu erklären.

### **1. Die Ansätze der Herleitung**

Zunächst soll die Frage interessieren, wie die Autoren der Analogien die Parallelen von Farben zu akustischen und/oder musikalischen Elementen hergeleitet haben. Dabei gibt es fünf klar voneinander abgrenzbare Ansätze:

**I. Ansatz der wissenschaftlich-empirischen Konstituierung.** Bei diesem Ansatz wurde versucht, die Farben aufgrund von Beobachtungen im Feld, in Versuchen oder durch rechnerische Übereinstimmungen in Bezug zu bestimmten akustischen Phänomenen oder Parametern wie beispielsweise der Tonhöhe zu setzen. Aristoteles verglich die Farbphänomene von Pflanzen, Elementen und ähnlichen Dingen und ihre Beziehungen untereinander. Newton kam durch das Längenverhältnis des Spektralfarbenspektrums zu der geometrischen Ähnlichkeit der Saitenteilung. Helmholtz errechnete die Schwingungsäquivalenzen zwischen Farben und Tönen und versuchte damit, die Unsinnigkeit einer physikalischen Korrespondenz aufzuzeigen.

**II. Ansatz der intuitiv-introspektiven Zuordnung.** Bei etlichen Analogien fehlt ein expliziter Herleitungsansatz. Wenn überhaupt eine Begründung vorliegt, warum beispielsweise der A-Dur-Akkord gelb klingt, dann häufig auf der affektiven Ebene. Castel argumentierte hier mit Äquivalenzen zwischen Konsonanz und Dissonanz im Bereich der Farben und der Intervalle. Natürlich ließen sich Vermutungen über eventuelle Veranlagungen zu echter, genuiner Synästhesie bei den Betroffenen anstellen. Diese müssen aber ohne eine Untersuchung der Autoren durch den Baron-Cohen-Test of Genuineness, durch den eine

angeborene, genuine Synästhesie diagnostiziert werden kann<sup>171</sup> nur Spekulationen bleiben, auch wenn die detailgenauen Zuordnungen eines Skrjabins oder Lászlós dafür sprechen.

Zudem fallen auch Analogien in dieses Schema, die nicht direkt erstellt, sondern über Gefühlszustände hergeleitet wurden, wie es beispielsweise Schubart tat.

### **III. Ansatz der Herleitung aus dem künstlerisch-musikalischen Schaffensprozess heraus**

Auch diese Herleitung geschieht auf der intuitiven Ebene, doch muss diese Zuordnung nicht als explizite Analogie geplant worden sein. Vielmehr erfordert eine unmittelbare Umsetzung von gehörter Musik in darstellende Kunst und umgekehrt keine im Vorfeld explizit erstellte Analogie. Sie kann wie bei Max Gehlsen die beabsichtigte malerische Umsetzung von gehörter Musik sein und ist demzufolge in ihren Zuordnungen nicht zwangsläufig konsistent in sich. Ebenso können auch Kunstwerke ‚verklanglicht‘ werden, wie es bei Mussorgskis ‚Bilder einer Ausstellung‘ geschehen ist. Ferner liegt bei dieser Herleitung nicht unbedingt ein Erkenntnisinteresse vor. Die Farb-Ton-Zuordnung kann ebenso rein arbiträr sein.

**IV. Ansatz der quantitativ evaluierten Analogiebildung.** Bei diesem Ansatz wurde der Umweg über die Untersuchung eventueller physikalischer Äquivalenzen vermieden, vielmehr interessierte allein die Wahrnehmung der Betroffenen, und ob Farb-Ton-Zuordnungen verallgemeinerbar sind. Die Ergebnisse, also die von der Mehrzahl erstellten intermodale Assoziationen wurden durch die Probanden zwar nach affektiven Gesichtspunkten getroffen, sind aber quantitativ untermauert. Die Untersuchungen von Simpson et al. und Rader et al. hatten diese quantitative Evaluierung zum Ziel.

**V. Ansatz der Beobachtungen fremder Analogien.** Damit ist die Übernahme und Erweiterung fremder Analogien gemeint. Dies konnte sowohl auf derselben Ebene geschehen als auch interdisziplinär bzw. über Umwege, so geschehen bei Sündermann, der die Arien- und

---

<sup>171</sup> Vgl. Baron-Cohen et. al. 1993. Coloured speech perception : Is synaesthesia what happens what happens when modularity breaks down ? In *Perception* 22: S. 419-426

Liedtexte und die darin enthaltenen Farbwörter auf die gesungenen musikalischen Figuren und Harmonien bezog.

Natürlich basieren nicht alle Analogien lediglich auf einer einzigen Herleitungsstrategie. Skrjabin hatte sich beispielsweise auf die Spektralfarbenreihe bezogen, hat diese aber durch eigene, introspektiv gewonnene Erfahrungen erweitert<sup>172</sup>.

## **2. Die zugrunde liegende Intention**

Der Erstellung einer Farb-Ton-Analogie mögen verschiedene Intentionen zu Grunde liegen. Diese haben einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Form und die Struktur der Analogie. So dient die sphärenharmonische Zuordnung eines Kirchers lediglich der Erkenntnis einer universellen Harmonie und orientiert sich deshalb bei der Farb-Ton-Zuordnung u.a. an der Anzahl der Planeten. Im Gegensatz dazu kann die Anzahl der Farben auch der Anzahl der Tasten eines Klaviers bzw. der Oktave entsprechen, soll die Analogie in musikdidaktischen Unterrichtsmaterialien praktisch umgesetzt werden.

Die Intentionen, die sich bei der Analyse der vorgestellten Analogien herausgebildet haben, sind:

**I. Das Erkenntnisinteresse als hauptsächliche Intention.** Die Künstler oder Wissenschaftler wurden bei der Erstellung in erster Linie durch ihr Erkenntnisinteresse zu möglichen Analogiebildungen veranlasst ohne ein explizit praktisches Ziel zu verfolgen. Das Streben nach Erkenntnis kann dabei aus unterschiedlichen Motivationen heraus resultieren:

a) **Darlegung einer ästhetischen Einheit von Farbe und Klang.** Die Verfasser dieser Analogien waren allein durch das Erkenntnisinteresse einer möglichen Farb-Ton-Analogie motiviert, ohne dass bestimmte, zweckgebundene Ziele damit verbunden sein müssen. Ostwalds Farbkreis und de la Chambres „Harmonie des Couleurs“ sind Beispiele für ein derartiges Erkenntnisinteresse. Die Gestalt der Analogien macht in der Regel eine praktische Umsetzung schwierig.

b) **Darlegung einer Einheit von Farbe und Klang als Beweis einer höheren Ordnung.** Die Motivation bei der Erstellung dieser Analogien

---

<sup>172</sup> Siehe Kapitel 4.4.3

lag nicht darin, die Analogie selbst zu beweisen. Vielmehr war das Gegenteil der Fall. Eine ganzheitliche, multimodale und -elementare harmonische Gesetzmäßigkeit etlicher Phänomene sollte eben *durch* diese Analogie gefunden werden. Ebenso wäre es falsch, hier von einer isolierten Farb-Ton-Analogie zu sprechen, da diese Verknüpfungen nur ein Teil einer größeren Analogie darstellen – desgleichen sind Geschmacks-Ton-Analogien oder Farbe-Planeten-Analogien möglich<sup>173</sup>. Diese Intention ist bei den Sphärenharmonien Platons und Kirchers zu finden. Aber auch Aristoteles Absicht, ein ordnendes Analogieprinzip zu etablieren, ist von dieser Art.

c) **Beweis einer quantitativ-evaluierbaren Analogie.** Den Verfassern solcher Analogien geht es darum, bestimmte Farb-Ton-Zuordnungen der menschlichen Wahrnehmung quantitativ zu belegen. Psychophysikalischen Versuchen wie denen von Rader et. al. liegt diese Motivation zu Grunde.

d) **Beweis einer physikalisch-messbaren Analogie.** Die Erkenntnis von vermeintlichen physikalischen Gemeinsamkeiten von Farbe und Ton war in der Regel für Naturwissenschaftler und insbesondere Physiker von Interesse. Newton sowie Helmholtz versuchten beide, physikalische Äquivalenzen zwischen Farbe und Ton aufzudecken bzw. zu widerlegen.

**II. Der Einsatz von Farben als methodisches Mittel der Musikvermittlung.** Diese Analogien sind immer zweckgebunden, gleich ob es um die Produktion, die Reproduktion oder um die Rezeption von Musik oder musikalischer Formen geht. Farbige Darstellungen von musikalischen Formen können als Erweiterungen der tradierten Notenschrift oder auch als völlig neue Notationsformen in Erscheinung treten. Das Hauptanliegen dieser Verknüpfungen ist in der Regel immer ein methodisches.

a) **Farben zur Erleichterung des Spiels vom Blatt und der Reproduktion.** Hier werden Farben eingesetzt, um Unterschiede innerhalb verschiedener musikalischer Parameter zu verdeutlichen wie beispielsweise die Tonhöhe durch Einfärbung der Notenköpfe bei Küntzel-Hansen oder Meier. Dadurch soll die Zuordnung der Noten zu

---

<sup>173</sup> Siehe Kapitel 4.1



den Tasten, Saiten oder Fingern und dadurch die motorische Umsetzung erleichtert werden. Die Materialien Meiers und auch Neuhäusers wurden zudem als Unterstützung der gesanglichen Umsetzungen konzipiert.

b) **Farben als Brücke zur Erlernung der Notenschrift.** Die Analogie wurde verwendet, um die Beziehung der tradierten Notenschrift immanenter Symbole, in der Regel eingefärbte Notenköpfe, zu den musikalischen Elementen zu verdeutlichen, wie es beispielsweise beim Notenlesegang von Meier intendiert wurde.

c) **Farben zur Vermittlung musikalischer Strukturen.** Farben dienen in grafischen Notationen als Symbole für bestimmte musikalische Strukturen oder auch musikalischer Elemente. Auf diese Weise können auch musikalische Elemente dargestellt werden, die in einer monochromen tradierten Notation nicht abgebildet werden. In Wehingers Hörpartitur wird beispielsweise sowohl Tonhöhe als auch Klangfarbe mittels Farben notiert. Als Gehörtraining zur Unterscheidung von Instrumentalgruppen setzten Fischer und Hansen Farben zur Darstellung der Klangfarben ein.

### **3. Der vorgesehene Verwendungszweck**

Die vorgenommene Differenzierung zwischen den Kategorien Intention und Verwendungszweck mag aufgrund der Ähnlichkeit der Begriffe zunächst verwundern. Jedoch können derselben praktischen Verwendung wie beispielsweise dem Einsatz eingefärbter Noten verschiedene Intentionen zugrunde liegen. So könnte dieses Material als Notenlesegang vorgesehen sein, ebenso wie als Notation zur Verbesserung des Vom-Blatt-Spiels. An diesem Beispiel wird ersichtlich, wie unterschiedliche Intentionen zu derselben praktischen Umsetzung, also zum selben Verwendungszweck führen können.

Die für eine Analogie vorgesehene Verwendung beeinflusst nicht unerheblich ihre spätere Erscheinungsform, denn zur praktischen Umsetzung bzw. Nutzung dieser Analogie sind bestimmte strukturelle Kriterien zu beachten, wie beispielshalber die Zuordnung von 7 oder 11 Farben zu den Tönen und Halbtönen der Oktave. Im musikdidaktischen

Umfeld dürfte die praktische Anwendung von Farb-Ton-Analogien die stärkste Verbreitung gefunden haben.

***1. Farben als mögliches Mittel der Notation von Musik.*** Der Einsatz von Farben in der Notation von Musik ist nicht grundsätzlich didaktisch motiviert. Um die Fülle an Zeichen und Symbolen innerhalb der regulären Notation zu reduzieren, kann Farbe auch als Surrogat für eben diese angewandt werden. Desgleichen können Partituren, die als Alternative zur tradierten Notation konzipiert wurden Farb-Ton-Zuordnungen aufweisen. Auch John Cages nutzte für sein Werk „Aria“ Farben, um Gesangstile (die er jedoch nicht festlegte) in seiner Partitur zu notieren.

a) **Farben als Erweiterung der tradierten Notenschrift.** Hier werden Farben eingesetzt, um Unterschiede innerhalb verschiedener Parameter zu verdeutlichen. Dies geschieht häufig durch die Einfärbungen von Notenköpfen zur Darstellung der Tonhöhe, wie es beispielsweise bei Küntzel-Hansens „Klangwerkstatt“ geschehen ist. Marcus Otto bediente sich eines Zwei-Farb-Systems für eine alternative Darstellung der Alteration in der tradierten Notenschrift. Philippe de Vitri nutzte Farbe, um Perfizierungen der Notenwerte abzubilden.

b) **Farben in aleatorischen Spielpartituren.** Die Analogie wurde erstellt, um sie in grafischen Notationsformen zu verwenden, die eine Reproduktion nach dem Zufallsprinzip ermöglichen sollen, wie es unter anderem von Poast angewandt wurde, der sein didaktisch-methodisches Interesse explizit formuliert hatte. Die in „Aria“ von John Cage verwendete Farben markierten einen Wechsel des Gesangstiles innerhalb der Partitur. Zumeist werden solche Analogien nicht fest definiert (wohl auch, um das aleatorische Prinzip nicht zu unterlaufen), so dass dem Ausführenden die musikalische Interpretation der Farben obliegt.

c) **Farben in Hörpartituren.** Hier besteht die Absicht darin, musikalischen Elementen Farben zuzuordnen und diese innerhalb einer alternativen Notationsform zu verwenden. Die Hörpartitur von Fischer und Hansen, in der Instrumentalgruppen farbig dargestellt wurden, ist ein Beispiel für diese Art der praktischen Verwendung von Farb-Ton-Analogien.

**II. Farb-Ton-Analogien zur direkten künstlerisch-musikalischen Umsetzung.** Häufig beschäftigten sich Künstler und Komponisten mit diesen Verknüpfungen mit dem Ziel, diese Analogien auf verschiedene Weisen zur Aufführung zu bringen.

a) **Aufführungen mittels eines Farbenklaviers.** Tatsächlich gibt es mehrere Analogien, die zum Zwecke der Aufführung an die chromatische Tonskala angepasst worden sind. Jameson und Skrjabin erstellten Beispiele für solche Analogien, wenngleich sich ihre Intentionen (seelische Erleuchtung bei Skrjabin, ästhetische Erbauung bei Jameson) erheblich voneinander unterscheiden.

b) **Umsetzung durch Beleuchtung, Bühnenbild und anderen optischen Hilfsmitteln.** Der Zweck dieser Analogien liegt im Einsatz derselben in Opern, Filmen oder ähnlichen Aufführungen. Als Beispiel sei hier die Farb-Ton-Analogie von Kandinsky genannt, der mit seiner (unvollendeten) „Gelben Oper“ die Umsetzung dieser Idee verfolgte.

#### **4. Formen der Verknüpfungen**

Die Verknüpfungen von Farbe und Klang oder von Farbe und Ton sind sehr zahlreich und vielfältig. Die verbreitetste Form ist die der Farbe-Tonhöhen-Analogie. Aber auch andere musikalische und nicht-musikalische Elemente wurden schon mit Farben gleichgesetzt.

**I. Farbe und absolute Tonhöhe.** Aufgrund ihres (vermeintlichen) pädagogischen Nutzens hat diese Form eine weite Verbreitung gefunden. Durch die Intention der Umsetzung bzw. Integration in das westliche Tonsystem ist die Verwendung von sieben oder zwölf Farben eine direkte Konsequenz der Siebenteilung bzw. Zwölftteilung der Oktave, die bei Dobretzberger, Jameson, Küntzel-Hansen und anderen zu finden ist. Auch farbige Kennzeichnungen der einzelnen Oktaven sind bereits dokumentiert worden.

**II. Farbe und relative Tonhöhe.** Die Verknüpfung von Farben mit Intervallen oder mit Tonstufen hat eine sehr lange Tradition. Dabei können den Intervallen entweder eine Farbe zugeordnet werden oder

zwei, jeweils eine für jeden Ton des Intervalls (vgl. Aristoteles oder Ostwald).

**III. *Farbe und Tonart.*** Auch diese Form ist recht verbreitet und auch nahe liegend, wenn man sich die Ähnlichkeit der Farbkreismodelle zu dem Modell des Quintenzirkels bewusst macht. Die Farbkreise von Sündermann und Skrjabin sind Beispiele für diese Form der Verknüpfung, wenn sie sich auch nicht ausschließlich auf die Tonarten beschränken.

**IV. *Farbe und Klangfarbe.*** Die Ähnlichkeit von Farben zu bestimmten Timbres und somit zu Instrumenten bzw. Instrumentalgruppen resultiert in einer Farb-Klangfarben-Analogie. Diese Verknüpfung tritt im Zusammenhang mit Hörpartituren als auch mit Spielpartituren auf, so geschehen bei Fischer und Hansen sowie bei Wehinger. Kandinskys „Innerer Klang“ beinhaltet etliche Klangfarbenanalogien. Auch in nicht-musikalischen Kontexten, beispielsweise die Vokalfarben von Rimbaud, sind derartige Zuordnungen zu finden.

**V. *Farbe und Dynamik.*** Der Lautstärke als eigener Parameter können Farben als Notationen von Laut und Leise zugeordnet werden. Bei Jameson wird beispielsweise die Sättigung einer Farbe mit der Lautstärke in Beziehung gesetzt.

**VI. *Farben und Rhythmik.*** Zuordnungen zwischen einfachen rhythmischen Figuren und Farben sind denkbar, um eine Vereinfachung des Spiels vom Blatt zu erreichen.

**VII. *Farben und Saiten, Klappen, Löcher etc.*** Farben werden gleich einer Tabulatur direkt den anzureißenden Saiten oder den zu schlagenden Stäbchen auf dem Glockenspiel zugeordnet. Eine direkte Verknüpfung zwischen Farbe und Ton ist hierbei nicht die Grundintention, wenngleich sie dennoch vorliegt. Ein Beispiel für diese Form ist die Gitarrenschule von Mikolai.

Diese Charakteristika wurden aus den vorgestellten Analogien erarbeitet. Selbstverständlich sind noch etliche andere Verknüpfungen von Farbe und Klang/Ton denkbar. Bei der quantitativen Betrachtung der einzelnen Analogien fällt auf, dass einige Kombinationen häufiger auftreten als

andere. So scheint es, dass Analogien, die für die musikalische Umsetzung in der Form der Farbe-Tonhöhe-Verknüpfung konzipiert wurden, offenbar der Praktikabilität wegen zu absoluten Tonhöhen tendieren. Die direkte Verknüpfung konnte durch das Farbklavier einfach umgesetzt werden, indem die Zahl der Farben an die chromatische Tonleiter im Umfang einer Oktave angepasst wurden. Deshalb findet sich hier die häufige Begrenzung auf sieben bzw. zwölf Farben. Auch das Spiel nach farbigen Noten, das als vereinfachende Methode für das Spiel vom Blatt angesehen wird und das fast immer Farbe und Tonhöhe miteinander verknüpft, ist fast ausschließlich für absolute Tonhöhen konzipiert.

Die relativen Farb-Ton-Verknüpfungen zu Intervallen oder Tonstufen stellen gerade beim Spiel vom Blatt eine Verkomplizierung dar, weshalb sie in der praktischen Anwendung in der Didaktik selten vorkommen (eine Ausnahme stellen lediglich die „Zaubernoten“ von Neuhäuser dar<sup>174</sup>). Demgegenüber dominieren sie in den ursprünglicheren, erkenntnisorientierten Analogien.

Interessanterweise finden Farbe-Klangfarbe-Analogien zahlreichen Eingang in den Bereich der Hörpartituren und der aleatorischen Spielpartituren. Hier geht es augenfällig darum, durch die Farben ein tieferes Verständnis für die einzelnen Klangkomponenten der Musik schaffen zu wollen.

Das wissenschaftliche Erkenntnisinteresse bei der Erstellung der Analogien beschränkt sich weitgehend auf die Verknüpfung von Tonhöhe mit Farbe. Andere Verknüpfungen finden sich eher als methodische Komponenten in didaktischen Werken und Notationen zu einer Erleichterung des Lernens und der Reproduktion. Empirisch untersuchte Verknüpfungen sind Ergebnisse psychophysikalischer Versuche, wobei der Kontrast von Hell und Dunkel in den Dimensionen

---

<sup>174</sup> Siehe Kapitel 4.6.7

brightness und lightness<sup>175</sup> zu Tonhöhen am häufigsten untersucht worden ist.

Die Motivation zur Erstellung einer Analogie ist natürlich von mehreren Faktoren abhängig. Der historische Kontext zeigt, dass es in der Forschung immer wieder Wellenbewegungen gegeben hat, in denen Farb-Ton-Analogien als Formen des ganzheitlichen Wahrnehmens und Denkens in gewisser Weise zu Modeerscheinungen geworden sind. Diese Veränderungen im gesellschaftlichen Denken und im wissenschaftlichen Diskurs, die ihren Höhepunkt in der Synästhesieeuphorie der 20er Jahre des letzten Jahrhunderts sowie im polyästhetischen Erziehungsdenken der 70er und 80er Jahre fanden<sup>176</sup>, hatten sicherlich einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Beschäftigung mit intermodalen Korrespondenzen. Die Ermittlung von physikalischen Analogien scheint mit Helmholtz vernichtender Kritik an Newton abgeflaut zu sein. Seit den Beobachtungen intermodaler Phänomene von Albert Wellek<sup>177</sup> und Karl Zietz rückten psychologische Korrespondenzen zwischen Farben und Tönen in den Mittelpunkt der Betrachtungen<sup>178</sup>. Analogien als methodische Elemente der Didaktik hingegen traten vermehrt in den 70er Jahren auf, und auch heutzutage gibt es immer wieder Lehrwerke, die dies aufgreifen. Demgegenüber scheint das Erkenntnisinteresse nach ästhetischen Analogien und Korrespondenzen zwischen Farben und Klängen ungebrochen und lässt Künstler und Musiker offenbar immer noch weiter nach Übereinstimmungen suchen.

Auf der Grundlage der bisher betrachteten Analogien wird im Folgenden zusammenfassend ein Tetraktysches Kategoriensystem zur systematischen Betrachtung von Farb-Ton-Analogien tabellarisch dargestellt werden.

---

<sup>175</sup> Vgl. Marks, Lawrence. 2004. Cross-modal Interactions in Speeded Classification. In *The handbook of multisensory processes*, ed. Calvert, Gemma. S. 87 ff. Cambridge: MIT Press.

<sup>176</sup> Ein Werk, das diesen polyästhetischen Grundgedanken erheblich geprägt hatte, war: Roscher, Wolfgang. 1976. *Polyästhetische Erziehung*. Köln: DuMont Schauberg.

<sup>177</sup> Zu den Ursynästhesien siehe Wellek, Albert. 1929. Das Farbenhören im Lichte der vergleichenen Musikwissenschaft. Urgeschichte des Doppelempfindens im Geistesleben der Orientalen. In *Zeitschrift für Musikwissenschaft*. 11: S. 473 ff.

<sup>178</sup> Vgl. Zietz, Karl. 1931. Gegenseitige Beeinflussung von Farb- und Tonerlebnissen, In *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*. 121

## **Tetraktysches Kategoriensystem von Farb-Ton-Analogien**

### **1. Die Ansätze der Herleitung**

- I. *Ansatz der wissenschaftlich-empirischen Konstituierung*
- II. *Ansatz der intuitiv-introspektiven Zuordnung*
- III. *Ansatz der Herleitung aus dem künstlerisch-musikalischen Schaffensprozess heraus*
- IV. *Ansatz der quantitativ evaluierten Analogiebildung*
- VII. *Ansatz der Beobachtungen fremder Analogien*

### **2. Die zugrunde liegende Intention**

- I. *Das Erkenntnisinteresse als hauptsächliche Intention*
  - a) Darlegung einer ästhetischen Einheit von Farbe und Klang
  - b) Beweis einer kosmologischen Einheit von Farbe und Klang
  - c) Beweis einer quantitativ-evaluierbaren Analogie
  - d) Beweis einer physikalisch-messbaren Analogie
- II. *Der Einsatz von Farben als methodisches Mittel in Unterrichtsmaterialien<sup>179</sup>*
  - a) Farben zur Erleichterung des Spiels vom Blatt und der Reproduktion
  - b) Farben zur Initiierung des kompositorischen und/oder des künstlerischen Schaffensprozesses
  - c) Farben als Brücke zur Erlernung der Notenschrift
  - d) Farben zur Vermittlung musikalischer Strukturen

### **3. Der vorgesehene Verwendungszweck**

- I. *Farben als mögliches Mittel der Notation von Musik*
  - a) Farben als Erweiterung der tradierten Notenschrift
  - b) Farben in aleatorischen Spielpartituren
  - c) Farben in Hörpartituren
- II. *Farb-Ton-Analogien zur direkten künstlerisch-musikalischen Umsetzung*
  - a) Aufführungen mittels eines Farbenklaviers
  - b) Umsetzung durch Beleuchtung, Bühnenbild und anderen optischen Hilfsmitteln

### **4. Formen der Verknüpfungen**

- I. *Farbe und absolute Tonhöhe*
- II. *Farbe und relative Tonhöhe*
- III. *Farbe und Tonart*
- IV. *Farbe und Klangfarbe*
- V. *Farbe und Dynamik*
- VI. *Farben und Rhythmik*
- VII. *Farben und Saiten, Klappen, Löcher etc.*

**Abbildung 44: Tetraktysches Kategoriensystem zur systematischen Einordnung von Farb-Ton-Analogien**

<sup>179</sup> Mit dem Begriff „Unterrichtsmaterialien“ sind sowohl Materialien für den schulischen Gebrauch als auch für den Einzelunterricht sowie für das autodidaktische Lernen gemeint.

An dieser Stelle soll ein Zwischenfazit gezogen werden:

Wir haben zunächst die Definition für den Gegenstand unserer Betrachtung, die Farb-Ton-Analogien, gegeben und anhand dieser die bis dato publizierten Zuordnungen vorgestellt. Da die Diversität der Analogien kaum überschaubar war, wurde ein tetraktysches Kategoriensystem erstellt, das eine Systematisierung vorhandener Farb-Ton-Analogien ermöglichen sollte. Diese Systematisierung erlaubt uns nun, den für didaktisch-methodische Ziele erstellten Anteil an Farb-Ton-Analogien gesondert betrachten und einordnen zu können. Diese Einordnung, insbesondere die Einordnung der Form und der Intention, ermöglicht uns, die avisierten Ziele von didaktischen Materialien zu abstrahieren und in einem empirischen Versuchsparadigma zu überprüfen.

Eine zu erwartende Frage wäre, warum diese Betrachtung nicht unter der Prämisse bzw. aus der Motivation der Synästhesie stattfand, wie es bei etlichen anderen Publikationen der Fall ist. Dem ist zu entgegnen, dass dem Begriff der Synästhesie zum einen mehrere Bedeutungen zukommen können (wie im folgenden Kapitel erläutert wird) und dass zum anderen die Verknüpfungen in Hinblick auf ihre Intention und Form weitaus vielschichtiger sein können. Deshalb wurde die Untersuchung der Analogien so offen wie möglich gehalten, um keiner Betrachtungsweise den Vorrang zu geben.

## **6. Sinnesverknüpfungen und Synästhesie**

Einen Begriff für jenen Vorgang zu finden, der das In-Beziehung-Setzen von Sinneseindrücken unterschiedlicher Modalitäten adäquat umschreibt, ist schwierig. Am ehesten könnte er mit *Synästhesie* beschrieben werden. „Synästhesie“ setzt sich aus den altgriechischen Begriffen „syn“ (gemeinsam) und „aisthesis“ (Empfindung) zusammen. Demnach bedeutet Synästhesie soviel wie „gemeinsames Empfinden“.



Die erstmalige Benutzung dieses Begriffes lässt sich 1864 nachweisen<sup>180</sup>. Problematisch ist die Uneindeutigkeit hinsichtlich der Bedeutung des Wortes, da es in den verschiedenen Epochen und wissenschaftlichen Disziplinen unterschiedliche Phänomene beschreibt.

Hier wird sich auf die von Ludwig Schrader aufgestellte Typologie bezogen, die die möglichen Bedeutungen des Synästhesiebegriffes in Bezug auf Sinneswahrnehmungen benennt.

Zunächst sei als Typus I der *transponierende Typus* zu nennen. Damit ist der Übergang von einer Sinnesqualität in eine andere gemeint oder das Hervorgehen verschiedener Sinneseindrücke aus derselben Quelle<sup>181</sup>. Dies können jedoch zwei unterschiedliche Phänomene sein. Der Übergang von einer Sinnesqualität in eine andere, also eine Parallelwahrnehmung, ist die Definition der durch eine neurologische Besonderheit hervorgerufenen Form der Synästhesie, wodurch beispielsweise ein dunkles Rot als Basston wahrgenommen wird. Im Gegensatz dazu können alle Menschen verschiedene Sinneseindrücke aus einer Quelle empfangen. Ein Beispiel wäre ein vorbeifahrendes Auto, das wir sehen, hören und dessen Fahrtwind wir eventuell auch fühlen können. Demzufolge soll Typ I in Typ Ia und Typ Ib unterschieden werden. Synästhesietyp Ia ist die Transposition von einem Sinneseindruck in einen anderen, während Typ Ib das gemeinsame Wahrnehmen verschiedener Sinneseindrücke derselben Quelle benennt.

Der II. Typus der Synästhesie ist nach Schrader *korrespondierender Natur*. Dieser beschreibt die Idee der Möglichkeit eines bewussten Vergleichs zwischen zwei Sinnesqualitäten. Seine Idee wurzelt in der Literatur und besitzt rein spekulativen Charakter<sup>182</sup>.

Typus III ist die Erzeugung einer engen Nachbarschaft der Sinnesgebiete durch eine Reihung und somit die gleichzeitige Hervorrufung von verschiedenen Sinneseindrücken, weswegen er auch der *summierende Typus* genannt wird<sup>183</sup>. Dies mag der Synästhesiebegriff sein, den man

---

<sup>180</sup> Siehe Schrader, Ludwig. 1969. *Sinne und Sinnesverknüpfungen*. S. 225. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag

<sup>181</sup> Vgl. ebd. S. 226

<sup>182</sup> Vgl. ebd. S. 50

<sup>183</sup> Vgl. ebd. S. 226

auf multisensorische Kunstformen wie die Verknüpfung von Musik und Licht bei Künstlern wie Skrjabin anwenden kann.

Der transponierende, erste Typus der Synästhesie charakterisiert ein neurologisches Phänomen, das nunmehr seit Jahrhunderten bekannt ist. Bei Betroffenen kommt es durch die Stimulation einer Sinnesqualität wie z.B. dem Sehen zu einer parallelen Sinneswahrnehmung einer anderen Sinnesqualität. Am häufigsten tritt dabei das Farbenhören auf, das auch „coloured hearing“ oder „audition colorée“ genannt wird, wobei hier die Transponation eines akustischen Reizes in einen visuellen Reiz vorliegt<sup>184</sup>. Es findet also eine cross-modale<sup>185</sup> Transponation statt. Seit der Wiederentdeckung der Synästhesie durch den Mediziner Richard Cytowic wird dieser Typus als die Definition von ‚echter‘ Synästhesie angesehen<sup>186</sup>.

Diese Auffassung des Synästhesiebegriffes engt die Bedeutung auf das Phänomen der neurologisch bedingten, zwanghaften Transponation ein. Dies verwundert nicht, wenn man bedenkt, dass sich der Thematik heutzutage hauptsächlich Mediziner und Neurologen widmen. Dabei wurde der Begriff schon in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts seines pathologischen Nimbus befreit und eine Begriffserweiterung angestrebt. So wurden auf einem der vier Kongresse, die der Psychologe Georg Anschütz zwischen 1927 und 1936 leitete, über 30 Vorträge zu Themen wie „Die Geschichte der Synästhesie“, „Phantasmen vor und nach dem Schlaf“ sowie „Symbolik und Analogie der Farben“ gehalten<sup>187</sup>. Stand hierbei zunächst das Phänomen der zwanghaften und unveränderlichen Kopplung verschiedener Sinne im Vordergrund, welches heute als ‚genuine Synästhesie‘ bezeichnet wird, beschäftigte sich die Forschung später zunehmend mit Nicht-Synästhetikern

---

<sup>184</sup> Vgl. Emrich, Hinderk M. 2002. *Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen*, S. 11. Stuttgart, Leipzig: Hirzel.

<sup>185</sup> Zu übersetzen als „zwischen zwei Sinnen“

<sup>186</sup> Vgl. Emrich, Hinderk M. 2002. *Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen*, S. 12 ff. Stuttgart, Leipzig: Hirzel. ; auch dazu: Cytowic, Richard. 2002. *Synesthesia: a union of senses*, Cambridge, Massachusetts, London: Bradford MIT Press

<sup>187</sup> Vgl. Jewanski, Jörg. 2002. Die neue Synthese des Geistes. Zur Synästhesie-Euphorie der Jahre 1925-1933. In *Synästhesie. Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans und Zeuch, Ulrike. S. 240. Würzburg: Königshausen & Neumann.

möglichen, allgemeinen Analogiebetrachtungen und mit intermodalen Verbindungen in künstlerischen Prozessen.

Wenngleich diese ganzheitliche Betrachtungsweise der möglichen Sinnesverknüpfungen nicht unbedingt zu einer Verbesserung der Systematik in der Begrifflichkeitsbestimmung der Synästhesie führte, so vermied sie doch, einer einzigen Verknüpfungsebene den Vorzug zu geben<sup>188</sup>. Michael Haverkamp erstellte, wie in Abbildung 45 zu sehen ist, ein Modell der möglichen Synästhesieformen, welches die unterschiedlichen Verknüpfungsebenen sehr gelungen darstellt.

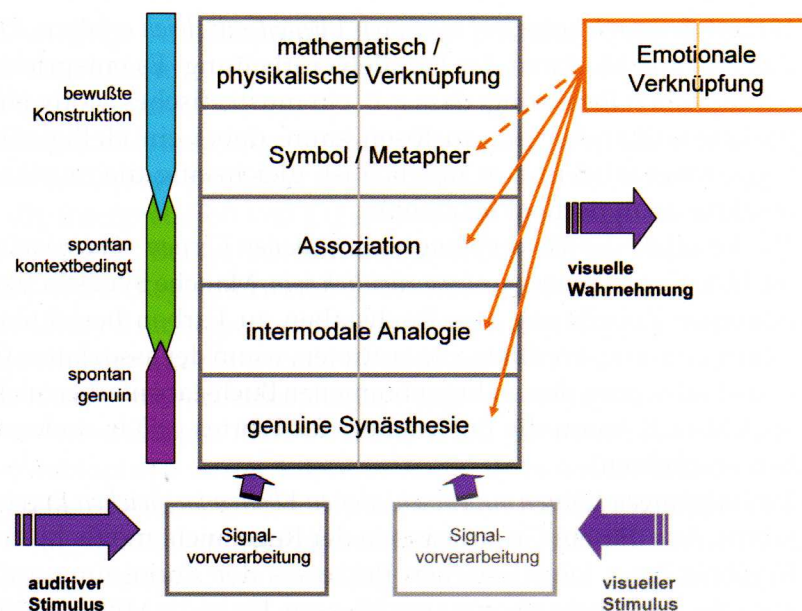


Abbildung 45: Ebenenmodell der Verknüpfungen nach Haverkamp (aus: Haverkamp. 2006. S. 35)

Auf die meisten der zuvor betrachteten Farb-Ton-Analogien übertragen würde nach Schrader der summierende Typus der Synästhesie vorliegen. Sowohl bei der farbigen Notation als auch bei Aufführungen mit dem Farbenklavier handelt es sich um eine Reihung von Sinneserlebnissen unterschiedlicher Modalitäten.

<sup>188</sup> Vgl. Haverkamp, Michael. 2006. Auditiv-visuelle Verknüpfungen im Wahrnehmungssystem und die Eingrenzung synästhetischer Phänomene. In *Farbe-Licht-Musik*. S. 33

Aber sind diese Typen klar voneinander abgrenzbar? Sind bei einer Reihung von Sinneserlebnissen, die durch den dritten, summierenden Typus beschrieben wird, Transpositionen, also Parallelempfindungen in anderen Sinnen grundsätzlich nur ‚echten‘ Synästheten vorbehalten? Diesen Fragen wird in den folgenden Kapiteln nachgegangen. Dafür sollen zunächst die Qualitäten der Phänomene Farbe und Ton herausgearbeitet werden, die offensichtlich sowohl auf visueller Ebene als auch auf akustischer Wahrnehmungsebene vorhanden sind, wie im nächsten Kapitel erläutert werden wird, und wie diese in unserem Bewusstsein repräsentiert werden. Wenn diese Qualitäten von Farbe und Ton, die in beiden Modalitäten oder Sinneskanälen vorhanden sein können, herausgearbeitet worden sind, kann ein Vergleich zwischen ihnen in den jeweiligen Sinneserlebnissen vorgenommen werden.

### ***6.1 Transmodale Qualitäten***

Zunächst ist es notwendig sich bei einer näheren Betrachtung der Farb-Ton-Analogien bewusst zu werden, welcher Sachverhalt bei einem Vergleich von zwei Qualitäten unterschiedlicher Sinne vorliegt. Mit ‚Qualität‘ ist hier ein abstraktes Konstrukt gemeint, welches als ‚Gegenstand des Bewusstseins mit einem informativen Gehalt‘ beschrieben werden könnte. Alternativ könnte es auch als ‚Informationspaket‘ bezeichnet werden. Wenn wir uns das Phänomen Farbe und das Phänomen Ton vergegenwärtigen, dann stellen wir zunächst fest, dass beide Phänomene mehrere Qualitäten aufweisen.

Die Information, die wir Farbe nennen, setzt sich aus Buntgrad, Helligkeit, Sättigung, Mischung und etlichen weiteren Aspekten zusammen. Farbe ist somit ein Amalgam aus mehreren Qualitäten, die sich sowohl physikalisch als auch wahrnehmbar auf unterschiedliche Weise von einander unterscheiden. Ähnlich verhält es sich mit dem Phänomen „Ton“. Auch dieser besteht aus mehreren Komponenten wie Frequenz/Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Zusammenklang und anderen Qualitäten.

Im allgemeinen Sprachgebrauch fallen uns zwangsläufig Übereinstimmungen in der Benennung der oben genannten Qualitäten

auf. Der Klang eines Cellos wirkt dunkel, der einer Geige hell. Ein schreiendes Gelb scheint unseren Sehsinn ebenso zu erregen wie eine laute Trompete unseren Hörsinn.

Man mag die Verwendung von sinnesspezifischen Adjektiven in anderen Kontexten damit erklären, dass wir versuchen, unseren begrenzten Wortschatz optimal auszunutzen, um emotionale Sachverhalte adäquater zu vermitteln. Dann stellt sich jedoch die Frage, warum wir im Laufe unserer sprachlichen Evolution nicht einfach Wörter entwickelt haben, die sich auf einzelne Kontexte beziehen. Wieso bedienen wir uns beispielsweise Wörtern wie ‚süß‘ oder ‚spröde‘, um den Charakter einer Person zu beschreiben? Es mag sehr wahrscheinlich sein, dass der Grund für die Verwendung dieses Vokabulars nicht arbiträrer Natur ist, sondern tatsächlich bei intersubjektiven Analogien zu suchen ist. Diese Qualitäten, deren Korrelation offenbar sinnesübergreifend festzustellen ist, nannte Heinz Werner „intersensorielle Eigenschaften“<sup>189</sup>. Qualitäten wie „Intensität, Helligkeit, Dichte, Rauigkeit“ könnten empirisch mehreren Sinnesbereichen zugeordnet werden. Albert Wellek fasst diese intersensoriellen Eigenschaften als so genannte „Ur-Synästhesien“<sup>190</sup> zusammen. Dies seien kulturunabhängige, sinnesübergreifende Korrespondenzen, die zu den menschlichen Grunderfahrungen gehören sollten. Eine Reihe von visuellen Qualitäten besäße ihr Äquivalent in akustischen Parametern, wie hell und dunkel zu hoch und tief, oder bunt und unbunt zu klangvoll und eintönig.

Die Idee, dass bestimmte Fragmente von Sinneserlebnissen nicht allein einzelnen Modalitäten zuzuordnen seien, hat Gernot Böhme in einem Modell zu verdeutlichen versucht. Genau wie Werner und Wellek sieht Böhme Sinneserlebnisse nicht in den einzelnen Sinnen begründet, sondern als etwas Zwischen-Sinnliches. Die Einbeziehung der Emotionen, die grundsätzlich mit Sinneserlebnissen einhergehen, versucht Böhme in sein Modell zu integrieren. Mehr noch, die Emotionen scheinen für ihn den Bezugspunkt für ein kategoriales System

---

<sup>189</sup> Vgl. Werner, Heinz. 1969. *Intermodale Qualitäten*. In *Handbuch der Psychologie in zwölf Bänden*, ed. Gottschaldt, Kurt. 1 (1) S. 299. Göttingen: Hogrefe

<sup>190</sup> Vgl. Wellek, Albert. 1927. Die Farb-Ton-Forschung und ihr erster Kongreß. In *Zeitschrift für Musikwissenschaft*. 9: S. 582 ff.

zu bilden. Gemäß dessen ordnet Böhme die Sinneserlebnisse auch nicht nach den einzelnen, vermeintlich zuzuordnenden Sinneskanälen, sondern nach dem Gesamteindruck, den Erlebnisse hinterlassen<sup>191</sup>.

Wenngleich dieses Modell, auf das hier nicht näher eingegangen werden soll, nicht – wie Böhme selbst zugibt – vollständig sein kann, da ja gerade die Transzendenz dieser Qualitäten eine gültige Einordnung in voneinander getrennte Kategorien von vornherein nicht zulässt, so macht es eben diesen Umstand offenbar. Eine Grenze kann weder zwischen den Erlebnissen noch zwischen den dadurch ausgelösten Gefühlen gezogen werden und folglich auch nicht zwischen den Modalitäten. Da offensichtlich die Grenzen zwischen den Sinneserlebnissen und allen damit verbundenen Phänomenen nicht eindeutig gezogen werden können, scheint die Bezeichnung dieser Qualitäten als „transmodal“<sup>192</sup> von Michael Hauskeller zutreffend zu sein<sup>193</sup>.

Denn die Silbe „inter“ in den Begriffen intersensoriell und intermodal impliziert eine Grenze, wo keine ist – „inter“ bedeutet „zwischen“ und verlangt somit Qualitäten zwischen voneinander abgrenzbaren Modalitäten. Transmodal hingegen bezeichnet ein übergeordnetes Prinzip, das von modalen, also sinnlichen Grenzen unabhängig besteht, da die besagten Qualitäten (Informationen) in beiden Sinnen gleichzeitig vorhanden sein können. Im Folgenden wird der Begriff der transmodalen Qualitäten nunmehr ausschließlich verwendet. Farb-Ton-Analogien sind gemäß dieser Definition nichts anderes als eine systematische Zuordnung transmodaler Qualitäten. Dass nun sowohl Farben als auch Tönen mehrere Qualitäten zu eigen sind, kann schon an den unterschiedlichen Formen der Verknüpfungen, die bereits vorgestellt worden sind, nachvollzogen werden; Verknüpfungen zwischen Farbhelligkeit und Tonhöhe oder Lautstärke und Sättigung zeigen Korrelationen auf, wo offenbar ähnliche Informationsgehalte zwischen unterschiedlichen

---

<sup>191</sup> Vgl. Böhme, Gernot. 2002. Synästhesien im Rahmen einer Phänomenologie der Wahrnehmung. In *Synästhesie : Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans, Zeuch, Ulrike. S. 45 ff. Würzburg: Königshausen & Neumann

<sup>192</sup> Die Silbe ‚trans‘ bedeutet in diesem Falle ‚hindurch‘ oder besser ‚hinüber‘, ‚modal‘ bedeutet ‚sinnlich‘ oder ‚der Sinne‘. Somit ist eine transmodale Qualität ein Informationsgehalt, der durch die betroffenen Sinne hindurchreicht bzw. in beiden zugleich vorhanden ist.

<sup>193</sup> Siehe: Hauskeller, Michael. 1994. *Atmosphären erleben - philosophische Untersuchungen zur Sinneswahrnehmung*. Diss. S. 35. Darmstadt, Berlin: Akad.-Verl.

Sinnen aufeinander bezogen werden können. Im Folgenden sollen die einzelnen Qualitäten und deren Verknüpfungen näher betrachtet werden. Dem Bestimmen solcher transmodalen Verknüpfungen hat sich ein Zweig der Psychophysik gewidmet. Mittels so genannter *crossmodal classification tasks* können transmodale Qualitäten empirisch verifiziert werden. Um eine kreuzmodale Klassifikation zu ermitteln, bedient man sich eines sehr einfachen Versuchsaufbaus; den Probanden werden mehrere Stimuli der Qualität A in verschiedenen Stufen dargeboten und danach Stimuli der Qualität B, ebenfalls in unterschiedlichen Qualitätsstufen. Die nächsten Beispiele sollen nach ihren transmodalen Qualitäten geordnet vorgestellt werden.

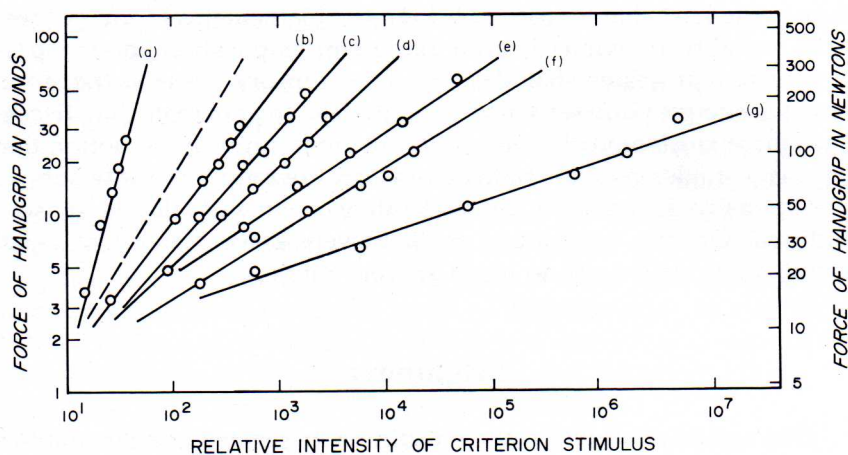
### **6.1.1 Intensität**

Eine grundlegende, transmodale Qualität scheint die Intensität eines Sinneserlebnisses zu sein. Denn nahezu jeder Reiz kann unterschiedlich stark empfunden werden, von kaum wahrnehmbar zu unangenehm intensiv.

In einem Versuch von Stevens, Stevens und Mack wurden den Probanden unterschiedliche Intensitätsstufen einzelner Stimuli dargeboten. Die Teilnehmer bekamen die Aufgabe, ein Handdynamometer so fest zu drücken, wie es der wahrgenommenen Intensität des gefühlten Stimulus entsprechen würde. Die Stimuli waren im Einzelnen:

- a) Elektrischer Impuls an den Fingern
- b) Angehobene Gewichte
- c) Druck auf den Handrücken
- d) Vibration an den Fingerspitzen
- e) Weißes Rauschen
- f) Sinuston von 1000 Hz
- g) Weißes Licht

Im Graphen in Abbildung 47 kann die den Stimuli entsprechende Druckkraft in Newton abgelesen werden.



**Abbildung 46: Umsetzung gefühlter Intensitäten in Druckkraft (aus: Stevens, J.C., Stevens, S.S. und Mack, J.D. 1960. Growth of sensation on seven continua as measured by force of handgrip. In *Journal of Experimental Psychology*. 59: S. 65)**

Wie man anhand der Hilfslinien zwischen den Messpunkten erkennen kann, lag offenbar ein proportionales Verhältnis zwischen den Reizintensitäten und der Druckkraft der Probanden vor. Die Intensität der verschiedenen Stimuli ist somit eine transmodale Qualität, die nicht nur in verschiedenen Sinnen vorkommt, sondern auch noch lineare Entsprechungen aufweist und somit Umsetzungen in anderen Modalitäten erlaubt<sup>194</sup>.

### 6.1.2 Helligkeit

Ein bekanntes Beispiel für Zusammenhänge zwischen Helligkeiten unterschiedlicher Modalitäten ist ein Versuch von Marks aus dem Jahre 1974. Er gab den Probanden graue Karten, die unterschiedliche Graustufen aufwiesen. Jedes Mal, wenn er eine Karte aushändigte, sollten die Probanden die „passende“ Tonhöhe eines zu hörenden Sinustons, die sie mittels eines Drehschalters variieren konnten, dem Grauwert der jeweiligen Karte zuzuordnen<sup>195</sup>. Die Ergebnisse waren signifikant: den helleren Grauwerten mit einem höheren Weißanteil wurden ausschließlich hohe Frequenzen, den dunkleren Grauwerten mit erhöhtem Schwarzanteil fast ausschließlich tiefe Frequenzen zu geordnet.

<sup>194</sup> Vgl. Stevens, J.C., Stevens, S.S. und Mack, J.D. 1960. Growth of sensation on seven continua as measured by force of handgrip. In *Journal of Experimental Psychology*. 59: S. 60-67.

<sup>195</sup> Vgl. Marks, Lawrence E. 1974. On associations of light and sound: The mediation of brightness, pitch and loudness. In *The American Journal of Psychology* 87(1/2): S. 173-188



Erich von Hornbostel stellte die These auf, dass Helligkeit eine universale, transmodale Dimension darstellte. Er untersuchte die – wie er sie nannte – Helligkeiten des Lichtes, der Gerüche, der Töne und Geräusche sowie die des Fühlens. Dabei vertrat er die Ansicht, dass sich diese modalen Helligkeiten identisch seien<sup>196</sup>. Um diese These empirisch zu untermauern, führte er 1931 ein dreistufiges Experiment durch: Zunächst sollten seine Probanden der Helligkeit einer grauen Oberfläche die „Helligkeit“ eines Geruches zuordnen. Heraus kam eine Zuordnung von 40% Weiß und 60% Schwarz innerhalb der visuellen Wahrnehmung zu Benzol innerhalb der olfaktorischen Wahrnehmung. Im Anschluss daran wurden die Probanden gebeten, dem Geruch des Benzols einen Ton zuzuordnen. Dabei wurde ein Sinuston mit der Frequenz von ca. 220Hz ermittelt. Nun sollte eine graue Oberfläche wiederum diesem Ton zugeordnet werden – im Durchschnitt ordneten die Probanden diesem Ton nun ein Grau von 59% Schwarz und 31% Weiß zu. Hornbostel sah seine These in diesem Experiment bestätigt<sup>197</sup>.

Marks betonte allerdings, dass die Helligkeit eines Tones nicht allein durch seine Höhe zustande komme. Ein komplexer Ton, zusammengesetzt aus unterschiedlichen Frequenzen (der Obertonreihe), werde weniger hell wahrgenommen als ein reiner Ton derselben Grundfrequenz. Dies offenbarte ein Versuch, in dem Probanden einem lauter werdenden Ton eine Helligkeit zuordnen sollten. Dabei zeigte sich, dass sowohl bei steigender Lautstärke als auch bei steigender Frequenz die zugeordnete Helligkeit (im Sinne der Lichtstärke) zunahm<sup>198</sup>. Börnstein, Hammeal und Marks untersuchten diese Verknüpfungen von Helligkeit, Tonhöhe und Lautstärke in einem dreidimensionalen Paradigma. Die Ergebnisse bestätigten die der vorangegangenen Studien. Dunkel passte zu niedriger Frequenz und zu geringer Lautstärke, Hell zu hoher Frequenz und großer Lautstärke. Als Probanden wurden sowohl Erwachsene als auch vierjährige Kinder gewählt. Beide Altersgruppen

---

<sup>196</sup> Vgl. Hornbostel, E. M. von. 1925. Die Einheit der Sinne. In *Melos, die Einheit der Sinne* 4: S. 290-297

<sup>197</sup> Vgl. Hornbostel, E.M. von. 1931. Über Geruchshelligkeit. In *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 227: S. 517-538

<sup>198</sup> Vgl. Marks, Lawrence E. 1978. *The Unity of the senses*. S. 59-60. New Haven: Academic Press.

entsprachen sich in ihren Zuordnungen signifikant. Das bedeutet, dass auch Kleinkinder transmodale Entsprechungen erkennen können, die somit nicht ausschließlich auf Lernprozesse zurückführbar sein zu müssen; eine ‚festverdrahtete‘, erfahrungsunabhängige Korrelation muss demnach im Gehirn von Neugeborenen vorhanden sein<sup>199</sup>.

### **6.1.3 Räumliche Ausdehnung und Position**

Was etlichen Sinneserlebnissen zugeordnet werden kann, ist eine Art räumliche Ausdehnung und/oder deren Position im Raum. Diese Räumlichkeit kann objektiv realer Natur sein (die Position des Lautsprechers oder die Ausdehnung einer ertasteten Blumenvase) oder auch ganz subjektiver Natur. Insbesondere die Wahrnehmung von Geräuschen werde nicht nur von Lautstärke und Tonhöhe determiniert, sondern auch von der Art und Weise, wie sie den Raum ausfüllen. Während tiefe, laute Töne den Raum auszufüllen scheinen, erscheinen hohe, leise Töne eher flüchtig, kaum fassbar und klein<sup>200</sup>.

Moul beschrieb diese Qualität auch als „Dichte“, die sowohl farbigem Licht als auch reinen Tönen zu eigen ist. Er sah zwischen visueller Tiefe und hörbarem Volumen einen Zusammenhang, der in nicht unerheblichem Maße unseren Erfahrungen entspräche<sup>201</sup>.

### **6.1.4 Ton-Höhe als transmodale Qualität**

Auch die Tonhöhe scheint nicht zufällig eine Qualität zu sein, die mit Vokabular für räumliche Verhältnisse adäquat beschrieben werden kann. In unserem allgemeinen Sprachgebrauch benutzen wir das Begriffspaar hoch-tief, um Töne mit hohen Frequenzen von Tönen mit niedrigen zu unterscheiden (auch hier fällt es schwer, Äquivalenzen zu diesem Begriffspaar zu finden). Diese räumliche Zuordnung kann einen kulturellen Ursprung haben oder durch tiefere psychologische

---

<sup>199</sup> Vgl. Marks, Lawrence E., Hammeal, Börnstein. 1987. On cross-modal similarity: Auditory visual interactions in speeded discrimination. In *Journal of experimental psychology : Human Perception and Performance* 13: S. 384-394

<sup>200</sup> Vgl. Marks. *The Unity of Senses*. 1978. S. 53.

<sup>201</sup> Vgl. Moul, E.R. 1930. An experimental study of visual and auditory thickness. In *American Journal of Psychology* 42: S. 540 ff.

Wirkmechanismen zustande kommen, jedenfalls scheint sie für uns selbstverständlich zu sein.

Roffler und Butler konnten tatsächlich empirisch belegen, dass es eine Korrelation zwischen wahrgenommener Tonhöhe (pitch) und räumlicher Lokalisation stattfindet. Sie testeten blind geborene Menschen sowie Kinder, die noch kein Konzept der verbalen Zuordnungen hoch-tief entwickelt haben konnten. Dabei fanden sie heraus, dass die Probanden tatsächlich die Quelle der hohen Töne auch räumlich höher zuordneten als die Quelle der tiefen Töne, obwohl sich der Standort des benutzten Lautsprechers nicht änderte<sup>202</sup>. Einen ähnlichen Versuch zur Lokalisation von Tonhöhen hat Pratt 1930 durchgeführt. Die Versuchspersonen saßen in einem geschlossenen Raum vor einer 2,5 m hohen, vertikalen Skala, die in 14 gleichgroße Strecken unterteilt war. Hinter der Skala, die auf einer Leinwand befestigt wurde, befanden sich mehrere Lautsprecher, die in unterschiedlichen Höhen angebracht worden waren. Diesen Personen wurden nun aus den Lautsprechern randomisiert fünf unterschiedlich hohe Töne vorgespielt; diese waren 256 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, 2048 Hz und 4096 Hz<sup>203</sup>. Nach einer kurzen Übungsphase zeigten die Ergebnisse, dass hohe Töne grundsätzlich einer höheren räumlichen Position zugeordnet wurden<sup>204</sup>. Eine ungewöhnliche Theorie zur Ursache dieser Verknüpfung vertritt Albert Wellek, wenn er von einer „Verräumlichung der Töne“<sup>205</sup> spricht. Ihr läge ein unbewusster physiologischer Vorgang zu Grunde. Die Analogie basiere auf der Auf- und Abwärtsbewegung des Kehlkopfes beim Singen, abhängig von der gesungenen Tonhöhe. So hebe dieser sich bei hohen Tönen und senke sich bei niedrigen. Dies bedeute eine „Projektion innerer Bewegungen nach außen“<sup>206</sup>. Die genannten Studien belegen (oder zeigen zumindest Indizien auf), dass es tatsächlich Wahrnehmungsqualitäten gibt, die ihre analogen

---

<sup>202</sup> Vgl. Roffler, S.K., und Butler, R.A. 1968. Localization of tonal stimuli in the vertical plane, In *Journal of the Acoustical Society of America* 43: S. 1260-1266

<sup>203</sup> Vgl. Pratt, Carroll.C. 1930. The spatial character of high and low tones. In *Journal of experimental Psychology* 13: S. 282

<sup>204</sup> Vgl. ebd. S. 278-285

<sup>205</sup> Siehe Wellek, Albert. 1932. Die Entwicklung unserer Notenschrift aus dem Tönesehen. In *Acta musicologica* 4 (3): S. 116

<sup>206</sup> Siehe ebd. S. 117

Entsprechungen in mehreren Sinnen aufweisen und an die sogar ähnliche Skalierungen herangetragen werden können.

In Anbetracht der zahlreichen Beispiele für den Gebrauch von Farb-Ton-Analogien als methodisches Mittel für die Instrumental- und Musikdidaktik ist es lohnend, sich der Frage zu stellen, ob derartige Übereinstimmungen Konsequenzen für den Lernprozess aufweisen können. Gibt es eventuell Verknüpfungen, die unserem ästhetischen Grundempfinden entsprechen oder gar zuwider laufen? Im folgenden Kapitel soll definiert werden, welche Darbietungsform beispielsweise bei kolorierten Notationen vorliegt und dabei der derzeitige Forschungsstand behandelt werden.

## **7. Farb-Ton-Analogien als eine Form der Multicodierung**

Nach dem vorhergehenden Kapitel stellt sich die Frage, ist, wie nun einzelne Töne mental repräsentiert werden und was für ein Sachverhalt bei farbigen, kolorierten Notationen vorliegt.

Zunächst wird eine Definition für derartige Kodierungen benötigt. Nach Colin ist eine „Codierung ... die Kennzeichnung, Verkürzung oder Umwandlung häufig wiederkehrender Informationen“<sup>207</sup>. Nun kennzeichnen Noten durch ihre räumliche Anordnung im Liniensystem die Tonhöhe. Bei etlichen methodischen Werken geschieht dasselbe durch die Kolorierungen der Notenköpfe. Somit haben wir es hier mit mehreren Codierungen derselben Information zu tun; es liegt eine Multicodierung vor.

Die Wirkungen von einigen Multicodierungen wurden bereits mehrfach empirisch belegt. So lässt sich beispielsweise ein Text weitaus besser memorieren, wenn die darin enthaltenen graphischen Illustrierungen den

---

<sup>207</sup> Siehe Colin, I. 1995. *Optische Kodierung*. Unveröff. Habil.-Schrift. Universität Frankfurt am Main. Zitiert aus: Weidenmann, Bernd. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In *Information und Lernen mit Multimedia*, ed. Issing, Ludwig J. und Klimsa, Paul. S. 45. Weinheim: Beltz.

Inhalt adäquat wiedergeben<sup>208</sup>. Fatal hingegen können sich jedoch semantische Diskrepanzen zwischen den Codes auswirken, wenn beispielsweise die Illustrierungen nicht adäquat den Handlungsvorgang, der in einem Text beschrieben wird, wiedergeben. In diesem Falle liegt eine „Text-Bild-Schere“ vor. Die dargebotenen Informationen können nicht richtig integriert werden und führen zu schlechteren Lernergebnissen<sup>209</sup>.

Die Frage, die es nun zu klären gilt, ist, ob bei den Multikodierungen von Farben und Tönen semantische (in diesem Falle: transmodale) Übereinstimmungen vorliegen oder eher Diskrepanzen dargeboten werden, die zu einer Text-Bild-Schere im übertragenen Sinne führen. In Anbetracht der Ergebnisse von Simpson, Quinn und Ausubel, deren Analogiebefragungen der Probanden teilweise eindeutige Übereinstimmungen zwischen Farben und Tönen aufzeigten, lassen sich einige Diskrepanzen bereits vorhersagen. So passt beispielsweise die Farbe Gelb eher zu höheren Tönen als die Farbe Blau<sup>210</sup>. Somit scheint es Verknüpfungen zu geben, die dem (syn-)ästhetischen Grundempfinden entsprechen oder auch zuwider laufen. Bei der Untersuchung von didaktischem Material für den Musikunterricht, bei dessen Erstellung Farb-Ton-Verknüpfungen benutzt wurden, stellt sich nunmehr die Frage, ob derlei Diskrepanzen des (syn-)ästhetischen Grundempfindens bei ‚falscher‘ Farb-Ton-Verknüpfung Effekte auf den Wahrnehmungs- und daraus resultierend auf den Lernprozess haben können.

### ***7.1 Positive und negative Lerneffekte durch kolorierte Notenschrift***

George L. Rogers führte bereits 1991 einen Lernversuch mit Fünft- und Sechstklässlern durch, der die Effekte von Farb-Ton-Kodierungen aufdecken sollte und in dem er herausfinden wollte, inwiefern sich

---

<sup>208</sup> Vgl. Peeck, J. 1987. The role of illustrations in processing and remembering illustrated text. In *The psychology of illustration*, ed. Willows, D.M. Houghton, H.A. 1: S. 51-85. NY: Springer. , vgl. auch Weidenmann, Bernd. 1994. *Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen*. S. 33 ff. Bern: Huber

<sup>209</sup> Vgl. Weidenmann, Bernd. 2002. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In *Information und Lernen mit Multimedia*, ed. Issing, Ludwig J. und Klimsa, Paul. S. 73. Weinheim: Beltz.

<sup>210</sup> Siehe Kapitel 4.7

farbkodierte (color-coded) Notenschrift auf den Lernerfolg der Kinder auswirkte im Hinblick auf<sup>211</sup>:

- 1.) Auswendiges Instrumentalspiel
- 2.) Vom-Blatt-Spiel
- 3.) Nennen der einzelnen Notennamen

Der Pool bestand aus 92 Kindern, die ihre Instrumentalausbildung gerade begannen. SängerInnen hingegen wurden nicht getestet, um eventuelle Einflüsse von Liedtexten auf die Gedächtnisleistungen auszuschließen.

Die Kontrollgruppe bekam Material mit herkömmlicher Notenschrift. Der Experimentalgruppe wurde Notenmaterial gegeben, in dem die einzelnen Noten in willkürlich ausgewählten, aber spezifisch zugeordneten Farben dargestellt wurden. Diese waren:

	Cis Grau (grey)	Es Rosa (pink)		Fis Gold (gold)	As Violett (purple)	B Gelb (yellow)	
C	D Hellgrün (light green)	E Helles Rot (Bright Red)	F Blau (Blue)	G Dunkel- grün (dark green)	A Orange (orange)	H Dunkel- rot (dark red)	

**Abbildung 47: Verwendete Farb-Ton-Zuordnung im Feldversuch (aus: Rogers. 1991. George L. 1991. Effect of color-coded notation on music achievement of elementary instrumental students. In *Journal of Research in Music Education*, 39 (1): S. 65)**

Rogers führte den Test an zwei Schulen durch, an denen es jeweils Schüler der Kontrollgruppen sowie der Experimentalgruppen gab. Die Instrumentalklassen wurden täglich 45 Minuten lang von den Lehrern mit den spezifischen Methoden unterrichtet. Nach dieser Zeit wurden die Fähigkeiten eines jeden Schülers getestet. Die Aufgaben, die an jeden Probanden gestellt wurden, waren:

- 1.) Eine Melodie, die aus 26 Noten bestand, aus dem Gedächtnis zu spielen, die zuvor in den Klassen eingeübt worden waren.
- 2.) Zwei Melodien á 12 Noten vom Blatt zu spielen. Dabei wurden die erste Melodie in normaler Notenschrift und die zweite Melodie in

<sup>211</sup> Vgl. Rogers, George L. 1991. Effect of color-coded notation on music achievement of elementary instrumental students. In *Journal of Research in Music Education*, 39 (1): S. 64-73

farbiger Notenschrift präsentiert. Rogers weist darauf hin, dass der Schwierigkeitsgrad der Melodien in Rhythmik und Melodik derselbe sei.

3.) Sieben Noten einer Melodie zu benennen. Jeder Schüler erhielt für jede richtig gespielte bzw. erkannte Note einen Punkt. Diese Punkte ergaben die Gesamtwertung von 0-26 bei Aufgabe 1, von 0-12 bei Aufgabe 2 und von 0-7 bei der dritten Aufgabe. Dadurch konnte die Reproduktionsfähigkeit der Schüler quantitativ erfasst werden<sup>212</sup>.

Die Ergebnisse waren wie folgt:

Bei der Gedächtnisaufgabe gab es zwar signifikante Unterschiede zwischen den zwei Schulen, jedoch nicht zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe. Die Mittelwerte der erreichten Punkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

<i>Means for Sight-Reading Tasks</i>			
Group	Sight-reading mode		Combined
	Uncolored notation	Color-coded notation	
Control	9.61	9.37	9.49
Experimental	5.50	10.36	7.88
Combined	7.55	9.82	

**Abbildung 48: Ergebnisse des Spiels vom Blatt (aus: Rogers. 1991. S. 68)**

Die Ergebnisse des zweiten Tests sind ernüchternd. Der etwas höhere Punktedurchschnitt der Experimentalgruppe bei Spielen vom Blatt nach kolorierter Notation ist statistisch nicht signifikant. Signifikant ist jedoch das weitaus schlechtere Ergebnis der Experimentalgruppe beim Spielen nach regulärer Notation ( $p < .05$ ). Demgegenüber stehen die konstant guten Leistungen der Kontrollgruppe, die sowohl mit kolorierter als auch mit normaler Notenschrift gute Werte erreicht. Ähnliche Ergebnisse finden sich beim dritten Test. Auch hier erreichte die Kontrollgruppe gute Mittelwerte, sowohl beim Lesen von kolorierten wie auch beim Lesen von regulären Noten. Die Experimentalgruppe schnitt wiederum beim Lesen von nicht kolorierter Notenschrift etwas schlechter ab, jedoch ist diese Abweichung nicht signifikant<sup>213</sup>.

<sup>212</sup> Vgl. Rogers, S. 66-67

<sup>213</sup> Vgl. Rogers, S. 68

Insgesamt schienen die Ergebnisse eher gegen eine Einführung von kolorierter Notenschrift zu sprechen, wären die Schüler nicht im Anschluss nach ihrer Präferenz gefragt worden. Auf die Frage, nach welchen Noten das Spiel vom Blatt einfacher gewesen wäre, gaben fast alle Schüler der Experimentalgruppe und sogar mehr als ein Drittel der Kontrollgruppe die kolorierte Notation als Antwort. Die Befragung der Lehrer ergab, dass Kinder, bei denen eine beeinträchtigte Lernfähigkeit diagnostiziert worden ist, in der Experimentalgruppe mit Hilfe der kolorierten Notation tatsächlich ähnlich gute Ergebnisse und Lernfortschritte erzielten wie ihre nicht beeinträchtigten Mitschüler.

Eine Interpretation der Ergebnisse muss unter Vorbehalt erfolgen. Denn der Versuchsaufbau lässt folgende Fremdfaktoren zu, die die Lerneffektivität beeinflusst haben könnten:

1. Die Schüler wurden von verschiedenen Lehrern unterrichtet.
2. Der Musikunterricht fand im Klassenverband statt.

Der Lernerfolg der Schüler könnte also sowohl von den unterschiedlichen Vermittlungsfähigkeiten der Lehrer (deren genaue Anzahl nicht genannt wird) als auch von sozialen oder gruppendynamischen Faktoren beeinflusst worden sein. Genau genommen wurden bei diesem Versuch mehrere Verknüpfungen untersucht. Zum einen wurden die Farben der Noten mit bestimmten Griffen auf dem entsprechenden Blasinstrument assoziiert. Da die Tonhöhen auf den benutzten Blasinstrumenten weniger von Intonation als von vorgegebenen Griffen abhängen, werden die Farben vermutlich nur indirekt mit den Tönen in Verbindung gebracht. *Die eigentliche Verknüpfung besteht hierbei also zwischen visueller und motorischer Ebene.* Zum anderen werden bei der Nennung der Notennamen hingegen arbiträre Zeichen, die Notennamen, mit anderen arbiträren Zeichen, den Farben, kombiniert. Auch hier liegt keine direkte Beziehung zwischen den Farben und den Tonhöhen vor. Diese Feststellung ist wichtig, denn sie macht deutlich, dass die Wirkung von Farben auf die auditive Wahrnehmung und auf ihre Reflexion mit diesem Versuchsaufbau nicht ermittelt werden konnte. Wäre dieser Versuch mit Intonationsinstrumenten oder Gesang durchgeführt worden, hätten die



Ergebnisse vermutlich anders ausfallen können. Für die Beeinflussung von Farben auf die motorischen Fähigkeiten sowie auf die Gedächtnisfähigkeit in musikalischen Reproduktionsvorgängen liegen keine signifikanten Ergebnisse vor. Vielmehr erscheint die Benutzung von kolorierter Notation als „Brücke“, also als Lernhilfe für den Übergang zur „normalen“ Notenschrift eher ungeeignet zu sein. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kontrollgruppe im gleichen Zeitraum ohne Brücke annähernd dieselben Fertigkeiten beim Spiel vom Blatt besitzt wie die Experimentalgruppe. Die Farben scheinen den Kindern offenbar eine stärkere Orientierung bei dem Lesen der Notation zu bieten als die unkolorierte Notenschrift, in der die Tonhöhen allein durch räumliche Höhe dargestellt werden. Dies äußert sich darin, dass die Experimentalgruppe mit der regulären Notenschrift etwas überfordert zu sein schien.

Die Studie von Rogers hat versucht, die direkte Reproduktion auf motorischer und verbaler Ebene von kolorierten Notationen aufzuzeigen. Was jedoch völlig außer Acht gelassen wird, sind die Rezeption und Reflexion des Wahrgenommenen. Dies ist erstaunlich, ist doch die musikalische Rezeption der musikalischen Reproduktion vorgeschaltet. Besitzt beispielsweise eine wahrgenommene Farbe einen transmodalen Gehalt, den der Schüler eventuell einem ganz anderen Ton zuordnen würde? Und würde so eine Erwartungshaltung die Rezeption beeinflussen? Diese Fragen erscheinen weniger abwegig, wenn man sich die Funktionsweise unseres Wahrnehmungsapparates bewusst macht. Unsere Sinne arbeiten, entgegen der landläufigen Meinung, nicht separat voneinander, wofür im nächsten Kapitel einige Beispiele und Belege erbracht werden sollen.

## **8. Kreuzmodale Interaktionen**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit unsere Sinne getrennt voneinander arbeiten, und ob es eventuelle reziproke Beeinflussungen geben könnte. Eigentlich sind gegenseitige Beeinflussungen von Wahrnehmungen nur genuinen Synästhetikern

möglich, die durch eine neurologische Besonderheit Farben riechen, Töne schmecken und Farben hören können. Je nach Definition der Beeinflussung können aber auch Nicht-Synästhetiker eine Wechselwirkung zwischen einzelnen Sinneserlebnissen erfahren.

Bereits 1931 machte Karl Zietz entsprechende Beobachtungen, als er eine Studie zu der gegenseitigen Beeinflussung von Farb- und Tonwahrnehmungen durchführte. In seiner längeren Versuchsreihe untersuchte er den Einfluss von Tönen auf Nachbilder, auf tachistoskopisch dargebotene Farben und auf Farben am Farbkreis. Interessant ist die Beobachtung, dass die Probanden eine Veränderung von Farben feststellten, wenn sie einen plötzlich eingespielten Ton hörten<sup>214</sup>.

Es stellt sich die Frage, wie solche kreuzmodalen Interaktionen quantitativ gemessen werden können. Psychologen bedienen sich dazu eines Versuchsparadigmas, das auf kreuzmodalen Stimulationen beruht. Die Idee ist, den Probanden Stimuli verschiedener Modalitäten simultan zu präsentieren, z.B. visuelle und akustische. Möchten die Forscher herausfinden, inwieweit das Gehörte das Gesehene beeinflusst, so bestimmen sie die relevante Dimension einer Modalität und die irrelevante Dimension der anderen Modalität. Hier sei auf einen Versuch von Marks aus dem Jahre 2004 verwiesen. Bei diesem Experiment sollte die Beeinflussung der gehörten Lautheit auf die gesehene Helligkeit gemessen werden. Die Probanden bekamen unterschiedlich helle Lichter präsentiert, die in ihrer Intensität variierten, also unterschiedliche Candelawerte aufweisen. Zeitgleich werden parallel zu den hellen Lichtern Töne mit hoher und danach mit niedriger Dezibelrate dargeboten. Die Versuchspersonen erhielten nun die Aufgabe beispielsweise mit dem Bewegen eines Joysticks nach oben zu reagieren, wenn sie der Auffassung waren ein ‚helles‘ Licht zu sehen. Bei einem dunklen Licht hingegen sollten die Probanden den Joystick nach unten drücken. Sie bekamen die Anweisung dies so schnell wie möglich zu tun, während sie die irrelevanten Stimuli ignorierten. Die Versuchsleiter konnten nunmehr die Reaktionszeit der Probanden messen, die seit der

---

<sup>214</sup> Vgl. Zietz, Karl. 1931. Gegenseitige Beeinflussung von Farb- und Tonerlebnissen. In *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* 121: S. 257 ff.

Präsentation der Stimuli vergangen war. In der Tat variierten die Reaktionszeiten der Probanden bei gleichen Stimuli, wenn die simultanen, irrelevanten Stimuli (hier die Lautheit) ebenfalls von Fall zu Fall variierten<sup>215</sup>.

Die Varianz dieser Reaktionszeiten wird mit so genannten *Kongruenzeffekten* erklärt. Kongruenzeffekte liegen vor, falls die Einschätzung der Charakteristika der Stimuli (wie die oben genannte Helligkeit) schneller und akkurater erfolgen, wenn die simultan dargebotenen Stimuli in irgendeiner Form kongruent zu den relevanten Reizen sind, also denselben semantischen Gehalt aufweisen. Derartige Kongruenzeffekte wurden durch etliche Studien belegt: so gab es neben den Kongruenzeffekten bei der simultanen Darbietung von Tonhöhe und räumlicher Höhe<sup>216</sup> ebenfalls Effekte zwischen Tonhöhe sowie Lautstärke und Brightness<sup>217</sup>.

Besonders aufschlussreich für unsere Thematik ist ein speeded-classification-task-Versuch von Melara aus dem Jahre 1989. Er versuchte bereits, die kreuzmodale Interaktion von Farbe und Tonhöhe zu messen<sup>218</sup>. Dabei wurden den Probanden schwarze und weiße Flächen dargeboten, die gleichzeitig mit hohen und tiefen Tönen präsentiert worden sind. Die Probanden sollten nun die gesehenen Oberflächen so schnell wie möglich durch einen Knopfdruck als hell/dunkel oder hoch/tief klassifizieren. Dabei wurden sowohl die Reaktionsgeschwindigkeit als auch die richtigen Entscheidungen bei kongruenten Stimuli (z.B. Weiß – hoher Ton) und bei inkongruenten Stimuli (z.B. Schwarz – hoher Ton) gemessen. Insgesamt gab es folglich vier mögliche Kombinationen sowie zur Bestimmung der baseline zwei unimodale Stimuli, also Tonhöhe und Farbe allein.

---

<sup>215</sup> Vgl. Marks, Lawrence E. 2004. Cross-Modal Interactions in Speeded Classification. In *The Handbook of multisensory Processes*, ed. Calvert, Gemma, Spence, Charles, Stein, Barry E. S. 85 ff. Baskerville: MIT Press

<sup>216</sup> Vgl. Bernstein, I.H. & Edelstein, B.A. 1971. Effects of some variations in auditory input upon visual choice reaction time. In *Journal of experimental psychology* 87: S. 242-246.

<sup>217</sup> Vgl. Marks, Lawrence E. 1987. On cross-modal similarity: Auditory-visual interactions in speeded discrimination. In *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 13: S. 384 – 394

<sup>218</sup> Vgl. Melara, Robert. 1989. Dimensional Interaction between color and pitch. In *Journal of experimental psychology* 15 (1): S. 66-79

*Mean Reaction Times (RTs, in Milliseconds) to Congruent and Incongruent Stimuli for Color and Pitch Judgments (Experiment 1)*

Task type	Color			Pitch		
	Con.	Inc.	Con. S.	Con.	Inc.	Con. S.
Single	387	382	-5	399	407	+8
Orthogonal	390	409	+19	411	425	+14
Correlated	366	405	+39	386	411	+25
Weighted <i>M</i>	380	399	+18	396	412	+16

*Note.* Con. = RT congruent stimuli; Inc. = RT incongruent stimuli; Con. S. = congruity score.

**Abbildung 49: Reaktionszeitentabelle bei kongruenten und inkongruenten Stimuli (aus: Melara. 1989. S. 72)**

Wie sich zeigte, waren die Reaktionszeiten der Tonhöhen- und Farbbestimmungen bei kongruenten Stimuli etwas besser als bei unimodalen Stimuli. Die Fehlerquote war geringer. Analog dazu konnten höhere Reaktionszeiten und auch eine größere Fehlerquote bei inkongruenten Stimuli gemessen werden.

Melaras Ergebnisse zeigten also eine reziproke Beeinflussung von Tonhöhen- und Oberflächenhelligkeit. Jedoch verwendete er lediglich Kontraste, also schwarz und weiß. Da Weiß aber in der additiven Mischung (die Melara durch den Gebrauch eines Computermonitores anwandte) gleiche Anteile aller Farben enthält, fehlen Ergebnisse für wellenlängenspezifische Helligkeiten, also für Helligkeiten von Farben wie Gelb, Blau, Grün, Rot etc. Aus dieser Perspektive betrachtet hätte es also keinen Unterschied gemacht, ob Melara ein weißes Licht oder eine weiße Oberfläche genommen hätte, zumal ein Monitor eine Lichtquelle darstellt. Die Beeinflussung von Tonhöhen und Farben waren hier infolgedessen nur bedingt gegeben – eher könnte eine Beeinflussung von Tonhöhe und Brightness anstatt der Lightness gemessen worden sein. Melaras Ergebnisse stimmen mit denen überein, die in annähernd identischen Versuchsanordnungen von Martino und Marks erzielt worden sind<sup>219</sup>. Hier gab es ebenfalls erhöhte Reaktionszeiten und eine erhöhte Fehlerquote bei inkongruenter Paarung.

<sup>219</sup> Vgl. Martino, G. und Marks, L.E. 1999. Perceptual and linguistic interactions in speeded classification: tests of the semantic coding hypothesis. In *PERCEPTION* 28 (7): S. 912. siehe auch: Mark, Lawrence. 1987. On Cross-Modal Similarity: Auditory-Visual Interactions in speeded Discrimination. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 13 (3): S. 384

### **8.1. Kongruenzeffekt und Garner-Interferenz**

Die oben beschriebenen speeded classification task - Paradigmen wurden sowohl zur Untersuchung von kreuzmodalen Beeinflussungen verwendet als auch in Hinsicht auf verschiedene Dimensionen derselben Modalität. In einem Versuch von Garner und Felfoldy sollten die Probanden eine von drei Farbdimensionen, also Farbigekeit, Helligkeit und Sättigung, bestimmen. Dabei wurden die beiden irrelevanten Dimensionen zufällig verändert.

Es zeigte sich, dass die relevante Dimension (z.B. Helligkeit) grundsätzlich schwieriger zu klassifizieren war, wenn sich die irrelevanten Dimensionen (hier z.B. Sättigung und Farbton) änderten, als wenn die Dimensionen unverändert blieben. Somit zeigte sich eine erhöhte Reaktionszeit gegenüber der baseline<sup>220</sup>. Andere Studien bestätigten diesen Effekt. Diese generelle, kongruenzunabhängige Beeinträchtigung der Klassifikation von Stimuli durch andere modalen Dimensionen wurde Garner-Interferenz genannt. Die Interferenz zeigte sich jedoch nicht ausschließlich in unimodalen Versuchsanordnungen. Auch mit kreuzmodalen Stimuli wie im oben beschriebenen Versuch von Clark und Brownell wurde eine Garner-Interferenz gemessen. *Die Performanz der Probanden war im Vergleich zur baseline immer noch schlechter, wenn die verschiedenen Stimuli kongruent zueinander waren*<sup>221</sup>.

Nur schnitten die Versuchspersonen bei kongruenten Stimuli weniger schlecht ab als bei inkongruenten. Pomerantz et al. werteten mehr als 60 Studien aus und fanden heraus, dass Kongruenzeffekte fast immer mit Garner-Interferenzen einhergehen, dass aber Garner-Interferenzen auch ohne Kongruenzeffekte auftauchen können<sup>222</sup>. In der Regel sind die Effekte der Garner-Interferenz dabei stärker als Kongruenzeffekte.

---

<sup>220</sup> Vgl. Garner, W.R., Felfoldy, G.L. 1970. Integrality of stimulus dimensions in various types of information processing, In *Cognitive Psychology* 1: S. 225-241

<sup>221</sup> Vgl. Smith, L.B., Kemmler, D.G. 1978. Levels of experienced dimensionality in children and adults. In *Cognitive Psychology* 10: S. 502-532 ; siehe auch Melara, R.D, Marks, L.E., Potts, B.C. 1993. Primacy of dimensions in color perception. In *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance* 19: S. 1082-1104

<sup>222</sup> Vgl. Pomerantz, J.R., Pristach, E.A., Carson, C.E. 1989. Attention and object perception. In *Object Perception: Structure and Process*, ed. Shepp, B.E., Ballesteros, S. Hillsdale. S. 53-89. Erlbaum

Jedoch gab es auch Ausnahmen<sup>223</sup>. Marks stellte die Vermutung auf, dass besonders im frühen Wahrnehmungsverarbeitungsprozess die Interferenz zum Tragen kommt. Demgegenüber scheinen die oben beschriebenen Kongruenzeffekte eher in einem späteren Stadium der Stimulus-Rekodierung in Erscheinung zu treten<sup>224</sup>.

Es lässt sich resümieren, dass die Garner-Interferenz als effektive Reaktionsverzögerung wahrscheinlich durch eine erhöhte kognitive Anforderung durch mehrere Stimuli hervorgerufen wird und demzufolge mehr geistige Kapazitäten in Anspruch nimmt. Deshalb scheint sie typisch für Versuche der speeded classification task – Paradigmas zu sein. In Versuchen, die reaktionszeitunabhängig verliefen, scheint sie nicht aufzutauchen. Ein Versuch von Tulving und Lindsay von 1967, bei dem die Beeinträchtigung des Informationsflusses durch bimodale Stimuli (Leuchtdichte und Lautstärke) gemessen werden sollte, zeigte keine Interferenz. Die Probanden standen bei ihrer Stimuli-Klassifikationsaufgabe unter keinem Zeitdruck<sup>225</sup>.

In Anbetracht dieser Ergebnisse wird sich im Folgenden für ein reaktionszeitunabhängiges Paradigma entschieden. Die Gründe, die dafür sprechen sind zum einen der weitaus geringere Stress, der bei reaktionszeitunabhängigen Versuchen auf die jungen Probanden einwirkt und demnach als Störfaktor minimiert wird, und zum anderen, dass das Erscheinen von Garner-Interferenz verhindert und die Ergebnisse ausschließlich mögliche Kongruenzeffekte aufzeigen werden<sup>226</sup>.

---

<sup>223</sup> Vgl. Patching, G. R.; Quinlan, P.T. 2002. Garner and congruence effects in speeded classification of bimodal stimuli. In *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance* 28: S. 755-775

<sup>224</sup> Vgl. Marks, Lawrence. 2004. Cross-modal Interactions in Speeded Classification. In *The handbook of multisensory processes*, ed. Calvert, Gemma. S. 86 und S. 89. Cambridge: MIT Press.

<sup>225</sup> Vgl. Tulving, E., Lindsay, P.H. 1967. Identification of simultaneously presented simple visual and auditory stimuli. In *Acta Psychologica* 27: S. 101-109

<sup>226</sup> Eine Anmerkung sei an dieser Stelle erlaubt: Das generelle Vorhandensein der Garner-Interferenz als grundsätzlich erhöhter Aufwand an geistiger Kapazität könnte die multikodale Vermittlung von Tonhöhen und Melodien mit Farben als methodisches Mittel der Musikdidaktik generell fragwürdig erscheinen lassen.

## 9. Planung und Durchführung der Versuchsreihe

Die bisher gesammelten Erkenntnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

In zahlreichen Studien wurden bereits transmodale Übereinstimmungen zwischen Farben und Tönen gefunden. So konnten Simpson, Ausubel und Quinn 1956 sowie Rader und Tellegen 1981 als auch Omwake 1940 nachweisen, dass die Farbe Gelb mit hohen Tönen übereinstimmt und die Farbe Blau mit tieferen Frequenzen. Lawrence E. Marks ließ Oberflächen unterschiedlicher Graustufe unterschiedlich hohen Frequenzen zuordnen und konnte dadurch zeigen, dass Lightness und Tonhöhe korrelierende Qualitäten sind. Entsprechend dem aristotelischen Diktum kann also behauptet werden, dass helle Farben zu hohen Tönen passen und dunkle Farben zu tiefen Tönen.

Gibt es nun störende Effekte fehlerhafter Multikodierung in Form von sich nicht entsprechenden Farben und Tonhöhen, die den Lernfluss beeinträchtigen können? Anders formuliert: Beeinflusst die Farbwahrnehmung (und insbesondere die subjektive Farbhelligkeit) die Tonhöhenwahrnehmung und umgekehrt dergestalt, dass es zu messbaren Diskrepanzen bei Entscheidungsprozessen kommt? Um dies zu beantworten sollen im folgenden Versuche durchgeführt werden, die Kongruenzen und Inkongruenzen zwischen unterschiedlich hellen Farben und Tönen aufzeigen sollen<sup>227</sup>.

### ***9.1 Die subjektive Farbhelligkeitswahrnehmung von 6-8jährigen Kindern***

Um nun die Wechselwirkungen zu messen, die die Farbhelligkeit auf die Tonhöhenwahrnehmung und umgekehrt aufweisen, muss zunächst evaluiert werden, welche Farben von den 6-8jährigen Probanden überhaupt als „hell“ und „dunkel“ wahrgenommen werden. Die Begründung für das gewählte Alter liegt darin, dass diese Altersstufe die

---

<sup>227</sup> Anmerkung: Es ist dem Autor bewusst, dass einige Farb-Ton-Analogien, wie beispielsweise die von de la Chambre, mit Konsonanzen und Dissonanzen zwischen Intervallen und Farbmischungen argumentieren. In didaktischen Werken werden jedoch weitgehend absolute Farb-Ton-Zuordnungen vorausgesetzt – und eben diese Analogien sollen zunächst untersucht werden, indem sich auf die Farb- und Tonhelligkeit konzentriert wird.

wichtigste Zielgruppe für Notenlesegänge und Notenbücher mit farbigen Notationen ist. Daher interessieren die Wahrnehmungen dieser Zielgruppe besonders. Der Pool bestand aus 106 Grundschulern der ersten und zweiten Klasse; n=106.

Zunächst erscheint uns die Helligkeit von Farben recht eindeutig bestimmbar. Die Frage ist jedoch, ob diese Wahrnehmungsunterschiede verallgemeinerbar sind oder nicht. Ist für jeden Menschen Rot heller als Blau? Kann man generelle Aussagen über eine Hierarchie der Grundfarben machen? Denn eine adäquate Farbhelligkeitshierarchie erscheint ein Grundvoraussetzung für eine Skalierung zu sein, die der Tonhöhenkalierung unseres Notensystems entspricht.

### 9.1.1 Der Versuchsaufbau

Der Versuch fand in einem gleichmäßig beleuchteten Raum statt, der allein von einer Reihe von Halogenlampen erhellt wurde. Die Lichtbedingungen waren im Versuchsablauf stets gleich bleibend.

Den Probanden wurden farbige Karten ausgeteilt, die bei gleich bleibender Raumbelichtung auf einem neutralen, grauen Untergrund präsentiert wurden sind, um Kontrasteffekte zu vermeiden. Sie bekamen nun die Aufgabe, diese Karten nach ihrer ‚Helligkeit‘ zu ordnen. Die Farben, die als Stimuli dienten, wurden sowohl nach den psychologischen Grundfarben<sup>228</sup> als auch nach der Häufigkeit ihrer Verwendung in musikdidaktischen Veröffentlichungen ausgewählt. Allerdings kann so ein Versuch natürlich nicht alle möglichen Farbnuancen verwenden und ist deshalb grundsätzlich unvollständig. Jedoch kann die Aussage, dass eine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeit existiere durch ein einziges Gegenbeispiel widerlegt werden. Als Stimuli dienten:

Rot	=	R 255; G 0; B 0
Grün	=	R 0; G 255; B 0
Blau	=	R 0; G 0; B 255
Gelb	=	R 255; G 255; B 0
Braun	=	R 153; G 102; B 0
Weiß	=	R 255; G 255; B 255
Schwarz	=	R 0; G 0; B 0

---

<sup>228</sup> Vgl. Zollinger. 2005.



Im Anschluss wurde die Aufgabe gestellt, die gleichen Farben auf einem kalibrierten Monitorbildschirm (vom Mischungsverhältnis her) wiederum nach ihrer Helligkeit zu ordnen. Je höher der zugeteilte Wert, desto heller ist die Farbe. Bei der Computerpräsentation wurde im Vorfeld darauf geachtet, dass eine Isoluminanz der Farben erzeugt wurde. Mit Hilfe des Kalibrierungsprogrammes der Grafikkarte Acer Reptile 200 konnte diese Einstellung am Monitor vorgenommen werden. Als Präsentationsprogramm diente hier Microsoft Powerpoint, verwendet wurden ein kalibrierter Yakumo 772N-Monitor und ein PC mit AMD Athlon 2.4 GHz - Prozessor.

### **9.1.2 Zur statistischen Methodik**

Da es sich bei den Probanden um junge Kinder handelte, wäre es ungünstig gewesen, dass sie den Helligkeitswert der gesehenen Farbe mit abstrakten Begriffen z.B. mit Rängen auf einer fiktiven Skala von 1 bis 10 beschreiben sollten. Derartig komplexe Aufgaben hätten erst in den höheren Klassen durchgeführt werden können, zumal die Erstklässler im Vorfeld kaum mit arithmetischen Verfahren in Berührung gekommen sind. Infolgedessen kann jeder Wert von 1 bis 7 nur einmal vergeben werden. Somit liegt hier ein Sonderfall der Ordinalskalierung, eine so genannte Rangskalierung, vor. Diese Skalierung lässt eine komplexere Methode wie z.B. eine Varianzanalyse mit Post-hoc-Vergleichen nicht zu. Stattdessen wurde sich für den Mann-Whitney-U-Test entschieden, der für diese Form der Skalierung geeignet ist und der bei zwei unabhängigen Stichproben am häufigsten verwendet wird. Dieser ermittelt die absolute und die mittlere Rangsummendifferenz von zwei beprobten Grundgesamtheiten. Die Signifikanz beschreibt hierbei die Abweichungen der Verteilungen. Dabei wurden die Helligkeitsränge jeder Farbvariablen miteinander verglichen. Auf diese Weise konnten die Beziehungen jeder einzelnen Farbe untereinander dargestellt werden. Sollte das errechnete Signifikanzniveau geringer als 0,05 sein (was einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% entspricht), dann wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen.

Die Nullhypothese lautet:

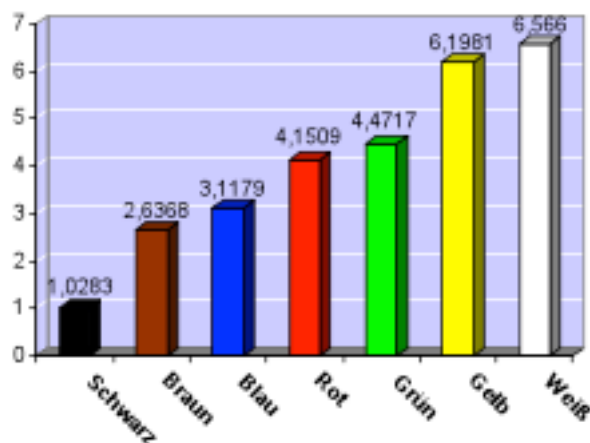
*H0: Es gibt eine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeiten.*

Die Alternativhypothese lautete dementsprechend:

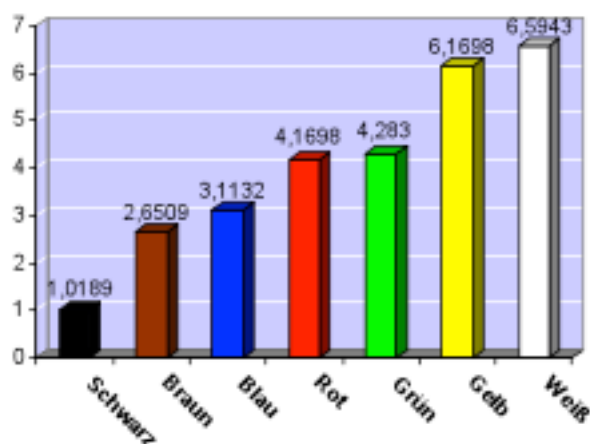
*H1: Es gibt keine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeiten.*

### 9.1.3 Ergebnisse Versuch 1

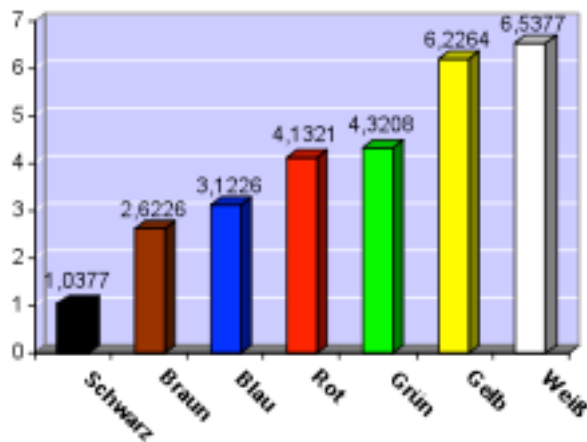
Die Mittelwerte der beiden Darstellungsformen stimmen auffallend überein. Die Helligkeitsränge der einzelnen Grundfarben sind bei beiden Darstellungsformen und somit auch bei der Darstellung der gesamten Statistik konstant. Die Rangfolge der Helligkeit Schwarz, Braun, Blau, Rot, Grün, Gelb, Weiß erscheint dabei recht eindeutig zu sein. Wenn wir uns jedoch die Varianzen der Mittelwerte anschauen, dann fallen die quantitativ sehr geringen Unterschiede zwischen Grün und Rot sowie zwischen Gelb und Weiß als auch zwischen Braun und Blau auf.



**Abbildung 50:**  
Durchschnittliche  
Mittelwerte aus beiden  
Darstellungsformen



**Abbildung 51:**  
Durchschnittliche  
Mittelwerte der analogen  
Darbietung



**Abbildung 52:**  
**Durchschnittliche Mittelwerte**  
**der digitalen Darbietung**

Wenden wir uns nun den Ergebnissen der U-Tests für jede Variablenkombination zu. Die tabellarische Auflistung aller Signifikanzniveaus lassen sich dem Anhang entnehmen. Es zeigt sich, dass sich fast jede Variable hochsignifikant in dem ihr zugewiesenen Helligkeitsrang von den anderen Variablen unterscheidet. Das bedeutet, dass die meisten Farben trotz Isoluminanz der digitalen Darbietung in ihrem Helligkeitscharakter differieren.

Allerdings gibt es hierbei bedeutende Ausnahmen. Denn der Rangunterschied zwischen den Farben Grün und Rot weist bei beiden Darstellungsformen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 12,7% und 18,9% keine statistische Signifikanz auf. Ebenso gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Farben Gelb und Weiß mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5,1%, wenngleich die 5%-Grenze hierbei geringfügig überschritten worden ist. Auch zwischen den Farben Braun und Blau scheint es keinen signifikanten Helligkeitsunterschied zu geben. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten betragen 5,2% und 8,9%. Die Nullhypothese wird also verworfen und die Alternativhypothese angenommen und festgestellt:

*Es gibt keine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeiten.*

#### **9.1.4 Interpretation der Ergebnisse**

Die Mehrfachvergleiche ergaben, dass die Farben Grün und Rot als gleich „hell“ eingestuft wurden. Dasselbe gilt für die Paar Gelb und Weiß

sowie Braun und Blau. Das bedeutet, dass eine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeiten für die psychologischen Grundfarben und die anderen hier verwendeten Farbtöne nicht ohne Weiteres aufgestellt werden kann. Dies steht im Gegensatz zu dem Prinzip der Tonhöhenkalibrierung, von der ja im allgemeinen angenommen wird, dass sie sich problemlos durch ein absolutes hierarchisches System ausdrücken lässt; je höher die Frequenz bzw. die errechnete Saitenteilung, desto höher der Ton.

Für die Helligkeit, die der Wellenlänge (und, je nach Reflektionsgrad der Oberfläche, auch der Lichtmenge) der Farben zugrunde liegt, scheint dies hier nicht zu gelten. Denn ein Blick auf die Spektralfarbenreihe lässt erkennen, dass diese Reihenfolge keineswegs den gemessenen Helligkeitsempfindungen bzw. den Rängen entspricht. Die abgestrahlte Lichtmenge hat dabei offenbar nur geringen Einfluss, da bei der digitalen Präsentation auf Isoluminanz geachtet wurde und die reflektierte Lichtmenge der farbigen Karten auch nur geringfügig schwankte (zwischen 0,3 und 0,41 Lux).

Es muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass dies nur für die hier verwendeten Grundfarben, die durch einen kalibrierten Monitor sowie durch mit einem ebenso kalibrierten Drucker hergestellten Farbkarten dargeboten wurden, gelten kann. Dabei sind Abweichungen trotz Kalibrierungen grundsätzlich möglich. Auch decken die Ergebnisse nur die Helligkeitsempfindungen für die reinen Farben auf. Beimischungen von Schwarz, Weiß, Grautönen sowie anderen Bunttönen können selbstverständlich zu abweichenden Schätzungen führen. So dürfte ein aufgehelltes Pastellblau sicher ebenso hell oder heller eingestuft werden als ein reines Rot.

Ein Sonderfall ist Braun, welches hier lediglich wegen seiner Häufigkeit in kolorierten Notationen aufgeführt worden ist. Es gibt nicht „das“ Braun, da es grundsätzlich als Mischfarbe aus zwei oder auch mehr warmen Farben (Gelb, Orange und Rot) und in der Regel aus einem erhöhten Schwarzanteil zusammengesetzt ist und in etlichen Mischvarianten vorkommen kann. Hier wurde sich für ein leicht abgedunkeltes Orange entschieden (R:153; G:102; B:0). Das Ergebnis

wirft die Frage auf, ob ein absolutes hierarchisches System wie das der Tönhöhe durch ein intuitiv-flexibles hierarchisches System wie das der Farbhelligkeit überhaupt adäquat visuell wiedergegeben werden kann. Vielmehr scheint es so zu sein, dass das lineare An- und Absteigen der Tonhöhe mit einem Phänomen, der Farbhelligkeit, verknüpft wird, das vielleicht aufgrund der komplexen, ihm zugrunde liegenden Wahrnehmungsprozesse gar nicht linear verlaufen kann.

Im weiteren Verlauf der empirischen Untersuchung sollen exakt dieselben Farben verwendet werden, deren Hierarchie (oder nicht vorhandene Hierarchie) hier gemessen worden ist, nämlich die Paare Gelb und Blau als unterschiedlich helle Farben und Rot und Grün als gleichhell eingeschätzte Farben.

## **10. Untersuchung der Beeinflussung der Farbhelligkeits-einschätzung durch die Tonhöhenwahrnehmung**

Nachdem durch den ersten Versuch signifikante Unterschiede der Helligkeit zwischen einzelnen Farben nachgewiesen worden ist, sollen diese nun als Primärstimuli dienen. Zunächst wird die Beeinflussung der akustischen Sekundärstimuli auf die visuellen Primärstimuli durch einen dafür konzipierten Versuchsaufbau gemessen.

### ***10.1 Der Vortest zu Versuch 2***

Kongruenzeffekte zwischen Farben und Tonhöhen wurden im Sinne von differierenden Wellenlängenanteilen der visuellen Stimuli noch nicht aufgezeigt. Zwar hat Melara<sup>229</sup> die Kongruenz zwischen ihnen mit Hilfe eines reinweißen und reinschwarzen Computerbildschirms bereits nachgewiesen, allerdings könnte man hier anführen, dass durch diese beiden Stimuli lediglich die Kongruenz von Lichtstärke und Tonhöhe nachgewiesen wurde. Denn je nach Modell kann es sich zwischen diesen beiden Stimuli um eine Leuchtdichtendifferenz von 200-400 cd/m<sup>2</sup>

---

<sup>229</sup> Vgl. Melara, Robert. 1989. Dimensional Interaction between color and pitch. In *Journal of experimental psychology* 15 (1): S. 66-79

handeln. Demzufolge sind hier vor allem reine subjektive Helligkeitseinschätzungen in Bezug auf die Leuchtdichte gemessen worden. Doch, wie bereits erwähnt, kann ein Mensch auch bei Isoluminanz der Farben, also bei der gleichen Leuchtdichte farbiger Flächen, Farben eindeutig als hell oder dunkel voneinander unterscheiden<sup>230</sup>. Der Ursprung dieser Helligkeitsunterscheidung ist vermutlich physio-psychologischer Natur.

Die Frage ist, ob zwischen den Farbstufen, die durch ‚Aufhellen‘ der Farben mittels weißem Licht entstehen, ein Kongruenzeffekt zu der gleichzeitig gehörten Tonhöhe nachweisbar ist. Diese Farbstufen kommen auf dem Monitor zum einen durch reine Helligkeitsunterschiede zustande, zum anderen natürlich durch eine Veränderung des Farbcharakters. Das Ziel der nächsten beiden Versuche ist also eine differenziertere Aussage über Kongruenzeffekte zwischen Farbhelligkeitsstufen und Tonhöhen. Dies wurde in dieser Differenzierung der Stimuli noch nicht durchgeführt. Ebenfalls noch nicht durchgeführt worden sind Kongruenzmessungen bei Grundschulkindern im Alter von 6 Jahren. Da in diesem Alter jedoch häufig erste Begegnungen mit der Notenschrift und damit auch mit kolorierten ‚Brücken‘-Notationen stattfinden, sind gemessene Effekte bei dieser Altersgruppe natürlich besonders interessant.

Die den Vortest bestimmende Frage lautet: Bestehen Kongruenzen zwischen verweißlichten (aufgehellten) Farben und hohen Tönen und zwischen gesättigteren Farben und tiefen Tönen?

Es sollte bewusst nur eine eindimensionale Möglichkeit zur Veränderung des Farbcharakters gegeben werden, welche zunächst lediglich in der Aufhellung mit weißem Licht bestehen sollte. Die Konsequenz einer multidimensionalen Farbveränderung wäre eine weitaus komplexere Auswertung gewesen. Denn falls die Möglichkeit zur Bunttonveränderung (zweidimensional) oder gar Trübung durch Grauwerte (dreidimensional) bestanden hätte, dann müssten Millionen möglicher Farbwerte reproduzierbar sein. Die Messung und Auswertung

---

<sup>230</sup> Vgl. [www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html](http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html), Stand: 25.10.2010

eines derartigen Datenmaterials wäre extrem schwierig, zumal noch nicht geklärt ist, ob überhaupt signifikante Ergebnisse zu erwarten sind.

### **10.1.1 Das Paradigma des Vortests**

Um eine mögliche Analogie und gleichzeitig eventuelle Beeinflussungen der Wahrnehmung und die Reflexion derselben durch Sekundärstimuli zu bestimmen, wurde folgendes Paradigma für den Vortest aufgestellt. Zunächst sollte die eventuelle Beeinflussung des visuellen Hauptstimulus (der Farbe) durch einen Sekundärstimulus (des Tones) gemessen werden. Dabei lag der Erstellung des Paradigmas die Überlegung zu Grunde, dass die eventuelle Abweichung quantitativ erfasst werden könne. Es wurde sich bewusst gegen ein „speeded class classification – Paradigma“ entschieden, da der Probandenpool sowohl aus Erwachsenen sowie aus 6-7jährigen Kindern bestehen würde. In einer speeded classification ginge es in erster Linie um Reaktionszeiten. Dies bedeutet nicht nur Stress für die Probanden, es erfordert zudem auch eine gewisse Übung, um die Reaktionszeitmessungen vor Störungen anderer Ursachen zu bewahren. Stattdessen sollten lediglich die Fehlentscheidungen gemessen werden, deren Rate als Kongruenzeffekte definiert wurde.

#### **Das verwendete Material:**

Verwendet wurde ein Yakumo 772N-Röhrenmonitor. Die Kalibrierung der Grafikkarte und des Monitors erfolgte mit dem Programm KHC-Chroma, das unter anderem die notwendigen Gammakorrekturen ermöglichte, auf die später noch genauer eingegangen wird. Als Präsentationsprogramm für die visuellen und auditiven Stimuli wurde Flash 8.0 benutzt.

#### **Der Versuchsablauf des Vortestes gestaltete sich wie folgt:**

Insgesamt wurde sowohl reines Rot als auch reines Blau mit einem hohen sowie mit einem tiefen Ton dargeboten. Als baseline diente die Darbietung ohne Sekundärstimulus. Dadurch konnte im Nachhinein die Abweichung der baseline mit den Abweichungen der Variablen mit störendem Stimulus verglichen werden.

Zuerst wurde den Probanden eine Farbe mit einem spezifischen Weißanteil, z.B. Rot mit 12% Weißanteil auf einem Computerbildschirm

dargeboten. Danach wurde der Bildschirm schwarz, und nach drei Sekunden sahen sie das Rot desselben Buntgrades, aber mit einem anderen Helligkeitsgrad, z.B. 4% Weißbeimischung. Die Probanden bekamen nun die Aufgabe, die zuvor gesehene Farbe wiederherzustellen. Zusätzlich wurde ihnen in Anlehnung an die psychophysikalischen Versuche von Melara und Marks die Anweisung erteilt, parallel gehörte Töne zu ignorieren. Wenngleich dies natürlich nicht möglich ist, sollte durch diese Anweisung zumindest die Konzentration auf die Primärstimuli fokussiert werden. Mittels virtueller Buttons (Abb. 53) oder alternativ mit dem kleinen Rädchen der benutzten Maus konnte nun der Helligkeitsgrad der zuvor gesehenen Farbe gesucht werden. Die auswählbaren Intervalle betragen 2%. Dabei wurde sich nach dem JND für Helligkeitsunterschiede (in Bezug auf die Leuchtdichte) gerichtet, der bei ca. 1% liegt. Allgemeingültige JNDs für Farbunterschiede lassen sich kaum geben, da Farben durch verschiedene Wellenlängenzusammensetzungen entstehen können. Jedoch lässt sich sagen, dass Menschen unterschiedliche Farbtöne bei simultaner Darbietung sehr gut voneinander unterscheiden können<sup>231</sup>.



**Abbildung 53: Bild von der Monitoroberfläche**

---

<sup>231</sup> Vgl. [www.forum-entwerfen.de/downloads/gast/526/VortragLukas.pdf](http://www.forum-entwerfen.de/downloads/gast/526/VortragLukas.pdf). Stand 17.02.2008



Die **Primärreize** waren im Einzelnen:

Reines Rot – G0, R255, B0 – Weißanteil 16 %

Reines Blau – G0, R0, B255 – Weißanteil 14%

Um die Abweichungen reliabel messen zu können, wurde der Weißanteil bei allen drei Durchgängen nicht verändert. Rot mit 16% Weißbeimischung wurde sowohl mit hohem, tiefen und ohne Ton präsentiert, ebenso Blau. Um Lerneffekte auszuschließen, sind die folgenden Weißbeimischungen jedoch randomisiert hinzugefügt worden. Das bedeutet, dass nach der Präsentation des entsättigten Rots ein Rot zwischen 0 und 30% Entsättigung dargeboten wurde. Die notwendigen ‚Klicks‘ zum Wiederherstellen des ursprünglichen Rots variierten also von Fall zu Fall.

Als **sekundäre Reize** dienten Sinustöne von 50Hz und 1000Hz. Sinustöne erschienen hier angebracht, da sie keine Obertonreihe besitzen und sich folglich nicht aus mehreren Frequenzen zusammensetzen. Demnach konnte eine einheitliche Tonhöhe angenommen werden, die nicht durch die durch die Obertöne erzeugte Klangfarbe gestört werden konnte.

Die Sinustöne wurden nicht mit demselben Schalldruckpegel dargeboten, da tiefe Töne bei gleicher Lautstärke leiser erscheinen als hohe Töne. Dies konnte durch die Generierung von Sinustönen gleicher Phonzahl (die die empfundene Lautstärke wiedergibt) erreicht werden. Es sollten aber Kongruenzeffekte, die durch Lautstärke hervorgerufen werden vermieden werden<sup>232</sup>. Deshalb wurde die Lautstärke dem subjektiven Hörempfinden nach den neuen Richtlinien ISO 266 angepasst, entsprechend 40 Phon, welches bei 1000Hz 40 dB und bei 50Hz ca. 100dB Schalldruck bedeutete<sup>233</sup>.

In Anbetracht der Tatsache, dass die menschliche Wahrnehmung noch Töne von 22KHz registrieren kann, erscheinen 1000 Hz nicht besonders hoch. Allerdings sind Sinustöne insbesondere für Kinder keine angenehmen Hörerlebnisse, da sie ab ca. 1500 Hz als unangenehm

---

<sup>232</sup> Selbige Kongruenzeffekte sind bereits nachgewiesen worden, vgl. dazu Marks, Lawrence E. 1978. *The Unity of the senses*. S. 59-60. New Haven: Academic Press

<sup>233</sup> Vgl. [www.nedo.go.jp/itd/grant-e/report/00pdf/is-01e.pdf](http://www.nedo.go.jp/itd/grant-e/report/00pdf/is-01e.pdf), Stand 17.12.2007

empfunden werden, wie eine vorherige Befragung der Probanden zeigte. Es geht also eher um den relativen Unterschied zwischen den Sekundärreizen als um eine absolute Festlegung der Töne in den Grenzbereichen der Hörwahrnehmung.

### 10.1.2 Problemstellungen

Der Vortest diente dazu, mehrere Probleme zu eruieren, die im Laufe des Versuches auftauchen und störenden Einfluss auf die Ergebnisse haben könnten. Diese waren:

- a) Gibt es überhaupt messbare Kongruenzeffekte im Vortest?
- b) Der sehr subjektiv ausgeprägte, in verschiedenen Farbwahrnehmungen vorkommende Helmholtz-Kohlrausch-Effekt ist ein Phänomen, das die Helligkeitseinschätzung von gesättigten und ungesättigten Farben betrifft und welches auch als Farbenglut-Effekt bekannt ist. Beim Zusammenspiel von chromatischen mit achromatischen Farben erscheinen die Farben „heller“, die eine höhere Sättigung aufweisen. Bei gleicher Leuchtdichte können gesättigte Farben neben ihren entsättigten Pendanten „glühen“ – sie scheinen eine höhere Leuchtkraft zu besitzen. Lediglich bei gelbem Licht ist dieser Effekt noch nicht beobachtet worden. Auch die Helligkeit von nicht-selbstleuchtenden Oberflächen scheint davon betroffen zu sein. Sanders und Wiszecki zeigten, dass Probanden farbige Oberflächen umso helleren grauen Vergleichsflächen zuordneten, je höher die Sättigung der Farben war<sup>234</sup>. Leider ist diese Phänomen subjektiv sehr unterschiedlich ausgeprägt<sup>235</sup>, wiewohl gewisse, farbspezifische Farbengluteffekte durch die Formel von Ware & Cowan<sup>236</sup> <sup>237</sup> teilweise ausgeglichen werden können. Zwar ist dieser Effekt bis jetzt nur im direkten Vergleich zu einer Referenzfarbe (in der Regel Weiß) beobachtet worden, er könnte aber dennoch den Versuchsaufbau beeinflussen. Denn Kongruenzeffekte zwischen

---

<sup>234</sup> Vgl. Sanders, C.L. und Wiszecki, G. 1957. Correlate for lightness in terms of CIE-tristimulus values. Part I. In: *Journal of the optical society of America*. 47: S. 397-398

<sup>235</sup> Vgl. Schuhmann, Heidrun, Wolfgang, Müller. 2000. *Visualisierung: Grundlagen und allgemeine Methoden*. S. 87. Heidelberg: Springer

<sup>236</sup> Vgl. Ware, C. & Cowan, W.B. 1983. Specification of Heterochromatic Brightness Matches - A Conversion Factor for Calculating Luminances of Stimuli which are Equal in Brightness. In *NRC Pub. 26055*

<sup>237</sup>  $C = 0.256 - 0.184y - 2.527xy + 4.656x^3y + 4.657xy^4$ ; C steht dabei für den Conversion [Umrechnungs-]Faktor

*brightness / lightness* und Tonhöhe wurden bis jetzt nur in Bezug auf die Leuchtdichte von Lichtquellen oder auf die Remission von schwarzen und weißen Oberflächen gemessen – dies bedeutet, dass Kongruenzen lediglich zwischen der (subjektiv empfundenen) Lichtmenge und der Tonhöhe beobachtet worden sind. Der Farbglutefekt bezieht sich nun aber direkt auf die empfundene Lichtintensität.

Wenn nun die den Probanden dargebotene Farbe ge- und entsättigt wird, muss die Frage geklärt werden, ob Kongruenzen zwischen der subjektiven Lichtintensität und der Tonhöhe bestehen. In einem solchen Fall würden hohe Töne die Farbeinschätzung zur gesättigteren Farbe hin beeinflussen. Oder aber es bestehen Kongruenzen zwischen der Entsättigung mit reinem Weiß (welche die, subjektiv empfundene, hellste Farbe ist), also zu ‚aufgehellten‘ Farben und der Tonhöhe – dann würden hohe Töne die Farbeinschätzung hin zu den entsättigten Farben lenken. Zu diesem Zweck wurde die Präsentation bei Isoluminanz der Farben dargeboten. Mit Hilfe des Kalibrierungsprogrammes KHC-Chroma konnte diese Einstellung am Monitor vorgenommen werden. Die VPN sahen die Präsentation beeinflusst durch eine spezielle Gammakorrektur. Gammakorrekturen von Bildschirmen dienen dazu, das natürliche Helligkeitsempfinden des Menschen nachzuempfinden. Da die Hellempfindlichkeit nicht linear, sondern logarithmisch verläuft, muss das schrittweise Hinzumischen von Weiß dieser Gammakorrektur unterworfen werden, damit die einzelnen Stufen von 2% in dem Versuch vergleichbar, also gleich groß empfunden werden.

Für den zweiten Teil des Versuchsdurchganges wurde nun noch die Korrekturformel von Ware-Cowan, der Ware-Cowan Conversion Factor, angewandt, um den Helmholtz-Kohlrausch-Effekt teilweise zu unterdrücken. Dies geschieht durch die Erhöhung der Leuchtdichte entsättigter Farben, um eine subjektiv empfundene Isoluminanz herzustellen.

Dadurch konnte nunmehr evaluiert werden, ob durch den Farbglutefekt Kongruenzeffekte zwischen Tonhöhe und Sättigung oder aber zwischen Tonhöhe und Leuchtdichte zustande kommen. Natürlich könnten auch beide Effekte auftreten und sich gegenseitig

aufheben. Dies sollte durch die unterschiedlichen Tests verglichen werden können.

c) Hier sollen noch kurz weitere Effekte erörtert werden, die einen Einfluss auf die Ergebnisse haben könnten:

**Gedächtnisfarbeneffekt:** Das Paradigma des Versuches zielt auf die Farberinnerung der Probanden ab. Memorierte Farben können durchaus stark von den zuvor erlebten Wahrnehmungen abweichen. Kaiser und Boynton<sup>238</sup> wiesen nach, dass Farben ‚kategorial‘ erinnert werden. Es wird sich nicht an ein spezifisches Rot erinnert, sondern an die Kategorie Rot. Siple und Springer<sup>239</sup> sowie Bartleson<sup>240</sup> fanden heraus, dass erinnerten Farben in der Regel eine höhere Sättigung und auch (insbesondere bei Gelbtönen) eine höhere Helligkeit zugewiesen wurde als die der dargebotenen Farben. Das bedeutet, dass man eher dunkle Farben noch gesättigter/dunkler in Erinnerung hat und dass man sich an hellere Farben noch heller erinnert.

Da dieser Effekt sowohl bei den Farben, die mit dem Sekundärreiz gezeigt wurden als auch bei den Farben ohne Sekundärstimuli zu gleichen Teilen eintreten sollte, dürfte er für die Ergebnisse irrelevant sein. Mehr noch, eine eher kategoriale Erinnerung ist sogar gewollt. Denn diese ist sicherlich anfälliger für Kongruenzeffekte als eine simultane Darbietung, die für die Untersuchung von Kongruenzen ohnehin nicht durchführbar wäre. Derartige memorierte Kategorien sind anfälliger für Sekundäreffekte als unmittelbare Wahrnehmungen<sup>241</sup>. Uchikawa fand heraus, dass die kategoriale Erinnerung nach 1000 Millisekunden Präsentation und 3000 Millisekunden Behaltensintervall zustande kam<sup>242</sup>. Aus diesem Grund wurden diese Intervalle auch für den Vortest verwendet, um eine kategoriale Erinnerung zu gewährleisten.

---

<sup>238</sup> Vgl. Kaiser, P.K., Boynton, R.M. 1996. *Human Color Vision*. S. 505 ff.

<sup>239</sup> Vgl. Siple, P., Springer, R.M. 1983. Memory and preference for the colors of objects. In *Perception and Psychophysics* 34: S.363-370

<sup>240</sup> Vgl. Bartleson, C. J. 1960. Memory colors of familiar objects. In *Journal of the Optical Society of America* 50: S.73-77

<sup>241</sup> Vgl. Siple und Springer, S. 369

<sup>242</sup> Vgl. Uchikawa, K. 1983. Purity discrimination: successive vs simultaneous comparison method. In *Vision Research* 23(1): S. 53 ff.

Der so genannte **Abney-Effekt**<sup>243</sup> und der **Bezold-Brücke-Effekt**<sup>244</sup> bewirken eine leichte Farbtonverschiebung bei der Beimischung von schwarzem oder weißem Licht. Demnach wird bei zunehmender Entsättigung mit Weiß oder Abdunkelung mit Schwarz auch der Farbton anders wahrgenommen. Da diese Effekte jedoch nur gering ausgeprägt sind und den VPN keine alternativen Farbtöne zur Verfügung standen, sollten sich diese Effekte kaum auf die Ergebnisse auswirken.

**Nachbildeffekte:** Eine spektrale Farbe hat in der Regel eine Komplementärfarbe, die in verschiedenen Modellen und Farbenlehren voneinander abweihen kann. Im CIE-Modell sind als Komplementärfarben Blau und Gelb sowie Grün und Purpur dargestellt. Als Primärreize im Vortest wurden bewusst keine Komplementärfarben verwendet, um Nachbildeffekte – die in der Fachliteratur auch Sukzessivkontraste genannt werden - auszuschließen, da sie das Ergebnis beeinträchtigen könnten. Diese äußern sich in einem sichtbaren Nachbild der komplementären Farbe der zuvor gesehenen<sup>245</sup>. Je länger ich auf eine grüne Fläche schaue, desto intensiver sehe ich danach ein purpurnes Nachbild. Ein aufgrund eines zuvor gesehenen Grüns noch rötlicher erscheinende Rot hätte sicherlich messbaren Einfluss auf die Farbwahrnehmung. Es gibt auch einen Helligkeitsbedingten Nachbildeffekt, der auf die Ermüdung der Netzhaut bei gleichbleibender Helligkeit zurückzuführen ist<sup>246</sup>. Zur Vermeidung desselben wurde in diesem Versuchsaufbau zwischen den einzelnen Darbietungen für 2 sec. ein in unterschiedlichen Helligkeiten oszillierendes Grau auf dem Monitor gezeigt, das die Probanden betrachten sollten. Zudem sollten sie mehrmals Blinzeln und den Blick schweifen lassen, was den Sukzessivkontrast abschwächt<sup>247 248</sup>.

---

<sup>243</sup> Vgl. Abney, William 1910. On the changes in hue of spectrum colors by dilution with white light. In *Proceedings of the Royal Society of London* 82: S.120–127

<sup>244</sup> Vgl. Purdy, D. 1931. Spectral hue as a function of intensity. In: *American Journal of Psychology* 43: S. 541–559

<sup>245</sup> Vgl. Schumann, Heidrun und Müller, Wolfgang. 2000. *Visualisierung – Grundlagen und allgemeine Methoden*. S. 88-89. Springer

<sup>246</sup> Vgl. Fiorentini, Adriana. 1990. Perception of Brightness and Darkness. In *Visual Perception*, ed. Spillmann, Lothar, Werner, John. S. 138. San Diego

<sup>247</sup> Vgl. ebd. S. 139

### 10.1.3 Ergebnisse des Vortests

Die Ergebnisse des Vortests sind überraschend. Zunächst einmal wurden keine Farbglutefekte festgestellt, die die Kongruenz von gesättigteren Farben zu hohen Tönen und von ungesättigteren Farben zu tiefen Tönen bewirken würden. Es gab keine signifikanten Abweichungen zwischen den Helligkeitsschätzungen der WCC-Factor-korrigierten und der unkorrigierten Farbdarbietungen. Vielmehr schienen die Kongruenzeffekte ohne WCCF bei der Variablen Blau mit einem Unterschied von 2,15% der Durchschnittsabweichung sogar noch ausgeprägter zu sein. Die Abweichungen bei den baselines und den Variablen mit Sekundärstimuli sind in jeder Hinsicht vergleichbar.

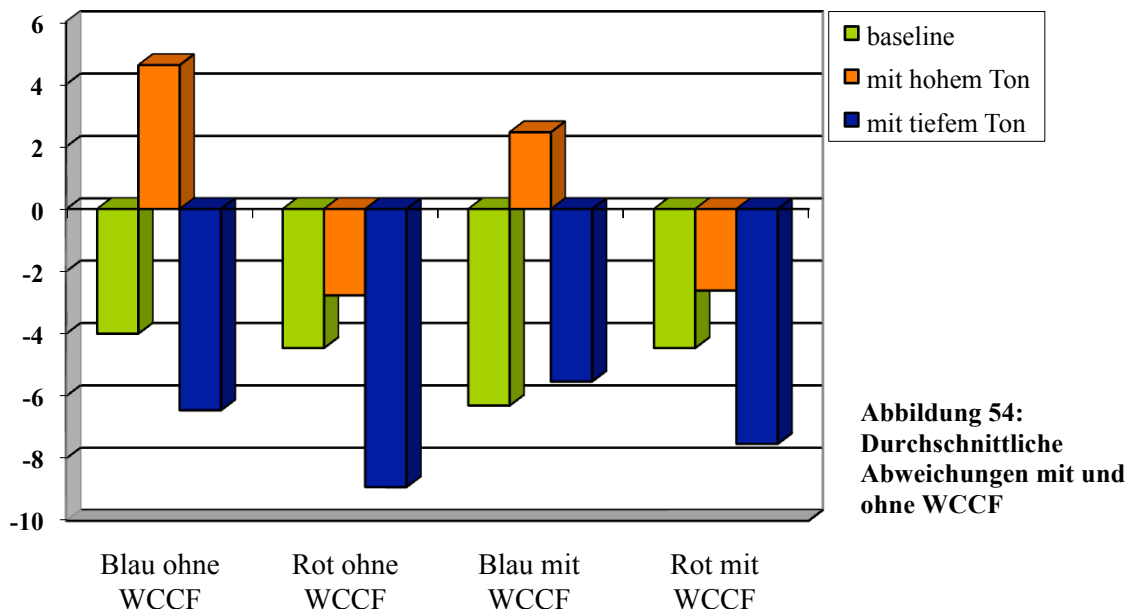


Abbildung 54:  
Durchschnittliche  
Abweichungen mit und  
ohne WCCF

Wenn es gegenseitige Aufhebungen des Effektes geben sollte, dann sind diese entweder unterschiedlich dominant, denn die Kongruenzen von hohen Tönen zu aufgehellten, entsättigteren Farben könnten die Kongruenzen von hohen Tönen zu einer (vermeintlichen) subjektiv-größeren Leuchtdichte überlagern. Oder der Effekt tritt tatsächlich nur

<sup>248</sup> Anmerkung: In Anbetracht des erheblichen technischen Aufwandes, der nötig ist, um den Versuch mit digitalen Farbdarbietungen durchzuführen, stellt sich natürlich die Frage, ob dasselbe nicht auch in analoger Form mit farbigen Karten durchführbar gewesen wäre. Demgegenüber stehen aber folgende Überlegungen: Zum einen könnte eine derart differenzierte Auswertung nicht stattfinden, da den Probanden kaum zugemutet hätte werden können mit ca. 200 farbigen Karten zu hantieren. Zum anderen wurde durch diese Form der Darbietung Zeit gespart, die wichtig war, um die gesehenen Farbtöne im Gedächtnis zu behalten.

bei simultan-dargebotenen Referenzreizen auf. Das Diagramm in Abbildung 54 zeigt die durchschnittlichen Abweichungen der Probanden mit und ohne Korrektur durch den WCCF. Zur besseren Übersicht wurden die Ergebnisse in Tabelle 34 und 35 nochmals numerisch dargestellt.

**Tabelle 1: Durchschnittliche Abweichungen ohne WCCF**

<b>Sekundärstimulus</b>		<b>Rot</b>	<b>Blau</b>
ohne Ton	Mittelwert	-4,4615	-4,0000
hoher Ton	Mittelwert	-2,7692	4,6154
tiefer Ton	Mittelwert	-8,9231	-6,4615

**Tabelle 2: Durchschnittliche Abweichungen mit WCCF**

<b>Sekundärstimulus</b>		<b>Rot</b>	<b>Blau</b>
ohne Ton	Mittelwert	-4,4825	-6,3077
hoher Ton	Mittelwert	-2,6154	2,4615
tiefer Ton	Mittelwert	-7,5385	-5,5385

Wie in Abbildung 54 zu sehen ist, wichen die VPN bei der Farbeinschätzung des Blaus ohne sekundäre Stimuli um 4 % bis 6,3% vom Ursprungsblau ins gesättigtere Blau ab. Bei Rot waren dies sogar ca. 4,5%. Die Beobachtung und Befragung der VPN hat im Nachhinein ergeben, dass viele von ihnen sogar noch weiter ins gesättigte Spektrum abweichen wollten – dies bedeutet, dass sie das Blau noch gesättigter und dunkler einschätzen wollten, als es ihnen durch den Versuchsaufbau möglich gewesen ist. Die Auswirkungen des Gedächtnisfarbeneffektes (s.o.) waren also ausgeprägter als erwartet.

Demgegenüber steht die Abweichung bei der Darbietung mit einem hohen Ton zur baseline, welche beim Blau zwischen 8,6% und 8,8% betragen und bei Rot zwischen 1,7% und 1,9%. Zwar ist der Pool zu klein, um den quantitativen Anforderungen einer Varianzanalyse oder eines t-Tests gerecht zu werden, jedoch scheinen die Abweichungen zur baseline für einen deutlichen Kongruenzeffekt zwischen Blau und einem hohen Ton zu sprechen. Die Abweichungen bei Rot und einem hohen Ton sind weitaus geringer ausgeprägt. Für einen weiterführenden

Versuch sollten also zumindest für Blau signifikante Ergebnisse zu erwarten sein. Durch den Kongruenzeffekt waren die Helligkeitsschätzungen der Probanden hinsichtlich des objektiven Weißanteiles mit ‚störendem‘ Sekundärstimulus in einigen Fällen kurioserweise adäquater als ohne störenden Effekt, sowohl bei Blau als auch bei Rot.

Weniger stark ausgeprägte Kongruenzeffekte waren bei den Darbietungen des Blaus und des Rots mit tiefem Ton messbar. Während bei der Darbietung von Blau die Probanden gerade einmal zwischen 0,8% und 2,5% zu einer dunkleren Einschätzung der Farben tendierten, schwankten die Abweichungen ins Dunklere bei Rot zwischen 3% und 4,5%. Dies mag daran liegen, dass Blau als ‚dunkle‘ Farbe kongruent zu ‚tiefen‘ Tönen ist. Rot hingegen wurde jedoch im 1. Versuch als Farbe mittlerer Helligkeit eingestuft. Eine relativ auffällig ausgeprägte Kongruenz zu tiefen Tönen überrascht.

Weitere Erkenntnisse, die zu einem Überdenken des Paradigmas für die Durchführung des Haupttests führten:

Der Vortest sah in Hinsicht auf reliablere Ergebnisse die zweifache Darbietung für jede mögliche Verknüpfung vor. Für Blau und Rot waren dies bei Doppelung durch WCCF-korrigierte und unkorrigierte Darbietungen insgesamt zwölf Helligkeitsschätzungen. Die Probanden berichteten auf Nachfragen und teilweise auch ohne Nachfragen, dass es ihnen schwer gefallen wäre, zum wiederholten Male dieselbe Anzahl an Schätzungen abzugeben, da diese Aufgaben offenbar eine hohe Konzentration verlangten.

#### **10.1.4 Konsequenzen für die Durchführung des Haupttests**

Die Konsequenzen, die aus den Ergebnissen des Vortests für die Versuchsanordnung des Haupttests gezogen wurden, sind im Einzelnen:

1. Mit den vier psychologischen Grundfarben wären bei Doppelung insgesamt 24 Helligkeitsschätzungen vorgesehen. Da es allerdings vereinzelt Konzentrationsschwierigkeiten bei langfristigeren Schätzungen geben könnte, wie die Erfahrungen des Vortests bereits



andeuteten, wird auf die Doppelung verzichtet. Stattdessen wird jede Farbe lediglich einmal mit einem hohen, einem tiefen und ohne Ton dargeboten.

2. Es wurden keine Farbglutefekte gemessen, die eine unterschiedliche Auswirkung auf die Kongruenzeffekte haben könnten. Dies mag daran liegen, dass der Helmholtz-Kohlrausch-Effekt immer bei simultaner Darbietung von ge- und entsättigten Farben zu einem Referenzweiß oder Referenzgrau aufgetreten sind. Diese Abweichungen schwanken jedoch interindividuell erheblich, so dass eigentlich kein allgemeingültiger WCCF gerechnet werden kann, denn dieser orientiert sich lediglich am Mittelwert. Zudem könnte es am Setting der Messung liegen. Die Probanden in Wyszeckis Studie, in der eben dieser Effekt untersucht wurde, gaben an, dass es schwieriger wurde, die Helligkeitsunterschiede zum Referenzweiß anzugeben, je entsättigter die Farben wurden<sup>249</sup> – dies könnte auf Schätzungen der Probanden beruhen aufgrund einer fehlenden Diskriminationsfähigkeit. Messbare Kongruenzeffekte scheinen sich tatsächlich bei sukzessiver Darbietung auf die Sättigung zu beschränken. Farbkorrigierende Maßnahmen durch den WCCF sind offenbar nicht nötig, werden aber zu Gunsten der Validität des Versuchablaufes dennoch gerechnet.

Die Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass den VPN die Möglichkeit der Auswahl einer stärkeren Sättigung der Farben gegeben werden muss. Ansonsten können durch den Gedächtnisfarbeneffekt Kongruenzeffekte, die bei der Darbietung mit tieferen Tönen auftreten könnten, nicht gemessen werden. Da die Kongruenzen in Bezug auf die Sättigung stärker zu sein scheinen als in Bezug auf die subjektiv empfundene Leuchtdichte, macht es keinen Sinn, den VPN bei voller Sättigung der Farben die Leuchtdichte weiter erhöhen zu lassen. Infolgedessen wurde die Funktion der Beimischung von reinem Schwarz hinzugefügt, die ab voller Farbsättigung der Präsentation in einem fließenden Übergang ermöglicht wird. Um die von den Probanden empfundene Gleichwertigkeit der zweiprozentigen Schwarzbeimischung zu der

---

<sup>249</sup> Vgl. Wyszecki, G. und Stiles, W. S. 1967. *Colour Science*. S. 411. John Wiley & Sons : London

zweiprozentigen Weißbeimischung zu gewährleisten, wurde diese derselben Gammakorrektur mit einem Gammawert von 1,0 unterzogen.

## 10.2. Der Haupttest

Die Änderungen, die aus den Ergebnissen des Vortestes resultierten, wurden übernommen. So war es nun den Probanden möglich, den Weiß- als auch den Schwarzanteil der wahrgenommenen Farben um bis zu 100% zu erhöhen und zu erniedrigen. Dies bedeutet, dass den Probanden die Farbhelligkeitsverschiebung entlang der Helligkeitsachse des HSL-Farbraumes möglich war.

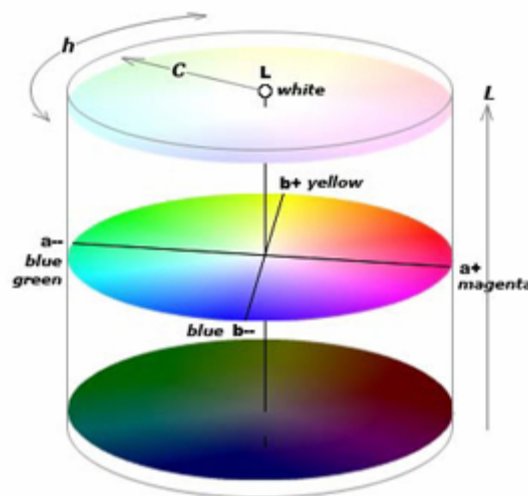


Abbildung 55: HSL-Farbraum (aus: [www.hexachroma.net/hsl](http://www.hexachroma.net/hsl), Stand: 02.11.2007)

Entsprechend den Erfahrungen des Vortests konnte die Farbe also ‚übersättigt‘ werden, indem ab der höchstmöglichen Sättigung bei weiterer Abweichung ins ‚Dunklere‘ Schwarz beigemischt wurde.

Bei jedem Klick bzw. pro Drehung des Mouserädchens wurde der jeweiligen Farbe 2% reines Weiß oder reines Schwarz hinzugefügt oder abduziert. Grauwerte konnten wie im Vortest nicht hinzugefügt werden, ebenso wenig waren Veränderungen des Buntgrades möglich.

Die Anzahl der Primärreize wurde erhöht. Zusätzlich zu reinem Rot und reinem Blau wurden Gelb und Grün hinzugefügt, die zusammen die psychologischen Grundfarben darstellen<sup>250</sup>. Andere Farben wie Orange oder Violett können als Mischungen aus Rot und Gelb bzw. Rot und Blau erkannt werden. Rot, Gelb, Grün und Blau hingegen sind nach mehreren Farbmodellen psychologisch reine Farben und finden sich in fast jeder

<sup>250</sup> Vgl. Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung*. S. 77. Zürich.

Form der kolorierten Notierungen. Deshalb sind Messungen möglicher Kongruenzeffekte zwischen Tönen und diesen Farben naheliegend.

Die **Primärstimuli** und ihre Mischungsverhältnisse entsprechend des RGB-Farbraumes sind im Einzelnen:

Grün	=	R 0; G 255; B: 0	mit 6 % Schwarzbeimischung
Rot	=	R 255; G 0; B 0	mit 12 % Weißbeimischung
Blau	=	R 0; G 0; B 255	mit 4 % Weißbeimischung
Gelb	=	R 255; G 255; 0	mit 4 % Schwarzbeimischung

Die **Sekundärreize** blieben dieselben, also 50Hz und 1000Hz.

Die einzelnen Paarungen waren:

*Kongruent:*

Blau mit tiefem Ton  
Gelb mit hohem Ton

*Inkongruent:*

Blau mit hohem Ton  
Gelb mit tiefem Ton

*In ihren Kongruenzen nicht von vornherein bestimmbar:*

Grün mit hohem Ton  
Grün mit tiefem Ton  
Rot mit hohem Ton  
Rot mit tiefem Ton.

### **Die Zusammensetzung des Pools gestaltete sich wie folgt:**

Der Pool bestand aus 98 Grundschulern zwischen 6 und 8 Jahren sowie aus 99 Erwachsenen im Alter von 18 bis 58 Jahren. Die Alterstufen wurden dahingehend ausgewählt, da zum einen Kongruenzeffekte bei den Erst- und Zweitklässlern besonders interessieren, weil kolorierte Notationen hauptsächlich für Kinder dieses Alters konzipiert werden. Zum anderen wäre es reizvoll, eventuelle Diskrepanzen zwischen Erwachsenen und Kindern aufzudecken, denn eine stärkere oder schwächere Ausprägung von beobachtbaren Kongruenzeffekten zwischen Kindern und Erwachsenen gäbe Anlass auch über die Bedeutung von Farb-Ton-Analogien in der Erwachsenenpädagogik nachzudenken.

Die Kinder waren Schüler aus den ersten und zweiten Klassen von zwei Grundschulen. Dabei wurde bei der Zusammenstellung des Pools darauf geachtet, dass Kinder mit bereits diagnostizierten Beeinträchtigungen des Hör- und Sehsinns nicht in den Pool aufgenommen wurden. Auch waren

alle Mitglieder des Pools der deutschen Sprache mächtig, was in Anbetracht der genauen Arbeitsanweisungen nötig war.

Der Erwachsenenpool bestand aus Angestellten und Studierenden der Universität Bielefeld. Auch sie wurden im Vorfeld nach eventuellen Krankheiten oder Schädigungen der im Test untersuchten Modalitäten befragt<sup>251</sup>. Ebenfalls verzichtet wurde auf die Aussortierung von vermeintlichen Synästhetikern, gleichwohl ist es möglich, dass unerkannte Synästhetiker im Pool auftauchen könnten. Das Ergebnis wäre nicht repräsentativ, wenn deren Ergebnisse nicht in die Statistik mit einfließen würden. Die individuellen Wahrnehmungen der Synästhetiker könnten aufgrund ihrer Intensität weitaus stärkere Kongruenzeffekte aufweisen als die von Nicht-Synästhetikern. Auch benötigt der Test zur ‚Diagnose‘ des Phänomens, der Baron-Cohen-Test, einen längeren Zeitraum zur Durchführung<sup>252</sup>. Deshalb wurden die echten Farbenhörer bewusst nicht vom Pool getrennt.

**Die Auswahl des Ortes der Durchführung musste mehreren Kriterien genügen:**

Die Versuche wurden in abgedunkelten Räumen durchgeführt, wobei allerdings bei beiden Probandengruppen eine kleine Lampe hinter einer Abtrennung aus Pappe ein indirektes Licht von sehr geringer Helligkeit abgab, das die meisten Details im Halbdunkel erkennen ließ. Dieses Setting wurde gewählt, um die jungen Probanden nicht durch völlig abgedunkelte Räume schon im Vorfeld zu verängstigen. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit wurden die Erwachsenen natürlich denselben Lichtverhältnissen ausgesetzt. Für den Versuchsaufbau wurden die Monitore sowie die Rechner und Grafikkarten derselben Bauart wie im Vortest verwendet.

### **10.2.1 Zur statistischen Methodik**

Die Datenverteilung ermöglicht das Rechnen einer einfaktoriellen Varianzanalyse. Um eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)

---

<sup>251</sup> Anm. : Zwar wäre eine ausführliche Anamnese sinnvoll gewesen, dies war jedoch im Rahmen des Projektes nicht möglich.

<sup>252</sup> Vgl. Baron-Cohen, Simon et. al. 1993. Coloured speech perception : Is synaesthesia what happens when modularity breaks down ? In *Perception* 22: S. 419-426

rechnen zu können, sollte im Vorfeld der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest durchgeführt werden. Mit diesem Test kann geprüft werden, ob die Wahrscheinlichkeitsverteilungen innerhalb des Tests übereinstimmen. Wird dabei das Signifikanzniveau, welches die Irrtumswahrscheinlichkeit repräsentiert, von 5% überschritten, kann die Nullhypothese verworfen werden, da diese voraussetzt, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilung zwischen den Gruppen bei 95 - 100% liegt. Die 5-Prozent-Marke ist ein per Konvention festgelegtes Akzeptanzmaß für psychologische Tests<sup>253</sup>. Ein zweiter, der Varianzanalyse vorgeschalteter Test ist der Vergleich der Homogenität der Varianzen, in diesem Falle der Levene-Anpassungstest mit gleichzeitiger Signifikanzkorrektur nach Lillefoers. Dadurch wird untersucht, ob die erhaltenen Varianzen innerhalb der Variablen homogen, d.h. gleich hoch oder gleich niedrig sind. Sollte das Signifikanzniveau von 5% hierbei überschritten werden, so kann ohne weiteres die einfaktorielle ANOVA durchgeführt werden, die bei ihrer Berechnung von einem dementsprechenden Signifikanzniveau dieses Vortests ausgeht. Sollten die Ergebnisse die Durchführung einer ANOVA legitimieren, dann wird die einfaktorielle Varianzanalyse für alle abhängigen Variablen, also Rot, Grün, Blau und Gelb, angewandt. Dies ist natürlich nur ein globaler Test, der misst, ob die Verteilungen innerhalb der Variablen auf Zufall beruhen oder nicht.

Daher lautet die Nullhypothese:

*H0: Die sekundäre Tondarbietung hat keinen Einfluss auf die Helligkeitseinschätzung der gesehenen Farben.*

Die Alternativhypothese ist dementsprechend:

*H1: Die sekundäre Tondarbietung nimmt Einfluss auf die Helligkeitseinschätzung der gesehenen Farben.*

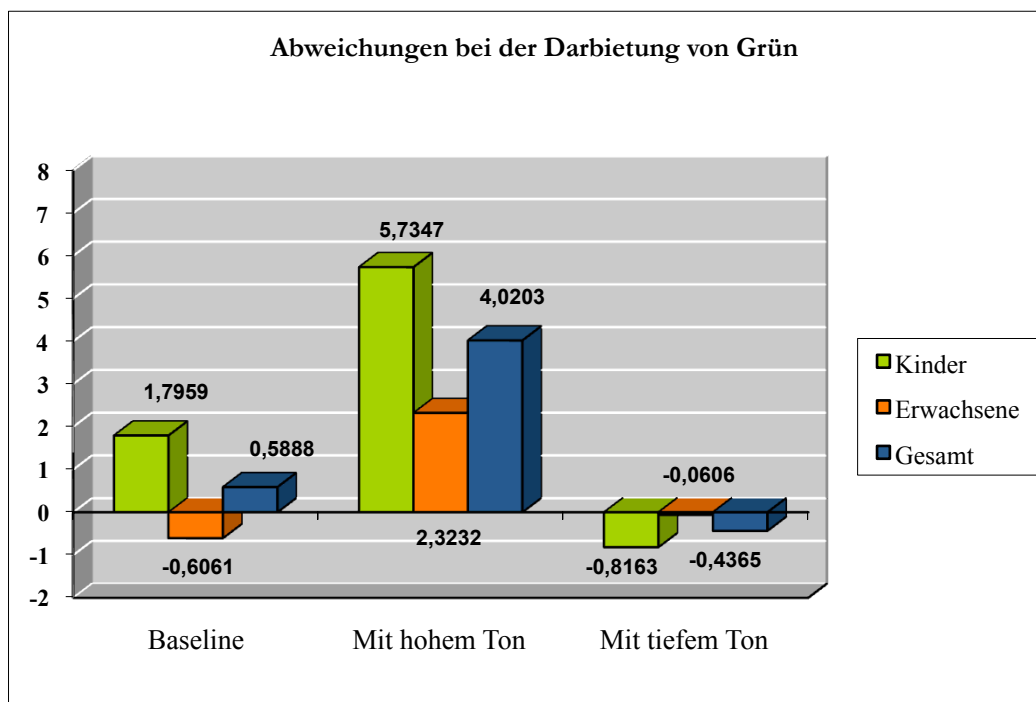
Sollte die Fehlerwahrscheinlichkeit unter 5% liegen, dann wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese als richtig angenommen. Zur genaueren Diskriminierung wird ein Post-hoc-Test nach dem Scheffé-Verfahren nachgeschoben, der die statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen genauer darstellt.

---

<sup>253</sup> Vgl. Bortz, J. und Döring, N. 2002. *Forschungsmethoden und Evaluation; Für Human- und Sozialwissenschaftler*. S. 30. Berlin, Heidelberg: Springer

### 10.2.2 Die Ergebnisse des Haupttests

Wie erwartet sind in beiden Probandenpools bei allen Farbdarbietungen Kongruenzeffekte aufgetreten, wenngleich in sehr unterschiedlich stark ausgeprägter Form. Abbildung 56 bis 59 veranschaulichen die durchschnittlichen Abweichungen für jede einzelne Farbe, also für jeden Primärstimulus, abhängig von den verwendeten Sekundärstimuli. Bei den kongruenten Paarungen Gelb - hoher Ton sowie Blau - tiefer Ton sind weitaus geringere Abweichungen gemessen worden als bei den inkongruenten Paarungen Gelb – tiefer Ton und Blau – hoher Ton. Die zuvor durchgeführten Tests zur Varianzhomogenität und zu den Normalverteilungen erbrachten in allen Fällen ein Signifikanzniveau von über 5%, was die Durchführung der globalen, einfaktoriellen Varianzanalysen legitimiert. Diese zeigen hochsignifikante Unterschiede der Varianz zwischen den Gruppen im Vergleich zu den Varianzen innerhalb der Gruppen mit Schwankungen von  $p=0,000$  bis  $p=0,013$  (siehe Anhang). Die Nullhypothese wird verworfen und die Alternativhypothese, nämlich eine nicht-zufällige Verteilung der Messwerte angenommen. Konform gehen diese Effekte mit den Ergebnissen des Vortests.



**Abbildung 56: Durchschnittliche Abweichungen bei Grün**

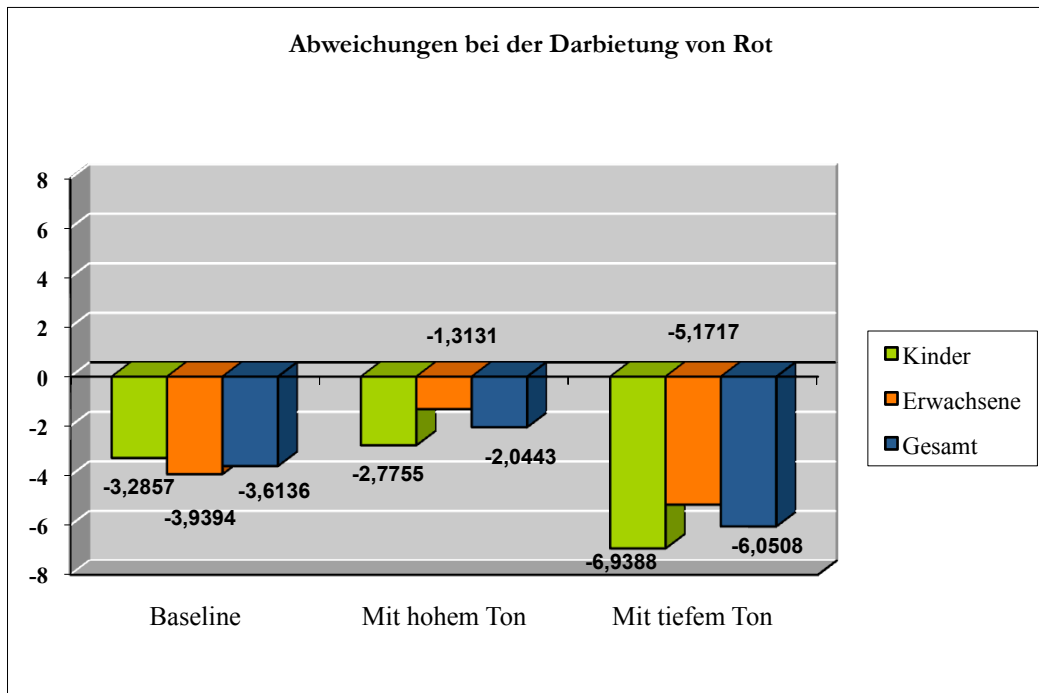


Abbildung 57: Durchschnittliche Abweichungen bei Rot

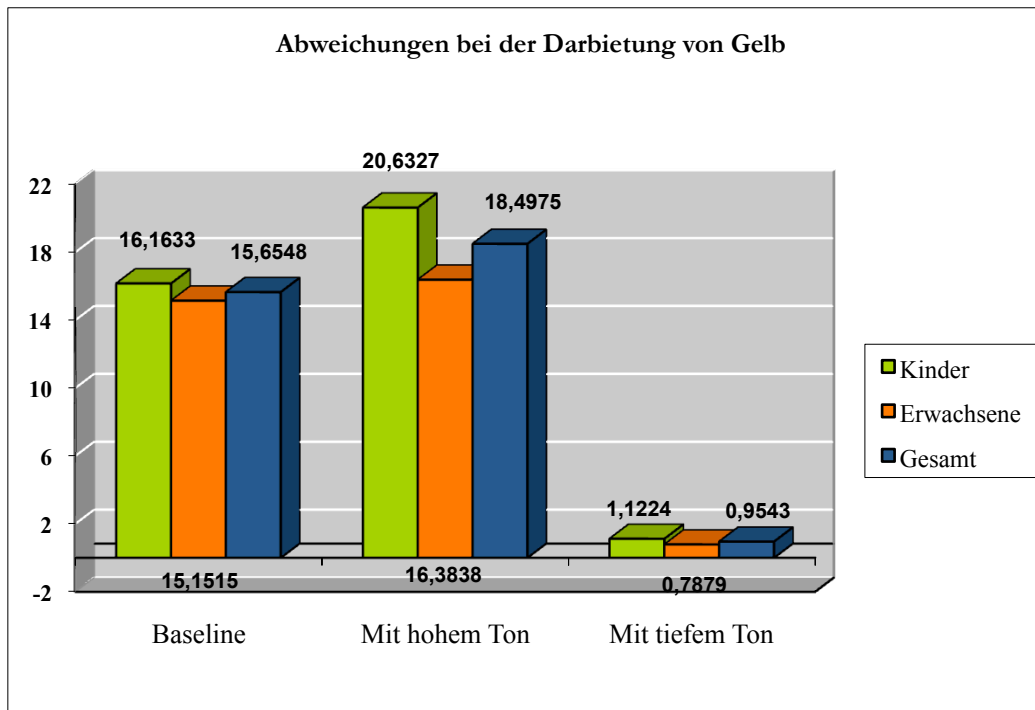
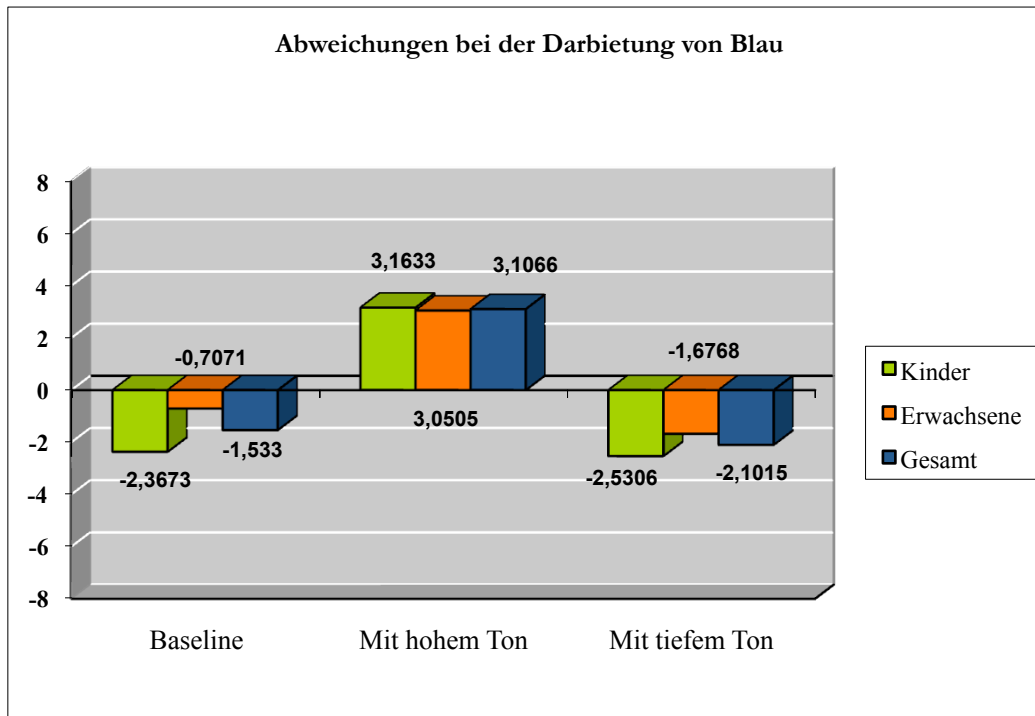


Abbildung 58: Durchschnittliche Abweichungen bei Gelb



**Abbildung 59: Durchschnittliche Abweichungen bei Blau**

### 10.2.3 Interpretation der Daten

Die daraufhin durchgeführten Post-hoc-Mehrfachvergleiche nach dem Scheffé-Verfahren zwischen den einzelnen Gruppen erbrachten folgende Erkenntnisse:

1. Bei den Farbschätzungen im Grün-Bereich wurden sowohl bei den Erwachsenen als auch bei den Kindern sowie bei den zusammengerechneten Ergebnissen beider Pools signifikante Unterschiede zwischen den Abweichungen bei der Darbietung mit einem hohen Ton im Vergleich zur baseline gemessen (die Fehlerwahrscheinlichkeit betrug zwischen 0 und 2,1 Prozent) bei einer prozentualen Abweichung von 4,06% bei der Kindergruppe und 2,92% bei der Erwachsenengruppe. Im Gegensatz dazu waren die Abweichungen, die bei der Darbietung mit tiefem Ton gemessen wurden bei beiden Pools und dem Gesamtpool nicht signifikant ( $p=0,117$ ,  $p=0,873$ ) und  $p=0,461$ . Grün als Farbe mittlerer Helligkeit weist also bei der Darbietung mit hohen Tönen auffällige Kongruenzeffekte auf, bei der Präsentation mit tiefen Tönen hingegen nicht.
2. Die Kongruenzeffekte im Rotbereich zeigten sich bei der Darbietung des tiefen Tones als Sekundärstimulus. Waren keine großen prozentualen Abweichungen bei der Präsentation mit hohem Ton zu messen (0,51%



bzw. 2,63%), so betragen die messbaren Abweichungen bei tiefen Tönen immerhin 3,65% bei Kindern und 3,86% bei den Erwachsenen. Während die Ergebnisse der Mehrfachvergleiche signifikante Abweichungen bei tiefen Tonhöhen in allen ‚drei‘ Pools aufzeigten mit den Fehlerwahrscheinlichkeiten 0%, 1,2% und 2,4%, waren keine signifikanten Abweichungen bei Darbietungen hoher Töne zu messen.

3. Die Kongruenzeffekte bei der inkongruenten Paarung von Gelb mit tiefem Ton waren mit Abweichungen von 19,51% bei Kindern und 14,36% bei Erwachsenen zur baseline nicht nur quantitativ am stärksten ausgeprägt, sie wiesen auch mit  $p=0,000$  in beiden Pools die größtmögliche Signifikanz auf. Demgegenüber stehen auch kleinere Effekte bei kongruenter Paarung von Gelb mit einem hohen Ton in Form einer Abweichung von 4,47% bei den Kindern und 1,23% bei den Erwachsenen, die bei der Kindergruppe auch signifikant ist.

4. Die inkongruente Paarung von Blau mit einem hohen Ton erbrachte prozentual recht hohe Abweichungen von 5,53% bzw. 3,75%. Diese Paarungen waren in allen Pools mit Fehlerwahrscheinlichkeiten von weniger als 0,01% hochsignifikant. Keine Signifikanz hingegen wiesen die Messwertverteilungen bei der kongruenten Paarung Blau – tiefer Ton auf, wobei auch die prozentualen Abweichungen in diesem Falle mit 0,97% und 0,16% eher marginal waren.

5. Die Unterschiede zwischen den Abweichungen bei der Darbietung von hohen Tönen im Vergleich zu den Darbietungen mit tiefen Tönen sind in jedem Falle statistisch signifikant. Es gibt demnach in jedem Falle messbare Unterschiede bei wechselnden Sekundärstimuli.

6. Die Differenzen zwischen den Schätzungen von Kindern und Erwachsenen sind lediglich bei der Darbietung von Gelb mit 4,3% stärker ausgeprägt. Ansonsten zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Einschätzungen beider Altersgruppen. Auch ist die generelle Grundtendenz sowohl bei Kindern als auch Erwachsenen dieselbe.

Kinder und Erwachsene zeigen bei inkongruenten Verknüpfungen von hohen Tönen mit dunklen Farben und von tiefen Tönen mit hellen Farben statistisch signifikante Abweichungen in der Farbhelligkeitseinschätzung.

Die Größe dieser Abweichungen hängt dabei vom Grad der Kongruenz ab – je stärker sich die transmodale Qualität der Helligkeit der Farbe von der ‚Helligkeit‘ des Tones unterscheidet, desto stärker scheinen hierbei die Abweichungen zu sein.

Andererseits gibt es auch Abweichungen bei der Darbietung von Farben und Tönen, deren Kongruenz im Vorfeld nicht zu bestimmen war, wie etwa bei Rot- und Grün zu den jeweiligen Sekundärstimuli. Auch bei Gelb mit hohem Ton, deren Verknüpfung im Vorfeld als kongruent bestimmt worden war, gab es wider Erwarten signifikante Abweichungen. Dabei muss betont werden, dass es kaum Anhaltspunkte zwischen absoluten Tonhöhen und absoluten Helligkeiten gibt. Denn allgemeingültige Tabellen zwischen wellenlängenspezifischen Farbhelligkeiten und Tonhöhen wurden noch nicht erstellt. Demzufolge mussten die Stimuli für diesen Versuch wenn nicht willkürlich, so doch eher aus einem intuitiven Empfinden heraus und aus der Interpretation der Daten früherer Experimente mit monochromatischem Licht gewählt werden. Wie bereits erwähnt sind 1000Hz keine außergewöhnlich hohe Frequenz im Vergleich zu der tatsächlichen hörbaren Tonhöhe von 22KHz. Bedingt durch das relative Verhältnis der Stimuli zwischen 50 und 1000 Hz lassen sich die einzelnen Töne jedoch recht eindeutig als hoch und tief definieren. Die Tatsache, dass ein eher mittelhoher Ton von 1000Hz Kongruenzeffekte bei hellen Farben wie Gelb hervorruft spricht für ein relatives Verständnis der Tonhöhe.

Aufgrund der Vielzahl an möglichen Stimuli, die für ein solches Paradigma verwendet werden können ist es schwierig, aus den erhaltenen Daten allgemeingültige Aussagen ableiten zu können. Es ist möglich, dass die gemessenen Effekte, die bei den verwendeten Farbtönen bzw. bei den Frequenzen eintreten bei leichten Veränderungen der Stimuli andere Ausmaße annehmen können.

Zwei Beobachtungen sind von der Datenlage her weitgehend konsistent:

1. Die Reproduktion der zuvor wahrgenommenen Farbtöne weicht umso stärker ab, je mehr die transmodale Qualität der Helligkeit des

Primärstimulus von der des Sekundärstimulus abweicht. Der Unterschied der Ton-, „Helligkeit“ und der zugehörigen Farbhelligkeitsbeeinflussung lässt sich an den unterschiedlich ausgeprägten Abweichungen zwischen dem ersten und dem zweiten Sekundärstimulus erkennen. Die Unterschiede zwischen den Stimuli und die Unterschiede zur baseline bestätigen die Hypothese, dass gehörte Töne die Helligkeitseinschätzung generell beeinflussen.

2. Es gibt bereits messbare Abweichungen im Kindesalter, die denen des Erwachsenenpools entsprechen. Kinder scheinen etwas anfälliger für derartige Kongruenzeffekte zu sein.

Die Beeinflussung der wahrgenommenen Farbhelligkeiten durch parallel wahrgenommene Tonhöhen wurde dadurch nachgewiesen. Im nächsten Kapitel soll die Beeinflussung der wahrgenommenen Tonhöhe durch parallel dargebotene Farben gemessen werden.

## **11. Die Beeinflussung der Tonhöheneinschätzung durch die Wahrnehmung subjektiver Farbhelligkeiten**

Die Beeinflussung der Helligkeitseinschätzung durch simultan gehörte Töne wurde bereits im ersten Versuchsdurchlauf bestätigt.

In Anbetracht der Verwendung von Farb-Ton-Analogien in farbigen Notationen ist es nun natürlich besonders interessant zu sehen, ob diese messbare Beeinflussung auch in die andere Richtung stattfindet. Denn eine Beeinflussung der Einschätzung des Gehörten durch gleichzeitig dargebotene, sekundäre Stimuli, die bei der Multikodierung von Tonhöhen und Farben geschehen einträte, könnte Einfluss auf den Lernerfolg beim Erlernen der Notenschrift haben. Auch andere negative und positive Effekte wären denkbar. Sie werden im Anschluss an dieses Kapitel noch diskutiert werden.

### ***11.1. Der Vortest***

Als Paradigma war zunächst ein ähnlich Differenziertes wie beim ersten Versuch vorgesehen. Den Kindern sollte ein Sinuston mit einer

bestimmten Höhe dargeboten werden, beispielsweise 150Hz. Direkt im Anschluss sollten die Probanden den zuvor gehörten Ton ‚wiederfinden‘. Dazu wurde ihnen ein Frequenzgenerator zur Bedienung gegeben, bei dem sie mit Hilfe eines Drehreglers Sinustöne unterschiedlicher Frequenzen erzeugen konnten. Die Idee war, dass die Probanden den Drehregler auf die zuvor gehörte Frequenz einstellten, die der Versuchsleiter nun direkt vom Regler hätte ablesen können.

Allerdings erwies sich das Versuchsparadigma als untauglich. Die jungen Probanden verfielen nach der Präsentation schnell in ein spielerisches Ausprobieren dieser ungewöhnlichen Apparatur, mit der ganz famose Klänge erzeugt werden konnten. Zudem ergab der Versuch keine Daten, die hätten ausgewertet werden können. Denn offensichtlich war die Aufgabe einen Ton im Gedächtnis zu behalten zu anspruchsvoll, sowohl für die Probanden mit musikalischen Vorerfahrungen als auch für Probanden ohne Musikerfahrung. Weniger als ein Drittel der Teilnehmer konnte überhaupt definitive Schätzungen abgeben.

Infolgedessen wurde sich also für eine alternatives, komparatives Paradigma entschieden, das ähnlich dem Melaras konzipiert war<sup>254</sup>.

#### *Die Zusammensetzung des Pools:*

Der Probandenpool bestand aus neun Kindern im Alter zwischen sechs und acht Jahren. Da die Kongruenzeffekte bei Erwachsenen in ihren einzelnen Ausprägungen gegenüber den Kindern nicht nur sehr ähnlich waren, sondern sich statistisch auch nur in einem Falle signifikant unterschieden, wurde auf einen weiteren Erwachsenenpool verzichtet, da diesbezüglich keine aussagekräftigen Ergebnisse erwartet wurden.

#### *Der Versuchsaufbau:*

Als Equipment wurden dieselben Monitore und Computer verwendet wie in Versuch 1. Die Probanden saßen in einem abgedunkelten Raum, der zudem durch seine Position im Gebäude vor Nebengeräuschen geschützt war. Wie im ersten Versuch war dieser Raum in Hinblick auf das geringe Alter der VPN ebenfalls indirekt schwach beleuchtet. Die Darbietung der

---

<sup>254</sup> Vgl. Melara, Robert 1989. Dimensional Interaction Between Color and Pitch. In *Journal of Experimental Psychology*. 15(1): S. 66-79

Stimuli erfolgte mittels eines kalibrierten Röhren-Computermonitors und durch Kopfhörer des Modells SHN 9500 der Marke Philips.

Als Präsentationsprogramm wurde in diesem Falle Microsoft Powerpoint verwendet. Im Gegensatz zum vorherigen Versuch mussten sie den Präsentationsablauf nicht selbstständig bestimmen, die Steuerung oblag dem Versuchsleiter.

### **11.1.1 Das Paradigma des Vortests**

Den Probanden wurden kurz hintereinander zwei Töne präsentiert, die sie miteinander vergleichen sollten. In Melaras Versuch wurden lediglich 10 Hz Unterschied zwischen den Tönen gewählt. Aber in Anbetracht der Tatsache, dass hier eine gewisse Relevanz zur musikalischen Praxis gewahrt werden sollte, wurden in dieser Untersuchung als Primärstimuli die Frequenzen 293,7 und 311,1 Hertz gewählt. Dies entspricht bei 440Hz des Kammertones a' und bei gleichschwebend temperierter Stimmung den Tönen d' und es'. Das Intervall zwischen den Tönen beträgt somit einen Halbtonschritt.

Dieses Tonpaar wurde nunmehr sowohl in aufsteigender als auch in absteigender Reihenfolge dargeboten. Als Sekundärstimuli wurden bei diesem Versuch jene Farben verwendet, die im zuvor durchgeführten Test der Farbhelligkeitshierarchie in ihren Helligkeiten als eindeutig voneinander unterscheidbar bestimmt worden waren, nämlich reines Gelb und reines Blau mit den RGB-Werten R 0; G 0; B 255 für Blau und R 255; G 255; 0 für Gelb.

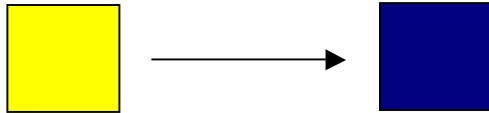
Bei der Präsentation wurden die Töne nun mit kongruenten, inkongruenten und ohne Sekundärstimuli präsentiert. Die Probanden bekamen anschließend die Aufgabe, den höheren Ton zu bestimmen. Es wurde bewusst auf ein „speeded class paradigm“ verzichtet, um die VPN keinem unnötigen Stress auszusetzen. Bei der Beantwortung der Fragen standen sie unter keinerlei Zeitdruck. Ausschließlich die Richtigkeit der Aussage war für die Messung relevant. Nach jeder Präsentation wurde eine Antwort auf die Frage: „Welcher Ton ist der höhere von den beiden, die du hörst – der erste oder der letzte?“, erwartet. Die möglichen Stimulikonstellationen lassen sich den folgenden Beispielen entnehmen:

*Beispiel: baseline*

1. Hoher Ton → 2. Tiefer Ton → Vergleich

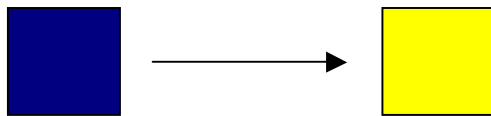
*Beispiel: kongruent:*

1. Hoher Ton → 2. Tiefer Ton → Vergleich



*Beispiel: inkongruent*

1. Hoher Ton → 2. Tiefer Ton → Vergleich



Um die baseline zu messen, also die grundsätzliche Fähigkeit der Probanden, die beiden Töne unbeeinflusst voneinander zu unterscheiden, behielt der Bildschirm während der Darbietung der Töne das neutrale Grau bei, das zwischen den Farbpräsentationen als Hintergrund diente. Natürlich gibt es kein „neutrales“ Grau in Bezug auf die Farbhelligkeit, aber es war wichtig, dass der Sekundärstimulus stets gleich bleibend dieselbe Helligkeit beibehielt. Alternativ hätten die Probanden auch die Augen schließen können, da bei geschlossenem Auge die Helligkeitswahrnehmung ebenfalls gleich bleibend (nämlich verschwindend gering) ist. Jedoch könnten dadurch zusätzliche störende Effekte entstehen, da die Konzentration nun lediglich auf einen Sinn fokussiert wäre, wenngleich die Probanden angehalten wurden, sich ausschließlich auf die gehörten Töne zu konzentrieren und den Bildschirm zu betrachten. Wie beim ersten Versuch ist so eine Anweisung natürlich kaum konsequent zu befolgen, sie sollte dessen ungeachtet die Fokussierung der Aufmerksamkeit lenken.

Wie zuvor wurden bei der Vorab-Bestimmung der Kongruenzen die Erkenntnisse des vorherigen Versuches herangezogen, nach dessen Ergebnissen die Kongruenzeffekte zwischen hohen Tönen und dunklen Farben sowie zwischen tiefen Tönen und hellen Farben bei der Sehbeeinflussung am stärksten ausgeprägt waren.

### **11.1.2. Effekte und Ursachen, die sich störend auf die Ergebnisse auswirken könnten**

Glücklicherweise gab es im Gegensatz zum Sehsinn weniger Störfaktoren, die im Vorfeld eliminiert werden mussten und die hier kurz zusammengefasst werden sollen:

1. Der störende Einfluss der Lautstärke auf die gehörte Tonhöhe muss beachtet werden. Unterschiedlich hohe Töne werden auch unterschiedlich laut wahrgenommen (s.o.). Betrag der Unterschied beim ersten Test jedoch 950Hz, so war der Frequenzabstand bei diesem Versuch mit lediglich 17,4Hz weitaus geringer. Dennoch wurde bei der Erstellung der Sinustöne mittels des Programmes Tone-Generator darauf geachtet, dass der Schalldruck dem subjektiven Hörempfinden angepasst wurde, um Effekte unterschiedlicher Lautstärken zu vermeiden, die ihrerseits ja ebenfalls Kongruenzeffekte in Bezug auf Helligkeit hervorrufen können.
2. Die Helligkeit der Grundfarben konnte hier mittels isoluminanter Darstellung per Kalibrierung der Grafikkarte erreicht werden. Dies bedeutet, dass die Farben mit gleicher Leuchtdichte präsentiert wurden, um sicherzustellen, dass eventuelle Kongruenzeffekte auf jeden Fall auf der subjektiven Farbhelligkeitsempfindung beruhen.
3. Einige Kinder dieses Alters hatten in einigen Fällen noch nicht die Bezeichnung von Tönhöhen mit „hoch“ und „tief“ verinnerlicht. Häufig wird Vokabular wie „hell – dunkel“ oder „scharf/spitz – dumpf“ verwendet, wie eine zuvor kurz durchgeführte Befragung der Probanden und der Lehrer ergab. Um zu gewährleisten, dass die Antwort auf die Frage auch tatsächlich die Tonhöhe benennt, wurden mit den wenigen Schülern, die über dieses Vokabular noch nicht verfügten, die Begriffe

im Vorfeld des Versuches eingeübt und in ein paar Testdurchläufen abgefragt. Da die Erstklässler allerdings allesamt bereits ein halbes Jahr und länger Musikunterricht erhalten hatten, war dies eher die Ausnahme.

4. Eventuelle Schädigungen des Gehörs organischer, neuronaler oder psychologischer Art konnten im Rahmen des Projektes selbstverständlich nicht mit einer ausführlichen Anamnese im Vorfeld erkannt werden. Hier musste sich auf die Aussage der Eltern verlassen werden, die in Bezug auf die Hörfähigkeit ihrer Kinder befragt wurden. Dieser Umstand stört allerdings nicht, wenn man bedenkt, dass im Musikunterricht und auch im Instrumentalunterricht nicht ausschließlich einwandfrei hörende Kinder sitzen. Insofern ist die Auswahl der Probanden als „praxisnah“ zu bewerten.

5. Die Fähigkeit der Kinder, Intervalle voneinander unterscheiden zu können ist abhängig von den jeweiligen Tonschritten. Dabei sind nicht unbedingt die kleinsten Intervalle am schwersten zu bestimmen<sup>255</sup>. Da die Kinder hier aber nur die Höhe der Töne miteinander vergleichen mussten und nicht verschiedene Intervalle, sollten dadurch keine Nebeneffekte auftreten. Um eventuelle Effekte der Präsentationsreihenfolge zu umgehen – es wäre möglich, dass der Halbtonschritt aufwärts einfacher zu erkennen ist als der Halbtonschritt abwärts – wurden alle Paarungen, also baseline, kongruent und inkongruent, randomisiert in beide Richtungen dargeboten. Folglich wurden den VPN insgesamt sechs Paare präsentiert.

Die Ergebnisse des Vortests überraschen in der Ausprägung der Kongruenzeffekte.

		Häufigkeit baseline	Häufigkeit inkongruent	Häufigkeit kongruent
Gültig	Korrekt	8	2	9
	Falsch	5	11	4
	Gesamt	13	13	13

**Tabelle 3: Ergebnisse des Vortests - absolute Häufigkeiten**

Wie auch im ersten Vortest soll hier auf eine Varianzanalyse in Hinblick auf den kleinen Pool verzichtet werden. Allerdings stehen den 8

<sup>255</sup> Siehe Kapitel 13



korrekten Beantwortungen, was ca. 61,5% der Antworten ausmacht, bei der baseline die mit 9 korrekten Antworten unwesentlich verbesserte Rate von 69,2% bei kongruenter Kopplung und die mit 2 korrekten Antworten wesentlich verschlechterte Rate von 15,4% bei inkongruenten Verknüpfungen gegenüber.

Die Fehlerquote stieg somit um mehr als das Doppelte. Es scheinen sehr stark ausgeprägte Kongruenzeffekte bei inkongruenter Kopplung vorzuliegen.

### **11.1.3 Konsequenzen der Ergebnisse des Vortests für den Haupttest**

Das gewählte Paradigma scheint Kongruenzeffekte auf die Tonhöhenwahrnehmung bzw. auf den Entscheidungsprozess bei der Einschätzung aufzudecken und wird somit für den Haupttest übernommen. Auch empfanden die jungen Probanden die Aufgabenstellung nicht als zu anspruchsvoll, so dass derselbe Versuch nun mit einem größeren Pool durchgeführt werden konnte.

## **11.2. Der Haupttest**

Da das Versuchsparadigma im Vortest bestand, wurden der Aufbau und der Versuchsablauf beibehalten. Im Gegensatz zum ersten Versuch erfuhr die Zusammensetzung des Pools jedoch einige Änderungen. Da die Unterschiede der Farbhelligkeitschätzung zwischen den Erwachsenen und den Kindern eher marginal waren, geschah eine Einteilung des Pools in Kinder mit und in Kinder ohne musikalische Vorerfahrungen. Dieser Einteilung lag die Überlegung zu Grunde, dass ein geschultes Gehör derartige Höraufgaben eventuell besser lösen könne als ein ungeschultes. Zumindest sollte dies den Erwartungen von Instrumental- und Musikpädagogen entsprechen. Hierbei bestand das Forschungsinteresse darin, ob ein geübtes Gehör in gleicher Weise Kongruenzeffekten durch sekundäre, visuelle Stimuli erliegen könne als ein ungeübtes.

Als musikalische Vorerfahrung wurden chorische Aktivitäten, musikalische Früherziehung und Instrumentalunterricht angesehen. Die

meisten Kinder hatten bereits ein halbes Jahr Musikunterricht an ihrer Schule hinter sich. Dieser wurde aber als musikalische Vorerfahrung ausdrücklich nicht gewertet, da der größere Zeitaufwand von zusätzlichen, musikalischen Aktivitäten in einer größeren Hörkompetenz der SchülerInnen resultieren sollte.

*Die Auswahl an Stimuli wurde erweitert:*

Der Vortest hatte mit den Primärstimuli d' und es' und den Sekundärstimuli Gelb und Blau bereits beachtliche Kongruenzeffekte aufgezeigt. Zunächst wurde die Erweiterung der Primärstimuli mit größeren Intervallen erwogen. Es stellte sich dabei jedoch die Frage, worin darin der mögliche Erkenntnisgewinn liegen sollte. Denn bestimmten Intervallen vor anderen den Vorzug zu geben wäre logisch nicht zu rechtfertigen gewesen, zumal für das generelle Erscheinen von Kongruenzeffekten bei bestimmten Farb-Ton-Kombinationen ein einziges Intervall ausreicht. Hinzu kam, dass die Konzentrationsfähigkeit der jungen Probanden für diese anspruchsvolle Höraufgabe bei zunehmender Länge des Versuches abnahm, wodurch die Anzahl der Höraufgaben beschränkt werden musste.

Dafür wurde eine Variation der Sekundärstimuli im Vergleich zu den im Vortest verwendeten eingeführt. Der beobachtete Kongruenzeffekt könnte nicht nur von dem Farbhelligkeitsunterschied von Gelb und Blau herrühren, sondern auch auf affektiver Ebene zu suchen sein. Denn beides sind Komplementärfarben, die somit den größtmöglichen Farbkontrast darstellen. Dies entspricht unserem subjektiven Farbempfinden – wir können uns kein gelbliches Blau oder bläuliches Gelb vorstellen<sup>256</sup>. Diese Effekte könnten eventuell auch mit diesem Bunttonkontrast zusammenhängen. Um dies zu klären, wurden als weitere Sekundärstimuli das Gegenfarbpaar Grün-Rot ausgewählt<sup>257</sup>. Auch bei dieser Kombination liegt ein größtmöglicher Farbkontrast vor. Wenngleich die eigentliche Komplementärfarbe von Grün ein etwas ins Violett tendierende Rot ist, so wird sich hier dennoch für ein reines Rot entschieden, da dieses weitaus häufiger in Farb-Ton-Analogien zu finden

---

<sup>256</sup> Vgl. Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – Eine multidisziplinäre Betrachtung*. S. 77. Zürich.

<sup>257</sup> Vgl. Heimendahl, Eckart. 1961. *Licht und Farbe*. S. 131. Berlin: De Gruyter

ist. Wie bereits Versuch 1 gezeigt hat, unterscheiden sich Grün und Rot in ihrer Farbhelligkeit nicht signifikant voneinander, im Gegensatz zu Blau und Gelb. So kann durch den direkten Vergleich zwischen den Effekten durch die gegensätzlichen Paare geklärt werden, ob es sich tatsächlich um Kongruenzen von Tonhöhe mit Helligkeit handelt oder um andere, komplementärfarbenbasierende Kongruenzen.

Die *Primärstimuli* waren:

Ein Sinuston von 293,7 Hertz und 311,1 Hertz bei einer Lautstärke (dem Hörempfinden angepasster Schalldruck) von 40 Phon.

Als *Sekundärstimuli* und wurden folgende Farben verwendet und isoluminant dargeboten:

Grün	=	R 0; G 255; B: 0	Blau	=	R 0; G 0; B 255
Rot	=	R 255; G 0; B 0	Gelb	=	R 255; G 255; 0

Die möglichen Darbietungen ließen folgende Kombinationen zu:

**1. Paar:**

Gelb mit hohem Ton  
Blau mit tiefem Ton

**Kongruenz:**

→ kongruent

Gelb mit tiefem Ton  
Blau mit hohem Ton

→ inkongruent

**2. Paar:**

Rot mit hohem Ton  
Grün mit tiefem Ton

→ nicht bestimmbar

Rot mit tiefem Ton  
Grün mit hohem Ton

→ nicht bestimmbar

**Baseline:**

Grau mit hohem Ton  
Grau mit tiefem Ton

→ nicht bestimmbar

Analog zum Vortest und zum ersten Versuch ließen sich bei diesen Paarungen bereits einige Kongruenzen vorab bestimmen. Andere sind

hingegen nicht vorher bestimmbar gewesen, wie z.B. Rot und Grün, die genau wie das verwendete Grau in ihrer Helligkeit kaum oder keine Unterschiede aufwiesen, sondern lediglich in ihrem Buntgrad komplementär angeordnet worden sind.

Die den Probanden gestellte Frage war ebenfalls dieselbe wie die des Vortests. Es ist wichtig zu erwähnen, dass es sich nicht um ein Forced-Choice-Verfahren handelte. Wenn sich die Kinder unschlüssig waren, ob nun der erste oder der zweite Ton der höhere sei, dann konnten sie auch mit ‚gleich hoch‘ antworten. Alle Antworten, die nicht den höheren Ton korrekt benannten, wurden als inkorrekte Antworten in die Statistik aufgenommen. Dieses Vorgehen verringerte das Risiko, dass Tonhöhenunterschiede, die eigentlich nicht gehört wurden, durch Raten der Probanden dennoch als korrekte Antworten gezählt wurden. Denn die Wahrscheinlichkeit des Ratens der korrekten Antwort verringerte sich bei mehreren Antwortmöglichkeiten.

### **11.2.1 Zur statistischen Methodik**

Da bei diesem Test ausschließlich nominalskalierte, dichotome Variablen vorlagen, war die Durchführung der Tests auf Normalverteilungen, auf Varianzgleichheit und somit auch der ANOVA und des anschließenden Scheffé-Tests, die beide auf Homogenität der Varianzen angewiesen sind, nicht möglich. Stattdessen wurde auf den McNemar-Chi-Quadrat-Test zurückgegriffen, der zu der jeweiligen Kreuztabelle gerechnet wurde und insbesondere für dichotome, nominalskalierte Variablen ausgelegt ist. Die Kreuztabelle erlaubt den direkten Vergleich zwischen erwarteter und tatsächlicher Verteilung, während der Test die Signifikanz der Abweichungen darstellen kann, wenn auch nicht deren Richtung, die aber ohne weiteres aus den deskriptiven Daten entnommen werden kann. Da der McNemar-Test genau zwei Variablen miteinander vergleicht, wurde er mehrmals gerechnet und zwar für folgende Variablen:

1. Baseline\*Kongruent, Baseline\*Inkongruent, Baseline\*Grünhoch und Baseline\*Rothoch
2. Kongruent\*Inkongruent und Grünhoch\*Rothoch

Der Chi-Quadrat-Test testet für Fall 1. folgende Hypothese:

*H0: Die Sekundärstimuli haben keinen Einfluss auf die Tonhöenschätzung.*

*H1: Die Sekundärstimuli haben Einfluss auf die Tonhöenschätzung.*

Die Hypothesen für den 2. Fall lauten:

*H0: Der Grad der Kongruenz der Sekundärstimuli zu den Primärstimuli hat Einfluss auf die Tonhöenschätzung*

*H1: Der Grad der Kongruenz der Sekundärstimuli zu den Primärstimuli hat keinen Einfluss auf die Tonhöenschätzung*

Im Nachhinein wird zudem noch ein direkter Vergleich zwischen musikerfahrenen und musikunerfahrenen Schülern stattfinden, um eventuelle Differenzen zwischen den beiden Gruppen aufzudecken. Dafür werden die einzelnen Variablen in Gruppen aufgeteilt und direkt miteinander verglichen, um beispielsweise die Signifikanz der Differenzen zwischen den SchülerInnen mit und ohne musikalische Vorerfahrungen bei der baseline-Schätzung sichtbar zu machen.

Die Hypothese in diesem Falle lautet:

*H0: Die Musikerfahrung der Probanden beeinflusst die Fähigkeit der Tonhöenschätzung nicht.*

*H1: Die Musikerfahrung der Probanden beeinflusst die Fähigkeit der Tonhöenschätzung.*

## 11.2.2 Die Ergebnisse

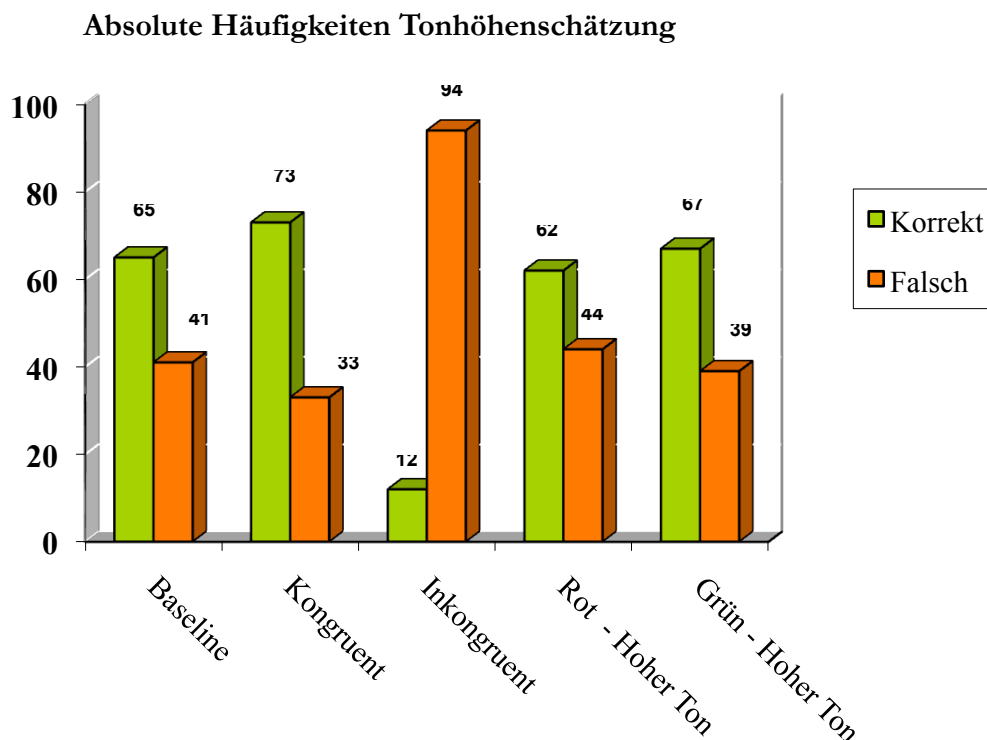


Abbildung 60: Ergebnisse der Tonhöenschätzung in absoluten Häufigkeiten

	Baseline	Kongruent Gelb - HT	Inkongruent Blau - HT	Rot - HT	Grün - HT
Korrekt	61,32 %	68,87 %	11,32 %	58,49 %	63,21 %
Inkorrekt	38,68 %	31,13 %	88,68 %	41,51 %	36,79%

Tabelle 4: Prozentuale Antwortverteilung

Die Ergebnisse, die als absolute Häufigkeiten dem Diagramm der Abbildung 60 und als Prozentuale Antwortverteilungen der Tabelle 4 zu entnehmen sind, entsprechen den Erwartungen und den Erkenntnissen aus dem vorherigen Test, die größere Abweichungen bei inkongruenten Paarungen offenbarten. Die Besonderheiten sollen hier einzeln vorgestellt und diskutiert werden.

1. Zunächst überrascht die Fehlerquote bei der baseline von 38,68 %. Es wurde eine etwas bessere Quote bei der Unterscheidung der Tonhöhe eines Halbtonschrittes erwartet, da ungeachtet der außerschulischen Musikerfahrungen die Kinder bereits ein halbes Jahr zuvor Musikunterricht an den Schulen erhalten hatten.

2. Bei der kongruenten Darbietung des höheren Tones mit Gelb und des tieferen Tones mit Blau wurde eine geringfügig verbesserte Tonhöhereinschätzung gemessen. Die Verbesserung betrug allerdings lediglich 7,55 % im Vergleich zur baseline.
  3. Die inkongruente Darbietung dagegen resultierte in einer extremen Verschlechterung der Tonhöhereinschätzung um genau 50% zur baseline und einem Unterschied von fast 16% zur erwarteten Häufigkeit, was hierbei sogar mehr als eine Verdoppelung des Anteils der fehlerhaften Antworten bedeutete. 88,68 % der Befragten schätzten die gehörten Tonhöhen falsch ein.
  4. Weitaus geringer waren die Abweichungen zur baseline bei der Kopplung von Rot mit hohem Ton und Grün mit tiefem Ton. Die Sekundärstimuli nahmen hierbei einen kaum messbaren Einfluss auf die Fehlerquote, die um lediglich 2,83% anstieg. Auch die Residuen, verglichen mit der baseline, unterscheiden sich nur geringfügig.
  5. Ebenfalls keinerlei Abweichungen in quantitativer Hinsicht zeigte der Variablenvergleich zwischen der baseline und der Variable Grün – Hoher Ton /Rot – Tiefer Ton. Die Fehlerquoten sind annähernd identisch.
- Betrachten wir nun die Kreuztabellen zu den Einzelvergleichen zwischen den Variablen:

**Tabelle 5: Kreuztabelle baseline\*kongruent**

			kongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
baseline	Korrekt	Anzahl	46	19	65
		Erwartete Anzahl	44,8	20,2	65,0
		% von baseline	70,8%	29,2%	100,0%
		% von kongruent	63,0%	57,6%	61,3%
	Falsch	Anzahl	27	14	41
		Erwartete Anzahl	28,2	12,8	41,0
		% von baseline	65,9%	34,1%	100,0%
		% von kongruent	37,0%	42,4%	38,7%
Gesamt	Anzahl	73	33	106	
	Erwartete Anzahl	73,0	33,0	106,0	
	% von baseline	68,9%	31,1%	100,0%	
	% von kongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

**Tabelle 6: Kreuztabelle baseline\*inkongruent**

			inkongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	Korrekt
baseline	Korrekt	Anzahl	9	56	65
		Erwartete Anzahl	7,4	57,6	65,0
		% von baseline	13,8%	86,2%	100,0%
		% von inkongruent	75,0%	59,6%	61,3%
	Falsch	Anzahl	3	38	41
		Erwartete Anzahl	4,6	36,4	41,0
		% von baseline	7,3%	92,7%	100,0%
		% von inkongruent	25,0%	40,4%	38,7%
Gesamt	Anzahl	12	94	106	
	Erwartete Anzahl	12,0	94,0	106,0	
	% von baseline	11,3%	88,7%	100,0%	
	% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

**Tabelle 7: Kreuztabelle kongruent\*inkongruent**

			inkongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
kongruent	Korrekt	Anzahl	6	67	73
		Erwartete Anzahl	8,3	64,7	73,0
		% von kongruent	8,2%	91,8%	100,0%
		% von inkongruent	50,0%	71,3%	68,9%
	Falsch	Anzahl	6	27	33
		Erwartete Anzahl	3,7	29,3	33,0
		% von kongruent	18,2%	81,8%	100,0%
		% von inkongruent	50,0%	28,7%	31,1%
Gesamt	Anzahl	12	94	106	
	Erwartete Anzahl	12,0	94,0	106,0	
	% von kongruent	11,3%	88,7%	100,0%	
	% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

Der Grundgedanke bei diesem Vergleich ist, dass die Abweichler, also die Probanden, deren Antworten sich änderten (die den Feldern Korrekt/Falsch und Falsch/Korrekt zu entnehmen sind, welche zur besseren Übersicht rot eingefärbt worden sind) sich in ihrer Anzahl entsprechen, wenn die sekundären Stimuli keinen Einfluss auf die Tonhöschätzung gehabt hätten. Betrachtet man Tabelle 5 bezüglich des Vergleiches baseline - kongruent, dann entsprechen sich die Häufigkeiten der Abweichler nicht. Eine statistische Signifikanz lag jedoch nach der Rechnung des McNemar-Tests nicht vor ( $p=0,302$ ).



Die Anzahlen der Wechsler in Tabelle 6 unterscheiden sich mit einer Differenz von 53 jedoch erheblich. Der Chi-Quadrat-Test ergab hier die höchste Signifikanz mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,01%. Die Differenz zwischen den Variablen Kongruent und Inkongruent in Tabelle 7 ist demzufolge noch größer und liegt bei 61. Auch hier liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei weniger als 0,01%. Also kann die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen werden: *Die Sekundärstimuli haben Einfluss auf die Tonhöhereinschätzung.* Gleichzeitig dargebotene helle Farben führen zu hoher Wahrscheinlichkeit zu einer höheren Tonhöhereinschätzung des gehörten Tones, wenn dieser mit einem Ton verglichen werden soll, der parallel mit einer dunklen Farbe dargeboten wird. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die helligkeitsneutralen Sekundärstimuli Rot und Grün keinen Einfluss auf die Tonhöhereinschätzungen bewirkt haben: *Die Kongruenzeffekte basieren hierbei also nicht auf eventuellen Komplementaritäten des Bunttones, sondern lediglich auf der subjektiv empfundenen Farbhelligkeit.*

### ***11.2.3 Abweichungen zwischen den Statusgruppen Mit/Ohne Musikerfahrung***

Die Abweichungen zwischen den beiden Statusgruppen lassen sich an den folgenden Diagrammen miteinander vergleichen. Von den 106 Probanden wiesen nach den Aussagen der Eltern 68 Kinder außerschulische Musikerfahrungen in Form von Instrumentalunterricht, chorischen Aktivitäten oder durch die Teilnahme an MFE-Angeboten auf. Bei den 38 übrigen Kindern wurden außerschulische Aktivitäten entweder verneint oder nicht angegeben. Aufgrund dieser Verteilung bietet sich eine Betrachtung der prozentualen Fehlerverteilung an, die sich den folgenden Diagrammen in Abbildung 61 entnehmen lässt.

Die Auswertung dieser Ergebnisse erbrachte folgende Verteilungen:

1. Die Fehlerquote bei der Evaluation der baseline war mit 6,82% bei den Kindern ohne außerschulische Musikerfahrungen nur geringfügig höher

als die Fehlerquote der musikerfahrenen Kinder, wie im ersten Diagramm zu sehen ist.

2. Ähnliche Ergebnisse erbrachten die Vergleiche zwischen den inkongruenten und den kongruenten Paarungen sowie den Paarungen Rot-Hoch und Grün-Hoch. Hier wichen die Fehlerquoten zwischen ME- und Nicht-ME-Probanden nur um 3,2 – 8,29% voneinander ab.

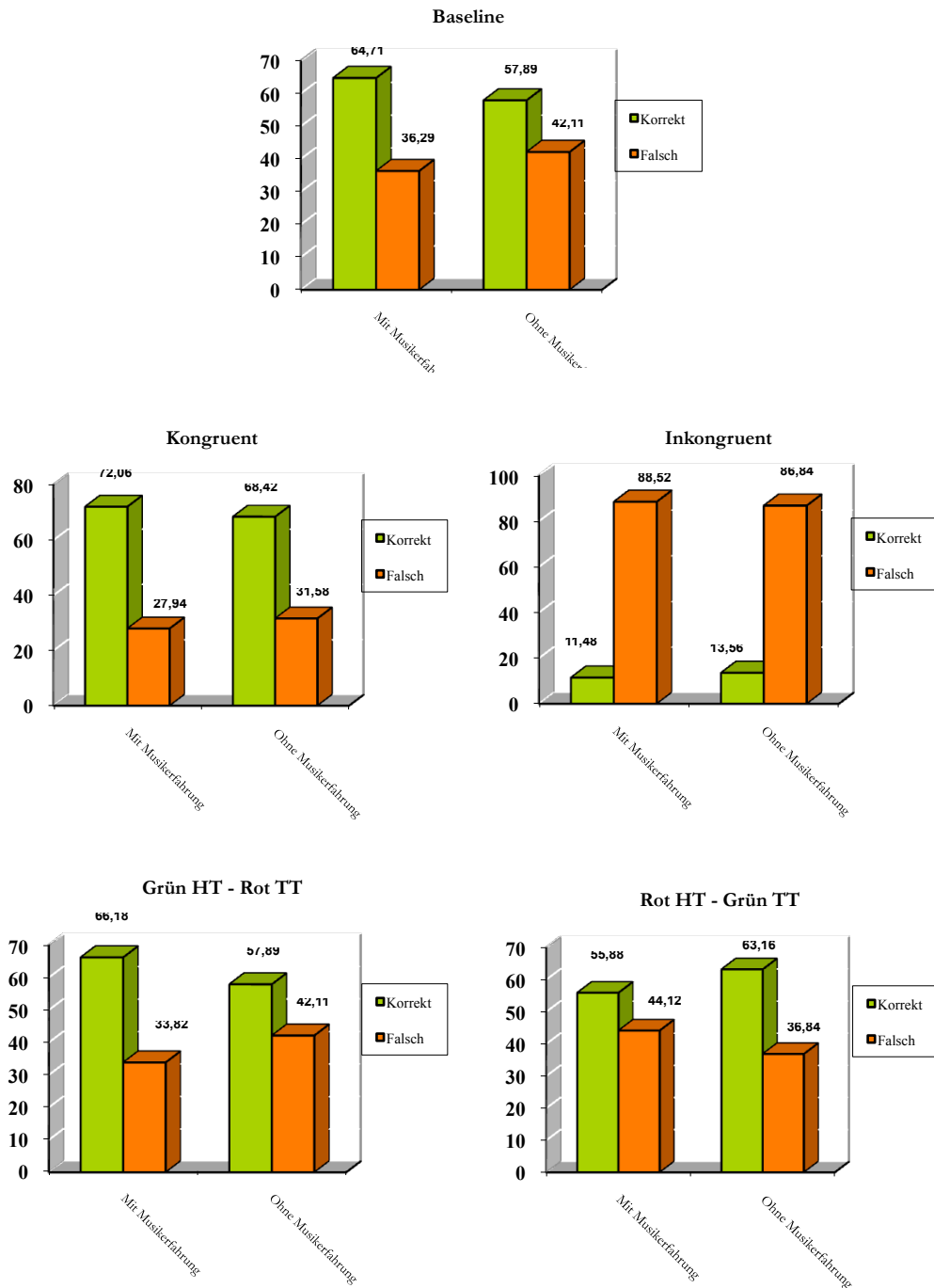


Abbildung 61: Prozentuale Fehlerverteilungen zwischen den Statusgruppen

Nun soll eine Auswertung der Kreuztabellen erfolgen:

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	,00
musikunerfahren	Korrekt	15	11	26
	Falsch	9	3	12
Total		24	14	38

**Tabelle 8: baseline**

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	,00
musikunerfahren	Korrekt	19	11	30
	Falsch	5	3	8
Total		24	14	38

**Tabelle 9: kongruent**

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	,00
musikunerfahren	Korrekt	0	5	5
	Falsch	5	28	33
Total		5	33	38

**Tabelle 10: inkongruent**

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	,00
musikunerfahren	Korrekt	9	8	17
	Falsch	15	6	21
Total		24	14	38

**Tabelle 11: Grün mit hohem Ton**

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	,00
musikunerfahren	Korrekt	14	7	21
	Falsch	8	9	17
Total		22	16	38

**Tabelle 12: Rot mit hohem Ton**

Es ist überaus auffällig, dass die „Abweichler“ zwischen den einzelnen Gruppen bei fast jedem Vergleich der Variablen übereinstimmen, die in allen Tabellen wieder rot markiert wurden. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten der Differenzen schwanken zwischen 21%

und 100%. Dies bedeutet, dass die Nullhypothese nicht verworfen werden kann: *Es gibt kein statistisches Indiz dafür, dass die Musikerfahrung der Schülerinnen und Schüler einen messbaren Einfluss auf die Tonhöhendiskrimination mit sich bringt.*

Diese Erkenntnis überrascht ungemein, gilt doch ein musikalisch geschultes Gehör als eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Reproduktion von Musik. Die Ursachen dafür können in der Ungenauigkeit des Verständnisses des zuvor ausgeteilten Fragebogens liegen oder auch in der fehlenden Angabe von tatsächlicher Musikerfahrung oder von eventuellen (vielleicht auch nicht diagnostizierten) Hörschäden. Eine andere Möglichkeit könnte im mangelnden Lernerfolg der Musiksüher bei der Schulung des musikalischen Gehörs durch den Instrumental- oder Vokalunterricht liegen – ob hier fehlende Motivation oder ein zu starker Schwerpunkt auf mechanische Reproduktion gelegt wird, kann im Rahmen dieses Projektes nicht geklärt werden.

## **12. Validität der Tests - Argumentation der semantischen Prozesse**

Interessant ist bei der Interpretation der Ergebnisse die Frage, inwiefern linguistische Prozesse bei der Entscheidungsfindung involviert waren. Denn obwohl der erste Versuch nonverbal konzipiert worden ist, so ist es dennoch möglich, dass bei beiden Entscheidungsvorgängen Wortbedeutungen eine wesentliche Rolle gespielt haben.

Könnte es sein, dass durch die Ähnlichkeit des Vokabulars zur Beschreibung von hellen und dunklen Farben und Tönen der Ursprung auf der sprachlichen Ebene zu suchen ist? In diesem Falle könnten die Probanden (vielleicht auch unbewusst) ihre Entscheidung anhand dieser linguistischen Parallele getroffen haben. Liegt hier also keine Wahrnehmungsbeeinflussung vor, sondern eine Beeinflussung der Entscheidung durch kognitive Prozesse?

Marks, Martino und Melara diskutieren über diese eventuelle Ursache der gemessenen Kongruenzeffekte. Darunter ist eine Studie von Melara und Marks einschlägig<sup>258</sup>, der ebenfalls ein speeded discrimination task – Paradigma zu Grunde liegt. Hier wurden neben den ‚normalen‘ visuellen akustischen Sekundärstimuli auch akustische Stimuli in gesprochener Form, also *low* und *high*, sowie Bigramme, die aus den Buchstaben LO und HI bestanden, verwendet. Das Ergebnis war insofern erstaunlich, dass zwischen den linguistischen Stimuli und den perzeptionalen Stimuli in Bezug auf die Kongruenzeffekte in Form der Fehlerraten und der Reaktionszeitverzögerungen keinerlei Unterschiede bestanden.

### **Exkurs: Die mentale Repräsentation von Sinneserlebnissen**

Dies veranlasst uns, einen kurzen Exkurs über die mentalen Repräsentationen von Sinneserlebnissen einzufügen. Modelle über Wissensrepräsentation und Wissensspeicherung gibt es etliche, die sich nicht unbedingt gegenseitig widersprechen, sondern in der Regel andere Schwerpunkte bei der Modellbildung setzen. Nach Bruners Medien- und Repräsentationstheorie ist das menschliche Denken triadisch strukturiert. Das Wissen und die Erfahrungen können demnach in Handlungsschemata, in Vorstellungsbildern und in sprachlichen Strukturen repräsentiert werden<sup>259</sup>. Bruner bedient sich des Beispiels des Knotenknüpfens: die enaktive, also handlungsbasierte Ebene enthält die Informationen des praktischen Wissens; die anschauliche, sprich: bildhafte Vorstellung des Vorganges geschieht auf der ikonischen Ebene dieses Wissens. Wird der Vorgang des Knotenknüpfens in Worte gefasst, also gedacht und gesprochen, dann geschieht dies auf der symbolischen Ebene. Somit sind mentale Repräsentationen desselben Vorganges auf den drei Ebenen der Enaktionen, der Ikonen und der Symbole möglich. Aebli stellt nun die These auf, dass das Verhalten Beziehungen zwischen Objekten schafft. Objekte seien in diesem Fall alle modal verschlüsselten Elemente oder auch Daten, die in einem Verhaltensvorgang in Beziehung

---

<sup>258</sup> Vgl. Melara, R.D. und Marks, L.E. 1990. Processes underlying dimensional interactions: Correspondences between linguistic and nonlinguistic dimensions. In *Memory and cognition* 18: S. 477-495

<sup>259</sup> Vgl. Bruner, J.S., Olver, R. S., Greenfield, P. 1966. *Studies in cognitive growth*. S. 289. New York: Wiley.

zueinander gesetzt werden. Demnach wird zwischen dem mentalen Abbild eines Apfels (das in Form von Informationen auf der ikonischen und der symbolischen Ebene vorhanden sein kann) und dem eines Messers durch den Vorgang des Zerschneidens des Apfels (das Verhalten auf der enaktiven Ebene) eine gegenseitige Beziehung aufgebaut<sup>260</sup>. Nach Bühler<sup>261</sup> wäre diese mentale Beziehung eine Reihe unanschaulicher Gedanken, die den Kern von Problemlösungen darstellen. Aebli hingegen weist darauf hin, dass diese unanschaulichen oder amodalen Gedanken nur solange amodal seien, wie sie sich nicht bewusst gemacht werden<sup>262</sup>. Auf Bruners Trias bezogen würde dies bedeuten, dass auf der enaktiven Ebene unbewusstes Problemlösungswissen vorhanden ist, das nur dadurch bewusst gemacht werden kann, indem es veranschaulicht, sprich: auf eine andere Ebene transferiert wird. Im Prinzip stellt dies also eine Reflexion dar. Indem ich über meine Handlung nachdenke, transferiere ich sie und stelle sie anschaulich dar.

Engelkamp stellte nun eine multimodale Gedächtnistheorie auf. Dabei unterscheidet er grundsätzlich zwischen sensumotorischem und kategorialen Wissen. Anders als Aebli sieht er eine besondere Bedeutung im motorischen Wissen. Das sensumotorische Wissen speichert Erfahrungen „wahrnehmungs- und verhaltensnah“<sup>263</sup>, welche deswegen anschauliche Repräsentationen darstellen. Er unterteilt die Repräsentationen des sensumotorischen Wissens in Einheiten, die als „Marken“ im sensorischen und als „Programme“ im motorischen Bereich bezeichnet werden. Einheiten des kategorialen Wissens sind „Konzepte“. In Bezug auf „Wahrnehmungskonzepte“ wird hierfür der Begriff „Schemata“ benutzt, um eine einheitliche Begriffswahl beizubehalten.

Nach der Doppelcodierungstheorie von Paivio, auf die sich auch Engelkamp bezieht, werden Informationen durchaus in analoger Form – in Sprache **und** in Vorstellungsbildern – mental repräsentiert<sup>264</sup>. Diesen

---

<sup>260</sup> Vgl. Aebli, Hans. 1980. *Denken, das Ordnen des Tuns*. 2: S. 87-88

<sup>261</sup> Vgl. Bühler, Karl. 1907. Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge: I. Über Gedanken. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 9: S. 297 ff.

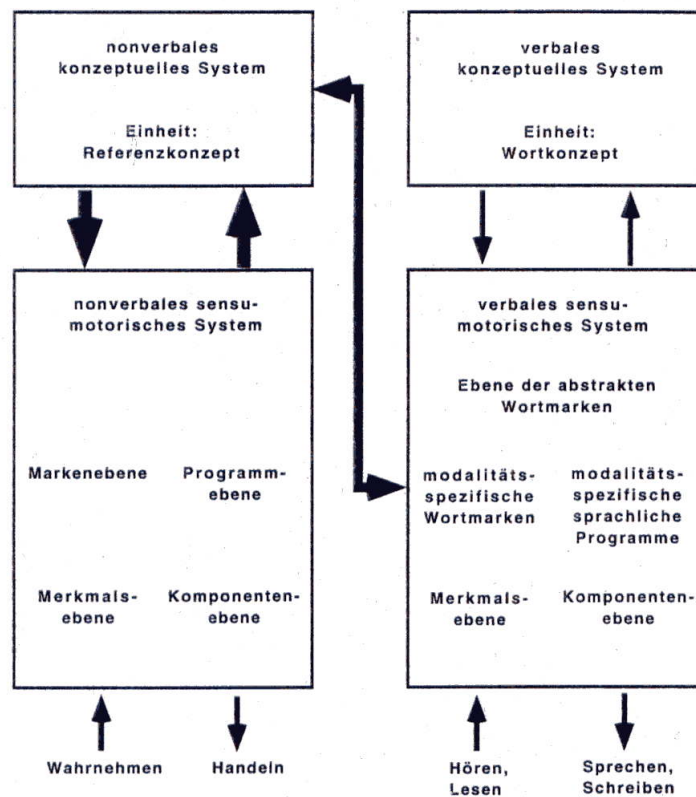
<sup>262</sup> Vgl. Aebli, S. 211-213

<sup>263</sup> Vgl. Engelkamp, Johannes. 1991. *Das menschliche Gedächtnis*. S. 56. Göttingen: Hogrefe.

<sup>264</sup> Vgl. Paivio, A. 1986. *Mental representations: A dual coding approach*. S. 122 ff. N.Y.

übergeordnet wäre das Referenz- oder auch Konzeptwissen, also die unanschaulichen Repräsentationen.

Somit scheinen Wörter durchaus denselben semantischen Gehalt wie ihre



**Abbildung 62: Multimodales Gedächtnismodell nach Engelkamp (aus: Engelkamp, Johannes. 1991. *Das menschliche Gedächtnis*. S. 62 Göttingen: Hogrefe.)**

Repräsentationen in anderen modalen Systemen zu besitzen. Dies bedeutet, dass zwar die Erscheinungsform der Sinnesreize bei geschriebenen und gesprochenen Wörtern eine andere Gestalt haben als ihre Äquivalente (das Wort „Gelb“ wird natürlich anders wahrgenommen als die Farbe „Gelb“), dass sich die mentalen Repräsentation aber auf derselben Ebene befinden, also: denselben semantischen Gehalt besitzen können. Die mentale Kodierung ist demnach mehr oder weniger unabhängig von dem Sinneskanal, sofern der semantische Gehalt übereinstimmt<sup>265</sup>.

In diesem kurzen Exkurs wird deutlich, dass die Frage, ob linguistische Ähnlichkeiten den Kongruenzeffekten zu Grunde liegen, falsch gestellt

<sup>265</sup> Vgl. Weidenmann, Bernd. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In *Information und Lernen mit Multimedia*, ed. Issing, Ludwig J. und Klimsa, Paul. S. 71. Weinheim: Beltz.

ist. Denn Wortmarken stellen nach Engelkamp ebenfalls wahrnehmungsadäquate, mentale Repräsentationen dar.

Spannender ist die Frage, ob ausschließlich Entscheidungsprozesse oder Wahrnehmungsprozesse ausschlaggebend für die Messung dieser Effekte sind.

Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass die sich Probanden in Versuch 2 und 3 bei der Unterscheidung der Primärstimuli bewusst oder unbewusst an den leichter zu unterscheidenden Sekundärstimuli orientiert haben. Wenn die Unterscheidung zweier Sinneserlebnisse schwierig ist, dann scheint der gekoppelte Sekundärstimulus als Orientierung zu dienen. Ist dieser nun inkongruent zum Hauptstimulus, also bezeichnet das Gelb einen tieferen Ton als das Blau, so orientiert sich das Kind sehr wahrscheinlich an dem Gelb und trifft (zumindest in der Reflexion) eine Fehlentscheidung.

Eine derartige Orientierung setzt allerdings voraus, dass derselbe semantische Gehalt auf Sinneserlebnisse unterschiedlicher Modalitäten bezogen werden kann. Alternativ könnte die Wahrnehmung der Probanden tatsächlich direkt beeinflusst worden sein.

In Anbetracht der in der vorliegenden Versuchsreihe gesammelten Daten können beide Thesen nicht direkt bestätigt oder verworfen werden. Allerdings sprechen die überaus starke Abweichung beim dritten Versuch bei inkongruenter Kopplung und die weitaus geringere Abweichung bei kongruenter Kopplung dafür, dass sich die Kinder nicht ausschließlich an den Farben orientiert haben. Denn dann hätten die Abweichungen bei ‚passender‘ Farb-Ton-Zuordnung erheblich besser ausfallen müssen. Die Unterscheidungsfähigkeit der Helligkeit zwischen Blau und Gelb dürfte in Anbetracht der hochsignifikanten Ergebnisse des ersten Versuchs sehr eindeutig sein. Da dies jedoch nicht der Fall war, spricht dieses Indiz gegen einen ausschließlich kognitiven Entscheidungsprozess.



## **13. Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen für die Musikdidaktik**

Im tetraktyschen Kategoriensystem nimmt die Verwendung von Farben als methodisches Mittel in Unterrichtsmaterialien eine Unterkategorie ein. Die Ziele, die durch den Einsatz dieser Analogien erreicht werden sollen, sind hierbei emisch aus den Materialquellen und Erläuterungen der Autoren herausgearbeitet worden. Im Folgenden sollen nun Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der drei zuvor durchgeführten Versuche für den zu erwartenden Erfolg oder Misserfolg des Einsatzes der Unterrichtsmaterialien in Hinblick auf die intendierten Ziele der Autoren gezogen werden. Im Anschluss daran werden allgemeine Problemstellungen der Analogien in Bezug auf ihren Einsatz im Einzel- und Schulunterricht sowie eventuelle Forschungsdesiderate diskutiert.

### ***13.1 Diskussion über die den Materialien zu Grunde liegenden Intentionen und deren Erfolgsaussichten***

Zunächst ist festzuhalten, dass mit den hier durchgeführten Versuchsreihen eine offensichtliche kreuzmodale Interaktion zwischen den gesehenen Farben und den gleichzeitig gehörten Tönen aufgedeckt wurde. Die Ergebnisse belegen nicht nur das Vorhandensein einer offenbar sehr subjektiv ausgeprägten, psychologischen Analogie zwischen Farben und Tonhöhen. Vielmehr scheint sich diese Analogie auf Entscheidungsprozesse bei Urteilen über Wahrgenommenes auszuwirken. So lassen die Ergebnisse der Versuche 2 und 3 darauf schließen, dass sich die Kinder bei den schwer zu unterscheidenden Primärstimuli an den einfacher zu unterscheidenden Sekundärstimuli orientieren. Inwieweit es sich dabei um tatsächliche Wahrnehmungen handelt oder aber um Orientierungshilfen bei der Entscheidung, wie hoch der zuvor gehörte Ton oder wie hell die zuvor gesehene Farbe im Nachhinein einzuschätzen sei, kann hier nicht beantwortet werden. In der Diskussion dieser Frage ist bislang kein Konsens abzusehen<sup>266</sup>. Sie soll an dieser Stelle auch nicht geführt werden, denn es interessieren hier

---

<sup>266</sup> Siehe Kapitel 12.

zunächst die Schlussfolgerungen für die Praxis. Zwar wurden alle Versuche unter Laborbedingungen durchgeführt und die Schüler zudem einzeln in einer fremden Umgebung befragt. Jedoch kann bei den recht eindeutigen Ergebnissen von einem semantischen Konflikt bei inkongruenter Verknüpfung von hellen Farben und tiefen Tönen und umgekehrt ausgegangen werden, selbst wenn keine Laborbedingungen herrschen. Die gemessenen Kongruenzeffekte dürften also auch im Schulunterricht oder im musikalischen Einzelunterricht eine Rolle spielen. Die Ergebnisse der zuvor durchgeführten Versuche werden im Folgenden in Bezug zu den von den Autoren intendierten Zielen der vorgestellten Unterrichtsmaterialien in der Reihenfolge ihres Erscheinens im Kategoriensystem<sup>267</sup> gesetzt. Der zu erwartende Erfolg des Materialeinsatzes in Hinblick auf die intendierten Ziele soll im Folgenden anhand der gesammelten Erkenntnisse untersucht und abgeschätzt werden. Die Intention der Autoren bei der Erstellung des Lernmaterials unter Verwendung von Farben wird bei einigen Unterrichtsmaterialien deutlich formuliert, bei anderen wiederum nicht. Allen gemeinsam ist indes eine Erhöhung der Effektivität beim Erreichen bestimmter Ziele. In Anbetracht der zu erwartenden Kongruenzeffekte bei gewissen Konstellationen können sowohl positive als auch kontraproduktive Wirkungen auf den Erfolg der angestrebten Ziele erwartet werden.

### **13.1.1 Farben zur Erleichterung des Spiels vom Blatt und der Reproduktion**

Ein wichtiges Ziel von Farb-Ton-Analogien in Unterrichtsmaterialien ist die *Erleichterung des Spiels vom Blatt und die Reproduktion* (Kategorie 2, II. b), so auch das des „Flötenkaspers“ von M. Meier<sup>268</sup>, der die Erleichterung des Spiels vom Blatt durch Farben anstrebte. Mittels der Einfärbungen der Notenköpfe soll die Umsetzung der gelesenen Note auf dem Instrument, in diesem Falle eine Blockflöte, durch die Zuordnung der Farbe zu der Fingerbewegung, also dem korrekten Griff auf die abzudeckenden Löcher der Flöte gefördert werden. Wenn allerdings

---

<sup>267</sup> Siehe Kapitel 5.

<sup>268</sup> Siehe Kapitel 4.6.5

farbige Notationen wie die „Zaubernoten“ Meinolfs<sup>269</sup> allein für die Verbesserung der motorischen Umsetzung des Gesehenen eingesetzt werden, dann sind Kongruenzeffekte zwischen Farben und Tönen nicht zu erwarten. Denn die Schüler reproduzieren hierbei im engeren Sinne nicht Musik, sondern setzen Zeichen in Bewegung um. Ein Verstehen der Musik ist dabei nicht zwingend notwendig. Gordon beschreibt diese Fähigkeit des Verstehens des Gehörten als Musik mit dem Begriff der „audiation“<sup>270</sup>. Wenn aber beispielsweise farbige Klangstäbe eines Glockenspiels nach einer farbigen Notation im Stile Margrit Küntzel-Hansens angeschlagen werden<sup>271</sup>, dann erfordert dies nicht die Fähigkeit der audiation, da es sich um eine bloße motorische Reproduktion des Gesehenen handelt. Der Versuch von Rogers (siehe Kapitel 7.1) hat trotz zu hinterfragender Schwächen im Versuchsaufbau gezeigt, dass auch willkürliche Farb-Ton-Zuordnungen auf die rein motorische Reproduktion bei Nicht-Intonationsinstrumenten einen, wenn auch geringen, positiven Effekt auf die Lernleistung aufweisen können. Dasselbe gilt für Unterrichtsmaterial, das sich durch die direkte farbige Kennzeichnung der zu greifenden Saite oder der zu benutzenden Extremität auszeichnet, wie es bei der Gitarrenschule Burkhardts (siehe Kapitel 4.6.8.) oder dem Schlagzeuglehrgang Baur (siehe Kapitel 4.6.9) der Fall ist.

Anders verhält es sich bei der Reproduktion von farbiger Notation durch Gesang oder durch Intonationsinstrumente. Beide Formen des Musizierens haben gemein, dass sie nicht ohne eine vorherige mentale Repräsentation<sup>272</sup> der Melodie stattfinden können, denn sie erfordern eine Antizipation der Melodie, die nur nach erfolgreicher Audiation erfolgen kann. Je höher die Fähigkeit zur audiation, desto besser lässt sich das, was auf das Gehörte erfolgen muss oder sollte, vorhersagen<sup>273</sup>.

---

<sup>269</sup> Siehe Kapitel 4.6.7

<sup>270</sup> Gordon, Edwin E. 1997. *Learning Sequences in Music: Skill, Content, and Patterns*. S. 5. Chicago: G.I.A. Publications.

<sup>271</sup> Siehe Kapitel 4.6.6

<sup>272</sup> Siehe zur mentalen Repräsentation von Musik auch Gruhn, Wilfried. 1998. *Der Musikverstand*. S. 86-87. Hildesheim: Olms Verlag. S. 86-87

<sup>273</sup> Gordon, Edwin E. 1997. *Learning Sequences in Music: Skill, Content, and Patterns*. S. 6. Chicago: G.I.A. Publications.

Antizipiert der Musizierende den folgenden, ‚richtigen‘ Ton, dann ist er auch in der Lage, korrekt zu intonieren. Intonation erfordert vom Musiker eine sofortige Reflexion des Produzierten, um sich selbst korrigieren zu können, sollte der gesungene oder gespielte Ton nicht der korrekten, erwarteten Höhe entsprechen. Da hier die musikalische Wahrnehmung<sup>274</sup> zwangsläufig involviert ist, besteht die Möglichkeit der Beeinflussung der Reproduktion durch Kongruenzeffekte. So könnte beispielsweise beim Lesen einer kolorierten Notation die Farbe Gelb als helle Farbe zugleich die Erwartung an einen hohen (hellen) Ton wecken. Auswirkungen auf die Intonation sind durchaus denkbar. Würde nämlich ein vergleichsweise niedriger Ton mit dieser hellen Farbe verknüpft, dann könnte bei der Intonation, also bei der möglichen Korrektur eines falschen Tones, diese Farbe zur Entscheidungshilfe herangezogen werden. Ein vergleichbarer Vorgang ist in Versuch 3 nachgebildet, als die Farbwahrnehmung bei der Tonhöhereinschätzung zur Entscheidungsfindung beigetragen hatte. Es ließe sich daraus schließen, dass eine inkongruente Verknüpfung beim Intonationsprozess zu einer falschen bzw. fehlerhaften Entscheidung führe und in einem falschen Ton resultiere. Ebenso - aber in Anbetracht der Ergebnisse von Versuch 3 weniger wahrscheinlich - könnte eine kongruente Verknüpfung die Intonation günstig beeinflussen: *Wird also nach farbiger Notation gesungen oder wird diese mit einem Intonationsinstrument reproduziert, dann besteht die Gefahr einer negativen Einflussnahme auf die Intonation durch eine inkongruente Verknüpfung von Farbe und Ton.*

### **13.1.2 Farb-Ton-Analogien als Brücke zur Erlernung der Notenschrift**

Als ambivalent ist auch der Nutzen von Lehrmaterialien zu bezeichnen, die Farb-Ton-Analogien als *Brücke zur Erlernung der Notenschrift* (Kategorie 2, II. b) verwenden. Bei diesen Materialien werden Elemente der Notenschrift schrittweise eingefügt, um die Schüler langsam an die Notenschrift heranzuführen. Als Beispiel ist dafür die Farbnotation

---

<sup>274</sup> Als musikalische Wahrnehmung ist hier die Wahrnehmung des Gehörten als Musik im Sinne von Gordons Audiation zu verstehen.

Küntzel-Hansens<sup>275</sup>, aber auch der „Flötenkaspar“ von Meier zu nennen sein. In den genannten Beispielen werden Farben als zusätzliche Kodierung der Tonhöhe eingesetzt; die Diskriminanz der räumlichen Höhe der Noten soll durch die besondere Farbgebung unterstützt werden. Nun ist die Korrelation der Wahrnehmungen von räumlicher Höhe und Tonhöhe bereits von Roffler und Butler sowie von Pratt nachgewiesen worden<sup>276</sup>. Ebenso korrelieren die Helligkeiten von Farben mit Tonhöhen. Liegt hierbei der Fall einer inkongruenten Verknüpfung vor, wie sie beispielsweise bei dem „Flötenkaspar“ von Meier zu erwarten ist, so entsteht ein Konflikt. Sollten für höhere Töne dunkle Farben verwendet werden, diese aber räumlich hoch angeordnet sein, so könnte die Inkongruenz zwischen Farbe und Ton das Verständnis für den kongruenten Zusammenhang zwischen Tonhöhe und räumlicher Höhe stören. Eine derartige Unstimmigkeit könnte negative Auswirkungen auf den Lernprozess haben. Die Ergebnisse des zweiten Teils von Rogers Experiment, in dem die Erlernung der Notenschrift durch farbige Notation in Bezug auf deren theoretischen Aufbau getestet worden ist und bei dem die Farben willkürlich, also inkongruent, verteilt worden sind, waren signifikant schlechter als beim Lernen nach regulärer Notenschrift. Die Verknüpfung zwischen räumlicher Höhe und Tonhöhe erfolgte offensichtlich nicht in dem Maße, wie es bei der Kontrollgruppe mit farbloser Notation geschah. Dies stützt die These, dass zwischen der gehörten Musik und der Notation selbst keine Verbindung hergestellt wurde. *Somit ist der Nutzen von Farb-Ton-Analogien, sofern sie Verwendung als Brücke zum Erlernen der Notenschrift finden, fragwürdig.*

### **13.1.3 Die Vermittlung musikalischer Strukturen**

Farb-Ton-Analogien werden auch in ungewöhnlicheren Notationsformen eingesetzt. So finden diese in der Regel in Hörpartituren Verwendung. Ein erklärtes Ziel der Hörpartituren ist die *Vermittlung musikalischer*

---

<sup>275</sup> Siehe Kapitel 4.6.6

<sup>276</sup> Vgl. Roffler, Suzanne. K., und Butler, Robert .A. 1968. Localization of tonal stimuli in the vertical plane, In *Journal of the Acoustical Society of America* 43: S. 1260-1266 und vgl. Pratt, C.C. 1930. The spatial character of high and low tones. In *Journal of experimental Psychology* 13: S. 278-285

*Strukturen* (Kategorie 2, II. c) und somit die Schaffung eines inneren Verständnisses von Musik<sup>277</sup>. Während des Mitlesens bei gleichzeitiger Rezeption von Musikstücken sollen Kindern durch die farbige Hervorhebung der Tonhöhe, melodischer Figuren oder der Lautstärke eine Orientierungshilfe an die Hand gegeben werden, mit der sich die anschließende Reflexion der Musik einfacher gestalten sollte. Wie jedoch soll ein inneres Verständnis hergestellt werden, wenn das Gesehene bei den Schülern diskrepante Empfindungen zum Gehörten auslöst? Dies könnte der Fall sein, wenn Farben zur Notation von Tonhöhen benutzt werden, die nicht dem individuellen Kongruenzempfinden des Einzelnen entspricht. Ob inkongruente Verknüpfungen, wie sie bei Wehinger benutzt werden<sup>278</sup>, zum Verständnis beitragen, ist zu hinterfragen. Dies könnte beim Lesen der Partitur und beim gleichzeitigen Hören der Musik sowohl auf der Rezeptionsebene und auf der Reflexionsebene ein Fehlerpotential bergen, wenn beispielsweise die gehörten „hohen“ Töne nicht mit den „hellen“ Farben übereinstimmen und dies dann zu Missverständnissen im Unterrichtsgespräch führt. Dies gilt im gleichen Maße für Partituren, die die reguläre Notenschrift verwenden und bei denen die Notenköpfe eingefärbt wurden. Eine Lehrkraft, die beispielsweise einen Schüler nach dem höchsten Ton innerhalb eines Musikstückes und somit innerhalb einer farbigen Partitur fragte und darauf die Antwort des Tonnamens mit der hellsten Farbe erhielt, könnte dies als Fehler des Schülers auslegen. Allerdings könnte dieser vielleicht nur entsprechend seines inneren Verständnisses der Analogie geantwortet hat.

Natürlich sind Schüler zweifelsohne in der Lage, die Farben auf die Töne zu beziehen. Aber dies setzt bei inkongruenter Verknüpfung einen vorgeschalteten Reflexionsprozess voraus, der von der Autoren dieser farbigen Notationen gewiss nicht angestrebt wird, da ja vielmehr eine Vereinfachung über einen intuitiven Zugang zu der Thematik erzielt werden soll. *Deshalb könnten inkongruente Farb-Ton-Verknüpfungen als Mittel zum tieferen Verständnis von Musik und deren Elementen eher Hemmnis denn Unterstützung sein.*

---

<sup>277</sup> Siehe Wehinger, Kapitel 4.6.10

<sup>278</sup> Höheren Tönen wurden dunklere Farben zugeordnet und umgekehrt.

### **13.1.4 Die Initiierung des kompositorischen und/oder des künstlerischen Schaffensprozesses**

Ein anderer Sachverhalt liegt bei der Verwendung von Farben in aleatorischen Partituren vor, die zur *Initiierung des kompositorischen und/oder des künstlerischen Schaffensprozesses* (Kategorie 2, II. d) eingesetzt werden. Die Notationen von Cage<sup>279</sup> und Poast<sup>280</sup> verwenden Farben, um den Ausführenden die Gelegenheit zu geben, eigene Farbempfindungen in musikalische Formen und Figuren umzusetzen. Hierbei wird nichts festgelegt, sondern durch die Farben offen gestaltet. Der Vorteil gegenüber vordefinierten Analogien besteht darin, dass individuellen Farb-Ton-Kongruenzen nicht entgegengewirkt wird, sofern jedem Musizierenden die Möglichkeit belassen bleibt, seine eigenen Korrelationen zu finden. Somit wird dem Spielenden keine Analogie aufoktroiert und Kongruenzeffekte sind bei der Anwendung von aleatorischen Partituren nicht zu erwarten.

Auch im Schulunterricht könnten derartige Farbpartituren verwendet werden, um den kompositorischen Prozess zu initiieren. In diesem Anwendungskontext liegt die Schwierigkeit in dem Führen eines konstruktiven Unterrichtsgesprächs. Da es aufgrund interindividueller Unterschiede des eigenen Empfindens bei der Auslegung der Farbpartituren zu differierenden Auffassungen der vermeintlich ‚richtigen‘ Umsetzung des Stückes im Unterrichtsgespräch zu Konfliktsituationen kommen könnte, liegt hier die Aufgabe der Lehrkraft darin, den Schülern die Toleranz gegenüber den Farb-Ton-Empfindungen anderer zu vermitteln. Keinesfalls sollte die Richtigkeit einzelner, von der Mehrheit abweichender musikalischer Interpretationen in Frage gestellt werden.

### ***13.2 Die Schwierigkeit der Umgehung von Inkongruenzen***

Nun könnte argumentiert werden, dass diese Problematik einfach umgangen werden könnte, indem auf eine kongruente Farb-Ton-Verknüpfung bei der Erstellung von Lernmaterialien geachtet würde.

---

<sup>279</sup> Siehe Kapitel 4.5.4

<sup>280</sup> Siehe Kapitel 4.5.3

Demzufolge müssten den hohen Tönen lediglich helle Farben und den tiefen Tönen dunkle Farben zugeordnet werden. Dies gestaltet sich jedoch weitaus schwieriger, als es den Anschein hat. Die im ersten Versuch aufgezeigte uneindeutige Farbhierarchie zwischen den Grundfarben und den Kontrasten ist ein Beleg dafür, dass sich *Farbhelligkeiten einer eindeutigen Skalierung entziehen*. So argumentiert beispielsweise Küntzel-Hansen: „Jedes Kind weiß sehr schnell, daß zum Beispiel bei der Farbfolge rot-gelb noch der orangefarbene Ton dazwischen kommt“<sup>281</sup>. Diese Aussage impliziert in sich einen Lernprozess, denn das Kind weiß vielleicht „sehr schnell“, aber eben nicht „sofort“ die von der Autorin verwendete Farbhelligkeitshierarchie. Empfindet ein Schüler Grün als die hellere Farbe im Vergleich zu Rot, so stellt Rot für den anderen eine hellere Farbe als Grün und für den Dritten sogar eine hellere Farbe als Blau dar. *Eine adäquate Farb-Tonhöhen-Analogie kann nicht umgesetzt werden, wenn eine allgemeingültige Hierarchie der Farbhelligkeiten nicht aufgestellt werden kann.*

Die Schwierigkeiten, überhaupt positive Kongruenzen auszumachen zeigt sich in der Tatsache, dass die vermeintlich kongruenten Stimuli innerhalb des hier durchgeführten Experiments keine besondere Verbesserungen der Tonhöhen- und der Farbhelligkeitseinschätzung ergaben. Dafür war es erheblich einfacher inkongruente Verknüpfungen zu finden und sehr starke Abweichungen festzustellen. Semantische Diskrepanzen sind eine notwendige Konsequenz. Dies ist eine Schwäche des Analogiekonzeptes: Farb-Ton-Analogien legen fest, wo nichts festgelegt werden dürfte. Denn der Verallgemeinerungsanspruch solcher Analogien konnte bis jetzt noch nicht bestätigt werden. *Ein Konzept von Richtig und Falsch kann bei Farb-Ton-Analogien, die den Schülern aufoktroiert werden, negative Auswirkungen auf den von den Materialien intendierten Zielen aufweisen.*

Eine Alternative wäre, die (Instrumental-)Schüler die farbigen Pendants zu den gehörten Tönen selbst festlegen zu lassen. Dadurch könnte dieses Problem ebenfalls umgangen werden – die praktische Umsetzung kann allerdings aus offensichtlichen Gründen nur im musikalischen

---

<sup>281</sup> Siehe Küntzel-Hansen, Margrit. 1970. *Wir hören und Lernen Musik. Ein Notenalbum für Kleine Leute*. S. 5. Velber: Friedrich Verlag.



Einzelunterricht erfolgen. Doch selbst wenn dadurch eine Inkongruenz zwischen Farbhelligkeit und Tonhöhe vermieden würde, so ist es möglich, dass noch immer Inkongruenzen zwischen anderen transmodalen Qualitäten ins Gewicht fallen. László erwähnte explizit die Relativität seiner Farb-Tonhöhenzuordnung, die von den verwendeten Harmonien und Melodien beeinflusst werde<sup>282</sup>. Sündermann legt seiner Farb-Ton-Zuordnungen sowohl musikalische, literarische als auch semantische Kriterien zu Grunde<sup>283</sup>. Psychophysikalische Versuche haben etliche weitere transmodale Qualitäten aufgezeigt, wie beispielsweise die Intensitätswahrnehmung, die bei inkongruenter Kodierung in zwei Sinneserlebnissen, in diesem Falle Farbhelligkeit und Lautstärke, ebenfalls Kongruenzeffekte verursachen könnte<sup>284</sup>. Dies bedeutet, dass sogar Farb-Tonhöhen-Analogien, die vom Musizierenden selbst aufgestellt werden, durchaus von Dynamik, Klangfarbe, Melodie und anderen Aspekten relativiert werden. Ohne eine empirische Versuchsreihe, die alle denkbaren Kongruenzeffekte bei der Rezeption kolorierter Notationen aufzudecken versucht, besteht grundsätzlich das Risiko einer ungewollten Verwendung von Inkongruenzen.

Zuletzt soll auf ein weiteres Skalierungsproblem eingegangen werden, das noch nicht angesprochen wurde. Die in zahlreichen Unterrichtsmaterialien propagierte *Effizienz der Verknüpfung räumliche Höhe – Tonhöhe in der regulären Notation* kann ebenso in Frage gestellt werden. Die in der tradierten Notenschrift zu findende Höhen-Skalierung gibt lediglich den ‚objektiven‘ Abstand zwischen den Tonschritten wider. Allerdings nehmen sowohl Kinder als auch Erwachsene die Intervalle eher nach ihrer Konsonanz bzw. Dissonanz wahr<sup>285</sup>. Dementsprechend hören sie den Wechsel zwischen einem konsonanten zu einem dissonanten Intervall besser als den Wechsel zu einem anderen; zwischen Quinte und Tritonus fällt es uns leichter zu unterscheiden als zwischen Quinte und Quarte, obwohl der Unterschied beim letzteren Paar mit zwei

---

<sup>282</sup> Siehe Kapitel 4.4.4

<sup>283</sup> Siehe Kapitel 4.2.3

<sup>284</sup> Vgl. Kapitel 6.1.1

<sup>285</sup> Vgl. Schellenberg, E.G. und Trainor, L.J. 1996. Sensory consonance and the perceptual similarity of complex-tone harmonic intervals: Test of adult and infant listeners. In *Journal of the Acoustical Society of America* 100: S. 3321-3328

Halbtönen größer ist als beim ersten Paar<sup>286</sup>. Diesem Umstand wird in der regulären Notation nicht Rechnung getragen. Das könnte einer der Gründe sein, warum das Erlernen der Notenschrift einen so mühseligen Akt darstellt.

Wenn zu solchen bereits vorhandene Inkongruenzen<sup>287</sup> in der ‚normalen‘ Notenschrift nun noch andere Inkongruenzen durch fehlerhafte Farb-Ton-Verknüpfungen hinzukommen, dann stellt sich dadurch natürlich die Frage, ob nicht etwas *verkompliziert* wird, was eigentlich *vereinfacht* werden sollte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Verwendung von vorgegebenen Farb-Ton-Analogien zum Erreichen etlicher Lernziele gewichtige Argumente entgegenstehen. Zwar scheint das Spiel vom Blatt nach Farben etwas leichter zu sein, jedoch kann dies nicht als Brücke zum Erlernen der Notenschrift angesehen werden, da keine Verknüpfung zwischen Farbe und Ton, sondern zwischen Farbe und Taste oder Saite besteht. Die Intonation könnte durch kongruenzeffektbedingte Fehlentscheidungen beim Musizieren nach Farben beeinträchtigt werden. Zu einer durch den Lehrer vorgegebenen Kodierung musikalischer Elemente eignen sich Farben definitiv nicht, wenn dadurch ein Verständnis der Schüler für Tonhöhe, Klangfarbe, melodische Figuren oder Harmonien erreicht werden soll.

Letztendlich könnte die gutgemeinte, vermeintliche Erleichterung des Lernprozesses bei der Verwendung von Farb-Ton-Zuordnungen in einer Verschlechterung resultieren. Hier liegt zweifellos ein Forschungsdesiderat vor; weitere Studien sollten die Effektivität von Farb-Ton-Kongruenzen in Unterrichtsmaterialien im Feldversuch überprüfen.

---

<sup>286</sup> Vgl. Trehub, Sandra. 2001. Human Processing Predispositions and Musical Universals. In *The Origins of Music*, ed. Wallin, Nils L., Merker, Björn und Brown, Steven. S. 432. MIT. 2001.

<sup>287</sup> Ein notationsspezifischer Kongruenzversuch wäre sicherlich interessant

## Literaturverzeichnis

- Abney, W. 1910. On the changes in hue of spectrum colors by dilution with white light. In *Proceedings of the Royal Society of London* 82: S.120–127
- Abromov, I. und Gordon, J. 1994. Color Appearance of Seeing Red or Yellow, or Green or Blue. In *Ann. Rev. Psychol.* 45
- Aebli, Hans. 1980. *Denken, das Ordnen des Tuns*. 2.
- Anschütz, Georg. 1927. *Untersuchungen über komplexe musikalische Synopsie (Sonderfälle Max Gehlsen, Hugo Meier und Dr. H. Hein)*. In *Farbe-Ton-Forschungen*. 1: S. 223. Leipzig.
- Anschütz, Georg. 1925. Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 51
- Apel, Willi. 1981. *Die Notation der polyphonen Musik 900 – 1600*. Breitkopf & Härtel. Wiesbaden.
- Aquin, Thomas von. *Des hl. Thomas von Aquino Untersuchungen über die Wahrheit. Band I. Quaestio II, 11. Artikel*. S. 75-76. Übers. von Stein, Edith. 1952. Herder : Freiburg
- Argelander, Annelies. 1927. *Das Farbenhören und der synästhetische Faktor der Wahrnehmung*. Jena
- Aristoteles. *De audibilibus*, §801b. S.1231. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press
- Aristoteles. *De Coloribus*. §791a. S. 1219. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press
- Aristoteles. *De Sensu et de Memoria*, I, Kap. 4, §442a. S. 702. Übers. von Barnes, Jonathan. *The Complete Works of Aristotle I*. Princeton Press
- Aristoteles. *Metaphysica*. I, 6. XIII. XIV, 1. Simplic. ad Phys. 247. Neuauflage 1995. ed. Vuillemin-Diem, Gudrun. Leiden: E.J. Brill
- Baron-Cohen et. al. 1993. Coloured speech perception : Is synaesthesia what happens what happens when modularity breaks down ? In *Perception* 22: S. 419-426
- Baur, Thomas. 2003. *Die Trommelschule. Erste Übungen auf dem Schlagzeug*. Heft 1. Berlin: Intro
- Bartleson, C. J. 1960. Memory colors of familiar objects. In *Journal of the Optical Society of America* 50: S.73-77

- Behne, Klaus-Ernst. 2002. Synästhesie und intermodale Analogie – Fallstudie eines Notationssynästhetikers. In *Synästhesie. Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans und Zeuch, Ulrik. S. 31 ff. Würzburg
- Behne, Klaus-Ernst. 1998. Über die Untauglichkeit der Synästhesie als ästhetisches Paradigma. In *Der Sinn der Sinne 8*, Schriftenreihe Forum Göttingen: Steidl
- Berger, Christian. 1998. Maß und Klang - Die Gestaltung des Tonraumes in der frühen abendländischen Mehrstimmigkeit. In *Raum und Raumvorstellungen im Mittelalter*, ed. Aertsen, Jan A. und Speer, Andreas. Berlin: de Gruyter (Miscellanea Mediaevalia : Veröffentlichungen des Thomas-Instituts der Universität zu Köln)
- Bernstein, I.H. & Edelstein, B.A. 1971. Effects of some variations in auditory input upon visual choice reaction time. In *Journal of experimental psychology* 87: S. 242-246
- Böhme, Gernot. 2002. Synästhesien im Rahmen einer Phänomenologie der Wahrnehmung. In *Synästhesie : Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans, Zeuch, Ulrike. S. 45 ff. Würzburg: Königshausen & Neumann
- Börnstein, W.S. 1970. Perceiving and Thinking: Their interrelationship and organismic organization. In *Annals of the New York Academy of Sciences* 169: S. 673-683
- Bortz, J. und Döring, N. 2002. *Forschungsmethoden und Evaluation; Für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg: Springer
- Bruner, J.S., Olver, R. S., Greenfield, P. 1966. *Studies in cognitive growth*. New York: Wiley.
- Bühler, Karl. 1907. Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge: I. Über Gedanken. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 9: S. 297 ff.
- CIE Proceedings 1931*. 1932. Cambridge University Press: Cambridge
- Castel, Louis Bertrand. 1725. Clavecin pour les yeux, avec l'art de peindre les sons, et toutes sortes de pieces de musique. *Mercure de France*, Novemбераusgabe
- Castel, Louis-Bertrand. 1740. *L'Optique des couleurs*. Paris
- Castel, Louis Bertrand. 1747. *Die aus lauter Erfahrungen gegründete Farben-Optick, oder gründliche Erkenntnis aller möglichen Farben und deren fast unendliche Vermehr, vornehmlich zur Besserung der Mahler-Kunst, des Färbens, Stickens und Wirckens*,

*auch Unterweisung aller mit Farben umgehenden Künstler.* Halle  
(deutsche Übersetzung)

Colin, I. 1995. *Optische Kodierung.* Unveröff. Habil.-Schrift. Universität Frankfurt am Main. Zitiert aus: Weidenmann, Bernd. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In *Information und Lernen mit Multimedia*, ed. Issing, Ludwig J. und Klimsa, Paul. S. 45. Weinheim: Beltz.

Cureau de la Chambre, Marin. 1650. *Nouvelles observations et conjectures sur l'iris.* Paris

Cytowic, Richard. 2002. *Synesthesia: a union of senses*, Cambridge, Massachusetts, London: Bradford MIT Press

Danuser, H. 1984. *Die Musik des 20. Jahrhunderts.* Laaber

Dobretzberger, Fritz und Paul, Johannes. 1993. *Farbmusik - Leitfaden für eine kombinierte Farben- und Musiktheorie.* Berlin: Simon + Leutner

Eckert, Alex. 1971. *Galgenlieder.* Mainz

Emrich, Hinderk M. 2002. *Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen.* Stuttgart, Leipzig: Hirzel

Engelkamp, Johannes. 1991. *Das menschliche Gedächtnis.* Göttingen: Hogrefe.

Fiorentini, Adriana. 1990. Perception of Brightness and Darkness. In *Visual Perception*, ed. Spillmann, Lothar, Werner, John. S. 138. San Diego

Fischer, Wilfried ; Hansen, Erich ; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1991. *Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse. Lehrerband.* S. 105. Mainz: Schott.

Fischer, Wilfried, Hansen, Erich; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1991 *Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse.* S. 35. Schott Music

Gaiser, Konrad. 1965. Platons Farbenlehre. In *Synusia*, ed. Gaiser, Konrad und Flashar, Helmut. Pfullingen: Neske

Gaiser, Konrad. 1960. *Platons ungeschriebene Lehre und der Platonismus des Aristoteles.* Habil.Schrift. S. 191. Tübingen

Garner, W.R., Felfoldy, G.L. 1970. Integrality of stimulus dimensions in various types of information processing, In *Cognitive Psychology* 1: S. 225-241

- Gerstner, Karl. 1986. *Die Formen der Farben*. Frankfurt
- Goethe, Johann Wolfgang von. Kommentiertes Exemplar von Pawlik, Johannes. 1974. *Goethes Farbenlehre, Didaktischer Teil*. DuMont: Köln
- Gordon, Edwin E. 1997. *Learning Sequences in Music: Skill, Content, and Patterns*. Chicago: G.I.A. Publications
- Gruhn, Wilfried. 1998. *Der Musikverstand*. Hildesheim: Olms Verlag
- Guski, Rainer. 1996. *Wahrnehmen – ein Lehrbuch*. Kohlhammer: Stuttgart
- Hauskeller, Michael. 1994. *Atmosphären erleben - philosophische Untersuchungen zur Sinneswahrnehmung*. Diss. Darmstadt, Berlin: Akad.-Verl.
- Haverkamp, Michael. 2006. Auditiv-visuelle Verknüpfungen im Wahrnehmungssystem und die Eingrenzung synästhetischer Phänomene. In *Farbe-Licht-Musik*. S. 33
- Hein, H. 1926. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten der Zuordnung von Farben zu Tönen. In *Archiv für die gesamte Psychologie* 56
- Heimendahl, Eckart. 1961. *Licht und Farbe, Ordnung und Funktion der Farbwelt*. Berlin: de Gruyter
- Helmholtz, Hermann von. 1910. *Handbuch der Physiologischen Optik – Bd. II. Die Lehre von den Gesichtsempfindungen*. Hamburg und Leipzig
- Helmholtz, Hermann von. 1913. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Vieweg: Braunschweig
- Hesse, Horst-Peter. 2005. Psychoakustik des musikalischen Hörens. In *Enzyklopädie der Psychologie, Allgemeine Musikpsychologie*, ed. Stoffer, Thomas H. und Oerter, Rolf. 1. Hogrefe: Göttingen/Bern/Toronto/Seattle
- Hirschmann, Wolfgang. 2004. Guido von Arezzo. In *Die Musik in Geschichte und Gegenwart. Personenteil* 8. S. 224. Stuttgart: Metzler
- Holtz, Harald. 1973. *Der Begriff der Analogie*. In *Handbuch philosophischer Grundbegriffe*, ed. Krings, Hermann. 1. Kösel: München

- Hornbostel, E.M. von. 1931. Über Geruchshelligkeit. In *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 227: S. 517-538
- Hornbostel, E.M. 1926. Psychologie der Gehörerscheinungen. In *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, 11. Springer: Berlin
- Hornbostel, E. M. von. 1925. Die Einheit der Sinne. In *Melos, die Einheit der Sinne* 4: S. 290-297
- ISO 226:2003 Acoustics - *Normal equal-loudness-level contours*
- Itten, Johannes. 1970. *Kunst der Farbe*. Ravensburg: Stuttgart
- Jameson, D.D. 1844. *Colour-Music*. London.
- Jewanski, Jörg. 1999. *Ist C=Rot?* Diss. Sinzig: Studio
- Jewanski, Jörg. 2002. Die neue Synthese des Geistes. Zur Synästhesie-Euphorie der Jahre 1925-1933. In *Synästhesie. Interferenz – Transfer – Synthese der Sinne*, ed. Adler, Hans und Zeuch, Ulrike. S. 240. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Jewanski, J. 2006. Von der Farbe-Ton-Beziehung zur Farblichtmusik. In *Farbe-Licht-Musik*, ed. Jewanski, Jörg und Sidler, Natalia. Bern: Lang
- Judd, Deane B. und Wyszecki, Günter. 1967. *Color in Business, Science, and Industry*. Washington, Ottawa
- Kaiser, P.K., Boynton, R.M. 1996. *Human Color Vision*.
- Kandinsky, Wassily. 1912. *Über das Geistige in der Kunst, insbesondere in der Malerei*, Neuauflage 2004
- Kandinsky, Wassili. 1912. *Der blaue Reiter*. München: R.Piper & Co. (Neuauflage von Klaus Lankheit, 1965)
- Kircher, Athanasius. 1671. *Ars magna lucis et umbrae in decem libros digesta. Liber I. Pars III*. S. 67,. Zitiert aus: Jewanski, Jörg: *Farbe-Licht-Musik*. S. 135 ff.
- Kircher, Athanasius. *De multiplici varietate colorum. Liber I, Pars III*. Zitiert aus: Jewanski, Jörg: *Farbe-Licht-Musik*. S. 135 ff.
- Kienscherf, Barbara. 1996. *Das Auge hört mit. Die Idee der Farblichtmusik und ihre Problematik*. Frankfurt a.M.
- Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. *Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten*. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel

- Küntzel-Hansen, Margrit. 1970. *Wir hören und Lernen Musik. Ein Notenalbum für Kleine Leute*. Velber: Friedrich Verlag.
- László, Alexander. 1925. *Die Farblichtmusik*. Leipzig: Breitkopf & Härtel
- Leonhard, Joachim-Felix, Ludwig, Hans-Werner, Schwarze, Dietrich und Strabner, Erich. 1999. *Medienwissenschaft*. 1. Teilband. Berlin: DeGruyter.
- Lotz, Johannes B. 1967. *Analogie*. In *Philosophisches Wörterbuch*, ed. Brugger, Walter. Herder: Pullach
- Marks, Lawrence. 2004. Cross-modal Interactions in Speeded Classification. In *The handbook of multisensory processes*, ed. Calvert, Gemma. S. 87 ff. Cambridge: MIT Press.
- Marks, Lawrence E., Hammeal, Börnstein. 1987. On cross-modal similarity: Auditory-visual interactions in speeded discrimination. In *Journal of experimental psychology : Human Perception and Performance* 13: S. 384-394
- Marks, Lawrence E. 1978. *The Unity of the senses*. New Haven: Academic Press.
- Marks, Lawrence E. 1974. On associations of light and sound: The mediation of brightness, pitch and loudness. In *The American Journal of Psychology* 87(1/2): S. 173-188
- Martino, G. und Marks, L.E. 1999. Perceptual and linguistic interactions in speeded classification: tests of the semantic coding hypothesis. In *Perception* 28 (7): S. 912.
- Mathaei, Rupprecht u.a. (Hrsg.). 1951. *Goethe - Die Schriften zur Naturwissenschaft*. Bd. 3: Beiträge zur Optik und Anfänge der Farbenlehre. Weimar
- Maur, Karin von. 1985. *Vom Klang der Bilder*. München
- Mayer, R.E. und Gallini, J. 1990. When is an illustration worth ten thousand words? In *Journal of educational psychology* 82: S. 715-782
- Meier, Manfred. 1985. *Der Flötenkasper*. Erlangen: VLE
- Melara, R.D, Marks, L.E., Potts, B.C. 1993. Primacy of dimensions in color perception. In *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance* 19: S. 1082-1104
- Melara, R.D. und Marks, L.E. 1990. Processes underlying dimensional



- interactions: Correspondences between linguistic and nonlinguistic dimensions. In *Memory and cognition* 18: S. 477-495
- Melara, Robert. 1989. Dimensional Interaction between color and pitch.  
In *Journal of experimental psychology* 15 (1): S. 66-79
- Michels, Ulrich. 1997. *dtv-Atlas zur Musik*. 1. Karlsruhe.
- Mikolai, Burkhard. 2006. *Gitarrenschnle mit farbigen Noten*. 1
- Motte-Haber, Helga de la. 1990. *Musik und bildende Kunst – von der Tonmalerei zur Klangskulptur*.
- Moul, E.R. 1930. An experimental study of visual and auditory thickness. In *American Journal of Psychology* 42: S. 540 ff.
- Myers, Charles S. 1988. Zwei Fälle von Synästhesie. In *Alexander Skrjabin: Briefe*: ed. Hellmundt, Christoph. Leipzig
- Neuhäuser, Meinolf. 1965. *Bunte Zaubernoten*. Frankfurt a.M.: Diesterweg
- Newton, Isaac. 1672. New Theory about Light and Colours. In *Philosophical Transactions*. IV
- Newton, Isaac. 1730. *Opticks*. Book 1, Part 2. London. Neuauflage 1983. Vieweg und Sohn: Braunschweig
- Omwake, Louise. 1940. Visual responses to auditory stimuli. In *Journal of applied psychology*. 24: S. 468 ff.
- Ostwald, Wilhelm. 1921. *Die Harmonie der Farben*. Leipzig: Unesma
- Otto, Marcus. 1933. *Die Chromatische Notenschrift; Seelen – Lied für eine Singstimme und Klavier von Felix Weingarten, op. 46 (4)*. S. 1-2. St. Gallen.
- Paivio, A. 1986. *Mental representations: A dual coding approach*. N.Y.
- Pawlik, Johannes. 1974. *Goethes Farbenlehre, Didaktischer Teil*. DuMont: Köln.
- Peeck, J. 1987. The role of illustrations in processing and remembering illustrated text. In *The psychology of illustration*, ed. Willows, D.M. Houghton, H.A. 1: S. 51-85. NY: Springer.
- Platon. *Politeia*. §508b-d. S.321-322. Übers. von Vretska, Karl. Reclam: Stuttgart

- Poast, Michael. 2000. Color Music: Visual Color Notation for Musical Expression. In *Leonardo* 33(3). S.215
- Pomerantz, J.R., Pristach, E.A., Carson, C.E. 1989. Attention and object perception. In *Object Perception: Structure and Process*, ed. Shepp, B.E., Ballesteros, S. Hillsdale. S. 53-89. Erlbaum
- Pratt, C.C. 1930. The spatial character of high and low tones. In *Journal of experimental Psychology* 13: S. 278-285
- Purdy, D. 1931. Spectral hue as a function of intensity. In: *American Journal of Psychology* 43: S. 541-559
- Rader, Charles M. und Tellegen, Auke. 1981. A comparison of synesthetes and nonsynesthetes. In *Imagery: Concepts, Results and Applications*, ed. Klinger, Eric. S. 153-163. N.Y.
- Roffler, S.K., und Butler, R.A. 1968. Localization of tonal stimuli in the vertical plane, In *Journal of the Acoustical Society of America* 43: S. 1260-1266
- Rogers, George L. 1991. Effect of color-coded notation on music achievement of elementary instrumental students. In *Journal of Research in Music Education*, 39 (1): S. 64-73
- Roscher, Wolfgang. 1976. *Polyästhetische Erziehung*. Köln: DuMont Schauberg.
- Sabanejew. 1912. In *Der blaue Reiter*, ed. Kandinsky, Wassili. München: R.Piper & Co. (Neuausgabe von Lankheit, Klaus. 1965)
- Sanders, C.L. und Wiszecki, G. 1957. Correlate for lightness in terms of CIE-tristimulus values. Part I. In: *Journal of the optical society of America*. 47: S. 397-398
- Schellenberg, E.G. und Trainor, L.J. 1996. Sensory consonance and the perceptual similarity of complex-tone harmonic intervals: Test of adult and infant listeners. In *Journal of the Acoustical Society of America* 100: S. 3321-3328
- Schneider, Albrecht. 1997. *Tonhöhe, Skala, Klang*. Orpheus: Bonn
- Schrader, Ludwig. 1969. *Sinne und Sinnesverknüpfungen*. Heidelberg: Winter
- Schönberg, Arnold. 1923. *Die glückliche Hand. Drama mit Musik*. Op. 18.
- Schubart, C.F.D. 1969. *Ideen zu einer Ästhetik der Tonkunst*. Hildesheim: Olms. (Originalausgabe Wien. 1806)
- Schuhmann, Heidrun, Wolfgang, Müller. 2000. *Visualisierung:*

*Grundlagen und allgemeine Methoden.* Heidelberg: Springer

- Simpson, R.H., Quinn, M., Ausubel, D. P. 1956. Synesthesia in children: association of colors with pure tone frequencies. In *Journal of Genetic Psychology*. 89 (1): S. 95-105
- Smith, L.B., Kemmler, D.G. 1978. Levels of experienced dimensionality in children and adults. In *Cognitive Psychology* 10: S. 502-532
- Siple, P., Springer, R.M. 1983. Memory and preference for the colors of objects. In *Perception and Psychophysics* 34: S.363-370
- Steincke, Dietrich. 2007. *Bildgestaltendes Verstehen von Musik*. Königshausen & Neumann: Würzburg
- Stevens, J.C., Stevens, S.S. und Mack, J.D. 1960. Growth of sensation on seven continua as measured by force of handgrip. In *Journal of Experimental Psychology*. 59: S. 60-67.
- Sündermann, Hans und Ernst, Berta. 1981. *Klang – Farbe – Gebärde, Musikalische Graphik*. Wien/München: Schroll &Co.
- Sydow, Brigitte. 1973. *Untersuchungen über die Klavierlieder M.P. Musorgskijs*. Diss. Göttingen.
- Trehub, Sandra. 2001. Human Processing Predispositions and Musical Universals. In *The Origins of Music*, ed. Wallin, Nils L., Merker, Björn und Brown, Steven. S. 432. MIT. 2001.
- Tulving, E., Lindsay, P.H. 1967. Identification of simultaneously presented simple visual and auditory stimuli. In *Acta Psychologica* 27: S. 101-109
- Uchikawa, K. 1983. Purity discrimination: successive vs simultaneous comparison method. In *Vision Research* 23(1): S. 53 ff.
- Waesberghe, J. Smits van. 2005. Guido von Arezzo. In *Musiklexikon*. 2: S. 343. Metzler.
- Ware, C. & Cowan, W.B. 1983. Specification of Heterochromatic Brightness Matches - A Conversion Factor for Calculating Luminances of Stimuli which are Equal in Brightness. In *NRC Pub.* 26055
- Wehinger, Rainer. 1970. *Ligeti Artikulation. Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger*. Mainz.
- Wellek, Albert. 1932. Die Entwicklung unserer Notenschrift aus dem Tönesehen. In *Acta musicologica* 4 (3): S. 117
- Wellek, Albert. 1929. Das Farbenhören im Lichte der verglichenen

- Musikwissenschaft. Urgeschichte des Doppelempfindens im Geistesleben der Orientalen. In *Zeitschrift für Musikwissenschaft*. 11: S. 473 ff.
- Wellek, Albert. 1927. Die Farb-Ton-Forschung und ihr erster Kongreß. In *Zeitschrift für Musikwissenschaft*. 9: S. 582 ff.
- Werner, Heinz. 1969. *Intermodale Qualitäten*. In *Handbuch der Psychologie in zwölf Bänden*, ed. Gottschaldt, Kurt. 1 (1) S. 299. Göttingen: Hogrefe
- Weidenmann, Bernd. 2002. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In *Information und Lernen mit Multimedia*, ed. Issing, Ludwig J. und Klimsa, Paul. S. 73. Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, Bernd. 1994. *Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen*. Bern: Huber
- Widmaier, Sebastian. 1986. *Skrjabin und Prometheus*. Weingarten: Hanke-Verlag
- Wyszecki, G. und Stiles, W. S. 1982. *Color Science*. John Wiley & Sons : London
- Zarlino, Gioseffo. 1558. *Le institutioni harmoniche*. III. Venedig. Neuauflage NY 1965
- Zaminer, F. 1989. Musik im archaischen und klassischen Griechenland. In *Die Musik des Altertums*, ed. Riethmüller, A. und Zaminer, F. Neues Handbuch der Musikwissenschaft. 1. Laaber.
- Zietz, Karl. 1931. Gegenseitige Beeinflussung von Farb- und Tonerlebnissen, In *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*. 121
- Zollinger, Heinrich. 2005. *Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung*. 2. Zürich
- Zwicker, Eberhard. 1982. *Psychoakustik*. Springer: Berlin.

### **Internetquellen:**

[http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf\\_operating/farbenlehre\\_farbmetrik.pdf](http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf_operating/farbenlehre_farbmetrik.pdf) , Stand: 25.10.2010

[www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html](http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html) , Stand: 25.10.2010

[www.flexikon.doccheck.com/Rot-Grün-Blindheit](http://www.flexikon.doccheck.com/Rot-Grün-Blindheit) , Stand: 26.10.2010

[www.forum-entwerfen.de/downloads/gast/526/VortragLukas.pdf](http://www.forum-entwerfen.de/downloads/gast/526/VortragLukas.pdf), Stand 17.02.2009

[www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php](http://www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php), Stand 12.12.2010

[www.hexachroma.net/hsl](http://www.hexachroma.net/hsl), Stand: 02.11.2007

[www.nedo.go.jp/itd/grant-e/report/00pdf/is-01e.pdf](http://www.nedo.go.jp/itd/grant-e/report/00pdf/is-01e.pdf), Stand 17.12.2007

[www.sengpielaudio.com/Acoustics226-2003.pdf](http://www.sengpielaudio.com/Acoustics226-2003.pdf), Stand 14.12.2010

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Durchschnittliche Abweichungen ohne WCCF	147
Tabelle 2: Durchschnittliche Abweichungen mit WCCF	147
Tabelle 3: Ergebnisse des Vortests – Absolute Häufigkeiten	164
Tabelle 4: Prozentuale Antwortverteilung	170
Tabelle 5: Kreuztabelle baseline*kongruent	171
Tabelle 6: Kreuztabelle baseline*inkongruent	172
Tabelle 7: Kreuztabelle kongruent*inkongruent	172
Tabelle 8: baseline	175
Tabelle 9: kongruent	175
Tabelle 10: inkongruent	175
Tabelle 11: Grün mit hohem Ton	175
Tabelle 12: Rot mit hohem Ton	175

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Verküpfungsebenen zwischen Farbe und Ton	12
Abbildung 2: Additive und subtraktive Farbmischung (aus: Zollinger, Heinrich. 2005. <i>Farbe – eine multidisziplinäre Betrachtung</i> . S. 68. Zürich.)	15
Abbildung 3: CIE-Diagramm (aus: <i>CIE Proceedings. 1931</i> . Cambridge. S. 19)	17
Abbildung 4: HSL-Farbraum (aus: <a href="http://www.hexachroma.net/hsl">www.hexachroma.net/hsl</a> , Stand: 02.11.2007)	18
Abbildung 5: Goethes Farbkreis (aus: Pawlik, Johannes. 1974. <i>Goethes Farbenlehre, Didaktischer Teil</i> . S. 125. DuMont: Köln)	19

Abbildung 6: Newtons Farbkreis (aus: Newton. 1730. <i>Opticks</i> . Book 1, Part 2. S. 155. London. Neuauflage 1952. N.Y.: Dover)	19
Abbildung 7: Wahrgenommene Sättigung von Farben unterschiedlicher Wellenlänge (aus: Abromov, I. und Gordon, J. 1994. Color Appearance of Seeing Red or Yellow, or Green or Blue. In <i>Ann. Rev. Psychol.</i> 45: S. 479)	22
Abbildung 8: Farbremissionskurven bei Primär- und Sekundärfarben (aus: <a href="http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf_operating/farbenlehre_farbmetrik.pdf">http://ewrite.de/mg/downloads/daten/pdf_operating/farbenlehre_farbmetrik.pdf</a> , Stand: 17.02.2008)	23
Abbildung 9: Neue Kurven gleicher Lautstärke (aus: Normal equal-loudness-level contours - ISO 226:2003 Acoustics, von: <a href="http://www.sengpielaudio.com/Acoustics226-2003.pdf">www.sengpielaudio.com/Acoustics226-2003.pdf</a> , Stand 14.12.2010)	26
Abbildung 10: Farb-Ton-Analogieskala nach Aristoteles (Gaiser, Konrad. 1965. Platons Farbenlehre. In <i>Synusia</i> , ed. Gaiser, Konrad und Flashar, Helmut. S. 190. Pfullingen: Neske)	32
Abbildung 11: Intermodale Farbanalogie Kirchers (aus: Kircher. 1646. S. 67, übernommen aus : Jewanski, Jörg; Sidler, Natalia: <i>Farbe-Licht-Musik</i> . S. 135)	34
Abbildung 12a und 12b: De la Chambres Harmonie des Couleurs (aus: de la Chambre, Marin. 1650. S. 215 und S. 219)	36
Abbildung 13: Ostwalds Farbkreis (aus: Ostwald, Wilhelm. 1921. <i>Die Harmonie der Farben</i> . S. 22. Leipzig.)	37
Abbildung 14: Sündermanns Bezugskreis (Sündermann, Hans und Ernst, Berta. 1981. <i>Klang – Farbe – Gebärde, Musikalische Graphik</i> . S. 55. Wien/München: Schroll & Co.)	40
Abbildung 15: Newtons Farb-Ton-Analogie (Newton, Isaac. 1983. <i>Optik oder Abhandlungen über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichtes</i> . S. 82. Vieweg und Sohn: Braunschweig)	43
Abbildung 16: Frequenzäquivalenzen nach Helmholtz Frequenzäquivalenzen nach Helmholtz (Helmholtz, Hermann von. 1910. <i>Handbuch der Physiologischen Optik - Bd. II. Die Lehre von den Gesichtsempfindungen</i> . S. 63. Hamburg und Leipzig.)	44
Abbildung 17: Farb-Ton-Korrespondenzen nach Castel (enthalten in: Castel, Louis Bertrand. 1747. <i>Die aus lauter Erfahrungen gegründete Farben-Optick, oder gründliche Erkenntnis aller möglichen Farben und deren fast unendliche Vermehr, vornehmlich zur Besserung der Mahler-Kunst, des Färbens, Stickens und Wirkens, auch Unterweisung aller mit Farben umgehenden Künstler</i> .S. 121. Halle (deutsche Übersetzung) Zitiert aus: Jewanski, Jörg. 1999. Ist C=Rot? S. 277. Sinzig: Studio	47

Abbildung 18: Skrjabins Farbenzirkel (aus: Widmaier, Sebastian. 1986. <i>Skrjabin und Prometheus</i> . S. 122. Weingarten: Hanke-Verlag)	50
Abbildung 19: Erste Seite der Partitur von "Prometheus" (aus: Widmaier. 1986. S. 111)	52
Abbildung 20: Beziehungen zwischen Farbe, Tonart und Akkord (aus: László. 1925. Anhang)	55
Abbildung 21: Bewegungscharakter von Farben (aus: Kandinsky, Wassily. 1912. <i>Über das Geistige in der Kunst, insbesondere in der Malerei</i> , Neuauflage 2004. S.93)	57
Abbildung 22: Aleatorische Gesangspartitur (aus: Aleatorische Gesangspartitur (Cage, John. 1960. <i>Aria. Voice (Any Range)</i> . Vorwort. N.Y.:Henmar Press. S.19.)	66
Abbildung 23: Rote Perfizierungen in Vitris Notation (aus: Bessler, Heinrich und Gülke, Peter. 1971. <i>Musikgeschichte in Bildern. Musik des Mittelalters und der Renaissance/ Lieferung 5. Schriftbild der mehrstimmigen Musik</i> . S. 59. Leipzig:VEB.	68
Abbildung 24: Arezzos kolorierte Neumennotation, hier ohne Terzlinien (aus Michels, Ulrich.1997. <i>dtv-Atlas zur Musik</i> . 1: S. 187. Karlsruhe. S.184)	70
Abbildung 25: Kolorierte Notation für "Seelen" von Felix Weingarten (aus: Otto, Marcus. 1933. <i>Die Chromatische Notenschrift; Seelen – Lied für eine Singstimme und Klavier von Felix Weingarten, op. 46 (4)</i> . S. 1-2. St. Gallen.. S. 3)	71
Abbildung 26: Farbige Klaviertabulatur (aus: Jameson, D.D. 1844. <i>Colour-Music</i> . London. Anhang)	73
Abbildung 27: Physikalische Farb-Ton-Korrespondenzen (nach: Dobretzberger, Fritz und Paul, Johannes. 1993. <i>Farbmusik - Leitfaden für Eine kombinierte Farben- und Musiktheorie</i> . S. 13. Berlin: Simon + Leutner. S. 17)	75
Abbildung 28: Kolorierte Klaviertabulatur (aus: Dobretzberger. 1993. S. 27)	76
Abbildung 29: Kolorierte Notation (aus: Dobretzberger. 1993. S. 26)	77
Abbildung 30: Farbige Notation nach Meier (aus: Meier, Manfred. 1985. <i>Der Flötenkasper</i> . S. 3. Erlangen: VLE)	78
Abbildung 31: Farbige Notation nach Meier (aus: Meier. 1985. S. 3)	78
Abbildung 32: Farb-Tonzuordnung auf dem Glockenspiel (aus:	

Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. <i>Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten</i> . S. 8. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel)	80
Abbildung 33: Eisenbahnlied, Farbige Plättchennotation (aus: Küntzel-Hansen, Margrit. 1979. <i>Klangwerkstatt 2. Mit Tonreihen und Klanggeschichten</i> . S. 12. Georg Kallmeyer: Wolfenbüttel)	81
Abbildung 34: Relative kolorierte Notenschrift (Neuhäuser, Meinolf. 1965. <i>Bunte Zaubernoten</i> . S. 20. Frankfurt a.M.: Diesterweg)	82
Abbildung 35: Farb-Tonstufen-Darstellung (aus: Neuhäuser. 1965. S. 60)	83
Abbildung 36: Farbige Saitenkodierung (von: <a href="http://www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php">www.guitar-colour.de/main/unterricht/lernsystem.php</a> , Stand 1.02.2011)	85
Abbildung 37: Farbkodierung für Hand- und Fußsinsatz (aus: Baur, Thomas. 2003. <i>Die Trommelschule. Erste Übungen auf dem Schlagzeug</i> . Heft 1: S. 15. Berlin: Intro)	86
Abbildung 38: Zeichensystem der Hörpartitur Wehingers (aus: Wehinger, Rainer. 1970. <i>Ligeti Artikulation. Elektronische Musik. Eine Hörpartitur von Rainer Wehinger</i> . S. 37. Mainz.)	89
Abbildung 39: Notationsbeispiel des Stückes ab Sekunde 92 (aus: Wehinger. 1970. S. 54)	90
Abbildung 40: Farbige Darstellung der Instrumentalgruppen (aus: Fischer, Wilfried, Hansen, Erich; Jacobsen, Jens ; Schulz, Martin. 1976. <i>Musikunterricht Grundschule. 1.-4. Schuljahr einschließlich Vorklasse</i> . S. 41. Schott Music.)	91
Abbildung 41: Farbige Darstellung von Instrumentalgruppen (nach: Eckert. 1971. S. 3)	92
Abbildung 42: Spielpartitur nach Alexander Eckert (aus: Eckert, Alex. 1971. <i>Galgenlieder</i> . Mainz. S. 17)	93
Abbildung 43: Prozentuale Farbnennung bei vorgegebenen Frequenzen (aus: Simpson, R.H., Quinn, M., Ausubel, D. P. 1956. Synesthesia in children: association of colors with pure tone frequencies. In <i>Journal of Genetic Psychology</i> . 89 (1): S. 101)	94
Abbildung 44: Tetraktisches Kategoriensystem zur systematischen Einordnung von Farb-Ton-Analogien	107
Abbildung 45: Ebenenmodell der Verknüpfungen nach Haverkamp (aus: Haverkamp, Michael. 2006. <i>Auditiv-visuelle Verknüpfungen im Wahrnehmungssystem und die Eingrenzung synästhetischer</i>	



Phänomene. In <i>Farbe-Licht- Musik</i> . S. 35)	111
Abbildung 46: Umsetzung gefühlter Intensitäten in Druckkraft (aus: Stevens, J.C., Stevens, S.S. und Mack, J.D. 1960. Growth of sensation on seven continua as measured by force of handgrip. In <i>Journal of Experimental Psychology</i> . 59: S. 65)	115
Abbildung 47: Verwendete Farb-Ton-Zuordnung im Feldversuch (aus: Rogers, George L. 1991. Effect of color-coded notation on music achievement of elementary instrumental students. In <i>Journal of Research in Music Education</i> , 39 (1): S. 65)	122
Abbildung 48: Ergebnisse des Spiels vom Blatt (aus: Rogers. 1991. S. 68)	123
Abbildung 49: Reaktionszeitentabelle bei kongruenten und inkongruenten Stimuli (aus: Melara, Robert. 1989. Dimensional Interaction between color and pitch. In <i>Journal of experimental psychology</i> 15 (1): S. 72)	128
Abbildung 50: Durchschnittliche Mittelwerte aus beiden Darstellungsformen	134
Abbildung 51: Durchschnittliche Mittelwerte der analogen Darbietung	134
Abbildung 52: Durchschnittliche Mittelwerte der digitalen Darbietung	135
Abbildung 53: Bild der Monitoroberfläche	140
Abbildung 54: Durchschnittliche Abweichungen mit und ohne WCCF	146
Abbildung 55: HSL-Farbraum (aus: <a href="http://www.hexachroma.net/hsl">www.hexachroma.net/hsl</a> , Stand: 02.11.2007)	150
Abbildung 56: Durchschnittliche Abweichungen bei Grün	154
Abbildung 57: Durchschnittliche Abweichungen bei Rot	155
Abbildung 58: Durchschnittliche Abweichungen bei Gelb	155
Abbildung 59: Durchschnittliche Abweichungen bei Blau	156
Abbildung 60: Ergebnisse der Tonhörschätzung in absoluten Häufigkeiten	170
Abbildung 61: Prozentuale Fehlerverteilungen zwischen den Statusgruppen	174
Abbildung 62: Multimodales Gedächtnismodell nach Engelkamp (aus: Engelkamp, Johannes. 1991. <i>Das menschliche Gedächtnis</i> . S. 62. Göttingen: Hogrefe.)	178











Geschlecht	Alter	Darstellung	Farbe	Blau	Braun	Rot	Grün	Gelb	Weiss
1	7	2	1	3	2	4	5	6	7
2	6	2	1	5	4	2	3	6	7
1	7	2	1	3	4	5	2	7	6
2	6	2	1	3	2	2	5	4	7
1	7	2	1	2	3	5	4	6	7
1	6	2	1	3	2	4	5	6	7
2	7	2	1	3	2	2	4	6	7
2	7	2	1	6	2	3	4	5	7
1	6	2	1	3	2	4	5	6	7
2	7	2	1	3	2	2	4	5	7
1	7	2	1	5	2	4	3	6	7
2	7	2	1	3	2	4	5	6	7
1	7	2	1	3	4	5	2	7	6
2	6	2	1	3	2	4	5	6	7
1	7	2	1	2	3	4	5	6	7
2	6	2	1	2	2	3	4	5	7
1	6	2	1	2	2	5	4	6	7
2	6	2	1	2	2	2	4	5	7
1	7	2	1	2	3	4	5	6	7
1	6	2	1	2	2	3	4	5	7
2	6	2	1	2	2	3	4	5	7
1	6	2	1	2	2	3	4	5	7
1	6	2	1	2	2	3	4	5	7
1	6	2	1	2	2	3	4	5	7
2	6	2	1	4	2	2	3	5	7
2	6	2	1	2	2	3	4	5	7
1	6	2	1	3	2	2	4	5	7
2	6	2	1	3	2	3	4	5	7

## Signifikanztabellen für jede Variablenkombination für Versuch 1:

**Tabelle 1: Gesamtergebnis analog - digital**

	Blau - Schwarz	Braun - Schwarz	Rot - Schwarz	Grün - Schwarz	Gelb - Schwarz	Weiß - Schwarz
Mann-Whitney U	273,000	733,000	15,000	251,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000

	Braun - Blau	Rot - Blau	Grün - Blau	Gelb - Blau	Weiß - Blau
Mann-Whitney U	18305,000	11334,500	10665,500	871,000	1007,000
Exact Sig. (2-tailed)	,072	,000	,000	,000	,000

	Rot - Braun	Grün - Braun	Gelb - Braun	Weiß - Braun
Mann-Whitney U	5256,500	5199,500	159,000	433,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000

	Grün - Rot	Gelb - Rot	Weiß - Rot
Mann-Whitney U	20062,000	1448,000	1880,000
Exact Sig. (2-tailed)	,186	,000	,000

	Gelb - Grün	Weiß - Grün
Mann-Whitney U	2460,000	2342,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000

	Weiß - Gelb
Mann-Whitney U	13842,000
Exact Sig. (2-tailed)	,077

**Tabelle 2: Analoge Darbietung**

	Blau - Schwarz	Braun - Schwarz	Rot - Schwarz	Grün - Schwarz	Gelb - Schwarz	Weiß - Schwarz
Mann-Whitney U	46,000	104,000	2,000	60,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000

	Braun - Blau	Rot - Blau	Grün - Blau	Gelb - Blau	Weiß - Blau
Mann-Whitney U	4639,500	2782,000	2707,000	222,000	246,500
Exact Sig. (2-tailed)	,089	,000	,000	,000	,000

	Rot - Braun	Grün - Braun	Gelb - Braun	Weiß - Braun
Mann-Whitney U	1244,500	1385,000	40,000	109,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000



	Grün - Rot	Gelb - Rot	Weiß - Rot
Mann-Whitney U	5060,500	402,500	473,500
Exact Sig. (2-tailed)	,189	,000	,000

	Gelb - Grün	Weiß - Grün
Mann-Whitney U	595,500	561,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000

	Weiß - Gelb
Mann-Whitney U	3168,000
Exact Sig. (2-tailed)	,051

**Tabelle 3: Digitale Darbietung**

	Blau - Schwarz	Braun - Schwarz	Rot - Schwarz	Grün - Schwarz	Gelb - Schwarz	Weiß - Schwarz
Mann-Whitney U	90,000	263,000	6,000	65,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000

	Braun - Blau	Rot - Blau	Grün - Blau	Gelb - Blau	Weiß - Blau
Mann-Whitney U	4513,500	2886,500	2624,500	213,500	257,000
Exact Sig. (2-tailed)	,052	,000	,000	,000	,000

	Rot - Braun	Grün - Braun	Gelb - Braun	Weiß - Braun
Mann-Whitney U	1382,000	1216,500	39,500	107,500
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000

	Grün - Rot	Gelb - Rot	Weiß - Rot
Mann-Whitney U	4970,500	324,500	463,500
Exact Sig. (2-tailed)	,127	,000	,000

	Gelb - Grün	Weiß - Grün
Mann-Whitney U	631,500	613,000
Exact Sig. (2-tailed)	,000	,000

	Weiß - Gelb
Mann-Whitney U	3753,000
Exact Sig. (2-tailed)	,051

## II. Beeinflussung der Farbhelligkeitsschätzung- Versuch 2

### Daten und statistische Auswertung

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
04	08	34	06	01	01
18	10	20	-08	01	01
16	14	28	-12	01	01
10	-14	18	-08	01	01
12	06	12	-08	01	01
06	00	04	-02	01	01
14	-20	-06	04	01	01
02	-04	26	-08	01	01
04	00	16	-02	01	01
14	00	16	00	01	01
00	-04	26	-02	01	01
12	06	24	-06	01	01
-04	04	12	-02	01	01
04	-12	10	00	01	01
-04	-16	14	-06	01	01
06	-02	12	02	01	01
00	-04	00	-08	01	01
-22	-16	10	-06	01	01
12	-20	00	-06	01	01
-04	-08	04	-04	01	01
00	12	18	00	01	01
04	-06	-10	-06	01	01
-06	-14	16	04	01	01
04	12	20	00	01	01
04	08	-04	00	01	01
06	-12	00	04	01	01
02	02	18	-04	01	01
-10	02	10	00	01	01
00	04	06	00	01	01
02	-04	16	-10	01	01
04	06	32	02	01	01
08	00	18	-06	01	01
08	00	22	-02	01	01
00	04	38	-08	01	01
16	-08	34	-04	01	01
06	-04	10	-10	01	01
02	10	20	-20	01	01
00	02	12	06	01	01
04	-04	06	04	01	01
16	04	06	04	01	01
12	12	08	02	01	01
00	08	38	02	01	01
18	-02	28	02	01	01
16	10	10	-20	01	01
10	02	04	-04	01	01
-02	04	08	02	01	01
06	-14	16	04	02	01
-04	-02	24	08	02	01
08	-04	26	02	02	01
06	-08	18	08	02	01
02	-10	16	12	02	01

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
-10	-16	16	02	01	01
-18	-04	24	06	01	01
-06	-06	32	04	01	01
00	-10	22	00	01	01
-10	-14	14	-10	01	01
16	-10	16	-02	01	01
10	16	36	00	01	01
-12	-16	18	-02	01	01
02	-10	08	06	01	01
-06	-08	18	-02	01	01
-08	-12	22	-18	01	01
08	-14	18	06	01	01
02	02	16	-06	01	01
04	16	22	04	01	01
06	00	14	-06	01	01
-02	-10	12	-02	01	01
06	00	28	04	01	01
00	-12	44	-02	01	01
-04	-06	32	00	01	01
-02	-20	18	-08	01	01
-06	-04	34	-06	01	01
00	-08	18	-02	01	01
02	-02	18	-08	01	01
10	-10	22	04	01	01
10	-12	24	-06	01	01
12	-10	06	-04	01	01
-10	-08	04	-02	01	01
00	04	16	02	01	01
06	10	22	-06	01	01
02	-04	16	00	01	01
12	02	08	02	01	01
-16	-14	10	06	01	01
-06	-08	04	02	01	01
02	10	08	02	01	01
06	00	12	-02	01	01
-16	00	16	06	01	01
-10	00	18	-16	01	01
-06	-14	12	00	01	01
10	-24	36	02	01	01
-02	-06	16	02	01	01
-02	-18	24	06	01	01
04	12	32	00	01	01
02	00	22	06	01	01
-14	-10	14	-14	01	01
02	-08	16	00	01	01
-10	-02	36	-08	01	01
00	-04	18	-10	01	01
-06	02	14	00	01	01
-06	-16	-08	-02	01	01
-04	-06	02	-06	01	01
10	-08	-04	-10	01	01
00	-08	04	-06	01	01

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
-02	00	12	08	02	01
-16	00	36	14	02	01
02	-02	16	02	02	01
16	-06	24	06	02	01
00	-02	32	02	02	01
02	02	22	02	02	01
02	-04	14	06	02	01
12	00	16	04	02	01
06	06	36	04	02	01
00	04	18	06	02	01
-10	-12	08	02	02	01
10	00	18	04	02	01
02	-02	22	02	02	01
-04	-10	18	00	02	01
10	-22	16	08	02	01
14	00	22	06	02	01
10	-06	14	02	02	01
-04	00	12	06	02	01
00	-14	28	04	02	01
12	-12	32	02	02	01
10	-10	24	-04	02	01
02	-08	22	-02	02	01
-10	04	34	02	02	01
-08	10	22	-06	02	01
10	-04	16	04	02	01
-12	02	18	02	02	01
-10	-14	14	12	02	01
30	-08	10	10	02	01
06	10	18	02	02	01
06	02	28	06	02	01
-20	-06	22	06	02	01
24	-08	18	06	02	01
-02	-04	12	00	02	01
10	-20	22	08	02	01
02	00	26	14	02	01
10	-22	20	06	02	01
06	02	12	00	02	01
18	00	24	06	02	01
08	-10	22	22	02	01
02	-12	12	00	02	01
08	-02	18	-08	02	01
02	00	22	02	02	01
04	02	14	00	02	01
-02	-18	18	-02	02	01
16	-06	28	08	02	01
10	-08	26	18	02	01
08	08	12	02	02	01
-06	08	24	06	02	01
16	12	38	04	02	01
22	04	12	-02	02	01
10	-10	26	-08	02	01
10	06	22	-02	02	01

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
04	02	20	-02	02	01
16	-18	34	04	02	01
00	-18	34	08	02	01
14	02	16	-02	02	01
16	-02	26	00	02	01
10	04	26	02	02	01
22	04	24	06	02	01
30	02	18	-02	02	01
-04	-12	16	00	02	01
12	-16	32	08	02	01
18	-02	18	02	02	01
12	-06	22	02	02	01
10	-12	38	-06	02	01
14	-10	34	12	02	01
12	-08	10	-04	02	01
00	02	20	00	02	01
20	-08	-22	02	02	01
08	-16	06	04	02	01
-06	12	-16	00	02	01
10	08	18	00	02	01
10	-12	12	04	02	01
14	02	16	-04	02	01
12	02	20	00	02	01
14	-04	16	00	02	01
18	-04	18	10	02	01
08	06	24	02	02	01
12	02	12	-06	02	01
18	00	16	-02	02	01
06	04	22	10	02	01
16	-08	34	-04	02	01
10	-04	22	-10	02	01
-18	10	26	20	02	01
-02	02	28	06	02	01
-04	04	44	04	02	01
02	04	32	04	02	01
-10	16	18	02	02	01
-06	-04	34	02	02	01
02	02	18	02	02	01
-08	12	18	02	02	01
10	12	22	-04	02	01
-20	-04	24	02	02	01
-12	00	00	02	03	01
-16	-06	06	08	03	01
-16	-06	00	02	03	01
00	-16	02	-08	03	01
-14	-10	02	-12	03	01
10	-08	04	-02	03	01
10	02	00	-04	03	01
-12	-10	-02	-06	03	01
-06	-12	06	-04	03	01
-06	-10	00	-02	03	01

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
-08	-10	-02	-20	03	01
00	-20	-02	06	03	01
02	00	-02	04	03	01
04	-02	-04	04	03	01
00	-04	-02	-12	03	01
-02	-08	02	-02	03	01
06	-04	02	-08	03	01
00	-18	-04	-04	03	01
-04	-02	00	02	03	01
-02	-18	-06	-04	03	01
-06	-10	-08	-04	03	01
-10	-10	02	-04	03	01
-02	-06	00	02	03	01
10	-14	-02	-06	03	01
00	02	-04	-06	03	01
-02	-12	-02	-02	03	01
-10	-08	02	00	03	01
-02	02	00	00	03	01
08	-08	06	-02	03	01
00	-06	06	-02	03	01
06	-04	00	04	03	01
-18	-14	-04	04	03	01
-04	-10	02	00	03	01
00	02	-02	08	03	01
02	-02	02	-06	03	01
-16	-24	-02	-16	03	01
-10	-08	02	-16	03	01
-06	-10	00	00	03	01
00	-18	08	02	03	01
-02	-02	-02	02	03	01
-02	02	00	00	03	01
-04	-28	02	-20	03	01
00	-14	04	-06	03	01
-10	-10	06	-10	03	01
00	-06	06	02	03	01
-10	-04	02	-10	03	01
-02	-04	04	-12	03	01
-08	-08	08	-06	03	01
-04	-22	04	06	03	01
-06	-06	-04	02	03	01
10	-06	00	-08	03	01
00	04	02	-06	03	01
04	-10	04	-04	03	01
10	08	04	-04	03	01
06	12	02	-14	03	01
10	-20	-04	-06	03	01
10	-02	-04	-12	03	01
-06	02	-06	04	03	01
14	-22	-04	-10	03	01
02	-06	-02	04	03	01
04	-06	02	-08	03	01
14	-12	02	08	03	01

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
00	02	-06	06	03	01
12	-02	00	00	03	01
-04	02	00	-02	03	01
04	-10	04	02	03	01
-04	-08	06	10	03	01
06	-14	06	04	03	01
-02	-02	08	-10	03	01
-22	-14	06	-08	03	01
-12	-18	-04	-06	03	01
-04	-06	06	00	03	01
00	04	02	02	03	01
04	04	04	-08	03	01
-06	-22	02	04	03	01
00	10	00	00	03	01
02	-04	04	02	03	01
02	-14	06	-02	03	01
-04	-02	00	10	03	01
-10	06	02	10	03	01
02	-08	04	-02	03	01
04	-12	-06	-06	03	01
02	-08	00	04	03	01
04	-02	08	-06	03	01
02	04	02	-04	03	01
02	00	00	00	03	01
12	-04	00	08	03	01
-06	-18	08	-12	03	01
02	02	02	-22	03	01
02	-08	-02	00	03	01
02	-12	00	02	03	01
18	-24	00	00	03	01
10	08	04	02	03	01
00	-02	04	-02	03	01
-08	-04	02	-06	03	01
00	02	02	-02	03	01
10	-18	06	-10	03	01
-04	-08	-02	06	03	01
-08	-08	36	00	01	02
-12	-10	16	00	01	02
00	00	24	-04	01	02
-08	00	32	02	01	02
-04	-02	22	00	01	02
-08	-06	14	-04	01	02
-08	-02	16	02	01	02
-06	02	36	-04	01	02
-08	-04	18	-10	01	02
-12	00	08	04	01	02
-02	06	18	-04	01	02
-10	04	22	-02	01	02
10	-12	18	-08	01	02
00	00	16	04	01	02
-12	-02	22	00	01	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
06	-12	12	02	01	02
16	-16	26	04	01	02
12	-02	20	04	01	02
12	-06	-04	00	01	02
00	-12	18	00	01	02
04	-10	-04	04	01	02
02	-08	08	-06	01	02
-10	02	14	04	01	02
12	-10	-14	-02	01	02
-12	-06	08	02	01	02
-08	-08	00	06	01	02
-08	-06	12	02	01	02
06	-16	24	06	01	02
-04	-14	-02	04	01	02
00	00	10	02	01	02
02	-12	08	04	01	02
-14	-10	-02	-06	01	02
-08	02	16	04	01	02
04	-04	10	04	01	02
12	-08	08	-18	01	02
02	-08	-02	-06	01	02
12	-16	10	00	01	02
04	00	06	02	01	02
-18	02	14	04	01	02
00	-04	14	02	01	02
02	00	-10	-02	01	02
-06	06	00	-06	01	02
-14	04	20	-04	01	02
-04	-12	14	02	01	02
-06	00	08	-08	01	02
00	-02	06	00	01	02
-02	-10	22	06	01	02
02	-16	14	02	02	02
16	-14	16	06	02	02
-02	-10	36	-02	02	02
-06	-04	18	00	02	02
02	-02	08	08	02	02
00	-06	18	02	02	02
04	00	22	02	02	02
-04	10	18	-06	02	02
00	00	16	12	02	02
-04	-02	22	-04	02	02
-10	02	14	00	02	02
-02	02	12	02	02	02
00	06	28	04	02	02
04	-02	44	00	02	02
00	10	32	00	02	02
-02	02	18	04	02	02
-04	-04	34	-04	02	02
02	00	18	00	02	02
-06	-02	18	00	02	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
-20	-10	14	04	01	02
00	-22	12	02	01	02
-04	00	28	00	01	02
-06	-06	32	02	01	02
-02	00	24	-02	01	02
00	-14	22	-04	01	02
-06	-02	34	-12	01	02
02	04	22	-08	01	02
00	04	18	-04	01	02
-04	02	16	-02	01	02
-06	-14	22	-06	01	02
-06	06	14	-10	01	02
00	00	12	-04	01	02
-12	02	28	02	01	02
04	-02	32	-02	01	02
04	-04	24	00	01	02
16	02	22	-02	01	02
04	06	34	-06	01	02
-12	00	22	00	01	02
06	02	16	02	01	02
04	-06	18	00	01	02
-06	-02	14	02	01	02
06	-08	10	02	01	02
08	00	-10	-04	01	02
-04	00	14	02	01	02
-16	-06	08	00	01	02
14	-08	24	02	01	02
14	-04	00	00	01	02
06	-20	10	-04	01	02
02	00	-06	00	01	02
14	-22	-06	-02	01	02
16	02	-02	-06	01	02
10	00	00	06	01	02
10	-10	22	04	01	02
02	-12	18	-08	01	02
06	-02	12	00	01	02
-10	00	22	-06	01	02
-08	02	26	02	01	02
-06	-18	20	04	01	02
06	-06	12	-08	01	02
00	-08	24	-06	01	02
-06	08	22	00	01	02
00	08	12	02	01	02
-06	12	18	06	01	02
-02	04	22	02	01	02
-02	-10	14	04	01	02
-06	-18	18	00	01	02
10	02	28	04	01	02
12	-02	26	00	01	02
10	04	12	-02	01	02
08	04	24	-06	01	02
-10	02	38	04	01	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
08	-06	20	02	02	02
04	-02	28	06	02	02
10	-08	18	04	02	02
04	00	14	02	02	02
08	00	-08	-04	02	02
04	-04	02	02	02	02
02	-04	-04	12	02	02
02	-02	04	10	02	02
-10	-16	34	02	02	02
04	-12	20	06	02	02
00	02	28	06	02	02
06	-08	18	06	02	02
04	-16	02	00	02	02
-06	-08	28	08	02	02
06	-02	22	14	02	02
-06	04	14	06	02	02
18	-04	18	00	02	02
-08	-06	22	06	02	02
06	04	20	14	02	02
08	02	12	-08	02	02
04	-02	00	02	02	02
14	00	14	04	02	02
00	-04	32	-06	02	02
24	04	18	04	02	02
12	02	14	00	02	02
04	-06	12	10	02	02
08	04	10	02	02	02
04	08	08	-14	02	02
-12	10	-04	12	03	02
-06	-18	06	-02	03	02
-06	-08	00	-02	03	02
-08	-08	02	-02	03	02
00	-12	02	-06	03	02
02	-12	04	-14	03	02
04	-02	00	00	03	02
00	02	-02	-12	03	02
-02	-08	06	-12	03	02
06	00	00	-08	03	02
00	-10	-02	-14	03	02
-04	02	-02	-12	03	02
-02	04	-02	12	03	02
-06	-14	-04	14	03	02
-10	-08	-02	-04	03	02
-02	-06	02	00	03	02
10	-12	02	-08	03	02
00	-10	-04	-10	03	02
-02	-06	00	-06	03	02
00	-16	-06	-06	03	02
-02	02	-08	02	03	02
-02	-08	02	-02	03	02
-04	00	00	-10	03	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
02	-16	22	10	02	02
00	06	24	02	02	02
02	04	06	-06	02	02
-10	00	14	-02	02	02
06	-06	16	10	02	02
04	00	36	08	02	02
-04	-06	18	02	02	02
-04	06	08	08	02	02
-14	02	18	12	02	02
-04	-02	22	08	02	02
00	06	18	14	02	02
04	06	16	02	02	02
-02	04	22	06	02	02
-02	06	14	02	02	02
02	-02	12	02	02	02
-04	-02	28	06	02	02
06	00	32	04	02	02
-06	-02	24	04	02	02
10	00	22	06	02	02
08	02	34	02	02	02
12	-04	10	04	02	02
-02	00	04	02	02	02
-02	00	08	00	02	02
-02	00	-10	08	02	02
-12	-02	04	06	02	02
04	-08	12	02	02	02
10	-22	06	06	02	02
02	04	16	04	02	02
08	04	16	00	02	02
12	-02	08	-02	02	02
06	-02	10	-06	02	02
-02	02	04	00	02	02
-02	04	08	12	02	02
-02	02	12	02	02	02
02	00	16	00	02	02
08	04	18	-02	02	02
00	00	12	00	02	02
02	-12	06	02	02	02
-06	-02	16	04	02	02
02	04	32	-08	02	02
-04	04	18	02	02	02
-06	02	22	02	02	02
00	-14	38	06	02	02
00	06	34	04	02	02
22	00	10	04	02	02
12	02	20	06	02	02
06	-02	12	02	02	02
02	-04	-08	04	02	02
10	02	02	02	02	02
08	06	-04	00	02	02
14	00	04	08	02	02
10	02	34	06	02	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
00	-08	-02	00	03	02
-10	-02	-04	-06	03	02
00	02	-02	-08	03	02
-10	-02	02	00	03	02
-02	-02	00	-10	03	02
-08	-04	06	-08	03	02
-04	00	06	02	03	02
-06	-12	12	-02	03	02
10	00	00	-02	03	02
00	-10	04	-02	03	02
04	-10	00	06	03	02
10	10	02	-12	03	02
06	-02	02	16	03	02
10	-04	00	00	03	02
10	-02	12	-02	03	02
-06	02	04	06	03	02
14	-04	00	08	03	02
02	-06	02	00	03	02
04	-08	00	-02	03	02
14	-06	04	-04	03	02
00	-02	08	00	03	02
12	02	00	04	03	02
02	-30	10	-12	03	02
-16	-06	06	06	03	02
-10	-14	00	14	03	02
-06	-08	02	16	03	02
00	-04	02	-14	03	02
-02	-10	04	-10	03	02
-02	-10	00	-02	03	02
-04	02	-02	-02	03	02
00	08	06	10	03	02
-10	10	00	-12	03	02
00	-04	-02	00	03	02
-10	-08	-02	-04	03	02
-02	-20	-02	-06	03	02
-08	-06	-04	00	03	02
-04	-04	-02	08	03	02
-06	-04	02	-14	03	02
10	-10	02	10	03	02
00	-08	-04	-12	03	02
04	02	00	08	03	02
10	-04	-06	-04	03	02
06	-14	-08	00	03	02
10	-04	02	02	03	02
-12	04	00	-08	03	02
-04	-04	-02	00	03	02
00	-12	-04	-04	03	02
04	-06	-02	-12	03	02
-06	06	02	-02	03	02
00	02	00	10	03	02
02	-12	06	-10	03	02
02	-02	06	-02	03	02

Gruen	Rot	Gelb	Blau	Sekundärstimulus	Alter
-04	02	02	-06	03	02
-10	-06	12	12	03	02
02	-22	02	04	03	02
04	-04	-12	00	03	02
02	-02	00	04	03	02
04	-08	08	10	03	02
02	-10	00	06	03	02
02	-16	-02	00	03	02
12	-18	06	-04	03	02
-06	-06	00	00	03	02
02	00	-08	08	03	02
02	-10	04	-12	03	02
02	-08	-12	-04	03	02
18	-10	06	-04	03	02
-12	00	04	04	03	02
02	00	-02	00	03	02
04	-08	-02	04	03	02
02	02	04	02	03	02
04	-10	02	-18	03	02
04	00	08	-12	03	02
00	00	00	-02	03	02
00	-04	00	00	03	02
02	00	02	02	03	02
04	02	00	-08	03	02

## Quantitative Ergebnisse zu Versuch 2:

Tabelle 4: Abweichungen bei Grün

Sekundärstimulus	Mittelwert Kinder	Mittelwert Erwachsene	Mittelwert Gesamt
ohne Ton	1,7959	-0,6061	0,5888
hoher Ton	5,7347	2,3232	4,0203
tiefer Ton	-0,8163	-0,0606	-0,4365

Tabelle 5: Abweichungen bei Rot

Sekundärstimulus	Mittelwert Kinder	Mittelwert Erwachsene	Mittelwert Gesamt
ohne Ton	-3,2857	-3,9394	-3,6136
hoher Ton	-2,7755	-1,3131	-2,0443
tiefer Ton	-6,9388	-5,1717	-6,0508

Tabelle 6: Abweichungen bei Gelb

Sekundärstimulus	Mittelwert Kinder	Mittelwert Erwachsene	Mittelwert Gesamt
ohne Ton	16,1633	15,1515	15,6548
hoher Ton	20,6327	16,3838	18,4975
tiefer Ton	1,1224	0,7879	-,9543

Tabelle 7: Abweichungen bei Blau

Sekundärstimulus	Mittelwert Kinder	Mittelwert Erwachsene	Mittelwert Gesamt
ohne Ton	-2,3673	-,7071	-1,5330
hoher Ton	3,1633	3,0505	3,1066
tiefer Ton	-2,5306	-1,6768	-2,1015

---



## Varianzanalysen und Scheffé-Vergleich – Versuch 2

### Pool: Kinder

### Grün

Mittelwerte:

#### Bericht

gruen

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	1,7959	98	8,47307
hoher Ton	5,7347	98	10,10721
tiefer Ton	-,8163	98	7,64596
Insgesamt	2,2381	294	9,17694

Anova:

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: gruenminus10

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	2131,619(a)	2	1065,810	13,758	,000
Konstanter Term	1472,667	1	1472,667	19,010	,000
Sekundärstimulus	2131,619	2	1065,810	13,758	,000
Fehler	22543,714	291	77,470		
Gesamt	26148,000	294			
Korrigierte Gesamtvariation	24675,333	293			

a R-Quadrat = ,086 (korrigiertes R-Quadrat = ,080)

Scheffé:

#### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: gruen

Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-3,9388(*)	1,25738	,008	-7,0324	-,8451
	tiefer Ton	2,6122	1,25738	,117	-,4814	5,7059
hoher Ton	ohne Ton	3,9388(*)	1,25738	,008	,8451	7,0324
	tiefer Ton	6,5510(*)	1,25738	,000	3,4574	9,6447
tiefer Ton	ohne Ton	-2,6122	1,25738	,117	-5,7059	,4814
	hoher Ton	-6,5510(*)	1,25738	,000	-9,6447	-3,4574

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

**gruen**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	98	-,8163	
ohne Ton	98	1,7959	
hoher Ton	98		5,7347
Signifikanz		,117	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 77,470".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 98,000

b Alpha = ,05

**Rot**

Mittelwerte:

**Bericht**

Rot

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-3,2857	98	9,11439
hoher Ton	-2,7755	98	8,26685
tiefer Ton	-6,9388	98	8,12888
Insgesamt	-4,3333	294	8,68629

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton 98
	2,00	hoher Ton 98
	3,00	tiefer Ton 98

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: Rot

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	1010,639(a)	2	505,320	6,970	,001
Konstanter Term	5520,667	1	5520,667	76,150	,000
Sekundärstimulus	1010,639	2	505,320	6,970	,001
Fehler	21096,694	291	72,497		
Gesamt	27628,000	294			
Korrigierte Gesamtvariation	22107,333	293			

a R-Quadrat = ,046 (korrigiertes R-Quadrat = ,039)

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: Rot  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-,5102	1,21636	,916	-3,5029	2,4825
	tiefer Ton	3,6531(*)	1,21636	,012	,6603	6,6458
hoher Ton	ohne Ton	,5102	1,21636	,916	-2,4825	3,5029
	tiefer Ton	4,1633(*)	1,21636	,003	1,1705	7,1560
tiefer Ton	ohne Ton	-3,6531(*)	1,21636	,012	-6,6458	-,6603
	hoher Ton	-4,1633(*)	1,21636	,003	-7,1560	-1,1705

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**Rot**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	98	-6,9388	
ohne Ton	98		-3,2857
hoher Ton	98		-2,7755
Signifikanz		1,000	,916

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 72,497".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 98,000

b Alpha = ,05

**Gelb**

Mittelwerte:

**Bericht**

gelb

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	16,1633	98	9,47094
hoher Ton	20,6327	98	10,94192
tiefer Ton	1,1224	98	3,67848
Insgesamt	12,6395	294	11,98745

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton
		98
		98
		98

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: gelb

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	20477,088(a)	2	10238,544	137,766	,000
Konstanter Term	46968,218	1	46968,218	631,985	,000
Sekundärstimulus	20477,088	2	10238,544	137,766	,000
Fehler	21626,694	291	74,319		
Gesamt	89072,000	294			
Korrigierte Gesamtvariation	42103,782	293			

a R-Quadrat = ,486 (korrigiertes R-Quadrat = ,483)

Scheffé:

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Gelb  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	4,4694(*)	1,23155	,002	1,4393	7,4995
	tiefer Ton	19,5102(*)	1,23155	,000	16,4801	22,5403
hoher Ton	ohne Ton	-4,4694(*)	1,23155	,002	-7,4995	-1,4393
	tiefer Ton	15,0408(*)	1,23155	,000	12,0107	18,0709
tiefer Ton	ohne Ton	-19,5102(*)	1,23155	,000	-22,5403	-16,4801
	hoher Ton	-15,0408(*)	1,23155	,000	-18,0709	-12,0107

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

### gelb

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe		
		2	3	1
tiefer Ton	98	1,1224		
hoher Ton	98		16,1633	
ohne Ton	98			20,6327
Signifikanz		1,000	1,000	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 74,319".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 98,000

b Alpha = ,05

## Blau

Mittelwerte:

### Bericht

blau

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-2,3673	98	5,89494
hoher Ton	3,1633	98	5,61973
tiefer Ton	-2,5306	98	6,79934
Insgesamt	-,5782	294	6,65526

Anova:

### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: blauminus10

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	2059,129(a)	2	1029,565	27,440	,000
Konstanter Term	98,299	1	98,299	2,620	,107
Sekundärstimulus	2059,129	2	1029,565	27,440	,000
Fehler	10918,571	291	37,521		
Gesamt	13076,000	294			
Korrigierte Gesamtvariation	12977,701	293			

a R-Quadrat = ,159 (korrigiertes R-Quadrat = ,153)

Scheffé:

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: blau  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-5,5306(*)	,87506	,000	-7,6836	-3,3776
	tiefer Ton	,1633	,87506	,983	-1,9897	2,3163
hoher Ton	ohne Ton	5,5306(*)	,87506	,000	3,3776	7,6836
	tiefer Ton	5,6939(*)	,87506	,000	3,5409	7,8469
tiefer Ton	ohne Ton	-,1633	,87506	,983	-2,3163	1,9897
	hoher Ton	-5,6939(*)	,87506	,000	-7,8469	-3,5409

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**blauminus10**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	98	-2,5306	
ohne Ton	98	-2,3673	
hoher Ton	98		3,1633
Signifikanz		,983	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 37,521".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 98,000

b Alpha = ,05

**Pool: Erwachsene**

**Grün**

Mittelwerte:

**Bericht**

gruen

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-,6061	99	8,42956
hoher Ton	2,3232	99	6,94413
tiefer Ton	-,0606	99	6,54937
Insgesamt	,5522	297	7,43745

Anova

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton 99
	2,00	hoher Ton 99
	3,00	tiefer Ton 99

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: gruen

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	480,512(a)	2	240,256	4,444	,013
Konstanter Term	90,559	1	90,559	1,675	,197
Sekundärstimulus	480,512	2	240,256	4,444	,013
Fehler	15892,929	294	54,058		
Gesamt	16464,000	297			
Korrigierte Gesamtvariation	16373,441	296			

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: gruen  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-2,9293(*)	1,04502	,021	-5,5003	-,3583
	tiefer Ton	-,5455	1,04502	,873	-3,1165	2,0256
hoher Ton	ohne Ton	2,9293(*)	1,04502	,021	,3583	5,5003
	tiefer Ton	2,3838	1,04502	,076	-,1872	4,9549
tiefer Ton	ohne Ton	,5455	1,04502	,873	-2,0256	3,1165
	hoher Ton	-2,3838	1,04502	,076	-4,9549	-,1872

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**gruen**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
ohne Ton	99	-,6061	
tiefer Ton	99	-,0606	-,0606
hoher Ton	99		2,3232
Signifikanz		,873	,076

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 54,058".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 99,000

b Alpha = ,05

**Rot:**

Mittelwerte:

**Bericht**

Rot

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-3,9394	99	6,04852
hoher Ton	-1,3131	99	7,13974
tiefer Ton	-5,1717	99	6,93415
Insgesamt	-3,4747	297	6,89253

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N	
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton	99
	2,00	hoher Ton	99
	3,00	tiefer Ton	99

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Rot

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	769,051(a)	2	384,525	8,505	,000
Konstanter Term	3585,939	1	3585,939	79,310	,000
Sekundärstimulus	769,051	2	384,525	8,505	,000
Fehler	13293,010	294	45,214		
Gesamt	17648,000	297			
Korrigierte Gesamtvariation	14062,061	296			

a R-Quadrat = ,055 (korrigiertes R-Quadrat = ,048)

Scheffé:

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Rot

Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	1,2323	,95573	,437	,2749	4,9776
	tiefer Ton	2,6263(*)	,95573	,024	1,5072	6,2099
hoher Ton	ohne Ton	-1,2323	,95573	,437	-4,9776	-,2749
	tiefer Ton	3,8586(*)	,95573	,000	-1,1190	3,5837
tiefer Ton	ohne Ton	-2,6263(*)	,95573	,024	-6,2099	-1,5072
	hoher Ton	-3,8586(*)	,95573	,000	-3,5837	1,1190

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

### Rot

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	99	-5,1717	
hoher Ton	99	-3,9394	
ohne Ton	99		-1,3131
Signifikanz		,437	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 45,214".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 99,000

b Alpha = ,05



## Gelb

Mittelwerte:

### Bericht

gelbplus8ot

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	15,1515	99	10,92494
hoher Ton	16,3838	99	10,67775
tiefer Ton	,7879	99	4,47048
Insgesamt	10,7744	297	11,58311

Anova:

### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: gelb

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	14885,199(a)	2	7442,599	88,129	,000
Konstanter Term	34478,114	1	34478,114	408,260	,000
Sekundärstimulus	14885,199	2	7442,599	88,129	,000
Fehler	24828,687	294	84,451		
Gesamt	74192,000	297			
Korrigierte Gesamtvariation	39713,886	296			

a R-Quadrat = ,375 (korrigiertes R-Quadrat = ,371)

Scheffé:

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: gelb  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-1,2323	1,30617	,641	-4,4459	1,9812
	tiefer Ton	14,3636(*)	1,30617	,000	11,1501	17,5772
hoher Ton	ohne Ton	1,2323	1,30617	,641	-1,9812	4,4459
	tiefer Ton	15,5960(*)	1,30617	,000	12,3824	18,8095
tiefer Ton	ohne Ton	-14,3636(*)	1,30617	,000	-17,5772	-11,1501
	hoher Ton	-15,5960(*)	1,30617	,000	-18,8095	-12,3824

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant

**gelb**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	99	,7879	
ohne Ton	99		15,1515
hoher Ton	99		16,3838
Signifikanz		1,000	,641

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 84,451".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 99,000

b Alpha = ,05

b Alpha = ,05

**Blau**

Mittelwerte:

**Bericht**

blau

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-,7071	99	4,54738
hoher Ton	3,0505	99	5,01706
tiefer Ton	-1,6768	99	7,68623
Insgesamt	,2222	297	6,23778

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: blau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	1234,424(a)	2	617,212	17,647	,000
Konstanter Term	14,667	1	14,667	,419	,518
Sekundärstimulus	1234,424	2	617,212	17,647	,000
Fehler	10282,909	294	34,976		
Gesamt	11532,000	297			
Korrigierte Gesamtvariation	11517,333	296			

a R-Quadrat = ,107 (korrigiertes R-Quadrat = ,101)

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: blau  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-3,7576(*)	,84059	,000	-5,8256	-1,6895
	tiefer Ton	,9697	,84059	,515	-1,0984	3,0378
hoher Ton	ohne Ton	3,7576(*)	,84059	,000	1,6895	5,8256
	tiefer Ton	4,7273(*)	,84059	,000	2,6592	6,7953
tiefer Ton	ohne Ton	-,9697	,84059	,515	-3,0378	1,0984
	hoher Ton	-4,7273(*)	,84059	,000	-6,7953	-2,6592

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**blau**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	99	-1,6768	
ohne Ton	99	-,7071	
hoher Ton	99		3,0505
Signifikanz		,515	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 34,976".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 99,000

b Alpha = ,05

**Pool: Gesamt**

**Grün**

Mittelwerte:

**Bericht**

gruen

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	,5888	197	8,51520
hoher Ton	4,0203	197	8,80860
tiefer Ton	-,4365	197	7,10793
Insgesamt	1,3909	591	8,38367

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

	Wertelabel	N	
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton	197
	2,00	hoher Ton	197
	3,00	tiefer Ton	197

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: gruen

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	2146,640(a)	2	1073,320	16,050	,000
Konstanter Term	1143,289	1	1143,289	17,096	,000
Sekundärstimulus	2146,640	2	1073,320	16,050	,000
Fehler	39322,071	588	66,874		
Gesamt	42612,000	591			
Korrigierte Gesamtvariation	41468,711	590			

a R-Quadrat = ,052 (korrigiertes R-Quadrat = ,049)

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: gruen

Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-3,4315(*)	,82397	,000	-5,4535	-1,4095
	tiefer Ton	1,0254	,82397	,461	-,9966	3,0474
hoher Ton	ohne Ton	3,4315(*)	,82397	,000	1,4095	5,4535
	tiefer Ton	4,4569(*)	,82397	,000	2,4348	6,4789
tiefer Ton	ohne Ton	-1,0254	,82397	,461	-3,0474	,9966
	hoher Ton	-4,4569(*)	,82397	,000	-6,4789	-2,4348

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**gruen**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	197	-,4365	
ohne Ton	197	,5888	
hoher Ton	197		4,0203
Signifikanz		,461	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 66,874".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 197,000

b Alpha = ,05

## Rot

Mittelwerte:

### Bericht

Rot

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-3,6142	197	8,16747
hoher Ton	-2,0406	197	7,25613
tiefer Ton	-6,0508	197	7,58472
Insgesamt	-3,9019	591	7,84147

Anova:

### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton
	2,00	hoher Ton
	3,00	tiefer Ton

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Rot

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	1476,481(a)	2	738,240	12,473	,000
Konstanter Term	8997,692	1	8997,692	152,022	,000
Sekundärstimulus	1476,481	2	738,240	12,473	,000
Fehler	34801,827	588	59,187		
Gesamt	45276,000	591			
Korrigierte Gesamtvariation	36278,308	590			

a R-Quadrat = ,041 (korrigiertes R-Quadrat = ,037)

Scheffé:

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Rot

Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	1,0660	,77517	,389	-,8363	2,9682
	tiefer Ton	3,7563(*)	,77517	,000	1,8541	5,6586
hoher Ton	ohne Ton	-1,0660	,77517	,389	-2,9682	,8363
	tiefer Ton	2,6904(*)	,77517	,003	,7881	4,5926
tiefer Ton	ohne Ton	-3,7563(*)	,77517	,000	-5,6586	-1,8541
	hoher Ton	-2,6904(*)	,77517	,003	-4,5926	-,7881

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

## Rot

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	197	-6,0508	
hoher Ton	197		-3,3604
ohne Ton	197		-2,2944
Signifikanz		1,000	,389

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 59,187".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 197,000

b Alpha = ,05

## Gelb

Mittelwerte:

### Bericht

gelb

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	17,8782	197	10,56493
hoher Ton	16,2741	197	10,78292
tiefer Ton	-4,3959	197	10,51654
Insgesamt	9,9188	591	14,68010

Anova:

### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton 197
	2,00	hoher Ton 197
	3,00	tiefer Ton 197

### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: gelb

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	60804,711(a)	2	30402,355	269,455	,000
Konstanter Term	58143,898	1	58143,898	515,328	,000
Sekundärstimulus	60804,711	2	30402,355	269,455	,000
Fehler	66343,391	588	112,829		
Gesamt	185292,000	591			
Korrigierte Gesamtvariation	127148,102	590			

a R-Quadrat = ,478 (korrigiertes R-Quadrat = ,476)

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: gelb  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	1,6041	1,07027	,326	-1,0224	4,2305
	tiefer Ton	22,2741(*)	1,07027	,000	19,6477	24,9005
hoher Ton	ohne Ton	-1,6041	1,07027	,326	-4,2305	1,0224
	tiefer Ton	20,6701(*)	1,07027	,000	18,0436	23,2965
tiefer Ton	ohne Ton	-22,2741(*)	1,07027	,000	-24,9005	-19,6477
	hoher Ton	-20,6701(*)	1,07027	,000	-23,2965	-18,0436

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**gelb**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	197	-4,3959	
hoher Ton	197		16,2741
ohne Ton	197		17,8782
Signifikanz		1,000	,326

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 112,829".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 197,000

b Alpha = ,05

**Blau**

Mittelwerte:

**Bericht**

blauminus10

Sekundärstimulus	Mittelwert	N	Standardabweichung
ohne Ton	-1,5330	197	5,31317
hoher Ton	3,1066	197	5,31208
tiefer Ton	-2,1015	197	7,25272
Insgesamt	-,1760	591	6,45581

Anova:

**Zwischensubjektfaktoren**

		Wertelabel	N
Sekundärstimulus	1,00	ohne Ton	197
	2,00	hoher Ton	197
	3,00	tiefer Ton	197

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: blau

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	3215,932(a)	2	1607,966	44,236	,000
Konstanter Term	18,301	1	18,301	,503	,478
Sekundärstimulus	3215,932	2	1607,966	44,236	,000
Fehler	21373,766	588	36,350		
Gesamt	24608,000	591			
Korrigierte Gesamtvariation	24589,699	590			

a R-Quadrat = ,131 (korrigiertes R-Quadrat = ,128)

Scheffé:

**Mehrfachvergleiche**

Abhängige Variable: blau  
Scheffé

(I) Sekundärstimulus	(J) Sekundärstimulus	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
ohne Ton	hoher Ton	-4,6396(*)	,60748	,000	-6,1304	-3,1488
	tiefer Ton	,5685	,60748	,646	-,9222	2,0593
hoher Ton	ohne Ton	4,6396(*)	,60748	,000	3,1488	6,1304
	tiefer Ton	5,2081(*)	,60748	,000	3,7174	6,6989
tiefer Ton	ohne Ton	-,5685	,60748	,646	-2,0593	,9222
	hoher Ton	-5,2081(*)	,60748	,000	-6,6989	-3,7174

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

**blau**

Scheffé

Sekundärstimulus	N	Untergruppe	
		2	1
tiefer Ton	197	-2,1015	
ohne Ton	197	-1,5330	
hoher Ton	197		3,1066
Signifikanz		,646	1,000

Die Mittelwerte für Gruppen in homogenen Untergruppen werden angezeigt.

Basiert auf Typ III Quadratsumme

Der Fehlerterm ist "Mittel der Quadrate (Fehler) = 36,350".

a Verwendet Stichprobengrößen des harmonischen Mittels = 197,000

b Alpha = ,05



### III. Beeinflussung der Tonhörschätzung- Versuch 3

#### Daten und statistische Auswertung

baseline	Geschlecht	Alter	Musikerfahrung	Sekundärstimulus	ZRE_1	kongruent	inkongruent	grünhoch	rothoch
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	00
01	02	06	02	01	01	01	01	00	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	01	00	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	01
01	01	06	01	01	01	01	01	00	01
01	01	06	01	01	01	01	01	01	00
01	02	06	02	01	01	01	01	01	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	02	06	02	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	06	01	01	-01	01	01	00	01
01	02	07	02	01	01	00	01	00	00
01	01	06	02	01	01	00	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	07	02	01	-01	01	01	00	00
00	01	06	02	01	-01	01	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	00	00
00	02	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	06	01	01	01	01	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	00	01	00	00
01	02	06	01	01	01	00	01	01	01
00	02	07	02	01	-01	00	00	00	00
00	01	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	02	01	01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	07	01	01	-01	01	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	01
01	01	07	02	01	01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
00	02	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	06	02	01	01	00	00	01	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	00	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	07	02	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	01	00	01	01
01	02	06	02	01	01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00

baseline	Geschlecht	Alter	Musikerfahrung	Sekundärstimulus	ZRE_1	kongruent	inkongruent	grünhoch	rothoch
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	00
01	02	06	02	01	01	01	01	00	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	01	00	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	01
01	01	06	01	01	01	01	01	00	01
01	01	06	01	01	01	01	01	01	00
01	02	06	02	01	01	01	01	01	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	02	06	02	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	06	01	01	-01	01	01	00	01
01	02	07	02	01	01	00	01	00	00
01	01	06	02	01	01	00	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	07	02	01	-01	01	01	00	00
00	01	06	02	01	-01	01	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	00	00
00	02	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	06	01	01	01	01	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	00	01	00	00
01	02	06	01	01	01	00	01	01	01
00	02	07	02	01	-01	00	00	00	00
00	01	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	02	01	01	00	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	07	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	07	01	01	-01	01	01	00	00
00	01	06	01	01	-01	00	00	01	01
01	01	07	02	01	01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
00	02	07	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	06	02	01	01	00	00	01	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00
00	01	06	02	01	-01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	00	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	01	07	02	01	-01	00	01	01	01
01	01	06	01	01	01	00	01	00	00
01	01	07	01	01	01	01	00	01	01
01	02	06	02	01	01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	01	01	00	00
00	02	06	01	01	-01	00	01	01	01
00	02	06	01	01	-01	00	01	00	00

## McNemar-Test

### Kongruent:

baseline \* kongruent Kreuztabelle

			kongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
baseline	Korrekt	Anzahl	46	19	65
		Erwartete Anzahl	44,8	20,2	65,0
		% von baseline	70,8%	29,2%	100,0%
		% von kongruent	63,0%	57,6%	61,3%
	Falsch	Anzahl	27	14	41
		Erwartete Anzahl	28,2	12,8	41,0
		% von baseline	65,9%	34,1%	100,0%
		% von kongruent	37,0%	42,4%	38,7%
Gesamt	Anzahl	73	33	106	
	Erwartete Anzahl	73,0	33,0	106,0	
	% von baseline	68,9%	31,1%	100,0%	
	% von kongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

### Chi-Quadrat-Tests

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,302(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

### Inkongruent:

baseline \* inkongruent Kreuztabelle

			inkongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
baseline	Korrekt	Anzahl	9	56	65
		Erwartete Anzahl	7,4	57,6	65,0
		% von baseline	13,8%	86,2%	100,0%
		% von inkongruent	75,0%	59,6%	61,3%
	Falsch	Anzahl	3	38	41
		Erwartete Anzahl	4,6	36,4	41,0
		% von baseline	7,3%	92,7%	100,0%
		% von inkongruent	25,0%	40,4%	38,7%
Gesamt	Anzahl	12	94	106	
	Erwartete Anzahl	12,0	94,0	106,0	
	% von baseline	11,3%	88,7%	100,0%	
	% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

### Chi-Quadrat-Tests

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,000(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

### Kongruent zu Inkongruent:

**kongruent \* inkongruent Kreuztabelle**

			inkongruent		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
kongruent	Korrekt	Anzahl	6	67	73
		Erwartete Anzahl	8,3	64,7	73,0
		% von kongruent	8,2%	91,8%	100,0%
		% von inkongruent	50,0%	71,3%	68,9%
	Falsch	Anzahl	6	27	33
		Erwartete Anzahl	3,7	29,3	33,0
		% von kongruent	18,2%	81,8%	100,0%
		% von inkongruent	50,0%	28,7%	31,1%
Gesamt	Anzahl	12	94	106	
	Erwartete Anzahl	12,0	94,0	106,0	
	% von kongruent	11,3%	88,7%	100,0%	
	% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

### Chi-Quadrat-Tests

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,000(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

## Grünhoch:

**baseline \* grünhoch Kreuztabelle**

			grünhoch		
			Korrekt	Falsch	Gesamt
baseline	Korrekt	Anzahl	38	27	65
		Erwartete Anzahl	38,0	27,0	65,0
		% von baseline	58,5%	41,5%	100,0%
		% von grünhoch	61,3%	61,4%	61,3%
	Falsch	Anzahl	24	17	41
		Erwartete Anzahl	24,0	17,0	41,0
		% von baseline	58,5%	41,5%	100,0%
		% von grünhoch	38,7%	38,6%	38,7%
Gesamt	Anzahl	62	44	106	
	Erwartete Anzahl	62,0	44,0	106,0	
	% von baseline	58,5%	41,5%	100,0%	
	% von grünhoch	100,0%	100,0%	100,0%	

### Chi-Quadrat-Tests

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,780(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

## Rothoch:

**baseline \* rothoch Kreuztabelle**

			rothoch		
			Korrekt	Falsch	Gesamt
baseline	Korrekt	Anzahl	40	25	65
		Erwartete Anzahl	41,1	23,9	65,0
		% von baseline	61,5%	38,5%	100,0%
		% von rothoch	59,7%	64,1%	61,3%
	Falsch	Anzahl	27	14	41
		Erwartete Anzahl	25,9	15,1	41,0
		% von baseline	65,9%	34,1%	100,0%
		% von rothoch	40,3%	35,9%	38,7%
Gesamt	Anzahl	67	39	106	
	Erwartete Anzahl	67,0	39,0	106,0	
	% von baseline	63,2%	36,8%	100,0%	
	% von rothoch	100,0%	100,0%	100,0%	

**Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,890(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

**Rothoch zu Grünhoch:**

**grünhoch \* rothoch Kreuztabelle**

			rothoch		Gesamt
			Korrekt	Falsch	
grünhoch	Korrekt	Anzahl	55	7	62
		Erwartete Anzahl	39,2	22,8	62,0
		% von grünhoch	88,7%	11,3%	100,0%
		% von rothoch	82,1%	17,9%	58,5%
	Falsch	Anzahl	12	32	44
		Erwartete Anzahl	27,8	16,2	44,0
		% von grünhoch	27,3%	72,7%	100,0%
		% von rothoch	17,9%	82,1%	41,5%
Gesamt	Anzahl	67	39	106	
	Erwartete Anzahl	67,0	39,0	106,0	
	% von grünhoch	63,2%	36,8%	100,0%	
	% von rothoch	100,0%	100,0%	100,0%	

**Chi-Quadrat-Tests**

	Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		,359(a)
Anzahl der gültigen Fälle	106	

a Verwendete Binomialverteilung

## Musikerfahrung:

kongruent \* baseline \* Musikerfahrung Kreuztabelle

Musikerfahrung				baseline		Gesamt
				Korrekt	Falsch	
ja	kongruent	Korrekt	Anzahl	31	18	49
			Erwartete Anzahl	29,5	19,5	49,0
			% von kongruent	63,3%	36,7%	100,0%
		% von baseline	75,6%	66,7%	72,1%	
		Falsch	Anzahl	10	9	19
			Erwartete Anzahl	11,5	7,5	19,0
	% von kongruent		52,6%	47,4%	100,0%	
	Gesamt		% von baseline	24,4%	33,3%	27,9%
			Anzahl	41	27	68
			Erwartete Anzahl	41,0	27,0	68,0
		% von kongruent	60,3%	39,7%	100,0%	
		% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%	
nein	kongruent	Korrekt	Anzahl	15	9	24
			Erwartete Anzahl	15,2	8,8	24,0
			% von kongruent	62,5%	37,5%	100,0%
		% von baseline	62,5%	64,3%	63,2%	
		Falsch	Anzahl	9	5	14
			Erwartete Anzahl	8,8	5,2	14,0
	% von kongruent		64,3%	35,7%	100,0%	
	Gesamt		% von baseline	37,5%	35,7%	36,8%
			Anzahl	24	14	38
			Erwartete Anzahl	24,0	14,0	38,0
		% von kongruent	63,2%	36,8%	100,0%	
		% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%	

### Chi-Quadrat-Tests

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,185(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		1,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

**inkongruent \* baseline \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				baseline				
				Korrekt	Falsch	Gesamt		
ja	inkongruent	Korrekt	Anzahl	5	2	7		
			Erwartete Anzahl	4,2	2,8	7,0		
			% von inkongruent	71,4%	28,6%	100,0%		
		Falsch	% von baseline	12,2%	7,4%	10,3%		
			Anzahl	36	25	61		
			Erwartete Anzahl	36,8	24,2	61,0		
			% von inkongruent	59,0%	41,0%	100,0%		
	% von baseline	87,8%	92,6%	89,7%				
	Gesamt	Anzahl	41	27	68			
		Erwartete Anzahl	41,0	27,0	68,0			
		% von inkongruent	60,3%	39,7%	100,0%			
		% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%			
		nein	inkongruent	Korrekt	Anzahl	4	1	5
					Erwartete Anzahl	3,2	1,8	5,0
% von inkongruent					80,0%	20,0%	100,0%	
Falsch	% von baseline		16,7%	7,1%	13,2%			
	Anzahl		20	13	33			
	Erwartete Anzahl		20,8	12,2	33,0			
	% von inkongruent		60,6%	39,4%	100,0%			
% von baseline	83,3%	92,9%	86,8%					
Gesamt	Anzahl	24	14	38				
	Erwartete Anzahl	24,0	14,0	38,0				
	% von inkongruent	63,2%	36,8%	100,0%				
	% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%				

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung



**kongruent \* inkongruent \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				inkongruent		
				Korrekt	Falsch	Gesamt
ja	kongruent	Korrekt	Anzahl	4	45	49
			Erwartete Anzahl	5,0	44,0	49,0
			% von kongruent	8,2%	91,8%	100,0%
		Falsch	% von inkongruent	57,1%	73,8%	72,1%
			Anzahl	3	16	19
			Erwartete Anzahl	2,0	17,0	19,0
	Gesamt	% von kongruent	15,8%	84,2%	100,0%	
		% von inkongruent	42,9%	26,2%	27,9%	
		Anzahl	7	61	68	
		Erwartete Anzahl	7,0	61,0	68,0	
		% von kongruent	10,3%	89,7%	100,0%	
		% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	
nein	kongruent	Korrekt	Anzahl	2	22	24
			Erwartete Anzahl	3,2	20,8	24,0
			% von kongruent	8,3%	91,7%	100,0%
		Falsch	% von inkongruent	40,0%	66,7%	63,2%
			Anzahl	3	11	14
			Erwartete Anzahl	1,8	12,2	14,0
	Gesamt	% von kongruent	21,4%	78,6%	100,0%	
		% von inkongruent	60,0%	33,3%	36,8%	
		Anzahl	5	33	38	
		Erwartete Anzahl	5,0	33,0	38,0	
		% von kongruent	13,2%	86,8%	100,0%	
		% von inkongruent	100,0%	100,0%	100,0%	

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

**grünhoch \* baseline \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				baseline		
				Korrekt	Falsch	Gesamt
ja	grünhoch	Korrekt	Anzahl	21	17	38
			Erwartete Anzahl	22,9	15,1	38,0
			% von grünhoch	55,3%	44,7%	100,0%
		Falsch	Anzahl	20	10	30
			Erwartete Anzahl	18,1	11,9	30,0
			% von grünhoch	66,7%	33,3%	100,0%
	Gesamt	Korrekt	% von baseline	51,2%	63,0%	55,9%
			Anzahl	41	27	68
			Erwartete Anzahl	41,0	27,0	68,0
		Falsch	% von grünhoch	60,3%	39,7%	100,0%
			% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%
			Anzahl	17	7	24
nein	grünhoch	Korrekt	Erwartete Anzahl	15,2	8,8	24,0
			% von grünhoch	70,8%	29,2%	100,0%
			% von baseline	70,8%	50,0%	63,2%
		Falsch	Anzahl	7	7	14
			Erwartete Anzahl	8,8	5,2	14,0
			% von grünhoch	50,0%	50,0%	100,0%
	Gesamt	Korrekt	% von baseline	29,2%	50,0%	36,8%
			Anzahl	24	14	38
			Erwartete Anzahl	24,0	14,0	38,0
		Falsch	% von grünhoch	63,2%	36,8%	100,0%
			% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%
			Anzahl	17	7	24

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,743(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		1,000(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

**rothoch \* baseline \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				baseline		Gesamt	
				Korrekt	Falsch		
ja	rothoch	Korrekt	Anzahl	26	19	45	
			Erwartete Anzahl	27,1	17,9	45,0	
			% von rothoch	57,8%	42,2%	100,0%	
		% von baseline	63,4%	70,4%	66,2%		
		Falsch	Anzahl	15	8	23	
			Erwartete Anzahl	13,9	9,1	23,0	
			% von rothoch	65,2%	34,8%	100,0%	
	% von baseline		36,6%	29,6%	33,8%		
	Gesamt	Anzahl	41	27	68		
		Erwartete Anzahl	41,0	27,0	68,0		
		% von rothoch	60,3%	39,7%	100,0%		
	% von baseline	100,0%	100,0%	100,0%			
	nein	rothoch	Korrekt	Anzahl	14	8	22
				Erwartete Anzahl	13,9	8,1	22,0
% von rothoch				63,6%	36,4%	100,0%	
% von baseline			58,3%	57,1%	57,9%		
Falsch			Anzahl	10	6	16	
			Erwartete Anzahl	10,1	5,9	16,0	
			% von rothoch	62,5%	37,5%	100,0%	
		% von baseline	41,7%	42,9%	42,1%		
Gesamt		Anzahl	24	14	38		
		Erwartete Anzahl	24,0	14,0	38,0		
		% von rothoch	63,2%	36,8%	100,0%		
% von baseline		100,0%	100,0%	100,0%			

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,608(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		,815(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

**rothoch \* grünhoch \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				grünhoch		Gesamt
				Korrekt	Falsch	
ja	rothoch	Korrekt	Anzahl	35	10	45
			Erwartete Anzahl	25,1	19,9	45,0
			% von rothoch	77,8%	22,2%	100,0%
		Falsch	Anzahl	3	20	23
			Erwartete Anzahl	12,9	10,1	23,0
			% von rothoch	13,0%	87,0%	100,0%
	Gesamt	Korrekt	Anzahl	38	30	68
			Erwartete Anzahl	38,0	30,0	68,0
			% von rothoch	55,9%	44,1%	100,0%
		Falsch	Anzahl	3	20	23
			Erwartete Anzahl	12,9	10,1	23,0
			% von grünhoch	7,9%	66,7%	33,8%
nein	rothoch	Korrekt	Anzahl	20	2	22
			Erwartete Anzahl	13,9	8,1	22,0
			% von rothoch	90,9%	9,1%	100,0%
		Falsch	Anzahl	4	12	16
			Erwartete Anzahl	10,1	5,9	16,0
			% von rothoch	25,0%	75,0%	100,0%
	Gesamt	Korrekt	Anzahl	24	14	38
			Erwartete Anzahl	24,0	14,0	38,0
			% von rothoch	63,2%	36,8%	100,0%
		Falsch	Anzahl	4	12	16
			Erwartete Anzahl	10,1	5,9	16,0
			% von grünhoch	16,7%	85,7%	42,1%
				100,0%	100,0%	100,0%

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,092(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		,688(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

**grünhoch \* rothoch \* Musikerfahrung Kreuztabelle**

Musikerfahrung				rothoch		Gesamt
				Korrekt	Falsch	
ja	grünhoch	Korrekt	Anzahl	35	3	38
			Erwartete Anzahl	25,1	12,9	38,0
			% von grünhoch	92,1%	7,9%	100,0%
		Falsch	% von rothoch	77,8%	13,0%	55,9%
			Anzahl	10	20	30
			Erwartete Anzahl	19,9	10,1	30,0
	Gesamt	% von grünhoch	33,3%	66,7%	100,0%	
		% von rothoch	22,2%	87,0%	44,1%	
		Anzahl	45	23	68	
		Erwartete Anzahl	45,0	23,0	68,0	
		% von grünhoch	66,2%	33,8%	100,0%	
		% von rothoch	100,0%	100,0%	100,0%	
nein	grünhoch	Korrekt	Anzahl	20	4	24
			Erwartete Anzahl	13,9	10,1	24,0
			% von grünhoch	83,3%	16,7%	100,0%
		Falsch	% von rothoch	90,9%	25,0%	63,2%
			Anzahl	2	12	14
			Erwartete Anzahl	8,1	5,9	14,0
	Gesamt	% von grünhoch	14,3%	85,7%	100,0%	
		% von rothoch	9,1%	75,0%	36,8%	
		Anzahl	22	16	38	
		Erwartete Anzahl	22,0	16,0	38,0	
		% von grünhoch	57,9%	42,1%	100,0%	
		% von rothoch	100,0%	100,0%	100,0%	

**Chi-Quadrat-Tests**

Musikerfahrung		Wert	Exakte Signifikanz (2-seitig)
ja	McNemar-Test		,092(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	68	
nein	McNemar-Test		,688(a)
	Anzahl der gültigen Fälle	38	

a Verwendete Binomialverteilung

## Vergleiche der Grundvariablen:

### baseline

Count

		Musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	
Musikerfa hren	Korrekt	15	11	26
	Falsch	9	3	12
Total		24	14	38

### Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		,824(a)
N of Valid Cases	38	

a Binomial distribution used.

## Kongruent:

### kongruent

Count

		musikunerfahren		Total
		,00	1,00	
musikerfah rent	Korrekt	19	11	30
	Falsch	5	3	8
Total		24	14	38

### Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		,210(a)
N of Valid Cases	38	

a Binomial distribution used.

## Inkongruent:

### inkongruent

Count

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	
musikerfahre n	Korrekt	0	5	5
	Falsch	5	28	33
Total		5	33	38

### Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		1,000(a)
N of Valid Cases	38	

a Binomial distribution used.

### Grünhoch:

#### grünhoch

Count

		musikunerfahren		Total
		Korrekt	Falsch	
musikerfa hren	Korrekt	9	8	17
	Falsch	15	6	21
Total		24	14	38

### Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		,210(a)
N of Valid Cases	38	

a Binomial distribution used.

### Rothoch:

#### rothoch

Count

		musikunerfahren		Total
		,00	1,00	
musikerf ahren	Korrekt	14	7	21
	Falsch	8	9	17
Total		22	16	38

### Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		1,000(a)
N of Valid Cases	38	

a Binomial distribution used.