

Gerhard Franz

Materialien zur Vorlesung
Schönheit in Kunst und Wissenschaft
Diagramme

1 Kunst und Wissenschaft

1.1 Der Regenbogen

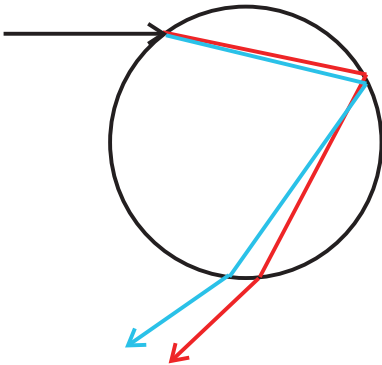


Abb. 1.1. Strahlengang in einem Wassertropfen. Der Ablenkwinkel ist gemessen vom Horizont (= 0°) und konzentriert sich auf Werte um 40° : für rotes Licht 42° , für blaues 40° .

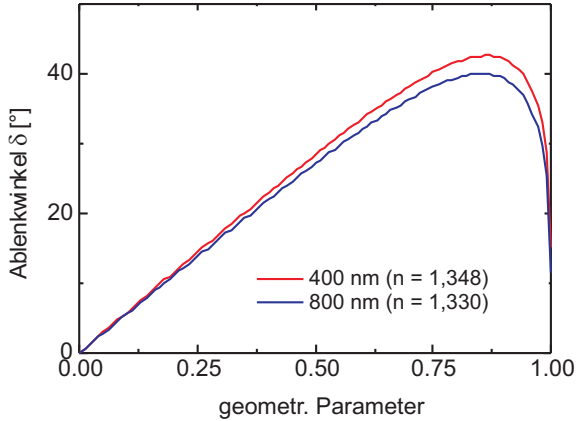


Abb. 1.2. Man sieht einen Regenbogen in verschiedenen Farben wegen der Dispersion. Aber warum konzentriert er sich auf den Winkel zwischen $40 - 42^\circ$? Weil der funktionale Zusammenhang zwischen Ein- und Austrittswinkel ein Maximum bei eben diesen Werten hat.

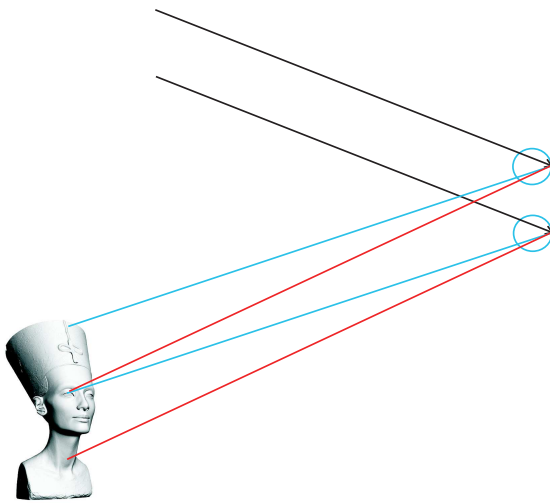


Abb. 1.3. In Wirklichkeit verursacht natürlich eine ganze Wand von Regentropfen den Bogen. Sieht man das blaue Licht aus einem Tropfen, muß das rote Licht von einem sich höher befindlichen ausgesandt werden. Nirgendwo sonst ist der Spruch des THUKYDIDES wahrer als hier: „Schönheit liegt im Auge des Betrachters.“

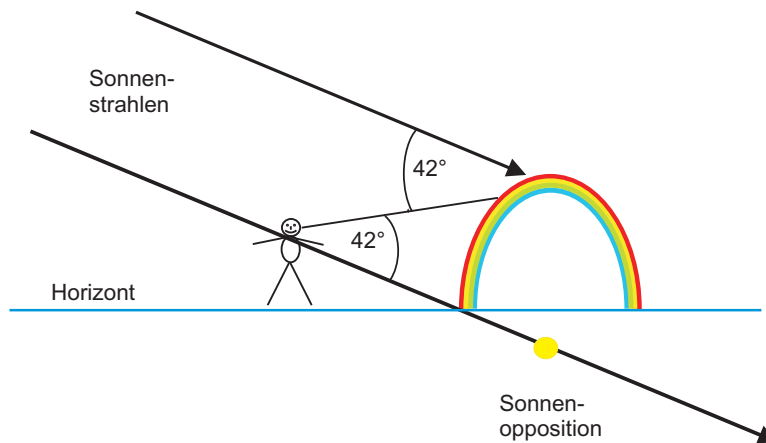


Abb. 1.4. Erste Voraussetzung: Das in die Tropfen einfallende Licht verläßt den Tropfen auf der Eintrittsseite \Rightarrow Man muß mit dem Rücken zur Sonne stehen. Die Strahlen verlassen den Tropfen unter einem Winkel von 42° gegenüber dem einfallenden Strahl \Rightarrow der Schnittwinkel zur Linie Sonne-Beobachter ist ebenfalls 42° (Wechselwinkel) und fallen ins Auge des Betrachters. Tropfen von weiter oben erzeugen einen Bogen für höher stehende Beobachter. Dieses Licht fehlt aber unserem Beobachter. Daher erscheint der Himmel oberhalb des Bogens dunkel. Das Zentrum des Regenbogens ist der Punkt der Sonnenopposition. Steht die Sonne zu hoch, verschwindet dieser Punkt in zu große Tiefen und der Bogen gleich mit.

1.2 Chromatische Aberration

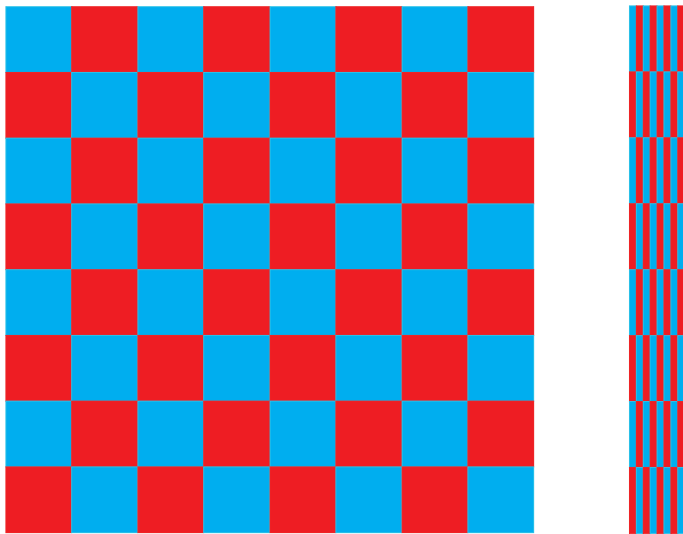


Abb. 1.5. Der Brechungsindex für blaues Licht ist um 1,35 % größer als für rotes Licht ($n = 1,348$ zu $1,330$). Bei Nahbetrachtung gleich breiter Elemente muß sich zur scharfen Abbildung auf der Netzhaut die Augenlinse für rot stärker krümmen als für blau. Das erzeugt physiologisch den Eindruck größerer Nähe für rot und insgesamt ein Geflimmer, was die Pointillisten ausnutzten, um mit winzigen Flecken in den reinen Farben gelb und rot ein auf größere Entfernung nicht mehr auflösbares orange zu erzeugen.



Abb. 1.6. Gleich große, aber unterschiedlich farbige, Sterne erscheinen in unterschiedlicher Entfernung.

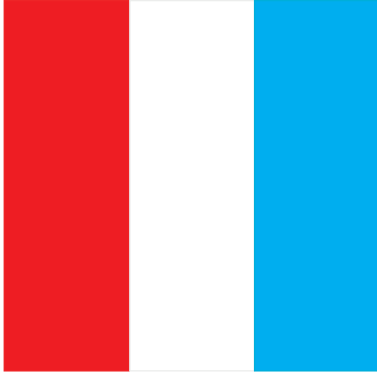


Abb. 1.7. Die gleich breiten Streifen der Trikolore erscheinen unterschiedlich breit für auf ∞ akkomodierte Augen (ab 2 m), was natürlich immer der Fall ist. Daher muß zur Kompensation der rote Streifen um etwa 11 % in der Breite gegenüber dem blauen reduziert werden.

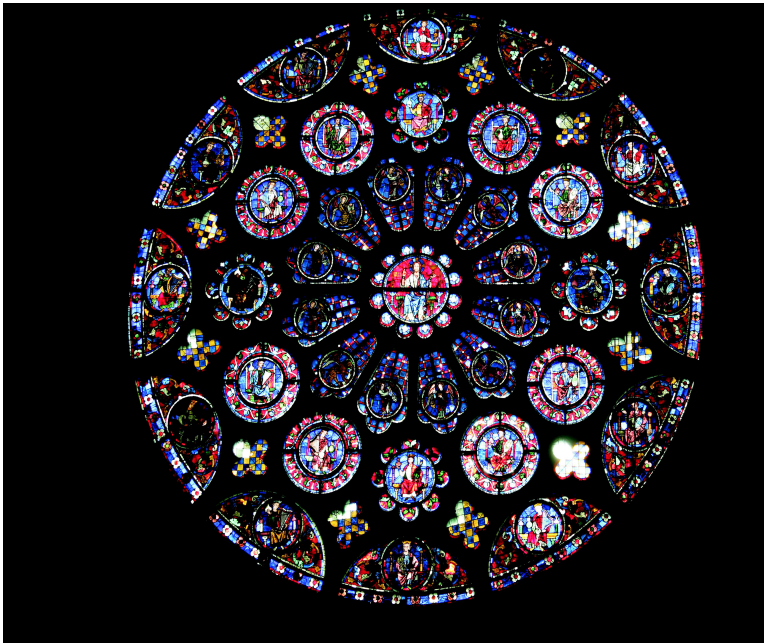


Abb. 1.8. Die chromatische Aberration in der West-Rosette der Kathedrale von Chartres.

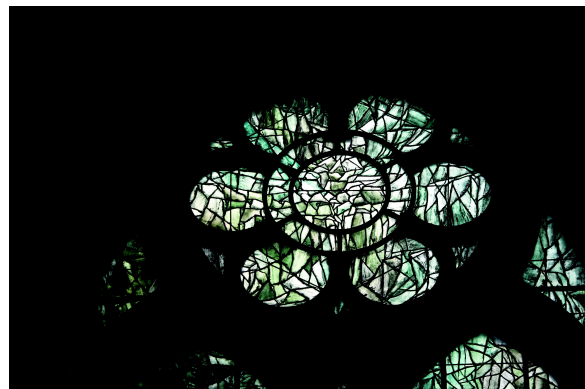
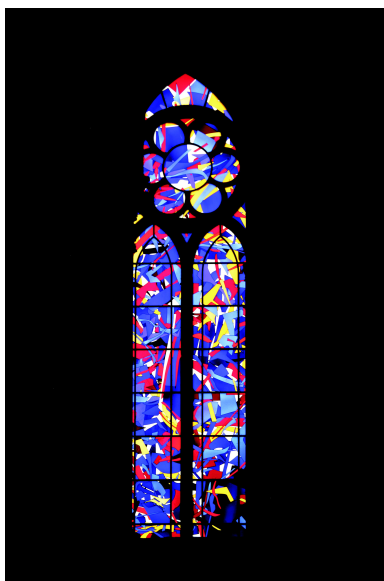


Abb. 1.9. Die abstrakten Variante von Marc Chagall (lks.) und eines unbekanntes Künstlers, Eiskristalle darstellend (re.), in Reims.

2 Schönheit der Wissenschaft

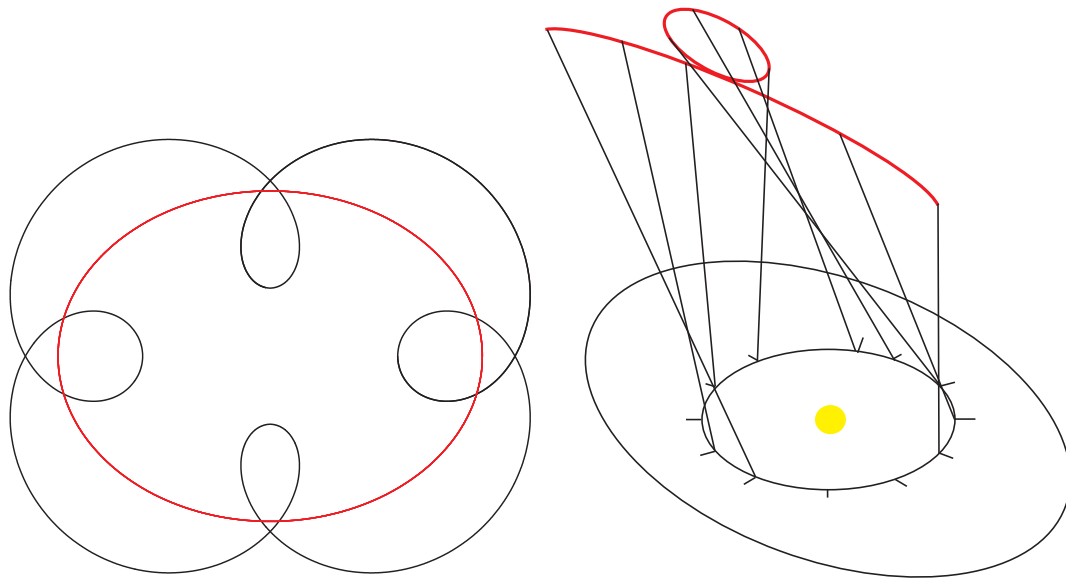


Abb. 2.1. Im geozentrischen System rollen die Planeten in Epizyklen auf einem Leitkreis um die Erde (lks.), während im heliozentrischen System durch die unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten die Planetenschleifen einfach zu erklären sind (re.).

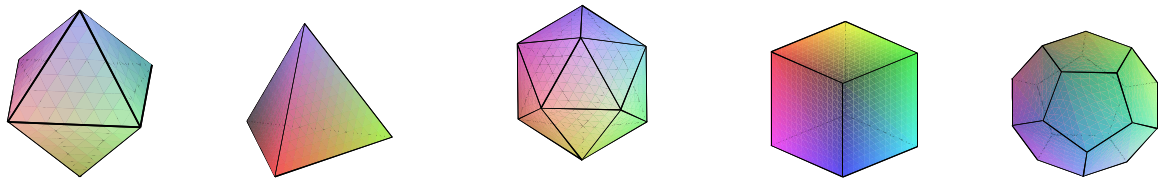


Abb. 2.2. Die fünf Platonischen Körper Oktaeder, Tetraeder, Ikosaeder, Hexaeder (Würfel) und Pentagondodekaeder.



Abb. 2.3. M.C. ESCHERS *Kubische Raumaufteilung*, eine Lithographie aus dem Jahre 1952.



Abb. 2.4. Das Ehrengrabmal LUDWIG BOLTZMANNs auf dem Wiener Zentralfriedhof mit der von PLANCK erstmals so niedergeschriebenen Formel $S = k \log W$, „in den Wolken schwebend über seiner eindrucksvollen Büste“ (A. SOMMERFELD, *Vorlesungen über Theoret. Physik V*)

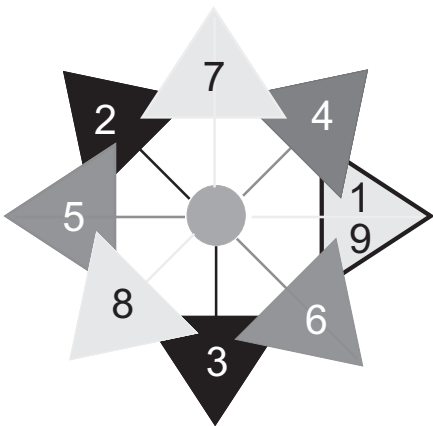


Abb. 2.5. Aufsicht auf die schematische Anordnung der Blätter des Wegerichs. Nach genau drei Schraubenumdrehungen um insgesamt $1080^\circ = 3 \cdot 360^\circ$ ist das neunte Blatt kongruent über dem ersten angeordnet ($8 \cdot 135^\circ$).

3 Wissenschaft und Kunst

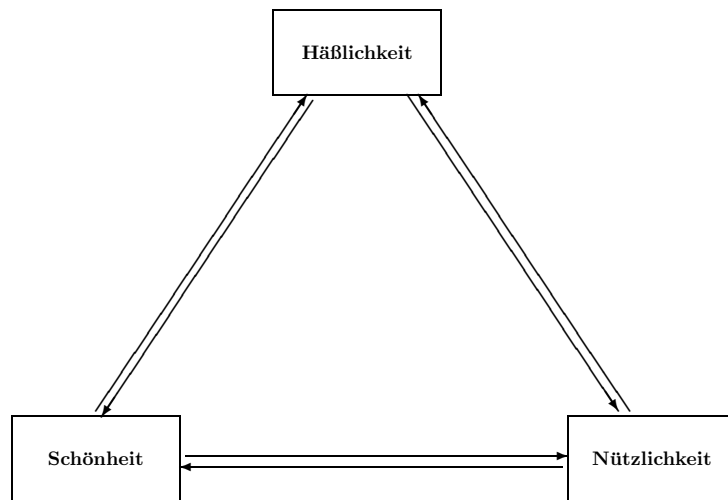


Abb. 3.1. Schema des Zusammenhangs zwischen Häßlichkeit, Nützlichkeit und Schönheit

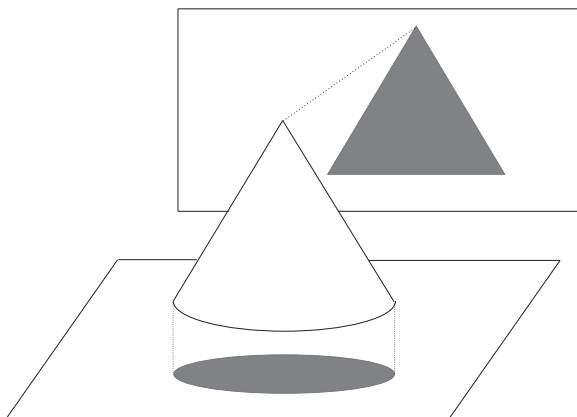


Abb. 3.2. Veritas duplex bei den Kegelschnitten: Je nach Projektionsebene kann ein Kegel als Ellipse oder Dreieck abgebildet werden — ein Vorgang, der an PLATONS Schattengleichnis denken läßt.

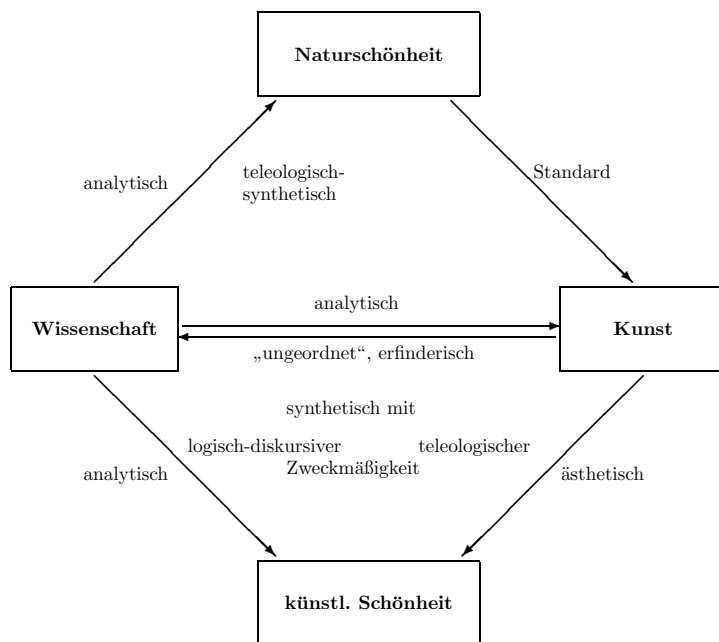


Abb. 3.3. Schema des Zusammenhangs zwischen Kunst und Wissenschaft über die vermittelnde Schönheit

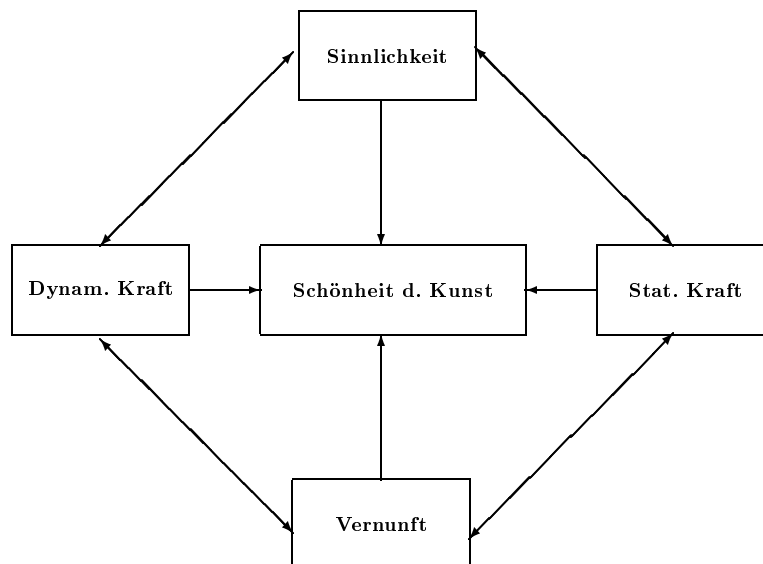


Abb. 3.4. Das magische Quadrat: Die schön gestaltete Form entsteht durch Wechselwirkung der dynamischen und der statischen Kräfte unter Beachtung der dionysischen und apollinischen Prinzipien. Gleichgewicht zwischen Geist und Sinn bedeutet Erreichen des *ästhetischen* Zustandes.

4 Oper = Sprache und Musik?

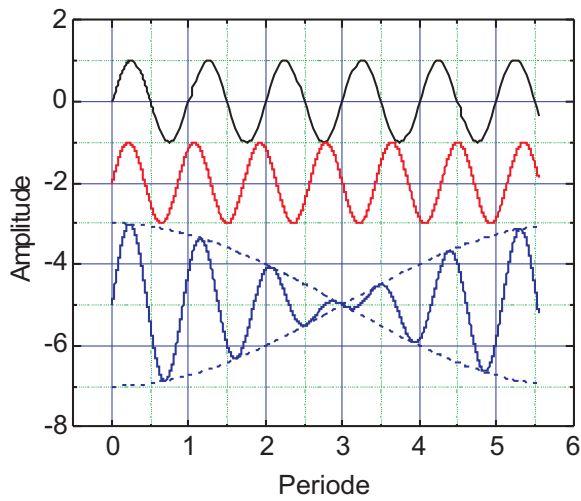


Abb. 4.1. Überlagerung zweier gleichgerichteter Schwingungen, deren Frequenzen sich um $1/6$ voneinander, also in diesem Maßstab noch gut trenn- und wieder zusammenführbar, unterscheiden: Schwebung.

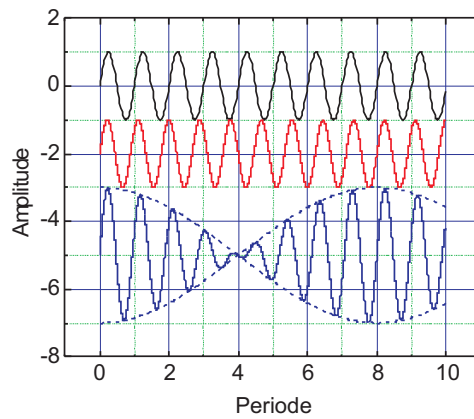
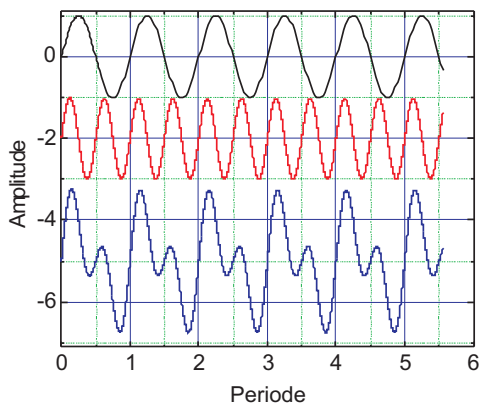


Abb. 4.2. Überlagerung zweier Wellen, deren Frequenzen sich um $1/2$ voneinander unterscheiden und den angenehmsten Klangeindruck erzeugen: Oktav-Schwebung (lks.) und als Pendant dazu re. die kleine Sekunde mit einem Frequenzverhältnis von $8/9$.

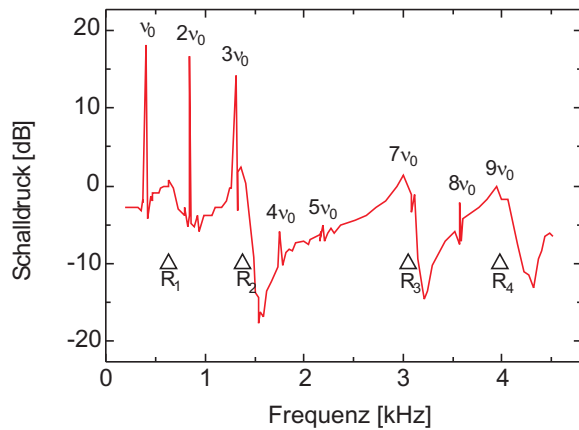


Abb. 4.3. Spektrum eines Soprans mit eingezeichneten Obertönen beim Singen eines a' bei 440 Hz und Erregung der Kopf- bzw. Rachen-Resonanzen $R_1 - R_4$ (Formanten) durch einen unmittelbar außerhalb des Mundes der Sopranistin angebrachten Synthesizer [E. Joliveau, J. Smith, J. Wolfe: *Tuning of vocal tract resonances by sopranos*, Nature **427**, 116 (2004)].

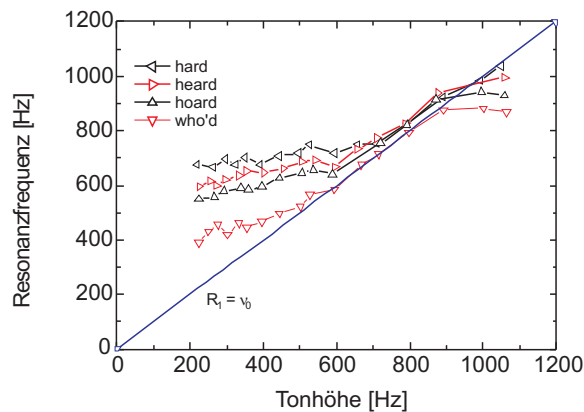


Abb. 4.4. Nivellierung des Höreindrucks zwischen den Vokalen a und o , demonstriert an vier Worten, die einen graduellen Übergang zwischen diesen Vokalen aufweisen, beim Erhöhen der Singfrequenz (E. Joliveau, J. Smith, J. Wolfe: *ibid*).

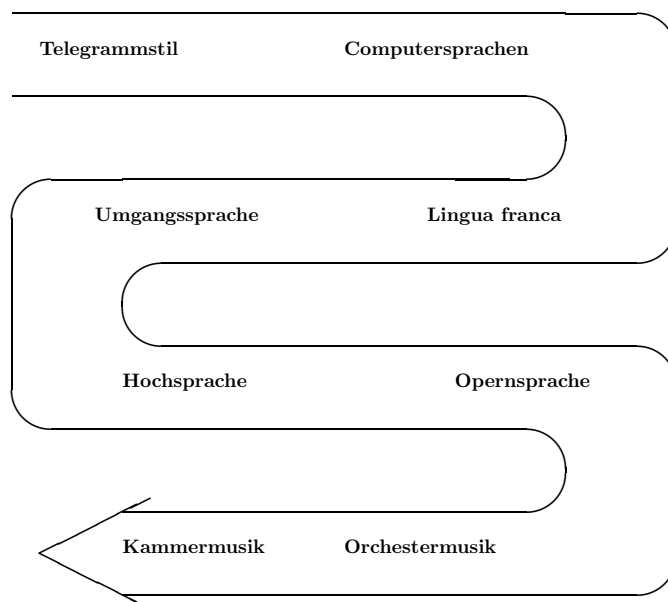


Abb. 4.5. Zwischen Telegramm und Kammermusik erreicht die Redundanz in Umgangssprache und Oper ein Maximum.



Abb. 4.6. Bei einem Chiasmus werden vier Satzglieder kreuzweise angeordnet, wobei sich zwei jeweils spiegeln können.

5 Wissenschaft und Kunst

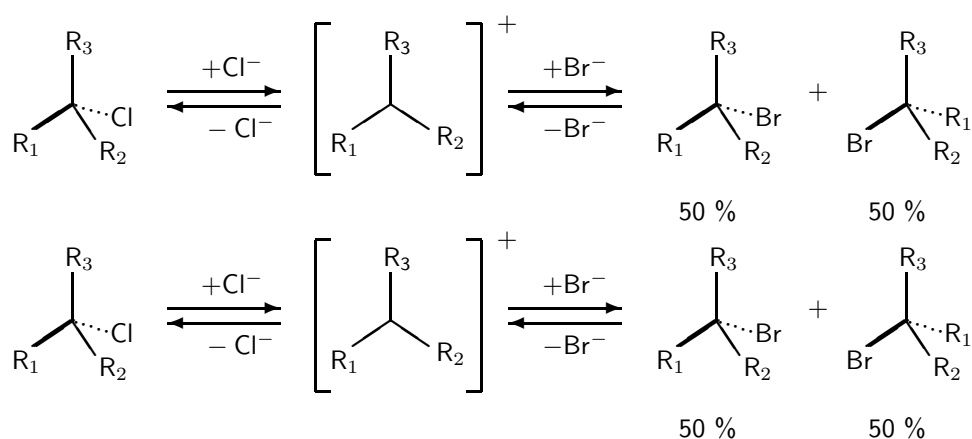


Abb. 5.1. Bei der nucleophilen Substitution wird ein elektronegatives Atom durch ein anderes in geeigneter Reaktionsführung ausgetauscht. Prinzipiell sind zwei unterschiedliche Grenzfälle dieser Reaktion denkbar: ein allmählicher Übergang auf der sog. „Reaktionskoordinate“ (S_N2) mit Inversion am asymmetrischen Kohlenstoffatom (oben), oder ein abrupter Übergang mit Erreichen eines sog. *Carbeniumions*, aus dem heraus Racemisierung, d. h. gleich wahrscheinliche Inversion oder Retention (Erhaltung der Symmetrie des Ausgangszustandes) möglich ist (S_N1 , unten). Nach vorn stehende Bindungen sind fett, nach hinten weggehende punktiert gezeichnet.

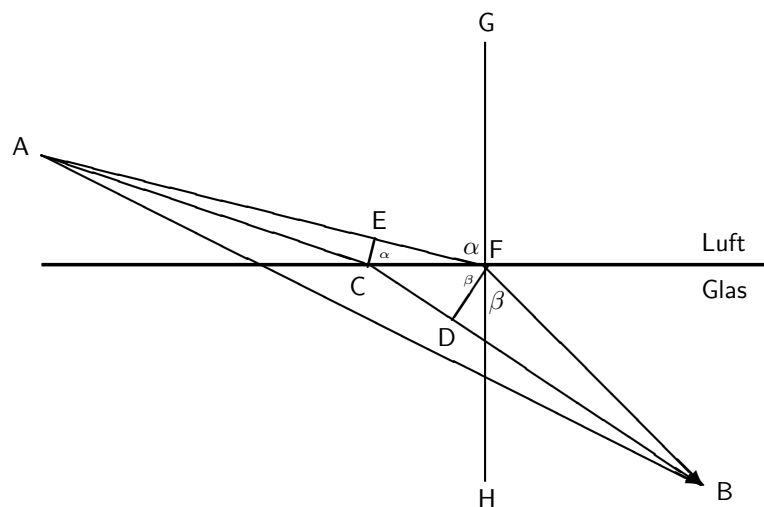


Abb. 5.2. Welche Wegstrecke wird in der kürzesten Zeit zurückgelegt? Da es der direkte Weg zwischen A und B wegen der offensichtlichen Lichtbrechung nicht sein kann, muß der Weg über C oder F führen (die Geschwindigkeit in Luft soll n -mal höher sein als die in Glas). Der Luftweg von A nach F ist um die Strecke $\overline{EF} = \overline{CF} \times \sin \alpha$ länger als der Weg \overline{AC} , dafür ist der Glasweg \overline{CB} um $\overline{CD} = \overline{CF} \times \sin \beta$ länger als der Weg \overline{BF} . Für die kürzeste Zeit muß $\overline{EF} = n \times \overline{CD}$ sein, oder $\sin \alpha = n \times \sin \beta$. Es folgt also aus dem FERMATSchen Prinzip der Weg des Lichts durch Materie.

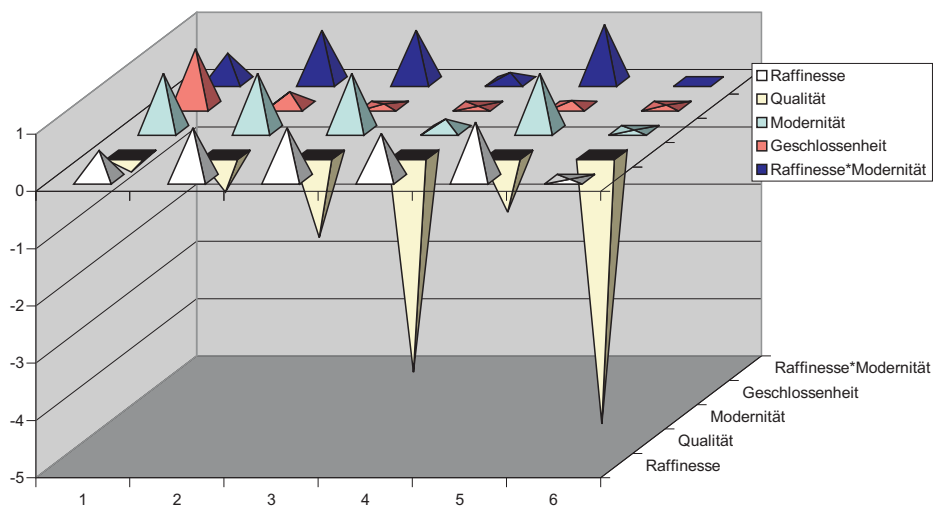


Abb. 5.3. Durch Multiplikation einzelner das Werk charakterisierender quantitativ wertbarer Parameter wird die Qualität des Unmeßbaren meßbar gemacht. Vergleich prototypischer Symphonien und sog. symphonischer Dichtungen. Aufgetragen ist das Produkt der vier Größen aus Tabelle 10.1 gegen die Geschlossenheit und das Produkt aus Raffinesse und Modernität, ebenfalls aus Tabelle 10.1 im linearen Maßstab.

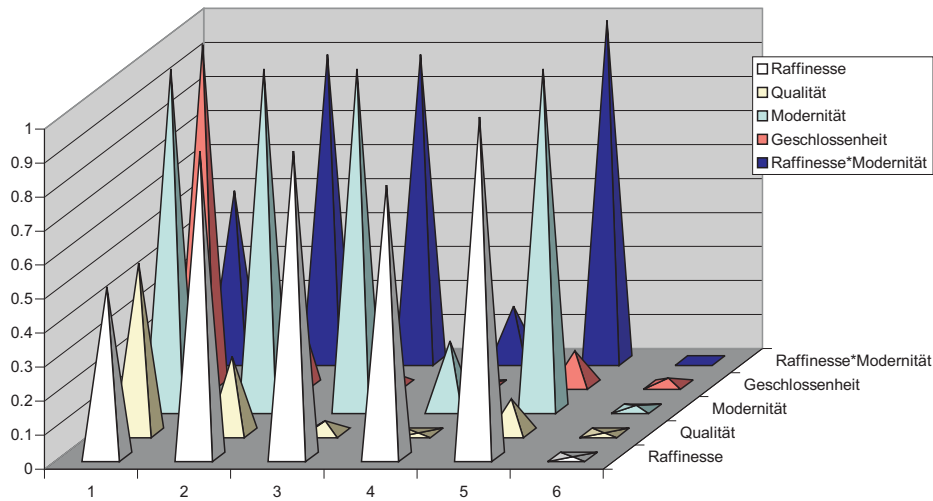


Abb. 5.4. Durch Multiplikation einzelner das Werk charakterisierender quantitativ wertbarer Parameter wird die Qualität des Unmeßbaren meßbar gemacht. Vergleich prototypischer Symphonien und sog. symphonischer Dichtungen. Aufgetragen ist das Produkt der vier Größen aus Tabelle 10.1 gegen die Geschlossenheit und das Produkt aus Raffinesse und Modernität, ebenfalls aus Tabelle 10.1 im einfach-logarithmischen Maßstab.

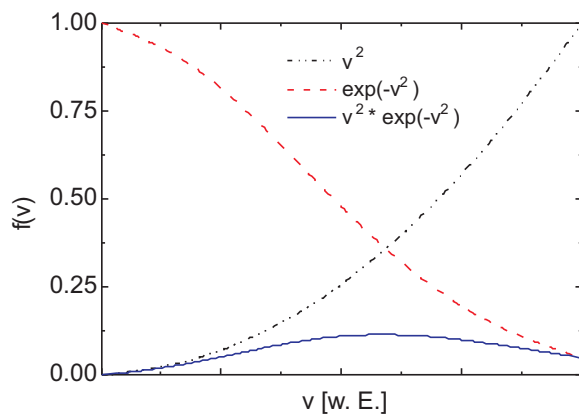


Abb. 5.5. Durch Verknüpfung zweier gegenläufig monotoner Funktionen kann ein relatives Maximum entstehen: MAXWELL-BOLTZMANN-Verteilung.

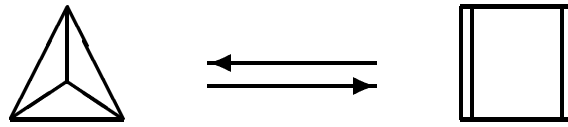


Abb. 5.6. Die Valenzisomerisierung zwischen den beiden hochsymmetrischen Molekülen Tetrahedran (tetraedrisch, T_d , Bindungswinkel $104\frac{1}{2}^\circ$) und Cyclobutadien (quadratisch, D_{4h} , Bindungswinkel 90°) ist verbunden mit einem Symmetriebruch. Daher läuft diese Reaktion nur unter Lichteinwirkung ab, wodurch sog. „antibindende“ Orbitale besetzt werden, die miteinander wechselwirken (L. Franz: *Ein Beitrag zur Chemie des Cyclopentadienon-Ringsystems*, S. 5, Köhler KG, Gießen 1982).

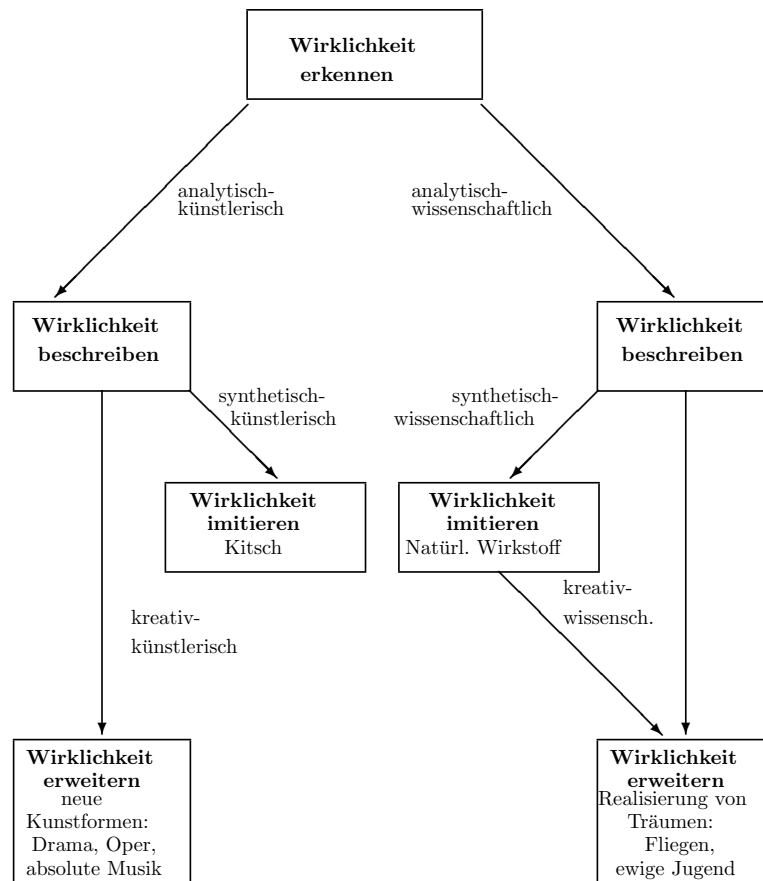


Abb. 5.7. Schema des gemeinsamen Zugangs zur „Wirklichkeit“ für Kunst und Wissenschaft