

**Festvortrag anlässlich der Feierlichen Jahressitzung der
Bayerischen Akademie der Wissenschaften
am 6. Dezember 2008**

**„Triumph der geistigen Organisation“
Raum, Zahl und Maß in Kunst und Literatur**

Professor Dr. Roland Z. Bulirsch

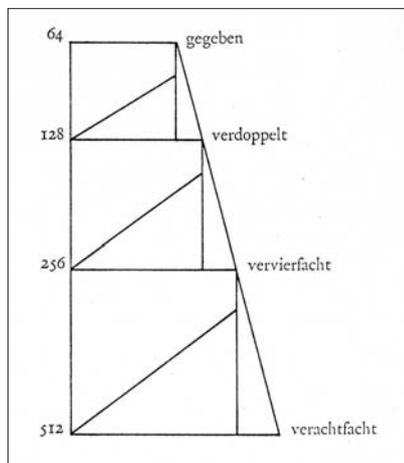
Wer besser in Geometrie und Mechanik bewandert ist als ich und meine Gedanken umständlich findet, möge bedenken, daß ich nicht für ihn rede ... den Eingeweihten aber billige ich das Recht zu dem Vorwurf zu, ich hätte mich nicht auszudrücken



Schloss Waldstein in Dux/Duchcov in Böhmen

verstanden ...

Das passt hierher, geschrieben aber vor langer Zeit, vor 200 Jahren, von Jakob Neuhaus auf Schloss Waldstein im böhmischen Dux.



Delos

Neuhaus, ein begabter Schriftsteller, später in ganz Europa bekannt durch seine Aufzeichnungen und Memoiren, vielleicht sogar berüchtigt, dieser Neuhaus hatte gerade ein altes Problem gelöst, er glaubte es wenigstens: einen Würfel, doppelt so groß wie einen anderen, vorgegebenen Würfel nur mit Zirkel und Lineal zu konstruieren.

Dieser Würfel war eigentlich der Altar des Gottes Apollon auf der heiligen Kykladen-Insel Delos und an der Aufgabe, den Altar des Gottes zu verdoppeln, hatten sich schon viele vergeblich versucht. Eigentlich muss man nur jede Altarseite mit $^3\sqrt{2}$ multiplizieren; aber $^3\sqrt{2}$, ungefähr 1,26, ist nicht exakt mit Zirkel und Lineal konstruierbar. Doch die Neuhaus'sche Konstruktion, die nur eine Näherung sein konnte, war gar nicht schlecht, Neuhaus erhält 1,25824175, das ist ein bisschen zu wenig, und der Neuhaus'sche Altar wird nicht doppelt so groß, sondern nur 1,99 mal, ein Hundertstel fehlt. Man kann damit leben, aber das war auch nicht das Problem, es ging, wie oft, nur um das Grundsätzliche; und vielleicht war Apollo über Neuhaus erzürnt,

dass sein Altar zu klein wurde. Er war auch ein rachsüchtiger Gott und ging nicht zimperlich mit Widersachern um. Die alten Griechen haben Apollo, den Vernichter, gefürchtet.

Seinem teuren *Jacomius* – so hat der österreichische Feldherr, der Fürst von Ligne, Jakob Neuhaus gerufen – hatte de Ligne die Stelle auf Schloss Waldstein in Dux verschafft. Schiller hatte dort seinen *Wallenstein* gedichtet. Zurück zu Neuhaus. Dieser,

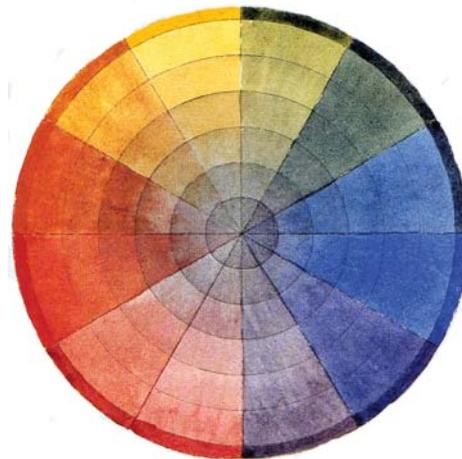


Erinnerungsplakette an Jakob Casanova an der Kapelle in Schloss Waldstein

der liebe *Jacomius*, hatte ein abenteuerliches Leben hinter sich. Man erzählt, er hätte auch am Libretto einer Oper mitgewirkt, beim Inhalt war er sachverständig. Und der Komponist der Oper war selbst ein Liebhaber der Mathematik. Es wird die Oper aller Opern, Neuhaus soll bei der Uraufführung in Prag dabei gewesen sein.

Warum soviel Neuhaus? Alle kennen ihn unter seinem italienischen Namen *Casanova*, *Giacomo Casanova*. Er war ein Liebhaber der Geometrie, der Mathematik, auch der Mathematik. Und die Oper mit dem Libretto von Da Ponte? Mozarts *Don Giovanni*.

Don Juan oder die Liebe zur Geometrie heißt ein Theaterstück von Max Frisch, dem Schweizer Dichter: Die Höllenfahrt des Don Juan einmal anders, als ein von ihm, Don Juan, selbst inszeniertes Spektakel, um den Nachstellungen der Welt entfliehen und sich in einer Klosterzelle endlich ungestört der Geometrie widmen zu können. Im Nachwort verwischt Max Frisch die Spuren zu Casanova, legt eine neue Fährte: seine Bühnenfigur ähnele dem Faust, sagt er. In Goethes Dichtung kommt aber wenig Mathematik vor, nur im Einmaleins der Hexe ... *aus Fünf und Sechs/ mach Sieben und Acht/ und Neun ist Eins/ und*



Goethes Farbscheibe

Zehn ist keins ...; das klingt sinnlos, ist es aber nicht. Die Hexe rechnet modulo 2, sagt die Mathematik. Manche modernen Prozessoren in Großrechnern rechnen auch so, nur unendlich viel schneller, verschlüsseln mit modulo 2 Arithmetik auch Geheimbotschaften – Goethes Hexe war nicht dumm.

Im *Wilhelm Meister* lässt Goethe Mathematiker, Astronomen auftreten; in *Maximen und Reflexionen* sinnt er über Mathematik nach. Zu Eckermann spricht er gelegentlich über sie. Der Frau von Stein hatte er sogar ein Werk über Kegelschnitte geschenkt.

Hilfe des großen Mathematikers Lagrange wäre Goethe für seine *Farbenlehre* willkommen gewesen: ... *Vielleicht interessiert sich auch noch einmal ein La Grange für diese Angelegenheit ...*, hatte er gehofft, weil, wie er von sich bekennt, er hier an der Grenze steht, die Gott und Natur seiner Individualität bezeichnen wollten: ... *Ich bin auf Wort, Sprache und Bild ...*



William Turner (1775–1851),
Heidelberg, Sonnenuntergang, 1842/43

angewiesen und völlig unfähig durch Zeichen und Zahlen auf irgendeine Weise zu operieren ... Die Ablehnung seiner Farbenlehre hat ihn tief gekränkt. Nicht alle haben die Farbenlehre abgelehnt. Schopenhauer hat sie geschätzt, William Turner, der große englische Maler, war von ihr tief beeindruckt. Nur Goethes Polemik gegen Newton hat er zurückgewiesen. Unerheblich ist dabei, ob Turner, der über passable Kenntnisse in Physik und Mathematik verfügte, Anhänger der Korpuskulartheorie oder der Theorie von der Wellennatur des Lichtes war, über die Schopenhauer, sprachmächtig wie er war, seinen Hohn ausgegossen

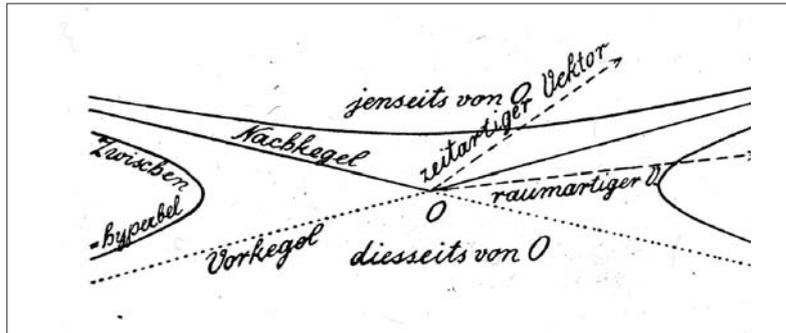


William Turner,
Schatten und Finsternis – der Abend der Sintflut



William Turner, Licht und Farbe (Goethes Lehre) - der Morgen danach
– Moses, das Buch der Genesis schreibend, 1843

hatte. Ob richtig oder falsch, nur eines zählt hier: Vom Geist, der ihn aus Goethes Werk anwehte, von ihm inspiriert, hat Turner Kunstwerke geschaffen: *Schatten und Finsternis – der Abend der Sintflut* und *Licht und Farbe (Goethes Lehre) – der Morgen danach – Moses, das Buch der Genesis schreibend*.



Hermann Minkowski (1864–1909), Raum und Zeit

Wenige Jahre vor seinem Tode bekannte Goethe seinem Kölner Freund Sulpiz Boisserée: ... *als ethisch-ästhetischer Mathematiker muß ich in meinen hohen Jahren immer auf die letzten Formeln hindringen, durch welche ganz allein mir die Welt noch faßlich und erträglich wird ...*

Vielleicht deshalb konnte ein anderer Mathematiker den ganzen Faust auswendig und fehlerfrei deklamieren: Hermann Minkowski.

Vor genau 100 Jahren hält Minkowski auf der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Köln einen epochemachenden Vortrag. Titel: *Raum und Zeit*. Minkowski, der brillante Mathematiker, legt darin seine, von ihm gefundenen mathematischen Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie dar. Minkowski ist neben Einstein der Begründer der speziellen Relativitätstheorie. Er war auch ein großer Kenner der deutschen und slawischen Literatur, hatte geschwankt, ob er nicht Literaturwissenschaften studieren sollte. Minkowski in Köln: ... *Von Stund an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken, und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren ...*

Minkowskis Zeichnung von 1908: Hyperbeln und ihre Asymptoten, eigentlich sind es Hyperbeln im 4-dimensionalen Raum, also Hyperboloide; sie markieren die Gebiete, wo und wie das Licht läuft.

Und noch einmal Faust. Clemens Brentano in einem Sonett:

Du Landschaftsmaler bei dem Doktor Faust,
 Der Du den Hexen Nebelbrücken baust
 Durch winterlichen Kirchhofs frostig Grauen
 Die Mönche zieh'n zur Gruft, es scheint zu tauen.

Brentano beschwört hier den Maler Caspar David Friedrich.



Caspar David Friedrich (1774–1840), Mönche am Meer, 1808/10



Caspar David Friedrich, Klosterfriedhof im Schnee, 1819
(verbrannt)

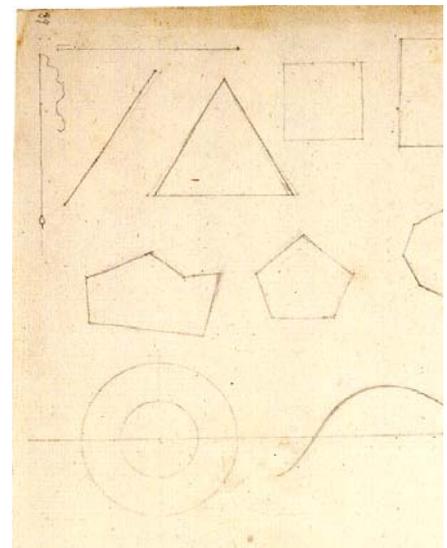
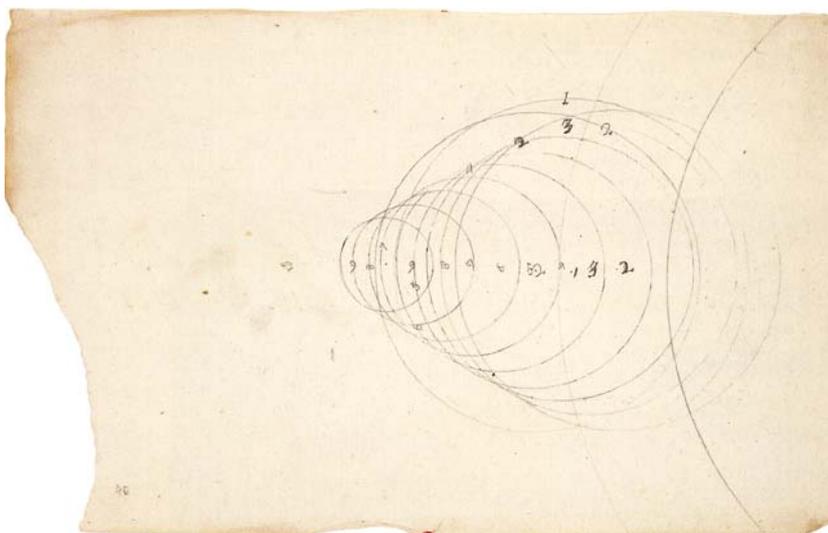


Caspar David Friedrich, Wrack im Eismeer, 1798

Friedrich ist noch ein Kind, da stirbt seine Mutter, auch seine beiden Schwestern sterben. 13 Jahre ist er alt, als er im winterlichen Eis einbricht. Er wird noch gerettet, aber sein Bruder, der ihm helfen wollte, ertrinkt dabei. In Friedrich wird es Spuren hinterlassen, aus ihm herausbrechen, in seinen Bildern sichtbar sein: Säрге, Gräber, Friedhöfe, Wasser, im Wasser treibende Eisschollen, Sterben und Tod im Eis.

Caspar David Friedrich steht, wie alle großen Maler, auch der Geometrie, der Mathematik, nahe.

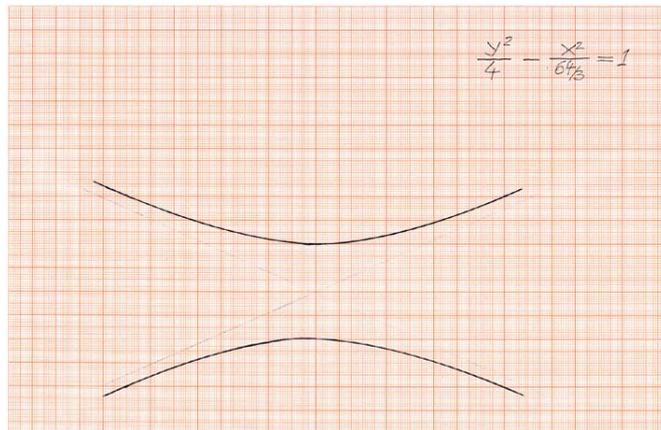
Friedrich wird vertraut mit den Vorstellungen und Ideen des großen Theologen und Philosophen Schleiermacher, kennt



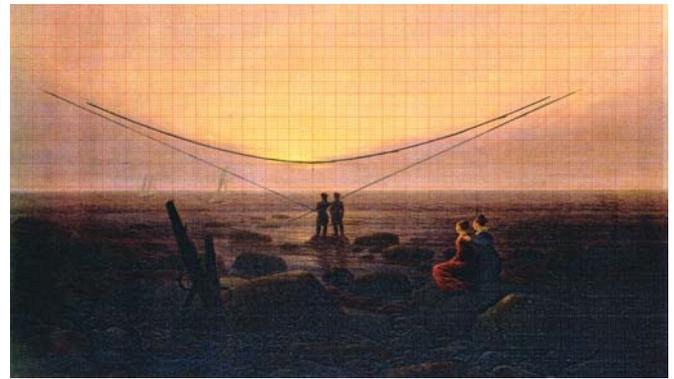
Caspar David Friedrich , Geometrische Übungen, 1795

die Reden des gefeierten Hofpredigers. Schleiermacher, das ist, auf das Größte vereinfacht und das Äußerste komprimiert: das zentrale Verhältnis von Endlichem und Unendlichem, das Unendliche im Endlichen suchen. Schleiermacher war auch ein guter Kenner der Mathematik, für den Geistesadel im damaligen Deutschland eher eine Selbstverständlichkeit. Er hatte sich eigens ein *Geometrisches Studienheft* angelegt, für ihn stehen die wertneutralen geometrischen Figuren Parabel und Hyperbel mit ihren sich ins Unendliche erstreckenden Ästen als Symbole für das Unendliche. Von Ferne erinnert das an die Philosophie Platons: die geometrische Figur als Mittelwesen zwischen den einzelnen Dingen und den ewigen Ideen.

So ganz abwegig war es von Schleiermacher nicht, solche Betrachtungen anzustellen. Der nüchterne Physiker und Philosoph Carl Friedrich von Weizsäcker sah es ähnlich. Weizsäcker: *Die in deduktiver Abfolge gewonnenen Einsichten der Mathematik sind immer, sind zeitlos gültig. Eingebettet in die Zeitlichkeit sind sie Abbilder der Ewigkeit.*



Hyperbel



Caspar David Friedrich, Mondaufgang am Meer, 1819



Caspar David Friedrich, Hünengrab im Schnee, 1807



Caspar David Friedrich, Stadt bei Mondaufgang, 1807



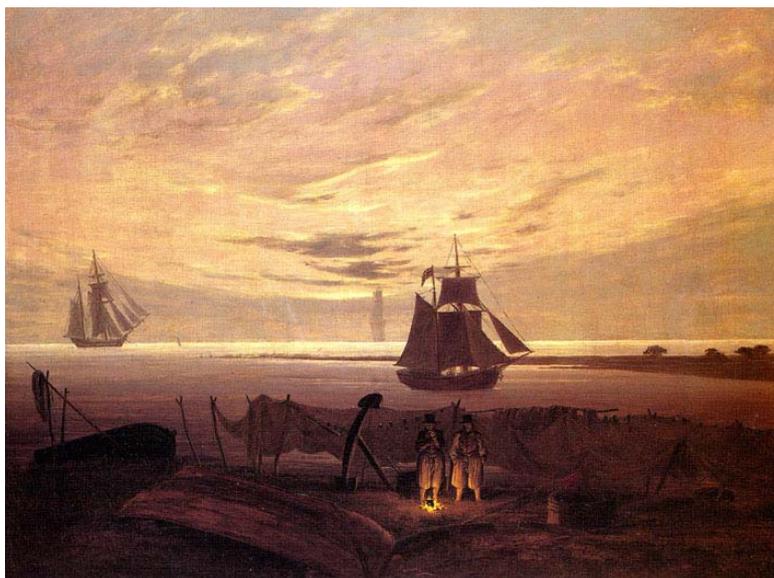
Caspar David Friedrich, Zwei Männer am Meer, 1817



Caspar David Friedrich, Mondaufgang am Meer, 1822



Caspar David Friedrich, Abtei im Eichwald, 1809/10



Caspar David Friedrich, Abend an der Ostsee, um 1830

Caspar David Friedrich greift Schleiermachers Ideen und Vorstellungen auf, setzt sie in Bilder, und in sein Tagebuch notiert er: *Das Unendliche ist das Ziel*. In seinen Bildern, Metaphern der Unendlichkeit, sind sie zu sehen, diese von Wolken umrahmten Hyperbeln, Wegweiser zum Unendlichen. In der Verlassenheit und Verlorenheit, die uns manchmal aus Caspar David Friedrichs Bildern anblickt, sind sie Zeichen und Symbole der Hoffnung.

Friedrich Hölderlin an Bruder Karl



Novalis (Friedrich von Hardenberg), 1772-1801

Frankfurt 10. Jan. 1797

...es wird Dir sehr wohl thun, nach Vollendung des naturrechtlichen Studiums, an die Mathematik zu gehen, die, wie Du finden wirst, die einzige Wissenschaft ist, die der möglichen wissenschaftlichen Vollkommenheit des Naturrechts an die Seite gesetzt werden kann.

Ich beschäftige mich jetzt häufig mit dieser herrlichen Wissenschaft und finde, ... daß diese – und die Rechtslehre, wie sie werden kann und muß, die einzigen, in diesem Grade vollkommenen reinen Wissenschaften sind im ganzen Gebiete des menschlichen Geistes ...

Fünf Jahre später, 1802, sucht Hölderlin in Regensburg die Spuren Johannes Keplers, seiner Kaiserlichen Majestät Rudolfs II. von Habsburg Hofmathematikus. In Hölderlins Gedicht *Hälfte des Lebens* findet man einiges wieder: *... Weh mir, wo nehm' ich, wenn es Winter ist, ... den Sonnenschein und Schatten der Erde?* Erinnerung an Keplers verschollenes Grab und die Inschrift auf dem Grabstein: *Mensus eram coelus, nunc terrae meteor umbras ...*, das ist: *Himmel hab ich gemessen, jetzt meß ich die Schatten der Erde.*

1797 beginnt Friedrich Freiherr von Hardenberg, Spross einer Herrnhuter Adelsfamilie, sein Studium an der Bergakademie Freiberg in Sachsen, damals eine der besten Technischen Hochschulen Europas. Zwei Jahre zuvor, im Mai 1795, hatten sich Hölderlin und von Hardenberg in Jena getroffen. Hardenberg studiert in Freiberg Bergbaukunde, Markscheidkunst und Physik, und er widmet sich auch der Mathematik; er soll sie bei und von einem französischen Studenten gelernt haben. In Freiberg lehrte damals der berühmte Professor Werner, von dem schon Alexander von Humboldt begeistert war. Dieser Werner, er muss ein begnadeter Lehrer gewesen sein, hatte in von Hardenberg die Liebe zu diesen Wissenschaften entfacht.

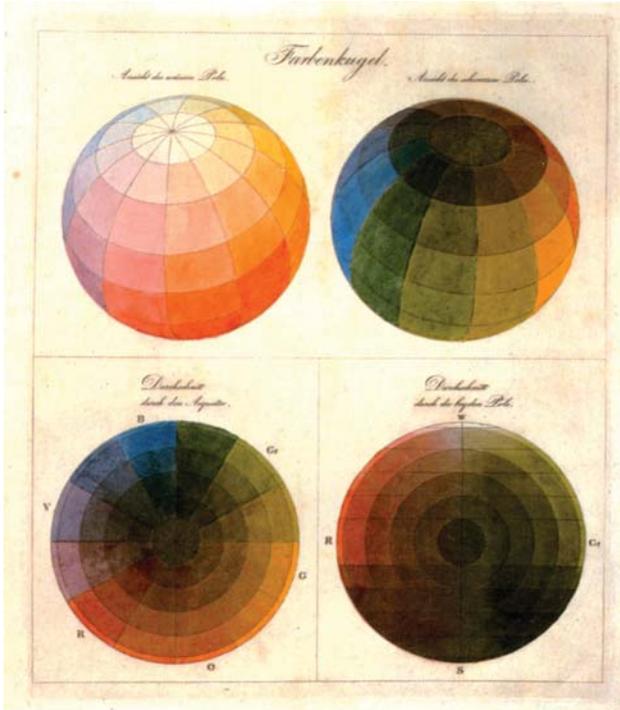
Von Hardenberg hatte auch in Jena und Wittenberg studiert. In Jena hatte er 1791 den erkrankten Professor Schiller gepflegt. Auch von ihm gibt es ein Zeugnis: Schiller, 1788, im Brief an seine Schwägerin Caroline von Breulnitz *... Jetzt ist eigentlich die rechte Zeit für die Mathematik*. Und in einem späteren Brief, *Ich bin voll Erwartung wie sie Ihnen beim ersten Besuche gefallen hat*.

In Freiberg vollendet von Hardenberg seine Aphorismensammlung „Blüthenstaub“ und schickt sie der Zeitschrift „Athenäum“. Er wählte das Pseudonym ‚Novalis‘, der ‚Neuland Rodende‘. Das „Athenäum“ wurde von den Gebrüdern Schlegel herausgegeben. Sie kannten sich gut. *Er rede mit unbeschreiblich viel Feuer*, meinte Friedrich Schlegel von Novalis, aber warf seinem Freund auch grenzenlose Flüchtigkeit vor. Das galt nicht weniger für Friedrich Schlegel selbst.

Novalis: *Der Begriff der Mathematik ist der Begriff der Wissenschaft überhaupt. Alle Wissenschaften sollten daher Mathematik werden*. So schreibt er in seinen mathematischen Fragmenten. Andere meinten das auch. 80 Jahre später schreibt Friedrich Nietzsche in seiner „Fröhlichen Wissenschaft“: *Wir wollen die Feinheit und Strenge der Mathematik in alle Wissen-*

schaften hineintreiben, so weit dies nur irgend möglich ist, nicht im Glauben, dass wir auf diesem Wege die Dinge erkennen werden, sondern um damit unsere menschliche Relation zu den Dingen festzustellen. Die Mathematik ist nur das Mittel der allgemeinen und letzten Menschenkenntnis.

Novalis' enthusiastische Verteidigung der Mathematik und der Mathematiker haben ihm manche Häme eingetragen. Der Philosoph Wilhelm Dilthey meinte, das sei alles wissenschaftlich wertlos, grenzenlose, zum leeren Spiel gewordene Verallgemeinerungen. Für den großen Mathematiker Konrad Knopp war es nur romantische Schwärmerei, und man wiegte sich in der selbstgewissen Überzeugung, dass die Sachkenntnis des Novalis gering war. Das war falsch, und darüber hinaus von den Positivisten des 20. Jahrhunderts kurzichtig gesehen.



Philipp Otto Runge (1777–1810), Farbenkugel

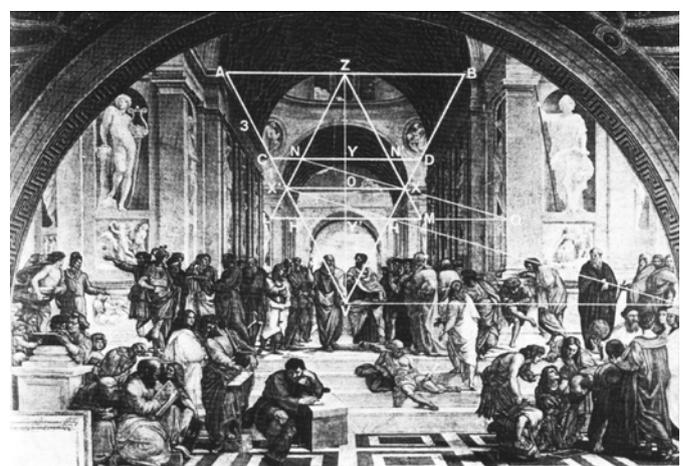


Philipp Otto Runge, Der Morgen, 1808

Ludwig Tieck über Novalis: *Seine Kenntnisse in der Mathematik sowie in den Künsten der Mechanik, vorzüglich aber in der Bergwerkskunde, waren ausgezeichnet.* Tieck urteilt nüchtern und kühl. Er selbst ist begeistert über den Zusammenhang von Mathematik, Musik und Farben in den Blumen, Figuren und Linien des Hamburger Malers Philipp Otto Runge.

Novalis, Tieck, Schlegel und die anderen: Romantiker des Wissens! Im 21. Jahrhundert mögen sie nicht durch dieses oder jenes Werk von Interesse sein, aber mit feinsten Witterung nahmen sie das Neueste aus Laboren und Observatorien auf, schmolzen es in die Sprache der Poesie ein und wurden damit uralten Forderungen der Einbildungskraft und des Symbolverständes gerecht. Um das zu können, müssten sie, wie Novalis, hellwach und träumerisch zugleich sein (Lothar Müller).

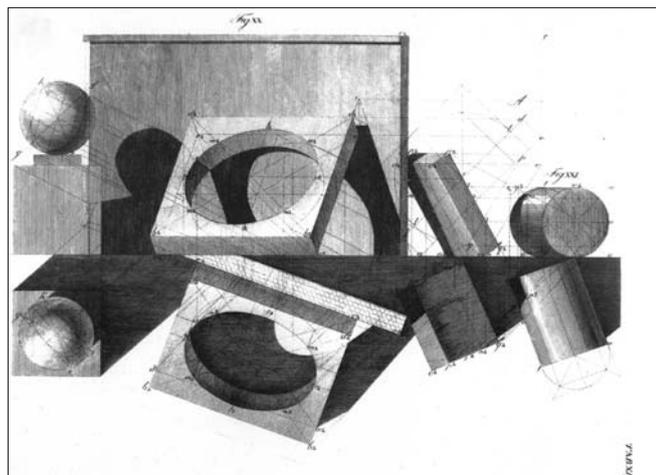
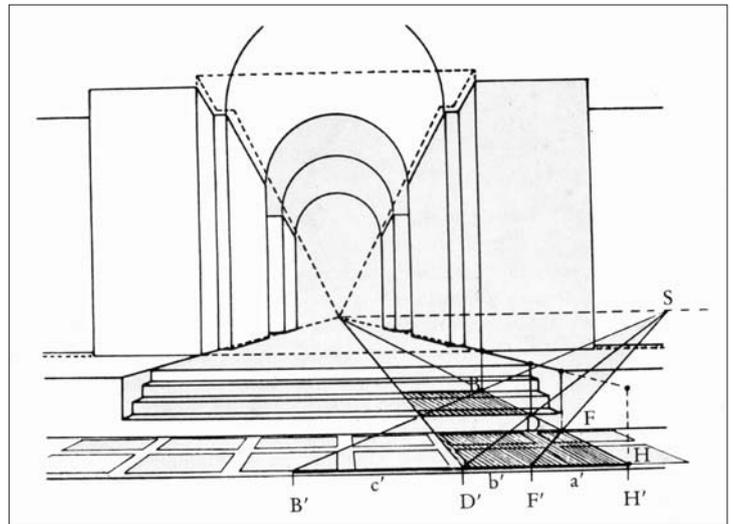
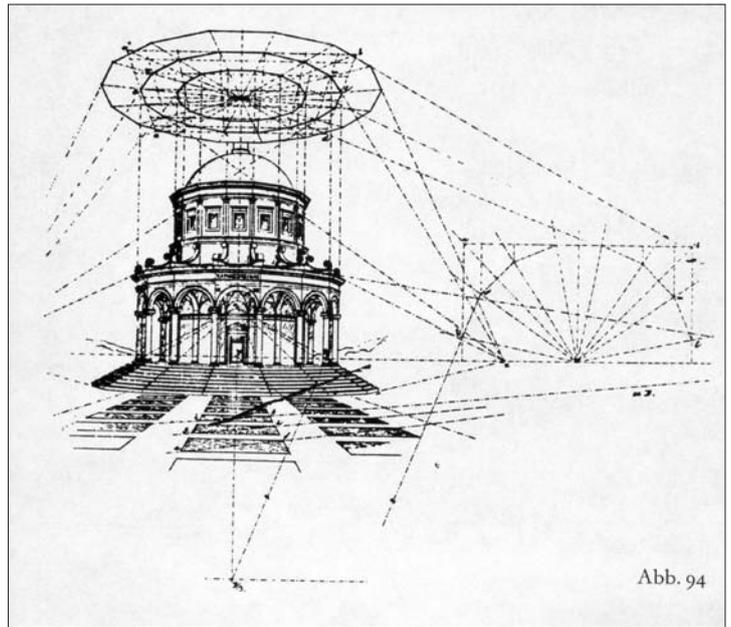
Novalis: *Raum und Zeit entstehen zugleich – Synthese der beiden.*



Raffael (1483–1520), Die Schule von Athen, 1510/11



Die verborgene Geometrie hinter
Raffaels Hochzeit Mariens



Friedrich Weinbrenner (1766–1826), Räumliche Figuren, 1810,
aus seinem Lehrbuch über Architektur.

100 Jahre später hatte Minkowski diese Synthese mathematisch vollzogen!
Der immer noch verkannte Dichter Hans Henny Jahns: *In den Zahlen wohnt ein ästhetisches Gesetz. Sie gliedern zum Schönen. Wenn wir das fühlen, dann ist es wohl um uns bestellt. Sie sollen abtastbare Offenbarungen geben.* Edgar A. Poe hatte



St. Maria de Victoria, Ingolstadt, Innenraum

ein enthusiastisches Verhältnis zur Mathematik. Und Heinrich von Kleist sah ein Ideal darin, sich auf *Metapher* und *Formel* gleichermaßen zu verstehen.

Noch einmal 500 Jahre zurück. Die Kunst der Renaissance war auch in Form und Farbe geronnene, Stein gewordene Ma-



Andrea Pozzo, Deckengemälde in St. Ignazio, Rom, 1694

thematik, Raffaels „Schule von Athen“ ein Hymnus an die Geometrie. Raffael porträtiert sich als Geometer und stellt sich im Bild zur Gruppe der Mathematiker und Astronomen um Euklid, Ptolemäus und Zarathustra. Er sah sich mehr als Geometer denn als Maler.

Für Albrecht Dürer ist Geometrie Offenbarung der Naturgesetze. Einer, der nicht Algebra und Geometrie sowie alles, was man über Astronomie und Naturwissenschaften lernen kann, beherrscht, ist für ihn kein ganzer Maler.

Die Kunst der Perspektive offenbart sich auch im Freskenwerk des Cosmas Damian Asam, jenen berühmten Kuppelbildern in bayerischen Kirchen, wie z.B. in Maria de Victoria in Ingolstadt. Der Maler Asam besaß eine genaue Kenntnis der geometrischen Abbildungsgesetze, er hatte – um 1690 – des Jesuitenpaters Andrea Pozzos Lehrbuch über Perspektive studiert.

Die Bedeutung der Perspektive im 17., 18. und 19. Jahrhundert



Hendrick van Steenwyck d.J. (ca. 1580–1649), Inneres einer gotischen Kirche, 1609



Bernardo Belotto, genannt Canaletto (1722–1780), der alte Ponte delle Navi in Verona, 1747/1748. Schiffsbrücke, Etsch



Hubert Robert (1733–1808), Die Auffindung des Laoköon, 1773
Zentralperspektive mit Fluchtpunkt im Goldenen Schnitt



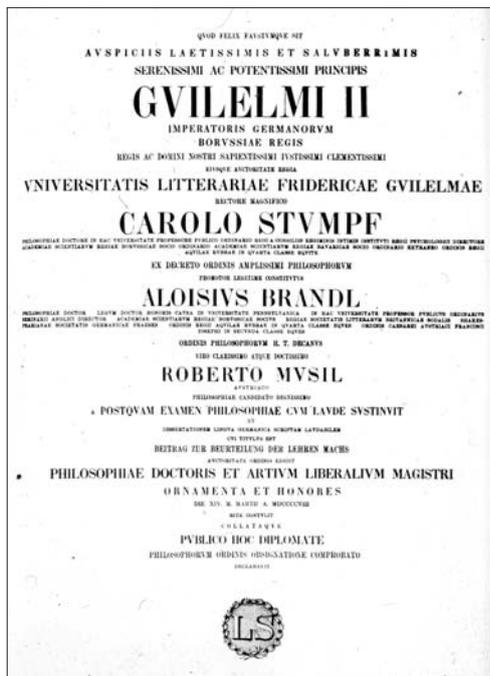
Karl Friedrich Schinkel (1781–1841), Mittelalterliche Stadt an einem Fluss, 1815
Farbperspektive bis zur Unendlichkeit, ins Unendliche

Andrea Pozzo war Mönch und Künstler, Meister in Theorie und Praxis; Himmel und Erde verbindet er durch perspektivische Illusion.

Über die Jahrhunderte hinweg haben sich die großen Künstler immer wieder mit der mathematischen Perspektive beschäftigt.

Die Renaissance war auch eine Blütezeit für die Mathematik im Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation. In Augsburg zeichneten die Fugger als Herausgeber der Werke des Euklid.

Den Euklid gibt Tede Haien in Theodor Storms Meister-Novelle *Der Schimmelreiter* seinem noch in der Fibel lesenden Sohn Hauke. Der wissbegierige Junge ist vom in holländischer Sprache geschriebenen Euklid nicht mehr wegzubringen, lernt mit einer holländischen Grammatik aus ihm, und er lernt durch ihn die Natur und ihre Erscheinungen mit scharfen Augen zu



Robert Musil (1880–1942)

sehen. Doch der Vater fürchtet um den Jungen, glaubt, er könne im rauen Nordfriesland mit Bücherwissen nicht bestehen. Aber der arbeitet trotz Euklid so gut an den Deichen wie alle anderen Männer, gewinnt sogar bei einem Wurf Wettbewerb, weil er ... *Mathematik und Wurfkunst seit seiner Knabenzeit täglich getrieben hatte* ..., und erwirbt sich den Respekt der anderen Dorfbewohner. Der respektierte, aber auch gefürchtete Hauke Haien wird neuer Deichgraf, wird neue Deiche entwerfen – und in Tragik enden.

Thomas Mann über Theodor Storm: ... *Eine Kunst der Formung zum Einfachen, die unfehlbar immer wieder, so alt man wird, dies Sichzusammenziehen der Kehle, dies Angepacktwerden von unerbittlich süß und wehem Lebensgefühl bewirkt, ... nie und nirgends ist das Menschliche mit durchdringenderer Einfalt und Reinheit ausgesprochen worden ...*

Die Novelle, diese *gewaltige Deichsage* (Theodor Storm), spielt zu Beginn und Mitte des 18. Jahrhunderts. In Holland blühten zu dieser Zeit die exakten Wissenschaften, in Deutschland lagen sie seit dem Dreißigjährigen Krieg brach.

Man kann die Mathematik eine geistige Idealapparatur nennen, mit dem Zweck ... alle ... möglichen Fälle prinzipiell vorzudenken. Das ist Triumph der geistigen Organisation. Mathematiker würden sich vor solchen Sätzen hüten. Ein anderer, ein großer Dichter, einer der ganz Großen, hat diese Äußerung getan: Robert Musil. Einen der allerklügsten Menschen hatte man ihn genannt.

Mit visionärer Kraft beschreibt Robert Musil in seinem Essay von 1912, *Der mathematische Mensch*, die Auswirkungen der Mathematik auf uns, unser Dasein. *Die Mathematik ist Tapferkeitsluxus der reinen Ratio, eine der wenigen, die es heute gibt. ... Man kann sagen, daß wir praktisch völlig von den Ergebnissen dieser Wissenschaft leben. ... Dieses ganze Dasein, das um uns läuft, ..., steht, ist nicht nur für seine Einsehbarkeit von der Mathematik abhängig, sondern ist effektiv durch sie entstanden, ruht in seiner ... Existenz auf ihr ...*, schrieb er.

Musils Tagebücher sind mit klugen Bemerkungen über komplexe Zahlen, Quaternionen, Vektoren u.a. angefüllt, und das ist kein Zufall: Musil hatte auch Mathematik studiert. Robert Edler von Musil – eigentlich Mußil, das ist die Vergangenheitsform, das Partizip perfekt von tschechisch *musít* (müssen) – war Ingenieur, sein Vater Alfred, vom österreichischen Kaiser geadelt, Professor für Maschinenbau an der Technischen Hochschule im mährischen Brünn. Bei Alfred Musil hatte Kaplan, der berühmte Turbinenbauer, studiert und sich habilitiert.

Der junge Musil zieht nach Stuttgart, wird Volontärassistent an der Technischen Hochschule. Nach schlimmen und bösen Erfahrungen am dortigen Materialprüfungsamt unter seinem Chef, dem württembergischen Staatsrat von Bach, einer überaus autoritären Person, hält es Musil in Stuttgart nicht mehr aus, geht nach Berlin, studiert an der Universität Philosophie, Mathematik und Physik. Seine bedrückenden Erlebnisse an der Stuttgarter Technischen Hochschule schreibt er sich später mit seinem Erstlingsroman *Die Verwirrungen des Zöglings Törleß* von der Seele. Den äußeren Rahmen des Romans bildet zwar Musils frühere Schule, die Militär-Oberrealschule in Mährisch-Weißkirchen, eine Militärkadettenanstalt, aber die Figuren des Romans reden überhaupt nicht wie sechzehnjährige Militärkadetten, und Militärpersonen kommen im Roman auch nicht vor. Der Mathematiklehrer im Roman redet, wie ein Privatdozent der Mathematik reden würde. Seine Hauptfigur, den *Törleß*, lässt Musil immer wieder über mathematische Objekte, imaginäre Zahlen, Irrationalzahlen, das Unendliche u.a. sinnieren. – Als der Roman in Deutschland verfilmt wurde, hat man alle Anklänge an Mathematik eliminiert.

Musil promoviert in Berlin über die Erkenntnislehre des österreichischen Physikers Mach. Seine Prosa enthält genaue Beobachtungen, präzise Beschreibungen in glänzender Sprache, von bestechender Klarheit, man wird manchmal an mathematische Lehrsätze erinnert. In Musils unvollendetem großen Roman *Der Mann ohne Eigenschaften* durchläuft die Hauptfigur alle möglichen Aggregatzustände, um hier einmal einen Begriff der Physik zu verwenden, auch die eines Mathematikers. Der Titel des Romans greift Ideen und Vorstellungen *Meister Eckharts* auf, des berühmten Dominikanermönchs aus Köln, dessen Werke Musil gelesen und geschätzt haben soll: Eckhart von Hochheim (1260–1328).



Gottvater als Geometer bei der Erschaffung der Welt
(Französische Bibel aus dem 13. Jahrhundert)



Katharina Pringsheim (1883–1980)

Musil besaß nahezu prophetische Gaben. Für einen solchen Mann war in Deutschland, als Finsternis sich über das Land legte, das Land umnachtet war, umnachtet in jedem Sinn des Wortes, kein Platz. Im Schweizer Exil ist Musil armselig gestorben.

Musils Examinator im Fach Mathematik war Hermann Amandus Schwarz, Nachfolger des großen Mathematikers Karl Weierstraß, einem Gymnasiallehrer aus dem ostpreußischen Braunsberg, später hochangesehener Professor an der Berliner Universität.

Als einer der Nachfahren von Weierstraß sah sich das hoch ehrenwerte Mitglied unserer Akademie, Alfred Pringsheim. Sein Schwiegersohn Thomas Mann hatte ihn im Roman *Königliche Hoheit* porträtiert als steinreichen Kunstsammler Mr. Spoelmann. Und steinreich, das war Alfred Pringsheim. Sein Arbeitsgebiet waren die elliptischen Funktionen. Auch Thomas Mann beschreibt solche Formeln.

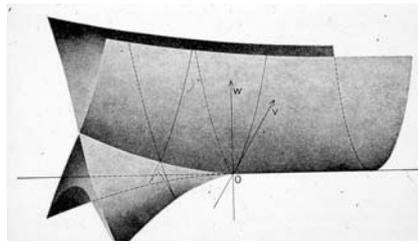
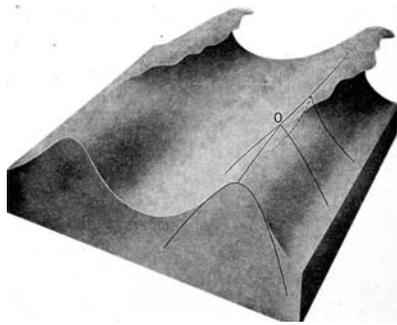
Jacobische elliptische Funktionen

$$\begin{aligned}
 \theta_1(u, v) &= -\theta_2^2 \theta_3^2(u, v) - \theta_3^2 \theta_4^2(u, v) \\
 &= \theta_2^2 \theta_3^2(u, v) - \theta_3^2 \theta_4^2(u, v) \\
 \theta_2(u, v) &= -\theta_1^2 \theta_3^2(u, v) - \theta_2^2 \theta_4^2(u, v) \\
 &= \theta_1^2 \theta_3^2(u, v) - \theta_2^2 \theta_4^2(u, v) \\
 \theta_3(u, v) &= -\theta_1^2 \theta_2^2(u, v) - \theta_3^2 \theta_4^2(u, v) \\
 &= \theta_1^2 \theta_2^2(u, v) - \theta_3^2 \theta_4^2(u, v) \\
 \theta_4(u, v) &= \theta_1^2 \theta_2^2(u, v) + \theta_3^2 \theta_4^2(u, v) \\
 &= \theta_2^2 \theta_3^2(u, v) + \theta_1^2 \theta_4^2(u, v) \\
 \dots - \theta_{11}^2 \theta_{12}^2(u, v) + \theta_{21}^2 \theta_{22}^2(u, v) &= \theta_{11}^2 \theta_{12}^2(u, v) + \theta_{21}^2 \theta_{22}^2(u, v) \\
 &= \theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) \\
 \text{VI. } -\theta_{11}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{21}^2(u, v) &= \theta_{21}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{11}^2 \theta_{12}^2(u, v) \\
 &= \theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) \\
 \text{VII. } -\theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) &= -\theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) - \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) \\
 &= -\theta_{11}^2 \theta_{22}^2(u, v) - \theta_{12}^2 \theta_{21}^2(u, v) \\
 \text{VIII. } +\theta_{11}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{21}^2(u, v) &= -\theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) \\
 &= \theta_{11}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{21}^2(u, v) \\
 \text{IX. } +\theta_{11}^2 \theta_{21}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{22}^2(u, v) &= -\theta_{21}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{11}^2 \theta_{12}^2(u, v) \\
 &= \theta_{11}^2 \theta_{22}^2(u, v) + \theta_{12}^2 \theta_{21}^2(u, v)
 \end{aligned}$$

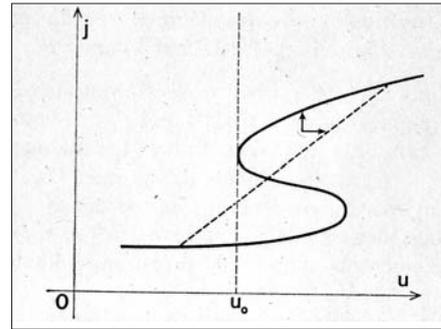
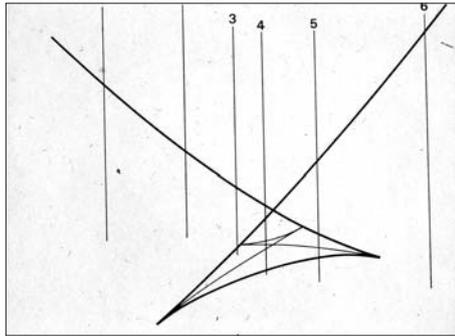
Ein ... Hokuspokus, ein Hexensabbat verschränkter Runen bedeckte die Seiten. Griechische Schriftzeichen waren mit lateinischen und mit Ziffern in verschiedener Höhe verkoppelt, mit Kreuzen und Strichen durchsetzt, ober- und unterhalb waagrechter Linien bruchartig aufgereiht, ... durch Doppelstrichelchen gleichgewertet, durch runde Klammern zu großen Formelmassen vereinigt. ... Kabbalistische Male ... umfaßten mit ihren Armen Buchstaben und Zahlen, während Zahlenbrüche ihnen voranstanden und Zahlen und Buchstaben ihnen zu Häupten und zu Füßen schwebten ... , Abkürzungen geheimnisvoller Worte waren überall eingestreut, und [da] zwischen standen ... Bemerkungen in täglicher Sprache, deren Sinn ... so hoch über allen menschlichen Dingen war, daß man sie lesen konnte, ohne mehr davon zu verstehen, als von einem Zaubergemurmel ...

Genau beobachtet und mit subtiler Ironie meisterhaft beschrieben, das Formelwerk der Mathematikstudentin Imma Spoelmann, der *algebraischen* Tochter des Mr. Spoelmann. Vorlage für die Romanfigur Imma Spoelmann war die Mathematik studierende Katharina Pringsheim, Tochter des Alfred Pringsheim. Später nannte sie sich Frau Thomas Mann.

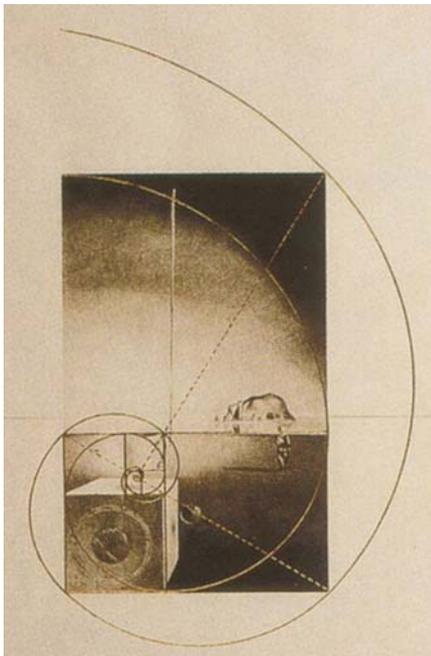
Raffael hatte es dem spanischen Maler Dalí angetan. Dalí gibt seine eigene Version der *Schule von Athen*. Dalí interessiert sich auch für Geometrie, einem seiner Bilder gibt er sogar den Titel *Auf der Suche nach der 4. Dimension*, vielleicht in Erinnerung



René Thom (1923–2002),
Meereswellen und Schwalbenschwanz



an Einstein-Minkowski. Eine vom Baseler Mathematiker Johann Bernoulli als *logarithmische Spirale* bezeichnete Kurve¹, schätzte Dalí besonders, hielt 1955 in der Sorbonne in Paris sogar eine Vorlesung darüber. Diese Kurve hat die Eigenschaft, durch Drehung um den Ursprung in sich selbst überzugehen, sich dabei scheinbar zu verkleinern oder zu vergrößern. Sie gilt als Symbol der „steten Erneuerung“. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften trägt sie als Logo zum 250-jährigen Bestehen 2009.



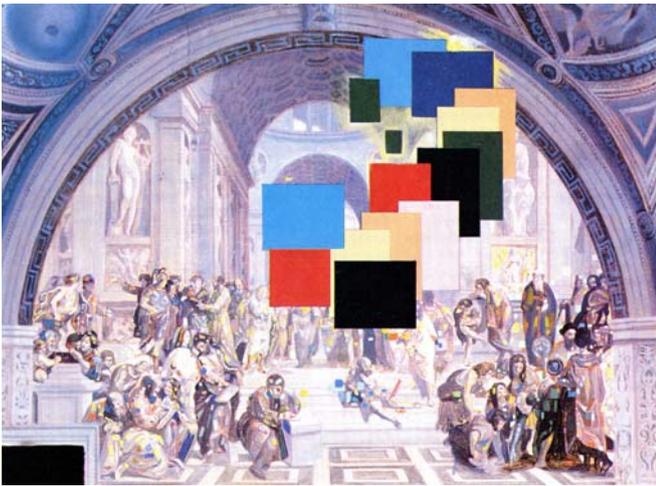
Salvador Dalí (1904–1989),
Logarithmische Spirale



Akademie-Logo zum
250-jährigen Jubiläum

1972 erscheint ein merkwürdiges Buch, geschrieben vom französischen Mathematiker René Thom. Es trägt den Titel *Stabilité structurelle et morphogénèse*. In diesem *Versuch einer allgemeinen Modelltheorie* – so der Untertitel des Werkes – untersucht Thom mathematische Beziehungen, die den plötzlichen Umschlag von einem Aggregatzustand in einen anderen beschreiben, wenn Wasser plötzlich zu Eis friert, oder Wasser verdampft und ähnliches. Die Fachsprache der Mathematik

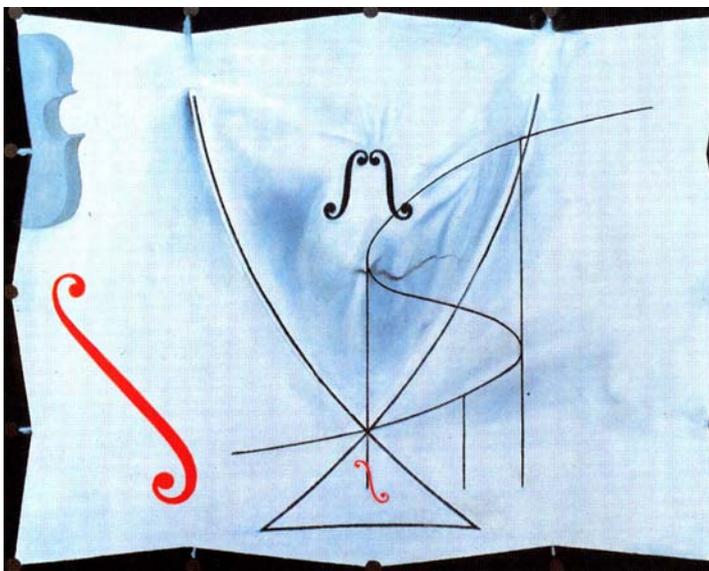
¹ Gleichung in Polarkoordinaten $r = a^t$, $1 < a$



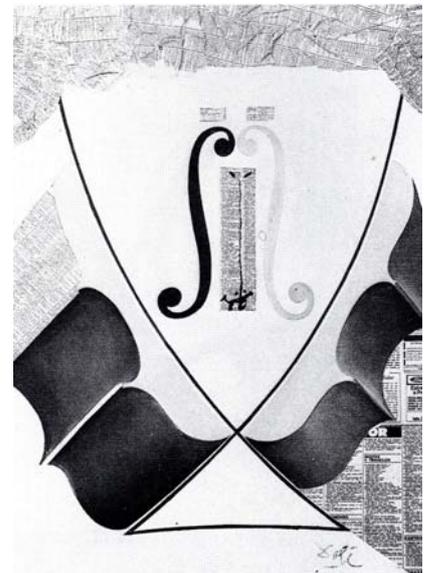
Salvador Dalí, Athen brennt – die Schule von Athen 1979/80



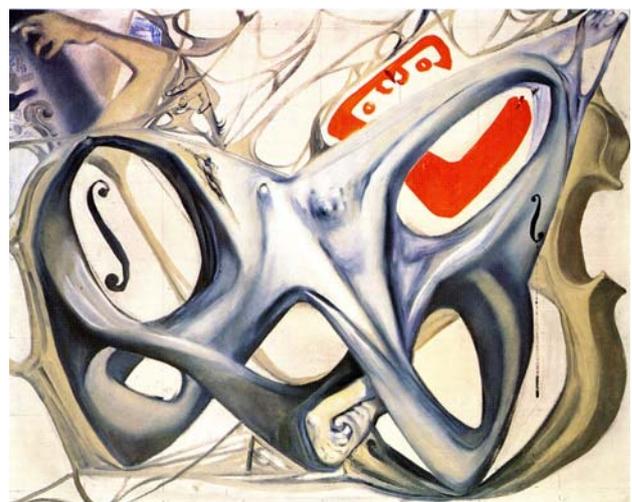
Salvador Dalí, Auf der Suche nach der vierten Dimension, 1979



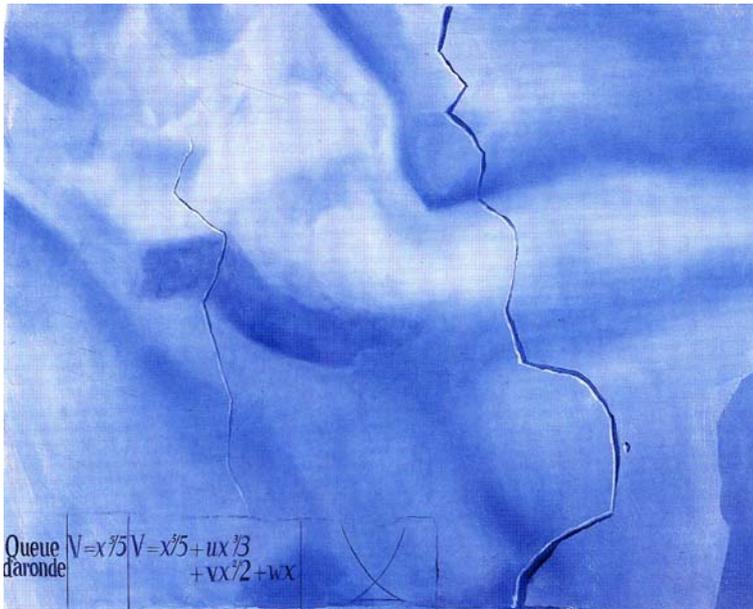
Salvador Dalí, Der Schwalbenschwanz, 1983



Salvador Dalí, Aus der Serie der Katastrophen, 1983



Salvador Dalí, Topologische Verrenkungen einer Frauenfigur



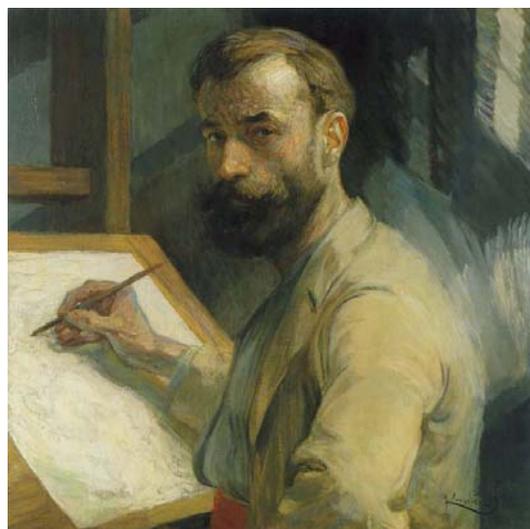
Salvador Dalí, Topologische Loslösung Europas – Hommage à René Thom, 1983



Salvador Dalí, Selbstbildnis mit Schwalbenschwanz

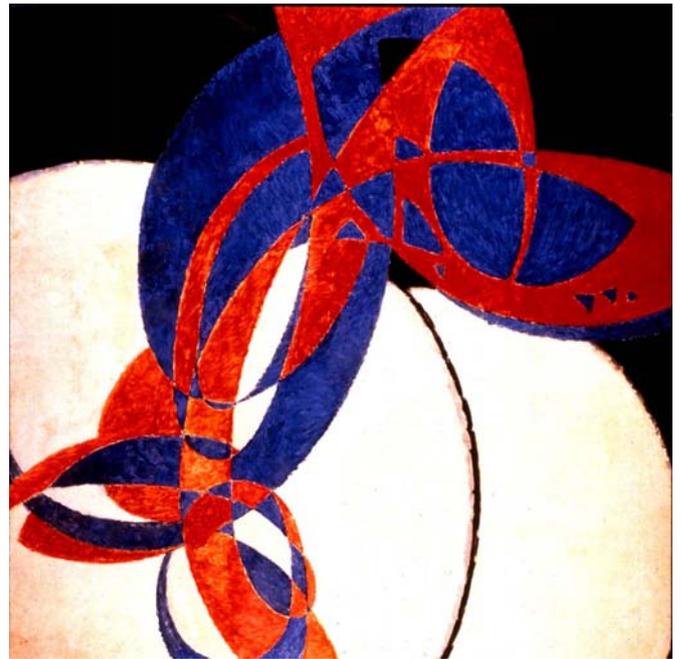
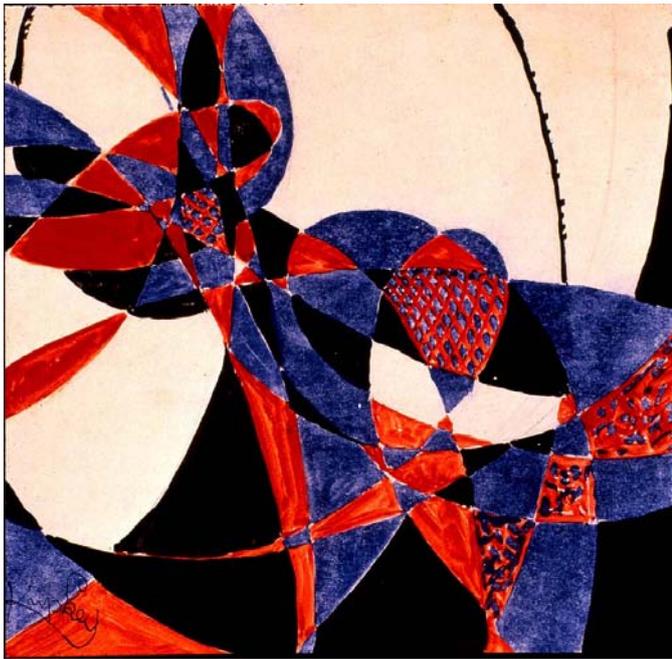
kennt dafür die Ausdrücke *singuläre Stellen*, *singuläre Flächen*. Thoms Buch ist mit interessanten Bildern ausgestattet, wie Überschlag von Meereswellen in der Brandung, Brennflächen in der geometrischen Optik, die z.B. bei der Aussendung von Lichtstrahlen im Autoscheinwerfer entstehen und anderen. René Thom beschreibt den Umschlag durch mathematische Gleichungen, die sich als Flächen darstellen lassen. Eine nennt er *Schwalbenschwanz*, eine andere *Schmetterling*. (Das sind nicht die Schmetterlinge, die Wirbelstürme auslösen, solche Schmetterlinge flattern nur in Utopia). Thom prägt für seine von ihm untersuchten Zustandsänderungen den Namen „Katastrophen“, *catastrophe élémentaire* u.s.w. Thoms „Katastrophen“ haben aber mit unseren „Lebenskatastrophen“ nichts zu tun.

Dalí liebt Thoms Buch, immer wieder lässt er sich daraus vorlesen. Er malt nur noch Thoms Bilder. Eines seiner letzten trägt den Titel *Topologische Loslösung Europas, Hommage à René Thom*, unten stehen die mathematischen Formeln für den Schwalbenschwanz, mathematische Abstraktionen in Dalís künstlerischer Welt.



František Kupka (1871–1957), Selbstporträt mit Staffelei, 1905/06

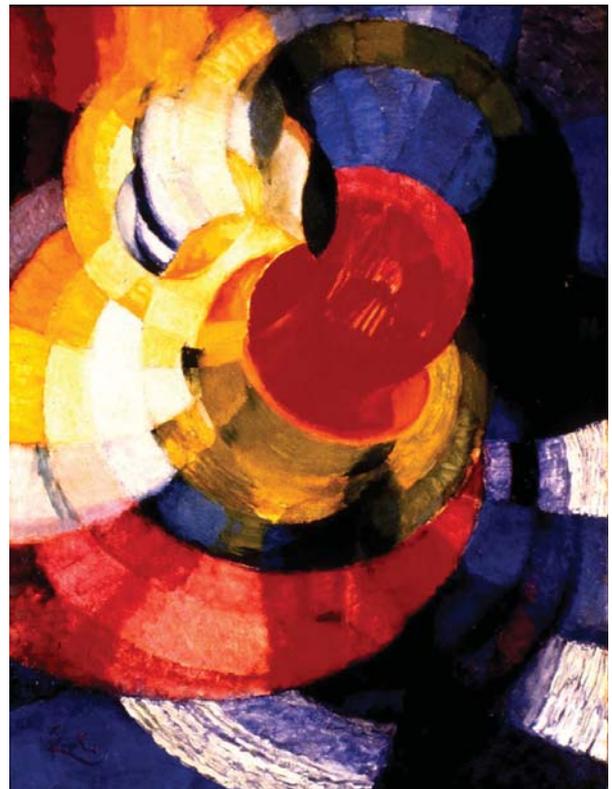
Frank oder François, eigentlich František Kupka war einer der anderen Großen. Der Tscheche aus Opočno in Böhmen, noch in der österreichisch-ungarischen Monarchie geboren, geht über Prag und Wien nach Paris. In Frankreich bleibt er bis zu seinem Tode 1957. Dort hört er Vorlesungen an der École polytechnique und an der Medizinischen Fakultät. Er vertieft sich in das Studium der Naturwissenschaften, Physik, Biologie, Medizin, Astronomie. Jeder moderne Künstler müsse eine solche Ausbildung haben, meint er, und versteht moderne Maler nicht, die sich nicht zumindest eines Teleskops oder eines Mikroskops bedienen. Kupka, der auch das Deutsche beherrschte, studiert Kant, Schopenhauer, Nietzsche. Goethes ästhetische Theorien hat er bewundert. Kupka, hoch diszipliniert, hoch gebildet, besaß wissenschaftliche Kenntnisse wie keiner seiner anderen



František Kupka, Amorpha: Fuge in zwei Farben, 1912



František Kupka, Rund um den Punkt, 1927/30

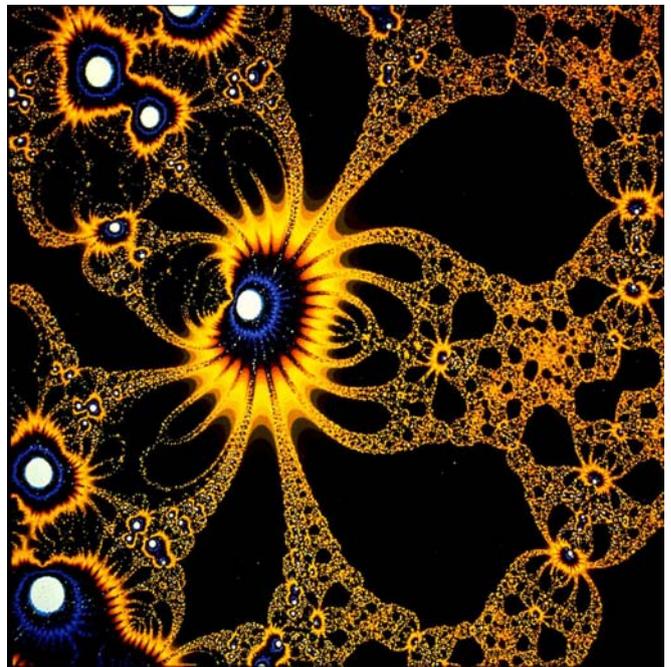
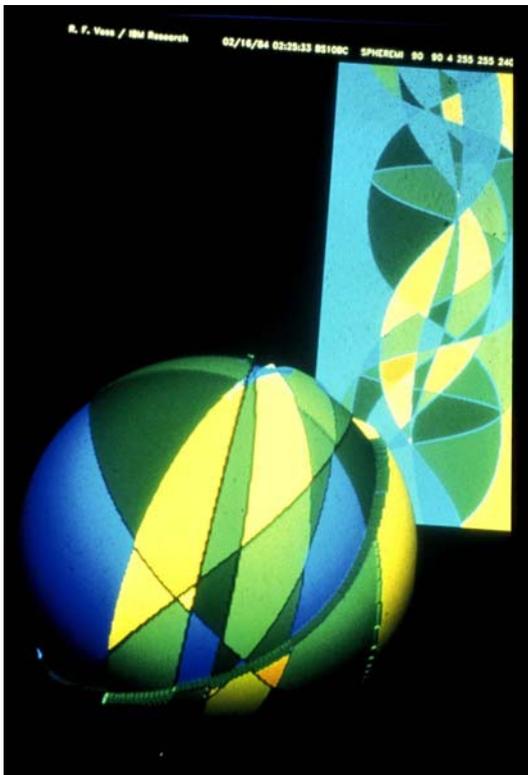
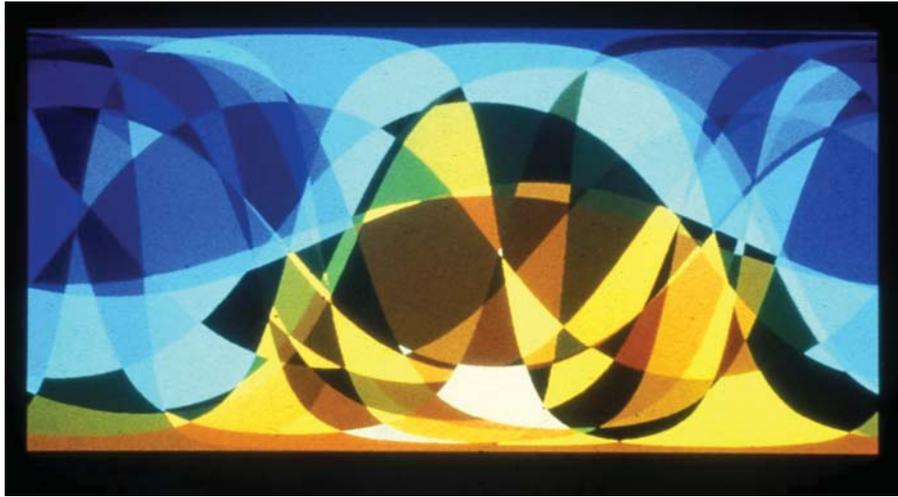


František Kupka, Die Scheiben von Newton, 1911/12

künstlerischen Weggefährten. Er malte zunächst gegenständlich, und es sei eigens hervorgehoben, fotografisch genau! Aber seine Sicht der Dinge ändert sich, und er malt Bilder, die merkwürdig berühren. Kupka baut sein Werk auf unregelmäßigen unsichtbaren Formen auf, die aber, wie er sagte, in der Natur existieren, Naturphänomene in andere Wirklichkeiten umgestaltet.

Jahrzehntelang stand die etablierte Kunstkritik dem Werk Kupkas ratlos gegenüber, sowohl die französische als auch die tschechische; zu intellektuell sei er, befanden sie, taten ihn als Randfigur ab. Abseits aller modischen Strömungen arbeitend, hatte Kupka eher Spott auf sich gezogen. Ein *nichtlinearer* Denker sei er, meinten manche. Wie richtig! Und Kupka wurde fast vergessen.

Fraktale Geometrie

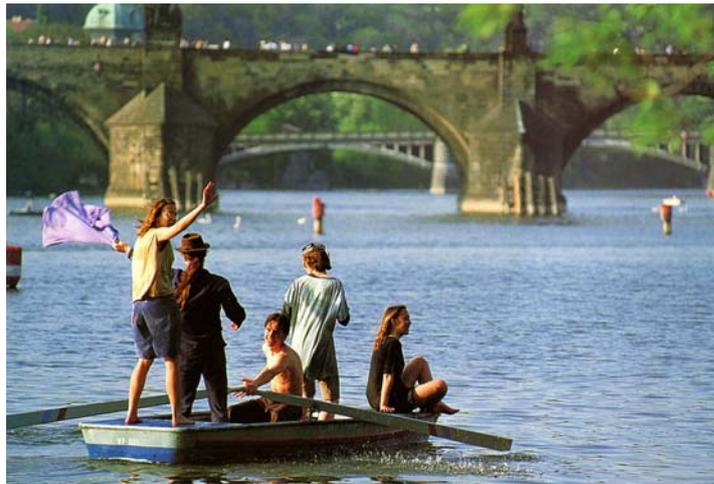


Heute weiß man: Kupkas Bilder sind visionär geschaut Momentaufnahmen von kompliziert ablaufenden Prozessen in der Natur, die sich durch fraktale Geometrie, Mathematik, beschreiben lassen. Die inneren Augen des Künstlers haben sie gesehen, lange bevor die exakten Wissenschaften solche Prozesse genau beschreiben und sie in Bilder umsetzen konnten.

Kandinsky sah das so: ...*die Kunst besitzt... eine ihr ausschließlich zugehörige Qualität, nämlich die, im Heute das Morgen zu erraten – ...eine schöpferische und prophetische Kraft...* Kupka selbst konnte keine Ahnung von fraktaler Geometrie haben, diese mathematische Disziplin existierte überhaupt noch nicht.

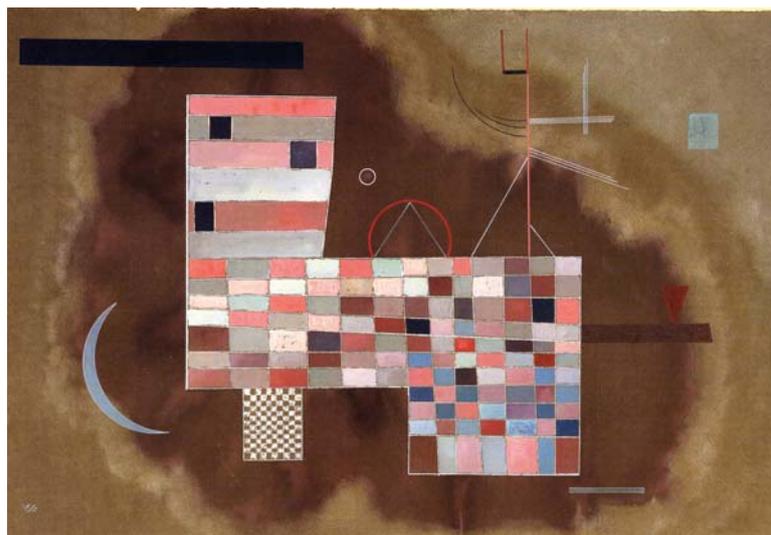
Das eigentlich Mystische liegt im Rationalen, schrieb der erfolgreiche Schriftsteller und Mathematiker Hermann Broch an Stefan Zweig, und er sprach von der *Mystik in der Mathematik*.

Und noch einer aus Böhmen: Leo Perutz, gleich alt wie Franz Kafka, wie er in Prag geboren, ist als Versicherungsmathematiker in Fachkreisen bekannt geworden. Aber Perutz war auch ein erfolgreicher Schriftsteller, schrieb Romane, in denen Geschichte, Phantastik und Mathematik eine kunstvolle Verbindung eingehen. Seine Bücher waren Reißer. Ian Fleming, Erfinder von James Bond, soll von Perutz' Romanen begeistert gewesen sein. Auch Hitchcock hatte sich bei Perutz einiges abgeschaut.

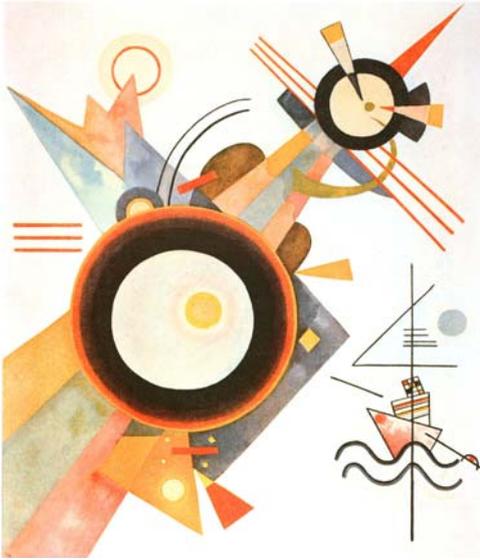


Blick auf die Karlsbrücke in Prag

Szenen aus seinen Romanen wurden verfilmt. Einer davon trägt den Titel *Nachts unter der steinernen Brücke*. Die Karlsbrücke in Prag ist gemeint. In diesem Roman verschmelzen Buchstabenmystik, Zahlenmystik und Theologie, zu geschichtsmagischen Vorstellungen. Und sie kreisen um das alte Prag der Zeit Kaiser Rudolfs II., kreisen um Mathematik, um die sich ein dem Rabbi Loew erscheinender Engel Sorge macht, kreisen um die Kabbala und den Hohen Rabbi Loew, den man nennt *Die Krone und das Diadem und den Feuerbrand und den Einzigen seiner Zeit*.



Wassily Kandinsky (1866–1944), Massiver Bau, 1932



Wassily Kandinsky, Die Pfeilform, 1923



Wassily Kandinsky, Empor, 1928



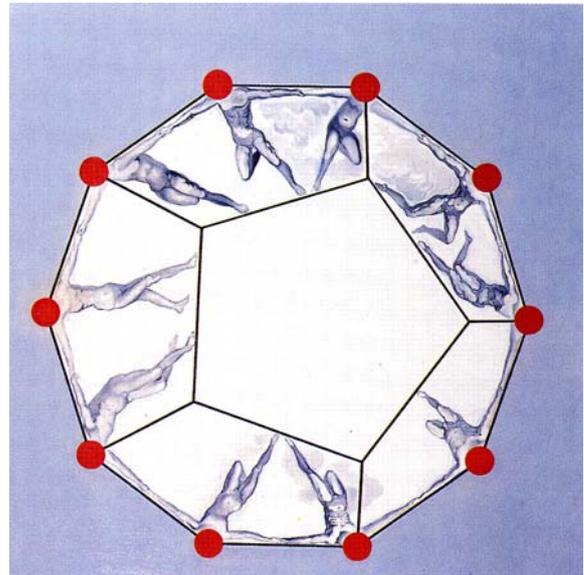
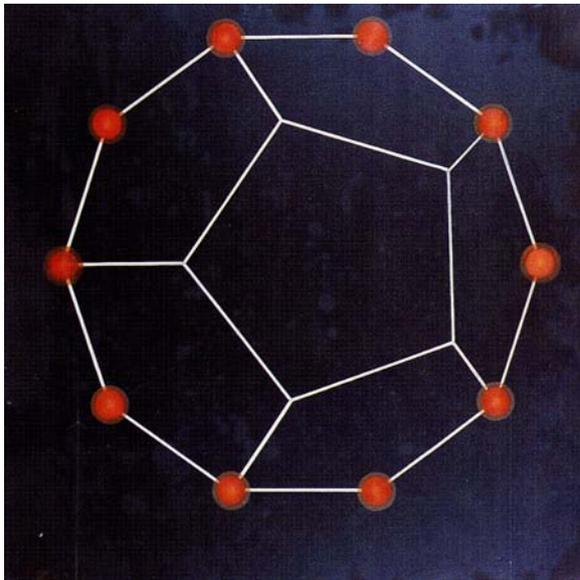
Wassily Kandinsky, Milder Vorgang, 1928

In Nachrufen auf den verstorbenen Dramatiker Heiner Müller rühmten französische Kommentatoren *die Algebra der Erzähl- und Bildpräzision in Müllers dramatischen Werken*. Und vor 160 Jahren schrieb der französische Dichter Gustave Flaubert, der Verfasser der „Madame Bovary“: ... *Stünden der Geisteswissenschaft wie der Mathematik zwei oder drei wesentliche Gesetze zur Verfügung ... dann könnte sie vorankommen ...* und ... *Wenn die Literatur zur Präzision naturwissenschaftlicher Resultate gelangt, ist das gewaltig*. Solches der Mathematik entlehnte Vokabular ist in Deutschland verpönt. Das deutsche Mathematik-Trauma, so hat es Heinrich Böll eher spöttisch genannt. Er selbst hatte sogar Nachhilfeunterricht in Mathematik erteilt. Hans Magnus Enzensberger ist dem geringen Ansehen der Mathematik in Deutschland mit Buch und Rede zu Hilfe geeilt. Ob es geholfen hat?

Um so überraschender dann das: der Verehrer und Bewunderer von Leo Perutz, Daniel Kehlmann, und sein Roman *Die Vermessung der Welt*. Die Hauptfiguren, zwei in Deutschland nicht so allgemein bekannte, in der übrigen Welt aber berühmte deutsche Wissenschaftler, Alexander von Humboldt und der Mathematiker Carl Friedrich Gauß, wie auch Goethe und Charles Darwin, waren Mitglieder der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Kehlmanns Roman ist keine Biographie. In ihren Dialogen halten die beiden Hauptfiguren des Romans der Gegenwart den Spiegel vor. Das mag zu einem Teil den Erfolg des Buches erklären, in kurzer Zeit ist es über eineinhalb Millionen mal verkauft worden und soll verfilmt werden.

Über Mathematik und Musik hat man viel geredet, und man glaubte sogar, dass die einen besonders begabt für das andere sein müssten. *Er war, wie ich und alle eigentlichen Musici, kein Liebhaber von trockenem mathematischem Zeuge*, erzählte Carl Philip Emanuel Bach von seinem Vater. Man wird es nicht wörtlich nehmen müssen, Bruchrechnen war ohnehin alles, was an den damaligen Lateinschulen gelehrt wurde. Zahlenspiele und Zahlenmystik in Bachs Werken hatten manche Leute beschäftigt; andere wieder, die glaubten, Bachs Musik werde durch die Verbindung mit der Mathematik entweiht, waren über solche Versuche empört.

Freilich ist in Musik auch Mathematik verborgen. Herbert von Karajan hatte zu seinen *Salzburger Gesprächen* Mathematiker geladen und manche große Dirigenten, wie z.B. Celibidache, hatten sogar Mathematik studiert, Komponisten wie Luigi Nono standen ihr nahe. In sehr vordergründiger Weise verbirgt sich Mathematik in den gebrochenen, komplizierten Rhythmen der bulgarischen Tänze, die in den Taktfolgen $5/16$, $9/16$ oder gar $7/16 + 11/16$ geschrieben sind, erst recht in den Schrittfolgen der „Sardana“, dem $2/4$ -taktigen Nationaltanz der Katalanen, die ihn nach Regeln tanzen, die für Nichtkatalanen unbegreiflich sind. So z.B. muss der Schlussschritt auf den 21., 25., 29. usw. Takt fallen oder aber auf den 65., 73., 81. usw. Takt. Es ist noch komplizierter. Die mathematische Zahlentheorie weiß die Antwort: Es geht etwa so, wie die Hexe in Goethes *Faust* rechnet, nur diesmal nicht modulo 2. In den drei Tanzfolgen der Sardana wird die erste Sequenz mit Tanzschritten modulo 4 und Restklassen 1 und 3 getanzt, die zweite Sequenz mit Tanzschritten modulo 8 und Restklassen 1, 3 und 7. Die Katalanen würden sich bei dieser Erklärung wundern. Der Vortragende kann nicht ganz verleugnen, dass er Mathematiker ist.



Salvador Dali, Pentagonale Sardana (fünfeckiger Reigentanz), 1979



Paul Klee (1879–1940), Haupt- und Nebenwege, 1929

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1 (0+1)	2 (1+1)	3 (2+1)	4 (3+1)	5 (4+1)	6 (5+1)	7 (6+1)	8 (7+1)	9 (8+1)	10 (9+1)

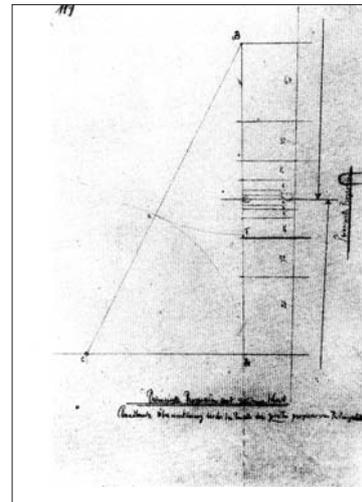
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10

Summe von Punkten
 Lagenverstärkung zur Erzielung einer relativ gleichmäßigen Zunahme
 von 1 bis 10
 von 2 bis 10
 von 4 bis 10
 von 8 bis 10
 von 16 bis 10
 von 32 bis 10
 von 64 bis 10
 von 128 bis 10
 von 256 bis 10
 von 512 bis 10
 von 1024 bis 10
 von 2048 bis 10
 von 4096 bis 10
 von 8192 bis 10
 von 16384 bis 10
 von 32768 bis 10
 von 65536 bis 10
 von 131072 bis 10
 von 262144 bis 10
 von 524288 bis 10
 von 1048576 bis 10
 von 2097152 bis 10
 von 4194304 bis 10
 von 8388608 bis 10
 von 16777216 bis 10
 von 33554432 bis 10
 von 67108864 bis 10
 von 134217728 bis 10
 von 268435456 bis 10
 von 536870912 bis 10
 von 1073741824 bis 10
 von 2147483648 bis 10
 von 4294967296 bis 10
 von 8589934592 bis 10
 von 17179869184 bis 10
 von 34359738368 bis 10
 von 68719476736 bis 10
 von 137438953472 bis 10
 von 274877906944 bis 10
 von 549755813888 bis 10
 von 1099511627776 bis 10
 von 2199023255552 bis 10
 von 4398046511104 bis 10
 von 8796093022208 bis 10
 von 17592186044416 bis 10
 von 35184372088832 bis 10
 von 70368744177664 bis 10
 von 140737488355328 bis 10
 von 281474976710656 bis 10
 von 562949953421312 bis 10
 von 1125899906842624 bis 10
 von 2251799813685248 bis 10
 von 4503599627370496 bis 10
 von 9007199254740992 bis 10
 von 18014398509481984 bis 10
 von 36028797018963968 bis 10
 von 72057594037927936 bis 10
 von 144115188075855872 bis 10
 von 288230376151711744 bis 10
 von 576460752303423488 bis 10
 von 1152921504606846976 bis 10
 von 2305843009213693952 bis 10
 von 4611686018427387904 bis 10
 von 9223372036854775808 bis 10
 von 18446744073709551616 bis 10
 von 36893488147419103232 bis 10
 von 73786976294838206464 bis 10
 von 147573952589676412928 bis 10
 von 295147905179352825856 bis 10
 von 590295810358705651712 bis 10
 von 1180591620717411303424 bis 10
 von 2361183241434822606848 bis 10
 von 4722366482869645213696 bis 10
 von 9444732965739290427392 bis 10
 von 18889465931478580854784 bis 10
 von 37778931862957161709568 bis 10
 von 75557863725914323419136 bis 10
 von 151115727451828646838272 bis 10
 von 302231454903657293676544 bis 10
 von 604462909807314587353088 bis 10
 von 1208925819614629174706176 bis 10
 von 2417851639229258349412352 bis 10
 von 4835703278458516698824704 bis 10
 von 9671406556917033397649408 bis 10
 von 19342813113834066795298816 bis 10
 von 38685626227668133590597632 bis 10
 von 77371252455336267181195264 bis 10
 von 154742504910672534362390528 bis 10
 von 309485009821345068724781056 bis 10
 von 618970019642690137449562112 bis 10
 von 1237940039285380274899124224 bis 10
 von 2475880078570760549798248448 bis 10
 von 4951760157141521099596496896 bis 10
 von 9903520314283042199192993792 bis 10
 von 19807040628566084398385987584 bis 10
 von 39614081257132168796771975168 bis 10
 von 79228162514264337593543950336 bis 10
 von 158456325028528675187087900672 bis 10
 von 316912650057057350374175801344 bis 10
 von 633825300114114700748351602688 bis 10
 von 1267650600228229401496703205376 bis 10
 von 2535301200456458802993406410752 bis 10
 von 5070602400912917605986812821504 bis 10
 von 10141204801825835211973625643008 bis 10
 von 20282409603651670423947251286016 bis 10
 von 40564819207303340847894502572032 bis 10
 von 81129638414606681695789005144064 bis 10
 von 162259276829213363391578010288128 bis 10
 von 324518553658426726783156020576256 bis 10
 von 649037107316853453566312041152512 bis 10
 von 1298074214633706907132624082305024 bis 10
 von 2596148429267413814265248164610048 bis 10
 von 5192296858534827628530496329220096 bis 10
 von 10384593717069655257060992658440192 bis 10
 von 20769187434139310514121985316880384 bis 10
 von 41538374868278621028243970633760768 bis 10
 von 83076749736557242056487941267521536 bis 10
 von 166153499473114484112975882535043072 bis 10
 von 332306998946228968225951765070086144 bis 10
 von 664613997892457936451903530140172288 bis 10
 von 13292279957849158729038070602803456 bis 10
 von 26584559915698317458076141205606912 bis 10
 von 53169119831396634916152282411213824 bis 10
 von 106338239662793269832304564822427648 bis 10
 von 212676479325586539664609129644855296 bis 10
 von 425352958651173079329218259289710592 bis 10
 von 850705917302346158658436518579421184 bis 10
 von 1701411834604692317316873037158842368 bis 10
 von 3402823669209384634633746074317684736 bis 10
 von 6805647338418769269267492148635369472 bis 10
 von 13611294676837538538534984297270738944 bis 10
 von 2722258935367507707706996859454147888 bis 10
 von 54445178707350154154139937189082957776 bis 10
 von 108890357414700308308279874378165915552 bis 10
 von 217780714829400616616559748756331831104 bis 10
 von 435561429658801233233119497512663662208 bis 10
 von 871122859317602466466238995025327324416 bis 10
 von 1742245718635204932932477990050654688736 bis 10
 von 3484491437270409865864955980101309377472 bis 10
 von 6968982874540819731729911960202618754944 bis 10
 von 13937965749081639463459823920405237509888 bis 10
 von 27875931498163278926919647840810475019776 bis 10
 von 55751862996326557853839295681620950039552 bis 10
 von 111503725992653115707678591363241900079104 bis 10
 von 223007451985306231415357182726483800158208 bis 10
 von 446014903970612462830714365452967600316416 bis 10
 von 892029807941224925661428730905935200632832 bis 10
 von 1784059615882449851322857461811870401265664 bis 10
 von 3568119231764899702645714923623740802531328 bis 10
 von 7136238463529799405291429847247481605062656 bis 10
 von 14272476927059598810582859694494963210125312 bis 10
 von 28544953854119197621165719388989926420250624 bis 10
 von 57089907708238395242331438777979852840501248 bis 10
 von 114179815416476790484662877555959705681002496 bis 10
 von 228359630832953580969325755111919411362004992 bis 10
 von 456719261665907161938651510223838822724009984 bis 10
 von 913438523331814323877303020447677645448019968 bis 10
 von 182687704666362864775460604089535529089639936 bis 10
 von 365375409332725729550921208179071058179279872 bis 10
 von 730750818665451459101842416358142116338559744 bis 10
 von 1461501637330902918203684832716284226677119488 bis 10
 von 2923003274661805836407369665432568453354238976 bis 10
 von 5846006549323611672814739330865136906708477952 bis 10
 von 11692013098647223345629478661730273813416955904 bis 10
 von 23384026197294446691258957323460547626833911808 bis 10
 von 46768052394588893382517914646921095253667823616 bis 10
 von 93536104789177786765035829293842190507335647232 bis 10
 von 187072209578355573530071658587684381014671294464 bis 10
 von 374144419156711147060143317175368762029342588928 bis 10
 von 748288838313422294120286634350737524058685177856 bis 10
 von 1496577676626844588240573268701475048117370355712 bis 10
 von 2993155353253689176481146537402950096234740711424 bis 10
 von 5986310706507378352962293074805900192469481422848 bis 10
 von 11972621413014756705924586149611800384938962845696 bis 10
 von 23945242826029513411849172299223600769877925691392 bis 10
 von 47890485652059026823698344598447201539755851382784 bis 10
 von 95780971304118053647396689196894403079511702765568 bis 10
 von 191561942608236107294793378393788806159023405531136 bis 10
 von 383123885216472214589586756787577612318046811062272 bis 10
 von 766247770432944429179173513575155224636093622124544 bis 10
 von 1532495540865888858358347027150310449272187244249088 bis 10
 von 3064991081731777716716694054300620998544374488498176 bis 10
 von 6129982163463555433433388108601241997088748976996352 bis 10
 von 12259964326927110866866776217202483994177497953992704 bis 10
 von 24519928653854221733733552434404967988354959067985408 bis 10
 von 49039857307708443467467104868809935976709918135970816 bis 10
 von 98079714615416886934934209737619871953419836271941632 bis 10
 von 1961594292308337738698684194752397439068396725438832 bis 10
 von 3923188584616675477397368389504794878136793450877664 bis 10
 von 7846377169233350954794736779009589756273586901755328 bis 10
 von 15692754338466701909589473558019179512547173803510656 bis 10
 von 31385508676933403819178947116038359025094357607021312 bis 10
 von 62771017353866807638357894232076718050188715214042624 bis 10
 von 12554203470773361527671578846415343610037743042808448 bis 10
 von 25108406941546723055343157692830687220075486085616896 bis 10
 von 50216813883093446110686315385661374440150921171233792 bis 10
 von 100433627766186892221372630771322688802301842342467584 bis 10
 von 200867255532373784442745261542645377604603684684935168 bis 10
 von 401734511064747568885490523085290755209207373769870336 bis 10
 von 803469022129495137770981046170581510418414747539740672 bis 10
 von 1606938044258990275541962092341163020836829495079481344 bis 10
 von 3213876088517980551083924184682326041673659990158962688 bis 10
 von 6427752177035961102167848369364652083347319980317925376 bis 10
 von 12855504354071922204335696738729304166694639960635850752 bis 10
 von 25711008708143844408671393477458608333389279921271701504 bis 10
 von 51422017416287688817342786954917216666778559842543403008 bis 10
 von 102844034732575377634685573909834433333557119685086806016 bis 10
 von 205688069465150755269371147819668866667115379370173632032 bis 10
 von 411376138930301510538742295639337733334227558740347264064 bis 10
 von 822752277860603021077484591278675466668455175480694528128 bis 10
 von 1645504555721206042154969182557350933336910350961389056256 bis 10
 von 3291009111442412084309938365114701866672180701922778112512 bis 10
 von 6582018222884824168619876730229403733344361403845555250024 bis 10
 von 131640364457696483372397534604588074666887228076911100480 bis 10
 von 263280728915392966744795069209176149333774456153822200960 bis 10
 von 526561457830785933489590138418352298667548912307644401920 bis 10
 von 1053122915661571866979180276836704597335097824615288803840 bis 10
 von 2106245831323143733958360553673409194670195649230577607680 bis 10
 von 4212491662646287467916721107346818389340391298461155215360 bis 10
 von 842498332529257493583344221469363677868078259692231030720 bis 10
 von 1684996665058514987166688442938727355736156519384462061440 bis 10
 von 3369993330117029974333376885877454711472313038768924122880 bis 10
 von 6739986660234059948666753771754909422944626077537848245760 bis 10
 von 13479973320468119897333507543509818855889252155075696491520 bis 10
 von 26959946640936239794667015087019637711778504310151392983040 bis 10
 von 53919893281872479589334030174039275423557008620302785966080 bis 10
 von 107839786563744959178668060348078550847114017240605571932160 bis 10
 von 215679573127489918357336120696157101694228034481211143864320 bis 10
 von 431359146254979836714672241392314203388456068962422287728640 bis 10
 von 862718292509959673429344482784628406776912137924844575457280 bis 10
 von 1725436585019919346858688965569256813553824275849688950914560 bis 10
 von 3450873170039838693717377931138513671067648551699777901829120 bis 10
 von 6901746340079677387434755862277027342135297103399555803658240 bis 10
 von 13803492680159354774869511724554054684270594206799111607316480 bis 10
 von 27606985360318709549739023449108109368541188413598223214632960 bis 10
 von 55213970720637419099478046898216218737082376827196446429265920 bis 10
 von 11042794144127483819895609379643243747416475365439289285852160 bis 10
 von 22085588288254967639791218759286487494832950730878578571704320 bis 10
 von 44171176576509935279582437518572974989665901461757157143408640 bis 10
 von 88342353153019870559164875037145949979331802923514314286817280 bis 10
 von 176684706306039741118329750074291899578663605847028628536344576 bis 10
 von 353369412612079482236659500148583799157327211694057257072689152 bis 10
 von 706738825224158964473319000297167598314654423388114514145378304 bis 10
 von 1413477650448317928946638000594335196629308846776229028290756608 bis 10
 von 2826955300896635857893276001188670393258617693552458056581513216 bis 10
 von 5653910601793271715786552002377340786517235877104916113163026432 bis 10
 von 11307821203586543431573104004754681573034471754209832226326052864 bis 10
 von 22615642407173086863146208009509363146068943508419664526652105728 bis 10
 von 45231284814346173726292416019018726292137887016839329053304211456 bis 10
 von 90462569628692347452584832038037452584275774033678658106608422912 bis 10
 von 180925139257384694905169664076074905168551548067357316213216845824 bis 10
 von 361850278514769389810339328152149810337103096134714632426433691648 bis 10
 von 723700557029538779620678656304299620674206192269429264852867383296 bis 10
 von 1447401114059077559241357312608599241348412384538858529705734766592 bis 10
 von 2894802228118155118482714625217198482696824769077717059411469533184 bis 10
 von 5789604456236310236965429250434396965393649538155434118822939066368 bis 10
 von 11579208912472620473930858500868793930787299076310868237656878132736 bis 10
 von 231584178249452409478617170017375878615

Mathematik selbst. Sie ist die Gestaltung von Rhythmen und Beziehungen, von Gesetzen, die individuellen Ursprung haben, so wie auch die Mathematik ihren Ursprung hat im individuellen Denken der bahnbrechenden Mathematiker... Und Max Bill hatte auch als Erster im deutschen Sprachraum das Werk Kupkas analysiert und auf seine große Bedeutung hingewiesen.



Paul Klee, Abfahrt der Schiffe, 1927



Die Cardinal-Progression

Wassily Kandinsky schrieb: ... *Punkt und Linie zu Fläche*, und: *Es kann alles als eine mathematische Formel ... dargestellt werden* Sein Freund Paul Klee war überzeugt, dass es eine mathematische Grundlage aller Daseinsbereiche gibt. Die *Cardinal-Progression* (Folge 1, 2, 4, 8, 16, ...) hatte es ihm besonders angetan, und Klee setzte sie in seine Bilder um.

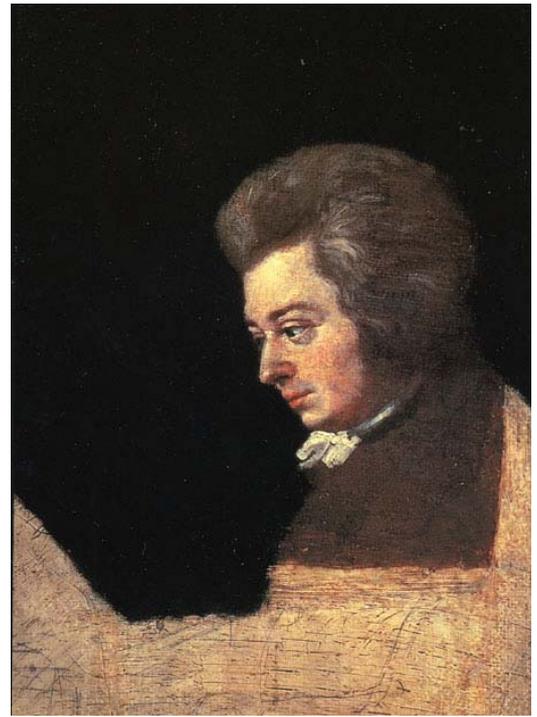
In all den bunten Bildern haben wir Mozart aus den Augen verloren. Aber man muss ihn nicht ins Licht stellen. Er selbst ist Licht. Und alles, was über ihn zu sagen ist, ist schon gesagt worden, Hunderte Male, Tausende Male. Und was könnten schon armselige Zahlen über Mozart aussagen. Diese vielleicht: Am 6. Dezember, heute vor genau 217 Jahren, 1791, ist seine sterbliche Hülle zum Friedhof St. Marx vor die Tore Wiens gebracht worden. 11 Gulden, 56 Kreuzer, musste seine Witwe dafür bezahlen. Nach den Wetteraufzeichnungen des Grafen Zinzendorf und der Sternwarte Wien war an diesem 6. Dezember ruhiges Wetter, zwar häufiger Nebel, aber es war mild, 3°C, fast wie heute. Haben aber Bilder Mozart etwas bedeutet? Vielleicht hätte ihm Friedrich Schinkels berühmtes Bild aus der Berliner Aufführung der *Zauberflöte* von 1816 gefallen.



Karl Friedrich von Schinkel (1781–1841), Bühnenbild zu Mozarts Zauberflöte, 1816



Symbolische Grabstätte Mozarts
auf dem Friedhof St. Marx in Wien



Wolfgang Amadeus Mozart (1756–1791),
Porträt von Joseph Lange, 1789

Als er [Mozart] Rechnen lernte [setzte er so gar die Musik auf die Seite], war Tisch, Sessel, Wände, ja sogar der Fußboden voll Ziffer mit der Kreide, überschrieben ... berichtete man. Als 14-Jähriger, 1770, auf seiner italienischen Reise, schreibt er aus Rom seiner Schwester nach Salzburg: *Ich bitte Dich, Du wirst die Künste von der Rechenkunst finden, ... ich habe sie verloren ... Also bitte ich dich, sie mir zu copiren, nebst anderen Rechenexempeln, und mir sie her zu schicken.* Später bedankte er sich aus Neapel: ... *io vi ringrazio, di avermi mandato questi Rechenhistorien ...*



W.A. Mozart, Notenblatt mit Anzahl der Weizenkörner

Damals hatte er auf einem seiner Notenblätter auch die Anzahl der Weizenkörner ausgerechnet, die sich der Erfinder des Schachspiels als Lohn erbeten hatte. Auf das erste Schachfeld 1, auf das zweite Feld 2, das dritte 4, dann 8, dann 16 Weizenkörner und so weiter, eine unvorstellbare Menge: $2^{64} - 1$ Körner, soviel Weizen trägt die ganze Erde nicht. Mozarts Rechnung ist richtig bis zum 25. Feld; bis zum 48. Feld hatte er weitergerechnet, und erhält 140 Trillionen Weizenkörner, richtig wären 160 Trillionen gewesen. Aber was bedeutet das schon, nichts ist es gegenüber seiner Musik, die um ein Unendliches mehr ist.



Lehrbuch der Algebra aus Mozarts Bibliothek

In seiner Bibliothek fand man ein Lehrbuch über Algebra. Ein für die damalige Zeit recht gutes Buch². Mozart hatte daran gearbeitet, Menuette aus zweitaktigen Melodiebruchstücken formal nach bestimmten Regeln zu konstruieren. Talent und Neigung zur Algebra waren ihm gegeben. Auf seinen Spuren wandelnd, hat man es ihm nachgemacht, unter Einsatz aller Mittel, die die Wissenschaft heute zur Verfügung stellen kann. Das erzeugte Musikstück soll ein wenig wie Mozart geklungen haben, aber in merkwürdiger Weise blass, ohne Leben. Alle Wissenschaft zusammen kann das Genie nicht ersetzen. Eine banale Erkenntnis.



Wolfgang Amadeus Mozart, virtuelles Porträt (im Alter von 22 Jahren)

Aber die exakten Wissenschaften vermögen doch etwas. Es gibt nicht viele Portraits von Mozart, einige davon hat man in einen Rechner eingelesen. Mit den Hilfsmitteln der Bildverarbeitung, das sind angewandte Informatik und Mathematik, wurde ein Phantombild, ein virtuelles Bild von Mozart erzeugt. 25 Jahre war er alt, als er den Idomeneo und die Gran Partita schrieb; 22 Jahre alt ist er auf dem virtuellen Bild. Seine Zeitgenossen hätten ihn sicher darauf erkannt. Die besten Fachleute des Bundeskriminalamtes haben mit größter Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt an diesem Bild gearbeitet. Ihr Objekt war nicht irgendwer, es war, wie jemand zu recht geschrieben hatte:

...ein unfaßbar großer Geist, ein unverdientes Geschenk an die Menschheit, in dem die Natur ein einmaliges, wahrscheinlich unwiederholbares Kunstwerk hervorgebracht hat.

² Joseph Spenglers Anfangsgründe der Rechenkunst und Algebra. Augsburg 1772. Neben anderen enthält es Formeln zur Auflösung quadratischer Gleichungen und Systemen linearer Gleichungen mit mehreren Unbekannten nach dem Prinzip des Gauß-Algorithmus, ferner arithmetische und geometrische Progressionen.

Literatur in Auswahl

- K. Radbuch: Mathematische Spuren in der Literatur. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1997.
- M. Kemp: The Science of Art. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat. Yale University Press, New Haven and London, 1990.
- A. Schopenhauer: Die Welt als Wille und Vorstellung I, II. Hoffmann, Zürich 1991.
- W. Hildesheimer, Mozart. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1977.
- A. Einstein: Mozart – Sein Charakter, Sein Werk. Fischer, Frankfurt am Main 1968.
- G. Casanova, Chevalier de Seingalt: Vermischte Schriften. S. 251 et. Propyläen, Berlin.
- N. Wolf: Caspar David Friedrich. Der Maler der Stille. Taschen, Köln 2007.
- W. Busch: Caspar David Friedrich. Ästhetik und Religion. C.H. Beck, München 2003.
- Caspar David Friedrich – Die Erfindung der Romantik. Museum Folkwang Essen, Hamburger Kunsthalle 2006.
- W. Hofmann: Caspar David Friedrich. C.H.Beck, München 2000.
- B. Geyer: Scheinwelten, Die Geschichte der Perspektive. Seemann, Leipzig 1984.
- F. Büttner: Rationalisierung der Mimesis. Anfänge der konstruierten Perspektive bei Brunelleschi und Alberti. In: Mimesis und Simulation. Rombach, Freiburg i. Br. 1998.
- C.D. Asam: Maria de Victoria Ingolstadt. Verlag Donau Kurier, Ingolstadt 1986.
- A. Johann: „Mathematiker denken anders als andere Menschen“. Zur Rolle des Naturwissenschaftlichen in Robert Musils Roman „Der Mann ohne Eigenschaften“, TUM, München 2007.
- Ruhberg, Schneckenburger, Fricke, Honnef: Kunst des 20. Jahrhunderts. Taschen, Köln 2005.
- W. Everling: Salvador Dalí als Autor, Leser und Illustrator. Königshausen & Neumann, Würzburg 2007.
- R. Descharnes, G. Nérat: Salvador Dalí. Benedikt Taschen Verlag, Köln 1993.
- H. Düchting: Wassily Kandinsky. Prestel, München 2008.
- D. Kosinsky, J. Anděl: František Kupka. Die abstrakten Farben des Universums. Verlag Gerd Hatje, Ostfildern-Ruit 1998.
- D. Neuhaus: Erinnerung und Schrecken. Die Einheit von Geschichte, Phantasie und Mathematik im Werk Perutz'. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main 1984.
- K. Sigmund: Musil, Perutz, Broch; Wiener Literaten und ihre Neigung zur Mathematik. In: Neue Zürcher Zeitung 8./9. März 1997, S. 49–50.
- U. Bischoff: Paul Klee. Bruckmann, München 1992.
- R. Z. Bulirsch: Weltfahrt als Dichtung – Laudatio auf Daniel Kehlmann. In: Sinn und Form, Heft 6, 2006, S. 846–852.
- H.O. Peitgen, D. Saupe: The Science of Fractal Images. Springer, Heidelberg 1988.
- Zahlen, Formen, ungelöste Rätsel. Georgia Augusta, Göttingen, Dezember 2008.
- R. Fichtner: Die verborgene Geometrie in Raffaels Schule von Athen. Deutsches Museum, München 1984.
- G. Mazzola: Geometrie der Töne. Basel, Birkhäuser 1990.

Bildnachweise

- W. Everling: Salvador Dalí als Autor, Leser und Illustrator. Königshausen & Neumann, Würzburg 2007.
- M. Kemp: The Science of Art. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat. Yale University Press, New Haven and London, 1990.
- N. Wolf: Caspar David Friedrich. Der Maler der Stille. Taschen, Köln 2007.
- W. Busch: Caspar David Friedrich. Ästhetik und Religion. C.H. Beck, München 2003.
- Caspar David Friedrich – Die Erfindung der Romantik. Museum Folkwang Essen, Hamburger Kunsthalle 2006.
- W. Hofmann : Caspar David Friedrich. C.H.Beck, München 2000.
- B. Geyer: Scheinwelten, Die Geschichte der Perspektive. Seemann, Leipzig 1984.
- H.O. Peitgen, D. Saupe: The Science of Fractal Images. Springer, Heidelberg 1988.
- Zahlen, Formen, ungelöste Rätsel. Georgia Augusta, Göttingen, Dezember 2008.
- R. Fichtner: Die verborgene Geometrie in Raffaels Schule von Athen. Deutsches Museum, München 1984.
- D. Kosinsky, J. Anděl: František Kupka. Die abstrakten Farben des Universums. Verlag Gerd Hatje, Ostfildern-Ruit 1998.
- Reiß-Museum Mannheim: Phantombild von Mozart.

Meinem verehrten Kollegen Herrn Walter Müller-Seidel bin ich für manche Hinweise zu großem Dank verpflichtet.
Herrn Everling danke ich für die Überlassung der Abbildung auf Seite 15 (Dalí, Logarithmische Spirale)