

ARBEITSKREIS BAYERISCHER PHYSIKDIDAKTIKER

BEITRAG AUS DER REIHE:

Werner B. Schneider (Hrsg.)

Wege in der Physikdidaktik

Band 3

Rückblick und Perspektive

ISBN 3 - 7896 - 0513 - 1

Verlag Palm & Enke, Erlangen 1993

Anmerkung:

Die Bände 1 bis 5 sind (Ausnahme Band 5) im Buchhandel vergriffen.
Die einzelnen Beiträge stehen jedoch auf der Homepage

<http://www.solstice.de>

zum freien Herunterladen zur Verfügung.

Das Copyright liegt bei den Autoren und Herausgebern.

Zum privaten Gebrauch dürfen die Beiträge unter Angabe der Quelle
genutzt werden. Auf der Homepage

www.solstice.de

werden noch weitere Materialien zur Verfügung gestellt.

Der "Raum" in der Renaissance-Malerei und in der klassischen Physik

1. Einführung

Raum und Zeit sind zentrale Begriffe der Physik. Jeder physikalische Prozeß wird als ein Vorgang in Raum und Zeit beschrieben. Das ist allein schon daraus zu ersehen, daß in allen Bereichen der Physik jedes Gesetz offen oder verdeckt, explizit oder implizit, Raum-Zeit-Beziehungen in Form von Längen oder Zeitintervallen enthält.

Raum und Zeit sind zwar physikalische Größen wie allen anderen, trotzdem sind sie irgendwie "besonders", da Raum und Zeit für uns stets "anwesend" sind - sie sind "Voraussetzung", damit wir überhaupt messen, d. h. auch andere physikalische Größen bestimmen können. Was sind dann aber >Raum< und >Zeit<? I. Newton (1643 - 1727) umgeht z. B. diese prinzipielle Frage in seinen >Principia mathematica< einfach mit der Feststellung: "Nam Tempus, Spatium, Locum & Motum, *ut omnibus notissima, non definio*"¹ ("Zeit, Raum, Ort und Bewegung, *als allen wohlbekannt, erkläre ich nicht.*") und definiert nur ausdrücklich seinen >absoluten Raum< und seine >absolute Zeit<, die sich dann auch als äußerst problematisch herausgestellt haben. Sind also >Raum< und >Zeit< evidente und unproblematische Begriffe, "allen wohlbekannt"?

Uns zu erklären, was "Raum" sei, erscheint vielleicht auf Anhieb tatsächlich nicht notwendig. Versuchen wir aber selbst einmal eine Definition zu geben oder sehen wir uns eine Definition in einem gängigen Lexikon an, so werden wir uns der Problematik schnell bewußt²:

Der Begriff des Raumes wurde eingehend in der griechischen Philosophie untersucht, dort als der abstrakte Raum der Geometrie des Euklid. In der neuzeitlichen Naturwissenschaft richtet sich das Interesse auf den physikalischen Raum, in dem sich die physikalischen Vorgänge abspielen. Newton sprach dem >absoluten Raum< eine eigene Existenz zu, während Leibniz und Chr. Huyghens nur einen >relativen Raum< für sinnvoll halten, der durch die in ihm enthaltenen materiellen Körper definiert wird. Bei Kant ist der Raum eine Form der Anschauung und daher die euklidische Geometrie für alle Gegenstände der Erfahrung a priori gültig. Gauß hingegen betrachtet die Geometrie als eine empirische Wissenschaft, da auch die nichteuklidischen Geometrien logisch möglich sind. In der Relativitätstheorie wird gezeigt, daß der physikalische Raum nicht mehr ohne Bezug auf die Zeit definiert werden kann. Die Metrik des Raumes (also seine Geometrie) hängt dabei von der Verteilung der Materie im Raum ab³.

Hier sind auf kleinstem Raum einer Fülle von Daten zur historischen Entwicklung des Raumbegriffs zusammengestellt. Erwartet aber hat man einfach eine Antwort auf die Fragen "Was ist der >Raum<?" oder "Was versteht man unter >Raum<?" - also eine Begriffsexplikation. Davon ist in etwa nur an einer Stelle die Rede: "... bei Kant ist der Raum eine Form der Anschauung" Schlagen wir nun erneut unter "Form" und "An-

1) I. Newton, *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, Amsterdam, 1714, P. 6.

2) Duden-Lexikon (in drei Bänden), Mannheim, 1969, Band 3, S. 1867.

schauung" nach, so bemerken wir, daß dabei wieder auf den Raum (und die Zeit) zurückgegriffen wird und so finden wir nur Zirkeldefinitionen – wir bewegen uns im Kreise. Wir haben mit dem Raum die gleichen Definitionsschwierigkeiten, die Augustinus (354 - 430) so treffend für die >Zeit< charakterisiert hat³: "Quid est ergo 'tempus'? Si nemo ex me quaeret, scio; si quaerenti explicare velim, nescio" ("Was ist also 'Zeit'? Wenn mich niemand danach fragt, weiß ich es; will ich einem Fragenden es erklären, weiß ich es nicht").

Der Grund für dieses Dilemma ist, daß der "Raum" ebenso wie die "Zeit" nicht ein Objekt unserer Erfahrung ist, sondern eine "Form der Erfahrung". I. Kant (1724 - 1804) behauptet bekanntlich, daß diese Form der Erfahrung als "Form der Anschauung a priori" gegeben sei, d. h. daß sie in uns vor aller Erfahrung bereit liege, kraft derer Erfahrung überhaupt erst möglich wird⁴:

Der Raum ist eine notwendige Vorstellung, a priori, die allen äußeren Anschauungen zum Grunde liegt. Man kann sich niemals eine Vorstellung davon machen, daß kein Raum sei, ob man sich gleich ganz wohl denken kann, daß keine Gegenstände darin angetroffen werden. Er wird also als die Bedingung der Möglichkeit der Erscheinungen, und nicht als eine von ihnen abhängende Bestimmung angesehen, und ist eine Vorstellung a priori, die notwendiger Weise äußeren Erscheinungen zum Grunde liegt.

Gegenstände im Raum sind demnach nur insofern in der Anschauung für uns erkennbar, wie sie uns in gewissen Formen gegeben sind. Diese sind deswegen a priori vorhanden, weil sie vom erkennenden Subjekt herrührende Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung sind.

A. Einstein (1879 - 1955), der sich ein Leben lang mit Raum und Zeit auseinandergesetzt hat, hat den Kantschen Standpunkt niemals akzeptiert⁵:

Begriffe beziehen sich auf Sinnenerlebnisse, aber sie sind niemals in logischem Sinn aus diesen ableitbar. Aus diesem Grund habe ich die Frage nach dem a priori im Sinne Kants niemals begreifen können.

Alles dies gibt uns noch keine *inhaltliche* Orientierung, d. h. wir wissen damit noch nichts über das "Was", also über die Struktur oder wenigstens über einzelne Eigenschaften dieser Anschauungsform. Zu dieser Frage hat sich Kant entgegen mancher Äußerungen in der Literatur bis in unsere Zeit nicht expressis verbis geäußert.⁶ Einstein dagegen nennt kon-

3) A. Augustinus, Bekenntnisse, 11. Buch, zit. n. E. Pöppel, Grenzen des Bewußtseins, Stuttgart, 1985, S. 17.

4) I. Kant, Kritik der reinen Vernunft, zit. nach O. Becker, Grundlagen der Mathematik, Frankfurt/M., 1975, S. 177.

5) A. Einstein, Mein Weltbild, Frankfurt/M., Berlin, 1991, S. 231.

6) R. Lingenberg, Zu den philosophischen Grundlagen der Geometrie, Fridericiana, Zeitschrift der Universität Karlsruhe, Heft 26, S. 6. R. Lingenberg führt dazu weiter aus: "Allerdings gibt es in der Kritik der reinen Vernunft sowohl als auch in den Prolegomena eine Reihe von Äußerungen, aus denen die Vermutung genährt werden kann, daß Kant der Meinung war, der Raum der Anschauung (der "wirkliche" Raum) sei ein euklidischer Raum, charakterisiert etwa durch das schon erwähnte Hilbertsche Axiomensystem. Ich betone, daß dies eine Interpretation ist. (Am Rande sei bemerkt, daß ich in Fortführung dieser Interpretation meine, daß man aus den diesbezüglichen Äußerungen

krete Vorstellungen, wie der Raumbegriff entstehe⁷:

Was nun den Raumbegriff angeht, so scheint ihm derjenige des körperlichen Objektes vorzugehen zu müssen. ... Ist anhand von ... Erlebnissen der Begriff des körperlichen Objektes einmal gebildet - welcher Begriff keineswegs den des Raumes oder der räumlichen Beziehung voraussetzt -, so muß das Bedürfnis, die Beziehungen derartiger körperlicher Objekte zueinander gedanklich zu erfassen, notwendig zu Begriffen Veranlassung geben, die ihren räumlichen Beziehungen entsprechen. Zwei körperliche Objekte können einander berühren oder voneinander entfernt sein. In letzterem Fall kann man, ohne an ihnen etwas zu ändern, einen dritten Körper dazwischenlegen, im ersteren nicht. Diese räumlichen Beziehungen sind offenbar im gleichen Sinne real wie die Körper selbst. Sind zwei Körper für das Ausfüllen eines derartigen Zwischenraumes gleichwertig, so erweisen sie sich auch für das Ausfüllen anderer Zwischenräume als gleichwertig. Der Zwischenraum erweist sich so als von der besonderen Wahl des ausfüllenden Körpers unabhängig; dasselbe gilt ganz allgemein von räumlichen Beziehungen. Daß diese Unabhängigkeit, die eine hauptsächlichliche Vorbedingung für die Nützlichkeit der Bildung rein geometrischer Begriffe darstellt, nicht a priori notwendig ist, ist evident. Es scheint mir, daß dieser von der besonderen Wahl des ausfüllenden Körpers losgelöste Begriff des Zwischenraumes der Ausgangspunkt für den Raumbegriff überhaupt ist.

Danach könnte es so scheinen, als sei erst durch Geometrie ein Raumbegriff möglich geworden. Einstein sagt aber auch ganz klar, daß "in der außerwissenschaftlichen Begriffswelt der Begriff des Raumes als eines realen Dinges wohl vorhanden war".⁸ Wie sollte sich aber ein Raumbegriff ohne Geometrie entwickelt haben, wenn er nicht eine Folge der Geometrie gewesen sein muß. Einstein macht darauf aufmerksam, daß umgekehrt auch *Geometrie ohne Raumbegriff* möglich ist⁹:

Die Mathematik Euklids aber kannte diesen Begriff als solchen nicht, sondern behalt sich ausschließlich mit den Begriffen Objekt, Lagebeziehungen zwischen Objekten. Punkt, Ebene, Gerade, Strecke sind die idealisierten körperlichen Objekte. Alle Lagebezeichnungen werden auf solche der Berührung (Schneiden von Geraden, Ebenen, Liegen von Punkten auf Geraden usw.) zurückgeführt. Der Raum als Kontinuum kommt im Begriffssystem überhaupt nicht vor.

Er widerspricht damit ausdrücklich der Aussage in dem anfangs zitierten Lexikonartikel. Wie ist dann aber der Raum überhaupt zum Problem geworden, d. h. warum wird historisch ab einer bestimmten Zeit der sog. "Raum als solcher" wahrgenommen bzw. gedacht? Einstein nennt R. Descartes (1596 - 1650) - je nach Interpretation - als den "Erfinder" oder "Entdecker" des Raumes, wie er uns heute nach unserer Schulbildung geläufig ist¹⁰:

Dieser Begriff wurde erst durch Descartes eingeführt, indem er den Raumpunkt durch seine Koordinaten beschrieb. Erst hier erscheinen die geometrischen Gebilde gewisser-

Kants sogar die Vermutung stützen kann, daß er seine Meinung, der Raum der Anschauung sei euklidisch, auch dann aufrecht erhalten hätte, wenn er gewußt hätte, daß es auch widerspruchsfreie Modelle für nichteuklidische Geometrien gibt.)"

7) A. Einstein, op. cit., S. 231.

8) A. Einstein, op. cit., S. 233.

9) A. Einstein, op. cit., S. 233.

10) A. Einstein, op. cit., S. 233.

maßen als Teile des unendlichen Raumes, der als dreidimensionales Kontinuum aufgefaßt wird.

Descartes' Raumbegriff ist aus dem Blickwinkel Einsteins, der hier nach der Historie des rein wissenschaftlichen, mathematisch-physikalischen Raumbegriffs fragt, berechtigt als ein Einschnitt anzusehen. Interessiert man sich aber umfassender für die Entwicklung des Raumbegriffes, so tut sich hier ein tiefer liegendes Phänomen kund. Der Raum, so wie wir ihn heute als "selbstverständlich" vorliegend empfinden, scheint ein vornehmlich europäisches Phänomen zu sein mit einer langen Entwicklungsgeschichte, und Descartes steht mit seinem Raumbegriff *in* dieser sehr *allgemeinen* Entwicklung. Raum ist mehr als nur ein geometrisches Problem¹¹:

Unser Lebensgefühl verlangt kategorisch, den Raum als Wirklichkeit, als wirklich Vorhandenes, als etwas Positives zu fassen. Das Verlorensein in einem Raum, über den wir uns keine klare Vorstellung mehr machen können, bedrückt uns. Das Gefühl der Raumlosigkeit ist uns unerträglich und müßte uns verzweifeln lassen. Umgekehrt sind wir beruhigt und glücklich im Gefühl räumlicher Klarheit. Dies Raumbewußtsein festigt unser Körpergefühl und damit unser Lebensgefühl. Dies Lebensgefühl steigert sich, um so eindringlicher das Vorhandensein des Raumes sich unserer Empfindung geltend macht.

Und nicht auf die Enge oder Weites dieses Raums, auf seine Abgrenztheit oder Unbegrenztheit kommt es dabei an, sondern immer nur auf die Eindringlichkeit, mit der uns Raum als Wesentliches, in seinem besonderen Wesen sich Auswirkendes eindringlich und als etwas Positives fühlbar, d. i.: zur Vorstellung wird.

Albiker artikuliert hier sicher ein in Europa geprägtes Raumgefühl - aber belassen wir es dabei zunächst. Der in der Geometrie so abstrakt ausgedrückte und von einem Lebensbezug scheinbar so ferne Raum scheint bei näherem Hinsehen - wenigstens in einem gewissen Sinn - nur eine in und durch die Mathematik oder Physik *präzisierte* Facette des *allgemeinen* Raumbegriffs zu sein, der sich innerhalb einer Epoche und einer Kultur auch auf anderen Bereichen zeigt, wo Raum zum Ausdruck kommen kann. Ein solcher Bereich, in dem man Raum außerhalb der Geometrie oder Physik studieren kann, ist z. B. die bildende Kunst¹²:

Sind wir uns klar darüber, wie unser Lebensgefühl im Raum verwurzelt ist, denken wir andererseits daran, wie es der letzte Sinn aller Kunst ist, Lebensgefühl zur Resonanz zu bringen und zu erheben, so müssen wir uns schwer erkennen, wie tief die bildende Kunst - als die Gestalterin und Deuterin uns erer durch die Sinne wahrnehmbaren Umwelt - der Darstellung, Deutung und Gestaltung des Raums verhaftet ist. Wenn uns also bildende Kunst Raum gestaltet, wie in der Architektur, oder Raum darstellt oder deutet, wie etwa im Gemälde einer Landschaft, so hat dies seine tiefste ästhetische Begründung und geschieht nicht etwa nur nebenbei.

Wenn also die Behauptung richtig ist, daß in *allen* Bereichen des kulturellen Schaffens sich die Raumproblematik gleichermaßen ausdrücken sollte, so müßten also in den Zeiten vor oder mit Descartes z. B. in der Kunst, speziell in der Architektur und in der Malerei, sich "Symptome" zeigen - ja vielleicht sich dort für den "Außenstehenden" sogar einfacher

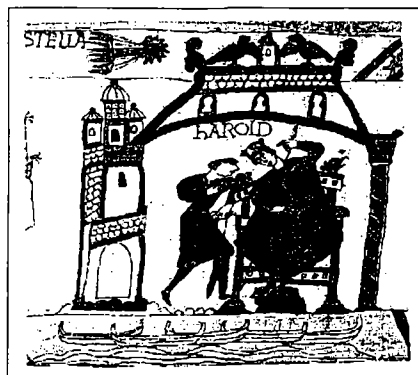
11) K. Albiker, Das Problem des Raumes in den bildenden Künsten, Frankfurt/M., 1962, S. 13.

12) K. Albiker, op. cit., S. 13.

und eindringlicher aufzeigen lassen, die ausweisen, daß gegenüber vorangehenden Epochen der "Raum selbst" in gewisser Weise zu einem Thema wird.

2. Vergleich der Raumdarstellung in exemplarischen Bildern aus verschiedenen Epochen

Lassen wir die folgenden vier Bilder unbefangen, d. h. einfach mit unseren heutigen Sehgewohnheiten und ohne besondere Vorkenntnisse – auf uns wirken, so wird sicher die fortschreitend sichere Wiedergabe von Raum (bzw. von räumlichen Gegebenheiten) in die



Ausschnitt aus dem Bild-Teppich von Bayeux
11. Jahrhundert



Glotto: Anbetung der Könige
Anfang 13. Jahrhundert



Raffael: Schule von Athen
Anfang 16. Jahrhundert



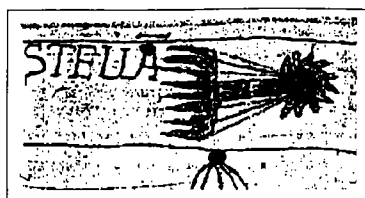
Giorgione: Anbetung der Hirten
Anfang 16. Jahrhundert

Augen springen. Damit ist natürlich kein künstlerisches Werturteil verbunden, sondern lediglich für unseren Zusammenhang ein (stilistisches) "Merkmal" besonders hervorgehoben. Der Themenbezug interessiert uns ebenfalls nicht, obwohl die Bilder so ausgewählt sind, daß sie "vergleichbar" sind: In allen Bildern stehen Figuren in einer Beziehung zu einem umgebenden Raum. Auf den ersten drei Bildern ist je ein Gebäude, das für uns als optisches "Signal" für eine Raumdarstellung ("Raumschachtel") fungiert, wiedergegeben: Im 11. Jahrhundert als sparsames, abstraktes und fast lineares, nur angedeutetes "Gerüst"; bei Giotto im 13. Jahrhundert bereits deutlich als ein reales Gebäude (Stall) erkennbar, aber immer noch "ungelenk" und vor allem in Bezug zu den Personen "unproportional" – man könnte sagen: im wörtlichen Sinne "unpassend" dargestellt.

Die Figuren sind in dem Bild aus dem 11. Jahrhundert ebenfalls unkörperlich, wenn auch gebärdenstark; bei Giotto dagegen ganz plastisch, körperlich. Aber auch bei Giotto sind die Figuren noch nicht "richtig" in den Raum hineingestellt. Sie sind zwar zueinander richtig in Beziehung gebracht, aber zu dem umgebenden Raum haben sie kein "reales" Verhältnis. Der Raum steht sozusagen hinter den Figuren.

Ganz anders ist dies bei Raphaels ›Schule von Athen‹ (1509/1510). Hier finden wir alles zueinander passend, sowohl die Figuren untereinander als auch die Figuren in bezug auf den Raum. Auch die einzelnen Raunteile passen zueinander. Dieses "zueinander passend" korrespondiert mit einer Qualität, die wir als "Natürlichkeit" oder "Realistik" umschreiben. Die zunehmende Raumbewältigung geht also mit einer zunehmenden Realitätsbewältigung einher.

Das findet man ganz besonders an einem kleinen Detail bestätigt: Vergleicht man den *Kometen* bei dem Bild aus dem *Teppich von Bayeux* mit dem *Kometen* aus Giottos Fresko, so ist der völlig andere "Realitätsbezug" offensichtlich. Der Komet im ersten Bild ist abstrakt, symbolisch dargestellt, während der Komet in Giottos Fresko realistisch wiedergegeben ist. Das soll der Vergleich mit einer photographischen Aufnahme des Kometen



"Stern" im Teppich von Bayeux



Giottos "Stern"



Der Komet Bennet (1970)

Bennet aus dem Jahre 1970 verdeutlichen (Cambridge Enzyklopädie der Astronomie). Symbolisch ist der Komet in dem Teppich von Bayeux zweifach: Einmal in der Darstellung, zum anderen als Unglücksbote, als Symbol für ein kommendes Ereignis. Die symbolische Darstellung korrespondiert mit der symbolischen Erscheinung¹³:

Die Lust an der bildlichen Darstellung und an der Zeichenhaftigkeit hat deshalb ihren guten Grund, weil der visuelle Charakter des mittelalterlichen Geistes immer auf eine höhere Wirklichkeit zielt. Man >sieht< mehr. Das Symbol steht für mehr als nur den platten, dürftigen Vordergrund ... Das Denken und Urteilen in Symbolen macht die Frage, wie es wirklich gewesen sei, unwichtig.

Mit dem Beginn der Neuzeit hat eine Umkehrung des Realitätsbegriffes stattgefunden¹⁴:

Während im Mittelalter das, was wir heutzutage die symbolische Bedeutung einer Sache nennen, in einer gewissen Weise ihre primäre Wirklichkeit war, verwandelte sich (in der Renaissance) die Wirklichkeit in das, was wir mit unseren Sinnen wahrnehmen können. Was wir sehen und berühren können, wurde primär wirklich. Und dieser neue Wirklichkeitsbegriff konnte mit einer neuen Aktivität verbunden werden: Wir können experimentieren und herausfinden, wie die Dinge wirklich sind. Man kann leicht erkennen, daß diese neue Haltung den Aufbruch des menschlichen Denkens in ein unendliches Feld neuer Möglichkeiten bedeutete, und man kann gut verstehen, daß die Kirche in der neuen Bewegung mehr die Gefahren als die Hoffnungen sah.

Giottos Darstellung kann man als "realistisch" im heutigen Sinne einstufen. Trotzdem haben wir (heute) das Gefühl, daß das Bild bezüglich der Raumdarstellung in einem gewissen Sinne "unbeholfen" wirkt. Zu Lebzeiten Giottos war die Beurteilung aber ganz anders, wie

13) O. Borst, *Alltagsleben im Mittelalter*, Frankfurt/M., 1983, S. 23.

14) W. Heisenberg, *Die Rolle der modernen Physik in der gegenwärtigen Entwicklung des menschlichen Denkens*, in: H. W. Bähr (Hrsg.), *Naturwissenschaft heute*, Gütersloh, 1965, S. 31.

das Urteil **Boccaccios** zeigt. **Boccaccio** empfand z. B. die für uns eher "stilhaften" und keineswegs in Ihrer Raumkonzeption realitätsnahen Gemälde **Giottos** als "täuschend lebenswahr":

Der andere, Giotto mit Namen, hatte einen Geist von solcher Erhabenheit, daß unter allen Dingen, die die Mutter Natur unter dem Kreislauf der Himmel erzeugt, nicht ein einziges war, das er nicht mit Griffel und Feder so getreulich abgebildet hätte, daß sein Werk nicht das Bild des Gegenstandes, sondern der Gegenstand selbst zu sein schien, so daß es bei seinen Werken sehr oft vorkam, daß der Gesichtssinn des Menschen irrte und das für Wirklich hielt, was nur gemalt war."

Unser Auge erkennt dagegen in den Bildern **Giottos** oft genug Widersprüche in der Darstellung von Gebäuden, Innenräumen und Figuren, die offensichtlich selbst den Pionieren auf dem Weg zur modernen Raumdarstellung nicht empfanden und schon gar nicht die Laien. Es existierten eben noch nicht die Maßstäbe, die erst durch die Renaissance-Künstlertheoretiker geschaffen wurden. Überprüft konnte die Stimmigkeit der Raumdarstellung nur anhand der schon in der griechischen Antike durch **Euklid** (ca. 450 - ca. 380 v. Chr.) formulierten und durch die im Mittelalter im wesentlichen durch **Vitellio** (ca. 1220 - ca. 1275) hinzugekommenen optischen Theoreme. Wir hatten schon weiter vorne festgestellt, daß die Geometrie **Euklids** durchaus nicht dazu prädestiniert war, erschöpfende Auskunft bei Fragen zum Raum selbst zu geben. .

>Natürlichkeit< und >Realitätsnähe< sind also relative Begriffe, die nur jeweils in einem bestimmten Kontext verstanden werden (siehe auch am Schluß). Bei **Leonardo**, **Piero della Francesca**, **Raphael** u. a. findet die Raumdarstellung die Form, die wir in Europa bis heute - vor allem dann später durch die Verbreitung infolge der Photographie - als die "natürlichste" akzeptieren.

Die ersten drei Bilder erlauben es uns, über den Raum als "Raumschachtel" zu reflektieren. Wenn wir uns **Einsteins** Folge der Bewußtwerdung von Raum - "Körperliches Objekt; Lagebeziehungen körperlicher Objekte; Zwischenraum; Raum"¹⁵ - vergegenwärtigen, so können wir dazu den in diesen Bildern rein intuitiv erkennbaren Werdegang der Raumdarstellung in Parallele setzen.

Das Bild von **Giorgione** (1478 - 1510) zeigt ebenfalls Figuren im Raum - aber in einer ganz anderen Weise als bisher. Raum wird hier nicht durch meßbare Architektur, d. h. durch vom Menschen geschaffenen Raum vorgestellt, sondern hier kommt der "natürliche" Raum der Landschaft zur Darstellung. Dies ist ein organisch gewachsener, durch ganz andere Eigenschaften charakterisierter Raum als der durch Architektur geschaffene und signalisierte Raum.

Diese Auswahl von vier "Stichproben" aus einer Kunsttradition von ca. 500 Jahren könnte auf Skepsis stoßen: Bei geschickter Auswahl kann man stets das "beweisen", was man nur will. In der Tat ist die "Entwicklung" von Kunst kein einheitlicher, linearer Prozeß und wir finden für den betrachteten Zeitraum viele verschiedene Zweige in der Malerei, die parallel und ohne irgendeine "Konvergenz" verlaufen. Aber die hier skizzenhaft hervorgehobene Linie ist durchaus repräsentativ und charakteristisch für die *abendländische Malerei* und die im 15. Jahrhundert entwickelte Raumdarstellung ist in den Grundzügen zu einem allgemeinen Konsens geworden, der bis in die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts nicht in Frage gestellt, sondern nur verschieden "ausgewertet" wurde.

15) A. Einstein, Mein Weltbild, op. cit., S. 232.

3. Zentralperspektive - ihre Bedeutung in der Renaissance

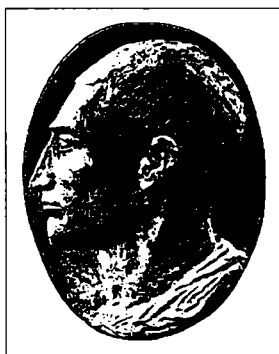
Mittelalter und Neuzeit zeigen ein grundverschiedenes Raum- und Zeitbewußtsein. Die Betrachtung der Bilder ließ dies für den Raum exemplarisch in Erscheinung treten. Für die Zeit gilt das gleiche¹⁶:

Mit der Erfindung der mechanischen Uhr (Ende des 13. Jahrhunderts), bei der die Zeiger die Zeit in Raumeinheiten auf dem Zifferblatt übersetzten, trat endgültig an die Stelle der "organischen", wachsenden, nicht umkehrbaren Zeit, wie sie jeder erlebt, die abstrakte mathematische Zeit der Einheiten auf einer Skala, die der Welt der Wissenschaft angehört. Auch der Raum unerlag im späteren Mittelalter der Abstraktion. Seit der Mitte des 14. Jahrhunderts wurde in der italienischen Malerei die symbolische Anordnung der Gegenstände gemäß ihrer Bedeutung in der christlichen Hierarchie durch die Einteilung der Leinwand in ein abstraktes Schachbrettmuster nach den Gesetzen der Perspektive verdrängt. Neben den symbolischen Landkarten, wie der Hereforder Mappa Mundi von 1314, erschienen solche von Kartographen, auf denen der Reisende oder der Seefahrer seinen Standort auf einem abstrakten Koordinatensystem von Längen- und Breitengraden finden konnte.

Wir wollen uns mit dieser Bemerkung zum Zeitverständnis begnügen und uns weiter nur mit dem Raum beschäftigen. Nach der tastenden empirischen Annäherung an eine korrekte Darstellung des Sehraumes seit dem 13. Jahrhundert bedeutete für die Florentinischen Maler der Renaissance die *Entdeckung der mathematischen Perspektive* das Hervorberechnen einer genialen Idee, die mit einem Male die Probleme, die sich aus dem tastenden Drang nach einem andersartigen Bildbau als im Mittelalter ergaben, in einer Weise löste, die ihre neue Raumerfahrung mit den geistigen Ideen ihrer Zeit verband. Der Kreis von Künstlern und Theoretikern um F. Brunelleschi (1377 - 1446), des vermutlichen Erfinders der Renaissanceperspektive, war sich offensichtlich sofort der bahnbrechenden Entdeckung für die Entfaltung der künftigen Malerei bewußt. Während das Schaffen der meisten Künstler Italiens in dieser Zeit noch von dem Formengut und der Lehre Giotto's (1266 - 1337) mehr oder weniger bestimmt ist, tritt L. B. Alberti (1401 - 1472) aus dem Freundeskreis Brunelleschi's 1435 mit seinem programmatischen Traktat "De pictura" (Della pittura) hervor, in dem er die neuen Aufgaben und Ziele der Kunst präzise zu formulieren sucht, die der



Filippo Brunelleschi



Leon Battista Alberti

16) A. S. Cromble, Von Augustinus bis Gallei, München, 1977, S. 178.



Trinitätsfresco
In Santa Maria Novella



Masaccio di S. Giovanni

Künstler bewußt anzustreben habe. In ihm wird u. a. zum ersten Mal eine genaue *praktische Anweisung* gegeben, wie ein perspektivisch richtiges Bild anzulegen sei, und eine theoretische Begründung dazu gesucht. Wenige Jahre vorher hatte bereits **Masaccio** (1401 - 1428) in seinen Fresken in *Santa Maria Novella* und in der *Branacchi-Kapelle* in Florenz die perspektivische Darstellung in der Malerei vollendet angewandt. **Alberti** formulierte die "Theorie" dazu.

Diese war kein dogmatisches Korsett - wie so oft von späteren Kritiker mißverstanden -, sondern ein "Instrument" oder besser "Organ", der Malerei, um die *Natur* in dem in der Renaissance gedeuteten Sinn zu erschließen, denn darin bestand das zentrale Anliegen dieser Malerei¹⁷: "Daher, o Maler, ... sei beflissen, alle Dinge nach der Natur zu zeichnen", sagt **Leonardo da Vinci** (1452 - 1519) und **A. Dürer** (1471 - 1528) schreibt "und du mußt wissen, je genauer einer sich der Nachahmung nähert, umso besser und künstlerischer wird sein Werk." Bei dieser Annäherung ging es nicht nur darum, einzelne Gegenstände und Figuren "natürlich" wiederzugeben, sondern auch darum, die Figuren untereinander im Raum richtig in Beziehung zu setzen. Denn mit der Entdeckung der Natur geht in der



Leonardo da Vinci



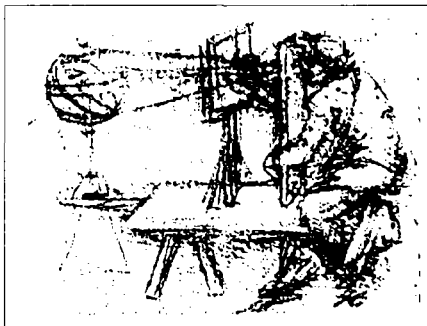
Albrecht Dürer

17) Ravalsson-Mollien, *Les manuscrits de Leonardo da Vinci*, G 33 r, zit. n. H. A. Stützer, *Die Italienische Renaissance*, Köln, 1977, S. 50.

Renaissance untrennbar die besondere Erfahrung des Raumes als ein den Dingen übergeordnetes "System" (Gefäß) einher. Die Weltansicht des Mittelalters war ganz auf die Körper (Gegenstände) gerichtet und "die in ihnen liegenden Antriebe, die sie zu den verschiedenartigsten Bewegungen und Tätigkeiten veranlassen. Daß sich Körper auch in einem dreidimensionalen Raum befinden, ist demgegenüber fast bedeutungslos".¹⁸ Bildlichen Ausdruck findet dieses Bewußtsein z. B. besonders in den gebärdensarken Darstellungen mittelalterlicher Buchmalerei, in denen die Figuren durch expressive Gebärden und Physiognomien in Beziehung treten bzw. aufeinander wirken. Die Figuren stehen für uns in einem "raumlosen Zwischenmedium" (siehe den Ausschnitt aus dem *Teppich von Bayeux*). Bei immer stärkerer Annäherung an die Renaissance wird die bildliche Darstellung mehr und mehr von der Erfahrung des Raumes erfaßt, nämlich daß vor allen Gegenständen der Raum da ist, in dem die Körper eingeordnet sind, und daß die räumliche Ordnung der Gegenstände diese im Sehen in eine gesetzmäßige Beziehung bringt.

Die von Brunelleschi demonstrierte und von Alberti für die frühe florentinische Malerei präzipierte Methode der Raumdarstellung ist keineswegs allein durch die bereits zitierte Forderung größter Naturnähe schon gegeben. Sie folgt erst aus einem zusätzlichen Postulat, was Alberti in seinem Traktat auch klar zum Ausdruck bringt. Er sagt explizit¹⁹: "Wenn die Malerei darauf ausgeht, sichtbare Dinge darzustellen, so haben wir zuerst zu merken, wie man die Dinge sieht." Aber wie sieht man sie? Es ist unter uns als Nachfahren der Renaissance-Künstler und durch die allgegenwärtige Fotografie vielleicht etwas unkritisch Gewordenen eine weitverbreitete Meinung, daß wir die Dinge einfach so sähen wie sie auf den Bildern und Fotografien dargestellt sind. Aber dem ist nicht so. "Naiv", d. h. im erlebenden Sehen, wissen wir gar nicht, wie wir die Dinge sehen. Um vom erlebenden Sehen zum bewußten Sehen des Malers der Renaissance zu gelangen, muß durch ein bewußtes methodisches Vorgehen auf den Sehvorgang und die in der Wahrnehmung "ver schlüsselten Tiefenreize" abstrahiert werden.

Das Ergebnis dieser für die Renaissance wohl typischen Abstraktion ist Albertis bekannte Definition des Bildes²⁰: "Die Malerei wird also nichts anderes sein als die auf einer Fläche mittels Linien und Farben zu Stande gebrachte künstlerische Darstellung eines Querschnittes der Sehpyramide gemäß einer bestimmten Entfernung, einem bestimmten Augenpunkt

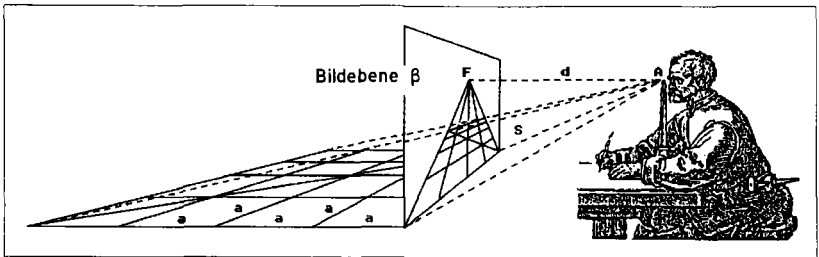


Leonardo da Vinci: Demonstration der "Sehpyramide"

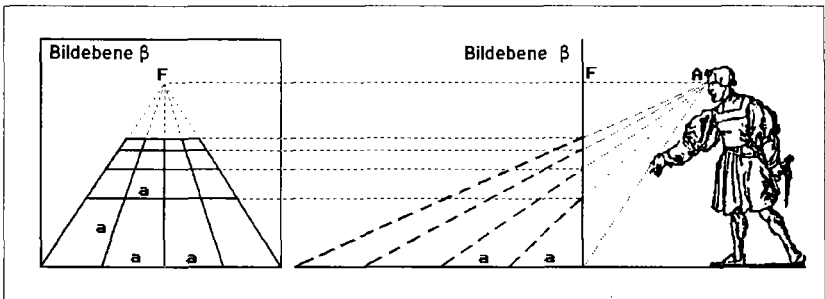
- 18) A. Nitschke, Anthropologie mittelalterlicher Naturwissenschaftler, in: H. G. Gadamer, P. Vogler (Hrsg.), Kulturanthropologie, München, Stuttgart, 1973, S. 273.
 19) L. B. Alberti, Della pittura libri tre, hrsg. v. H. Janitschek, Quellschriften für Kunstgeschichte, Wien, 1877, S. 98.
 20) L. B. Alberti, Della pittura libri tre, op. cit., S. 68.

und einer bestimmten Beleuchtung.“ Damit bezieht er alles ihn Umgebende individuell auf den betrachtenden Menschen. **Leonardos** Skizze zeigt diese Definition konkret exemplifiziert und gibt gleichzeitig ein übliches “mechanisches” Verfahren wieder, wie man Gegenstände korrekt gemäß der Definition abbilden (projizieren) kann.

Die folgende Abbildung zeigt diese Definition etwas abstrakter wiedergegeben in Anlehnung an eine Darstellung **Dürers**. Das daraus von **Alberti** abgeleitete formalisierte Verfahren, einen Schachbrettboden als “Koordinatennetz” in Zentralperspektive in vorgegebene Distanz d des Betrachters vom Bild zu konstruieren, ist in der Abbildung darunter dargelegt. Damit wird die Raumdarstellung einheitlichen geometrischen Gesetzen unterworfen, durch die alle Teilräume des Bildes ohne innere Widersprüche aufeinander bezogen sind, so daß ein *ganzheitlicher* Raumeindruck entsteht.



Der Schnitt durch die >Sehpyramide<

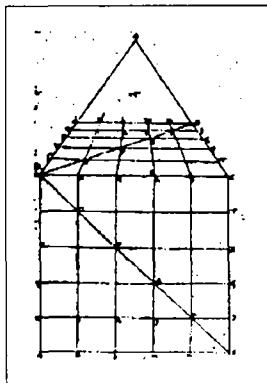
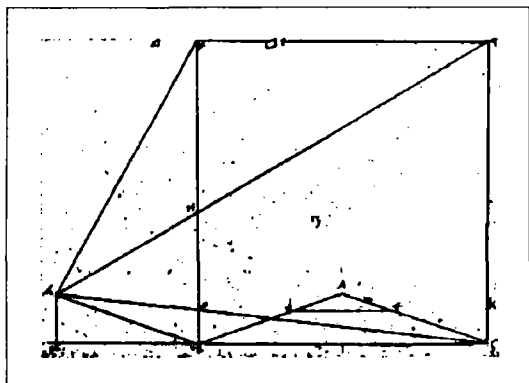


Ableitung eines formalen Verfahrens zur (frontalen) Zentralperspektive

A ist der sog. *Augenpunkt*, F ist der Fußpunkt der vom Augenpunkt A ausgehenden Senkrechten auf die Bildebene. d ist die Distanz (Abstand) zwischen Bild (genauer: Bildebene) und Betrachter (genauer: Augenpunkt). Im Punkt F treffen sich alle Bildgeraden derjenigen Geraden, die in der Realität senkrecht zu Bildebene β liegen. Deshalb heißt F *Fluchtpunkt* (Hauptpunkt). Dieses grundsätzliche Verfahren wurde dann von den ausübenden Künstlern in verschiedenen Varianten ausgeführt.

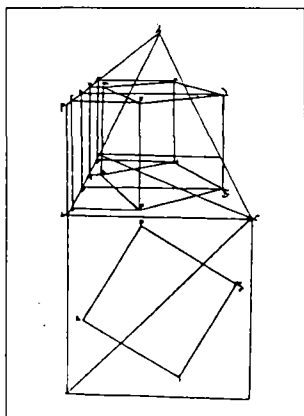
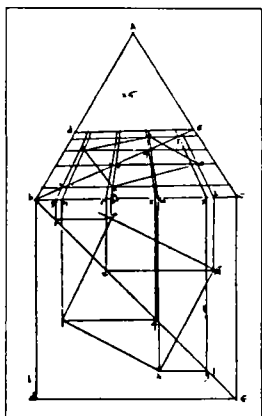
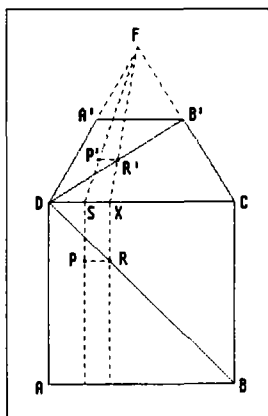
Als besonders übersichtlich erweist sich das von dem Maler und Mathematiker (!) **Piero della Francesca** (um 1416 - 1492), das sich in seiner "*Prospettiva pingendi*" (1484) findet. Dieses Werk, das bis 1892 uns nur in drei Handschriften vorlag, ist die eigentlich erste systematische Perspektivlehre. Seine Methode dürfte den Malern mehr oder weniger auf direktem oder indirektem Wege bekannt gewesen und auch angewandt worden sein, wie u.

a. Dürer in etwas abgewandelter Form in seiner "Unterweisung der Messung mit Zirkel und Richtscheit" (1525) beweist. Nachdem er mit Hilfe von gegebener Distanz und Augenhöhe ein Quadrat in perspektivischer Lage festgelegt hat, ist Piero als echter Mathematiker daran interessiert, die weitere Konstruktion eines ganzen Bodenquadratnetzes bzw. beliebiger einzelner Punkte einer geometrischen Figur nur noch im Bild selbst aus ihrer realen Lage zu dem "Orientierungsquadrat" des Bodens, das man zweckmäßigerweise als zu den späteren Details umbeschriebenes Quadrat anlegt, zu konstruieren. Dieses Verfahren ist schon mit den einfachsten geometrischen Kenntnissen durchführbar, wenn man den Grundriß in die Bildebene klappt und eine Diagonale des umbeschriebenen Quadrates zu Hilfe nimmt.



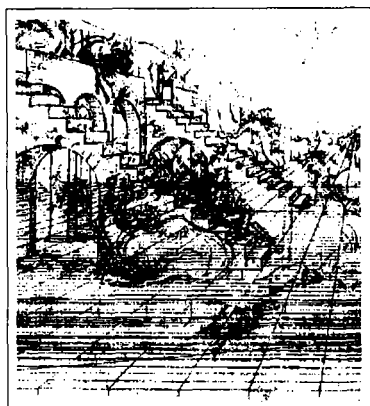
Aus Piero della Francesca >Prospettiva pingendic<

Um das perspektivische Bild eines beliebigen Punktes P innerhalb des umbeschriebenen Quadrates zu konstruieren (siehe unten links), zieht Piero durch diesen Punkt eine Senkrechte PS und eine Parallele PR zur Grundlinie. Das perspektivische Bild R' des Diagonalespunktes R erhält man als Schnitt der Diagonale $B'D$ und des perspektivischen Bildes



Punkt, Quadrat und -Würfel in perspektivischer Lage nach Piero d. Francesca

FX der Senkrechten RX. Die Parallele zu CD durch R' schneidet die perspektivische Projektion SF der Senkrechten SP in dem gewünschten Punkt P'. Die rechts stehenden Abbildungen zeigen nach diesem Verfahren schrittweise die Konstruktion eines schräg liegenden Quadrats und eines schräg stehenden Würfels aus *Pieros* Traktat. Die hier vorgestellten Darstellungen waren nicht einfach theoretische Erörterungen, sondern entsprangen aus der unmittelbaren Tätigkeit der Maler, wurde demnach auch wirklich praktiziert, wie hier ein Beispiel von Leonardo verdeutlichen soll.



Leonardo da Vinci: Vorzeichnung zu dem unvollendeten Gemälde: Die hl. drei Könige

Mir scheint, daß es nicht übertrieben ist, wenn man in diesem Verfahren, das die Renaissance-Maler begründet haben, um eine von den einzelnen Körpern unabhängige innere Organisation für alle *möglichen* Körper in gegenseitiger Lage zu schaffen, den Keim für das *Bewußtsein* eines "metrischen" Raumes gelegt haben, der nach *Einstein* dann durch *Descartes* mit seinem "verallgemeinerten" Koordinatennetz zur allgemeinen Voraussetzung der Beschreibung und mathematischen Formulierung von Raum allgemein eingeführt wurde.

4. Richtigkeit und Harmonie (Schönheit)

Die *Richtigkeit* der Raumdarstellung - so wie sie die Renaissance-Maler verstanden haben - wird ausdrücklich mit der logischen Notwendigkeit der Mathematik begründet. "Keine menschliche Forschung kann man wahre Wissenschaft nennen, wenn sie ihren Weg nicht durch die mathematische Darlegung und Beweisführung hin nimmt", sagt *Leonardo*.²¹ An anderer Stelle heißt es bei ihm - vielleicht im Hinblick auf die "Methode des bloßen Augenscheins", wie sie vielfach noch bis 1500, insbesondere nördlich der Alpen und der italienischen Miniaturmalerei geübt wurde²²: "Der Maler, der mit Routine und nur dem Auge nach malt, aber ohne nachzudenken, ist wie der Spiegel, der alles vor ihm Befindliche abbildet, ohne etwas davon zu wissen." So spricht *Leonardo* auch von zwei verschiedenen

21) Leonardo da Vinci, Das Buch von der Malerei, hrsg. von H. Ludwig, Quellenschriften für Kunstgeschichte, Wien, 1882, S. 2.

22) Leonardo da Vinci, Codex Atlanticus, 76 r, zit. nach: Leonardo da Vinci, sämtliche Gemälde und Schriften zur Malerei, hrsg. von A. Chartel, München, 1990, S. 165.

Arten des Sehens, von "vedere" und "speculare". "Vedere" bedeutet die unbewußte, gedankenlose und unklare Wahrnehmung, "speculare" dagegen das scharfe, bewußte sinnlich-geistige Sehen des Malers und Denkers. Die Perspektive ist also im eigentlichen Sinne die Wissenschaft vom richtigen malerischen Sehen. Malerische Richtigkeit bekam durch sie einen präzisen Sinn. So wie eine gegebene Naturerscheinung aus gesetzmäßigen Bedingungen hervorgeht, sollte auch das Bild mit logischer innerer Beweisfähigkeit und Gesetzmäßigkeit realisiert werden, so daß man die Richtigkeit nachweisen könne, genauso wie in den mathematischen Wissenschaften, z. B. mittels eines geometrischen Beweises.

Es wäre nun aber eine ganz entstellende Betrachtungsweise, wollte man in der Perspektive nur eine *Garantie für Richtigkeit* - durchaus in dem sehr anspruchsvollen Sinn der Renaissance verstanden - sehen. Die Perspektive ist noch viel mehr *Bürge für ästhetische Vollkommenheit*. Darin liegt das eigentliche Wesen der Renaissance-Perspektive. Andere Epochen, die mit der Renaissance den Naturalismus gemeinsam haben, haben den Glauben an Schönheit und Harmonie nicht geteilt und haben daher die Perspektive zwar als notwendiges Darstellungsmittel der Realität anerkannt, aber nicht als werkimmanentes ästhetisches Kompositionselement verstanden. Die Natur war in der pantheistischen Auffassung der Renaissance der für den Menschen unmittelbare faßbare Ausdruck eines sinnvoll in sich gefügten Zusammenhanges (Harmonie = Band, Fügung) und Schönheit wird definiert als Ebenmaß (Proportion) aller Teile und deren Zusammenklang zu einem Ganzen. Alberti formuliert es in seinem Traktat über Architektur²³: "Schönheit ist Übereinstimmung und Zusammenklang der Teile zu einem Ganzen, gemäß einer bestimmten Zahl, einer bestimmten Beziehung und Anordnung, wie es die Harmonie, d. h. das absolute und oberste Naturgesetz fordert" und A. Palladio (1508 - 1580) bestätigt es noch nach 150 Jahren²⁴: "Schönheit entsteht aus schöner Form und aus der Wechselbeziehung des Ganzen zu den Teilen, der Teile unter sich und zu dem Ganzen; so da die Bauteile einen ganzen und vollendeten Körper bilden, in dem jedes Glied mit jedem anderen übereinstimmt und alle notwendig sind zur Vollkommenheit des Baues." Was hier für die Architektur formuliert ist, gilt stellvertretend für alle Gattungen der Kunst, nur wird es in den Theorien zur Architektur am deutlichsten ausgesprochen. Wir finden darin die schon mehrmals diskutierte Anknüpfung an die antike Tradition, denn sowohl Albertis als auch Palladios Definition haben als Vorbild die Definition der *>Symmetria<* des P. Vitruvius, des Baumeisters und Theoretikers zur Zeit des Augustus (63 v. Chr. - 14 n. Chr.).

Die *>Symmetrie<* (συμμετρία; symmetria) der antiken Theorien ist die aus den einzelnen Teilen des Gebäudes selbst sich ergebende Übereinstimmung und das entsprechende Verhältnis eines gemäß den einzelnen Teilen berechneten Ganzen zum Gesamteindruck. In der Malerei gelten die gleichen Gesetze der Harmonie wie in der Architektur: Schönheit, insbesondere Naturschönheit, wird als Ausdruck einer prae-existenten mathematischen Weltharmonie gedacht.

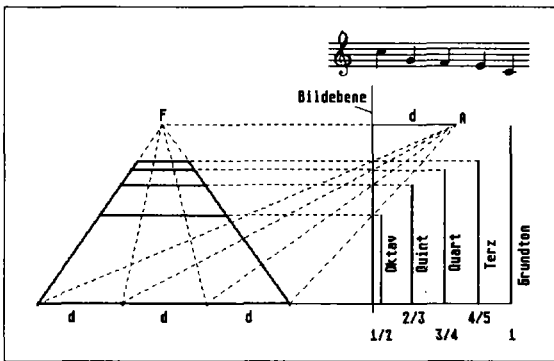
Uns ist der Gedanke der Harmonie wohl am ehesten aus der Musiktheorie noch geläufig. Die Renaissance war überzeugt, daß nicht nur der Gehörsinn den harmonischen Zusammenklang wahrnehmen kann, sondern auch der Gesichtssinn über eine evidente Zusammenschau harmonischer Formen verfügt. Harmonie im Bild entspringt aus dem gegenseitigen Verhältnis der einzelnen Teile, aus der Übereinstimmung aller Teile des Bildes untereinander und zum Gesamtbild. Genau eine solche objektive innere Ordnung des Bildes garantiert

23) L. B. Alberti, Zehn Bücher über Architektur, Band IX/5, hrsg. von W. Theuer, Leipzig, 1912, S. 293; zit. n. P. v. Naredi-Rainer, Architektur und Harmonie, Köln, 1984, S. 23.

24) A. Palladio, I Quattro Libri dell'Architettura, Venedig, 1570, zit. nach: R. Wittkower, Grundlagen der Architektur im Zeitalter des Humanismus, München, 1990, S. 24.

die Zentralperspektive. Alle bedeutenden Renaissancekünstler haben sich mit der inneren Harmonie des perspektiv konstruierten Raumes intensiv befaßt.

Der subjektive Betrachterbezug des Bildes tritt somit hinter den objektiven metrischen Eigenschaften des Bildraumes und deren objektiven Harmoniegesetzmäßigkeiten zurück bzw. ist in die objektiven geistigen Beziehungen der Bildteile eingebunden. Eine solche, in der Renaissance studierte innere Gesetzmäßigkeit der perspektivischen Raumdarstellung läßt sich an der schon gezeigten Darstellung eines einfachen Bodenmusters ablesen. Wir wählen besonders einfache Verhältnisse. Es werde ein schachbrettartiger Fußboden in der schon dargelegten Weise betrachtet, wobei nun die Distanz d des Betrachters vom Bild gerade so groß sei, wie die Länge $a = d$ eines Bodenquadrates. Dann erscheint die "Tiefenstaffelung" in den Maßen, die bei einer Saite die Klänge der (großen) Terz, Quart, Quint, Oktav erklingen lassen würden, wenn man die Saite (z. B. auf einer Gitarre oder Violine) nach diesen Maßen verkürzt.



Musikalische Harmonie und Zentralperspektive

Jedesmal, wenn die Distanz ein Vielfaches der Grundeinheit des Tiefenmaßes ist, erhalten wir eine "musikalische Harmonie". Nach der Anschauung der Renaissance manifestiert sich Harmonie bei den sichtbaren Formen in den Proportionen eines natürlichen oder künstlichen Objektes, zum Beispiel in den Maßverhältnissen des menschlichen Körpers oder in denen eines griechischen oder römischen Tempels. Diese Proportionen sind keine willkürlichen, sondern gesetzmäßige (und daher natürliche), die uns eben am sinnfälligsten in den harmonischen Intervallen der tonalen Musik entgegentreten. Bereits die Schule der Pythagoreer und unter ihrem Einfluß Platon haben sie als den Ausdruck einer rationalen Ordnung und Harmonie der Natur angesehen und Alberti knüpft ausdrücklich an sie an, "überzeugt von der Wahrheit des Ausspruchs von Pythagoras, daß die Natur sicherlich folgerichtig und mit einer beständigen Analogie in allen ihren Werken handelt. Daher schließe ich, daß die Zahlen, mit deren Hilfe der Zusammenklang von Tönen unser Ohr mit Entzücken erfüllt, auch dieselben sind, die unsere Augen und unseren Verstand erfreuen".²⁵ In der Musik offenbaren sich die Harmonien zwar am deutlichsten, aber "es ist unbestreitbar, daß die Natur sich überall unfehlbar in derselben Sprache äußert", und wenn deshalb der Renaissance-Architekt auch musikalische Relationen auf Bauwerke überträgt, so bedient er sich nur der allgegenwärtigen Harmoniegesetze.

25) L. B. Alberti, zit. nach J. Gadol, Die Einheit der Renaissance. Humanismus, Naturwissenschaft und Kunst, in: A. Buck (Hrsg.), Zu Begriff und Problem der Renaissance, Darmstadt, 1969, S. 408.

5. Richtigkeit und Harmonie: Raffaels »Schule von Athen«

Eine vollkommene Verschmelzung von künstlerischer Idee und mathematischer (geometrischer) Struktur hat **Raffael** (1483 - 1520) in der »Schule von Athen« erreicht (siehe Abschnitt 2), die er im Alter von 26 Jahren 1509 in der *Stanza della Segnatura* im Vatikan begonnen hat. **Raffael** vollendet hier die Entwicklung, die mit **Masaccio** eingesetzt hatte. **Raffael** ist weniger als Theoretiker der Perspektive bekannt. Das liegt vielleicht auch daran, daß von **Raffael** keine theoretischen Schriften zur Kunst erhalten sind - im Gegensatz zu **Piero della Francesca** und **Leonardo da Vinci** - mit Ausnahme des Briefes von 1519 an Papst **Leo X.**, in dem er unter anderem die Einführung der *Orthogonalprojektion* in der Architekturzeichnung vorschlägt. Sein Verhältnis zur Mathematik hat er in der für ihn kennzeichnenden Weise geäußert: Er hat es in einem seiner Bilder zum Ausdruck gebracht. In der »Schule von Athen« hat sich **Raffael** zusammen mit seinem Freund **Sodoma von Vercelli** ganz rechts bei der Gruppe der Mathematiker, Astronomen und Physiker eingefunden. Es ist das einzige historisch belegte Selbstporträt **Raffaels**. Ihm und **Sodoma** wenden sich gerade **Ptolemäus**, der fälschlicherweise als Astronom mit einem Angehörigen der altägyptischen Ptolemäer-Dynastie identifiziert wurde und daher eine Krone trägt, und **Zoroaster** (Zarathustra) mit dem Himmelsglobus zu. **Zoroaster** galt damals als Begründer von Astronomie und Astrologie. Zu dieser Gruppe gehört auch **Euklid** (manchmal auch als **Archimedes** angesehen), der sich gerade über eine geometrische Figur beugt und sie seinen Schülern, die sich um ihn scharen, erklärt. Von dieser Figur habe ich an anderer Stelle gezeigt, daß **Raffael** damit möglicherweise ein bisher nicht bekanntes mathematisches Problem dargelegt haben könnte²⁶. Dies wäre vielleicht ein Hinweis darauf, daß **Raffael** sich gelegentlich auch mit rein mathematischen Fragen beschäftigt haben könnte. Im Zusammenhang mit seiner malerischen und architektonischen Arbeit hat er dies ja sowieso ohne Zweifel getan - es ist davon aber nichts erhalten geblieben. So sind wir - falls wir uns für diesen Aspekt in **Raffaels** Kunst interessieren - darauf angewiesen, die "geheime Mathematik" in seinen Gemälden zu rekonstruieren. Ein besonderer Aspekt der »Schule von Athen« soll hier betrachtet werden, um die Ausführungen zu »Richtigkeit und Harmonie« konkret zu erläutern.



Die Gruppe der Mathematiker, Astronomen und Physiker in der »Schule von Athen«



Raffael (links) und Sodoma

26) R. Fichtner, Die geheime Geometrie in Raffaels »Schule von Athen«, München, 1984, S. 13 - 22.

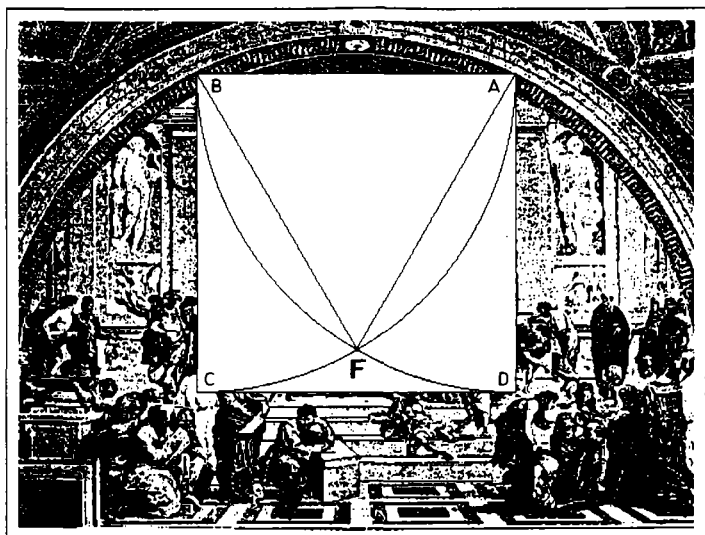
Von je her wurde von Kunsthistorikern, die sich eingehender mit Raffaels "Schule von Athen" befaßt haben, der Schönheit und Harmonie der herrlichen Halle, in bzw. vor der sich die Philosophen und Denker der Antike versammelt haben, höchste Bewunderung entgegengebracht. Dabei begnügen sich alle Forscher mit der Verständnisebene intuitiv-einfühlenden Urteilens. Als Beispiel sei hier stellvertretend für viele ander M. Ermers genannt, der sich mit Raffaels Architekturen in seinen Fresken, Gemälden und Teppichentwürfen eingehend befaßt hat. Die detailreiche Abhandlung der Halle in der "Schule von Athen" umfaßt in seinem Buch 20 Seiten. Das für die Renaissance zentrale Thema der Harmonie und Eurhythmie der Halle selbst und ihrer harmonischen Wirkung macht darin ganze zwei pauschale Bemerkungen am Schluß aus: "Sicher aber Raffaels Eigenstes sind die luftige freie Behandlung des ganzen Baues und die wunderbaren Proportionen, die das Werk der Schule von Athen erst zu dem machen, was es ist. Und das ist nicht wenig ... Was aber das ganze so hoch und herrlich, weit räumig und voll Musik macht, was den Bau als würdigen Raum für die Zusammenkunft edler Menschen erscheinen läßt, mit einem Wort: der hoheitsvolle Rhythmus und der harmonische Wohlklang entstammen sich dem Geiste Raffaels"²⁷. Auch nicht andeutungsweise wird versucht, den gefühlmäßig erfaßten Eindruck durch *rational* faßbare Komponenten der harmonischen Wirkung zu präzisieren.

Die horizontalen und vertikalen Linien eines realen Gebäudes werden bei der Wiedergabe auf der Fläche durch die zentralperspektivische Darstellung in eine neue Ordnung gebracht. Die Proportionen von Gebäudeschnitten, die parallel zur Bildebene liegen, bleiben dabei auch in der Bildebene erhalten. Dagegen werden zum Beispiel in die Tiefe laufende Quadrate, Rechtecke, Kreise etc. durch eine vom Fluchtpunkt (oder auch von mehreren Fluchtpunkten) und der Distanz bestimmte Ordnungsregel zu Trapezen bzw. Ellipsen umgeformt. Durch geschickte Wahl von Fluchtpunkt und Distanz einerseits und durch geeignete Wahl der Gebäudeproportionen andererseits können nun die neu geformten Linien auf der Bildebene ihrerseits ein Liniennetz von harmonischem Zusammenklang erzeugen, das dann die geometrische Grundlage der harmonischen Wirkung des Gebäudes ist. Das bewußte Einsetzen der Lage des Fluchtpunktes und die besondere Wahl der Distanz sei hier als perspektivischer Plan oder perspektivische Konzeption bezeichnet.

Ausgangspunkt für die Suche nach dem verborgenen - d. h. nicht ausdrücklich überlieferten - Plan ist die Überlegung, daß Raffael dem Querschnitt der Halle in irgendeiner Weise harmonische Proportionen zugrunde gelegt hat, also einfache Zahlenverhältnisse z. B. zwischen Abstand und Höhe der Wände etc. Wie schon gesagt, bleiben die Proportionen in der zentralperspektivischen Darstellung erhalten für Querschnitte durch das Gebäude, die parallel zur Bildfläche sind. Nach kurzem Suchen findet man, daß die Innenkanten der beiden Eckpfeiler genau ein Quadrat festlegen: Verlängert man nämlich die Pfeilerkanten bis zu dem äußeren Kreisbogen des mit Mäandermuster geschmückten "Unterteils" des Schildbogens, so sind die Punkte A, B, C, D die Ecken eines Quadrates (siehe auf der folgenden Seite). Dieses Quadrat ist der Bezugsrahmen für das gesamte (harmonische) Liniennetz des perspektischen Plans.

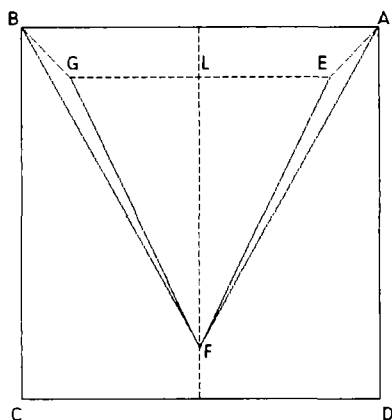
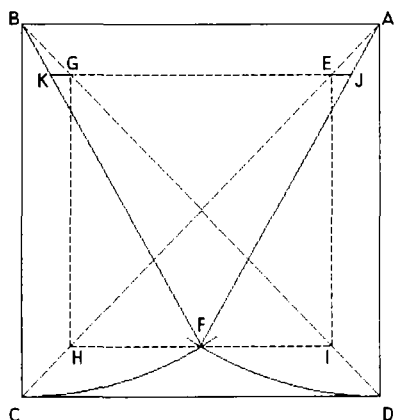
Ermitteln wir nun die Lage des Fluchtpunktes F bezüglich dieses Quadrates, so erweist er sich als der Punkt, der durch Zirkelschlag um die Punkte A bzw. B mit der Quadratseite als Zirkelöffnung entsteht. Damit zeigen sich die ersten harmonischen Beziehungen: Das Dreieck ABF ist nach Konstruktion gleichseitig ($AB = AF = BF$). Es ist eine ideale harmonische Figur. Sie bestimmt die Oberkante der Gesimse der Eckpfeiler.

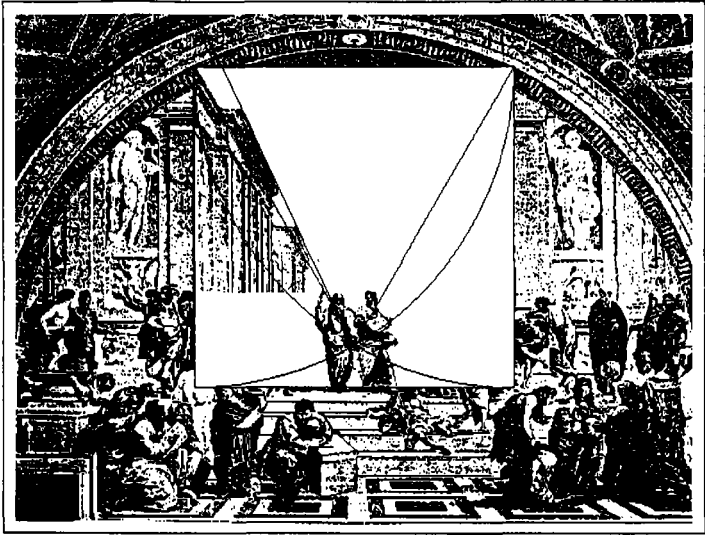
27) M. Ermers, Die Architekturen Raffaels in seinen Fresken, Tafelbildern und Bildteppichen, Straßburg, 1909, S. 5.



Die geometrische Grundstruktur der »Schule von Athen«

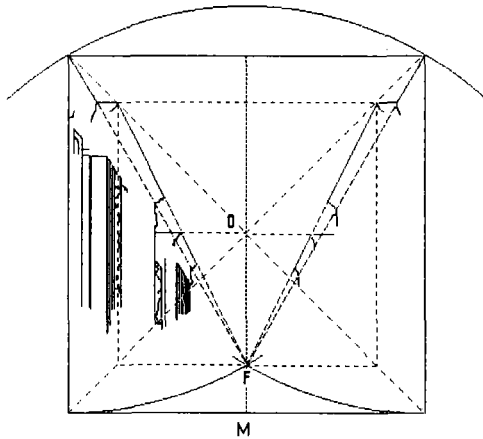
Legt man nun durch den Fluchtpunkt F eine Parallele zu der Grundlinie CD des Quadrates und errichtet durch Einzeichnen der Quadratdiagonalen AC und BD das innere Quadrat EGHJ, so bestimmen die Punkte E, J, G, K die Eckpunkte des Gesimses des vorderen Tonnenraumes. Das Dreieck EFG hat durch diese Konstruktion nun die bemerkenswerte Eigenschaft, daß $EG = LF$ ist, d. h. die Basis ist gleich der Höhe dieses gleichschenkligen Dreiecks. Die Dreiecksseiten bestimmen die Oberkante des Gebälks der die Tonnen tragenden Wände.





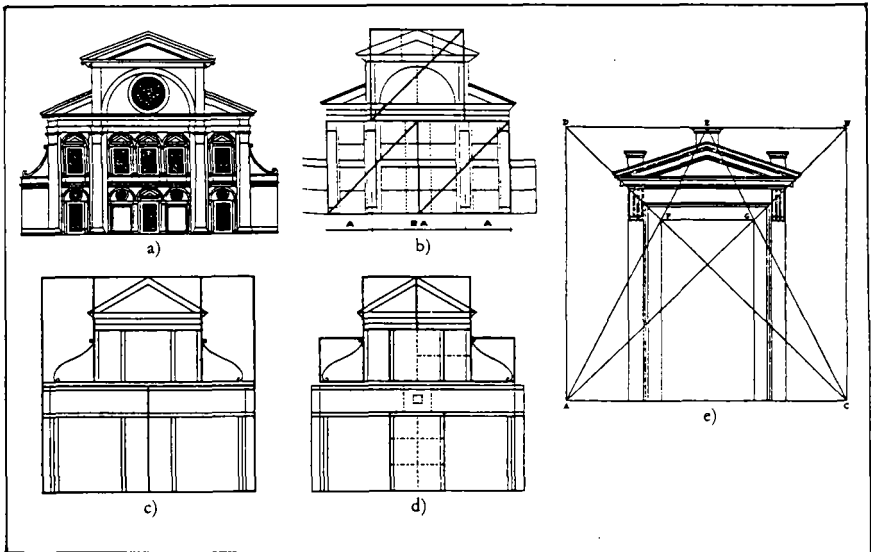
Koordination der geometrischen Struktur mit dem Raum

Zeichnet man die Halbierungslinie OM des Quadrates ein, so gewinnt man in dem Schnittpunkt M den Mittelpunkt des äußeren Zierbogenkreises. Die horizontale Halbierungslinie des Quadrates (durch O) fixiert die Lage der Oberkante des Gebälks, das von den Querschiffen der Halle sichtbar ist.



Man überzeugt sich, daß mit den hier durch mathematische Konstruktion entwickelten Linien und Punkten Hauptlinien der Blickführung beim Erfassen des Halleninneren festgelegt sind. Es überrascht zunächst, daß dieses Liniennetz ohne Bezug auf den Betrachter

entworfen zu sein scheint. Aber ganz offensichtlich beabsichtigt Raffael bei der >Schule von Athen< zwischen Fresko und Betrachter eine ganz andere Verbindung als z. B. **Massaccio** bei seinem Trinitätsfresko in *S. Maria Novella* in Florenz. Dieser will "illusionistisch" die Wand entmaterialisieren und - in starker realistischer Untersicht wenigstens von einem Punkt (dem Augenpunkt) aus betrachtet - die gemalten Personen und den gefalteten Raum wie "real" in wirklicher Nähe vergegenwärtigen. Deshalb wählt er z. B. den Fluchtpunkt F und die Distanz d bewußt so, daß der Betrachter sich genau in den Augenpunkt A stellen kann. Ganz anders ist es bei **Raffaels** Fresko: Die Distanz ist viel größer als die Breite des Raumes und der Fluchtpunkt F befindet sich weit über den Köpfen der Betrachter. Raffael entrückt damit die Personen des Freskos "illusionistischer Gegenwart". Diese Tatsachen allein machen schon darauf aufmerksam, daß **Raffael** die Wahl von Fluchtpunkt und Distanz offenbar nicht zur Erzeugung drastischer Tiefenillusion benützt, sondern dem Fresko seine Flächenhaftigkeit beläßt. Darin scheint mir ein Hauptgrund seiner feinfühligten Konstruktion zu liegen: Er versöhnt hier die illusionistische Ordnung in die Tiefe mit der Ordnung in der Fläche als Fläche, indem er Methoden der architektonischen Fassadenproportionierung der Renaissance zur Raumlagerung bei der Tiefendarstellung benützt. Diese These wird am leichtesten durch Vergleich mit bekannten Beispielen der Maßbeziehungen in Renaissancefassaden bzw. Fassadenelementen plausibel. Die folgenden Abbildungen zeigen verschiedene Beispiele von geometrischen Maßbeziehungen bei der Gestaltung von Kirchenfassaden: Einen Entwurf aus dem Kreis Bramantes; **Albertis** Fassade von *S. Maria Novella* in Florenz nach **R. Wittkower**²⁸ und eine Tür nach **Serlio**²⁹. Das ebene geometrische Netz, das an die Linienästhetik gotischer Bilder erinnert, wird von **Raffael** in

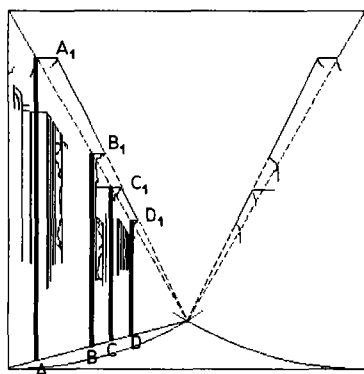


28) R. Wittkower, *Grundlagen der Architektur im Zeitalter des Humanismus*, München, 1969, S. 42.

29) Serlio: *Architettura*, fol. 1 6V; hier Wiedergabe aus Ryff (Rivius): *Der architectur be-
richt*, theil I, fol. XXVr.

Hauptblicklinien der Raumdarstellung des architektonischen Baues umgedeutet. Dadurch integriert er in dieses harmonische Netz die Zentralperspektivische Wiedergabe des Hallenraumes, der selbst als realer Raum harmonischen Gesetzmäßigkeiten genügt. Somit wird reale Harmonie durch eine geometrische Transformation (nämlich die Zentralperspektivische Konstruktion) in ein neues harmonisches Schema (den perspektivischen Plan) umgewandelt: das "verzerrte" Abbild wird selbst wieder zu einem neuen harmonischen Bild, indem einfache geometrische Verhältnisse herrschen.

Der weiter vorne angedeutete Bezug zur Musik kann für den Perspektivplan Raffaels ebenfalls nachgewiesen werden: So stehen z. B. die Kanten AA₁, BB₁, CC₁, DD₁, die real im Verhältnis 1:1 stehen, im Bild in einem "musikalischen" Verhältnis zueinander:



$$\frac{AA_1}{AA_1} = 1 \text{ (Prim);}$$

$$\frac{BB_1}{AA_1} = 2/3 \text{ (Quint);}$$

$$\frac{CC_1}{AA_1} = 1/2 \text{ (Oktav);}$$

$$\frac{DD_1}{AA_1} \approx 3/8 \text{ (Quart über der Oktav)}$$

Diese Längenverhältnisse sind die gleichen wie bei einer schwingenden Saite, auf der die Prim, Quint und Oktav gespielt werden. Die Kantenlänge DD₁ fügt sich allerdings – soweit die Meßgenauigkeit zu einem Urteil ausreicht – nur ungefähr in die Folge reiner Intervalle ein. Man kann aber ihr Maß recht gut mit der Quart über der Oktav vereinbaren.³⁰

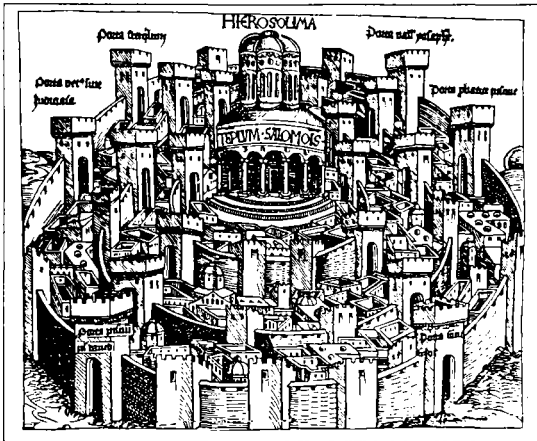
6. *Zusenschau und Ausblick auf andere Raumdarstellungen*

Das in der Renaissance eingeführte mathematische Verfahren der Raumdarstellung gestattet, einen Bildraum zu organisieren, der zwei grundlegende Forderungen der Renaissance-Theoretiker erfüllt:

- 1) "Richtigkeit", d. h. innere Folgerichtigkeit oder "Einheit" und Richtigkeit, bezogen auf einen *Betrachter*,
- 2) "Klarheit", d. h. rational nachvollziehbar und beurteilbar,
- 3) "Harmonie" (bezogen auf die Raumstruktur), d. h. die der ästhetischen Stimmigkeit der einzelnen Raumelemente untereinander und zum Gesamtraum.

30) Mehr dazu siehe: R. Fichtner, op. cit., S. 81.

Was damit erreicht wurde, ist vielleicht am ehesten nochmals deutlich zu machen, wenn man ein Bild zum Vergleich betrachtet, das diesen Prinzipien – obwohl etwa zeitgleich mit Raffaels ›Schule von Athen‹ – nicht huldigt: ›Jerusalem als ideale Stadt‹ aus Hartmanns Schedels ›Weltchronik‹ von 1493. Für unser an den Idealen der Zentralperspektive geschulten Augen ist der raum hier nicht "einheitlich" gestaltet. Einzelne "Teiräume" im Bild scheinen für sich wenigstens dem Augenschein nach einheitlich zu sein – aber insgesamt sind dann diese Teiräume nicht nach den Idealen der Zentralperspektive aufeinander abgestimmt, sondern existieren irgendwie unverbunden – unharmonisch – nebeneinander. Man hat in solchen Fällen auch von einem ›Aggregatraum‹ gesprochen im Gegensatz zu dem ›Systemraum‹ der Zentralperspektive (Panofsky).



Aus Schedels ›Weltchronik‹: Jerusalem als ideale Stadt

Daß es sich hier nicht nur um einen Streit um ästhetische Nuancen geht, wird uns vielleicht deutlicher, wenn wir uns daran erinnern, daß Einfachheit, Klarheit, Einheit und Harmonie bzw. Schönheit heute noch für bedeutende Physiker nach ihren eigenen Aussagen als Kriterien für die Auswahl physikalischer Theorien, die Naturgeschehen in Raum und Zeit beschreiben sollen, maßgebend gewesen sind. H. Reichenbach berichtet von Einstein³¹:

Als ich bei einer Gelegenheit Prof. Einstein fragte, wie er seine Relativitätstheorie gefunden hätte, antwortete er, er habe sie gefunden, weil er so stark von der Harmonie des Universums überzeugt war.

Eine gewisse Berühmtheit hat die Bemerkung P. Diracs erhalten³²:

Es ist viel wichtiger, Schönheit in seinen Gleichungen zu haben, als das Experiment zu beschreiben.

31) H. Reichenbach, Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie, in: P. A. Schilpp (Hrsg.), Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher, Braunschweig, Wiesbaden, 1983, S. 145.

32) P. A. M. Dirac, The Evolution of the Physicist's Picture of Nature, Scientific American, Mai 1963, S. 47.

Der Glaube an die mathematische Harmonie der Natur ist keineswegs bloß eine diffuse, gefühlsmäßige Einstellung, aus der heraus Naturforschung betrieben wird, sondern es handelt sich um eine implizite Voraussetzung, die zu konkreten Ergebnissen führt, z. B. bei der Auswahl von Theorien. Die Einheitlichkeit, Ordnung und Schönheit, die gefordert wird, ist keineswegs auf anschauliche Gegebenheiten beschränkt. Mathematische Strukturen weisen ihre innere Ordnung und ihre Entsprechungen durch ihre Symmetrie aus. Wir nennen eine Struktur symmetrisch, wenn es Operationen gibt, durch die sie mit sich selbst zur Deckung gebracht werden kann. Solche Symmetrieoperationen sind z. B. Translation, Drehung, Spiegelung, Inversion, Drehspiegelung, Schraubung usw. In der modernen Physik haben sich Symmetrieüberlegungen als ein äußerst fruchtbares Prinzip erwiesen. W. Heisenberg sagt³³:

Durch die grundlegende Bedeutung der Symmetrieeigenschaften erhält jeder Versuch einer Theorie der Elementarteilchen ... einen eigentümlichen Charakter von Geschlossenheit. Man findet Strukturen, die so miteinander verknüpft und verschlungen sind, daß man eigentlich an keiner Stelle mehr Änderungen vornehmen kann, ohne alle Zusammenhänge in Frage zu stellen. Man wird hier etwa an die kunstvollen Bandornamente arabischer Moscheen erinnert, in denen so viele Symmetrien gleichzeitig verwirklicht sind, daß man nicht ein einziges Blatt verändern könnte, ohne den Zusammenhang des Ganzen entscheidend zu stören.

Die letzten Sätze erinnern wieder an die schon einmal zitierte Definition Albertis, der die Schönheit bestimmt als "eine bestimmte gesetzmäßige Übereinstimmung aller Teile ... , die darin besteht, daß man weder etwas hinzufügen noch wegnehmen oder verändern könnte, ohne sie weniger gefällig zu machen".³⁴ Wie eingangs schon bemerkt, setzt Einstein den Beginn des mathematisch beschriebenen, körperfreien Raumes bei Descartes an, indem dieser ein dreidimensionales "homogenes" Koordinatennetz einführt. Wir haben aber gesehen, daß dies die Konsequenz einer vorher stattgefundenen Entwicklung des (für Europa typischen) Raumbewußtseins ist. Sehen wir uns nochmals Einsteins Entwicklungsschema der Raumvorstellung an³⁵:

Es scheint mir, daß dieser von der besonderen Wahl des ausfüllenden Körpers losgelöste Begriff des Zwischenraumes der Ausgangspunkt für den Raumbegriff überhaupt ist.

Vom Sinneserlebnis aus betrachtet scheint also nach diesen kurzen Andeutungen die Entwicklung des Raumbegriffes an folgendes Schema gebunden zu sein: körperliches Objekt; Lagebeziehungen körperlicher Objekte; Zwischenraum; Raum. Der Raum erscheint bei dieser Betrachtungsweise als etwas in demselben Sinne Reales wie die körperlichen Objekte.

Vergleichen wir das z. B. mit Dürers ebenso knapper wie treffender Einteilung³⁶:

Das erst ist das Aug, das do sieht, das ander ist der Gegenwürf, der gesehen wird, das dritt ist die Weiten dozwischen.

33) W. Heisenberg, Die Plancksche Entdeckung und die philosophischen Grundlagen der Atomlehre, Naturwissenschaften, 1958, S. 227.

34) L. B. Alberti, Zehn Bücher über Architektur, Band VI/2, hrsg. von W. Theuer, Leipzig, 1912, S. 293; zit. n. P. v. Naredi-Ralner, op. cit., S. 23.

35) A. Einstein, op. cit., S. 232.

36) K. Lange, F. Fuhse, Dürers schriftlicher Nachlaß, Halle a. d. Saale, 1893, S. 319.

Besser als durch diesen Vergleich können wir – so glaube ich – nicht belegen, wie ausgeprägt des Bewußtsein für den Raum über hundert Jahre vor Descartes bei den Künstlern war. Die intensive Beschäftigung und die stetige Weiterentwicklung der Zentralperspektive war zweifellos eine Quelle, die zur Einführung des mathematischen Koordinatenraumes durch Descartes (neben Frans van Schooten, Philippe de La Hire und Johannes Bernoulli) einerseits und des mit Symmetrieeigenschaften ausgestatteten, physikalischen Raumes andererseits führte. Die überall gegenwärtigen Bilder (Tafelbilder, Fresken, Stiche und in Druckwerken) trugen meiner Meinung nach wesentlich dazu bei, indem sie das neue "geistige Klima" damit stetig – im wörtlichen und übertragenen Sinn – vor Augen führten. Vor allem aber trugen dann auch die *Perspektiv-Lehren*, die nach und nach von den Malern in die Hand von rein theoretischen Perspektiv-Lehrern wie Guido Ubaldo del Monte (1545 – 1604) und schließlich zu den reinen Mathematikern wie S. Stevin, G. Desargues, J. Poncelet, W. J. Gravesande, B. Taylor, J. H. Lambert, G. Monge übergehen, um einige der Bedeutendsten zu nennen, die die Ansätze der Renaissance-Maltheoretiker zu Projektiver Geometrie und Darstellender Geometrie weiterentwickelten. M. Fierz sagt in seiner Arbeit über den Ursprung des Begriffs des »absoluten Raumes« Newtons³⁷:

Der Ursprung der modernen Vorstellungen von Raum und Zeit liegt in Italien. Die Philosophen des 16. Jahrhunderts haben dort, in der Auseinandersetzung mit der umwälzenden Lehre des Kopernikus, die Vorstellungen geschaffen, die dann in den Händen Galileis und Newtons zur Grundlage unserer Physik werden sollten.

Es ist kein Zweifel, daß in Italien der Schwerpunkt der Auseinandersetzung mit dem »Raum« war, aber nur die Philosophen in die Ahnenreihe zu stellen, scheint mir einige interessante Aspekte, die ich hier darzustellen versuchte, zu übersehen. Ich führe deshalb noch ein besonderes Zeugnis an, nämlich eine Stelle aus der Schrift »De sculptura« des Pomponius Gauricus, eines Freundes von A. Mantegna (1431 – 1506), das ich wegen der Bedeutung im Original mit Übersetzung angebe³⁸:

Omne corpus quocunque statu constiterit, in aliquo quidem necesse est esse loco. Hoc quum ita sit, quod prius erat, prius quoque et heic nobis considerandum. Atqui locus prior sit necesse est quam corpus locatum. Locus igitur primo designabitur, id quod planum uocant.

Ein jeder Körper, gleichviel, welche Stellung er einnimmt, muss doch an irgend einem Orte vorhanden sein. Da dies so ist, so müssen wir hier auch eher auf dasjenige, was eher vorhanden ist, achten. Der Ort ist ja aber notwendigerweise früher vorhanden als der an den Ort gebrachte Körper. Der Ort wird also zuerst abgegrenzt werden: das, was man die "Grundfläche" nennt.

E. Panofsky kommentiert dieses Zitat folgendermaßen³⁹:

Diese Priorität des Raumes vor den Einzeldingen (mit exemplarischer Deutlichkeit zutretend in Lionardos berühmten Entwurf für die Hintergrundgestaltung des Florentiner

37) M. Fierz, Über den Ursprung und die Bedeutung der Lehre Isaac Newtons vom absoluten Raum, Gesnerus, Jahrgang 11 (1954), Heft 3/4, S. 75.

38) Pomponius Gauricus, De sculptura, hrsg. von H. Brockhaus, Leipzig, 1886, S. 192/193.

39) E. Panofsky, Die Perspektive als symbolische Form, in: Vorträge der Bibliothek Warburg, Leipzig, Berlin, 1927, S. 315.

"Anbetung der Könige" - siehe die Abbildung in Punkt 3 -) wird dann im Laufe des XVI. Jahrhunderts immer schärfer betont, bis es zu den klassischen Formulierungen Telesios und Brunos kommt.

Ich verstehe diese Bemerkung so, daß er die italienischen Künstler sehr wohl in der Ahnenreihe der geistigen Väter der Raumvorstellungen sieht, die erst zwei Jahrhunderte später von den "Philosophen" ausformuliert wurden (siehe unten), nicht eine unverbundene "Parallelentwicklung".

Lange vor Descartes war also der Raum "als solcher" zu Bewußtsein gekommen und zwar in einer bestimmten, geordneten, harmonischen Form, da der Raum - im Verständnis der Renaissance - ein universales Phänomen ist und an der universalen Harmonie Anteil hat. Sie äußert sich durch abstrakte, strukturelle Merkmale wie Translations- und Rotations-symmetrie und diese inneren Symmetrien sind ja - ausgedrückt in ästhetischer Sprechweise - nichts anderes als "Harmonie". Die in der Renaissance akzeptierte Darstellung des Sehraumes mit Hilfe der Zentralperspektive ist nun gerade die Methode, die sowohl dem Verlangen nach Einfachheit ("Klarheit") und innerer Widerspruchsfreiheit ("Richtigkeit") als auch nach Harmonie ("Raumsymmetrie") genügt. Diese mathematische Methode der Raumdarstellung und Raumgestaltung ist der Grund für die außerordentliche Klarheit aller Kompositionen der italienischen Renaissance seit Erfindung der Perspektive. Diese Wirkung der Klarheit, Einfachheit und Sicherheit, den die Bilder trotz oft äußerst figurenreicher Darstellungen wie etwa Raffaels *»Schule von Athen«* ausstrahlen, ist kein von uns hineingetragener Eindruck, sondern beruht auf bewußter und wohl berechneter Absicht des Malers. Die mathematisch begründete Konstruktion war für die Maler der Frührenaissance eine Befreiung von Unsicherheit und unklaren traditionellen "Handwerksregeln", über deren Wert und Aussagekraft ohne Theorie keine Entscheidung getroffen werden konnte.

Der Glaube an die universelle Harmonie ist eines von den Fundamenten, auf denen die von Renaissance-theoretikern wie Alberti proklamierte Idee der *Einheit von Kunst und Wissenschaft* ruht. Indem Kunst die Natur darstellt ("nachahmt") bringt sie die universalen Gesetzmäßigkeiten unmittelbar zur Anschauung. Umgekehrt war in der Wissenschaft z. B. für N. Copernicus der leitende Impuls für sein Weltsystem die Grundüberzeugung, daß die Welt harmonischer aufgebaut sei als es das ptolemäische System mit seiner komplizierten "ad-hoc"-Geometrie wiedergibt. In dem Widmungsschreiben zu "De revolutionibus orbium coelestium" an Papst Paul III. (1543) rechtfertigt Copernicus den Vorschlag seines heliozentrischen Weltsystems mit Argumenten, die von einem *Künstlertheoretiker des 15. Jahrhunderts* stammen⁴⁰:

Diejenigen aber, welche die exzentrischen Kreise ersannen, obgleich sie durch dieselben die erscheinenden Bewegungen zum großen Teil mit zutreffenden Zahlen gelöst zu haben scheinen, haben dennoch sehr vieles herbeigebracht, was den ersten Grundsätzen über die Gleichmäßigkeit der Bewegung zu widersprechen scheint. Auch konnten sie die Hauptsache, nämlich die Gestalt der Welt und die sichere Symmetrie ihrer Teile weder ändern, noch aus jenen berechnen. Es ging ihnen so, als wenn jemand von verschiedenen Orten her Hände, Füße, Kopf und andere Glieder, zwar sehr schön, aber nicht im Verhältnisse zu einem einzigen Körper gezeichnet, nähme und ohne da sie sich irgend entsprechen, vielmehr ein Monstrum als einen Menschen daraus zusammensetzte. Daher zeigt es, daß sie in dem Gange des Beweises, den man Methode nennt, entweder etwas Notwendiges übergangen oder etwas Fremdartiges und zur Sache nicht Gehö-

40) Zit. nach: S. Sambursky, Weg der Physik, München, 1978, S. 239.

rendes hinzugesetzt haben; was ihnen gewiß nicht widerfahren wäre, wenn sie sichere Prinzipien befolgt hätten.

Einige Abschnitte weiter hebt er das erreichte Ziel eines inneren Zusammenhangs hervor⁴¹:

Und so habe ich denn, unter Annahme der Bewegungen, welche ich im nach stehenden Werke der Erde zuschreibe, und durch viele und lange fortgesetzte Beobachtungen endlich gefunden, daß, wenn die Bewegungen der übrigen Wandelsterne auf den Kreislauf der Erde übertragen und dieser dem Kreislaufe jedes Gestirns zu Grunde gelegt wird – nicht nur die Erscheinungen jener daraus folgen, sondern auch die Gesetze und Größen der Gestirne und alle ihre Bahnen und der Himmel selbst so zusammenhängen, daß in keinem seiner Teile, ohne Verwirrung der übrigen Teile und des ganzen Universums, irgend etwas verändert werden könnte.

Mehr noch als die Anschauungen von Copernicus sind wohl Keplers Gedanken, Sinn und Form des Universums zu erklären, bekannt geworden. Sein Begriff von Harmonie verbindet sich ausdrücklich mit der Geometrie und begnügt sich nicht mehr mit der Konstatierung einfacher Zahlenverhältnisse (Proportionen), wie das bei der Berufung auf die Musiktheorie geschehen war. Er führte die Existenz der reinen Intervalle auf Kreisteilungsprobleme mit Zirkel und Lineal zurück. Vielleicht wurde er dazu durch seine Erfahrung mit den platonischen Körpern bei der Erklärung der Planetenabstände geführt. In dieser Art von Interpretation ist nicht eine unbedeutende Eigensinnigkeit Keplers zu sehen, sondern vielmehr eben der Ausdruck der umfassenden Anschauung zu erblicken, die Geometrie als das wesentliche Strukturelement unserer Welt zu sehen. Damit lebt in Kepler die Idee der Renaissancekünstler weiter, der Raffael in seiner »Schule von Athen« so überzeugend Ausdruck verliehen hat: Die harmonischen Strukturgesetze durch geometrische Form aufzuweisen. In diesem Punkt haben Renaissancekünstler bereits einen wesentlichen Aspekt der mathematischen Physik des 17. Jahrhunderts vorweggenommen, indem sie nämlich Ordnung ganz konkret mit Mathematik (Geometrie) verbanden und zwar in einer solchen Weise, die der später so fruchtbaren strukturellen Verbindung von Physik und Mathematik durch Galilei ganz ähnlich ist, auch wenn jene erst einer statischen und noch keiner dynamischen Beschreibung gleichkam. Galilei bezeichnet sich selbst als "filosofo geometrico" und es ist vielleicht nicht nur eine rhetorische Übertreibung, wenn er einmal behauptete, daß er von Leonardo mehr gelernt habe als von Aristoteles. Die Bedeutung der Mathematik hatte Leonardo bereits erkannt. Natürlich gab es auch in der mittelalterlichen arabischen und lateinischen Wissenschaft Naturphilosophen, die z. B. die physikalische Optik mit mathematischen Methoden behandelten und die ihren Einfluß auf die Physiker des 17. Jahrhunderts ausübten. Der Kern der Sache ist aber, daß seit der Renaissance die Mathematik einen neuen Stellenwert erhielt. War sie früher ein anerkannter Bestandteil der Kultur gewesen, so wird sie nun zu einem "Ferment" der Kultur und schließlich durch Galilei zu einer kulturellen Macht, indem sie ein neues Wahrheitsideal schafft. "Und deshalb, ihr Studierenden, studiert die mathematischen Wissenschaften und baut nicht ohne Fundamente", sagt Leonardo.⁴² Der gleichen Überzeugung ist Galilei.

Die Wurzeln für diese geistige Verwandtschaft, daß Künstler wie Wissenschaftler letztlich nach den gleichen inneren Gesetzen der Natur forschen und sie zur Darstellung bringen wollen, gründen in dem Raumerleben und dem Raumverständnis, das seit Beginn der Re-

41) Zit. nach: S. Sambursky, S. 240.

42) Leonardo da Vinci, Anatomie-Hefte, C I 7r, Windsor 19066, zit. nach A. Stützer, op. cit., S. 52.

naissance die abendländische Welt bis zum Beginn unseres Jahrhunderts schöpferisch bestimmt hat.

Das europäische klassische Raumverständnis kulminiert in meinen Augen in dem so umstrittenen Begriff des "absoluten Raumes" von I. Newton. J. Wickert hat ihn folgendermaßen charakterisiert⁴³:

Alle Probleme werden – zunächst ohne Zeit und Veränderung – als räumliche Systeme betrachtet, um deren geometrische Beschaffenheit zu studieren. Auf diesem Wege schafft sich Newton ein Untersuchungsfeld. Das allgemeinste, aber allen Gebieten seiner Forschung übergeordnete, ist die Absolutheitsidee vom Raum. Der absolute Raum ist für ihn wie ein Ding an sich, auf das alle anderen Dinge zu beziehen sind, weil sie von ihm bestimmt werden. Vielleicht ist es hilfreich, eine Metapher zu verwenden: Der absolute Raum ist die Anzahl aller prinzipiell möglichen Buchstaben ("Elemente") eines Anagramms. Ihre strukturelle (gesetzlich determinierte) Anordnung ist ideal in ihrer Einfachheit und Harmonie. Im Einzelding ist die Gesamtstruktur des – wirklichen und aktiven (!) – absoluten Raumes realisiert als je relativer Raum. Die jeweiligen Raumstrukturen sind identisch mit geometrischen Beziehungen und Gesetzen.

Das Programm von Newtons "Philosophiae naturalis principia mathematica" (London 1687) – einem "Meilenstein in der Geschichte des geistigen Fortschritts der Menschheit" (M. Jammer) – war, die Existenz des absoluten Raumes und der absoluten Bewegungen zu beweisen: "Auf die wahren Bewegungen aus Ursachen, Wirkungen und scheinbaren Unterschieden zu schließen, und umgekehrt, aus den wahren oder scheinbaren Bewegungen die Ursachen und Wirkungen abzuleiten, wird im Folgenden ausführlicher gelehrt werden. Zu diesem Ende habe ich folgende Abhandlung verfaßt"⁴⁴. Alles, was wir bis heute an physikalischem Inhalt an den >Principia< schätzen, war für Newton selbst von untergeordneter Bedeutung gegenüber dem philosophisch-theologischen Begriff des absoluten Raumes. Daß ihn bei der Abfassung der >Principia< tatsächlich theologische und religiöse Ideen vorschwebten, erhellt aus einem Brief an Richard Bentley: "Als ich meine Abhandlung über mein System schrieb, da dachte ich auf solche Prinzipien, welche die Menschen zum Glauben an eine Gottheit zu führen vermöchten. Nichts kann mir größere Freude machen, als mein Werk in dieser Hinsicht hilfreich zu finden"⁴⁵. Newtons >absoluter Raum< ist keine logische Notwendigkeit – auch nicht aufgrund der damals zugrundegelegten Erfahrungen, wie bereits die Kritik von Leibniz zeigt, der es für sinnlos erklärte, von der Bewegung eines Körpers relativ zum absoluten Raum zu sprechen. Nach ihm sind Ort und Bewegung nur stets relativ zu anderen Körpern. Obwohl wir heute die Argumentation von Leibniz als sehr viel schärfer beurteilen, hat sich die Idee Newtons (in der von seinem Schüler J. Clarke vertretenen Form) für fast 200 Jahre durchgesetzt. Die Begriffskonstruktion Newtons hatte einmal das Gewicht der überwältigenden Newton-Physik, zum anderen mehr unterbewußt den Vorzug für sich, die epochale „Affinität zum Raum“ zu einem beruhigenden "weltanschaulichen" Abschluß gebracht zu haben, indem der Raumbegriff Elemente (Absolutheitsidee) enthielt, die für die Physik insgesamt irrelevant sind, aber für das Weltbild wieder eine feste Verankerung boten, nachdem die Erde bzw. der aristotelische Weltmittelpunkt als ruhende Bezugspunkte entfallen waren, an denen früher ab solute Bewegungen gemessen werden sollten.

43) J. Wickert: Isaac Newton, München, 1983, S. 188.

44) I. Newton, Mathematische Prinzipien der Naturlehre (Philosophiae naturalis principia mathematica), hrsg. von F. Wolfers, Berlin, 1872, S. 31.

45) Zit. nach M. Jammer, Problem des Raumes, Darmstadt, 1960, S. 120;

Spätestens von jetzt an ist der >Raum< als eine selbständig existierende Wirklichkeit etabliert, auch wenn keine Materie anwesend ist, und seine metrischen Eigenschaften werden durch die euklidische Geometrie beschrieben. Dieser Raum kann – unabhängig von Newtons "Metaphysik" des absoluten Raumes – allein durch seine metrischen Eigenschaften und durch seine inneren Symmetrieeigenschaften (unendliche Ausdehnung, Homogenität, Isotropie) rational verstanden und definiert werden. Das erscheint uns Heutigen fast schon wie eine Trivialität. Wir müssen aber bedenken, daß dieser uns selbstverständlich erscheinende Raum den Menschen vor dem 16. Jahrhundert noch unbekannt war. Die mittelalterlichen Naturphilosophen hatten sich im wesentlichen die Vorstellungen der griechischen Wissenschaft platonisch/aristotelischer Prägung zu eigen gemacht, und diese hatte "den Raum zunächst als etwas inhomogenes aufgefaßt wegen seiner lokalen geometrischen Verschiedenheit (Platon), später wurde er als etwas Anisotropes gesehen, und zwar wegen der Richtungsunterschiede im Substrat (Aristoteles). Es ist vielleicht keine allzu kühne Vermutung, wenn wir annehmen, daß diese Lehren über die Natur des Raumes die Schuld daran tragen, daß die Mathematik und insbesondere die Geometrie den Raum nicht zum Gegenstand wissenschaftlicher Forschung machte. Vielleicht liegt hier der Grund, warum sich die griechische Geometrie so stark auf die Ebene beschränkte".⁴⁶

J. Philoponos (um 570 n. Chr.) kritisierte bereits in seinem Kommentar den Raumbegriff des **Aristoteles**: "Der Raum ist nicht die begrenzende Fläche des umfassenden Körpers ... er ist ein bestimmter Abstand, meßbar in drei Dimensionen, unkörperlich seiner eigentlichen Natur nach und verschieden von dem in ihm enthaltenen Körper. Er ist reine Dimensionalität frei von aller Körperlichkeit; hinsichtlich des Stoffes sind Raum und das Leere identisch".⁴⁷ Diese Identifizierung von Raum und Leeren bedeutete aber noch nicht, daß Leeres als solches real existiert. Obwohl das Leere hier logisch gefordert wird, ist es nur mit Materie koexistent gedacht. Sobald ein Körper einen bestimmten Teil des Raumes verläßt, ersetzt ein anderer Körper den ersten. Von einem selbständigen Raum als einem leeren "Gefäß", in dem sich Materie bewegen kann, ist also hier noch keineswegs die Rede, und so ist es bis ins 16. Jahrhundert geblieben. Erst durch **B. Telesio** (1509 – 1588) und **F. Patritius** (1529 – 1597) wird ein Raumbegriff in die Naturphilosophie (Wissenschaft) eingeführt. Bei **Telesio** heißt es⁴⁸:

Deshalb muß der Raum Aufnehmer jedweder Gegenstände sein. Wenn die existierenden Gegenstände aus ihm sich zurückziehen und aus ihm entfernt sind, so zieht doch er selbst sich in keiner Weise zurück oder entfernt sich. Vielmehr bleibt er beständig derselbe und nimmt bereitwillig nacheinander die einander folgenden Gegenstände auf. Dabei ist er immer so groß, wie die Größe der in ihm untergebracht en Gegenstände es verlangt. Der Raum ist folglich den Gegenständen gleich, die in ihm ihren Ort haben, doch mit keinem dieser Gegenstände je identisch, sondern gänzlich von ihnen allen verschieden.

Der Raum ist in seiner Struktur völlig homogen, so daß die Existenz von "natürlichen Örtern", wie sie **Aristoteles** postuliert hat, unmöglich ist. Die Bewegung von Körpern im Raum wird nicht durch irgendwelche qualitativen Unterschiede im Raum selbst verursacht, sondern ist das Ergebnis physikalischer Kräfte. Der Raum als ganzer ist unbeweglich. **F. Patritius** geht noch einen Schritt weiter⁴⁹:

46) M. Jammer, op. cit., S. 24/25.

47) Ioannes Philoponus, Commentaria, zit. nach: M. Jammer, op. cit., S. 58.

48) B. Telesio, De natura rerum iuxta propria libri novem, 15 86, Buch 1, Kap. 25, in: M. Jammer, op. cit., S. 91.

49) F. Patritius, Pancosmia, 13. Buch, 1583, zit. nach F. Fierz, op. cit., S. 82.

Der Raum existiert also ganz in sich und durch sich, er besteht daher immer durch sich und in sich; und er bewegt sich niemals, noch ändert er Wesen oder Ort, weder teilweise noch im ganzen.

Hier tritt uns die Idee des >absoluten Raumes< zum ersten Mal entgegen, und zwar mit dem Argumenten: Was nirgends ist, das existiert nicht. Das heißt: Alles, was existiert, hat einen Ort und ist daher im Raume ("Si sunt, nullibi non sunt".⁵⁰). Das gilt auch von den unkörperlichen Dingen – sogar von Gott⁵¹: "So sind also alle Wesen und Überwesen im Raum" ("Sunt ergo entia cuncta, et eaque supra entia sunt, in spacio"). In genau demselben Sinne sagt Newton hundert Jahre später: "Sicher ist der Schöpfer aller Dinge nicht niemals und nirgends."

G. Gassendi (1592 – 1655) nimmt die Thesen auf und erkennt im Raum "eine notwendige, unendliche, unbewegliche, unkörperliche, dreidimensionale Gegebenheit", die teils mit Materie erfüllt, teils leer ist.⁵² "So wurde Gassendis Raumauffassung zur Grundlage einerseits für die atomistischen Theorien des 17. Jahrhunderts mit ihrer diskontinuierlichen Materie, welche den kontinuierlichen Raum füllt, andererseits für eine Himmelsmechanik. Es blieb Newton vorbehalten, die Raumtheorie Gassendis in seine große Synthese einzubeziehen und ihr im Begriff des absoluten Raumes eine bevorzugte Stellung in der Physik anzuweisen".⁵³ All diese Gedanken wurden Newton durch die sog. Cambridger Platonisten, vor allem durch Henry More (1614 – 1687) vermittelt, der den Raum als Allgegenwart Gottes, als göttlichen Raum erklärt.

Wie die vorliegende Darlegung zeigt, ist die Entwicklung des neuen Raumbegriffes nicht eine theoretische Angelegenheit der sich entwickelnden Physik allein, sondern hat tiefe Ursachen in dem "kollektiven Bewußtsein" der Epoche. Nach I. Kant ist Erkennen durch intuitive Anschauung und durch begriffliches Denken möglich. Die Anschauung erhält aber als Erkenntnisorgan nicht nur intuitive, sondern auch diskursive Elemente. Denn "das Anschauungsvermögen besitzt eine Fähigkeit, die dem diskursiven Durchlaufen logischer Schlüsse im reinen Denken entspricht, es ist eine diskursive Erkenntnismöglichkeit des Menschen in der Anschauung".⁵⁴ Was im 16. Jahrhundert durch begriffliches Denken in der Naturphilosophie (Wissenschaft) zur Erhellung des Raumbegriffes geleistet worden ist, das ist im 15. Jahrhundert bereits durch intuitiv-diskursive Anschauung gesucht und vorbereitet worden. Vor diesem Hintergrund, den ich in wenigen Konturen zu erhellen versuchte, müssen wir die Auseinandersetzung um den Raum in der Renaissance und um die Bewältigung seiner Darstellung in der Malerei sehen. Die Perspektive wird notwendig, weil die Welt als ein Raum-Zeit-Gefüge erlebt und gedeutet wird. Mit der Perspektivkonstruktion war eine prinzipielle Methode gefunden, einerseits den Raum als "Geometrie" selbst durch Geometrie auf der Fläche wiederzugeben und andererseits das sich in geometrischen Eigenschaften am sinnfälligsten offenbarende, allumfassende Ordnungsprinzip der Welt, die Harmonie, unmittelbar zur Anschauung zu bringen.

Zum Schluß muß noch eine Anmerkung zu dem Punkt "Richtigkeit" gemacht werden, da

50) F. Patritius, op. cit., 1. Buch (de Spacio Physico), zit. nach F. Fierz, op. cit., S. 109.

51) F. Patritius, op. cit., 1. Buch (de Spacio Physico), zit. nach F. Fierz, op. cit., S. 111.

52) P. Gassendi, Epistolae tres de motu Impresso a motore translato, nach M. Jammer, op. cit., S. 100.

53) M. Jammer, op. cit., S. 100.

54) Lingenberg, op. cit., S. 12.

dieser Begriff zu Mißverständnissen führen könnte. Es wurde schon bemerkt, daß "Richtigkeit" immer nur in einem bestimmten Kontext definiert und verstanden werden kann. Richtigkeit bezieht sich auf ein ganz bestimmtes Raumverständnis und Raumempfinden, das wir durchaus als typisch klassisch-europäisch bezeichnen könnten. Andere Kulturen haben ein *anderes* Raumverständnis und Raumerleben entwickelt und kultiviert. So haben z. B. die Maler in Japan und China bis zum Kontakt mit europäischer Kunst Räumliches und



Hokusai: Ein Maler betrachtet sein Werk (1833/36)



Blatt aus einem alten chinesischen Malerhandbuch

Raum durchweg – in unserer Terminologie – nicht in Zentralperspektive, sondern in *Parallelperspektive* dargestellt, wie die beiden wiedergegebenen Beispiele verdeutlichen sollen. Damit ist kein Werturteil verbunden, sondern es handelt sich um eine Frage des Stils.⁵⁵

Aber auch innerhalb der europäischen Tradition ist die (dominante) Auffassung nicht ohne Kritik geblieben. Die Einwände von Leibniz wurde schon erwähnt. Die Dominanz der geometrischen Interpretation der Welt wurde allgemeinverständlich von Jonathan Swift (1726) kritisiert, indem er das Verhaltens der Menschen von »Laputa« so schildert:

Die Ideen jener Leute bilden sich stets nach ... mathematischen Linien und Figuren. Wollen Sie zum Beispiel die Schönheit einer Frau oder eines Tieres rühmen, so beschreiben sie sie durch Rhomben, Parallelogramme, Ellipsen und andere geometrische Begriffe. Die Diener zerschnitten das Brot in der Form von Kegeln, Zylindern, Parallelogrammen und anderen mathematischen Figuren.

Er karriert damit einerseits das Konzept, das am konsequentesten von Galilei in dem berühmten Zitat ausgesprochen wurde⁵⁶:

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali

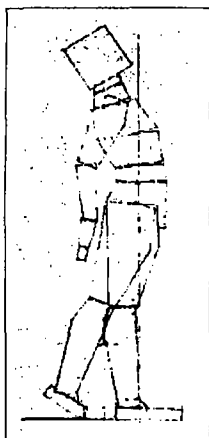
55) Siehe z. B. E. Panofsky, op. cit., S. 268.

56) G. Galilei, Il Saggiatore (Die Goldwaage), 1623, in: Opere, Ed. nazionale, Firenze, 1890 – 1909, Bd. VI, S. 232.

mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

(Die Philosophie [= Naturphilosophie] ist in dem großen Buch niedergeschrieben, das uns immerwährend vor Augen liegt (i. e. das Universum), das wir aber erst lesen können, wenn wir die Sprache verstehen und die Zeichen kennen, mit denen es geschrieben ist. Es ist geschrieben in der Sprache der Mathematik und ihre Zeichen sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne deren Kenntnis es menschenunmöglich ist, ein Wort zu verstehen; ohne diese Kenntnis irrt man durch ein dunkles Labyrinth.)

Andererseits spielt Swift mit seiner "Karikatur" auf die Methode von Künstlertheoretikern an, alle Gegenstände einschließlich des menschlichen Körpers nach ebenflächigen mathematischen Körpern zu analysieren.



Links: A. Dürer, Proportionsstudie; Mitte: L. Cambiolo (1527 - 1585), Figurengruppe; Rechts: P. Picasso, Der Gitarrenspieler (1910)

Hiermit wird nochmals die allgemeine Geisteshaltung sichtbar, die bis ins ausgehende 19. Jahrhundert eine vorherrschende Rolle innehatte. Interessanterweise wird *scheinbar* von P. Cézanne (1839 - 1906) dieses Konzept ausdrücklich erneuert, wenn er z. B. E. Bernard den Rat gab, den die Zeitschrift »Mercur de France« am 17. Oktober 1907 veröffentlichte: "Die Natur als Zylinder, Kugel und Kegel behandeln."

Tatsächlich bedeutet diese nach der impressionistischen Epoche scheinbare Wiederanknüpfung aber das Ende der von der Renaissance eingeleiteten Raumauffassung und den Beginn der Überwindung im Kubismus⁵⁷:

Für Cézanne bedeutete die Natur einen Vorrat an plastischen Formen, die es erst zu vereinfachen galt, damit sie an Kraft gewinnen; danach baute er sie in sein Bildgefüge ein, um eine größere Tiefenwirkung zu erreichen. Jedoch verzichtete er bei der Wieder-

57) J. Pierre, Der Kubismus, Lausanne, 1967, S. 29.

gabe der Körper auf Helldunkelmalerei und ersetzte diese durch die Schwingungen der Farbe. Für die Kubisten dagegen war die Natur nur ein Vorwand, und sobald sich eine Gelegenheit ergab, lösten sie sich von ihr los. Außerdem befaßten sie sich mit der dritten Dimension nur sehr oberflächlich. Augenfällig ist der Umstand, daß in ihren Landschaften von 1908 - 1909 durchwegs die Horizontlinie und sogar das Stück Himmel fehlt. Auf diese Weise wollten sie vermeiden, das Bild zu sehr "auszuhöhlen". Ganz im Gegensatz zu Matisse und Derain lehnten sie es ab, Figuren oder Gegenstände in einem Innenraumgegen das Schauspiel im Freien, das man durch ein geöffnetes Fenster erblickt, zu stellen.

Die Welt "nicht mehr durch ein geöffnetes Fenster" (Schnitt durch die Sehpypamide) sehen zu wollen, ist das genaue Gegenteil zur grundlegenden Konzeption der Renaissance. Trotzdem beruft man sich weiterhin auf die Geometrie. G. Apollinaire, der Wortführer der Kubisten, verkündete⁵⁸: "Man kann sagen, daß die Geometrie für die bildenden Künste dieselbe Bedeutung hat wie die Grammatik für den Schriftsteller." Und L. Vauxcelles schrieb im *Gil Blas* vom 14. November 1908 über G. Braques Bilder: "Er verachtet die Form, er führt alles, Landschaften, Figuren und Häuser, auf geometrische System zurück." Ziel ist aber jetzt, nicht mehr die Dinge so dazustellen, wie man sie sieht, sondern man will "das Wesen der Dinge" herausstellen, und den Vordergrund mit dem Hintergrund zu vereinigen, also Körper und Raum nicht mehr als getrennt anzusehen⁵⁹:

Die Trennung zwischen Bildgegenstand und Hintergrund ist nun aufgehoben, zugleich werden auch die Überreste der klassischen Perspektive über Bord geworfen. Von nun an will der Kubismus nicht mehr Räumliches vortäuschen, sondern einzig reine Architektengebilde auf der flachen Leinwand aufbauen, in die man einige Objekte aus dem täglichen Leben um ihrer Form oder ihres Gefühlswertes willen einfügt.

Die Ablehnung der klassischen Perspektive bedeutet nicht allein eine Absage an die Stilmittel der Renaissance und ihre willkürlichen theoretischen Grundlagen, vielmehr entspringt sie einem Mißtrauen gegenüber der visuellen Erfahrung schlechthin.

Raum nimmt damit eine neue Bedeutung an, die Raumgestaltung sucht neue Formen, denn Raum ist nicht nur "Umwelt", sondern vor allem "Mitwelt". Das war natürlich immer so: Daß Raum auch nach der Entdeckung und Anwendung der Zentralperspektive auch in Europa sehr verschieden gedeutet und ihm sehr verschiedene emotionale und symbolische Bedeutungen gegeben wurden, das sollte durch das Gemälde Giorgiones Gemälde schon ein wenig angedeutet werden.

Finden wir zu diesem Umbruch in der Malerei (und allgemein in der Kunst) zu Beginn unseres Jahrhunderts auch wiederum Parallelen in der Physik? Ich glaube, jedem Kenner oder Liebhaber der Malerei dürfte gleich eine Reihe von Assoziationen durch den Kopf gehen. Ob oder wie weit hier wirklich Parallelen aufzuzeigen wären, wäre eine eigene Darlegung wert.

Solche Überlegungen scheinen mir bei dem heute steigenden Interesse an fächerübergreifenden Zusammenhängen im Unterricht, wie sie z. B. bereits in neuen Lehrplänen aufgegriffen werden, eine fast notwendige Vorarbeit für den Unterricht zu sein.

58) Zit. nach: J. Pierre, op. cit., S. 17.

59) J. Pierre, op. cit., S. 32.