

An abstract painting featuring a central human figure with visible anatomical details like veins and muscles. The figure is surrounded by vibrant, geometric shapes in yellow, red, blue, and purple. A prominent feature is a series of black and white stripes that form a funnel-like shape, possibly representing an eye or a lens. The background is dark and textured, with some white, cloud-like or smoke-like elements.

Das menschliche Auge

in der Anatomie, Bildenden Kunst,
Medizin und Psychologie

Alf C. Zimmer

Zum Verhältnis von Wahrnehmungspsychologie und Kunst

Können psychologische Theorien der Wahrnehmung zu Theorien der visuellen Kunst etwas beitragen?

In der Welt der Kunst, aber auch überwiegend in der Welt der Kunstgeschichte dominiert auf diese Frage die Antwort *wenig, wenn überhaupt etwas*, und das Wenige wird dann auf den Bereich der Rezeptionsästhetik reduziert. Ähnliches gilt für die neuronalen Grundlagen der ästhetischen Wahrnehmung; dazu Semir Zeki, der den Begriff Neuroästhetik geprägt hat:

„Much has been written about art but not in relation to the visual brain, through which all art, whether in conception or in execution or appreciation, is executed.“¹

Es gibt jedoch Ausnahmen; besonders hervorzuheben ist die Diskussion von Gibson & Gombrich in der Zeitschrift *Leonardo* (1978/79), hier hat sich gezeigt, wie ertragreich der gegenseitige Austausch von Wahrnehmungswissenschaft und Kunsttheorie sein kann.²

Im Rahmen dieser Auseinandersetzung zeigt Gibson, dass unter normalen Bedingungen die übliche Unterscheidung von Erscheinung und Wirklichkeit nicht existiert. Unter der Bedingung der – wie Gibson es bezeichnet – *direkten Wahrnehmung* setzt der Wahrnehmende seine subjektive Wirklichkeit nicht aus vielerlei Schnappschüssen zusammen, aus denen diese erst erschlossen werden muss, sondern er erfasst unmittelbar die Invarianzen der Szene und hat dabei direkten Zugang zu dem, was ihm die Szene an Möglichkeiten der Einwirkung bietet. Diese Möglichkeiten der Einwirkung (*affordances*) sind nicht Ergebnis von bewussten oder unbewussten Schlüssen,³ sondern sind unmittelbar im visuellen System gegeben.

Wenn – wie Friedrich Schiller in seinen Briefen zur ästhetischen Erziehung von 1801 ausführt – die her-

kömmliche Aufgabe der Malerei in unserer Kultur die Nachahmung von Schein ist (*Mimesis*), dann können Bilder nicht die Wirklichkeit wiedergeben, wie sie nach Gibson unter natürlichen Bedingungen in der direkten Wahrnehmung gegeben sind. Daher ist die Wahrnehmung von Bildern notwendigerweise indirekte Wahrnehmung, die Schlussprozesse notwendig macht, damit vom Bild auf die repräsentierte Wirklichkeit geschlossen werden kann.

Ein besonders treffendes Beispiel dafür ist die Deckenmalerei in St. Ignacio in Rom, wo die intendierte Räumlichkeit nur wahrgenommen werden kann, wenn sich der Betrachter an dem vom Maler dafür vorgesehenen Ort in der Kirche stellt (Abb. 1).

Im Folgenden soll gezeigt werden, dass nicht nur die Psychologie der Wahrnehmung zur Theorie der visuellen Kunst beitragen kann, wie es sehr viel ausführlicher und detaillierter Gombrich speziell in seinem Text *The „what“ and the „how“* getan hat, sondern, dass Gibsons Skeptizismus über die Information in Bildern nur zum Teil berechtigt ist.

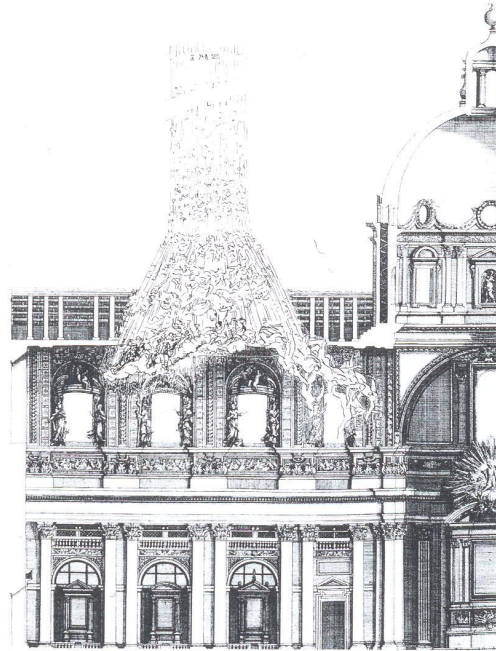
Beispielhaft soll gezeigt werden, wie die genauere Analyse impliziter Wahrnehmungstheorien von Malern etwas dazu beitragen kann, die Hintergründe der kunsttheoretischen Debatte in der Renaissance aufzuklären, in der *Disegno* (konzeptuell, rational begründete Malerei) *Colore* (getreue Wiedergabe) gegenübergestellt werden.

Ausgangsbeispiel: Wirklichkeit in Bildern

Wir alle wissen, dass im Gegensatz zu den Legenden, die über die Gemälde von Zeuxis erzählt werden, Vögel durch gemalte Früchte nicht getäuscht werden, weil – wie Gibson ausführen würde – gemalte Früchte nicht die Invarianzen von realen Früchten aufweisen und daher den Vögeln keine Wirkmöglichkeiten aufzeigen. Allerdings kann man in Abbildung 3 sehen, dass schon einfache Bilder sehr viel an direkt aufnehmbarer Information enthalten, die Wahrneh-



1 Deckengemälde von S. Ignazio



2 Illusion der Kuppel von S. Ignazio

mungsprozesse (Bestimmung von räumlicher Tiefe und Helligkeit) auslösen, die denen in realen Szenen absolut entsprechen und daher die Illusion von Wirkmöglichkeiten erzeugen.

Es ist lediglich notwendig, in systematischer Weise den Sättigungsgrad bzw. den relativen Sättigungsgrad in den Kreissegmenten zu verändern, um unmittelbar den Eindruck von Transparenz oder – im Extrem – von Scheinkonturen zu erzeugen.⁴ In der Malerei sind diese Techniken seit über 2000 Jahren bekannt – siehe zum Beispiel das Stilleben einer Glasschüssel mit Früchten in der Villa von Julia Felix in Pompeji. Allerdings kann die experimentelle Psychologie zeigen, dass für den Wahrnehmenden in solchen Bildern mehr Information enthalten ist als nur eine Nachahmung des Scheins: Der wahrgenommene Abstand zum durchsichtigen Dreieck ist geringer als der zum Hintergrund bzw. zu den Kreisen und das Dreieck, das durch die Scheinkonturen produziert wird, liegt nicht nur oberhalb der drei Kreise, sondern sein Weiß hat eine höhere subjektive Helligkeit als der Hintergrund (Abb. 3). Dies zeigt, dass Bilder – zumindest teilweise – Illusionen von Wirkmöglichkeiten aufweisen können, die durchaus dem entsprechen, was Gibson die unmittelbare Erfassung der Invarianzen nennt.

Vermutungen darüber, warum in der Vermittlung der Malerei Wahrnehmungstheorien wenig Berücksichtigung gefunden haben

Die inhärente Spannung zwischen der Kunst, der Malerei und Theorien der Wahrnehmung wird unmittelbar deutlich im Curriculum des Bauhauses, dessen Intention es war, alle Voraussetzungen für die handwerklichen Grundlagen von Kunst zu schaffen, die selbst allerdings nicht gelehrt werden kann. Dieses Curriculum, soweit es sich mit den handwerklichen Grundlagen der Malerei beschäftigt, reduziert Wahrnehmung, insbesondere Farbwahrnehmung, auf Physik und Chemie, weder der physiologische Ansatz von Helmholtz noch die phänomenologischen Ansätze von Hering oder Mach werden auch nur erwähnt, auch das Thema *Gestalt*, das die damalige Wahrnehmungstheorie und auch die Erkenntnistheorie prägte, findet keine Berücksichtigung.

Tatsächlich kann man die Bauhaustradition als Versuch verstehen, die traditionelle Diskussion um das *Wesen der Malerei* zu umgehen, wie es in Renaissance und Barock heftig diskutiert worden ist.

Nicolas Poussin (in seinem Brief an De Noyer) hat mit seinem Wort von den *deux manières de voir les ob-*

jects die Diskussion auf den Punkt gebracht. Er führt weiter aus:

„Es gibt zwei Arten, Objekte zu sehen: Sie einfach zu sehen, und sie aufmerksam wahrzunehmen. Einfaches Sehen besteht darin, dass das Auge in ganz natürlicher Weise die Form und Ähnlichkeit des gesehenen Objekts auffasst. Die bewusste Wahrnehmung eines Objektes bedeutet aber, dass man sorgfältig analysiert, was man braucht, um das Objekt zu kennen, dies geht über die einfache und natürliche Erfassung des Objekts im Auge hinaus.“⁴⁵

Diese unterschiedlichen Arten des Sehens reflektieren den Konflikt zwischen *Malen, was man sieht* vs. *Malen, was man weiß*,⁴⁶ oder eher technisch: Ein Objekt von einem fixierten Punkt zu sehen im Gegensatz zu ein Objekt so zu sehen, wie es wirklich ist, nämlich inklusive aller möglichen Transformationen.

Ganz analog hat Michelangelo bereits den Unterschied zwischen italienischer und flämischer Malerei in den von Francesco de Hollanda überlieferten Gesprächen ausgedrückt:

„In Flandern malen sie mit dem Blick auf die äußere Exaktheit [...] Sie malen Stoff und Architektur, das grüne Gras der Felder, den Schatten der Bäume, der Flüsse und Brücken, was sie Landschaften nennen [...] alles dies so, dass es den Betrachter erfreut, aber ohne rationale Durchdringung oder (wirkliche) Kunst, ohne Symmetrie oder Proportion, ohne kluge Entscheidung oder Kühnheit und endlich ohne Substanz oder Kraft.“⁴⁷

In gewisser Weise können die Unterschiede zwischen *Disegno* und *Colore*, bzw. die südliche oder nördliche Sicht der Malerei auf gegensätzliche Interpretationen von Albertis Traktat über die Malerei zurück geführt werden:

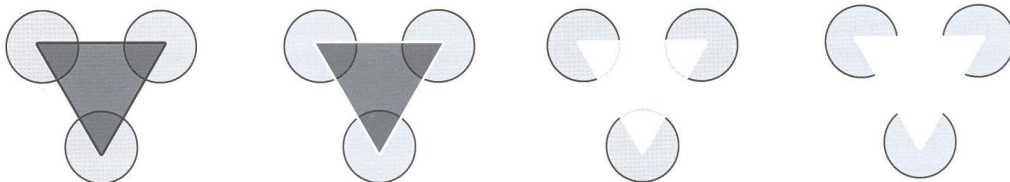
„groß, klein, kurz, lang, hoch, niedrig, breit, hell, dunkel, strahlend, düster und alles dieser Art, was Philosophen Akzidentia genannt haben, weil sie in den Dingen sein können oder auch nicht, all diese sind derart, dass sie nur durch Vergleich erfasst werden können. Protagoras mit seinem Satz, wonach der Mensch das Maß aller Dinge ist, brachte damit zum Ausdruck, dass Akzidentia in den Dingen in Relation zu den Akzidentia des Menschen gesehen werden müssen.“⁴⁸

Was Alberti hier beschreibt, ist das Konzept des Bezugsrahmens in allgemeiner Form. Die unterschiedlichen Interpretationen des Sehvorgangs beginnen mit der Interpretation der Bedeutung des Satzes vom Menschen als dem Maß aller Dinge, nämlich ob dies im Sinne der Geometrie bzw. der Anwendung physikalischer Messinstrumente geschieht oder ob der Sehvorgang untrennbar mit dem Weltwissen des Sehenden verknüpft ist, wie es der Auffassung von z.B. Michelangelo oder Raphael entspricht, wonach Schönheit nicht in der Welt, sondern in der *Seele des Sehenden* ist – eine für die Renaissance gängige neuplatonische Vorstellung.

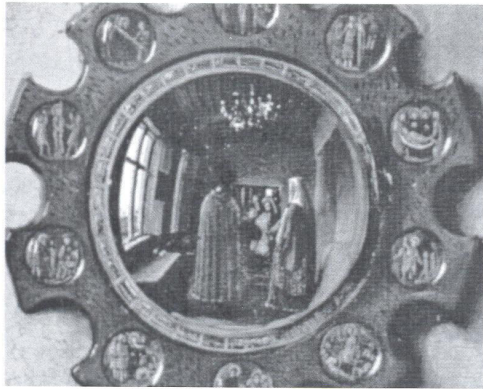
Die geometrische bzw. physikalische Sicht des Sehens (*die nördliche Auffassung*) findet sich in paradigmatischer Form in Johannes Keplers Theorie der Wahrnehmung:

„Dem gemäß entsteht Wahrnehmung mittels eines Bildes des gesehenen Objektes, wie es auf der konkaven Oberfläche der Retina geformt wird. ... und daher müssen die Ursprünge von Fehlern in der Wahrnehmung in der Bildung [dieser Bilder] und der Funktion des Auges gesucht werden.“⁴⁹

Aus dieser Auffassung entsteht das Prinzip *ut pictura, ita visio* und auf diesem Hintergrund ist es nicht erstaunlich, dass Kunsthistoriker (z.B. Panofsky oder Lord Clark) die Kunst eines Jan van Eyck oder eines



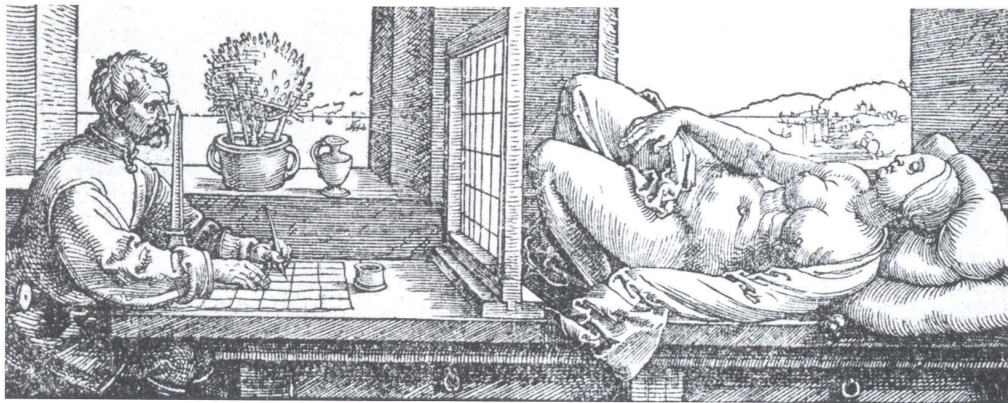
3 Beziehung zwischen scheinbarer Transparenz und illusionären Konturen



4 Jan van Eyck: Arnolfinische Hochzeit. Detail: Der Spiegel. 1434. Öl auf Holz



5 Johan van Beverwyck's (1667) Theorie der Wahrnehmung für Künstler in seinem Buch Wercken der Genees Konste, wo er auf der Camera obscura nach Drebbel aufbaut.



6 Unterweysung der Messung, gespiegelt, um einen besseren Vergleich mit den Abbildung 9 und 10 zu ermöglichen.

Vermeer in Termini der Fotografie interpretiert haben. Panofsky: „Jan van Eycks Auge funktioniert wie ein Mikroskop und ein Teleskop zur gleichen Zeit.“¹⁰ Clark über die Ansicht von Delft: „Dieses einzigartige Kunstwerk stellt sicherlich die größte Annäherung der Malerei an die Farbfotografie dar.“¹¹

Der Fotoapparat als Metapher für visuelle Wahrnehmung

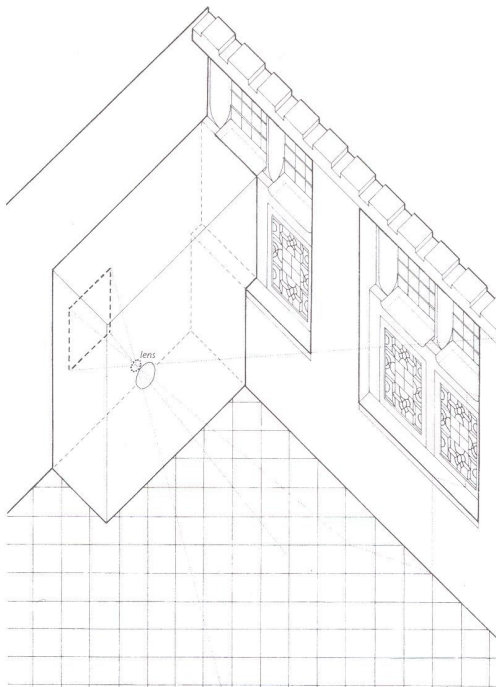
Die Theorie der Wahrnehmung nach Kepler betrachtet Sehen als passiven Prozess und Panofsky und Clark stimmen in der Nutzung der Metapher des Fotoapparats implizit Kepler zu "[...] die Retina ist gemalt mit den farbigen Strahlen der sichtbaren Dinge."¹²

Nach dieser Theorie ist der Ausgangspunkt für jede Wahrnehmung die Projektion der externen Welt auf die konkave Retina und tatsächlich spielt Jan van

Eyck auf diese Theorie an, wenn er in der *Arnolfinischen Hochzeit* die Rücken von Braut und Bräutigam und sich selbst in einem blauen Gewand zeigt, wie sie in einem konvexen Spiegel reflektiert werden und so der Projektion auf der konkaven Retina entsprechen (Abb. 4).

In dieser Modellierung des Wahrnehmungsprozesses werden weder die Augenbewegungen des Wahrnehmenden berücksichtigt, noch die Tatsache, dass sich der Betrachter üblicherweise im Raum relativ zum betrachteten Objekt bewegt.

Technische Hilfsmittel zur geometrisch exakten Wiedergabe, wie das von Albrecht Dürer in seiner *Unterweysung der Messung* dargestellte, sogenannte *Dürersche Fenster* (Abb. 6), erfordern eine starre Konstellation von Betrachter und Betrachtetem. Die Tatsache, dass Dürer in Malerei und Grafik deutlich von dem ab-

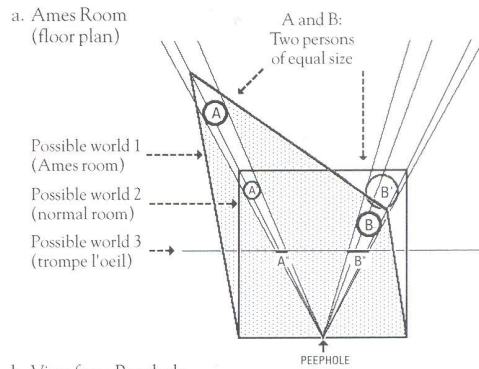


7 Der Plan von Vermeers Atelier nach Steadman. Aufgrund der Position der Fenster und der Bodenkacheln kann man identifizieren, von wo aus die von Vermeer gemalten Interieurs aufgenommen worden sind. Steadman leitet daraus die Geometrie der Camera obscura ab.

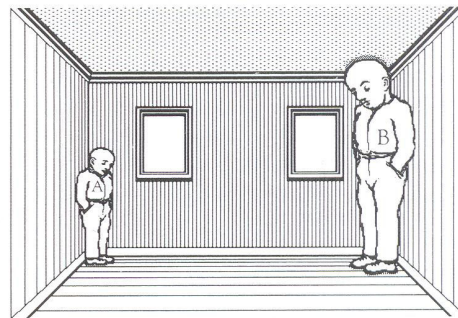
wich, was eine – unkritische – Anwendung des von ihm entwickelten *Dürerschen Fensters* vorgab, zeigt, dass er sich in der künstlerischen Praxis eher an Michelangelos *Kühnheit* orientierte, als an dem Prinzip *ut pictura, ita visio*, wie sie den Konstruktionsprinzipien in der *Unterweysung der Messung* zugrunde liegt.

Der Instrumentenbauer Drebbel entwickelte die bekannte *Camera obscura* zu einem Instrument für die Unterstützung perspektivischen Malens, das die Malpraxis des 16. und 17. Jahrhunderts in den Niederlanden stark beeinflusst hat (Abb. 5). Huygens (1596 bis 1687) beschrieb in seiner Autobiografie von 1629 viele Details des kulturellen Hintergrunds der bildlichen Kunst in den Niederlanden und führte in einem Brief an seine Eltern folgendes über Drebbels Instrument aus:

„Ich habe zuhause Drebbels anderes Instrument, das zweifellos wunderbare Effekte für die abbildende Malerei in einem dunklen Raum



b. View from Peephole

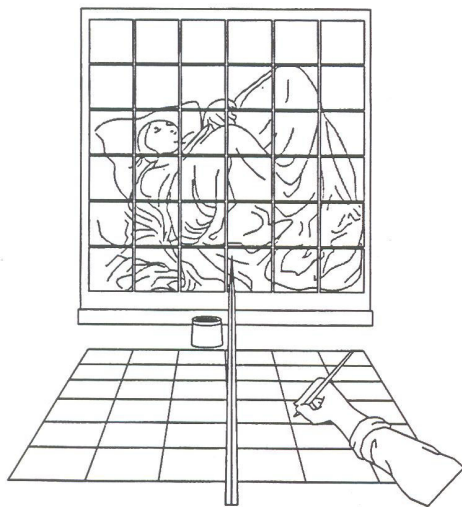


8 Der Konstruktionsplan für den Ames Raum, b) die resultierenden Wahrnehmungen bei der Sicht durch das Betrachtungsloch.

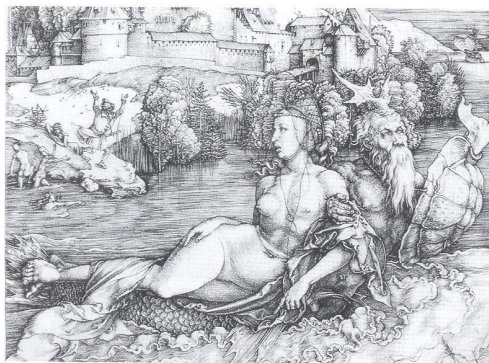
produziert. Es ist nicht möglich, auch diese Schönheit in Worten zu beschreiben: Alle Malerei ist tot im Vergleich, denn hier ist das Leben selbst oder etwas eben Edleres, wenn nur die Worte dafür ausreichen. Form, Kontur und Bewegung kommen hier natürlich zusammen, in einer rundum angenehmen Weise“¹³

Es gibt starke Hinweise darauf, dass die *Camera obscura* ein verbreitetes Instrument für flämische Maler gewesen ist; Steadman postuliert sogar, dass in Vermeers Atelier eine riesige *Camera obscura* installiert war (Abb. 7).¹⁴

Im 19. Jahrhundert schlug Helmholtz einen Versuchsaufbau vor, um seine Theorie der *unbewussten Schlüsse* in der Wahrnehmung zu stützen. Er benutzte dabei eine Art Lochkamera, wie sie von Van Hoogstraten (siehe die *Perspectifka* in der National Gallery London) entwickelt worden war, und verzerrte die Geometrie in einer derartigen Weise, dass Größentäu-



9 Was der Künstler in Dürers Unterweysung tatsächlich gesehen hat.



10 Albrecht Dürer: Eine liegende Nackte (das Meerwunder von 1498)

sichungen selbst bei gut bekannten Objekten auftreten. Auf dieser Technik hat die Konstruktion des sogenannten Ames Raums basiert (Abb. 8).

Auch Helmholtz betrachtete den Prozess des Sehens als passiv, d.h. gesteuert durch die Sinneseindrücke. Aber er schlug vor, dass erst höhere kognitive Prozesse zur bewussten Wahrnehmung führen. Im Fall des Ames Raumes bedeutet dies, dass die höheren kognitiven Prozesse die Winkel als rechtwinklig interpretieren und daher der Beobachter die Größe der wahrgenommenen Personen reskaliert.¹⁵

Offensichtlich hatte Gibson dies im Sinne, als er Bildwahrnehmung genauso wie die Wahrnehmung im

Ames Raum als indirekte Wahrnehmung bezeichnete, eben weil sie nicht den Beobachter mit invarianter Information versorgen und so Täuschungen induzieren. Allerdings zeigt ein genauerer Blick auf das Werk von Künstlern, dass sie selbst unterstützt durch ein Instrument wie das *Dürersche Fenster* oder die *Camera obscura* versuchen, den Betrachter mit invarianter Information über die Szene zu versorgen, auch wenn sie damit von der exakten Geometrie abweichen.

Die Kunst der gleichzeitigen Darstellung von Was und Wie

Wenn man rekonstruiert, was der Künstler in Abbildung 4 durch das *Dürersche Fenster* tatsächlich wahrgenommen hat, entsteht ein bizarr verzerrtes Bild einer liegenden Frau (Abb. 9).

Zieht man Dürers grafisches Werk zum Vergleich heran, dann fällt unmittelbar auf, dass für Dürer der Künstler über das hinaus gehen muss, was das Instrument des *Dürerschen Fensters* ihm liefert, nämlich dass er die zu malenden Objekte in einer Szene so anordnen muss, dass die Hauptachsen der Orientierung parallel zur fronto-parallelen Ebene des Betrachters sind.

Die systematische Anordnung der darzustellenden Objekte, verbunden mit einer systematischen Konstruktion des Raums, in dem sie eingebettet sind, hat Alpers als eines der Kernprinzipien der flämischen Malerei identifiziert.¹⁶ Allerdings können diese Techniken der systematischen Anordnung und Raumkonstruktion nicht alle Unterschiede zwischen der nördlichen und südlichen Betrachtung der Kunst erklären.

Ein Kernunterschied wird deutlich in Dürers *Unterweysung der Messung*, wo er zwei verschiedene Perspektiven in einem einzigen Bild nutzt: Eine für den Künstler und eine andere für die liegende Frau. Diese Verwendung multipler Perspektiven entspricht besser gut belegten Befunden der Wahrnehmungspsychologie¹⁷ als Keplers Theorie des jeweils nur einen Bildes auf der Netzhaut als Grundlage der Wahrnehmung.

Tatsächlich ist der Wahrnehmungsinhalt das Resultat von vielen Blicken auf eine Szene, wobei diese unterschiedlichen Blicke auf verschiedene Punkte der Szene fokussieren. Dies wird durch Aufmerksamkeitsprozesse gesteuert, wobei die Schärfe des wahrgenommenen Bildes nur im Fokus sehr hoch ist und an den Rändern stark abfällt (Abb. 11).

Eigentlich müsste auch die Farbsättigung zum Rand hin ähnlich stark abnehmen. In Folge der Unschärfe in der Peripherie der Einzelblicke ist es möglich, dass lokale Abweichungen von der allgemeinen Orientierung nicht wahrgenommen werden, wenn überhaupt eine konsistente zentrale Wahrnehmung möglich ist.



11 Eine Darstellung der abnehmenden Schärfe in der Peripherie eines Blickes

Für den Künstler bedeutet dies, dass es möglich ist, durch eine Mischung von Perspektiven einzelne Objekte in ihrer kanonischen Form darzustellen und dennoch eine allgemeine räumliche Szene zu konstruieren, die eigentlich eine kanonische Darstellung der Objekte nicht zulassen würde. Dies kann man z.B. in Raffaels *Schule von Athen* sehen, wo Euklid und Ptolemäus perfekte Kugeln zu tragen scheinen, obwohl wegen der verwendeten Zentralperspektive diese zu Ellipsoiden hätten verzerrt sein müssen (Abb. 12).

Durch die Verwendung der Mischung von Perspektiven ist es möglich, gleichzeitig darzustellen, was bekannt ist, nämlich die Kugelförmigkeit und was aktuell zu sehen ist, nämlich ihre Position an einem definierten Punkt in einer zentralperspektivischen Szene. Dass Maler wie Raphael sich sehr wohl des neoplatonischen Einflusses auf ihre Theorie der Kunst bewusst waren, zeigt sich in einem Brief an Baldassare Castiglione:

„Ma, essendo carestia e di buoni giudici e di belle donne, io mi servo di certa idea che mi viene nella mente. Se questa ha in sé alcuna eccellenza d'arte, io non so; ben m'affatico di averla.“ (Um eine schöne Frau zu malen, muss ich viele schöne Frauen gesehen haben. Ich nutze eine spezifische Idee, die mir in den Sinn kommt. Ob sie hervorragende Kunst auslöst, weiß ich nicht, aber ich arbeite hart daran, das zu schaffen.)¹⁸

Möglicherweise ist dies der Kern der sogenannten südlichen Sicht, wie sie in Michelangelos Kritik der flämischen Malerei ausgedrückt worden ist: Geschickte Wahl bzw. Kühnheit der Darstellung und Kraft. Beispielhaft zeigt Uccellos gemalter Epitaph von John

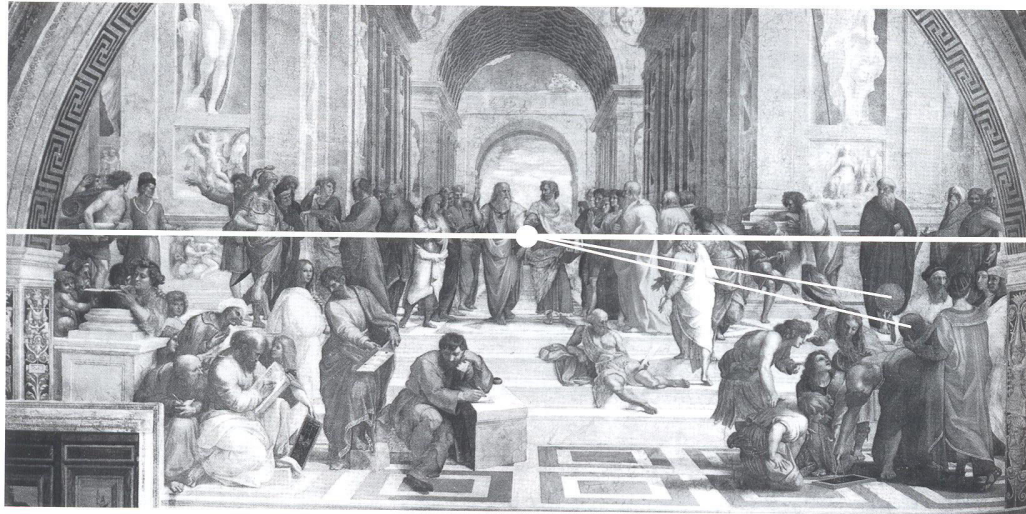
Hawkwood die Umsetzung derartiger Prinzipien (Abb. 13). Der Sockel konnte perspektivisch so verzerrt werden, dass seine Scheinarchitektur sich in die Architektur der Kirche einfügt, aber für die Darstellung des Condottiere wurde die Zentralperspektive gewählt, die ihm sein eigenes Bezugssystem gibt.

Zumindest teilweise zeigen diese Beispiele, dass in der Kunst eine Art von Kooperation notwendig ist zwischen dem Künstler, der multiple Sichtweisen verwendet, um zu zeigen, was wir wissen und den Wahrnehmungsprozessen des Beobachters, durch die Informationen im Sinne Gibsons über die Welt erzeugt werden, die in den Bildern dargestellt werden. Dies entspricht der Position David Humes: „Beauty is no quality in things themselves. It exists merely in the mind which contemplates them.“¹⁹

Diese Kooperation von Künstler und Betrachter ist aber nur möglich, wenn die Wahrnehmungsprozesse nicht ausschließlich auf der individuellen Erfahrung basieren, sondern im Sinne Kants durch apriorische Schemata eingeschränkt sind. Entsprechend entwickelte John Constable seine Definition von Kunst:

“[...] the whole beauty and grandeur of Art consists [...] in being able to get above all singular form, particularities of every kind [by making out] an abstract idea [...] more perfect than any original.“²⁰

Neuere Ergebnisse der Neuropsychologie²¹ weisen ganz dementsprechend darauf hin, dass nicht nur die individuelle Seherfahrung für das Empfinden von Schönheit von Bedeutung ist, sondern dass Abstraktion und Ästhetik als deren Grundlagen neuronal mitbestimmt werden – ganz im Sinne der neoplatonischen Auffassungen in der italienischen Renaissance.



12 Euklid und Ptolemäus mit perfekten Kugeln, obwohl eine zentralperspektivische Verzerrung hätte verwendet werden müssen.

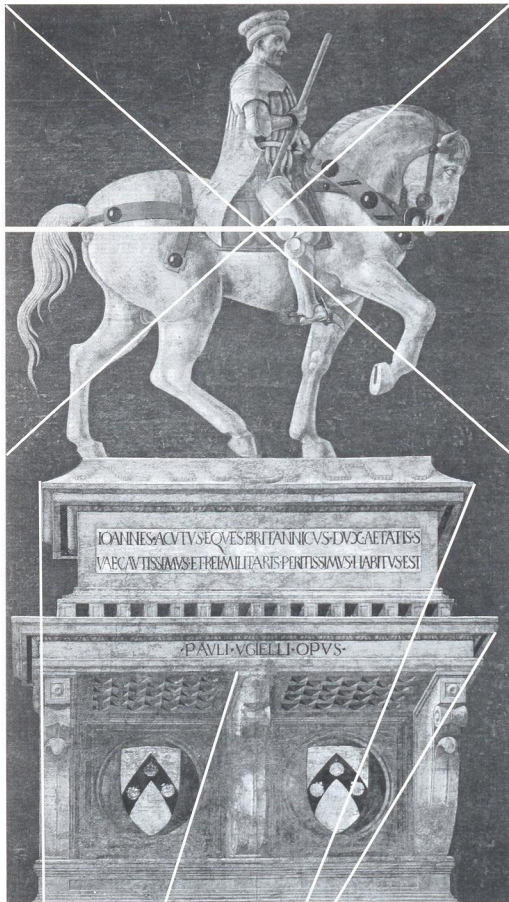
Literatur

- Alberti, Leon Battista: On painting and sculpture. London 1972.
- Alpers, Svetlana: The art of describing. Chicago 1983.
- Clark, Kenneth: Landscape into Art. New York 1976.
- Gibson, James J.: The ecological approach to the visual perception of pictures. In: Leonardo. XI. S. 227–235. Oxford 1978.
- Gombrich, Ernst H.: The "what" and the "how": Perspective Representation and the phenomenal world. In: Logic and art. New York 1972.
- Gombrich, Ernst H.: Comment on Gibson. In: Leonardo. XII. S. 174–175. Oxford 1979.
- Gregory, Richard L.: Eye and Brain. Princeton 1997.
- Helmholtz, Hermann von: Handbuch der Physiologischen Optik. Leipzig 1867.
- Hochberg, Julian: The psycho-physics of pictorial perception. In: Audio-visual communication review. S. 10–50. Washington 1962.
- Hollanda, Francisco de: Four dialogues on painting. London 1928.
- Humes, David: Of the Standard of Taste and Other Essays. New York 1965.
- Jouanny, Charles: (ed.) Correspondance de Nicolas Pousin. Paris 1911.
- Kanisza, Gaetano: Organization in vision. New York 1979.
- Kepler, Johannes: Ad Vittelionem. Wien 2007.
- Kubovy, Michael: The Psychology of perspective and Renaissance Art. Cambridge 1986.
- Panofsky, Erwin: Early Netherlandish Paintings. Cambridge 1953.
- Pirenne, Maurice H.: Optics, painting, and photography. Cambridge 1971.
- Shepard, Roger N.: Mind Sight. New York 1990.

- Steadman, Philip: Vermeer's camera. Oxford / New York 2001.
- Zeki, Semir: Art and the brain. In: Daedalus. 127 (no. 2). S. 71–103. London 1997.
- Zeki, Semir: Artistic creativity and the brain. In: Science. 293 (5527). S. 51–52. Washington 2001.
- Zeki, Semir: Statement on neuroesthetics. In: www.neuroesthetics.org/statement-on-neuroesthetics.php (Stand: 10.9.2010).

Abbildungen

- Abb. 1** Pozzo, Andrea: Deckengemälde S. Ignazio: Die Himmelfahrt des Heiligen Ignatius. 1685. Decke des Langhauses Sant' Ignazio, Rom. Quelle: Enggass, Robert. The painting of Baciccio. Pennsylvania 1964. S. 173.
- Abb. 2** Gesù, Il: Illusion der Kuppel von S. Ignazio. Zeichnung. Quelle: Enggass, Robert. The painting of Baciccio. Pennsylvania 1964. S. 165.
- Abb. 3** Beziehung zwischen scheinbarer Transparenz und illusionären Konturen. Quelle: Grafik von Pfab, Florian.
- Abb. 4** Eyck, Jan van: Arnolfini Hochzeit. Detail: der Spiegel. 1434. Öl auf Holz. National Gallery of Art, London. Quelle: Sylvia Ferino-Pagden, Lucia Fornari Schianchi. Parmigianino und der europäische Manierismus. Wien 2003. S. 47.
- Abb. 5** Dürer, Albrecht: Zeichner des weiblichen Akts (Unterweysung der Messung). Druckgraphik. 1538. Berlin, SMPK, Kupferstichkabinett. Quelle: Alpers, Svetlana. The Art of Describing. London 1983. Abb. 19.
- Abb. 6** Beverwyck, Johan van: Illustration zur Funktion des Auges 1664. Druckgraphik. Den Haag, Königliche Bibliothek Gattung Druckgraphik. Quelle: Alpers, Svetlana: The Art of Describing. London 1983. Abb. 18.



13 Der Epitaph von John Hawkwood mit den jeweiligen auf den Fixpunkt zusammenlaufenden Linien

Abb. 7 Steadman, Philip: Mögliche Anordnung von Vermeers camera obscura. Quelle: Steadman, Philipp: Vermeer's camera. New York. 2001. S. 105.

Abb. 8 Ames Raum nach Shepard. Quelle: Shepard, Roger. New York 1990. S. 180.

Abb. 9 Kubovy, Michael: Was der Künstler in Dürers Unterweysung tatsächlich gesehen hat. Quelle: <http://faculty.virginia.edu/kubovylab> (Stand: 13.06.2010).

Abb. 10 Dürer, Albrecht: Das Meerwunder. 1498. Quelle: Schoch, Rainer, Mende, Matthias, Scherbaum, Anna: Albrecht Dürer. Das Druckgraphische Werk. Bd. 1. Kupferstiche, Eisenradierungen und Kaltnadelblätter. München 2001. S. 66.

Abb. 11 Eine Darstellung der abnehmenden Schärfe in der Peripherie eines Blicks. Quelle: Foto von Pfab, Florian.

Abb. 12 Raffael: Stanza della Segnatura, Die Schule von Athen. 1510. Palast des Vatikan, Rom. Quelle: Vecchi, Pier Luigi de: Raffaello la pittura. Florenz 1981. S. 160.

Abb. 13 Uccello, Paolo: Reiterbildnis des Giovanni Acuto (John Hawkwood). 1436. Florenz. Quelle: Borsi, Franco: Paolo Uccello. Stuttgart 1993. S. 205.

- 1 Zeki, Semir: Art and the brain. In: Daedalus. 127 (no. 2). S. 71–103. London 1997. S. 1.
- 2 vgl. Gibson, James J.: The ecological approach to the visual perception of pictures. In: Leonardo. XI. S. 227–235. Oxford 1978. S. 227. und Gombrich, Ernst H.: Comment on Gibson. In: Leonardo. XII. S. 174–175. Oxford 1979.
- 3 vgl.: Helmholtz, Hermann von: Handbuch der Physiologischen Optik. Leipzig 1867.
- 4 vgl. Kanisza, Gaetano: Organization in vision. New York 1979.
- 5 Jouanny, Charles: (ed.) Correspondance de Nicolas Poussin. Paris 1911. S. 143.
- 6 vgl. Gombrich, Ernst H.: The "what" and the "how": Perspective Representation and the phenomenal world. In: Logic and art. New York 1972.
- 7 Hollanda, Francisco de: Four dialogues on painting. London 1928. S. 16.
- 8 Alberti, Leon Battista: On painting and sculpture. London 1972. S. 52.
- 9 Kepler, Johannes: Ad Vittelionem. Wien 2007. S. 143.
- 10 Panofsky, Erwin: Early Netherlandish Paintings. Cambridge 1953. S. 1:182.
- 11 Clark, Kenneth: Landscape into Art. New York 1976. S. 263.
- 12 Ebd.: S. 276.
- 13 nach: Alpers, Svetlana: The art of describing. Chicago 1983. S. 12.
- 14 vgl.: Steadman, Philip: Vermeer's camera. Oxford / New York 2001.
- 15 vgl.: Gregory, Richard L.: Eye and Brain. Princeton 1997.
- 16 vgl.: Alpers, Svetlana: 1983.
- 17 vgl. Hochberg, Julian: The psycho-physics of pictorial perception. In: Audio-visual communication review. S. 10–50. Washington 1962.
- 18 Raffael, Sanzio: Brief an Baldassare Castiglione. http://www.hs-augsburg.de/~harsch/italica/Cronologia/secolo16/Raffaello/raf_lecs.html (Stand 08.12.2010)
- 19 Humes, David: Of the Standard of Taste and Other Essays. New York 1965. S. 86.
- 20 nach: Zeki, Semir: Statement on neuroesthetics. In: www.neuroesthetics.org/statement-on-neuroesthetics.php (Stand: 10.9.2010).
- 21 vgl.: Zeki, Semir: Artistic creativity and the brain. In: Science. 293 (5527). S. 51–52. Washington 2001.