

A.2 RAUM UND NUTZER

A.2.1 Raumbeziehung

Zwischen Raum und Nutzer besteht eine enge Beziehung. Jeder Mensch, der im Vollbesitz seiner Sinne agiert, taxiert bewusst oder unbewusst seine räumlich Umgebung, indem er

- Wärme fühlt,
- Geräusche hört,
- Düfte riecht sowie
- Helligkeiten und Farben sieht.

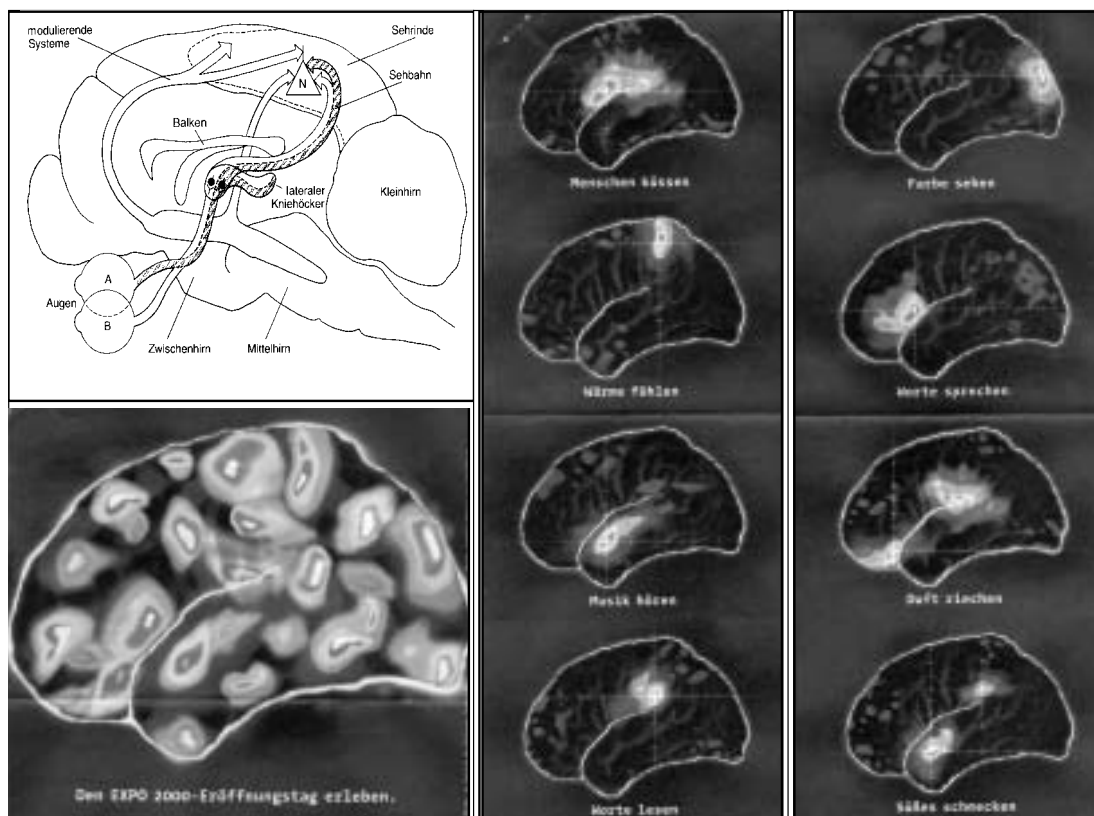


Bild A.40 Raumerleben /A.58/, /A.72/

Der Prozess des Taxierens verläuft spontan und unwillkürlich. Die Sinneseindrücke ergänzen einander und es entsteht ein *Raumgefühl*. Das Raumgefühl bestimmt die Beziehung zum Raum natürlich auch dann, wenn der Raum zur Verrichtung einer Tätigkeit genutzt wird. Hierin unterscheidet sich der Mensch vom Automaten, zu dessen Funktionieren eine sachgemäße Bedienung und die Erfüllung technisch-physikalischer Parameter ausreichen. (Bild A.40)

Im Hinblick auf die visuelle Begegnung mit dem Raum, die hier im Vordergrund steht, wurde im vorangestellten Abschnitt erläutert, was unter *Raumgestaltung* zu verstehen sei: Raumgestaltung ist eine



Bild A.42 Fräulein oder alte Dame
(Zeichnung von E. Boring) /A.43/

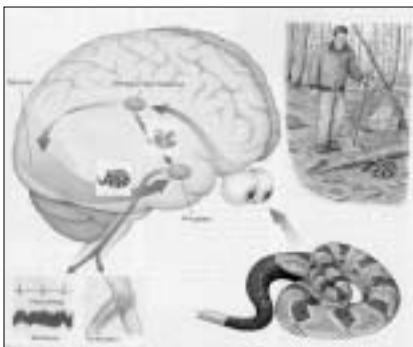


Bild A.43 Reflexe in Gefahrensituationen /A.36/

Geist und Seele des Menschen. Dafür sprechen natürlich auch Erfahrungen, die wir alltäglich machen:

- Man sieht, was man weiß oder sucht, wie mehrdeutige oder fiktive figurative oder konstruktive Darstellungen zeigen. (Bild A.42)
- Man sieht, wie es erscheint, wenn Simultankontrast oder Sukzessivkontrast Helligkeit oder Farbigkeit verändern und Nachbilder erzeugen.
- Man sieht, was lebensbedrohend ist, z.B. die Schlange im Gebüsch. Aber sieht man sie wirklich oder sieht man sie erst, wenn die Gefahr schon vorüber ist? (Bild A.43)

Die Evolution hat uns anstelle einer Lochkameraartigen Sehgrube einen hochsensiblen *Sehapparat* geschenkt. Dieser besteht aus Augen, Sehbahnen und einem Sehzentrum, aber auch aus Verbindungen zum Stammhirn und den Nebennieren. So sind wir in der Lage, unauffällige Reize über neuronale Verschaltungen zu bildhaften Empfindungen zu verkoppeln – und "nebenbei" die Steuerung der vegetativen Motorik und des Hormonhaushaltes, über das *Melatonin* zum Adrenalin und Cortisol, zu bewerkstelligen.

Die schon ins Altertum zurückreichenden Bemühungen, das optische Phänomen des Auges, bis hin zu der Überlegung, dass vielleicht das Auge selbst Energie aussenden könnte, zu klären, werden nun in der Jetztzeit durch neurophysiologische Untersuchungen und Blutanalysen erweitert; mit dem Ergebnis, dass nur ein Teil der neuronalen Impulse über die visuelle (optische) Sehbahn zur hinteren Sehrinde in das Sehzentrum gelangt, um im Abgleich mit angeborenen, später hinzuerlernten und aktuellen Informationen eine bildhafte Empfindung auszulösen, die Kurzzeit oder Langzeitwirkung haben kann. Der andere Teil der neuronalen Impulse gelangt über die vegetative (energetische) Schiene direkt zum Stammhirn, um bei Gefahr möglichst schnell Muskelreflexe auszulösen und die Anpassung an die Situation durch Hormonschübe zur Aktivierung oder Beruhigung des Organismus zu veranlassen. Letzterer Vorgang verläuft unwillkürlich und tritt nicht oder erst nachträglich ins Bewusstsein.

Ebenso unwillkürlich und unbewusst wird unser Organismus in den *circadianen Rhythmus* eingebunden, der sich am Hell-Dunkel-Rhythmus des Tagesverlaufes orientiert, uns in Wach- oder Schlafzustand versetzt und bei Nachtarbeit gestört wird. Der Verlauf der Sonnenbahnen in den verschiedenen Jahreszeiten und der Höchststand der Sonne zur Mittagszeit sind es ferner, die unseren jahreszeitlichen und tageszeitlichen Lebensrhythmus, der uns Phasen voller und reduzierter Leistungsfähigkeit beschert, bestimmen.

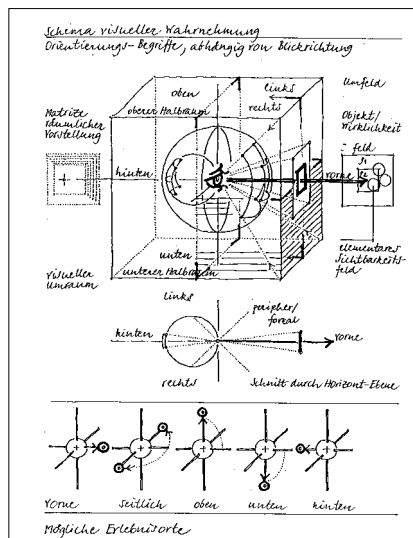


Bild A.44 Orientierung und Raumgedächtnis /A.87/

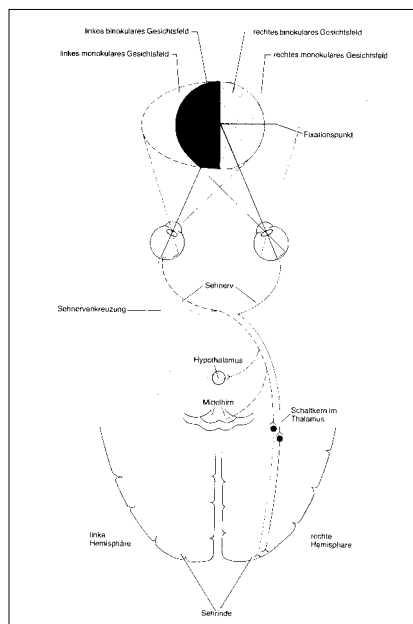


Bild A.45 Verarbeitung visueller Information /A.58/

FAZIT

Unser Sehapparat hat neben den sehr komplexen Abläufen der Visualisierung unserer Umwelt auch noch motorische und hormonale Prozesse zu steuern. Diese Doppelfunktion ist auch die Ursache dafür, dass wir Räume nicht einfach nur als visuelle Projektion sehen, sondern dabei auch ein Raumgefühl empfinden.

A.2.3.1 Orientierung und Raumgedächtnis

Eine wesentliche Voraussetzung für die *Wahrnehmung des Raumes* ist unser visuelles Orientierungsvermögen. Die Grundlage der *Orientierung* ist bereits im Auge physiologisch angelegt. Man kann hier drei kartesisch geordnete Trennungsebenen unterscheiden: (Bild A.44)

Vorne und hinten. Die Trennungsebene zwischen *vorne* und *hinten* ergibt sich aus der größtmöglichen Öffnung des *Gesichtsfeldes* von jeweils etwa 90 Grad seitlich zur Blickrichtung. Was vor uns im Gesichtsfeld liegt, das sehen wir. Was hinter uns liegt und somit vom Gesichtsfeld nicht mehr erfasst wird, müssen wir durch unser Raumgedächtnis ergänzen. Je bewusster wir uns im Raume orientiert haben, desto besser wird es gelingen.

Rechts und links. Die Trennungsebene zwischen *rechts* und *links*, die die erstgenannte Ebene normal schneidet, orientiert sich an der Schwerkraft bzw. dem Lot, das auch unsere Körperhaltung bestimmt. Diese Ebene trennt die Netzhaut unseres Auges jeweils in eine rechte und eine linke Hälfte; eine Teilung, die sich auch über die Sehbahnen bis zu den Hirnhälften fortsetzt. Die über die jeweiligen Hälften des Gesichtsfeldes bezogenen Informationen werden ideell zu einem Ganzen zusammengefügt. Dass die ideelle Zusammenfügung keine Selbstverständlichkeit, sondern eine besondere Leistung unseres Sehapparates darstellt, verdeutlichen Irritationen, die künstlich herbeigeführt werden können: Bei erzwungener Fernakkommodation werden Objekte im Nahbereich mehrfach abgebildet. (Bild A.45)

Oben und unten. Die Trennungsebene zwischen oben und unten, die die erst- und zweitgenannte Ebene normal schneidet, orientiert sich am Wasserspiegel bzw. am Horizont, auf den auch der Boden unter unseren Füßen zuläuft. In dieser Trennungsebene liegen die Augenachsen unserer beiden Augen. (Bild A.46) Horizontverschiebungen erzeugen Orientierungsstörungen, wie aus der Luft- und Seefahrt bekannt ist. Die ideelle Zusammenfügung von Stereoaufnahmen, zwecks besserer Tiefenschärfenwirkung,

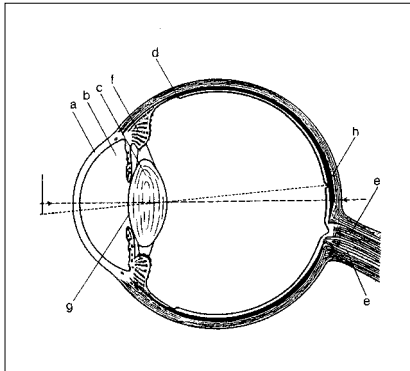


Bild A.46 Horizont und Augenachse
/A.43/

funktioniert auch nur dann, wenn die Aufnahmen sorgfältig auf den Horizont abgestimmt projiziert werden. Größer sind die Toleranzen bei seitlichen Blickachsverschiebungen auf der hier behandelten Trennungsebene. Simuliert man nämlich unterschiedliche Augenabstände oder leicht divergierende bzw. konvergierende Blickrichtungen: Hier kommt es lediglich zu Maßstabsverschiebungen. Übrigens ist auch die Hellempfindlichkeit der oberen und der unteren Netzhauthälfte unterschiedlich: Oben, wo die Erde abgebildet wird, ist sie größer; unten, wo der Himmel abgebildet wird, ist sie kleiner.

FAZIT

Das im alltäglichen Umgang benützte Orientierungssystem mit den Gegensatzpaaren vorne / hinten, rechts / links und oben / unten ist nicht nur eine vom Menschen erfundene Definition, sondern eine in uns physiologisch verankerte Anlage. Auch unser Raumgedächtnis wird durch die kartesische Orientierung unterstützt, vergleichbar einer "mentalen Landkarte".

A.2.3.2 Gesichtsfeld

Eine Beschreibung des *Gesichtsfeldes* ist die Voraussetzung für die Einordnung aller Punkte, die in Bezug auf eine Blickrichtung gesehen werden können. Das Gesichtsfeld folgt der Blickrichtung und ist um diese herum geordnet. (Bild A.47) Wie bereits unter dem Aspekt Orientierung angedeutet wurde, ist das Gesichtsfeld weder in der senkrechten noch in der waagerechten Teilungsrichtung physiologisch homogen. Der Eindruck der rotationsymmetrischen Homogenität entsteht erst bei der ideellen Bildverarbeitung in unserem Sehzentrum. Die höchste *Sehleistung* (*Sehschärfe, Unterschiedsempfindlichkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Farbempfindlichkeit*) liegt im Zentrum innerhalb eines sehr engen Raumwinkels von 1 bis 2 Grad (Abbildung auf der Netzhautgrube / Fovea centralis). Die höchste *Hellempfindlichkeit* liegt in einer Ringzone im Abstand von etwa 10 bis 20 Grad von der Augenachse. Die äußersten Farbgrenzen sind unterschiedlich und liegen seitlich für Grün etwa bei 30 Grad, für Rot etwa bei 35 Grad und für Gelb / Blau etwa bei 45 Grad. Die Hellempfindlichkeit nimmt zur Peripherie hin ab und reicht seitlich etwa bis 90 Grad, nach oben etwa bis 60 Grad und nach unten etwa bis 70 Grad. Hier liegt also die physiologische Grenze des Gesichtsfeldes.

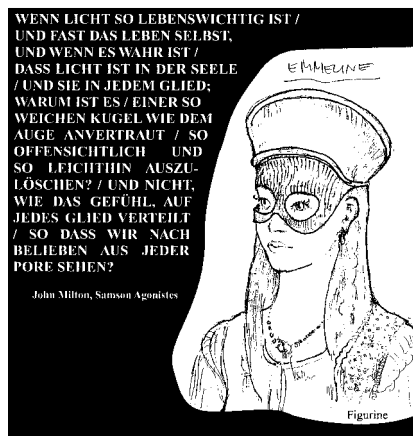


Bild A.47 Maske und Gesichtsfeld
("Emmeline" aus King Arthur)
/A.73/

Sehen in der Blickachse, *foveales Sehen*, und Sehen außerhalb, *peripheres Sehen*, haben unterschiedliche Bedeutung, wie im Folgenden noch ausgeführt wird. Die meisten Untersuchungen und Publikationen be-

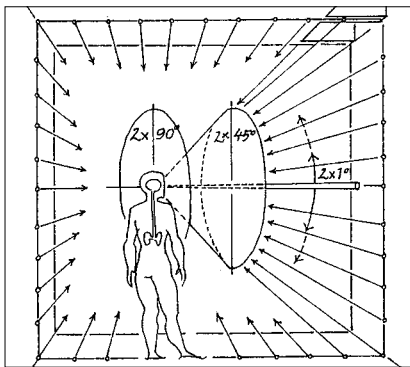


Bild A.48 Rotationssymmetrisches Gesichtsfeld /A.87/

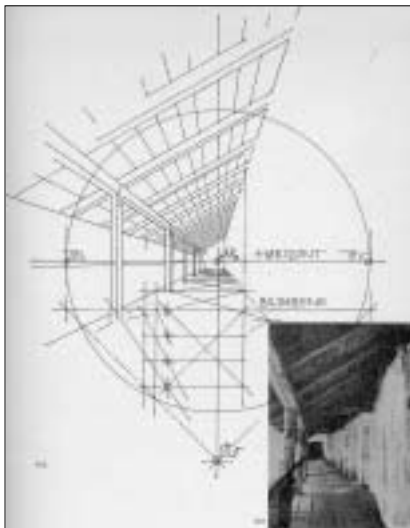


Bild A.49 Zentralperspektive (45-Grad-Zirkel als Eingrenzung des Gesichtsfeldes, Kremser Wehrgang) /A.27/

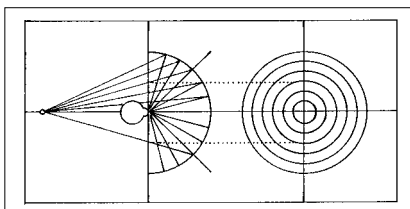


Bild A.50 Stereografische Projektion /A.87/

schränken sich auf das foveale Sehen, weil dieses die Detailerkennung ermöglicht. Ein weiterer Grund dafür ist die größere physiologische Homogenität der Netzhautgrube im Gegensatz zu den angekoppelten "rezeptiven Feldern" der peripheren Netzhaut, deren Komplexität zu einer schwer überschaubaren Zahl von Parametern führt (E. Lübke '99 /A.5/). Letzterer Umstand hat zur Folge, dass die Lichttechnik dazu neigt, die *Sehleistung*, die durch das foveale Sehen ermöglicht wird, überzubewerten und den *Sehkomfort*, der mit dem peripheren Sehen zusammenhängt, auszuklammern.

Das Gesichtsfeld kann in unterschiedlicher Weise dargestellt und so dem jeweiligen Zweck angepasst werden. Für die Interpretation der *Wahrnehmung des Raumes* ist es sinnvoll, ein möglichst einfaches Modell zu verwenden. Es sollte auch dem bereits im Sehzentrum verarbeiteten und mit dem *Raumgedächtnis* abgestimmten Abbild der Realität ähneln. Das so schematisierte Modell besteht aus drei koaxialen Kegeln mit unterschiedlichen Öffnungswinkeln von 1 Grad, 45 Grad und 90 Grad, bezogen auf die Blickachse. (Bild A.48) Diese Abstraktion des Gesichtsfeldes vermittelt unmittelbar und schnell die dreidimensionale Beziehung zum Raum. Hierbei umreißen der schlanke 2-Grad-Kegel den Bereich, innerhalb dessen bei der angenommenen Blickrichtung Detailinformationen des anvisierten Bereiches zu erwarten sind, der weiter geöffnete 45-Grad-Kegel den Bereich, innerhalb dessen der Bildausschnitt als scharf, unverzerrt und farbig empfunden wird, was bis zu dieser Grenze auch für die grafisch erzeugte Zentralperspektive (Bild A.49) gilt, und der eine Ebene bildende 90-Grad-Kegel den Bereich, innerhalb dessen noch Helligkeiten, Helligkeitsveränderungen und Bewegungen wahrgenommen werden, die zu einer Blickrichtungsveränderung Anlass geben.

Das Gesichtsfeld kann auch als stereografische Projektion beliebig vieler koaxialer Kegel, deren Spitzen an der Hornhautkuppe ansetzen und die sich von hier aus in den Raum ausbreiten, zweidimensional dargestellt werden. In der Regel wählt man die stereografische Projektion so, dass gleichabständige konzentrische Ringe entstehen, die leicht lesbar und interpolierbar 15-Grad-Abstände bedeuten. In dieses ebene stereografische Modell kann das erstgenannte dreidimensionale übertragen werden. Von dieser Möglichkeit der vereinfachten räumlichen Darstellung wird im Folgenden Gebrauch gemacht. (Bild A.50)

Das Gesichtsfeld kann natürlich auch für jedes Auge einzeln oder auch für beidäugiges Sehen als Überlagerung dargestellt werden, wobei man sich auch hier des ebenen stereografischen Modells bedient. Exakt

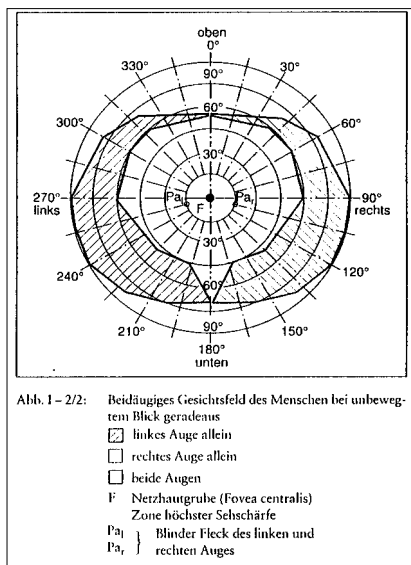


Bild A.51 Beidäugiges Gesichtsfeld /A.35/

durchgeführte psychophysische Untersuchungsergebnisse sind so dokumentierbar. (Bild A.51) Sie liefern eine *Momentaufnahme* des unbewegten Blickes geradeaus. Die Wahrnehmung des Raumes vollzieht sich in Wirklichkeit in Form einer Verschmelzung vieler solcher Momentaufnahmen, so dass nicht nur die Bildmitte, sondern der gesamte Bildausschnitt innerhalb des 45-Grad-Öffnungswinkels scharf durchgezeichnet erscheint, vergleichbar der Aufnahme mit einem Kameraobjektiv.

FAZIT

Das rotationssymmetrische Modell des Gesichtsfeldes stellt eine Vereinfachung gegenüber psychophysischen Erkenntnissen dar. Es ähnelt jedoch dem idealen Abbild in unserem Sehzentrum, das sich nicht nur auf eine einzige Blickrichtung, sondern auch auf das Raumgedächtnis stützt. So ist es für die Praxis tauglich.

A.2.3.3 Foveales und peripheres Sehen

Das bereits beschriebene Modell des Gesichtsfeldes lässt sich durch ein kartesisches Achsenkreuz, das an Lot und Horizont ausgerichtet ist, und durch konzentrische Ringe teilen, die Raumwinkelzonen darstellen. (Bild A.52) Die kartesische Teilung ist in uns physiologisch angelegt und ein Hilfsmittel der Orientierung, wie bereits ausgeführt. Die konzentrische Teilung markiert die Winkelposition von Sehobjekten zwischen Blickachse und Grenze des Gesichtsfeldes. Die zu erwartende Abbildungsqualität nimmt mit zunehmender Entfernung von der Blickachse ab, was allerdings beim Sehen im Raum bis zu einem Öffnungswinkel von etwa 45 Grad durch unwillkürliche Blicksprünge, sog. *Sakkaden*, überspielt wird.

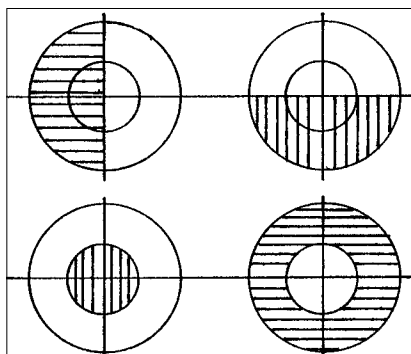


Bild A.52 Kartesische und konzentrische Teilung des Gesichtsfeldes /A.87/

Foveales Sehen ist Sehen in einer bestimmten Blickrichtung mit unbewegtem Blick geradeaus innerhalb eines sehr engen Raumwinkels von 1 bis 2 Grad, um ein Sehobjekt zu fixieren sowie Konturen, semiotische Charakteristika, Entfernungen und feinste Helligkeits- und Farbunterschiede in kurzer Zeit zu erkennen. Weil beim fovealen Sehen höchste Sehleistung erbracht wird, ist es Gegenstand gut dokumentierter psychophysischer Untersuchungen und auch Grundlage lichttechnischer Anforderungen und Schlussfolgerungen. Bei der Wahrnehmung des Raumes entspricht foveales Sehen allerdings nur dem zwar konzentrierten, aber sehr eingeschränkten Blick durch ein Sehrohr. (Bild A.53)

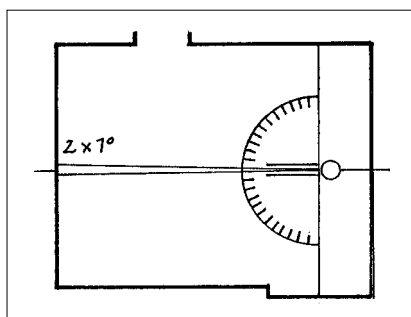


Bild A.53 Foveales Sehen, wie durch ein Sehrohr /A.87/

Peripheres Sehen ist Sehen außerhalb der Blickachse bis hin zur Peripherie. Da nun der Sehrohreffekt fortfällt, liefert es Informationen über den Raum und

eröffnet die Möglichkeit der *Wahrnehmung des Raumes*. Da die Sehleistung der "rezeptiven Felder" der peripheren Netzhaut zu den Grenzen des Gesichtsfeldes stark abnimmt, ist eine Differenzierung in inneres – und äußeres peripheres Sehen notwendig.

Inneres peripheres Sehen ist Sehen innerhalb eines Raumwinkels von 2 mal 45 Grad. Es ist verbunden mit abnehmender Sehleistung mit Ausnahme der Hellempfindlichkeit, die zwischen 10 und 20 Grad Abweichung von der Blickachse sogar ansteigt und das Auge zu peripheren Blicksprüngen veranlasst. Dadurch wird das Gesichtsfeld mit zusätzlichen fovealen Informationen versorgt. Das innere periphere Sehen bestimmt maßgeblich die Blickrichtungswahl und das Adaptationsniveau. Lichtquellen mit wesentlich höheren Leuchtdichten als der fokussierte Bereich, die innerhalb der 45-Grad-Zone des Gesichtsfeldes liegen, verursachen daher Kontrastminderungen oder Blendung, was ja in den existierenden Blendbegrenzungsempfehlungen berücksichtigt wird. Obwohl die Farbgrenzen mit Ausnahme des Farbpaars Gelb / Blau enger als 45 Grad an der Blickachse liegen, erscheint das innere periphere Gesichtsfeld farbig. Hierauf wurde bereits hingewiesen. (Bild A.54)

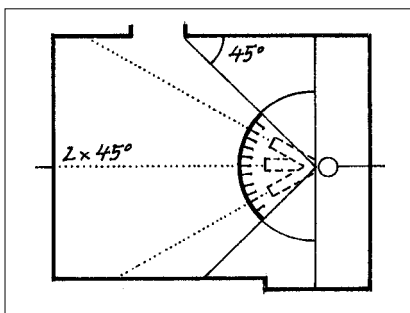


Bild A.54 Inneres peripheres Sehen mit Sakkaden /A.87/

Äußeres peripheres Sehen ist Sehen innerhalb des verbleibenden Raumwinkels zwischen 2 mal 45 Grad und 2 mal 90 Grad, also Sehen bis zur Grenze des Gesichtsfeldes. In diesem Bereich des Gesichtsfeldes nimmt die Sehleistung mit Ausnahme der Flimmerfrequenzverschmelzungsempfindlichkeit weiterhin ab. Dennoch ist dieser Bereich für die Wahrnehmung des Raumes und die Orientierung im Raum, sowie für die rechtzeitige Gefahrenerkennung und reflektorische Abwehrreaktion unverzichtbar. Beispielsweise werden Trittstufenkanten, Türschwellen und Türstürze für Brillenträger leicht zur Stolperfalle sowie sich bewegende Gegenstände wie Bälle und Fahrzeuge zu spät erkannt oder übersehen. Die am Brillenrand endende optische Hilfe führt zu einer Einschränkung des äußeren peripheren Sehens, da Blicksprünge, unwillkürliche *Sakkaden*, in Gefahrenrichtung unterbleiben. Die Fülle der Parameter, die aufgrund der Ausdehnung und der physiologischen und neurologischen Komplexität der peripheren Netzhaut im Gegensatz zur kleinen und relativ homogenen fovea centralis zu beachten sind, erschwert psychophysische Untersuchungen. So fehlen Dokumentationen hierzu, die in die Praxis einfließen würden, wie bereits erwähnt. (Bild A.55)

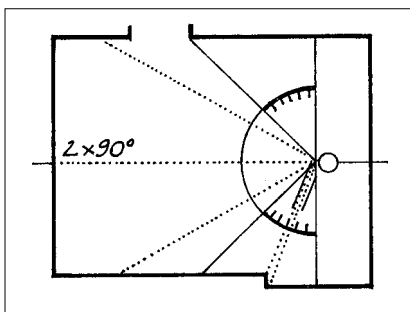


Bild A.55 Äußeres peripheres Sehen, Vorsicht Stufe /A.87/



Bild A.56 Zentralraum, vom Eingang übersehbar (Ostfriedhof München / Aussegnungshalle, Hans Döllgast) /A.74/



Bild A.57 Raumschichtung, Sehen und Schreiten (Löwenhof in Granada) /A.75/

FAZIT

Bei der Bewertung von Sehaufgaben findet das foveale Sehen vorrangige Beachtung. Bei der Wahrnehmung des Raumes hat das periphere Sehen gleichrangige, wenn nicht sogar noch größere Bedeutung. Obwohl peripheres Sehen bei unbewegtem Auge keine scharfen Abbildungen liefert, ist es für die Orientierung im Raum und die Früherkennung von Gefahren von größter Wichtigkeit, zumal die Unschärfe unter praktischen Bedingungen durch Blicksprünge, sog. Sakkaden, ausgeglichen wird. Nur für Sehleistung zu sorgen, bedeutet, dass sich der Betrachter von "Detail zu Detail" hindurcharbeiten muss. Auch für Sehkomfort zu sorgen, bedeutet, dass das periphere Sehen durch akzentuierende Maßnahmen unterstützt und dem Betrachter Sortierarbeit abgenommen wird.

A.2.3.4 Statisches und dynamisches Sehen

Statisches und dynamisches Sehen vollzieht sich im ständigen Wechsel bei der Wahrnehmung des Raumes.

Statisches Sehen ist Sehen, das mit der visuellen Information eines *Standbildes* mit Hilfe eines weitwinkligen Kameraobjektives verglichen werden kann. (Bild A.56) Den Standort hätte man möglichst so zu wählen, dass der größere Teil des Raumes vor der Kamera liegt und die Blickachse mit den Hauptfluchtlinien übereinstimmt. Anvisierter Blickpunkt und Fluchtpunkt würden sich vereinigen. Statisches Sehen entspricht der bisher behandelten Sehweise, einer Kombination aus *fovealem* und *peripherem Sehen* bei eindeutiger Blickrichtung. Animationen des peripheren Gesichtsfeldes, die von der Blickachse abweichende Blicksprünge, die bereits mehrfach erwähnten *Sakkaden*, zur Folge haben, bedeuten bereits eine Dynamisierung, die sich steigern kann: Der Betrachter nimmt eine neue Blickrichtung auf und beginnt den Kopf zu drehen, so dass ein *Panoramabild* entsteht.

Dynamisches Sehen ist Sehen, das mit der visuellen Information von fotografischen Aufnahmen verglichen werden kann, die von vielen Standorten genommen worden sind und eine Sequenz von Raumeindrücken ergeben. (Bild A.57) Noch nahtloser gelingt die Erkundung des Raumes mit Hilfe des Filmes oder des Videos, als Simulation des Verhaltens eines Betrachters. Wenn bei den genannten Aufnahmetechniken Bildmaterial mechanisch gespeichert wird, so handelt es sich in der Realität um den Aufbau einer "*mentalen Landkarte*", wie bei einem Rennskiläufer, der vor der

Abfahrt die Piste abtastet. Das *Raumgedächtnis* wird mit visuellen Eindrücken in Verbindung mit den Empfindungen des Gehens oder Schreitens, je nachdem, ob es sich um einen kleinen oder großen Raum handelt, gefüllt.

Beim *dynamischen Sehen* spielt der Prozess der Annäherung, des Eintretens, des Sich-im-Raum-Befindens und des Den-Raum-wieder-Verlassens eine wesentliche Rolle. Die Annäherung ist mit einer Erwartung, quasi einem Schlüssellockeffekt, verbunden. Das Eintreten ist der wichtigste Moment höchster Bereitschaft, des sich auf den Raum Adaptierens, das nicht gestört werden darf. Das Sich-im-Raum-befinden bedeutet Entspannung, physische Beweglichkeit und freie Blickrichtungswahl. Hierbei sind jedoch der Kontrast zur Vorzone und die Aufbereitung des *Sehkomfort* im Räume für die Nachhaltigkeit des Raumeindrucks verantwortlich: Das Fokussieren und Integrieren aus verschiedensten Positionen hält an, solange Interesse am Raum besteht. Das Verlassen des Raumes bedeutet schließlich, Nachlese halten, Eindrücke im *Raumgedächtnis* abspeichern, Wesentliches behalten und Unwesentliches vergessen.

FAZIT

Die Begriffspaare *foveales / peripheres* und *statisches / dynamisches Sehen* sind verwandte Paare. Beide sind für die Wahrnehmung des Raumes unverzichtbar. Sie steigern sich synergetisch beim Wechsel vom Hellen zum Dunklen, vom Detail zum Ganzen, vom Stand zur Bewegung und umgekehrt. Die Interpretation eines Raumes von einem einzigen Standort ist nur bedingt möglich und außerdem abhängig vom Raumcharakter.

A.2.3.5 Wahrnehmungsebenen

Im Jahrbuch *Licht und Architektur* 2000 /A.3/ schreibt Ingeborg Flagge im Vorwort: "Architektur wird auf drei Wahrnehmungsebenen erlebt und beurteilt: einer pragmatischen, einer ästhetischen und einer emotionalen." Noch einfacher formuliert, bedeutet dieses: Architektur soll dienen, soll schön sein und soll uns bewegen! Und, gerade das erwarten wir sowohl vom Bauwerk als auch vom *Architektonischen Raum*. Doch, wie wird dieser rezipiert und aufgenommen, wie werden raumbildende Elemente verarbeitet oder welche visuellen Mechanismen sind wirksam, damit er in uns gegenwärtig wird und wir ihn erleben und beurteilen können? (Bild A.58)

Bei analytischer Suche stößt man auf drei andere Ebenen, *Wahrnehmungsebenen*, die in unserem Sehzentrum angesiedelt sind. Sie wirken zusammen

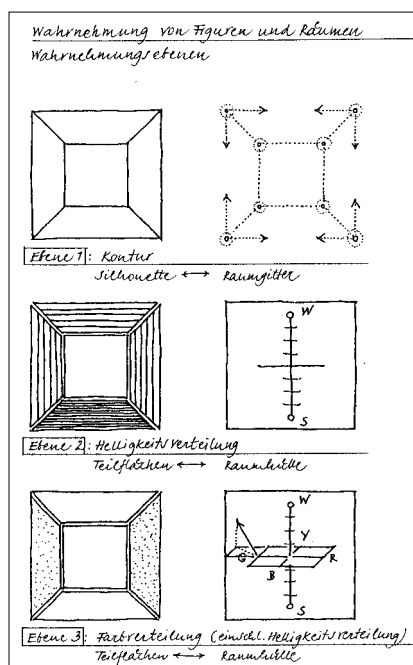


Bild A.58 Drei Wahrnehmungsebenen
/A.52/

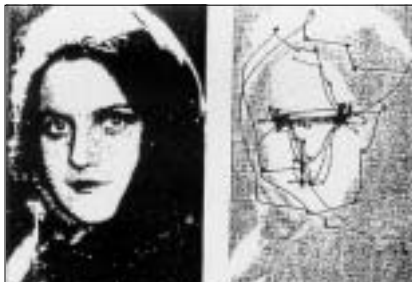


Bild A.59 Konturwahrnehmung, Sakka-den /A.33/

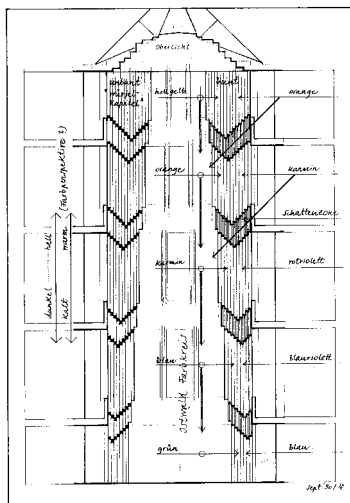
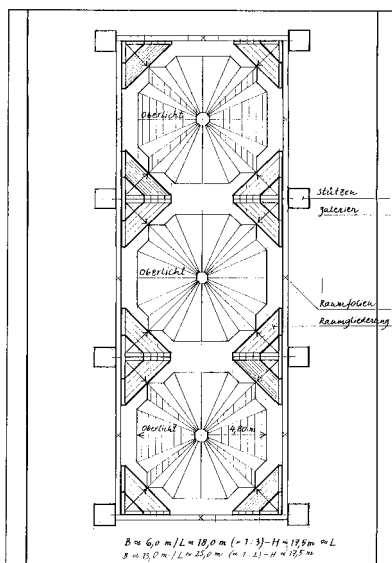


Bild A.60 Umbautes Licht, vom Blau zum Gelb (Zeichnung V. Schultz der Eingangshalle der Farbwerke Hoechst 1920-24 von P. Behrens) /A.87/

und steigern sich vom Rationalen über das Existentielle zum Seelischen.

Die Ebene der Konturwahrnehmung: Die genannten Wahrnehmungsebenen spiegeln sich in unseren Methoden der Darstellung des *Architektonischen Raumes*, nämlich den drei Ebenen der Kontur-, der Helligkeits- und der Farben-Darstellung wider. Teils uns angeborene und teils von uns erlernte Fähigkeiten versetzen uns in die Lage, zwei- oder *drei-dimensionale* Linienverläufe und deren Schnittpunkte, wie bei einem Schnurgerüst des *Konturenraumes*, im perspektivischen Zusammenhang zu sehen.

Durch gezielte Blicksprünge, unwillkürliche *Sakka-den*, die semiotisch bedeutsame Punkte umkreisen, holen wir uns die Informationen, die rational deutbar sind und mit einem bekannten Muster übereinzustimmen scheinen. (Bild A.59) Dass wir grafische Sachverhalte räumlich,- und umgekehrt, erfassen können, verdanken wir also der Ebene der *Konturwahrnehmung*.

Die Ebenen der Helligkeitswahrnehmung liefert uns die existentiellen, die Lebensbedingungen beschreibenden Informationen, die wir neben der rationalen, klärenden Information suchen. Wir brauchen Licht zum Leben. So wirken helle Partien im *Gesichtsfeld* dynamisierend (wir wollen hin) und dunkle Partien hemmend (wir wissen nicht, was uns erwartet). Hell-Dunkel-Verteilungen im *Gesichtsfeld* bewirken auch schon an sich räumliche Erlebnisse, die uns als Schleier umgeben, wie beim *Membranraum*. Die verschwommene Wahrnehmung des Raumes, die dem Sehen im Nebel ähnelt, wird durch erkennbare Konturenverläufe abgesichert. Exakte Hell-Dunkel-Grenzen tragen ebenfalls zur Präzisierung der Situation bei. Sie werden durch den Simultan-Kontrast auch noch gesteigert.

Die Ebene der Farbwahrnehmung stellt durch die zusätzliche Verarbeitung von Farbempfindungen den Höhepunkt der *Wahrnehmung des Raumes* dar. Sie übertrifft die beiden vorgenannten Wahrnehmungsebenen an psychophysischer Komplexität bei weitem. Die Ebene der Farbwahrnehmung mag als jüngste Ebene der Evolution ursprünglich auf die Differenzierung von Gelb und Blau, der Farben des Sonnen- und des Himmelslichtes, beschränkt gewesen sein, nehmen Sinnesphysiologen an (P. Walraven '99). Auch heute noch hat der Kontrast zwischen gelblich und bläulich beleuchteten Flächen eine besonders stimulierende Wirkung.

So wie Graustufen an sich, so können auch Farbsignale oder Farbimpressionen an sich räumliche Assoziationen wecken, und natürlich auch die Raumwirkung

steigern. Als Beispiel sei hier die Eingangshalle der Farbwerke Hoechst von 1924, entworfen von Peter Behrens, genannt, die sich aus einem dunklen Grün und Blau zum lichten Gelb, das die Oberlichter umgibt, erhebt. (Bild A.60)

Farbeindrücke sind von der Helligkeit und der Farbstimmung, auf die sich das Auge adaptiert hat sowie von der simultanen und sukzessiven Darbietung und natürlich auch von den verwendeten Pigmenten und der spektralen Zusammensetzung der Lichtfarbe besonders abhängig. Dennoch haben wir die Vorstellung von einem ideellen, konstanten Farbenraum, dem wir alles zuordnen. Die *Idee Farbe*.

FAZIT

Die visuellen Wahrnehmungsebenen des Konturen-, Helligkeits- und Farbsehens stellen eine rationale, existentielle und seelische Verbindung zum Raum her. Die schnelle, rationale Information vermitteln grafische Zeichen und Elemente, die in räumlich perspektivischen Zusammenhang gebracht werden können. Das biologisch existentielle Befinden und Verhalten wird besonders durch die Helligkeitsverhältnisse im Raum bestimmt. Doch der seelische Zustand und die Anmutung wird in besonderem Maße von der Farbe - oder einer Andeutung von Farbe im Raum - berührt.

A.2.3.6 Raumwahrnehmung

Wie bereits ausgeführt, besitzen wir drei visuelle Wahrnehmungsebenen, mit deren Hilfe ein Abbild des Raumes in Form einer verinnerlichten Perspektive entsteht, in die wir Helligkeits- und Farbmuster hineinprojizieren. Raumbildende Elemente, die Stereometrie und Ausdehnung der Raumhülle vermitteln, werden in uns gegenwärtig. Wir erleben Raumdimensionen und Raumstimmungen in Licht und Farbe.

Vom Landschaftsraum abgeleitete Impressionen haben unsere Sehgewohnheiten geprägt. (Bild A.61) So assoziieren wir beim Anblick horizontaler Schichtungen räumliche Weite und die Aufforderung zum Aufbruch oder auch Bedrohung und Gefahr, der wir entrinnen wollen oder schutzlos ausgeliefert sind. Hierzu einige schematisierte Beispiele: (Bild A.62)

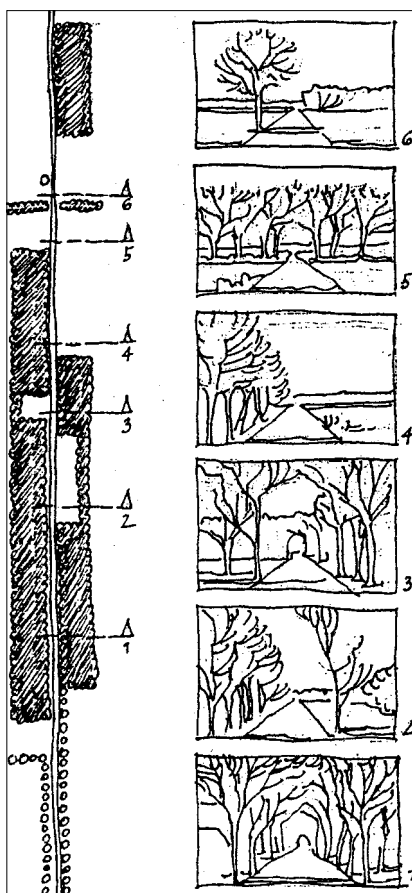
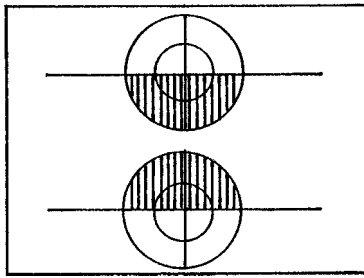


Bild A.61 Landschaftsräume /
A.76/



unbunt

hell

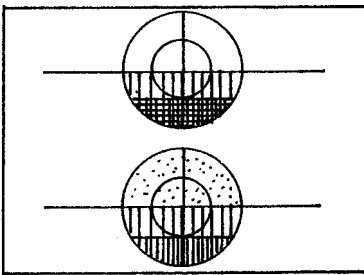
Normalsituation:
Himmel / Horizont / Erde

dunkel

dunkel

Sondersituation:
Gewitter / Horizont / Schnee

hell



unbunt / bunt:

weiß

Grautonperspektive:

grau

weiß / grau / schwarz =

schwarz

Hinter- / Mittel- / Vordergrund

hellklar

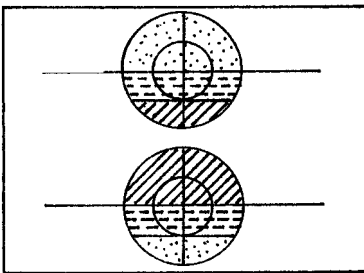
reduzierte Farbperspektive:

Vollfarbe

hellklar / Vollfarbe / dunkelklar =

dunkelklar

Hinter- / Mittel- / Vordergrund



bunt

blau

normale Farbperspektive:

grün

blau / grün / rot =

rot

Hinter- / Mittel- / Vordergrund

rot

bedrohliche Farbperspektive:

grün

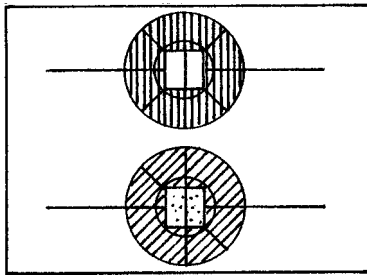
rot / grün / blau =

blau

Hinter- / Mittel- / Vordergrund

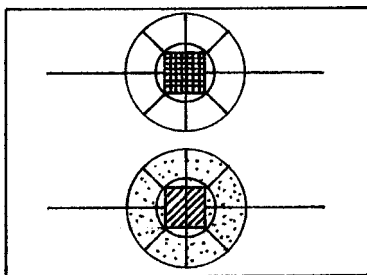
Bild A.62 Impressionen /A.87/

Der **Charakter des Architektonischen Raumes** wird ebenfalls ablesbar, wenn man Helligkeits- und Farbmuster im Gesichtsfeld analysiert. *Horizontale* Schichtungen, wie vom *Landschaftsraum* bekannt, erfahren eine Übersetzung, indem Himmel und Erde gegen Decke und Boden ausgetauscht werden, und eine Ergänzung durch *vertikale* Schichtungen, die sich aus den vorderen, hinteren und seitlichen Begrenzungen, den Wänden, ergeben. Zu den Orientierungsmerkmalen *oben / unten* treten *vorne / hinten* und *rechts / links* nun wieder hinzu. Großzügige Weite verwandelt sich in allseitig begrenzte Räumlichkeit, die das Verhalten bestimmt. Auch hierzu einige schematisierte Beispiele: (Bild A.63)



Dynamisierung

| | |
|--------|--|
| unbunt | Weiß am Ende = Weg führt weiter ... |
| bunt | Blau am Ende= Weg führt weiter ... |



Stagnation:

| | |
|--------|--|
| unbunt | Schwarz am Ende = Weg ist zu Ende ... |
| bunt | Rot am Ende Weg ist zu Ende ... |

Bild A.63 Dynamisierung und Stagnation /A.87/

Die angesprochenen Verteilungsmuster im Gesichtsfeld erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Die Realität ist sehr viel komplexer und mit weiteren Parametern verflochten. Es kann nur eine Tendenz angedeutet werden, da ja auch nicht weiter ausgeführt worden ist, wie die Farbqualitäten beschaffen sind: Lasierend oder deckend aufgetragen, als Vollfarbe oder als abgetönte Farbe, beleuchtet oder unbeleuchtet ... oder gar als Leuchtfarbe?

Unsere Verhaltensweise bei unbunten räumlichen Situationen ist etwas leichter beschreibbar: (Bild A.64)

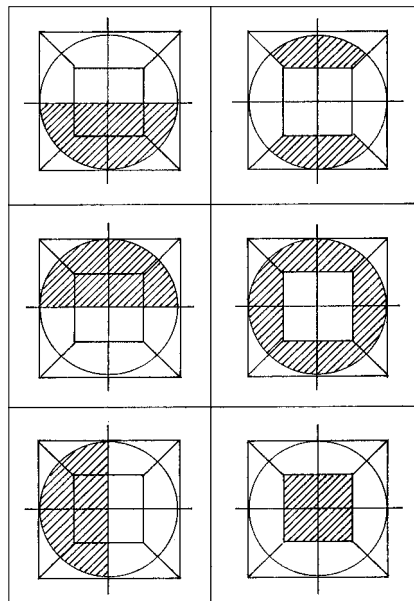


Bild A.64 Helligkeitsverteilungsmuster im Raum /A.87/

- "Über dem Horizont heller, darunter dunkler" bedeutet Standardsituation bei Tag im Freien, Weiträumigkeit, ausschreiten.
- "Über dem Horizont dunkler, darunter heller" bedeutet Nacht oder Gewitter, Vorsicht Gefahr, Kopf einziehen.
- "Rechts oder links vom Lot dunkel" bedeutet einseitiges Hindernis, seitlich zum Hellere hin ausweichen.
- "Oben und unten dunkel, rundherum hell" bedeutet schützendes Dach bei Tag, Auswege nach allen Seiten offen.
- "Mitte hell, rundum dunkel" bedeutet Tunnelsituation, Dynamisierung, Flucht nach vorne.
- Und "Mitte dunkel, rundum hell" bedeutet Hindernis auf dem Weg, Stopp, Blockade, Stabilisierung, abwarten.

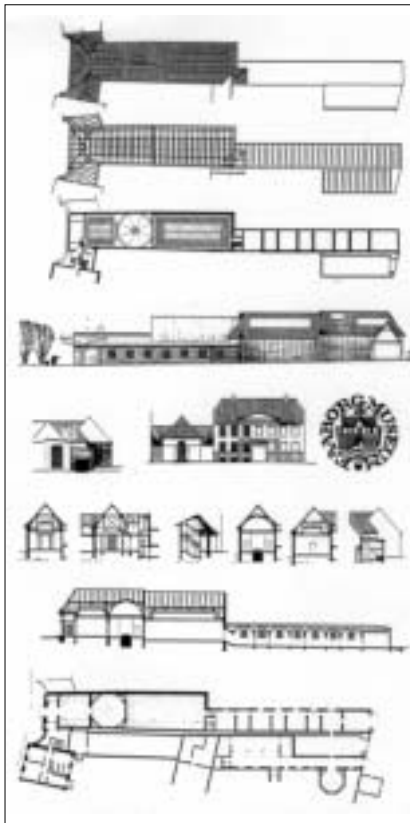


Bild A.65 Farbige Raumfolge, unter
transluzentem Satteldach /A.39/



Bild A.66 Lichtblicke /A.55/

Unsere Verhaltensweise bei farbig gestalteten Raumfolgen soll abschließend kurz skizziert werden. Hierzu dienen zwei Beispiele aus Dänemark, einem Land, in dem Farbe in der Architektur Tradition hat:

- Das Fåborg Museum für Fünische Malerei von 1912-1915, entworfen von Carl Petersen, empfängt den Besucher mit einer grünen Vorhalle, von der man in einen roten Oberlichtsaal geleitet wird, den Komplementärkontrast Grün / Rot genießend, um in ein tief-ultramarinblaues Oktogon zu gelangen, in dem die schwarz-glänzende Stifterfigur überlebensgroß vor einem steht und sich erst allmählich dem dunkeladaptierten Auge zu erkennen gibt. Der Weg führt weiter in den großen Oberlichtsaal, in einem gebrochenen Englischrot farblich zurückgenommen, um dann eine Enfilade kleiner Seitenlichtkabinette, wechselnd im abgeschwächten Komplementärkontrast Ocker / Stumpfviolett gehalten, zu durchschreiten und dann endlich in den lichtgelben chinesischen Gartensalon zu gelangen. Es gibt wohl kaum einen Besucher, der nicht durch die raffinierte Farbkomposition aufgemuntert bis zum letzten Raum vorgedrungen wäre. (Bild A.65)
- Die Neue Carlsberg Glyptothek in Kopenhagen von 1892-1897, entworfen von J. V. Dahlerup mit späteren Ergänzungen, empfängt den Besucher mit einem lichtdurchfluteten Palmenhaus, von dem der Weg weiter in den schwarzen Saal der Ägypter, den Hell-Dunkel-Kontrast voll ausschöpfend, führt, als sollte man dort in der Vergangenheit versinken. Dem dunkeladaptierten Auge eröffnen sich Lichtblicke in seitlich angefügte Enfiladen. Durch Oberlichtsäle in gelblichen, rötlichen, bräunlichen und grünlichen Erdfarben schreitet man den Ecksälen entgegen, die in hellem Blau den Besucher erwarten, als hätte er die Himmelpforte erreicht. Es gibt wohl kaum einen Besucher, der nicht auch hier der Farbkomposition gefolgt wäre. (Bild A.66)

FAZIT:

Helligkeits- und Farbverteilungen im Gesichtsfeld vermitteln Informationen, die uns mit Erwartungen erfüllen oder auch warnen. So wird unsere Verhaltensweise beeinflusst, räumliche Sachverhalte und Zusammenhänge werden spürbar und architektonische Räume erlebbar. Räume können nur mit Hilfe des peripheren Sehens erfasst werden.

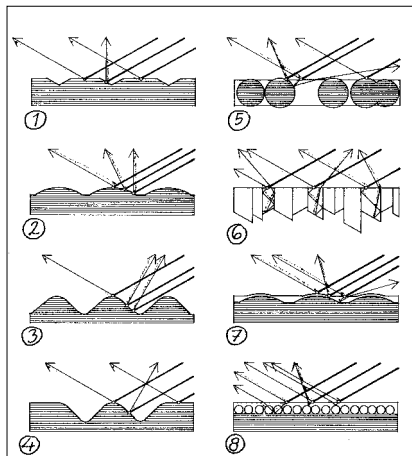


Bild A.67 Oberflächenreliefs /A.87/

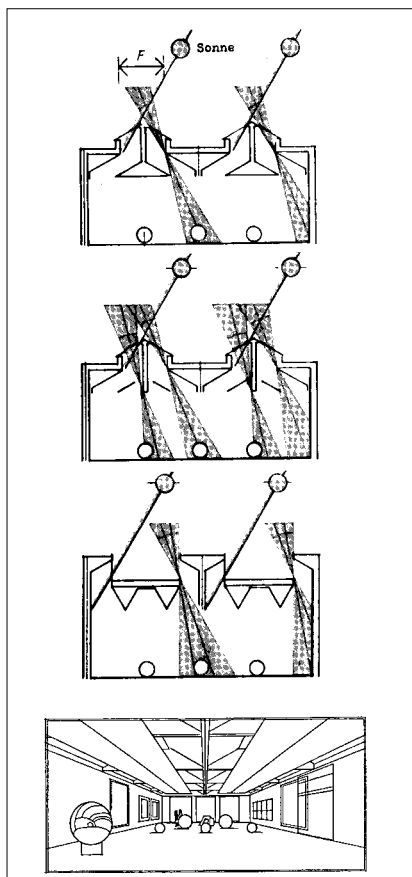


Bild A.68 Objekte und Raum /A.48/

A.2.3.7 Objektwahrnehmung

Raumwahrnehmung und *Objektwahrnehmung* ist gemeinsam, dass sie von der Erkennbarkeit der Oberfläche abhängig sind. (Bild A.67) Dennoch wird ein Raum anders wahrgenommen als ein Objekt, bedingt durch deren komplementären Charaktere: Wie bereits ausgeführt, ist der Raum bergende Form, Hohlform bzw. Negativform und das Objekt geborgene Form, Vollform bzw. Positivform. Das Objekt befindet sich im Raum. Der Raum kann begangen und das Objekt umschritten werden. Raum und Objekt sind ein Gegensatzpaar im Sinne des "konkav / konvex"-Kontrastes, der bei der tektonischen Gestaltung von Körpern und Räumen bis hin zum Vordergrund und Hintergrund in der Bildenden Kunst und der Fotografie eine bedeutsame Rolle spielt.

Die **Position des Objektes** im Raum ist, real oder zumindest mental, veränderbar, während der Raum in der Regel nicht verrückt werden kann. Das Objekt im Vordergrund gliedert den Raum, das Objekt im Hintergrund verbindet sich mit der *Raumhülle*. Das Objekt im Vordergrund wird *foveal*, das Objekt im Hintergrund *peripher* gesehen. Das Objekt wird bei der Wahrnehmung des Raumes in das *Gesichtsfeld* hineinprojiziert. Dabei kann sich das Objekt mit den Konturen der Raumhülle überschneiden, so dass seine räumliche Position deutlich wird, oder es kann wesentliche Raumpartien verdecken, so dass es selbst zur Hauptsache wird.

Das Objekt durchwandert bei einer Positionsveränderung verschiedene Lichtzonen und wird vom reflektierten Licht der Raumhülle modelliert. Das Objekt kann heller oder dunkler als die Raumhülle erscheinen und so hervor- oder zurücktreten, je nachdem wie seine Oberfläche beschaffen ist. Die Präsenz des Objektes hängt natürlich auch davon ab, ob es sich "auf dem Weg zum Licht" oder in einer Lichtzone befindet und auffällt oder ob es in einer Dunkelzone verschwindet und gesucht werden muss. In den erstgenannten Fällen kann es silhouettenhaft (Gegenlicht), flach (Auflicht), körperhaft (mehrere Lichtquellen), texturgerecht (Ausdehnung der Lichtquelle) oder farbgerecht (Lichtart, Spektrum von Licht und Objektoberfläche, Beleuchtungsniveau) erscheinen. In letzterem Fall ist es visuell nicht existent. (Bild A.68)

Die **Dimensionalität von Objekten** kann unterschiedlich sein: *Flachware*, wie Tafeln und Bilder, ist *zweidimensional*. Geräte und Gebrauchsgegenstände sind in der Regel, einer *Plastik* vergleichbar, *dreidimensional*. Ziel bei der Präsentation von Flachware ist gute Erkennbarkeit des Materials, der *Materi-*

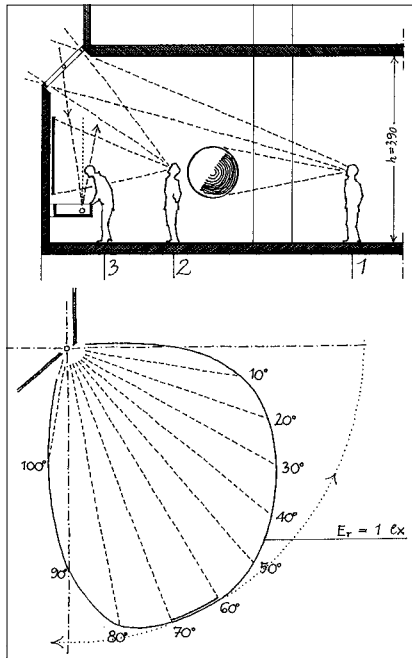


Bild A.69 Dimensionalität von Objekten, Probleme der Lichtführung bei den Oberlichtern des Diözesanmuseums in Paderborn von G. Böhm /A.87/



Bild A.70 Dunkelheit im Weltall (Foto der Erde vom Mond) /A.77/

alhaftigkeit, der Oberflächenstruktur, der Strukturhaftigkeit, der Farbe, der Farbigkeit und der Signaturen oder Schriftzeichen, der semiotischen Elemente. Bei der Präsentation von Plastiken und plastischen Objekten besteht eine zusätzliche Aufgabe darin, eine gute Modellierung, die Hervorhebung der Form, zu erreichen. Hierbei sind häufig nicht alle Parameter gleichermaßen erfüllbar.

Es müssen Prioritäten gesetzt und Kompromisse eingeräumt werden, wie noch im Folgenden erläutert wird. Besondere Erschwernisse bei der Präsentation und Betrachtung von Flachware und Plastiken treten dann auf, wenn Schutzschichten oder nicht entspiegelte Schutzgläser die Erkennbarkeit durch Spiegelungen verschleiern oder verhindern, da sich hohe Leuchtdichten aus der Umgebung abbilden. Der Betrachter / Nutzer kann dann lediglich versuchen, den Spiegelbildern durch eine Veränderung des Standortes oder der Position des Objektes oder denen der Störlichtquellen auszuweichen. (Bild A.69)

FAZIT

Der Raum, als Negativform, und das Objekt, als Positivform, stehen einander als Gegensatzpaar gegenüber. Der "Konkav / Konvex"-Kontrast ist ein bedeutendes tektonisches Gestaltungsmittel, da Raum und Objekt in unterschiedlicher Weise wahrgenommen werden. Objekte tragen zur Gliederung und Maßstabsbildung von Räumen bei. Objekte erheben aber auch Anspruch auf Selbstdarstellung und Beachtung. Sie rücken dann in den Bereich fovealen Sehens.

A.2.3.8 Schatten im Raum und am Objekt

Schatten ist nicht verdrängte Dunkelheit, also das Gegenteil von Licht. Die im Weltraum herrschende Dunkelheit wird lediglich durch das Licht selbstleuchtender oder beleuchteter Gestirne, wie Sonne und Mond, verdrängt. (Bild A.70) Gestirne können sich mit gigantischen Schatten verdunkeln, wie bei der Sonnen- und Mondfinsternis. Schwärze ist auch der Ursprung jeder Grautonskala und jedes Farbsystems, und auch unserer Helligkeits- und Farbwahrnehmung.

Schwärze herrscht auch im Auge, in das, sorgsam dosiert, nur soviel Licht einfällt, als es die Pupille zulässt. So wie wir Lichtenergie, um zu sehen, benötigen, so ist auch kontrastierende Dunkelheit, um zu sehen, erforderlich. Alle Sinneswahrnehmungen beruhen auf der Wirkung von Kontrasten, so auch die Raumwahrnehmung und die Objektwahrnehmung. Schatten differenzieren die Raumhülle, modellieren



Bild A.71 Schatten im Raum (F.G. Kersting malt C.D. Friedrich vor der Staffelei.) /A.67/

die Form und Oberfläche von Objekten und stellen auch die Verbindung zwischen Raum und Objekt her.

Schatten im Raum schattieren die Raumhülle. Schatten entstehen dort, wo aus geometrischen Gründen kein Licht einer Lichtöffnung hinfallen kann. Bei Räumen mit Oberlicht sind es die Deckenunterseite und bei Räumen mit Seitenlicht die Fensterwand. (Bild A.71) Doch auch beleuchtete Flächen der Raumhülle können im Reliefmaßstab verschattet sein, so dass ihre Struktur erkennbar wird. Schatten können scharfe Abrisskanten haben und dadurch auffallen, so z. B. bei Sonnenschein und klarem Himmel. Schatten können aber auch sanfte Verläufe zeigen, wenn z. B. die Beleuchtungsstärke mit zunehmender Entfernung vom Fenster abnimmt. Schatten können aufgehellt oder sogar aufgehoben werden, wenn mehrere Lichtöffnungen zusammenwirken oder der Indirektanteil im Raume hoch ist. Schatten werden dann nicht mehr eigenständig und teilend, sondern als schattierend und verbindend empfunden. Raumhülle und Objekte gewinnen an Plastizität.

Schlagschatten verbinden Raum und Objekt. Sie entstehen im Raum, wenn von Lichtöffnungen gerichtetes Licht auf Objekte fällt, so dass sich das Lichtstrom-Lee auf der Raumhülle abbildet. Die entstehenden Abbildungsmuster charakterisieren die Lichtöffnung, ihre Ausdehnung, ihre Form, ihre Position, Lichtfarbe und Lichtverteilung, sowie die Lage des Objektes im Raum. (Bild A.72)

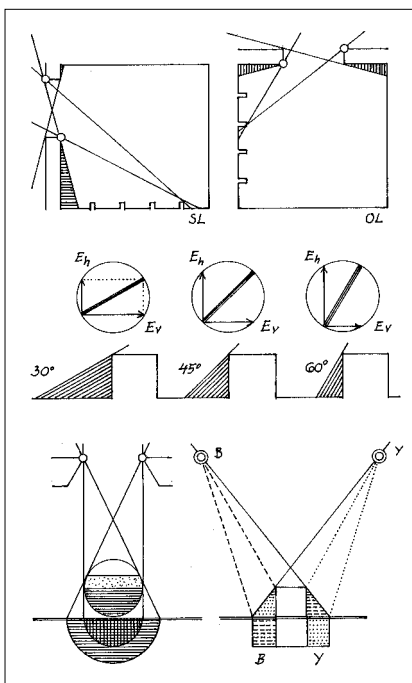


Bild A.72 Schlagschatten, Kernschatten und Halbschatten /A.87/

Legt man einen Würfel auf den besonnten Fußboden, so lässt sich an der Länge des Schlagschattens die Position der Sonne ablesen und am Strahlungswinkel das Verhältnis der Beleuchtungsstärken auf den besonnten Würfelflächen bestimmen. Die Trübung der Atmosphäre ist an der Schärfe des Schlagschattens erkennbar. Schaltet man eine andere Lichtquelle hinzu, z. B. eine Glühlampe, so zeigt die unterschiedliche Farbigkeit der Schlagschatten die Unterschiedlichkeit der beteiligten Lichtfarben, des bläulichen Tageslichtes und des gelblichen Kunstlichts, an. Man hat es dann mit Zwiellicht zu tun, das man in Arbeitsbereichen vermeidet, aber in Erlebnisbereichen auch kultivieren kann. Legt man eine Kugel unter einem Oberlicht auf den Fußboden, so erhält man auf diesem einen kleineren, dunkleren *Kernschatten* und einen größeren, helleren *Halbschatten*. Beide Schatten liegen konzentrisch. Die Größe der Schatten und der Abstand zwischen den *Schattengrenzen* lassen auf die Größe bzw. die Entfernung des Oberlichtes schließen.

Hängt man zwei gekreuzte Stäbe parallel zur Bodenfläche auf, so erzeugen Lichtquellen darüber unter-

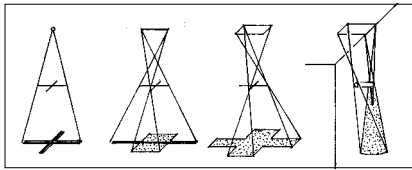


Bild A.73 Schattenfigur und Lichtquelle /A.87/

schiedliche *Schattenfiguren*: Eine punktförmige Lichtquelle erzeugt ein vergrößertes Kreuz, eine linienförmige Lichtquelle ein vergrößertes Kreuz mit unterschiedlichen Stabbreiten, schlank und scharf parallel zur Lichtquelle und breit und fließend quer zu ihr, und eine flächenförmige Lichtquelle ein vergrößertes Kreuz mit breiten, fließenden Stabbreiten.

Beleuchtet ein Oberlicht eine angrenzende Wand, aus der ein Stab herausragt, so erhält man einen Schnitt durch den *Schlagschatten*, der aus dem konvergierenden, dunkleren *Kernschatten* und dem divergierenden, aufgehellten *Halbschatten* besteht. (Bild A.73)

Schatten am Objekt modellieren Objekte und deren Textur. Der Schatten setzt am Objekt an, wo die Strahlung der Lichtquelle die Oberfläche des Objektes tangiert und auf der unbeleuchteten Seite der *Eigenschatten* einsetzt. Bei paralleler Strahlung bildet sich eine Grenzlinie, als Ursprung des Schlagschattens, und bei ausgedehnten, breitstrahlenden Lichtquellen bilden sich zwei Grenzlinien, als jeweiliger Ursprung des *Kernschattens* und des *Halbschattens*. Zwischen beiden Grenzlinien liegt eine Zone, in der die Textur des Objektes modelliert wird. Die Lage und die Breite dieser Zone auf dem Objekt sind abhängig von der Ausdehnung der Lichtquelle in Bezug auf das Objekt. Auf einer Kugel liegt diese Zone bei einer punktförmigen Lichtquelle zur Kuppe hin verschoben und ist sehr schmal. Je ausgedehnter die Lichtquelle ist, desto mehr verschiebt sich diese Zone den Kugeläquator hinweg und wird entsprechend breiter. Umfasst die Lichtquelle jedoch das Objekt von allen Seiten, dann wird die Modellierung der Kugelform selbst und auch der Modellierungseffekt der Textur aufgehoben, da allseitig die "Dunkelheit" verdrängt ist. (Bild A.74, Bild A.77)

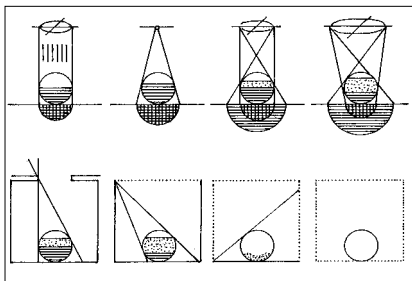


Bild A.74 Schatten am Objekt /A.87/

Bei Hohlformen fällt der Schlagschatten in die Hohlform hinein und überdeckt den Eigenschatten. Die Schattenwirkung von nebeneinander liegenden Positiv- bzw. Negativformen kehrt sich um: Bei Positivformen liegt der Schatten der Lichtrichtung abgewandt, bei Negativformen dieser zugewandt. Dennoch sind Fehlinterpretationen möglich: Erhabenes erscheint vertieft und Vertieftes erhaben, wenn die Lichtrichtung nicht erkennbar ist und wir annehmen, das Licht käme von schräg oben, wie wir es unter freiem Himmel gewohnt sind. (Bild A.75)

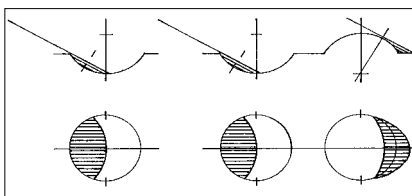


Bild A.75 Positiv- und Negativform /A.87/

Das **Vier-Schatten-Konzept** der Kopenhagener Architekturhochschule, entwickelt um 1980 von Mogens Voltelen, Sophus Frandsen u. a., vereinigt alle

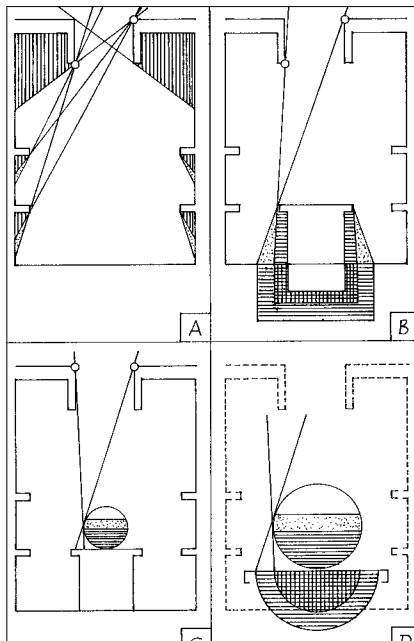


Bild A.76 Das Vier-Schatten-Konzept /A.29/

im Raum und am Objekt vorkommenden Schatten in einem Konzept: (Bild A.76)

- A "Großer Raumschatten" = Verschattung und Schattierung der Raumhülle durch die Eigenschaften der Lichtöffnung.
- B "Großer Objektschatten" = Schlagschatten und Eigenschaften des Mobiliars.
- C "Kleiner Objektschatten" = Schlagschatten und Eigenschaften des Objektes.
- D "Kleiner Texturschatten" = Texturmodellierung

Bei diesem Konzept werden Härte und Sanftheit der Schatten in einer "Skala des Lichtes" in zehn Stufen eingeteilt, um so die Raum- und die Objekterscheinung zu charakterisieren.

FAZIT:

Schlagschatten, Kernschatten, Halbschatten und Eigenschatten sind die sichtbaren Schnittfiguren des unsichtbaren, volumenhaften Lichtstrom-Lees, des nicht oder nur abgemindert vom Lichtstrom erfüllten Raumes. Mit "Schattenräumen" und "Lichträumen" zu balancieren, ist Lichtgestaltung.

A.2.3.9 Parameter der Modellierung

Die *Modellierung* ist das Instrument, mit dessen Hilfe bei Räumen und Objekten die *Plastizität* deren Hohl- oder Vollform sowie die *Textur* deren Oberfläche sichtbar gemacht werden kann. An der Modellierung ist die Art der *Schattenbildung* maßgeblich, aber nur in Verbindung mit anderen Parametern beteiligt. Die Komplexität der Modellierung und der damit verbundenen Leistung unseres Sehapparates, wird erst erkennbar, wenn man die Parameter aufzählt, die an der *Modellierung des Objektes* im Raum beteiligt sind. Diese Ausführung soll auf Objekte beschränkt bleiben, da die *Modellierung des Raumes* teils von dem hier Gesagten ableitbar ist und andernteils auch schon vorangestellte und folgende Ausführungen über das *Sehmodell*, sich ja gerade dieser Frage annehmen.

Die **Modellierung des Objektes** ist von vier Parametern abhängig, von der *Modellierbarkeit des Objektes*, vom *Licht* und den *Lichtquellen*, vom *Umfeld* und

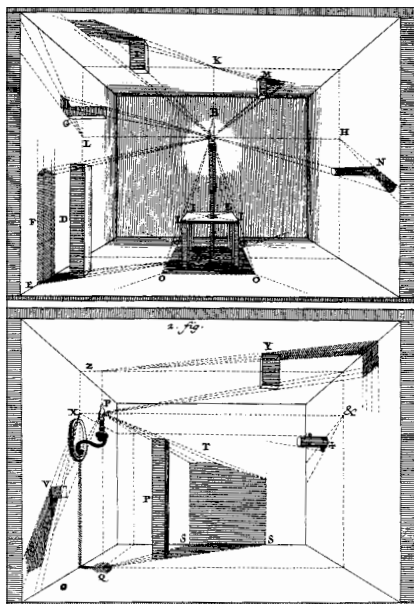


Bild A.77 Schattenspiele /A.65/

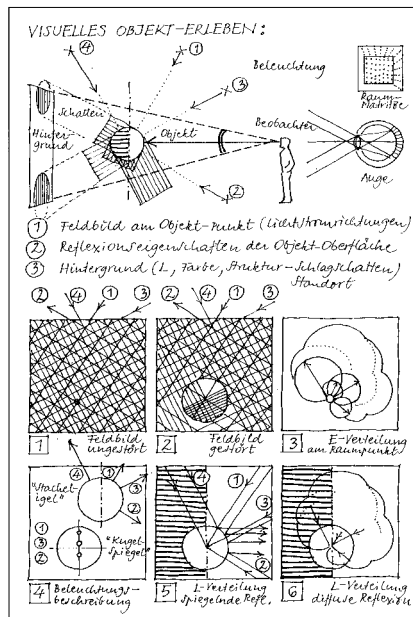


Bild A.78 Parameter der Modellierung /A.87/

dem *Raum* und auch vom *Betrachter / Nutzer* selbst. Wie bereits ausgeführt, ist die Schattenbildung mit den genannten Parametern verknüpft. (Bild A.78, Bild A.79)

Die **Modellierbarkeit des Objektes** ist die wichtigste Voraussetzung für den Erfolg aller Bemühungen, ein Objekt zu modellieren. Sie ist abhängig von der *Oberfläche des Objektes*, so wie es der dänische Bildhauer Thorvaldsen, Schöpfer berühmter klassizistischer Plastiken, formuliert haben soll: "Ton ist das Leben, Gips der Tod und Marmor die Auferstehung". Der Entwurf in Ton wirkte lebendig, der Abguss in Gips ernüchternd und die Umsetzung in Marmor erlösend, obwohl an der Form als solcher keine Veränderungen vorgenommen worden waren.

An einem elementaren Beispiel, einer Kugel, werden einige Oberflächen-Varianten andiskutiert:

- "matt schwarz" Kugel ist nicht modellierbar und bleibt ein Klumpen mit Silhouettenwirkung,
- "glatt schwarz" Kugel zeigt keine Schattierung, bildet aber alle Lichtquellen ab und verrät durch Glanzlichter ihre Plastizität,
- "matt hell" Kugel zeigt Teilung in beleuchtete Zone, Zwischenzone mit Texturmodellierung und Zone mit Eigenschatten,
- "glatt hell" Kugel zeigt keine Schattierung, sondern Abbildung des Umfeldes,
- "matt farbig" Kugel zeigt Schattierung, wobei die Farbe in der Zwischenzone am besten zu erkennen ist,
- "glatt farbig" Kugel bildet Umfeld ab und zeigt die Farbe nur in Bereichen mit Spiegelungen geringer Leuchtdichte,
- "Hohlkugel, farblos, transparent" Kugel zeigt positive und negative Spiegelbilder der Lichtquellen auf der Außen- und Innenfläche, korrespondierend um den Kugelmittelpunkt und somit die Lichtrichtung verratend,
- und "noppig glatt" Kugel zeigt eine Zerlegung der Glanzlichter in Lichtpunkte im Texturmaßstab.

Wie so demonstriert, ist der *Grad der Modellierbarkeit* sehr unterschiedlich.

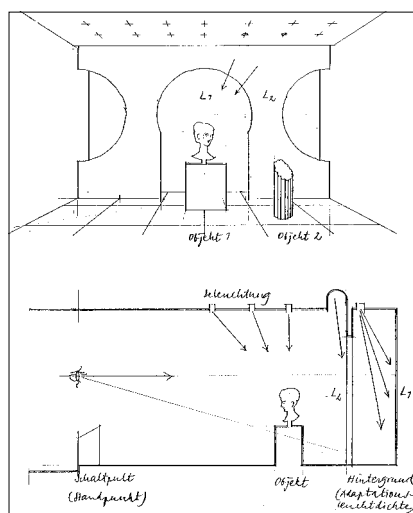


Bild A.79 Modellierungstest (Philips Messestand Hannover 1986) /A.87/

Licht und Lichtquellen, deren Zahl, Lage, Form, Größe, Lichtfarbe und Intensität, sind die zweitwichtigste Voraussetzung für eine gute Modellierung des Objektes, die immer mit einer informativen *Schattenbildung* einhergeht. Einschlägige Erfahrungen sammelte man in Tageslichtateliers aus der Anfangszeit der Porträtfotografie mit Seitenlicht und Oberlicht,

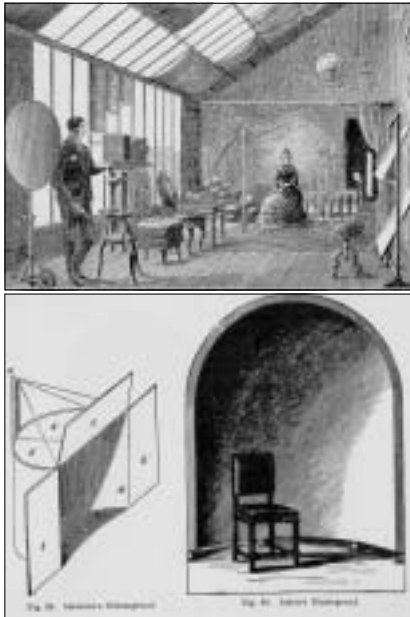


Bild A.80 Tageslichtatelier, Modellierung und geeignete Hilfsmittel bei der Porträtfotografie /A.28/

das partiell verändert und durch Schirm- und Hintergrundflächen unterstützt werden konnte. Übrigens, Erfahrungen, die auch heute noch von Profis im Freien und im Raume genutzt werden. In der Regel bedient man sich mehrerer Lichtquellen mit unterschiedlichen Verteilungscharakteristiken und balanciert mit gerichteten und diffusen Lichtkomponenten. Neben der Dominanz von Lichtrichtungen ist auch deren Einstrahlungswinkel wichtig, um Besonderheiten einer Form und auch unseren Sehgewohnheiten gerecht zu werden: Ein Gesicht, von unten beleuchtet, wird, wirkt verfremdet; mit verdecktem Gegenlicht beleuchtet, wirkt es glorifiziert, mit reflektiertem Licht von sekundär leuchtenden Flächen aufgehellt, wirkt es geschönt. (Bild A.80)

Umfeld und Raum, deren *Form, Dimension, Farbe* und *Leuchtdichte*, sind die dritt wichtigste Voraussetzung für eine gute Modellierung des Objektes. Eine auf das Objekt bezogene Gegenform, wie eine Mulde oder Nische, oder eine neutrale Form, wie eine ungeteilte Fläche, sind als Hintergrund geeigneter als eigenständige, die Aufmerksamkeit ablenkende Formen.

Die *Dimension des Raumes* bzw. die Entfernung des Objektes vom Hintergrund spielt insofern eine Rolle, als sich das Objekt frei im Raum oder aber in Konkurrenz mit der Durchzeichnung des Hintergrundes präsentiert bzw. Schlagschatten des Objektes auf dem Hintergrund die Objektwirkung steigern oder stören können.

Wichtig ist auch die *Farbe des Hintergrundes* im Hinblick auf die farbenperspektivische Eigendynamik und im Hinblick auf die Korrelation mit dem Objekt.

Besonders wichtig ist die *Leuchtdichte des Hintergrundes*: Ist sie zu hoch, wird das Objekt silhouettenhaft erscheinen, ist sie etwas niedriger als die wichtigsten Partien des Objektes, so wird letzteres dominieren und gut durchgezeichnet erscheinen – und ist sie sehr viel geringer, so werden helle Partien verflachen. Helle Partien vor Dunklerem und dunkle Partien vor Hellerem, eine Wechselwirkung, wie sie bei Positivformen vor Negativformen aufgrund der Umkehrung der Schattenbildung entstehen kann, ist ein wirksames Motiv in der Bildenden Kunst, ein zweifacher *Simultankontrast*. Um Simultankontraste handelt es sich auch bei den abschließend diskutierten Beispielen: (Bild A.81)

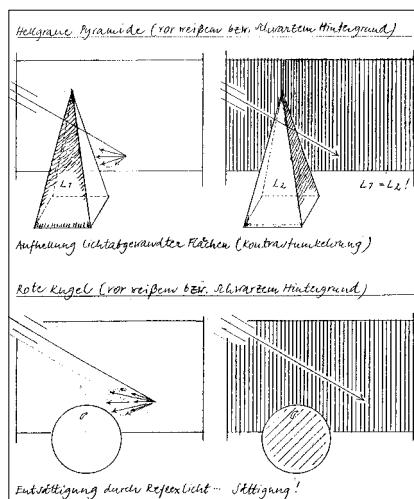


Bild A.81 Helligkeits- und Farbeindrücke (Demo Fa. Læer Gütersloh) /A.87/

- Die Schauseite einer weißen Pyramide erscheint vor hellem Hintergrund relativ dunkler als vor schwarzem Hintergrund, da die sichtbaren Seitenflanken im ersten Fall durch Reflex-

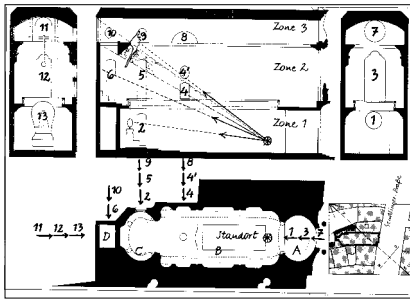


Bild A.82 Lichtregie und Gnadensstuhl - Johann-Nepomuk-Kirche in München, Asamkirche, erbaut und ausgestattet 1733-1746 von den Gebrütern Asam; Höhepunkt der Raumgestaltung: Plastische Durchbildung-Positionierung-Beleuchtung der Dreifaltigkeitsgruppe (Gnadensstuhl) /A.54/

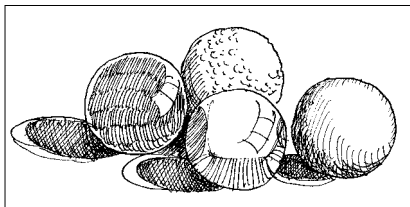


Bild A.83 Arrangement /A.87/

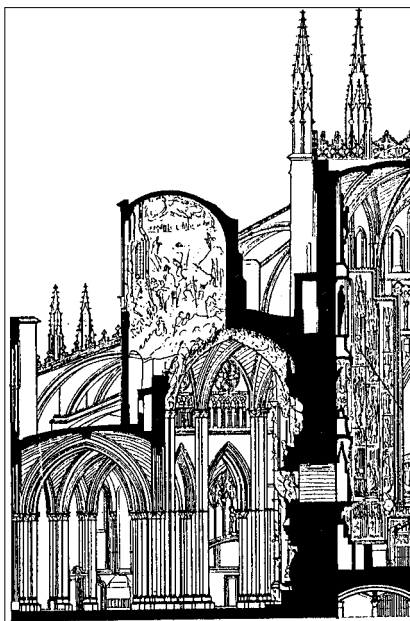


Bild A.84 Himmlisches Licht und Transparente - Schnitt durch den Chorschluß der Kathedrale von Toledo zur Beleuchtung des "Transparenten" (Wanddurchbruch für verglasten Schrein im Hochaltar) /A.40/

licht aufgehellt werden, im zweiten aber dunkel bleiben.

- Eine rote Kugel vor weißem Hintergrund wirkt entsättigt, im oberen Teil durch Reflexlicht verweißlicht und im unteren Teil im Gegensatz zum hellen Hintergrund verschwärzlicht. Dieselbe rote Kugel vor schwarzem Hintergrund erscheint farbechter, da das Reflexlicht fortfällt und die Leuchtkraft des Rot im Gegensatz zum Schwarz gesteigert wird.

Der **Betrachter / Nutzer** ist ein ebenfalls nicht zu vernachlässigender Parameter der Modellierung des Objektes, da er seine *Position zum Objekt* stets verändern und so besser oder schlechter modellierte Partien des Objektes einsehen kann. Außerdem hängen seine Eindrücke vom *Lichtmilieu* im Raume ab, d. h. vom Adaptationsniveau, auf das sich sein Auge eingestellt hat. (Bild A.82, Bild A.84)

FAZIT:

Auch bei noch so sorgfältiger Beleuchtung von Objekten treten Unterschiede in der Modellierung auf, die von der Oberfläche abhängig sind. Befinden sich Objekte mit verschiedenen Oberflächen an einem Ort, so ist der bestmögliche Kompromiss ein Maß für den erreichbaren Sehkompfort. (Bild A.83)

Das Erscheinungsbild von Objekten lässt sich nur durch künstliche Verengung des Gesichtsfeldes vom Umfeld isolieren. Ansonsten wird das Adaptationsniveau vom Umfeld bestimmt, ebenso wie simultane und sukzessive Kontrastverschiebungen mitwirken und das Arrangement beleben oder stören.

A.2.3.10Erfahrungen im Raum

Auf den Leistungsumfang unseres Sehapparates wurde mehrfach hingewiesen, zuletzt bei der Darlegung der *Komplexität der Modellierung*, bei der eine Vielzahl von Parametern zusammenwirken, denen das Auge innerhalb kürzester Zeit gerecht zu werden versucht. Unser Auge bewältigt einen Leuchtdichteumfang von zehn Dekaden, 10^{-5} bis 10^5 cd / m², einen Entfernungsumfang von sechs Dekaden, 3×10^{-1} bis 10^5 m, Tiefenunterscheidungen auch noch in 10^3 m Entfernung und einen Farbumfang von 160 reinen Farben und bis zu 6×10^5 Farbnuancen. Dieser Leistungsumfang ist uns natürlich nicht bewusst, da sich unsere Vorstellungsmuster um größtmögliche Vereinfachung und Idealisierung bemühen.

So gehen wir davon aus, dass Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung,- je näher, desto deutlicher – je heller, desto schneller– je bunter, desto aufmunternder, und Konstanz bestehen müsste, wenn von "richtigem Licht" oder "richtiger Farbe" gesprochen

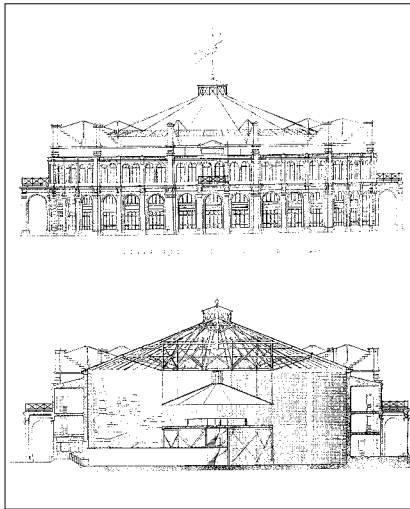


Bild A.85 Panoramen, ein Bautyp des 19. Jahrhunderts, perfekt beherrschte Adaptation (Panorama an der Champs-Elysées in Paris 1839, mesopisches Sehen im Vorfeld und photopisches Sehen beim Eintreten) /A.31/

chen wird. In der Realität sind die Zusammenhänge komplizierter. Wir bemerken es dann, zu unserem Erstaunen.

Dieser Leistungsumfang kann nur erbracht werden, indem sich unser Auge gleitend und unwillkürlich anpasst. Es bedient sich zweier koordinierter Mechanismen, der *Akkommodation* (Linsen- und Pupillenarbeit) und der *Adaptation* (Netzhaut- und Pupillenarbeit), wenn es sich auf Entfernungen, Helligkeiten und Farbigkeiten einstellt. Eine Komplikation besteht darin, dass die Pupille an beiden Mechanismen beteiligt ist: Wenn z. B. bei Dunkelheit die Pupillenöffnung groß, aber für möglichst scharfes Sehen klein sein müsste. Den Ausgleich zur Bewältigung des unvermeidlichen Kompromisses schafft die Netzhaut durch Aktivierungen, Teilaktivierungen, Pigmentverhüllungen und Verschaltungen der Rezeptoren und rezeptiver Felder mit der Fovea. Hier muss der beste Film passen!

Bei der *Adaptation* des Auges unterscheidet man drei Stufen: Tagessehen, das *photopische Sehen*, *Dämmerungssehen*, das *mesopische Sehen*, und *Nachtsehen*, das *skotopische Sehen*. (Bild A.85) Beim Übergang vom *Tagessehen* zum *Nachtsehen* verschiebt sich ebenfalls gleitend die Hellempfindlichkeit und die *Farbempfindlichkeit*, wobei das Auge hellempfindlicher und farbungempfindlicher wird, mit Ausnahme für Blau.

Die Dominanz der spektralen Hellempfindlichkeit $V(\rightarrow)$ der Zapfen, die schwerpunktmäßig in der Netzhautgrube versammelt sind, wird abgelöst durch die spektrale Hellempfindlichkeit $V'(\rightarrow)$ der Stäbchen, die ausschließlich über die Netzhautperipherie verteilt sind. Weitere Ausführungen folgen bei der Erläuterung des *Sehmodells*. Übrigens ist die Veränderung der Farbempfindlichkeit nicht nur vom Beleuchtungsniveau, sondern auch von der Lichtfarbe bzw. der spektralen Zusammensetzung der Beleuchtung abhängig. Das Auge adaptiert sich auch an der Farbe und bemüht sich stets um einen "*Weißabgleich*", was bei Licht mit kontinuierlichen Spektren (Tageslicht, Bild A.86) besser gelingt als bei Licht mit Bandenspektren (Entladungslampenlicht), wodurch das Gefühl der "*Farbsicherheit*" oder "*Farbunsicherheit*" entsteht. Lokale Farbumstimmungen der Netzhaut sind die Ursache der Farbsteigerung oder Abschwächung des Simultan- und Sukzessiv-Kontrastes.

Nach diesen Ausführungen werden nun einige Situationen herausgegriffen, die alltäglich auftreten, aber dennoch nicht immer vergegenwärtigt werden: (Bild A.87)

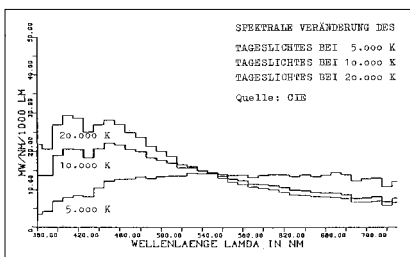


Bild A.86 Tageslicht, eine kontinuierliche Lichtquelle /A.19/



Bild A.87 Lichtlabor als Testeinrichtung /A.49/

- **Gewöhnung an Licht- und Körperfarbe.** Betrachtet man zwei Nischen mit weißer Oberfläche, die warmweiß und tageslichtweiß beleuchtet sind, so stellt man einen deutlichen Unterschied fest: Die eine wirkt gelblich, die andere bläulich. Der Gelb / Blau-Kontrast ist vergessen, sobald wir nur eine von den Nischen sehen. Wir adaptieren auf gelblich oder bläulich und sehen "weiß". Betritt man einen z. B. rot ausgekleideten Raum, so reagieren wir spontan auf die Körperfarbe, sowohl visuell als auch hormonell, was sich in Zustimmung oder Ablehnung ausdrückt. Nach einiger Zeit finden wir den Raum gar nicht mehr so rot. Wir sehen ihn neutraler. (*Farbadaptation – "Weißabgleich"*)
- **Farbmuster bei Tages- und Kunstlicht.** Betrachtet man ein metameres Farbmusterpaar, das auf Tageslicht abgemustert ist, so erscheinen die Farbflächen gleich, z. B. Ocker. Verlegen wir das Farbmusterpaar in eine Nische, die mit Glühlampenlicht beleuchtet wird, so trennen sich die Farben in eine neutralere und eine rötlichere Nuance. Legen wir das Farbmusterpaar unter Bandenlicht z. B. einer Kompaktleuchtstofflampe, erhalten wir eine grünliche und eine rötliche Variante: Die rote und besonders die grüne Bande schlagen durch. (*Farbwiedergabe*)
- **Rot und Blau.** Wählen wir zwei Farbmuster, ein Rot und ein Blau, so aus, dass sie am Fenster gleich hell erscheinen, so ändert sich dieses mit zunehmender Entfernung vom Fenster. In der Dunkelzone verliert das vorher so aktive Rot seine Leuchtkraft und wirkt schließlich schwarz. Das Blau hingegen bleibt farbig mit Tendenz zum Weiß. (*Purkinje Phänomen*) – Auf die am jeweiligen Ende des sichtbaren Spektrums liegenden Farben Rot und Blau reagieren wir auch hormonal besonders empfindlich, wie Laborversuche (T. Krzeszowiak, W. Berger '99 /A.6/) gezeigt haben: Langzeitbestrahlungen mit Rot- bzw. Blaulicht hoher Intensität bewirken erhöhte Adrenalin- bzw. Cortisol-Konzentrationen, während Grünlicht das normale Verhältnis von 2:1 (Adrenalin: Cortisol) bei Weißlicht nicht verändert. Übrigens ist auch die Flimmerverschmelzungsfrequenz bei rotem und blauem Licht um das Doppelte höher als bei Grün- und Weißlicht. Möglicherweise orientiert sich unser Auge auch am Verhältnis der lang- und kurzwelligen Anteile bei Tages- und Kunstlicht beim "*Weißabgleich*", was die "*Farbsicherheit*" bei Licht mit kontinuierlichen Spektren und die "*Farbunsicherheit*" bei

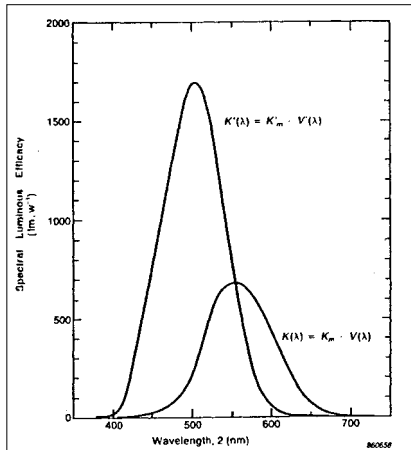


Bild A.88 Vom skotopischen zum photopischen Sehen /A.23/

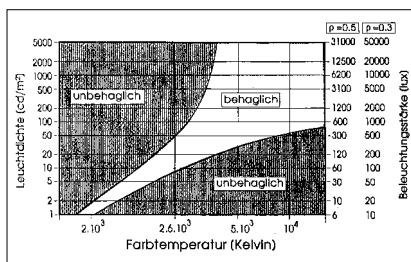


Bild A.89 Lichtfarbe und Helligkeit /A.21/

Licht mit Bandenspektren erklären würde. (*Balance der Endfarben des Spektrums*)

- **Absenkung des Beleuchtungsniveaus.** Verdunkelt man ein Fenster durch Raster oder Gitter, so sinkt das Beleuchtungsniveau, ohne dass dabei die Energieverteilung des Spektrums verändert würde. Weiße Flächen vergrauen, der Raum wird im Dämmerlicht unbehaglich. Dimmt man einen Temperaturstrahler, z. B. eine Glühlampe, so sinken Wendeltemperatur und Beleuchtungsniveau. Das Licht wird rötlicher. Der Raum wird im Dämmerlicht nicht unbehaglich, sondern entspricht unseren Sehgewohnheiten bei Morgenlicht (Morgenrot) oder Abendlicht (Abendrot), also Beleuchtungssituationen, bei denen der langwellige Anteil des Lichtes dominiert und unsere relative Rot-Unempfindlichkeit und Blau-Überempfindlichkeit bei der Verschiebung von V (\rightarrow) zu V' (\leftarrow) kompensiert. (Regel von Kruthoff / Wald, *Purkinje*-Phänomen) (Bild A.88, Bild A.89)
- **Anhebung des Beleuchtungsniveaus.** Bei der Aufhellung des Himmelsgewölbes oder beim Hochdimmen von Lampen steigt das Beleuchtungsniveau. "Weiß" kann auch auf weißem Hintergrund Leuchtkraft entwickeln. Wir entdecken eine ganze Palette unterschiedlicher Weißnuancen. Die Handlungsfähigkeit und Bereitschaft, sich mit Raum und Objekt auseinanderzusetzen, steigt, aber wir sehen auch jedes Staubkorn, so sehr ist unsere *Sehleistung* - *Sehschärfe*, *Tiefenschärfe*, *Unterschiedsempfindlichkeit*, *Wahrnehmungsgeschwindigkeit* und *Farbempfindlichkeit* - gestiegen. Nach einer Gewöhnungsphase tritt Sättigung ein und die physische Bereitschaft lässt wieder nach. Wohlwissend, dass Helligkeit zu haben wäre, würdigen wir auch dunklere Raumzonen, bis wir das Bedürfnis nach neuerlicher Stimulierung haben. Wir schätzen die natürlichen Schwankungen des Tageslichtes, die künstlich nur andeutungsweise zu simulieren sind. (*Lichtmilieu*)
- **Lichtquelle und Umfeld.** Betrachten wir eine Kerze in einer dunklen Raumzone, so erscheint sie blendend hell und weithin sichtbar. Stellen wir sie zum Fenster, so verliert sie scheinbar an Leuchtkraft und wird unbedeutend. Nicht die hohe Leuchtdichte von 5.000 cd/m^2 ist entscheidend, sondern die Relation zum Adaptationsniveau. Ebenso ist die Wirkung einer absoluten *Leuchtdichte* abhängig von ihrer relativen erscheinenden *Helligkeit* im räumlichen Kontext. Ein Raum scheint dort zu existieren, wo wir

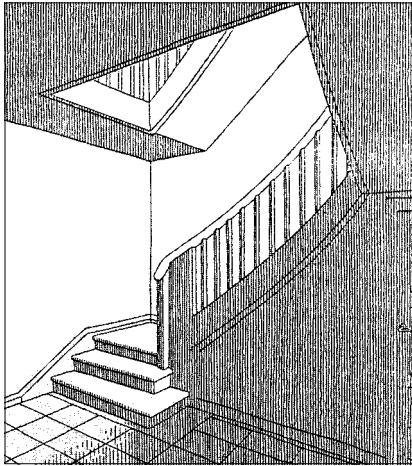


Bild A.90 Raumbegrenzung durch Licht
(Zeichnung von H. Tessenow) /A.74/

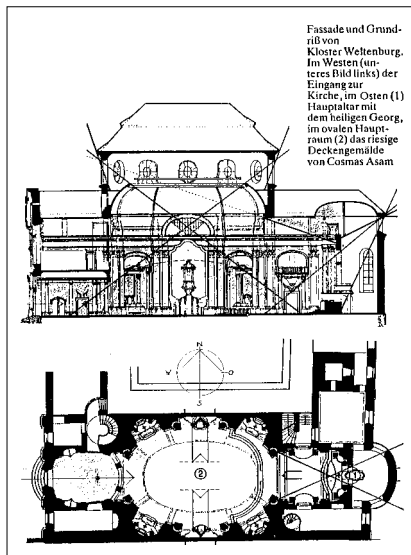


Bild A.91 "Lichtkammern", Farben und Glanz als Instrumentarium der Lichtregie, ein theatrum sacrum (Kirche des Klosters Weltenburg, entworfen und ausgestattet 1716-24 von den Gebrüder Asam, Höhepunkt der Raumgestaltung, Deckengemälde über „Rinnenspiegel“ – Halbgewölbe beleuchtet sowie versilberte Reiterstatue des Heiligen Georg durch "Lichtkammer" hinter dem Hochaltar inszeniert) /A.78/ (Zeichnung von Volkher Schultz ergänzt)

visuell differenzieren können und dort zu enden, wo wir nicht mehr (zu hell) oder noch nicht (zu dunkel) sehen können. (*Sehmodell*) (Bild A.90)

- **Eigenwert der Farbe.** Betrachtet man eine *Grautonskala* in unterschiedlich hellen Raumzonen, so wird der hellste Grauton aufgrund seines hohen Reflexionsgrades die höchste Aufmerksamkeit beanspruchen. Anders ist es bei Farben: Nimmt man einen *Farbtonkreis* mit wenig ausgeprägten Helligkeitsunterschieden, bei dem oben ein Gelb und unten ein Violett liegen und der links die "kalten" und rechts die "warmen" Farben präsentiert, wie z. B. der Farbton-Harmonie-Kreis nach Ostwald, so erscheinen diese Farben gleichwertig, lediglich nach dem Eigenwert der Farbe differenziert, solange man sich in einer hellen Raumzone aufhält.

Geht man in eine Dunkelzone, so teilt sich der Kreis in zwei Hälften: Die "warme" Seite wird einheitlich schwärzlich, die "kalte" Seite hellt sich einheitlich auf. Auch bei farbigen *Signallichtern* ist der Eigenwert der Farbe bedeutsamer als deren gemessene Leuchtdichte: In einem dunklen Raum erscheint ein rotes Signal einem grünen gleichwertig, obwohl es nur 1/2 des Leuchtdichtewertes, und ein blaues Signal einem grünen bzw. einem roten, obwohl es nur 1/8 bzw. 1/10 des Leuchtdichtewertes aufweist. Schwer prognostizierbar ist auch die Wirkung des *Simultan-Kontrastes* in dunklen Raumbereichen: Ein Laubgrün auf horizontalem, blauem Streifen vor gelbem Grund leuchtet wie ein Selbststrahler, dasselbe Laubgrün auf horizontalem, gelbem Streifen versinkt in der visuellen Bedeutungslosigkeit. Den Eigenwert der Farbe zu erkennen, setzt uneingeschränkte Farbtüchtigkeit voraus (Farbfehlsichtigkeit: 8% Männer, 0,5% Frauen). (*Körperfarben / Lichtfarben*)

- **Weißer und bunter Raum.** Ein "*weißer Raum*" lebt von der Qualität des Lichtes, der Modellierung durch Intensität und Farbe des Lichtes. Im "*bunten Raum*" tritt die Schattierung und Nuancierung durch Licht zurück. In den Vordergrund tritt die zur Geltung gebrachte Farbe im Kanon der sich gegenseitig beeinflussenden Gesamtfarbigkeit. Die Projektierung des "bunten Raumes" ist ungleich schwieriger, der Zauber des "weißen Raumes" bleibt dennoch unbestritten. (Bild A.91, Bild A.92)"

Die Lösung liegt auch bisweilen in der Kombination: Indem bunte Flächen farbiges Licht auf die weiße Raumhülle reflektieren. (*Farbgestaltung*)

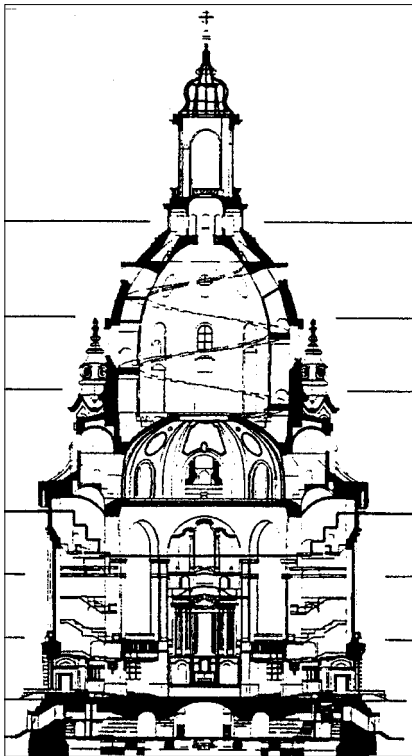


Bild A.92 "Oberlichtkammer", so volumenhaft wie der Innenraum. (Frauenkirche zu Dresden 1726-38) /A.38/

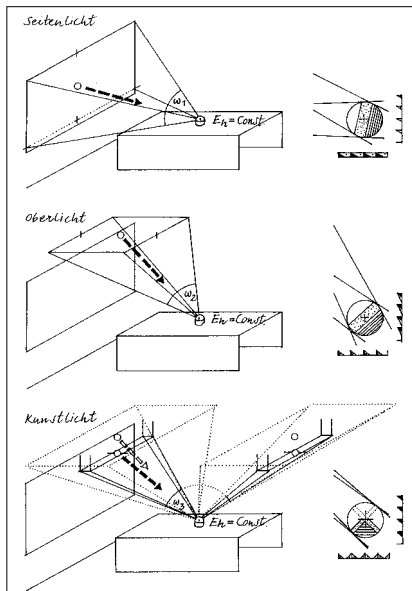


Bild A.93 Beleuchtungsstärke und Lichtrichtung - Seitenlicht, Oberlicht und Pendelleuchten können gleiche Beleuchtungsstärken erzeugen, die jeweilige Präferenz der Lichtrichtungen und die jeweils erforderlichen Lichtströme erzeugen jedoch unterschiedliche Wirkungen. /A.87/

FAZIT:

Die Anwendung eines einfachen Regelwerkes für die Gestaltung architektonischer Räume bedarf der Ergänzung, der Interpolation, durch spezifische Kenntnisse und Erfahrungen. Die sog. objektive Betrachtungsweise des Ingenieurs, die sich am Messbaren orientiert, muss verbunden werden mit den integrierten Signalen unseres äußerst komplexen Sinnesapparates, die sich mit Anmutung, Empfindung und Raumgefühl umschreiben lassen und vom Architekten gepflegt werden. Eine so aufgefasste subjektive Betrachtungsweise ist eher eine vertiefte objektive. (Bild A.93)

A.2.3.11 Sehmodell

Abschließend wird dargelegt, was das *Sehmodell*, auf das bereits mehrfach hingewiesen wurde, leistet und wofür es eigentlich gedacht ist. Doch um das Verständnis zu vertiefen, seien noch einmal einige Fragestellungen aufgeworfen.

Derartige Fragestellungen begegnen jedem, der sich mit Abmusterung, Beleuchtung und der Wirkung Architektonischer Räume befasst:

- Wieso hat man Schwierigkeiten bei der *Abmusterung einer Grautonskala*, die man visuell gleichabständig von Weiß nach Schwarz oder umgekehrt durchführen möchte?
- Wieso hat man sogar schon Schwierigkeiten, wenn man auch nur eine *Grenze zwischen Hell und Dunkel* markieren will, so z.B. bei der Unterteilung des "hellen Fleckes" eines projizierten "Lichtkegels" in *noch hell* und *bereits dunkel*?
- Wieso ist für eine gute *Objektmodellierung*, wie bereits besprochen, das Verhältnis von Objekt zu Hintergrundleuchtdichte wichtig oder, - wann sind *Spiegelbilder*, die überall im Raume auftreten, störend oder unschädlich?
- Wieso baut sich ein dunkler Raum erst nach und nach visuell auf, wenn man ihn von einer hellen Vorzone kommend betritt, oder wieso verblasst der Eindruck der *Helligkeit* eines Raumes, wenn man von einer dunkleren Vorzone kommend in ihm eine Zeitlang verweilt?
- Wieso verschiebt sich der wahrnehmbare *Raumausschnitt*, die visuelle Dimension des Architektonischen Raumes, bei hell- oder dunkel adaptiertem Auge?
- Wie hell ist eigentlich ein Raum? Wieviel heller wird er, wenn man die Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte verdoppelt? Und warum sieht der

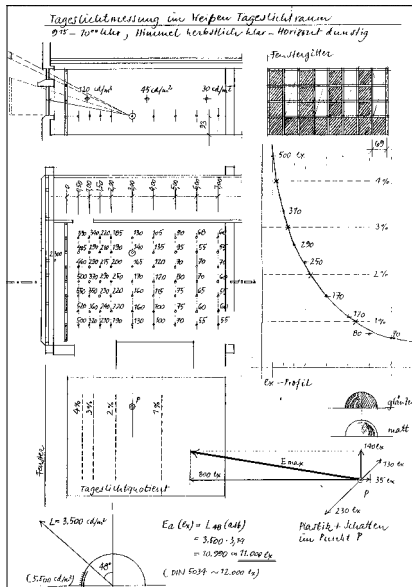


Bild A.94 Standard-Arbeitsebene und Raumeindruck - Das Messprotokoll liefert lediglich eine Teilinformation. Der Raumeindruck kann nur mit weiteren Hilfen beschrieben werden. /A.87/

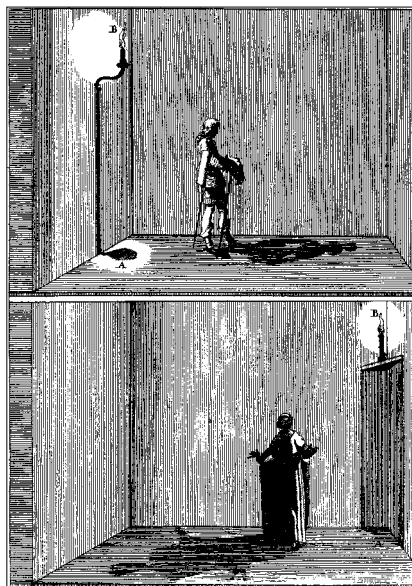


Bild A.95 Faszination der Kerze /A.65/

Raum anders aus, wenn man das *Lichtmilieu* anhebt oder absenkt, ohne dabei etwas an der Lichtverteilungscharakteristik (LVK) und an den Reflexionsgraden der Raumhülle verändert zu haben? (Bild A.94)

- Wieso sind 2 lx, die für die *Notbeleuchtung* entscheidend sind, unerheblich, wenn es um die Standardbeleuchtung eines Verkehrsweges mit 98 lx gegenüber den geforderten 100 lx geht?
- Und wie war es mit der Kerze, die eine hohe absolute Leuchtdichte von 5.000 cd/m² aufweist, und dennoch ihre *Leuchtkraft* am Fenster einbüßt? (Bild A.95)
- Wieso wirkt die *Abbildung* eines Raumes als Kleinbildprojektion eines Dias anders, als wenn sie raumhoch oder panoramaartig, den Betrachter umfassend, projiziert wird? Sicherlich ist hier die Veränderung des Gesichtsfeldes vom fovealen zum peripheren Sehen sehr wichtig. Doch ist es dieses alleine?
- Behalten *Kontraste*, die durch das Verhältnis photometrischer Leuchtdichtewerte beschrieben sind, ihre visuelle Bedeutung, wenn sich das Beleuchtungsniveau signifikant verschiebt, oder müsste man sich eher am Verhältnis "*erscheinender Helligkeiten*" orientieren? Oder, ganz pragmatisch: Warum hat Jørn Utzon in der von ihm entworfenen und 1976 eingeweihten Bagsvaerd Kirche bei Kopenhagen die schwarze Fliesenornamentik nachträglich durch eine blaue ersetzt? Weil ihm der Kontrast zwischen schwarzem Band auf weißem Grund beim hohen Beleuchtungsniveau des Tageslichtes zu hart erschien.

In der Praxis bedient man sich einfacher Regeln, wenn es um Leuchtdichte-Verhältnisse bei der *Gestaltung von Arbeitsplätzen* geht: Infeld : näherem Umfeld : entferntem Umfeld = 10 : 3 : 1 bis 0,1, das sind Leuchtdichten innerhalb von zwei Dekaden. (Bild A.96) Aber, wäre nicht ein umfassendes Modell der visuellen Wahrnehmung, zumindest auf der Ebene der *Helligkeitwahrnehmung (Sehmodell)*, sehr hilfreich und würde es nicht die vorangestellten Fragen beantworten?

Ein solches Modell wird nun vorgestellt. (Bild A.99) Es ist ein theoretisches Denkmodell des Verfassers (V. Schultz '75 bis '98 /A.9/ - /A.15/), das sich auf das 45-Grad-Gesichtsfeld, also auf *Raum- und Objektwahrnehmung* bezieht. Es basiert nicht auf der Durchführung psychophysischer Versuchsreihen, wenn es auch Ansätze in dieser Richtung (H.W. Bodmann '61 /A.1/; H.W. Bodmann, E.A. Voit '62 /A.2/;

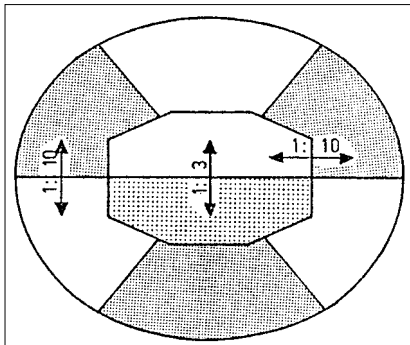


Bild A.96 Leuchtdichteverhältnisse - Die zulässigen Kontraste der Flächenhelligkeiten im Gesichtsfeld nach E. Grandjean /A.63/



Bild A.97 Heller Raum /A.42/



Bild A.98 Dunkler Raum /A.32/

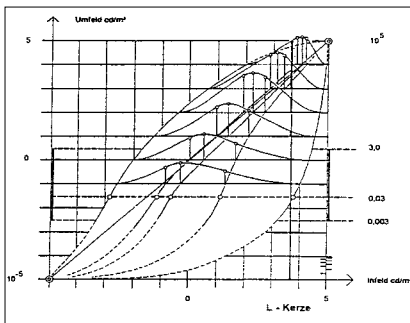


Bild A.99 Sehmodell /A.87/

B. Lingelbach, F. J. Haberich (1979 /A.4/ u. a.) mental verarbeitet, sondern auf Beobachtungen und logisch erscheinenden Zuordnungen:

- Auf der Ordinate sind mittlere Umfeld-Leuchtdichten (45-Grad-Gesichtsfeld) innerhalb des visuell differenzierbaren Leuchtdichte-Umfanges von zehn Dekaden, von 10^{-5} cd/m^2 bis 10^5 cd/m^2 , ausgedrückt in logarithmischen Einheiten, aufgetragen. Den mittleren Umfeld-Leuchtdichten sind in gleicher Weise zehn Dekaden möglicher Infield-Leuchtdichten (2-Grad-Gesichtsfeld) auf der Abszisse zugeordnet.

In vertikaler Abfolge zeigt das Modell:

- 3 Adaptionsstufen (Helligkeitswahrnehmung):
 - *Skotopisches Sehen* (Nachtsehen) von 10^{-5} cd/m^2 bis 3×10^{-3} cd/m^2 ,
 - *Mesopisches Sehen* (Dämmerungssehen) von 3×10^{-3} cd/m^2 bis 3×10^0 cd/m^2 ,
 - *Photopisches Sehen* (Tagessehen) von 3×10^0 cd/m^2 bis 10^5 cd/m^2 .
- 2 Adaptionsstufen (*Farbwahrnehmung*):
 - *Foveales und Peripheres Farbsehen* = Tagessehen,
 - *Peripheres Unbuntsehen* (in Kombination mit eingeschränktem Fovealem Farbsehen) = Dämmerungssehen und Nachtsehen.
- Typische *Beleuchtungssituationen*, wie Straßenbeleuchtung, Notbeleuchtung, Innenraumbeleuchtung (Museum 50 lx, Büro 500 lx, usw.), Außenraumbeleuchtung bei Tageslicht.
- *Adaptionsniveaus* und zugehörige Adaptionsintervalle in Form von *Sensibilitätsprofilen*, die im Wesentlichen die Sehleistung darstellen (Gradientenverlauf / 1. Ableitung der Grundfunktion). Die Sensibilitätsprofile haben ein Maximum (jeweils relativ beste Sehleistung) und zwei Wendepunkte (jeweils Grenzen "angepassten Sehens" bzw. "Empfehlung" höher oder niedriger zu adaptieren).
- *Wahrnehmungsgeschwindigkeit*: Je schmaler das Intervall, desto schneller und je breiter das Intervall, desto langsamer.
- *Umadaptierungsgeschwindigkeit*: In Richtung der schmaleren Intervalle schneller und zu den breiteren hin langsamer.

In horizontaler Abfolge zeigt das Modell:

- Links *Schwarzgrenze*: Zu dunkel, keine Wahrnehmung möglich.

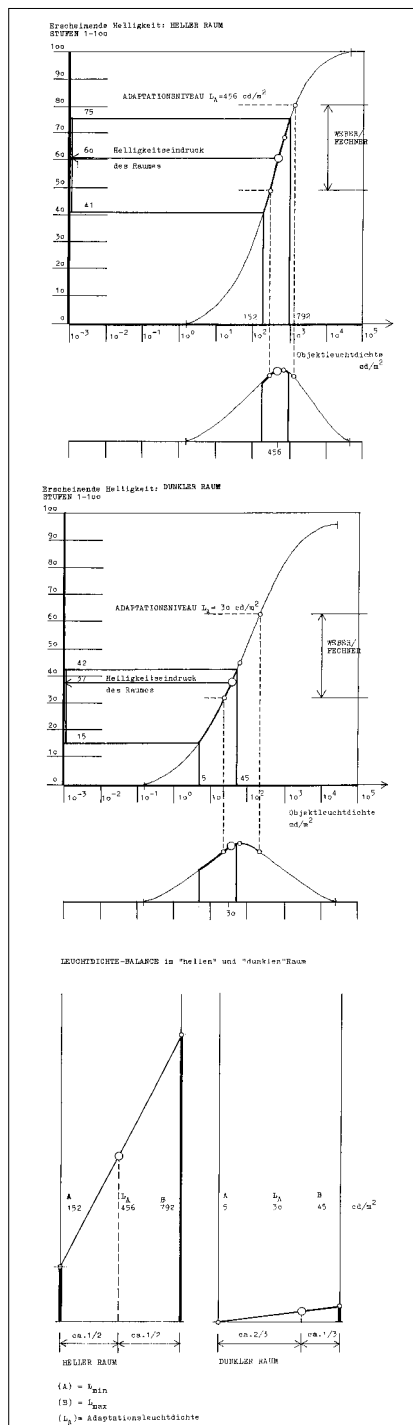


Bild A.100 Sehmodell in Anwendung /A.51/

- Rechts *Blendgrenze*: Zu hell, keine Wahrnehmung möglich, bezogen auf die jeweiligen Adaptationsniveaus.
- Breite der *Adaptationsintervalle* (3 - 5 Dekaden)
- *Blendempfindlichkeit*: Je steiler der Abfall der Flanke zur Blendgrenze, desto größer.

Am Beispiel der bereits mehrfach erwähnten Leuchtdichte einer Kerze von $5.000 cd/m^2$ wird die *Bewertungsverschiebung* im Sehmodell-Diagramm gezeigt.

Abschließend wird am Beispiel eines *hellen Raumes* und *dunklen Raumes*, die von derselben *Großform* abgeleitet sind, aber dennoch unterschiedliche Charaktere aufweisen (Bild A.97, Bild A.98), die Transformation der *Infeld-Leuchtdichten* in "erscheinende Helligkeiten" mit Hilfe der aus dem Sehmodell durch Integration abgeleiteten *Grundfunktionen* für die jeweiligen Adaptationsniveaus von $456 cd/m^2$ bzw. $30 cd/m^2$ vollzogen. Der Helligkeitseindruck des hellen Raumes liegt bei 60 und der des dunklen Raumes bei 38, wenn man eine 100-teilige Skala zugrunde legt. Beim hellen Raum liegen die gesehenen Leuchtdichten der Raumhülle nahezu im Bereich "angepassten Sehens", beim dunklen Raum überwiegen die gesehenen Leuchtdichten im darunter liegenden Bereich, was der "Empfehlung" entspricht: Abwenden von den Lichtöffnungen und "herunteradaptieren". Ein Diagramm, beim dem die Adaptationsleuchtdichten linear zwischen die Leuchtdichten der dunkelsten und hellsten Raumpartien gesetzt sind, zeigt ein korrespondierendes Ergebnis: Sie liegen beim hellen Raum in der Mitte, beim dunklen Raum zur helleren Seite verschoben. Wären die Lichtöffnungen nicht einsehbar, so würde die Adaptationsleuchtdichte sinken und an die dunklen Partien besser angepasst sein. (Bild A.100)

FAZIT:

Für die Erscheinung des Architektonischen Raumes ist es besonders wichtig, wie das Lichtkonzept das metrische Volumen inszeniert. Zur Einschätzung der getroffenen Planungsmaßnahmen liefert das Sehmodell eine Möglichkeit, Raumwirkungen zu prognostizieren oder Hinweise für korrigierende Maßnahmen zu geben.

Die Grenzen des architektonischen Raumes werden sichtbar. Auf diese Weise lassen sich auch Vergleiche zwischen verschiedenen Raumcharakteren, jedenfalls im Hinblick auf deren Helligkeitseindruck, anstellen. Übrigens, eine numerisch noch so sorgfältige Berechnung der photometrischen Werte bleibt aussagearm, solange nicht der menschliche Bewertungsmaßstab mit einbezogen wird.



Bild A.101 Raumfolien (Große Moschee von Cordoba, Andalusien) /A.75/



Bild A.102 Kuppelgitter (San Lorenzo in Turin 1667, von G. Guarini) /A.22/

A.2.4 Anmutung

Anmutung ist das Raumgefühl, das in uns Sympathie oder Antipathie erweckt. Anmutung hat etwas mit Sensibilität und Gemütsverfassung zu tun, die durch das *Raummilieu* (Raumkonzept, Lichtkonzept, Lichtmilieu) angesprochen wird. (Bild A.101, Bild A.102, Bild A.103, Bild A.104) Anmutung ist ein integriertes Signal unseres äußerst komplexen Sinnesapparates, also eine Verknüpfung aller Sinnesempfindungen, wie Hören, Riechen, Schmecken, Tasten, die beim Sehen assoziativ angeregt werden. Es sind Empfindungen wie *sauber, frisch, muffig, warm, kalt, zugig, hart, weich, rau, glatt, schwer, leicht, süßlich, säuerlich* usw.

Die Anmutung als komplexes Signal beeinflusst unsere körperliche Verfassung, unser Befinden und Verhalten. Organisch betrachtet, steuert die Anmutung den Hormonhaushalt, wie schon mehrfach angedeutet. Dieser sorgt für Heiterkeit oder Depression, Leistungsbereitschaft oder Verweigerung, Verkrampfung oder Entspannung usw. Kalte Füße und Hände sind nicht immer nur eine Folge schlechter Raumbeheizung, sondern auch der Ablehnung des Raumes.

Die Anmutung wird durch alle bereits erwähnten *Raumqualitäten* tangiert, wie Enge / Weite, Freiheit / Eingeschlossenheit, Überschaubarkeit / Orientierungsmöglichkeit, ... Erkennbarkeit der Wandstruktur, die unser Distanzgefühl unterstützt usw.

Wir taxieren die Helligkeit eines Raumes und verbinden damit Erwartungen: In einem hellen Raum erwarten wir weißes Licht mit hoher Farbtemperatur, in einem dunkleren Raum langwelligeres Licht und niedrigere Farbtemperaturen, sonst würde uns der Raum trübe und fahl erscheinen. Hohe Anmutungsqualität bringen Lichtfarbenkontraste, die z. B. Sonnenflecken in einer sonst kühler wirkenden Raumatmosphäre erzeugen.

So wie die *Lichtfarbe* die Anmutung signifikant beeinflusst, so tut dieses auch die *Körperfarbe*. Die Tatsache, dass wir einen sehr differenzierten Farbensinn besitzen, ist ein Indiz für die Unverzichtbarkeit der Farbe – und sei es auch nur Farbe geringer Sättigung – im Kanon räumlicher Gestaltung und Wahrnehmung. Dabei muss bedacht werden, wie unterschiedlich der Umgang mit Farbe sein kann. Zunächst denkt man an das Elementarste, den großflächigen Anstrich mit einer monochromen Farbe. Doch bald wird erkennbar, dass unser Auge seine Empfindlichkeit verliert und abstumpft, da stimulierende Kontraste fehlen. Diese können in vielfältiger Weise entstehen:



Bild A.103 Weltabgewandtes, göttliches Oberlicht (Kirche in Mogno 1996 von M. Botta) /A.26/



Bild A.104 Weg zum Licht (Mediathek in Villeurbanne von M. Botta)/A.26/

- Durch das Aufgliedern in Teilflächen, die sich an der Maßstabsbildung beteiligen, oder in Kleinflächen, die partitive Farbmischungen eingehen,
- oder durch Verzahnungen, die der Fläche Homogenität verleihen,
- oder durch das Anlegen von Farbverläufen, die eine Verformung der Fläche begleiten,
- oder durch die Bildung farbiger Schichtungen, die ein Hintereinander der Begrenzungen suggerieren.

Farben können natürlich auch lesbare Inhalte vermitteln: Figurationen, Ornamente, Symbole und Bilder, die in virtuelle Räume führen. Farbe ist ein Mittel der Interpretation der Raumhülle durch Begleitung und Betonung der Geometrie, durch Kontrapunktion und Anreicherung der Raumhülle mit Attributen oder auch durch Negation, Überlagerung oder Verfremdung des metrisch Vorhandenen.

Die Anmutung eines Raumes wird nicht zuletzt auch durch das Gefühl der *Farbsicherheit*, die Möglichkeit, einer Oberfläche eine in unserer Vorstellung verankerte, definierbare Farbe zuzuordnen zu können, so wie wir es gewohnt sind, mit der Beurteilung der Hautfarbe umzugehen, optimiert. Diese Art der Optimierung können am besten kontinuierliche Spektren erzeugende Lichtquellen bei ausreichenden Beleuchtungsniveaus leisten; insbesondere das Tageslicht, an das wir uns im Laufe einer Jahrmillionen dauernden Evolution angepasst haben.

FAZIT:

Die Anmutung, als komplexes Signal unserer äußerst komplexen Sinnesapparates, kann nicht als "subjektives Gefühl" bei Seite geschoben werden. Sie ist für jedes menschliche Individuum objektiver Ausdruck seiner Bedürfnisse und Wünsche, vom Rationalen über das Existentielle zum Seelischen.