

## 2.1 Lichtplanung

### 2.1.1 Bedeutung in der Architektur

Die Bedeutung des Lichts nimmt einen immer größeren Stellenwert in der Architektur ein. Heutzutage ist das Hauptproblem im Umgang mit Licht nicht mehr eine Unzulänglichkeit von Lichtquellen, sondern der sinnvolle Umgang mit einem Überfluss an Licht; es muss geklärt werden, wie viel Licht und welche Beleuchtungsform in bestimmten Beleuchtungssituationen benötigt werden. Wissenschaftliche Untersuchungen, vor allem im Bereich der Arbeitsplatzbeleuchtung, haben ein umfangreiches Regelwerk entstehen lassen, das Mindestbeleuchtungsstärken und Mindestqualitäten für Farbwiedergabe und Blendungsbegrenzung vorschreibt. Da aber nur die physiologische Erforschung des menschlichen Auges Grundlage dieser Untersuchungen ist, begnügt sich die quantitative Lichtplanung mit der Bereitstellung einer gleichmäßigen Allgemeinbeleuchtung, die sich vornehmlich an der schwierigsten aller zu erwartenden Sehaufgaben orientiert. Obwohl dieser Normenkatalog eigentlich für die Arbeitsplatzbeleuchtung gedacht ist, wird er weit über diesen Bereich als allgemeine Richtlinie für Beleuchtung genutzt und bestimmt bis in die Gegenwart hinein die Praxis der Lichtplanung.

Dass Licht als „Baustoff“ wirken kann, der bewusst in die architektonische Gesamtgestaltung einbezogen werden muss, wurde von Lichttechnikern und Architekten gleichermaßen erkannt. Dabei wurde dem künstlichen Licht gegenüber dem Tageslicht mehr Bedeutung beigemessen, weil es sich durch eine bessere Steuerung und Differenzierung auszeichnet. Der Lichttechniker J. Teichmüller prägte den Begriff der „Lichtarchitektur“, LeCorbusier sprach vom „weisen, richtigen und wunderbaren Spiel der Körper im Licht“ und Architekten der „Gläsernen Kette“ verstanden das Bauwerk als kristallines, selbstleuchtendes Gebilde.

Vor allem die visuelle Wahrnehmung des Menschen spielte neben der Physik des Lichts und der Architektur im Kräftedreieck der Beleuchtung eine große Rolle. Erkenntnisse der Wahrnehmungspsychologie wurden als Anstöße genommen, nicht länger nur nach quantitativen Grenzwerten zum Lösen abstrakter „Sehaufgaben“ zu fragen, sondern Prinzipien der visuellen Wahrnehmung zu folgen. Es wurde erkannt, dass Licht Wahrnehmungshierarchien aufbaut und damit bestimmt, mit welcher Priorität und in welcher Weise die einzelnen Objekte unserer visuellen Umgebung gesehen werden.

Besondere Impulse dazu gingen aus der Bühnenbeleuchtung hervor, da hier bereits Methoden zur Erzeugung differenzierter Lichtwirkungen und Effekte existierten und zugleich Fragen nach Beleuchtungsstärke und Gleichmäßigkeit völlig in den Hintergrund traten. Richard Kelly kann als einer der Pioniere moderner Lichtplanung angesehen werden. Er entwickelte die Grundlagen einer differenzierten, von der Bühnenbeleuchtung beeinflussten Lichtplanung, in der er nicht länger nur von quantitativen Kriterien, sondern nun von qualitativen Kriterien einer Lichtplanung sprach. Er definierte drei Lichtqualitäten mit jeweils unterschiedlichen Funktionen: *ambient light* (Licht zum Sehen), *focal glow* (Licht zum Hinsehen) und *play of brilliance* (Licht zum Ansehen). Deren Mischung sollte eine Beleuchtung ermöglichen, die sowohl der beleuchteten Architektur als auch den Bedürfnissen des wahrnehmenden Menschen gerecht wurde.

*Ambient light* entspricht dabei den bisher üblichen quantitativen Vorstellungen vom Licht und kennzeichnet eine funktionelle Grundbeleuchtung. *Focal glow* berücksichtigt die Bedürfnisse des wahrnehmenden Menschen und strukturiert die Umgebung, indem es z.B. bestimmte bedeutsame Bereiche hervorhebt und sie somit einer gesteigerten Wahrnehmung übergibt. *Play of brilliance* letztlich ermöglicht es dem Licht, selbst aktiv Objekt des Betrachtens zu werden, ohne dass es nur passiv Objekte beleuchtet oder betont (z.B. die Lampe als Designobjekt).

Nach welchen Kriterien diese Lichtqualitäten gemischt werden sollen, wird in der Folge durch einen Kriterienkatalog des Lichtplaners William Lam beschrieben. Er enthält ein systematisches Vokabular zur kontextorientierten Beschreibung der Anforderungen an eine Beleuchtungsaufgabe und unterscheidet letztlich zwei Hauptgruppen: *activity needs* und *biological needs*.

Die Anforderungen, die aus der aktiven Tätigkeit in einer visuellen Umgebung entstehen, werden durch die *activity needs* beschrieben. Sie entsprechen weitgehend den Kriterien der quantitativen Lichtplanung, wobei sich Lam allerdings gegen eine durchgängige Beleuchtung wendet, die sich an der schwierigsten aller zu bewältigen Sehaufgaben orientiert. Vielmehr fordert er eine differenzierte Analyse aller auftretenden Sehaufgaben nach Ort, Art und Häufigkeit.

Im Gegensatz dazu werden unter den *biological needs* alle in einem Kontext gültigen psychologischen Anforderungen an eine visuelle Umgebung zusammengefasst. Es sind die unbewussten Bedürfnisse, die für eine emotionale Bewertung einer Situation wichtig und somit für das Wohlbefinden in einer visuellen Umgebung verantwortlich

sind. Er geht davon aus, dass die visuelle Aufmerksamkeit eines Menschen fast immer auf die Beobachtung seiner gesamten Umgebung ausgedehnt ist und dass die emotionale Bewertung vor allem davon abhängt, ob die Umgebung Informationen liefert oder vorenthält. Das Bedürfnis nach räumlicher und zeitlicher Orientierung ist dabei genauso wichtig wie das nach Überschaubarkeit und Verständlichkeit der umgebenden Strukturen. Ein dritter Bereich beschreibt die Balance zwischen dem Kommunikationsbedürfnis des Menschen und seinem Anspruch auf einen definierten Privatbereich.

Neben dieser am wahrnehmenden Menschen orientierten Analyse darf nicht vergessen werden, dass Licht darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Ästhetik einer Architektur liefert. Eine an den Lam'schen Forderungen orientierte Strukturierung des Raums kann auch durch verschiedene Beleuchtungsformen erreicht werden, die jeweils eine individuelle ästhetische Wirkung und Atmosphäre erzielen.

Die Inszenierung von Architektur durch dynamisches Licht ist eine besondere Wechselwirkung von Licht mit der Architektur. Hier geht es weniger um die Unterstützung der Architektur, als vielmehr um die Veränderung, also die Schaffung unterschiedlicher Stimmungen durch Licht innerhalb einer ansonsten statischen Architektur. Diese Inszenierung hat ihren Ursprung in der Theater- bzw. Bühnenbeleuchtung und spielt auch in der Architektur eine immer größere Rolle. Sie kann Architektur in unterschiedlichen Stimmungen erscheinen lassen und so Träger der Corporate Identity werden.

Seit ein paar Jahren arbeiten die Architekten auch mit Lichtkünstlern wie z.B. Dan Flavin oder James Turrell zusammen. Auch in der Außenraum- bzw. Landschaftsbeleuchtung verstärkt sich der Trend zur Inszenierung durch Licht. Gerade für den innovativen und künstlerischen Einsatz von Licht ist das Wissen um die kausalen Zusammenhänge zwischen Licht, Form und Material einerseits und der visuellen Wahrnehmung als Auslöser emotionaler Stimmungen andererseits sehr wichtig.

## 2.1.2 Visuelle Wahrnehmung

Der Mensch orientiert sich in seiner Umwelt hauptsächlich über seine visuelle Wahrnehmung. Dabei ist zum einen das menschliche Auge wichtig, weil es anhand des von der Umwelt reflektierten Lichts ein Abbild auf der Netzhaut produziert. Weit wichtiger ist jedoch der anschließende Wahrnehmungsprozess im Gehirn, der aus diesen Reizen eine Umwelt erkennt und konstruiert. Dieser Wahrnehmungsprozess sorgt z.B. dafür, dass wir in Abb.5 zwar die trapezförmigen Flächen der Tische sehen, sie letztlich aber als rechteckförmige Tischplatten erkennen.



Abb. 5 Cafeteria im Sonnenlicht, Gemälde von Edward Hopper, 1958; aus: [ROC-85]

Die Produktion des Bildes auf der Netzhaut folgt weitgehend optisch-physikalischen Gesetzen, die durch die Analogie Auge = Kamera verdeutlicht werden können, hier aber nicht vertiefend erklärt werden sollen (Abb. 6).



Abb. 6 Abbildung eines Gegenstandes auf der Belichtungsebene einer Kamera, aus: [ROC-85]

Das Auge reagiert auf den schmalen Bereich zwischen 380 und 780 nm innerhalb des Spektrums elektromagnetischer Strahlung am empfindlichsten (Abb. 7 und 8). Es ist dies der Bereich des Tageslichts, an das sich das Auge im Laufe der Evolution angepasst hat. Es besitzt lichtempfindliche Sensoren, die Zapfen und Stäbchen, die

Leuchtdichten und Farben der Umwelt in Nervenreize umwandeln und damit das Netzhautbild liefern. Auf eine genauere Erläuterung soll hier verzichtet werden. Wichtig ist die Feststellung, dass die eigentliche Wahrnehmung in einem nachgeschalteten Prozess im Gehirn stattfindet.

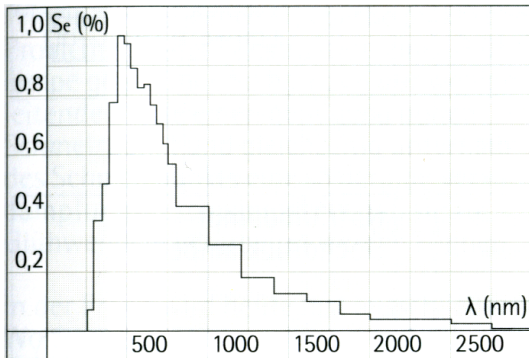


Abb. 7 Relative spektrale Verteilung der Globalstrahlung (Sonnen und Himmelslicht) mit einem deutlich sichtbaren Maximum im sichtbaren Bereich, aus: [GAN-92]

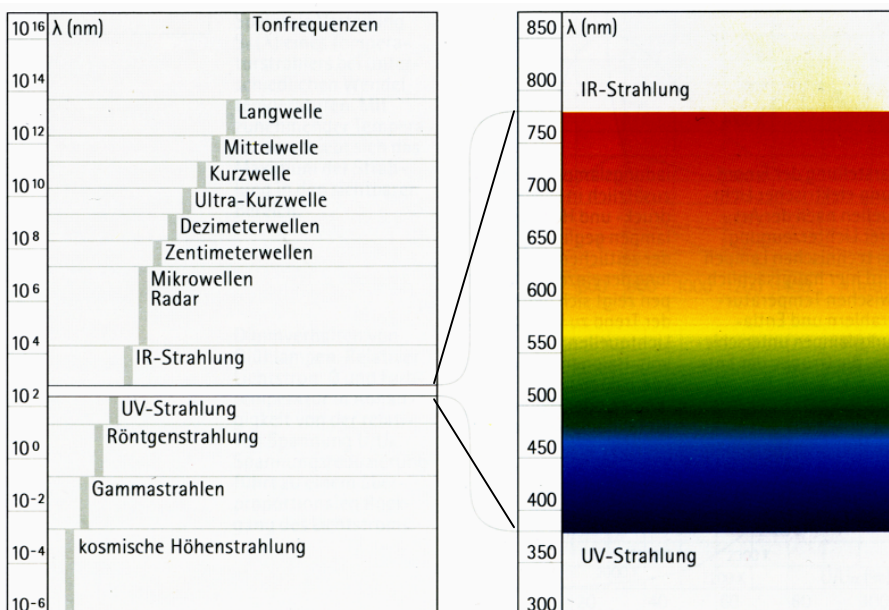


Abb. 8 Bereiche der elektromagnetischen Strahlung. Das Spektrum der sichtbaren Strahlung umfasst den schmalen Bereich zwischen 380 und 780 nm, aus: [GAN-92]

Dieser Prozess der visuellen Wahrnehmung ist recht treffend von J. Gibson als „Vorgang der Umwandlung eines visuellen Feldes (Netzhautbild) in eine visuelle Welt“ formuliert worden [GIB-82]. Dabei stellt er die einleuchtende Frage, wie der Mensch den Eindruck einer stabilen visuellen Welt haben kann, obwohl ihm die Netzhautbilder ständig wechselnde visuelle Felder liefern. Diesen Wahrnehmungsvorgängen liegen verschiedene Theorien zugrunde.

Sie können grundsätzlich in drei Richtungen aufgeteilt werden [ROC-85]:

- Deduktionstheorie, nach der die Wahrnehmung versucht, anhand von Mustervergleichen auf Bekanntes zurückzuschließen
- Gestalttheorie, die angeborene Tendenzen beim Wahrnehmen hervorhebt
- Reiztheorie, die Korrelationen zwischen physikalischen Größen und Wahrnehmungsvorgängen sucht

Sie finden Verwendung in den Konstanzgesetzen zur Farb-, Größen- und Formkonstanz, die im folgenden beschrieben werden sollen.



Abb. 9 Die Farbe bzw. Helligkeit eines Objekts wird wirklichkeitsgetreu wahrgenommen, auch wenn es durch Licht und Schatten unterschiedlich beleuchtet ist, aus: [ROC-85]

Beim Betrachten der Abbildung 9 haben wir keinen Zweifel, dass die Farbe des Zauns einheitlich weiß ist, obwohl die Farbe bzw. Helligkeiten auf der Oberfläche des Zauns eigentlich von weiß bzw. hell an den oberen Spitzen der Latten bis schwarz bzw. dunkel unterhalb der Querlattung wechselt. Ein Erklärungsversuch für diese Korrektur liefert z.B. die Deduktionstheorie nach Helmholtz, der einen „unbewussten Schluss“ dafür verantwortlich macht, dass frühere Erfahrungen bei der Interpretation einer augenblicklichen Sinnesinformation mit verrechnet werden, wie z.B. das Wissen, dass ein Zaun in der Regel eine gleichmäßige Farbe hat und nicht mal weiß, mal schwarz oder grau ist. Dieses Wissen kann auch anhand der Gestalttheorie als angeborenes Wissen begründet werden, was auch in Abbildung 10 verdeutlicht wird. Beim Betrachten der Struktur erkennen wir automatisch Erhebungen. Dreht man das Foto allerdings auf den Kopf, nehmen wir stattdessen Vertiefungen wahr. Dies erklärt sich daraus, dass wir Licht automatisch als von oben kommend annehmen, weil wir es im Laufe der Evolution so von der Sonne gewohnt sind. Die Beleuchtungsverhältnisse wie z.B. die Lage der Schatten bestimmen in diesem Beispiel, ob wir diese Struktur als Erhebung oder Vertiefung wahrnehmen. Dieser Mechanismus greift auch bei

Abbildung 9, er teilt uns mit, dass der dunkle Bereich unter der Querlattung nicht auf eine andere Farbe, sondern auf eine natürliche Verschattung durch das Tageslicht zurückzuführen ist.



Abb. 10 Der Schatten bestimmt, ob die Struktur als Erhebung oder Vertiefung wahrgenommen wird, aus: [ROC-85]

Diese deduktive oder gestalttheoretische Verrechnung wird heute teilweise von der Reizrelationstheorie der Helligkeitskonstanz abgelöst. Sie lässt sich anhand der Abbildung 11 erklären. Betrachten wir die weiße Wandverkleidung im Schatten links, dann stellen wir fest, dass sie fast so wenig Licht zum Auge reflektiert, wie die schwarzen Schindeln. Obwohl beide Flächen annähernd gleiche Leuchtdichten besitzen, können wir eine weiße Wand von den schwarzen Schindeln unterscheiden. Hier setzt ein Vorgang ein, der den Reflexionsgrad einer Fläche aus dem Verhältnis der Leuchtdichten dieser Fläche mit ihrer Umgebung ermittelt. Eine weiße Fläche wird demnach sowohl im Licht als auch im Schatten als weiß wahrgenommen, weil sie in Relation zu den umgebenden Flächen jeweils das meiste Licht reflektiert.



Abb. 11 Trotz annähernd gleicher Leuchtdichte der verschatteten weißen Wandflächen und schwarzen Schindeln werden sie in der Wahrnehmung in unterschiedliche Objekte differenziert, aus: [ROC-85]

Als weiterer Konstanzmechanismus gilt die Größenkonstanz, die sich an Abbildung 12 verdeutlichen lässt. Wenn wir den Angler verdecken, erscheint der Fisch etwa pfannengroß; deckt man die Hand ab, erscheint er stattdessen mannsgroß. Man kann diesen Effekt eindeutig auf die Verrechnungstheorie zurückführen, nachdem die Umgebung - hier mit einem Vergleichsmaßstab - mit in die Ermittlung der Größe eines Objekts einfließt.



Abb. 12 Einfluss der Umgebung auf die Größenwahrnehmung, aus: [ROC-85]

Damit lässt sich dann auch die wahrgenommene konstante Größe der Scheiben in Abbildung 13 erklären. Isoliert man die Scheiben vom Untergrund, so könnten sie unterschiedlich groß erscheinen. In Relation zum Untergrund kann man jedoch sehen, dass sie immer gleich viel Quadrate bedecken, weswegen sie letztlich als gleich groß wahrgenommen werden. Das bedeutet aber nicht, dass Größenwahrnehmung oder Größenkonstanz lediglich über einen Vergleichsmaßstab in der Umgebung zu erklären ist. Vor allem im Nahbereich kann das Auge noch durch Akkommodation und Konvergenz Informationen zur Größe liefern. Im Fernbereich fällt dies weg, da das Auge ab ein paar Metern bereits auf unendlich fokussiert.

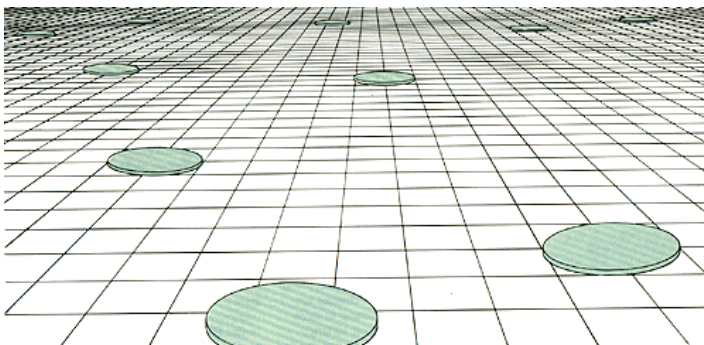


Abb. 13 Größenkonstanz beruht auch auf Größenverhältnissen, aus: [ROC-85]

Auch eine weitere Form der räumlichen Konstanz, die Formkonstanz, kann anhand der Verrechnungstheorie gedeutet werden. Sie erklärt, wie unterschiedliche Umriss einer

Form trotzdem auf eine Konstanz in der Form hindeuten. Hier wird die Neigung eines Gegenstandes zur Frontalebene berücksichtigt. Ein Rechteck, das aus der Frontalebene heraus gedreht wurde, ergibt z.B. ein Trapez, das über den Drehungswinkel wieder in ein Rechteck „umgerechnet“ werden kann. In der Abbildung 5 kann dies nachvollzogen werden. Hier sieht man zwar den trapezförmigen Umriss der Tischplatten, aber anhand des eingenommen Betrachterstandpunkts und Blickwinkels erhält das Wahrnehmungssystem die notwendigen Informationen über den Winkel des Trapezes zur Frontalebene und errechnet daraus automatisch den rechteckigen Umriss. Diese Umrechnungen erfolgen automatisch. Sobald aber die Informationen widersprüchlich sind, ist die Wahrnehmung gestört; ein Irritationseffekt, der z.B. durch gegensinnige Linearperspektiven in der Malerei bewusst als formales Mittel eingesetzt wird (Abb. 14).

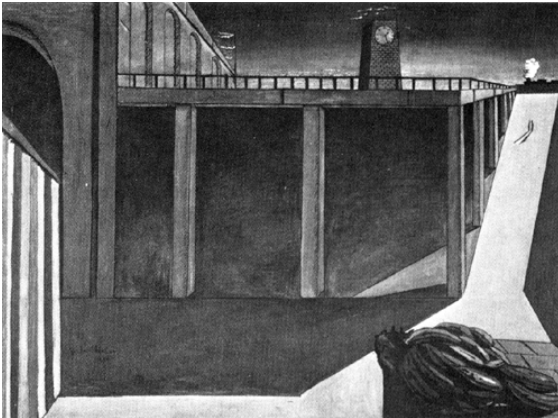


Abb. 14 Melancholie der Abreise, Gemälde von Giorgio de Chirico, 1914; aus: [SCH-89]

Ohne jetzt weiter auf die einzelnen Theorien einzugehen, kann festgestellt werden, dass sich die visuelle Wahrnehmung aus vielen Faktoren zusammensetzt. Optische Täuschungen sind dabei Grenzbereiche, wo die Wahrnehmung zwischen den verschiedenen Theorien springt und jeweils unterschiedliche Ergebnisse liefert. Welche jeweils als die entscheidende genommen wird, hängt sehr stark von zusätzlichen Informationen ab, wie z.B. von den räumlichen Bedingungen.

Dieser Einfluss lässt sich anhand der Abbildungen 15 und 16 veranschaulichen. Abbildung 15 zeigt eine Treppe, die sich um eine rechteckige Säule windet. Der linke Teil der Säule ist heller als der rechte. Da das Auge aber auch die räumlichen Verhältnisse in Betracht zieht, interpretiert es die Kante zwischen der hellen und dunklen Fläche als Beleuchtungskante, woraufhin beide Flächen nach der Gestalt- oder Deduktionstheorie als gleich hell wahrgenommen werden. Ohne diese Information, die Abbildung 16 entspricht, wird die Kante als Grenze zwischen zwei Flächen angesehen, die nach der Reizrelationstheorie unterschiedliche Reflexionsvermögen haben.

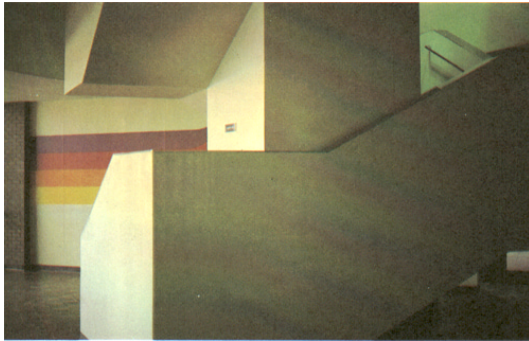


Abb. 15 Die räumlichen Informationen führen dazu, dass Beleuchtungskanten wahrgenommen werden, aus: [RIT-86]

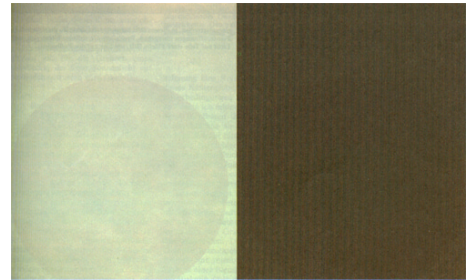


Abb. 16 Ohne räumliche Informationen bleiben es Flächenkanten, aus: [RIT-86]

Es lässt sich feststellen, dass die Mechanismen der Wahrnehmung nach einfachen und verständlichen Deutungen suchen und dabei möglichst viele Informationen in Betracht ziehen. Widersprechende Informationen ergeben missverständliche Wahrnehmungen. Das hat auch Konsequenzen für die architektonische Lichtplanung insofern, als sie eben diese (Ordnungs-) Mechanismen berücksichtigen sollte. Das bedeutet, dass in der Lichtplanung die Beleuchtungsverhältnisse – also die Leuchtdichtegradienten eindeutig interpretierbar sein müssen. Verlaufen sie allerdings zu unregelmäßig, z.B. durch eine ungünstige Beleuchtungsanlage, entstehen unklare Beleuchtungsverhältnisse, die die Suche nach einer verständlichen Deutung erschweren und so die Wahrnehmung negativ beeinflussen.

Eine weitere Erkenntnis daraus ist, dass ein Eindruck gleichmäßiger Helligkeit nicht von einer gleichförmigen Beleuchtung abhängt, sondern nur von einem gleichmäßigen Verlauf der Leuchtdichtegradienten. Ziel einer architektonischen Lichtplanung muss es vielmehr sein, einen Leuchtdichteverlauf zu erzielen, der in logischem Bezug zur Architektur steht, indem er z.B. die Struktur der Architektur abbildet oder betont. Andererseits muß auch bei der Wahl und Anordnung der lichtgebenden Objekte selbst – Leuchten oder Fenster - also die „Hardware“ – die ordnende Tendenz des Wahrnehmungsvorgangs berücksichtigt werden. Ansonsten kann es vorkommen, dass Strukturen visuell so umorganisiert werden und statt der erhofften Muster andere unerwünschte Strukturen oder Formen wahrgenommen werden.

Hier müssen Prinzipien der Gestaltwahrnehmung berücksichtigt werden, die von R. Ganslandt und H. Hofmann [GAN-92] beschrieben und wie folgt zusammengefasst werden können:

- *geschlossene Formen* werden als Figur interpretiert; dabei müssen sie nicht eine durchgehende Kontur haben, weil auch nahe beieinander angeordnete Elemente nach dem *Gesetz der Nähe* zu einer Kontur zusammengefasst werden (Abb. 17)
- Andere Muster können anhand ihres logischen Aufbaus zu einer Figur organisiert werden. Das unterstützen *Symmetrien* oder *parallele, ebenbreite Formen* oder einfach ein *einheitlicher Stil* der Anordnung (Abb. 18)
- Mehrere Einzelformen werden zu einer Gruppe zusammengefasst, dabei werden Linien bevorzugt als gleichmäßige durchgehende Kurven oder Geraden wahrgenommen (Abb. 19)
- Bei flächigen Formen entspricht dem Gesetz der *durchgehenden Linien* das Gesetz der *guten Gestalt*. Formen sollten auch hier so organisiert werden, dass sich möglichst einfache, geordnete Figuren ergeben (Abb. 20)
- Auch der Aufbau einzelner Formen kann Organisationsmechanismen berücksichtigen, wie es z.B. im Prinzip der *Gleichartigkeit* beschrieben wird. Es sorgt dafür, dass einzelne Formen dann z.B. nicht über die Symmetrie, sondern über ihre Gleichartigkeit zusammengefasst werden (Abb. 21)

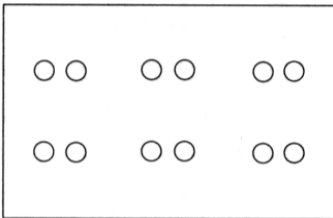


Abb. 17.1 Aufgrund der Nähe werden Paare gebildet

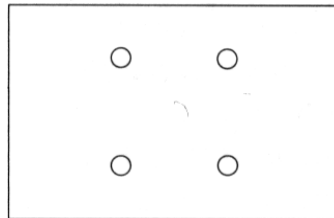


Abb. 17.2 Aufgrund der Nähe werden 4 Punkte zu einem Quadrat zusammengeschlossen, aus: [GAN-92]

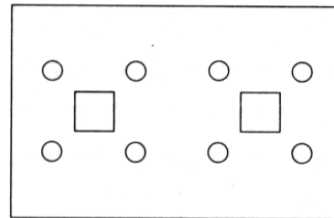


Abb. 18 Die Anordnung wird nach dem Gestaltgesetz der Symmetrie in Fünfergruppen umorganisiert, aus: [GAN-92]

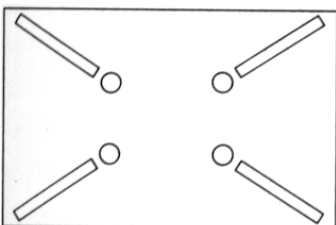


Abb. 19 Diese Anordnung wird als Kreuzung zweier Linien wahrgenommen, aus: [GAN-92]

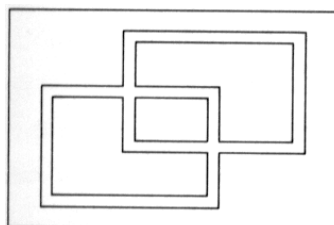


Abb. 20 Diese Anordnung wird als Überlagerung zweier Rechtecke interpretiert, aus: [GAN-92]

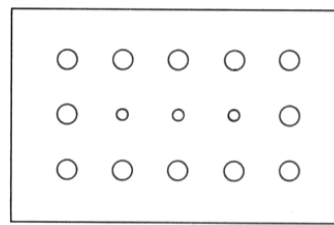


Abb. 21. Das Prinzip der Gleichartigkeit fasst diese Formen als Gruppe zusammen, aus: [GAN-92]