

Farbe und Licht in der Architektur

April 2010 ckr Aufbauend auf den Themen Raum und Garten+Landschaft

Definitionen:

Architektur steht in diesem Text für den von Menschen gestalteten Raum.

Licht umfaßt hier sowohl Tageslicht wie auch Kunstlicht.

Lichtgestaltung beschreibt die Art und Weise, wie Licht Räume benutzbar macht.

Räume werden hier als dreidimensionale Bereiche beliebiger Größe verstanden.

Architektur/Gestaltete Räume umfassen somit alle Kulturleistungen von Landschaftsregulierung (Flussläufe, Felderzuschnitte, Abholzungen, Tagebaue) über Einzelobjekte (wie Gebäude zum Wohnen, Arbeiten, Lernen, Erholen - aber auch: Straßen, Brücken, Tunnel) bis hin zu deren Agglomeration (Siedlungen, Verkehrsnetze, Parklandschaften). Räumliche Erfahrungen sind in Außen- und Innenräumen jeglicher Art möglich, in gestalteten und ungestalteten, darunter auch in Gebäuden und Städten.

Die **Raumerfahrung** erfolgt durch die gleichzeitige Wahrnehmung verschiedener Körpersinne: Dem Gleichgewichtssinn mit Aussagen über Neigung oder Gefälle, dem Be-Tasten und Be-Gehen, den Wärme- bzw. Kältewahrnehmungen, evtl. sogar Druck- und Feuchtigkeitsempfindungen...all diese Nahsinne melden uns ihre Eindrücke. Wir bewerten sie als angenehm oder unangenehm. Schall und seine Reflektionen liefern uns über den Fernsinn Hören eine ungefähre Vorstellung einer Raumgröße und seiner Oberflächenflächenqualität (hart oder weich).

Das Sehen

'Dem Gesehenen dagegen korrespondiert von vornherein kein räumliches Äquivalent einer empfundenen Körperstelle 'Auge'. Wir sehen räumliche Ausdehnungen nur dort, wo wir sie nicht empfinden. Der gesehenen Erscheinung im Raum entspricht keine leiblich empfindbare Ausdehnung eines sehenden Auges.'

H.-D. Bahr : Der lichte Raum, LICHT Ausstellungskatalog Basel 1990

Über 80 % der Umweltinformationen nimmt der Mensch über das Auge auf. Die Datenübertragungsrate ist dabei um den Faktor 10 höher als z. B. beim Hören. Dreidimensionales oder stereoskopisches Sehen wird dadurch ermöglicht, dass die Augen in einem gewissen Abstand voneinander angeordnet sind. Beim Betrachten eines Objektes entstehen zwei leicht unterschiedliche Bilder. Aus den Differenzen beider Bilder errechnet das Gehirn einen räumlichen Eindruck, der das Abschätzen kurzer Entfernungen ermöglicht.

Licht und Raum

Bei unseren räumlichen Erkundungen führt stets das Auge unsere Füße und Hände. Angezogen wird es dabei vom Licht. Ohne Umwege gehen wir auf das Helle zu. Licht gibt jedem Raum eine Orientierung. Licht ermöglicht Innenräumen darüber hinaus schlicht ihre Benutzbarkeit. Licht gibt zusätzlich Auskünfte über Raumhierarchien innerhalb eines Raumes oder einer Raumgruppe: im Dunkel verbleibt das Unwichtige, das Wichtige wird angestrahlt/ beleuchtet. Eine verständliche Wegeführung trägt viel zu unserem Vergnügen an Räumen bei - oder ihr Gegenteil, die Orientierungslosigkeit, zu unserer Mißgestimmtheit.

Lichtlenkung ist mit allen **Lichtquellen** möglich: Die Sonne und alle Glüh- bzw. Halogenglühlampen emittieren Licht, deren Spektrum dem des schwarzen Strahlers sehr nahe kommt. Feuer, Kerzen, Blitze, Lampen, Sonne und Mond. Tageslicht und Kunstlicht können ähnlich effektiv wirken. Tageslicht kann durch Einzelöffnungen seitlich oder von oben direkt in die Räume eintreten. Öffnungen können zueinander in Beziehung stehen, als Einzelne oder als Gruppe wirksam werden oder sogar zu einer komplett lichtdurchlässigen Fläche erweitert werden. Tageslicht kann reflektiert über Wand- oder Deckenflächen den Raum indirekt erhellen.

Kunstlicht kann punktuell oder flächig eingesetzt werden. Eine Leuchte kann ein dekorativer Lichtkörper sein oder sich hinter Vorsprüngen verstecken und indirekt wirken. Kunstlicht wird meist tageslichtähnlich konzipiert. Allerdings fehlt dem Kunstlicht, selbst wenn es - wie heute technisch möglich - sehr fein gesteuert ist, die lebendige Veränderlichkeit des Tageslichts, das im Verlauf eines Tages ganz unterschiedliche Lichtfarbtöne annimmt und sehr spontan wechseln kann. (Deshalb muß man z.B. die Kunstlichtfarbe Weiß als einen Sammelbegriff verstehen, der Lichtfarben von 2700 bis 6500K mit unendlich vielen Nuancen umfaßt.

Lichtgestaltung bewirkt also eine Führung durch ein Objekt: sie gibt Hinweise auf Wichtiges und Unwichtiges, sie leitet uns in unbekanntenen Zonen. Für diesen Effekt der Zielgebung kommt es weniger auf die Menge des Lichtes an, als auf den Abstand zwischen der erzeugten Helligkeit und der umgebenden Fläche. Ähnlich helle Bereiche werden als gleichwertig verstanden und setzen deshalb einen Auswahlprozeß mit offenem Ende in Gang. Von einer Weg- und Lichtführung kann man dann nicht mehr sprechen.

Sehen und Erkennen hängen in hohem Maß von den Lichtverhältnissen ab. Außerdem gibt es beim Sehen angeborene und erworbene Fähigkeiten. Bekanntes wird schneller erfasst als Neues. Ein Übermaß an Helligkeit oder Dunkelheit von Räumen trägt nichts zum leichteren Erkennen bei. Blendfreiheit und eine ausreichende Mindesthelligkeit sind Voraussetzungen fürs Sehen.

Gefühlslenkung

Farben, sowohl Pigmentfarben wie auch Lichtfarben, beeinflussen ohne Umweg unsere Gemüthsstimmung. Farben können uns sympathisch oder unsympathisch sein. Diese Gefühle können sich auf die damit im Verbindung stehen Menschen übertragen (Kleidung, Räume, Autos...). Nicht erforscht ist bisher, ob es die vermutete feste Zuordnung von einzelnen Farbtönen zu Stimmungen gibt. Zudem scheint sich das Farbempfinden jedes Mensch im Verlauf seines Lebens zu verändern. Kinder haben andere Farbaffinitäten als Erwachsene, ältere Menschen bevorzugen mehrheitlich weniger intensive Farben. Ein Zusammenhang mit den den altersbedingten Veränderungen der Wahrnehmungsorgane ist anzunehmen.

Farben

Überall auf der Welt sind sowohl Eigenfarbigkeit von Gegenständen wie auch Lichtfarben - auch außerhalb von Architektur bzw. Gartenarchitektur - erlebbar. Die Farbnuancen sind unendlich, ebenso die Möglichkeiten ihrer Kombination. Kultur und

Umgebung haben geschmackliche Vorzugslösungen entstehen lassen, die jedoch nur eine geringe interkulturelle und zeitliche Verbindlichkeit haben.

Vom wechselnden Zeitgeschmack unabhängiger sind die Farb-Prägungen fürs Überleben: bei den Eigenfarben von Obst und Gemüse, steht Rot für Reife und Wohlgeschmack und Grün für Unreife/Frische. Diese erlernten Hauptfarben werden zur Zeit von einem Boom gelber Obst- und Gemüsesorten bedrängt, die Grenze zu Ablehnung und Ekel ist fließend: gelbe Gurken, gelbe Zucchini mögen noch akzeptabel sein, aber gelbe Tomaten ?

Oder gar: Blaue Milch ? Blau scheint eine der seltensten Eigenfarben auf der Welt zu sein. Entsprechend wertvoll wird sie dadurch. Und verstörend, wenn es auf den falschen Oberflächen auftaucht wie z. B bei Yves Kleins Körper Paintings in den 1950ziger Jahren.

Das Gehirn unterscheidet beim Entfernungssehen auf große Distanzen zwischen nahen und weiter entfernten Objekten u.a. anhand des Blauanteils des Lichtes. Näher liegende Objekte erscheinen in wärmeren, intensiveren Farbtönen, entferntere Objekte dagegen in bläulichen und blassen Tönen.

Jedes Licht fällt auf **eigenfarbige Körper** und verändert diese: Es bildet Konturen, wirft Schatten und Halbschatten, grenzt ein und aus, es reflektiert, es zeigt Strukturen auf, es belebt eine zuvor als einheitlich wahrgenommene Oberfläche. Der Lichtfarbton ändert sich im Verlauf der unterschiedlichen Tageslichtmischungen, die Eigenfarbigkeit eines Materials kommt verstärkt zum Vorschein oder wird komplett überblendet. Licht ist wichtiger als Oberflächeneigenfarben, weil es diese massiv beeinflusst. (Qualitativ hochwertiges Kunstlicht zeichnet sich dadurch aus, dass es Körpereigenfarben so wiedergibt, wie diese bei Tageslicht, bei bedecktem Himmel, etwa um die Mittagszeit erscheinen.)

Wozu kann der Einsatz von **Farbe in der Architektur** dienen ? Ähnlich wie Licht kann Farbe Stimmungen beim Benutzer hervorrufen, Kälte oder Wärmeempfinden steigern, die Raumhierarchien erklären, Signale setzen, Zusammenhänge schaffen. Ohne entsprechenden Lichtzutritt allerdings wirken die Farben nicht, da das Farbsehen erst im Hellen möglich wird.

Farbe und Licht können rein dekorativ verwendet werden. Architektonische Mittel werden sie erst, wenn sie sich durch geschicktem Einsatz im Raum in ihrer Wirkung verstärken und dem Raum ein Eigenleben ermöglichen, das weit über seine reinen Abmessungen und Materialien hinaus geht. Farbe und Licht sind die Raumcharakteristika, die sich am stärksten in der Erinnerung an Räume im Gedächtnis eingraben.

Constanze Kreiser
Gr. Gartenstr. 6A
14776 Brandenburg
03381 228722
www.architekturatelier-kreiser.de

APPENDIX

Physiologie

Der menschliche Wahrnehmungsapparat nutzt folgende Informationen:
Kontrast | Helligkeit | Farbe

Der Mensch nutzt zum Sehen nur elektromagnetische Strahlung im kleinen Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 780 nm. Diesen Bereich nennt man sichtbares Licht. Im Laufe der Evolution haben sich die Augen des Menschen auf den Wellenlängenbereich des Sonnenspektrums spezialisiert, der in ausreichender Menge und mit einer gewissen Konstanz die Erdatmosphäre zu durchdringen vermag.

Das sichtbare Licht ist nur jener kleine Ausschnitt der elektromagnetischen Strahlung, der im menschlichen Auge eine Hell- und eine Farbempfindung hervorruft. Unser Gehirn ordnet den verschiedenen Wellenlängen des Lichtspektrums verschiedene Farben zu.

Die Hellempfindlichkeitskurve setzt sich aus folgenden Abhängigkeiten zusammen: Die für den Menschen sichtbare Strahlung liegt zwischen den Wellenlängen von 380 nm (blau) Lichtes und 780 nm (rot). Das Auge ist im gelb-grünen Bereich bei ca. 555 nm am empfindlichsten. Für größere und kleinere Wellenlängen ist die Empfindlichkeit unseres Sensors Auge geringer, d. h. um den Eindruck gleicher Helligkeit zu erhalten, benötigt man eine größere Strahlungsleistung.

Das Farbsehen mittels der Zapfchen ist in drei verschiedene Spektralbereiche unterteilt. Auf jeden der drei Strahlungsbereiche Rot, Grün und Blau reagiert eine Zapfenart sensibel. Durch Reizen eines bzw. meist mehrerer Zapfentypen kann gemäß der additiven Farbmischung das gesamte Farbspektrum vermittelt werden.

Das menschliche Auge ist trotz des relativ einfachen Konstruktionsprinzips zu einer Reihe erstaunlicher Leistungen fähig, die mit technischen Mitteln nur schwer realisierbar sind.

Ein Vergleich zwischen Fotokamera und Auge soll dies zeigen: Die Netzhaut des Auges entspricht dem lichtempfindlichen Film. Hornhaut, vordere Augenkammer und Linse übernehmen die Aufgabe des Objektivs. Die Iris ist mit der Blende vergleichbar. Beide verändern ihren Durchmesser abhängig von der Beleuchtungsstärke auf Retina bzw. Film.

Kamera und Auge sind jedoch in ihren Funktionen sehr verschieden. Die Kamera erzeugt ein starres Bild auf der lichtempfindlichen Filmschicht. Das Auge stellt dem Gehirn ständig neue Daten zur Verfügung. Auch bei statischem Blick und Umfeld wiederholt sich die Übertragung der Daten mehrmals pro Sekunde. Vereinfacht gesagt ist das Sehen ein Ergebnis aus der Kombination von Auge als optischem und neuronalem System und einer komplexen und leistungsfähigen "Bildverarbeitung" im Gehirn.

Wie die Signal- und Bildverarbeitung und die folgende Integration in unser Bewusstsein vor sich gehen, darüber gibt es noch keine allumfassende Erklärung.

(z.B. Wolframwendel) Licht abstrahlt. Der schwarze Strahler beschreibt das Strahlungsspektrum eines Temperaturstrahlers.

Weißes Licht kann mit einem Prisma in seine spektralen Bestandteile zerlegt werden. Umgekehrt ergibt die Addition aller spektralen Bestandteile einer Strahlungsquelle einen Farbeindruck, z.B. weiß bei Tageslicht.

Durch Erhöhen der Temperatur eines schwarzen Strahlers erhält man verschiedene Spektren. Das gesamte Licht dieser Spektren ruft im Auge des Betrachters verschiedene Farbeindrücke hervor. Hilfreich ist das Bild eines Hufeisens, das im Feuer erst rot glühend, dann gelb und mit steigender Temperatur schließlich weiß glühend wird. Jeder Temperatur ist ein Spektrum und diesem wiederum ein Punkt im Farbdreieck zugeordnet. Verbindet man alle Punkte, so erhält man den Planck'schen Kurvenzug.

Quantitative

Was	ist			Licht?	
Lichttechnische	Grundgrößen			-	Quantitativ
Einteilung	Größe	Formelzeichen	Formel	Name	Einheit
Strahlungsgröße	Lichtstrom	F	$F = I \cdot W$	Lumen	[lm]
Senderseitige Größe	Lichtstärke	I	$I = F/W$	Candela	[cd]
Empfängerseitige Größe	Leuchtdichte	L	$L = I/A$	Candela pro Quadratmeter	[cd/m ²]
	Beleuchtungsstärke	E	$E = F/A$	Lux	[lux]

Die Lichtstärke ist der richtungsabhängige, von der Größe des Empfängers unabhängige Lichtstrom einer Lichtquelle. Sie kann durch einen Vektor angegeben werden.

Verbindet man die Enden aller, auf einer Ebene liegenden Lichtstärkevektoren einer Lichtquelle, so ergibt sich die Lichtstärke-Verteilungskurve (LVK).

Der Lichtstrom gibt die Strahlungsleistung einer Lichtquelle in den gesamten Raum an. Dabei wird diese Strahlung unter Berücksichtigung der Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges bewertet. Alle anderen lichttechnischen Größen leiten sich von dieser Grundgröße ab.

Die Beleuchtungsstärke ist eine reine Rechen- und Messgröße. Sie gibt den Lichtstrom bezogen auf die beleuchtete Fläche, unabhängig von deren Reflexionsgrad, an. Fällt 1 lm Lichtstrom auf eine Fläche von 1 m², so ergibt sich eine Beleuchtungsstärke von 1 Lux. Die Beleuchtungsstärke reduziert sich mit dem Quadrat der Entfernung zwischen Lichtquelle und Bewertungsebene.

Lichtquelle	Mittl. [cd/m ²]	Leuchtdichte
Mittagssonne	$1,6 \cdot 10^9$	
Xenonlampe Kurzbogenlampe	$1,5 \cdot 10^8 - 2,7 \cdot 10^9$	
Halogen-Metaldampflampe Kurzbogenlampe HMI, HTI	$5 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^8$	
Halogen-Metaldampflampe HQI	$5,3 \cdot 10^6$	
Glühlampe klar	$2 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^7$	

Glühlampe innenmattiert	$5 \cdot 10^4 - 4 \cdot 10^5$
Natriumdampf Lampe	$7,5 \cdot 10^4$
Leuchtstofflampe/Kompaktleuchtstofflampe	$1,2 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^4$
Weißer sonnenbeschienener Himmel	$1 \cdot 10^4$
Kerzenflamme	7.500
Klarer Himmel	3.000 - 5.000
Mond	2.500
Glimmlampe	200 - 600
Nachthimmel	10^{-3}

Die Beleuchtungsstärke ist eine einfach zu berechnende Größe. Die Leuchtdichte dagegen hängt von den Reflexionseigenschaften und den Reflexionsgraden der angestrahlten Materialien ab, die oft nicht genau bekannt sind. Deshalb verwendet man in der Lichttechnik für die Innenraumbeleuchtung die Beleuchtungsstärke als Planungsgröße.

Lichtfarbe

Die Lichtfarbe wird sehr gut durch die Farbwiedergabe beschrieben. Hierbei lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden: Warmweiß < 3300 K; Neutralweiß 3300 - 5000 K; Tageslichtweiß > 5000 K. Trotz gleicher Lichtfarbe können Lampen aufgrund der spektralen Zusammensetzung des Lichtes sehr unterschiedliche Farbwiedergabe-Eigenschaften besitzen.

Kennzeichnung bei OSRAM-Lampen:

	Warmweiß	Neutralweiß	Tageslichtweiß
Halogenmetall dampflampen	WDL= Warmweiß De Luxe	NDL= Neutralweiß De Luxe	D= Tageslichtweiß De Luxe
Leuchtstofflampen alte Kennzeichnung (Erste Ziffer gibt Aufschluss über Lichtfarbe)	31 = 3000 K 41 = 2700 K 32 = 3000 K	21 = 4000 K 22 = 4000 K	11 = 6000 K 12 = 5000 K 72 = 6500 K
Leuchtstofflampen neue Kennzeichnung (die beiden letzten Ziffern sind die ersten beiden Werte der Farbtemperatur, die erste Ziffer gibt Auskunft über den R _a -Farbwiedergabe- Index)	827 = 2700 K 830 = 3000 K 930 = 3000 K	840 = 4000 K 940 = 4000 K	860 = 6000 K 950 = 5000 K 965 = 6500 K