

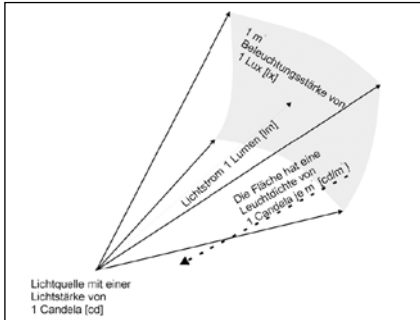
«Ein geistiges Abstraktum wird durch Licht zum Architektonischen Raum. Eine Vision wird zur erlebbaren Realität.»

Volkher Schultz, Prof. Dr.-Ing. Architekt, Detmold



PLANUNG MIT TAGESLICHT

Grundlagen



Grundgrößen (D1)

In der Lichttechnik wird mit 4 Grundgrößen gearbeitet:

- Lichtstrom
- Lichtstärke
- Leuchtdichte
- Beleuchtungsstärke

Der Lichtstrom ist die Menge des von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichts pro Zeiteinheit. Er entspricht der physikalischen Grösse «Leistung» und wird in Lumen (lm) gemessen. Die Effizienz von elektrischen Lichtquellen wird am erzeugten Lichtstrom pro eingesetzter Leistung gemessen (lm/W).

Die Lichtstärke ist der Lichtstrom, den eine bestimmte Lichtquelle in eine Raumeinheit aussendet. In der Lichttechnik ist es üblich, die Raumeinheit als Ausschnitt aus einer fiktiven Kugel mit dem Radius 1 m anzugeben, als Raumwinkel. Die Angabe entsprechender lichttechnischer Grössen wird auf eine Fläche von 1 m² bezogen. Die Lichtstärke wird in Candela (cd) gemessen.

Die Leuchtdichte ist die Lichtstärke bezogen auf die Flächeneinheit der Licht erzeugenden Quelle (1 m²). Sie wird in cd/m² angegeben.

Die Beleuchtungsstärke bezieht sich auf die Licht empfangende Fläche. Sie ist der einfallende Lichtstrom pro Flächeneinheit und wird in Lux gemessen.



Von einem bestimmten Standpunkt aus gesehen ist die Sonne eine Lichtquelle mit stark schwankenden Eigenschaften. Nebst den klimaspezifisch und geografisch bedingten Schwankungen verändert sich die Einstrahlung je nach Jahres- und Tageszeit. Primär beeinflussen die Art, Häufigkeit und Form der Bewölkung sowie die Länge des Weges, welche die Strahlung durch die Erdatmosphäre zurücklegt, die Strahlungsintensität. Die Luftzusammensetzung (Trübungsfaktor), das Reflexionsvermögen des Bodens und die geografische Höhenlage können als sekundäre Faktoren geltend gemacht werden.

Die Sonnenstrahlung unterliegt beim Durchgang durch die Erdatmosphäre verschiedenen Streu- und Absorptionsvorgängen. Diese beeinflussen Intensität und Spektrum. Fünfzig Prozent der extraterrestrischen Sonnenenergie erreicht im weltweiten Mittel als diffuse oder direkte Strahlung die Erdoberfläche. In Mitteleuropa werden rund 1000 kWh pro m² und Jahr registriert.

LICHTSTROM

LICHTSTÄRKE

LEUCHTDICHTE

BELEUCHTUNGSSTÄRKE

SONNE ALS LICHTQUELLE

PLANUNG MIT TAGESLICHT Grundlagen

Lichtquelle	Leuchtdichte [cd/m ²]
Nachthimmel	0,001
Grauer Himmel	bis 3000
Blauer Himmel	bis 10 000
Mond	bis 2500
Sonne am Horizont	6 Millionen
Leuchtstoff-Lampe	2000 bis 4000
Kerzenflamme	bis 10 000
Wolfram-Glühlampe, mattiert	10 000 bis 100 000
Wolfram-Glühlampe, klar	2 bis 30 Millionen
Sonne am Mittag	1 bis 1,5 Milliarden

Beispiele verschiedener Leuchtdichten (D2)



Haus Galli, Scherzingen
Galli & Rudolf Architekten AG (Abb. 1)

Bei vollständig bedecktem Himmel ist die Trübung der Atmosphäre so stark, dass die Sonne nicht mehr erkennbar ist. Dabei ist die Leuchtdichteverteilung rotations-symmetrisch und das Leuchtdichteverhältnis konstant; Werte am Zenit sind etwa dreimal höher als am Horizont (Moon-Spencer).

Die absoluten Leuchtdichtewerte hängen vom Sonnenstand ab.

Die maximale Aussenbeleuchtungsstärke beträgt etwa 20 000 lx, zu Mittag in der Jahresmitte. Wegen seiner einfachen Stereometrie, seiner Häufigkeit und einer gewissen Planungssicherheit, jedenfalls im Hinblick auf die Erfüllung von zu erwartenden Mindestwerten, wird der vollständig bedeckte Himmel als Standard-Himmel benutzt.

Die Aussenbeleuchtungsstärke sollte für Tageslichtplanung mehr als 5000 lx betragen. Das entspricht einer Himmelsleuchtdichte LH von mindestens etwa 1600 cd/m² und einem Tageslichtquotienten $D \dots 1 =$ mindestens 50 lx.

Bei klarem Himmel ist die Leuchtdichteverteilung des Himmelsgewölbes achsialsymmetrisch, doch nur mit grossem Aufwand beschreibbar und vom jeweiligen Sonnenstand abhängig. Die maximale Aussenbeleuchtungsstärke ist erheblich höher und kann unter den bereits genannten Bedingungen etwa 100 000 lx erreichen. Die Beleuchtungsstärken im Innenraum steigen entsprechend an, zumindest in der Strahlungsrichtung der Sonne und der gegenüberliegenden Himmelsaufhellung (am Horizont). Diese Zugewinne können nur im Sinne einer lokalen Wahrscheinlichkeit planerisch mit einbezogen werden. Die damit verbundenen thermischen Belastungen sind hoch.

Der bewölkte Himmel entzieht sich der planerischen Kalkulation, da er von schnell wechselnden meteorologischen Verhältnissen abhängig ist. Auch hier kann höchstens aufgrund von lokalen Wahrscheinlichkeiten der Sonnenscheindauer operiert werden. Die beim bewölkten Himmel auftretenden Lichtstimmungen haben hohen emotionalen Wert.

TRÜBUNGSGRAD
DER ATMOSPHERE

PLANUNG MIT TAGESLICHT

Grundlagen

VISUELLE WAHRNEHMUNG

Das Gebiet der visuellen Wahrnehmung, insbesondere der hier behandelten Wahrnehmung des Raumes, mag aufgrund der unbewusst funktionierenden Mechanismen, wie z. B. der «Helligkeits- und Farbkonstanz» oder der «Grössen- und Entfernungskonstanz», d. h. der angeborenen Fähigkeit, Objekte bezüglich ihres Reflexionsverhaltens oder ihrer Raumposition absolut zu bewerten, wenig spektakulär erscheinen.

Unser Sehapparat hat neben den sehr komplexen Abläufen der Visualisierung unserer Umwelt auch noch motorische und hormonelle 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.

VISUELLE ORIENTIERUNG

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.

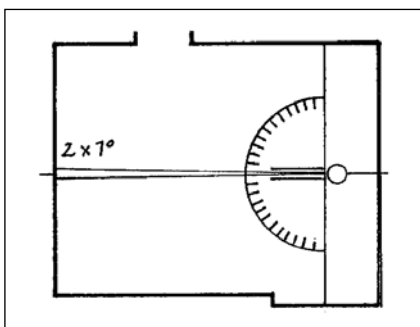
Das im alltäglichen Umgang benützte Orientierungssystem mit den Gegensatzpaaren

- Vorne–hinten
- Rechts–links
- Oben–unten

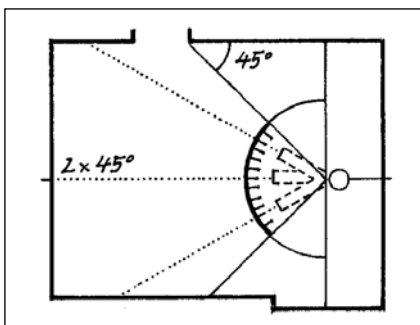
ist nicht nur eine vom Menschen festgelegte Definition, sondern eine in uns physiologisch verankerte Anlage. Auch unser Raumgedächtnis wird durch die kartesische Orientierung unterstützt, vergleichbar einer «mentalen Landkarte».

Bei der Bewertung von Sehaufgaben findet das foveale Sehen (Sehen in einer bestimmten Blickrichtung mit unbewegtem Blick geradeaus innerhalb eines sehr engen Raumwinkels von 1 bis 2 Grad) vorrangige Beachtung. Bei der Wahrnehmung des Raumes hat das periphere Sehen (Sehen bis zur Grenze des Gesichtsfeldes) gleichrangige, wenn nicht sogar noch grössere Bedeutung.

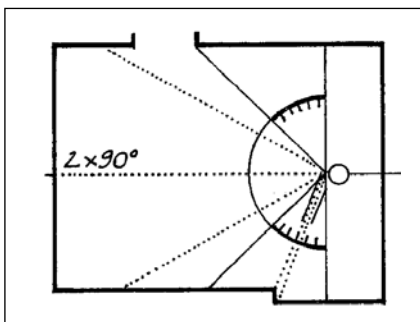
Obwohl peripheres Sehen bei unbewegtem Auge keine scharfen Abbildungen liefert, ist es für die Orientierung im Raum und die Früherkennung von Gefahren von grösster Wichtigkeit, zumal die Unschärfe unter praktischen Bedingungen durch Blicksprünge, so genannte Sakkaden, ausgeglichen wird. Nur für Sehleistung 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.



Foveales Sehen



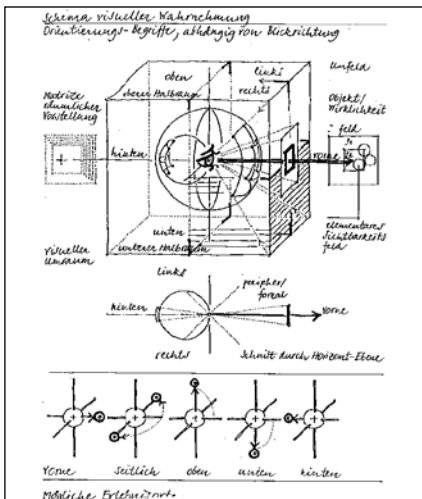
Inneres peripheres Sehen



Äusseres peripheres Sehen (D3/4/5)

PLANUNG MIT TAGESLICHT

Räumliche Wahrnehmung



Visuelle Orientierung im Raum (D6)

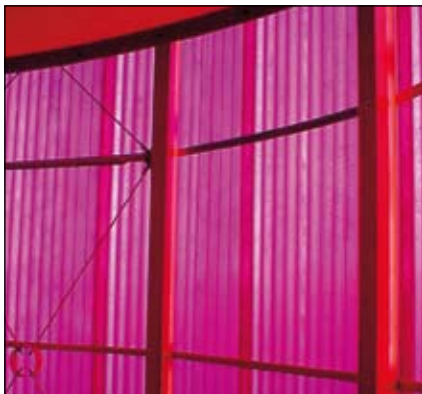
Im Jahrbuch Licht und Architektur 2000 / A.3/ schreibt Ingeborg Flagge im Vorwort: «Architektur wird auf drei Wahrnehmungsebenen erlebt und beurteilt: einer pragmatischen, einer ästhetischen und einer emotionalen.» Noch einfacher formuliert bedeutet dies: Architektur soll dienen, soll schön sein und 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 der Raum in uns gegenwärtig wird und wir ihn erleben und beurteilen können?

WAHRNEHMUNGS-
EBENEN



Bei analytischer Suche stösst man auf drei andere Ebenen: 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 einen 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 werden in besonderem Masse von der Farbe – oder einer Andeutung von Farbe im Raum – berührt.

KONTUREN
HELLIGKEIT
FARBE



Expo.02, Yverdon-les-Bains

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 werden ergänzt durch vertikale Schichtungen, die sich aus den vorderen, hinteren und seitlichen Begrenzungen, den Wänden, ergeben. Zu den Orientierungsmerkmalen oben – unten treten vorne – hinten sowie rechts – links nun wieder hinzu. Grosszügige Weite verwandelt sich in allseitig begrenzte Räumlichkeit, die das Verhalten bestimmt.

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.