

1. Das Nachtbild als Aufgabe

2. Technische und wahrnehmungspsychologische Grundlagen der Lichtplanung

- 2.1 Die visuelle Wahrnehmung und deren Beeinflussung durch das Licht
 - 2.1.1 Die physiologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung
 - 2.1.2 Die psychologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung
 - 2.1.3 Die Gestaltgesetze der Wahrnehmung

- 2.2 Lichttechnische Grundlagen
 - 2.2.1 Die Eigenschaften von Licht
 - 2.2.1.1 Lichtquantität
 - 2.2.1.2 Diffuses und gerichtetes Licht
 - 2.2.1.3 Blendung
 - 2.2.1.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe
 - 2.2.2 Quantitative lichttechnische Größen
 - 2.2.3 Beleuchtungstechnische Anlagen
 - 2.2.3.1 Lichtquelle
 - 2.2.3.2 Leuchten
 - 2.2.3.3 Beleuchtungssysteme

- 2.3 Planerische Grundlagen der Lichtplanungen
 - 2.3.1 Funktionale Planungsansätze
 - 2.3.1.1 Die Anwendungsfelder und die fachlichen Aussagen der Regelwerke
 - 2.3.1.2 Die rechtliche Verbindlichkeit der Regelwerke
 - 2.3.2 Wahrnehmungsbezogene Planungsansätze
 - 2.3.2.1 Leuchtdichteplanung
 - 2.3.2.2 Qualitative Lichtplanung
 - 2.3.3 Planungsprozesse der Lichtplanung

- 2.4 Zusammenfassung

3. Theoretische Grundlagen der Stadtbildplanung

4. Analyse bisheriger Lichtleitplanungen und ausgeführter Beispiele

5. Planungsmodell für die Stadtbildplanung bei Nacht

6. Zusammenfassung

2. Technische und wahrnehmungspsychologische Grundlagen der Lichtplanung

Das Ziel der Lichtplanung ist die Schaffung von Wahrnehmungsbedingungen, die ein effektives Arbeiten, eine sichere Orientierung, das Wohlbefinden in seiner Umgebung sowie deren ästhetischen Wirkung ermöglichen. Die menschliche Wahrnehmung wird grundsätzlich durch drei Faktoren bestimmt. Der erste ist die wahrzunehmende Information, beispielsweise die Umwelt. Der zweite ist der physiologische sowie psychologische Wahrnehmungsprozess des Menschen und nicht zuletzt spielt das Licht als dritter Faktor eine wichtige Rolle.

Die Lichtplanung, als Planung der visuellen Umwelt, muss daher alle am Wahrnehmungsprozess beteiligten Faktoren einbeziehen. Das heißt, dass sowohl die technischen Eigenschaften des Lichts als auch das wahrnehmungspsychologische Wechselspiel zwischen Lichtquelle, Objekt und wahrnehmendem Subjekt in der jeweiligen Situation berücksichtigt werden soll.

In diesem Kapitel wird daher zunächst der visuelle Wahrnehmungsvorgang der Menschen, die Eigenschaften des künstlichen Lichts als Medium des Sehens und die lichtplanerischen Ansätze im architektonischen Bereich näher betrachtet, um daraus eine Grundlage für die Beleuchtungskonzeption der öffentlichen Räume zu entwickeln.

2.1 Die visuelle Wahrnehmung und deren Beeinflussung durch das Licht

Die Lichtplanung, die die Wahrnehmung der Umwelt durch das Auge voraussetzt, erfordert ein Grundkenntnis des visuellen Wahrnehmungsvorganges von Menschen. Dabei werden sowohl die physiologischen Mechanismen der Wahrnehmung durch die Rezeptoren auf der Netzhaut als auch die psychologischen Wahrnehmungsprozesse der Menschen, die Betrachtung der im Gehirn erbrachten Interpretationsvorgänge, untersucht, um die Ziele und Planungsgrundlagen einer Lichtplanung zu entwickeln.

2.1.1 Die physiologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung geschieht durch das menschliche Auge. Durch eine verformbare Linse wird der Gegenstand auf die lichtempfindliche Netzhaut projiziert, die Iris übernimmt dabei die Regulierung der Lichtmenge. Von der Netzhaut wird das Bild durch den Sehnerv ins Gehirn transportiert, welches dann im Bereich der Sehrinde schließlich wieder rekonstruiert wird. Die Wahrnehmung ist nicht eine einfache Abbildung des Netzhautbildes, sie entsteht vielmehr erst aus

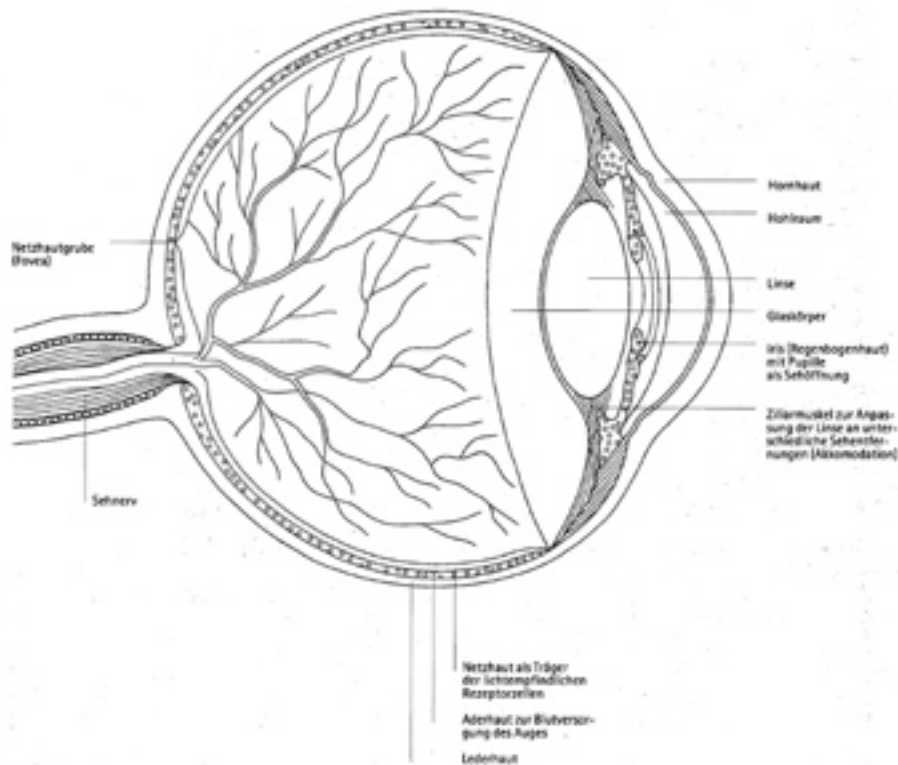


Abb.2.1.1-01. Schnitt durch das Auge. Schematische Darstellung der für die Physiologie der Wahrnehmung bedeutsamen Teile; Ganslandt, 1992 S.36

der Interpretation dieses Bildes im Gehirn. Zum Beispiel wird eine gerade Linie auf der Netzhaut in der Regel als Kurve abgebildet. Dies wird aber nicht als eine krumme Linie wahrgenommen. Die räumliche Verzerrung des Bildes durch die Projektion auf die gekrümmte Fläche der Netzhaut wird während der Verarbeitung des Bildes im Gehirn beseitigt. (vgl. Ganslandt, 1992 S.29)

In der Netzhaut des Auges erfolgt die Umsetzung der Abbildung in Nervenreize. Die Netzhaut besteht aus zwei unterschiedlich lichtempfindlichen Rezeptoren: den Zapfen und den Stäbchen. Die Stäbchen besitzen eine hohe Lichtempfindlichkeit und eine große Wahrnehmungsfähigkeit für Bewegungen im gesamten Gesichtsfeld. Andererseits ist mit den Stäbchen kein Farbsehen möglich. Die Besonderheiten des Nachtsehens, vor allem das Verschwinden von Farben, die geringe Sehschärfe und die bessere Sichtbarkeit lichtschwacher Objekte in der Peripherie des Sehfeldes, sind aus den Eigenschaften des Stäbchensystems zu erklären. Die Zapfen dagegen sind bei größeren Lichtstärken, also am Tag oder bei künstlicher Beleuchtung wirksam. Sie ermöglichen das Sehen von Farben und eine große Sehschärfe bei der Betrachtung von Objekten, die fixiert werden. Im Gegensatz zu dem Stäbchensehen wird nicht das gesamte Sehfeld gleichmäßig wahrgenommen, sondern der Schwerpunkt der Wahrnehmung liegt in dessen Zentrum. (vgl. Ganslandt, 1992 S.37)

Anpassungsfähigkeit bei unterschiedlicher Leuchtdichte

Eine der bemerkenswertesten Leistungen des Auges ist seine Fähigkeit, sich auf unterschiedliche Beleuchtungsverhältnisse einzustellen. Wir nehmen unsere Umwelt sowohl im Mondlicht als auch im Sonnenlicht wahr. Diese Anpassungsfähigkeit unterschiedlicher Lichtintensität wird nur zu einem sehr kleinen Teil durch

die Pupille bewirkt, der größte Teil der Adaptationsleistung wird von der Netzhaut erbracht, die aus dem Stäbchen- und Zapfensystem besteht. Das Stäbchensystem ist im Bereich des Nachtsehens (skotopisches Sehen) wirksam, die Zapfen ermöglichen das Tagsehen (photopisches Sehen), während im Übergangsbereich des Dämmerungssehens (mesopisches Sehen) beide Rezeptorsysteme aktiviert sind. (vgl. Ganslandt, 1992 S.37) Die Rezeptorzellen ermöglichen dem Auge eine Verarbeitung von Leuchtdichten zwischen 10^{-6} cd/m² und 10^5 cd/m². Unter Leuchtdichten von 10^{-6} cd/m² kann das Auge nichts mehr wahrnehmen. Ein Gegenstand der geringere Leuchtdichten aufweist, ist daher für das Auge unsichtbar. Überschreitet ein Gegenstand hingegen eine Leuchtdichte von 10^5 cd/m², so tritt der Effekt der physiologischen Absolutblendung auf, bei dem ebenfalls keine Wahrnehmung mehr möglich ist. (vgl. Weisser, 2003 S.9)

Adaptionsvermögen der Kontrastwahrnehmung

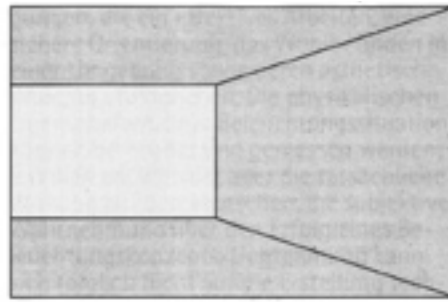
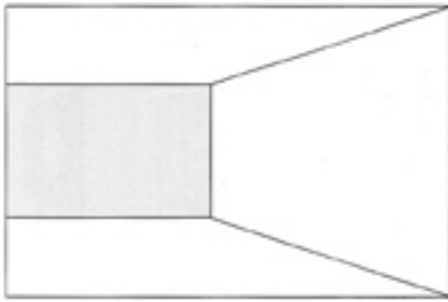
Obwohl das Sehen über einen sehr großen Bereich von Leuchtdichten möglich ist, existieren für die Kontrastwahrnehmung in jeder einzelnen Beleuchtungssituation deutlich engere Grenzen. Der Grund hierfür liegt darin, dass das Auge nicht den gesamten Bereich sichtbarer Leuchtdichten gleichzeitig abdecken kann, sondern sich jeweils für einen bestimmten, engen Teilbereich adaptiert, in dem dann eine differenzierte Wahrnehmung möglich ist. Objekte, die für einen bestimmten Adaptionszustand eine zu hohe Leuchtdichte besitzen, blenden. Das heißt, dass sie undifferenziert hell wirken. Objekte zu geringer Leuchtdichte dagegen wirken undifferenziert dunkel. Das Auge kann sich zwar auf neue Leuchtdichteverhältnisse einstellen, es wählt dabei aber lediglich einen neuen, ebenso begrenzten Teilbereich aus.

Zusätzlich benötigt dieser Prozess der Adaptation Zeit. Die Neuadaptation an hellere Situationen verläuft dabei relativ schnell, während die Dunkeladaptation erheblich längere Zeit benötigen kann. Sowohl die Tatsache, dass Leuchtdichtekontraste vom Auge nur in einem gewissen Umfang verarbeitet werden können, wie auch die Tatsache, dass die Adaptation an ein neues Beleuchtungsniveau Zeit benötigt, hat Auswirkungen auf die Lichtplanung wie zum Beispiel bei der bewussten Planung von Leuchtdichtestufen in einem Raum oder bei der Anpassung von Beleuchtungsniveaus in benachbarten Bereichen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.38)

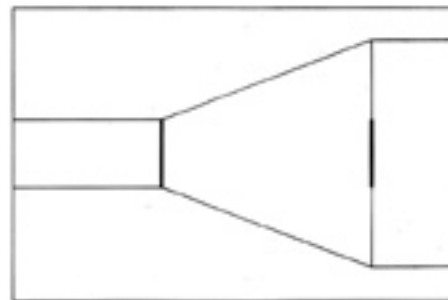
2.1.2 Die psychologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung

Die tatsächliche Wahrnehmung erfolgt durch das Gehirn, das die von den Rezeptorzellen erzeugten Informationen verarbeitet. Es entnimmt zielgerichtet Informationen aus der Umwelt, die dann hinsichtlich der vorliegenden Situation bewertet werden. Das Licht nimmt dabei als Träger der visuellen Information in vielerlei Hinsicht Einfluss auf diese Prozesse.

Es gibt Hinweise darauf, dass die räumliche Organisation der Wahrnehmung angeboren ist. Andererseits lässt sich zeigen, dass die Wahrnehmung auch von



oben
Abb.2.1.2-01. Die Wahrnehmung der Helligkeit des grauen Feldes hängt von der Umgebung ab. Bei hellem Umfeld erscheint ein identisches Grau dunkler als bei dunklem Umfeld; Ganslandt, 1992 S.30



unten
Abb.2.1.2-02. Die optische Täuschung. Die hintere Vertikallinie erscheint bei identischer Länge durch die perspektivische Interpretation des Bildes länger als die vordere; Ganslandt, 1992 S.30

Erfahrungen abhängig ist. So werden bekannte Strukturen schneller erkannt als unbekannt. Vermutlich sorgt die angeborene Komponente für eine grundlegende Organisation der Wahrnehmung, während auf einer höheren Verarbeitungsebene die Erfahrung dazu beiträgt, komplexe Gebilde zu deuten. Darüber hinaus kann ein visueller Eindruck durch von außen kommende Sinneseindrücke entstehen. So werden gleiche Farben neben unterschiedlichen Farben anders wahrgenommen. Andererseits lässt sich zeigen, dass die Wahrnehmung durch Anwendung eigener Ordnungsprinzipien in ein wahrnehmbares Bild umgesetzt werden kann. Dieses Phänomen lässt sich aus dem Beispiel gleich langer Striche erklären, bei dem in der perspektivischen Zeichnung der hintere länger als der vordere empfunden wird. (vgl. Ganslandt, 1992 S.30)

Aufmerksamkeit

Der Mensch besitzt nur eine begrenzte Kapazität, um die vielen Informationen der Umwelt zu verarbeiten. Daher besteht ein wichtiger Mechanismus der Wahrnehmung in der Steuerung der Aufmerksamkeit. Das heißt, dass die Auswahl der Informationen von den dem Menschen dargebotenen Reizen abhängt.

Die Aufmerksamkeitssteuerung richtet sich dabei nach verschiedenen Kriterien. Ein maßgebliches Kriterium ist die Aktivität, mit der ein Mensch befasst ist. Die aufgenommenen Informationen unterscheiden sich dabei je nach Art der Aktivitäten. Je komplizierter die zu lösende Aufgabe, desto höher ist die Konzentration auf diese. Neben der Aktivität existiert ein weiterer grundlegender Bedarf, das biologische Bedürfnis des Menschen, sich über seine Umwelt zu informieren. Zu diesen Inhalten gehören unter anderem Informationen, die die Position des Menschen im Raum angeben, Informationen zur Sicherheit der eigenen Person sowie sonstige Informationen wie Orientierung, die für den Menschen interessant wirken und zur Betrachtung animieren. Ein dritter Bereich ergibt sich aus den sozialen Bedürfnissen des Menschen. Hier müssen die einander widersprechen-

den Forderungen nach dem Kontakt mit anderen Menschen und nach einem abgegrenzten Privatbereich gegeneinander abgewogen werden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.39)

Bei der Lichtplanung bedeutet dies, dass durch eine Kontrastbildung das Interesse des Betrachters erweckt werden kann und somit die Aufmerksamkeit erhöht wird. Dies kann durch die Änderung der Leuchtdichte oder der Lichtfarbe geschehen. Eine farbige Fläche hat einen höheren Informationsgehalt als eine monotone Fläche und die hellere Fläche fällt schneller auf als ihr Umfeld. (vgl. Weisser, 2003 S.10) Vor allem in den Bereichen Arbeitswelt und Verkehr sind für zahlreiche Tätigkeiten Untersuchungen der jeweiligen Sehaufgaben und der daraus ableitbaren optimalen Wahrnehmungsbedingungen vorgenommen worden. Sie bilden die Grundlage der Normen und Empfehlungen (siehe auch 2.3.1.1 Die Anwendungsfelder und die fachlichen Aussagen der Regelwerke) für die Beleuchtung von Arbeitsstätten und Verkehrswegen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.39)

Konstanz

Das menschliche Gehirn kann auch bei einem ständig wechselnden Netzhautbild, die bereits bekannte Objekte identifizieren und so die Informationsentnahme aus dem Raum optimieren. Dieses geschieht durch die Erzeugung einer Konstanz der Umfeldverhältnisse im Gehirn. Nur durch diesen Mechanismus, bei dem die wahrgenommenen Situationen permanent mit zuvor erlebtem und gespeichertem Wissen abgeglichen werden, hat der Mensch die Möglichkeit, seine Erfahrung auf neue Situationen anzuwenden und dadurch zu lernen. Die Konstanzleistung geht letztendlich soweit, dass das tatsächlich auf die Netzhaut projizierte Bild so modifiziert wird, dass es den Erwartungen, die an eine gewisse Situation aufgrund früherer Erlebnisse gestellt werden, entspricht. Bei all diesen Modifikationen spielen daher die Inhalte, die das Gehirn zu erkennen glaubt, eine zentrale Rolle. (vgl. Weisser, 2003 S.11) Auch hierbei ist das Licht als Träger der visuellen Information in verschiedener Hinsicht eng mit den Konstanzleistungsmechanismen verwoben.

Die Fehleinschätzung gleich langer Linien zeigt, dass die wahrgenommene Größe eines Objekts nicht allein auf der Größe des Netzhautbildes beruht, sondern dass zusätzlich die Entfernung des Betrachters zum Objekt berücksichtigt wird. Umgekehrt werden wiederum Objekte bekannter Größe dazu benutzt, um Entfernungen abzuschätzen oder die Größe von Nachbarobjekten zu erkennen. Ähnliche Mechanismen wie für die Größenwahrnehmung existieren auch für den Ausgleich der perspektivischen Verzerrung von Objekten. Sie sorgen dafür, dass die wechselnden Trapezoide und Ellipsen des Netzhautbildes unter Berücksichtigung des Winkels, unter dem das Objekt gesehen wird, als räumliche Erscheinungen konstanter, rechtwinkliger oder kreisrunder Objekte wahrgenommen werden können. (vgl. Ganslandt, 1992 S.31)

Für den Bereich der Lichtplanung ist besonders ein weiterer Komplex von Konstanzphänomenen von Bedeutung, der die Helligkeitswahrnehmung regelt. Bei der Identifikation des Reflexionsgrads einer Oberfläche ergibt sich die Tatsache,

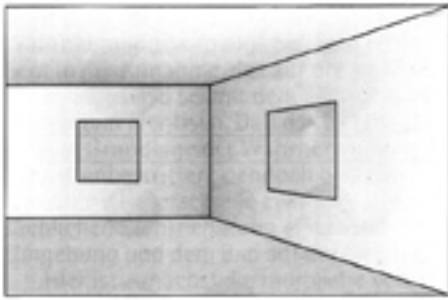


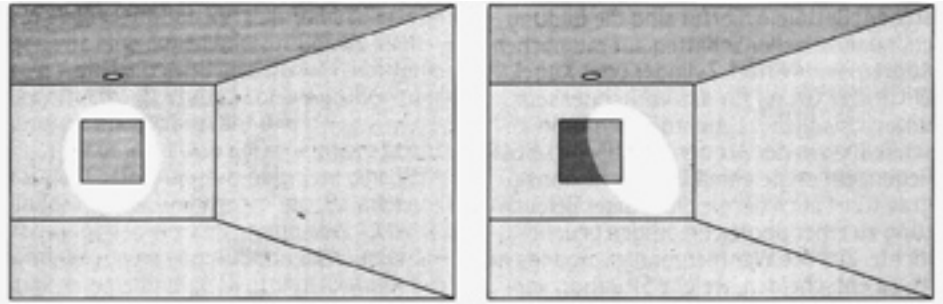
Abb.2.1.2-03. Der kontinuierliche Leuchtdichteverlauf der Wand wird als Beleuchtungseigenschaft interpretiert, der Reflexionsgrad wird dabei als konstant wahrgenommen. Der Grauwert der scharf konturierten Bildflächen wird dagegen als Materialeigenschaft interpretiert, obwohl seine Leuchtdichte mit der Leuchtdichte der Raumecke identisch ist; Ganslandt, 1992 S.30

dass eine Fläche je nach der Stärke der umgebenden Beleuchtung unterschiedlich viel Licht reflektiert, also jeweils eine unterschiedliche Leuchtdichte besitzt. So hat die beleuchtete Seite eines einfarbigen Objekts eine höhere Leuchtdichte als die beschattete Seite. Der Reflektionsgrad wird aber auch von den Leuchtdichten dieser Fläche und ihrer Umgebung ermittelt. So wird eine weiße Fläche sowohl im Licht als auch im Schatten als weiß empfunden, weil sie in Relation zu umgebenden Flächen jeweils das meiste Licht reflektiert. (vgl. Ganslandt, 1992 S.31) Von besonderer Bedeutung sind die ungleichmäßigen Helligkeiten wie die Leuchtdichteverläufe und Leuchtdichtesprünge, die nicht nur in erheblichem Maß zur Identifikation dieser Gegenstände beitragen, sondern die auch Aussagen über deren Lage und Orientierung im Raum zulassen. (vgl. Weisser, 2003 S.12)

In der Lichtplanung wird diesem Umstand Rechnung getragen, indem durch gezielten Einsatz von Licht die Eigenschaften und Körperhaftigkeit von Gegenständen betont oder verwischt werden. Darüber hinaus weckt Licht auch in erheblichem Maß Assoziationen, die sich in Form von empfundenen Stimmungen äußern und die ebenfalls auf Konstanzleistungsmechanismen zurückzuführen sind. Wirksam sind dabei vor allem die Lichteigenschaften, Spektralverteilung, Gerichtetheit des Lichts, Lichtrichtung, eingestrahelte Lichtmenge und die Lichtpunkthöhe. (vgl. Weisser, 2003 S.12)

Ähnlich wie bei der Wahrnehmung von Helligkeiten ist auch die Farbwahrnehmung abhängig von Umgebungsfarben und der Art der Beleuchtung. Die Farben werden unter wechselnden Bedingungen der Beleuchtung als gleiche Farbe wahrgenommen. So wird eine Farbe sowohl im bläulichen Licht des bedeckten Himmels wie unter dem wärmeren, direkten Sonnenlicht konstant wahrgenommen. Dies gilt jedoch nur, wenn die gesamte Umgebung mit Licht gleicher Lichtfarbe beleuchtet wird und die Beleuchtung nicht zu rasch wechselt. Können unterschiedliche Beleuchtungssituationen direkt verglichen werden, so wird der Kontrast einer abweichenden Lichtfarbe wahrgenommen. Dies zeigt sich, wenn der Betrachter zwischen unterschiedlich beleuchteten Räumen wechselt, wenn unterschiedliche Leuchtmittel in einem Raum verwendet werden oder wenn in einem Raum mit farbiger Verglasung ein Vergleich mit der Außenbeleuchtung möglich ist. Die Beleuchtung eines Raums mit unterschiedlichen Lichtfarben kann dennoch sinnvoll sein, wenn der Wechsel der Lichtfarbe durch einen klaren Bezug zur jeweiligen Umgebung gedeutet werden kann. (vgl. Ganslandt, 1992 S.32-33)

Abb.2.1.2-04. Die Position eines Lichtkegels entscheidet darüber, ob er als Grund oder als störende Figur wahrgenommen wird; Ganslandt, 1992 S.32



Emotionale Bewertung

Ein weiterer wichtiger Prozess der menschlichen Wahrnehmung besteht in der emotionalen Wertung der erlebten Situationen. Diese Bewertung, die sich beim Menschen in der Form äußert, dass er sich an einer Situation erfreut oder dass er sie als unangenehm oder gar furchteinflößend erlebt, hängt dabei von verschiedenen Aspekten ab. Von besonderer Bedeutung ist, inwieweit der Informationsbedarf des Mensch an tätigkeitsbezogenen und sonstigen Information, die auf den biologischen Grundbedürfnissen beruhen, gedeckt ist. Sind benötigte Informationen nicht verfügbar oder können sie vom Gehirn nicht eindeutig interpretiert werden, so erzeugen sie beim Menschen Verwirrung, Unbehagen, im schlimmsten Fall sogar Angst oder Panik. (vgl. Weisser, 2003 S.13)

Dabei kommt wiederum dem Licht als Übertragungsmedium der visuellen Information eine erhebliche Bedeutung zu. Sind Menschen zum Beispiel gezwungen an kaum einsehbaren, unbeleuchteten Ort vorbeizugehen, erzeugt die mangelnde Information in Bezug auf die persönliche Sicherheit, Unbehagen und Furcht. Ähnlich gravierend wirkt sich der Verlust der räumlichen Orientierung auf das Gefühlsleben aus. Wenn die Informationen, die aus dem Leuchtdichteverlauf über die Form eines Objekts gewonnen werden, den anderen Informationen über diese Objekte widersprechen, führt dies auch zur Irritierung. Weitere Verwirrung und Unbehagen entsteht, wenn die gewohnte Koinzidenz von Leuchtdichteverlauf und Informationsgehalt nicht zutrifft, ein Effekt der auch als psychologische Blendung bezeichnet wird. Anders als bei der physiologischen Blendung entsteht die Blendwirkung hier nicht durch zu hohe Leuchtdichtekontraste, sondern durch die Tatsache, dass der Blick aufgrund der höheren Leuchtdichte immer wieder zur Blendlichtquelle wandert, ohne dass diese dem Auge den vermuteten Informationsgehalt liefert. (vgl. Weisser, 2003 S.13)

2.1.3 Die Gestaltgesetze der Wahrnehmung

Wie bereits geschildert, beruht der Wahrnehmungsprozess auf der physiologischen und psychologischen Wahrnehmung der Menschen. Hinzu kommt der Mechanismus bzw. die Regel der Wahrnehmung von Objekten. Die Gestaltgesetze der Wahrnehmung zeigen daher, wie der Wahrnehmungsprozess die Strukturen, auf die er sein Augenmerk richtet, definiert und wie er sie von ihrer Umgebung unterscheidet. Auf den ersten Blick scheinen diese Gestaltgesetze sehr abstrakt und ohne Bedeutung für die Lichtplanung zu sein. Bei der Entwicklung von

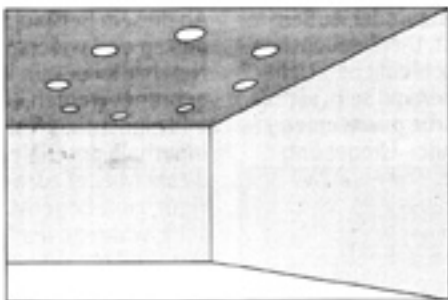
Leuchtenanordnungen spielen Gestaltgesetze jedoch eine wichtige Rolle. Eine geplante Anordnung von Leuchten kann in ihrer tatsächlichen Wirkung völlig vom Entwurf abweichen, wenn ihr Konzept die Mechanismen der Wahrnehmung ignoriert. (vgl. Ganslandt, 1992 S.35)

Die Gestaltgesetze basieren zum einen auf dem Wahrnehmungsprozess, die Formen von ihrer Umgebung zu trennen. Das heißt, dass bei der Wahrnehmung die Figur vom Grund unterschieden und hervorgehoben wird. Dabei spielen folgende Regeln eine wichtige Rolle (vgl. Ganslandt, 1992 S.34):

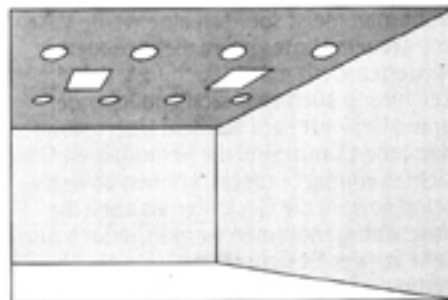
1. Geschlossene Formen werden als Figur interpretiert.
2. Nahe beieinander angeordnete Elemente werden zusammengefasst und bilden eine einzige Figur.
3. Eine geschlossene Form findet sich auf der Innenseite der begrenzenden Linie.
4. Regelmäßige Anordnungen von Mustern werden als Figur wahrgenommen. Symmetrische und parallele Anordnungen sowie einheitlicher Stil des Musters werden an erster Stelle wahrgenommen.

Neben der Leistung, Figur und Grund zu unterscheiden, wird bei der Wahrnehmung auch das Verhältnis von Figuren zueinander geklärt. Diese sind zum Beispiel die Zusammenfassung von Einzelformen zu einer Großform oder auch die Zusammenfassung mehrerer Formen zu einer Gruppe. Auch hier spielen einige Gestaltprinzipien eine wichtige Rolle (vgl. Ganslandt, 1992 S.35):

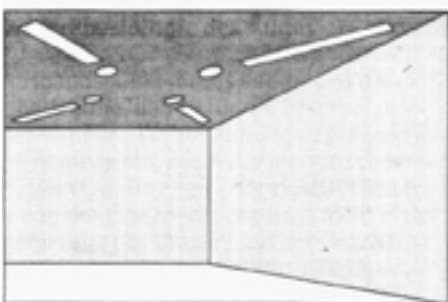
1. Eine durchgehende Linie wird stärker als gleichmäßige, durchgehende Kurven oder Geraden wahrgenommen.
2. Nahe beieinander angeordnete Elemente werden zusammengefasst und bilden eine Gruppe



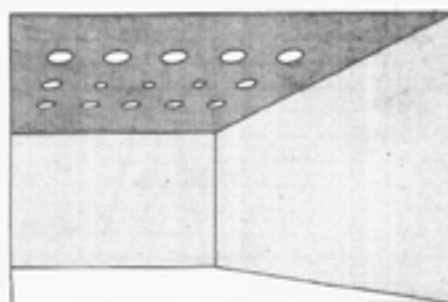
Nahe beieinander angeordnete Elemente werden zusammengefasst und bilden eine einzige Figur.



Regelmäßige Anordnungen von Mustern werden als Figur wahrgenommen.



Die Anordnung wird als Kreuzung zweier durchgehenden Linien interpretiert.



Die symmetrische Anordnung der Elemente führt zu einer starken Gruppenbildung.

Abb.2.1.3-01. Die Gestaltgesetze der Wahrnehmung; Ganslandt, 1992 S.34-35

3. Die symmetrische Anordnung der Elemente führt zu einer starken Gruppenbildung.
4. Elemente von gleichen bzw. ähnlichen Formen werden zuerst zusammengefasst.
5. Bei der Gruppenbildung spielt auch die Bewegung eine bedeutsame Rolle. Eine gemeinsame Veränderung, vor allem Änderung der räumlichen Lage, schließt die Formen zu Gruppen zusammen.

2.2 Lichttechnische Grundlagen

Die in den vorherigen Abschnitten untersuchten physiologischen und psychologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung ermöglichen die Entwicklung von Planungszielen und Planungsansätzen der Lichtplanung, jedoch für eine technische Realisierung der künstlichen Beleuchtung ist ein Verständnis der lichttechnischen Grundlagen unumgänglich. Hier werden daher die Eigenschaften von Licht, die quantitativen lichttechnischen Größen und die beleuchtungstechnischen Anlagen untersucht.

2.2.1 Die Eigenschaften von Licht

Hier soll gezeigt werden, in welcher Weise bestimmte Qualitäten des Lichts jeweils andere Wahrnehmungsbedingungen schaffen und so die visuelle Wahrnehmung des Menschen beeinflussen und steuern. Dabei spielt die Lichtquantität ebenso eine Rolle wie die Verteilung und Richtung des Lichts sowie die Blendungseffekte und die Farbqualität des Lichts.

2.2.1.1 Lichtquantität

Grundlegend für eine Beleuchtung ist zunächst die Quantität des Lichts, die in einer bestimmten Situation, für eine bestimmte Sehaufgabe zur Verfügung steht. Es handelt sich dabei um die angemessene Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte für bestimmte Situationen.

Grundsätzlich steigt die Sehleistung bei Erhöhung der Beleuchtungsstärke steil an. Oberhalb von 1000 Lux erhöht sie sich allerdings nur noch langsam, bei sehr hohen Beleuchtungsstärken sinkt sie wieder durch das Auftreten von Blendung. Bei leichten Sehaufgaben wird eine ausreichende Sehleistung schon durch geringe Beleuchtungsstärken erreicht, während komplizierte Sehaufgaben hohe Beleuchtungsstärken erfordern. So stellen 20 Lux eine Untergrenze dar, bei der z. B. die Gesichtszüge von Menschen gerade noch unterschieden werden können. Für einfache Arbeiten sind schon mindestens 200 Lux erforderlich, während komplizierte Sehaufgaben bis zu 2000 Lux erfordern. (vgl. Ganslandt, 1992 S.75)

Allerdings erfolgt die Wahrnehmung nicht über den auf eine Fläche fallenden Lichtstrom, der Beleuchtungsstärke, sondern durch das von den Flächen emittierte, transmittierte oder reflektierte Licht, die Leuchtdichte. Seit einiger Zeit sind systematischere Ansätze zur umfassenden Lichtplanung anhand der Leuchtdichteverteilung entwickelt worden. Vor allem in Konzepten wie „designed appearance“ von Waldram oder „stabile Wahrnehmung“ von Bartenbach (siehe auch 2.3.2.1 Leuchtdichteplanung) finden sich Versuche, die visuelle Wirkung einer gesamten Umgebung durch gezielte Verteilung von Leuchtdichten zu steuern. (vgl. Ganslandt, 1992 S.75)

Bei einer Planung, die sich auf die Vorgabe von Beleuchtungsstärken beschränkt, wird einseitig der Aspekt des Lichts betrachtet. Hingegen wird bei der Planung von Leuchtdichteverteilungen neben dem Licht schon die Wechselwirkung des Lichts mit den Objekten berücksichtigt. Jedoch wird bei beiden Fällen die Aussage der visuellen Wahrnehmung von Menschen vernachlässigt.

2.2.1.2 Diffuses und gerichtetes Licht

Eines der qualitativen Merkmale des Lichts liegt in der Unterscheidung zwischen diffusem und gerichtetem Licht. Das gerichtete Licht lässt sich unter der Sonne bei wolkenlosem Himmel und das diffuse Licht bei geschlossener Wolkendecke betrachten.

Diffuses Licht geht von großen leuchtenden Flächen aus. Dies können flächige Lichtquellen wie das Himmelsgewölbe bei Tageslicht oder Leuchtdecken im Bereich des Kunstlichts sein. Gerichtetes Licht geht von punktförmigen Lichtquellen wie beispielsweise die Sonne bei Tag aus. Die wesentlichen Eigenschaften von gerichtetem Licht sind die Erzeugung von Schatten auf Körpern und strukturierten Oberflächen sowie von Reflexen auf spiegelnden Objekten. Diese Wirkungen treten bei einem geringen Anteil von diffusem Licht an der Gesamtbeleuchtung besonders deutlich hervor. Im Bereich des Tageslichts steht der Anteil von gerichtetem und diffusem Licht bei wolkenlosem Himmel durch das Verhältnis von Sonnen- und Himmelslicht (5:1 bis 10:1) praktisch fest. (vgl. Ganslandt, 1992 S.76)

Gerichtetes Licht sorgt nicht nur für Schatten und Reflexe, es eröffnet der Lichtplanung durch die Wahl von Ausstrahlungswinkel und Ausstrahlungsrichtung neue Möglichkeiten. Während das Licht diffuser oder freistrahler Lichtquellen den gesamten Raum beeinflusst, ist beim gebündelten Licht die Lichtwirkung vom Standort der Leuchte losgelöst. (vgl. Rentschler in Schrickler, 1994 S.65)

Modellierung

Bei der Wahrnehmung der dreidimensionalen Umwelt spielen zahlreiche physiologische und wahrnehmungspsychologische Vorgänge eine Rolle. Für die Wahrnehmung räumlicher Formen und Oberflächenstrukturen ist die Modellierung durch Licht und Schatten von zentraler Bedeutung. Diese Eigenschaften werden unter gerichtetem Licht besser hervorgehoben. Jedoch werden unter ex-

trem gerichtetem Licht Teile der Objekte in den Schlagschatten verdeckt. (vgl. Ganslandt, 1992 S.77)

Aufgabe der Lichtplanung ist daher, ein der jeweiligen Situation angemessenes Verhältnis von diffusem und gerichtetem Licht zu erzeugen. Eine Beleuchtung mit ausgewogenen Anteilen an diffusem und gerichtetem Licht sorgt für die Sichtbarkeit der gesamten Umgebung und ermöglicht gleichzeitig ein räumliches, lebendiges Wahrnehmen der Objekte. Darüber hinaus sollten bei der Planung gerichteter und diffuser Beleuchtungsanteile die Erwartungen berücksichtigt werden, die aus der Gewöhnung an das Tageslicht resultiert. Das Sonnenlicht kommt von oben oder von den Seiten, die Farbe des Sonnenlichts ist deutlich wärmer als die des diffusen Himmelslichts. Eine Beleuchtung, bei der gerichtetes Licht schräg von oben kommt und eine wärmere Lichtfarbe besitzt, wird daher als natürlich empfunden. Der Einsatz abweichender Lichtrichtungen und Kombinationen ist möglich, führt jedoch zur besonders auffälligen Effekten. (vgl. Ganslandt, 1992 S.78)

Brillanz

Die Brillanz geht von kompakten, annähernd punktförmigen Lichtquellen aus und tritt bei möglichst geringen diffusen Beleuchtungsanteilen besonders deutlich hervor. Die Lichtquelle selbst wie die Kerzenflammen, gebrochenes Licht bzw. durch Reflektion auf spiegelnden Oberflächen entstandenes Licht, kann als brillant empfunden werden. Die Brillanz ist nicht von der Menge des Lichts, sondern von der Leuchtdichte der jeweiligen Lichtquelle abhängig. (vgl. Ganslandt, 1992 S.78)

In der Lichtplanung kann durch die Erzeugung von Brillanz Aufmerksamkeit geweckt werden. Durch die gezielte Beleuchtung kann ein Objekt Interesse gewinnen, ein Raum kann lebendig aussehen. Das heißt, dass das Objekt oder seine Umgebung gefühlsmäßig aufgewertet werden. Wenn aber die gezeigte Brillanz keinen Informationswert besitzt, wirkt sie als störend. (vgl. Ganslandt, 1992 S.79)

2.2.1.3 Blendung

Ein wesentliches Merkmal für die Qualität einer Beleuchtung ist die Begrenzung der entstehenden Blendung. Als Blendung wird dabei sowohl die objektive Verminderung der Sehleistung als auch die subjektive Störung durch das Auftreten von hohen Leuchtdichten oder hohen Leuchtdichtekontrasten im Gesichtsfeld bezeichnet.

Bei einer objektiven Verringerung der Sehleistung wird von physiologischer Blendung gesprochen. Hierbei überlagert sich im Auge das Licht einer Blendlichtquelle mit dem Leuchtdichtemuster der eigentlichen Sehaufgabe und verschlechtert so deren Wahrnehmbarkeit. Der Extremfall der physiologischen Blendung ist die

Absolutblendung. Sie entsteht, wenn Leuchtdichten von mehr als 105 cd/m² im Sehfeld vorhanden sind. Die Relativblendung tritt auf, wenn zu hohe Leuchtdichtekontraste im Gesichtsfeld hervorgerufen werden. Die psychologische Blendung wird durch eine subjektive Störimpfindung hervorgerufen. Ursache für die psychologische Blendung ist die unwillkürliche Ablenkung, die von hohen Leuchtdichten im Gesichtsfeld ausgeht. Der Blick wird hierbei immer wieder von der Sehaufgabe auf die Blendlichtquelle gelenkt, ohne dass diese zusätzliche Informationen darbietet. (vgl. Ganslandt, 1992 S.79)

Um die unerwünschte Blendung zu vermeiden, sollten in der Planung die passenden Leuchtdichten und Leuchtdichtekontraste eingesetzt werden, die je nach Ziel anders bewertet werden können. So sind zum Beispiel für eine festliche Anlage andere Planungsansätze bzw. Regeln als für eine Wohnstrasse einzuplanen. Was im einen Fall erwünschte Brillanz ist, ist im anderen Fall unerwünschte Blendung. Ein wichtiges Planungsmittel dabei sind die Leuchten. Eine differenzierte Blendungsbegrenzung lässt sich vor allem durch die Auswahl der Leuchten erreichen.

2.2.1.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

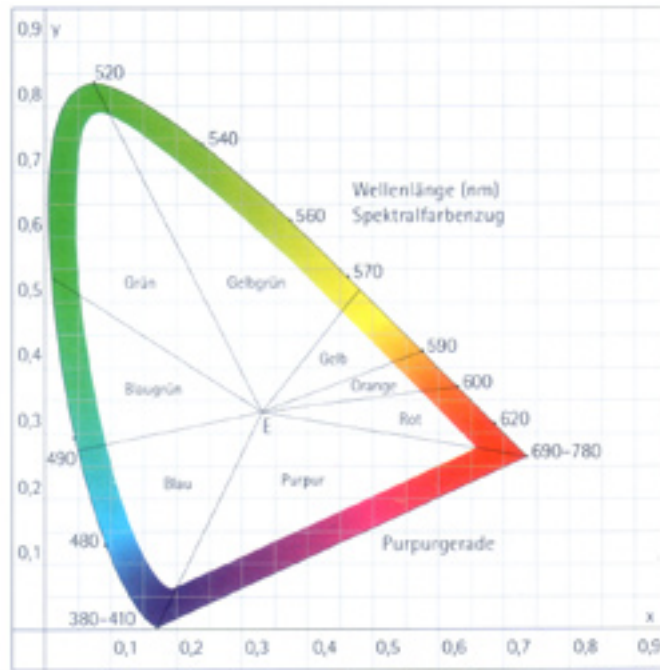
Neben der als Helligkeit wahrgenommenen Leuchtdichte wird vom Auge zusätzlich ein Farbeindruck registriert, der auf der spektralen Zusammensetzung des wahrgenommenen Lichtes beruht. Als farbig kann dabei das Licht selbst empfunden werden (Lichtfarbe). Farbe entsteht aber auch durch die Eigenschaft zahlreicher Stoffe, die bestimmte Spektralbereiche absorbieren und so die spektrale Zusammensetzung des von ihnen reflektierten Lichts verändern (Körperfarbe). (vgl. Ganslandt, 1992 S.83)

Das Farbsystem

Beim Munsell-System oder der DIN Farbenkarte werden Körperfarben nach den Kriterien Helligkeit, Farbton und Sättigung angeordnet, so dass sich ein vollständiger Farbatlas in Form einer dreidimensionalen Matrix ergibt. Als Helligkeit wird hierbei der Reflexionsgrad einer Körperfarbe bezeichnet. Der Farbton bezeichnet die eigentliche Farbe, während der Begriff der Sättigung den Grad der Buntheit, von der reinen Farbe bis hin zur unbunten Grauskala, erfasst. (vgl. Ganslandt, 1992 S.83)

In der Beleuchtungstechnik wird das Farbnormsystem der CIE benutzt, das alle existierenden Farben durch zwei Komponenten erfasst, den Farbton und die Sättigung. Der Farbton entspricht dabei der eigentlichen Farbe, die durch die Wellenlänge eindeutig gekennzeichnet ist. Die Sättigung gibt den Grad der Buntheit der Farbe an und reicht von der reinen Farbe bis zum Grauton. (vgl. Weisser, 2003 S.16) Die Farbfläche wird von einem Kurvenzug umschlossen, auf dem die Farborte der vollständig gesättigten Spektralfarben liegen. Im Inneren der Fläche befindet sich der Punkt geringster Sättigung, der als Weißpunkt bezeichnet wird. Alle Sättigungsstufen einer Farbe können nun auf der Geraden zwischen dem

Abb. 2.2.1.4-01. CIE-Normvalenzsystem; Ganslandt, 1992 S.83



Weißpunkt und dem jeweiligen Farbort aufgefunden werden. Der Farbort jeder reellen Farbe kann im CIE System durch die x/y Koordinaten angegeben werden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.83)

Die Farbtemperatur

Ein wichtiger Wert für die Bestimmung der Lichtfarbe in der Lichtplanung ist die Anwendung der Farbtemperatur. Die Farbtemperatur ist eine vereinfachte Darstellung der spektralen Charakteristik einer Lichtquelle. In Wirklichkeit wird die Lichtfarbe durch den relativen Anteil der unterschiedlichen Wellenlängen festgelegt. Trotzdem ist es möglich, den Farbton von Lichtquellen gleicher Intensität auf einer linearen Skala anzuordnen. (vgl. <http://www.schorsch.com/de/kbase/glossary/farbtemperatur.html>)

Einheit der Farbtemperatur ist das Kelvin (k). Technisch gesehen bezieht sich die Farbtemperatur auf die Temperatur, auf die man einen theoretischen schwarzen Körper aufheizen müsste, damit er Licht der gleichen Farbe abgibt. Eine niedrige Farbtemperatur impliziert eine psychologisch wärmere Lichtfarbe (gelb/rot), eine hohe Farbtemperatur impliziert eine psychologisch kühlere Farbe (blau). Das Tageslicht hat zur Zeit der Dämmerung eine eher niedrige Farbtemperatur, und eine höhere über den Mittag. So weist zum Beispiel das Kerzenlicht 1500k, eine 40W Glühbirne 2680k, die Halogenglühbirne 3400k, das sonnige Tageslicht am Mittag 5500k und der blaue Himmel zwischen 9000 und 12000k auf. (vgl. <http://www.schorsch.com/de/kbase/glossary/farbtemperatur.html>)

Farbwiedergabe

Die Farbe beleuchteter Objekte resultiert aus dem Zusammenwirken von auf den Körper fallendes Licht und dem Körper selbst. Der Körper absorbiert dabei bestimmte Anteile des Lichts und reflektiert die restlichen Frequenzbereiche. Zusätz-

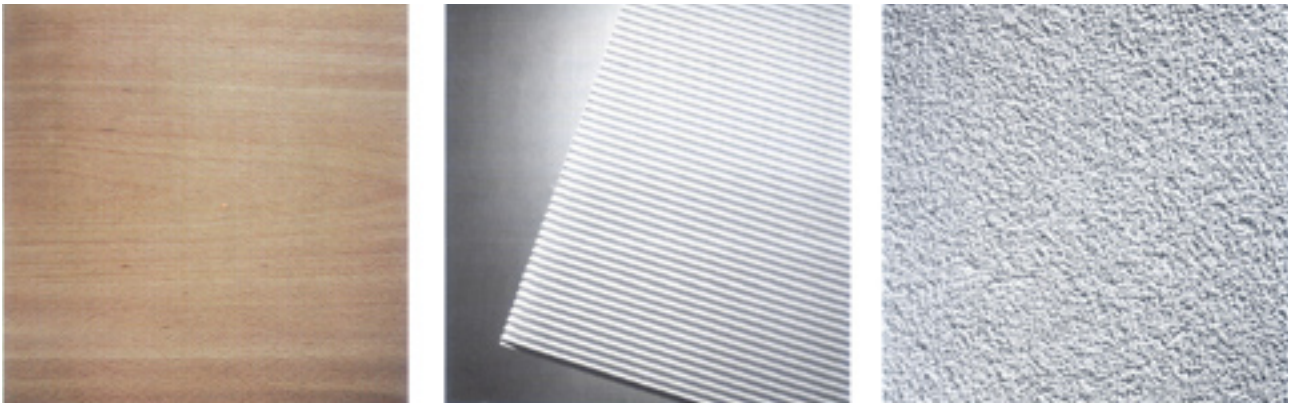


Abb. 2.2.1.4-02. Die verschiedenen Materialwirkungen unter gleichem Lichtverhältnis. Von links nach rechts, Holz, Metal, Putz; Angerer in Schrickler, 1994 S.87, 89, 93

lich spielt die Farbadaptation des Auges eine Rolle. Gleiche Lichtfarben können aufgrund unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung zu unterschiedlichen Körperfarben führen. Der Grad dieser Abweichung wird durch die Farbwiedergabe beschrieben. Die Farbwiedergabe trifft Aussagen darüber, in welchem Maß die Körperfarbe eines Gegenstandes bei einer Beleuchtung mit einer bestimmten Lichtquelle beibehalten oder verändert wird. (vgl. Ganslandt, 1992 S.84)

Diese Beurteilung ist zum einen notwendig, da der Farbeindruck, durch das eingestrahlte Lichtspektrum mitbestimmt und gegebenenfalls verändert wird. Zum anderen wird durch eine hohe Farbwiedergabequalität das Erkennen von Gegenständen erleichtert. (vgl. Weisser, 2003 S.17)

Über die Qualität der Farbwiedergabe hinaus ist aber auch die Auswahl der Lichtfarbe für die tatsächliche Farbwirkung von entscheidender Bedeutung. So werden blaue und grüne Farben unter Glühlampenlicht trotz hervorragender Farbwiedergabe vergleichsweise grau und stumpf erscheinen. Die planerische Entscheidung für ein Leuchtmittel muss sich daher an der jeweiligen Situation orientieren. Einige Untersuchungen sprechen dafür, dass eine warme Lichtfarbe vor allem bei geringeren Beleuchtungsstärken und bei gerichtetem Licht bevorzugt wird, während kalte Lichtfarben vor allem bei hohen Beleuchtungsstärken und diffuser Beleuchtung akzeptiert werden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.84)

2.2.2 Quantitative lichttechnische Größen

Für die Beschreibung der Beleuchtung, insbesondere für das Optimieren der Beleuchtungsentwürfe ist es notwendig, das Licht zu quantifizieren. Um angeben zu können, ob der Beleuchtungsentwurf den entsprechenden Anforderungen entspricht, muss das Licht in quantitativen Größen gemessen werden.

Der Lichtstrom Φ

Der Lichtstrom Φ beschreibt die gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung. Durch die Einbeziehung der spektralen Empfindlichkeit des Auges, wird sie nicht in Watt (W), sondern in Lumen (lm) gemessen. Ein im Maximum der spektralen Augenempfindlichkeit (photopisch, 555 nm) abgegebener Strahlungs-



Abb.2.2.2-01. Der Lichtstrom Φ ist ein Maß für die Lichtleistung einer Lichtquelle; Ganslandt, 1992 S.40

fluss von 1 W erzeugt einen Lichtstrom von 683 lm. (vgl. Ganslandt, 1992 S.40)

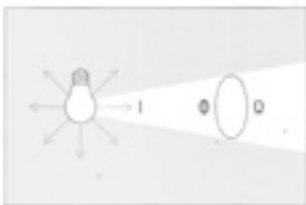
$$[\Phi] = \text{lm}$$

Lichtausbeute η

Die Lichtausbeute η beschreibt den Wirkungsgrad eines Leuchtmittels. Sie wird durch das Verhältnis von abgegebenem Lichtstrom in Lumen und aufgewendeter Leistung in Watt ausgedrückt. Die tatsächlich erreichbaren Lichtausbeuten variieren je nach Leuchtmittel, was in der Planung als ein wichtiges Kriterium für die Wirtschaftlichkeit einer Lichtquelle dient. (vgl. Ganslandt, 1992 S.40)

$$\eta = \Phi / P \quad [\eta] = \text{lm} / \text{W}$$

Die Lichtmenge Q

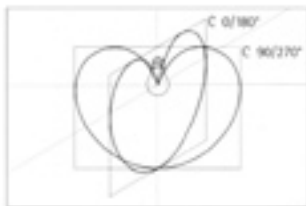


Die Lichtmenge erfasst die in einem Zeitraum abgegebene Lichtenergie. In der Regel wird die Lichtmenge in klm x h angegeben. (vgl. Ganslandt, 1992 S.40)

$$Q = \Phi \times t \quad [Q] = \text{lm} \times \text{h}$$

Abb. 2.2.2-02. Die Lichtstärke I ist ein Maß für den pro Raumwinkel Q abgegebenen Lichtstrom Φ ; Ganslandt, 1992 S.40

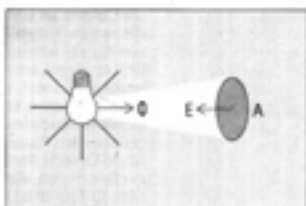
Die Lichtstärke I



Die Lichtstärke I ist der Lichtstromanteil, der von einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird. Sie ist der Quotient aus Lichtstrom Φ und dem Raumwinkel Ω , und wird in Candela (cd) gemessen. Die räumliche Verteilung der Lichtstärke einer Lichtquelle ergibt einen dreidimensionalen Lichtstärkeverteilungskörper als Graph. Der Schnitt durch diesen Lichtstärkekörper ergibt die Lichtstärkeverteilungskurve, die die Lichtstärkeverteilung in einer Ebene beschreibt. Eine ideale, punktförmige Lichtquelle strahlt ihren Lichtstrom gleichmäßig in alle Richtungen des Raumes ab, ihre Lichtstärke ist in allen Richtungen gleich. In der Praxis ergibt sich jedoch stets eine ungleichmäßige räumliche Verteilung des Lichtstroms, die teils durch den Aufbau der Leuchtmittel bedingt ist, teils durch bewusste Lenkung des Lichts bewirkt wird. (vgl. Ganslandt, 1992 S.41)

Abb. 2.2.2-03. Lichtstärkeverteilungskörper einer rotationssymmetrischen abstrahlenden Lichtquelle; Ganslandt, 1992 S.41

$$I = \Phi / \Omega \quad [I] = \text{lm} / \text{sr} = \text{cd}$$



Die Beleuchtungsstärke E

Abb. 2.2.2-04. Beleuchtungsstärke E als Maß für den pro Flächeneinheit A auftretenden Lichtstrom; Ganslandt, 1992 S.42

Die Beleuchtungsstärke E ist ein Maß für die Lichtstromdichte. Sie wird als das Verhältnis des auf eine Fläche fallenden Lichtstroms Φ zur Größe dieser Fläche A definiert. Ihre Einheit ist Lux (lx). Die Beleuchtungsstärke ist dabei nicht an eine reale Oberfläche gebunden, sie kann an jeder Stelle des Raums bestimmt

werden. Die Beleuchtungsstärke kann aus der Lichtstärke abgeleitet werden. Die Beleuchtungsstärke nimmt dabei mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle ab (photometrisches Entfernungsgesetz). (vgl. Ganslandt, 1992 S.42)

$$E_m = \Phi / A \quad [E] = \text{lm} / \text{m}^2 = \text{lx}$$

Die Leuchtdichte L

Im Vergleich zu der Beleuchtungsstärke, die die auf eine Fläche treffende Lichtleistung erfasst, beschreibt die Leuchtdichte L, das von dieser Fläche ausgehende Licht. Sie definiert sich als das Verhältnis der Lichtstärke I und der auf die Ebene senkrecht zur Ausstrahlungsrichtung projizierten Fläche A_p . Die Leuchtdichte bildet die Grundlage der mit der Auge wahrgenommenen Helligkeit. Der tatsächliche Helligkeitseindruck wird allerdings noch vom Adaptationszustand des Auges, den umgebenden Kontrastverhältnissen und dem Informationsgehalt der gesehenen Fläche beeinflusst. (vgl. Ganslandt, 1992 S.42)

$$L = I / A_p \quad [L] = \text{cd} / \text{m}^2$$

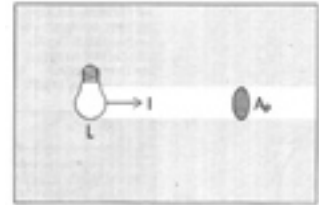


Abb. 2.2.2-05. Die Leuchtdichte L einer selbstleuchtenden Fläche ergibt sich aus dem Verhältnis von Lichtstärke I und ihrer projizierten Fläche A_p ; Ganslandt, 1992 S.42

2.2.3 Beleuchtungstechnische Anlagen

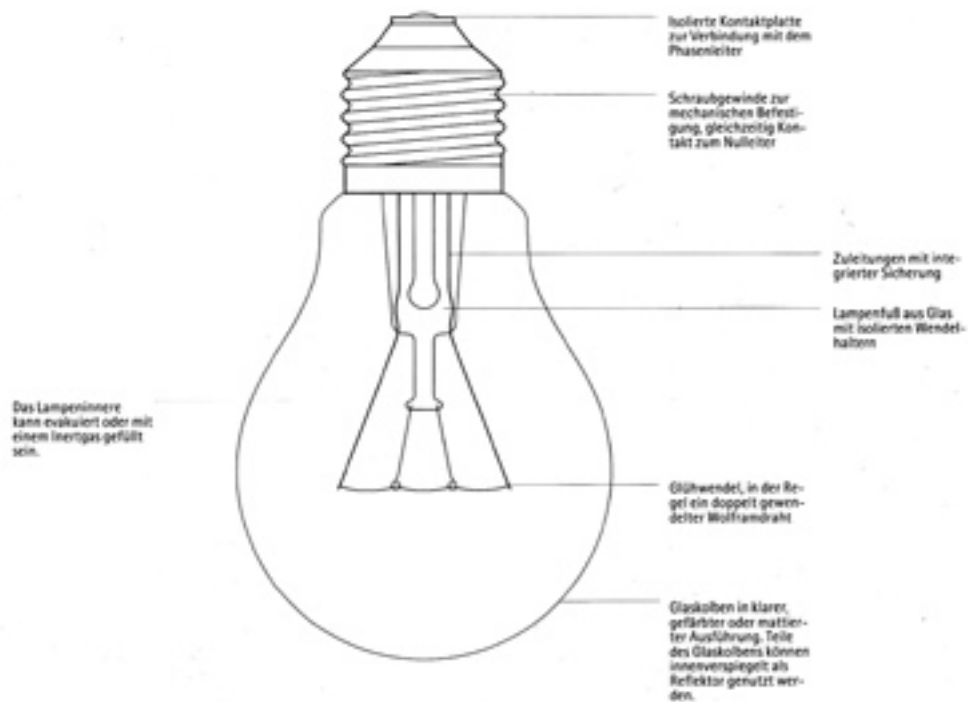
Die Beleuchtungstechnischen Anlagen sind die tatsächlichen Entwurfsmittel der Lichtplanung. Daher werden hier die Arten der Lichtquellen, die Leuchten und die verschiedenen Systeme der künstlichen Beleuchtung näher betrachtet.

2.2.3.1 Lichtquelle

Die Lichtquelle ist ein entscheidendes Kriterium bei der Lichtplanung. Gestalterisch sind vor allem die Lichtfarbe und die Farbwiedergabe der Leuchtmittel entscheidend. Ob die Lichtquelle ein gerichtetes oder diffuses Licht abgibt, ist ebenfalls der Lichtqualität zuzuordnen. Während der Lichtstrom die absolute Leistungsfähigkeit einer Lampe angibt, entscheidet die Lichtausbeute als Quotient von erzeugtem Lichtstrom und aufgewendeter elektrischer Energie gemeinsam mit der Lebensdauer über die Wirtschaftlichkeit und Wartungshäufigkeit.

Lampen können in drei Hauptgruppen unterteilt werden. Sie unterscheiden sich durch die verschiedenen Verfahren, die die elektrische Energie in Licht umsetzt. Eine Gruppe bilden dabei die Temperaturstrahler. Sie umfasst Glühlampen und Halogen-Glühlampen. Die zweite Gruppe bilden die Entladungslampen, die ein breites Spektrum von Lichtquellen umfassen wie zum Beispiel die Leuchtstofflampen, Quecksilberdampf- oder Natriumdampf-Entladungslampen sowie Halogen-Metaldampflampen. Die dritte Gruppe umfasst die Leuchtdioden, die erst seit wenigen Jahren in der Innen- und eingeschränkt in der Außenbeleuchtung zur Anwendung kommen.

Abb. 2.2.3.1-01. Die Glühlampe; Ganslandt, 1992 S.46



Temperaturstrahler

Temperaturstrahler funktionieren nach dem Prinzip der Temperaturstrahlung, bei dem durch Erhitzen elektromagnetische Strahlung mit einem kontinuierlichen Spektrum abgegeben wird. Im Falle der Glühlampen entsteht das Licht durch Erhitzen der Glühwendel aus Wolfram auf ca. 3000 °K. (vgl. Weisser, 2003 S.19) Sie umfassen die verschiedenen Arten der Glühlampen.

Charakteristisch für Glühlampen ist ihre niedrige Farbtemperatur, das heißt, dass das Licht im Vergleich zum Tageslicht als warm empfunden wird. Darüber hinaus bewirkt das kontinuierliche Spektrum der Glühlampe eine hervorragende Farbwiedergabe. Als Punktlichtquelle mit hoher Leuchtdichte erzeugt Glühlampenlicht Brillanz auf glänzendem Material und kann mit optischen Mitteln gut gelenkt werden, so dass sowohl eng gebündeltes Akzentlicht als auch eine breit strahlende Beleuchtung erzeugt werden kann.

Glühlampen sind ohne Probleme dimmbar. Sie benötigen für ihren Betrieb keine Zusatzgeräte und können in jeder Brennlage betrieben werden. Diesen Vorteilen stehen jedoch die Nachteile einer geringen Lichtausbeute und einer relativ kurzen Nennlebensdauer gegenüber, wobei die Lebensdauer stark von der Betriebsspannung abhängig ist. Zurzeit werden allerdings Glühlampen entwickelt, die durch eine dichroitische Bedampfung des Lampenkolbens den infraroten Anteil des Lichts auf die Wendel zurücklenken und so für eine höhere Wendeltemperatur und eine bis zu 40 % höhere Lichtausbeute sorgen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.47)

Bei Halogen-Glühlampen sind aufgrund der Beimischung von gasförmigen Halogenen im Lampenkolben eine höhere Glühtemperatur und damit ein höherer Lichtstrom, eine bessere Lichtausbeute (bis 22 lm/W) und eine geringfügig hö-

here Farbtemperatur (ca. 3300 °K) als bei gewöhnliche Glühlampen gegeben. Gegenüber der herkömmlichen Glühlampe gibt die Halogen-Glühlampe ein weißeres Licht ab. Niedervolt-Halogenlampen weisen noch kompaktere Bauformen auf und sind daher für den Einsatz gerichteten Lichts ideal geeignet. (vgl. Weisser, 2003 S.19)

Aufgrund des niedrigen Lichtstroms, der mäßigen Wirtschaftlichkeit, aber der gleichzeitig hohen Lichtqualität liegt das Hauptanwendungsgebiet der Glühlampen immer noch in der Innenbeleuchtung und dort primär in der Beleuchtung von Wohnräumen. In der Außenbeleuchtung finden lediglich Halogen-Glühlampen Anwendung, dort allerdings auch nur in der Beleuchtung von Bereichen, die geringere Beleuchtungsstärken erfordern und die für Wartungen leicht zugänglich sind. (vgl. Weisser, 2003 S.19)

Entladungslampen

Anders als bei Glühlampen wird das Licht in Entladungslampen nicht durch eine erhitzte Wendel, sondern durch das Anregen von Gasen oder Metaldämpfen erzeugt. Hierzu wird in einem mit Edelgasen oder Metaldämpfen gefüllten Entladungsgefäß eine Spannung zwischen zwei Elektroden erzeugt, die für einen Elektronenstrom zwischen den Elektroden sorgt. (vgl. Ganslandt, 1992 S.52) Die Spektralverteilung des abgestrahlten Lichts ist dabei im Gegensatz zu den Temperaturstrahlern nicht kontinuierlich. Da die von den Gasen abgegebenen Wellenlängen teilweise auch im UV- oder IR-Bereich liegen, werden an den Innenseiten der Gefäße meist Leuchtstoffe aufgebracht, welche die nach außen abgehende Strahlung in sichtbares Licht umwandeln. Je nach Druckzustand im Entladungsgefäß unterscheidet man dabei zwischen Niederdruck- und Hochdruckentladungslampen. (vgl. Weisser, 2003 S.19)

Im Bereich der Niederdruckentladungslampen, die im Entladungsgefäß einen Druck von weniger als 1 bar aufweisen, ist die gängigste Lichtquelle die Leuchtstofflampe. Sie weist Lichtströme bis 5200 lm auf, hat eine gute Lichtausbeute von ca. 60-100 lm/W und eine hohe Lebensdauer von ca. 7000 h. Durch ihre Füllung mit verschiedenen Gas- und Metaldampfgemischen, die zum größten Teil aus Quecksilberdampf bestehen, können nahezu alle Lichtfarben erzeugt werden. Die Erzeugung guter Farbwiedergabeeigenschaften ist allerdings auf-

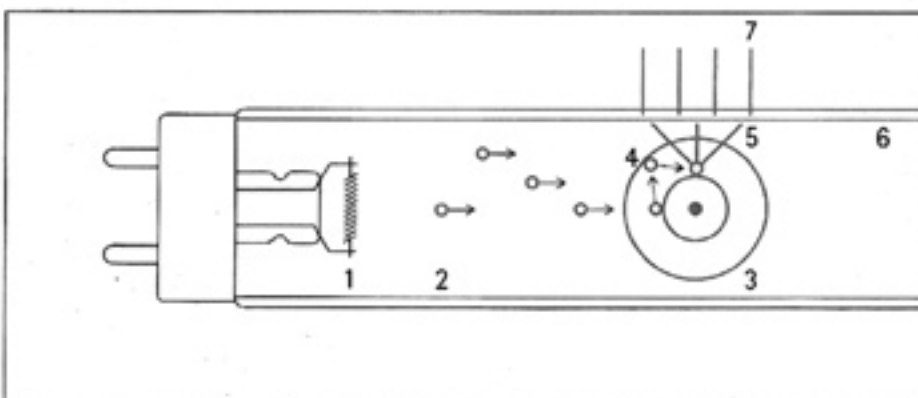


Abb. 2.2.3.1-02. Die Entladungslampe. Die von der Elektrode 1 ausgehenden Elektronen 2 treffen auf Quecksilberatome 3. Hierbei werden die Elektronen des Quecksilberatoms 4 angeregt, diese geben dabei UV-Strahlung 5 ab, die in der Leuchtstoffbeschichtung 6 in sichtbares Licht 7 umgewandelt wird; Ganslandt, 1992 S.46

grund des diskontinuierlichen Spektrums sehr aufwändig. Durch die Länge der Entladungsröhren erzeugen Leuchtstofflampen diffuses Licht.

Kompaktleuchtstofflampen haben ähnliche Eigenschaften wie die gewöhnlichen Leuchtstofflampen. Aufgrund ihrer geringeren Größe sind zwar Lichtstrom und Lichtausbeute etwas niedriger, dadurch können sie jedoch als punktförmige Lichtquellen mit gerichtetem Licht eingesetzt werden.

Natriumdampf-Niederdrucklampen, die anstelle von Quecksilberdampf mit Natriumdampf gefüllt sind, weisen mit bis zu 32000 lm hohe Lichtstromwerte und zugleich eine extrem hohe Lichtausbeute mit bis zu 100-180 lm/W auf. Aufgrund der sehr hohen Lebensdauer von 10000 h sind sie damit die wirtschaftlichsten Lichtquellen überhaupt. Allerdings ist ihr Licht monochromatisch gelb und hat sehr schlechte Farbwiedergabeeigenschaften. Durch das geringe Lampenvolumen geben sie gerichtetes Licht ab. (vgl. Weisser, 2003 S.20)

Zu den Hochdruckentladungslampen, deren Druck im Entladungsgefäß deutlich über 1 bar liegt, zählen vor allem Quecksilberdampflampen. Sie haben gute Lichtstromwerte von bis zu 58000 lm, eine mäßige Lichtausbeute von ca. 40-60 lm/W und eine Lebensdauer von 8000 h. Ihre Lichtfarbe ist ursprünglich tageslichtweiß mit einem geringen Rotanteil im Spektrum, kann aber durch Beigabe von Leuchtmitteln auch warm- oder neutralweiß gestaltet werden, wodurch auch die mäßige Farbwiedergabe verbessert wird.

Halogen-Metaldampflampen weisen extrem hohe Lichtstromwerte von bis zu 320000 lm auf. Die Lichtausbeutewerte von max. 100 lm/W sind gut, ebenso wie die Lebensdauer von bis zu 8000 h. Ihre Lichtfarbe ist variierbar, die Farbwiedergabe ist sehr gut. Durch ihre geringe Größe geben sie gerichtetes Licht ab.

Natriumdampf-Hochdrucklampen sind durch hohe Lichtstromwerte (bis zu 120000 lm), hohe Lichtausbeutewerte (bis zu 140 lm/W) und durch die lange Lebensdauer (bis 10000 h) in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit fast so effizient wie Natriumdampf-Niederdrucklampen, allerdings besitzen sie ein bessere Farbwiedergabe und eine warmweiße Lichtfarbe. (vgl. Weisser, 2003 S.20)

Die Anwendungsfelder von Niederdruckentladungslampen liegen sowohl in der Innen- als auch in der Außenbeleuchtung. Aufgrund des geringen Lichtstroms und der diffusen Verteilung der abgegebenen Strahlung finden Leuchtstofflampen in der Beleuchtung des öffentlichen Raums nur bei gering belasteten Verkehrsstraßen Verwendung. Kompaktleuchtstofflampen werden in der Außenbeleuchtung ausschließlich in Bereichen mit geringeren Beleuchtungsstärken und niedrigen Lichtpunkthöhen, wie zum Beispiel Fußgängerzonen und Fußwegen, eingesetzt. Alleinige Anwendung in der Außenbeleuchtung finden lediglich Natriumdampf-Niederdrucklampen. Aufgrund der großen Lichtströme und der hohen Wirtschaftlichkeit werden sie insbesondere bei Fassadenanstrahlungen eingesetzt. Ihre monochromatisch gelbe Lichtfarbe prädestiniert sie in der Straßenbeleuchtung insbesondere zur Markierung von Punkten besonderer Aufmerksamkeit, wie zum Beispiel von Fußgängerüberwegen. Aufgrund der schlechten Farbwiedergabe verhindert diese aber zugleich eine Anwendung in Bereichen mit besonderem Gestaltungserfordernis.

Im Gegensatz zu den Niederdruckentladungslampen werden die Hochdruckent-

ladungslampen, abgesehen vom gewerblichen Bereich, nahezu ausschließlich in der Außenbeleuchtung eingesetzt und können dort aufgrund ihrer variablen Ausgestaltung in Bezug auf den abgegebenen Lichtstrom fast alle Beleuchtungsaufgaben abdecken. Einschränkungen bestehen nur im Hinblick auf die Natriumdampf-Hochdrucklampen, die durch ihre mäßige Farbwiedergabe bei gestalterisch anspruchsvollen Beleuchtungsaufgaben keine Verwendung finden. (vgl. Weisser, 2003 S.20)

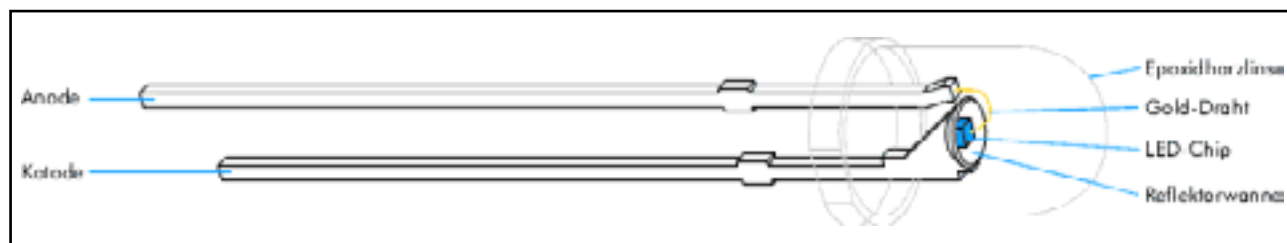
Leuchtdioden / LEDs

Leuchtdioden, auch LEDs (light-emitting diode) abgekürzt, haben ihren Ursprung in der Signalbeleuchtung elektronischer Geräte und werden seit wenigen Jahren aufgrund der Fortschritte in der Lichtausbeute auch als technische Lampen eingesetzt. Die Entstehung von LED-Licht ist quanten-physikalisch als Rekombinationsvorgang von Elektronen an Halbleiterkristallen zu erklären, bei dem Licht in Form von Photonen frei wird. Entsprechend der einheitlichen Struktur der Halbleiterkristalle hat das abgestrahlte Licht ein eng begrenztes Spektrum. Die einzelne LED besteht aus einem Halbleiterchip, der in eine Kunststofflinse eingebettet ist, welche als Schutz vor äußeren Einflüssen und als Optik zur Lichtlenkung dient. Bei LEDs, die für Beleuchtungszwecke eingesetzt werden, sind mehrere einzelne LEDs gemeinsam auf eine Trägerplatine montiert, die mit einer gemeinsamen Optik versehen werden und auf diese Weise als flexibel gestaltbare Lichtquelle dienen. (vgl. Weisser, 2003 S.21)

Der Boom, der den LEDs in den vergangenen Jahren beschert wurde, hängt mit ihren sehr guten beleuchtungstechnischen Eigenschaften zusammen. Der von ihnen ausgehende Lichtstrom ist zwar mäßig, ihre Lichtausbeute hat jedoch sehr stark zugenommen und reicht je nach verwendetem Halbleitermaterial (und damit der Lichtfarbe) bis zu 40 lm/W, wobei in den nächsten Jahren noch Steigerungen bis zu 100 lm/W erwartet werden. LEDs sind zudem kaum störanfällig und ihre Lebensdauer kann bei optimalen Betriebsbedingungen bis zu 100000 h betragen, liegt im Durchschnitt jedoch bei 10000 h. Es können Lichtfarben aller Farbtemperaturen erzeugt werden, allerdings sind die Farbwiedergabeeigenschaften nicht gut. Da es sich bei den LEDs um relativ kleine Bauteile handelt, können sie als punktförmige Lichtquellen mit gerichtetem Licht eingesetzt werden und ermöglichen darüber hinaus eine flexible Anordnung und Gestaltung der Lampe. (vgl. Weisser, 2003 S.21)

In der Außenbeleuchtung finden LEDs aufgrund des geringen Lichtstroms bei Anstrahlungen und Straßenbeleuchtungen keine Anwendung, sondern werden

Abb. 2.2.3.1-03. Der Aufbau der Leuchtdioden; http://www.led-info.de/grundlagen/l_herst.htm



vor allem in der Detailbeleuchtung von Fassaden und Bauteilen eingesetzt. (vgl. Weisser, 2003 S.21)

2.2.3.2 Leuchten

Den Leuchten kommt primär die Aufgabe zu, das von der Lampe erzeugte Licht in der gewünschten Form im Raum zu verteilen, wobei das Licht durch die Leuchte gebündelt, umgelenkt und gefiltert werden kann. Eine gängige Form der Klassifizierung von Leuchten in der Architekturbeleuchtung besteht in der Unterscheidung zwischen ortsfesten Leuchten, beweglichen Leuchten und Lichtleitersystemen. Zu den ortsfesten Leuchten zählen unter anderem die nach unten strahlenden Downlights, die nach oben strahlenden Uplights, die verschiedenen Typen von Flutern, die für eine gleichmäßige Ausleuchtung von Flächen genutzt werden (Wand-, Boden-, Decken-Fluter) sowie die Strahler, die einen begrenzten Bereich ausleuchten. Die beweglichen Leuchten sind durch ihre Montage an einer Stromschiene in Bezug auf den Standort und die Lichtrichtung veränderbar. Lichtleitersysteme ermöglichen durch die Verwendung von Glasfaserbündeln den flexiblen Transport von Licht und damit die räumliche Trennung von Lichterzeugung und Lichtaustritt. (vgl. Weisser, 2003 S.23)

In der Außenbeleuchtung werden im Regelfall ortsfeste Leuchten verwendet, bei denen zwischen Mastaufsatz-, Mastansatz- und Mastkopfleuchten (Downlights), Wandleuchten (Down- und Uplights), Hängeleuchten, Pollerleuchten sowie Bodeneinbauleuchten unterschieden werden kann. Zur flächendeckenden Beleuchtung, die auch bei der Fassadenbeleuchtung häufig eingesetzt wird, gehören beispielsweise die im Boden versenkten Uplights sowie Fluter und Strahler.

Bei der Wahl der Leuchten soll neben der zu erzeugende Lichtwirkung auf die Gestaltung der Leuchten an sich und die Anordnung der Leuchten zueinander geachtet werden. Sie haben einen vom Licht unabhängigen ästhetischen Wert, der die Raumwirkung beeinflusst und bei der Planung von Beleuchtungsanlagen berücksichtigt werden muss. Darüber hinaus soll auch auf die Wartungsfreundlichkeit sowie der Resistenz gegen Vandalismus geachtet werden.

Abb. 2.2.3.2-01. Verschiedene Leuchten für den Außenbereich; aus dem Leuchtenkatalog der Firma Hess Form+Licht



2.2.3.3 Beleuchtungssysteme

Das Beleuchtungssystem trifft Aussagen darüber, in welcher Art und Weise Anlagen zur künstlichen Beleuchtung ihr Licht im Raum verteilen und hängt daher eng mit der Anordnung und der Ausrichtung der Leuchten zusammen. Es wird dabei zwischen der Allgemeinbeleuchtung und der Akzentbeleuchtung sowie der direkten und der indirekten Beleuchtung unterschieden.

Allgemeinbeleuchtung und Akzentbeleuchtung

Während durch eine Allgemeinbeleuchtung ein Raum bzw. Bereich in seiner Gesamtheit gleichförmig und unabhängig von den einzelnen Raumzonen und deren Erfordernissen ausgeleuchtet wird, setzt die Akzentbeleuchtung, die auch als differenzierte Beleuchtung bezeichnet wird, eindeutige Schwerpunkte in der Beleuchtung einzelner Raumausschnitte. Einer Allgemeinbeleuchtung entspricht beispielsweise die gleichförmige Ausleuchtung einer Werkshalle, eine Akzentbeleuchtung hingegen der spezifischen Ausleuchtung eines einzelnen Arbeitsplatzes. Werden beide Beleuchtungssysteme gleichzeitig eingesetzt, spricht man auch von einer kombinierten Beleuchtung. Die Vorteile der Allgemeinbeleuchtung liegen in der flexibleren Nutzbarkeit der beleuchteten Räume und Flächen, ihre Nachteile bestehen insbesondere in der geringen visuellen Differenzierung der einzelnen Bereiche, sowie dem monotonen Raumeindruck, der durch eine gleichförmige Beleuchtung entstehen kann. (vgl. Weisser, 2003 S.24)

Direkte und indirekte Beleuchtung

Bei direkten Beleuchtungssystemen wird das erzeugte Licht unmittelbar auf die zu beleuchtenden Flächen gestrahlt, so dass zwangsläufig hohe Anteile gerichteten Lichts mit deutlichem Schattenwurf entstehen. Bei der indirekten Beleuchtung wird das Licht von der Primärlichtquelle zunächst auf eine reflektierende Oberfläche wie zum Beispiel die Decke oder die Wände eines Raums geworfen und von dort verteilt, wobei ein hoher Anteil diffusen Lichts mit geringem Schattenwurf frei wird. Die Vorteile einer direkten Beleuchtung sind deren bessere Modellierung und Körperwiedergabe, die Nachteile liegen in der Verdeckung von Informationen durch zu starken Schattenwurf. Eine reine indirekte Beleuchtung führt jedoch leicht zu monotonen Raumeindrücken mit schlechter Körperwiedergabe. (vgl. Weisser, 2003 S.24)

Die genannten Systeme sind dabei miteinander kombinierbar. So gibt es eine direkte und eine indirekte Allgemeinbeleuchtung sowie eine Allgemeinbeleuchtung, die sowohl direkte als auch indirekte Beleuchtungsanteile aufweist.

2.3 Planerische Grundlagen der Lichtplanungen

Der Einsatz von Lichtquellen zur Straßenbeleuchtung reicht bis in die Antike zurück, setzte sich aber erst mit der technischen Fortentwicklung und der Steigerung der Lichtausbeute der Lichtquellen durch. Das ursprüngliche Ziel der Beleuchtung bestand dabei vor allem in der Steigerung der Sicherheit im Stadtraum.

Im Jahr 1667 wurden erstmals in Paris in großem Stil Öllampen verwendet und 1826 folgten schon die ersten Gaslaternen in Europa. Berlin verwendete als erste Stadt in Deutschland 1882 Bogenlampen zur Beleuchtung. Durch die Entwicklung elektrischer Lichtquellen und die damit unbegrenzt zur Verfügung stehende Lichtmenge verfiel die Außenbeleuchtung kurzfristig der Versuchung, die Nacht zum Tag zu machen. Als Beispiel sind die in den USA eingesetzten, rasterförmig im Stadtgebiet verteilten Lichttürme zu nennen. Als Konsequenz aus dieser Lichtflut begann die Entwicklung der Lichtnormung Anfang des 20. Jahrhunderts, die den effektiven Einsatz von Licht zum Thema hat. Parallel hierzu entwickelte sich eine qualitative Architekturbeleuchtung, die auf die Illuminierung der Gebäudehülle gerichtet war und die erstmals Licht nicht nur zur Werbung oder zur funktionalen Beleuchtung der Wege einsetzte.

Die heute bestehende Beleuchtung des öffentlichen Raums besteht im Regelfall aus einer nach der DIN 5044 ausgelegten Normbeleuchtung, die die sichere Abwicklung des Verkehrs zum Ziel hat und die im Regelfall werktags um 22 Uhr, an Wochenende um 24 Uhr auf die Hälfte der Lichtleistung reduziert wird (Halbnachtschaltung). Darüber hinaus existieren lediglich vereinzelte Anstrahlungen wichtiger historischer Gebäude, die meist ebenfalls zu späterer Stunde vollständig abgeschaltet werden. (vgl. Weisser, 2003 S.24-25)

In diesem Kapitel wird versucht, eine Übersicht der bisherigen Planungsansätze der Lichtplanung zu schaffen, um daraus Planungsansätze bzw. Gestaltungsansätze zur Planung des nächtlichen Stadtbildes herzuleiten.

2.3.1 Funktionale Planungsansätze

Bei der funktionalen Beleuchtung handelt es sich um die Schaffung optimaler Sehleistung und damit hoher Produktivität und Unfallsicherheit bei vertretbaren Betriebskosten. Im Vordergrund steht dabei die Frage, welche Beleuchtungsstärken und Beleuchtungsarten am effektivsten sind. Schon früh ergibt sich dabei das Konzept einer quantitativ orientierten Lichtplanung mit der Beleuchtungsstärke als zentralem Kriterium, dem als nachrangige Kriterien Gleichmäßigkeit der Beleuchtung, Lichtfarbe, Schattigkeit und der Grad der Blendungsbegrenzung zugeordnet werden. Auf dieser Grundlage können Normenkataloge erstellt werden, die einer Vielzahl von Tätigkeiten jeweils eine Mindestbeleuchtungsstärke auf der relevanten Nutzebene sowie Mindestanforderungen für die übrigen Qualitätskriterien zuordnen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.110)

Im Bereich der Außenbeleuchtung existiert eine Vielzahl von einzelnen Regelwerken, die sich im Hinblick auf ihre Zielsetzung, ihren Anwendungsbereich und ihre Rechtsgültigkeit voneinander unterscheiden. Sie werden von verschiedenen Institutionen aufgestellt, sind nicht miteinander verknüpft und geben im Regelfall Richtwerte der Beleuchtungsstärke oder der Leuchtdichte vor. (vgl. Weisser, 2003 S.27)

Um Aussagen darüber treffen zu können, welche dieser Regelwerke aus fachlicher Sicht in den Lichtkonzepten für den öffentlichen Raum Berücksichtigung finden sollten, bedarf es zunächst einer Betrachtung der grundlegenden Zielrichtungen der verschiedenen Regelwerke. Die verschiedenen DIN-Normen, Richtlinien und Empfehlungen im Bereich der Außenbeleuchtung sind in Bezug auf ihre grundlegende Ausrichtung in drei Zielrichtungen aufgeteilt. Der größte Teil dieser Leitfäden verfolgt das Ziel, durch die Vorgabe von beleuchtungstechnischen Gütekriterien und Grenzwerten eine vorrangig sichere Beleuchtung bereitzustellen, wobei sich der Sicherheitsgedanke sowohl auf die Sicherheit im Verkehrsfluss als auch auf den Schutz vor Kriminalität bezieht. Der Sachverhalt, dass mit steigender Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte sowohl ein Rückgang der Verkehrsunfälle als auch der angezeigten Übergriffe auf Personen und Eigentum zu verzeichnen ist, ist durch verschiedene Untersuchungen statistisch nachgewiesen und unstrittig. Während bei dieser ersten, zahlenmäßig bedeutsamsten Gruppe der Regelwerke damit die sicherheitsgerechte Ausgestaltung der Beleuchtung im Vordergrund steht, bemüht sich der zweite Teil der Vorschriften um eine umweltschutzgerechte Gestaltung der Beleuchtungsanlagen. Hierbei stehen einerseits der Schutz des Menschen vor störenden Lichtimmissionen im Blickpunkt, zum anderen wird auch der Schutz von nachtaktiven Insekten thematisiert. Die gestaltgerechte Ausleuchtung des Außenraums als drittes grundlegendes Ziel verfolgt hingegen nur ein einziger Leitfaden. (vgl. Weisser, 2003 S.27)

2.3.1.1 Die Anwendungsfelder und die fachlichen Aussagen der Regelwerke

Wie die nachfolgende Übersicht zeigt, handelt es sich insbesondere bei den sicherheits- und umweltschutzbezogenen Regelwerken um Planungsvorgaben, die in ihrer Gesamtheit zwar alle Bereiche des öffentlichen Raums abdecken, die sich aber nahezu ausschließlich auf die gleichmäßige Verteilung der Beleuchtungsstärke und der Leuchtdichte stützen. Solche Konzepte, die als zentrales Planungskriterium die Beleuchtungsstärke nutzen, werden in der Lichtplanung generell als quantitative Konzepte bezeichnet. Sie verfolgen das Ziel, eine für die zu bewältigende Sehaufgabe ideale Beleuchtung bereitzustellen, das heißt, eine optimale Sehleistung zu gewährleisten. Der Ursprung und die Entwicklung dieses Planungsansatzes geht dabei auf den Beginn des 20. Jh. zurück, als die Zusammenhänge zwischen Beleuchtungsstärke, Sehleistung und Unfallhäufigkeit Thema zahlreicher Untersuchungen waren und entdeckt wurde, dass zwischen diesen Größen eindeutige Relationen bestehen. Aus dieser Erkenntnis werden Normkataloge geformt, die sich maßgeblich auf das Kriterium der Beleuchtungsstärke stützen und die die Anwendung der als notwendig erachteten

Sicherheitsbezogene Regelwerke

1. DIN 5044, Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung - Beleuchtung von Straßen für den Kraftfahrzeugverkehr

- Anwendungsfelder: Straßen für den Kraftfahrzeugverkehr
- Vorgehensweise: Basierend auf der Zuordnung beleuchtungstechnischer Gütemerkmale, die sich vor allem auf die Beleuchtungsstärke und die Leuchtdichte sowie deren Längsgleichmäßigkeit stützen, zu den sogenannten verkehrstechnischen Kriterien, macht die DIN 5044 quantitative Vorgaben zur Beleuchtung von KfZ-Straßen.

2. DIN 67523 - Beleuchtung von Fußgängerüberwegen

- Anwendungsfelder: Fußgängerüberwege („Zebrastrreifen“)
- Vorgehensweise: Ergänzend zur DIN 5044 gibt die DIN 67523 Richtwerte zur Beleuchtungsstärke vor.

3. DIN EN 13201 - Straßenbeleuchtung (Entwurf)

- Anwendungsfelder: Öffentliche Straßen und Wege
- Vorgehensweise: Der noch nicht gültige europäische Normentwurf soll die DIN 5044 und die DIN 67523 ablösen.
- Der Entwurf definiert, ähnlich wie die DIN 5044, räumliche Situationsklassen sowie Beleuchtungsklassen, die Vorgaben über Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte, etc. enthalten und die den Situationsklassen zugeordnet werden.

4. FGSV - Richtlinien für die Beleuchtung in Anlagen für Fußgängerverkehr

- Anwendungsfelder: Fußgänger- und Radwege
- Vorgehensweise: Diese Richtlinien definieren ähnliche Gütemerkmale in Bezug auf Beleuchtungsstärke und Längsgleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wie die DIN 5044 für Verkehrsstraßen.

5. BOStrab E, Teil 12 - Richtlinien für elektr. Anlagen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen

- Anwendungsfelder: Trassen und Haltestellen von Straßenbahnen
- Vorgehensweise: Diese Richtlinie ordnet den verschiedenen Trassen und Haltestellenabschnitten Beleuchtungsstärkewerte und Längsgleichmäßigkeitswerte zu.

6. CIE 136 - Guide to the lighting of urban areas

- Anwendungsfelder: Der gesamte öffentliche Raum
- Vorgehensweise: Anders als die vorstehenden Normen und Richtlinien zielt dieser Leitfaden nicht auf die Sicherheit im Straßenverkehr ab, sondern ist verstärkt auf den Schutz vor Kriminalität ausgerichtet. Er legt in dieser Hinsicht für verschiedene Typen städtischer Bereiche Werte der Beleuchtungsstärke, insbesondere der halbzylindrischen Beleuchtungsstärke, fest.

Umweltschutzbezogene Regelwerke

1. LiTG 12 - Gutachten zur Messung and Beurteilung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen

- Anwendungsfelder: die gesamte Beleuchtung, von der Lichtimmissionen in Privaträume ausgehen
- Vorgehensweise: Das LiTG-Gutachten legt in Bezug auf von außen in Privaträume eindringende Lichtimmissionen Grenzwerte der Beleuchtungsstärke auf der Fensterebene (Raumaufhellung) und der Leuchtdichte außenliegender Lichtpunkte (psychologische Blendwirkung) fest, die das Niveau der Belästigung nach den BImSchG erfüllen.

2. LiTG 15 - Stellungnahme zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten

- Anwendungsfelder: die gesamte Beleuchtung im Außenraum
- Vorgehensweise: Die Stellungnahme der LiTG stellt dar, welche Beleuchtungskriterien besondere Wirkung auf nachtaktive Insekten haben und wie die Beleuchtung ausgestaltet werden kann, um eine geringstmögliche Beeinträchtigung für die Insekten mit sich zu bringen.

Gestaltbezogene Regelwerke

1. CIE 94 - Guide for floodlighting

- Anwendungsfelder: die gestaltbezogene Akzentbeleuchtung des öffentlichen Raums
- Vorgehensweise: Der Leitfaden der CIE zeigt auf, welche Möglichkeiten der Anstrahlungen bestehen und was bei den verschiedenen Anstrahlungen berücksichtigt werden sollte.

Tab. 2.3.1.1-01. Übersicht über die fachlichen Aussagen der verschiedenen Regelwerke, gegliedert nach deren Zielcharakter; Weisser, 2003 S.29

Beleuchtungsstärke auf den gesamten Raum fordern. Die aus diesen Normen entwickelten Konzepte konzentrieren sich damit alleine auf die Bereitstellung von Licht zum Sehen, vernachlässigen jedoch vollständig die weitergehenden physiologischen und psychologischen Prozesse der visuellen Wahrnehmung. (vgl. Weisser, 2003 S.30)

Da die verschiedenen Vorgaben allerdings auf die sichere Verrichtung der unterschiedlichen Tätigkeiten im öffentlichen Raum zugeschnitten sind, sollten sie dennoch grundsätzlich als Orientierungswerte im Hinblick auf die Ausgestaltung der Beleuchtung dienen. Ein Abweichen von den Vorgaben ist aber möglich und im Sinne dieser Arbeit gerechtfertigt.

Anders beurteilt werden muss hingegen die fachliche Verwendbarkeit der LiTG (Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.) - Stellungnahme zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten sowie des Guide for floodlighting, da beide Regelwerke nicht den quantitativen Regelwerken zugeordnet werden können. Während die Stellungnahme der LiTG nicht mit Richtwerten arbeitet, sondern lediglich die Zusammenhänge zwischen Beleuchtungsanlagen und Verhalten von Insekten aufzeigt und daraus abgeleitet Vorschläge zur Ausgestaltung der Beleuchtung macht, zeigt der Guide for floodlighting Möglichkeiten der gestaltorientierten Realisierung von Anstrahlungen auf und berücksichtigt in dieser Hinsicht auch wahrnehmungspsychologische Überlegungen. (vgl. Weisser, 2003 S.30)

2.3.1.2 Die rechtliche Verbindlichkeit der Regelwerke

Bevor die Rechtsverbindlichkeit einer Anwendung der DIN-Normen in der Außenbeleuchtung geklärt werden kann, bedarf es zunächst der Untersuchung, inwieweit überhaupt eine gemeindliche Pflicht zur Straßenbeleuchtung besteht. Abgeleitet aus § 823 Abs. 1 BGB, der die Schadenersatzpflicht regelt, obliegt der Gemeinde eine sogenannte Verkehrssicherungspflicht. Aus ihr lässt sich auch eine Beleuchtungspflicht herleiten, die sich allerdings nur auf gefährliche Fahrbahnstrecken inner- und außerorts sowie auf Straßen in bebauten Bereichen innerorts bzw. Straßen, die solche Bereiche miteinander verbinden, erstreckt. Zu den gefährlichen Fahrbahnstrecken zählen dabei unstrittig gefährliche Straßenkreuzungen und Straßeneinmündungen, Gefällstrecken, scharfe Kurven, gekennzeichnete Fußgängerüberwege, Baustellen, unvorhersehbare Straßenverengungen und Verkehrsinseln. Beleuchtet die Gemeinde diese Streckenabschnitte nicht, ist sie im Schadensfall ersatzpflichtig. (Weisser, 2003 S.31)

Bei der Planung und Bemessung der Beleuchtungsanlagen an diesen beleuchtungspflichtigen Streckenabschnitten ist die Gemeinde jedoch nicht verpflichtet die DIN-Normen anzuwenden. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass DIN-Normen grundsätzlich keine Rechtsnormqualität zukommt. Allerdings bilden sie den Maßstab für ein einwandfreies technisches Verhalten, insbesondere im Sicherheitsbereich. Wendet man dies auf die verschiedenen Normen zur Straßenbeleuchtung an, so ergibt sich für die DIN 5044 zwar keine Verpflichtung, diese

Norm bei der Planung anzuwenden, gerade aber bei den oben bezeichneten Gefahrenstellen ist eine Anwendung zu empfehlen. (Weisser, 2003 S.31)

In Bezug auf die von der DIN 67523 erfassten Fußgängerüberwege, bei denen es sich auch um Raumabschnitte mit erhöhten Sicherheitsansprüchen handelt, sollten die Vorgaben unbedingt eingehalten werden, um die Rechtssicherheit zu gewährleisten. Für die noch nicht gültige DIN EN 13201 gilt das für die DIN 5044 und DIN 67523 Gesagte im Falle eines In-Kraft-Tretens analog. (Weisser, 2003 S.31)

In Bezug auf die FGSV - Richtlinie zur Beleuchtung in Anlagen für Fußgängerverkehr dürfte eine Verpflichtung zur Anwendung ableitbar sein. Obwohl hierzu bislang keine höchst-richterlichen Urteile vorliegen, dürfte eine ähnliche Rechtsystematik greifen wie bei den DIN-Normen. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die Richtlinien des FGSV ebenfalls den Charakter eines dem Stand der Technik entsprechenden Regelwerks besitzen. Da allerdings in den Bereichen des Fußgänger- und Radverkehrs ein geringerer Sicherheitsanspruch besteht als im motorisierten Straßenverkehr, erscheint ein moderates Abweichen von den gegebenen Grenzwerten unbedenklich. Die Richtlinie nach der Verordnung der BOStrab, die Vorgaben zur Beleuchtung von Haltestellen und Fahrtrassen macht, ist zwingend anzuwenden, da sie unmittelbar aus einer Rechtsverordnung erwächst. (Weisser, 2003 S.31)

Unter die Empfehlungen und Stellungnahmen fallen neben den beiden CIE - Leitfaden Guide for floodlighting und Guide to the lighting of urban areas auch die Stellungnahme der LiTG zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten. Allen drei Regelwerken kommt aufgrund ihres empfehlenden Charakters keine Rechtsverbindlichkeit zu. (Weisser, 2003 S.32)

Da das Ziel des LiTG - Gutachtens zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen nicht in der Sicherstellung der technischen Funktionsfähigkeit, sondern im Schutz des Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen besteht, richtet sich die Beurteilung der Rechtsverbindlichkeit in diesem Fall nach dem BImSchG. Nach §§ 1 und 3 BImSchG soll das BImSchG den Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen, das heißt Gefahren, Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Immissionen schützen. Da Lichtimmissionen nach §3 Abs.2 BImSchG diesen Immissionen zugerechnet werden, sind solche Lichtimmissionen, von denen Gefahren, Nachteile oder erhebliche Belästigungen ausgehen, unzulässig. Da das Licht der öffentlichen Straßenbeleuchtung allerdings im Regelfall keine Gefahren oder Nachteile begründet, muss bei der Frage nach der Unzulässigkeit auf die Erheblichkeit der Belästigung, die von der Lichtquelle ausgeht, abgestellt werden. Nach dem Gutachten der LiTG, das explizit Grenzwerte der Belästigung definiert, ist davon auszugehen, dass beim Überschreiten der im Gutachten genannten Richtwerte von einer Erheblichkeit der Belästigung auszugehen ist. Da das Gutachten der LiTG im rechtlichen Sinne darüber hinaus einem antizipierten Sachverständigengutachten gleichkommt, werden im Rahmen einer gerichtlichen Überprüfung die Richtwerte regelmäßig Anwendung finden. Bei der Erarbeitung eines Lichtkonzepts ist daher die Einhaltung der in den LiTG - Publikation genannten Richtwerten anzuraten. Dies gilt insbesondere bei besonders

schutzwürdigen Nutzungen wie Alten- und Pflegeheimen, Krankenhäusern, etc. (Weisser, 2003 S.32)

2.3.2 Wahrnehmungsbezogene Planungsansätze

Obwohl die funktionalen Regelwerke die grundlegenden Ausgangspunkte der Lichtplanung darstellen, zeigt sich in Wirklichkeit, dass allein auf der Beleuchtungsstärke beruhende quantitative Planungsansätze, nicht einer ganzheitlichen Lichtplanung dienen können. Daher werden in diesem Kapitel Planungsansätze untersucht, die die Anforderungen der menschlichen Wahrnehmung berücksichtigen haben. Dabei handelt es sich zum einen um die Leuchtdichtenplanung, die die Physiologie der visuellen Wahrnehmung ins Zentrum ihrer Betrachtungen stellt und zum anderen um die qualitative Lichtplanung, die ihren Konzepten primär die Mechanismen der Wahrnehmungspsychologie zu Grunde legt.

2.3.2.1 Leuchtdichteplanung

Die planerischen Ansätze der Leuchtdichteplanung werden von Waldram und Bartenbach in ihren jeweiligen Modellen der „designed appearance“ bzw. der „stabilen Wahrnehmung“ vertreten. Das Ziel der Leuchtdichteplanung liegt in der Optimierung der Beleuchtung durch die Schaffung stabiler Wahrnehmungszustände, um die Informationsverarbeitung der Umwelt zu optimieren. Beeinträchtigt wird diese Verarbeitung vor allem durch die permanenten Adaptationsleistungen der Rezeptorzellen der Netzhaut, die nicht nur die Sehleistung kurzfristig verschlechtern, sondern durch die übermäßige Belastung der Verarbeitungskapazität des Gehirns Aufmerksamkeit, Konzentration und Bewusstseinsbildung herabsetzen. Eine gute Lichtplanung sollte daher darum bemüht sein, Neoadaptationen der Rezeptoren zu vermeiden und damit „stabile Wahrnehmungszustände“ zu schaffen, die eine optimale Informationsverarbeitung zulassen. (vgl. Weisser, 2003 S.34)

Um dieses zu erreichen wird anstelle der Beleuchtungsstärke, die ausschließlich die technische Leistung einer Beleuchtungsanlage beschreibt, die Leuchtdichte zur grundlegenden Bezugsgröße, die aus dem Zusammenwirken von Licht und beleuchteter Umgebung entsteht und so die Grundlage der menschlichen Wahrnehmung bildet. Da das Ziel in der Stabilisierung der Adaptationszustände der Rezeptorzellen besteht, ist nicht die absolute Größe der Leuchtdichte entscheidend, sondern das Verhältnis der verschiedenen in einem Raum vorliegenden Leuchtdichten zueinander, da ja gerade zu hohe Leuchtdichtekontraste Neoadaptationen auslösen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.112)

Die Betrachtung der Leuchtdichtekontraste erstreckt sich dabei auf alle im Raum vorgenommenen Aktivitäten, die von der Bewegung durch den Raum bis hin zur konzentrierten Tätigkeit an einem Arbeitsplatz reichen. Relevant sind jeweils immer die Leuchtdichtekontraste, die zwischen dem vom Auge fokussierten Sehfeld und dem unmittelbaren Umfeld, das ebenfalls des Öfteren vom Auge fokussiert

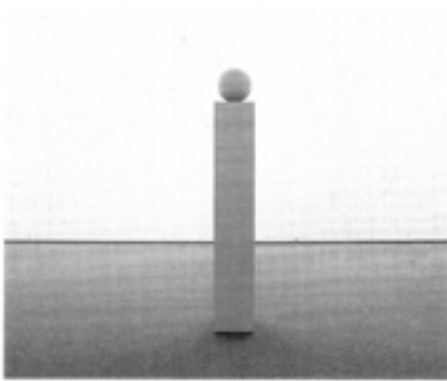
wird, bestehen. Die Leuchtdichteplanung ist bemüht, diese Kontraste innerhalb eines gewissen Rahmens zu stabilisieren, der Neuadaptationen ausschließt. Anders als die quantitative Lichtplanung muss sie dadurch nicht nur die geplanten Lichtquellen und die Ausbreitung des von ihnen ausgehenden Lichts berücksichtigen, sondern bringt auch eine detaillierte Betrachtung der verwendeten Oberflächenmaterialien und deren Reflexionsgrad sowie eine differenzierte Analyse der im Raum verrichteten Tätigkeiten mit sich. Eine Ausweitung der Planung auf den gesamten Raum und dessen differenzierte Ansprüche ist daher unumgänglich und stellt gemeinsam mit der Tatsache, dass den physiologischen Gesichtspunkten des Sehens Rechnung getragen wird, den bedeutsamsten Vorteil der Leuchtdichteplanung dar. (vgl. Weisser, 2003 S.34)

Auch wenn die Entwicklung der Leuchtdichtekonzepte einen Fortschritt in der Architekturbeleuchtung darstellt, bestehen dennoch verschiedene Vorbehalte gegen sie, wobei sich der Hauptkritikpunkt auf die fehlende Einbeziehung der psychologischen Aspekte der visuellen Wahrnehmung bezieht. So findet, ähnlich wie bei den quantitativen Konzepten, auch bei den Leuchtdichtekonzepten keine Auseinandersetzung mit den Inhalten des gesehenen Bildes statt, sondern die Betrachtung endet bei den wahrgenommenen Helligkeiten. (vgl. Ganslandt, 1992 S.114) Ein weiterer Nachteil besteht in der Tatsache, dass die Leuchtdichtetechnik für die Architekturbeleuchtung prädestiniert ist und bei den geringen nächtlichen Leuchtdichten im öffentlichen Raum nur schwer angewendet werden kann. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass die Rezeptorzellen nachts wesentlich schneller Neuadaptationen auslösen, so dass kaum stabile Adaptionszustände erreicht werden können, zum anderen sind die Leuchtdichtekontraste zwischen den von der Außenbeleuchtung erhellen Bereichen und der dunkleren Umgebung so hoch, dass regelmäßige Neuadaptationen kaum vermieden werden können. (vgl. Weisser, 2003 S.35)

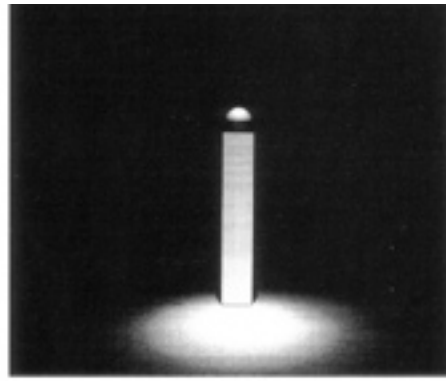
2.3.2.2 Qualitative Lichtplanung

Sowohl beim quantitativen Planungsansatz als auch bei der Leuchtdichteplanung wird nur die Seite der menschlichen Wahrnehmung in Betracht gezogen, die auf der physiologisch orientierten Sicht basiert. Dabei werden die psychologischen Bedürfnisse der Menschen und die Bedeutung der wahrgenommenen Objekte außer Acht gelassen. Um ein ganzheitliches Beleuchtungskonzept zu entwickeln, müssen daher die qualitativen Kriterien der Lichtplanungen in Betracht gezogen werden.

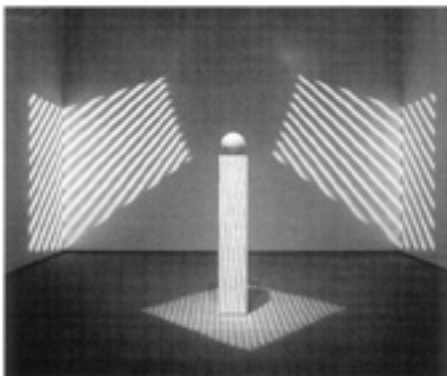
Von Bedeutung sind bei der qualitativen Lichtplanung die wahrnehmungsbezogenen Planungsansätze von Richard Kelly und William Lam. Für beide Lichtplaner bestand die wesentliche Erkenntnis darin, dass die durch das Licht vermittelte Information mehr sein muss als eine lichttechnische Größe. Wesentlich waren die wahrgenommenen Inhalte und die Art und Weise, wie das menschliche Gehirn diese Inhalte verarbeitet und sich daraus ein Bild seiner Umwelt konstruiert.



Licht zum Sehen



Licht zum Hinsehen



Licht zum Ansehen

Abb.2.3.2.2-01. Licht zum Sehen, Hinsehen und Ansehen; Ganslandt, 1992 S.24-25

Richard Kelly

Schon in den fünfziger Jahren wurden von Kelly die grundlegenden Unterschiede der Funktionen des Lichts bei der Vermittlung von Informationen beschrieben. Er differenzierte dabei zwischen drei verschiedenen Arten der Beleuchtung: das Licht zum Sehen „ambient light“, das Licht zum Hinsehen „focal glow“ und das Licht zum Ansehen „play of brilliance“

Das Licht zum Sehen gewährleistet die Sichtbarkeit der visuellen Umgebung und sorgt für die allgemeine Orientierungs- und Handlungsmöglichkeit. Es wird durch seine umfassende und gleichmäßige Ausrichtung weitgehend mit den Vorstellungen der quantitativen Lichtplanung gedeckt. Das Licht zum Hinsehen sorgt für die Ordnung der visuellen Informationen im Raum. Das heißt, dass durch eine geeignete Helligkeitsverteilung die Informationsfülle einer Umgebung geordnet werden kann. Bereiche wesentlicher Information sind durch eine betonte Beleuchtung hervorzuheben, zweitrangige oder störende Informationen dagegen durch ein geringeres Beleuchtungsniveau zurückzunehmen. Auf diese Weise wird eine schnelle und sichere Information erleichtert, die visuelle Umgebung wird in ihren Strukturen und in der Bedeutung ihrer Objekte erkannt. Die dritte Form des Lichts, das Licht zum Ansehen, ergibt sich aus der Erkenntnis, dass Licht nicht nur auf Informationen hinweisen, sondern selbst eine Information darstellt. Dies gilt vor allem für Brillanzeffekte, wie sie durch Punktlichtquellen auf spiegelnden oder lichtbrechenden Materialien hervorgerufen werden. Als brillant kann aber auch die Lichtquelle selbst empfunden werden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.116)

Kellys Beitrag zu den grundlegenden Funktionen des Lichts gibt eine systematische Darstellung der zur Verfügung stehenden Mittel zur qualitativen Lichtplanung. Jedoch bleibt weiterhin die Frage, nach welchen Kriterien diese Mittel in der Planung eingesetzt werden sollen.

William Lam

Das fehlende Kriterium der Lichtplanung von Kelly, wird zwei Jahrzehnte später von William Lam, einem der engagiertesten Verfechter einer qualitativ orientierten Lichtplanung, erarbeitet. In seinem Buch „Perception and lighting as formgivers for architecture (1977)“ legt Lam ein System dar, das die Bestimmung der maßgeblichen Beleuchtungsaufgaben in den verschiedensten Räumen ermöglicht. Dabei stellt Lam den Menschen und dessen physiologische sowie psychologische Bedürfnisse in den Mittelpunkt seiner Betrachtung.

Lam unterscheidet hierbei zwischen zwei Hauptgruppen von Kriterien. Zunächst beschreibt er die Gruppe der „activity needs“, Anforderungen, die aus der aktiven Betätigung in einer visuellen Umgebung entstehen. Angestrebt wird eine funktionale Beleuchtung, die optimale Bedingungen für die jeweilige Tätigkeit schafft. Sie deckt sich dabei weitgehend mit den Kriterien der quantitativen Beleuchtung, wobei Lam keine monotone Allgemeinbeleuchtung fordert, bei der die notwendige Beleuchtungsstärke auf den gesamten Raum ausgedehnt wird, sondern eine differenzierte Beleuchtung der einzelnen Raumzonen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.117)

Wesentlicher ist die zweite Anforderung der „biological needs“, der psychologischen Anforderungen an die visuelle Umgebung, die in jedem Kontext gültig sind. Sie umfassen die unbewussten Bedürfnisse, die für die emotionale Bewertung einer Situation grundlegend sind und auf das Wohlbefinden in einer visuellen Umgebung abzielen. (vgl. Ganslandt, 1992 S.117) Zu diesen Bedürfnissen, die den Menschen permanent dazu bringen, seine Umgebung nach entsprechenden Informationen abzusuchen und an deren Erfüllung das Licht als Informationsträger der visuellen Wahrnehmung einen erheblichen Anteil hat, zählen:

- das Bedürfnis nach Orientierung
- das Bedürfnis nach Überschaubarkeit: Sicherheit und Anregung
- das Kommunikationsbedürfnis und der Anspruch auf einen definierten Privatbereich

Orientierung kann hierbei zunächst räumlich verstanden werden. Sie bezieht sich dann auf die Erkennbarkeit von Zielen und den Wegen dorthin. Orientierung umfasst aber auch die Information über weitere Aspekte der Umwelt, zum Beispiel die Uhrzeit, das Wetter oder das Geschehen in der Umgebung. Fehlen diese Informationen, so wird die Umgebung als künstlich und bedrückend empfunden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.117)

Die zweite Gruppe von psychologischen Anforderungen zielt auf die Überschaubarkeit und Verständlichkeit der umgebenden Strukturen. Hierbei ist zunächst die ausreichende Sichtbarkeit aller Raumbereiche von Bedeutung. Sie ist ent-

scheidend für das Gefühl der Sicherheit in einer visuellen Umgebung. Ebenso wie das Vorhandensein nicht einsehbarer Nischen und Gänge können schlecht beleuchtete Raumteile zu Missstimmungen führen. Finstere Ecken, zum Beispiel in Unterführungen oder den nächtlichen Fluren großer Hotels, verbergen mögliche Gefahren ebenso wie blendend überstrahlte Bereiche. (vgl. Ganslandt, 1992 S.117) Überschaubarkeit zielt aber nicht nur auf vollständige Sichtbarkeit, sie umfasst auch die Strukturierung, das Bedürfnis nach einer eindeutigen und geordneten Umgebung. Positiv empfunden wird eine Situation, in der Form und Aufbau der umgebenden Architektur klar erkennbar sind, in der aber auch die wesentlichen Bereiche aus diesem Hintergrund deutlich hervorgehoben werden. An Stelle einer verwirrenden und möglicherweise widersprüchlichen Informationsflut präsentiert sich ein Raum auf diese Weise mit einer überschaubaren Menge klar geordneter Eigenschaften.

Bei der Hervorhebung wesentlicher Bereiche sollten allerdings nicht nur traditionell berücksichtigte Sehaufgaben die ihnen zustehende Betonung erhalten. Für die nötige Entspannung ist das Vorhandensein eines Ausblicks oder interessanter Blickpunkte, zum Beispiel eines Kunstwerks, ebenso von Bedeutung. (vgl. Ganslandt, 1992 S.118)

Der dritte Bereich umfasst die Balance zwischen dem Kommunikationsbedürfnis des Menschen und seinem Anspruch auf einen definierten Privatbereich. Hierbei werden beide Extreme, sowohl die völlige Isolation, als auch die völlige Öffentlichkeit als negativ empfunden. Ein Raum sollte den Kontakt zu anderen Menschen ermöglichen, gleichzeitig aber auch die Definition privater Bereiche zulassen. Ein solcher privater Bereich kann zum Beispiel durch eine Lichtinsel, die eine Sitzgruppe oder einen Besprechungstisch innerhalb eines größeren Raums von der Umgebung abhebt, geschaffen werden. (vgl. Ganslandt, 1992 S.118)

Über dieser am wahrnehmenden Menschen orientierten Analyse darf jedoch nicht vergessen werden, dass Licht und Leuchten auch einen wesentlichen Beitrag bei der ästhetischen Gestaltung seiner Umgebung leisten kann. Die Lamsche Forderung nach der geordneten und eindeutigen Strukturierung einer visuellen Umgebung kommt dieser Aufgabenstellung nahe, umfasst sie jedoch nicht vollständig. Eine an den psychologischen Anforderungen der Nutzer orientierte Strukturierung des Raums kann durch verschiedene Beleuchtungsformen erreicht werden. Jede Entscheidung für einen dieser Ansätze impliziert aber die Entscheidung für eine jeweils andere ästhetische Wirkung, für eine andere Atmosphäre des Raums. Über die Berücksichtigung der Bedürfnisse des wahrnehmenden Menschen hinaus ist daher auch eine Planung des Zusammenspiels von Licht und Architektur nötig. (vgl. Ganslandt, 1992 S.118)

2.3.3 Planungsprozesse der Lichtplanung

Der hier zusammengefasste Planungsprozess von Ganslandt „Handbuch der Lichtplanung (1992)“ stellt eine Herleitung aus dem architektonischen Bereich dar. Sie ist nicht direkt auf das Beleuchtungskonzept im öffentlichen Raum anwendbar, dennoch bildet sie eine Grundlage für die Entwicklung eines Planungs-

modells.

Der hier vorgestellte Planungsprozess der Lichtplanung besteht aus drei Schritten, der Analyse, Konzeptentwicklung und der Umsetzung. Der gesamte Planungsprozess sollte dabei als ein zyklisches Verfahren betrachtet werden, bei dem die entwickelten Lösungen immer wieder mit den gegebenen Anforderungen abgeglichen werden können.

1. Projektanalyse

Grundlage jeder Lichtplanung ist eine Analyse des Projekts, die die Aufgaben, Bedingungen und Besonderheiten umfasst. Eine quantitative Planung kann sich hierbei weitgehend an der für die konkrete Aufgabe gültigen Norm orientieren, aus der sich die jeweiligen Anforderungen an die Beleuchtungsstärke, an Blendungsbegrenzung, Lichtfarbe und Farbwiedergabe ergeben. Für eine qualitative Planung ist es jedoch nötig, möglichst viele Informationen über die zu beleuchtende Umgebung, ihre Nutzung, ihre Nutzer und die Architektur zu erhalten.

Zu analysieren sind dabei:

- die Nutzung der zu beleuchtenden Räume und die Sehaufgabe
- die psychologischen Anforderungen der Betrachter wie zum Beispiel der Wunsch nach einem Ausblick in die weitere Umgebung, räumliche Orientierungsmöglichkeit, Überschaubarkeit und der Bedarf nach den Raumzonen.
- die Atmosphäre bzw. die atmosphärischen Qualitäten

2. Konzeptentwicklung

Auf die Projektanalyse folgt als nächste Phase die Entwicklung eines qualitativen Konzepts und damit die Entwicklung von Planungszielen, die die Lichtqualität bestimmen. Dabei sind in dieser Phase aber noch keine exakten Angaben über die Auswahl von Lampen und Leuchten sowie über deren Anordnung gemacht. Ein praxisgerechtes Planungskonzept muss also zunächst einen Weg beschreiben, die gewünschten Lichtwirkungen innerhalb der Rahmenbedingungen und Einschränkungen des Projekts verwirklichen zu können.

Dabei sind folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- die gültigen Normvorgaben
- das Gesamtbudget
- die Abstimmung mit anderen Gewerken
- die gestalterischen Anforderungen

3. Projektumsetzung

Nach der Projektanalyse und der Entwicklung eines Beleuchtungskonzeptes folgt die Phase der Umsetzung. In dieser Phase wird die Entscheidung über die verwendeten Lichtquellen, Leuchten und deren Anordnung sowie die Installation der Leuchten bzw. Betriebs- und Steuergeräte getroffen. Die Umsetzung umfasst

die Auswahl von Lichtquellen, die Auswahl und Anordnung von Leuchten, die Art der Schaltung und Lichtsteuerung, die Montage, die Berechnung, die Simulation und Präsentation, die Messung von Beleuchtungsanlagen und die Wartung der Beleuchtungsanlagen.

Mit der Auswahl der Lichtquellen werden die technischen Eigenschaften der konzipierten Beleuchtungsanlage sowie die Grenzen der erreichbaren Lichtqualitäten umrissen. Dabei soll auf die Modellierung und Brillanz, Farbwiedergabe, Lichtfarbe und Farbtemperatur, Lichtstrom, Wirtschaftlichkeit, Helligkeitsteuerung, Start- und Wiederzündverhalten, Strahlungsbelastung und Wärmelast geachtet werden.

Welche Lichtwirkungen innerhalb dieses Spektrums verwirklicht werden, hängt von der Auswahl der Leuchten ab. Dabei unterscheidet man zwischen der integrierten und additiven Beleuchtung, der ortsfesten und beweglichen Beleuchtung, der flächendeckenden und differenzierten Beleuchtung, der direkten und indirekten Beleuchtung sowie der horizontalen und vertikalen Beleuchtung. Die Anordnung der Leuchten ist zum Teil von den technischen bzw. funktionalen Bedingungen abhängig, wichtiger aber ist die gestalterische Behandlung. Die Darstellung einer umfassenden Formensprache für die Gestaltung der Leuchtenanordnung ist jedoch weder möglich noch sinnvoll. Sie wird im konkreten Einzelfall aus dem Zusammenwirken von Beleuchtungsaufgabe, technischen Vorgaben und architektonischen Überlegungen entstehen.

2.4 Zusammenfassung

Um die Grundzüge der Stadtbildplanung bei Nacht herauszukristallisieren, ist es notwendig, aus den Erkenntnissen der als wichtig erscheinenden technischen und wahrnehmungspsychologischen Grundlagen der Lichtplanung die Feststellungen in einer nachvollziehbaren Form zu erfassen.

Da das Ziel dieser Arbeit in der Entwicklung eines Planungsmodells für die Planung des Nachtbildes einer Stadt liegt, in dem die Aufgaben und Inhalte der Planung, die Gestaltungsprinzipien und Hinweise zur Ausführung beschrieben werden, werden die Erkenntnisse aus diesem Kapitel im Folgenden zusammengefasst. Wie es in der folgenden Übersicht dargestellt ist, liegt das Ziel der Lichtplanung in der Schaffung von Wahrnehmungsbedingungen durch die Beleuchtung, die die physiologischen, psychischen, sozialen sowie die gestalterischen Bedürfnissen der Menschen erfüllen. Die wesentlichen Inhalte der Lichtplanung sind die Planung der erforderlichen Lichtquantität, die Bestimmung der zu erzeugenden Qualität des Lichts und die Auswahl der dazu passenden Beleuchtungsanlagen. Die Gestaltungsgrundsätze leiten sich zum einen aus den Wahrnehmungsbedürfnissen der Menschen und zum anderen aus den allgemeinen Gestaltungsprinzipien ab. Der Planungsprozess besteht im Allgemeinen aus drei

Ziele der Lichtplanung	Inhalte der Lichtplanung	Gestaltungsgrundsätze der Lichtplanung	Planungsprozess der Lichtplanung
<p>Schaffung von Wahrnehmungsbedingungen durch die Beleuchtung, die die Bedürfnisse der Menschen erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - physiologische Bedürfnisse - psychische Bedürfnisse - soziale Bedürfnisse - gestalterische Bedürfnisse 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lichtquantität: <ul style="list-style-type: none"> - Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte - Wirtschaftlichkeit - Umweltverträglichkeit 2. Lichtqualität: <ul style="list-style-type: none"> - Lichtquelle - Lichtfarbe - Farbwiedergabe - Lichtwirkung 3. Beleuchtungsanlagen: <ul style="list-style-type: none"> - Beleuchtungssysteme - Leuchten - Lichthöhe - Anordnung der Leuchten 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erfüllen von physiologischen Wahrnehmungsbedürfnissen: <ul style="list-style-type: none"> - Überschaubarkeit - Sicherheit 2. Erfüllen von psychologischen Wahrnehmungsbedürfnissen: <ul style="list-style-type: none"> - Orientierung - Anregung - Konstanz - Visuelle Gliederung 3. Erfüllen von sozialen Wahrnehmungsbedürfnissen: <ul style="list-style-type: none"> - Kontakt - Privatheit 4. Erfüllen von gestalterischen Wahrnehmungsbedürfnissen: <ul style="list-style-type: none"> - Atmosphäre <p>Allgemeine Gestaltungsgrundsätze:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modellierung - Akzentuierung - Vermeidung von Blendung - Kontrastbildung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse 2. Konzeptentwicklung: Entwicklung der Planungsziele 3. Umsetzung: Entwicklung konkreter Lichtplanung anhand der technischen Lichteigenschaften sowie der Beleuchtungsanlagen

Tab.2.4-01. Zusammenfassung der übernehmbaren Inhalte aus der lichtechnischen und wahrnehmungspsychologischen Grundlage für die Stadtbildplanung bei Nacht

Schritten: der Analyse, der Planung bzw. Konzeptentwicklung und der Ausführung bzw. Umsetzung.

Das Ergebnis wird bei der Analyse der Beispiele als Analysekriterium angewendet, gleichzeitig überprüft und ergänzt. Schließlich soll es bei der Entwicklung des Planungsmodells einer ganzheitlichen Stadtbildplanung bei Nacht zugrunde gelegt werden.