

Die Qualität von Licht in der Beleuchtungsplanung

Uwe Slabke

1. Einleitung:

Der Nutzen und die positive Bewertung von Licht in Räumen hängt maßgeblich von der Güte der Beleuchtung ab. Die nationalen und internationalen Beleuchtungsempfehlungen und -richtlinien geben Gütemerkmale der Beleuchtung an. Die Erfahrung vieler Planer hat jedoch gezeigt, daß nur das Einhalten dieser Gütekriterien der Beleuchtungsnorm zum Beispiel für die Planung eines Empfangsbereichs, keine Garantie dafür ist, eine gute Beleuchtungsanlage zu schaffen. Dies hat zu der Erkenntnis geführt, daß noch weitere Merkmale für eine positive Bewertung von Licht in Räumen existieren müssen.

Architekten, Innenarchitekten, Designer und Künstler planen und entwerfen Licht so, daß sich die Menschen in dem beleuchteten Ambiente wohl fühlen sollen. Sie tun dies intuitiv und nach bestimmten Bewertungskriterien. Im Entwurfprozeß ist es jedoch nicht immer ersichtlich, woher bestimmte Kriterien dieser Planergruppe kommen, geschweige denn wie sie allgemeingültig verwendet werden können. Es müssen daher für eine allgemeingültige Verwendung folgende Probleme bei diesen Bewertungskriterien angegangen werden¹:

- Semantische Unterschiede in der Verwendung des Vokabulars
- Identifikation wichtiger Aspekte für die Bewertung
- Geeignete Auswahl von Bewertungskriterien mit Kausalbeziehung zwischen den Größen
- Skalierung der Kriterien
- Beziehung zu photometrischen Meßgrößen
- Geeignete Meßverfahren für die Gültigkeit der Kriterien.

Lichttechniker und Beleuchtungsingenieure planen Beleuchtungsanlagen so, daß der Nutzer der Sehaufgabe optimal nachgehen kann und alle störenden Einflüsse beseitigt werden. Aus dieser Betrachtung sind für den Ingenieur Kriterien wie Beleuchtungsstärke, Blendung, Gleichmäßigkeit, Lichtrichtung und Schattigkeit von übergeordneter Bedeutung. Diese wurden auch teilweise auf Basis von psychologischen Meßmethoden validiert. Physikalische Meßgrößen machen dabei Aussagen über die Bedingungen der Beleuchtungsanlage. Zusammenfassend beschäftigt man sich mit folgenden Problemen: Optimale Sehbedingungen schaffen (Sehaufgabe); keine störenden Reize zulassen; Sehkomfort, Wohlbefinden und Akzeptanz fördern; Gefahrenvermeidung und Arbeitsmotivation schaffen.

Dipl.-Ing. Uwe Slabke
Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Maschinenbau – Fachgebiet Lichttechnik
Unterer Berggraben 10
Postfach 10 05 65
D-98684 Ilmenau

Aus der Wirkung und Bewertung des Lichts, die relativ einfach durch Befragungen validiert werden können, werden Begriffen wie Stimmung, Gefallen, Natürlichkeit und Aufmerksamkeit in Verbindung zu photometrischen Größen gebracht². Mit dieser Einteilung wird oft recht subtil versucht sich auch die psychologischen Faktoren zu erschließen ohne differenziert in die Bedürfnisse und in die Innenraumgestaltung (Innenarchitektur, Architektur, Psychologie und Soziologie) thematisch einzudringen. Gerade die photometrischen Gütekriterien und Normen geben kaum Informationen zu psychologischen Kriterien. Wichtige menschliche Bedürfnisse wie Zugehörigkeitsgefühl, gut gestaltete Inneneinrichtung, Sicherheit, Gesundheit, Kommunikation, Orientierung und Informationstransfer werden wenig berührt oder in andere Kompetenzbereiche verschoben.

In der Evaluierung von Beleuchtungsanlagen durch photometrische Größen sind folgende Probleme zu betrachten¹:

- Übertragbarkeit von Parametern außerhalb von Sehaufgabe und -leistung
- Definition der konkreten Sehaufgabe, Definition der Bedürfnisse
- Erschließung menschlicher Bedürfnisse in Bezug zu photometrischen Größen (Interdependenz zu Architektur und Innenarchitektur)
- Der deterministische Ansatz bei der Beurteilung von Menschen und Verhalten
- Verschiebung der Schwellenwerte zu Qualitätskriterien nach Parametrierung (Schwellenerhöhungsfaktoren oft willkürlich gewählt, Schwellenerhöhungsfaktoren nicht durch Nutzer bestimmt).

Beide Planungsansätze vereinen sich in der Praxis immer. So muß der Techniker auch für die Installation geeignete Leuchten und Leuchtenpositionen festlegen. Der Lichtgestalter muß ein geeignetes Beleuchtungsniveau realisieren, Blendung vermeiden und eine der Sehaufgabe entsprechende Beleuchtung realisieren.

Grundlage der oben genannten unterschiedlichen Meinungen und Kriterien der Lichtqualität hängen wohl ursächlich mit den unterschiedlichen Wahrnehmungs- und Bedürfnismodellen und der Gewichtung der Kriterien zusammen.

Die wichtigste Berufsgruppe, die über die Zusammenhänge von Lichtqualität Bescheid wissen sollte und die im täglichen Planungsprozeß alle Einflußfaktoren mit berücksichtigen muß, ist die Gruppe der hauptberuflichen Lichtplaner und Architekten. Diese Personen haben einen großen Erfahrungsschatz in Sachen Lichtqualität. Sie verfügen über sehr differenzierte Erkenntnisse bedingt durch ihre Felderfahrung. Diese Personen sollten dazu befragt werden, welche Faktoren maßgeblich Einfluß nehmen und wie stark die Faktoren zu gewichten sind. In Befragungen im Feld sollten diese Kriterien dann validiert werden.

2. Bedürfnispyramide³:

Jeder potentielle Kunde verfolgt hinsichtlich der Verwendung einer Beleuchtungsanlage bestimmte Ziele. Diese Ziele beeinflussen ihn maßgeblich bei der Kaufentscheidung. Für eine kundenorientierte Beleuchtungsanlage ist deshalb eine systematische Erfassung der Kundenanforderungen und Bedürfnissen er-

forderlich (geeigneter Zielkatalog⁴ im Hinblick auf die Bedürfnisse des Nutzers), damit im Planungsprozeß diese Ziele realisiert werden können.

In der aktuellen Forschung zur Kundenzufriedenheit, z.B. in der Flugzeugkabine⁵, werden sogenannte Prädiktoren definiert. Dies sind Kabinendesignkriterien, die die Befindlichkeit in der Flugzeugkabine maßgeblich bestimmen. Als Beispiele können das Klima, der Service, der Nachbar, der Sitz und der Innenraum genannt werden. Diese Prädiktoren wurden in einer Voruntersuchung ermittelt und stellen mit hoher Sicherheit fest, daß keine statistisch bedeutsamen Prädiktoren außer Acht gelassen werden. Aus der Bedürfnispyramide nach Abraham Maslow⁶ (Abb. 1) und dem von dem Psychologen Nicol (Tab. 1) weiterentwickelten Bedürfnismodell wurden in einer differenzierten Untersuchung sogenannte Deskriptoren aufgestellt.



Abb. 1 Bedürfnispyramide nach Maslow

Unter der Voraussetzung des Wahrnehmungsmodells von Gregory⁷ kann man auch spezielle Bedürfnisse in Bezug zum Licht definieren. Diese Tabelle stellt einen Versuch dar, die wichtigsten Bedürfnisse des Menschen in Bezug zum Licht axiomatisch aufzustellen⁸.

3. Bedürfnismerkmale

Grundbedürfnisse^{12, 13, 14, 15, 16}

Durst und Hunger, das Bedürfnis nach angemessenem Klima (Kälte und Hitze) durch behagliche Wohnräume, das Bedürfnis nach Bewegung und Aktivität, die Sexualität, sowie Ruhe und Schlaf und schließlich das Licht bilden die Basis für das menschliche Handeln.

Zu den Grundbedürfnissen gehört das Tageslicht, welches die geeigneten Strahlungsbereiche (Spektrum mit dem UV- und IR-Bereich) und die physiologisch ausreichende Menge an Licht zur Verfügung stellt. Die physiologischen Bedürfnisse, also Bedürfnisse, die durch den Körper des Menschen gesteuert oder von ihm ausgelöst werden, sind essentiell nur durch Tageslicht zu befriedigen. Durch

Bedürfnisebene	Bedürfnismerkmale und Licht (Deskriptoren)		Andere Bedürfnismerkmale
Selbstverwirklichung (Psychosoziale, geistige Bedürfnisse)	5	Individualität, Gerechtigkeit, Bedürfnis nach Wachstum	Güte, Selbstlosigkeit
		Gute Lebens-, Wohn-, und Arbeitsbedingungen besitzen	
ICH-Bedürfnisse	4	Anerkennung, Geltung, Achtung, Status, Prestige	Selbstachtung
		Ästhetik	
		Informiertheit	
Soziale Bedürfnisse	3	Gruppenzugehörigkeit	Liebe, Freundschaft
		Kommunikation	
		Kontakt mit eigener Gruppe	
		Privatheit	
		Veränderung	
		Orientierung	
Sicherheitsbedürfnisse	2	Lebenssicherheit, Gesundheit	Materielle-, Berufliche Sicherheit
		Informationen wie Sicherheit vermitteln	
		Licht zum Erkennen	
Grundbedürfnisse	1	Licht (geeignete Strahlungsbereiche, Quantität, Qualität)	Wasser, Luft, Nahrung, Schlaf, Unterkunft, Klima, Sex

Tab. 1 Abgeleitete Bedürfnismerkmale^{9, 10, 11}

ausreichende Tageslichtbeleuchtung werden folgende Prozesse im Körper positiv beeinflusst¹⁷:

1. Körpereigener Abwehrmechanismen
2. Körpereigenes Schmerzempfinden
3. Immunmodulierende Wirkung
4. Einfluß auf endokrine Rhythmus
5. Einleitung der Vitamin-D-Synthese
6. Erhöhung der physischen Leistungsfähigkeit
7. Verbesserung der Reaktionszeit und des subjektiven Wohlbefindens
8. Einfluß auf Hormonprozesse
9. Einfluß auf circadiane Rhythmik
10. Positiven Einfluß auf die Haut

Die optische Strahlung dient dabei dem Sehprozeß, vielen Organfunktionen und damit geistiger und körperlicher Leistungsfähigkeit. Insbesondere bildet das Tageslicht die Referenz für Farbe und Helligkeit¹⁸. Man kann eine Quantität und eine Qualität des Tageslichts definieren. Die Quantität wird gebildet durch das oben beschriebene physiologische Mindestmaß.

Der visuelle Kontakt zur Außenwelt ist der erste Faktor bei der Fensterplanung¹⁹, er definiert die Qualität des Tageslichts. Der unverfälschte und uneingeschränkte Faktor Ausblick spielt dabei die dominierende Rolle. Welche positiven Informationen wichtig für den Menschen sein können, soll folgend beschrieben werden²⁰:

1. Himmel/Sonne
 - Informationsquelle für: Tageszeit (Tag oder Nacht), Witterungsbedingungen (Regen oder Sonnenschein, Wolken), Jahreszeit
Ruys (1970), Sommer (1983)
 - Wetter beeinflusst die Stimmung, ist Stimmungsbarometer, ist Abwechslung
 - Sonne transportiert Wärme
2. Natur (Heerwagen & Orians 1986, Ulrich 1984)
 - Jahreszeit, Leben, Vergehen, Abwechslung, Wachstum, Schönheit
 - Flucht aus der technisierten Welt, Ursprünge, von der Natur zu lernen
 - Entspannend ins Grüne zu sehen und soweit wie möglich schauen zu können (Akkommodationsausgleich)
 - Ruhige Landschaft entspannt
 - Bäume, Sträucher, Vögel
3. Gesellschaft
 - Leben (Veränderung (Collins 1975), Ablenkung, Abwechslung,...)
 - Man braucht „Gesellschaft“, keine Einsamkeit, fühlt sich nicht allein
 - Verkehrsaufkommen, Aktivitäten der Nachbarn, Städtisches Leben

Fernerhin spielt die Ausrichtung der Fenster zur Himmelsrichtung und zum städtischen Bild eine bedeutende Rolle, weil darüber zum Beispiel Einfluß auf das Bedürfnis nach Privatheit genommen wird. Falls alle drei obengenannten Faktoren gleichermaßen erfüllt sind, definiert sich darüber eine gute Tageslichtqualität. Einschränkend muß gesagt werden, daß die Qualität des Tageslichts nicht zwangsläufig existentiell ist, aber sicher zu den wichtigsten Kriterien des Bedürfnis nach Informationen gehört. Man kann in tageslichtlosen Räumen feststellen, daß die Nutzer dieses Ambiente mit folgenden Begriffen urteilen: Depressive Stimmung, Unsicherheit, Unwohlsein, Irritation, Einengung, Beklemmung.

So nehmen in diesen Räumen Kopfschmerzen und Müdigkeit zu und die Nutzer bewerten die Räume schlechter gegenüber Räumen mit Fenstern (Karmel 1965, Hollister, 1968; Collins, B 1975). Im Oktober 1982 veröffentlichte Loef einen detaillierten Artikel, in dem er unter anderem zeigt, daß die sogenannten Depressionsmonate (November bis Januar) auch bei gesunden Menschen nachgewiesen werden können. Sie kennzeichnen sich durch Lustlosigkeit, Müdigkeit und Konzentrationsmangel. Daraus ableitend entsteht also in tageslichtarmen Räumen eine ähnlich depressive Grundstimmung, wie sie in den Wintermonaten beim Menschen erkennbar ist.

Aber auch Tageslicht hat begrenzende Faktoren, so können übermäßige Sonnenbäder in der Natur und in Solarien zu Haut- und Augenschädigungen führen.

In der Planung spielen einschränkend für das Tageslicht folgende Kriterien eine Rolle:

1. Angemessene Helligkeit im Raum in Bezug zur Helligkeit im Außenraum
2. Besonnung versus Blendung, Sonnenschutz, Blendschutz
3. Aufheizung - Kühlung - Lüftung
4. Intimität: privat versus öffentlich
5. Lärm

Sicherheitsbedürfnisse

Lebenssicherheit, Gesundheit
Informationvermitteln
Licht zum Erkennen

Die Sicherheitsbedürfnisse sind Bedürfnisse, die psychisch begründet sind. Dazu zählen Geborgenheit, Sicherung der momentanen und zukünftigen Existenz, Vermeidung von Alleinsein und Einsamkeit, Heimattreue und Revierbezogenheit. Einige Begriffe klingen im Umgang mit Licht etwas unpassend, sie sind aber für das Verständnis der Nutzer in der beleuchteten Umgebung sehr wichtig und können Einfluß auf die Gestaltung und Bewertung der Installation haben.

Aus dem Kriterium Sicherheit ist das Bedürfnis nach sicherer Bewegung im Raum zu verstehen. Damit muß der Frage nachgegangen werden, wie das Licht dimensioniert werden muß, um sich sicher im Treppenhaus, auf der Straße oder zwischen der Möblierung bewegen zu können. So haben wir in der Straßenbeleuchtung als erstes Ziel die Sicherungspflicht gegenüber den Verkehrsteilnehmern.

Licht kann psychologisch die Information Sicherheit transportieren. So läßt sich feststellen, daß Licht maßgeblich in Wohnblocks oder auch in Parkhäusern insbesondere bei Frauen Gefühle von Sicherheit oder Unsicherheit transportieren kann. Jeder kennt dunkle Straßen im Stadtkern, die man gerne meidet. Natürlich muß die Architektur dieses Gefühl ebenfalls vermitteln. Man kann als Faktoren Geschlossenheit und Übersichtlichkeit in der Architektur nennen, die vorausgesetzt werden müssen, um sich sicher zu fühlen. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen zu Kriminalität und Beleuchtungsniveau auf der Straße aufzuzeigen, wo zu erkennen ist, daß mit der Steigerung des Beleuchtungsniveaus die Kriminalitätsrate signifikant absinken kann.

Zu den Hygienefaktoren des Menschen in Bezug zu sozialen Bedürfnissen sind die Arbeitsbedingungen und die interne Organisation des Raumes zu zählen. Dabei ist der Anspruch an die Arbeitsumgebung für den Nutzer klar definiert. Er will effizient, komfortabel, sicher und ohne Ermüdung arbeiten können. Der Sehauflage optimal nachgehen zu können und dafür optimale Bedingungen zu schaffen, ist ein notwendiges Mittel zur Erreichung der Ziele, die eine Firma festgesetzt hat. Man erwartet dies also zwangsläufig von der Beleuchtungsanlage.

Soziale Bedürfnisse

Gruppenzugehörigkeit
Kommunikation
Kontakt mit eigener Gruppe
Privatheit
Veränderung
Orientierung

Soziale Bedürfnisse regeln die Beziehungen zu unseren Mitmenschen. Das Lieben und geliebt werden scheint ein originäres menschliches Bedürfnis zu sein. Fernerhin sind Bedürfnisse nach Kommunikation, sowie der Rückzug in die Privatheit elementar wichtig für das tägliche Leben.

Tiller¹¹ untersuchte zum Beispiel Lärmpegel von Personengruppen in Bezug zum Beleuchtungsniveau. Fernerhin untersuchte Sanders die Wahl eines Sitzplatzes nach dem Betreten eines leeren Raumes in Bezug auf dessen ungleichmäßige Beleuchtung. Man kann diese Kriterien als Orientierung und Führung im Raum bezeichnen. Beispiele sind auch die Orientierung im städtebaulichen Raum und im Foyer einer Eingangshalle in den Abendstunden. Feller untersuchte Einflüsse auf Privatheit und Intimität, die wichtige Kriterien bilden. Butler und Biner konnten im Badezimmer die Verbindung zwischen Fenster und Privatheit darstellen.

Diese Faktoren sind immer auch abhängig vom Umgebungskontext, in dem sich der Nutzer aufhält. So können die gleichen Beleuchtungsniveaus in unterschiedlichen Räumen unterschiedliche Assoziation und damit unterschiedliches Verhalten hervorrufen (z.B. im Restaurant: romantisch, intim; im städtischen Raum: Angst und Unsicherheit). Die Erkennbarkeit von Details bezüglich Haltung, Gestik und Mimik, die durch die Lichtrichtung beeinflusst werden, sind in diesem Kontext ebenfalls zu nennen²³.

ICH-Bedürfnisse

Anerkennung, Geltung, Achtung, Status, Prestige
Ästhetik
Informiertheit

Momentan ist es eine eintönige Nachahmung und langweilige Konformität gerade in der Bürobeleuchtung festzustellen. Neben der Statuszufriedenheit bringt das Übertreffen anderer und das bewußte Anderssein ebenfalls Prestige für den Nutzer und gehört damit auch in die Kategorie der Befriedigung. Somit sind Beleuchtungsinstallationen, die diesen Aspekt berücksichtigen, als für den Nutzer qualitativ hochwertiger anzusehen. Die Menschen sind, um sich von der Masse abzuheben, sogar bereit, hier mehr Geld zu investieren. Diese Funktion, die eine Beleuchtungsanlage erfüllen kann, wird oft kritisiert oder als irrational bezeichnet. Dies ist jedoch ungeschickt, da das Statusstreben, der Wunsch nach Zugehörigkeit, die Durchsetzung und Festigung der Mitgliedschaft in einer Gruppe, tief eingefleischte und sehr natürliche Triebe sind. Die Statuszufriedenheit ist durch die grundlegendste aller Triebe, den der Selbsterhaltung, motiviert.

Daraus lassen sich nun Kriterien, wie zum Beispiel die Originalität der Beleuchtungsanlage²⁴ ableiten. Die Funktion, daß man gerade auch individuelle Bedürfnisse des Nutzers integrieren sollte, ist in der professionellen Lichtplanung Bestandteil des Entwurfs. Der Überraschungseffekt und die Originalität einer neuen Beleuchtungsanlage, gerade in Bereichen wie der Diskothekenbeleuchtung, spielt eine große Rolle. Das Gefühl der Zugehörigkeit zu einer Gruppe ist aus-

geprägt durch das Imitationsverhalten. Es hat die Funktion die Mitgliedschaft in der jeweiligen Gemeinschaft zu erhalten, zu sichern und sich bewußt von anderen Gemeinschaften abzugrenzen. Dies ist das sogenannte Statusdenken. Verschiedene Formen des Statusstrebens kann man finden und einige sind der Gemeinschaft förderlich, andere eher nicht. Das Statusstreben und die Statuserfüllung ist nicht pauschal abzulehnen, da es auch zum Anspruch und den Erwartungen der Menschen im Zusammenleben gehört. Es ist für einen Lichtplaner sicherlich ratsam im Foyer einer Bank anders zu planen, als im Foyer des Sozialamtes. Der Faktor Status kann dabei die Wahl des Materials der Leuchte, sowie die Form, als auch die Art der Lampe bestimmen. Man muß feststellen, daß bestimmte Lampen und das erzeugte Licht mit der Architektur auch immer eine Bedeutung bekommt. Die Ästhetik, das heißt, der Ausdruck und die Wertigkeit eines Raumes, wird auch durch Licht maßgeblich beeinflusst. Licht hat immer eine Stimmung, Atmosphäre, Aussage und Botschaft. Die Nutzer können sehr gut einschätzen, ob ein Raum festlich, sachlich, modern, wohnlich oder kalt ist. In der Lichtplanung hat die Auseinandersetzung mit der Wirkung eine große Bedeutung^{25, 26},

Selbstverwirklichung

Individualität, Gerechtigkeit, Bedürfnis nach Wachstum
Gute Lebens-, Wohn-, und Arbeitsbedingungen besitzen

Jeder Mensch hat andere Vorstellungen von gutem Wohn- und Arbeitsstil. Diese individuellen Vorstellungen, die je nach Persönlichkeit, Ausbildung, kultureller Tradition, vergangener Erfahrung etc. stark variieren, beeinflussen zusammen mit dem persönlichen Geschmack die Bewertung von Beleuchtungsinstallationen.

Es erscheint oftmals sicherer, langweilig zu sein als zu Widersprüchen anzuregen und in das Kreuzfeuer der Kritik zu geraten. Natürlich erfordert es besondere Fähigkeiten und Phantasie sowie ein großes Repertoire an Informationen, Neuigkeiten und kulturellen Trends, um den Anspruch und die Erwartungen der Menschen in Bezug auf die richtige Beleuchtungsanlage zu treffen. Diese Faktoren werden im Vorfeld von guten Planern ausgearbeitet, berücksichtigt und nicht durch Zufall bestimmt. Die Beleuchtung der Chefetage hat zum Beispiel auch die Funktion, die Firma zu repräsentieren. Der repräsentative Charakter muß als Information neben der Innenarchitektur auch durch Licht transportiert werden.

Zu den angenehmen Empfindungen gehören die vielen kleinen Annehmlichkeiten unseres täglichen Lebens, an die man sich in unserer Gesellschaft sehr schnell gewöhnt hat und die man bald als notwendige Bedingung für ein zivilisiertes Leben betrachtet. Die meisten Menschen nehmen sie als Selbstverständlichkeit hin und bemerken sie nur, wenn sie plötzlich ohne sie auskommen

müssen und dies als Mangel empfinden. Beispiele dafür findet man in der Verwendung von Bewegungsmeldern und Infrarotsensoren. Das Licht im Handschuhfach, welches automatisch angeht, zählt auch zu diesen Errungenschaften. In der genauen Analyse des Anspruchs und der Erwartungen des Nutzers für den Planungsraum sind hier abschließend folgende Faktoren zu nennen: Bedienbarkeit (intuitive)²⁷, Verfügbarkeit, Benutzbarkeit, Variabilität²⁸, Individualität.²⁹

Schlußbemerkung:

Leider fehlt bis heute ein einheitliches Model zur Qualität einer Beleuchtungsanlage. Die meisten gegenwärtigen Modelle lassen oft wichtige Kriterien außer Acht. Dieser Bericht soll einen kleinen Überblick über geeignete Faktoren zur Qualitätsbeurteilung geben und ein Hinweis auf deren Existenz und Wichtigkeit sein.

Literatur

- ¹ Gall, Dietrich, Evaluierung von Beleuchtungsanlagen, Symposium Physiologische und psychologische Grundlagen der Innenbeleuchtung, TU Karlsruhe, 1999
- ² Völker, S.; Eignung von Methoden zur Ermittlung eines notwendigen Beleuchtungsniveaus, Diss. TU Ilmenau, 1998
- ³ <http://www.praxilogie.de/beduerfnisse>
<http://snycorva.cortland.edu/.../maslow/suggest.html>
- ⁴ Timpe, K.; Die Quality Function Deployment-Technik in der Systemtechnik, Diplomarbeit, Institut für Arbeitswissenschaften, TU Berlin, o.J.
- ⁵ Upmeyer, A.; Wohlbefinden von Passagieren an Bord von Verkehrsflugzeugen, Institut für Psychologie, TU Berlin, 1999
- ⁶ Maslow, A.H.; Motivation und Persönlichkeit; Reinbek, 1981
- ⁷ Krüger, H; Schierz, Ch. Wahrnehmung und Bewertung künstlich beleuchteter Räume, ETH Zürich, 1995
Schierz, Ch., Sehen im Lichte der Wahrnehmung, architese, 6/98
Gregory, R.L.; Seeing in the Light of experience, Trotter-Paterson Memorial Lecture, LR+T V3 N4, 1971
- ⁸ Proceedings of the first CIE Symposium on Lighting Quality, Ottawa, 1998
- ⁹ Hondrich, K.; Vollmer, R.; Bedürfnisse, Westdeutscher Verlag, Opladen 1983
Rotz, R. von; Arbeit; Europäischer Verlag der Wissenschaften, Bern 1994
- ¹⁰ Kramer, H. Die 8 Gebote guter Lichtgestaltung, 1999
- ¹¹ Veith, J.; Determinants of Lighting Quality I, J. of Illum. Eng. Soc.; 1998
- ¹² Fisch, J.; Licht und Gesundheit, Literaturrecherche Fachausschuß Eisen und Metall 3 Bfg., TU Ilmenau, 3/2000
- ¹³ Prof. Krüger, ETH Zürich, Vortrag „Licht und Mensch“, DIAL-Symposium, 1999
- ¹⁴ Müller, D.; Henkel, St.; Fisch, J.; Zur Therapie depressiver Symptome mit Hypericum und Licht; Jatro Neuro 3 (1997), S.383
- ¹⁵ Begemann, S.H.A.; Beld, G.J.; Tenner, A.D.; Daylight an artificial Light and people; International journal of industrial ergonomics, 1996
- ¹⁶ Rosenthal, N.; Towards understanding the mechanism of action of light in seasonal affective disorder, 25(I) 1992
- ¹⁷ Barth, J.; Positive Effekte der UV-Strahlung auf den menschlichen Körper
- ¹⁸ Gregory, Eye and Brain, The psychology of Seeing, Oxford University Press, 1998
- ¹⁹ 1st international Symposium on Glare, Oktober 1991, Orlando, Florida, Symposium Proceedings
- ²⁰ Fr. E. van Bergem – Jansen, Aspekte des Fensters,, Lichttechnik, 30 Nr. 11/1978
Bell, P; Greene, T; Fisher, J; Baum, A.; Environmental Psychology, Harcourt Brace College Publishers, 1996

- Butti,K; Perlin,J; Agolden Thread: 2500 years of solar architecture and technology, New York, Nostrand Reinhold, 1980
- Griffith, J; Daylight Glare and Productivity Int. Symp. On Glare, 1991, Florida
- Markus, T.A.; The significance of sunshine and view for office workers, CIE Conference, Newcastle, 1965
- Bitter, C., Appreciation of sunlight inthe home, Proseedings of the CIE, 27-37, Rotterdam, 1967
- Keighley, E; Visual requirements and reduced fenestration in offices, Building science 8, 1973
- Küller,R.; Lindstein,C.; Health and Behavior of children in Classrooms with and without windows, Journal of Environmental Psychology,12, 1992
- Stone, N.; Direct or Indirect Window Access; J. of Environmental Psychologie, 1993
- Bitter, C., Appreciation of Sunlight in the home, Proceeding of the CIE, Rotterdam, 1967
- Loef, C.;Weiß, B.; – Beleuchtung – Arbeitsstätten-Richtlinien – Arbeitssicherheit; Sicherheitsingenieur 2/81; S.20 ff.
- ²¹ Prof. Krüger, ETH Zürich, Vortrag „Licht und Mensch“, DIAL-Symposium, 1999
- ²² Bell,P; Greene,T; Fisher,J; Baum,A.; Environmental Psychology, Harcourt Brace College Publishers, 1996
- ²³ Tiller, D.K., Toward a deeper understanding of psychological aspects of lighting, Journal Illum. Eng. Soc, V10, (1990), P59-65
- Sanders, M., Gustanski, J., Effect of ambient illumination on noise level of groups, J Appl. Psych., V59 (1974), P527-528
- Feller 1968, Gergen, Gergen und Barton 1973, Gifford 1988; Butler and Biner 1987; Kramer, H.; Light and Architecture, The Lighting Journal, Juni/Juli 1994
- Veith, J.; Newsham, G.; Determinants of Lighting quality 1, Jour. Of Illum. Soc., Winter 1998
- Schneider, L.; Die Einwirkung des Lichts auf die Stimmung des Menschen, Lichttechnik 5/1959 1.Teil; 6/1959 2.Teil
- ²⁴ Bedürfnisbücher
- ²⁵ Du Monts Handbuch der Bühnenbeleuchtung, Du Monts Buchverlag, 1991
- ²⁶ Die Würde historischer Plätze erhalten, H.T. Malotki, Licht 5/82
- ²⁷ Slater, A; Bordass, W; Haesmann,T; People and lighting controls, BRE, Information paper, 6/96, Juli 1996
- ²⁸ Willey, H.;Variety and the characteristics of Quality; CIE 24th session, Warschau, 1999
- ²⁹ Baumann-Müller, Edith, Licht, Jg.31, 9/1979
- Sörensen, S; Brunnström, G; Quality of light and quality of life: an intervention study among older people, LR+T 27(2) 113-118 (1995)