



Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.



Licht im Freiraum

Ausgabe 2007

Fachbericht „Licht im Freiraum“

Aus der Arbeit des Arbeitskreises „Licht im Freiraum“

Benutzerhinweise

Fachberichte der FLL sind das Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit und stehen jedermann zur Anwendung frei.

Sie sollen der Information von Auftraggebern, Planern, Ausführungsbetrieben und anderen interessierten Kreisen sowie politisch und fachlich Verantwortlichen dienen und können als Ratgeber und Anleitung für fachgerechtes Handeln genutzt werden.

Durch die Anwendung von FLL-Fachberichten entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln.

Jeder, der in einem FLL-Fachbericht einen Fehler oder eine Missdeutung entdeckt, die zu einer falschen Anwendung führen können oder der sonstige Verbesserungsvorschläge hat, wird gebeten, dies der FLL unverzüglich mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt und Änderungsvorschläge bei einer Überarbeitung ggf. berücksichtigt werden können.

Fachbericht „Licht im Freiraum“

Herausgeber:

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e. V. (FLL)
Colmantstr. 32, 53115 Bonn

Tel.: 0228/690028, Fax: 0228/690029

E-Mail: info@fll.de,

Homepage: www.fll.de

in Zusammenarbeit mit:

Professional Lighting Designers' Association –
PLDA

Marienfeld Str. 20, 33330 Gütersloh

Tel.: 05241/3072614, Fax: 05241/3072640

E-Mail: info@pld-a.org,

Homepage: www.pld-a.org

Bearbeitung durch den Arbeitskreis „Licht im Freiraum“:

Christian Breil (Professional Lighting Designers' Association – PLDA), Lüdenscheid (Leitung des Arbeitskreises)
Prof. Albert Schmidt (FLL-Präsident), Bonn (Leitung der Redaktionsgruppe)

Erik Allmacher (Vereinigung der Sternfreunde e. V.– VdS), Neukirchen

Klaus-Dieter Bürklein (FLL-Präsidium), Bottrop/Bonn

Karl-Heinz Danielzik (Bund Deutscher Landschaftsarchitekten – BDLA), Duisburg

Prof. Dr. Gerhard Eisenbeis, Institut für Zoologie, Universität Mainz

Prof. Dr. Dr. med. Johannes M. Fox, Köln

Christine Gantert (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.– BUND, LV Berlin), Berlin

Erhard Hackbarth (Lichttechnische Gesellschaft, Hannover), Bispingen

Dr. Andreas Hänel (Museum am Schölerberg und Planetarium), Osnabrück

Mario Hägele (Bund Deutscher Architekten – BDA; Deutscher Werkbund – DWB), Stuttgart-Killesberg

Dr. Michael Henze (Bundesverband für Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V.– BGL), Bad Honnef

Dipl.-Ing. Dieter Jansen (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen), Kassel

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Nientied (Professional Lighting Designers' Association - PLDA), Nauheim

Andrea Nusser (Professional Lighting Designers' Association – PLDA), Geisenheim und Frankenthal

Dr. Susanne Salinger (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. – BUND Wissenschaftlicher Beirat),
Berlin

Klaus Schmidt (Lichttechnische Gesellschaft – LitG), Köln

Zeitweise wirkten mit:

Prof. Dr. Klaus Eick, Düsseldorf

Oliver Hoch, Berlin

Konrad Ben Köthner, Freier Landschaftsarchitekt – BDLA, Essen

Günther Laubinger, Heuchelheim/Gießen

Dr. Ulrich Merker (Fördergemeinschaft Gutes Licht – FGL), Frankfurt am Main

Martin Oldengott, Ständige Konferenz der Gartenamtsleiter beim Deutschen Städtetag – GALK), Castrop-Rauxel

Beratend wirkte mit:

Prof. Hans Herrmann Wöbse

Redaktionsgruppe und Layout:

Prof. Albert Schmidt (Leitung)

Christian Breil

Mario Hägele

Jürgen Nientied

Andrea Nusser

Dr. Susanne Salinger

Dipl.-Ing. (FH) Christian Schulze-Ardey, FLL, Bonn

Dipl.-Ing., Ass. (UNI) Andrea Zörnig, FLL, Bonn

M. Sc. Michelle Schröder, FLL, Bonn

Titelbild:

Redaktionsgruppe

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck nur in vollständiger Fassung mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers.

Vertrieb durch den Herausgeber.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

1. Auflage, 1500 Exemplare, Bonn, November 2007

ISBN 978-3-940122-05-6

Inhalt

Vorwort	5
1	Einführung und Zusammenfassung	7
2	Allgemeine Grundlagen	10
2.1	Grundlagen aus der Sicht des Menschen	10
2.2	Grundlagen aus der Sicht der Natur/ Umwelt	14
2.2.1	Wirkung auf die Flora.....	15
2.2.2	Wirkungen auf die Tierwelt	16
2.2.3	Wirkung auf die Insektenfauna	16
2.2.4	Wirkungen auf Wasserlebewesen	18
2.2.5	Lichtwirkungen auf Vögel.....	19
2.3	Grundlagen aus der Sicht von Astronomie und Nachhaltigkeitsaspekten ..	20
2.3.1	Astronomie.....	20
2.3.2	Energie-/Umweltaspekte.....	21
2.4	Grundlagen aus rechtlicher und normativer Sicht	22
2.4.1	Rechtliche Grundlagen	22
2.4.2	Normative Grundlagen.....	23
3	Technische Grundlagen	27
3.1	Lichttechnische Grundbegriffe	28
3.2	Lampen (Leuchtmittel)	29
3.3	Leuchten	32
3.3.1	Lichtlenkung.....	32
3.3.2	Elektrotechnik/Betriebsgeräte.....	33
3.3.3	Gehäuse	34
3.3.4	Schutzarten und Schutzklassen	34
3.3.5	Materialien	35
4	Planungsprozess	36
4.1	Grundlagenermittlung	37
4.1.1	Anforderungen an die Beleuchtung im Freiraum	37
4.1.2	Inhalt einer Ist-Analyse	38
4.1.3	Finanzrahmen.....	38
4.2	Planung	39
4.2.1	Konzeptentwicklung.....	39
4.2.2	Materialien, Oberflächen/Ausstattung.....	42
4.2.3	Abstimmung der Leuchtentechnik	43
4.2.4	Anbringung und Montage der Leuchten	46
4.2.5	Auslegung der Elektrotechnik	46
4.2.6	Verifizierung.....	48

4.3	Hinweise zur Umsetzung.....	48
4.3.1	Leistungsbeschreibung, Ausschreibung, Angebot.....	48
4.3.2	Ausführungsüberwachung	49
4.3.3	Wartung und Pflege	50
4.3.4	Haftung	51
4.3.5	Empfehlungen für eine Ausschreibung	51
4.4	Modellinstallation zur Lichtgestaltung, März 2007	52
5	Planungsbeispiele	58
5.1	Beispiel: Privater Hausgarten.....	58
5.2	Beispiel: Landschaftlich geprägter öffentlicher Freiraum	63
5.3	Beispiel: Städtisch geprägter öffentlicher Freiraum	72
Anhang	85
Anhang	1: Johannes M. Fox: Arten von Blendwirkungen	
Anhang	2: Extrakt aus: Hans Herrmann Wöbse: "Licht - ein Thema des Landschaftsbildes"	
Anhang	3: Gerhard Eisenbeis: Rio und die Folgen	
Anhang	4: Gerhard Eisenbeis: Wirkung auf die Flora	
Anhang	5: Gerhard Eisenbeis: Wirkung auf Insekten	
Anhang	6: Susanne Salinger: Wirkungen auf Zugvögel	
Anhang	7: Erik Allmacher und Andreas Hänel: Astronomie	
Anhang	8: Albert Schmidt: Rechtliche Vorgaben und deren Folgen	
Anhang	9: Auszug aus: Internationale Beleuchtungskommission: Leitfaden zur Begrenzung der Störlichtwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen	
Anhang	10: Michael Henze: Gewährleistung/Mängelansprüche	
Anhang	11: Quellen-/ Literaturverzeichnis	
Anhang	12: Gesetze, Verordnungen, Urteile	

Vorwort

Die FLL hatte Anfang 2003 nach einer Diskussion im Präsidium und Gesprächen mit Mitgliedsverbänden den Entschluss gefasst, einen Arbeitskreis einzurichten, der sich mit Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Licht im Freiraum befassen sollte. Zur Vorbereitung des zu bearbeitenden Themas wurden am 14. März 2003 gemeinsam mit der PLDA an der Fachhochschule Osnabrück und am 14. April 2004 bei der Firma Rinn Beton- und Naturstein GmbH in Heuchelheim/Gießen Workshops durchgeführt. Die Workshops, an denen Landschaftsarchitekten, Landschaftsgärtner, Lichtdesigner, Architekten, Stadtplaner usw. teilnahmen, machten deutlich, dass es zum Umgang mit Licht im Freiraum zwischen den einzelnen Berufsgruppen noch erhebliche Verständigungs- und Kenntnislücken über die jeweiligen Aufgabenfelder gibt.

Die Notwendigkeit eines interdisziplinär angelegten Austausches über die von den jeweiligen Fachdisziplinen zu leistenden Beiträge, ihr Zusammenwirken und die zu beachtenden Vorgaben und Gesichtspunkte für eine ökologisch verträgliche und nachhaltige Lichtplanung waren wichtige Erkenntnisse dieser beiden Workshops. Unmittelbar nach dem Workshop in Heuchelheim wurde der interdisziplinär besetzte Arbeitskreis mit zeitweise deutlich über 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmern eingerichtet.

Ein wesentliches Ziel des zu erarbeitenden Fachberichtes sollte es sein, die komplexen Anforderungen für den Einsatz von Licht in Gärten, Parks, Grünflächen und auf Stadtplätzen aus ökologischer, ästhetischer, planerisch/gestalterischer und beleuchtungstechnischer Sicht für die planende und ausführende praktische Anwendung zusammenzustellen. Viele negative Beispiele belegen, dass elektrische Beleuchtung oft eher als ein zufälliges und beliebig zu verwendendes Dekorationsmittel bei der angestrebten gestalterischen Aufwertung von Freiräumen verstanden wird. Häufig fehlt noch die Erkenntnis, dass es für eine fundierte fachliche Lichtplanung bei weitem nicht ausreicht, wenn im Handel günstig erworbene Leuchten nach eigenem Gutdünken in Gärten oder Parks installiert werden.

Der Fachbericht informiert über die zu berücksichtigenden allgemeinen Grundlagen für eine Lichtplanung aus ästhetischer, naturwissenschaftlicher und rechtlicher Sicht unter Würdigung von Umweltschutz- und Naturschutzaspekten. In den planerischen und technischen Ausführungen wird die Notwendigkeit einer koordinierten Lichtplanung für die ineinander greifenden einzelnen Planungsschritte und eines fachmännischen Einsatzes der Leuchtentechnik beschrieben. Damit soll Fachwissen vermittelt und der jeweilige Fachbeitrag der an der Lichtplanung und Ausführung beteiligten Disziplinen definiert werden.


Der richtige Umgang mit künstlichem Licht im Freiraum wäre erreicht, wenn es gelänge, mit Hilfe von milieugerecht, blendfrei und möglichst zurückhaltend eingesetztem Licht die Aufenthaltsqualität und Attraktivität zu erhöhen sowie ggf. eine sicherere Benutzbarkeit des Freiraumes zu erreichen.

Der in Zusammenarbeit mit der PLDA entstandene Fachbericht basiert im Wesentlichen auf aktuellen Erkenntnissen und Erfahrungen der Teilnehmer/innen des Arbeitskreises aus ihrer beruflichen Tätigkeit, soweit nicht auf die herangezogene Literatur im Text hingewiesen wird. Er dient in erster Linie der Information und soll in einigen Jahren unter Einbeziehung der bis dahin fortentwickelten Erkenntnisse und neuen Entwicklungen zu einer Richtlinie überarbeitet und ergänzt werden. Dazu erbittet der Arbeitskreis konstruktive Anregungen und Hinweise, die der FLL-Geschäftsstelle zugeleitet werden sollten.

Wir möchten den Mitgliedern des Arbeitskreises herzlich für ihre engagierte, beinahe dreijährige ehrenamtliche Mitarbeit an einem komplexen und umfangreichen Fachbericht danken. Das vorliegende Werk ist durch eine sehr gute Zusammenarbeit in einer harmonischen Arbeitsatmosphäre entstanden. Unser ganz besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen der Redaktionsgruppe, die in mehreren zeitaufwändigen Sitzungen den Entwurf überarbeitet, zum Teil gekürzt, präzisiert und illustriert haben.



FLL-Präsident
Prof. A. Schmidt



Leiter des AK
Christian Breil

1 Einführung und Zusammenfassung

Natürliches Licht beeinflusst als Sonnen- und Mondlicht wie kaum ein anderes Medium den Lebensraum und die Lebensumstände von Pflanzen und Tieren, steuert den Lebensrhythmus und ist als Energiespender der Photosynthese für alle Lebewesen lebenswichtig. Darüber hinaus hat natürliches und künstliches Licht als gestalterisches Mittel in seinen vielfältigen Erscheinungsformen eine große ästhetische Wirkung, wenn es überlegt und geplant eingesetzt wird. Daher ist der Einsatz von künstlichem Licht im privaten und öffentlichen Raum nicht als eine eher zufällige und beliebige Dekoration von Gebäuden, Plätzen, Parks, Gärten und Vegetationsbeständen zu verstehen, sondern es bedarf immer einer koordinierten Planung und Gestaltung und eines auf die zu lösende Aufgabe gerichteten Umgangs mit der Lichtquelle, wobei die Beherrschung der Leuchtentechnik ebenfalls wichtig ist. Die an den Einsatz von Licht im Freiraum zu stellenden Anforderungen ergeben sich somit vor allem aus der Funktion des Raumes, der Gestaltung der Umgebung und des Ambientes sowie der Bedürfnisse des Nutzers. Ein milieugerecht, blendfrei und möglichst zurückhaltend eingesetztes Licht erhöht die Aufenthaltsqualität des Freiraumes und seine Attraktivität, wobei der Reiz durchaus im Wechsel zwischen Licht und Schatten liegen kann. Ziel der Beleuchtung von Freiräumen muss es sein, die am Tag erlebbare Gliederung und Gestaltung durch eine an die wesentlichen Gestaltungsmerkmale angepasste Aufhellung vor allem vertikaler Elemente auch bei Dunkelheit wahrnehmbar zu machen.

Von genereller Bedeutung sind beim Einsatz von künstlichem Licht Umweltaspekte wie Energieeinsparung durch Reduktion der Lichtintensitäten und ggf. zeitlich begrenzte Schaltungen sowie die Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf die Fauna, insbesondere Insektenfauna durch Verwendung umweltfreundlicher Leuchtmittel. Die ständig zunehmende Lichtflut aus unzähligen Quellen macht eine saubere Lichtlenkung, eine möglichst perfekte Lichtverteilung und eine ideenreiche Inszenierung der Lichttechnik unverzichtbar. Dabei spielen auch die Möglichkeiten der Wahrnehmung des menschlichen Auges in Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren eine wichtige Rolle.

Die vorstehenden einleitenden Bemerkungen sollen die Komplexität der Wirkungen und Auswirkungen von künstlichem Licht belegen und die an Planung und Gestaltung, Technik und Beleuchtungsmittel von Lichtinszenierungen zu stellenden Anforderungen verdeutlichen. Dies waren die wesentlichen Gründe, dass die FLL von einigen Mitgliedsverbänden gebeten wurde, Empfehlungen zum Umgang mit Licht im Freiraum in einem interdisziplinär besetzten Arbeitskreis zu erarbeiten.

Der vorliegende Fachbericht will Fachwissen für den Umgang mit Licht im Freiraum zwischen den an der Lichtplanung Beteiligten vermitteln und bei den am Lichtelebnis partizipierenden Gruppen Verständnis wecken. Dadurch soll der Dialog zwischen Lichtplanern und den am Projekt Beteiligten, Landschaftsarchitekten, Architekten, Fachplanern und Ausführenden und nicht zuletzt den Auftraggebern gefördert werden.

Der Fachbericht wurde von einem Arbeitskreis erarbeitet, dem Landschaftsarchitekten, Architekten, Lichtplaner, Elektroingenieure, Vertreter des Garten- und Landschaftsbaus, der Leuchtenindustrie, der Hochschulen und Wissenschaft, der Biologie, Ökologie, des Natur- und Umweltschutzes, der Medizin und der Astronomie angehören. Er nahm im Jahr 2004 seine Arbeit auf. In mehreren Kapiteln und Anhängen wird das Know-how für einen der Aufgabenstellung jeweils gerecht werdenden Umgang mit künstlichem Licht im Freiraum behandelt. Der Fachbericht unterscheidet sich in mehrfacher Weise von der vielfältig zur Verfügung stehenden Literatur über Lichtinszenierungen in städtischen Räumen, an Straßen, Gebäuden usw., die den Freiraum weitgehend auspart. Der Fachbericht schließt insoweit eine bestehende Lücke.

Einleitend stellt der Fachbericht im Kapitel 2 kurz gefasste allgemeine Grundlagen dar, die für den Umgang mit künstlichem Licht wichtig sind und die zu beachtenden Abhängigkeiten, Zusammenhänge und Wirkungen erläutern.

Angesprochen werden die ästhetisch-gestalterischen, physiologischen und emotional-psychologischen Wirkungen von Licht bei unterschiedlicher Farbgebung sowie medizinische Aspekte unter Einbeziehung der Anpassungsfähigkeit und der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Wirkungen von künstlichem Licht auf Flora und Fauna und insbesondere auf Zugvögel sowie die durch eine Anhäufung von Lichtquellen entstehende künstliche Himmelsaufhellung. Mit der Darstellung von rechtlichen und normativen Grundlagen wird ein Überblick über gesetzliche Vorschriften und nationale und internationale Regelwerke gegeben, die den Umgang mit künstlichem Licht beeinflussen. Aus rechtlicher Sicht muss im Regelfall der Tatbestand einer erheblichen Beeinträchtigung für den Menschen, für die Insekten- oder Avifauna gegeben sein, um durch Einschränkungen etwa des Lichtspektrums und der Leuchtmittel und in Ausnahmefällen durch Verbote Einfluss auf künstliches Licht zu nehmen. Die Normgebung beschränkt sich auf den öffentlichen Raum. Der Fachbericht schließt auch hier eine Lücke zwischen der derzeit praktizierten Anwendung in vorwiegend verkehrstechnischer Hinsicht und den Anforderungen, die aus gestalterischen und wahrnehmungsphysiologischen Aspekten im öffentlichen und privaten Freiraum zu beachten sind.

Das Kapitel 3 (Technische Grundlagen) befasst sich vor allem mit lichttechnischen Grundbegriffen, den Leuchtmitteln, der Lichtlenkung und Lichtformung sowie den verschiedenen Betriebsgeräten und deren Schutzvorrichtungen gegen Einflüsse jeder Art. Hierbei ist davon auszugehen, dass die räumliche Gestaltung und die Funktion im Wesentlichen die zur Anwendung kommenden Leuchtmittel bestimmt, um die beabsichtigten Wirkungen zu erzielen. Planung und technische Ausstattung müssen deswegen beim Einsatz von Licht im Freiraum Hand in Hand gehen. Die technischen Fragen und Gesichtspunkte einer Beleuchtungsaufgabe, die im Kapitel 3 mehr als eine informative Übersicht abgehandelt werden, bedürfen immer der Einschaltung von Fachleuten.

Das Kapitel 4 behandelt den Planungsprozess unter Zugrundelegung der für Lichtinszenierungen insbesondere in Frage kommenden Anwendungsbereiche:

- Hausgärten, Innenhöfe, Atrien;
- Aufenthaltsbereiche wie Stadtplätze und Fußgängerzonen;
- Freiräume und Parkanlagen, innerstädtisch und am Stadtrand.

Nicht berücksichtigt wurden im Fachbericht die ausschließlich dem fließenden Verkehr gewidmeten Anlagen sowie Sportanlagen und Spielplätze.

Nach einleitenden Vorbemerkungen über die Voraussetzungen und Anforderungen an eine qualifizierte Lichtplanung werden sehr detailliert die Planungsschritte von der Erstellung eines Anforderungsprofils über eine Ist-Analyse bis zur Konzeptentwicklung einschließlich der zu beteiligenden Akteure beschrieben.

Die Gestaltung und die Elemente eines Raumes mit seinen Materialien, Ausstattungselementen und Oberflächen bestimmen unter Einbeziehung einer abgestimmten Lichttechnik die Lichtdramaturgie. Der Erfolg des Gelingens hängt nicht unwesentlich von der Art der Lichtführung und Modellierung ab. Im Kapitel 4 werden die zu beachtenden Gesichtspunkte beschrieben und darauf hingewiesen, dass erst am Ende der Planungsphase eine endgültige Entscheidung über die optische Präsenz der Leuchten getroffen werden kann.

Für die Umsetzung werden knappe Hinweise für Leistungsbeschreibung, Ausschreibung, Angebotseinholung gegeben und auf die Notwendigkeit einer Ausführungsüberwachung sowie von Wartung und Pflege hingewiesen und auch Gesichtspunkte der Gewährleistung und Mängelansprüche angesprochen.

Im Kapitel 5 werden bebilderte Planungsbeispiele für einen Hausgarten, einen landschaftlich und einen städtisch geprägten öffentlichen Freiraum erläutert.

Zu einigen Kapiteln, vor allem zum Kapitel Grundlagen, sind in 10 Anhängen weiterführende Texte beigefügt worden. Weitere Hinweise für die bei Bedarf heranzuziehende Fachliteratur und eine Übersicht über einschlägige Normen, Richtlinien und Merkblätter befinden sich in den Anhängen 11 und 12.

Mit den im Fachbericht abgehandelten Wirkungen und Auswirkungen von „Licht im Freiraum“ und den dargestellten Vorgehensweisen für Planung und Gestaltung sowie der technischen Installation wird erstmalig eine Veröffentlichung zum Thema in dieser Tiefe vorgelegt. Die Mitglieder des FLL-Arbeitskreises haben sich deswegen darauf verständigt, vorerst einen informativen Fachbericht mit Empfehlungen zum Handeln auf der Grundlage des aktuellen Wissensstandes und vorliegender Erfahrungen zu erstellen. Wenn sich der Fachbericht in der Praxis bewährt, kann er unter Einbeziehung der damit gewonnenen bzw. fortentwickelten Erkenntnisse zu normativen Handlungsempfehlungen werden. Der informelle Charakter des Fachberichtes schließt aus, dass aus den dargestellten vorbereitenden Untersuchungen und empfohlenen Planungsschritten eine Honorarrelevanz gemäß HOAI oder Haftungsansprüche aus der Anwendung des Fachberichtes abgeleitet werden können.

Die Werkberichte und die umfangreichen Anhänge sind ausnahmsweise gekennzeichnet durch die jeweiligen Autoren. Die Werkberichte veranschaulichen den Anwendern wie er entsprechend der jeweiligen Aufgabenstellung die Planung und Ausführung von Lichtinstallationen realisieren kann. Zum besseren Verständnis der Kapitel enthalten die Anhänge fachspezifische Ergänzungen. Sobald sich der Fachbericht durch praktische Anwendung bewährt hat, soll er unter Einbeziehung des technischen Fortschritts zu deutlich kürzer gefassten Handlungsempfehlungen ohne Anhänge umgestaltet werden.

Der Fachbericht wendet sich vor allem an Landschaftsarchitekten, Architekten, Lichtplaner, Fachleute für Elektrotechnik sowie an ausführende Firmen insbesondere des Garten- und Landschaftsbaus. Jeder, der den Fachbericht anwendet, wird gebeten, eventuelle Anregungen an die FLL-Geschäftsstelle in Bonn weiterzugeben.

2 Allgemeine Grundlagen

Vorbemerkungen

Licht ist für die Wahrnehmung der Umwelt wichtig und dient der Orientierung. Der Einsatz von künstlichem Licht ist über die Beleuchtung von Straßen, Parkplätzen und Wegen hinaus in Grün- und Freiflächen aller Art im letzten Jahrzehnt durch moderne Lichttechniken und die Verwendung in fast allen öffentlichen und privaten Lebensbereichen, nicht zuletzt zu Zwecken der Werbung und Repräsentation sowie der Schaffung einer besonderen Atmosphäre, erheblich gesteigert worden.

Mit dieser Entwicklung hat gleichzeitig die Notwendigkeit deutlich zugenommen, mit künstlichem Licht sorgfältig umzugehen. Das Kapitel 2 (Allgemeine Grundlagen) ist den Kapiteln 3 (Technische Grundlagen) und 4 (Planungsprozesse) zur Vermittlung des Grundwissens vor allem aus medizinischer, naturwissenschaftlicher, physikalisch-technischer, rechtlicher und normativer Sicht sowie wegen der psychischen Bedeutung der Beleuchtung vorgeschaltet worden, wobei Aspekte des Umwelt- und Naturschutzes besondere Beachtung finden. In den Unterkapiteln werden die Aspekte

- aus Sicht des Menschen,
- aus Sicht der Natur (Umwelt- und Naturschutz einschl. Energiebilanz),
- aus Sicht von Astronomie und Nachhaltigkeitsaspekten,
- aus rechtlicher und normativer Sicht

behandelt, die bei der Verwendung von künstlichem Licht zugrunde gelegt bzw. beachtet werden sollen. Sie werden im Anhang und auch im Internet zum Teil durch ausführlichere Beiträge ergänzt.

2.1 Grundlagen aus der Sicht des Menschen

Physiologische Aspekte

Aus medizinischer Sicht stellen sich für die Verwendung von künstlichem Licht bei Dunkelheit generell folgende Fragen:

- was ist der Unterschied zum Sehen bei Tageslicht?
- welche Lichtintensitäten genügen um wahrzunehmen?
- was ist der Unterschied zwischen Sehen und Wahrnehmen?
- wie wird die Tagesrhythmik beeinflusst?

Zu diesen Fragen ist Folgendes festzuhalten:

Unser Auge kommt am Abend oder in der Nacht mit viel weniger Licht aus, als es die künstliche Beleuchtung vermuten lässt. Das dunkel adaptierte Auge kann noch eine minimale Helligkeit (Leuchtdichte, siehe Kapitel 3) erfassen, wobei allerdings nur Grauwerte, keine Farben erfasst werden können. Bei Leuchtdichten, die bei Vollmond herrschen können, beginnt das Auge, Farben zu erkennen. Der Wechsel von Licht und Schatten ist für die Aktivität der Sinnesorgane und für die Reizdifferenzierung ausschlaggebend. Insgesamt kann das menschliche Auge einen Intensitätsbereich von 1:10 Milliarden erfassen. Diese enorme Anpassungsfähigkeit kann das Auge nicht gleichzeitig leisten, sondern nur in unterschiedlichen Phasen des Tag-, Dämmerung- und Nachtsehens.

Die Dunkeladaptation wird durch drei Hauptprozesse ermöglicht:

- Regenerierung des im Hellen gebleichten, d. h. durch Lichteinwirkung in seine Bestandteile zerlegten Sehfärbstoffes in den Sehzellen (Stäbchen und Zapfen). Diese Regeneration und damit die Empfindlichkeitssteigerung des Auges um das 500fache dauert einige Minuten. Die Maximalempfindlichkeit wird erst nach über einer Stunde erreicht.
- Zusammenschaltung von wenigen bis vielen Sehzellen zu größeren Einheiten. Damit wird die örtliche Lichtempfindlichkeit erheblich gesteigert, jedoch die Auflösung für die Erkennung kleiner Strukturen herabgesetzt.
- Verlängerung der Zeitspanne, in der die Sehzellen Licht sammeln. Dadurch kommt bei voller Dunkeladaptation eine Wahrnehmungsverzögerung zu Stande. Bei Dunkeladaptation verschiebt sich außerdem die Empfindlichkeit des Auges nach Blaugrün. Die Pupille spielt bei der Dunkeladaptation keine wesentliche Rolle.

Bei jeder Planung sind also die Folgen aus der Verringerung des räumlichen und zeitlichen Auflösungsvermögens, der Verlust des Farbsehens, der Aufhebung der Kontrastverstärkung und die Farbverschiebung der Empfindlichkeit des Auges nach Blaugrün (Wellenlänge $\lambda=500$ nm) für den Einzelfall zu berücksichtigen.

Durch die unterschiedliche spektrale Empfindlichkeitsverteilung von Stäbchen (Schwarz-weiß-Sehen) und Zapfen (Farbsehen), werden Farben nachts anders empfunden. Rotes Licht ($\lambda>600$ nm) stört beim dunkel adaptierten Auge kaum die Adaption der Stäbchen, während blaues Licht ($\lambda<480$ nm) wesentlich störender ist. Das bedeutet, dass zum Erhalt der Dunkeladaptation helleres rotes Licht tolerierbar ist, während die Intensitäten des blauen Lichtes wesentlich geringer sein sollten.

Auf folgende oft auftretende Phänomene ist hinzuweisen:

Blendung

Durch kurzzeitige Blendung wird binnen Sekunden die erreichte Dunkeladaptation auf jeder Stufe aufgehoben, und es dauert Minuten, bis das Auge sich nach einer Blendung wieder an die Dunkelheit anpassen kann. Man unterscheidet verschiedene Arten von Blendung (s. Anhang 1).

Farbwahrnehmung

Farbe erleichtert die Differenzierung und Wahrnehmbarkeit. Farbwirkungen werden durch unterschiedliche Faktoren bestimmt. Obwohl das Sehen einer Farbe ein objektiver Vorgang ist, sind mit Farben Emotionen freundliche oder feindliche Assoziationen verbunden, deren vielfältige Ursprünge in individuell ererbten oder erworbenen Faktoren, in kulturellen Prägungen, in zivilisatorischen Effekten (Werbung), in psychischen Normabweichungen usw. zu finden sind. Dies sollte eine Rolle auch bei "angstarm" zu gestaltenden Räumen spielen.

Bei Freiraumgestaltung sollte ferner darüber nachgedacht werden, ob der Raum für sehbehinderte Menschen von Bedeutung ist. Vor allem in der Umgebung von Krankenhäusern, Altenheimen und ähnlichen Einrichtungen sind die Belange dieser Gruppen entsprechend zu berücksichtigen.

Schlussfolgerung

Aus den physiologischen und psychologischen Gegebenheiten lassen sich keine eindeutigen auf den Einzelfall zu beziehenden Richtlinien ablesen. Wichtig ist die Feststellung, dass sich alle Beleuchtungsräume bezogen auf die Helligkeit im unteren Helligkeitsbereich des Farbsehens abspielen, d. h. die Dunkeladaptation des Auges hat noch nicht die Abschaltung des Farbsinnes (Schwarz-weiß-Sehen) erreicht. Dennoch sind mögliche Blendeffekte wegen der Langsamkeit der Dunkeladaptation bei der Planung vorrangig zu berücksichtigen.

Voraussetzung ist die Differenzierung von Beleuchtungskonzepten nach vier Gesichtspunkten:

- **Funktionalität**
(Menschen muss der Sinn der beleuchteten Räume oder Flächen unmittelbar ein „leuchten“);
- **Authentizität**
(Menschen sollte sich das Konzept einer Ausleuchtung unmittelbar erschließen. Verfremdungen sind nur da angebracht, wo Seherlebnisse als objektspezifisch oder interessant empfunden werden sollen; Erlebnisse müssen in diesem Sinne einen „Gebrauchswert“ haben);
- **Deutbarkeit der Raumstrukturen**
(Menschen sollten die beleuchteten Räume – wie im Hellen – leicht verstehen können; daher ist besonders bei Beleuchtung von Außenräumen die Großzügigkeit oder Großräumigkeit der Beleuchtung wichtiger als die Helligkeit. Die Beleuchtung sollte strukturieren, Orientierungen setzen, führen und keine uneinsehbare Dunkelzonen beinhalten);
- **Rücksicht auf krankheitsbedingte Seh- und Verstehensbehinderungen** (Augenerkrankungen; Demenz).

Medizinische Aspekte des Lichtes

Wie bei allen anderen Lebewesen werden auch beim Menschen die Lebensprozesse nicht unwesentlich durch Licht bzw. den Tag-Nacht-Wechsel gesteuert. Das Leben hat sich in Jahrtausenden an die stabilen Tages- und Jahreswechsel angepasst.

Diese langdauernden stabilen Wechsel von Helligkeit und Dunkelheit werden von wetterbedingten Schwankungen überlagert.

In der Netzhaut befinden sich neben den Stäbchen- und Zapfenzellen zur Lichtwahrnehmung circadiane Photorezeptoren („Innere Uhr“), die den Wechsel von Dunkelheit und Licht wahrnehmen und damit die Periodik der Lebensvorgänge, vor allem der Schlaf- und Wachphasen steuern.

Das Timing-System hat sich an beide Komponenten angepasst. Es reagiert wesentlich langsamer auf Licht als das visuelle System, hat bedeutend höhere Schwellenwerte und reagiert vor allem auf kurzweiliges Licht, wie es von modernen Leuchten in hoher Intensität ausgestrahlt wird.

So kann die dauernde, nicht dem Tagesrhythmus (circadianer Rhythmus) angepasste Verwendung von Licht zu langfristigen Gesundheitsstörungen führen. „Die Wirkungen sind ähnlich zwiespältig wie der übermäßige Gebrauch von Aufputzmitteln und können zu Störungen der vegetativen Regulation, der Leistungsbereitschaft und des Schlafes führen“ (EHRENSTEIN, 2002).

Am bekanntesten und besten untersucht ist wohl der Einfluss des Lichtes auf Schlafdauer, Schlafintensität und die verschiedenen Phasen des Schlafs. Dauerhaft gestörter Schlaf kann zu schweren gesundheitlichen Schäden führen.

Besondere Beachtung sollte dabei die Beleuchtungsstärke des Vollmondes finden, da dieser bereits von vielen Menschen im Schlafraum als störend empfunden wird. Dazu kommt die Tatsache, dass der klare, d. h. dunst- und wolkenfreie Stadthimmel einer sehr hellen Stadt eine sehr viel höhere Beleuchtungsstärke erreicht. Während in „dunklen“ Regionen Wolken zu einer weiteren Verdunklung führen, sorgen sie durch Reflexion und Streuung in hellen Regionen für eine starke Aufhellung, sodass unter diesen Bedingungen die Beleuchtungsstärke durch den diffusen Himmel deutlich über Vollmondverhältnisse steigen kann.

Verwendung von Licht im Außen- und Innenbereich muss vor allen anderen Aspekten die Gesundheit des Menschen berücksichtigen und dem Einzelnen Gelegenheit geben, den Tag-Nacht-Wechsel erfahren zu können.