

Kanton Tessin Landwirtschaftsdepartement Abteilung Umwelt

Richtlinien für die Vermeidung von Lichtverschmutzung

Abteilung für Luft, Wasser und Boden
November 2007

Verfasser

Angelo Bernasconi, SUPSI-DACD-ISAAC
Piero Conconi, SUPSI-DACD
Massimo Mobiglia, SUPSI-DACD-ISAAC
Luca Morici, SUPSI-DA_LCV
Antonella Realini, SUPSI-DACD-ISAAC

Kantonale Begleitgruppe

Giovanni Bernasconi, Abteilung für Luft, Wasser und Boden
Alesandro Da Rold, Abteilung für Luft, Wasser und Boden
Stefano, Dark-Sky Switzerland und SAT
Vinicio Malfanti, Allgemeine Dienste
Roberto Mossi, Abteilung für die Landschaftsentwicklung

Ergänzungsbericht zur den Richtlinien für die Vermeidung von Lichtverschmutzung

Inhaltsverzeichnis

1. Lichtverschmutzung

- Vorwort
- Begriffsbestimmung
- Auswirkungen
 - auf Kultur und Umwelt
 - auf den Menschen
 - auf die Flora und die Fauna
 -

2. Richtlinien

- Zweck und juristische Gültigkeit
- Grundsätze
- Gesetzliche Grundsätze
- Empfehlungen und Vorschriften
- Anwendungsgebiete
- Konflikte mit anderen Aktivitäten
- Begründung für neue Beleuchtungsanlagen
- Technische Massnahmen
 - Beleuchtungsart
 - Orientierung und Positionierung des Lichts
- Massnahmen
 - Zeitbeschränkungen
 - Wartung und Unterhalt der Strassenbeleuchtungen
- Planungsmassnahmen in den Gemeinden

Anpassung/Angleichung der Bauordnung oder des Gemeindegesetzes
Beleuchtungsplan
Kompetenzen
Schlussbestimmungen

3. Glossar

4. Bibliographie und nützliche Links

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zu den Richtlinien zur Vermeidung von Lichtverschmutzung und zusätzlich eine Hilfe diese besser zu verstehen.

Der Bericht besteht aus einem Einleitungsteil zur Einführung in das Thema und einem Erklärungsteil der Gründe, weshalb es notwendig ist einzugreifen um Lichtemissionen einzuschränken. Dabei werden die schädlichen Auswirkungen beschrieben, ohne dabei die Wichtigkeit und Notwendigkeit der Beleuchtung zu unterschätzen. Im weiteren werden im Dokument die Begriffe, die in den Richtlinien erwähnt sind, erklärt und erweitert. Insbesondere werden die technischen und Verwaltungsmassnahmen mit Informationen und praktischen Beispielen erklärt. Das letzte Kapitel besteht aus einem Glossar mit technische Begriffe, die in diesem Dokument enthalten sind, und eine Bibliographie die nützlich für diejenigen sind, die das Thema vertieft bearbeiten möchten.

1. Lichtverschmutzung

Vorwort

Seit jeher begleitet und führt das natürliche Licht die Menschheit damit sie die Zeit und die Jahreszeiten wahrnehmen. Im Laufe des Tages verändert sich das Licht und zeigt wie die Zeit vergeht: das Morgengrauen bestimmt den Tagesanfang, mittags bestimmt das Licht der Höhepunkt des Tages und die Abenddämmerung kündigt den Abend an. Ausserdem verändert das Licht die Farben und deshalb auch die Landschaft. Tatsächlich gibt es kein Licht ohne Schatten. Ohne Kontraste und die geheimisvolle Dunkelheit könnte das Licht seine vollumfängliche Bedeutung nicht zum Ausdruck bringen. Auch die Dunkelheit hat deshalb eine grosse Bedeutung. Die Nacht erweckt gegensätzliche Gefühle: Ort von Angst und Träumen, Ausdruck von Gewalt oder Freiheit, Zeit sich auszuruhen oder Zeit für Begegnungen und Feste.

Anders als das natürliche Licht, ist das künstliche Licht eine technische Eroberung die Auswirkungen hat auf das öffentliche und private Leben, den Handel, die Mobilität, die Sicherheit, die Wahrnehmung von Objekten, der Umgebung, den Geschmack, die Umweltressourcen und die Tiere.

In den letzten Jahren haben Lichtemissionen sehr stark zugenommen. Bereits vor Einsetzen der Abenddämmerung erleuchten die Städte wie am Tag und Tausende von Lichtern beeinträchtigen die natürliche Landschaft und den Sternenhimmel. Wie andere Immissionen kann die künstliche Beleuchtung schädliche Auswirkungen haben auf den Menschen und die Umwelt. Die künstliche Beleuchtung muss sich in Bezug auf den Menschen und die Umwelt in einem erträglichen Einklang befinden, damit es als Bestandteil der Landschaft und aller Lebensformen bezeichnet werden kann.

Begriffsbestimmung

Wenn Licht, ausserhalb von notwendig beleuchteten Zonen der Landschaft eingesetzt wird und damit das natürliche Licht der nächtlichen Landschaft verändert wird, erzeugt man Lichtverschmutzung.

In anderen Worten, besteht die Lichtverschmutzung dort wo künstliche Beleuchtung ausserhalb der Zonen und Gegenstände strahlt. Insbesondere die Strahlungen die auf die umliegende Landschaft gerichtet sind und in der Atmosphäre das Licht ausbreiten.

Auch wenn das Thema erst seit kurzem von öffentlichem Interesse ist, ist Lichtverschmutzung einfach zu identifizieren. Wer hat noch nie in der Nacht ein Lichtschein gesehen, welcher zur Farbe orange neigt und von weitem sichtbar ist und damit eine urbanisierte Zone ankündigt? Je grösser diese Zone ist, desto verbreiteter und wahrnehmbarer ist der Lichtstrahl.

Zweckbestimmung

Zweck der Richtlinien für die Vermeidung von Lichtverschmutzung ist es:

- die Lichtverschmutzung zu vermindern
- den Energie Verbrauch zu verringern und zu optimieren
- die externen Beleuchtungen und die Emissionen von Lichtstrahlung nach oben zu beschränken
- das oekologische Gleichgewicht innerhalb und ausserhalb der natürlich geschützten Orte zu bewahren
- astronomische, astrophysische und wissenschaftliche Beobachtungsstationen von nationalem und regionalem Interesse vor Lichtverschmutzung zu schützen

Die Richtlinien bezwecken, dass in Zukunft Beleuchtungsanlagen eine Ergänzung sind und mit dem natürlichen Licht in Einklang stehen. Dazu sollte das beste Beleuchtungssystem eingesetzt werden, mit der Möglichkeit der Regelung und Optimierung der Lichtstrahlen. Eine gute Beleuchtungsanlage beleuchtet nicht nur gut, sondern verbraucht weniger Energie und beachtet damit in höherem Masse auf die Umwelt.

Innerhalb urbaner Zonen wo die Beleuchtung sehr stark ist, sind auch Zonen die nicht beleuchtet werden sollten, wie zum Beispiel Parkanlagen, nie ganz im Dunkeln. Das Licht sollte nach den realen Bedürfnissen quantifiziert und zielgerichtet eingesetzt werden. Immer öfters werden Elemente nicht berücksichtigt, die als Grundlage dienen für ein Projekt einer Anlage wie zum Beispiel für bestehende Anlagen, die Art von Bodenbelägen oder reflektierende Flächen von Fassaden umliegender Gebäude.

Es wäre ausserdem wichtig Beschilderungssysteme zu fördern die nicht unbedingt an elektrische Energie angeschlossen sind; sondern senkrechte und waagrechte Beschilderungen einzusetzen die das Licht von anderen Lichtquellen benutzen, als auch existierende Anlagen mit einer regelmässigen Wartung zu pflegen und diese Anlagen von Hindernissen zu befreien die den optimalen Betrieb behindern.

Eine Beurteilung der effektiven Notwendigkeit einer Beleuchtung ist wichtig, um Systeme vorzuschlagen die das Licht anpassen/reduzieren oder während verschiedenen Nachtzeiten ausschalten. Oder es sind Systeme vorzusehen die nur im Moment einer Bewegung aktiviert werden (Bewegungsmelder).

Gleichzeitig ist zu einem Konzept überzugehen von „Erträglichkeit des Lichts“, damit Licht auf eine zielgerechte Art den heutigen Anforderungen entspricht ohne die Lösungen der künftigen Generationen für ihre Bedürfnisse zu gefährden.

Einer der wichtigsten Aufgaben des Lichtplaners wird die Gewährleistung sein eine nächtliche Landschaft zu planen, die folgende grundlegende Punkte beachtet:

- Einsatz vorhandener Lichtquellen und eventueller Veränderung derselben.
- Energiesparen, durch die Verringerung der Beleuchtungsstärke und –dauer.
- Benutzung von wiederverwendbaren Energien oder Quellen mit geringen Kosten
- Tier- und Pflanzenwelt
- Beschränkung der Lichtverschmutzung mit Hilfe von Plänen, die Orte bestimmt die zu beleuchten sind und dunkle Zonen aufwertet.

Was die Beleuchtungssysteme betrifft, wäre eine dauernde Einschätzung der Auswirkung auf den nächtlichen Himmel wünschenswert um schädliche und unerwünschte Effekte zu verhindern, ohne jedoch das Projekt oder die Idee in Frage zu stellen.

Auswirkungen

Konsequenzen für Kultur und Umwelt

In allen Zivilisationen hat die Nacht eine sehr wichtige symbolische und kulturelle Bedeutung. Der Moment der nächtlichen biologischen Uhr abzuerkennen wäre als ob man dem Menschen einen Bestandteil seiner Entwicklung und kulturellen Bildung vorenthält.

Die Vermehrung des Lichts ist ausserdem mit dem Verlust der Sichtbarkeit des Sternenhimmels verbunden. Somit wird die Wahrnehmung und Beobachtung des Universums behindert, das einen wichtigen Bestandteil unserer humanistischen und wissenschaftlichen Kultur ist.

In den letzten fünfzig Jahren wurde die Beleuchtung der wichtigste Faktor der Veränderung der nächtlichen Landschaft. Heute kann man von einer veränderten nächtlichen Landschaft sprechen; es ist das Ergebnis und die Summe der verschiedenen privaten, kommerziellen, und Freizeitbeleuchtungen. Gleichzeitig kann man eine inszenierte Landschaft beobachten, die vom Wille bestärkt ist, historische Denkstätten, wertvolle Gebäude etc. aufzuwerten. Mit anderen Worten können die menschlichen Aktivitäten eine gegebene nächtliche Landschaft bestimmen, diese aufwerten oder verändern.

Zu erwähnen ist ausserdem, dass wenn man von Landschaft im allgemeinen spricht die nächtliche Landschaft selten in Erwähnung gezogen wird. Auch für die nächtliche Landschaft müssen die Prinzipien einer erträglichen Entwicklung, die für die Landschaft im allgemeinen gelten, angewendet werden. Insbesondere muss betont werden, dass das in die Atmosphäre und ins All ausgestrahlte Licht unbenutzt bleibt: man schätzt dass 40% der künstlichen Beleuchtung verschwendet wird. Lichtemissionen zu reduzieren heisst weniger Energie verbrauchen und Kosten verringern. Zudem ist Energieverschwendung auch ein Grund für andere schädliche Effekte der Umwelt.

Konsequenzen für den Menschen

Das natürliche Licht und somit auch die Dunkelheit sind grundlegend für das Leben der Menschen, die Tiere sowie auch für die Photosynthese der Vegetation. Das künstliche Licht kann positive Auswirkungen auf das menschliche Verhalten und die biologische Uhr haben, wenn dieses schlecht angewendet wird, können die gegensätzlichen Auswirkungen gesundheitliche Schäden verursachen.

Diesbezüglich sollte man an das Leben in intensiv beleuchteten Städte denken, wo es bewiesen ist, dass die nächtlichen Ruhestunden im Gegensatz zu früher kürzer wurden. Ausserdem kann sich Lichtverschmutzung u.a. auf die Bevölkerung wie folgt auswirken:

- Blendung und Ablenkung der Verkehrsteilnehmer, welche zu Verkehrsunfälle führen können
- Belästigung durch intensives Licht
- Kurzsichtigkeit bei Kindern

Auswirkungen auf die Flora und die Fauna

Eine grosse Anzahl von Tierarten ist sehr sensibel auf künstliches Licht. Viele sind nachtaktiv (z.B. Fledermäuse, Kauze, Nagetiere und Spinnen). Das künstliche Licht kann ihr nächtliches Verhalten und ihre Orientierung negativ beeinflussen. Andere leben bei Tag und das künstliche kann ihre nächtliche Ruhe stören oder sie sterben weil sie vom Licht angezogen werden (z.B. Nachtschmetterlinge, Stechmücken).

Das künstliche Licht, das sehr durchdringend und nicht beschränkt ist, stört die Fauna. Zum Beispiel die Beleuchtung von Autobahnen und Strassen die die Migration der Vögel stören oder die Beleuchtung von Borden, Mauern und Wänden die die Vögel behindern beim Nestbau.

Milliarden von Vögeln fliegen jedes Jahr von Europa nach Afrika und benötigen dazu während der Nacht zu ihrer Orientierung das Sternenlicht. Insbesondere bei schlechten Sichtverhältnissen werden diese von einzelnen Lichtquellen angezogen und von ihrer Flugroute abgebracht. Somit wird die Distanz zu ihrem Ziel auf gefährliche Weise verlängert.

Die grossen nächtlichen Säugetiere vermeiden grundsätzlich Orte die mit künstlichem Licht beleuchtet werden, deshalb wird ihr Jagdrevier immer kleiner und das Angebot an Nahrung geringer. Auch der Fall der Blätter im Herbst ist von der Dauer der Nacht abhängig. In den Städten stört die nächtliche Beleuchtung diesen Prozess und die Blätter bleiben länger an den Ästen. Der eindeutigste Beweis für die Verspätung des Blätterfalls und das Weiterbestehen der Blätter bis zu den ersten Tagen des Winters, kann man in der Nähe von Lichtquellen finden.

2. Richtlinien

Zweck und juristische Gültigkeit

Die Richtlinien sind in erster Linie für die Gemeinden bestimmt um Konzepte zu erstellen und zur Unterstützung im Bereich eines korrekten Einsatzes der lokalen Beleuchtung zu geben. Die Richtlinien gelten nicht als Gesetz, sind allerdings ein Dokument, das Konzepte und Prinzipien enthält, die bei Anwendung dem Bundesgesetz entsprechen.

Grundsätze

Die Richtlinien wollen nützliche Begriffe bestimmen zur Verwirklichung eines externen Beleuchtungssystems, das Lichtverschmutzung vermeidet und deshalb auch die Umwelt, die Landschaft und die Gesundheit der Bevölkerung und Tiere schützen.

Gleichzeitig empfehlen die Richtlinien wirkungsvolle Beleuchtungssysteme, um die Beleuchtung auf ein einziges Objekt zu richten und dazu energiesparend sind.

Rechtsmittel

Lichtemissionen werden nicht durch ein spezifisches Gesetz bestimmt und/oder reguliert. Was die Bestimmung der Lichtverschmutzung betrifft, ist das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) ein wichtiger Anhaltspunkt. Es bestimmt die Prinzipien und die Art der Verringerung der verschmutzenden Last durch Strahlen, dazu gehört das Licht.

Präzise Anhaltspunkte die die künstliche Beleuchtung betreffen sind in anderen Gesetze enthalten.

Da es Gesetze sind, die auch andere Bereiche betreffen und deshalb einen anderen Zweck haben, die in gewissen Fällen gegensätzlich zum Thema der Lichtemissionen stehen, wollen die vorgeschlagenen Prinzipien der Richtlinien einen Bezug herstellen, ein Leitfadens durch die verschiedenen Szenarien im Bereich der externen Beleuchtung führt.

Empfehlungen und Vorschriften

Die „Empfehlungen für die Vermeidung von Lichtemissionen“ die vom Bundesamt für die Umwelt (BAFU) herausgegeben wurde, stützen sich auf die Artikel 25a des Gesetzes über der Natur- und Landschaftsschutz (NHG) und Artikel 6 des Gesetzes über den Umweltschutz (USG). Diese empfehlen konkrete Massnahmen, die den Bedürfnissen der Beleuchtung gerecht werden und schädigenden Lichtemissionen vorbeugen.

Die Schweizerische Licht Gesellschaft SLG hat Richtlinien für die öffentliche Strassenbeleuchtung, die Beleuchtung verschiedenster Sportanlagen herausgegeben, zur Messung der fotometrischen Eigenschaften der Beleuchtungsschilder und die Bewertung des Einflusses der Verkehrsbeleuchtungsanlagen.

Das Thema der Beleuchtung ist auch auf internationaler Ebene (CIE, CEN, UNI) in zahlreichen Normen und Vorschriften enthalten. Die Norm UNI 10819 „Licht und Beleuchtung – externe Beleuchtungsanlagen - Erfordernisse für die Begrenzung der Lichtstrahlungsdispersion nach oben“ - herausgegeben im Jahr 1999 – behandelt das Thema der Lichtemissionen sehr detailliert.

Anlagenbegriffsbestimmung

Eine der wichtigsten Grundlagen auf die sich die Richtlinien stützen ist der Schutz der Landschaft dessen Wahrung durch das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) bestimmt wurde.

Wenn man bedenkt dass externe Beleuchtungsanlagen hauptsächlich befestigte Installationen sind entsprechen diese der Begriffsbestimmung von Anlagen die im USG festgehalten wurde, Artikel 7, Absatz 7:

Als Anlage versteht man Konstruktionen, Verkehrswege, andere feste Installationen und Veränderungen des Bodens. Gleichgestellt sind Werkzeuge, Autos, Fahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge.

Für die Bewertung der Lichtemissionen gelten deshalb die gleichen Prinzipien wie im oben erwähnten Gesetz.

Anwendungsgebiet

Die Richtlinien sind bei verschiedenen Arten von Beleuchtungsanlagen anwendbar, je nach Funktion ihrer Einsatzes.

Die in den Richtlinien dargestellten Prinzipien sind gültig für private als auch für öffentliche Anlagen für neue und bereits existierende Anlagen, falls eine Sanierung vorgesehen ist. Besonders aufmerksam sollte der Unterhalt und die Wartung der öffentlichen Beleuchtung sein, die Wichtigkeit berücksichtigend des sozialem Umfeldes als auch aus Sicht der Umwelt.

Konflikte mit anderen Aktivitäten

Nächtliche, übermässige Beleuchtung kann für verschiedene Aktivitäten problematisch werden.

Die Benutzung von drehenden oder festen Lichtstrahlen die aufwärts in den Himmel gerichtet sind, können zum Beispiel eine Gefahr für die Luftsicherheit sein. In Küstenorten kann die Beleuchtung der Küste eine Rückstrahlung auf das Wasser erzeugen, was täuschende Effekte für die Seefahrt ergeben kann.

Uebertriebenes künstliches Licht, das zur Anlockung der Touristen eingesetzt wird, kann einen gegensätzlichen Effekt haben und die Anziehungskraft und Attraktivität des Ortes reduzieren.

Diese und andere Aktivitäten die künstliches Licht in der Nacht benötigen werden somit Quellen von Lichtverschmutzung.

Eine Aktivität die eine vollständige Abwesenheit des künstlichen Licht, das nach oben gerichtet ist verlangt, betrifft ist die Astronomie. Für die Beobachtungsstationen ist es immer schwieriger den nächtlichen Himmel zu bewundern und erforschen; die Beobachtung von Sternen mit geringer Lumineszenz ist heute bereits unmöglich. Aus diesem Grund betonen die Richtlinien die Wichtigkeit von zu schützenden Orten, die sich in der Nähe von astronomischen und astrophysischen Beobachtungsstationen befinden, welche wissenschaftliche Forschung betreiben.

Begründung für neuen Anlagen

Die Richtlinien sollen zum Nachdenken anregen. Dies soll vor der Realisierung einer Anlage von einer gewissen Bedeutung stattfinden und dazu beitragen, die steigende Tendenz des übermässigen Beleuchtungsgebrauchs zu reduzieren.

Für die Einschätzung der Bedeutung der Anlage können verschiedene Kriterien in Betracht genommen werden wie:

- die Dauer der Installation (unbeschränkte oder beschränkte Zeit, Zusammenhang mit einer Veranstaltung, Baustellen, etc.)
- örtliche Wohnlage (Wohnquartiere, Industriequartiere, Erholungszonen, etc.)
- Bestehen von anderen Anlagen (Einschätzung der gegebenen Situation und der Auswirkung nicht der einzelnen Installation)
- Ausdehnung und Stärke der Anlage

Eine Anlage ist als bedeutend zu betrachten wenn diese von einem der obengenannten Aspekte stark beeinflusst wird.

In diesen Fällen oder wenn sich die Anlage ausserhalb von bebauten Zonen befindet schreiben die Richtlinien vor, dass der Betreiber eine Analyse durchführt, welche die Notwendigkeit der Beleuchtung abhängig vom Gebrauch nachweist. Dazu müssen die Auswirkungen auf das soziale Umfeld, die Umwelt und die Landschaft einbezogen werden, auch im Zusammenhang mit der Anwesenheit von anderen Aktivitäten die von den Auswirkungen betroffen sein könnten.

Diese Erfordernisse sind im kantonalen Baugesetz des 9. Dezember 1992 – Artikel 6, Absatz 1, neue Chiffre 12 - enthalten, das die Einreichung einer Baubewilligung vorschreibt.

Für historische Gebäude – die wegen ihrem öffentlichen Wert anerkannt sind und spezifischen Vorschriften unterliegen (Bundesamt für Kultur, BAK) – ist eine Untersuchung der Auswirkungen der Beleuchtung notwendig für das Umfeld, in welches sich die Beleuchtung einfügen wird. Die Anlage muss nicht nur die Ästhetik des Denkmals mit einer qualitativ guten Beleuchtung aufwerten sondern sich auch harmonisch in der Landschaft einfügen. Wegen der Besonderheit des Umfeldes sollte für die Planung einer Beleuchtung von historischen Denkmälern ein Spezialist auf diesem Gebiet beigezogen werden.

Technische Massnahmen

Als Anlagen die keine Lichtverschmutzung verursachen und geringen Energieverbrauch aufweisen, sind nur die Anlagen zu betrachten welche die Lichtstrahlen von oben nach unten richten, eine Abschirmung haben und die auf die Lumineszenz der beleuchteten Fläche achten. Diese müssen mit Leuchten mit der höchstmöglichen Kapazität, in Verbindung mit dem neuesten Stand der Technologie ausgerüstet, mit geeigneten Vorrichtungen versehen sein, die die Lichtemission der Anlage um mindestens 30% des gesamten Betriebes reduzieren. Die Reduktion muss realisiert werden sofern diese die Sicherheit der beleuchteten Fläche nicht beeinträchtigt.

Beleuchtungsart

Die Emissionsstärke muss angepasst werden damit eine ordnungsgemässe Beleuchtung erzielt werden kann. Auch wenn die Anlage gut abgeschirmt ist, diese aber zu stark strahlt, besteht die Gefahr dass das Licht unnötigerweise reflektiert wird.

Die Lumineszenz ist ein grundlegender Faktor bei der Planung einer Beleuchtungsanlage, insbesondere im Strassenbereich. Wegen einer zu starken Lumineszenz oder dem ausgeprägten Unterschied der Lumineszenz, entsteht Blendung. Die Kontraste der Lumineszenz sind von grosser Wichtigkeit für die Sichtwahrnehmung, denn ohne Kontraste würde man nichts sehen. Die Schwierigkeit besteht darin, das richtige Mass zu erreichen. Es ist wichtig dass die mittlere Lumineszenz, die gebraucht wird für die Beleuchtung von Flächen, nicht den Mindestwert überschreitet, die in den technischen Sicherheitsnormen vorgesehen sind.

Zu diesem Zweck ist es notwendig dass:

- eine genaue Berechnung der Lumineszenz vorzunehmen ist in Bezug auf Art und Farbe der zu beleuchtenden Fläche.
- Beleuchtungen zu benützen, die mit gleicher Lumineszenz, die reduzierte elektrische Stärke und optimale Verhältnisse der Lichtpunkte ergeben;
- Auf allen beleuchteten Oberflächen gleichartige Lichtwerte erzielt werden, nicht höher als 1 cd/m². Teilaufhebungen dieses Grundgesetzes sollen nur bei Sicherheitsnotwendigkeit erteilt werden.
- Schilder, die eine eigene Beleuchtung haben, muss unter 4500 Lumen gehalten werden¹
- Für Sportanlagen müssen verschiedene Beleuchtungsintensitätsstufen vorgesehen Werden, die je nach Gebrauch der Anlage angewendet werden können (Training, Wettkampf, Fernsehaufnahmen)

Die Wirksamkeit der Lampen stellt ein wichtiger Aspekt dar in Bezug auf Lichtemissionen und Energieeinsparung. Beleuchtungen die der neusten Technologie entsprechen und eine hohe Leistungsfähigkeit der Lumineszenz haben sind zu bevorzugen, je nach Verwendungsart (Strassen, Denkmale, Sportanlage, etc.). Bei gleicher Lumineszenz sind Geräte mit geringerer Stärke vorzuziehen.

¹ auf europäischer Ebene: Gesetz der Lombardei nr. 17 vom 27/03/2000.

Die Verwendung von Beleuchtungen mit hoher chromatischer Leistung ($R_a > 65$) ist zu beschränken auf die Fälle, wo es unentbehrlich ist dass die Farben hervorgehoben werden (zum Beispiel bei historischen Denkmälern oder Gebäuden die einen nachweisbaren kulturellen Wert haben). Beleuchtungen die eine maximale Wirksamkeit und eine minimale Stärke aufweisen sind zu bevorzugen.

Die Tabelle zeigt, um einen Vergleich zu machen, die Eigenschaften der Effizienz der verschiedenen Beleuchtungsarten.

Beleuchtungsart	Effizienz (Lumen/Watt)	durchschnittliche Lebensdauer (Stunden)
Glühend	8-25	1000-2000
Mercur Dämpfe	13-48	12000-24000
Halogen Metalle	60-100	10000-15000
Fluoreszierend	60-100	10000-24000
Sodium hoher Druck	45-180	12000-24000
Sodium niedriger Druck	80-180	10000-18000

Vergleichstabelle herkömmlicher Beleuchtungsarten (Quelle: International Dark-sky Association – 1999)

Zur Information werden Beleuchtungsarten für verschiedene Beleuchtungszwecke aufgelistet; diese beziehen sich auf die heutigen technischen Stand:

- Strassen: Natrium mit hohem oder niedrigem Druck
- Fussgängerzone: Natrium mit hohem Druck und, in gewissen spezifischen Fällen, Halogen mit hoher Effizienz
- Sportanlagen: Halogen (nur in den Fällen wo eine hohe chromatische Leistung unentbehrlich ist)
- Parkanlagen, Velostrassen und Wohngebiete: Fluoreszenz, Natrium mit hohem Druck und nur in spezifischen Fällen Halogen mit hoher Effizienz
- Denkmäler und Gebäude mit historischem und künstlerischem Wert: Natrium mit hohem Druck und Halogen.

Lichtorientierung und Position

Die Beleuchtungsapparate müssen in ihrer Installationsposition von oben nach unten beleuchten um Lichtemissionen oberhalb des Horizontes zu vermeiden. Eine Untersuchung der Lichtkurve ist zu diesem Zweck notwendig um eventuelle Neigungen der Installation zu berücksichtigen. Insbesondere die maximale Lichtintensität bei einem mehr als 90°-Winkel müssen zwischen 0 und 0,49 cd (candel) für 1'000 Lumen des gesamten Lichtstrahls entsprechen.²

Bei historischen Objekten sind Apparate vorzuziehen, die unterhalb den Dachtraufe befestigt werden können.

Für historische Denkmäler sind Beleuchtungen die von oben nach unten strahlen zu benutzen. Wenn dies nicht möglich ist und wenn es sich um ein spezielles Objekt von nachweisbarem architektonischem Wert von kantonalem Interesse handelt, müssen sich die Lichtstrahle mindestens einen halben Meter unterhalb der obersten Kante der Fläche die zu beleuchten ist befinden. Eine partielle, totale Ausschaltung oder die Reduktion der benutzen Stärke ist während gewissen Zeiten vorzusehen.

Bei Skipisten sind Beleuchtungseinrichtungen die Richtung Tal gerichtet sind am Rande der Piste zu planen und setzen. Dies ermöglicht die Kontraste der Schneefläche zu vergrössern und erlaubt die installierte Stärke einzuschränken. Bei diesen Anlagen ist grosse Aufmerksamkeit auf die Beschränkung der Lichtzerstreuung ausserhalb der Piste und auf die Lichtintensität selber zu richten damit die umliegende natürliche Umwelt geschützt wird, da Schnee sehr stark reflektiert.

² auf europäischer Ebene: Gesetz der Lombardei nr. 17 vom 27/03/2000

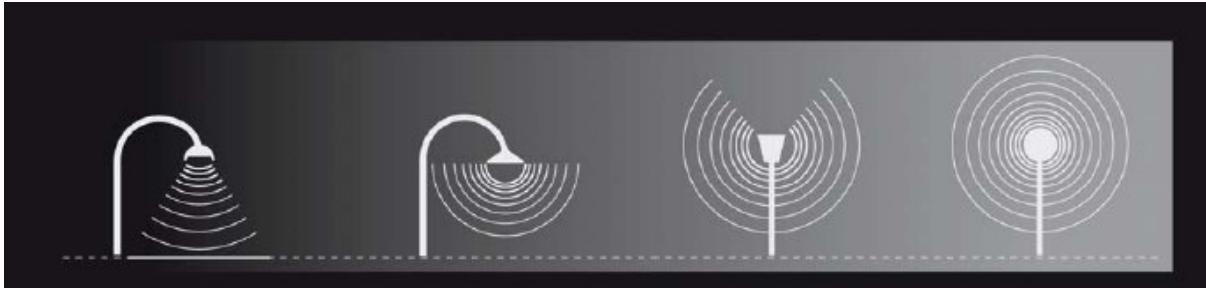
Abschirmung

Es ist äusserst wichtig dass Beleuchtungsanlagen entwickelt werden, die nur den betreffenden Gegenstand beleuchten und nicht die umliegende Zone. Es gilt insbesondere die Abstrahlung von direktem oder diffusem Licht oberhalb des Horizonts zu vermeiden. Zu diesem Zweck können angemessene Abschirmungssysteme sehr nützlich sein. Wenn diese schon bei der Planung vorgesehen werden können andere private oder öffentliche Lichtquellen die schon vorhanden sind, wie zu Beispiel Reklamen, Schaufenster etc. in das Beleuchtungskonzept integriert werden, damit die installierte Stärke bis zum Mindestmass reduziert werden kann.

Anlagen für externe Beleuchtungen, mit Ausnahme der Beleuchtung für den Strassenverkehr, dürfen keine Behinderung für die Autofahrer, das Wohnungsinnere und für natürliche Elemente in der Umgebung darstellen. Zu diesem Zweck muss jede Erscheinung von optischer Verschmutzung oder direkter Blendung innerhalb der Mindestwerte befinden, die in den schweizerischen und europäischen Technischen- und Sicherheits-Normen vorgesehen sind.

Abschirmungen können nützlich sein wenn Bäume vorhanden sind um zu verhindern dass die Strahlung der zu beleuchteten Fläche nicht von der Krone der Bäume abgefangen wird.

Normalerweise müssen die Leuchten und die eventuellen durchsichtigen Schutzelemente im oberen Teil Beleuchtungskörpers angebracht werden.



Sehr gut	Gut	Schlecht	Sehr schlecht
Die Benutzung von einer Abschirmung ermöglicht das Licht auf effektiver Weise dorthin zu lenken wo es benötigt wird. Man verhindert die Lichtstreuung gegen oben und die Energieverschwendung.	Die cut-off Lampen sind so gebaut dass oberhalb des Horizonts Lichtstrahlen verhindert werden. Da die Lampen sich nicht ausserhalb des Apparat befinden, wird Lichtstreuung verhindert .	Die Anlagen die nur teilweise abgeschirmt sind, verursachen eine Verstreuung des Lichts in die Umgebung und verschwenden Energie.	Ein klassisches Beispiel für eine schlechte Beleuchtung sind Lampen die das Licht auf 360° verbreiten. Diese verschmutzen und verschwenden Energie und Geld.

Massnahmen

Zeitbeschränkung

Eine wirksame Massnahme um Lichtemissionen als auch die Energieverschwendung zu reduzieren besteht darin, die künstliche Beleuchtung nur auf die wirklich notwendige Zeit zu beschränken.

Aus diesem Grund ist die Entscheidung eine Anlage nach einer gewissen Zeit vollständig auszuschalten eine Lösung mit der die besten Ergebnisse erzielt werden.

Ausserdem gibt es andere Lösungen die angewendet werden können:

- Leuchten benutzen welche die Verminderung der Spannung und dessen Stabilisierung erlauben, sodass der Verbrauch bis zu 30-40% verringert werden kann. Dadurch wird die Lebensdauer der Lampen beträchtlich verlängert und die Kosten für die Wartung reduziert.
- Beleuchtungen mit doppelter Stärke benutzen, die es ermöglichen alle angeschlossenen Lampen eingeschaltet zu halten, auf Befehl mit Zeit-Steuerung oder zu bestimmten Zeiten mit niedriger Stärke zu arbeiten (zum Beispiel von 150 bis 100 Watt). Falls dies nicht möglich sein sollte, eine Stärkereduktion einsetzen für schon existierende Anlagen, mit einer Abschaltung von 50% der Lichtstrahlen (alternierender Betrieb). Dies könnte jedoch die Gleichmässigkeit der Beleuchtung beeinflussen.
- Ein Sensor mit Infrarotstrahlen (oder ähnliches) die es ermöglichen dass das Licht, vom Sensor gesteuert, eingeschaltet wird, z.B. wenn jemand vorbei geht und dann für ein paar Minuten angeschaltet bleibt.

Unterhalt und Wartung von Strassenbeleuchtungsanlagen

Die Strassenbeleuchtung in der Schweiz bezieht sich auf die europäische Norm SN EN 13201, die aus vier Teilen besteht:

- SN TR 13201-1, Erster Teil; Auswahl der Beleuchtungsklassen
- SN EN 13201-2, Zweiter Teil; Leistungserfordernisse
- SN EN 13201-3, Dritter Teil; Berechnung der Leistung

- SN EN 13201-4, Vierter Teil; Verfahren zur Messung der photometrischen Leistungen

Der erste Teil ist als technischer Bericht und nicht als Norm herausgegeben worden; auf jeden Fall ist es unentbehrlich für eine korrekte Anwendung der Leistungserfordernisse der SN EN 13201-2 zu beachten.

Die SN EN 13201-2 enthält wichtige Informationen für die Planung von Strassenbeleuchtungsanlagen in städtischen und ausserstädtischen Umgebungen.

Auf nationaler Ebene, hat die Fachgruppe 51 „Wege, Strassen und Plätze“ der Schweizerischen Licht Gesellschaft die Vorschrift SLG 202:2005 „Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung“ ausgearbeitet, die ein Zusatz zur europäischer Norm darstellt.

Die oben erwähnten Dokumente enthalten keine Richtlinien bezüglich Vermeidung von Lichtemissionen.

Um für diese Lücke zu schliessen hat die Schweizerische Agentur für Energieeffizienz SAFE im Bereich der Sicherheit und Effizienz die Broschüre „ Strassenbeleuchtung – Ratschläge für die Gemeindebehörden und die Betreiber der Anlagen“ herausgegeben. Dieses Dokument zeigt einen interessanten Vergleich zwischen der Reduktion der Beleuchtung und der Verringerung der Verbrauchskosten.

Für eine korrekte Wartung der Strassenbeleuchtungssysteme ist es notwendig die geltende Normen in diesem Bereich, die Begriffe der Richtlinien und die Indikationen von SAFE zu respektieren, die nachstehend zusammengefasst sind:

- die Notwendigkeit der Beleuchtung festlegen
- die Befestigungsstrukturen optimieren
- Lichtschirme/Reflektoren mit hoher Lichtleistung verwenden
- Effizientere, elektronische Transformatoren einsetzen
- den Betrieb zeitlich beschränken oder die Lichtstärke reduzieren
- bestimmte Werte der Strassenbeleuchtung einhalten
- Erneuerbare Energie einsetzen

Bauordnung der Gemeinde

Die Bauordnung ist das Mittel welches die Bauaktivitäten innerhalb des Gemeindegebietes regelt. Um Lichtemissionen zu verhindern, ist es notwendig auch die Installation und die Verteilung der externen Beleuchtungsanlagen zu regeln. Auch wenn dies nicht rechtsgültig ist, stellen die Prinzipien und Angaben, die in den Richtlinien dargelegt wurden, ein Ausgangspunkt dar für alle Gemeinden, wenn die Bauordnung und/oder das Gemeindegesetz revidiert werden.

Beleuchtungsplan

Mit Unterstützung der Richtlinien können die Gemeinden optimale Beleuchtungspläne je nach Verwendung und für ihre lokale Verhältnisse ausarbeiten.

Der Beleuchtungsplan muss in erster Linie ein Mittel für eine ästhetische und architektonische Planung des Lichts in der Landschaft sein; es muss eine Rangordnung enthalten der Objekte, die zu beleuchten sind. Der Beleuchtungsplan muss folgende Aspekte beinhalten:

- Sicht der gegebenen Situation bestehender, externer Beleuchtungen, die eine korrekte Planung gewährleisten, was einzuleiten ist, auch was den Unterhalt und Wartung und die Sanierung betrifft.
- Regelung der neuen Anlagen sowohl aus ästhetischer als auch aus Sicht der bestmöglichen Einstellungen.

- Planung des Zeitrahmens der Art und Weise der Anpassung und des Unterhalts bestehender Anlagen.

Kompetenzen

Die Richtlinien zur Vermeidung von Lichtemissionen und der vorliegende Ergänzungsbericht sind verfasst worden um die Gemeinden mit Grundlagen auszustatten, das Thema der Lichtverschmutzung zu verstehen und Ansatzpunkte für Massnahmen zur Vermeidung von Lichtemissionen zu geben.

Die kantonalen Behörden übertragen den Gemeinden die Befugnis Vorschriften, die die Richtlinien unterstützen, zu verfassen, diese umzusetzen in dem sie sich auf die gegebene Gemeindestrukturen beziehen. Falls notwendig, können die Gemeinden einschränkendere Massnahmen vorschlagen.

Schlussanordnungen

Die Richtlinien ersetzen die Kantonalen- und Bundes-Normen im Bereich der Lichtverschmutzung nicht.

3. Glossar

Candela	Masseinheit der Lichtintensität (cd)
Kontrast	Einschätzung der verschiedenen Eigenschaften von zwei oder mehreren Teilen des Observationsfeldes, die zur gleicher Zeit und am gleichen Ort nebeneinander gestellt sind (Kontrast der Lumineszenz, der Durchsichtigkeit, der Farbe, der gleichen Zeit, nacheinander, etc.). Bei der Beleuchtung unterscheidet man zwischen positivem Kontrast (beleuchtetes Objekt auf dunklem Hintergrund) und negativer Kontrast (dunkles Objekt auf hellem Hintergrund).
Diffusion	Phänomen wodurch die Aufteilung eines Lichtstrahles verändert wird wenn es in verschiedene Richtungen durch eine Fläche oder ein Mittel abgeleitet wird.
Auswirkungen	Unter Auswirkungen versteht man das Ergebnis der Verschmutzung auf die Lebewesen und die Umwelt.
Lichteffizienz	Verhältnis zwischen dem Lichtstrahl und der benutzten Stärke einer Lampe. Dargestellt in Lumen per Watt (lm/W).
Lichtstrahl	Gesamtheit der Lichtstrahlen ausgestrahlt durch die selbe Quelle.
Lichtströmung	Die ausgestrahlte Energiemenge pro Zeiteinheit einer Lichtquelle (zum Beispiel eine Lampe oder eine reflektierende Fläche) die von Auge wahrgenommen wird, wird als Lichtströmung bezeichnet. Diese entsteht, wenn man die spektrale Stärke der Lichtquelle mit der spektralen Augensensibilität verbindet. Die Lichtströmung, die mit einer physiologischen Masseinheit von Lumen gemessen wird, wird mit dem Zeichen ϕ dargestellt.
Beleuchtung	Die Lichtmasse die eine Fläche empfängt, unabhängig von deren Art wird mit Lux dargestellt. Die mittlere Beleuchtung einer Fläche besteht aus dem Quotient zwischen dem Lichtstrahl und der Fläche selber. Diese misst die Dichte des Lichtstrahls der die Fläche beleuchtet.

Man spricht auch von einer punktförmigen Beleuchtung, eine Beleuchtung auf einen Punkt der Fläche, eine vertikale und horizontale Beleuchtung. Die Beleuchtung eines Projektors auf einen Punkt einer horizontalen Fläche, in der Richtung des Lichteinfalls, ist gleich der Lichtstärke in die Richtung dessen Punktes, geteilt durch das Quadrat der Distanz zwischen der punktförmigen Lichtquelle und dem Punkt selber. Die Beleuchtung auf einer Fläche verringert sich sehr schnell verringert und umgekehrt proportional im Quadrat der Distanz.

Die mittlere Beleuchtung ist ein wichtiger Einschätzungsfaktor einer Anlage, denn damit wird auf objektive Weise die Lichtatmosphäre eines Ortes quantifiziert (dunkel, schwach beleuchtet, sehr gut beleuchtet, zu stark dem Licht ausgesetzt) und es hilft die verschiedenen beleuchteten Objekte zu vergleichen. Für die Berechnung des mittleren Beleuchtungstand werden Luxmeter benutzt.

Zur Information: die punktförmige Beleuchtung auf eine bei Mondschein beleuchtete Fläche beträgt zirka 1-2 Lux, 120'000 Lux können erreicht werden bei Sonnenschein und 20'000 – 40'000 Lux an einem sehr bewölktem Herbsttag. Für öffentliche Beleuchtungen, stellt man normalerweise einen mittleren Beleuchtungstand von 25 bis 25 Lux auf den Strassen und 15 Lux auf Objekte fest.

- Beleuchtung** Bezeichnet das Mittel, das die Beleuchtung möglich macht. Es wird natürlich genannt wenn es das Licht der Sonne oder des Mondes betrifft, künstlich wenn künstliche Quellen benutzt werden. Man spricht von öffentlicher, städtischer, landschaftlicher und architektonischer Beleuchtung.
- Chromatischer Leistungsindex** Der Massstab geht von 0 bis 100. Die Masszahl 100 wird dem Sonnenlicht zugeschrieben. Eine erhöhte Masszahl (von 85 bis 95) erlaubt eine hervorragende Beleuchtung der Farben, die mit dem künstlichem Licht angestrahlt werden.
- Verschmutzung** Jede Veränderung der Landschaft durch die Anwesenheit von Substanzen, Lärm, Schwingungen und Strahlungen, die die „normalen“ Umstände verändern und somit eine Gefahr oder einen „direkten“ und „indirekten“ Schaden für die Gesundheit des Menschen darstellen. Veränderungen hervorgerufen durch Freizeitaktivitäten und/oder durch regelmässige Benutzung die die Landschaft gefährden, die biologischen Quellen, Ecosysteme der öffentlichen und privaten Güter verändern.
- Lichtstärke** Berechnet den ausgestossenen Lichtstrahl je nach Richtung der Strahlung. Die Lichtstärke entspricht dem Verhältnis zwischen dem Lichtstrahl der die Quelle verlässt und dem Winkel indem es sich verbreitet. Damit wird die Beleuchtung berechnet. Die physiologische Einheit ist die candela (cd).
- Lumen** Die physiologische Einheit des Lichtstrahles (lm)
- Lumineszenz** Bezeichnet das Verhältnis zwischen der Lichtintensität, die von einer Lichtquelle entsteht in Richtung der Betrachtung, und der Fläche der orthogonalen Projektion gegen die Richtung der Beobachtung.

Es berechnet den Eindruck des Auges des Beobachters der in die Richtung einer Lichtquelle oder einer Fläche blickt. Die Einschätzung der Blendung kann damit ermöglicht werden. Die Lumineszenz einer Fläche ist von deren

Beschaffenheit und der Bedingungen der Atmosphäre abhängig. Das Zeichen der Lumineszenz ist L und die Masseinheit ist die candela x Quadratmeter (cd/m^2). Die Lumineszenz ist der am häufigsten benutzte Massstab in der Beleuchtungstechnik, weil der Stand der Beleuchtung nicht von der Art der Fläche abhängig ist und daher keine Informationen über die Lichtquelle geben kann.

Lux	Masseinheit der Beleuchtung (lux)
Schatten	Dunkelheit die durch die Abfangung des Lichts durch einen lichtundurchlässigen Gegenstand entsteht.
Abschirmung	Bestandteil aus Metall der direkt vor der Lampe eines Scheinwerfers angebracht wird um sie zu verbergen.

Bibliografie und nützliche Links

- Empfehlungen für die Vermeidung von Lichtemissionen, Bundesamt für die Umwelt, Bern 2005;
- Gesetz der Region Lombardei n.17 des 27/03/00;
- Leitfaden über die kommunale Auslegung der Beleuchtungspläne für die Planung der Art der Anlagen, die in homogene Flächen aufgeteilt sind;
- VISUAL Ausführungsbestimmungen des Regionalen Gesetzes n.17/2000, CieloBuio 2002;
- Licht und Landschaft, Roger Narboni, Ed. Neue Techniken, Isbn 88-481-1589.6;
- Light Pollution: Responses and Remedies (Patrick Moore's Practical Astronomy Series), Bob Mizon, Springer-Verlag London Ltd, ISBN 978-1-85233-497-0;
- Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, Catherine Rich and Travis Longcore, Island Press, ISBN 1-55963-129-5;
- Lichtverschmutzung und Schutz des nächtlichen Himmels, Pierantonio Cinzano, http://www.lightpollution.it/cinzanolibro/cinzano_IVSLE.pdf;
- Sternenschatz; Schätze der Menschheit, Paolo Candy, Travel Factory, ISBN 88-87155-15-1;
- Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze, NDS-U Diplomarbeit 2002, René L. Kobler, http://www.darksky.ch/downloads/artikel/rlkobler_dipl.pdf.
- <http://darksky.ch/TI> : Seite der Arbeitsgruppe der Darksky Abteilung Tessin
- <http://www.energieeffizienz.ch/i/IndexAktuell.html>:: Seite der Schweizerische Agentur für Energieeffizienz SAFE. Bericht „Strassenbeleuchtung – Ratschläge für die kommunalen Behörden und die Verwalter der Beleuchtung“ (www.energieeffizienz.ch/files/SB_Capitolato_i.pdf)
- Liste von Leuchten mit geringem Energieverbrauch auf der Seite www.topten.ch

- www.cielobuio.org: Verein CieloBuio (italienisch)

Uebersetzung vom italienischen ins deutsche durch Dark-Sky Switzerland
November 2008