

Beiträge der Fachtagung

Lichtökologie – Insektenfreundliche und Energie sparende Außenbeleuchtung

Konzepte und Maßnahmen
zum Schutz der Artenvielfalt von Insekten

Berlin, 28. Februar 2003



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Licht bedeutet Leben. Mensch und Tier nutzen es zur Orientierung, für Pflanzen ist das Sonnenlicht lebensnotwendige Energiequelle. Der Mensch hat sich daran gewöhnt, seinen alltäglichen Beschäftigungen auch abends und nachts nachzugehen. Tausende Beleuchtungskörper kommen daher zum Einsatz, um besiedelte Gebiete taghell zu erleuchten.

Doch das künstliche Licht hat auch seine Schattenseiten: Nachtaktive Insekten umschwirren die für sie anziehenden Lichter und finden dabei ihren Tod.

Wer aber die ökologischen Funktionen von Insekten kennt, weiß: ohne sie gäbe es keine Bestäubung der meisten Blütenpflanzen, ohne sie würde vielen Vögeln und anderen Tierarten die Nahrungsgrundlage fehlen. Das Problem haben also nicht nur die Insekten, die gesamte Artenvielfalt vor allem in naturnahen Stadtgebieten droht durch den Wegfall dieser Tiergruppe zu verarmen.

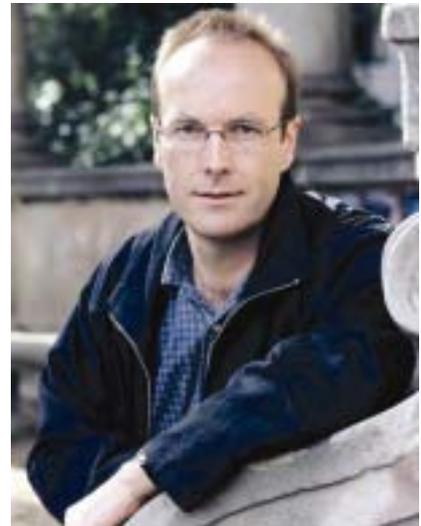
Der Arbeitskreis Natur- und Artenschutz beim BUND Berlin e.V. hat hier seinen Schwerpunkt gesetzt. Er möchte für die Belange der Insekten eintreten und nach Möglichkeiten suchen, dem Bedürfnis des Menschen nach Beleuchtung auf umweltverträgliche Art und Weise nachzukommen. Aus dieser Motivation heraus entstand die Idee, eine Fachtagung zu organisieren, die Informationen bietet und zum fachlichen Austausch zwischen Biologie und Lichttechnik anregt. Akteuren der Berliner Umwelt- und Stadtplanung wie Vertretern der Berliner Verwaltung, von Wohnungsbau-gesellschaften und Energieversorgern, Stadtplanern, Landschaftsarchitekten oder Kleingartenvereinen sollte das Ausmaß der Problematik bewusst gemacht werden. Dies soll dazu beitragen, rechtliche Bestimmungen durch lichtökologische Vorgaben zu ergänzen und technische Alternativen in zukünftige und bestehende Planungen einzubeziehen.

Der BUND Berlin e.V. und der Arbeitskreis Natur- und Artenschutz hoffen, dass die Ergebnisse der Tagung weitreichende Beachtung finden und einen Beitrag zu einem größeren Artenreichtum in der Stadt durch insektenfreundliche und zudem energie-sparende Beleuchtung leisten.

Ihr



Prof. Dr. Harald Kächele
Vorsitzender des BUND Berlin e.V.



Inhaltsverzeichnis

		Seite
<i>Harald Kächele</i>	Vorwort	2
<i>Christine Gantert</i>	Einleitung	4
<i>Horst Korge</i>	Insektenvernichtung durch UV-Licht	6
<i>Detlef Kolligs</i>	Ökologische Auswirkungen künstlicher Lichtquellen auf nachtaktive Insekten	8
<i>Christian A. Maaß</i>	Die rechtliche Regulierung von Lichtimmissionen in Natur und Landschaft	14
<i>Hans-Georg Schmidt</i>	Gutes Licht auf Straßen, Plätzen und Wegen?	32
<i>Erhard Hiller</i>	Öffentliche Beleuchtung in Berlin	34
<i>Sándor Ísepy</i>	Optimierung der öffentliche Beleuchtung – Umweltaspekte	39
<i>Jochen Krautwald</i>	Energiesparen und Umweltschutz sind eins	47
<i>Arnfried Schwartz</i>	Schlussbemerkungen	49

Impressum:

Herausgeber: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland,
Landesverband Berlin (BUND Berlin e.V.)

Redaktion: Melanie Ante, Ruth Homuth, Carmen Schultze

Titel: Fotos von Peter Pretscher (BfN, Bonn), Grafik von Thorsten Edler

Bezug: BUND Berlin e.V., Crellestr. 35, 10827 Berlin
Fon: 030 - 78 79 000, Internet: <http://www.BUND-Berlin.de>

©2003 BUND Berlin e.V.

Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die jeweiligen Autoren verantwortlich

Einleitung

Die moderne Industriegesellschaft macht mittels künstlicher Beleuchtung auch die Nacht zum Tag. Betrachtet man ein Satellitenfoto von Europa bei Nacht, so sind die Umrisse der einzelnen Staaten wegen der starken Beleuchtung sehr gut zu erkennen. Doch es gibt auch ein starkes Interesse an lichtarmen Gebieten und an der Dunkelheit, wie z.B. die Astronomen es haben. Mit der zunehmenden künstlichen Beleuchtung können sie der Beobachtung der Sterne nur noch eingeschränkt nachgehen. Ebenso problematisch sind die schädlichen Folgen vermehrter künstlicher Beleuchtung für die Artenvielfalt speziell für Insekten. Doch dieser Artenrückgang geschieht im Verborgenen und ist schleichend. Seine Folgen sind wissenschaftlich nicht hinreichend untersucht.

Wenn von schädlichen Umwelteinflüssen die Rede ist, wird meist nur von Luftverschmutzung, Lärm und Müll gesprochen. Aber die Zunahme an künstlichen Lichtquellen im öffentlichen Raum – und das weltweit – findet kaum Beachtung und wird von der Bevölkerung schon gar nicht als schädlicher Umwelteinfluss wahrgenommen. Da jedoch die künstliche Beleuchtung sehr stark zugenommen hat, wird in Fachkreisen inzwischen von Lichtverschmutzung (light-pollution) gesprochen.

Künstliche Lichtquellen sind Straßenlampen, Autoscheinwerfer, grelle großflächige Reklametafeln, große beleuchtete Schaufenster, Flutlichter auf Parkplätzen, an Tankstellen und Sportanlagen, an Baustellen, an Gewerbeflächen, in Grünanlagen und vor öffentlichen Gebäuden sowie Sky-Beamer. Neueren Angaben zufolge erhöht sich die im Rahmen von Erschließungsgebieten beleuchtete Fläche in der Bundesrepublik täglich um 1 km².

Es versteht sich von selbst, dass Beleuchtung für die öffentliche Sicherheit unumgänglich ist. Die Frage ist, ob es nicht auch in Bezug auf die Beleuchtung eine Beschränkung geben muss, wenn nach Art, Ausmaß oder Dauer schädliche Umwelteinwirkungen verursacht werden. Nach Feststellung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) gehört Licht zu den Immissionen bzw. Emissionen. Licht übt auf Lebewesen einen starken Reiz aus, der von ihnen beantwortet wird (z.B. Phototaxis). Tiere haben zur Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung des Reizes Lichtsinnesorgane vielfältiger Art entwickelt.

Als einfachste Funktion des Lichtsinns kann die Unterscheidung zwischen Hell und Dunkel gelten. Mit steigender Organisationsstufe der Lichtsinnesorgane und der ihnen angeschlossenen Auswertungszentren (Gehirne) werden in mehreren Tiergruppen Richtungs-, Form-, Bewegungs- und Farbsehen ermöglicht; dazu gehört auch die Wahrnehmung der Schwingungsrichtung des polarisierten Lichtes. Wenn festgestellt werden soll, wann Licht sich schädlich auf die Umwelt auswirkt, müssen entsprechende Methoden zur Verfügung stehen, die den Umfang des Schadens bemessen können. Es müssen aber ebenso Organismen für Umweltuntersuchungen gefunden werden, deren ökologische Beziehungen im Untersuchungsgebiet bekannt sind, um signifikante Messergebnisse zu erhalten.

Die Anlockung von Insekten durch sog. Lichtfallen wird immer noch für die systematische Erkennung eingesetzt. Künstliche Lichtquellen emittieren Licht unterschiedlicher Wellenlängen. Am attraktivsten ist für Insekten Licht mit einem Wellenlängenanteil im blau-grünen und im UV-Bereich (400 u. 500 nm, 300 u. 400 nm). Aus Untersuchungen mit verschiedenen Lampentypen aus Kiel und Rheinhessen geht hervor, dass hohe Fangquoten an Nachtschmetterlingen und auch anderen Insektenarten an Quecksilber-Hochdrucklampen erzielt werden. Deutlich weniger Schmetterlinge werden von Natriumdampf-Hochdrucklampen angelockt. Grund hierfür ist die unterschiedlich spektrale Zusammensetzung des jeweils emittierten Lichts.

Weil den Menschen seit dem Altertum die Anlockung der Schmetterlinge durch das Licht des Feuers bekannt ist, werden „lästige“ Stallfliegen, Stechmücken, Köcherfliegen u.a. Insekten in Metzgereien, Viehställen, Fischläden und Großküchen durch den Einsatz von sog. „Fly-Killer“ vernichtet. Das sind elektrisch betriebene Geräte mit einem hohen Blau-, Violett- oder UV-Lichtanteil. Leider werden sie auch für den Hausgebrauch auf Balkonen und unter Vordächern eingesetzt, obwohl einige Hersteller auf die Artenschutzbestimmungen und auf den Einsatz dieser Geräte nur für den Innenbereich hinweisen. Es werden „Fly-Killer“ auch an Wochenendhäusern, Jagd- und Kleingartenhütten oder Garterestaurants besonders in der Nähe von stechmückenreichen Gewässern, Moorgebieten oder an Waldrändern aufgestellt. Bei der Aufstellung dieser Geräte wird nicht bedacht, dass gerade das emittierte Licht eines „Fly-Killers“ attraktiv für

Insekten ist und diese aus ihren Habitaten herauslockt. Im Außenbereich kehrt sich somit der erwünschte Erfolg des Insektenvernichters ins Gegenteil.

Jeder kennt aus Erfahrung, dass Insekten massenhaft von künstlichen Lichtquellen angezogen werden. Viele Kommunen müssen jährlich ihre durch Insekten und deren Gelege verschmutzte Straßenleuchten reinigen und stehen vor dem Beseitigungsproblem von durch Eintagsfliegenschwärmen verursachten „Massetenrännern“ unter den Leuchten an den Uferpromenaden.

Es ist zu vermuten, dass die Artenvielfalt der Insekten längst auch durch die künstliche Beleuchtung bedroht ist. Daher ist nicht verwunderlich, dass immer häufiger auf die Problematik der künstlichen Beleuchtung in Bezug auf ihre ökologische Auswirkung hingewiesen wird. Die starke Anziehungskraft der Beleuchtungsanlagen für viele Insektenarten wird bei der Leuchtenkonstruktion zu wenig beachtet.

Wegen der starken Gefährdung der nachtaktiven Insekten und ihrer immensen Bedeutung für das Ökosystem setzt sich der Arbeitskreis Natur- und Artenschutz des BUND Berlin e.V. für ihren Schutz ein. Als ein Grund für den Artenrückgang wird die zunehmende Beleuchtung in der Dämmerung und der Nacht verantwortlich gemacht. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass mittels technischer Möglichkeiten die negative Wirkung der Beleuchtung auf die Fauna und Flora und damit auf das Ökosystem verringert werden kann und dass die Verwendung eines bestimmten Leuchtmittels, nämlich die Natriumdampflampe, energetisch günstiger in ihrem Verbrauch ist.

Es hat sich bei der Bearbeitung des Themas Artenschutz bei nachtaktiven Insekten und ihre Gefährdung durch Lichtverschmutzung gezeigt, wie eng die Verbindung zwischen Umwelt- und Naturschutz ist. Vor allen Dingen geht aus den publizierten Untersuchungen hervor, dass Artenschutz, Umweltschutz und technischer Fortschritt nicht notwendigerweise im Widerspruch zu einander stehen müssen.

Der Arbeitskreis widmet sich deshalb vor allem der Vermittlung von Informationen über die ökologische Bedeutung künstlicher Beleuchtung, über die Möglichkeiten zur Vermeidung unnötiger Lichtemissionen und die daraus resultierenden positiven ökonomischen Konsequenzen verbunden mit dem Artenschutz. Wir setzen uns für die Popularisierung dieses Anliegens ein, sowie dafür den Wissensstand zwischen den verschiedenen technischen/naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen und der Verwaltung zu verknüpfen.

Forderungen an künftiges verantwortungsvolles Handeln sollten die folgenden Punkte enthalten:

- Forschungen über weitere Möglichkeiten zur Minimierung der Umweltbelastung durch künstliches Licht,
- Forschung über den Einfluss der Beleuchtung auf Populationsebene (Selektion genetische Verarmung, Beitrag zu Aussterbeprozessen),
- Prüfung der Notwendigkeit von bestehenden und geplanten Beleuchtungsanlagen,
- Reduktion von Beleuchtungsstärke/Leuchtdichte (Halbnachtschaltung),
- Einsatz von Natriumdampf-Hochdrucklampen, punktuell Natriumdampf-Niederdrucklampen,
- Optimierung der Leuchten hinsichtlich Dichtigkeit, Abstrahlrichtung, Lichtpunkt-Höhe,
- Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse in der Bauordnung, Bebauungsplänen, Eingriffsregelung, Verordnungen von Schutzgebieten,
- Die Umrüstung bestehender Beleuchtungsanlagen sollte vorgeschrieben und eine sofortige Umrüstung, z.B. im Umfeld von Naturschutzgebieten, finanziell gefördert werden,
- Förderung des Einsatzes von Natriumdampf-Hochdrucklampen im privaten Bereich,
- Untersuchungen der Auswirkung von Sky-Beamern auf Tiere,
- Verbot des Einsatzes von Fly-Killern im Außenbereich.

Anschrift der Verfasserin:

Dipl.-Biol. Christine Gantert
Arbeitskreis Natur- und Artenschutz
c/o BUND-Umweltzentrum und Landesgeschäftsstelle
Crellestr. 35
10827 Berlin

Insektenvernichtung durch UV-Licht

Ich beschäftige mich seit mehr als 50 Jahren mit der Beobachtung von Insekten, mit Systematik, Faunistik, Lebensweise, Artenschutz und Gefährdung.

Dabei erkannte ich bald die Bedrohung der nächtlich lebenden Insektenwelt durch künstliche Lichtquellen. Gegen Ende der 70er Jahre gab es eine dramatische Potenzierung dieser Gefahr. Eine florierende Industrie war entstanden, die die Vernichtung der nächtlich lebenden Insektenwelt durch Insektenvernichtungsgeräte propagierte. Sie beruhen auf Anlockung aus weiter Entfernung durch UV-Licht und Tötung aller anfliegenden Tiere durch den elektrischen Strom. Landwirte protzten mit Luxusgeräten für 2000,00 DM, für Kleingärten und Balkon boten Discounter Geräte für 35,00 DM an. Das Geschäft lebte von dem Vorurteil, Insekten seien generell Schädlinge. Zum Masseneinsatz kamen die Geräte gerade in der Landwirtschaft von Entwicklungsländern in Afrika, Indien, China, den asiatischen Sowjetrepubliken. Die Geräte waren effektiv: Millionen von Insektenleichen rieselten in die großen Auffangbehälter. Entomologen, die erkennen könnten, was da weggefangen wurde, gab es in den Entwicklungsländern kaum, auch kaum auf Balkonien. Dabei ist es eigentlich einsichtig: Pflanzenschädlinge, die ihre Fraßpflanze gefunden haben, fliegen erst weiter, wenn die leergefressen ist. Die Gegenspieler, die Prädatoren, zeigen eine hohe Flugaktivität, wurden massenhaft gefangen; sie konnten die Pflanzenschädlinge nicht mehr unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle halten.

In Deutschland waren in dieser Zeit die Bundes- und Landesartenschutzverordnungen verabschiedet worden. In der Präambel wurde viel versprochen, in den Ausführungsbestimmungen viel weniger eingelöst. Meine Korrespondenz mit dem damals zuständigen Landwirtschaftsministerium brachte mir die Auskunft, dass es keine Handhabe zum Einschreiten gegen die Insektenvernichtungsgeräte gäbe. Eine Wende erreichte ich damals durch eine Art Erpressung. Ich kündigte an, ein leistungsstarkes Gerät am Stadtrand von Berlin in Betrieb zu nehmen, die Presse einzuladen, die Leichenausbeute mit langen Listen gefährdeter und „besonders geschützter“ Arten zu protokollieren und mich anschließend selbst anzuzeigen. Endlich hatte ich das Ministerium überzeugt; ich wurde gebeten, die Aktion abzusagen. Fraktionen einer politischen Partei brachten in alle Landesparlamente zweckdienliche Änderungsanträge zu den Artenschutzverordnungen ein. Wenigstens in der Bundesrepublik Deutschland verschwanden die Insektenvernichtungsgeräte vom Markt.

Insekten und Licht: Von tagaktiven Insekten wissen wir, dass ihre räumliche Orientierung weitgehend darauf beruht, dass sie einen konstanten Winkel zur Sonne halten, dass aber angeborenen Rechnerprogramme mit Hilfe eines angeboren Zeitsinnes die tägliche Bahn der Sonne dabei gegen rechnen, ebenso wie Umwege oder Windverdriftung herausgerechnet werden, dass bei bedecktem Himmel die Polarisierungsebene des Lichtes der Orientierung dient, die für uns außerhalb sinnlicher Wahrnehmung bleibt.

Über die Funktion der Orientierung bei nachtaktiven Insekten wissen wir fast nichts. Sie dürften sich nach in Jahrmillionen entstandenen Instinkten am Licht von Mond und Sternen orientieren. Wenn Insekten im Flug zu ihnen den gleichen Winkel einhalten, fliegen sie geradeaus. Künstliche Lichtquellen führen zu einem Zusammenbruch dieser Orientierung. Wahrscheinlich fliegen sie unter Einhaltung eines gleichen Winkels zur Lichtquelle in einer Spirallinie an die Lampe. Wir werden heute noch genaueres über die Wirkung von Leuchten mit unterschiedlicher Stärke und Wellenlänge hören. Deshalb zunächst die Feststellung: Insekten reagieren auf jede nächtliche Lichtquelle!

Den gewaltigsten Lichtanflug meines Lebens habe ich am 31.7.1963 erlebt, quasi mit der Intensität einer Taschenlampe. Bei einer meiner Anatolienreisen hatte ich bei Sonnenuntergang in der Steppe den Fuß des Ararat erreicht. Ich bereitete mir im VW-Käfer noch einen kleinen Imbiss, wobei ich an der Seite einzig die kleine Innenleuchte eingeschaltet hatte; die etwa die Lichtstärke einer Taschenlampe hat. Und ich bemerkte: Alle Scheiben waren durch eine Schicht von Myriaden angeflogener Insekten bedeckt. Das musste ich genauer sehen, aber ich wollte es nicht wagen, eine Tür oder ein Fenster zu öffnen.

Ich schaltete das Abblendlicht ein und stieg durch das Schiebedach hinaus. Nicht nur unzählige Insekten hatte mein Lämpchen angelockt, sondern auch die nächtlichen Fußgänger, fast vogel-spinnengroße Walzenspinnen und stattliche Skorpione. In einer Nacht ohne Mondschein und ohne konkurrierende stärkere Lichtquelle kann also durchaus auch eine Taschenlampe Insekten anlocken.

Bei einer Lichtquelle kommt es nicht nur auf die Wellenlänge und Lichtstärke an, sondern auf ihre Vernichtungswirkung. Meine UV-Leuchte mit ihren 25 Watt, für die ich eine Ausnahmegenehmigung brauche, tötet

keine Insekten; ich entnehme nur kleine Stichproben. Eine Wohnzimmerlampe bei offenem Fenster ist tödlich für alle anfliegenden Insekten. Eine Großstadt hat unzählige Insektenfallen; die nächtlich fliegende Insektenwelt ist fast vollständig vernichtet. Sie können einen Sommer lang mit dem Auto durch Berlin fahren – Sie brauchen nicht mehr die zerschmetterten Insekten von der Scheibe abzuwaschen. In einer einsamen ländlichen Gegend müssen Sie nach einer halben Stunde anhalten. Die höchste Flugdichte von Insekten gibt es in der Dämmerung. Das war früher die Stunde der Ziegenmelker oder Nachtschwalben. Sie sind der Dämmerung angepasst, vertragen nicht das grelle Tageslicht, können aber auch nicht nachts jagen. Sie haben nicht das Ultraschall-Ortungssystem der Fledermäuse. In der Stunde der Dämmerung müssen sie satt werden und ihre Brut versorgen. Der Rückgang der Nachtinsekten reicht längst in das Umland der Ballungsgebiete hinein. Die Menge der in der Dämmerung schwärmenden Insekten reicht auch im ländlichen Raum nicht mehr aus, um die Existenz der Nachtschwalben zu ermöglichen. Nur in einigen dunklen und großen ehemaligen Truppenübungsplätzen gibt es noch kleine Populationen dieser Vögel, die vor hundert Jahren jedermann kannte.

Ich stelle noch ein Beispiel für die Gefährdung von Insekten durch Licht vor: Von Lars HENDRICH ist eine Dissertation an der TU Berlin in Druck: Die Wasserkäfer von Berlin, ca. 575 Seiten. Es ist erstmals gelungen, eine Insektengruppe flächendeckend für das gesamte Stadtgebiet zu dokumentieren, von Seen und Feuchtgebieten bis zu Teichen, Regenwasserauffangbecken, Folienteichen in Gärten und kurzlebigen Pfützen. Wasserkäfer besiedeln ja gerade kleine und flache Gewässer. Aber sie machen ihre Ausbreitungsflüge nachts und sind dabei wieder durch künstliche Lichtquellen gefährdet. In den Außenbezirken (Zehlendorf, Spandau, Reinickendorf, Köpenick) sind noch jeweils 140 - 150 Arten vertreten. Zur Innenstadt hin gibt es eine rapide Abnahme. In den Bezirken Kreuzberg, Mitte, Friedrichshain, Wedding, Schöneberg, Prenzlauer Berg gibt es jeweils nur noch einen oder gar keinen Wasserkäferfund mehr. Im Lichtermeer der Innenstadt haben Wasserkäfer keine Chance mehr. Eine Ausnahme macht nur der großenteils unbeleuchtete Tiergarten. Hier leben noch Populationen von 42 Arten. Inzwischen sind am Südostrand des Tiergartens imposante Hochhauskomplexe emporgewachsen. Ihre gläsernen Fassaden sind die ganze Nacht über hell erleuchtet. Es lässt sich voraussagen, dass es in wenigen Jahren im Tiergarten auch keine Wasserkäfer mehr geben wird.

Das ganze Ausmaß der Vernichtung der nächtlichen Insektenwelt durch Licht ist der Öffentlichkeit und auch den Naturschutzbehörden noch gar nicht bewusst geworden. Deshalb ist dem BUND für die Initiative zu dieser Fachtagung zu danken.

Anschrift des Verfassers: Prof. Horst Korge
Totilastr. 2
12103 Berlin

Ökologische Auswirkungen künstlicher Lichtquellen auf nachtaktive Insekten

Darstellung einer PowerPoint Präsentation

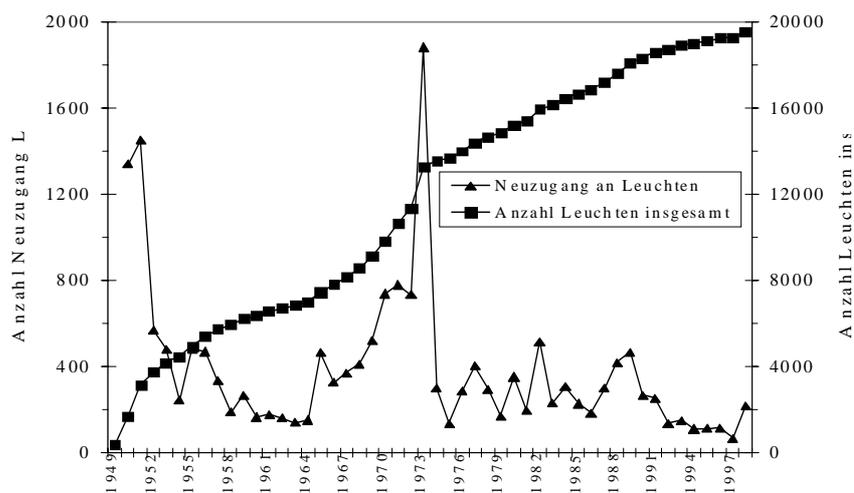
Folie 1

Ökologische Auswirkungen künstlicher Lichtquellen auf nachtaktive Insekten

Dr. Detlef Kolligs, Ökologiezentrum der Universität zu Kiel

- Einführung in Problematik und Fragestellung
- Warum und wie wirkt Licht auf Insekten
- Material und Methoden
- Wirkung punktueller Lichtquellen (z.B. Straßenleuchten)
- Schlußfolgerungen und Empfehlungen

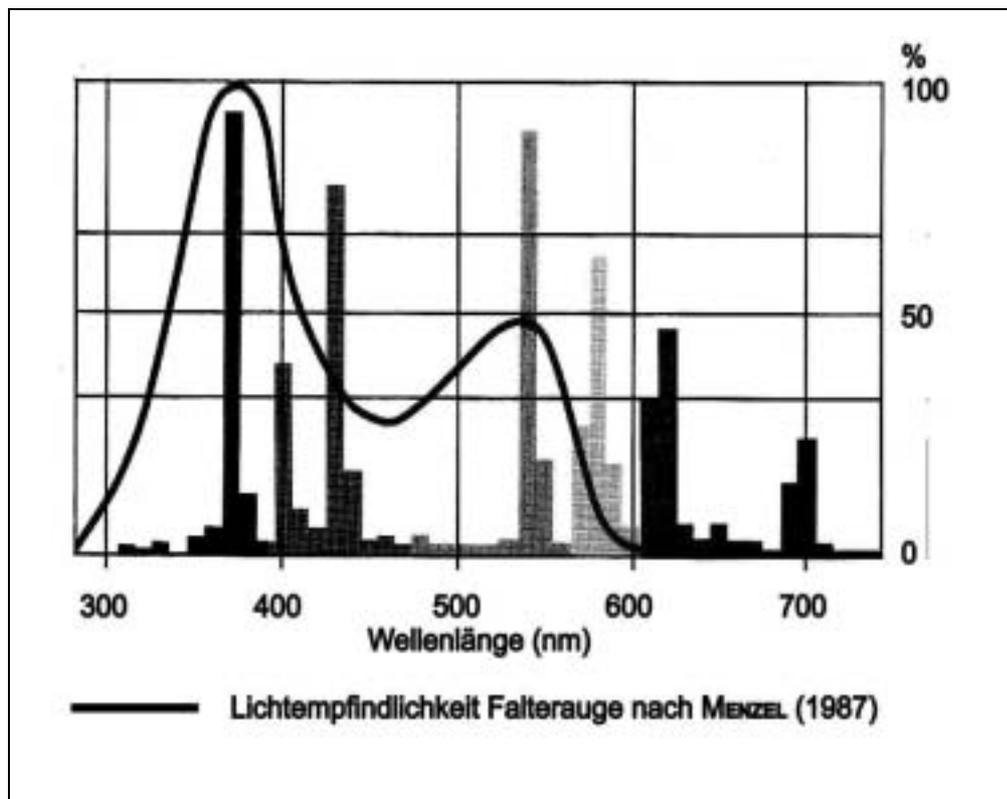
Folie 2

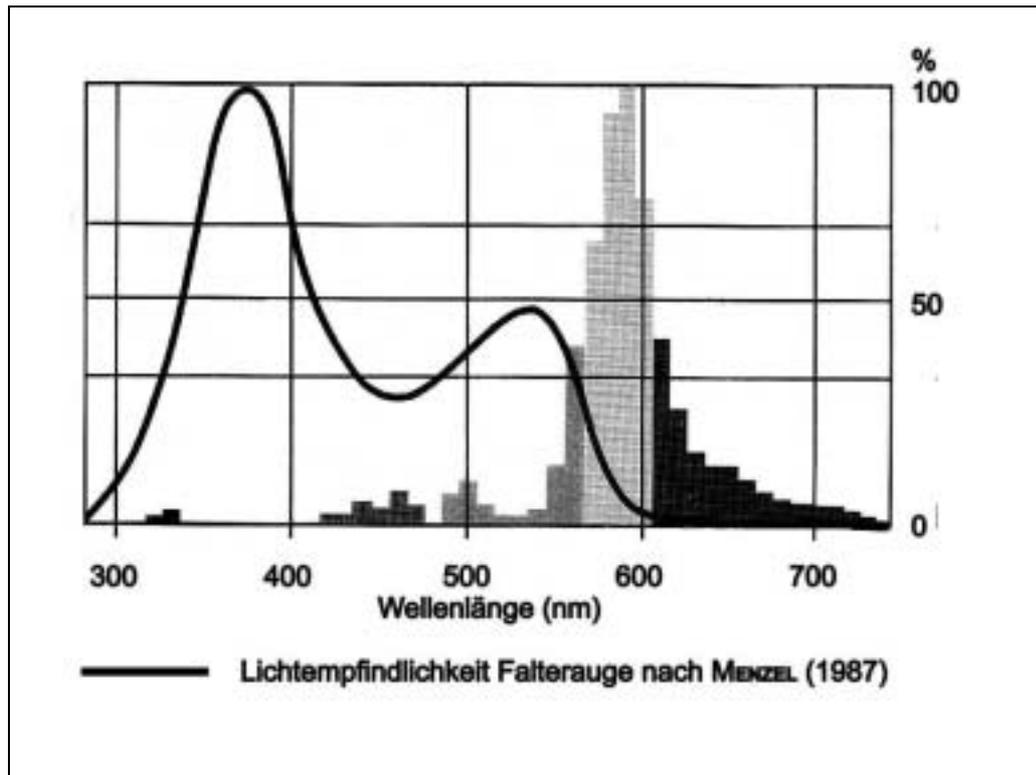


Die Entwicklung der Anzahl der Straßenleuchten in Kiel von 1949 - 1998

Auf Insekten geht von künstlichen Lichtquellen in mehrfacher Hinsicht eine Gefährdung aus:

- Große Tiere können durch die Wucht des Aufpralls verletzt oder getötet werden.
- Kleine Insekten können durch die Hitzeentwicklung getötet werden.
- Prädatoren, wie Fledermäuse oder Spinnen suchen gezielt Lichtquellen zur Nahrungssuche auf.
- Die Tiere einer Population werden aus ihren Biotopen gelockt und finden im Umfeld der Lichtquellen keine geeigneten Entwicklungshabitate, Nahrungspflanzen und Geschlechtspartner.
- Die nächtliche Synchronisation der Tiere, wie zur Paarfindung und Nahrungsaufnahme, wird gestört.





Auf die Flugaktivität von Insekten einwirkende Faktoren

- **Nicht beeinflussbare Faktoren**
 - Abiotische Variablen
 - Lufttemperatur
 - Windstärke und -richtung
 - Mondlicht
 - Luftfeuchtigkeit und Niederschlag
 - Luftdruck
 - Erdmagnetfeld
 - Biotische Variablen
 - spezifische spektrale Empfindlichkeit
 - art- und geschlechtsspezifische Mobilität und Aktivitätsperiodik
- **Regulierbare Faktoren**
 - spektrale Zusammensetzung des Lichtes
 - Lichtintensität
 - Kontur und Oberfläche des Leuchtkörpers
 - Leuchtenkonstruktion
 - Standort und Standhöhe

Folie 8

- Untersuchungszeitraum: 1994 - 1996; Mai - September
- 3 Jahre 4 Leuchten mit Fallentyp I mit HQL/70W/Osram
- 1 Jahr 2 Leuchten mit Fallentyp II mit HQL/70W/Osram
- 1 Jahr 1 Leuchte mit Fallentyp I mit NAV/90W/Osram
- Köderfänge (in Rotwein-Zucker-Gemisch getränkte Schnüre)
- Suche nach Raupen (nur an Bäumen und Gebüsch)

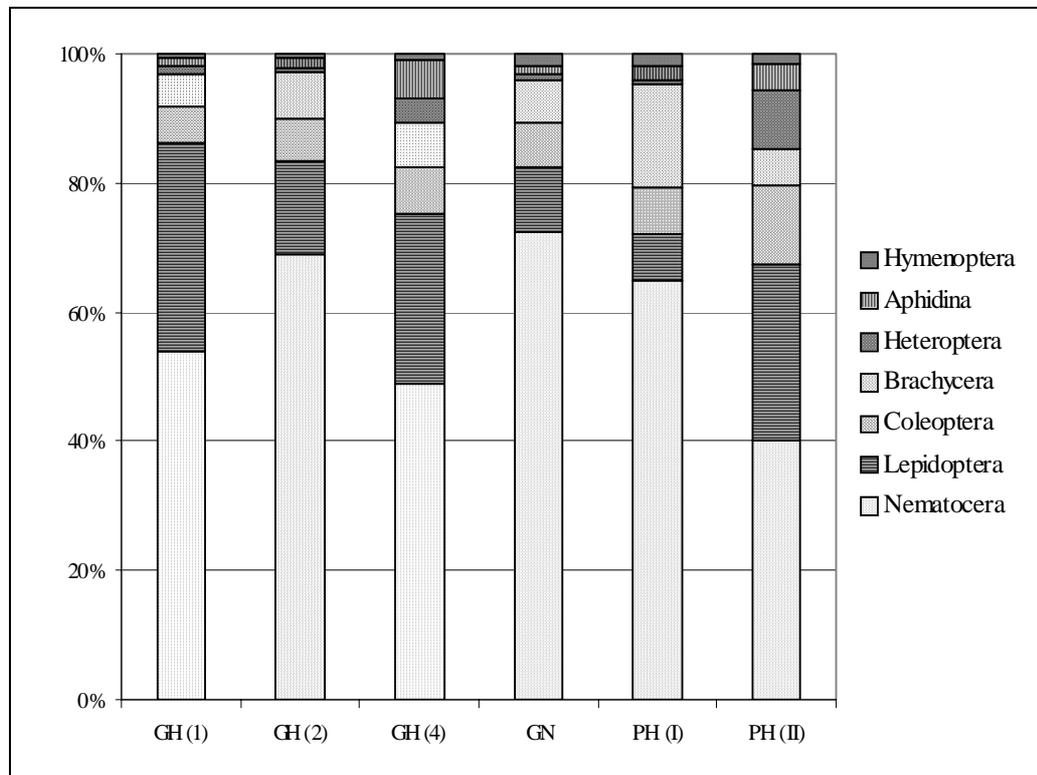
- 268 Fangtage und 1408 Proben
- 96.725 Insekten aus 138 Familien und 11 Ordnungen
- 263 Lepidoptera-Arten, 314 Coleoptera-Arten, 27 Trichoptera-Arten

Folie 9

Insektenordnungen und -familien, die in größerer Anzahl von Lichtquellen angelockt werden (I = nachtaktaktiv, II = tagaktiv)

• Mücken (Nematocera)	I-II
• Fliegen (Brachycera)	II
• Schmetterlinge (Lepidoptera)	I
• Käfer (Coleoptera)	I-II
• Wanzen (Hemiptera)	I-II
• Florfliegen (Chrysopidae)	I
• Köcherfliegen (Trichoptera)	I
• Eintagsfliegen (Ephemeroptera)	I
• Hautflügler (Hymenoptera)	II

Folie 10



Ergebnisse

- Das Anflugverhalten ist art- und geschlechtsspezifisch
- Insekten reagieren nur zu bestimmten Aktivitätsphasen auf künstliche Lichtquellen
- durch das Lichtspektrum der Natriumdampflampe werden weniger Arten und Individuen angelockt, als durch das Licht der Quecksilberdampflampe
- das Biotopumfeld und die Windexposition beeinflussen wesentlich die Anlockwirkung
- Massenanflüge sind auf Tage mit optimaler Witterung sowie auf bestimmte Lebensphasen der jeweiligen Insektenart beschränkt

- Temperatur und Mond beeinflussen entscheidend den Anflug der Insekten
- Nicht alle im Umfeld einer Lichtquelle befindlichen Insekten (Nachtfalter) reagieren positiv phototaktisch
- Mücken stellen mit 40 - 70 %, neben den Schmetterlingen, Fliegen und Käfern, den weitaus größten Individuenanteil am Gesamtanflug

- Schadefekte auf individuellem Niveau
- Schadefekte auf Populationsniveau
- Schadefekte auf biozönotischem Niveau
- Summeneffekte
- Langfristeffekte

Gefährdet sind insbesondere Arten:

- die standorttreu sind und Arten, die auf bestimmte Lebensräume spezialisiert sind
- die niedrige Populationsdichten und / oder Reproduktionsraten aufweisen
- die im anthropogen überformten Landschaftsraum ohnehin auf isolierte naturnahe Restflächen zurückgedrängt wurden

Empfehlungen:

- Der Standort einer Leuchte sollte so gewählt werden, dass empfindliche Biotope nicht betroffen werden und das Licht eine minimale Reichweite hat!
- So wenig Licht wie möglich, sowohl von der Anzahl der Leuchten als auch der Leistung!
- Natriumdampf lampen sollten gegenüber allen anderen Lampentypen bevorzugt verwendet werden!
- Die Leuchtgehäuse sollte dicht schließen und Licht nur in eine Richtung emittieren!
- Der Betrieb der Leuchten sollte nur zu unbedingt erforderlichen Zeiten erfolgen (tages- und jahreszeitlich)!
- Die Leuchten sollten möglichst niedrig installiert werden!

Die rechtliche Regulierung von Lichtimmissionen in Natur und Landschaft¹

1. Einleitung: Naturschutzkonflikte durch Lichtemissionen

Die Verfügbarkeit von künstlichem Licht ist aus der heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Sie gehört zu den Grundvoraussetzungen unseres heutigen Lebensstils, ohne die weder die Industrialisierung noch der damit verbundene materielle Wohlstand vieler möglich gewesen wäre. Offenbar hat jedoch selbst das Licht seine Schattenseiten. Die Entkoppelung unseres Lebensrhythmus' vom Auf- und Untergang der Sonne hat nicht nur für die Gesellschaft beträchtliche Konsequenzen (KRIENER, 2000) – auch die natürliche Umwelt gerät durch nächtliche Lichtimmissionen aus dem Takt. Die Untersuchung der juristischen Möglichkeiten zur Bewältigung der entstehenden Konflikte führt auf umweltrechtliches Neuland: Denn während der Gesetzgeber, die Rechtsprechung und die juristische Literatur zur Luftverschmutzung durch Partikel oder zu Lärmimmissionen ein beeindruckendes Arsenal an Gesetzen, Regelwerken, Urteilen und wissenschaftlichen Erörterungen geschaffen haben, liegt das Feld der Lichtimmissionen bisher im regulatorischen Dunkel. Die wenigen vorhandenen Ansätze beziehen sich fast ausschließlich auf die Wirkungen von Lichtimmissionen auf Menschen, nicht jedoch auf die durch Licht verursachten Probleme der Tier- und Pflanzenwelt (vgl. LANDMANN/ROHMER-HANSMANN, 1999, § 22 Rn. 13d). Ein Grund dafür dürfte darin liegen, dass auch auf naturwissenschaftlicher Seite die ökologische Wirkungsforschung von Lichtimmissionen noch ein relativ junges Betätigungsfeld ist. Das Umweltrecht und seine Regelungsmechanismen sind zur Rechtfertigung von Grundrechtseingriffen von einer hinreichend gesicherten naturwissenschaftlichen Daten- und Faktenlage abhängig. Doch auch wenn in der biologischen Lichtwirkungsforschung im einzelnen noch einiges unklar sein mag, so reichen die bisherigen – auch in diesem Sammelband zusammengetragenen – Forschungsergebnisse aus, um von einem regulierungsbedürftigen Risiko für die Natur durch Lichtquellen auszugehen (siehe hierzu im einzelnen die verschiedenen Beiträge in diesem Sammelband).

Das Umweltrecht hat dabei die Steuerungsaufgabe, die verschiedenen berechtigten Nutzungsinteressen von Lichtquellen weitmöglichst mit dem Interesse der Allgemeinheit am Erhalt der Artenvielfalt in Einklang zu bringen. Dabei kann es nicht darum gehen, im Interesse des Naturschutzes die Lichter des „Standortes Deutschlands“ auszuknippen, wie von mancher Seite befürchtet werden mag. Im Vordergrund steht nicht die Alternative „Licht an- oder aus?“, sondern die Begrenzung unnötiger Umweltschäden durch den Einsatz zukunftsweisender Technologien, Verfahren, Planungen und Verhaltensweisen. Die Lichttechnik kennt diverse Möglichkeiten, die ökologisch negativen Folgen des Betriebs bestimmter Lichanlagen zu begrenzen. Zu nennen sind etwa

- die Begrenzung der Beleuchtung auf das Mindestmaß in Abhängigkeit vom damit verfolgten Zweck
- die Beschränkung der Fernwirkung von Lichtquellen durch Begrenzung der Höhe der Lichtquelle
- die Abblendung der Beleuchtung in Richtung naturnaher Bereiche durch Lichtbündelung, Reflektoren, Abblendwände usw.
- der Einsatz von Leuchtentypen mit Lichtstrahlung in begrenztem Spektralbereich und dadurch geringerer Attraktivität für nachtaktive Insekten.

(Siehe hierzu im einzelnen EISENBEIS & HASSEL 2000; NABU 1996, LÖBF 1996 sowie die Beiträge dieses Sammelbandes).

Im Folgenden werden die vorhandenen rechtlichen Regelungen und Verfahren zur Bewältigung des Konflikts zwischen dem Betrieb künstlicher Lichtquellen und dem Naturschutz dargestellt und auf ihre Praktikabilität und Defizite untersucht.

Auch wenn es im Rahmen eines Seminars über die Bewältigung von Lichtimmissionen im Rahmen der Eingriffsregelung überraschen mag, so muss eine Untersuchung der rechtlichen Steuerungsmöglichkeiten zur Vermeidung von Naturbeeinträchtigungen durch Lichtquellen weit über den Kreis des Naturschutzrechts hinaus gehen. Denn künstliche Lichtquellen unterliegen primär anderen Regelungen als dem Naturschutzrecht. Zudem werden die für den Naturschutz relevanten Entscheidungen oft in Verwaltungsverfahren

¹ Dieser Aufsatz ist bereits in der Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 67, BfN veröffentlicht.

ren getroffen, die nicht spezifisch naturschutzrechtlich ausgerichtet sind. Für die behördliche Praxis dürfte es daher von großem Interesse sein, neben dem Naturschutzrecht die Möglichkeiten des Immissionsschutz-, Planfeststellungs- und Baurechts zur Regulierung des Konfliktes zwischen Naturschutz und Lichanlagen kennen zu lernen.

2. Immissionsschutzrecht

Licht zählt zu den von § 3 Abs. 2 des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) erfassten Immissionen. Seine Auswirkungen werden auch im Hinblick auf Schäden für Tiere und natürliche Lebensräume vom BImSchG erfasst, denn § 1 BImSchG nennt als Schutzgut namentlich auch Tiere und Pflanzen. Das Immissionsschutzrecht bildet damit den Kernbereich der Regulierung negativer Auswirkungen von Immissionen auf die Natur und enthält eine Reihe von Ansatzpunkten, welche auch und gerade für die Naturschutzbehörden von Interesse sind.

Der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen steht im Zentrum der immissionsschutzrechtlichen Betrachtungen zu Lichtimmissionen. Denn nur wenn konkrete Lichteinwirkungen auf einen bestimmten Lebensraum als schädliche Umwelteinwirkungen zu qualifizieren sind, greifen die verschiedenen Regelungsmechanismen des BImSchG wie die §§ 4ff für genehmigungsbedürftige Anlagen und die §§ 22ff für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Daher wird im folgenden zunächst untersucht, unter welchen Voraussetzungen Lichtimmissionen schädliche Umwelteinwirkungen darstellen können, bevor anschließend erörtert wird, welche rechtlichen Konsequenzen aus dem Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen für die unterschiedlichen Anlagenarten folgen.

2.1 Lichtimmissionen als schädliche Umwelteinwirkungen

§ 3 Abs. 1 BImSchG definiert schädliche Umwelteinwirkungen als „Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.“ Die Beeinträchtigung von Pflanzen, Tieren und Ökosystemen wird dabei zumeist als Nachteil für die Allgemeinheit beurteilt (KUTSCHEID 1999, S. 15 m.w.N.). Die entscheidende Frage ist, ob dieser Nachteil im konkreten Fall als „erheblich“ einzustufen ist.

2.1.1 Keine Regulierung durch technische Regelwerke

Für einen beträchtlichen Teil der Immissionen hat der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen eine nähere Interpretation durch Rechtsverordnungen oder durch die untergesetzlichen Regelwerke der TA Luft und der TA Lärm erfahren. Die Rechtsprechung geht davon aus, dass die in diesen Verwaltungsvorschriften enthaltenen Emissions- und Immissionswerte normkonkretisierenden Charakter im Hinblick auf die Bestimmung der „Erheblichkeit“ von Immissionen haben. Für ökologische Schäden durch Lichtimmissionen besteht kein vergleichbares Regelwerk: Die TA Luft ist nicht anwendbar, da sie lediglich für Luftverunreinigungen gilt, also für Veränderungen der Zusammensetzung der Luft (Nr. 1 S. 1 i.V.m. Nr. 2.2.1 TA Luft). Ebenso wenig existiert eine Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) für ökologische Auswirkungen von Lichtimmissionen. Derartige Richtlinien werden von den Gerichten oft als „Anhalt“ oder „Indiz“ für die Auslegung des Tatbestandsmerkmals der Erheblichkeit herangezogen. Die bereits angesprochene Licht-Richtlinie des LAI (LAI, 2000) gilt jedoch nur für die Bestimmung der Erheblichkeitsschwelle von Belästigungen und Nachteilen durch Lichtwirkungen auf *Menschen*. Auch die Stellungnahme der Lichttechnischen Gesellschaft zur Auswirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten (LiTG, 1997), welche den vorhandenen Forschungsstand zusammenfasst, erhebt zu Recht nicht den Anspruch, die immissionsschutzrechtliche Erheblichkeitsschwelle zu definieren.

In den Niederlanden ist man auf diesem Weg hingegen offenbar weiter. Dort existiert eine Richtlinie über öffentliche Beleuchtung in Naturgebieten (Richtlijn openbare verlichting natuurgebieden, C.R.O.W. publicatie H. 112, 1997, 31 S. 7B, 1T, 19Q, zit. nach MESEBERG 1999). Dort hat man besonders lichtempfindliche Naturgebiete identifiziert und ausgewiesen, in denen eine Beleuchtung nur bei nachgewiesenem besonderem Bedürfnis und nur unter Einsatz naturschonender Technologien und Betriebsregelungen (MESEBERG 1999).

2.1.2 Grundsatz der akzeptororientierten Bestimmung der Erheblichkeitsschwelle

Ohne nähere untergesetzliche Verwaltungsvorschriften oder technische Regelwerke sind wir auf die allgemeinen Prinzipien zur Bestimmung der Erheblichkeit angewiesen. Die Ermittlung der Erheblichkeitsgrenze

bei Ökosystemschäden weist gegenüber dem Schutz des Menschen einige Besonderheiten auf: Tiere und Pflanzen je nach ihrer Art und je nach den örtlichen Bedingungen gegenüber verschiedensten Einwirkungen unterschiedlich empfindlich. Es ist daher unmöglich, bestimmte allgemeingültige Immissionswerte zum Schutz „der Ökosysteme“ oder „der Insekten“ aufzustellen.

Gleichzeitig scheidet die Möglichkeit aus, allein das Vorliegen von Tierschädigung durch Licht zum Maßstab der Erheblichkeit zu machen. Gerade bei Lichtimmissionen ist offensichtlich, dass nicht jede immissionsbedingte Schädigung einzelner Tiere durch den Betrieb einer Anlage dazu führt, dass schädliche Umwelteinwirkungen vorliegen. Die Allgemeinheit akzeptiert wohl oder übel ein gewisses Maß an Ökosystemschäden, so dass lediglich fraglich ist, welcher Schädigungsgrad für die Allgemeinheit nicht mehr zumutbar ist. Hieran schließt eine übliche Definition der Erheblichkeitsgrenze an, wonach solche Beeinträchtigungen von Schutzgütern als erheblich gelten, die den Betroffenen, einschließlich der Allgemeinheit, nicht mehr zumutbar sind (BVerwGE 50, S. 49, 55; 69, S. 37, 43; 90, S. 53, 56). Wie die Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle im einzelnen auszusehen hat, ist umstritten (ausführlich MAAB, 2000a).

Nach einer verbreiteten Auffassung ist die Erheblichkeit von Sachgüterschäden in einer Einzelfallabwägung zwischen den Interessen des Anlagenbetreibers und der Schutzwürdigkeit der von den Immissionen betroffenen Schutzgütern zu bestimmen (s. z.B. KUTSCHEID 1999, S. 17; OVG Münster, Ur. v. 10. November 1988, 21 A 1104/85, NuR 1990, S. 417, 419; SEIBERT 1993, S. 18). Dennoch kann dem Begriff der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen *nicht* die Funktion eines einzelfallbezogenen Verhältnismäßigkeitsmaßstabs zukommen, wie bereits an anderer Stelle dargelegt wurde (s. KOCH & MAAB, 2000 m.w.N.). Der Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen setzt eine primär akzeptorbezogene Würdigung der Erheblichkeit von Immissionen voraus. Erwägungen des gesellschaftlichen Nutzens bestimmter Anlagen oder ihrer „Sozialadäquanz“ – die sich vielfach gerade für Lichtquellen leicht anführen ließen – stellen keine eigenständigen Kriterien zur Beeinflussung der Erheblichkeitsschwelle dar, da der Kreis der zu berücksichtigenden Interessen damit vollständig subjektiviert und ausufernd würde. Entscheidend bleibt die Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit des von den Immissionen betroffenen Gebiets (JARASS, 1999, § 3, Rn. 40; BVerwGE 90, S. 53, 56). Dies schließt jedoch nicht aus, innerhalb eines gebietsspezifisch zu bestimmenden Zumutbarkeitsrahmens eine abwägende „Feinsteuerung“ zur Konkretisierung der Erheblichkeitsschwelle vorzunehmen. Als Teil des baurechtlichen Rücksichtnahmegebots ist eine solche Steuerung sogar geboten (GKBIMSCHG-KOCH, 1996, § 3 Rn. 70ff).

Das Prinzip der vornehmlich akzeptororientierten, gebietsspezifischen Bestimmung der Erheblichkeit ist aus dem Lärmschutzrecht bekannt, es gilt jedoch auch für sonstige Immissionsarten (JARASS, 1999, § 3 Rn. 40). Allerdings stellt sich seine Operationalisierung im Fall der Lichtimmissionen in natürlichen Lebensräumen schwieriger dar, da sich diese typischerweise im Außenbereich befinden und der sonst übliche Rückgriff auf die bauplanungsrechtliche Prägung anhand der Gebietstypik der BauNVO zur Ermittlung der Schutzwürdigkeit der Gebiete ausscheidet. Doch auch im Außenbereich ist eine schutzgutorientierte, räumlich differenzierte Bestimmung der Erheblichkeitsgrenze vorzunehmen. Maßgeblich sind dabei der tatsächliche *Schutzbedarf* und das gesellschaftliche *Interesse* am Erhalt der betroffenen Lebensräume (*Schutzwürdigkeit*), welches seinerseits maßgeblich in den *planerischen Nutzungsvorgaben* und der tatsächlichen *Prägung* des Gebiets zum Ausdruck kommt (BVerwG, Ur. vom 11. 2. 1977, IV C 9.75, GewArch 1977, S. 168, 171). Im einzelnen gilt folgendes:

2.1.3 Schutzbedarf als Erheblichkeitskriterium

Der *Schutzbedarf* eines Lebensraums richtet sich nach seiner tatsächlichen Empfindlichkeit. Nur wenn Lebensräume durch Immissionen in ihrer Entwicklung negativ beeinflusst werden, ergibt sich immissionsrechtlicher Handlungsbedarf. Die ökologische Lichtwirkungsforschung hat dabei die Aufgabe, Daten zu liefern, bei welchen Lichtimmissionsverhältnissen hinsichtlich bestimmter Lebensräume typischerweise von gewichtigen Schädigungen bestimmter Tierpopulationen auszugehen ist.

2.1.4 Schutzwürdigkeit: Rechtlich fixiertes Allgemeininteresse als Erheblichkeitskriterium

Die Schutzwürdigkeit des Gebietes ist nach dem Interesse der Allgemeinheit am Erhalt des Lebensraums zu bemessen. Dabei steigt das Interesse der Allgemeinheit an der Integrität von Lebensräumen parallel zum Bedrohungsgrad und dem ökologischen Wert des betroffenen Lebensraumtyps, womit gleichzeitig die Erheblichkeitsschwelle für immissionsbedingte Beeinträchtigungen sinkt. Als Anhaltspunkte für die Seltenheit und Bedrohung von Lebensräumen oder bestimmter Tier- und Pflanzenarten können die Anhänge I, II und

III der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-RL), der Anhang I der Richtlinie 79/409/EWG (Vogelschutzrichtlinie, V-RL) sowie die Roten Listen oder entsprechende wissenschaftliche Veröffentlichungen herangezogen werden (ELSNER, 1983, S. 226; vgl. zur näheren Operationalisierung der Kriterien des Anhang III FFH-RL auch MAAß, 2000, S. 126ff).

Neben dem abstrakten Interesse der Allgemeinheit am Schutz eines Lebensraumtyps ist die Konkretisierung dieses Interesses durch planerische Vorgaben oder die tatsächliche Nutzung eines bestimmten Raumes von erheblicher Bedeutung. Denn in der planerisch-lenkenden Raumnutzungsentscheidung der Verwaltung findet das Allgemeininteresse am Erhalt bestimmter Lebensräume seinen Ausdruck (vgl. LANDMANN/ROHMER-HANSMANN, 1999a, Nr. 2.2.1.3 Rn. 24). Auch die Einzelfallprüfung in Nr. 2.2.1.3 TA Luft enthält in dieser Hinsicht bemerkenswerte Ansätze, die auf die Bewertung von Lichtimmissionen analog angewendet werden können. Als relevante Gesichtspunkte für die Erheblichkeit von Nachteilen werden dort namentlich die in Bebauungsplänen festgelegte Nutzung der Grundstücke, landes- oder fachplanerische Ausweisungen, eine etwaige Prägung durch die jeweilige Luftverunreinigung, die Nutzung der Grundstücke unter Beachtung des Gebots zur gegenseitigen Rücksichtnahme im Nachbarschaftsverhältnis genannt.

Das Bau- und Planungsrecht als genuines Instrument zum Ausgleich konkurrierender Nutzungsinteressen bietet sich dazu an, es auch als Maßstab für die Bestimmung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeit insoweit mit heranzuziehen, als die plan- und bebauungsrechtliche Situation am Einwirkungsort als wichtiger Parameter erkannt wird. Soweit natürliche Lebensräume in die Bauleitplanung einbezogen wurden, können nicht nur Darstellungen zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft im Bebauungsplan (z.B. nach § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB) von Relevanz zur Verschärfung der Erheblichkeitsschwelle sein, sondern jedenfalls im Außenbereich auch konkrete Festsetzungen in Flächennutzungsplänen (GK-BIMSCHG-KOCH, § 3 Rn. 130 ff). Ebenso können raumplanerische Vorgaben sowie Darstellungen der Fachpläne – insbesondere der Landschaftsplanung – von Bedeutung sein. Von hervorgehobener Bedeutung dürften naturschutzrechtliche Schutzgebietsverordnungen (z.B. Landschafts- und Naturschutzgebiete, Nationalparke) sein, mit denen das erhebliche gesellschaftliche Interesse am langfristigen Erhalt bestimmter Naturfunktionen formuliert wird (vgl. auch GK-BIMSCHG-KOCH, § 3 Rn. 136). Für den Bereich der wirtschaftlichen Nutzung von Böden wurde als entscheidender (Mindest-)Maßstab die Frage gesehen, ob durch die Schadstoffeinträge Funktionsstörungen des Bodens eintreten, welche die bisherige Nutzung eines Grundstücks langfristig ausschließen (LÜBBE-WOLFF, 1986, S. 182; PEINE, 1987, S. 231). Dieser Gedanke lässt sich auch auf den Bereich der planungsrechtlich abgesicherten natürlichen Lebensräume übertragen. Denn wenn die Allgemeinheit durch ihre demokratisch legitimierten Institutionen einer bestimmten Fläche dauerhaft eine Nutzung als natürlicher Lebensraum für bestimmte Tier- und Pflanzenarten zugeordnet hat, so muss die Verhinderung dieser Nutzung immissionsschutzrechtlich ebenso erheblich sein wie die Störung sonstiger wirtschaftlicher Bodennutzungen durch Privateigentümer.

Interessanterweise wird ein hinsichtlich der Schutzintensität vergleichbar differenzierender Ansatz von der UVP-Änderungsrichtlinie verfolgt: Nach Art. 4 Abs. 3 i.V.m. Anhang III dienen als Auswahlkriterien für die einzelfallbezogene Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung die ökologische Empfindlichkeit der betroffenen Räume, insbesondere die bestehende Landnutzung und die Belastbarkeit sensibler Gebiete wie Küsten-, Wald-, Berg- und Feuchtgebiete sowie besonderer Schutzgebiete.

Nach alledem liegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Lichtimmissionen dann vor, *wenn dadurch Schädigungen hervorgerufen werden, welche der Allgemeinheit im Hinblick auf die tatsächliche und planerisch verfestigte Schutzwürdigkeit und –bedürftigkeit der Schutzgüter nicht mehr zumutbar sind.*

2.2 Lichtquellen und genehmigungsbedürftige immissionsschutzrechtliche Anlagen

Wenn festgestellt wurde, dass die Lichtimmissionen an einem bestimmten Einwirkungsort als erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit und damit als schädliche Umwelteinwirkung zu qualifizieren sind, stellt sich die Frage nach den rechtlichen Konsequenzen für die künstliche Lichtquelle. Dabei ist zu differenzieren, ob es sich bei der Lichtquelle um eine genehmigungsbedürftige oder eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage handelt.

Zunächst sollen die genehmigungsbedürftigen Anlagen untersucht werden. Hierunter versteht man solche Anlagen, die aufgrund ihrer besonderen Umweltrisiken durch § 4 Abs. 1 BImSchG in Verbindung mit der 4. BImSchV einem speziellen Genehmigungsverfahren unterworfen sind. Gerade große industrielle Anlagen stellen oft ein besonderes Problem dar, weil sie oft am Rande von Ortschaften oder im Außenbereich – und damit in Naturnähe – liegen, und gleichzeitig oftmals aus Gründen des Betriebsablaufs, des Werksschutzes oder der Sicherheit der Arbeitnehmer stark beleuchtet werden.

2.2.1 Anwendungsbereich: Lichtquellen als Teile genehmigungsbedürftiger Anlagen?

Zunächst stellt sich die Frage, ob die Lichtquellen der genehmigungsbedürftigen Anlage zuzurechnen sind und somit der tatbestandliche Anwendungsbereich der §§ 4 ff BImSchG eröffnet ist. Denn in der Regel sind diese Anlagen wegen anderer als lichtspezifischer Umweltgefahren genehmigungsbedürftig. Dennoch ergibt sich zumeist die Anwendbarkeit der Regeln für genehmigungsbedürftige Anlagen auf zugehörige Lichtquellen:

Zwar sind Lichtquellen selten gem. § 1 Abs. 2 Nr. 1 der 4. BImSchV als Teil der *Hauptanlage* zu qualifizieren: Teile der Hauptanlage sind nur die Anlagenteile oder Verfahrensschritte, die zum Betrieb notwendig sind, einschließlich aller Anlagenteile, die für die Sicherheit des betreffenden Prozesses nötig sind (JARASS, 1999, § 4 Rn. 41). Lichtquellen im Außenbereich sind daher etwa dann Teile der Hauptanlage, wenn der Produktionsprozess im Freien bei Beleuchtung stattfindet.

Die meisten Lichtquellen auf dem Gelände genehmigungsbedürftiger Anlagen werden als Nebeneinrichtungen im Sinne des § 1 Abs. 2 Nr. 2 der 4. BImSchV erfasst, da sie mit der Haupteinrichtung in einem räumlichen und betriebstechnischen Zusammenhang stehen und eine Bedeutung für den Immissions- oder Gefahrenschutz aufweisen. Nun könnte man daran zweifeln, dass Lichtquellen eine rechtlich relevante Bedeutung für den Immissions- oder Gefahrenschutz haben, insbesondere weil die Genehmigungsbefähigung der Anlage nicht aufgrund besonderer Gefährlichkeit der Lichtemissionen besteht, sondern aus völlig anderen Motiven wie z.B. Geruchsemissionen durch Massentierhaltung. Hinsichtlich *dieser* (Geruchs-)Immissionen sind Lichtanlagen im Außenbereich sicherlich nicht von Bedeutung für das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen oder erheblicher Nachteile oder Belästigungen i.S.v. § 1 Abs. 2 Nr. 2 der 4. BImSchV. Folgt man jedoch der zutreffenden Ansicht in der Literatur, so wird von dieser Vorschrift auch der Fall erfasst, dass die Nebenanlage *selbst* Emissionen oder andere Gefahren auslöst (JARASS, 1999, § 4 Rn. 44). Ein spezifischer Gefahrezusammenhang zwischen einem Anlagenteil und dem jeweiligen Schutzgut kann nach der Konzeption des Gesetzgebers nicht gefordert werden. Hierfür spricht bereits, dass sämtlich genehmigungsbedürftige Anlagen den Pflichten des § 5 BImSchG einschließlich der abfallbezogenen Regelungstrias des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG unterliegen, obwohl einige der in der 4. BImSchV genannten Anlagen keine besondere Relevanz im Hinblick auf Reststoffe aufweisen. Aufgrund der typischen Umweltgefahren bestimmter Anlagen, wollte der Gesetzgeber genehmigungsbedürftigen Anlagen einer umfassenden Kontrolle und besonderen Pflichten unterwerfen. Da zum Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen typischerweise auch in besonderem Maße der Betrieb eigenständig gefahrträchtiger Nebenanlagen erforderlich ist und daher typischerweise mit schädlichen Umwelteinwirkungen gerechnet werden muss, sollte das Regime der §§ 4 ff BImSchG auch auf immissionsrelevante Nebenanlagen angewendet werden. Aufgrund der nachgewiesenen möglichen Schäden bzw. Nachteile für Mensch und Umwelt durch Lichtimmissionen sind somit Lichtquellen im Außenbereich von genehmigungsbedürftigen Anlagen grundsätzlich vom Anwendungsbereich der §§ 4 ff BImSchG umfasst.

2.2.2 Rechtsfolgen

Kommt in einem bestimmten Fall die immissionsschutzrechtlich zuständige Genehmigungsbehörde zu dem Schluss, es könnten erhebliche Nachteile durch Lichtemissionen einer genehmigungsbedürftigen Anlagen entstehen, ist zu prüfen, welche Pflichten hieraus folgen.

Nach dem Schutzgrundsatz des § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass *„schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können“*. Dabei ist irrelevant, wie kostspielig die Vermeidung der Immissionen für den Anlagenbetreiber ist oder welchen Nutzen der Anlage für die Allgemeinheit bringt (JARASS, 1999, § 5, Rn. 17, 18). Der Anlagenbetreiber muss also alle erforderlichen technischen Maßnahmen, bauliche Veränderungen oder Einschränkungen der Betriebszeiten veranlassen, die zur Unterschreitung der Erheblichkeit der Immissionen notwendig sind. Welche Maßnahmen er auswählt, bleibt grundsätzlich ihm überlassen.

Neben der Schutzpflicht vor schädlichen Umwelteinwirkungen hat der Betreiber die Vorsorgepflicht gem. § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG zu beachten. Nach der Vorsorgepflicht ist die Anlage so zu errichten und zu betreiben, dass *„Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung.“* Damit sind bereits im Vorfeld der Gefahrenabwehr Maßnahmen zur Prävention von Schäden erforderlich. Auch wenn nicht völlig klar ist, ob von einer Lichtanlage Tier- bzw. Ökosystemschäden hervorgerufen werden, die sich als schädliche Um-

welteinwirkungen darstellen, können auf der Grundlage der Vorsorgepflicht solche Lichtemissionen unzulässig sein, die durch Anwendung des Standes der Technik vermeidbar sind. Allerdings dürfen vom Anlagenbetreiber keine unverhältnismäßigen Vorsorgemaßnahmen gefordert werden. Insoweit kann sich der Anlagenbetreiber unter dem Dach des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit auch darauf berufen, eine bestimmte Maßnahme sei mit zu hohen Kosten verbunden. Je höhere Kosten die Behörde dem Anlagenbetreiber auferlegt, desto größer muss der damit verbundene Nutzen für die Allgemeinheit sein. Die zur Begrenzung ökosystemschrädlicher Wirkungen von Lichtanlagen notwendigen Investitionen sind oft jedoch gering oder können langfristig durch Energieeinsparung sogar zu Kostensenkungen führen (EISENBEIS & HASSEL 2000, S. 152; vgl. auch LiTG 1997, S. 19).

Auf der Ebene des Vollzugs des Vorsorgegebots besteht eine weitere Hürde. Denn die Behörden verlangen in der Regel nur dann Vorsorgemaßnahmen, wenn diese in einer Verwaltungsvorschrift oder einem Regelwerk als Stand der Technik näher konkretisiert sind. Da für die Wirkungen des Lichts auf die Natur untergesetzliche Regelungen noch fehlen, dürfte die Bereitschaft der Vollzugsbehörden zur Anwendung des Vorsorgegebots entsprechend gering sein. Von besonderem Interesse sind die von der lichttechnischen Gesellschaft vorgeschlagenen Mittel zur Reduzierung der Attraktivität von Lichtquellen. Die dort beschriebenen Möglichkeiten in der Lampenwahl und der Gestaltung der Leuchten können als sachverständige Äußerungen zum Stand der Technik und zur Auswahl geeigneter Vorsorgemaßnahmen herangezogen werden (LiTG, 1997, S. 15, 20; s. auch OSRAM GmbH, 1999).

Neben den spezifischen immissionsschutzrechtlichen Pflichten hat der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage gem. § 6 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG auch entgegenstehende Vorschriften des sonstigen öffentlichen Rechts zu beachten. Grundsätzlich ist somit auch die Eingriffsregelung für diese Anlagen im vollen Umfang von Belang (GK-BImSchG-BLANKENAGEL, § 6 Rn. 20f; JARASS, 1999, § 6 Rn. 15). Hierzu näher später.

2.3 Lichtquellen als immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

Sofern die Lichtquellen nicht Bestandteil einer genehmigungsbedürftigen Anlage sind, handelt es sich bei jeder Lichtquelle um eine eigenständige immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlage. Damit bewegen sich diese Anlagen jedoch nicht im rechtsfreien Raum. Denn neben der meist erforderlichen baurechtlichen Genehmigung stellt das Immissionsschutzrecht inhaltliche Anforderungen zu Gunsten des Naturschutzes.

2.3.1 Anwendungsbereich der §§ 22 ff BImSchG

Auf viele Lichtanlagen sind die Regelungen der §§ 22 ff BImSchG anwendbar. Beim Anwendungsbereich der §§ 22 ff BImSchG ist jedoch eine wichtige Einschränkung zu machen: Die Pflichten aus § 22 Abs. 1 S. 1 BImSchG finden nämlich gem. § 22 Abs. 1 S. 3 BImSchG u.a. keine Anwendung für Lichtemissionen nicht gewerblicher Anlagen. Für diesen Bereich ergibt sich eine Gesetzgebungskompetenz des Bundes weder aus Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG (Recht der Wirtschaft) noch aus Art. 74 Abs. 1 Nr. 24 GG (Abfallbeseitigung, Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung). Somit gilt die allgemeine Regel des Art. 70 Abs. 1 GG, wonach den Ländern die Gesetzgebungskompetenz zusteht. Somit fallen alle Lichtquellen, die von einem Hoheitsträger oder einem eingetragenen Verein betrieben werden, aus dem Anwendungsbereich des BImSchG. Hierzu gehören z.B. die Straßenbeleuchtung, Flutlichtanlagen von Sportplätzen sowie das dekorative Anstrahlen von Kirchen, Denkmälern oder anderen Kulturgütern. Für sie gilt allein das Immissionsschutzgesetz des jeweiligen Bundeslandes oder, sofern ein solches nicht existiert (wie in den meisten Ländern), das in den Polizei- und Ordnungsgesetzen der Länder geregelte Polizeirecht. Die aus *diesem* Grund bestehende Unanwendbarkeit des BImSchG auf private (nicht gewerbliche) und hoheitliche Lichtquellen wird in der Rechtsprechung zur Belästigung von Menschen durch Licht allerdings regelmäßig verkannt (s. OVG Münster v. 28. 2. 1980, 1 A 1813/77, ZMR 1980; BayVGh, Urt. v. 18. 12. 1990, 8 B 87.03780, NJW 1991, S. 2660; OVG Lüneburg, Urteil vom 13. 9. 1993, 12 L 68/90, NVwZ 1994, S. 713f).²

² Der BayVGh und das OVG Lüneburg sehen nicht den fehlenden Anwendungsbereich des BImSchG, gelangen aber über die Feststellung, dass § 22 BImSchG keinen Abwehranspruch zwischen hoheitlichem Störer und Gestörtem vermittelt, zur (nur) indirekten Anwendbarkeit des BImSchG.

2.3.2 Vermeidungsgebot

Für die vom BImSchG erfassten nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Lichtquellen gewerblicher Anlagen) gelten die Pflichten des § 22 BImSchG. Sofern schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage verursacht werden können, besteht nach dem Vermeidungsgebot des § 22 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG die Pflicht, diese nach dem Stand der Technik zu vermeiden, sofern dies möglich ist. Anders als im Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen, wo schädliche Umwelteinwirkungen nach dem Schutzgrundsatz in jedem Fall zu vermeiden sind, nimmt der Gesetzgeber bei den nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen grundsätzlich das Entstehen von schädlichen Umwelteinwirkungen in Kauf. Der genaue Inhalt des Vermeidungsgebots hängt durch den Verweis auf den Stand der Technik maßgeblich von dessen Definition ab. Wie bereits am Beispiel der genehmigungsbedürftigen Anlagen verdeutlicht wurde, kann hierzu bei entsprechenden Naturschutzkonflikten auf die von der Lichttechnischen Gesellschaft veröffentlichten technischen Möglichkeiten zur Verminderung der Anziehungskraft künstlicher Lichtquellen verwiesen werden. Wenn von einer nicht genehmigungsbedürftigen Lichtanlage schädliche Umweltauswirkungen ausgehen, die durch die Anwendung des Standes vermieden werden können, so hat die zuständige Behörde im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens die Baugenehmigung zu verweigern, weil mit § 22 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG der Genehmigung eine öffentlich-rechtliche Norm entgegensteht. Wird die Anlage bereits betrieben, kann die für den Immissionsschutz zuständige Behörde gem. § 24 BImSchG nachträgliche Anordnungen machen, z.B. zur Lampen- und Leuchtenwahl oder zu den Betriebszeiten.

2.3.3 Minimierungs- bzw. Mindestmaßgebot

Für die vom BImSchG erfassten nicht genehmigungsbedürftigen Lichtanlagen verbleibt als weitere Anforderung das Mindestmaßgebot des § 22 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG, wenn das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen trotz Anwendung des Standes der Technik nicht vermeidbar ist. Danach sind unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken. Nach herrschender Lesart ist hier eine Abwägung für die Frage vorzunehmen, ob die Immissionen bei Berücksichtigung aller widerstreitenden Belange hinzunehmen sind.

Teilweise wird vertreten, dass bei konkreter Gefahr für Tiere oder Pflanzen das Mindestmaß immer überschritten sei (JARASS, 1999, § 22 Rn. 20). Auf eine besondere Bedeutung der Sachgüter käme es nicht an. Würde man diesen Grundsatz strikt auf den Bereich der Lichtimmissionen anwenden, hätte dies die Unzulässigkeit eines Großteils der bundesdeutschen Beleuchtung zur Folge, denn die allabendliche Inbetriebnahme fast jeder künstlichen Lichtquelle im Freien führt zu einer sich verwirklichenden Todesgefahr für eine gewisse Anzahl von Insekten. Dies kann nicht richtig sein. Es bedarf daher auch bei konkreten Gefahren für Schutzgüter außerhalb der menschlichen Gesundheit einer Abwägung aller relevanten Umstände, namentlich des Interesses der Allgemeinheit an der Integrität des Schutzguts, der Kosten für die Immissionsvermeidung und des Nutzens der Anlage für die Allgemeinheit. Ergibt die Abwägung ein Überwiegen der Belange, die gegen die Lichtanlage sprechen, führt dies zu den bereits oben beim Vermeidungsgebot erörterten Rechtsfolgen.

2.3.4 Landesimmissionsschutzrecht und Landesordnungsrecht

Sofern die Lichtanlagen nicht in den Anwendungsbereich des BImSchG fallen, gilt Landesrecht. Einige Länder haben eigene Immissionsschutzgesetze, die in diesem Fall zur Anwendung kommen. Materiell dürfte sich die Rechtslage kaum von der des BImSchG unterscheiden. In der überwiegenden Anzahl der Länder ist mangels spezialgesetzlicher Grundlage zur Regulierung von Lichtimmissionen auf die Generalklausel des jeweiligen Polizei- und Ordnungsgesetzes zurückzugreifen (z.B. § 3 Abs. 1 HmbSOG). Demnach kommt ein Eingreifen nur in Betracht, wenn durch Lichtimmissionen eine Störung oder Gefahr für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung hervorgerufen wird. Dabei bestehen zwei Probleme:

Erstens erscheint problematisch, inwieweit der Schutz der Natur und Landschaft als Schutzgut vom allgemeinen Polizei- und Ordnungsrechts erfasst wird. Fraglich ist, inwieweit die Beeinträchtigung von Ökosystemen durch Lichtquellen als Störung der öffentlichen Sicherheit zu qualifizieren ist. Öffentliche Sicherheit im Sinne der Gefahrenabwehr ist die Unverletzlichkeit der objektiven Rechtsordnung, der subjektiven Rechte und Rechtsgüter des einzelnen sowie die Einrichtungen und Veranstaltungen des Staates und der sonstigen Träger der Hoheitsgewalt (Götz, 1995, Rn. 115). Grundsätzlich hat das Polizeirecht damit auch den Schutz von Gemeinschaftsgütern zur Aufgabe. Gerade im Bereich des Schutzes der Umwelt ist jedoch fraglich, inwieweit dieser Schutz einer genaueren spezialgesetzlichen Konkretisierung bedarf. Einigkeit besteht lediglich darüber, dass Rechtsgüter, die zu einem kollektiven Gesamtrechtsgut zusammengefasst werden

können (z.B. Gesundheit – Volksgesundheit) vom Begriff der öffentlichen Sicherheit umfasst werden (SCHOCH, 1994, S. 574; GÖTZ, 1995, Rn. 115). Für den Bereich des Wasserrechts hat das BVerwG angenommen, dass sich eine zum Schutz der öffentlichen Wasserversorgung ergangene Anordnung auf die polizeirechtliche Generalklausel stützen kann, wenn wasserrechtliche Ermächtigungstatbestände nicht erfüllt sind, aber „die materiellen Grundentscheidungen des Gesetzes zur Schutzwürdigkeit der von ihm verfolgten wasserwirtschaftlichen Interessen“ einen Rückgriff auf das Ordnungsrecht geboten erscheinen lassen (BVerwG v. 16. 11. 1973, 4 C 44.69, DVBl. 1974, S. 297, 300). Teilweise wird vertreten, dass die Naturschutzgesetze in vergleichbarer Weise materielle Grundentscheidungen zum Schutz der Gemeinschaftsgüter Natur und Landschaft erkennen lassen (so SCHOCH, 1995, S. 574 mit Verweis auf VGH Mannheim vom 25. 6. 1986, NVwZ 1988, S. 166 - in dieser Entscheidung liegt jedoch die Verletzung einer objektivrechtlichen Norm vor; a.A. GÖTZ, 1995, Rn. 115). Ein Rückgriff auf das Polizeirecht wird jedenfalls nur dann in Frage kommen, wenn die Nutzung der Lichtquelle dem in den einschlägigen Naturschutzgesetzen zum Ausdruck kommenden Gemeinschaftsinteresse am Erhalt der Natur oder des Landschaftsbildes erkennbar und erheblich widerspricht.

Mit dieser Grenzlinie wird auch die erforderliche Abgrenzung des Gefahrenabwehrrechts zur bloßen Risikovorsorge gewahrt. Denn für Risikovorsorge sind allein die speziellen Umweltgesetze, und nicht das Polizei- und Ordnungsrecht zuständig. Eine Trennlinie kann dort gezogen werden, wo es nicht mehr um die Bewahrung eines vorhandenen Bestandes an Rechts- und Lebensgütern geht, sondern um die Verbesserung des Bestandes eines Schutzgutes. Letzterer Bereich ist allein den umweltrechtlichen Spezialgesetzen vorbehalten (DENNINGER in LISKEN/DENNINGER 1996, S. 134). Die insoweit bestehenden Gesetzeslücken in Ländern ohne Landesimmissionsschutzgesetz können nicht durch Rückgriff auf das Polizeirecht geschlossen werden.

3. Planfeststellungsrecht

Im Bereich des Planfeststellungsrechts gibt es eine Reihe von Verfahren, die eine hohe Relevanz im Hinblick auf Lichtemissionen und Naturschutz aufweisen. Zu nennen sind insbesondere die Verfahren für die Planung von Bundesfernstraßen, Eisenbahnwegen sowie Flugplätzen. Ohne dass hier erschöpfend auf die Anforderungen der Beachtung von Umweltbelangen in der Planfeststellung eingegangen werden könnte, sollen einige lichtrelevante Punkte des Planfeststellungsrechts angesprochen werden.

Bei raumbedeutsamen Planungen ist zunächst das in § 50 BImSchG niedergelegte Trennungsgebot als Optimierungsgebot innerhalb der planerischen Abwägung zu beachten, wonach die für bestimmte Nutzungen vorgesehene Flächen einander so zuzuordnen sind, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf schutzwürdige Gebiete soweit wie möglich vermieden werden. Durch die räumliche Trennung unverträglicher Landnutzungen soll von vorneherein das Entstehen von Konflikten vermieden werden. Der paradigmatische Charakter dieses planerischen Gestaltungsauftrags hat auch für schutzbedürftige und -würdige natürliche Lebensräume Bedeutung und strahlt ebenso auf das Baurecht ab (s.u.).

Ferner gebietet § 41 Abs. 1 BImSchG für den Verkehrswegebau, das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen durch Anwendung des Standes der Technik abzuwehren. Im Planfeststellungsbeschluss sind die zum Schutz des Allgemeinwohls und der Nachbarrechte erforderlichen Schutzvorkehrungen aufzuerlegen, wie der durch Abwägung nicht zu überwindende § 74 Abs. 2 S. 2 VwVfG gebietet (BVerwG, Urteil vom 14. 9. 1992, 4 C 34-38.89, BVerwGE 91, 17ff; MICHLER, 1999, S. 25 m.w.N.). Sofern durch die Straßenbeleuchtung oder die Scheinwerfer der auf der Straße fahrenden Fahrzeuge schädliche Umwelteinwirkungen (s.o.) zu erwarten sind, welche durch Schutzvorkehrungen ohne nennenswerte Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit vermieden werden können, sind diese im Planfeststellungsbeschluss anzuordnen. Denn grundsätzlich erstreckt sich die Planfeststellung im Fernstraßenrecht gem. § 1 Abs. 4 Nr. 3 FStrG auch auf Zubehör, wozu die Straßenbeleuchtung als Verkehrsanlage zum Schutz der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zählt (MARSCHALL 1971, Rn. 7.7). Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Lichtimmissionen können zum Beispiel in der Anordnung der Verwendung bestimmter Lampen- oder Leuchtentypen für die Straßenbeleuchtung oder im Bau bzw. in der Pflanzung von Blendschutzanlagen bestehen. Teilweise wird dies bereits in der Praxis entsprechend gehandhabt, wie z.B. im Planfeststellungsbeschluss der Freien und Hansestadt Hamburg zur Verfüllung des Mühlenberger Lochs (Auflage zur Verwendung von Natrium-Niederdrucklampen). Betriebszeitenregelungen, wonach zu bestimmten Zeiten die Beleuchtung zu reduzieren ist, kommen nur bei geeigneten Fallkonstellationen in Betracht, wenn der Hauptzweck der Anlage dadurch nicht erheblich beeinträchtigt wird und insbesondere die Verkehrssicherheit gewährleistet bleibt. Allerdings dürften naturschutzbedingte Auflagen zur Beleuchtung in der Praxis nur bei besonderen lichtbedingten Naturschutzkonflikten in Frage kommen, namentlich bei der Befürchtung des Entstehens schädlicher Umwelteinwirkungen im obigen Sinne. Sofern keine besonderen Konflikte vorliegen, braucht

braucht sich die Planungsbehörde um Einzelheiten der Bauausführung wie die Straßenbeleuchtung nicht zu kümmern, solange die Bauausführung auf der Grundlage des Standes der Technik geplant ist (STÜER, 1998, Rn. 2203). Zur Verbreiterung des Anwendungsfeldes naturverträglicher Lichttechnologien erscheint daher die weitere Berücksichtigung von ökologischen Belangen bei der Definition des Standes der Technik in den technischen Regelwerken zur Straßenbeleuchtung wünschenswert (z.B. DIN 5044) sowie in den Hinweisen des Bundesministeriums für Verkehr zur Berücksichtigung von Naturschutzbelangen im Fernstraßenbau (BMV 1987).

4. Naturschutzrecht

Naturschutz- und Planungsrecht schützen die Natur vornehmlich in *quantitativer* Hinsicht, indem die direkte Inanspruchnahme des Bodens für Landnutzungen reguliert wird (WOLF, 1999, S. 545). Bei der folgenden Untersuchung des Naturschutzrechts auf immissionsrelevante Regelungen geht es hingegen um die für den Erhalt der Artenvielfalt nicht minder wichtige *qualitative* Dimension des Naturschutzes.

4.1 Besonderer Gebietsschutz

Die Regelungen des BNatSchG und der Naturschutzgesetze der Länder für den besonderen Gebietsschutz geben nur wenig Ansatzpunkte für den Schutz vor Immissionen. Zwar werden gem. § 13 Abs. 2 S. 1 BNatSchG und den entsprechenden Ländervorschriften in Verbindung mit den Schutzgebietsverordnungen sämtliche Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebiets führen können. Diese sehr weitgehende Formulierung spricht zunächst dafür, dass auch durch Immissionen verursachte Schäden verboten werden sollen. Fraglich ist allerdings, ob von diesem Verbot auch Immissionsquellen betroffen sind, die außerhalb des Geltungsbereichs des Schutzgebietes liegen. Teilweise wird dies unter Hinweis auf Wortlaut und Sinn der Regelung für die unmittelbare Umgebung des Schutzgebietes bejaht (SOELL, 1980, S. 7; KLOEPFER, 1998, § 11 Rn. 64). Einige Landesnaturschutzgesetze sehen sogar ausdrücklich vor, dass Schutzgebietsverordnungen auch Handlungen außerhalb des Schutzgebietes verbieten können, die in das Gebiet hineinwirken (z.B. § 24 Abs. 3 S. 2 NdsNatSchG; § 17 Abs. 5 NatSchG-SH; § 17 Abs. 3 NatSchG LSA; § 16 Abs. 4 SächsNatSchG). Allerdings dürfte das Bestimmtheitsgebot – immerhin handelt es sich zumeist um bußgeldbewehrte Ordnungswidrigkeiten – der Anwendung einer Schutzgebietsverordnung auf das Gebietsumfeld enge Grenzen setzen. Für den Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen schließt zudem § 19e BNatSchG im Umkehrschluss aus, dass eine Schutzgebietsverordnung als entgegenstehende Vorschrift im Sinne von § 6 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG eine Anlagengenehmigung verhindert. Der Wortlaut einiger anderer Landesnaturschutzgesetze spricht ohnehin für eine Beschränkung des Schutzregimes auf Handlungen innerhalb des Schutzgebietes (vgl. §§ 12, 16 HNatSchG; §§ 15 Abs. 2, 16 Abs. 2 HmbNatSchG). Sofern jedoch eine Schutzgebietsverordnung von einer bestehenden landesrechtlichen Regelungsmöglichkeit zur Abwehr von Störungen durch nicht genehmigungsbedürftige Anlagen außerhalb des Schutzgebietes Gebrauch macht, dürften hiervon auch schädigende Lichtimmissionen erfasst sein. Denn obwohl die unmittelbar schädigende Wirkung darin liegt, dass Tiere – namentlich Insekten – aus dem Gebiet *heraus* gezogen werden, kann nicht argumentiert werden, es liege keine Wirkung in das Gebiet *hinein* vor. Denn gerade im Verlust einer großen Anzahl von Insekten liegt ein erheblicher Eingriff in das Gefüge des Ökosystems *im* Schutzgebiet.

In Landschaftsschutzgebieten sind nach § 15 Abs. 2 BNatSchG und den entsprechenden Ländervorschriften regelmäßig alle Handlungen verboten, die den Charakter des Gebietes verändern und dem besonderen Schutzzweck der Landschaftsschutzverordnung zuwider laufen. In Landschaftsschutzverordnungen finden sich regelmäßig Verbote, die Landschaft zu verunstalten (s. zum wortgleichen § 35 Abs. 3 Spiegelstrich 5 BauGB auch KRAUTZBERGER, in: Battis/Krautzberger/Löhr, 1999, § 35, Rdnr. 63). Diese Regelungen können für weiträumig sichtbare Lichanlagen innerhalb des Geltungsbereichs der Landschaftsschutzverordnungen von besonderer Relevanz werden.

Nach der FFH-RL gilt ein striktes Verschlechterungsverbot für Schutzgebiete, unabhängig davon, ob die Eingriffe innerhalb oder außerhalb des Gebiets liegen. Dieses strenge europarechtliche Schutzregime hat der Gesetzgeber jedoch gerade im Hinblick auf Immissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen durch § 19 e BNatSchG in gemeinschaftsrechtswidriger Weise verwässert (GELLERMANN, 1998; WIRTHS, 2000). Dennoch ist zweifelhaft, ob die Regelungen der FFH-Richtlinie unmittelbar zum Einsatz kommen sollen, wenn z.B. eine Anlage aufgrund ihrer Lärm- oder Lichtimmissionen Teile eines Vogelschutzgebietes unbrauchbar macht (so GELLERMANN, 1998, S. 183). Nur bei stofflichen Einträgen wie Staub, Ruß oder sonstigen Partikeln erscheint diese Konsequenz zutreffend. Hinsichtlich Licht- und Lärmemissionen geht sie hingegen fehl, da § 19 e BNatSchG bei europarechtskonformer Interpretation überhaupt nicht zur Anwendung gelangt und somit

auch nicht als *lex specialis* das insoweit gemeinschaftsrechtskonforme allgemeine Schutzregime des § 19 c BNatSchG verdrängen kann. Denn nach der amtlichen Überschrift des § 19 e BNatSchG sollen nur *stoffliche* Belastungen von der Vorschrift erfasst werden, nicht hingegen Schall- und Lichtwellen. Für diese gilt somit das allgemeine Schutzregime nach § 19 c BNatSchG.

4.2 Lichtimmissionen in der Eingriffsregelung

Da die räumlich begrenzte Wirkung von Schutzgebietsausweisungen einen nur zu einem unbefriedigenden partiellen Schutzansatz führt, stellt sich die Frage, inwieweit die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung auf stoffliche Immissionen in natürlichen Lebensräumen anwendbar ist. Wenn zum Beispiel eine emittierende Anlage gebaut wird, taucht die Frage auf, inwieweit neben den unmittelbaren Auswirkungen des Flächenverbrauchs und der Landschaftsbeeinträchtigung die zu erwartenden Immissionsschäden in der Eingriffsregelung zu berücksichtigen sind. In Rechtsprechung und Literatur werden hierzu unterschiedliche Auffassungen vertreten (OVG Schleswig v. 17. 4. 1998, 2 K 2/98, NuR 1999, S. 533ff; WEIDIG, 1999; GASSNER, 1999). Die Prüfung der einzelnen Tatbestandsmerkmale der Eingriffsregelung schafft Klarheit:

Ein Eingriff hat nach § 8 BNatSchG bzw. den unmittelbar anwendbaren entsprechenden Landesvorschriften zur Voraussetzung, dass eine qualifizierte Eingriffshandlung vorliegt (Verletzungstatbestand), welche bestimmte Eingriffswirkungen zur Folge hat (Sachfolgetatbestand) (GASSNER/BENDOMIR-KAHLO/SCHMIDT-RÄNTSCH, 1996, § 8, Rn. 2ff; RAMSAUER, 1997, S. 419).

4.2.1 Verletzungstatbestand

Bei der Prüfung des *Verletzungstatbestandes* ist zu prüfen, ob zumindest eine von zwei denkbaren Eingriffshandlungen vorliegt: Die Veränderung der Gestalt oder der Nutzung von Grundflächen. Im vorliegenden Zusammenhang ist hauptsächlich die erstgenannte Alternative von Belang. Eine Veränderung der Gestalt von Grundflächen liegt insbesondere bei der Vornahme von Bodenversiegelungen vor. Beim Bau neuer immissionsschutzrechtlicher Anlagen liegt dies meist unproblematisch vor. Sofern jedoch an bestehenden Anlagen lediglich neue Lichtquellen ohne zusätzliche Versiegelungen in Betrieb genommen werden, ist dieser Tatbestand nicht erfüllt und eine Anwendung der Eingriffsregelung scheidet aus. Diese Einengung des Anwendungsbereichs der Eingriffsregelung ist von verschiedener Seite im Hinblick auf den Ausschluss stofflicher Einträge kritisiert worden (RSU 1987, Tz. 462; BUNDESREGIERUNG 1985, S. 34; SPD-FRAKTION 1992; GRUPPE BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, 1993; ablehnend SCHOLTEN 1995). Der Gesetzgeber ist der Forderung nach einer generellen Einbeziehung der durch stoffliche Einwirkungen vermittelten Eingriffe durch eine Novellierung der Vorschrift jedoch bisher nicht nachgekommen.

Die Eingriffsregelung ist nach den meisten Landesnaturschutzgesetzen zudem nur auf solche Eingriffshandlungen anwendbar, die einer vorherigen Genehmigung oder Anzeige bedürfen. Einige Landesgesetze haben für Eingriffe, die diese Kriterien nicht erfüllen, eine eigene Anzeigepflicht statuiert, um zur Anwendbarkeit der Eingriffsregelung zu kommen. Im Zusammenhang mit Lichtemissionen, die mit Bodenversiegelungen einhergehen, sind kaum Fälle denkbar, die an einer fehlenden Genehmigungspflicht scheitern. Zumeist ist eine Baugenehmigung, eine BImSchG-Anlagengenehmigung oder ein Planfeststellungsbeschluss notwendig.

4.2.2 Sachfolgetatbestand

Im Rahmen des *Sachfolgetatbestandes* ist zu klären, ob die Eingriffshandlung bestimmte Wirkungen auslöst oder mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erwarten lässt. Relevant sind nur erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigungen entweder des bestehenden Landschaftsbildes oder des Naturhaushaltes.

4.2.2.1 Beeinträchtigung des Landschaftsbildes

Hinsichtlich der Beeinträchtigung des *Landschaftsbildes* ist das Schutzobjekt der jeweilige Zustand der Landschaft in seiner Eigenart, also der durch die vorhandenen Landschaftselemente geprägte Gebietscharakter (RAMSAUER, 1997, S. 420). Es kommt also nicht darauf an, ob die Lichtimmissionen – wie z.B. bei der Anstrahlung von Kulturgütern – als ästhetisch empfunden werden. Maßgeblich ist allein die Veränderung der vorhandenen Eigenart des Landschaftsbildes. Teilweise wird gefordert, dass nur unmittelbare Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes im Rahmen der Eingriffsregelung relevant seien (Nachweise bei RAMSAUER, 1997, Fn. 11). Selbst wenn man dem zustimmen wollte, so wäre ein unmittelbarer Zusammenhang der Landschaftsbeeinträchtigung durch Lichtquellen im Außenbereich gegeben, da die Störung unmittelbar

durch die Lichtmasten oder die teilweise über viele Kilometer erkennbaren Strahlen eintritt. Schließlich muss die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes erheblich oder nachhaltig sein. Damit werden solche Lichtanlagen durch dieser Bagatellgrenze ausgeklammert, die im Landschaftsbild nur sehr kurze Zeit oder nur geringfügig wahrnehmbar sind. Zumindest größere Anlagen dürften regelmäßig eine erhebliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes darstellen, letztlich ist dies jedoch eine Frage des Einzelfalls.

4.2.2.2 Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes

Sofern es um die Beeinträchtigung der *Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes* als Eingriffswirkung geht, ist zunächst das Schutzobjekt näher zu bestimmen. Zur Definition des Begriffs des Naturhaushalts wird im allgemeinen auf die Definition in § 2 Nr. 6 PflSchG zurückgegriffen, wonach hierunter die Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen zu verstehen sind (BENDER/SPARWASSER/ENGEL, 1995, Teil 3, Rn. 5). Damit werden auch Wechselwirkungen erfasst, welche durch die Verschiebung der Artenzusammensetzung von Ökosystemen, z.B. durch das Herausziehen von Insektenpopulationen aus Lebensräumen zu nahegelegenen Lichtquellen, erfolgen können.

4.2.3 Ausschluss der Eingriffsregelung durch das BImSchG?

Während man anhand der überkommenen Prüfung des Tatbestandes der Eingriffsregelung unter den genannten Bedingungen zur Anwendbarkeit auf Immissionsschäden kommt, wird teilweise – und neuerdings wieder nachdrücklich – gefordert, dass vom BImSchG erfasste Immissionen im Rahmen der Eingriffsregelung nicht zu berücksichtigen seien (WEIDIG, 1999, S. 498; DETERMANN, 1996, S. 102; BICKEL, 1989, S. 939; GAENTZSCH, 1986, S. 95; BREUER, 1980, S. 92). Dem kann aus verschiedenen Gründen nicht gefolgt werden (im Ergebnis ebenso GASSNER, 1999; RAMSAUER, 1997, S. 420; VON GÖTZ, 1999, S. 1416).

Bereits der Sinn und Zweck der Eingriffsregelung widerspricht der Auskoppelung von Immissionen aus der Anwendung: Der Gesetzgeber hat durch die Verwendung des Begriffs der „Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts“ deutlich gemacht, dass eine umfangreiche Gesamtbewertung *aller* zurechenbaren Eingriffsfolgen gewollt ist. Durch die Ausklammerung des Immissions-Belastungspfades wäre das legislatorische Leitmotiv der „Bewahrung des ökologischen status quo durch die Eingriffsregelung“ (KUSCHNERUS 1996, S. 238) nicht erreichbar. Dies wird deutlich, wenn man sich z.B. den Verkehrswegebau und die durch ihren Betrieb entstehenden breiten Lärmkorridore vor Augen führt, welche weitaus mehr Lebensraum beeinträchtigen als die unmittelbare Verkehrsfläche.

Die Nichtanwendung der Eingriffsregelung ergibt sich auch nicht aus der Behauptung, dass der BImSchG-Gesetzgeber im Fall der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen entschieden habe, „*dass vor Errichtung solcher Anlagen keine besonderen verfahrensmäßigen Prüfung erfolgen soll*“ (Hervorhebung im Original) und der Gesetzgeber es für ausreichend halte, dass eine „*Beobachtung der Anlagen über das immissionschutzrechtlich vorgesehene Instrumentarium erfolgt*“ (WEIDIG, 1999, S. 498). Diese Argumentation verkennt, dass regelmäßig sehr wohl eine vorgelagerte Prüfung stattfindet, ob von einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen. Denn vor Erteilung einer für ortsfeste Anlagen zumeist erforderlichen Baugenehmigung hat die zuständige Behörde zu prüfen, ob öffentlich-rechtliche Vorschriften der Baugenehmigung entgegenstehen. Dabei muss sie selbstverständlich auch prüfen, ob die Anforderungen des § 22 Abs. 1 BImSchG eingehalten werden. Die Anwendung der Eingriffsregelung steht daher nicht im Widerspruch zum *verfahrensmäßigen* Ablauf im Hinblick auf nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.

Die Anwendung der Eingriffsregelung gerät mit der immissionsschutzrechtlichen Beurteilung auch *inhaltlich* nicht in Konflikt. Namentlich ist das BImSchG gegenüber der Eingriffsregelung nicht *lex specialis* im Hinblick auf Immissionen, was sich aus den unterschiedlichen Rechtsfolgen und der abweichenden Funktion der einzelnen Prüfungspunkte der Eingriffsregelung im Vergleich zum Immissionsschutzrecht ergibt: Die Anwendung des *Vermeidungsgebots* ist nach der Rechtsprechung des BVerwG von vorneherein naturschutzspezifisch begrenzt und kann keinesfalls die grundsätzliche Zulassungsfähigkeit eines Vorhabens in Frage stellen, welche zunächst anhand der materiellen Vorgaben des Fachgesetzes ermittelt wird (BVerwG, Urt. vom 7. 3. 1997, 4 C 10.96, ZUR 1997, S. 206, 207 mit Anm. GARBE, ZUR 1997, S. 309). Ein Konflikt mit dem Immissionsschutzrecht ist auf der Stufe des Vermeidungsgebots damit ausgeschlossen. Die naturschutzrechtlichen Gebote für *Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen* haben andere Rechtsfolgen im Sinn als das Immissionsschutzrecht, weshalb ein Spezialitätsverhältnis des Immissionsschutzrechts auch auf dieser Stufe der Eingriffsregelung nicht in Betracht kommt. Die naturschutzrechtliche *Untersagung nach § 8 Abs. 3 BNatSchG* ist schließlich eine selbständige, echte Abwägungsentscheidung die materiell eine eigenständi-

ge Funktion neben den Fachgesetzen hat, insbesondere neben der fachplanerischen Abwägung (vgl. BVerwG v. 27. 9. 1990, 4 C 44.87, BVerwGE 85, S. 348, 362f; HALAMA 1998, S. 634). Im Hinblick auf die unmittelbaren (nicht immissionsbedingten) Folgen eines Anlagenbaus im Außenbereich dürfte unstrittig sein, dass die naturschutzrechtliche Untersagung auch gebundenen Entscheidungen wie der Bau- oder der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung über das Scharnier der Beachtung „anderer öffentlich-rechtlicher Vorschriften“ (s. §§ 6 Abs. 2, 22 Abs. 2 BImSchG) einen planerischen Einschlag verleiht (BREUER, 1980, S. 95; RAMSAUER, 1997, S. 423). Angesichts des auf der Abwägungsstufe der Eingriffsregelung somit ohnehin bestehenden Spannungsfeldes zwischen Naturschutzrecht einerseits, Bau-, Fachplanungs- und Immissionsschutzrecht andererseits ist nicht ersichtlich, warum die Berücksichtigung betriebsbedingter Immissionen als ein Belang von vielen in der naturschutzrechtlichen Abwägung zu einem unlösbaren Konflikt mit dem Immissionsschutzrecht führen sollte. Die oben beschriebene naturschutzspezifische Funktion der Eingriffsregelung rechtfertigt die Berücksichtigung der Immissionswirkungen auf der Ebene der naturschutzrechtlichen Abwägung, zumal die immissionsschutzrechtliche Beurteilung – wie oben ausführlich dargelegt – oftmals den Anforderungen an die Berücksichtigung von Naturschutzaspekten bei der Bestimmung der Erheblichkeitsschwelle von immissionsbedingten Beeinträchtigungen nicht gerecht wird.

Ein weiteres Argument für die Anwendung der Eingriffsregelung auf Immissionen während des Betriebes der Anlage liefert schließlich die Systematik der Vorschrift. § 8 Abs. 1 BNatSchG führt neben der Veränderung der Bodengestalt ausdrücklich eine veränderte Bodennutzung als Verletzungstatbestandsalternative an. Eine veränderte Bodennutzung erfordert typischerweise wiederkehrende Nutzungshandlungen (s. die Beispiele bei KOLODZIEJCOK & RECKEN 2000, § 8 BNatSchG, Rn. 7f). In der Rechtsprechung wurde beispielsweise bei einer Gefährdung von Störchen durch Lärmimmissionen eines Modellflugplatzes auf einer Wiese ein Eingriff durch die veränderte Nutzung von Grund und Boden angenommen (VGH Mannheim, NuR 1992, S. 126). Somit geht die Eingriffsregelung bereits im Tatbestand davon aus, dass nicht nur die unmittelbare, einmalige Inanspruchnahme von Boden erfasst wird, sondern auch Beeinträchtigungen durch wiederkehrende Handlungen bzw. durch den wiederkehrenden Betrieb von ortsveränderlichen Anlagen. Vor diesem Hintergrund kann die Annahme nicht überzeugen, wonach die Eingriffsregelung grundsätzlich keine Folgen erfasse, die durch den Betrieb von Anlagen hervorgerufen würden.

Der Berücksichtigung von Immissionen im Rahmen der Eingriffsregelung stehen daher unter den genannten Bedingungen keine grundsätzlichen Bedenken entgegen. Wichtigste Ausnahme ist die Inbetriebnahme von Lichtquellen, ohne dass dabei Bodenversiegelungen vorgenommen werden. Liegen die Tatbestandsvoraussetzungen der Eingriffsregelung vor, kommt ihr bekanntes Regelungsprogramm zur Anwendung.

4.2.4 Rechtsfolgen des Eingriffs

Das Programm der Eingriffsregelung ist hinlänglich bekannt und soll hier nicht neuerlich *in extenso* ausbreitet werden (vgl. hierzu z.B. BERKEMANN, 1993; KUSCHNERUS 1996). Einige Bemerkungen im Hinblick auf die lichtspezifische Anwendung der Eingriffsregelung seien jedoch angebracht:

Aus § 8 Abs. 2 S. 1 BNatSchG folgt das Gebot, vermeidbare Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes zu unterlassen. Das Vermeidungsgebot dient nach der Rechtsprechung des BVerwG jedoch nicht dazu, über die grundsätzliche Zulässigkeit oder Unzulässigkeit eines Vorhabens zu entscheiden (BVerwG, Urteil vom 7. 3. 1997, 4 C 10.96, ZUR 1997, S. 207). Ob ein Vorhaben an einem bestimmten Standort durchgeführt werden darf, richtet sich nach den Anforderungen des Fachrechts (BVerwG, ZUR 1997, S. 207). Das Vermeidungsgebot zielt nach dieser Rechtsprechung lediglich darauf ab, aus dem Kreis der mit einem Eingriff definitionsgemäß verbundenen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft diejenigen zu unterlassen, die vermeidbar sind. Eine auf das Vermeidungsgebot gestützte Untersagung eines mit Lichtemissionen verbundenen Vorhabens wäre somit unzulässig. Hingegen lassen sich auf das Vermeidungsgebot Anordnungen stützen, welche das Vorhaben als solches nicht in Frage stellen, jedoch die Eingriffsfolgen für den Naturhaushalt und das Landschaftsbild mildern. Denn aus dem Vermeidungsgebot folgt auch das Gebot, unvermeidbare Beeinträchtigungen zu minimieren. Bei diesem Minimierungsgebot handelt es sich – anders als beim strikt zu beachtenden Unterlassungsgebot (KLOEPFER, 1998, § 11 Rn. 35 m.w.N.) – um ein „Optimierungsgebot“ (BVerwG, NVwZ 1999, S. 70), d.h. es ist mit besonderem Gewicht in planerische Abwägungen einzustellen, kann dort jedoch überwunden werden. Beispielhaft kommen als Vorgaben hinsichtlich der genauen Platzierung von Lichtquellen innerhalb einer größeren Anlage, Anordnungen hinsichtlich der Leuchtenart oder der Lichtmasthöhe sowie der Wahl der einzusetzenden Lampenart in Betracht. Durch die angeordneten Vermeidungsmaßnahmen darf der Zweck der Anlage jedoch nicht unzumutbar beeinträchtigt werden.

Auf der Ebene des gem. § 8 Abs. 2 BNatSchG zu beachtenden Ausgleichsgebots ist zu fordern, dass die lichtbedingten Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes voll in die Ermittlung des Ausgleichsbedarfs eingestellt werden und eine entsprechende Kompensation stattfindet, welche die bekannten Anforderungen an die zeitliche, räumliche und funktionale Kohärenz von Ausgleichsmaßnahmen erfüllen.

Gemäß § 8 Abs. 3 BNatSchG (bzw. der jeweils anwendbaren entsprechenden Regelung des Landesnaturschutzgesetzes) sind nicht vermeidbare und nicht ausgleichbare Beeinträchtigungen zu untersagen, wenn die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Range vorgehen. Auf dieser Stufe erhält die Naturschutzbehörde einen gerichtlich nur beschränkt überprüfbaren Abwägungsspielraum hinsichtlich der Untersagung von Eingriffen. In die Abwägung der widerstreitenden Belange sind die durch Lichtimmissionen hervorgerufenen Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes mit einzustellen. Erkennt die zuständige Behörde ein Überwiegen der Belange des Naturschutzes, so hat sie den Eingriff zu untersagen.

Auf der Ebene der Ersatzmaßnahmen, welche die Landesnaturschutzgesetze entsprechend der Möglichkeit des § 8 Abs. 9 BNatSchG regelmäßig für nicht ausgleichbare und vorrangige Eingriffe vorsehen, sind die durch Lichtimmissionen hervorgerufenen Beeinträchtigungen wie auf der Ausgleichsebene zu berücksichtigen.

5. Baurecht

5.1 Baurechtliche Genehmigungspflichtigkeit

Ob eine Lichtquelle baurechtlich genehmigungsbedürftig ist, richtet sich nach dem jeweiligen Landesbaurecht. Es sind sowohl Fälle denkbar, in denen eine Lichtquelle baurechtlich genehmigungspflichtig ist, als auch solche, in denen es am Merkmal einer baulichen Anlage fehlt oder die von der Genehmigungspflicht freigestellt wurden (vgl. für „Skybeamer“ HILDEBRANDT, 1999, S. 250f; VG Stuttgart v. 9. 7. 1999, 13 K 673/99, NVwZ-RR 2000, S. 14f; OVG Münster v. 22. 6. 1994, 11 B 1466/94, BauR 1995, S. 225f; VGH München v. 18. 12. 1995, 14 CS 95.3588, NVwZ 1997, S. 201).

5.2 Materielle baurechtliche Anforderungen

Die baurechtliche Genehmigung ist nach den jeweiligen Landesbauordnungen zu erteilen, wenn öffentlich-rechtliche Vorschriften nicht entgegenstehen. Als entgegenstehende öffentlich-rechtliche Vorschriften kommen im hiesigen Zusammenhang namentlich die erörterten Vorschriften des Immissionsschutzrechts, des Gefahrenabwehrrechts und des Naturschutzrechts in Frage. Ihre Einhaltung ist im Baugenehmigungsverfahren zu überprüfen. Daneben ergeben sich aus dem jeweiligen Landesbaurecht sowie aus dem Bauplanungsrecht der §§ 30 ff BauGB selbst materielle Anforderungen mit Relevanz für Lichtquellen und Naturschutz.

5.2.1 Bauordnungsrecht

Auf die verschiedenen Landesbauordnungen kann hier nicht ausführlich eingegangen werden, es muss der Hinweis auf einige typischerweise zu findende Regelungen genügen. Aus dem Bauordnungsrecht ist das regelmäßig in den Landesbauordnungen zu findende Verunstaltungsverbot zu nennen, welches auch das Landschaftsbild schützt (z.B. § 11 Abs. 3 Nr. 1, Abs. 1, Abs. BauO-Baden-W., hierzu HILDEBRANDT, 1999, S. 252; § 12 Abs. 2 S. 1 HBauO). Teilweise findet sich in den Gestaltungsanforderungen der Bauordnungen auch der ausdrückliche Hinweis, dass auf „Kultur- und Naturdenkmale und auf andere erhaltenswerte Eigenarten der Umgebung“ Rücksicht zu nehmen ist (§ 12 Abs. 2 S. 2 HBauO). Werbeanlagen mit Wechsellicht werden ebenfalls teilweise auf besondere Gebiete beschränkt (§ 13 Abs. 9 HBauO).

5.2.3 Bauplanungsrecht

Lichtquellen die als eigenständiges Vorhaben oder Teil eines Vorhabens i.S.v. § 29 BauGB zu qualifizieren sind, müssen den Anforderungen des Bauplanungsrechts gem. §§ 30ff BauGB genügen. Im überplanten Innenbereich werden sich in den seltensten Fällen Anforderungen zum Schutz der Natur und Landschaft aus den jeweiligen Bebauungsplänen ergeben. Bei einer lichtsensiblen natürlichen Umgebung des Plangebietes gibt es jedoch durchaus Möglichkeiten der kommunalen Bauleitplanung, das Entstehen von Konflikten zwischen Lichtquellen und Natur- und Landschaftsschutz zu vermeiden (hierzu 5.3).

Im unbeplanten Innenbereich ergeben sich die Anforderungen an Immissionsquellen aus dem im Merkmal des „Einfügens“ in § 34 Abs. 1 BauGB enthaltenen Rücksichtnahmegebot. Der genaue Inhalt des Rücksichtnahmegebots im Hinblick auf Immissionen hängt dabei von der Empfindlichkeit, Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit der Umgebung ab. Es kann insoweit auf die bereits oben zum Maßstab der Bestimmung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsschwelle gemachten Erörterungen verwiesen werden.

Aufgrund seiner ökologischen Sensibilität ist der Außenbereich i.S.v. § 35 BauGB von besonderer Relevanz. Auf das in § 35 Abs. 3 BauGB enthaltene Rücksichtnahmegebot (BVerwG, Urt. vom 25. 2. 1977, IV C 22.75, E 52, 122, 125ff) und seine Relevanz im Hinblick auf das Immissionsschutzrecht wurde bereits oben hingewiesen. Ergänzend seien noch folgende Bemerkungen gemacht: Bekanntlich wird innerhalb des § 35 BauGB eine Unterscheidung zwischen privilegierten Vorhaben gem. § 35 Abs. 1 BauGB (nur *entgegenstehende* Belange können Vorhaben verhindern) und nicht-privilegierten Vorhaben gem. § 35 Abs. 2 BauGB (bereits eine *Beeinträchtigung* der genannten Belange führt zur Unzulässigkeit des Vorhabens) gemacht. Nicht privilegierte Vorhaben sowie ihre Beleuchtung, welche zu relevanten Störungen der Tierwelt oder des Landschaftsbildes führen, dürften regelmäßig mit den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes kollidieren und unzulässig sein (vgl. VG Sigmaringen, Urteil vom 12. Dezember 1995, Az. 7 K 1954/94, unveröffentlicht, für eine Flutlichtanlage eines im Außenbereich gelegenen Vereinssportplatzes).

Zu den privilegierten Vorhaben gehören gem. § 35 Abs. 1 Nr. 4 BauGB ausgerechnet auch besonders umweltschädliche Nutzungen, nämlich solche die wegen ihrer „besonderen Anforderungen an die Umgebung, wegen seiner nachteiligen Wirkung auf die Umgebung oder wegen seiner besonderen Zweckbestimmung nur im Außenbereich ausgeführt werden soll(en)“. Damit ist den so privilegierten Betrieben jedoch kein Freibrief für die beliebige Verschmutzung der Umgebung erteilt. Im Gegenteil stellt das Bundesverwaltungsgericht an solche Betriebe sogar besonders strenge Anforderungen. Danach entfällt nämlich „eine wegen nachteiliger Wirkungen auf die Umgebung privilegierte Unterbringung dann (...), wenn zwar nachteilige Wirkungen unvermeidbar sind und deshalb auch eine Privilegierung durch § 35 Abs. Nr. 4 (...) gegeben sein mag, jedoch die nachteiligen Wirkungen der zur Beurteilung stehenden Anlage stärker sind als dies nach dem »Stand der Technik« (...) notwendig ist.“ (BVerwG v. 2. 12. 1977, 4 C 75.75, E 55, S. 118, 126.) Das Bundesverwaltungsgericht stellt damit eine strikte Verpflichtung von privilegierten Betrieben i.S.v. § 35 Abs. 1 Nr. 4 BauGB auf den Stand der Technik auf. Eine solche Verpflichtung muss sich auch auf die immissions-schutzrechtlichen Nebenanlagen (wie Lichtquellen) von Anlagen beziehen. Auch für sie gilt das maßgebliche Argument des Gerichts, wonach der Grund für die Privilegierung entfällt, wenn der Betrieb die öffentlichen Belange stärker als notwendig belastet. Des weiteren lässt sich die Argumentation des BVerwG auch auf immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen übertragen. Im Ergebnis sind solche Betriebe im Außenbereich in der Nachbarschaft von lightsensiblen natürlichen Lebensräumen somit auf den – auch von der Lichttechnischen Gesellschaft definierten – Stand der Technik im Hinblick auf die Vermeidung von Beeinträchtigungen der Natur verpflichtet.

5.3 Möglichkeiten der Konfliktvermeidung in der Bauleitplanung

Die Bauleitplanung bietet Möglichkeiten, das Entstehen von Beeinträchtigungen der Natur und Landschaft durch Lichtimmissionen von vorneherein zu verhindern oder zu minimieren (ausführlich hierzu KOCH, 1991; LÜBBE-WOLFF, 1997).

Ansatzpunkte bieten sich bereits in der Zuordnung der verschiedenen Baugebiete zueinander. Aus dem bereits angesprochenen Trennungsgebot folgt der Grundsatz, dass zum Beispiel ein Industriegebiet grundsätzlich nicht in direkter Nachbarschaft zu einem Wohngebiet geplant werden darf (BVerwGE 45, S. 327). In ähnlicher Weise dürften auch besonders empfindliche Naturschutzgebiete im Rahmen des Trennungsgrundsatzes bei der Planung störender Nutzungen zu berücksichtigen sein.

Wo Konflikte nicht bereits durch die Zuordnung der Gebiete mit konträren Nutzungsansprüchen vermieden werden können, bietet die Ausgestaltung der Bebauungspläne Möglichkeiten, Beeinträchtigungen der natürlichen Lebensräume und der Landschaft durch Lichtimmissionen zu vermeiden. Bei der Aufstellung von Bebauungsplänen bieten sich verschiedene Festsetzungen zur Vermeidung von naturschutzschädlichen Lichtimmissionen an.

Nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB können erstens Flächen für besondere Anlagen oder für Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgesetzt werden. Dabei muss nicht feststehen, dass schädliche Umwelteinwirkungen zu besorgen sind, sondern die Gemeinde kann auch zur Vorsorge von Beeinträchtigungen Festsetzungen treffen (KOCH, 1998 mit Nachweisen aus der Rechtsprechung). Als Anlagen oder Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Lichtimmissionen kommen beispielsweise Erdwälle, Anpflan-

zungen und sonstige Blendschutzeinrichtungen sowie Freiflächen in Betracht (für Lärmschutzmaßnahmen siehe VGH Mannheim, ZfBR 1997, S. 101f). Blendschutzeinrichtungen durch Bepflanzungen sind daneben auch auf der Grundlage von § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB möglich (BATTIS-KRAUTZBERGER-LÖHR, 1999, § 9 Rn. 95). Man kann insoweit von *passiven* Lichtschutzmaßnahmen sprechen.

Zweitens erlaubt das Gesetz die Festsetzung von baulichen oder technischen Vorkehrungen, die bereits *aktiv* das Entstehen von Emissionen verhindern sollen. Im Hinblick auf Lichtquellen in der Nachbarschaft empfindlicher Lebensräume kommen insbesondere Festsetzungen zur Verwendung bestimmter Glühlampen, bestimmter die Streuwirkung mindernder Leuchten sowie eine Begrenzung der Höhe der Leuchtenbefestigung in Betracht. Die Möglichkeit solcher baurechtlichen Festsetzungen wird dabei bei Vorliegen städtebaulicher Gründe (z.B. hier der Schutz empfindlicher Flächen) namentlich nicht durch das Immissionschutzrecht ausgeschlossen (KOCH, 1998, S. 529).

Die teilweise vorgeschlagene Festsetzung von Betriebszeiten der Lichtquellen lässt sich auf der Grundlage von § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB hingegen nicht verwirklichen. Denn es handelt sich hierbei nicht um technische oder bauliche Vorkehrungen, sondern um verhaltensbezogene (PORGER, 1995, S. 273). Entsprechend wurden im Lärmschutzrecht von der Rechtsprechung beispielsweise auch Festsetzungen von Betriebszeiten von Sportanlagen als unzulässig angesehen (VGH Mannheim, ZfBR 1997, S. 101ff).

Während die *Möglichkeit* der Gemeinde zu entsprechenden Festsetzungen feststeht, kann hingegen zumindest im Regelfall keine Verpflichtung der Gemeinde zu bestimmten immissionsbeschränkenden Festsetzungen angenommen werden. Zwar gilt bei der Bebauungspaufstellung grundsätzlich das Gebot der Konfliktbewältigung doch erscheint – abgesehen allenfalls von Ausnahmefällen – eine Konfliktverlagerung auf das Baugenehmigungsverfahren angesichts der zu lösenden technischen Detailfragen vertretbar (vgl. VGH Mannheim, Urt. v. 14. 11. 1996, 5 S 5/95, ESVGH 47, 155f).

6. Lichtquellen und Verkehrssicherheit

Bestimmte technische Vorkehrungen zur Beschränkung der Auswirkungen von Lichtquellen auf die natürliche Umwelt können zu Abstrichen in der Verkehrssicherheit führen. Dies gilt namentlich für das teilweise Abschalten von Lichtquellen in der zweiten Nachthälfte oder beim Einsatz von bestimmten Lampentypen mit geringem Spektralbereich und dadurch verschlechterter Farbwiedergabe. Fraglich ist, ob Kommunen beim Einsatz solcher Mittel einem vergrößerten Haftungsrisiko gegenüberstehen. Eine pauschalierende Antwort verbietet sich an dieser Stelle. Grundsätzlich besteht zwar aus der staatlichen Schutzpflicht gem. Art. 2 Abs. 2 GG eine Pflicht zum Schutz der Verkehrsteilnehmer beim Gebrauch öffentlicher Wege (vgl. grundlegend KOCH 1997 zur winterlichen Streupflicht in Auseinandersetzung mit dem zivilrechtlichen Deliktsrecht). Diese Pflicht geht jedoch nicht soweit, dass auf allen öffentlich zugänglichen Wegen jederzeit ein optimaler Schutz vor jeglichen Gefahren zu gewährleisten wäre. Denn die Schutzpflicht gegenüber der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer sieht sich auf der anderen Seite sowohl der staatlichen Pflicht zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen gem. Art. 20a GG gegenüber als auch dem öffentlichen Interesse an der Schonung der öffentlichen Haushalte. Beide Gemeinwohlinteressen sind bei der Wahl naturschutzfreundlicher und gleichzeitig energiesparender Beleuchtungsverfahren auf öffentlichen Wegen berührt. Die Belange der Verkehrssicherheit einerseits sowie des Naturschutzes und der Schonung der öffentlichen Haushalte andererseits sind in einen angemessenen Ausgleich zu bringen, wobei der öffentlichen Hand bei der Ausgestaltung der Wahrnehmung der Schutzpflicht ein Ermessensspielraum zusteht, der lediglich durch das Untermaßverbot begrenzt wird. Welches Mindestmaß an Verkehrssicherheit durch den Staat zu gewährleisten ist, lässt sich nur im Einzelfall bestimmen. Maßgebliche Gesichtspunkte auf der Seite der Verkehrssicherheit sind dabei einerseits das Maß der Frequentierung des Weges, verfügbare Wegalternativen sowie das Maß der zu befürchtender Schädigungen von Verkehrsteilnehmern. Auf der anderen Seite sind die Wertigkeit der betroffenen natürlichen Lebensräume, die zu erwartenden ökologischen Schäden und die Kosten für die Beleuchtung im Verhältnis zum Verkehrszweck des Weges in die Abwägung einzustellen. Das Aufstellen von Warnschildern, die eingangs des Weges auf die im weiteren Verlauf reduzierte oder fehlende Beleuchtung hinweisen, ist ein geeignetes Mittel zur Reduzierung des Haftungsrisikos und bei entsprechender Erklärung des ökologischen Grundes der Maßnahme ebenso zur Akzeptanzerhöhung in der Bevölkerung geeignet. Im Regelfall dürfte gerade in nächtlich wenig frequentierten ökologisch sensiblen Gebieten eine Reduzierung der Beleuchtungsintensität statthaft sein, ohne dass sich die Kommune oder staatliche Behörden einer Steigerung des haftungsrechtlichen Risikos gegenüber sehen (s. in diesem Zusammenhang auch BELL 2000).

7. Zusammenfassung

Lichtimmissionen in natürlichen Lebensräumen stellen ein Problem dar, welches der Steuerung durch das Umweltrecht bedarf. Das geltende Umweltrecht enthält eine Reihe von Instrumenten, mit denen bereits heute ein Großteil der auftretenden Konflikte zwischen Naturschutz und Lichtquellen minimiert werden kann. Das Immissionsschutzrecht gebietet die Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen; zu diesen können fallweise auch Lichtimmissionen gehören. Anhaltspunkte für das Vorliegen immissionsschutzrechtlich abzuwehrender schädlicher Umwelteinwirkungen in der Natur durch Lichtquellen bilden insbesondere die Gefährdung bedrohter Arten sowie der Schutz der von den Immissionen betroffenen Gebiete durch naturschutzrechtliche, fachplanerische oder bebauungsrechtliche Ausweisungen oder Festsetzungen. Sofern schädliche Umwelteinwirkungen im Rahmen von Planfeststellungen zu befürchten sind, ist ihr Auftreten durch die Auflage wirksamer Schutzvorkehrungen zu verhindern. Naturschutzrechtlich kommt dem besonderen Gebietsschutz eine begrenzte Rolle bei der Abwehr von Lichtimmissionen durch Lichtquellen außerhalb der Schutzgebieten zu. Die Eingriffsregelung findet grundsätzlich auch auf Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes durch Lichtimmissionen Anwendung, wenn mit der Installation der Lichtquelle auch Bodenversiegelungen verbunden sind. Das Baurecht bietet verschiedene Möglichkeiten, das Auftreten von Konflikten zwischen Naturschutz und Außenbeleuchtung zu minimieren. Ein haftungsrechtliches Risiko bei einer ökologisch motivierten Reduzierung der öffentlichen Wegebeleuchtung kann durch eine sachgerechte Abwägung der widerstreitenden Interessen von Verkehrssicherheit, Naturschutz und Schonung der öffentlichen Haushalte ausgeschlossen werden.

8. Summary

Light emissions in natural habitats represent a problem that needs to be addressed by environmental law. German environmental law provides several instruments to minimize the conflicts between outside artificial light and nature conservation. Emissions control law imposes to prevent harmful environmental effects. Such harmful environmental effects may be caused by artificial light sources in the outside. Indicators for the presence of harmful environmental effects are a negative impact of the light emissions on threatened species and negative impact on land that is legally aimed to serve mainly as a natural habitat. If harmful environmental effects are expected to be caused by infrastructure projects, appropriate countermeasures have to be taken. Nature conservation law also provides regulations on light sources. Special protection areas' statutes may have influence on emission sources outside the conservation area. The general minimization/compensation-clause (Eingriffsregelung) is applicable on light emissions if ground has been sealed in order to set up the light source.

9. Literaturverzeichnis

9.1 Gesetze, Verordnungen, Regelwerke, Normen etc. (letzte Bekanntmachung ohne spätere Änderungen)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), i.d.F. der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990, BGBl. I S. 880.

Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG), i.d.F. der Bekanntmachung vom 26. 8 1998, BGBl. I S. 2995.

Bundesfernstraßengesetz (FStrG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. April 1994, BGBl. I S. 854. Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG), in der Fassung vom 25. Mai 1976.

Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Neubekanntmachung vom 27. August 1997, BGBl. I S. 2141. Hamburgische Bauordnung (HBauO), vom 1. Juli 1986, HmbGVBl. S. 183.

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen), vom 24. Juli 1985, BGBl. I S. 1586.

BMV 1987: Hinweise des BMV zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Bundesfernstraßenbau v. 23. 2. 1987, VkBBl. S. 217, abgedruckt auch bei KLOEPFER, Umweltgesetze Textsammlung, Nr. 150/10

LÄNDERAUSSCHUSS FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (LAI) 1994: Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen, LAI-Schriftenreihe Bd. 4, Erich Schmidt-Verlag, abgedruckt auch bei LANDMANN/ROHMER, Umweltrecht, Kommentar, Band II, Nr. 4.3.

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), vom 27. Februar 1986, GMBL. S. 95, ber. S. 202.

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), vom 26. August 1998, GMBL. 1998, S. 503.
 Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 3. März 1997 zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (UVP-Änderungsrichtlinie), ABl. EG Nr. L 73 vom 14. März 1997, S. 5 - 15.
 DIN 5044, Teil 1, Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung; Beleuchtung von Straßen für den Kraftfahrzeugverkehr; Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte. September 1981, Berlin (Beuth Verlag).

9.2 Literatur

- BATTIS, U.; KRAUTZBERGER, M. & LÖHR, R.-P. (1999): BauGB, Kommentar. 7. Aufl. - München (C.H. Beck Verlag).
- BELL, A. (2000): Die Verkehrssicherungspflicht insbesondere beim Betreten der freien Natur unter Berücksichtigung der ökologischen Schutzgebiete, Sächsische Verwaltungsblätter 2000: S. 1ff.
- BENDER, B.; SPARWASSER, R. & ENGEL, R. (1995): Umweltrecht, 3. Aufl., Heidelberg (C.F. Müller Verlag).
- BERKEMANN, J. (1993): Rechtliche Instrumente gegenüber Eingriffen in Natur und Landschaft – Natur und Recht 1993: S. 97ff.
- BICKEL, C. (1989): Der Eingriffstatbestand in § 8 BNatSchG - Die Öffentliche Verwaltung 1989: S. 937ff.
- BREUER, R. (1980): Die Bedeutung des § 8 BNatSchG für Planfeststellungen und qualifizierte Genehmigungen nach anderen Fachgesetzen - Natur und Recht 1980: S. 89ff.
- BUNDESREGIERUNG (1985): Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung, BT-Drs. 10/2977.
- DETERMANN, L. (1996): Neue gefahrverdächtige Technologien als Rechtsproblem – Beispiel: Mobilfunkanlagen, Berlin (Duncker & Humblot), 285 S.
- DEUTSCHE LICHTTECHNISCHE GESELLSCHAFT (LiTG) (Hrsg.) (1997): Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten, LiTG-Publikation Nr. 15:1997.
- EISENBEIS, G. & HASSEL, F. (2000): Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens, Natur und Landschaft 2000: S. 145 ff.
- ELSNER, R. (1983): Die Bedeutung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft für den Schutz von Pflanzen und Tieren, Natur und Recht 1983, S. 223ff.
- GAENTZSCH, G. (1986): Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Natur und Recht 1986: S. 89ff.
- GARBE, T. (1997): Neue Entwicklungen der Rechtsprechung zur Eingriffsregelung, Zeitschrift für Umweltrecht 1997: S. 309ff.
- GASSNER, E. (1999): Anmerkung zum Urteil des OVG Schleswig vom 14. 4. 1998, Natur und Recht 1999: S. 500.
- GASSNER, E.; BENDOMIR-KAHL, G. & SCHMIDT-RÄNTSCH, A. (1996): Bundesnaturschutzgesetz, Kommentar. 1. Aufl. - München (C.H. Beck Verlag).
- GELLERMANN, M. (1998): Natura 2000: europäisches Habitatschutzrecht und seine Durchführung in der Bundesrepublik Deutschland - Berlin, Wien (Blackwell-Wiss.-Verlag).
- GK-BIMSCHG (1996): Gemeinschaftskommentar zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, hrsg. von Koch, H.-J./Scheuing, D. - Düsseldorf (Werner-Verlag); zitiert: GK-BIMSCHG-BEARBEITER.
- GRUPPE BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN IM DEUTSCHEN BUNDESTAG (1993): Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes und anderer Gesetze, BT-Drs. 12/4105.
- VON GÖTZ, H.-N. (1999): Eingeschränkter Rechtsschutz bei der Errichtung von Höchstspannungsfreileitungen - Deutsches Verwaltungsblatt 1999: S. 1413ff.
- GÖTZ, V. (1995): Allgemeines Polizei- und Ordnungsrecht. 12. Aufl. - Göttingen (Vandenhoeck und Ruprecht) 251 S.
- HALAMA, G. (1998): Fachrechtliche Zulässigkeitsprüfung und naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Natur und Recht 1998: S. 633ff.
- HILDEBRANDT, S. (1999): Neuartiges Licht am Himmel des Verwaltungsrechts, Verwaltungsblätter Baden-Württemberg 1999: S. 250ff.
- JARASS, H.-D. (1999): Bundes-Immissionsschutzgesetz, Kommentar. 4. Aufl. - München (C.H. Beck Verlag).
- KLOEPFER, M. (1998): Umweltrecht. 2. Aufl. - München (C.H. Beck Verlag).
- KOCH, H.-J. (1991): Immissionsschutz durch Baurecht. 1. Aufl. - Baden-Baden (Nomos Verlag).
- KOCH, H.-J. (1997): Winterdienst auf öffentlichen Straßen, Die Verwaltung 1997: S. 1ff.
- KOCH, H.-J. (1998): Rechtsprechungsanalyse - Der Schutz der Umwelt in der Rechtsprechung zum Bauplanungsrecht, Die Verwaltung 1998: S. 505ff.
- KOCH, H.-J. & MAAB, C. (2000): Die rechtlichen Grundlagen zur Bewältigung von Freizeitlärmkonflikten, Natur und Recht 2000: S. 70ff.

- KOLODZIEJCOK, K.-G., RECKEN, J., APFELBACHER, D., IVEN, K. & BENDOMIR-KAHL, G. (2000): Naturschutz, Landschaftspflege. Loseblatt-Kommentar. Stand: März 2000. Berlin (Erich Schmidt Verlag).
- KRIENER, M. (2000): Stress für Mensch und Tier – Macht das Licht aus!, natur & kosmos Heft 3/2000: S. 26ff.
- KUTSCHEID, E. (1999): Schädliche Umwelteinwirkungen. In: CZAJKA, D., HANSMANN, K. & REBENTISCH, M. (Hrsg.), Immissionsschutzrecht in der Bewährung – Festschrift für Gerhard Feldhaus. S. 1 – 24. Heidelberg (C. F. Müller).
- KUSCHNERUS, U. (1996): Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung – Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht 1996: S. 238ff.
- LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FORSTEN NORDRHEIN WESTFALEN (LÖBF) (1996): Leuchtende Todesfallen, Öko-Information, Juli 1996.
- LANDMANN/ROHMER (1999): Umweltrecht, Kommentar, Band I, Bundes-Immissionsschutzgesetz, Stand: 15. Oktober 1999 – München (C.H. Beck Verlag); zitiert: LANDMANN/ROHMER-BEARBEITER.
- LANDMANN/ROHMER (1999a): Umweltrecht, Kommentar, Band II, Durchführungsvorschriften zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Stand: 15. Oktober 1999 – München (C.H. Beck Verlag); zitiert: LANDMANN/ROHMER-BEARBEITER.
- LÜBBE-WOLFF, G. (1986): Das Bundesimmissionsschutzgesetz als Instrument des Bodenschutzes, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht 1986: S. 178ff.
- LÜBBE-WOLFF, G. (1997): Umweltschutz durch kommunales Satzungsrecht, 2. Aufl. – Berlin (Schmidt Verlag).
- MAAB, C. (2000): Die Identifizierung faktischer Vogelschutzgebiete - Natur und Recht 2000: S. 121ff.
- MAAB, C. (2000a): Schutz der natürlichen Lebensräume und Böden vor stofflichen Immissionen – erscheint voraussichtlich in: Zeitschrift für Umweltrecht, Heft 5/2000.
- MARSCHALL, E.A. (1971): Bundesfernstraßengesetz, Kommentar – 3. Aufl. Köln u.a. (Carl Heymanns Verlag).
- MESEBERG (1999): Richtlinie öffentliche Beleuchtung in Naturgebieten, Straße und Autobahn, Heft 2/99.
- MICHLER, H.-P. (1999): Planfeststellung und Immissionsschutz, VerwArch 1999: S. 21ff.
- NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU) LANDESVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1996): Überbelichtet, Vorschläge für eine umweltfreundliche Außenbeleuchtung, 3. Aufl. – Kornwestheim (NABU).
- OSRAM GmbH (Hrsg.) (1999), Licht und Umwelt, Juni 1999.
- PEINE, F.-J. (1987): Bodenschutzrecht – Gesetzliches Instrumentarium und gesetzgeberischer Handlungsbedarf, in: Jahrbuch des Umwelt und Technikrechts 1987. Düsseldorf (Werner-Verlag) S. 201ff.
- PORGER, K.-W. (1995): Immissionsschutz in Bebauungsplänen, Wiesbaden/Berlin (Bauverlag).
- RAMSAUER, U. (1997): Die Bedeutung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung für die Planfeststellung am Beispiel der Transrapid-Planung - Natur und Recht 1997: S. 419ff.
- RSU (1987): Rat von Sachverständigen für Umweltfragen - Umweltgutachten 1987, BT-Drs. 11/1568.
- SCHOCH, F. (1994): Grundfälle zum Polizei- und Ordnungsrecht – Juristische Schulung 1994: S. 570ff.
- SCHOLTEN, C. (1995): Reformvorstellungen zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG, Diss. FU Berlin.
- SEIBERT, M.-J. (1993): Bodenschutz durch Begrenzungen von Emissionen und Immissionen, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht 1993: S. 16ff.
- SOELL, H. (1980): Neuere Entwicklungen des Natur- und Landschaftspflegerechtes in der Bundesrepublik Deutschland - Natur und Recht 1980: S. 1.
- SPD-BUNDESTAGSFRAKTION (1992): Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes, BT-Drs. 12/3487.
- STÜER, B. (1998): Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 2. Aufl. München (C.H. Beck Verlag).
- WEIDIG, A. (1999): Zum naturschutzbehördlichen Prüfungsprogramm der Eingriffsregelung - Natur und Recht 1999: S. 497ff.
- WIRTHS, V. (2000): Gemeinschaftsrechtlicher Habitatschutz und deutsches Immissionsschutzrecht - Zeitschrift für Umweltrecht 2000: S. 190ff.
- WOLF, R. (1999): Bodenfunktionen, Bodenschutz und Naturschutz - Natur und Recht 1999: S. 545.

Anschrift des Verfassers:

Christian Maaß
 c/o Forschungsstelle Umweltrecht
 FB Rechtswissenschaften
 Universität Hamburg
 Edmund-Siemers-Allee 1, Flügel West
 20146 Hamburg
 e-mail: c-maass@gmx.de

Gutes Licht an Straßen Plätzen Wegen

Die nächtliche Straßenbeleuchtung ist aus der menschlichen Siedlungsumgebung kaum noch weg zu denken. Obwohl sie Kosten für die Allgemeinheit verursacht, wird sie tendenziell eher ausgebaut als abgeschafft. Dieser Beitrag soll die Bedeutung der Straßenbeleuchtung für die Sicherheit im Straßenverkehr deutlich machen. Die gesicherten Erkenntnisse der Auswirkung auf nachtaktive Insekten werden kurz dargestellt. Schließlich folgen einige Empfehlungen für Beleuchtungsanlagen und noch offene Fragestellungen.

Grundlagen der Straßenbeleuchtung für Menschen

Der optische Wahrnehmungsapparat des Menschen ist für Tageslicht optimiert. Er reagiert schnell auf zunehmende Helligkeit, passt sich jedoch nur langsam an Dunkelheit an.

Dem zu Folge benötigt der menschliche Sehapparat Unterstützung bei schneller Bewegung in der Dunkelheit durch Verbesserung der Sehbedingungen. Er benötigt in erster Linie ausreichende Helligkeit und (eine mit höherer Geschwindigkeit zunehmende) ausreichende Gleichmäßigkeit.

Daneben verbessert ein guter Kontrast des Sehobjektes gegen den Hintergrund die Wahrscheinlichkeit dieses (rechtzeitig) zu erkennen. Der Kontrast eines Sehobjektes ist jedoch nicht vorhersagbar, so dass auch bei schlechtem Kontrast noch eine ausreichende Wahrnehmbarkeit erreicht werden muss.

Außerdem wird dem Auge durch die so genannte physiologische Blendung die Fähigkeit der Wahrnehmung gemindert, indem die Störlichtquelle die Helligkeitsanpassung des Auges auf ein höheres Niveau bringt, bei dem geringe Kontraste nicht mehr wahrgenommen werden können. Man spricht daher auch von „disability glare“, der (zum Kontrast Wahrnehmen, d.h. erkennen) unfähig machenden Blendung.

Für unterschiedliche Arten von Straßen und Wegen kann man die folgenden Anforderungen formulieren:

- Fußwege (ca. 6 km/h): ausreichende Beleuchtungsstärke
- Verkehrsberuhigte Straßen: (< 30 km/h)ausreichende Beleuchtungsstärke
- geringe Gleichmäßigkeit
- Ortsstraßen (ca. 50 km/h) : ausreichende Leuchtdichte, mittlere bis hohe Gleichmäßigkeit in Fahrtrichtung

Die nächtliche Straßenbeleuchtung dient vorwiegend der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer.

Gesicherte Erkenntnisse über nachtaktive Insekten

Zusammengefasst kann man aus vielen wissenschaftlichen Untersuchungen sowie allgemeinen lichttechnischen Erkenntnissen die folgenden Thesen aufstellen:

- Nachtaktive Insekten werden von künstlicher Beleuchtung aus ihrem üblichen Verhaltensschema gedrängt. Dies führt oft zum Tod des Individuums in der unmittelbaren Nähe der Leuchten.
- Lichtquellen mit hohem Blau-, Violett- und sogar UV- Anteil sind attraktiver als Lampen mit gelb-rottem Emissionsspektrum
- die Lichtverteilung von Leuchten beeinflusst die „Attraktivität“ in Folge geometrischer Fakten. Eine nach oben abgeschirmte Lichtverteilung zieht weniger Insekten an als rundumstrahlende z.B. von opalen Pilzleuchten

Dass Insekten von künstlichen Lichtquellen beeinflusst werden, gehört spätestens seit Marlene Dietrichs Hit „Ich bin von Kopf bis Fuß ... umschwirren mich, wie Motten das Licht...“ zu den allgemeinen Erkenntnissen.

Die erhöhte Attraktivität von blauweißem Licht wurde in vielen Fangversuchen sowie einigen spektralen Empfindlichkeitsmessungen an den Augen einer nachtaktiven Insektenart nachgewiesen.

Leider beeinflussen die Fallen auch die Lichtverteilung der untersuchten Leuchte, so dass weitergehende, abgesicherte Schlussfolgerungen meist nicht möglich sind.

Für weitere Untersuchungen bieten sich folgende Fragestellungen an:

- Für ideale Leuchtenstandorte: Wie viele Insekten werden je Straßenkilometer von unterschiedlich hoch montierten Beleuchtungsanlagen beeinflusst? Denn ein niedriger Lichtpunkt zieht weniger Insekten an als ein hoher, jedoch je höher der Lichtpunkt, desto geringer die Anzahl der notwendigen Lichtpunkte.
- Wodurch stört künstliche Beleuchtung die Insekten, wie ist diese Störung vielleicht vermeidbar?
- Gefährdet künstliche Beleuchtung nur Individuen oder sogar ganze Arten von Insekten?

Empfehlungen für Beleuchtungsanlagen

Zu den bereits genannten einfachen geometrischen Fakten zur Erreichung einer Insekten freundlichen Beleuchtung baut sich von Seiten der Gestalter unseres Wohnumfeldes, der Architekten, ein gegensätzliches Spannungsfeld auf:

- Stark abgeschirmte Leuchten begrenzen das Sichtfeld (nach oben)
- die Wahrnehmung des Raumes wird dadurch eingeschränkt
- gelbes Licht wirkt unnatürlich
- Anstrahlungen machen Gebäude auch bzw. gerade bei Nacht attraktiv
-

Diese Thesen sind natürlich allgemeiner Natur und bieten jedem Gestalter den notwendigen kreativen Freiraum. In jedem Fall beeinflusst die Art der Beleuchtung neben den Sicherheitsaspekten die Ästhetik unserer Städte und Gemeinden in fühlbarer Art und Weise.

Eine ausführliche Zusammenfassung des lichttechnischen (Un-)Wissens finden Sie in der LiTG-Publikation 15 / 1997: „Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten“, ISBN 3-927787-15-9, www.litg.de.

Anschrift des Verfassers:

Hans-Georg Schmidt
c/o Semperlux AG – Lichttechnische Werke
Motzener Str. 34
12277 Berlin

Öffentliche Beleuchtung in Berlin

Darstellung einer PowerPoint-Präsentation

Folie 2

Organisationsmodell

Betrieb der Beleuchtung bis 30.06. 2000 durch ehemals landeseigene Betriebe (BEWAG, GASAG)

seit 1. Juli 2000 Betrieb und Management der öffentlichen Beleuchtung durch die AT.LUX GmbH, ein Joint-Venture von ALBA und ThyssenKrupp

deutschlandweit erstmalig Betrieb der öffentlichen Beleuchtung durch einen privaten Dienstleister

vertraglich garantierte Kosteneinsparungen für das Land Berlin von ca. 75 Mio. Euro in 5 Jahren

Folie 3

Eckpunkte des Betreibervertrages

Erstellen von Sanierungskonzepten	24-Stunden Störwarte
Erstellen von Wartungsplänen	- Ausschreibung der gewerblichen Leistungen
Material- und Lagerverwaltung für alle gewerbliche Leistungen (Materialeinkauf, Materialbewertungen, Materialbeistellung)	Koordinierung der gewerblichen Leistungen
Beratung bei Neubauvorhaben und Ersatzbauvorhaben (Beurteilung der Planungen von Ingenieurbüros, Materialstandardisierung, Abnahme/Übernahme von Neubauten in Landesvermögen)	- Rechnungsprüfung für gewerbliche Leistungen
Koordinierung/Beratung bei Beleuchtungsbelangen für Dritte (Lichtmastversetzungen, vorübergehende Demontage, Ersatzbeleuchtung, Anbringen von Werbeträgern und Weihnachtsbeleuchtung etc.)	Bearbeitung von Schadensfällen (unter anderem Verkehrsunfälle) (Schadensaufnahme, Mitarbeit bei der Täterfeststellung, Durchsetzung der Interessen des Landes Berlin bei der Schadensregulierung, Wiederherstellung des Sollzustandes)

Licht in Zahlen

Elektrische Straßenbeleuchtung

**ca. 183.000 Leuchtstellen mit
ca. 298.000 Leuchtmitteln**

Gasstraßenbeleuchtung

**ca. 43.800 Leuchtstellen mit
ca. 240.000 Glühkörpern**

verteilt auf ein Straßennetz von 5400 km (Berlin)

Nicht enthalten im Bestand ist das Kabelnetz der elektrischen Beleuchtung (Verwaltung Bewag), sowie die Beleuchtung von öffentlichen Parkanlagen (Verwaltung durch Grünflächenämter).



Alle Lichtmaste aneinander gelegt ergeben eine Strecke von Berlin nach Wien

Das Schalten der öffentlichen elektrischen Straßenbeleuchtung im Tonfrequenzrundsteuer und Funkrundsteuerverfahren ist vertraglich bei der BEWAG angesiedelt.

Licht in Zahlen

Wartungen und Störungsbeseitigung im Zeitraum 01.01.01 - 31.12.01

Wartungen elektrische Straßenbeleuchtung (einmal alle 4 Jahre) _____ 50.290 Stück

Wartungen Gasstraßenbeleuchtung (einmal pro Jahr) _____ 43.800 Stück

Kontrollfahrten elektrische Straßenbeleuchtung pro Quartal einmal Komplettbestand bei Nacht

Kontrollfahrten Gasstraßenbeleuchtung pro Woche einmal Komplettbestand bei Nacht
pro Monat einmal Komplettbestand bei Tag

Störungsbeseitigung elektrische Straßenbeleuchtung _____ 19.444 Stück

Störungsbeseitigung Gasstraßenbeleuchtung _____ 81.230 Stück

Störungsstatistik ist abhängig von der Stückzahl der gemeldeten Störungen durch Kontrolldienste und Bürger.

Licht in Zahlen	
Kosten	
Elektrische Straßenbeleuchtung (183.000 Stück)	
Energiekosten je Leuchtstelle je Jahr	36,- €/Jahr
Kosten Wartung/Störungsbeseitigung	25,- €/Jahr
Kosten je Einwohner je Jahr	3,30 €/Jahr
Gasstraßenbeleuchtung (43.800 Stück)	
Energiekosten je Leuchtstelle je Jahr	141,- €/Jahr
Kosten Wartung/Störungsbeseitigung	80,- €/Jahr
Kosten je Einwohner je Jahr	2,90 €/Jahr

Licht in Zahlen	
Vergleich der Kosten pro Einwohner	
Summe Kosten für Wartung/Störungsbeseitigung je Einwohner bevor AT.LUX übernahm (ca. 50 Mio DM Gesamtkosten)	
	10,50 €/Jahr (ohne Energiekosten)
Summe Kosten für Wartung/ Störungsbeseitigung je Einwohner bei AT.LUX	
	6,20 €/Jahr (ohne Energiekosten)

Licht in Zahlen	
Energieverbrauch	
Elektroenergie _____	72.850.000,00 kWh pro Jahr
	
Entspricht der Versorgung mit Elektroenergie von 28.000 Haushalte (vier Personen) in einem Jahr oder der Energieerzeugung von 14 Windkraftanlagen	
Gas _____	19.680.000,00 m³ pro Jahr
	
Entspricht des Verbrauchs der Wärmeenergie (Heizung und Warmwasser) von 12.500 Haushalten (vier Personen)	

Licht und Umweltschutz

Probleme und Lösungen

Schutz von nachtaktiven Insekten durch

- Einsatz von Natriumdampflampen statt Halogendampflampen
- Einsatz von geschlossenen Leuchtenkörpern
- Verwendung von gerichteten Leuchtenkörpern

Reduzierung des Energieverbrauches durch

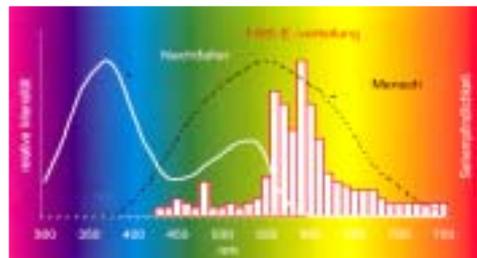
- Einsatz von energiesparenden Leuchtkörpern
- Optimierung der Betriebszeiten
- Verwendung von gerichteten Leuchtenkörpern

Licht und Umweltschutz

Natriumdampflampen vs. Quecksilberdampflampen

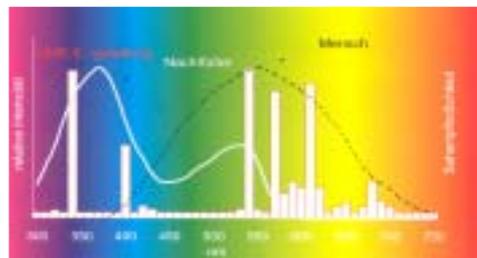
Natriumdampflampe

Spektrum der Natriumdampflampe
mit Helligkeitsempfindlichkeitskurve
(nach Menzel)



Quecksilberdampflampe

Spektrum der Quecksilberdampflampe
mit Helligkeitsempfindlichkeitskurve
(nach Menzel)



Licht und Umweltschutz

Stand der Umsetzung in Berlin

Schutz von nachtaktiven Insekten

- derzeit sind nur noch 12% aller Leuchtmittel Halogendampflampen
- sukzessive Umrüstung der restlichen Leuchten im Rahmen von Wartungs- und Sanierungsmaßnahmen
- offene Leuchtenkörper teilweise noch im Ostteil der Stadt, diese sind aber fast vollständig auf Natriumdampflampen umgestellt

Reduzierung des Energieverbrauches durch

- Einsatz von energiesparenden Leuchtmitteln bei mehr als 90% aller Leuchten
- Optimierung der Betriebszeiten

Licht und Umweltschutz

Rolle der AT.LUX GmbH

Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes im Rahmen von Wartungs- und Instandsetzungsaufgaben (vor allem Austausch von Leuchtmitteln)

Empfehlungen zur Optimierung der Betriebsweise an die zuständigen Behörden

Prüfung von Bauplanunterlagen bei Neuerrichtung von Beleuchtungsanlagen und Empfehlungen zum Einsatz von umweltfreundlicher Beleuchtungstechnik

endgültige Entscheidung über die Gestaltung von Beleuchtungsanlagen liegt bei den Bezirken

Anschrift des Verfassers:

Erhard Hiller
AT.LUX GmbH i.G.
Geschäftsleitung
Flottenstr. 4a
13407 Berlin

Optimierung der öffentlichen Beleuchtung- Umweltaspekte

Übersicht

Auf etwa 10 bis 12 Bewohner entfällt eine Leuchtstelle in Deutschland, bei etwa 80 Mio. Bürgern hochgerechnet, ergibt das 6 bis 8 Mio. Lichtpunkte auf öffentlichen Flächen. Bei dieser gewaltigen Menge an vorhandenen Anlagen liegt es nahe, dass der Schwerpunkt unserer Arbeit bei der Optimierung dieser Anlagen liegen sollte: Die Planung, die eingesetzten Leuchten, Leuchtmittel, die Betriebsbedingungen (Brennstunden, Sparschaltungen) sind Bereiche, die große Chancen bieten, die öffentlichen Beleuchtungsanlagen umweltfreundlicher und wirtschaftlicher zu gestalten.

1. Welchen Stellenwert hat die öffentliche Beleuchtung in unserer Umwelt?

Wenn etwas das Wohlbefinden der Fußgänger oder Verkehrsteilnehmer am Abend wesentlich beeinflusst, dann ist das die Beleuchtung. Auch wenn die Lichter einer Stadt kaum bewusst wahrgenommen werden, spätestens beim Ausfall einiger Straßenlaternen greifen immer mehr Passanten zum Mobiltelefon und rufen den Störungsdienst an. Ob die Dunkelheit Ruhe ausstrahlt oder Angst erzeugt, hängt ja nicht nur von uns selbst, sondern auch von unserer Umgebung – Umwelt – ab. So wird die öffentliche Beleuchtung selbst auch ein Teil unserer Umwelt und als solches soll sie sich optimal in das Umweltgefüge einpassen.

Bei einer ganzheitlichen Betrachtung werden daher neben der Hauptaufgabe der öffentlichen Beleuchtung – Beitrag zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung – auch ihre nicht erwünschten Nebenwirkungen untersucht.

Diese Folgeerscheinungen, die Lichtimmissionen, betreffen die Menschen selbst, aber auch die Flora und Fauna. Die Störungen des menschlichen Lebens durch Licht (z.B. Verhinderung der Nachtruhe in Schlafzimmern, Hinderung der Sicht durch Blendung, Verminderung der Beobachtungsmöglichkeiten der Astronomen in stadtnahen Bereichen) sind deutlich formuliert, erkannt, bekannt und teilweise durch Richtwerte begrenzt. Auswirkungen bei Flora und Fauna werden erforscht; die bisherigen Erkenntnisse reichen aber dazu aus, dass die Verantwortlichen der Kommunen ihre Entscheidungen über die öffentlichen Beleuchtungsanlagen treffen können: Jegliche künstliche Umwandlung der Nacht in hellen Tag ist unerwünscht, da sie zu Störungen im Kreislauf der Natur führt.

Danach folgt die Aufgabenstellung für die Stadtbeleuchtung: Die Pflichtaufgaben der Gemeinde bezüglich nächtlicher Aufhellung (öffentliche Sicherheit und Ordnung, Verkehrssicherungspflicht) müssen mit den wirtschaftlichsten Mitteln erfüllt und mit den Belangen des Umweltschutzes in Einklang gebracht werden.

2. Was kann erreicht werden?

Die Erfahrung zeigt, dass es kaum einen Bereich der öffentlichen Beleuchtung gibt, der sich durch sorgfältige Planung und umsichtigen Umgang mit dem Betrieb der Straßenbeleuchtung nicht umweltfreundlich gestalten lässt. Mit systematischer und langjähriger Arbeit kann ein Teil der in den letzten Jahrzehnten errichteten öffentlichen Beleuchtungsanlagen so optimiert werden, dass ihr Energieverbrauch um etwa 15 - 25 % sinkt. Dazu sind Änderungen notwendig, die die Bereiche lichttechnische Planung, Lichttechnik, Elektrotechnik, Betriebsoptimierung, Betriebswirtschaft und Personal – je nach Anlagenqualität in verschiedenem Maße – umfassen. Die technischen Lösungen sind vorhanden: Die Produkte der Leuchten- und Leuchtmittelindustrie oder die ausgereiften Lichtsteuerungsgeräte bieten genügend technische Handlungsfreiheit. Dafür liegen die Schwierigkeiten aber im organisatorischen oder finanziellen Bereich - folglich sind insbesondere erfinderische Initiative und Ausdauer bei der Verwirklichung gefragt.

Im weiteren wird kurz skizziert, wie diese Aufgabe – auch in wirtschaftlich schweren Zeiten – durch verantwortungsvolle kommunale Handlung erfolgreich wahrgenommen werden kann

3. Welche strukturellen Voraussetzungen sind zur Optimierung der Straßenbeleuchtung notwendig?

3.1 Personal

Der Schlüssel zum Erfolg liegt auch bei der Straßenbeleuchtung beim engagierten Personal. Die Kenntnisse über die lichttechnischen Verhältnisse und die oft mehreren 10.000 Brennstellen, die Schaltstellen sowie die Schaltungen im gesamten Stadtgebiet können nur im Laufe von mehreren Jahren gewonnen werden: Mitarbeiter, die bereit sind, mit ihrer Anlage „verwachsen“ zu werden, können der Gemeinde und den Bürgern wertvolle Dienste erweisen. Nicht nur einmal kann beobachtet werden, dass solche Mitarbeiter auch ihre Freude an dieser Tätigkeit haben - die beste Garantie dafür, dass die Gemeinde eine aus jeglicher Sicht gute öffentliche Beleuchtung betreiben kann.

3.2 Wirkungsvolle Prozesssteuerung durch die Kommune

Um eine umweltfreundliche und wirtschaftliche öffentliche Beleuchtung zu betreiben, müssen grundlegende Vorgaben an die Planung und Ausführung vermittelt und dafür Sorge getragen werden, dass diese auch im Alltag umgesetzt werden. Die Vorgaben - die konzeptionelle Seite - sind oft vorhanden, allerdings werden sie erst dann wirkungsvoll, wenn sie umfassend auf alle Bereiche der Straßenbeleuchtung angewendet werden. Nachdem es sich um technisch vielschichtige und sehr optimierungsbedürftige Prozesse handelt, ist entscheidend, wie weit die Kommune die aufgestellte Konzeption durch eigene technische Kompetenz durchsetzen bzw. überprüfen kann.

Dort, wo die Existenz der Straßenbeleuchtung auf systematisches Lampenwechseln, Behebung der Störungen oder auf Neubau von Anlagen beschränkt wird, werden Teilaufträge aufgrund von Ausschreibungen vergeben und mit wechselndem Erfolg durch wechselnde Firmen ausgeführt. Eine grundlegende, ganzheitliche Änderung, Umwandlung und Optimierung der Anlagen, kann aber nur unter fester Prozesssteuerung der Gemeinde stattfinden. Es ist nämlich die Kommune, die unabhängig von Gewinnmaximierungsinteressen ein elementares Interesse an einem wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Betrieb der Außenbeleuchtung hat.

Die Gemeinde wird z.B. nie danach streben, den Stromverbrauch ihrer Straßenbeleuchtung zu erhöhen. Gleichzeitig ist die Gemeinde daran interessiert, dass in ihrem Zuständigkeitsbereich die öffentliche Sicherheit und Ordnung gewährleistet ist und die Verkehrssicherungspflicht erfüllt wird. Es wird daher ein Ausgleich angestrebt, der einerseits wenig Energieverbrauch bedeutet und andererseits die Erfüllung der Pflichten bezüglich der Beleuchtung sichert. Daher wird der kommunale Planer optimierte, mehrstufige Abschaltungen mit Lichtsteueranlagen, Halbnachtschaltung, umschaltbare Vorschaltgeräte, Leuchtmittel mit niedrigen Wattagen usw. favorisieren. Er wird auch dafür sorgen, dass bei der Kabelverlegung genug Ader für die Steuerung der Leistungsreduzierung vorhanden ist. Liegt die Planungshoheit und die Ausführung der Straßenbeleuchtung in Händen von z.B. Stromversorgungsunternehmen, können zwar die o.g. Aspekte berücksichtigt werden, zu Prioritäten oder gar Leitlinien werden sie kaum erhoben. Vielmehr wird auf sichere Stromversorgung der Beleuchtungsanlagen, Einhaltung der DIN-Höchstwerte und daher eher längere Einschaltzeiten usw. geachtet. Auch wenn diese Schwerpunkte vertretbar und aufgrund der Unternehmensziele verständlich sind, können sie nie die umfassende kommunale Steuerung ersetzen.

Daher ist es unerlässlich, die technische Kompetenz, d.h. Planung, Bau und Unterhalt bis auf Meister- und Monteur-Ebene, in die kommunale Organisationsstruktur zu integrieren. Die eigenen Fachkräfte können nicht nur schnell reagieren, sondern die Interessen der Gemeinde vertreten und verwirklichen. Dadurch ist auch eine entsprechende Distanz z.B. zu der Leuchten- und Leuchtmittelindustrie usw. gesichert: Die Entscheidung über den Einsatz von diesen Elementen wirkt sich jahrzehntelang auf die Betriebskosten, aber auch auf die Umwelttauglichkeit der Beleuchtungsanlage aus.

3.3 Betriebswirtschaftlich transparenter Betrieb

Wirtschaftliches Handeln muss durch Kosten-/Leistungsrechnung nachweisbar sein. Ob es sich um Planungstätigkeit Bau, Unterhalt oder Störungsbehebung handelt: Die verwendeten Arbeitsstunden, der Materialverbrauch, die Fahrzeugkosten, die Fremdfirmenkosten usw. müssen erfasst und als betriebswirtschaftliche Steuerungsgrundlage eingesetzt werden.

Die Besinnung auf Kernkompetenzen ist unerlässlich: Zu diesem Zweck müssen mehrere kleine lokale Firmen vor allem für nicht-elektrotechnische Tätigkeiten wie Tiefbau, Reinigung, Streifarbeiten usw. auf-

grund von Ausschreibungen eingesetzt werden. Die Vergabe von Arbeiten darf jedoch zu keiner Zeit zu Abhängigkeiten führen; insbesondere dürfen Fremdfirmen keinen Einfluss auf eingesetzte Produkte, Materialien oder Prozessabläufe ausüben können.

3.4 Einsatz moderner technischer Lösungen

Der Motor umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Betriebes bei der öffentlichen Beleuchtung ist die Einführung von neuesten technischen Lösungen. Die Mitarbeiter müssen regelmäßig weitergebildet werden, Kontakt mit den entsprechenden Lieferfirmen pflegen, Fachmessen usw. besuchen. Allerdings müssen der Einführung einer neuen Lösung oder eines neuen Produktes (z.B. eines neuen Leuchtmittels) eine entsprechend lange Probezeit und Experimente vorangehen: Nur bewährte Lösungen können zur Verbesserung des Betriebsergebnisses führen.

3.5 Nützliche Hilfsmittel

Einige wichtige Hilfsmittel sind:

- einfache Verwaltungssoftware zur Abwicklung der Projekte, von der Erfassung der Leistungen (auch Lagerwirtschaft) bis zur Rechnungsstellung, geeignet zur Auswertung (Kosten-/Leistungsrechnung)
- GIS-Lösung: Datenbank und digitale Kataster
- Planungssoftware für Beleuchtungsplanung, CAD
- die Flexibilität wird sehr erhöht durch die Funkrundsteuerung
- gut ausgerüstete Werkstätte für Elektrotechnik/Elektronik, Spezialfahrzeuge

3.6 Finanzmittel

Bewusst an letzter Stelle wird das Geld erwähnt. Selbstverständlich geht nichts ohne finanzielle Absicherung. Nachdem aber die angespannte Finanzlage ein Dauerzustand der Kommunen ist, darf nicht damit gerechnet werden, dass unsere Arbeit durch reichlichen Geldsegen erleichtert wird. Trotzdem darf man nicht müde werden, die zuständigen Gremien davon zu überzeugen, dass die eingesetzten Mittel sehr sinnvoll verwendet werden. Optimierungen müssen im Rahmen ohnehin laufender Umbau-, Sanierungs-, und Störungsbehebungsmaßnahmen verwirklicht werden. Auch in Jahren absoluten „finanziellen Stillstandes“ soll man im Sinne des Erneuerungskonzeptes tätig sein. Die Umstellung der Beleuchtung besteht teilweise aus Tausenden kleinerer Maßnahmen. Auch wenn in einem Stadtteil jährlich nur 30 Leuchtstellen modernisiert werden können, erreicht man in 10 Jahren doch 300 Erneuerungen, die letztlich bei je 30 W Ersparnis insgesamt 9 kW •~ 4.700/Jahr Energie-/Kostenminderung bedeuten.

4. Welche technische Optimierungen sollen vorgenommen werden?

4.1 Lichttechnische Planung und Umweltaspekte

Am Anfang der Planung soll folgende Frage stehen: Wie viel Licht ist in der gegebenen Situation unerlässlich? Vorgegeben sind Angaben wie Verkehrsdichte, sozialer Charakter des Stadtteils, geometrische Daten (wie Straßen- und Gehwegbreite, die Lage der Grünstreifen und Parkbuchten), Bebauung auf der Strecke usw. Zukünftige Entwicklungen im Planungsbereich lassen sich nicht immer leicht einschätzen. Da muss der Planer durch technische Mittel für eine spätere Erweiterungs- oder Reduzierungsmöglichkeit des Beleuchtungsniveaus Vorsorge treffen. Lichtsteuerungsgeräte eignen sich besonders gut für diesen Zweck. Diese Geräte sollten zur Standardausrüstung der Beleuchtung werden (mehr dazu siehe unter 4.4). Die noch gültige DIN 5044 und die neue Europeanorm für Straßenbeleuchtung bieten eine Reihe von Entscheidungshilfen zur Quantifizierung vom richtigen Maß an Beleuchtungsniveau. Die licht-technischen Berechnungsprogramme ermöglichen die vom Planer gewählten Sollwerte durch die möglichst größten Lichtpunktabstände so zu verwirklichen, dass eine noch akzeptable Gleichmäßigkeit erreicht werden kann.

Eine nicht leichte Aufgabe ist die Abstimmung der lichttechnischen Planung mit der Landschaftsplanung. Beide Sparten brauchen einen Rhythmus, d.h. Lichtmasten wie Bäume werden meistens in Reihen, voneinander immer in der gleichen Entfernung, aufgestellt. Während der Planer des Grünbereiches die Schönheit seiner Anlage, die Lebensmöglichkeit der Bäume sichern will, muss der Stadtbeleuchter möglichst immer mittig zwischen zwei Baumstämmen bleiben, aber doch seine lichttechnische Gleichmäßigkeit einhalten. Die Bäume sollen etwa 7 - 12 m voneinander entfernt stehen, die optimale Brennstellenentfernung liegt bei

35 - 45 m. Daher muss der Lichtpunkt Abstand eine durch den Baumabstand ohne Rest teilbare Größe darstellen: dies wäre eine mathematisch in Sekunden lösbare Aufgabe. Beide Seiten müssen viel Kompromissbereitschaft vorweisen, um nur einen oder zwei Meter Abstand von der eigenen – in sich gut begründbaren – Lösung zu nehmen. Nur so kann eine für den Menschen und seine Umwelt optimale geometrische Anordnung der Bäume und der Lichtmasten festgelegt werden. Dieses Kapitel der Planung ist daher der schwierigste Teil, weil beide Partner für die für sie fremden planerischen Gesichtspunkte Verständnis aufbringen müssen.

Ein weiterer Streitpunkt ist die Lichtpunkthöhe. Niedrigere Lichtpunkte seien für die Insekten weniger „verlockend“ als höhere. Stadtbeleuchter bevorzugen Mindesthöhen von ca. 3,5 m und eher 4,5 m, da die Lichtverteilung günstiger ist und die Strecke mit weniger Brennstellen, d.h. auch mit weniger Energieverbrauch beleuchtet werden kann. Niedrige Leuchtpunkte bilden heller beleuchtete Flächen unter der Brennstelle, während die Zwischenräume dunkel bleiben. Auch bei dieser Frage ist eine genaue Prüfung des Plangebietes und eine durch Verständnis für „fremde“ Interessen geprägte gemeinsame Arbeit notwendig.

4.2 Die Auswahl der Leuchten

Jede Gemeinde hat irgendwelche Straßenleuchten, die auf den Wegen und Plätzen öfters zu sehen sind. Diese Laternen sind charakteristisch für die Stadt und prägen ihr Erscheinungsbild nicht nur nachts, sondern auch tagsüber. Die Entscheidung darüber, welche Leuchten zum Einsatz kommen, liegt selten in einer Hand: Gestalter, Kommunalpolitiker und verschiedene städtische Gremien beraten die für Straßenbeleuchtung zuständigen Techniker.

Aus Sicht des Betreibers der öffentlichen Beleuchtung soll eine Leuchte folgende Voraussetzungen erfüllen:

- (1) Die Leuchte soll das Licht gezielt, mit möglichst wenig Verlust, auf die Gehwege und die Fahrbahn lenken. Dazu sind leicht verstellbare Spiegel oder Fassungen und spezielle Wannen notwendig.
- (2) Eine elektrisch sichere, mit einigen Griffen bedienbare, mit leicht herausnehmbarem Elektroblick und Spiegeloptik versehene Leuchte aus witterungsbeständigem Material – was eine lange Lebensdauer sichert –, deren Maße und Gewicht möglichst klein gehalten wird, erfüllt den Wunsch nach Montagefreundlichkeit.
- (3) Die kleineren und größeren Leistungsstufen sollen eine Produktfamilie bilden, damit gewisse Ersatzteile gemeinsam verwendet werden können.
- (4) Die Blendungsfreiheit kann nur bedingt erfüllt werden, denn gute Blendungsbegrenzung ist immer mit Verlusten, mit „Lichtvernichtung“ verbunden.

Besonders die unter Punkt 4 erwähnten Eigenschaften kommen den Forderungen des Umweltschutzes entgegen. Danach sollten z.B. nach oben strahlende Leuchten (Kugelleuchten) vermieden werden, da diese nur unnötige Lock- und Störwirkung auf die Insekten und andere nachtaktive Lebewesen ausüben. Rundstrahlende Leuchten – auch wenn sie nach oben keinen Lichtausfall haben – sollten nur in besonderen Fällen (z.B. Plätze) eingesetzt werden.

Wenn die Lichtquelle in der Leuchte nicht oder kaum sichtbar ist, aber die zu beleuchtende Fläche ausreichend aufgehellt wird, spricht man von einer guten Blendungsbegrenzung. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass der Wunsch nach einer zumindest halbwegs sichtbaren Leuchte bei der Mehrheit der Bürger vorhanden ist und gerade wegen der optischen Führung auf der Straße die von weitem erkennbaren Lichtpunkte unverzichtbar sind.

Allerdings reichen für die Erkennbarkeit der Straßenführung unter städtischen Verkehrsverhältnissen 6 - 10 Leuchten aus. Diese Voraussetzung kann mit einer guten Blendungsbegrenzung vereinbart werden.

Nachdem die Straßenbeleuchtungsanlagen für mehrere Jahrzehnte gebaut werden, befinden sich in Europas Straßen und Wegen noch sehr viele Leuchtstofflampen-Leuchten (auch Langfeldleuchten genannt). Diese sind noch oft in einem guten Zustand, so dass ihr Austausch gegen eine umwelt-schonende Leuchte nur schrittweise erfolgen kann. Gerade deshalb sind umfassende, langfristige Sanierungspläne notwendig: Der Altbestand soll je nach finanziellen Möglichkeiten in festgelegten jährlichen Raten erneuert werden.

4.3 Leuchtmittel für die Straßenbeleuchtung

Als die Kompakt-Leuchtstofflampen – meistens als „Sparlampen“ bekannt – eingeführt worden sind, wurden in vielen Städten alte Leuchten mit diesen Leuchtmitteln ausgestattet. Als Ersatz für Glühlampen sind die Kompakt-Leuchtstofflampen tatsächlich wirtschaftlicher und wesentlich langlebiger. In einigen Anwen-

dungsbereichen (wie Gehwegbeleuchtung, Schmuckbeleuchtung) haben sie ihre Berechtigung, insbesondere seitdem die Temperaturabhängigkeit verbessert worden ist. Trotzdem steht fest: Die tatsächlichen „Sparlampen“ der öffentlichen Beleuchtung sind die Natriumdampf-Hochdrucklampen. Ihr gelbliches Licht prägt schon das Nachtbild vieler Städte.

Richtwert für Lichtausbeute in	lm/W
Glühlampe	18
Halogenleuchte	30
Quecksilberdampf-Hochdrucklampe	60
Leuchtstofflampe	80
Natriumdampf-Hochdrucklampe	140
Natriumdampf-Niederdrucklampe	200

Die Anflugdichte der Insekten auf das gelbe Licht der Natriumdampf-Hochdrucklampen ist wesentlich geringer als auf die Leuchtstofflampen oder Quecksilberdampf-Hochdrucklampen. Daher eignen sich diese Lampen hervorragend als umweltfreundliche Lichtquellen. Sie sind auch für die Astronomen angenehm, der Gelbanteil kann nämlich ausgefiltert werden. Von 35 - 400 W gibt es die Lampe in allen bekannten Leistungsstufen in röhren- oder ellipsoidförmigen Ausführungen. Mit einer wirtschaftlichen Lebensdauer von 4 Jahren bietet sie Lösungen für alle Situationen.

Die größte Lichtausbeute von allen Lampen hat die Natriumdampf-Niederdrucklampe. Trotzdem schneidet diese Lichtquelle bei der Gesamtbetrachtung schlechter ab als die Natriumdampf-Hochdrucklampe: Ihr monochromatisches, gelbes Licht wäre aus Sicht der astronomischen Beobachtungen und des Insektenschutzes vorteilhaft, ihr geringer Stromverbrauch käme auch den Betreibern entgegen. Aber gerade in der extrem „guten“ spektralen Verteilung liegt auch ihr Nachteil: Man kann im Licht an den Gegenständen nur die gelbe und die schwarze Farbe erkennen. Diese Eigenschaft macht sie weniger geeignet für den Einsatz auf den Verkehrsstraßen, aber auch in Parkanlagen: Ein Arzt kann z.B. die Gesichtsfarbe eines Verletzten nicht richtig beurteilen. Auch der Techniker hat triftige Gründe gegen ihren Einsatz: Die Ausfallquote ist groß; spezielle Fassungen und Betriebsgeräte sind notwendig, die Abmessungen weichen von den allgemein gebräuchlichen Hochdrucklampen ab; daher sind meistens spezielle Leuchten notwendig. Besonders große Nachteile haben die Natriumdampf-Niederdrucklampen im Vergleich zu Hochdrucklampen, wenn es um die Umrüstung bestehender Leuchten geht. Eine Hochdrucklampe kann im günstigsten Fall einfach in die bestehende Fassung eingedreht werden, bei anspruchsvolleren Lösungen ist nur der Einbau eines Zusatzimpedanzes notwendig. Bei einer Niederdrucklampe müssen alle elektrischen Elemente, auch die Fassung, ersetzt werden. In der Praxis ist dies weder finanziell vertretbar noch technisch machbar. Die große Aufgabe der nächsten Jahre ist es aber gerade die bestehenden Leuchten umzurüsten. So kann die große Anzahl von „Stromfressern“ wirtschaftlich in umweltfreundliche Beleuchtungsanlagen umgewandelt werden.

Daher müssen für die Straßenbeleuchtung die Natriumdampf-Hochdrucklampen bevorzugt eingesetzt werden. Als Grundkonzept für den Stadtbeleuchter bezüglich der Lichtquellen sollten zwei Schritte vorgesehen werden:

- (1) Alle Quecksilberdampf-Hochdrucklampen müssen durch Natriumdampf-Hochdrucklampen ersetzt werden.
- (2) Die Leuchtstofflampen lassen sich leider nicht austauschen; hier müssen auch die Leuchten ersetzt werden. Dies kann auch in jährlichen Schritten, je nach Erneuerungsbedarf, durchgeführt werden.

Für die Umrüstung der Leuchten mit Quecksilberdampf-Hochdrucklampen gibt es drei Möglichkeiten:

- (1) Durch den einfachen Austausch der Lampe. Diese speziellen sog. „Austausch-Natriumlampen“ haben eine höhere Ausfallquote als die „echten“ Natriumdampf-Hochdrucklampen. Deshalb ist ihr Einsatz eher als eine schnelle, vorübergehende Lösung zu empfehlen, z.B. für eine Auswechslungsperiode. Mit der Austausch-Lösung können ganze Stadtteile innerhalb von wenigen Tagen ihr „gelbes Gesicht“ bekommen. Danach kann die zweite Stufe, die etwas mehr Zeit braucht, erfolgen:
- (2) In die Leuchte wird eine *Zusatzimpedanz* eingebaut. Dadurch wird die Anlage befähigt „echte“ Natriumdampf-Hochdrucklampen (mit hoher Lebensdauer) zu betreiben.
- (3) In einigen Fällen lohnt es sich, das in der Leuchte befindliche Vorschaltgerät für Quecksilberdampf-Hochdrucklampen zu entfernen und stattdessen das Zündgerät sowie das Vorschaltgerät für eine Natriumdampf-Hochdrucklampe einzubauen.

4.4 Optimierung des Betriebes der Straßenbeleuchtungsanlagen

Ziel der Betriebsoptimierung bei der öffentlichen Beleuchtung soll die Festlegung

1. der notwendigen Brenndauer und
2. der zu verschiedenen Zeiten notwendigen angeschlossenen Leistung sein.

Aus der Sicht des Umweltschutzes spielen beide Faktoren eine wichtige Rolle. Mit der Optimierung der Brenndauer kann die Anzahl der jährlichen Betriebsstunden der Straßenbeleuchtung reduziert bzw. auf das Mindestmaß eingestellt werden. Durch bedarfsbedingte Reduzierung der angeschlossenen Leistung kann das Beleuchtungsniveau auf den öffentlichen Flächen wesentlich gesenkt werden. Es kommen folgende Optimierungsmöglichkeiten in Frage:

(1) Die Einstellung der Ein- und Ausschaltzeiten lässt sich technisch am einfachsten regeln: die Ansprechwerte des Lichtfängers lassen sich fast beliebig einstellen. Die Entscheidung über die Größe dieser Werte ist aber eines der schwierigsten Kapitel im Betrieb der Straßenbeleuchtung. Auch wenn die DIN 5044 diesbezügliche Empfehlungen enthält, unterscheiden sich in den Städten oft die Meinungen, ob das Sparsamkeitsprinzip oder die Sicherheitsbedürfnisse bei der Entscheidung eine wichtigere Rolle spielen. In Augsburg werden folgende Verfeinerungen bei der Einstellung der Ein- und Ausschaltzeiten vorgenommen:

- Die Überprüfung der *Grundeinstellung* erfolgt in Verkehrsbereichen mit sehr enger Bebauung (z.B. Innenstadtgassen), in Sammelstraßen und in Straßen mit niedriger Bebauung (z.B. Straßen mit Einfamilienhäusern in den Außenbezirken). Nach Möglichkeit werden die Unterschiede berücksichtigt und die Innenstadt und die Außenbereiche zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschaltet. Dabei ergeben sich Abweichungen von 5 - 10 Minuten.
- Die Ein- und Ausschaltzeiten können *im Sommer und im Winter* (die Unterscheidung entspricht etwa der Sommer- und Winterzeitrechnung) wesentlich unterschiedlich geschaltet werden. Während im Sommer die Beleuchtung erst z.B. gegen 21:00 Uhr ein- und 4:00 Uhr ausgeschaltet wird, d.h. zu Zeitpunkten mit geringeren Verkehrsdichten, fallen die Ansprechzeiten der Lichtfänger im Winter in die verkehrsmäßig gefährlichsten Stunden. Es liegt auf der Hand, dass sich die Einstellwerte im Sommer stark reduzieren lassen, während im Winterbetrieb die Sicherheitsaspekte dominieren müssen.
- Die dritte Optimierungsmöglichkeit liegt in der *Verschiebung der Ein- und Ausschaltzeitpunkte* zwischen der ganz- und halbnächtigen Beleuchtung. Das ist eine Art Stufenschaltung, die bei guter Optimierung für etwa 5 - 6 Minuten die noch (oder schon) vorhandene natürliche Helligkeit als Ersatz für die noch nicht eingeschaltete (oder schon ausgeschaltete) Beleuchtungsstufe benutzt.

(2) Zur Optimierung der angeschlossenen Leistung der öffentlichen Beleuchtung müssen zuverlässige Daten über die Verkehrsdichte und umfassende Kenntnisse über die nächtliche Benutzung der Straßen in den einzelnen Stadtteilen vorhanden sein. Während die Angaben zur Verkehrsdichte meistens bei den Verkehrsplanern vorliegen, können die Angaben über „das Nachtleben“ der Straßen nur mit Benutzung vieler Quellen eingeholt werden. Die Altersstrukturen und die sozialen Verhältnisse sind genauso wichtig, wie die Anzahl und Art der Geschäfte in einem Viertel; auch die Häufigkeit von Straftaten darf nicht außer acht gelassen werden. Durch sorgfältige Abwägung dieser Faktoren lässt sich die Nachtabsenkung der Beleuchtung auf ein Mindestniveau ohne Verletzung der Sicherheitsinteressen der Bürger verwirklichen. Dazu können folgende technische Möglichkeiten verwendet werden:

- Wenn die entsprechende Adernzahl im Stromverteilungsnetz der Straßenbeleuchtung vorhanden ist, kann eine der Lampen in *zweiflammigen Leuchten* abgeschaltet (und bei Bedarf wieder eingeschaltet) werden. Diese sog. Halbnachtschaltung bietet je nach Steuerungsmöglichkeiten des Systems eine sehr wirksame Einsparmöglichkeit und eine flexible Anpassung der Beleuchtungsanlagen, z.B. an die Verkehrsdichte. Die Verwendung soll nicht auf die „halbe Nacht“ reduziert werden (wie dies der Name suggeriert): In gewissen Stadtteilen kann schon vor 20:00 Uhr die Reduzierung erfolgen, anderswo vielleicht erst um 21:30, 22:30 oder um 24:00 Uhr. Meistens lässt sich die Absenkung in einer Stadt zu vier oder fünf typischen Zeitpunkten wirtschaftlich regeln. Für gewisse Ausnahmefälle (wie z.B. größere städtische Parkflächen bei Messegeländen) müssen veranstaltungsabhängige Sonderregelungen gefunden werden; diese sind technisch durchaus lösbar. Wichtig ist es, die o.g. etwa vier oder fünf Kategorien festzulegen bzw. die dazu gehörenden optimalen Zeitpunkte auszuwählen. Eine weitere Aufsplitterung der Nachtabsenkung ist weder organisatorisch noch technisch vertretbar. Auch die Abschaltung jeder zweiten Brennstelle in einer Straße ist kategorisch abzulehnen: Dabei

entstehen gefährliche Dunkelzonen, während die fernen Lichtpunkte den Anschein erwecken, dass eine ausreichende Beleuchtung vorhanden ist.

- Mit Hilfe der sog. *Reduziergeräte* kann die Leistung der Lampen in *einflammigen Leuchten* gesenkt werden. Dazu muss je Lampe ein solches Gerät im Leuchtkörper eingebaut sein, was sich bei den heute verwendeten Serienleuchten oft auch nachträglich verwirklichen lässt. Auch bei dieser Lösung muss beim Beleuchtungskabelnetz eine freie Schaltader (oder eine andere Steuerungsmöglichkeit, z.B. Funksteuerung) vorhanden sein. Bei Festlegung des Zeitpunktes für die Absenkung gelten die gleichen Prinzipien, die oben für die zweiflammigen Leuchten beschrieben worden sind.
- Sehr wirtschaftlich sind die zentralen Lichtsteuerungsgeräte, mit denen meistens eine Gruppe (z.B. ein Stromkreis) von Brennstellen stufenweise oder stufenlos geregelt werden kann. Es gibt auf dem Markt eine Vielfalt dieser Geräte, von denen die meisten nach dem gleichen Prinzip funktionieren. Ein Vergleich zeigt aber wichtige Unterschiede, z.B. im Platzbedarf, im Gewicht, in der Handhabung oder in Einsparmöglichkeiten an Energie.

5. Sind umweltfreundliche Straßenbeleuchtungsanlagen wirtschaftlich?

Die Frage kann mit eindeutigem Ja beantwortet werden. Die häufigsten Probleme und Missverständnisse entstehen dadurch, dass Wirtschaftlichkeit oder Umweltaspekte nicht ganzheitlich betrachtet werden.

Einige Beispiele mit Lösungsvorschlägen:

5.1 Biotop kontra Beleuchtung?

In einer Gemeinde sollte eine neu gebaute Erschließungsstraße beleuchtet werden. Neben der Fahrbahn fließt ein kleiner Bach: Die Häuser können über einige kleinere Brücken zu Fuß oder mit dem Auto erreicht werden. Ein gewissenhafter Sachbearbeiter beschließt keine öffentliche Beleuchtung zu installieren, um die Lebensbedingungen der im Biotop heimischen Fauna, insbesondere der Frösche und der zu ihrer Nahrung benötigten Insekten nachts nicht zu stören. Auf Protesten der Bürger wird angeführt, dass es sich um einen naturnahen Bereich handelt, die Straße wird hauptsächlich nur von Anwohnern benutzt, Tempo 30 wäre möglich und die Kommune müsse bei Investitionen sparen. Im weiteren Verlauf verschärft sich der Ton, es wird von Übertreibungen gesprochen und die Anwohner kaufen sich Taschenlampen, die dann ab Herbst zur Standardausrüstung der Erwachsenen und der Kinder geworden sind.

Lösungsvorschlag: Es soll eine Straßenbeleuchtungsanlage errichtet werden (so war es auch im obigen Beispiel – erst nach zwei Jahren); sie kann an der bachfernen Straßenseite errichtet und mit der kleinstmöglichen Bestückung (Natriumdampf-Hochdrucklampen 35 W) versehen werden. Falls es technisch möglich ist, kann die Anlage – bei Berücksichtigung der Sicherheitsbedürfnisse der Anwohner – z.B. zwischen Mitternacht und 5 Uhr morgens außer Betrieb genommen werden. Als Mehrkosten bei der Investition tauchte die notwendige Straßenquerung bei der Kabelverlegung auf, die jedoch bei rechtzeitiger Berücksichtigung der berechtigten Umweltaspekte (bachferne Straßenseite) schon bei der Errichtung der Straße (d.h. noch vor der Asphaltierung) ohne merkbare Mehrkosten realisierbar gewesen wäre.

5.2 Leuchtenumrüstung zu teuer?

Eine kleinere Stadt möchte ihre veraltete Beleuchtung von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf Natriumdampf-Hochdrucklampen umrüsten.

Der zuständige Stromversorgungsunternehmer wird um ein Angebot zur Umrüstung der Leuchten gebeten. Bei der Auswertung stellt sich heraus, dass die Amortisation der Maßnahme bei neun Jahre liegt. Die Umrüstung wird auf Eis gelegt.

Lösung: Das Angebot wird genauer analysiert und ein Vergleichsangebot von einer Gemeinde eingeholt (Amortisation: vier Jahre). Bei Nachfrage stellt sich heraus, dass im ersten Angebot beim Austausch der Leuchten zweifache Anfahrt und Montage mit Hubsteiger berechnet wurde, wobei die Maßnahme auch mit einer Hinfahrt durchgeführt werden kann. Gerade wirtschaftliches Handeln und Verhandlungsgeschick ermöglicht umweltfreundliche Lösungen.

5.3 Lichtsteuerungsgeräte einsparen?

Es sollte ein zentrales Lichtsteuerungsgerät installiert werden, das von einer Schaltstelle aus die Versorgungsspannung in zwei Stufen reduziert. Die Amortisation beträgt etwa vier Jahre. Es stellt sich heraus, dass im vorhandenen Schaltschrank nicht genügend Platz für die Steuergeräte vorhanden ist. Die

dass im vorhandenen Schaltschrank nicht genügend Platz für die Steuergeräte vorhanden ist. Die Aufstellung eines größeren Schaltschranks verteuert die Maßnahme wesentlich – die Amortisation würde bei sechs Jahren liegen.

Lösungsvorschlag: Falls die Finanzmittel vorhanden sind, sollte die Maßnahme ausgeführt werden. Die Lebensdauer der Straßenbeleuchtungsanlagen ist über 15 - 20 Jahre ausgelegt, daher werden sie das 2- oder 3-fache der Amortisationszeit „erleben“. Nachdem der Betrieb fast wartungsfrei und die Tendenz der Energiekosten langfristig eher steigend ist, lohnt es sich die Investition zu tätigen. Außerdem sollen die Schaltschränke bei Neubau und bei Sanierungen generell mit Platzbedarf gebaut werden – insbesondere sollten die Straßen mit hoher Verkehrsdichte berücksichtigt werden –, damit eine spätere Nachrüstung mit Lichtsteuerungsgeräten möglich ist.

5.4 Natriumdampf-Hochdrucklampe zu teuer?

Die Umrüstung der Leuchten von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf Natriumdampf-Hochdrucklampen ist grundsätzlich rentabel. Allerdings sollen alle technische und wirtschaftliche Aspekte (zu erwartende Lebensdauer der Leuchte, Leuchtmittel-Auswahl) gründlich geprüft werden, bevor die Entscheidung getroffen wird. Die Natriumdampf-Hochdrucklampen sind teuer, ihr Einsatz soll durch Energie- und Kostenersparnis (z.B. durch die verlängerte Lebensdauer) gedeckt sein.

5.5 Straßenlicht in Schlafzimmern

Lichtmissionen, die in den Wohnräumen durch Straßenbeleuchtung auftreten, sollten die Betreiber grundsätzlich ernst nehmen. Auch wenn die Grenzwerte für vertikale Beleuchtungsstärke an Fenstern selten zu messen sind, können Blendungen sehr stark das Wohlbefinden der Anwohner beeinträchtigen. Meistens kann mit relativ einfachen Mitteln – Abdunkelung der Leuchtenwannen in einem Teilbereich z.B. durch Abspritzen mit einem silbergrauen Farbenspray – geholfen werden. Mit einem Einsatz von ein bis zwei Stunden mit meistens zwei Personen und einem Hubsteiger muss gerechnet werden.

5.6 Sterne – Natriumdampf-Niederdruck oder -Hochdruck?

Auf Antrag eines Hobby-Astronomen sollte die Straßenbeleuchtung in einer Sammelstraße von Leuchtstofflampen auf „gelbes Licht“ – möglichst Natriumdampf-Niederdrucklampe – umgestellt bzw. die gewölbten Wannen durch flache Wannen ersetzt werden.

Lösungsvorschlag: Die Kosten der Niederdruck-Lösung wären etwa doppelt so hoch, wie die der Hochdruck-Version. Grund dafür sind die speziellen Betriebsgeräte, Fassungen, die Leuchtmittelgröße und auch die Folgekosten.

Daher soll als Kompromiss eine Serienleuchte mit Natriumdampf-Hochdrucklampe mit den (etwas teureren) flachen Sonderwannen gewählt werden.

5.7 Resumé

Wie die vorigen Beispiele zeigen, umweltfreundliche Beleuchtungsanlagen sind wirtschaftlich, ja sie sind schlechthin die wirtschaftlichsten Lösungen für eine Kommune. Ihre eindeutig günstigen Auswirkungen zeigen sich jedoch erst nach mehreren Jahren, daher lohnt es sich – auch unter finanziell schweren Bedingungen – systematisch und konsequent an der Optimierung der öffentlichen Beleuchtung zu arbeiten.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Sandor Isepy
Stadt Augsburg – Tiefbauamt
Abt. Öffentliche Beleuchtung und Verkehrstechnik
Annastraße 1686150 Augsburg

Energiesparen und Naturschutz sind eins

Seit rund hundertfünfzig Jahren ist auf diesem Planeten alles anders, da der Mensch mit seinem Wachstum bzw. dem seines Wirtschaftens und dem seiner technischen Möglichkeiten zu einer kritischen Größe geworden ist. Was seine Reflexionsmöglichkeiten anbelangt, so hat der Mensch seit eben dieser Zeit mittels zweier ganz wesentlicher Entdeckungen die Gelegenheit, über das Leben an sich und wie er damit umgeht grundsätzlich anders nachzudenken als je zuvor. Diese beiden Entdeckungen sind die Evolutionstheorie (DARWIN 1859) und die Thermodynamik mit dem berühmten Zweiten Hauptsatz bzw. dem über die Entropie (THOMSON 1851 bzw. CLAUSIUS 1865). Dabei sind Evolution und Entropiewachstum lediglich zwei Seiten einer Medaille, um CARL FRIEDRICH VON WEIZSÄCKERS berühmten Aufsatz „Evolution und Entropiewachstum“ (1972) auf den Punkt zu bringen. Dies bedeutet wiederum, dass Energiesparen und Naturschutz eins sind, weil jegliches Weniger an Verbrauch fossiler Energie hilft, Lebensvielfalt zu erhalten bzw. potentielle Information, d.h. Leben auch in Zukunft zu ermöglichen.

Global wie national gesehen hat sich die ökologische Krise in den letzten hundertfünfzig Jahren in immer schnelleren Schritten beschleunigt. Dies kann niemandem entgangen sein, der seine Augen nicht angesichts von Artenschwund, Klimawandel und der Gefahr immer verheerenderer Ressourcenkriege längst verschlossen hat. Wie konnte dies trotz vielfältiger Anstrengungen, trotz Ausdifferenzierung, Institutionalisierung und Professionalisierung der Umweltbewegung geschehen? Eine Antwort ist darin zu sehen, dass der zentralen Zukunftsfrage, nämlich der des Energieproblems, nicht die oberste Priorität beigemessen worden ist. Dies ist ablesbar an allen großen die Umwelt betreffenden Vereinbarungen der letzten 15 Jahre: am Brundtland-Bericht (1987), an denen von Rio (1992), am Kyoto-Protokoll (1997) und an Johannesburg (2002). Zudem sind diese Vereinbarungen anders als der WTO-Vertrag von Marrakesch (1994) unverbindlich, weisen in der Regel keinen elaborierten Handlungsplan auf, geschweige denn, dass Sanktionen gegen Zuwiderhandlungen eingeleitet werden können (vgl. SCHEER 2002, S. 19).

Aufnahmen der Schattenseite unseres Planeten vom Weltraum aus zeigen, warum HERMANN SCHEER von der „Pyromanie“ des Menschen spricht (2002, S. 12-17): Die Erde ist des Nachts schon von ganz weit weg als besiedelt zu erkennen. Der Mensch schlug sein Lager seit jeher bevorzugt an Flussläufen und in Küstenregionen auf. Es leuchten jedoch auch gewaltig große Flächen, die gar keinen Siedlungsstrukturen unmittelbar zuzuordnen sind: Zu diesen gehören weite Teile des Regenwaldes, wo Brandrodung betrieben wird, aber auch Erdölfördergebiete, die nicht zuletzt deswegen leuchten, weil noch immer ungeheure Mengen an Erdgas einfach abgepackelt werden, also ungenutzt den Treibhauseffekt verschärfen.

Elektrischer Strom ist, wie er für Beleuchtungen in der Regel eingesetzt wird, eine Art *Luxusform* von Energie. Er ist zu einem hohen Anteil für die CO₂-Emissionen des Menschen verantwortlich. Umso stärker muss darauf gedrängt werden, auf diese Form von Energie zu verzichten. Wenn nun aus Gründen des Insektenschutzes Beleuchtungstechnik überprüft wird, ergibt sich die Gelegenheit auf zweierlei zu achten: wo und wann Beleuchtung überhaupt notwendig ist und wie der Energieverbrauch verbleibender Anlagen gesenkt werden kann. Technische Errungenschaften wie Bewegungsmelder könnten hierbei viel umfangreicher als bisher eingesetzt werden. Fotovoltaik in Verbindung mit dem Austausch herkömmlicher Beleuchtung durch Leuchtdioden³ verspricht, der Solarenergie auch hier ihre notwendige Vorrangstellung einräumen zu können. Der Vorteil einer Unabhängigkeit vom Stromnetz ist ein weiteres Argument für Fotovoltaik. Gar nicht abwegig ist, Behörden oder Firmen, die nicht über genügend eigene Kapazitäten und Kompetenzen verfügen, anzuhalten über ein Nutzlicht-Contracting nachzudenken, wenn es um Effizienzsteigerung geht (vgl. PETER VIEBAHN 1995). Ein Contracting ermöglicht, die Kompetenzen einer externen Firma zu nutzen, indem dieser vertraglich auf einen bestimmten Zeithorizont hin Anteile der erzielten Einsparungen zugesichert werden. Solch ein Verfahren trägt dem Umstand Rechnung, dass technische und ökologische Zusammenhänge in einer immer schneller komplizierter werdenden Welt auch nicht annähernd in allen Details von jedem verstanden werden können. Zudem erzeugt die Existenz solcher Verträge ein psychologisches Motivationsmoment, sich endlich selbst um die eigenen „Energiefresser“ zu kümmern, wenn man quasi vor Augen gehalten bekommt, wie Firmen von den Fehlern anderer profitieren und letztlich doch zu deren Gewinn beitragen. Klar ist allerdings, dass Einsparungen am leichtesten und schnellsten durch Verzicht geschehen könnten.

³ Der Wirkungsgrad von Leuchtdioden liegt theoretisch bei bis zu 60 %, bei Glühlampen nur bei 5 %, berichtet FRANK GROTELÜSCHEN (28.3.03). In Amerika, wo 20 % der Elektrizität für die Beleuchtung verbraucht wird, sänke dieser Anteil bei einem kompletten Wechsel von Glüh- und Leuchtstofflampen zu LEDs auf dann nur noch 5 %.

Eine Frage ist, inwieweit wir Beleuchtung überhaupt benötigen, d.h. in erster Linie, welche Rolle Beleuchtung im Einzelnen für die Sicherheit spielt. Hierzu existiert offenbar keine größere, allgemein anerkannte Feldstudie, die eine genauere Korrelation von Unfallhäufigkeiten und Beleuchtungsstärken erkennen lässt. Hinzu kommt, dass Fragen der Sicherheit individuell beantwortet und in erster Linie von Verkaufsinteressen beeinflusst werden. So findet man im Internet ein ganzes Spektrum unterschiedlicher Meinungen, von der Initiative „Dark Sky Switzerland“⁴ (pro Dunkelheit) über Seiten wie die des physikalischen Instituts der Universität Osnabrück⁵ (pro und contra) bis zu zahlreichen Beleuchtungsherstellern (pro Helligkeit). Insgesamt liefert „Google“ unter den Suchworten „Licht“ und „Sicherheit“ eine nicht überschaubare Anzahl von Treffern.⁶ Soweit eine telefonische Recherche für Berlin ergab, kam es innerhalb der Autobahnabschnitte, auf denen man in den letzten Jahren auf Beleuchtung verzichtet hat, zu keinem signifikanten Anstieg von Kollisionen.⁷ Mit einzukalkulieren ist, dass die abfallend exponentielle *Dunkeladaptation* des menschlichen Auges viel länger (rund 25 Minuten) dauert als der umgekehrte Vorgang („einige Sekunden“, SCHMIDT et al., S. 294; vgl. auch Abb. 16-16 ebd.). Die *Absolutschwelle* des Sehens wird sogar erst nach einstündigem Aufenthalt in völliger Dunkelheit erreicht (SCHMIDT et al. S. 294). Folglich hat eine gleichmäßige Dunkelheit gegenüber einer intervallartigen Beleuchtung sicher den Vorteil, dass die Gefahr von Blendungen bzw. von Phasen unzureichend dunkeladaptierter Augen herabgesetzt wird. Es ist davon auszugehen, dass sich unsere Vorfahren – noch ohne Strom und ohne Feuer – auch nicht ausschließlich bei Tage fortbewegt haben. Für das heute lebende an dauernde Helligkeit gewöhnte Kind der Großstadt mag freilich die Tatsache, dass das Licht des Vollmondes bei klarem Himmel zur Zeitungslektüre ausreichend hell ist, zum Erstaunen führen.

Lichtökologie ist ein vergleichsweise junges Thema, dem man bislang zu wenig Beachtung geschenkt hat. Das bringt den Vorteil mit sich, dass man auf diesem Gebiet noch Pionierarbeit leisten kann und sich ein Geist, der aus einer solchen Arbeit Energie bezieht, entfalten kann. So könnte man mehr und Genaueres über die globalen ökologisch-ökonomischen Folgen und Sicherheitsaspekte eruieren, die eine technische Umsetzung auf diesem Gebiet mit sich brächte. Der Wissenschaftszweig der Lichtökologie mag sich erst etablieren, die Diskussion darüber erst in Gang kommen – wesentliche Forschungsergebnisse sind jedoch längst bekannt. Unser Verhalten, das können wir theoretisch sehr schnell ändern: indem wir unseren Energieverbrauch einschränken und auf die Natur Rücksicht nehmen. Hierzu wird allerdings ein mentaler Klimawechsel nötig sein (vgl. AMERY/SCHAEER 2001). Nur dann werden technische Errungenschaften wie die der Leuchtdiodentechnik nicht lediglich zu einer neuen Runde im Wettbewerb um die größere Aufmerksamkeit für die immer noch ungebremst anwachsend Zahl moderner Konsumtempel führen.

Es gilt, die Natur zu schützen, sie vor Raubbau zu bewahren und den Verbrauch an Energie einzudämmen. Natürlich sind Energiesparen und Naturschutz nicht eins im Sinne von identisch, aber sie sind eins in dem Bemühen, unsere Welt für die Nachwelt zu erhalten.

LITERATUR:

- AMERY, CARL/SCHAEER, HERMANN: Klimawechsel. Von der fossilen zur solaren Kultur. Ein Gespräch mit Christiane Grefe. München: Antje Kunstmann 2001
- GROTELÜSCHEN, FRANK: Deckenlicht aus der Diode. Leuchtdioden halten länger als Glühbirnen und verbrauchen weniger Strom. Nur ihr Licht ist noch nicht weiß. In: Berliner Zeitung, 28.3.03, S. 15
- SCHAEER, HERMANN: Solare Weltwirtschaft. Strategie für die Ökologische Moderne. München: Antje Kunstmann ⁵2002 (¹1999)
- SCHMIDT, ROBERT F./THEWS, GERHARD/LANG, FLORIAN [Hg.]: Physiologie des Menschen. Berlin [u.a.]: Springer ²⁸2000, S. 294f.
- VIEBAHN, PETER: Energieeinsparung durch Nutzlicht-Contracting. Paderborn: Ch. Möllmann 1995
- WEIZSÄCKER, CARL FRIEDRICH VON: Evolution und Entropiewachstum. In: Weizsäcker, Ernst Ulrich von [Hg.]: Offene Systeme I. Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution. Stuttgart: Klett 1974, S. 200-221 (zuerst in: Nova Acta Leopoldina, Bd. 37/1, Nr. 206. Leipzig 1972)

Anschrift des Verfassers: Jochen Krautwald M.A.
Arbeitskreis Natur- und Artenschutz
c/o BUND-Umweltzentrum und Landesgeschäftsstelle,
Crellestr. 35, 10827 Berlin

⁴ <http://www.morgenwelt.de/wissenschaft/991129-lichtundsicherheit.htm>

⁵ <http://www.physik.uni-osnabrueck.de/~ahaenel/darksky/carola.pdf>

⁶ Darüber hinaus findet man zum Suchwort „Licht“ Lichttechnische Gesellschaften, Universitätslehrgänge zur Lichtgestaltung sowie einen eingetragenen Verein Licht Akademie in Freiburg i. Br.

⁷ Telefonat mit der Abteilung der Berliner Senatverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz am 19.3.2003.

Schlussbemerkungen

Das Thema „Umweltfreundliche und energiesparende Außenbeleuchtung“ ist heute hoch aktuell. Die große biologische Bedeutung des natürlichen Lichts für die Organismen ist seit langem anerkannt. Weit weniger wird registriert, wie gerade in den letzten technisch so erfolgreichen Jahrzehnten durch neue Möglichkeiten und die leichte Verfügbarkeit künstliches Licht zu einem Leben beeinflussenden Umweltfaktor wurde, der im Sinne des Wortes weit über den begrenzten menschlichen Wohnraum hinausstrahlt. Die von diesem Lichtangebot beeinflussten Organismen stammen aus verschiedenen Gruppen (Säuger, Vögel, Spinnen, nachtaktive Insekten u.a.), und entsprechend ihren Lebens- und Verhaltensweisen kann künstliches Licht zu einer einseitigen Förderung oder Gefährdung von Individuen/Populationen/Arten beitragen. Deshalb sind Standorte und Gestaltung und Nutzung von Außenbeleuchtungen nicht nur nach technischen Kriterien zu beurteilen. Dies gilt besonders für sensible Bereiche wie Siedlungsränder, Gewässerufer und Parks, Kleingartenanlagen und offene Siedlungsflächen ebenso wie für große Werbeflächen und Lichtinstallationen, die Beleuchtung großer Baukörper/Denkmale, Flutlichtanlagen, Gewerbegebiete, Tankstellen u. ä.

Es ist in einer kleinen Fachtagung nicht möglich, alle wichtigen Aspekte eines so vielschichtigen Gebietes auch nur anzusprechen. Es ist aber aus unserer Sicht dringend geboten, den Disput und das gegenseitige Verständnis zwischen Vertretern aus Ökologie, Naturschutz, Technik, Recht, Planung und kommunaler Praxis zu fördern und bei zukünftigen Planungen die Berücksichtigung aller Teilaspekte zu stimulieren.

Die heute vorgetragenen Themen nehmen aus verschiedenem Blickwinkel Bezug auf die genannten Problemfelder. Prof. Korge und Dr. Kolligs zeigten aus unterschiedlichem Ansatz

bisher gewonnene Erkenntnisse zur Lichtökologie. Gleichzeitig verdeutlichen beide Referenten, wieviel Arbeit an experimenteller Forschung noch getan werden muß. Denn das fehlende empirische Wissen verleitet leicht - mit dem Hinweis auf eine mangelhafte Datenlage- zur Ignoranz der schon bekannten Fakten.

Der administrative Gestaltungsspielraum zur Reduzierung von Lichtimmissionen wurde im Vortrag von C. Maaß beschrieben. Die Darstellung der komplizierten juristischen Materie wies rechtliche Möglichkeiten zur Einflußnahme auf Beleuchtungsvorhaben nach. Leider gibt es aber in der Praxis noch ein bedauerliches Umsetzungsdefizit.

Die unterschiedlichen technischen Aspekte öffentlicher Beleuchtung wurden von Dipl.-Ing. Schmidt (Semperlux AG Berlin) vorgetragen und zeigen, wie kompliziert eine notwendige Berücksichtigung technischer und artenschutzrelevanter Anforderungen in der Praxis sein kann und wie wichtig gegebenenfalls die Bereitschaft zu Kompromissen ist. - Kommunale Praxis am Beispiel der Berliner Straßenbeleuchtung demonstrierte Dipl.-Ing. Oßwald (Fa. ATLux). Hier ist es vor allem der Zwang zur Wirtschaftlichkeit, der als Nebeneffekt Möglichkeiten zur ökologischen Gestaltung eröffnet.

Das Referat von S. Ísepy bot am Beispiel der Stadt Augsburg Einblick in die bei persönlichem Einsatz vorhandenen Gestaltungsmöglichkeiten kommunaler Aufgaben. Die unter seiner Leitung durchgeführte Optimierung der städtischen Beleuchtung in Augsburg nutzt alle verfügbaren Möglichkeiten. Das interessante Ergebnis dieser Bemühungen ist eine bessere und umweltfreundliche Versorgung bei gleichen Kosten! Dieser hoffnungsvolle Ansatz hat inzwischen bei weiteren Kommunen Interesse und Anwendung gefunden. Das große finanzielle Potential, das in solchen Maßnahmen schlummert (allein in den Alten Bundesländern werden jährlich mehr als 500 Mio. EUR für Verkehrsbeleuchtung ausgegeben), läßt erwarten, daß die begonnene positive Entwicklung andauert.

Vorträge und Diskussionen zusammenfassend möchte ich die folgenden Hauptgedanken formulieren:

- Trotz des existenten Forschungsdefizits ist bei zunehmender Dringlichkeit die ökologische Notwendigkeit einer umweltfreundlichen Außenbeleuchtung unbestritten.
- Es gibt heute genügend lichttechnische Kenntnisse und geeignete Möglichkeiten zur umweltverträglichen Beleuchtung des Außenraums (optimieren der Lichtpunkthöhe, der Abstrahlrichtung, der Lichtmenge und der Leuchtdauer; Einsatz von Lampen mit minimiertem UV-Anteil und reduziertem Energiebedarf; wartungsarme geschlossene Bauweise der Leuchten ...)

- Der existierende rechtliche Rahmen bietet bei konsequenter Anwendung Raum für kreative Gestaltung (s.Vortrag Ísepy). Es wäre m.E. sehr zu fordern, daß die geltenden Vorschriften weiter konkretisiert und im Interesse einer besseren Übersichtlichkeit zusammengefaßt werden.
- Die zuständigen kommunalen Fachverwaltungen werden aufgerufen, die ökologischen Kriterien gleichwertig bei allen fachrelevanten Entscheidungen zu berücksichtigen.

Weiterführende Literatur (Auswahl):

- Auswirkungen großer Beleuchtungsanlagen innerhalb und außerhalb von Ortschaften auf nachtaktive Insekten. Schlußbericht der Kommunalentwicklung BW GmbH Untersuchungsauftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg
- Lichtimmissionen auf die nachtaktive Insektenfauna
Fortbildungsveranstaltung des Ministeriums für Natur und Umwelt d. Landes Schleswig-Holstein, 11/95
- Auswirkungen von Fremdlicht auf die Fauna im Rahmen von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bearb. Marita Böttcher). – Referate und Ergebnisse der gleichnamigen Fachtagung auf der Insel Vilm vom 06. bis 09. Dezember 1999. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz H. 67, BfN Bonn – Bad Godesberg 2001
- Die HELLE NOT. Künstliche Lichtquellen – ein unterschätztes Naturschutzproblem
Tiroler Landesumweltanwalt (Hrsg.), Innsbruck 2001. (Ausführliche Besprechung in: Ent.Nachr.Ber. 45, 121-122)
- Gefährdung nachtaktiver Insekten durch Außenbeleuchtung. Vorschläge für eine umweltfreundliche Beleuchtung. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 10. 04. 1995, Az. 8/3 -8436.3 7289
- Licht und Umwelt. 46S., OSRAM GmbH 1999
- Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen
LiTG-Publikation Nr. 12.2, 2. überarbeitete Auflage, 1996 Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V. (LiTG), Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin
- EISENBEIS, G. & F. HASSEL (2000): Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. Natur und Landsch. 75, 145-156
- GEPP, J. (1977): Technogene und strukturbedingte Dezimierungsfaktoren der Stadttierwelt. – Ein Überblick. – Stadtökologie (Tagungsbericht). Graz/Österreich, 99-127
- HENKE, H. (1991): Empfehlungen für eine umweltverträgliche Außenbeleuchtung
Mitteilung des Beauftragten für Naturschutz und Landschaftspflege des Landkreises Peine v. 24.08.1991
- KOLLIGS, D. (2000): Auswirkungen künstlicher Lichtquellen auf nachtaktive Insekten, insbesondere Schmetterlinge (Lepidoptera). – Faun.-ökol. Mitt., Suppl. 28, 136S., Kiel
- KAUL, C. und F.-M. HASSEL (o.J.): Umweltfreundliche Außenbeleuchtung (k)ein Thema?!? Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., Kreisgruppe Alzey-Worms, Landesverband Rheinland-Pfalz
- SCHANOWSKI, A. & SPÄTH, V. (1994): Überbelichtet - Vorschläge für eine umweltfreundliche Außenbeleuchtung. Naturschutzbund Deutschland (NABU), Landesverband Baden-Württemberg. 3. Aufl. 70806 Kornwestheim
- SCHEIBE, M. A. (1999): Über die Attraktivität von Straßenbeleuchtungen auf Insekten aus nahegelegenen Gewässern unter Berücksichtigung unterschiedlicher UV-Emission der Lampen. Natur und Landschaft 74 (4): 144-146
- STECK, B. (1997): Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten. In: Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (ed.). Berlin. LiTG-Publikationen 15: 1-24
- USCHKAMP, G. (1994): Straßenbeleuchtung und Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft Verkehrstechnik V 14, Bergisch Gladbach, Februar 1994

Anschrift des Verfassers:

Dr. Arnfried Schwartz
Arbeitskreis Natur- und Artenschutz
c/o BUND-Umweltzentrum und Landesgeschäftsstelle
Crellestr. 35
10827 Berlin