

# OEKOSKOP

# WISSEN

# WIRTSCHAFT

# WELT

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

OEKOSKOP NR. 4/08

# Licht



- **Ewiger Vollmond**
- **Lichtverschwendung**
- **Lichttherapie**

# INHALT

■ Editorial	3
■ Ungestörte Betrachtung des Sternenhimmels?	4
Interview mit Regula Gysler, Dürnten	
■ Auswirkungen künstlicher Beleuchtung auf Menschen, auf Tiere, auf Lebensgemeinschaften und bedrohte Arten	5
Therese Hotz, Fabrio Bontadina, Zürich	
■ Lichtemissionen vermindern - Beispiele	16
Theo Wirth, Stäfa	
■ Stromfresser Weihnachtsglanz	17
Armin Braunwalder, Zürich	
■ Energieeffiziente Haushaltbeleuchtung	17
Arbeitsgruppe elektromagnetische Felder, AefU	
■ Lichttherapie - nicht nur bei Winterdepression	18
Anna Wirz-Justice, Basel, Jürgen Staedt, Berlin	
■ Diverse Hinweise	22
■ Terminkärtchen/Rezeptblätter	23



*Titelbild: Lichterfest in Nepal. Ruth Gonseth, Liestal  
Bild S. 2 und alle Tierbilder: Martin Furter, Böckten*

19. Dezember 2008

## EDITORIAL

### MIT LICHT SORGFÄLTIG UMGEHEN

*Es soll Gemeinden geben in der Schweiz, die die „schönsten“ Weihnachtsbeleuchtungen prämieren. Muss das wirklich sein: Samichläuse und Rentiere, die blinkend die Fassade hochklettern oder ganze Häuser und Bäume eingepackt mit Lichterketten? Der Stromverbrauch ist jedenfalls beachtlich, die Schweizerische Agentur für Energieeffizient hat ausgerechnet, dass der Weihnachtsglanz rund 100 Millionen Kilowattstunden Strom verbraucht. Der Cartoonist Marian Kamensky hat extra für das „Licht-Oekoskop“ seine Sicht der „Lichtverschwendungen“ dargestellt. Sie finden seine leuchtende Freude auf Seite 24.*

*Nicht nur zur Weihnachtszeit hat das Licht nachts Einzug gehalten. Kunstlicht in Außenräumen ist ein Bestandteil unserer Kultur. Licht erhellt Straßen und Plätze, leuchtet Bauwerke und Werbeträger an und befriedigt das Sicherheitsbedürfnis von Menschen.*

*Lichtimmissionen durch künstliche Beleuchtung nehmen weltweit exponentiell zu. Ein Problem ist, dass Licht oft ungerichtet und unnötig eingesetzt wird. Das hat seine Schattenseiten: Die Pracht des Sternenhimmels kann nur noch in entlegenen Gebieten bewundert werden. Menschen und Tiere kommen durch den gestörten Tag-Nacht-Rhythmus aus dem Konzept - mit zum Teil erheblichen Folgen.*

*Künstliche Beleuchtung gezielt und überlegt eingesetzt kann Bereicherung sein. Leitlinien und Beispiele, welche Massnahmen ergriffen werden können, um Lichtemissionen auf ein umweltverträgliches Mass zu reduzieren, sind abrufbar\*.*

*Lichttherapie wiederum kann hilfreich sein für leidende Menschen. Wer profitiert von Lichttherapie, wie wirkt sie und zu welchem Zeitpunkt und wie lange sollte sie eingesetzt werden? Antworten auf diese Fragen finden Sie in diesem Oekoskop.*

*Rita Moll, Redaktorin*

\* Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen, BAFU, [www.buwalshop.ch](http://www.buwalshop.ch)

Plan Lumière, Lichtblicke für eine ökologische Stadtbeleuchtung,  
[www.stadt-zuerich.ch/internet/plan-lumiere/home.html](http://www.stadt-zuerich.ch/internet/plan-lumiere/home.html)

Dark-Sky Switzerland [www.darksky.ch](http://www.darksky.ch)

### „Umweltmedizinisches Beratungsnetz“

der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner

Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt:

Montag, Dienstag und Donnerstag von 9 Uhr bis 11 Uhr

Tel. 052 620 28 27, [umweltberatung.aefu@bluewin.ch](mailto:umweltberatung.aefu@bluewin.ch)

# INTERVIEW

## UNGESTÖRTE BETRACHTUNG DES STERNENHIMMELS?

Fragen an Regula Gysler, Zentralvorstandsmitglied der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz



Dr. med. Regula Gysler, Dürnten

*OEKOSKOP: Wann konntest du das letzte Mal den Sternenhimmel ungestört durch andere Lichtquellen betrachten?*

Als Kind auf dem Lande, später noch in Berghütten nach dem Lichterlöschen. Seit ich nicht mehr in die Berge gehen kann nie mehr.

*Stört dich das?*

Ja. Ich wohne im Zürcher Oberland, da ist Richtung Zürich der Himmel eigentlich immer hell, je nach Wetterlage und Mondstand etwas weniger oder mehr. Viele kleinere Sternbilder und die Milchstrasse kann man kaum mehr erkennen. Durch das viele und zum Teil blendende Licht der Strassen, Autos und Wohnungen wird die Angewöhnung an die Dunkelheit immer wieder gestört.

Die Adaptation meiner Augen ist schlechter geworden und mir scheint, dass nicht nur mein Alter die Ursache dafür ist. Vor allem für nachtaktive Tiere und gewisse Pflanzen muss das sehr schlimm sein. Ich habe gelesen, dass künstliches Licht das Orientierungsvermögen bei Vögeln beeinträchtigt, Tag- und Nachrhythmen, sowie gewisse hormonelle Systeme gestört werden.

Nebst den erwähnten Beeinträchtigungen stört mich auch, dass die heutige oft ungezielte und übermässige Beleuchtung viel Energie verschlingt und ihren

Auftrag, die Sicherheit zu erhöhen, nicht immer erfüllt. Beispielsweise werden durch inadäquate Ausleuchtung von Wegen kleine Unebenheiten ausgeblendet. Diese werden so zu „Stolpersteinen“.

*Wie könnte man die heutigen Beleuchtungsexzesse vermindern?*

Ein grosser Schritt wäre gemacht, wenn nur noch beleuchtet wird, was gesehen werden muss. Es genügt, wenn Geh- und Fahrwege gut sichtbar sind. Bäume und Häuser müssen nicht erkennbar sein. Auch Schlafzimmer brauchen keine Beleuchtung von aussen. Zu diskutieren wären zeitliche Einschränkungen der Beleuchtung. Wer braucht schon eine Bauwerbung nach Mitternacht oder Laserstrahlen am Nachthimmel?

Werden Exzesse vermindert, wird damit Energie gespart. Mit Bewegungsmeldern können wenig begangene Seitenwege kurzfristig beleuchtet werden. Bei ständiger Beleuchtung sollten Sparlampen verwendet werden. Mit heutigen und zukünftigen Techniken ist Energiesparen nicht mehr mit Abschalten der Beleuchtung gleichzusetzen. Als Nebeneffekt werden auch Tiere, insbesondere Insekten, besser überleben.

*Siehst du Bewegung in Richtung Vermeiden von Lichtemissionen?*

Bisher noch zu wenig. Wir sind an den Ist-Zustand gewöhnt. Mögliche Verbesserungen kennen wir oft nicht oder glauben, dass sie zu teuer sind. Es muss bereits bei der Planung an eine gute Beleuchtung gedacht werden, damit die Leuchten später nicht am falschen Ort stehen und ihr Licht an ungewünschte Stellen senden.

Oder anders gesagt: Grössere Orte sollten Beleuchtungskonzepte entwickeln und diese auch umsetzen. Zürich will mit seinem „Plan Lumière“ gar den Standortwettbewerb verbessern. Die Beleuchtung soll nicht nur die Orientierung verbessern, sondern durch entsprechende Gestaltung auch das Wohlbefinden und das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung erhöhen. Der öffentliche Raum wird so mehr Lebensqualität vermitteln.

*Die Fragen stellte Rita Moll*

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

## ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN KÜNSTLICHER BELEUCHTUNG

Therese Hotz und Fabio Bontadina, SWILD, Zürich

**Kunstlicht in Außenräumen ist zu einem wichtigen Bestandteil unserer Kultur geworden. Licht wird heute jedoch im Übermass verbraucht und strahlt auch in Räume aus, wo es nicht nötig ist. Lichtimmissionen nehmen seit Jahren weltweit exponentiell zu. Mehr Licht wird eingesetzt, um dem Sicherheitsbedürfnis zu genügen, Strassen und Plätze sind die ganze Nacht beleuchtet, Bauwerke werden angestrahlt und künstlerische Installationen geben neue Aspekte in der Stadtlandschaft. Jede künstliche Lichtquelle kann zu unerwünschten Lichtimmissionen beitragen. Sie sind eine einschneidende Veränderung unserer natürlichen Umgebung und können negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Die folgenden Beiträge sind Ausschnitte aus einer umfassenden Literaturrecherche zu den ökologischen Auswirkungen künstlicher Beleuchtung\*, die im Auftrag von Grün Stadt Zürich und dem Amt für Städtebau Zürich durchgeführt wurden, mit dem Ziel, konkreten Handlungsbedarf ableiten zu können. In diesem Ausschnitt wurden die Auswirkungen auf den Menschen vorgezogen, es folgen die Wirkungen auf Tiere und Lebensgemeinschaften.**

### AUSWIRKUNGEN VON KÜNSTLICHEM NACHTLICHT AUF DEN MENSCHEN

Alle Organismen verfügen über eine innere Uhr, welche die physiologischen Vorgänge diktiert und beispielsweise vorgibt, wach zu sein, respektive zu schlafen. Dieses interne Programm ist genetisch festgelegt und neuronal fest verschaltet. Damit die innere Uhr auf den 24-Stunden-Rhythmus (circadianer Rhythmus) synchronisiert werden kann, ist sie vom Rhythmus des Naturtages abhängig, den dunklen Nächten und dem Tageslicht. Die circadiane Uhr reagiert äusserst sensiv auf die Dunkel-Hell-Zyklen und wird bei den Säugetieren durch Photonen in Gang gebracht, welche auf spezialisierte Zellen in der Netzhaut des Auges treffen.

Homo sapiens bildet darin keine Ausnahme. Seit Millionen von Jahren werden die Rhythmen in unserem Körper ebenso vom Tageslicht und der Dunkelheit der Nacht bestimmt. Das Licht des Feuers und das gelbe Licht der ersten Glühbirnen beeinflussten die circadianen Mechanismen kaum. Heute wird jedoch ein anderer Umgang mit Beleuchtung gepflegt und mehr Licht von blauer Wellenlänge wird ausgestrahlt.

#### Blaues Licht in der Nacht und Melatonin-Produktion

Das Hormon Melatonin existiert schon über 3 Billionen Jahre und ist in Pflanzen und Tieren und sogar in Algen vorhanden. Melatonin wird beim Menschen in der Dunkelheit in der Zirbeldrüse synthetisiert, einer erbsen-

#### Rezeptorzellen für die biologische Uhr

Die Funktion von bestimmten Nervenzellen unserer Netzhaut („Retinale Ganglionzellen“ = RGC) war bis vor kurzem unklar. Sicher war, dass die RGC nicht für unser Sehen zuständig sind. Erst 2002 wurde erkannt, dass die Fortsätze dieser Zellen mit den paarigen Nervenkernen im Hypothalamus an der Basis des Gehirns, den so genannten suprachiasmatischen Kernen, verbunden sind. Diese Kerne steuern die circadianen Rhythmen und gelten als biologische Uhr.

Die RGC liegen tief in der Netzhaut unter den Stäbchen und Zäpfchen. Sie enthalten das Photopigment Melanopsin, welches auf blaues Licht empfindlich ist: Die RGC und ihre Fortsätze feuern maximal, wenn sie durch blaues Licht der Wellenlänge 464-484 Nanometer stimuliert werden. Nach der Aufnahme von Photonen senden die RGC elektrische Impulse über die Nervenbahnen zur circadianen Uhr und übermitteln unserem Körper, wie er die vielfältigen Körperfunktionen zu regulieren hat, beispielsweise die Körpertemperatur, die Ausschüttung von Hormonen aus der Hypophyse des Gehirns, Schlafmuster und unsere Produktion von Melatonin.

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

grossen Drüse im Zentrum des Gehirns. Produktion und Hemmung von Melatonin sind ein circadian gesteuertes Ereignis. Der Melatoninspiegel ist zwischen 2:00 und 4:00 Uhr morgens am höchsten. Bei Unterbruch der Dunkelheit durch künstliches Licht wird die natürliche Produktion von Melatonin unterdrückt. Versuche bei Menschen haben gezeigt, dass sie am stärksten reduziert wird, wenn die ProbandInnen bei offenen Augen für 90 Minuten zwischen 2:00 und 3:30 morgens mit monochromatischem blauem Licht der Wellenlänge 464 nm und einer Beleuchtungsstärke von nur 0.1 lx, Dämmerlicht entsprechend, ausgesetzt werden.

## Melatonin reguliert und schützt

Melatonin hat schlaffördernde Eigenschaften und reguliert den ausgeglichenen physiologischen Zustand des Menschen. Es treibt das Immunsystem an und steuert die Produktion von anderen Hormonen, die dann ihrerseits wieder die Sekretion von Hormonen regulieren, welche unsere endokrinen Drüsen wie Schilddrüse, Bauchspeicheldrüse, Eierstöcke, Hoden oder Nebennierendrüse kontrollieren. Melatonin ist ein Antioxidanz, welches freie Radikale, aufnimmt und loswird, die während der Zellatmung in den Zellen entstehen und Zellen zerstören, und hat entsprechend krebshemmende Wirkung. Melatonin schützt das Herz-Kreislaufsystem, stabilisiert den biologischen Rhythmus des Körpers und ermöglicht den nächtlichen Zyklus von Ruhen und Reparatur.

## Melatonin und Krebs im Tierversuch

Experimente bei nachaktiven Ratten haben gezeigt, dass der nächtliche Melatoninspiegel bei Dauerlicht reduziert und die Wachstumsrate von implantierten Lebertumorzellen erhöht ist. Sogar weisses Dämmerlicht von nur 0.2 lx reicht aus, um Melatonin zu unterdrücken. Das Wachstum der Lebertumorzellen war bei dieser Beleuchtungsstärke ähnlich wie bei weissem Licht von 300 lx. Dies zeigt, wie hochsensibel das circadiane System bei Ratten ist, das durch Licht auf der Netzhaut in Gang gesetzt wird.

Die möglichen Auswirkungen von künstlichem Licht auf die Menschen stossen vermehrt ins Interesse der Forschung. So sind seit dieser Zusammenstellung bereits verschiedene neue Artikel erschienen: Klog et al. 2008 zeigen zum Beispiel eine räumliche Korrelation von der Beleuchtung in der Nacht mit dem Vorkommen von Brustkrebs – aber wie erwartet nicht mit Lungenkrebs – in Israel auf, wobei sich die Inzidenz um maximal 73% unterschied. Kolstad (2008) evaluiert in einer kritischen Übersicht 13 bisherige Forschungsarbeiten. Die Hinweise auf einen Zusammenhang bei längerer Nacharbeit werden bestätigt, wenn auch gilt, dass insgesamt eine ungenügende Anzahl Forschungsarbeiten für gesicherte Ergebnisse vorliegen.

In anderen Experimenten wurden Ratten menschliche Brustkrebszellen implantiert. Bei Ratten, die im Dauerlicht bei 300 lx gehalten wurden, nahmen die Krebszellen mehr Fettsäure (Linoleic acid) auf und wuchsen schneller als bei Ratten in normaler Licht-Dunkel-Umgebung. Bei einer Zugabe von Melatonin verlangsamte sich die Wachstumsrate des Krebses bei diesen Tierexperimenten mit Brust- bzw. Lebertumorzellen um 70 %, und es wurde weniger Fettsäure aufgenommen, was die krebsstatische Eigenschaft von Melatonin bestätigt.

## Nachtlicht und menschliche Gesundheit

Menschen, die am Tag in Gebäuden arbeiten, erhalten durch das künstliche Licht auch bei guten Beleuchtungsverhältnissen nicht ausreichend Licht. In der Nacht sind die Menschen heute oft zu viel Licht ausgesetzt. Licht in der Nacht kann akute Effekte in Physiologie und Wachheit bzw. Schläfrigkeit haben, deren Ausprägung von der Zeit, der Intensität, der Dauer und der Wellenlänge des Lichts abhängig sind (Cajochen 2005). Es wird vermutet, dass die Gesundheit der Menschen ohne normalen Zyklus von Hemmung und Produktion des Hormons Melatonin im Licht-Dunkel-Zyklus negativ beeinflusst wird. Neuere epidemiologische Studien haben gezeigt, dass bei Schichtarbeiterinnen mit Nacharbeit eine 36 % bis zu 60 % höhere Brustkrebsrate vorliegt (Pauley 2004). Je länger eine Person Schicht gearbeitet hat, desto höher ist die Krebsrate. Die Krebsrate bei Dick- und Mastdarm von Schichtarbeiterinnen, welche über mindestens 15 Jahre hinweg mindestens 3 Nächte pro Monat gearbeitet hatten, war ebenfalls um 35 % erhöht. Blinde Frauen, deren Augen gar kein Licht empfangen, welches die Melatonin-Produktion beeinflussen könnte, haben 40 % seltener Brustkrebs, seltener auch als Menschen, deren Augen mindestens ein bisschen Licht aufnehmen können.

SchichtarbeiterInnen zeigen auch nach 20 Jahren Schichtarbeit keinen an die Nacharbeit angepassten Rhythmus (Foster & Wulff 2005). Neben der höheren Rate für Brust- und Darmkrebs ist ein ganzes Spektrum weiterer Auswirkungen bekannt: gestörte circadiane

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

Rhythmen (Hormonproduktion, Zellteilung, Thermo-regulation etc.), Herz-Kreislaufstörungen mit erhöhter kreislaufbedingter Mortalität, Magen-Darmprobleme (z. B. 8fach grösseres Risiko für Magengeschwür), Schlafprobleme, chronische Müdigkeit, Konzentrationsschwierigkeiten, psychische Probleme (z. B. höhere Depressionsrate), grösseres Unfallrisiko. Mit gezielter Lichtbehandlung und/oder Melatoningabe sowie spezifischen Verhaltensmassnahmen (lichtabsorbierende Brillen auf dem Heimweg, Nahrung) können negative Auswirkungen von Schichtarbeit oder bei Überfliegen mehrerer Zeitzonen (Jetlag) gemildert werden (Griefahn 2003, Cajochen et al. 2003).

## Mechanismus der Schutzwirkung von Melatonin

Über 90 % der Darmkarzinome und über 80 % des normalen Brustgewebes haben Melatonin-Rezeptoren. Es wird vermutet, dass die Schutzwirkung von Melatonin durch seine Fähigkeit, sich an solche Rezeptorstellen anzuhften, erzielt wird. Durch die Unterdrückung der Melatonin-Produktion bei künstlichem Nachtlicht fehlt jedoch der Schutz durch das Melatonin an den Rezeptorstellen. Diese können nun Fettsäure aufnehmen, welche ihrerseits das Wachstum der Krebszellen begünstigt.

Als Ursache für die heute grössere Rate bei Brust- und Darmkrebs in Industrieländern wird folgende Hypothese postuliert: Ist das Auge am frühen Morgen Licht mit blauer Wellenlänge in normaler Beleuchtungsstärke ausgesetzt, wird die Melatoninproduktion unterdrückt, was in Kombination mit fettreicher Ernährung zu einer höheren Rate von Brust- und Darmkrebs führt.

## AUSWIRKUNGEN VON KÜNSTLICHEM NACHTLICHT AUF TIERE

### Wirbellose

### Anziehung von Fluginsekten

Pro Strassenlampe sollen laut Schätzungen in den Sommermonaten 150 Nachtfalter angezogen werden und jährlich sollen in Deutschland während dieser Zeit insgesamt 150 Billionen Insekten an den Strassenlaternen verenden, darunter 150 Milliarden Nachtfalter (Eisenbeis & Hassel 2000, Strassmann 2002, DasErste 2003). Auch an Leuchtreklamen oder beleuchteten Wänden gehen viele Insekten zugrunde. Durch drei Buchstaben einer einzigen Leuchtreklame in der Grazer Innenstadt wurden im Jahresverlauf 350'000 Insekten angezogen, an einer grossen bestrahlten Fabrikwand wurden in einer Nacht 100'000 Insekten gezählt (Wüthrich 2001). Allerdings sagen alle diese Zahlen nichts über die Bedeutung für die Gesamtpopulation aus und es sind keine dokumentierten Beispiele von Nachtfalterarten oder -populationen bekannt, welche aus diesem Grunde ausgestorben wären. Kolligs (2000) fand bei Insektenfängen unter Strassenlampen Insekten von 138 Familien. 40-90 % aller Insekten waren Moskitos (Nematocera), weitere häufige Gruppen waren Falter (Lepidoptera), Fliegen (Brachycera) und Käfer (Coleoptera). Unterschiede an verschiedenen Fangstandorten schienen mit den umgebenden Habitaten zusammenzuhängen.



# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

## Anlockwirkung auf Wasserinsekten

Künstliches Licht hat auf verschiedene Gruppen von fliegenden Wasserinsekten eine starke Anlockwirkung. Durchschnittlich wurden in den Sommermonaten während einer einzigen Nacht so viele Wasserinsekten (v.a. Köcherfliegen Trichoptera, Fliegen und Mücken Diptera) vom Licht einer einzigen Quecksilberdampf-Strassenleuchte (mit hohem UV-Anteil) angezogen, wie dies einem Schlupf an 22 m Uferlänge in 24 Stunden entsprach (Scheibe 2000, 2003).

An warmen Sommerabenden wurde dieses Ergebnis um das Vielfache übertroffen. Zudem zeigte sich, dass selbst nah verwandte Arten in sehr unterschiedlichem Mass auf das Licht reagieren. Durchschnittlich wurden etwa 40 Meter der schlüpfenden Wasserinsekten des Bachufers vom Lampenbetrieb angezogen.

## Mechanismus der Anlockwirkung von Insekten und Konsequenzen

Wenn Nachtfalter in den Bereich von künstlichem Licht gelangen, ziehen sie oft endlose Schleifen und Kreise in der Lichtsphäre. Sie sind im Licht gefangen. Man könnte diesen Mechanismus als Vakuumreiniger-, Fesselungs- oder Leitplankeneffekt bezeichnen (Eisenbeis 2002). Die Insekten sind durch diesen Effekt desorientiert. Dadurch verfliegen sie ihre Energievorräte an den Lampen und werden von ihrem normalen Lebenslauf abgehalten: Paarungs- und Wanderverhalten, Nahrungsaufnahme und Eiablage werden gestört.

Zudem besteht die Gefahr, an der Lichtquelle zu verbrennen, gefangen zu bleiben und an Erschöpfung zu sterben. Im Licht gefangene Insekten sind eine leichte Beute für Fledermäuse, Spinnen oder andere Feinde (Frank 2002, Heiling 1999).

## Anziehung und Meidung bei Spinnen

Nicht fliegende Gliederfüßer (Arthropoden) zeigen unterschiedliche Reaktionen auf Licht. Während einige Spinnen Licht immer meiden, nützen andere Licht wo immer möglich aus (Nakamura & Yamashita 1997). Für letzteres Verhalten bei uns wohl bekannt ist die Brückenkreuzspinne Larinioides sclopetarius. Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass die Weibchen dieser Spinnenart künstlich beleuchtete Orte aktiv aufsuchen, um ihre Netze zu bauen (Heiling 1999). Da diese Vorliebe auch Individuen zeigen, die im Labor aufgezogen und vorher nie künstlichem Nachtlicht ausgesetzt worden waren, wird vermutet, dass dieses Verhalten genetisch determiniert ist.

## Kommunikation bei Glühwürmchen

Innerartliche visuelle Kommunikation kann durch künstliches Nachtlicht beeinträchtigt werden. Weibliche Glühwürmchen Lampyridae (Leuchtkäfer) geben zur Anziehung von Männchen durch Biolumineszenz Signale ab, die diese bis zu einer Distanz von etwa 45 m wahrnehmen können. Künstliches Nachtlicht reduziert die Sichtbarkeit dieser Kommunikationssignale und beeinträchtigt das komplizierte visuelle Kommunikationssystem (Lloyd 1994, 2002).

## Fische

## Lichtabhängigkeit der Reproduktion

Das Lichtregime stellt in der Aquakultur ein wichtiger ökonomischer Faktor dar. Forellen und Lachse laichen normalerweise einmal im Jahr. Mit einem entsprechenden Lichtregime laichen sie zusätzlich 6 Monate später nochmals, was die Produktion das ganze Jahr über ermöglicht (Maisse & Breton 1996).

Die Geschlechtsreife der Weibchen der Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss* kann fast ganz gehemmt werden, wenn sie beim Zeitpunkt, da sie erstmals zu fressen beginnen, Dauerlicht ausgesetzt werden. Dies ermöglicht für den Handel eine grössere Produktion von zweijährigen Fischen, deren Wachstum nicht durch die Reproduktion gebremst wurde. Beim Atlantischen Heilbutt *Hippoglossus hippoglossus* wird das Ausschlüpfen der Jungfische ebenfalls durch Licht verzögert und kann so auf die Arbeitstage eingeplant werden (Anonymous 1999).

## Aktivitätsänderungen

Die Juvenilen bestimmter Lachsarten *Oncorhynchus kisuth* und *O. tshawytscha* sind normalerweise nachts nicht aktiv. Die Beleuchtung mit Quecksilberdampflampen führt jedoch zu einer um 90 % grösseren Aktivität (Nemeth & Anderson 1992).

Andererseits fressen bestimmte Fische wie die Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss* und die Meeresforelle *Salmo trutta* trutta vor allem in dunklen Nächten, nicht aber in künstlich beleuchteten Arealen oder bei Vollmond (Contor & Griffith 1995, Scottish Anglers National Association 1998). Heilbutte *Hippoglossus hippoglossus* sind nachts ebenfalls aktiver. Bei künstlicher Beleuchtung bleiben sie in Bodennähe und sind weniger aktiv (Anonymous 1999). Das daraus folgende grössere Wachstum wird in der Aquakultur geschätzt.

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG



## Künstliche Beleuchtung als Leitsignal

Dass bestimmte Fische sich von Licht anziehen lassen, ist bekannt (z. B. Haymes et al. 1984). Dieses Verhalten wird ausgenutzt, um Fische beispielsweise über Fischtreppen oder -schleusen bei Dämmen zu leiten (Haymes et al. 1984). Indirektes Licht von Quecksilberlampen vergrössert die Durchschwimmrate von Lachsen *Salmo salar* signifikant (Larinier & Boyer-Bernard 1991). Leuchtdauer, Lichtposition und -intensität scheinen wichtige Parameter für die Anziehung zu sein. So wurde die maximale Durchschwimmrate mehr als eine halbe Stunde nach dem Anzünden beobachtet und die Rate erhöhte sich um das 3 bis 8fache im Vergleich zu ohne Licht. Bekannt ist auch, dass Larven von Korallenriff-Fischen von Licht angezogen werden. Versuche, Fischlarven bei Korallenriffen mit Hilfe von Licht anzusiedeln, haben gezeigt, dass bei den beleuchteten Riffen die Häufigkeit und Diversität der einwandernden Fische ebenso wie die Diversität der sich niederlassenden Fische grösser waren (Munday et al. 1998).

Im Gegensatz dazu ist der Europäische Aal *Anguilla anguilla* als nachtaktiver Räuber negativ phototaktisch, weicht also Licht aus (Bruylants et al. 2002, Cullen & McCarthy 2000). Da die Aale auf ihren nächtlichen Wanderungen flussabwärts Richtung Meer die stärkste Strömung ausnutzen, geraten sie in die Turbinen der Kraftwerke. Schätzungsweise 40 % der Aale gehen in diesem Entwicklungsstadium zu Grunde. Mit einem Licht-Ablenksystem kombiniert mit starker Strömung gelingt es, immerhin etwa 74 % der Aale durch einen sicheren Durchgang zu leiten (Bruylants et al. 2002).

## Anziehung von Feinden

Das Wanderverhalten und die Verteilung von Fischen kann wegen des Anlockeffekts des Lichts durch nächtliche Beleuchtung verändert werden. Durch Ansammlung in den beleuchteten Arealen kann sich das Mortalitätsrisiko in bestimmten Fischpopulationen während der Wanderung erhöhen, da die juvenilen Fische (z. B. Lachse, Heringe, Sandaale Ammodytoidei) in Flüssen Opfer der ebenfalls durch das Licht angezogenen Raubfeinde werden (Nightingale & Simenstad 2002). Bekannt ist auch, dass Raubfische ihre Vorteile an beleuchteten Fischtreppen, Überläufen und Brücken wahrnehmen und dort wandernde Lachse erbeuten (Nightingale & Simenstad 2002).

## Amphibien

### Blendung – Anziehung – Vermeidung von Licht

Amphibien sind fast ausschliesslich nachtaktiv. Künstliches Nachtlicht kann ihr Verhalten beeinflussen. Die visuellen Fähigkeiten von nachtaktiven Fröschen werden durch schnelle Lichtwechsel von Dunkel zu Hell oder Wechsel der Lichtintensität (Blendung) stark beeinträchtigt und erholen sich wahrscheinlich erst nach Minuten oder sogar Stunden (Buchanan 1993). Während dieser Zeit fehlt den Fröschen jegliche visuelle Information über Nahrung, Feinde und Artgenossen und ihre Orientierung ist unterbrochen. Bei Beleuchtung erscheinen bestimmte

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

nachtaktive Amphibien eine Stunde später aus ihrem Versteck und verlieren so Zeit für die Nahrungssuche (Wise & Buchanan 2002). Frösche und Kröten werden andererseits auch von Licht angezogen, sobald sich ihre Augen daran gewöhnt haben (Jaeger und Hailman 1973, Buchanan 2002). Die Beutejagd kann durch künstliches Nachtlicht sogar erleichtert werden, wenn die Frösche die Nahrung wegen der starken Beleuchtung sehen oder weil eine grosse Menge Beute (Insekten) vom Licht angelockt wurde.

## Verändertes Fortpflanzungsverhalten

Das Fortpflanzungsverhalten von nachtaktiven Fröschen kann sich bei künstlichem Nachtlicht ändern. Bestimmte Frösche rufen nicht bei hellem Licht (Longcore & Rich 2004). Da sie unter diesen Umständen nicht erfolgreich Weibchen anlocken können, kommt es nicht zur Paarung. Verhindert wird die Reproduktion auch bei Fröschen, die sich normalerweise nur bei sehr geringen Lichtverhältnissen paaren (Wise & Buchanan 2002). Die Froschweibchen von *Physalaemus pustulosus* sind bei erhöhter Lichtintensität weniger selektiv in der Männchenwahl. Vermutlich ist dies eine Reaktion auf das erhöhte Risiko, während der Paarung von einem Raubfeind überwältigt zu werden (Rand et al. 1997).

Innerartliche Verhaltensinteraktionen werden bei nachtaktiven und territorialen Salamandern vom Belichtungsgrad beeinflusst (Wise & Buchanan 2002). Experimente haben gezeigt, dass Salamander mehr Imponierverhalten zeigen, je mehr Licht vorhanden ist.

## Reptilien

### Desorientierung von Meeresschildkröten

Künstliches Nachtlicht kann zu Desorientierung von Organismen führen, wenn sie für ihre Orientierung auf dunkle Umgebung angewiesen sind. Die Meeresschildkröten *Caretta caretta* verlassen nach dem Schlüpfen ihr Nest an sandigen Stränden und orientieren sich unter normalen Umständen durch visuelle Reize in Richtung Meer. Sie scheinen von niedrigen, dunklen Silhouetten wegzukrabbeln, wie ursprünglich solchen der Dünenvegetation, und richten sich nach der Helligkeit des Meeres, welche durch das reflektierende Mond- und Sternenlicht verursacht wird. Auf diese Weise gelangen sie rasch zum Ozean. Mit der intensiven Strandbeleuchtung ändern sich die Beleuchtungsverhältnisse, was Desorientierung der geschlüpften Schildkröten zur Folge hat (Salmon et al. 1995, Salmon & Witherington 1995).

### Aktivitätsanpassung – Beutefang – Risiko

Die Auswirkung von künstlichem Licht auf Reptilien ist artspezifisch und daher schwer vorauszusagen. Viele typisch tagaktive Reptiliensarten (Echsen, Schlangen) dehnen ihre Aktivität in der Nähe von künstlichem Licht in die Nacht hinein aus. Sie ziehen Vorteil aus einer neuen ökologischen Nische, der so genannten night-light niche (Perry & Fisher in Rich & Longcore 2006). Skinke *Lamprolepis smaragdina* sind normalerweise tagaktive Echsen. An hell erleuchteten Bäumen wurden



# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

nachts jedoch Individuen beobachtet, die kleine Insekten frasssen, welche vom Licht angezogen worden waren (Perry & Buden 1999). Nachtaktive Reptilien (Gecko, Schlangen) sind erfolgreicher im Beutefang, weil ihre Beute im Licht zahlreicher ist. Allerdings besteht dabei das Risiko, selber zur Beute zu werden (Perry & Fisher in Rich & Longcore 2006).

## Vögel

### Lichtregime beeinflusst Reproduktion bei Hühnern

Vögel sind durchwegs Langtag-Tiere, deren Gonaden im Langtag des Frühsommers entwickelt werden. Im Kurztag des Spätsommers und Herbstes degenerieren die Gonaden und die Legetätigkeit lässt nach (Häder 2004). Man kann bei Hühnern im Winter durch Zusatzlicht die Gonadentätigkeit (Eiablage) verlängern (Häder 2004, Sauveur 1996). Die Geschlechtsreife der Hennen kann durch ein entsprechend optimales Belichtungsregime vorverlegt und die Qualität des Hühnereis (Gewicht, Dicke, d.h. Solidität) kann verbessert werden (Sauveur 1996).

Beim juvenilen Hahn kann die Geschlechtsreife und damit die Spermaproduktion durch längere Beleuchtung vor verschoben werden. Letztere nimmt jedoch markant ab, wenn beim adulten Hahn längere Beleuchtung beibehalten wird (De Reviers 1996).

### Kombination von Licht und Nebel als Gefahr für Zugvögel – Mechanismus

Bei bestimmten meteorologischen Verhältnissen, bei niedriger Wolkendecke, Dunst oder Nebel, wird das Licht der Beleuchtung von Städten, Gebäuden oder andern baulichen Strukturen an den Wassertropfchen reflektiert, was zu einem erleuchteten Areal, einer Lichtglocke oder einem Lichtdom, führt (Manville 2000).

Bei den gleichen Wetterverhältnissen können sich nachts ziehende Vögel nicht nach den Sternen orientieren und haben zudem ihre Fernorientierung über Landmarken verloren, da sie in niedriger Höhe unterhalb der Wolkendecke fliegen. Obwohl ihnen auch noch das Magnetfeld der Erde als Hilfsmittel zur Verfügung stehen würde, ziehen sie wenn immer möglich die optische Orientierung vor.

Bei schlechter Sicht scheinen Vögel generell von Licht angezogen zu werden. Einmal im Lichtdom angelangt, gelingt es ihnen nicht mehr, einen Ausweg zu finden. Sie werden offenbar am Entweichen gehindert, sobald sie über eine bestimmte Lichtschwelle gelangen. Als



bei einem Fernsehturm die Beleuchtung versuchsweise kurzfristig abgeschaltet wurde, zerstreuten sich die Vögel, die den Turm umflogen, innerhalb weniger Minuten (Cochran et al. 1958).

In der Lichtglocke scheinen die Vögel die Orientierung zu verlieren. Zugvögel, die in die Lichtsphäre eines Fernmeldeturmes gelangt waren, zeigten ein nicht lineares Flugverhalten: Sie flogen in Kurven oder Kreisen oder ohne spezielle Richtung und verbrachten so mehr Zeit beim Turm (Cochran et al. 1958, Larkin & Frase 1988). Dadurch entstanden in der kleinen Lichtsphäre grössere Konzentrationen von Zugvögeln und das Kollisionsrisiko mit andern Vögeln erhöhte sich.

### Zugvögel im Lichtdom über Agglomerationen

Im Lichtdom über Agglomerationen können Hunderte von Vögeln nach stundenlangem Irrflug und Stress an Erschöpfung zu Grunde gehen. Bestenfalls gelangen die in der Lichtsphäre gefangenen Vögel in der zweiten Nachthälfte bei abnehmender Lichtimmission aus der Falle heraus. Wertvolle Energiereserven können jedoch auf diese Weise verloren gehen. Anhaltende Nebeltage in Kombination mit Lichtimmissionen führten in der Schweiz im Herbst 2004 zu Verlusten unter den Zugvögeln (Schweizerische Vogelwarte Sempach 2004).

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

## Zugvögel in der Lichtsphäre von kleineren beleuchteten Arealen

Auch kleinere beleuchtete Areale wie beleuchtete Schiffe, Gewächshäuser, Ölplattformen etc. können zur Desorientierung von nachts fliegenden Vögeln führen (Ogden 1996, Wiese et al. 2001, Trapp 1998, Shire 2000). In Amerika starben 1954 in zwei aufeinander folgenden Nächten 50'000 Zugvögel in ganzen Schwärmen in einem stark beleuchteten Flugplatzareal und 1981 waren es über 10'000 Vögel, die im starken Scheinwerferlicht (Flutlicht) von Hochkaminen eines Kraftwerks umkamen, unter ihnen auch vom Aussterben bedrohte Arten (Guynup 2003). Die Liste solcher Einzelereignisse liesse sich beliebig verlängern.

In der Schweiz bekannt ist das Beispiel des Reklamescheinwerfers der Jungfraubahn in der Eiswand der Sphinx in den 1970er-Jahren. Dieser gegen Norden gerichtete Scheinwerfer verursachte vor allem in Nebelnächten während des Herbstzugs den Tod von Tausenden von Zugvögeln. Als die Scheinwerfer dann jeweils in Nächten mit Wolken auf oder unter der Scheinwerferhöhe ausgeschaltet wurden, konnten diese Begebenheiten verhindert werden (Schweizerische Vogelwarte Sempach).

## Towerkill

Das Phänomen des Towerkills wurde bereits 1886 erwähnt und bezeichnet den Tod von Zugvögeln an (beleuchteten) hohen Einzelobjekten wie Kaminen, Leuchttürmen, Fernseh- und Rundfunktürmen (Ogden 1996, Wiese et al. 2001, Trapp 1998, Shire 2000 und andere). Es wurde von 1000 Zugvögeln berichtet, die in einer einzigen Nacht bei einem Leuchtturm umkamen.

Neuere Untersuchungen galten Fernseh- und Rundfunktürmen. Türme, die zur Flugsicherheit beleuchtet werden, bringen die nachts fliegenden Zugvögel bei klarem Wetter zum Ausweichen und verhindern die Kollision mit dem Turm und seinen Verspannungsdrähten: Die Beleuchtung ist bei solchem Wetter für die Vögel also von Vorteil. Bei Nebel entsteht jedoch in Kombination mit Licht eine Lichtglocke und die Orientierung der Vögel ist erschwert, was sich in einer breiteren Zugbahn äußert (Avery et al. 1976). In einer einzigen Nebelnacht können in der relativ kleinen Lichtsphäre eines Turms Hunderte von Vögeln gefangen sein und durch Kollision mit Turmstrukturen oder anderen Vögeln oder aus Erschöpfung zu Tode kommen (Avery et al. 1976). Laut einer Schätzung sterben in den USA durchschnittlich 2500 Vögel jährlich an jedem der 75'000 Fernmeldeturme (IDA 2003, Shire 2000). Von diesen Türmen ausgehende elektromagnetische Impulse scheinen im Gegensatz zu Licht keine

Auswirkung auf Zugvögel zu haben, obwohl bestimmte elektromagnetische Felder wahrgenommen werden können (Bruderer et al. 1999, Avery et al. 1976).

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anzahl der Vögel, die sich bei entsprechendem Wetter nahe der beleuchteten Türme aufhält sowie das Flugverhalten mit der Art der Warnlichter zusammenhängen (Gautheraux & Belser 2002). Bei konstantem rotem Licht wurden mehr Vögel in der Nähe des Lichts beobachtet als bei sich rasch bewegendem weissem Licht, wo sie nicht häufiger waren als auf einem Kontrollareal ohne Turm. Als bei sechs Abluftkaminen eines Elektrizitätswerkes das Scheinwerferlicht zur Flugsicherung mit schnell blinkendem Licht ersetzt wurde, verminderte sich die Kollision von Vögeln dramatisch (Science A Go Go 1999).

## Kollision mit erleuchteten Wolkenkratzern

Wolkenkratzer werden aus dekorativen Gründen aussen und innen beleuchtet: Licht wird als Teil der Architektur eines Gebäudes aufgefasst. Unzählige Vögel kommen während ihres Zugs durch Kollision mit erleuchteten Bürotürmen in Städten wie Chicago, New York und Toronto um (Kousky 2004, FLAP, Trapp 1998). Nach einer Schätzung sterben allein in den USA 98 bis 100 Millionen Vögel jedes Jahr, wenn sie in erleuchtete Fenster, meistens von Wolkenkratzern, hineinfliegen (IDA 2003, Kousky 2004). Offenbar geht die Gefahr dabei von der Blendwirkung aus: Die Vögel nehmen Hindernisse in ihrer Flugbahn nicht mehr wahr und fliegen dann direkt auf die Lichtquelle zu (Wüthrich 2001). Mit Abschaltung der Nachtinnenbeleuchtung kann der Verlust bei Vögeln um mehr als 80 % gesenkt werden (Kousky 2004, The Field Museum 2002).

## Fehlgeleitete Meeresvögel

Einige Meeresvögel fressen in Küstennähe Plankton, das durch Biolumineszenz Licht ausstrahlt, werden also eigens von Licht angezogen. Fatalerweise werden diese Vögel auch von Leuchttürmen, beleuchteten Bohrplattformen und intensivem Licht, welches von Fischern für den Fang von Tintenfischen eingesetzt wird, angezogen und können so zu Tode kommen (Guynup 2003, Wiese et al. 2001). Eine Untersuchung über Meeresvögel (Sturmtaucher Procellariidae), die auf La Réunion durch Attraktion durch Licht getötet worden waren, zeigte, dass 94 % der getöteten Vögel eben flügge gewordene Jungen waren (Le Corre et al. 2002). Mindestens 20-40% der flügge gewordenen vom Aussterben bedrohten endemischen Barau-Sturmtaucher Pterodroma barauii eines Jahres kommen wegen der Attraktion durch Licht um. Ähnliches wird auch von Hawaii berichtet, wo flügge gewordene Sturmvögel dreier Arten bei ihrem ersten Flug von den

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG



Nistkolonien in den Bergen zum Meer durch künstliches Licht bei Gebäuden und Brücken angezogen werden, was eine jährliche Mortalität von schätzungsweise mehr als 10 % der Jungvögel zur Folge hat (Podolsky 2002, Reed et al. 1985). Bei Vollmond verkleinerte sich diese Attraktion dramatisch.

## Reaktion auf plötzliche Lichtreize

Plötzlich auftauchende starke Lichtreize können einen Einfluss auf das Flugverhalten ziehender Vögel in der Nacht haben. Beim Einschalten eines Scheinwerfers zeigten die Vögel erhebliche Schreckreaktionen, obwohl lediglich 200 Watt – und nicht 1000 Watt und mehr wie bei den Reklamescheinwerfern bzw. Skybeamern – eingesetzt wurden (Bruderer et al. 1999). Die Vögel reagierten unterschiedlich: Während 25 % keine Reaktion zeigten, wichen 54 % von der Lichtquelle weg, 11 % flogen auf sie zu, 7 % stiegen auf oder sanken und 3 % verlangsamten hauptsächlich ihre Geschwindigkeit. Durchschnittlich wichen die Vögel 15° von ihrer ursprünglichen Flugrichtung ab, im Extremfall sogar 45°. Sie reduzierten zusätzlich ihre Fluggeschwindigkeit um 15-30 % und versuchten auch vertikal dem Lichtstrahl zu entweichen. Der Einfluss des Lichtstrahls war erst in einer Distanz von etwa 1 km nicht mehr messbar. Auch 40 s nach dem Auslöschen des Lichtstrahls hatten

die Vögel noch nicht zu ihrer ursprünglichen Richtung zurückgefunden.

## Vogelgesang zu Unzeiten

Künstliches Nachtlicht kann bei Singvögeln zu Verhaltensänderungen führen. Blaumeisen *Parus caeruleus*, Kohlmeisen *Parus major* und Buchfinken *Fringilla coelebs* liessen ihren Territorialgesang in beleuchteten Stadtpärken am Morgen früher erschallen als im Wald (Bergen & Abs 1997). Eine amerikanische Spottdrossel *Mimus polyglottus*, die ihren nächtlichen Gesang nach der Paarung immer ausser bei Vollmond einstellt, singt nachts in künstlich beleuchtetem Areal (Derrickson 1988).

## Säugetiere

## Künstliches Nachtlicht und innere Uhr

Nachtaktive Tiere, wie z. B. Mäuse, reagieren auf grössere Lichtintensität mit einer Verlängerung des circadianen Rhythmus (Häder 2004). Künstliches Nachtlicht scheint auf die innere Uhr von nachtaktiven Nagetieren nicht denselben Effekt zu haben wie natürliches Licht (IRD 1999). Tiere, die unter natürlichem Licht gehalten werden,

# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

zeigen eine exakter mit dem Licht korrelierte Anfangs- und Endaktivität und ihre nächtlichen Ruhephasen sind länger als diejenigen unter künstlicher Beleuchtung.

## Lichtscheu

Vermeidung von beleuchteten Arealen ist von umherstreifenden Pumas *Felis concolor* bekannt. Sie ist so ausgeprägt, dass in Betracht gezogen werden kann, den Zugang zu menschlichen Ansiedlungen mit Licht zu schützen (Beier 1995). Diese Lichtscheu wirkt sich natürlich negativ auf diese Tierart aus, wenn ihr Lebensraum durch Licht zerschnitten wird (Barriere-Effekt).

Die Santa Rosa Strandmaus *Peromyscus polionotus leucocephalus* vermeidet Licht ebenfalls auf der Nahrungssuche (Bird et al. 2004). Beim Schloss Hallwil nutzen Zerg- und Wasserfledermäuse für die Jagd nur die dunklen, nicht aber erhellten Bereiche des Schlossgrabens und des vorbeifließenden Baches (Beck 2005).

## Fassadenbeleuchtung – eine Bedrohung für Fledermäuse?

Verschiedene Fledermausarten versammeln sich im Sommerhalbjahr zur Fortpflanzung in Estrichen von Gebäuden, die als Fledermausquartiere bezeichnet werden. Diese Arten zeigen eine grosse Empfindlichkeit auf Licht in der Nähe ihres Quartiers, was vermutlich mit der Feindvermeidung zusammenhängt. Fledermäuse fliegen zu späterer Stunde aus, wenn die nähere Umgebung des Quartiers unter künstlichem Lichteinfluss steht, beispielsweise durch Fassadenbeleuchtung, und früher, wenn in der unmittelbaren Nähe Deckung durch

Bäume vorhanden sind (Theiler 2004, Britschgi et al. 2004). Am Morgen kehren sie bei Deckung entsprechend später zurück. Sie gewinnen damit mehr Zeit für die Nahrungssuche.

Bei unbeleuchteten Fledermausquartieren hat sich gezeigt, dass die Tiere verschiedener Fledermausarten (Große Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum*, Grosses Mausohr *Myotis myotis*, Braunes und Graues Langohr *Plecotus auritus*, bzw. *P. austriacus*) das Gebäude am Abend über die dunkelste Seite verlassen. Die von der Abenddämmerung oder von Straßenlampen erhellten Gebäude Seiten werden gemieden (Beck 2005). Als bei einer Kolonie von Grauen Langohren (*Plecotus austriacus*) drei Turmseiten beleuchtet wurden, flogen die Fledermäuse nur noch auf der unbeleuchteten Seite aus. In zwei Wochenstubenquartieren des Grossen Mausohrs flogen die Tiere wegen brennender Estrichlampen und einer Lichtschranke mit hellem Licht nicht zur üblichen Zeit aus. Als die Lampen gelöscht wurden, flogen die Tiere sofort aus (Beck 2005).

Helles Licht in unmittelbarer Nähe von Ausflugsöffnungen bei Fledermausquartieren kann schwerwiegende Auswirkungen auf lichtscheue Fledermausarten haben. Die Weibchen der Wochenstube von Grossen Mausohren (*Myotis myotis*) in der Stadtkirche in Rheinfelden AG flogen bei einem dreitägigen Stadtteil mit Licht und Laserblitzen eine Stunde später aus als üblich (Krättli & SSF 2005, Beck 2005). Nach dem Anlass behielten sie dieses Verhalten für einige Tage bei. Die Folge war, dass ein Drittel der Jungen umkam. Langfristige Folgen waren, dass die Tiere andere Ausflugsöffnungen benutzten. Die vor dem Anlass benutzten Öffnungen wurden aufgegeben.



# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

In einem Quartier wurden einzelne vom Aussterben bedrohte Grossen Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrumequinum*) registriert. Seit die Kirche und die Ein- und Ausflugsöffnung zeitweise beleuchtet werden, sind keine Tiere mehr beobachtet worden (Beck 2005).

## Attraktion durch Beuteansammlung?

Beleuchtete Straßen werden von bestimmten Fledermäusen (*Nyctalus*, *Eptesicus*, *Pipistrellus*) zur Insektenjagd aufgesucht (Blake et al. 1994, Rydell & Baagoe 1996, Haffner & Stutz 1985-86). Es ist anzunehmen, dass die Fledermäuse damit auf das vergrösserte Nahrungsangebot reagieren.

## Blendung und ihre Auswirkungen

Nachtaktive Säugetiere haben unter anderem grosse Pupillen, welche mehr Licht durchtreten lassen und eine stäbchenreiche oder sogar beinahe zäpfchenfreie Retina (Fledermäuse). Das Stäbchensystem ist hoch sensitiv, d.h. reagiert auf relativ wenige Photonen. Die Fähigkeit, scharf zu sehen, ist jedoch gering. Nachtaktive Säugetiere werden durch helles Licht stark geblendet, da die Stäbchen schon bei Dämmerlicht nicht mehr reagieren, d.h. bereits schon angeregt sind. Während die Helladaptation nach lediglich einigen Sekunden erreicht ist, dauert die Dunkeladaptation 10-40 Minuten (Beier in Rich & Longcore 2006).

Unabhängig vom Sehsystem einer Tierart erscheinen die umgebenden dunkleren Areale neben hell erleuchteten Flächen schwarz, sodass die Tiere desorientiert sind und ungern in den uneinsehbaren Schatten fliehen, was beispielsweise bei Wild beobachtet werden kann (Beier in Rich & Longcore 2006). Dispersierende Pumas (*Puma concolor*) können nicht erkennen, wie das Gelände auf der gegenüberliegenden Seite einer beleuchteten Straße aussieht. Sie überqueren die beleuchtete Straße daher erst in der folgenden Nacht, nachdem sie das gegenüber liegende Areal tagsüber von einer Deckung her angesehen haben. Sie begeben sich dann jedoch nur auf die andere Seite, wenn sie dort Naturland, nicht aber Industriegelände erwarten (Beier 1995, Beier in Rich & Longcore 2006).

## AUSWIRKUNGEN VON KÜNSTLICHEM NACHTLICHT AUF LEBENSGEMEINSCHAFTEN UND BEDROHTE ARTEN

Ein ewiger Vollmond, wie es die künstliche Beleuchtung in vielen Gebieten darstellt, wird lichttolerante Tier- und Pflanzenarten begünstigen und andere ausschliessen. Es wird befürchtet, dass es dadurch zur schleichen Artenverschiebung oder zur Artenverarmung kommen könnte. Von künstlichem Nachtlicht besonders betroffen wären Arten, die nur wenig mobil sind und in ihrer Lebensspanne nur eine geringe Wegstrecke zurücklegen, bzw. an ein eng umgrenztes Habitat gebunden sind.

Künstliche Beleuchtung könnte auch die interspezifische Konkurrenz und die Räuber-Beute-Beziehungen verändern, was wiederum Auswirkungen auf die Struktur der Lebensgemeinschaft haben könnte.

Wenn eine grosse Anzahl von Tieren durch Lichteinflüsse umkommt, ist es schwierig zu beurteilen, wie schwer wiegend sich dies für die ganze Population der Tierart auswirkt. Der Zeitpunkt des Todes im Reproduktionszyklus sowie die Populationsgrösse sind Faktoren, die dabei berücksichtigt werden müssen.

Unter den nachtaktiven Insekten, welche durch künstliches Nachtlicht umkommen, sind immer auch bedrohte Arten (z. B. Nachtfalter). Ein Rückgang oder gar Aussterben von Insektenpopulationen aufgrund von künstlichem Licht muss vor allem in isolierten, kleinen Populationen befürchtet werden, wo Habitate durch die städtische Entwicklung fragmentiert werden.

Unter den nachts ziehenden Vögeln, die durch den Einfluss von künstlicher Beleuchtung umkommen, finden ebenfalls vom Aussterben bedrohte Arten ihren Tod (Trapp 1998, Le Corre et al. 2002, Podolsky 2002, Reed et al. 1985). Es wird vermutet, dass diese Ausfälle relevante Auswirkungen auf Populationen dieser Vogelarten haben könnten.

Die Autoren sind Biologin/Biologe und sehr an Rückmeldungen, Kritik oder Ergänzungen aus der Sicht medizinischer Fachpersonen interessiert: [inbox@swild.ch](mailto:inbox@swild.ch)

Bezug des gedruckten Berichtes inkl. Literaturangaben bei: Grün Stadt Zürich ([stefan.hose@zuerich.ch](mailto:stefan.hose@zuerich.ch)).

\* Therese Hotz und Fabio Bontadina (2007). Ökologische Auswirkungen künstlicher Beleuchtung. Bericht von SWILD als Grundlage für Grün Stadt Zürich und Amt für Städtebau, Zürich, 78 Seiten. Kontakt: Arbeitsgemeinschaft SWILD, Wahrstrasse 12, CH-8003 Zürich, [www.swild.ch](http://www.swild.ch)

# BEISPIELE

## LICHTEMISSIONEN VERMINDERN

Theo Wirth, Stäfa

### BELEUCHTUNG NEUES SPORTFELD IN GEROOLDSWIL

Mitte 2007 erkundigte sich ein Mitglied von Dark-Sky Switzerland über die Verfügbarkeit eines Musters für eine Anfrage an den Gemeinderat bezüglich Vermeidung von Lichtverschmutzung. Die entsprechende Anfrage betreffend eines neuen Sportfeldes von Geroldswil wurde eingereicht und vom Gemeinderat positiv beantwortet.

In der Folge wurde für die Planung und Ausführung des neuen Sportfeldes ein Planungsbüro beigezogen, welches sich dann mit Dark-Sky Switzerland bezüglich optimaler Beleuchtung in Verbindung setzte. Ein Vorstandsmitglied, Elektro-Ingenieur mit eigenem Unternehmen, erstellte die Ausschreibungsunterlagen für die neue Beleuchtung des Sportplatzes mit Vorgabe des zu verwendenden Leuchtentyps. Verschiedene Personen haben mit der neuen Beleuchtung des Sportplatzes hautnah erfahren was Lichtemission bedeutet.

Die neue Sportplatzbeleuchtung nimmt heute in idealer Weise Rücksicht und wird von allen Seiten - Gemeinde und AnwohnerInnen - positiv wahrgenommen. Selbst die BenutzerInnen des Sportplatzes schätzen die geringe Blendung bei ihrer sportlichen Tätigkeit.

Sportplatz  
Geroldswil:  
Neues Sport-  
feld mit  
optimierter  
Beleuchtung  
und minimaler  
Lichtemission



Sportplatz  
Geroldswil:  
Altes Sportfeld  
mit unnötig  
störender  
Lichtemission

### REGLEMENT ZUR VERMEIDUNG VON LICHTEMISSIONEN IN DER GEMEINDE COLDRERIO (TI)

Anfangs 2007 erliess die Gemeinde Coldrerio, als erste Kommune in der Schweiz, ein Reglement zur Reduktion und Vermeidung von Lichtverschmutzung. Bevor das Reglement erarbeitet werden konnte wurde durch das Tessiner Vorstandsmitglied von Dark-Sky Switzerland der Ist-Zustand und die Analyse in einem Bericht festgehalten und den Gemeindebehörden zur Verfügung gestellt.

Das Reglement enthält unter anderem die folgenden Regelungen:

Auf dem Gemeindegebiet sind die Installation und der Einsatz von Licht-Shows und Skybeamern, befestigte oder drehende Lichtstrahler, die aufwärts in den Himmel gerichtet sind, verboten.

Jegliche Beleuchtungen und Reklamelichter müssen von 24.00 Uhr bis 06.00 Uhr ausgeschaltet werden.

Lichtinstallationen an grossen Gebäuden oder besondere, externe Lichtenanlagen müssen bei der Gemeinde bekannt gegeben werden. Die entsprechenden Massnahmen, welche für den Schutz vor Lichtimmissionen vorgesehen sind, werden mittels eines Bewilligungs-Verfahrens abgeklärt.

Zuwiderhandlungen werden mit Bussen bis Fr. 1'000.- geahndet.

*Theo Wirth, Geschäftsstelle Dark-Sky Switzerland, Postfach, 8712 Stäfa. info@darksky.ch www.darksky.ch*

# STROMFRESSER

## STROMFRESSER WEIHNACHTSGLANZ

Mit der Adventszeit beginnt auch die festliche Beleuchtung von Wohnungsfenstern, Dächern, Bäumen, öffentlichen Plätzen und Straßen oder Schaufenstern mit Lichterketten. Gemäss Berechnungen der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.) werden dafür von Haushalten, Geschäften und öffentlicher Hand rund 100 Millionen Kilowattstunden (kWh) Strom verbraucht. Das entspricht dem jährlichen Verbrauch von 25'000 Durchschnittshaushalten. Privathaushalte verbrauchen mit Lichterketten in der Weihnachtszeit knapp 40 Millionen kWh. Das ist mehr Strom als zur Zeit alle Solarstromanlagen in der Schweiz pro Jahr produzieren.

Der Verkauf von Lichterketten boomt. Der Handel verzeichnet jährliche Zuwachsraten von über 30 Prozent. Eine herkömmliche Lichterkette mit 40 Glühlämpchen verbraucht in ein paar Wochen etwa so viel Strom wie eine 12-Watt-Stromsparlampe in 3000 Stunden. Lichtschläuche brauchen sogar das Fünf- bis Sechsfache.

LED-Lichterketten sind eine stromsparende Alternative: Sie benötigen rund 80% weniger Strom als vergleichbare herkömmliche Produkte. Zudem haben die LED-Lämpchen weitere Vorteile: Sie mögen die Winterkälte - je tiefer die Temperaturen, desto besser. Sie bleiben kalt, es gibt somit auch keine Brandgefahr. Und dank ihrer Sparsamkeit ist dimmen nicht nötig.

*Armin Braunwalder, Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E. [www.energieeffizienz.ch](http://www.energieeffizienz.ch)*

## ENERGIEEFFIZIENTE HAUSHALTBELEUCHTUNG: DIE POSITION DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ

Der Verein Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz empfiehlt den Konsumentinnen und Konsumenten den Ersatz der herkömmlichen Leuchtmittel durch energiesparende Lichttechnik. Entsprechend dem aktuellen Marktangebot empfehlen die AefU den Austausch der Glühbirne und herkömmlicher Halogenlampen durch Kompakteuchtstofflampen und Halogensparlampen. Für wenig benutzte Orte empfehlen wir den Einsatz von Kompakteuchtstofflampen. An Daueraufenthaltsplätzen empfehlen wir Halogensparlampen. Bei einem Nutzabstand von weniger als 1.5 Meter, zum Beispiel Esstischleuchte, Pultleuchte, oder Nachtischleuchten empfehlen wir Halogensparlampen, welche ohne Netzgerät oder Transformer betrieben werden. Die Sondermüllregelung bei der Entsorgung von Kompakteuchtstofflampen ist bei der Entsorgung zu beachten.

Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz begrüssen eine einfache Kennzeichnung von Energieeffizienz, Umweltverträglichkeit, Produktequalität und Emissionen mit entsprechendem Gütesiegel. Die Einführung vorsorglich begründeter Richtwerte für den Schutz vor nicht ionisierender Strahlung von Lampen und Beleuchtungssystemen ähnlich der TCO-Empfehlung für Bildschirme mit einheitlich definierter Messmethodik und entsprechendem Prüfsiegel ist aus ärztlicher Sicht ein Muss für einen zeitgemässen vorausblickenden Gesundheitsschutz. Klagen über gesundheitliche Unverträglichkeiten im Zusammenhang mit Energiesparlampen sollten systematisch erfasst werden. Forschungsbestrebungen in Richtung alternativer energieeffizienter umwelt- und gesundheitsverträglicher Beleuchtungstechnologien sind zu fördern.

*Arbeitsgruppe elektromagnetische Felder, AefU*

Das vollständige Positions Papier finden Sie auf [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch) (Thema: Elektrosmog).

## LICHTTHERAPIE – NICHT NUR BEI WINTERDEPRESSION

STEIGENDE ANZAHL VON INDIKATIONEN RÜCKT LICHTTHERAPIE IMMER MEHR IN DEN BLICKPUNKT

Anna Wirz-Justice, Basel und Jürgen Staedt, Berlin

**Mit den kürzer werdenden Tagen im Winter treten verstärkt saisonale Depressionen (SAD) auf. Typisch hierfür sind Müdigkeit, Kraftlosigkeit, Interesselosigkeit, häufiger Heißhunger auf Kohlenhydrate sowie ein verstärktes Schlafbedürfnis. Therapie der Wahl ist Lichttherapie, die aber nicht nur bei SAD, sondern auch bei anderen Depressionsformen hilfreich sein kann. Wir möchten im Folgenden darstellen, wie Lichttherapie wirkt, zu welchem Zeitpunkt und für wie lange sie eingesetzt werden sollte.**

### EINLEITUNG

Bereits vor 25 Jahren wurde die Lichttherapie als Behandlung jahreszeitlich bedingter Depressionen (seasonal affective disorder, SAD), auch «Winterdepression» genannt, erforscht. In der Schweiz wie auch in Deutschland stand man dieser scheinbar «alternativen» Behandlungsmethode anfangs sehr skeptisch gegenüber. Erschwerend kam hinzu, dass PatientInnen mit SAD, die in der Regel nur eine leichte bis mittlere Depression aufweisen, nur selten hospitalisiert werden und viele PsychiaterInnen in universitären Kliniken diese PatientInnen praktisch nicht sahen und deshalb eher geneigt waren, die Existenz einer «Winterdepression» per se anzuzweifeln. Fest steht jedoch, dass viele Betroffene in den Wintermonaten über ausgeprägte depressive Symptome berichten. Auch wenn diese die Kriterien einer SAD (Tabelle 1) nicht immer erfüllen, erscheint die grundsätzliche Idee naheliegend, die depressive Symptomatik mittels Licht im wahrsten Sinne des Wortes «aufzuhellen».

### Diagnostische Kriterien einer SAD (nach DSM-IV-R)

- zwei oder mehr schwerere depressive Episoden im Herbst oder im Winter
- spontane Remission im Frühling oder Frühsommer
- atypische Symptome wie Tagesmüdigkeit, erhöhter Schlafbedarf bzw. Hypersomnie, verstärktes Verlangen nach Kohlenhydraten und/oder Appetits- und Gewichtszunahme

Tabelle 1

### LICHT UND DIE INNERE UHR

Neben psychosozialen Zeitgebern ist der durch die Erdrotation bedingte Tag-Nacht-Rhythmus ein wichtiger Faktor für die energetische Optimierung und Koordination von physiologischen Prozessen im menschlichen Körper. Hierbei spielt der Einfluss des Tageslichtes eine entscheidende Rolle bei der Synchronisation von biologischen oszillierenden Prozessen auf zellulärer Ebene. Beim Menschen wird die übergeordnete lichtvermittelte Synchronisation über zwei Systeme gesichert. Denn neben den für die Verarbeitung von visuellen Reizen zuständigen Stäbchen und Zapfen (Fotorezeptoren) gibt es in der Netzhaut noch einen kleinen Anteil von Ganglionzellen, die ebenfalls Fotorezeptoren aufweisen und direkt zum Nucleus suprachiasmaticus (unserer «inneren Uhr») eine «lichtvermittelte Information» weiterleiten.

Das Pinealhormon Melatonin seinerseits «informiert» die Nervenzellenverbände unseres Gehirns über den Tag-Nacht-Rhythmus. Da die aktivierende, den Rhythmus beeinflussende Wirkung von Licht mit einer Hemmung der Melatoninfreisetzung einhergeht, lag es wissenschaftlich nahe, sich mit dem Einfluss von Lichttherapie auf die Stimmung und unter anderem auch auf die Melatonininspiegel bei depressiven PatientInnen zu beschäftigen.

Abgesehen vom Licht wird der Schlaf-Wach-Rhythmus im Verlaufe des Lebens durch verschiedene Zeitgeber beeinflusst.

Obwohl die einer SAD zugrunde liegenden Mechanismen noch nicht in allen Einzelheiten verstanden werden (2, 3), können wir zumindest zwei Faktoren für die anti-depressive Wirkung von Licht benennen:

- Eine Phasenverzögerung im Tagesrhythmus im Winter kann durch eine Lichtexposition am Morgen korrigiert werden.
- Licht beeinflusst die serotonergen Funktionen des ZNS; mehr Licht führt zu mehr Serotoninumsatz.

# LICHTTHERAPIE

## Prävalenz der SAD in der Schweiz

(nach einer Fragebogenerhebung anhand eines repräsentativen Populationsquerschnittes; n = 989)

	Männer	Frauen
SAD	1,7 %	2,8 %
SAD subsyndromal	7,4 %	10,2 %

Tabelle 2

Glücklicherweise wurden und werden unsere Forschungen in Basel seit Anbeginn vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt. Dadurch war es uns auch möglich, in einer epidemiologischen Fragebogenuntersuchung Daten zur Prävalenz einer subsyndromalen («Winter-Blues») beziehungsweise einer manifesten SAD in der Schweiz zu erheben (Tabelle 2). Mithilfe unserer multizentrischen Therapiestudien zu dieser Thematik konnte sehr zügig mit allen schweizerischen psychiatrischen Universitätskliniken ein Konsens hinsichtlich der Wirksamkeit der Lichttherapie erreicht werden. Dieser Konsens hat geholfen, eine Kostenerstattung durch die Krankenversicherung zu erreichen.

Im Zeitalter der evidenzbasierten Medizin bedürfen natürlich auch Studien zur Lichttherapie wie bei jedem neuen Medikament Doppelblind- und Plazebobedingungen. Über die Jahre konnte so die Wirksamkeit von hellem Licht im Vergleich zu verschiedenen «Plazebos» (z.B. gedimmtes Rotlicht oder inaktivierte negative Ionen) nachgewiesen werden. Auch sind Dosis-Wirkungs-Beziehungen gefunden worden (Tabelle 3). Lichttherapie

ist heute als Mittel der Wahl bei einer Winterdepression weithin anerkannt (3, 4). Dazu kommt, dass ein Grossteil der PatientInnen diese Therapieform aufgrund der nur sehr geringen unerwünschten Wirkungen einer medikamentösen Behandlung vorzieht. Allerdings muss die Lichtapplikation in Analogie zu einer Antidepressivaverordnung auch kontinuierlich täglich über die Wintertmonate erfolgen.

Licht ist eine chronobiologische Therapie – es kommt auf das «Timing» an. Je nach Tageszeit können die Unterschiede im Ansprechen auf eine Lichttherapie erheblich sein: Extrem positive, hohe Remissionsraten findet man in den ganz frühen Morgenstunden, verglichen mit dem Rest des Tages (5) (Tabelle 3). Allerdings ist die Wirksamkeit zu jeder Tageszeit höher als der Plazeboeffekt.

## WIE LÄSST SICH DIE «INNERE UHR» PRAXIS-GERECHT BESTIMMEN?

Das von der Zirbeldrüse während der Nachtstunden produzierte Melatonin ist der beste Marker für die biologische Uhr des Menschen. Bis jetzt ist die Bestimmung der rhythmisch schwankenden Melatoninwerte noch kein festes Diagnosewerkzeug, allerdings sind fertige «Kits» für diesen Zweck bereits entwickelt worden („Sleep Check“, [www.buhlmannlabs.ch](http://www.buhlmannlabs.ch)). Eine indirekte, aber schnelle Möglichkeit, um das innere zirkadiane Timing zu bestimmen, sind Fragebögen bezüglich des Chronotyps der Betreffenden, also ob es sich bei der Person eher um einen Frühaufsteher oder um einen Morgenmuffel handelt. Bei Gesunden wie auch bei SAD-PatientInnen besteht eine gute Korrelation zwischen dem Chronotyp und den gemessenen Melatonininspiegeln, welche wiederum zur Entwicklung eines Algorithmus geführt hat, der den optimalen Zeitpunkt für eine Lichttherapie feststellen lässt. Der sogenannte Morning-Eveningness-Questionnaire (MEQ) kann von den PatientInnen (im Internet unter [www.cet.org](http://www.cet.org)) herunterladen, ausgefüllt, und das Ergebnis dann unter Zuhilfenahme der Tabelle 4 ermittelt werden (optimaler Zeitpunkt des Lichttherapiebeginns). Kurz zusammengefasst sollten Frühaufsteher eher um 6 Uhr und Morgenmuffel eher um 8:30 Uhr ihre Lichttherapie bekommen.

## DIE ENTWICKLUNG GEHT WEITER

Das Einsatzgebiet der Lichttherapie ist nicht nur auf die SAD beschränkt. Nachfolgend daher ein kurzer Überblick über die weltweit stattfindenden Forschungen, welche die therapeutischen Möglichkeiten dieses «einfachen» Verfahrens erheblich ausweiten (2).

An vorderster Stelle sei die Schlafmedizin erwähnt, welche die «circadian rhythm sleep-wake cycle disor-

## Daten zur Lichtexposition bei SAD

Lichtintensität:	2500 bis 10'000 Lux
Expositionsduauer:	30 bis 60 Minuten
Wellenlänge des Lichts:	UV-gefiltert
Wirksamkeit in Abhängigkeit von der Tageszeit der Behandlung (% der PatientInnen mit voller Remission):	
Morgendämmerung	80%
späte Morgenstunden	40%
am Abend	30%
Plazebo	15%
Je früher das Morgenlicht, desto besser der Behandlungserfolg (5)	

Tabelle 3

## Bestimmung des optimalen Startzeitpunkts der Lichttherapie anhand des MEQ-Scores ([www.cet.org](http://www.cet.org))

(10 000 Lux, 30 Minuten Dauer, ca. 8 1/2 h nach dem geschätzten Beginn der Melatoninausschüttung)

MEQ-Score	Startzeit	MEQ-Score	Startzeit	MEQ-Score	Startzeit
16–18	08:45	39–41	07:15	62–65	05:45
19–22	08:30	42–45	07:00	66–68	05:30
23–26	08:15	46–49	06:45	69–72	05:15
27–30	08:00	50–53	06:30	73–76	05:00
31–34	07:45	54–57	06:15	77–80	04:45
35–38	07:30	58–61	06:00	81–84	04:30

Tabelle 4

ders» (= zirkadiane Schlaf-Wach-Rhythmus-Störungen) als eigenes Krankheitsbild klassifiziert. Mittels zeitlich gesteuerter Lichtexposition ist es möglich, die Schlaf- und Wachphasen zu verschieben: Lichttherapie am Morgen verlegt eine verspätete Schlafphase zeitlich vor, Lichttherapie am Abend verschiebt eine verfrühte Schlafphase zeitlich nach hinten. Eine einfache Methode, um meist älteren Menschen mit einer sogenannten «senilen Bettflucht» zu helfen, ist also, die Intensität des Abendlichts in den Wohnräumen der Betroffenen zu erhöhen, oder beim Abendessen (z.B. in Seniorenheimen) ähnlicherweise eine indirekte Lichttherapie mittels Beleuchtung einzusetzen.

Neueste Erfolg versprechende Forschungen legen den Einsatz von Lichttherapie auch bei einer nichtsaisonalen Major Depression, bei bipolaren Störungen sowie bei PatientInnen nahe, die auf Medikamente und/oder elektrokonvulsive Therapie nicht oder nicht ausreichend ansprechen. «Für alle praktisch tätigen PsychiaterInnen sollten die Fallbeispiele von bis dato behandlungsresistenten Kranken mit chronisch wiederkehrenden Depressionen, welche aber positiv auf zusätzliche Lichttherapie reagieren, ein Hoffnungsschimmer sein, dass auch noch vielen weiteren PatientInnen mit solch einem kombinierten medikamentösen wie auch nichtmedikamentösen Behandlungsregime zukünftig geholfen werden kann.» (5)

Zweiplazebokontrollierte Studien (Lichttherapie + SSRI) zeigen eindrücklich schon in der ersten Woche einen schnellen Wirkeintritt der Kombinationsbehandlung, der am Ende einer vier- beziehungsweise fünfwöchigen Behandlung noch zunimmt (6, 7). Bereits zum jetzigen Zeitpunkt existiert ein nicht zu übersehendes Mass an Evidenz, dass die Lichttherapie auch bei einer nichtsaisonalen Major Depression und nicht nur bei einer SAD der antidepressiven Therapie ebenbürtig ist (8–12). Auch für Patientinnen mit einer antepartalen Depression dürfte

die Lichttherapie eine Alternative zu einer pharmakologischen Behandlung während der Schwangerschaft sein (13). Eine Schweizer SNF Studie wird 2009 Resultate dazu liefern.

Ob das für die SAD-Behandlung etablierte «Modell» der Lichttherapie auch auf andere psychiatrische Erkrankungen ausgeweitet werden kann, ist bis jetzt nicht wissenschaftlich abschliessend geklärt (2). Alzheimer-PatientInnen beispielsweise zeigen oft von der Norm abweichende Schlafgewohnheiten. Folglich wurde in Pflegeheimen versuchsweise die Lichtintensität in den Räumen erhöht, in denen sich die älteren Menschen meist aufhalten. Es hat sich gezeigt, dass dadurch nicht nur Vigilanz, Kognition und Stimmung verbessert wurden, sondern auch der Nachschlaf. Bei an ADHS leidenden Erwachsenen konnte eine verbesserte Kognition durch Lichttherapie erreicht werden. Ebenso haben sich parallel zum antidepressiven Effekt auch die motorischen Funktionen von Parkinson-PatientInnen durch diese Therapieform verbessert. Derzeit laufende Untersuchungen an der UPK Basel bei stationären PatientInnen mit abnormalen Schlaf-Wach-Rhythmen zeigen, dass die Regelmässigkeit dieser Rhythmen mit den kognitiven Funktionen bei schizophrenen PatientInnen sowie auch mit dem Grad der Selbstverletzungen bei BorderlinepatientInnen korreliert.

Aus chronobiologischer Sicht sind diese Ergebnisse leicht zu interpretieren: Je besser die Phasenkopplung beziehungsweise die Synchronisation («Entrainment») der inneren Uhr mit dem Tag-Nacht-Rhythmus ist, desto besser sind Schlaf, Kognition, Stimmung und dadurch mitbeeinflusste Verhaltensweisen. Um dieses Entrainment zu unterstützen, braucht der Körper ständig «Zeitgeber», wobei der wichtigste davon ausreichend Licht ist. Allerdings dürfen nicht die eingangs erwähnten psychosozialen Zeitgeber vernachlässigt werden, besonders sind hier neben sozialen Kontakten die regel-

# LICHTTHERAPIE

## Wer kann von Lichttherapie profitieren?

### Kontrollierte Studien

- Mittel der Wahl bei SAD und subsyndromaler SAD
- SAD bei Heranwachsenden und Kindern
- Bulimie
- nichtsaisonale Major Depression
  - prämenstruale Depression
  - Depression in Schwangerschaft und post partum
  - bipolare Störungen
  - chronische Depression (> 2 Jahre Dauer)
- Depression nach Schlaganfall
- Verhaltens- und Schlafstörungen im Alter sowie bei Alzheimer-Erkrankung
- chronobiologische Schlafstörungen
  - verfrühter oder verspäteter Nachschlaf
  - Schichtarbeit
  - Jetlag
  - blinde Menschen

### Vorläufige Studien

- Morbus-Parkinson-PatientInnen
- gestörte Schlaf-Wach-Zyklen nach Schleudertrauma
- PatientInnen mit Borderline-Persönlichkeitsstörung
- postoperative Schlafstörungen bei Herz-erkrankungen

Tabelle 5

mässige Nahrungszufuhr sowie körperliche Betätigung zu erwähnen.

## LICHTTHERAPIE IN VIELEN INDIKATIONEN WIRKSAM

Auch aus psychoedukativer beziehungsweise psychotherapeutischer Sicht kann der Einsatz von Lichttherapie in der Psychiatrie sinnvoll sein. Wir wissen, dass psychosoziale Zeitgeber sehr wichtig für unser Entrainment sind. Aber gerade damit haben unsere psychiatrischen PatientInnen oft erkrankungsbedingt grosse Schwierigkeiten. Sie meiden häufig Kontakte und ziehen sich sozial zurück. Damit fördern sie indirekt eine Desynchronisation ihres Rhythmus, die wiederum durch Schlafphasen am Tage ihre soziale Reintegration

zusätzlich erschwert. Hier kann durch den Einsatz von indirekter oder direkter Lichttherapie auf einfache Weise das Entrainment gefördert werden.

Wir hoffen, mit unserem Artikel Ihr Interesse an den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Lichttherapie geweckt zu haben. Vielleicht helfen unsere Ausführungen auch, von der landläufigen Meinung abzurücken, dass man ausschliesslich Winterdepressionen mit Lichttherapie behandelt. Die von uns beschriebenen Effekte auf Kognition und Verhalten legen zumindest nahe, dass die Zukunft der Lichttherapie nicht nur im Bereich der Stimmungs- und der Schlafrhythmusstörungen liegt, sondern dass Lichttherapie auch bei anderen psychiatrischen, neurologischen und allgemeinmedizinischen Krankheiten hilfreich sein könnte, bei denen nicht ausreichende Zeitgeber oder Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus vorliegen.

Es gibt eine grosse Anzahl verschiedener Schlaf-Wach-Zyklus-Störungen in der Medizin, von denen wir nicht einmal die Hälfte richtig kennen. Lichttherapie in all ihren Anwendungsformen (Lichtboxen, Morgendämmerungs-Simulatoren, besondere bauliche Beleuchtungsmodelle, gestärktes Bewusstsein für einen vermehrten Aufenthalt im Sonnenlicht in freier Natur) ist auf dem besten Weg zu einem First-Line-Therapeutikum nicht «nur» bei SAD. Ein Manual für die praktische Durchführung von «Chronotherapien» ist in Vorbereitung (15).

*Prof. Dr. Anna Wirz-Justice, Zentrum für Chronobiologie, Universitäre Psychiatrische Kliniken, CH-4025 Basel, [www.chronobiology.ch](http://www.chronobiology.ch)*

*Prof. Dr. Jürgen Staedt, Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie, und Psychosomatik – Memory Clinic, Vivantes-Klinikum Spandau, Neue Bergstrasse 6, D-13585 Berlin [www.vivantes.de](http://www.vivantes.de)*

*Die Basler Studien sind über viele Jahre vom Schweizerischen Nationalfonds und der Velux-Stiftung unterstützt worden. Auf unserer nichtkommerziellen Website [www.cet.org](http://www.cet.org) können ÄrztInnen wie PatientInnen aktuelle Informationen rund um das Thema Lichttherapie finden.*

*Quelle: Schweizer Zeitschrift für Psychiatrie & Neurologie Nr. 1/2008. Der Artikel ist leicht gekürzt und in voller Länge mit der Literaturliste auf unserem Sekretariat erhältlich [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)*

**Lichttherapie sollte unbedingt sorgfältig auf die individuelle «innere Uhr»-Zeit (mittels Chronotyp-Fragebögen) abgestimmt werden und nicht auf die Tageszeit.**

**Allgemein gilt: Von der Norm abweichende Schlaf-Wach-Rhythmen sind nicht pathognomonisch für eine spezifische Erkrankung, können aber mit Licht wieder verbessert werden.**

## DIVERSE HINWEISE

Liebes Mitglied der AefU

Bitte teilen Sie unserem Sekretariat (info@aefu.ch) Ihre E-Mail-Adresse mit oder allfällige Änderungen.

Wir können auf dem elektronischen Weg kostengünstig wichtige Informationen weiterleiten.

### vormerken:

#### **Forum Medizin und Umwelt**

**Thema: ENERGIE - DIE KEHRSEITE DER MEDAILLE**

**Donnerstag, 23. April 2009, Hotel Arte, Olten**



[www.buwalshop.ch](http://www.buwalshop.ch)

Internationale Konferenz

**1. – 3. April 2009**

**Erholung und Gesundheit  
in Landschaft und Wald**

Herausforderungen, Theorien, empirische Studien und praktische Lösungen

Infos:

[www.wsl.ch/landscapeandhealth](http://www.wsl.ch/landscapeandhealth)

WSL, BAFU, SL, Berner FH Gesundheit, SBF, GF Schweiz, AfW, Forum Landschaft, AefU

# TERMINKÄRTCHEN/REZEPTBLÄTTER

## TERMINKÄRTCHEN UND REZEPTBLÄTTER FÜR MITGLIEDER:

### JETZT BESTELLEN!

Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

**Für Lieferung Mitte Februar 2009 jetzt oder bis spätestens 25. Januar 2009 bestellen!**

Mindestbestellmenge/Sorte: 1000 Stk.

Preise: Terminkärtchen: 1000 Stk. Fr. 200.-; je weitere 500 Stk. Fr. 50.-

Rezeptblätter: 1000 Stk. Fr. 110.-; je weitere 500 Stk. Fr. 30.-  
zuzüglich Porto und Verpackung.

Musterkärtchen finden Sie unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

**Bestelltalon** (einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 111, 4013 Basel, Fax 061 383 80 49)

Ich bestelle:

- ..... Terminkärtchen „Leben in Bewegung“
- ..... Terminkärtchen „Luft ist Leben!“
- ..... Terminkärtchen „weniger Elektrosmog“
- ..... Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

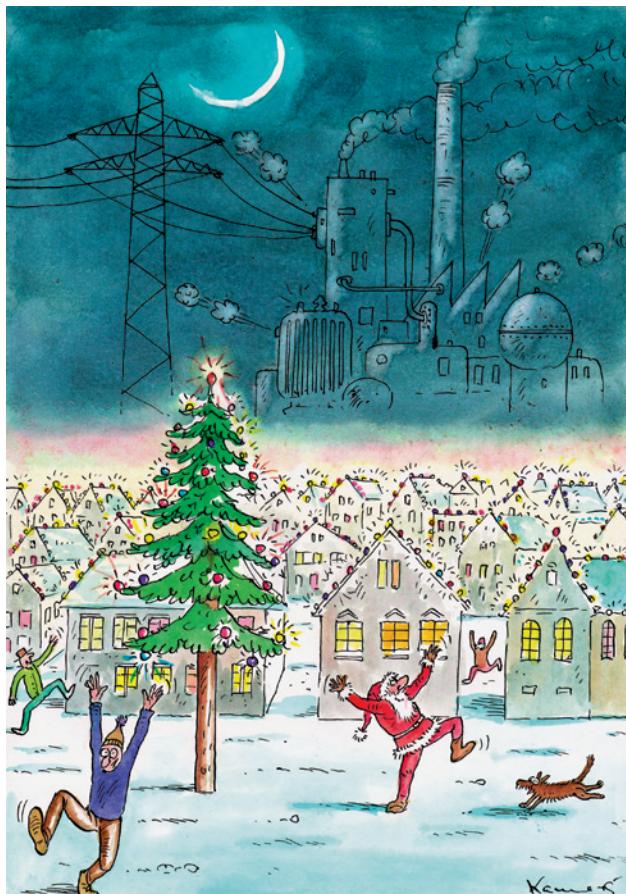
..... Name / Praxis  
..... Bezeichnung, SpezialistIn für...  
..... Strasse und Nr.  
..... Postleitzahl / Ort  
..... Telefon

Name: .....

Adresse: .....

KSK-Nr.: ..... EAN-Nr. ....

Ort / Datum: ..... Unterschrift: .....



**Allen Mitgliedern und  
AbonnentInnen danken wir für  
die Treue und die  
Unterstützung der  
Ärztinnen und Ärzte für  
Umweltschutz.**

**Wir wünschen Ihnen schöne  
Festtage und ein  
gutes neues Jahr.**

**Der Zentralvorstand**



## **OEKOSKOP**

**Fachzeitschrift der Ärztinnen  
und Ärzte für Umweltschutz**

Postfach 111, 4013 Basel

Postcheck: 40-19771-2

Tel. 061 322 49 49

Fax 061 383 80 49

E-mail: [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

<http://www.aefu.ch>

## **IMPRESSUM**

Redaktion/Gestaltung:

Dr. Rita Moll,  
Hauptstr. 52, 4461 Böckten  
Tel. 061 9813877, Fax 061 9814127

Layout/Satz:

Martin Furter, 4461 Böckten

Druck/Versand:

WBZ, 4153 Reinach

Abonnementspreis:

Fr. 30.- (erscheint viermal jährlich)

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.