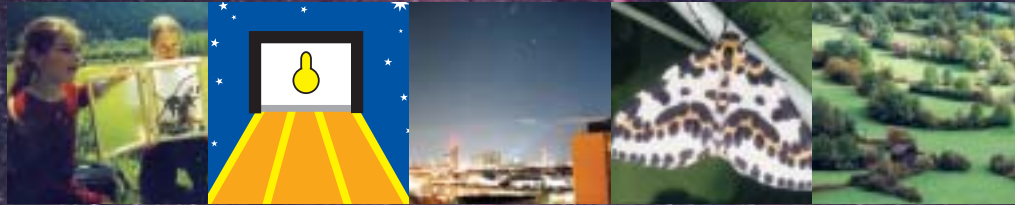


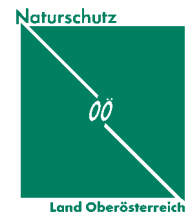
Die Helle Not

Künstliche Lichtquellen –
ein unterschätztes Naturschutzproblem



Ausgezeichnet mit dem

Ford **Umweltpreis 2002**



Impressum

Herausgeber:

Tiroler Landesumweltanwalt
Brixnerstraße 2, A-6020 Innsbruck
Wiener Umwelthanwaltschaft
Muthgasse 62, A-1190 Wien

Redaktion:

Herbert Aue (Lichttechnische Gesellschaft Österreichs), Wilfried Doppler (Wiener Umwelthanwaltschaft), Marianne Heinrich (Umweltbundesamt), Heinrich-Peter Himmelbauer (Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik), Josef Hron (Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik), Thomas Posch (Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik), Maria Siegl (Landesumweltanwalt Tirol), Nikolaus Thiemann (Lichttechnische Gesellschaft Österreichs)

Fotos:

Wiener Arbeitsgemeinschaft Astronomie, BUND Kreisgruppe Alzey-Worms/Hassel, Helga Dirnwöber, Hermann Drexel, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum / Siegfried Erlebach, Georg Gärtner, Heinrich-Peter Himmelbauer, Landesumweltanwalt Tirol, Kurt Lechner, Wolfgang Mader, Magistrat der Stadt Wien / Öffentliche Beleuchtung, Naturschutz Frankfurt, Alois Ortner, Gerhard Rhemann, Hannes Schlosser, Josef Siegl, Stadtarchiv Landeck, Volkssternwarte Mariazellerland

Grafik:

Helmut Mangott, Innsbruck

Druck:

Steiger Druck, Axams

2. überarbeitete Auflage

Innsbruck, Wien 2003

<p>Sorgsamer Umgang mit Licht.</p>	<p>Projektziel 4</p>	
<p>Die Nächte werden immer heller!</p>	<p>Einleitung 5</p>	
<p>Durch die gängigen Lampen mit hohem UV-Anteil, werden nachtaktive Insekten, z.B. Nachtfalter geblendet und in ihrer Orientierung fehlgeleitet. Der Verlust an geschützten Arten steigt alarmierend an.</p>	<p>Beleuchtung – ein Problem? 6</p> <p>Beleuchtungssituation Problematik Lösungen</p>	
<p>Mit den umweltfreundlichen Natriumdampflampen kann ca. 30–40 % der elektrischen Energie gespart und zudem ein aktiver Beitrag zum Naturschutz geleistet werden.</p>	<p>Kosten sparen – Natur schützen 10</p> <p>Ökonomie – Kostenrechnung Rechenbeispiele für Einsparmöglichkeiten Finanzierungsmodell „Contracting“ „Leuchtende“ Beispiele</p>	
<p>Von den in Österreich nachgewiesenen ca. 4.000 Schmetterlingsarten sind gut 85 % nachtaktiv. Sie sind wie ihre tagaktiven Verwandten Teil des ökologischen Netzes und erfüllen Aufgaben, wie z.B. das Bestäuben von Blüten.</p>	<p>Faszination Nachtfalter 15</p> <p>Heimische Nachtfalter Entwicklungsstadien Ökologische Aufgaben</p>	
<p>Durch die zunehmende künstliche Beleuchtung verschwindet auch immer mehr vom Sternenhimmel, der „oberen Hälfte“ unserer Umwelt.</p>	<p>Faszination Nachthimmel 24</p> <p>Lichtverschmutzung und Astronomie Kulturgut Sternenhimmel Ein Experiment zur Lichtverschmutzung</p>	
<p>Es gibt Möglichkeiten, ohne Komfort- und Sicherheitseinbußen für die Menschen, die Natur zu schützen, die Pracht des Sternenhimmels zu erhalten und dabei auch noch Energie zu sparen!</p>	<p>Umsetzung 26</p> <p>ÖNORM Handlungsbedarf Maßnahmen</p>	
<p></p>	<p>Weiterführende Information 30</p> <p>Schulprojekte Himmelsbeobachtungen Wieviel Licht braucht der Mensch?</p>	
<p></p>	<p>Literatur 35</p> <p>Dank 35</p> <p>Kontaktadressen 36</p>	

Vorwort

Der Initiative des Umweltbundesamtes ist es zu verdanken, dass „Die Helle Not“ jetzt den Weg über die Tiroler Landesgrenzen in alle Bundesländer gefunden hat.

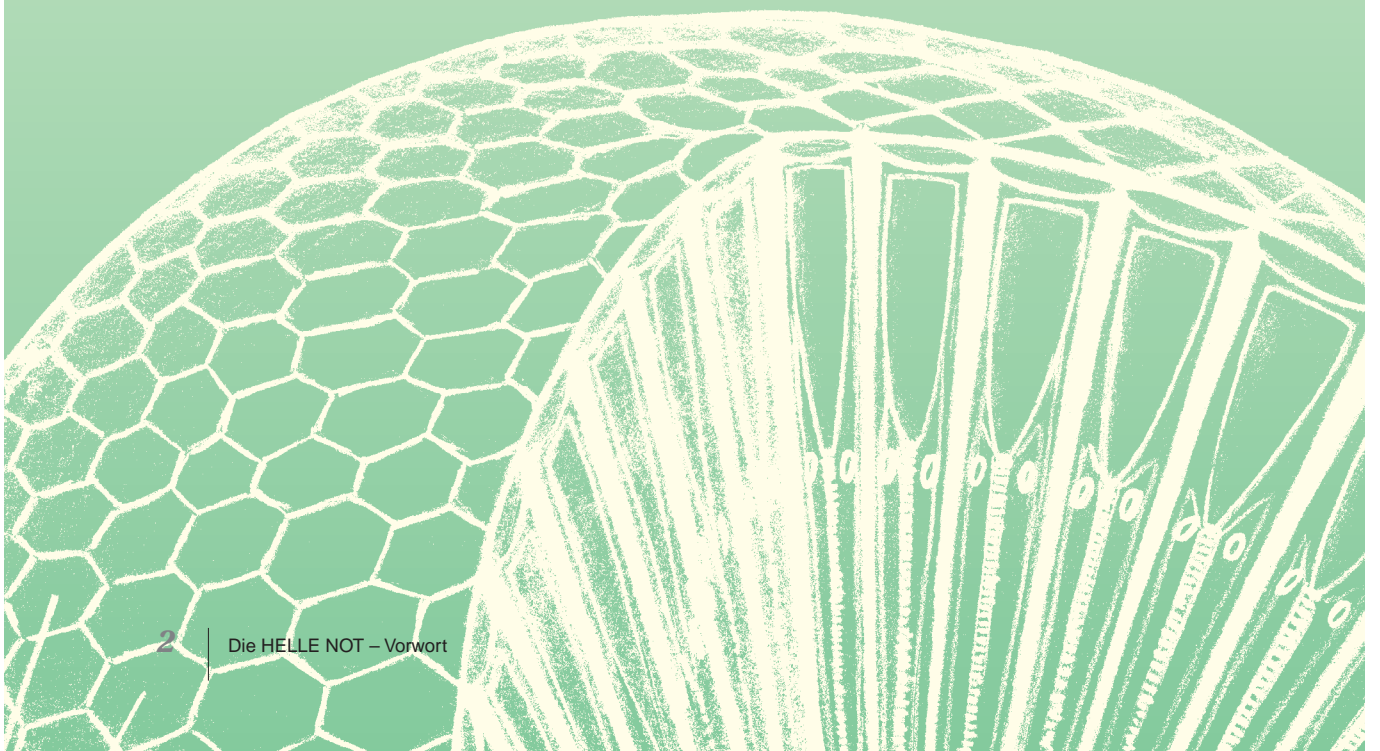
Die Wiener Umwelthanwaltschaft konnte die Lichttechnische Gesellschaft Österreichs und die Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik für eine Überarbeitung und Erweiterung der schnell vergriffenen ersten Auflage der Broschüre gewinnen. Den Astronomen ist es ein Anliegen darauf hinzuweisen, dass aufgrund der künstlichen Beleuchtung am durchschnittlichen Sternenhimmel über Österreich nur mehr 10% jener Sterne zu sehen sind, die in dünnbesiedelten Gebieten, wie z. B. den Zentralalpen, beobachtbar sind. Einst alltägliche Naturphänomene wie die Milchstraße, Sternschnuppen und Kometen kann man nur noch fernab der Städte erleben. Die Energieeinsparung durch den Einsatz insektenfreundlicher Natriumdampf-Hochdrucklampen wurde von der Lichttechnischen Gesellschaft Österreichs

kritisch hinterfragt und an Fallbeispielen erläutert. Zusätzlich wurden Hinweise auf maximal zulässige Beleuchtungsstärken im Siedlungsgebiet eingearbeitet.

Für die österreichweite Verbreitung der Broschüre ist neben dem Umweltbundesamt den Landesumwelthanwaltschaften Salzburg, Steiermark, Tirol, Niederösterreich und Wien, den Naturschutzabteilungen der Länder Kärnten, Oberösterreich, Steiermark und Burgenland sowie der Bezirkshauptmannschaft Bludenz, der Stiftung für Tierschutz „Vier Pfoten“ und dem Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum zu danken.

Ich bin überzeugt, dass „Die Helle Not“ zu einem bewussteren Umgang mit künstlichen Lichtquellen beitragen wird und wünsche viel Freude beim Lesen!

Mag. Dr. Andrea Schnattinger
Wiener Umwelthanwältin



Sorgsamer Umgang mit Licht

Seit vielen Jahrtausenden ist es das grundlegende Interesse des Menschen, künstliches Licht zu erzeugen, um die Dunkelheit zu besiegen. Die nächtliche Finsternis war uns schon immer suspekt. Es ist noch kein halbes Jahrhundert her, dass in ländlichen Gebieten die Nacht die Menschen in ihrem Bann hielt.

Seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts brachte die Erfindung der Glühbirne dauerhaftes Licht in die Finsternis. Heute ist nächtliche Beleuchtung weitab vom ursprünglichen Bedürfnis nach Sicherheit, ein Symbol für Luxus und „high life“ geworden. Der Mensch bestimmt seinen Rhythmus selbst – der natürliche, Jahrmillionen alte Wechsel von Tag und Nacht scheint gebrochen.

Nacht für Nacht erhellen tausende Lichtquellen weit über die Siedlungsgebiete hinaus Gebäude, touristische und technische Einrichtungen und leuchten die Landschaft oft bis ins letzte Detail aus. Skybeamer und Lichtkegel von Diskotheken bohren sich in den Nachthimmel. Die Vielzahl der künstlichen „Irrlichter“ bleibt nicht ohne Folgen für die Natur und bringt diese in die sprichwörtliche „Helle Not“. Diese Erhellung hat nicht nur für die Lebensbedingungen vieler Tiere dramatische Folgen, sondern auch für die Astronomie und zunehmend auch für die menschliche Gesundheit.

Diese Situation veranlasste die Tiroler Umweltschutzbehörde im Frühjahr 2000, ein Projekt mit dem Titel „Die HELLE NOT“ zu starten. Primäres Ziel des Projektes war der Artenschutz nachtaktiver Schmetterlinge im

Raum Tirol. Mit einer umfassenden Informationsbroschüre „Die Helle Not“, in der faktenreich belegt wurde, dass alternative Beleuchtungssysteme nicht nur zum Schutz der Nachtfalter Sinn machen, sondern aufgrund des hohen Energiesparpotenzials auch aus Kostengründen erste Wahl sind, und einer Förderaktion für mittlerweile 60 Tiroler Gemeinden, sollte ein aktiver Beitrag zum Artenschutz geleistet werden. Der bewusste Umgang mit Licht sowohl im Sinne des Naturschutzes als auch im Sinne des Energiesparens waren und sind oberstes Ziel des Projektes. Keinesfalls sollen dadurch Sicherheitsnotwendigkeiten eingeschränkt werden.

Die Aktualität des Projektes zeigte bald eine umfassende Breitenwirkung und stieß auch außerhalb der Tiroler Grenzen auf reges Interesse. Durch die Initiative der Wiener Landesumweltschutzbehörde, wurde die bestehende Broschüre unter Mitarbeit von Lichttechnikern und Astronomen um weitere Aspekte der Lichtverschmutzung ergänzt.

Das anhaltende und über die Grenzen des Landes hinausgehende Interesse bestätigt, dass dieses Projekt mehrere sinnvolle Aspekte vereinigt und die Chance bietet, einer echten Innovation auf breiter Basis zu einem Durchbruch zu verhelfen. Ökologische Forderungen und ökonomischer Nutzen gehen bei diesem Projekt Hand in Hand.

Sigbert Riccabona
Tiroler Landesumweltschutzbeauftragter



Projektziel

Der sorgsame Umgang mit Licht

Der sorgsame Umgang mit Licht

sowohl im Sinne des Naturschutzes

sowohl im Sinne des Naturschutzes

als auch im Sinne des Energiesparens

als auch im Sinne des Energiesparens

sind oberstes Ziel des Projektes.

sind oberstes Ziel des Projektes.





Lichterflut im Inntal – Raum Innsbruck

Einleitung

Die Welt ist im letzten Jahrhundert immer heller geworden. Wenn es Nacht wird, beginnen tausende künstliche Lichtquellen zu strahlen. Ausgehend von den Städten, Ortschaften, Gebäuden und Straßen bis hin zu den Bergbahnen im Gebirge erobern nächtliche Lichtkonzentrationen immer mehr die Landschaft.

Seit es auf der Erde hell geworden ist, haben sich die Lebensbedingungen vieler Tiere dramatisch verändert. Milliarden von Insekten und Vögel gehen jährlich in die tödlichen Lichtfallen. Ein anderer Teil der Natur verschwindet ebenfalls zusehends: die Pracht des Sternenhimmels ist nur mehr in entlegenen Gebieten zu bewundern, und die Milchstraße ist ein Naturphänomen, das vielen Menschen kaum mehr bekannt ist. Darüberhinaus beeinflusst die erhellte Nacht zunehmend den natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen. Umwelt-assoziierte Gesundheitsstörungen, wie Schlafstörungen, Energielosigkeit und andere Folgeerkrankungen können die Auswirkungen von Lichtimmissionen auf den Lebensbereich des Menschen sein.

Beleuchtung – ein Problem?

Beleuchtungssituation

Ein Teil der ständig steigenden Anzahl künstlicher Lichtquellen in unserer Landschaft dient unabdingbaren Erfordernissen der Sicherheit. Ein wesentlicher Teil ist jedoch ästhetisch-dekorativ begründet oder dient ausschließlich Werbezwecken, z.B. großflächige Lichtwerbeanlagen, angestrahlte Gebäude, Denkmäler, Burgen, Skybeamer, etc.



Skybeamer einer Diskothek

Problematik

Artenschutz

Nachtaktive Insekten orientieren sich bei ihren Flügen am UV-Licht des Mondes bzw. der Himmelskörper. Ihr Sehmaximum liegt im



Orientierung der Falter am Licht: Die Attraktivität von kurzweiligem Licht auf Insekten macht sich die Forschung schon lange zu Nutzen. So werden Inventare von Nachtfaltern mittels Kunstlichteinrichtungen erhoben. Dabei können wie hier in Osttirol (Prägraten) hunderte Tiere in einer einzigen Nacht registriert werden.

ultravioletten (UV-)Bereich des Lichtspektrums. Ihre extrem lichtempfindlichen Facettenaugen besitzen am Augenhintergrund einen Reflektor, der jedes Quäntchen Licht, das die Sehzellen verfehlt, erneut zu ihnen zurückwirft.

Die in Österreich häufig verwendeten Quecksilberdampf-Hochdrucklampen emittieren einen großen Teil des Lichtes in dem für den Menschen unsichtbaren UV-Bereich. Dadurch werden die lichtempfindlichen Tiere geblendet und in ihrer Orientierung fehlgeleitet. Sie fliegen zwanghaft die Leuchtkörper an, bis sie vor Erschöpfung verenden oder verbrennen. Auf diese Art und Weise werden durch künstliche Lichtquellen jährlich Millionen nachtaktiver Insekten ihrem Lebensraum „entzogen“ oder in ihrem natürlichen Lebensrhythmus gestört, sei es bei der Nahrungsaufnahme, bei der Fortpflanzung, bei der Eiablage oder auch, dass sie in Nähe der Lichtquellen eine leichte Beute für Fledermäuse oder Vögel werden.

Für den Artenschutz stellt diese Tatsache ein zunehmendes Problem dar, denn ein Großteil der Insektenarten Mitteleuropas ist nachtaktiv. Allein von den in Österreich nachgewiesenen ca. 4000 Schmetterlingsarten sind gut 85% nachtaktiv und einige auch geschützt, wie z.B. die Ordensbänder. Während ihre gern

gesehenen tagaktiven Verwandten die Aufmerksamkeit und das Wohlwollen der Bevölkerung genießen, sind die meisten Nachtfalter auf Grund ihrer Lebensweise in weiten Bevölkerungskreisen unbekannt. Ihr Sterben geht leise und im nächtlichen Schein der Lichter vor sich. Die Folge ist ein zunehmender Ausdünnungseffekt – die Gefährdung bereits seltener Arten steigt stetig an. Viele Arten werden bereits in der Roten Liste der gefährdeten Tierarten angeführt.

Starke Beleuchtung gefährdet auch Zugvögel. Vielfach wird während der Vogelflugzeit von verirrtten, orientierungslosen Zugvogelschwärmen berichtet, die auf ihrem Flug in den Süden durch starke Lichtkonzentrationen beispielsweise von Skybeamern fehlgeleitet werden.

Astronomie

Auch der Großteil des Sternenhimmels ist bereits in der Lichterflut „ertrunken“. Dieser Teil der Natur war eine stetige Quelle der Inspiration in der gesamten Menschheitsgeschichte und stellt für viele junge Menschen die Motivation zur Beschäftigung mit den Naturwissenschaften dar. Eine Vielzahl Astronomie-Interessierter verbreitet die Faszination der Astronomie durch abendliche Führungen an kleinen Sternwarten oder in freier Natur. Die künstliche Beleuchtung beeinträchtigt aber diese Initiativen in zunehmenden Maße. Am durchschnittlichen Himmel über Österreich sind nur mehr knapp 10% jener Sterne zu sehen, die in dünn besiedelten Gebieten, wie z. B. den Zentralalpen, beobachtbar sind. Viele Sternbilder oder die Milchstraße sind nicht mehr zu erkennen und auch die mit kleineren Teleskopen sichtbaren Himmelsobjekte, wie helle Galaxien, werden immer mehr überstrahlt.



Blick auf die UNO-City in Wien. Das prominente Winter-Sternbild Orion wird fast völlig durch die künstliche Beleuchtung überstrahlt.

Menschliche Gesundheit

Ein Verständnis der inneren Uhr des Menschen ist besonders wichtig, da unser hochtechnisiertes Leben die natürlichen Zeitstrukturen von Tag und Nacht immer stärker verwischt. Ein bekanntes Beispiel für die Tagesrhythmik liefert die Körpertemperatur. Diese steigt bereits vor dem Aufwachen an. In gleicher Weise schwanken alle wichtigen Funktionen unseres Körpers mit den unterschiedlichen Anforderungen im Laufe des Tag-Nacht-Wechsels.

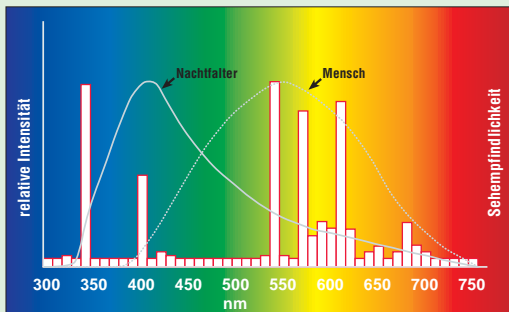
Es gibt Möglichkeiten, die – ohne Komforteinbußen für den Menschen – den nachtaktiven Insekten und Vögeln ein Überleben erleichtern bzw. ermöglichen, die Pracht des Sternenhimmels erhalten und zudem Energie und Kosten sparen.

Lösungen

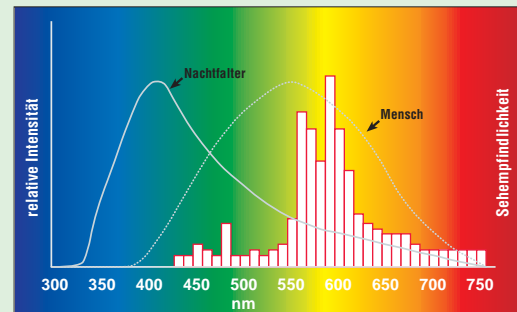
Lampentypen

An Stelle der gängigen Quecksilberdampf-Hochdrucklampen, die einen großen Teil des Lichtes im kurzwelligem Bereich (UV-Bereich) ausstrahlen, wird die Verwendung von **Natriumdampf-Hochdrucklampen** vorgeschlagen. Ihr hauptsächlich Strahlungsbereich liegt im grünen, gelben und orangen Wellenlängenbereich und ist dadurch an das menschliche Sehvermögen angepasst. Der

Strahlungsanteil im UV-Bereich ist mit ca. 0,02% des Gesamtspektrums einer Lampe äußerst schwach. Damit wird die Anlockwirkung auf nachtaktive Insekten auf ein Minimum reduziert. Die Natriumdampf-Niederdrucklampe ist aufgrund des sehr engen Spektrums (ca. bei 589 nm) optimal für Gebiete, in denen strenge Umweltschutzbestimmungen eingehalten werden müssen. Insekten und Sternenhimmel werden durch sie am wenigsten beeinträchtigt.



Vom menschlichen Auge kann ein großer Teil des von den **Quecksilberdampf-Hochdrucklampen** emittierten Lichtes nicht genutzt werden (blauer Bereich). In diesem Bereich haben nachtaktive Insekten ihr Sehmaximum.



Das von der **Natriumdampf-Hochdrucklampe** emittierte Licht ist an das menschliche Sehvermögen angepasst. UV-Licht wird kaum emittiert. Damit wird die Anlockwirkung auf nachtaktive Insekten auf ein Minimum reduziert.

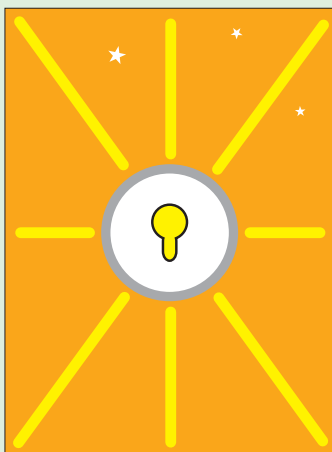


Natriumdampf-Hochdrucklampen beleuchten die Ringstraßen-Galerien in Wien

Leuchtentypen

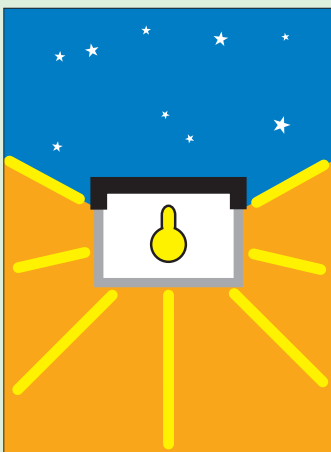
Die meisten der bisher gebräuchlichen Leuchten strahlen ihr Licht in alle Richtungen ab. Das nach oben oder seitlich ausgestrahlte Streulicht steht zur Beleuchtung nicht zur Verfügung und ist somit eine energetische und kostenintensive Verlustleistung.

Durch eine waagrechte Anbringung in geringer Höhe kann die einzelne Lampenleistung reduziert und die Fernwirkung verringert werden. Bei gleichbleibender Qualität der Beleuchtung erhöht sich aber die Anzahl der Leuchten.



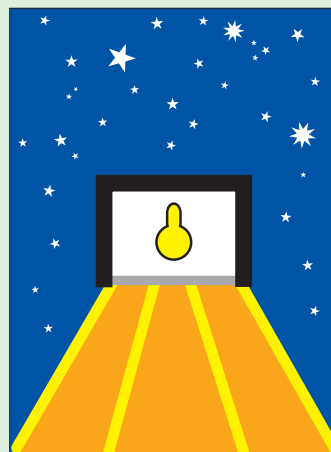
Kugelleuchte

Kugelleuchten strahlen in alle Richtungen Licht in gleicher Intensität aus. Nachtaktive Insekten werden dadurch besonders stark angezogen, und die Sterne werden überstrahlt.



Standard-Straßenlampe

Die „Standard-Straßenlampe“ ist zwar nach oben abgeschirmt, sie sendet ihr Licht aber seitlich immer noch weit ins Umland ab.



Alternativer Leuchtentyp

Leuchten die nach Umweltgesichtspunkten gestaltet sind, strahlen ihr Licht nur nach unten ab. Dadurch wird die Lichtausbeute und -verteilung optimiert.

Betriebsweise

Durch eine Reduzierung der Straßenbeleuchtung während der verkehrsschwachen Nachtstunden können Kosten gespart werden. Dazu gibt es zwei unterschiedliche Ansätze:

- 1. Halbnachtschaltung:** Man sieht bei der Errichtung der Anlagen bereits Leuchten mit zwei Lampen vor, und kann dann, ab einem gewissen Zeitpunkt, unter Beibehaltung der Qualität der Lichtverteilung eine Lampe ausschalten. Die Reduzierung der Lichtleistung auf 50% bringt 50% Energieersparnis. Die Lebensdauer der Lampen wird nicht negativ beeinflusst.
- 2. Reduzierschaltung:** Durch Einbau von Reduzierschaltungen kann die Leistung der

Lampe in einem gewissen Bereich stufenlos gedimmt und somit an den Lichtbedarf angepasst werden. Die Reduzierschaltung ist nur bei Leuchtstofflampen bedenkenlos möglich. Bei allen anderen Gasentladungslampen kann es zu Problemen mit Farbtemperatur, Startverhalten, Lebensdauer etc. kommen. Die Reduzierung der Lichtleistung auf 50% bringt 30% Energieersparnis.

Für alle Beleuchtungseinrichtungen, insbesondere solche in der freien Landschaft (Skybeamer, Plakatwände, Schipisten) sollte die Abschaltung der Beleuchtung im Laufe der Nacht in Erwägung gezogen werden.

Kosten sparen – Natur schützen

Ökonomie – Kostenrechnung

Die Natriumdampf-Hochdrucklampe hat im Vergleich zur Quecksilberdampf-Hochdrucklampe nicht nur eine doppelt so hohe, sondern auch über eine wesentlich längere Zeit nahezu gleichbleibende Lichtausbeute. Ihr gelbes Licht hat gegenüber dem weißen im Nebel eine größere Reichweite und gewährleistet so mehr Sicherheit.

Die Vorteile der umweltverträglichen Natriumdampflampe auf einen Blick:

1. Höhere Lichtausbeute pro Watt (Energiesparpotential 30 – 40 %)
2. Größere Reichweite, v.a. bei Nebel
3. Geringer Wartungsaufwand (geringere Verschmutzung durch Insekten)
4. Geringerer Leistungsabfall
5. geringerer Quecksilbergehalt (Natriumdampf-Hochdrucklampe) bzw. quecksilberfrei (Natriumdampf-Niederdrucklampe)

die Errichtung einer Straßenbeleuchtung (Verkabelung und Anschaffungskosten der Lichtpunkte). Eine jährlich wiederkehrende Position sind die Energie- und Wartungskosten für die Straßenbeleuchtung. Grundsätzlich ergeben sich für eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung zwei Stoßrichtungen:

1. **Lampentechnologie:** Umrüstung von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf Natriumdampf-Hochdrucklampen. Damit kann etwa 30 – 40 % an elektrischer Energie gespart werden.
2. **Teilnachtschaltung:** Je nach Zeitfenster, in welchem die Straßenbeleuchtung reduziert wird, z.B. in der verkehrsschwachen Zeit in der Nacht zwischen 23.00 und 5.00 Uhr, können ca. 20 – 30 % an elektrischer Energie gespart werden.

Wenn die Straßenbeleuchtung von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf Natriumdampf-Hochdrucklampen umgerüstet wird, ergeben sich große Einsparungen im Strombezug.

Der in Vorarlberg vom „Landesprogramm für energieeffiziente Gemeinden“ herausgegebene „Leitfaden für eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung“ schreibt zum Thema

Kostenrechnung bzw. Einsparmöglichkeiten: *Die Kosten der Straßenbeleuchtung sind in den Kommunen ein nicht zu vernachlässigender Budgetposten: Sehr viel Geld verschlingt bereits*

Rechenbeispiele für Einsparungsmöglichkeiten

Die drei nachfolgend konstruierten Rechenbeispiele sollen aufzeigen, welches Einsparungspotenzial die Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV) gegenüber herkömmlichen Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL) enthalten. Berücksichtigte Faktoren:

- Investitionskosten
- Umrüstkosten
- Energiekosten

Fallbeispiel Neuinstallation

Neuinstallation von 174 Leuchten mit je einer Lampe auf einer 23 km langen Straße in einem Neubaugebiet bei vergleichbarer Beleuchtungsstärke. Um dieselbe Helligkeit zu erreichen, können 50 W NAV-Lampen an Stelle von 80 W HQL-Lampen und 70 W NAV-Lampen an Stelle von 125 W HQL-Lampen verwendet werden. Das heißt mit weniger Leistung und somit weniger Energieverbrauch wird die gleiche Helligkeit erzielt.

ECKDATENFESTLEGUNG

	HQL	NAV
Betriebsstunden pro Jahr	ca. 4.200	ca. 4.200
Lampenleistung	125 W	70 W
Leuchtenleistung (Lampe und Vorschaltgeräte)	137 W	83 W
Installierte Leistung	23,838kW	14,442 kW
Kosten pro Lampe exkl. MWSt.	€ 7,90	€ 31,20
Angenommener Strompreis	€ 0,12 / kWh	€ 0,12 / kWh
Energiebezug pro Jahr	100.119,6 kWh	60.656,4 kWh

KOSTENRECHNUNG

Berechnung der Energiekosten und der Investitionskosten für die Lampen (exklusive Kosten für Neuanschaffung der Leuchten)

	Investitionskosten 174 Lampen (€)	Energiekosten pro Jahr (€)
HQL-Lampen	1.374,60	12.014,35
NAV-Lampen	5.428,80	7.278,76
Bilanz	- 4.054,20 (Kosten)	+ 4.735,60 (Ersparnis)

Die Einsparung der Energiekosten beträgt rund 40%

EINSPARUNG

Zeitraum	Lampen- mehrkosten (€)	Eingesparte Energiekosten/Jahr (€)	Einsparung nach x Jahren (€)
1. Jahr	4.054,20	4.735,60	+ 681,40
2. Jahr		4.735,60	+ 5.417,00
3. Jahr		4.735,60	+ 10.152,60
4. Jahr	4.054,20	4.735,60	+ 10.834,00
5. Jahr		4.735,60	+ 15.569,60

Der Mehraufwand an Lampenkosten wird durch die Energieeinsparung bereits im 1. Jahr wettgemacht.

Fallbeispiel Umrüstung

Umrüstung der Leuchten eines 23 km langen Straßenzuges mit 174 Leuchten mit je einer Lampe. Die 174 HQL-Lampen 125 W werden durch NAV-Lampen 70 W ersetzt.

ECKDATENFESTLEGUNG

	HQL	NAV
Betriebsstunden pro Jahr	ca. 4.200	ca. 4.200
Lampenleistung	125 W	70 W
Leuchtenleistung (Lampe und Vorschaltgeräte)	137 W	83 W
Installierte Leistung	23,838kW	14,442 kW
Kosten pro Lampe exkl. MWSt.	€ 7,90	€ 31,20
Angenommener Strompreis	€ 0,12 / kWh	€ 0,12 / kWh
Energiebezug pro Jahr	100.119,6 kWh	60.656,4 kWh

KOSTENRECHNUNG

Berechnung der Investitionskosten für die Lampen und Energiekosten inkl. der Umrüstkosten.

	Investitionskosten 174 Lampen (€)	Energiekosten pro Jahr (€)	Umrüstung von HQL- auf NAV-Lampen (€)
HQL-Lampen	1.374,60	12.014,35	
NAV-Lampen	5.428,80	7.278,76	19.000,00
Bilanz	- 4.054,20 (Kosten)	+ 4.735,60 (Ersparnis)	- 19.000,00 (Kosten)

Die Umrüstung bzw. die für den Einsatz von NAV-Lampen notwendige technische Erneuerung kostet pro Leuchte ca.109 €.

Die Einsparung der Energiekosten beträgt rund 40 %

EINSPARUNG

Zeitraum	Lampen- mehrkosten (€)	Umrüstkosten (€)	Eingesparte Ener- giekosten/Jahr (€)	Einsparung nach x Jahren (€)
1. Jahr	4.054,20	19.000,00	4.735,60	- 18.318,60
2. Jahr			4.735,60	- 13.583,00
3. Jahr			4.735,60	- 8.847,40
4. Jahr	4.054,20		4.735,60	- 8.166,00
5. Jahr			4.735,60	- 3.430,40
6. Jahr			4.735,60	+1.305,20

Die Umrüstung amortisiert sich nach 6 Jahren. Ab dann sind Einsparungen zu verzeichnen.

Fallbeispiel Umrüstung und Teilnachtschaltung

Umrüstung von 174 HQL auf NAV Leuchten mit je einer Lampe und einer gleichzeitigen Absenkung der Lichtintensität auf 50% (Energieeinsparung 30%) während der Nachtstunden zwischen 23:00 Uhr und 4:00 Uhr. *Anmerkung:* ein Umrüsten auf doppelflamme Leuchten (mit 2 Lampen bestückt) würde bei der Halbnachtschaltung eine Energieersparnis von 50% bringen, hätte aber höhere Investitionskosten zur Folge.

ECKDATENFESTLEGUNG

	HQL	NAV
Betriebsstunden pro Jahr	ca. 4.200	ca. 4.200*
Lampenleistung	125 W	70 W
Leuchtenleistung (Lampe und Vorschaltgeräte)	137 W	83 W
Reduzierte Leuchtenleistung		48 W
Installierte Leistung	23,838kW	14,442 kW
Kosten pro Lampe exkl. MWSt.	€ 7,90	€ 31,20
Angenommener Strompreis	€ 0,12 / kWh	€ 0,12 / kWh
Energiebezug pro Jahr	100.119,6 kWh	49.542,15 kWh

* von den 4.200 Betriebsstunden sind im Jahr 1.825 Stunden im reduzierten Betrieb und 2.375 Stunden im Vollbetrieb anzusetzen.

Berechnung der Investitionskosten für die Lampen und Energiekosten inklusive der Umrüstkosten der Leuchten jedoch ohne Kosten der Reduzierschaltung und deren Einbaukosten

KOSTENRECHNUNG

	Investitionskosten 174 Lampen (€)	Energiekosten pro Jahr (€)	Umrüstung von HQL- auf NAV-Lampen (€)
HQL-Lampen	1.374,60	12.014,35	
NAV-Lampen	5.428,80	5.945,05	19.000,00
Bilanz	- 4.054,20 (Kosten)	+ 6.069,30 (Ersparnis)	- 19.000,00 (Kosten)

Die Umrüstung bzw. die für den Einsatz von NAV-Lampen notwendige technische Erneuerung kostet pro Leuchte ca.109 €.

**Die Einsparung der Energiekosten beträgt rund 50 %
(Reduzierschaltung und effizienterer Lampentyp)**

EINSPARUNG

Zeitraum	Lampen- mehrkosten (€)	Umrüstkosten (€)	Eingesparte Ener- giekosten/Jahr (€)	Einsparung nach x Jahren (€)
1. Jahr	4.054,20	19.000,00	6.069,30	- 16.984,90
2. Jahr			6.069,30	- 10.915,60
3. Jahr			6.069,30	- 4.846,30
4. Jahr	4.054,20		6.069,30	- 2.831,20
5. Jahr			6.069,30	+ 3.238,10
6. Jahr			6.069,30	+ 9.307,40

Die Kosten amortisieren sich bereits im 5. Jahr. Die Anschaffungskosten und die erhöhten Servicekosten für die Reduzierschaltung sind in dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Das Beleuchtungsniveau in den Nachtstunden ist auf 50 % reduziert.

Finanzierungsmodell „Contracting“

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Energiesparmaßnahmen ohne eigene Investition zu verwirklichen. Eine davon ist das sogenannte „Contracting“. In diesem Fall wird die Finanzierung frei von jeglichen Investitionskosten und mit einer hohen Energieeinsparung von diversen Einrichtungen angeboten. Die geplanten Maßnahmen werden von einem „Contractor“, (z.B. eine Bank), mit dem man einen Vertrag abschließt, durchgeführt und finanziert. Der Contractor holt sich seine Investitionen aus den eingesparten Energiekosten wieder herein.

1. Die einzubauenden Geräte ermöglichen eine Energiekosteneinsparung.
2. Diese wirklich erreichte Einsparung wird für die Bezahlung der gesamten Kosten verwendet (Anschaffung, Einbau, Wartung usw.).

Es sei an dieser Stelle jedoch vor unseriösen Anbietern gewarnt, insbesondere sollte man auf die Rahmenbedingungen (Wartungsdienst, Haftungsfrage, Einhaltung der einschlägigen Normen, Erhaltung/Erneuerung des dazu benötigten Leitungsnetzes etc.) größtes Augenmerk legen.

Leuchtende Beispiele

In Tirol, wo diese Thematik bereits im Jahr 2000 vom Landesumweltanwalt zur Diskussion gebracht wurde, haben inzwischen mehrere Gemeinden, darunter Wörgl, Virgen, Prägraten, Karres, Tösens etc., ihre Beleuchtung den Erfordernissen einer verantwortungsvollen Politik entsprechend Kosten sparend und umweltfreundlich angepasst.

Wörgl

Ein Positivbeispiel ist die Stadt Wörgl, die ihre gesamte Straßenbeleuchtung auf Natriumdampf-Hochdrucklampen umstellt. Die derzeit aufgewendeten Energiekosten für die Straßenbeleuchtung in Wörgl liegen bei ca. 50.000,-€ pro Jahr. Durch die Umstellung der Lampen und eine gleichzeitige Absenkung der Lichtintensität zu gewissen Nachtstunden (verkehrsschwache Zeiten) wird eine Energieeinsparung von mindestens 45 % erwartet.

Virgen

Ein weiteres Positivbeispiel ist die Gemeinde Virgen in Osttirol. Auf Grund des in Virgen durchgeführten Schulprojektes „Die Helle Not“, fühlte sich der Gemeinderat von Virgen

und insbesondere Bürgermeister Ruggenthaler veranlasst, die Umstellung der Beleuchtung in der Gemeinde von den herkömmlichen Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf die umweltfreundlichen Natriumdampf-Hochdrucklampen zu überprüfen. Es wurde ein Energieberater beauftragt, der die Beleuchtungssituation in Virgen erhob und die Umrüstungskosten ermittelte.

Inzwischen wurde die Umrüstung in der Gemeinde beschlossen. Die Lage der Gemeinde Virgen in einem „Natura 2000“-Gebiet und die Tatsache, dass Virgen noch von einer traditionellen Kulturlandschaft mit einer herausragenden Artenvielfalt umgeben ist, veranlasste auch die Abteilung Umweltschutz dazu, die geplante Umrüstung der Beleuchtung aus dem Naturschutzfond zu unterstützen.

Beispiele aus unseren Nachbarländern

Sowohl in Italien als auch in Tschechien wurden zwischen 1999 und 2002 Gesetze gegen die Lichtverschmutzung beschlossen. Das Hauptziel ist dabei, nur mehr solche Leuchtentypen für die öffentliche Beleuchtung zuzulassen, die keinerlei Licht über der Horizontalen abstrahlen.

Faszination Nachtfalter

Heimische Nachtfalter

Heimischen Nachtfaltern kann man nahezu überall begegnen. Sie finden auch in der intensiv genutzten Landschaft des Menschen ihre Lebensräume, solange ökologische Nischen wie Gehölzgruppen, Ackerrandstreifen, Hecken etc. vorhanden sind. Besonders arten- und individuenreiche Lebensräume von Nachtfaltern befinden sich aber in den Resten unserer Naturlandschaft, z.B. in Schluchtwäldern, alpinen Bereichen, aber auch in jeder traditionellen, strukturreichen Kulturlandschaft.





Magerwiesen, Trockenrasen und Halbtrockenrasen

Magerwiesen sind, ebenso wie Trocken- und Halbtrockenrasen, nährstoffarme Graslandtypen, die nur ein- bis zweimal im Jahr gemäht

und nicht oder lediglich schwach gedüngt werden. Sie beherbergen im Gegensatz zu den intensiv genutzten Fettwiesen (3 bis 7 mal pro Jahr gemäht) eine sehr große Zahl gefährdeter Arten. Durch die Form der Bewirtschaftung sind sie im Vergleich zu den Fettwiesen ausgesprochen artenreich.



Der Eulenfalter *Actinotia polyodon* lebt an sonnigen Hängen mit Beständen des Johanniskrautes.



Wolfsmilchschwärmerraupen ernähren sich ausschließlich von der giftigen Wolfsmilch.



Ebenfalls zu den in Tirol mit über 500 Arten vertretenen Eulenfaltern gehört *Pyrrhia umbra*.



Der Wolfsmilchschwärmer ist durch die Intensivierung von Trockenstandorten zunehmend gefährdet.



Hecken, Gebüsch, Feldgehölze und Einzelbäume

Hecken, wie z.B. in Virgen, sind Bestandteile der traditionellen, bäuerlichen Kulturland-

schaft, die die offene „Flur“ untergliedern. Hecken repräsentieren ökologische Qualitäten, auf die zahlreiche Falterarten zwingend angewiesen sind. Mit ihren krautreichen Saumbereichen sind sie Lebensstätte und Nahrungsquelle.



Der Stachelbeerspanner (*Abraxas grossulariata*) war in Tirol immer selten und gilt heute als ausgestorben.



Rosafarbene Flecken gaben der in vielen Biotopen häufigen Roseneule (*Thyatira batis*) ihren Namen.



Raupen der Eberescheneule ernähren sich bevorzugt von Ebereschen, aber auch von Weißdorn und anderen Laubbölgern.



Die Eberescheneule (*Trichosea ludifica*) zählt in Tirol zu den vom Aussterben bedrohten Tierarten.



Wälder- und Waldränder

Im Gegensatz zu den Tagfaltern haben viele der einheimischen Nachtfalter ihren Haupt- oder einen wichtigen Nebenwohnsitz im Wald. Allerdings bevorzugt auch hier das Gros der Arten die lichten, an Saum- und Mantelstrukturen reichen Waldteile sowie die Waldränder.

Insbesondere naturnahe, laubbaumreiche Waldbestände und so genannte breite, gestufte Waldmäntel stellen Lebensräume für eine ganz besondere Falterfauna dar. So ist z.B. die Eiche Kinderstube für über 200 Schmetterlinge, darunter auch viele Nachtfalter wie der Grünen Eicheneule, dem Braunen Ordensband, dem Eichenkarmin, etc.



Feuchte Waldstellen mit reichlich Adlerfarn sind die wichtigsten Habitate der Farneule.



In warmen Eichenmischwäldern des Inntales findet sich als große Rarität das Eichenkarmin.



Der Rosenfalter (*Mitochondria miniata*) ist ein prächtiger Flechtenbär, der in naturnahen Wäldern mit reichlich Flechtenbewuchs noch regelmäßig vorkommt.



Der große Kahnspinner (*Bena prasinana*) sieht dem Jägerhütchen (*Pseudoips fagana*) sehr ähnlich, ist aber ausschließlich auf Eichenbestände beschränkt.



Feuchtgebiete

Hochstaudenfluren, Seggensümpfe, Nasswiesen, Niedermoore, Hochmoore etc. haben ein eigenes Kleinklima und eine eigene Vegetation. Moore, wie die Schwemm bei Walchsee, sind allgemein relativ artenarme Lebensräume, dafür aber reich an Spezialisten. Dementsprechend weisen sie viele typische

Falterarten auf, die nur hier heimisch sind, darunter auch einige Eiszeitrelikte. Viele Moorschmetterlinge haben ihre besten Bestände nicht im blütenarmen Zentrum, sondern im Kontaktbereich zwischen dem zentralen Torfmoos und der Peripherie, wo in enger Nachbarschaft zum Moorkörper genügend Blütenpflanzen wachsen, z.B. in Streuwiesen am Rand von Hochmooren.



An Schilf, aber auch an andere feuchtigkeitsliebende Pflanzen ist die Goldeule (*Plusia putnami*) gebunden.



Rohrbohrer (*Phragmataecia castaneae*) fressen als Raupe im Stengel von Schilfrohr.



Eine besonders prächtige Spannerart ist die hochgradig gefährdete *Idaea muricata*. Erst im Jahr 2000 wurde die Art in den Langkampfer Innauen wiederentdeckt.



Der Teichrosenzünsler (*Nymphula stagnata*) lebt als Raupe an See- und Teichrosen und ist dementsprechend eine große Seltenheit von Flachwasserzonen der Seen und Teiche.



Gewässerbereiche

Gewässerbereiche können nach dem Grad des menschlichen Einflusses sehr verschiedenartig ausgeprägt sein. Naturnahe Fließgewässerbereiche, wie z.B. Abschnitte des Tiroler Lech, werden durch Weichholzau- und Hartholzau charakterisiert, Uferbereiche stehender Gewässer durch Bruchwald. Von Natur aus sind diese Bereiche regelrechte Biotopkomplexe. Bäume, Sträucher, Hochstauden, Kräuter, Wasserröhrichte, Riede usw. prägen ihr Aussehen und ihren Charakter. Bereits die Aufzählung so verschiedenartiger Biotope verweist auf die große Schmetterlingsvielfalt dieser Standorte, die nicht nur quantitativ bemerkenswert ist, sondern auch qualitativ. Viele bestandsbedrohte Arten haben in den einst ausgedehnten Naturräumen in Gewässerbereichen gelebt, und finden heute nur noch kleine Refugien vor. Solche Charakterarten sind unter anderem: Pappelglucke, Flechtenbären, Erlenwickler, Weichholzauen-Zahnspinner, Weidenkahneule, Weidengelbeule, verschiedene Spannerarten etc. Dazu gesellt sich eine größere Anzahl Arten, die vorwiegend in Au-, Bruch- und Moorwäldern auftreten und zum Teil äußerst bedroht sind (z.B. Weidenkarmin, Schwarzes Ordensband).



Jakobskrautbären (*Tyria jacobaeae*) sind durch das Gift des Jakobskrautes für Feinde ungenießbar und zeigen dies auch mit ihrer frechen Warntracht.



Der Mondvogel (*Phalera bucephala*) ist ein Charaktertier von Auen und flussbegleitenden Gehölzen, seltener kommt er auch in anderen Wäldern, Parkanlagen und Gärten vor.



Mondvogelraupen leben zuerst gesellig, später fressen sie einzeln an verschiedenen Laubbölgern.



Das ehemals viel weiter verbreitete Abendpfauenauge (*Smerinthus ocellata*) ist inzwischen fast nur noch entlang der Fließgewässer zu finden. Früher trat es auch in Gärten sekundär recht zahlreich auf.



Lindenschwärmer (*Mimas tiliae*) können sich auch auf Einzelbäumen mitten im Siedlungsbereich ansiedeln.



Obwohl seine Raupe oft an Balkonblumen wie Fuchsien fressen, bekommt man den Mittleren Weinschwärmer (*Deilephila elpenor*) nur selten zu Gesicht.



Ein extrem seltener Zuwanderer aus dem Süden ist der Oleanderschwärmer. Seine Raupen ernähren sich an Oleanderbüschen in Gärten, die Art übersteht aber unseren Winter nicht.



Die Raupe des Ligusterschwärmers (*Sphinx ligustri*) war früher an Liguster im Stadtbereich häufig, inzwischen ist die Art aber, möglicherweise auch auf Grund der Lichtverschmutzung, z.B. aus Innsbruck weitgehend verschwunden.



Ersatzlebensraum Siedlungsbereich

Auch innerhalb der Siedlungsbereiche sind noch Anteile der Schmetterlingsfauna erhalten, die insbesondere auf Baumbestände und naturnahe Gartenanlagen zurückzuführen sind. Bei den Baumbeständen der Siedlungen dominieren im Allgemeinen die einheimischen Laubgehölze. Diese stellen eine wichtige Ernährungsgrundlage für die Raupen vieler Wanderfalter dar. Von besonderem Interesse aus der Sicht des Falterschutzes ist außerdem, dass in den Siedlungen nicht selten alte Bäume stehen. Manche Falterarten, wie z.B. der Pergamentspinner, bevorzugen als Lebensraum alte, relativ freistehende Gehölze mit ausladender Krone. Eine Charakterart der Siedlungsbereiche war auch der Ligusterschwärmer. Seine Raupe lebt auf Liguster und zahlreichen anderen Laubgehölzen wie Esche, Berberitze und Schneeball. Heute ist dieser attraktive Falter mutmaßlich durch die Zunahme der Lichtverschmutzung aber auch aufgrund anderer Faktoren weitgehend aus den Siedlungsbereichen verschwunden.

Entwicklungsstadien

Kaum ein anderes Lebewesen macht in relativ kurzer Zeit so viele markante Veränderungen durch wie ein Schmetterling. Die Metamorphose vom Ei über die Raupe und der Puppe zum Falter ist einer der faszinierendsten Vorgänge in der Natur.

Lebenszyklus des Wiener Nachtpfauenauges (*Saturnia pyri*)



Eier des Nachtfalters



1. Raupenstadium



2. Raupenstadium



3. Raupenstadium



4. Raupenstadium



5. Raupenstadium bzw. erwachsene Raupe



Kurz vor der Verpuppung verfärbt sich die erwachsene Raupe von grün nach gelb



Kokon



Wiener Nachtpfauenaug

Ökologische Aufgaben

Ein erheblicher Teil der Insektenarten Mitteleuropas ist nachtaktiv. Allein von den in Tirol nachgewiesenen ca. 2700 Schmetterlingen sind gut 85 % nachtaktiv. Die nachtaktiven Insekten sind ebenso wie ihre tagaktiven Verwandten Teil des ökologischen Netzes. Ihr Verschwinden beeinträchtigt daher nicht nur das Leben anderer Tiere, denen sie als Nahrung dienen, sondern auch von Pflanzen, die von Nachtfaltern bestäubt werden.

Glied der Nahrungskette



Nachtfalter und ihre Raupen dienen vielen Tieren wie Vögeln, Fledermäusen, Fröschen als Nahrung.

Bestäuben von Pflanzen

Nachtaktive Falter werden von stark duftenden, hellgelben und weißen Blüten, wie denen der Weißen Lichtnelke, Nickendes Leimkraut, Taubenkropf, Geißblatt oder der Nachtkerze angelockt. Auch geschützte Arten gehören zu den Futterpflanzen der Nachtfalter, wie z.B. der Türkenbund oder die weiße Waldhyazinthe. Diese Blüten sind den Nachtfaltern vorbehalten und werden nur durch diese erfolgreich bestäubt.



Weiße Waldhyazinthe (*Platanthera bifolia*): Dieses Knabenkrautgewächs gedeiht in lichten Laub- und Nadelwäldern und auf Magerwiesen. Die Bestäubung erfolgt durch Nachtfalter, die duftgelenkt die Blüten anfliegen.

Ökologisches Gleichgewicht

Nachtfalter dienen nicht nur als Nahrung oder zur Bestäubung von Blüten. Bei einem intakten ökologischen Gleichgewicht regulieren sich die Bestände der einzelnen Arten selbst. Durch das Verschwinden von nachtaktiven Insekten, bzw. durch die Veränderung bestehender Konkurrenzverhältnisse (Nahrungskonkurrenz) wird dieses Gleichgewicht labiler und anfälliger gegenüber der Massenvermehrung einiger weniger Arten. Die biologischen Kontrollmechanismen, die eine Massenvermehrung von Schadinsekten, Pilzen, Viren verhindern, treten außer Kraft.



Türkenbund (*Lilium martagon*): Den Lebensraum dieser geschützten Nachtfalterpflanze bilden halbschattige Laub- und Nadelwälder. Diese in Tirol beliebte Gartenpflanze wird v.a. von den Schwärmern bestäubt und steht auf der „Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg“.

Faszination Nachthimmel

Lichtverschmutzung und Astronomie

Dass das Problem der Lichtverschmutzung auch einen astronomischen Aspekt hat, wurde in den vergangenen 15 Jahren bereits in vielen Industriestaaten erkannt – am frühesten in den USA, wo die Inflation der Außenbeleuchtung spätestens seit dem Ende der 80er Jahre ins Auge springen mußte. Was ist dieser astronomische Aspekt der Lichtverschmutzung?

Das Problem, das die städtische Lichterflut aus der Sicht der Astronomie mit sich bringt, besteht darin, dass ohne die Einmahnung von Normen, die festlegen, welches Maß an künstlicher Beleuchtung ökologisch vertretbar ist, die obere Hälfte unserer Umwelt – der Sternenhimmel – dem Großteil der Bevölkerung nach und nach unzugänglich wird. Die Lichtlocken, die heute in der westlichen

Welt fast alle größeren Städte des nachts einhüllen, lassen im Österreich-Durchschnitt 90 % der mit freiem Auge sichtbaren Sterne verschwinden. Astronomische Phänomene, die oft weite Kreise der Bevölkerung in ihren Bann ziehen, wie die Milchstraße, Sternschnuppen oder helle Kometen, lassen sich nur mehr fernab der Städte beobachten, und auch dies immer schlechter, weil die Flut an häufig schlecht abgeschirmten und überdimensionierten Leuchten auch vor ländlichen Gegenden nicht halt macht. Studien haben ergeben, dass rund zwei Drittel der Weltbevölkerung mittlerweile unter einem Nachthimmel lebt, der durch künstliches Licht beeinträchtigt ist. Astronomen und Astronomieinteressierte wissen aber Orte, wo es noch dunklen Nachthimmel gibt, auch im Hinblick auf deren Erholungswert zu schätzen – ganz abgesehen von der Möglichkeit, dort die Planeten, die Sterne und ferne Galaxien beobachten zu können.



Eine mobile Volkssternwarte

Kulturgut Sternenhimmel

Hinzu kommt, dass die zunehmende Aufhellung des Nachthimmels eine der ältesten Inspirationsquellen des Menschen in Gefahr bringt. Ein bekannter Autor populärwissenschaftlicher Astronomiebücher, Timothy Ferris, beschreibt das Problem der Lichtverschmutzung in kultureller Hinsicht folgendermaßen: „Am besorgniserregendsten ist die Zerstörung des Nachthimmels, wenn wir an unsere Kinder denken. Ganze Generationen wachsen mittlerweile in den Großstädten und stadtnahen Regionen auf, ohne eine Vorstellung davon zu bekommen, wie die Milchstraße und ein von tausenden Sternen übersäter Himmel aussieht ... Alle menschlichen Kulturen fanden es wichtig, Geschichten über die Sterne und über den Ursprung des Universums als Ganzem zu erzählen. Es gibt etwas an der Astronomie, das in der menschlichen Kultur tief verwurzelt ist und eine ebenso lange Geschichte hat wie Musik, Tanz und Dichtung.“

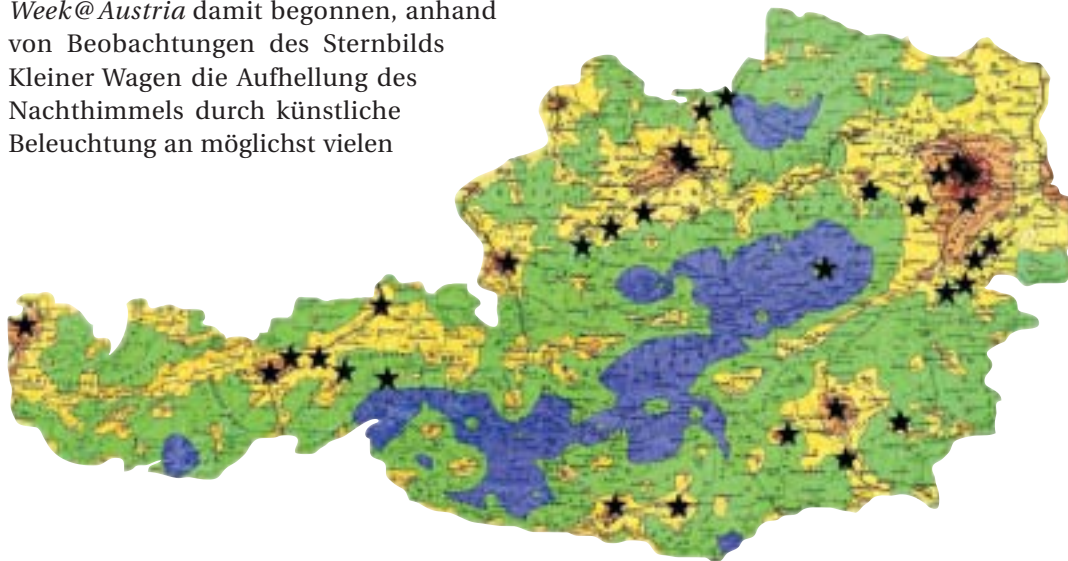
Ein Experiment zur Lichtverschmutzung

Um dieses Themenfeld in das Bewusstsein der Öffentlichkeit zu rücken, wurde im Jahr 2001 im Rahmen der Wissenschaftswoche *Science Week@Austria* damit begonnen, anhand von Beobachtungen des Sternbilds Kleiner Wagen die Aufhellung des Nachthimmels durch künstliche Beleuchtung an möglichst vielen



Die Sommer-Milchstraße – ein kaum mehr bekannter Anblick!

Orten Österreichs zu erfassen. Mittels einer einfachen und von jedermann leicht auszuführenden Beobachtung der im Sternbild Kleiner Wagen sichtbaren Sterne konnten bis zum Frühjahr 2002 über 1800 Beobachtungsmeldungen gesammelt werden. Auch das Medienecho war beträchtlich. Weitere Informationen sind via www.astro.univie.ac.at abrufbar.



Simulation der Lichtverschmutzung über Österreich. Rote Gebiete weisen eine sehr starke Lichtverschmutzung auf, blaue eine geringe. Die Sterne markieren Einrichtungen, die sich der astronomischen Forschung oder der Öffentlichkeitsarbeit widmen. Nahezu alle sind merklich durch Lichtverschmutzung beeinträchtigt.

Umsetzung

ÖNORM

Die Notwendigkeit der Beleuchtung von Straßen, Plätzen und Wegen für Fußgänger und Fahrzeuge steht außer Zweifel. Sie muss nicht nur dem Bedürfnis des Menschen nach Sicherheit, sondern auch der Gewährleistung von Verkehrssicherheit und der Gestaltung der Städte und Gemeinden als Wohn- und Erlebniswelt gerecht werden.

Die derzeit gültige Straßenbeleuchtungsnorm ÖNORM O-1050, die in Kürze durch die viel exaktere und genauer definierte europäische Norm EN-13201 1-4 ersetzt wird, sowie die einschlägigen Richtlinien wie die RVS 5.512 „Beeinträchtigungen der Verkehrssicherheit durch visuelle Informationsträger für verkehrsfremde Zwecke“ oder die Publikation der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft „Messung und Beurteilung von Lichtmissionen“ dienen zur objektiven Bewertung von Lichtquellen. Anhand dieser Bewertungsgrundlagen ist es sowohl bereits bei der Planung, wie auch bei der Beurteilung von vorhandenen Beleuchtungsanlagen möglich etwaige Störungen der Umwelt, des nächtlichen Himmels oder den Einfluss auf das Ökosystem zu erkennen und zu vermeiden. Es gibt also innerhalb dieser ÖNORM einen Spielraum, der den nachtaktiven Insekten die Chance zum Überleben bietet, die Faszination des Sternenhimmels erlebbar macht und zudem noch energiesparend ist (s. Tabelle).



Besonders im Bereich von Parks, Grünanlagen und alten Baumbeständen sollte die Beleuchtung umweltfreundlich gestaltet werden.

Um ungefähr einen Begriff über die Größenordnungen der zulässigen Werte zu bekommen folgende Praxisbeispiele:

Max. Beleuchtungsstärke	
bei Vollmond	ca. 0,3 Lux
Empfohlene Beleuchtungsstärke eines Schreibtisches	ca. 300 Lux
Tageslichthelligkeit im Schatten	ca. 10.000 Lux
Sonne	ca. 100.000 Lux

Übersicht über die max. zulässigen Beleuchtungsstärken, geordnet nach Gebieten.
Ausgenommen sind Straßenbeleuchtung, Ampeln etc. Werte in Lux gemessen in der Fensterebene.

BELEUCHTUNGSSTÄRKEN			
Gebiet	6:00 – 20:00 Uhr	20:00 – 22:00 Uhr	22:00 – 6:00 Uhr
Kurgebiete, Krankenhäuser Pflegeanstalten	1	1	1
allgemeine Wohngebiete	3	3	1
Mischgebiete	5	3	1
Kerngebiete, Gewerbegebiete	15	15	5

Handlungsbedarf

Zur ökologisch und zugleich ökonomisch sinnvollen Verbesserung der Beleuchtungssituation sollten insbesondere folgende Bereiche in Betracht gezogen werden:

Siedlungsbereich

Der Siedlungsbereich wird deshalb in die Überlegungen miteinbezogen, weil es auch hier in ökologischen Nischen Lebensraum für Nachtfalter gibt. Die Lichter von Siedlungsräumen tragen auch über viele Kilometer merklich zur Aufhellung des Nachthimmels bei und verringern die Sichtbarkeit des Sternenhimmels. Daher sollte besonders im Bereich von Parks und Grünanlagen, alten Baumbeständen, Gewässern etc. die Beleuchtung umweltfreundlich gestaltet werden.

Siedlungsrandbereich

Wie bereits mehrfach erwähnt richten Lampen, die sich im Bereich der freien Landschaft befinden bzw. Lampen, die eine starke Fernwirkung haben, den größten Schaden an. Randbereiche der Siedlungen bzw. Übergänge zur freien Landschaft sollten – unter Wahrung von Sicherheitsaspekten für die Menschen – aus Naturschutzgründen deutlich geringer ausgeleuchtet werden als Zentralsiedlungsbereiche und Hauptverkehrszonen. Insbesondere bei angrenzenden schützenswerten Lebensräumen wie den angesprochenen Trockenrasen, Gewässerbereichen, Waldrändern, Hecken, Feuchtgebieten, sollte den Anforderungen einer umweltfreundlichen Beleuchtung Rechnung getragen werden.

Dieser Bereich ist besonders für das Erleben der Faszination des Sternenhimmels von Bedeutung, da er für die Menschen noch leicht erreichbar ist. Aus der Sicht des Naturschutzes und der Astronomie wäre eine Reduktion der Beleuchtungsstärken auf Werte nahe der Vollmondhelligkeit anzustreben.

Freie Landschaft

Besonders wichtig für den Naturschutz ist die Einhaltung der Anforderungen einer umweltfreundlichen Beleuchtung bei Lichtkonzentrationen in freier Landschaft weitab von den eigentlichen Siedlungsbereichen, z.B. bei angestrahlten historischen Gebäuden (Burgen, Schlösser), Kirchen, aber auch bei Liftstationen, oder sonstigen frei stehenden Gebäuden wie Kläranlagen, Kraftwerken etc. Die Beleuchtung solcher Einrichtungen beeinträchtigt die Sichtbarkeit des Sternenhimmels in weitem Umkreis. Angestrahlte helle Wände, Glas- und Metalloberflächen ziehen nachtaktive Insekten besonders an. Über die Entfernung, aus der Insekten angelockt werden, gibt es unterschiedliche Angaben. Eine Reichweite von mindestens 500 Metern scheint gesichert zu sein, weil bei Lichtfängen von Schmetterlingskundlern Tiere gefangen wurden, deren nächstgelegene Lebensräume in dieser Entfernung lagen.



Maßnahmen

LAMPENTYPEN

Umstellung der Beleuchtung von Quecksilberdampflampen auf Natriumdampflampen – insbesondere Natriumdampf-Niederdrucklampen im Nahbereich artenreicher Lebensräume

Ausstattung von Neubaugebieten nur mehr mit Natriumdampflampen

- ✓ Geringere Lockwirkung
- ✓ Energietechnischer Vorteil

LEUCHTENTYPEN

Verwendung von abgeschirmten Leuchten, die nur gewünschte Bereiche erhellen

- ✓ Eine Abschirmung von Leuchten nach oben entspricht den beleuchtungstechnischen Empfehlungen der Lichttechnischen Gesellschaft Österreichs. Leuchten, die ihr Licht ausschließlich in den unteren Halbraum werfen, gefährden Insekten und beeinträchtigen das Erleben des Sternenhimmels deutlich weniger als Leuchten, die nach der Seite oder oben strahlen

Vermeidung von Beleuchtungskonzentration mit Fernwirkung; Reduzierung der Leuchtenhöhe bzw. der Lichtpunkthöhe; z.B. von den üblichen 9 auf 4 Meter!

- ✓ Nachtaktive Insekten werden aus umso größerer Entfernung angezogen, je höher der Lichtpunkt angelegt ist; durch die Reduzierung der Lichtpunkthöhe wird die Anlockwirkung stark verringert. Ebenso wird die Sichtbarkeit des Sternenhimmels weniger beeinträchtigt

Beleuchtung in artenreichen Gebieten abschirmen

- ✓ Anlockwirkung stark verringert und Sichtbarkeit des Sternenhimmels nicht beeinträchtigt

Verwendung von Lampen mit geschlossenem Gehäuse

- ✓ Durch ein geschlossenes Gehäuse wird verhindert, dass die angelockten Tiere in die Lampe einfliegen und „verbrennen“

Verbot von Skybeamern und großflächiger Werbebeleuchtung, insbesondere in Siedlungsrandbereichen und naturnahen Lebensräumen

- ✓ Offene Leuchten sind gemäß Lichttechnischer Gesellschaft Österreichs nicht Stand der Technik

BETRIEBSWEISE

Reduzierung der Lichtintensität: Einsatz von Leuchten mit 2 Lampen

✓ Geringere Lockwirkung und bessere Sichtbarkeit des Sternenhimmels

Zu bestimmten Nachtstunden jede 2. Lampe ausschalten – Einsparpotential 50%

✓ Ausschalten gibt „gefangenen“ Tieren Gelegenheit zur Flucht; bessere Sichtbarkeit des Sternenhimmels

Einsatz von dimmbaren Leuchten

✓ Energietechnischer Vorteil

Zu bestimmten Nachtstunden dimmen – Einsparpotential 30%

✓ Verringerung der Lockwirkung und bessere Sichtbarkeit des Sternenhimmels

Vermeidung oder Reduzierung der Beleuchtungsdauer bei angestrahlten Gebäuden wie Kirchen etc. (Vermeidung von Reflexion an hellen Wänden)

✓ Die Begrenzung der Betriebsdauer von Außenbeleuchtungsanlagen wie z.B. Anstrahlungen historisch interessanter Gebäude auf die notwendige Zeit sollte in Erwägung gezogen werden. Dies ist schon aus energetischen Gründen vernünftig. Ähnliches gilt für Lichtwerbeanlagen

Die lichttechnische Industrie kann den Forderungen für eine umweltfreundlichere Beleuchtung weitgehend entgegenkommen, da sich die ökologischen Anforderungen zum großen Teil mit den Anforderungen an eine den lichttechnischen Normen entsprechende, energiebewusste Beleuchtung decken.

Weiterführende Informationen



Leuchtnacht mit der Volksschule Virgen



Erfolgreiche Raupenzucht der Schüler von der Hauptschule Zirl

Schulprojekte

In zweierlei Hinsicht wurde das Problem der Lichtverschmutzung bisher für Schüler aufbereitet: Einerseits in Bezug auf den Artenschutz, andererseits in Bezug auf die (mehr und mehr eingeschränkte) Sichtbarkeit der Sterne.

„Leuchtnacht“ im Virgental

Ein Pilotprojekt, das an zwei ausgewählten Schulen in Virgen und in Zirl in Zusammenarbeit mit den LehrerInnen Anfang des Jahres 2001 angelaufen ist, brachte das im Unterricht vielfach vernachlässigte Themenfeld „Licht und Insekten“ den Kindern näher. Der Grund für die Auswahl dieser beiden Schulen liegt in den örtlichen Gegebenheiten. Das Virgental bietet als eine der wenigen ökologisch intakten Landschaften Lebensraum für zahlreiche Schmetterlingsarten. Zirl besitzt nördlich, in Richtung Burg Fragenstein einen reich strukturierten Hangbereich mit ebenfalls zahlreichen Schmetterlingsarten.

Das Thema „Schmetterlinge“ wurde fächerübergreifend in Biologie, Turnen, Werken und Deutsch thematisiert. Schmetterlingsbeobachtungen im Freien und Raupenzucht im Klassenzimmer machten mit den Tieren vertraut und bauten Gefühlsbeziehungen auf. Als Höhepunkt des Projektes erlebten die Schüler jeweils eine „Leuchtnacht“.

Solche Leuchtaktionen gehören zu den in der Insektenforschung üblichen Methoden. Die Wissenschaftler des Tiroler Landesmuseums haben sie für das Projekt „Helle Not“ adaptiert, um den Unterschied zwischen Quecksilberdampflampen und Natriumdampflampen auf die Anziehungskraft für Insekten zu demonstrieren.

Das einschneidendste Erlebnis für die Kinder beider Schulen war die Raupenzucht: Raupen genossen zu Beginn des Projektes keinerlei Sympathie bei den Kindern. Manche verzogen beim Wort Raupe das Gesicht, als handelte es sich um das Ekligste überhaupt. Das sollte sich aber bald ändern: Zuerst wurde ein Raupenkasten gebastelt, dann wurden in der Turnstunde – beim Joggen – Raupen sowie die Futterpflanzen gesammelt.

Eine Raupe zu Hause ist wie eine Kuh im Stall: Sie braucht täglich Pflege, die richtige Futterpflanze und Wasser. Dabei traten natürlich auch Pannen und Misserfolge auf – z.B. wurden einige Raupen mit zu viel Wasser versorgt,

Der Schmetterling

Die Geburtshilfe

An einem sonnigen Freitag nach der letzten Stunde (24) lasen Rasima, ich und Frau Kubik, die mit uns die Beobachtung der Entwicklung der Raupe zum Schmetterling durchführten, die neugeborenen Schmetterlinge frei. Die „Schmetterlingsbae“ stellen wir wieder in die Klasse. Rasima wollte nachschauen ob wir auch ja keinen **SCHMETTERLING** übersehen hatten. Sie berührte einige tote doch einer war gar nicht tot. Der wollte gerade aus der Puppe raus. Er kam aber nicht raus, denn die Puppe hing nicht mehr am Astchen. So hielt ich die Puppe unten fest. Der Schmetterling konnte schlüpfen nachdem Rasima die Puppe sehr vorsichtig etwas auseinander bog. Frau Kubik hatte leider ~~keinen~~ ^{den} Film im Fotokamera schon verknipst. Das war sehr schade denn so etwas sieht man nicht jeden Tag. Wir gingen alle, fasziniert nach Hause.

Monika Neumann
2B-Klasse



Ein besonderes Erlebnis von Monika aus der 2b-Klasse der Hauptschule Zirl

Himmelsbeobachtungen im Rahmen des Physikunterrichts

sodass sie ertranken – aber die Kinder waren mit einem riesigen Eifer bei der Sache. Am Ende des Projektes hatten alle Entwicklungsstadien der Schmetterlinge die Herzen der Kinder erobert.

Zum Schulprojekt gibt es weiterführendes Informationsmaterial, das bei der Landesumweltanwaltschaft Innsbruck angefordert werden kann.

Die Beeinträchtigung des Nachthimmels durch zuviel Licht war Gegenstand des Projekts „Wieviele Sterne sehen wir noch?“, welches im Rahmen der *Science Week@Austria* im Mai 2001 auch für Schulen aufbereitet wurde (siehe S. 25). Unterrichtsmaterial zu diesem Thema ist im Internet abrufbar unter <http://physicsnet.asngraz.ac.at/physik/lv.htm> oder über sterne@astro.univie.ac.at.



New York, Time Square

Wieviel Licht braucht der Mensch?

Ein Blick in die Beleuchtungskultur der Vergangenheit

Dr. Sylvia Mader, Kunsthistorikerin und Museumspädagogin

New York, Time Square. „Laufende“ Lichtbänder, Leuchtreklamen, riesige Bild-Projektionen – ein Lichtspektakel, das die Nacht von ihrer grellsten Seite zeigt. Die Lichteffekte der Multimediashows stehen im Dienste der Werbung und Unterhaltung. Kaum jemand, der nachts durch die hell erleuchteten Straßen einer modernen Großstadt schlendert, denkt daran, daß Licht einst etwas Besonderes war. Noch unsere Urgroßväter schenken ihrer Angebeten zu Maria Lichtmeß (2. Februar) bemalte Wachsstöcke. Auch Töchter und weibliche Dienstmädchen erhielten an diesem Tag ihren Wachsstock, der an den dunklen Winterabenden der Vorweihnachtszeit beim Kirchenbesuch angezündet wurde. Die hervorragende Stellung des flammenden Lichtes im religiösen Kult resultiert nicht zuletzt aus seiner elementaren Bedeutung für das Leben.

Die Zeit der Aufklärung und des Klassizismus hat den Begriff des „finsternen Mittelalters“

geprägt, der neben der Geringschätzung dieser Epoche gegenüber der Antikenverherrlichung den Hinweis auf die Beleuchtungsverhältnisse der „Ritterzeit“ enthält. Dauerten Arbeiten bis in die Nacht hinein oder mußten im Dunkeln verrichtet werden (Bergwerk), bediente man sich der Fackel. Neben dem Kienspan wurden Öl- und Talglampen zur Beleuchtung der Räume benutzt. Diese hat man sich im 13. Jh. als einfache Tonschalen vorzustellen¹. Schönere Exemplare besitzen einen eingerollten Griff. Den ärmeren Schichten diente oft nur der Schein des offenen Herdfeuers zur Beleuchtung. Abendliche Geselligkeit im Kerzenschein beim Mühlespiel kennt man vor allem aus adeligen und bürgerlichen Verhältnissen. Bienenwachs war teuer, während Rinderfett, Talg oder billiges Öl rasch niederbrannte bzw. stark rauchte. Im allgemeinen begann man den Tag mit Sonnenaufgang und beendete ihn mit Sonnenuntergang.

An eine Außenbeleuchtung im heutigen Sinne war überhaupt nicht zu denken. Wohl führte bereits im 16. Jahrhundert Ferdinand II. von Tirol, der seine Popularität einer Mé-salliance mit Philippine Welser, der Tochter eines Augsburger Geschäftsmannes verdankt, Pechpfannen an den Eckhäusern² ein. Bis ins 18. Jh. wurden Besucher von Fackelträgern oder dem aufmerksamen Gastgeber selbst mit einer Laterne nach Hause begleitet. Die Redensart vom „Heimleuchten“ erinnert noch daran. Sogenannte Brennkalender bezeugen zwar den Einsatz von Öllampen als Straßenbeleuchtung in einigen europäischen Städten – Paris 1667, London 1668, Amsterdam 1669, Berlin 1679, Hamburg 1675, Wien 1687, Leipzig 1702³ – doch fungierten diese eher als Positionslampen, denn als Beleuchtungskörper.

Noch heute ist es in Afrika oder Lateinamerika geboten, vor Einbruch der Dunkelheit daheim zu sein. Fährt man nachts auf Guatemalas abgelegenen Straßen durch Mayagebiet, so kann man die dörflichen Siedlungen kaum ausmachen, weil außerhalb des Lichtkegels der Autoscheinwerfer völliges Dunkel herrscht. Dem nächtlichen Reisenden wäre es bei uns früher ähnlich ergangen. Trotz landesfürstlicher Straßensicherung galt Reisen nachts als gefährlich, einerseits der Kriminalität andererseits der erhöhten Unfallgefahr wegen. Kutschen der besseren Herrschaften oder Fuhrwerke gewerblicher Betriebe waren mit Laternen ausgestattet, das Bauernwagerl konnte nur tagsüber gebraucht werden. Nächtlicher Verkehr kommt praktisch erst mit der Erfindung des Automobils (1885) auf.

1902 – 1903 erhielt Landeck als zweite Stadt Tirols, kurze Zeit nach Innsbruck, eine elektrische Straßenbeleuchtung⁴. Van Goghs Gemälde „Kleiner Weg am Montmartre“, 1886⁵ fällt in die Zeit der Umstellung von Gaslicht auf elektrische Beleuchtung⁶. 23 Jahre früher hatte Jules Verne in seinem Science-Fiction-Roman „Paris im 20. Jahrhundert“ die Metropole im Licht einer elektrischen Straßenbeleuchtung beschrieben. Tatsächlich verfügte als erste europäische Stadt Berlin (1878) über eine elektrische Straßenbeleuchtung.



Wachsstock, frühes 18. Jh., Augustinermuseum Rattenberg

Auf den Stadtlandschaften der Zwischenkriegszeitmalerei erscheinen die Straßenlampen gelb, ihr Schein taucht nur die unmittelbare Umgebung in Helligkeit aus dem Kontrast des warmen Gelbtones mit dem dunklen, kaltfarbigen Hintergrund ergibt sich ein Spannungsverhältnis, das unser Gefühl in vielschichtiger Weise berührt. Die Wirkung von Licht und Farbe auf den Gemütszustand interessierte Psychologen wie Künstler seit jeher.



Landeck, Maisengasse. Stadtarchiv Landeck. Vermutlich um 1910 – 1914 aufgenommen (Information von Georg Zobel, Stadtarchivar, Landeck)



Albert Birke, „Großstadthäuser“
(Berlin), Öl/Karton, nicht dat. (um 1924). Sammlung Joseph Hierling, Tutzing, Deutschland. ©VBK, Wien 2000.

Den Blick auf Innsbruck von der Seegrube aus hätten die Maler der 20er Jahre wohl als dunkle Stadtarchitektur mit einzelnen Lichtpunkten dargestellt. Schaut man heute aus der gleichen Position auf Tirols Hauptstadt, so erfüllt ein Lichtermeer die Nacht, das bis 1600 m Seehöhe abstrahlt, sodaß der Bergwanderer auch nachts seinen Weg problemlos ohne Taschenlampe finden könnte. Die moderne Beleuchtungs(un)kultur – erst durch die Erfindung der Gasentladungslampen (z.B. Neonröhren) möglich – beruht vielfach auf unreflektierter Gewohnheit und übersteigt bei weitem den aus Sicherheitsgründen gegebenen Bedarf.

Anmerkungen

- 1 Harald Stadler, Der Erpfenstein bei Erpfendorf, Gem. Kirchdorf in Tirol. Eine mittelalterliche Burganlage im Leukental in: *Nearchos* 2, 1994, S. 82f. u. Abb. A106-A109
- 2 Josef Hirn, Erzherzog Ferdinand von Tirol. Geschichte seiner Regierung und seiner Länder, Bd. 1, Innsbruck 1885, S. 495
- 3 Anlässlich der Einführung der Stadtbeleuchtung in Leipzig wurde eine Medaille geprägt. Publiz. in: Michael Kunzel, *Geschichtsmedaillen und Plaketten aus der Sammlung des Deutschen Historischen Museums*, hrsg. v. Deutsches Historisches Museum, 6. Jg., Heft 17, Berlin 1996, Inv.-Nr. N77/404
- 4 *Tiroler Tageszeitung*, Nr. 14, 1.4.1902 und Wilfried Huber, *Die Donauchemie*, in: *Stadtbuch Landeck*, Innsbruck-Landeck 1998, S. 295
- 5 Van Gogh, „Kleiner Weg am Montmartre“ (bei Tageslicht dargestellt), Öl/Karton, Paris, Frühjahr 1886. Amsterdam Rijksmuseum Vincent van Gogh, Vincent van Gogh Stiftung, F 232, Jh 1113
- 6 In Paris seit 1828 Gasbeleuchtung, 1844 erster öffentlicher Beleuchtungsversuch mit händisch regulierten, elektrischen Lichtbogenlampen auf der Place de la Concorde. – Vgl. Johannes Abele, *Die Lichtbogenlampe*, in: *Technikgeschichte*, hrsg. v. Deutsches Museum, München 1997 (1995), S. 12 u. 30

Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz**, 1995: Gefährdung nachtaktiver Insekten durch Außenbeleuchtung. Vorschläge für eine umweltfreundliche Beleuchtung (Az 8/3 – 8436.3-7289).
- Blab J.; Ruckstuhl Th.; Esche Th.; Holzberger R.:** Aktion Schmetterling – so können wir sie retten; Ravensburg: Maier, 1987.
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland**, Kreisgruppe Alzey-Worms, 2000: Insektenfreundliche Außenbeleuchtung.
- Cleve K.:** Das spektrale Wahrnehmungsvermögen nachts fliegender Schmetterlinge – NachrBl. Bayer. Ent. 16 (5/6), 1967, 33-53.
- Eisenbeis G.:** Freilandökologische Untersuchungen zum „Insektenfreundliche Außenbeleuchtung im kommunalen Bereich“ – eine Luftelektrostudie zur Anlockwirkung von Quecksilberdampfhochdruck-, Natriumdampfhochdruck- und Natrium-Xenondampfhochdrucklampen. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland; 1999.
- Eisenbeis G.; Hassel F.:** Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinlans. Natur und Landschaft, 75. Jg. (2000) Heft 4; 145 – 156.
- Esche Th. & al:** Untersuchungen zur Auswirkung unterschiedlicher Lichtquellen auf nachtaktive Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) im Rastatter Oberwald, Landkreis Rastatt; Institut für Ökologie und Artenschutz im DBV, Fachbereich Waldökologie; 1989; 24
- Esche T.:** Untersuchung zur Auswirkung unterschiedlicher Lichtquellen auf nachtaktive Schmetterlinge. 1999, 28 pp.
- Gebundet:** Eine Information des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart, 1990.
- Hatzmann H.; Wendt R.:** Lichtverschmutzung in der Landschaft; aus: Licht und Raum, 05/95.
- Kriener M.:** Macht das Licht aus; Natur und Kosmos; 2000; 30-36.
- Landesumweltanwalt Tirol:** Geschützte Pflanzen- und Tierarten – Beschreibung der in Tirol geschützten Arten, Tiroler Naturschutzverordnung 1997, LGBl. 95/1997; 2000.
- Leuchtende Todesfallen** – Übertriebene Außenbeleuchtung gefährdet nachtaktive Insekten; Öko-Information der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung; 1992.
- LiTG:** Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten; LiTG-Publikation Nr. 15; 1997.
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg:** Insektenfreundliche Beleuchtung, Auswirkungen großer Beleuchtungsanlagen auf nachtaktive Tiere, insbesondere Insekten; 1990.
- Natur und Land** – Zeitschrift des Österreichischen Naturschutzbundes: Schmetterlinge – sanfte Gaukler. Heft 2-3/1999.
- Posch Th.; Hron J.; Wucherl G.:** Wieviele Sterne sehen wir noch? Sterne und Weltraum 1/2002, S. 62-63.
- Schanowski A.; Freundt S.:** Überbelichtet. Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Baden-Württemberg (DBV); Stuttgart, 1990.
- Scheibe M.A.:** Über die Attraktivität von Straßenbeleuchtungen auf Insekten aus nahe gelegenen Gewässern unter Berücksichtigung unterschiedlicher UV-Emission der Lampen; Natur und Landschaft, 74. Jg. (1999) Heft 4; 144-146.
- Schmiedel J.:** Auswirkungen von künstlichen Lichtquellen auf die wild lebende Tierwelt; Diplomarbeit, 1992.

Dank

Für nützliche Informationen, die wesentlich für die Erstellung der Broschüre waren, geht an dieser Stelle ein herzlicher Dank an:

Böttcher Marita, Bund für Naturschutz – Außenstelle Leipzig · Dirnwöber Helga, Wien · Eisenbeis Gerhard, Prof. Dr., Institut für Zoologie der Universität von Mainz · Gärtner Georg, Dr., Botanisches Institut der Universität Innsbruck · Greiderer Karin, Amt der Tiroler Landesregierung – Abt. Europäische Integration · Günther Dietmar, Stadtgemeinde Wörgl · Hartmann Max, DI, Energie-Controlling, Altsch, Vorarlberg · Hassel Frank-Michael, Dipl.Ing., Geschäftsführender Vorstand Bund für Umwelt und · Naturschutz, Landesverband Rheinland Pfalz e.V. · Hollunder Michael, Wien · Huemer Peter, Dr., Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum · Leiner Otto, Mag., Amt der Tiroler Landesregierung – Abteilung Umweltschutz · Kerschbaum Franz, Dr., Institut f. Astronomie, Universität Wien · Krismer Rainer, Mag., Energie Tirol · Mader Sylvia, Dr., Kunsthistorikerin · Raab Herbert, DI, Linzer Astronomische Gemeinschaft · Radler Christine, Mag., WWF - Panda Club · Rhemann Gerhard, Astrostudio, Wien · Rössler Astrid, Dr., Landesumweltanwaltschaft Salzburg · Rottmar Karin, Mag., Biologin · Ruggenthaler Dietmar, Ing., Gemeinde Virgen · Scheibe Mark Andreas, Mag., Institut für Zoologie – Johannes Gutenberg-Universität Mainz · Schimpelberger Elke, Elektrizitätswerk Wels AG · Schmiedel Jörg, DI, Büro für Landschaftsplanung und Umweltberatung, Rostock · Tarmann Gerhard, Dr., Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum · Verein Kuffner Sternwarte, Wien · Volkssternwarte Mariazellerland · Wiener Arbeitsgemeinschaft Astronomie, Wien · Für die Bereitstellung von Bild- und Textmaterial von Schulkindern wird der Hauptschule Zirl und der Volksschule Virgen gedankt.

Kontaktadressen

Für weitere Informationen zum Thema, wie z.B. Erhebung der Beleuchtungssituation, Kosten, Finanzierung, finanzielle Unterstützung, etc. stehen folgende Ansprechpartner zur Verfügung:

Biologie/Ökologie

Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum
Naturkundliche Sammlung
Dr. Gerhard Tarmann
Feldgasse 11a, A-6020 Innsbruck
☎ 0512-587286
E-Mail: g.tarmann@tiroler-landesmuseum.at

Naturschutz

Wiener Umweltschutz
Muthgasse 62, A-1190 Wien
☎ 01-37979
E-Mail: post@wua.magwien.gv.at

Tiroler Landesumweltanwalt
Brixnerstraße 2, A-6020 Innsbruck
☎ 0512-508-3492
E-Mail: landesumweltanwalt@tirol.gv.at

Beleuchtung

LTG, Lichttechnische Gesellschaft Österreichs
Arbeitskreis öffentliche Beleuchtung, DI Dr. N. Thiemann
Magistrat der Stadt Wien, MA 33, Senngasse 2, A-1110 Wien
☎ 01-79775-92312
E-Mail: thi@m33.magwien.gv.at

Astronomie

Österreichische Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik
Arbeitsgruppe Lichtverschmutzung
Institut für Astronomie der Universität Wien
Türkenschanzstraße 17, A-1180 Wien
☎ 01-4277-51801
E-Mail: sterne@astro.univie.ac.at



„Ein Falter schwirrt ums Licht
– an der Flamme bleibt er hängen,
und Rettung gibt es nicht“

(„Der Zigeunerbaron“, Johann Strauß)

