



LEBENSRAUM NATURNACHT

KONZEPT ZUR NACHTBEZOGENEN NATURPÄDAGOGIK

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

 **LE 14-20**
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



In Kooperation mit

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

- Titel: Konzept zur nachtbezogenen Naturpädagogik
- Durchführung: Umweltdachverband GmbH
- Rahmen: Dieses Dokument wurde im Rahmen des von BMLRT und EU geförderten LE-Projektes „Lebensraum Naturnacht: Erhaltung des natürlichen Erbes und Schutz der Biodiversität nachtaktiver Arten am Beispiel der UNESCO-Welterbegebiete Österreichs“ erstellt.
- AutorInnen: Christian Raffetseder, Gerald Pfiffinger & Martin Troger (Umweltdachverband), Christina Pichler-Koban (E.C.O. Institut für Ökologie)
- Layout: Anna Kovarovics & Anneliese Fuchs (E.C.O. Institut für Ökologie)
- Titelbild: Creative Commons Zero – CCo (www.maxpixel.net)
- Datum: Wien, März 2021

E.C.O.



Inhalt

| | | | |
|--|-----------|--|----|
| Einleitung | 1 | | |
| Die Nachtexkursion | 2 | | |
| Was müssen Naturvermittler*innen für eine Nachtexkursion beachten? | 2 | | |
| Beispiel für den Aufbau einer Nachtexkursion | 3 | | |
| Astronomie | 4 | | |
| Der Sternenhimmel als Werkzeug „Früher Kulturen“ | 4 | | |
| Werkzeug 1: Kompass | 4 | | |
| Werkzeug 2: Uhr | 4 | | |
| Werkzeug 3: Kalender | 6 | | |
| Werkzeug 4: Größtes Bilderbuch der Welt | 6 | | |
| Werkzeug 5: Tierkreis-Sternbilder | 6 | | |
| Himmelskörper | 7 | | |
| Sonne – Tag und Nacht | 7 | | |
| Mond | 7 | | |
| Planeten | 8 | | |
| Milchstraße | 8 | | |
| Literaturverweis zu Astronomie | 10 | | |
| Biologie | 11 | | |
| Allgemeines | 11 | | |
| Lichtlose Lebensräume | 11 | | |
| Schlaf bei Tieren | 11 | | |
| Sinne | 12 | | |
| Säugetiere | 12 | | |
| Kuhglocken-Läuten in der Kulturlandschaft | 14 | | |
| Biber | 14 | | |
| Dachs | 14 | | |
| Fledermäuse | 15 | | |
| Fuchs | 15 | | |
| | | Marder | 15 |
| | | Igel | 17 |
| | | Rothirsch/Reh | 17 |
| | | Wildschwein | 18 |
| | | Vögel | 18 |
| | | Eulen: Waldkauz, Waldohreule | 18 |
| | | Kiebitz | 21 |
| | | Nachtigall | 22 |
| | | Amphibien | 22 |
| | | Alpensalamander | 22 |
| | | Feuersalamander | 24 |
| | | Knoblauchkröte | 24 |
| | | Wasserfrösche | 24 |
| | | Fische | 24 |
| | | Wels | 25 |
| | | Wirbellose (Insekten, Mollusken, Krebstiere) | 25 |
| | | Schmetterlinge | 25 |
| | | Leuchtkäfer (Glühwürmchen) | 26 |
| | | Heuschrecken und Grillen | 26 |
| | | Laufkäfer | 29 |
| | | Hirschkäfer | 29 |
| | | Tigerschneigel | 30 |
| | | Wasserfloh | 30 |
| | | Aktivitätszeiten: Wer ist während der Dämmerung aktiv? | 31 |
| | | Pflanzen | 32 |
| | | Lichtmangel | 32 |
| | | Photoperiodismus | 32 |
| | | Blattbewegung im Tag-Nacht-Rhythmus | 32 |
| | | Bäume werden in der Nacht kleiner | 34 |
| | | CAM-Pflanzen | 34 |

| | | | |
|--|-----------|---|-----------|
| Nachtschattengewächse (<i>Solanaceae</i>) | 34 | Der Sternenhimmel geht auf | 48 |
| Gefleckter Aronstab (<i>Arum maculatum</i>) | 35 | Die kulinarische Galaxie – Aufbau der Milchstraße anhand einer | |
| Gemeine Nachtkerze (<i>Oenothera biennis</i>) | 35 | Nussschnecke | 49 |
| Weißer Lichtnelke (<i>Silene latifolia</i>) | 36 | Vollmondwanderung | 49 |
| Zaunwinde (<i>Calystegia sepium</i>) | 36 | Biologie | 49 |
| Türkenbundlilie (<i>Lilium martagon</i>) | 36 | Fledermaus-Detektor | 49 |
| Zweiblättrige Waldhyazinthe (<i>Platanthera bifolia</i>) | 36 | Lichtfalle für Glühwürmchen | 50 |
| Leuchtmoos (<i>Schistotega pennata</i>) | 36 | Lautsignale der Tiere | 50 |
| Pilze | 37 | Fledermaus & Nachtfalter | 50 |
| Lichtverschmutzung & Gesundheit | 39 | Glühwürmchen-Spiel | 50 |
| Adaption des menschlichen Auges | 39 | Nachterlebnis | 52 |
| Blendung | 39 | Die Augenadaption | 52 |
| Tag-Nacht-Rhythmus | 40 | Das Piratenaugenauge | 52 |
| Leuchtsysteme | 40 | Seilparcours | 52 |
| Energieverschwendung | 41 | Die Blinde Raupe | 53 |
| Angst in der Nacht | 41 | Weg in der Dunkelheit | 53 |
| Methoden | 43 | Adlerauge | 53 |
| Schätzen ist gut – Zählen ist besser | 43 | Geräusche der Nacht | 53 |
| Astronomie: Sternbilder und ihre Geschichten kennen lernen | 43 | Story telling | 53 |
| Sage über die Entstehung der Milchstraße | 43 | Quellen und Linksammlung | 54 |
| Woher kommen unsere Sternbilder? | 43 | Anhang | 56 |
| Welche Sternbilder eignen sich besonders für die Vermittlung? | 44 | Nacht-Recht (von Dr. Wolfgang Stock) | 57 |
| Sage „Herkules und die Milchstraße“ | 45 | Anregungen für die weitere Auseinandersetzung mit Vermittlung der | |
| Sage „Kallisto, die Geliebte des Zeus“ (Großer Bär, Kleiner Bär) | 46 | Naturnacht | 59 |
| Sage „Perseus und Andromeda“ (Perseus, Andromeda, Kepheus, | | | |
| Kassiopeia, Wal, Pegasus) | 46 | | |
| Sternenkarte | 48 | | |
| Sternbilder-Karten | 48 | | |
| Bewegungen am Sternenhimmel verstehen (Teilnehmer*innen oder | | | |
| Gegenstände) | 48 | | |

Einleitung

Der Lebensraum Naturnacht ist in Gefahr. Intensive künstliche Beleuchtung stellt immer mehr ein selbstverständliches Element des zeitgenössischen Lebensstils dar. Nächtliche Satellitenbilder zeigen, welches Ausmaß die Lichtglocken über Städten, Siedlungsräumen und Infrastrukturelementen in Europa erreicht haben. Diese Lichtglocken entstehen durch direktes und indirektes (reflektiertes) Licht und werden zunehmend unter der Bezeichnung „Lichtverschmutzung“ zusammengefasst. Bei benanntem Phänomen handelt es sich korrekterweise um die großflächige Aufhellung des Nachthimmels. Astronom*innen, Mediziner*innen und Biolog*innen beschreiben schon seit langem die negativen Einflüsse des übermäßigen Gebrauchs von Beleuchtungen. Die nächtliche Dunkelheit hat nicht nur entscheidende Bedeutung für die psychische und physische Gesundheit des Menschen, sondern auch für die Erhaltungszustände von dämmerungs- und nachtaktiven Arten und Artengruppen (Eulen, Fledermäuse, nachtaktive Insekten, insbesondere Schmetterlinge, Zugvögel, etc.). Viele Vertreter dieser Gruppen finden sich in den Listen gefährdeter oder geschützter Arten sowie in den Anhängen der europäischen Naturschutz-Richtlinien (Flora-Fauna-Habitat-RL, Vogelschutz-RL). Damit sind sie für den Naturschutz von prioritärer Bedeutung, wodurch sich die Frage des Lichtschutzes insbesondere auch für Gebiete mit besonderem Schutzauftrag oder Schutzstatus (wie zum Beispiel europäische Natura 2000-Schutzgebiete, Nationalparks oder Welterbestätten) stellt. Auf internationaler Ebene diskutieren Initiativen wie die Dark-Sky Association (IDA) oder die Dark Sky Advisory Group der IUCN und die UNESCO das Thema.

Entsprechende Instrumente („Lichtschutzgebiete“) sind in Entwicklung, wobei aktuell unterschiedliche Ansätze zur Diskussion stehen. 2007

verwies die „La Palma Deklaration“ auf das Recht der Menschen, in einer intakten Welt inklusive des Erlebnisses eines natürlichen Sternenhimmels zu leben.¹

In Österreich gibt es punktuelle Beschäftigung mit dem Thema. So hat das Institut für Astrophysik der Universitätssternwarte Wien (Posch et al. 2017) für Oberösterreich ein umfassendes Handbuch verfasst. Dieses basiert auf Langzeitmessungen der Nachthimmelshelligkeit und listet die Möglichkeiten für Nachthimmels-Schutzgebiete, Initiativen zum Schutz des Nachthimmels und Schutznotwendigkeiten auf. Für die Ostalpen und Großmußl gibt es ein Dossier für Sternenlichtgebiete (Wucherl, 2012: Eastern Alpine Starlight Reserve and Großmußl Starlight Oasis). Für den gesamten Raum Österreich ist die Thematik v.a. auch im Zusammenhang mit dem Thema Biodiversität dennoch bislang wenig diskutiert. Es stellt sich somit vorrangig die Frage, wie gebietsbezogener Lichtschutz für das ganze Bundesgebiet umgesetzt werden kann und wie in der Bevölkerung beziehungsweise bei Entscheidungsträger*innen das Verständnis für die Bedeutung des Themas geschaffen und gestärkt werden kann. Im Projekt „Lebensraum Naturnacht“ werden diese Fragen exemplarisch aufgegriffen.

Weitere Informationen zum Projekt „Lebensraum Naturnacht“ sind auf den Websites des NHM und des Umweltdachverbandes zu finden.

https://www.nhm-wien.ac.at/forschung/projekt_lebensraum_naturnacht
<https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/lebensraum-naturnacht/>

¹ https://www.fundacionstarlight.org/docs/files/79_declaracion-sobre-la-defensa-del-cielo-nocturno-y-el-derecho-a-la-luz-de-las-estrellas-aleman.pdf

Die Nachtexkursion

Das vorliegende Konzept zur nachtbezogenen Naturpädagogik präsentiert Themen und Methoden zur Durchführung von Nachtexkursionen. Es versteht sich als Vermittlungsbehelf für Naturvermittler*innen, die Exkursionen in der Dämmerung oder während der Nachtstunden anbieten oder anbieten möchten. Der Respekt gegenüber Lebewesen der Nacht inklusive eines angemessenen Verhaltens in Naturräumen sind Grundvoraussetzung für alle Exkursionen. Auch gesetzliche Rahmenbedingungen des jeweiligen Bundeslandes sowie der Schutzstatus von Lebensräumen und Arten sind bei der Planung einer Exkursion – sei es nun tagsüber oder während der Nachtstunden – zu berücksichtigen.

Die vorliegende Sammlung an Inhalten bietet Anregungen für den eigenen Einsatz, Informationen und Methoden können an die jeweiligen Anforderungen der Zielgruppen angepasst werden. Das Konzept stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dient der Auseinandersetzung mit der Artenvielfalt der Nacht, Astronomie sowie den problematischen Auswirkungen von Lichtverschmutzung. Letztere hat großen Einfluss auf die Umwelt und das Erlebnis einer Nachtexkursion und wird durch die Erfahrung am eigenen Körper stärker wahrgenommen. Damit soll das Bewusstsein innerhalb der Bevölkerung für Auswirkungen durch in die Umwelt abgestrahltes Kunstlicht gestärkt werden und zukünftig zu einem intelligenten Lichtmanagement in Österreich führen.

Was müssen Naturvermittler*innen für eine Nachtexkursion beachten?

- ★ Sich einen Überblick über das Exkursionsgebiet/-weg machen (am besten bei Nacht)
 - ★ Wie/wo gibt es Beleuchtung am Weg, Lichtschranken?
 - ★ Wo können die Teilnehmer*innen gefahrlos im Wald unterwegs sein?
 - ★ Welche Organismen machen sich bemerkbar? Rufe (Tiere), Leuchten (Pilze und Tiere), Duft (Pflanzen)
- ★ Dämmerungs- bzw. Sonnenuntergangszeiten am Tag der Exkursion
- ★ Sternbilder? (von Datum und Ort der Exkursion abhängig).
- ★ Bei der Erstellung eines Programms: Ausweichmethoden überlegen, falls Bewölkung oder Regen auftreten. Was ist der Plan B?
 - ★ Bei Zusammenstellung der Arbeitsmaterialien und Aktivitäten darauf achten, dass zur Durchführung kein oder nur sehr wenig Licht nötig ist. (Wenn unvermeidbar: rotes Licht verwenden).
 - ★ Es sollte kein ständiger Wechsel zwischen Hell-Dunkel auftreten (Augenadaptation)
- ★ Festes Schuhwerk empfehlen und auf die Stolpergefahr im Dunkeln hinweisen.
- ★ Bei Schlechtwetter: Regenschutz (Regencape, Knirps) und warme Kleidung empfehlen.
- ★ Teilnehmer*innen darüber aufklären, dass Lampen und andere Leuchtgegenstände nur im Notfall verwendet werden sollten. Displays von Smartphones stellen eine starke Beeinträchtigung des Nachterlebnisses dar und sollten daher ausgeschaltet bleiben.
- ★ Teilnehmer*innen vor der Exkursion um Pünktlichkeit bitten. Vor allem wenn zeitgebundene Ereignisse wie die Abenddämmerung ins Programm eingeplant sind.
 - ★ Vor der Exkursion auf ein respektvolles Verhalten in der Natur hinweisen und Verhaltensregeln für die Teilnehmer*innen festlegen.

Beispiel für den Aufbau einer Nachtexkursion

Dauer: 2-3 Stunden, je nach Veranstaltungsort und Motivation der Gruppe,
Zielgruppe: Familien mit Kindern (ab ca. 10 Jahren), ca. 15 Personen

| | |
|--------|---|
| 10 min | <p>Begrüßung und Vorstellung in der Dämmerung</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Worum geht es heute und wie lange wird es in etwa dauern? ★ Wo befinden wir uns und wie sieht die Route der Nachtexkursion aus? ★ Wie steht es um die Erfahrungen der Teilnehmer*innen in Bezug auf Nachtexkursionen? |
| 15 min | <p>Einführung in den Lebensraum Naturnacht</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Inhalt: Adaption des menschlichen Auges (S. 39) ★ Methode: Die Augenadaption (S. 52) |
| 20 min | <p>Eintauchen in die Dunkelheit</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Welche Tiere nutzen den Schutz der Dunkelheit? ★ Inhalt: zum Beispiel: Säugetiere (S. 12), Vögel (S. 18) oder Wirbellose (Insekten, Mollusken, Krebstiere) (S. 25) ★ Methode: Lautsignale der Tiere (S. 50) |
| 40 min | <p>Der Sternenhimmel geht auf</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Sobald die ersten Sterne oder Planeten zu sehen sind, können diese Naturphänomene zum Anlass für Inhalte und Methoden herangezogen werden. ★ Inhalt: Der Sternenhimmel als Werkzeug „Frühere Kulturen“ (S. 4) ★ Methode: Bewegungen am Sternenhimmel verstehen |

| | |
|--------|--|
| | <p>(Teilnehmer*innen oder Gegenstände) (S. 48), Der Sternenhimmel geht auf (S. 48), Woher kommen unsere Sternbilder? (S. 43)</p> |
| 30 min | <p>Erwachen der Sinne</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Ein kurzer Spaziergang eignet sich gut, um Teilnehmer*innen auf die Unterschiede der Fortbewegung bei Nacht im Vergleich zum Tag aufmerksam zu machen. ★ Methode: Die Blinde Raupe (S. 53), Weg in der Dunkelheit (S. 53) |
| 20 min | <p>Lichtverschmutzung und Gesundheit</p> <p>Ist während der Nachtexkursion künstliche Beleuchtung und sogar die Lichtglocke einer Stadt zu sehen, können Lichtverschmutzung samt ihren Auswirkungen auf Natur und Gesundheit thematisiert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Lichtverschmutzung & Gesundheit (S. 39) ★ Methode: Das Piratenaugenauge (S. 52) |
| 15 min | <p>Abschluss und Verabschiedung</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Auflösung der Methode Die Augenadaption (S. 52) ★ Stimmungsrunde: Wie war die Erfahrung der Dunkelheit für Teilnehmer*innen? Wurden neue Erkenntnisse in Bezug auf Biodiversität gewonnen? Wer hatte Angst? Wer kennt die Auswirkungen von Lichtverschmutzung? Wer kann ein Sternbild benennen? Etc. ★ Methode: Die kulinarische Galaxie – Aufbau der Milchstraße anhand einer Nusschnecke (S. 49), Sage über die Entstehung der Milchstraße (S. 43), Story telling (S. 53) |

Astronomie

Der Sternenhimmel als Werkzeug „Früher Kulturen“

Vor mehreren tausend Jahren lebten die Menschen entweder sesshaft in Holzhütten und betrieben Ackerbau und Viehzucht oder sie zogen nomadisch als Jäger und Sammler umher. Den Abend ließen sie am Lagerfeuer ausklingen, dabei offenbarte der Blick zum Sternenhimmel ein Meer von vielen tausend Sternen. Mit der Zeit prägten sich die Menschen markante Sternformationen ein, ordneten ihnen Figuren zu und benannten sie – die Sternbilder. Sie lernten die Bewegungen am Sternenhimmel zu deuten und begannen dieses Wissen für ihre Zwecke zu nutzen. Die folgenden fünf Werkzeuge stellt der Sternenhimmel jedem Menschen zur Verfügung.

Werkzeug 1: Kompass

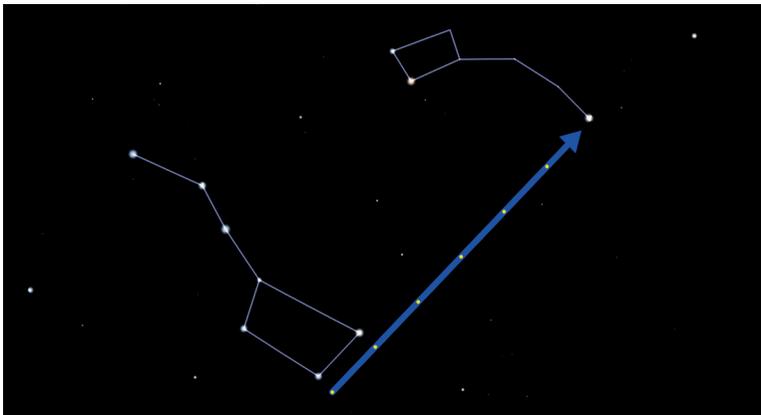


Abbildung 1: Werkzeug Kompass, Auffinden des Polarsterns mit Hilfe des Großen Wagens © by NHM-Wien/Christoph Goldmann, Sternenhimmel erstellt mit Stellarium.org (GNU GPL)

Um den Sternenhimmel als Kompass zu verwenden, sucht man ausgehend vom Großen Wagen den Polarstern: die hintere Verbindungslinie am Kasten des Großen Wagens vom Wagen nach oben hin verlängern (ca. 5-fache Distanz der beiden Kastensterne). Dort liegt ein heller Stern, der Polarstern. Von dort zieht man auf kürzestem Wege eine Linie zum Horizont. Genau in dieser Richtung liegt Norden. Die anderen Himmelsrichtungen (Norden-Osten-Süden-Westen) lassen sich mit dem Merksatz „Nie ohne Seife Waschen“ im Uhrzeigersinn leicht auffinden.

Werkzeug 2: Uhr

Warum sollte man vor tausenden Jahren eine Uhr gebraucht haben? Man stelle sich folgende Situation vor: Jäger beschließen am nächsten Morgen auf einer Hirschenlichtung auf die Jagd zu gehen. Damit sie bei Sonnenaufgang nicht gleichzeitig mit den Hirschen auf die Lichtung ziehen – und dabei die Hirsche wohl verscheuchen würden – wollen sie bereits 1 Stunde vor Sonnenaufgang auf der Lauer liegen. Dazu brauchen sie eine Uhr – die Himmelsuhr.

Um die Himmelsuhr zu nutzen stellen wir uns einen Stundenzeiger vor, der am Polarstern fixiert ist. Der virtuelle Zeiger stellt die Verbindungslinie zwischen Polarstern und den hinteren beiden Kastensternen des Großen Wagens dar, die wir bereits beim Kompass genutzt haben. Nachdem alle Sternbilder – auch der Große Wagen – in 24 Stunden um den Polarstern wandern, tut dies natürlich auch unser virtueller Stundenzeiger. Anders als eine mechanische Uhr benötigt er für einen Umlauf jedoch nicht zwölf, sondern eben 24 Stunden.

Zurück zu unserer Jagdszene: Eine Person muss nun am Lagerfeuer Wache halten, während die Jäger sich für die bevorstehende Jagd ausschlafen.



"Sternlan schau"-Tour im Naturpark Weißensee © Martin Stabentheiner

Der Wächter weiß aus den Nächten davor, um welche Uhrzeit auf der Himmelsuhr die Sonne aufgehen wird. Rechtzeitig vor Sonnenaufgang weckt er die anderen Jäger, die sich nun auf der Hirschlichtung auf die Lauer legen können.

Werkzeug 3: Kalender

Aufgrund des Umlaufs der Erde um die Sonne, blicken wir nachts im Verlauf des Jahres in verschiedene Richtungen ins All. Damit ändert sich der in der Nacht sichtbare Himmelsausschnitt und seine Sternbilder. Daher gibt es Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Wintersternbilder. Bei Anbruch der Nacht tauchen im Osten Monat für Monat neue Sternbilder auf, andere verschwinden derweil im Westen. Im Jahresabstand wiederholen sich diese Sternbilder und dieses Phänomen lässt sich als Kalender nutzen. Die antiken Griechen und Römer betrachteten z. B. das erste Auftauchen des Siebengestirns (Plejaden im Sternbild Stier) in der Abenddämmerung im Herbst als geeigneten Zeitpunkt dafür, mit dem Einbringen der Ernte anzufangen. Der Untergang der Plejaden unter den Horizont am Morgenhimmel galt im Frühjahr wiederum als Signal dafür, mit der Bestellung der Felder zu beginnen.

Werkzeug 4: Größtes Bilderbuch der Welt

Die Ursprünge zahlreicher Sternbilder reichen bis in das frühe Altertum zurück. Insbesondere das antike Griechenland und seine Mythen prägen die heute verwendeten Sternbilder. Die Menschen glaubten damals an viele Götter: z. B. für die Sonne (Helios), Blitz und Donner (Zeus), Meer (Poseidon), Fruchtbarkeit der Erde (Demeter) usw. Die 12 Hauptgötter wohnten am Olymp, einem Gebirge in Griechenland. Die Welt der Götter war kompliziert, aber Bücher gab es noch nicht. Um sich alle Verwicklungen

und Beziehungen merken zu können, erzählte man sich Geschichten und nahm den Sternenhimmel als „Größtes Bilderbuch der Welt“ dabei gerne zu Hilfe.

Als Naturvermittler kann man ein markantes Sternbild zeigen und dazu eine Sage erzählen. In den verschiedenen Jahreszeiten bieten sich in Mitteleuropa folgende Sternbilder an:

- ★ Ganzjährig: Großer Bär und Kassiopeia
- ★ Frühling: Löwe
- ★ Sommer: Schwan
- ★ Herbst: Pegasus
- ★ Winter: Orion

Wie die alten Griechen entwickelte jede Kultur auf der Erde ihr eigenes System an Sternbildern. Auch Kinder sind sehr kreativ darin Figuren am Himmel zu entdecken, das sollte man ruhig mal versuchen. Folgende Beispiele kann man diesbezüglich nennen:

- ★ Der Große Bär im alten Griechenland ist in Amerika auch ein Schöpflöffel, in Europa wiederum ein Großer Wagen
- ★ Der Schütze ist in Amerika auch ein Teekessel (Teapot).
- ★ Der Bärenhüter z. B. sieht aus wie eine Eistüte.

Werkzeug 5: Tierkreis-Sternbilder

Bereits im Altertum waren den Menschen einfache Gesetzmäßigkeiten im Lauf der Gestirne bekannt. Die Menschen entdeckten, dass Sonne, Mond und Planeten immer durch dieselben Sternbilder, die Tierkreis-Sternbilder, wanderten. Jahr für Jahr, Monat für Monat konnte man anhand des

Sternenhimmels natürliche Abläufe auf der Erde vorhersagen, wie z. B. die Jahreszeiten. Daraus entwickelten sich die ersten Kalender. Man übertrug das Prinzip dieser Vorhersagen auch auf andere Lebensbereiche die keinen natürlichen Gesetzmäßigkeiten unterlagen. Dies führte zu frühen Formen der Astrologie, die lange mit der Astronomie verbunden blieben. Heute wird die moderne Astrologie von der wissenschaftlichen Fachwelt der Astronomie getrennt betrachtet. Dennoch erfreuen sich Geburtshoroskope und Zeitungshoroskope, in denen die Namen von Tierkreis-Sternbilder als Benennung von Tierkreiszeichen bzw. Sternzeichen Verwendung finden, nach wie vor großer Popularität. Die Frage von Besuchern nach ihrem Sternzeichen und dem Aufsuchen des dem Namen nach entsprechenden Tierkreis-Sternbildes am Himmel, kann daher durchaus als Einstieg in die Vermittlung des Sternenhimmels aufgegriffen werden.¹

Himmelskörper

Sonne – Tag und Nacht

Die Drehung der Erde um ihre eigene Achse bedingt maßgeblich den Auf- und Untergang der Gestirne und damit auch den Tag-Nacht Zyklus. Die Neigung der Rotationsachse der Erde und ihr Umlauf um die Sonne beeinflussen, abhängig von der geographischen Breite, insbesondere die Tages- und Nachtlängen sowie die Dauer der Dämmerung. Gemeinhin ist die Nacht durch die Abwesenheit der Sonne am Himmel definiert. Sie beginnt mit der Abenddämmerung, nach dem Untergang der Sonne unter den Horizont und endet nach der Morgendämmerung mit ihrem Aufgang. Aber selbst in der „astronomischen“ Nacht, der Phase maximaler Dunkelheit zwischen den Dämmerungen (die je nach geographischer

¹ <http://diesterne.at>

Breite nicht zu jeder Jahreszeit „erreicht“ wird - Stichwort „Weiße Nächte“) kann das von der Mondoberfläche reflektierte Sonnenlicht die Nacht erhellen. Eine klare Vollmondnacht kann etwa 250-mal heller sein als eine klare Nacht mit Sternenhimmel zu Neumond.²

Mond

So wie die Sonne den Tag prägt, prägt der Mond die Nacht. Sein Umlauf um die Erde führt zu, von der Erde aus, unterschiedlich sichtbaren Beleuchtungsgraden, den Mondphasen. Durch veränderliche Auf- und Untergangszeiten und auch dem von der geographischen Breite abhängigen Mondlauf über den Himmel, ergeben sich zeitlich und in ihrer Helligkeit stark veränderliche nächtliche Beleuchtungsverhältnisse. Diese reichen von kompletter Abwesenheit des Mondlichts bei Neumond bis hin zu durch den Mond in der Helligkeit dominierten Vollmondnächten. Der Mond entstand vermutlich vor 4,4 Milliarden Jahren, als ein Protoplanet (Vorläufer eines Planeten) mit etwa der Größe des Planeten Mars mit der Uerde kollidierte. Teile der daraus resultierenden Trümmer formten innerhalb „kurzer“ Zeit (wenige zehntausend Jahre) den heutigen Erdtrabanten.

Die vom Mond ausgehende Anziehungskraft ist hauptverantwortlich für das Auftreten der Gezeiten. Diese können nur in ausreichend großen Gewässern beobachtet werden, da sich dort genügend bewegliche Masse befindet um die Auswirkungen, der im Vergleich zu anderen Kräften schwachen Anziehungskraft, sichtbar zu machen. In geringerem Ausmaß verursacht auch die Sonne Gezeiten. Immer zu Voll- oder Neumond liegen Mond und Sonne auf einer Linie und ihre Wirkung addiert sich. Die

² <http://www.lichtmacherei.de/kategorie/information-led/vergleich-lux-und-lumen.html>

Gezeiten fallen an diesen Tagen am stärksten aus (Springtide). Diesen Umstand nutzen viele Tiere auf ihren Wanderungen (z. B. der Europäische Aal). Am schwächsten sind die Gezeiten rund um Halbmond, wenn Mond und Sonne grob in 90° Winkel zur Erde stehen. Dann gleichen sich die Einflüsse von Sonne und Mond teilweise aus (Nipptide).³

Planeten

Unser Sonnensystem besitzt acht bekannte Planeten. Von der Sonne nach außen sind dies Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun (Merksatz: „Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unseren Nachthimmel.“). Im Gegensatz zu Neptun, der gar nicht, und Uranus der nur unter Idealbedingungen mit freiem Auge zu beobachten ist, können alle anderen bekannten Planeten unter geeigneten Bedingungen mit freiem Auge am Himmel beobachtet werden. Die Planeten Merkur bis Saturn waren daher zumindest bereits in der Antike bekannt. Namensgebend waren daher römische und griechische Gottheiten. Als „Innere Planeten“ mit Umlaufbahnen kleiner als die der Erde, befinden sich die Planeten Merkur und Venus am Himmel immer in relativer Nähe zur Sonne. Gewöhnlich sind sie daher nur während der Dämmerung zu sehen. Die Venus lässt sich relativ einfach beobachten, da sie in ihrem Helligkeitsmaximum neben Sonne und Mond das hellste Objekt am Himmel ist. Ist sie am Abendhimmel zu beobachten, geht sie nach der Sonne unter und wird auch als Abendstern bezeichnet. Geht sie vor der Sonne auf und ist sie dabei am Morgenhimmel beobachtbar, wird sie auch Morgenstern genannt. Mit Abstand am nächsten kann der Erde der Planet Mars kommen. Ungefähr alle 2,5 Jahre ergibt sich eine besonders günstige Beobachtungsphase für den „Roten Planeten“, wie der Mars auch genannt wird. Dabei ist er als auffallend helles und deutlich rötlich gefärbtes Objekt mit freiem Auge am Himmel zu beobachten. Mit Hilfe eines Teleskops kann man dann sogar grobe Strukturen auf der Oberfläche erkennen. Um

³ <https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/atmosphaere/meere/gezeiten/>

1900 glaubte man sogar künstliche Kanäle erkannt zu haben, worauf die Vorstellung von Marsmännchen von vielen Autor*innen als Inspiration herangezogen wurde.

Jupiter ist der größte und massereichste Planet des Sonnensystems. So wie Saturn ist er ein sogenannter Gasriese, der keine feste Oberfläche aber eine ausgedehnte Gashölle besitzt. Trotz der großen Entfernung können daher beide Planeten ausreichend Sonnenlicht reflektieren, sodass sie, vorausgesetzt sie stehen nicht am Taghimmel, als auffällig helle Objekte am Nachthimmel beobachtet werden können. Mit einem großen Feldstecher oder kleinen Teleskop sind bereits Details erkennbar. Bei Jupiter sind dies insbesondere die vier Galilei'schen Monde, bei Saturn ein auffälliges Ringsystem, welches vor allem aus Staub und Wassereis besteht. Uranus und Neptun lassen sich praktisch nur mit entsprechendem Aufwand mit einem Feldstecher oder Teleskop beobachten. Im Vergleich zu den anderen Planeten sind auf Grund ihrer großen Entfernung kaum Details erkennbar. Uranus wurde daher erst im 18. Jahrhundert entdeckt. Neptun hingegen konnte nur indirekt durch seinen Einfluss auf die Umlaufbahn des Uranus im 19. Jahrhundert nachgewiesen werden. Mit einer genauen Positionsrechnung konnte der Planet als kleine grüne Scheibe ausgemacht werden.⁴

Milchstraße

Unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, ist ein großes, rotierendes Sternensystem von bis zu 300 Milliarden Sternen. Ihre Form ähnelt einer großen, in der Mitte gewölbten, Scheibe aus Sternen mit einem Durchmesser von bis zu 200.000 Lichtjahren.⁵ Die Sonne samt

⁴ <https://lexikon.astronomie.info/planeten/uhrwerk.html>

⁵ Ein Lichtjahr (Lj) ist jene Strecke, die das Licht mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von ca. 300.000 km/s, während eines Jahres zurücklegt. Das entspricht in etwa 9,5 Billionen km.

Sonnensystem bewegt sich, von der Mittelebene der Scheibe leicht abgesetzt, rund um das Zentrum der Milchstraße. Da wir uns selbst in der galaktischen Scheibe befinden, können wir nachts nur „seitlich“ in die Milchstraßenebene mit ihren Sternen blicken. Wir sehen die Milchstraße sozusagen „von der Kante“ aus als unregelmäßig breites, milchig-helles Band am Nachthimmel. Da wir mit dem freien Auge die Vielzahl an Sternen nicht einzeln auflösen können, nehmen wir diese als schwaches Leuchten wahr. Das ist auch der Grund, warum die Milchstraße, in vielen Regionen mit aufgehelltem, lichtverschmutzten Himmel nicht mehr sichtbar ist. Je nach geographischer Breite und über den Verlauf des

Jahres verändert sich auch der Anblick der Milchstraße. In Mitteleuropa steht die Milchstraße in den Wintermonaten deutlich tiefer am Himmel als im Sommer. In der wärmeren Jahreszeit kann die Milchstraße daher auch hoch über den Köpfen zentral am Himmel (im Zenit) beobachtet werden. Dann ist auch eine hellere, deutlicher strukturierte und damit um einiges auffälligere Region der Milchstraße sichtbar. Das Zentrum der Milchstraße befindet sich in Richtung des Sternbilds Schütze und lässt sich am besten in südlicheren Regionen, insbesondere von der Südhalbkugel aus, beobachten. Denn selbst im Sommer erreicht dieses Sternbild in den Breiten Mitteleuropas keine großen Höhen über dem Horizont.



| Entfernung von der Sonne | Merkur | Venus | Erde | Mars | Jupiter | Saturn | Uranus | Neptun |
|--|--------|-------|-------|-------|---------|-----------|-----------|----------|
| in Mio. km | 57,9 | 108,2 | 149,6 | 228,0 | 778,5 | 1433,4 | 2872,4 | 4495,0 |
| in Astronomischer Einheit ⁶ | 0,4 | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 5,2 | 9,6 | 19,2 | 30,0 |
| Lichtlaufzeit ⁷ | 3 min | 6 min | 8 min | 12min | 43 min | 1h 19 min | 2h 39 min | 4h 9 min |
| Größe in Erddurchmessern | 0,4 | 0,9 | 1,0 | 0,5 | 11,2 | 9,4 | 4,0 | 3,9 |

Abbildung 2: Planeten im Abstand zur Sonne (Graphik nicht maßstabsgetreu) © by NHM-Wien/Christoph Goldmann

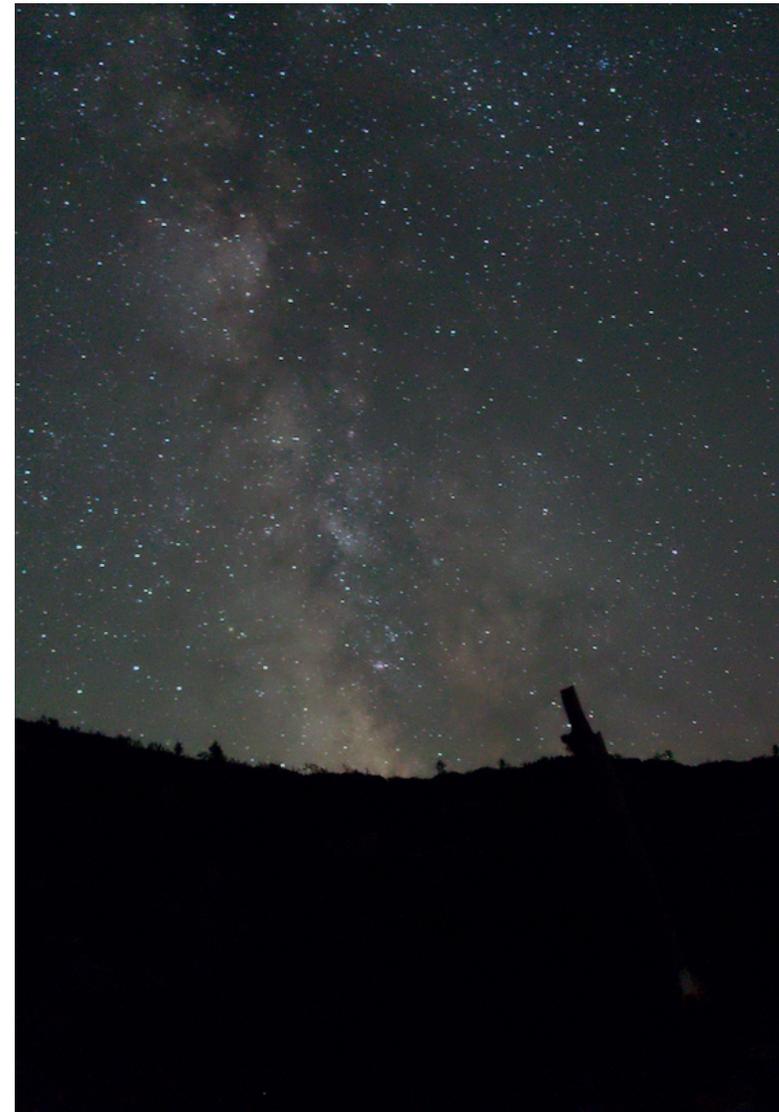
⁶ Die Astronomische Einheit entspricht der mittleren Entfernung Erde-Sonne

⁷ Licht breitet sich mit knapp 300.000km/s aus

Literaturverweis zu Astronomie

Zur intensiveren Auseinandersetzung mit dem Themengebiet der Astronomie werden folgende Bücher empfohlen, die vor allem Einsteiger*innen den Zugang erleichtern:

- ★ Keller, Hans-Ulrich: „Kosmos Himmels-Jahr JJJJ. Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf“, wird jährlich neu aufgelegt. Franckh Kosmos Verlag
- ★ Celnik, Werner E. & Hahn, Hermann-Michael: „Astronomie für Einsteiger. Schritt für Schritt zur erfolgreichen Himmelbeobachtung“, Franckh Kosmos Verlag, 2020



Milchstraße bei Mondaufgang © Günther Wucherl

Biologie

Allgemeines

Lichtlose Lebensräume

Der Boden, das Grundwasser oder Höhlen sind Lebensräume, in denen Tiere in dauernder Dunkelheit leben. Meist gehen diese Lebensräume mit niedriger Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit einher. Tiere, die an diese Lebensräume angepasst sind, haben oft zurückgebildete Augen, sind wenig pigmentiert und besitzen besonders empfindliche Tastorgane, z. B. Fühler, Antennen oder Vibrationsorgane. Solche Arten findet man unter den Amphibien (z. B. Grottenolm¹, Salamander), den Insekten (z. B. Höhlenlaufkäfer²) und Spinnentieren oder den Krebstieren (z. B. Höhlenflohkrebse, Asseln). Pflanzen kommen aufgrund des fehlenden Sonnenlichts kaum vor, dafür aber die Gruppe der Pilze, die ihre Energie aus dem Abbau organischen Materials beziehen kann.³

Schlaf bei Tieren

Tiere zeigen die unterschiedlichsten Verhaltensweisen, wenn es um ihre Schlafgewohnheiten geht. Manche brauchen einen geeigneten Schlafplatz, wie Katzen und Hunde, die sich mehrmals im Kreis drehen, um ihren Schlafplatz zurecht zu treten. Andere Arten schlafen stehend (z. B. Fluchttiere wie Pferde), um möglichen Fressfeinden jederzeit entkommen zu können. Wieder andere suchen ihr Nest (Vögel) oder ihren unterirdischen Bau (Kaninchen) auf oder liegen mit Artgenossen zusammen (Wildschwein), um die Nacht zu überdauern.

Reptilien verkriechen sich unter aufgewärmten Strukturen, Amphibien

1 <https://scilogs.spektrum.de/biosenf/10-unglaubliche-eigenschaften-des-grottenolms-und-warum-es-der-gollum-unter-den-salamandern-ist/>

2 https://www.kalkalpen.at/de/Fauna_Hoehlenlaufkaefer

3 <https://www.scinexx.de/dossierartikel/farblos-und-blind/>

schlafen teilweise unter Wasser und Fische lassen sich auf den Grund des Gewässers absinken.

Die Funktionen des Schlafes sind bis heute nicht vollständig geklärt, allerdings konnte eine energiesparende und energiekonservierende Wirkung des Schlafes nachgewiesen werden. Der Schlaf von Säugetieren lässt sich in REM- (Rapid Eye Movement) und Nicht-REM-Phasen unterteilen, die sich durch unterschiedliche physiologische Veränderungen im Körper auszeichnen. Besonders der Schlaf während der REM-Phasen trägt zur Ausbildung neuronaler Verknüpfungen im Gehirn bei.⁴ Zudem setzt eine metabolische Erholung im Körper ein, hauptsächlich kurz nach dem Einschlafen werden Wachstumshormone freigesetzt.⁵

Schlaf Facts:⁶

- ★ Fische schlafen mit offenen Augen – sie besitzen keine Augenlider.
- ★ Viele Vogelarten sind in der Lage ihren Schlaf während des Flugs zu konsumieren – so etwa der Mauersegler, der nahezu sein gesamtes Leben in der Luft verbringt.
- ★ Unter den Säugetieren zählt der Koala mit über 20 Stunden zu den absoluten Langschläfern, während das Okapi nur etwa 30 Sekunden in der Tiefschlafphase verbringt
- ★ Delfine und andere Meeresbewohner schlafen nur mit einer Gehirnhälfte – die andere benötigen sie, um weiterhin zu schwimmen und um regelmäßig zum Atmen an die Wasseroberfläche zu gelangen.

4 <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/schlaf/11377>

5 <https://www.endokrinologie.net/files/download/broschueren/16-wachstumshormon.pdf>

6 <https://www.lumizil.de/magazin/allgemein/tierschlaf-wir-zeigen-ihnen-die-kuriosesten-schlafverhalten-der-tiere>

Sinne

Im Laufe der Evolution haben sich die Sinne von vielen nachtaktiven Tieren an die Dunkelheit angepasst und weiterentwickelt. So zum Beispiel bei Eulen, deren Augen besonders viele Stäbchenzellen besitzen (siehe auch Adaption des Auges), weshalb sie bei Dunkelheit Objekte und Beute besser erkennen können. Außerdem können sie herausragend gut Entfernungen bei schwachen Lichtverhältnissen abschätzen, da ihre Augen in teleskopartigen Knochenröhren liegen.⁷ Viele Nachtfalter verfügen ebenfalls über besonders angepasste Sehapparate, sogenannte „Superpositionsaugen“, die durch verkürzte Pigmentzellen zwischen den Ommatidien ermöglichen, dass Licht seitlich in mehrere Einzelaugen gelangen kann.⁸ Katzen hingegen besitzen ein Tapetum lucidum, welches hinter der Netzhaut reflektiert und die Lichtstrahlen ein zweites Mal hindurchschickt, weshalb ihre Augen auch in der Nacht manchmal aufleuchten. Darüber hinaus haben Katzen ein sensibles Gehör, welches mit einem Frequenzbereich von über 60 kHz sogar das von Hunden übertrifft.⁹ Auch der Geruchssinn trägt bei einigen Tierarten stark zur Orientierung bei und spielt vor allem bei der Fortpflanzung eine wichtige Rolle. Das Wiener Nachtpfauenauge kann ein einziges Duftmolekül des Weibchens auf bis zu elf Kilometer Entfernung wahrnehmen.¹⁰

⁷ <http://www.umweltbuero-lichtenberg.de/umweltbewusst/archiv/artenschutz/93-nachtleben.html>

⁸ <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/superpositionsauge/12546>

⁹ <https://www.ausliebezumhaustier.de/katzen-schon-gewusst/so-beeindruckend-sind-die-7-sinne-ihrer-katze>

¹⁰ <https://www.tierchenwelt.de/specials/tierleben/426-geruchssinn-tiere.html?start=1>

Es gibt auch Sinnesorgane, die Menschen nicht besitzen, und die in der Nacht zur Orientierung beitragen. Ein bekanntes ist das Echolot-System der Fledermäuse, mit dem sie ohne Licht „sehen“ können. Sie senden Ultraschallwellen aus und können aus den reflektierten Echos ein dreidimensionales Bild zusammensetzen.¹¹ Es ist davon auszugehen, dass vieles noch unentdeckt ist.

Säugetiere

Viele Tiere leben nachtaktive, einige sekundär und erst seit relativ kurzer Zeit, um uns Menschen auszuweichen, wie Studien zu Reh und Rothirsch belegen¹². Sie suchen den Schutz der Dunkelheit in der Nacht und haben ihren Rhythmus dem entsprechend umgestellt. Dies betrifft nicht nur das tägliche Schlaf-Wachverhalten, sondern auch Jahresrhythmen wie Fortpflanzung und Winterruhe. Durch die ansteigende anthropogene Erhellung des Nachthimmels kommen viele Arten neuerlich aus ihrem natürlichen Takt. Aktionsphasen werden verkürzt und somit die allgemeine Fitness der Tierarten reduziert. Gebiete mit zu viel künstlichem Licht (oder dessen teilweise weitreichenden Abstrahlungen) werden daher schnell unbewohnbar für diese Tiere. Einige wenige konnten sich anpassen (z. B. Fuchs und Wildschwein), viele waren aber in einer natürlichen Umgebung bereits tagaktiv.

¹¹ <https://www.spektrum.de/wissen/10-aussergewoehnliche-sinne/1289498>

¹² http://www.parcs.ch/wpz/pdf_public/2016/32841_20160412_140019_Schneeberger_2016_SA2_Aktivitaetsmuster_Reh.pdf



Kühe im Zillertal © Franziska Hesser

Kuhglocken-Läuten in der Kulturlandschaft

Wildrinderarten beginnen erst in der Nacht mit der Nahrungssuche, wenn es tagsüber zu häufigen Störungen durch den Menschen kommt. Hausrinder grasen solange das Nahrungsangebot reicht immer gleich lang am Tag, um ihren Energiehaushalt zu decken. Werden die Tage kürzer, grasen sie in der Nacht weiter.¹³ Das dabei entstehende Kuhglockengeläut ist nach wie vor Teil der ländlichen Nachtgeräuschkulisse in Österreich. Es ist vor allem für den Almbetrieb wichtig, um streunende Tiere wiederzufinden.

„Kuhnacht“, vor allem im Schwäbischen gebräuchlich, heißt so viel wie „sehr finster“. Der Ursprung liegt womöglich in der Schwäbischen Gaunersprache. Dort hieß Gefängnis „Kau“ (kommend von Koje) mit dem nicht nur die enge Schlafkoje auf Schiffen gemeint war, sondern auch ein enges Loch. Ein Kau oder Kaulok wurde später nicht mehr verstanden und wurde zu Kuh bzw. Kühloch. Mit „Kuhnacht“ oder „kuhfinster“, meint man also „so dunkel wie im Gefängnis“.

Biber

Biber sind dämmerungs- bzw. nachtaktiv und sehen nur in Grauschattierungen (kein Farbsehen). Sie nutzen wie andere Nager auch ihre langen Tastaare um sich im trüben Wasser und in der dunklen Biberburg zu orientieren. Sie hören und riechen gut, verständigen sich mit Rufen und gut hörbarem Schwanzklatschen (Warnsignal) und markieren mit Duftmarken (Bibergeil) ihr Revier. Im Sommer bevorzugen sie Frischfutter in Form von Wasserpflanzen und Kräutern, Abstecher in ein

¹³ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016815910000188X>

nah gelegenes Zuckerrüben- oder Maisfeld sind aber auch möglich¹⁴. Geht das frische Grün zur Neige, werden Bäume gefällt, um an die jungen Triebe und Blätter zu kommen. Biber können nicht berechnen, wohin der Baum fallen wird. Die Biber sitzen in der Regel hanggelegen. Die gefällten Bäume fallen meist in Richtung Gewässer, da die Krone des Baumes sich wegen der besseren Lichtverhältnisse zum Wasser hin reckt. Es kommt aber auch vor, dass der Baum auf den Biber fällt und diesen tödlich verletzt¹⁵. Biber sind sehr territoriale Tiere, die fremde Artgenossen vehement vertreiben. Das betrifft sogar den eigenen Nachwuchs, der sich nach zwei Jahren ein eigenes Revier suchen muss.

Dachse¹⁶

Dachse haben aufgrund ihrer grabenden Lebensweise kleine Augen und Ohren. Beobachtungen zufolge sind ihre Augen hoch empfindlich für Licht (in Gefangenschaft ziehen sie sich immer in dunkle Ecken zurück oder bedecken mit den Pfoten ihre Augen), würden aber bei richtigen Windverhältnissen jemanden, der still und regungslos neben ihnen steht, nicht erkennen. Die Ausprägung der Hirnareale bestätigt ihre Nase als wichtigsten Sinn. Dachse können es riechen, wenn jemand fremdes seine Hand innerhalb der letzten zehn Stunden auf einen ihrer Pfade gelegt hat. Zudem können sie Gerüche von verschiedenen Menschen unterscheiden. Trotz ihrer kleinen Ohren scheinen Dachse ein sehr gutes Gehör zu besitzen. Dachse wandern immer häufiger auch in Vororte von Städten.

¹⁴ https://www.ooe-umweltanwaltschaft.at/Mediendateien/Biberhandbuch_web2.pdf

¹⁵ <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/wie-berechnet-ein-biber-die-fallrichtung-eines-baumes-den-er-gerade-faellt/>

¹⁶ <https://www.wildlifeonline.me.uk/animals/article/european-badger-senses>

Neben Kratzspuren an Bäumen und umgewühlten Komposthaufen, sind Latrinen ein gutes Zeichen für die Anwesenheit eines Dachses. Diese werden an für sie sicheren Stellen ausgehoben und mehrmals besucht.¹⁷

Fledermäuse¹⁸

Alle Fledermausarten in Österreich sind auf der Roten Liste. Die Lichtverschmutzung ist für Fledermäuse in mehrfacher Hinsicht ein riesiges Problem. Tagsüber benötigen sie einen dunklen Ort als Schlafplatz, wie beispielsweise Dachgeschosse von Burgen, Kirchen oder landwirtschaftlich genutzten Gebäuden. Durch die Installation von immer mehr Außenbeleuchtungen gestaltet sich die Suche nach einem geeigneten Schlafplatz immer schwieriger. Zur Jagd kommen die Tiere nur in der Dämmerung und Nacht hervor, also bei gedämpften Lichtverhältnissen. So kann es sein, dass Fledermäuse ihren Ruheort tagelang nicht verlassen, weil es draußen zu hell ist. Zudem verknappten Beleuchtungen indirekt das Nahrungsangebot der Fledermäuse mit negativen Auswirkungen für deren Fortpflanzungserfolg. Tausende meist flugfähige Insekten, sterben im Schein von Außenbeleuchtungen und werden so aus dem potenziellen Futterangebot entnommen. Einige Fledermausarten wie Zwergfledermäuse oder der Große Abendsegler haben gelernt Beleuchtungskörper für die Jagd zu nutzen, viele andere wie die Hufeisennase oder die Mausohrfledermäuse werden jedoch vom Licht vertrieben. Manche wandernden Arten, wie z. B. die Rauhautfledermäuse, lassen sich wiederum von Lichtinstallationen (z. B. Blinklichter auf Windkraftanlagen, etc.) anlocken. Durch den Umweg, den sie einlegen, laufen sie Gefahr zu schwach für den weiteren Weg zu werden.

¹⁷ <https://www.vetmeduni.ac.at/de/infoservice/presseinformationen/presseinformationen-2016/dachsspuren/>

¹⁸ <http://www.hellenot.org/themen/tiere-pflanzen-und-oekosysteme/#c78>

Fuchs

Füchse sind in natürlichen Lebensräumen tagaktiv, nur in Menschennähe nutzen sie vermehrt die Dunkelheit. Da sie ohnehin über einen sehr guten Gehör- wie Geruchssinn verfügen und durch den Besitz eines Tapetum lucidum auch bei geringen Lichtverhältnissen noch recht gut sehen können, sind sie auch in der Nacht nicht in ihrem Verhalten eingeschränkt. Immer öfter sind diese schlauen und anpassungsfähigen Caniden in Städten zu finden (in Wien kommen sogar in der Inneren Stadt vor). Ein Grund dafür ist das enorme Nahrungsangebot. Ein vielfältiges Buffet stellen Mülltonnen dar, aber auch die zahlreichen Ratten und Mäuse werden nicht verschmäht. Weitere Vorteile der Stadt sind die relative Sicherheit vor Bejagung und die höheren Temperaturen im Winter¹⁹. Um die scheuen Füchse zu beobachten eignen sich von ihnen genutzte Trampelpfade, die sogenannten Fuchspässe, am besten. Neben genügend Abstand und Beachtung der Windrichtung benötigt es vor allem viel Geduld um einen Fuchs zu erspähen²⁰.

Marder

Die Mustelidae sind eine Familie von meist dämmerungs- oder nachtaktiven Räubern. Dazu zählen Dachse, Iltisse, Otter, Nerze und Wiesel, sowie die Echten Marder, zu denen Stein- und Baummarder gehören. Charakteristisch für die Familie ist ihr langgestreckter und meist schlanker Körperbau (Dachs und Vielfraß bilden die Ausnahme). Die meisten Arten besitzen zudem einen ausgezeichneten Geruchs- und Gehörsinn, mit Hilfe derer sie Beutetiere selbst unter einer dicken Schneedecke aufspüren können. Mit einer speziellen Anldrüse markieren einige Arten ihr Revier. Besonders der Steinmarder lebt gerne in Siedlungsgebieten,

¹⁹ <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2720439/>

²⁰ <https://wien.stadtwildtiere.at/tiere/fuchs>



Rothirsch © Andrew Swinbank (Shutterstock)

dort nutzt er Dachböden, Holzschuppen oder verlassene Häuser. Ist ein Revier gewählt, wird es gegen männliche Artgenossen aggressiv verteidigt. Dies äußert sich durch lautstarke Kämpfe in der Nacht, besonders während der Paarungszeit in den Sommermonaten. Mit lauten, hohen und katzenähnlichen Schreien versuchen die Tiere bedrohlich zu wirken und ihr Revier zu verteidigen.²¹

Igel

Der Igel sieht, ähnlich wie andere nachtaktive Tiere, schlecht. Er erkennt begrenzt Farben im blauen Bereich, besitzt fast nur Stäbchen in der Retina und ob er ein Tapetum lucidum besitzt, ist nicht eindeutig geklärt. Dafür ist der Geruchsinn besonders gut entwickelt. Die Nase eines Igels ist wie bei vielen Säugern immer etwas feucht, um in gelöster Form Geruchsmoleküle besser wahrnehmen zu können. Werden neue Gerüche erfasst, nassen Igel ihre Nase so stark an, dass sie beginnt zu tropfen. Zusätzlich dazu besitzen Igel ein Jacobson'sches Organ: zwei mit Riechschleimhaut ausgekleidete Hohlräume im Bereich des Nasenbodens, welche durch eine Öffnung im Gaumen mit dem Maul verbunden sind. Durch das Maul aufgenommene Geruchsstoffe können so viel besser erfasst werden. Auch das Gehör eines Igels ist besonders gut ausgeprägt und nimmt Töne bis zu 60 kHz im Ultraschallbereich wahr (Vergleich: Mensch bis zu 16 kHz)²².

Im Igelzentrum Zürich (IZZ) gibt es seit 2008 einen Igelspürhund, um in Sichtungsgebieten denen große Veränderungen (Baustelle, Abriss, etc.) bevorstehen, Igel aufzuspüren und umzusiedeln. Da Igel sich tagsüber verstecken, ist es für Menschen recht schwierig, sie auf verwinkeltem

²¹ <https://www.donauauen.at/nature/fauna/mammals/marder-steinmarder/19878>

²² <https://igelzentrum.ch/biologie>

Gelände zu finden. Entstanden ist dieses Projekt durch Zufall: Eine Mitarbeiterin des IZZ stellte fest, dass ihr Hund Jay nicht nur Igel findet, sondern dies auch auf Kommando tun kann. Ähnlich anderen Spürhunden lernte Jay sich vor gefundenen Igelhinzulegen, ohne sie dabei zu verletzen²³.

Rothirsch/Reh

Die beiden Arten des Schalenwils zeichnen sich durch ihre Scheu vor dem Menschen aus, weshalb sich ihre Aktivitätszeit auch in die Nachtstunden verlagern kann. In Österreich ist der Rothirsch vom früheren Steppentier zum reinen Waldbewohner geworden. Um Rothirsche zu beobachten, eignet sich die Paarungszeit, die witterungsbedingt unterschiedlich aber meist im September für zwei bis drei Wochen andauert.²⁴ In dieser Zeit macht der Platzhirsch mit häufigem, kräftigem Röhren am Tag und in der Nacht auf sich aufmerksam. Das über weite Entfernungen zu vernehmende Röhren dient dazu Weibchen zu beeindrucken und Rivalen einzuschüchtern.²⁵ Anders ist die Lautäußerung bei Rehböcken, die sich eher als Bellen beschreiben lässt. Das Männchen steckt vor und während der Paarungszeit (Blattzeit) zwischen Juni und August sein Revier durch das Bellen ab. Die Ricke (Weibchen) hingegen ruft nach dem Bock mit fiependen Lauten, wenn sie paarungsbereit ist.²⁶

²³ https://igelzentrum.ch/images/Doc/IuU2008_2_ebook.pdf

²⁴ <https://www.jagd-oesterreich.at/wildinformation/schalenwild/>

²⁵ https://www.kalkalpen.at/de/Hirschbrunft_im_Nationalpark_Kalkalpen

²⁶ <https://www.fragen-zur-jagd.at/aus-dem-jagdleben/2019/bellen-im-wald-hund-oder-reh/>

Wildschwein

Die Rotte (Gruppe von Wildschweinen) döst am Tag im selbst gegrabenen Kessel und ist aufgrund des menschlichen Einflusses mehrheitlich in der Nacht aktiv²⁷. Auf der Suche nach Fressbarem (z. B. Wurzeln, Insektenlarven, Ackerfrüchte, etc.) hinterlassen diese Allesfresser deutliche Grabspuren in Wiesen und Äckern. In den letzten Jahrzehnten ist die Anzahl der Wildschweine stark gestiegen und auch ihr Lebensraum hat sich teilweise in Siedlungsgebiete verlagert. So gilt Berlin mit schätzungsweise 5000 Tieren als regelrechte Hauptstadt der Wildschweine. Dort finden sie mit Parks und Waldgebieten ideale Lebensräume und Rückzugsgebiete. Die Vororte sind voller potenzieller Nahrung in Form von Gärten und Mülltonnen. Wildschweine werden gegenüber Menschen kaum aggressiv, außer sie sind mit Frischlingen (Jungtiere) unterwegs.²⁸

Vögel

Zugvögel sind oft in der Nacht unterwegs, weil sie in der Dunkelheit die Vorteile einer geringeren Temperatur und eines geringeren Prädationsdrucks nutzen. Wie schon länger bekannt, orientieren sich in der Nacht ziehende Zugvögel an den Sternen. Der Umgang mit dem Sternenkompas wird als Jungvogel erlernt. Als Referenz dient dabei der Magnetkompass, der den Tieren angeboren ist. Anders als beim Sonnenkompass spielt die genaue Lage von Sternbildern (verändert sich durch die Rotation um den Himmelspol) keine große Rolle bei den meisten Vogelarten. Ähnlich wie wir Menschen können sie anhand der Sternbilder ableiten wo sich Norden befindet. Bei der Erlernung des Sternenkompasses spielen daher Sternbilder nahe dem Himmelspol

²⁷ <https://www.jagdfakten.at/wildschwein-rauschzeit/>

²⁸ https://www.planet-wissen.de/natur/tier_und_mensch/tiere_der_stadt/pwiewildschweineinberlin100.html

eine wichtige Rolle. Während des Zuges wird der Sternenkompas dann mit Hilfe des Magnetfeldes auf den neuen Sternenhimmel nachjustiert. Tritt ein Konflikt zwischen den Kompassen auf, wählen erfahrene Vögel eine Kompromissrichtung zwischen den zwei Richtungsangaben. Treten die Konflikte häufig auf, kommt es zu einer erneuten Eichung des Sternens- bzw. Sonnenkompasses durch den Magnetkompass.²⁹

Eine Gefahr für ziehende Vögel stellen beleuchtete Gebäude dar, die sie anlocken und irritieren. Dabei kann es zum Zusammenstoß mit diesen kommen, was zu Verletzungen, Entkräftung oder sogar Tod führen kann. Künstliche Beleuchtung stört die innere Uhr der Vögel, wodurch sie früher im Jahr zu brüten beginnen. Das geschieht zum Nachteil der Jungen, da noch nicht genügend Nahrung verfügbar ist. Studien zeigen, dass Arten wie Amsel oder Rotkehlchen, die früh am Morgen singen, aufgrund von Kunstlicht im Durchschnitt 10 bis 20 Minuten, teilweise sogar bis zu 90 Minuten früher sangen als die Kontrollgruppen in einem unbeeinflussten Wald. Auch abendliche Gesänge dauerten länger an. Neben der Tageszeit führte auch eine höhere Lichtintensität zu längerem Singen. Inwiefern sich dieser Umstand auf die Fitness der Tiere auswirkt, ist noch nicht ausreichend geklärt. Bei Blaumeisen wurde nachgewiesen, dass der Einfluss von künstlichem Licht zu einer verfrühten Eiablage führt.³⁰

Eulen: Waldkauz, Waldohreule

Eulen sind bekannt für ihre großen lichtempfindlichen Augen (mit Tapetum lucidum, siehe Säugetiere), ihr wichtigstes Sinnesorgan in der

²⁹ https://www.zobodat.at/pdf/Vogelwarte_55_2017_0029-0051.pdf (Kapitel 3.3 und 3.4)

³⁰ <https://academic.oup.com/beheco/article/25/5/1037/2633786>



Eulen © Melanie Salzl



Kiebitz © Ger Bosma (Shutterstock)

Dunkelheit sind aber die Ohren. Diese sind asymmetrisch angeordnet und können dadurch sehr präzise Geräusche orten. Möglich wird das durch die Zeitdifferenz zwischen der Geräuschregistrierung des einen und des anderen Ohres. Dabei reicht Eulen eine Differenz von 0.00003 Sekunden. Nach dem Vorbild der Eulenhoren werden mittlerweile akustische Kameras mit bis zu 40 Mikrofonen gebaut, mit denen beispielsweise Motoren auf Fehlgeräusche und deren Ursprung überprüft werden können.³¹ Um sich ihrer Beute (wie z. B. kleinen Säugetieren und Vögeln, aber auch Fischen, Schlangen und Eidechsen) in der nächtlichen Ruhe geräuschlos annähern zu können, besitzen Eulen dafür angepasste Flügel mit steifen (Vorderkante), flexiblen (Hinterrand) und weichen Federn (Oberseite). So werden die beim Flügelschlag erzeugten, geräuschvollen Luftwirbel so stark gedämpft, dass sie kaum wahrnehmbar sind³². Nachts können die Lautsignale der Eulen, die zur Kommunikation, Balz oder Abgrenzung des Territoriums³³ dienen, gut wahrgenommen werden. Der auffälligste Eulruf ist der des Waldkauzes. Auf ein kurzes gestoßenes „Huh“ folgen zwei lange „Huhuhu“, dabei können Klangfarbe und Lautstärke stark variieren, was Aufschluss über den Erregungszustand des Tieres gibt³⁴. Bei starkem Mondlicht rufen Eulen vermehrt, weil aufgrund der Helligkeit der Jagderfolg geringer ist. Schlafplätze von Eulen sind

31 <https://www.swr.de/naturwunder/thema-6-das-gehoer-der-eule/-/lid=1223312/did=4114484/nid=1223312/frism3/index.html>

32 <https://www.scinexx.de/news/biowissen/eulen-lautlose-flugtechnik-entraetselt/>

33 <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/vogel-des-jahres/waldkauz/21259.html>

34 Hans-Heiner Bergmann, Hans-Wolfgang Helb, Sabine Baumann: Die Stimmen der Vögel Europas – 474 Vogelporträts mit 914 Rufen und Gesängen auf 2.200 Sonogrammen. Aula-Verlag, Wiesbaden 2008, S. 309 und S. 310.

durch Gewölle gekennzeichnet, die sich auf dem Boden finden lassen. Unter Gewölle oder Speiballen versteht man ausgewürgte unverdauliche Nahrungsreste von Eulen- oder Greifvögeln. Sie sind sehr hilfreich, um Ernährungsgewohnheiten der Vögel nachzuvollziehen.

Kiebitz

Der Kiebitz brütet auf offenen Feuchtwiesen oder sekundär auch auf Äckern. Die intensive Landwirtschaft bedroht diesen Lebensraum, der auch für viele andere Wiesenbrüterarten, wie Wachtelkönig und Braunkehlchen, von Bedeutung ist. Eines der letzten großen Brutgebiete ist das Riedgebiet im nördlichen Vorarlberger Rheintal. Scheint die offene Landschaft vorerst ein Nachteil gegenüber Räubern zu sein, so gleicht dies der Kiebitz mit seiner Flugkunst und schauspielerischen Leistung aus. Wird ein Jäger erkannt, so gehen die Tiere einer Kolonie mit gewagten Sturzflügen zum Angriff über. Sollte das keine Wirkung zeigen, so täuscht eines der Elterntiere eine Verletzung vor und gibt dabei typische klagende Rufe von sich, um den Räuber vom Nest wegzulocken. Weit genug weg flüchtet es dann in die Luft. Derartige Angriffe finden vor allem nachts statt, da viele der Feinde des Kiebitzes (allen voran Katzen), nachtaktiv sind.³⁵ Kiebitzrufe in der Nacht können aber auch einem Weibchen gelten, das angelockt werden soll (ab Anfang März nach der Rücker aus dem Winterquartier) oder einem Artgenossen gegen den das Brutrevier verteidigt werden soll.³⁶

35 <https://naturschutzbund.at/vielfaltleben-schutzprojekte/articles/schutzprojekt-kiebitz.html>

36 https://www.birdlife.at/page/publikationen_„Vögel_und_Landwirtschaft“

Nachtigall

Im April kommen die Tiere aus dem Süden zurück und sind durch ihre hoch komplexen Rufe bis etwa Mitte Mai fast die gesamte Nacht hindurch zu hören. Die typischen, schmetternden Gesänge, sind nicht angeboren, sondern werden als Jungvogel vom Vater und nahen Artgenossen erlernt und adaptiert. Auch andere Vogelgesänge und Geräusche werden von der Nachtigall imitiert. Die bis zu 260 verschiedenen Strophen³⁷, die ein Männchen zu beherrschen imstande ist, werden von Jungvögeln in ihren Winterquartieren in Afrika geübt und verfeinert. Die schönsten Lieder singen Männchen dann in der Dämmerung und in der Nacht, um ein Weibchen anzulocken. Es gibt mehrere Erklärungen, warum die Vögel gerade in der Nacht singen. Eine Studie besagt, dass Weibchen erst in der Nacht aktiv werden und mehrere Reviere von Männchen aufsuchen.³⁸ Eine andere, dass in der Nacht aufgrund von weniger Hintergrundgeräuschen, die Lieder die Weibchen über größere Distanzen erreichen können (z. B. beim Überfliegen des Gebiets während ihrer Wanderung). Sobald die Partnerwahl getroffen wurde, singen die Männchen auch in den frühen Morgenstunden, jedoch weniger melodisch, um ihr Revier zu verteidigen.

Amphibien

Erst wenige Studien beschäftigten sich direkt mit der Auswirkung von künstlicher Beleuchtung in der Nacht auf Amphibien und Reptilien. Dennoch lassen bereits vorliegende Studien ernste Folgen für das Fortbestehen vieler Arten erkennen. Ähnlich wie bei Nachtfaltern können künstliche Lichter zu „evolutionären Fallen“ für Frösche und Kröten werden. Angelockt von den zahlreichen Insekten, werden die Amphibien selbst zur leichten Beute. Dies gilt jedoch nur für photopositive Arten. Andere wiederum meiden das Licht und werden erst aktiv, wenn eine gewisse Dunkelheit vorherrscht. Dadurch haben sie weniger Zeit für die Nahrungs-

³⁷ <https://www.donauauen.at/nature/fauna/birds/drosseln-nachtigall/1330>

³⁸ <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.2008.1726>

oder Partnersuche. Da sie Licht scheuen, kann es dazu kommen, dass Wege zum Laichgebiet durch Beleuchtungen blockiert werden. Bei der Beleuchtung des Laichgebietes selbst hören manche Arten auf zu rufen, vermutlich um nicht von Räubern entdeckt zu werden³⁹.

Alpensalamander

Hauptverbreitungsgebiet des Alpensalamanders liegt in den Alpen in 600 bis 2500 Metern Höhe in Arealen mit hoher Feuchtigkeit (Gebiete in der Nähe von Flüssen, Feuchtgebiete). Ihre Jahresaktivitätszeit beträgt je nach Höhenlage zwischen vier und sechs Monaten, den Rest des Jahres verkriechen sich die Tiere manchmal zu Tausenden in tiefen Höhlen. Die vorwiegend nachtaktiven Tiere verstecken sich an warmen (>20° C) und trockenen Tagen in Laubhaufen, unter hohlliegenden Steinen oder unter dichten Sträuchern, zum Schutz vor Sonne und Wind. Am aktivsten sind die Tiere in den frühen Morgenstunden (zwischen 4 und 8 Uhr) an windstillen Tagen mit einer Luftfeuchtigkeit von über 90 Prozent (bei Regen)⁴⁰. Bemerkenswert beim Alpensalamander ist, dass zwischen Befruchtung und Lebendgeburt (!) der zwei Jungtiere 2-3 Jahre liegen können. Der Geburtszeitpunkt hängt von der Höhenlage, in der sich das trächtige Weibchen befindet, der Temperatur und dem Nahrungsangebot ab.

Feuersalamander

Den Feuersalamander findet man, ähnlich dem Alpensalamander, tagsüber, nur wenn es regnet. Hauptsächlich ist er in der Nacht und bei hoher Luftfeuchtigkeit (über 85 Prozent), geringen Temperaturen (zwischen 3 und 12°C) und nahezu windstillen Verhältnissen aktiv. Seinen

³⁹ Rich C., Longcore T. (2005) Ecological Consequences of Artificial Night Lighting

⁴⁰ <https://forum.herpetofauna.at/>



Feuersalamander © Martha Stangl

Lebensraum bilden kleine fischfreie Quellbäche oder Tümpel in feuchten Laubmischwäldern (vor allem Buchen- und Buchenmischwälder) in mittleren Höhen (200-400m). Zu beobachten sind sie vor allem in der Zeit von Mitte März bis Ende November, mit einer Hochzeit von April bis Mai. Zu dieser Zeit setzen die Weibchen gerade die Larven ins Wasser aus. Die charakteristische gelbe Färbung verrät nicht nur die Herkunftsregion, sondern ist auch individuell verschieden.⁴¹

Knoblauchkröte

Die Knoblauchkröte gräbt sich etwa Ende März, wenn die Bodentemperatur ca. 4°C beträgt aus ihrem feuchten kühlen Versteck und wandert direkt zu ihrem Laichgewässer. Dort verbringt sie die Zeit bis Juni und ist auch tagsüber zu beobachten. Trotz fehlender Schallblase sind Knoblauchkröten zu einem breiten Repertoire an Lautäußerungen fähig, von leisem Fiepen bis hin zu Kleinkind-ähnlichem Geheul, wenn sie sich bedroht fühlen. Während der Paarung kann man ein leises „blog-blog-blog“ nahe den Laichgewässern hören. Nach der Paarungszeit sind die Tiere nur noch in windstillen Nächten vorzufinden, tagsüber graben sie sich 30 bis 50 cm tief in lockeren, sandigen Böden ein. Bevorzugte Habitate sind tiefliegende (meist unter 200 m) beschattete Wiesen, Heißländern, Äcker und Materialentnahmestellen aber auch Auwälder mit lockerer Krautschicht. Die Kaulquappen der Knoblauchkröte fanden sich in Notzeiten aufgrund ihrer Größe (8-10 cm) auch schon auf dem Speiseplan von Menschen. Manchmal kommt es auf Grund einer Hormonstörung zum Riesenwuchs von bis zu 22 cm Länge.⁴²

⁴¹ <https://forum.herpetofauna.at/>

⁴² <https://www.herpetofauna.at/index.php/listeamphibien/9-kategorie-amphibien/16-knoblauchkroete-pelobates-fuscus-laurenti-1768>

Wasserfrösche

Der Teichfrosch ist ein Hybrid aus dem Kleinen Wasserfrosch und dem Seefrosch. Alle drei gehören zu den Wasserfröschen, die einzigen europäischen Frösche mit zwei seitlichen Schallblasen. Mit diesen können sie besonders laute Rufe erzeugen. Zu hören sind dabei vor allem schnarrende oder knurrende Einzellaute. Ab April, besonders aber in der Hauptlaichzeit im Mai ertönen diese in den Laichgewässern, in denen sich die nacht- und tagaktiven Tiere ständig aufhalten. Der Seefrosch bewohnt Seen, Flüsse und Weiher der flachen offenen Landschaft während der Kleine Wasserfrosch eher kleine vegetationsreiche Gewässer in Wäldern bevorzugt. Der Teichfrosch ist vergleichsweise anspruchslos in seiner Wahl des Gewässers und kann nahezu in jedem Gewässer vorkommen (außer in höheren Lagen), meist gemeinsam mit einer seiner Elternarten aber fast nie mit beiden.⁴³

Fische

Wie bei allen Organismen wird bei Fischen der Biorhythmus durch Beleuchtungsanlagen in der Nacht verändert. Bekannt ist, dass Wachstum und Entwicklung von Fischen beeinflusst werden, und bei einigen wandernden (diadromen) Arten kann die Laichwanderung gestört werden. Bei bereits geringer Lichtintensität (<1 lux) konnten verringerte Melatoninwerte beim Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und dem Rotaugen (*Rutilus rutilus*) festgestellt werden. Auch konnten zu Beginn des Fortpflanzungszyklus (August bei den oben genannten Arten) Fortpflanzungshormone unterdrückt werden. In Aquakulturen wird mit

⁴³ <https://www.herpetofauna.at/index.php/listeamphibien/9-kategorie-amphibien/24-die-wasserfrosch-gruppe-genus-pelophylax>

hoher Lichtintensität bestrahlt, um die Wachstumsphase zu verlängern⁴⁴. Nach einer Studie aus Schweden beginnen Flusssaale ihre nächtliche Wanderung, wenn drei Faktoren erfüllt sind. Eine Wassertemperatur von 16 bis 18°C, vorrangegangene mehrtägige starke Regenfälle für tiefe (und dadurch sichere) Flüsse und eine besonders dunkle Nacht (idealerweise Neumond), um nicht von Räubern gesehen zu werden⁴⁵.

Wels

Der Wels zählt zu den größten Fischen im Süßwasser. Die lichtscheuen Riesen agieren nachts oder in sehr trüben Gewässern, auf Grund ihrer sensiblen Barteln ist dies jedoch kein Problem. Den Tag verbringen Welse an ihrem Schlafplatz, einem selbst ausgehobenen Höhlensystem. Bricht die Dunkelheit herein, begeben sich die Tiere auf die Jagd. Die Taktik besteht daraus zu warten, bis dem Riesen etwas vor sein Maul schwimmt und dann mit Hilfe des Unterdrucks, der beim Aufreißen des Mauls entsteht, eingesaugt wird. Alternativ imitiert der Wels mit seinen langen Barteln einen Wurm und lockt so die Beute in Reichweite. Bei seiner Beute ist er dabei nicht wählerisch. Selbst kleine Säuger und Aas werden verzehrt, solange sie ins Maul passen. Dies brachte ihm den Ruf ein, sogar Menschen zu fressen (vermutlich Teile von Wasserleichen). Im Juni beginnt bei den Welsen die Paarungszeit. Dafür baut das Männchen ein geschütztes Nest zwischen Wurzeln und polstert es mit weichem Pflanzenmaterial aus. Die Paarung selbst beginnt in der Dämmerung mit einem stürmischen Vorspiel und endet Stunden später mit dem letzten

44 <https://www.igb-berlin.de/news/im-falschen-licht-wenn-fuer-fische-die-nacht-zum-tag-wird>

45 https://www.deutschlandfunk.de/sichere-wanderwege-fuer-aale.676.de.html?dram:article_id=247358

Laichvorgang. Das Männchen verbleibt beim Nest und fächelt den bis zu 1,2 Millionen Eiern frisches Wasser zu, um sie mit genügend Sauerstoff zu versorgen und einen Pilzbefall des Geleges zu verhindern. Die Fischlarven schlüpfen innerhalb von 48 Stunden und sinken in das schützende Grün am Grund. In der kalten Jahreszeit ziehen sich Welse in tiefere Gewässer zurück, um dort Winterruhe zu halten. Mit der Temperatur sinkt auch der Nahrungsbedarf (bei 5°C benötigt ein Wels nur noch ein Zehntel der Nahrung als bei 25°C).⁴⁶

Wirbellose (Insekten, Mollusken, Krebstiere)

Der Tagesrhythmus ist bei vielen Arten unter den Wirbellosen unbekannt. Viele führen ein Leben, das dem menschlichen Wahrnehmungshorizont entzogen ist.

Schmetterlinge

Rund 85 Prozent der 4.000 Schmetterlingsarten in Österreich sind nachtaktiv.⁴⁷ Noctuidae (Eulenfalter) und Geometridae (Spanner) zählen die meisten heimischen, nachtaktiven Arten. Vertreter sind kleine bis mittelgroße meist unscheinbare Schmetterlinge, die nur schwer auf Artniveau zu bestimmen sind. Die größeren nachtaktiven Schmetterlinge finden sich in der Familie der Sphingidae (Schwärmer) zu denen das Abendpfauenauge (*Smerinthus ocellata*) und der kleine Weinschwärmer (*Deilephila porcellus*) gehören. Um in der Nacht fliegen zu können, besitzen nachtaktive Falter besonders sensible Lichtsinnesorgane. Gerade das hochenergetische UV-Licht spielt dabei eine wichtige Rolle für die

46 <https://www.donauauen.at/nature/fauna/fish/wels-waller/1333>

47 Die Helle-Not (2009) 3. Auflage

Orientierung der Falter. Warum genau sich die Tiere in der Nacht zum Licht orientieren, ist nicht vollständig geklärt. Tatsache ist, dass sie immer weiter auf die Lichtquelle zusteuern, sobald sie einmal im Schein einer Lampe gefangen sind⁴⁸. Entkräftet, überhitzt oder von Prädatoren erbeutet sterben so jährlich bis zu einer Milliarde Schmetterlinge. Unter ihnen auch viele gefährdete Arten wie das Große Nachtpfauenaug (*Saturnia pavonia*). Mit 15 cm Flügelspannweite ist er der größte Schmetterling Europas. Der Verlust einer so großen Menge an Faltern wirkt sich auch auf die Ökosysteme aus, in denen sie wichtige Rollen innehaben. Zum einen sind sie eine wichtige Nahrungsquelle für viele Tiere (Vögel, Amphibien, Fledermäuse) und zum anderen sind sie Bestäuber von teils seltenen, nur in der Nacht blühenden Pflanzenarten.

Leuchtkäfer (Glühwürmchen)

Einst sehr häufig vorkommend, finden sich heute immer weniger Glühwürmchen in der Nacht.⁴⁹ Gründe dafür sind unter anderem Habitatzerstörung, Pestizideinsatz und nicht zuletzt die zunehmende „Lichtverschmutzung“. Weibchen scheinen sich nicht an den erhöhten Lichtverhältnissen zu stören, Larven und Männchen hingegen meiden zu hell erleuchtete Orte. Der Paarungsflug im Sommer findet bei windstillen und trockenen Bedingungen statt. Zu beobachten ist dieses Schauspiel in einer offenen Landschaft mit genügend bodennaher Vegetation, um den Männchen genügend Raum zum Fliegen und dem Weibchen geeignete Versteckmöglichkeiten zu geben. Zusätzlich müssen Beutetiere, wie Schnecken und Regenwürmer in ausreichender Menge vorhanden

⁴⁸ <http://scienceblogs.de/ihre-forschungsfrage/2009/10/15/warum-fliegen-die-mucken-ueberhaupt-zum-licht/>

⁴⁹ <http://gluehwuermchen.ch/arten/>

sein. Glühwürmchen suchen die Dunkelheit, damit das in speziellen „Leuchtzellen“ an der Bauchseite des Hinterleibes erzeugte Signallicht (*Phosphaenus hemipterus*) auch gesehen werden kann. Trotz eines Wirkungsgrades von 95% (der Rekord für moderne LEDs liegt bei 47%)⁵⁰ ist das Leuchten bei zu hellem Umgebungslicht schwer wahrnehmbar. Paarungsfähige Weibchen leben nach ihrer Verpuppung nur wenige Tage, nehmen allerdings keine Nahrung mehr zu sich und verbrauchen viel Energie mit der Eierproduktion und der Leuchtreaktion⁵¹. Findet das etwas langlebigere Männchen (ungefähr zwei Wochen) das Weibchen wegen der zu hohen Lichtintensität nicht mehr rechtzeitig, könnte dies früher oder später zum Verschwinden der Glühwürmchen führen.

Leuchtkäfer haben auch symbolische Strahlkraft, so werden sie auch als die umherfliegenden Seelen der Verstorbenen angesehen. In China symbolisieren Leuchtkäfer hingegen arme Student*innen, die sich beim nächtlichen Studieren nur ein Glühwürmchen als Lichtquelle leisten können.

Heuschrecken und Grillen

Männliche Heuschrecken wie Grillen versuchen mit dem abendlichen Zirpen Weibchen auf sich aufmerksam zu machen und Rivalen fernzuhalten. Dabei stimmen die meisten Arten verschiedene Lieder mit unterschiedlichem Takt an. Ein geübter Zuhörer kann sie daran erkennen. Die Lauterzeugung, Stridulation genannt, erfolgt dabei auf unterschiedliche Weise. Langfühlerschrecken nutzen dazu ihre Vorderflügel, an deren Basis entweder links (bei Laubheuschrecken) oder rechts (Grillen) sich die

⁵⁰ <https://ledtipps.net/wirkungsgrad/#welcher-wirkungsgrad-ist-moeglich>

⁵¹ <https://www.pronatura.ch/de/tier-des-jahres-2019-gluehwuermchen>



Heuschrecke im Nationalpark Gesäuse © Angelika Schöbinger



Hirschkäfer © Melanie Salzl

Schrilleiste befindet, die über die Schrillkante des jeweils anderen Flügels gerieben wird. Es werden unterschiedliche Laute eingesetzt, um Rivalen fern zu halten oder um Weibchen zu werben. Männliche Feldgrillen tragen sogar Kampfgesänge aus. Kurzfühlerschrecken haben mehrere Techniken entwickelt. Grashüpfer (Gomphocerinae) besitzen ebenso Leisten und Kanten, jedoch auf den Hinterbeinen mit dem Gegenstück an den Vorderflügeln. Ihre Flügel werden zu einem Dach gewölbt, um ihren Gesang noch zu verstärken. Sumpfschrecken erzeugen durch schnelles Austreten ihrer Hinterbeine ein Klickgeräusch, ähnlich einem Fingerschnippen. Sehr leise ist das „Kieferknirschen“ bei Knarrschrecken, bei dem sie ihre Mandibeln gegeneinander reiben⁵². Von Weibchen werden die Gesänge der Männchen über das Tympanalorgan, wahrgenommen, mit dessen Hilfe das Grüne Heupferd (*Tettigonia viridissima*) sogar Ortungsschallwellen von Fledermäusen wahrnehmen kann und daraufhin flüchtet⁵³.

Laufkäfer

Die Familie der Laufkäfer (Carabidae) ist mit über 30.000 Arten weltweit besonders groß, etwa 500 Arten leben dabei auch in Mitteleuropa. Die meisten Arten sind feuchtigkeitsliebend und daher nachts oder in der Dämmerung aktiv. Laufkäfer erreichen eine Körpergröße von wenigen Millimetern bis zu einigen Zentimetern (Lederlaufkäfer *Carabus coriaceus*, größter Laufkäfer in Mitteleuropa mit 4cm Länge) und zeichnen sich durch

einen schlanken Körperbau mit langen, kräftigen Laufbeinen aus.⁵⁴ Diese machen sie zu schnellen Läufern (0,16m/s)⁵⁵ und ausgezeichneten Jägern. Mit ihren kräftigen Mandibeln erbeuten sie Insekten (z. B. Kartoffelkäfer), Schnecken und Regenwürmer. Bereits als schlanke und bewegliche Larven ernähren sie sich von Asseln, Drahtwürmern, Schneckeneiern, Raupen u. v. m. Sie verzehren bis zum dreifachen des eignen Körpergewichts und spucken dazu Verdauungssaft auf die Beute (extraintestinale Verdauung). Im Laufe der Evolution ging den Laufkäfern das Flugvermögen verloren, bei Gefahr wehren sie sich, indem sie mit ihren Stinkdrüsen ein übelriechendes Sekret absetzen⁵⁶.

Hirschkäfer

Der Hirschkäfer ist mit einer Länge von bis zu 90 mm die größte Käferart Mitteleuropas. Am Tag verstecken sich die Tiere, um in der Dämmerung ihren „Nahrungsbaum“, die Eiche, anzufliegen und dort deren Saft aus den Baumwunden zu lecken. Sollten keine dieser sogenannten „Leckstellen“ vorhanden sein, können nur die Weibchen mit ihren kurzen aber kräftigen Zangen Öffnungen in der Rinde schaffen. Männchen sind daher beim Fressen auf sie angewiesen oder begnügen sich mit aufgeplatzten Früchten (z. B. Kirschen). Einmal ein Weibchen und dessen Leckstelle erobert, wird beides vehement gegen andere Männchen verteidigt. Ziel ist es dabei nicht, den jeweils anderen zu verletzen oder gar zu töten, sondern ihn mit

⁵² <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/insekten-und-spinnen/heuschrecken/01471.html>

⁵³ <https://jeb.biologists.org/content/204/4/733.short>

⁵⁴ Jacobs W., Renner M. (1988): Biologie und Ökologie der Insekten. Fischer-Verlag, 2. Auflage, Stuttgart

⁵⁵ Rolf G. Beutel, Richard A. B. Leschen: Handbuch der Zoologie - Coleoptera, Beetles, Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim).

⁵⁶ <http://www.hortipendium.de/Laufkäfer>

gekonntem Ringen vom Baum zu werfen. Während der Flugzeit von Ende Mai bis Juni/Juli kann es passieren, dass man abgetrennte Köpfe der Tiere auf den Wegen findet, da sie von Fressfeinden (z. B.: Specht, Marder oder Katze), übriggelassen werden. Dabei ist Vorsicht geboten, denn sind diese Köpfe weniger als zwei Tage abgetrennt, kann noch genügend Leben in ihnen stecken, um zu zwicken.⁵⁷

Tigerschnegel

Schnegel (Limacidae) sind neben den Wegschnecken (Arionidae) die zweite Familie landlebender Nacktschnecken. Schnegel können auch in Mitteleuropa bis zu 20cm lang werden, darunter auch der Große Schnegel oder Tigerschnegel (*Limax maximus*). Schnegel werden von vielen Gärtner*innen gern gesehen, zählen die Spanische Wegschnecke und deren Gelege doch zur Nahrung dieser Tiere. Spektakulär ist bei diesen Zwittern vor allem die Paarung, die nachts stattfindet. Zwei Schnegel verfolgen einander (durch Geruchsstoffe im Schleim angeregt) auf eine erhöhte Position, wie beispielsweise einen Ast. Dort lassen sie sich mit einem selbsterzeugten Faden aus Schleim bis zu 40 cm herab (Stichwort: „Mission impossible“) und paaren sich in umschlungener und freihängender Position. Nach der Paarung klettert einer der beiden wieder am Schleimfaden hoch und frisst diesen zum Teil auf, während sich der andere zu Boden fallen lässt. Danach werden bis zu 200 große glasklare Eier abgelegt. Das Schauspiel der Paarung kann vor allem in Nächten des Frühsommers beobachtet werden.⁵⁸

⁵⁷ <https://www.donauauen.at/nature/fauna/insects/kaefer-hirschkaefer/108>

⁵⁸ http://www.schneigel.at/index.html?arten/limax_maximus.html

Wasserfloh

Unter natürlichen Bedingungen halten sich Wasserflöhe (*Daphnia sp.*) tagsüber in tieferen Wasserschichten auf, um in der Nacht an die Wasseroberfläche zu kommen und dort Algen zu verzehren. Durch künstliches Licht werden diese tagesperiodischen Vertikalwanderungen gestört. Die höheren Wasserschichten werden von den Tieren gemieden und es wandern insgesamt auch weniger Individuen. Diese Veränderungen haben einen direkten Einfluss auf die Wasserqualität des Gewässers. Wenn Wasserflöhe nachts nicht an die Oberfläche kommen, werden weniger Algen gefressen und die Algenbiomasse im Gewässer steigt an. Auch Fische, die Wasserflöhe als Nahrung nutzen, ändern dadurch ihre Verhaltensweisen⁵⁹.

⁵⁹ Held, Hoelker und Jessel (2013) Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft. p. 68

Aktivitätszeiten: Wer ist während der Dämmerung aktiv?

Die Abenddämmerung ist das Startsignal. Einige Arten markieren mit ihren Verhaltensweisen (z. B. Rückkehr zum Schlafplatz oder Ausklingen der Gesänge) den Beginn der Dämmerung und somit das Ende des Tages. In der nachfolgenden Grafik markieren die Linien den Sonnenuntergang (blaue Linie) sowie das Ende der nautischen Dämmerung (orange Linie) für Graz (Österreich, 2021). Auf der x-Achse ist die Uhrzeitaufgetragen, während die y-Achse den Jahresverlauf in Monaten darstellt, wobei jeweils der 15. des Monats als Wert für die Grafik angenommen wurde. Die Unregelmäßigkeiten zwischen März und April sowie Oktober und

November im Verlauf der beiden Kurven ergeben sich aufgrund der Zeitumstellung. Gemeinsam mit den Uhrzeiten sind ausgewählte Aktivitäten beispielhafter Tiergruppen als Zeitfenster dargestellt. So wird etwa der Gesang der Singdrossel (grün) von den Rufen des Waldkauzes (violett) abgelöst. Im Herbst ist zudem das Röhren des Rothirsches (ocker) in den Abendstunden wahrzunehmen, während die Fledermäuse (rosa) in den späteren Abendstunden ausfliegen. Abbildung 3 zeigt keine wissenschaftlichen Ergebnisse, sondern verschiedene Erfahrungswerte und soll als Anregung dienen, die Aktivitäten von Tierarten gezielt zu beobachten und für die Vermittlung der Naturnacht einzusetzen.

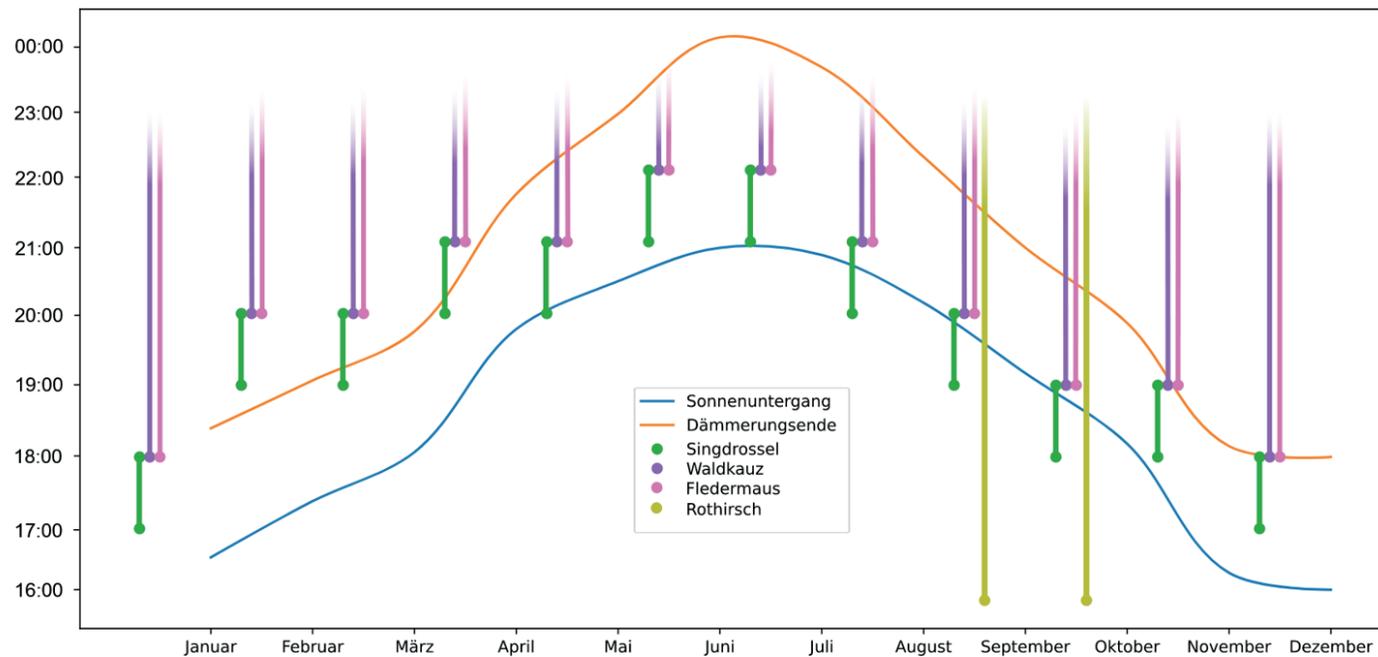


Abbildung 3: Zeitpunkte von Sonnenuntergang (blau) und Ende der nautischen Dämmerung (orange) für Graz, Österreich (2021). Die farblich markierten Zeitfenster markieren verschiedene Aktivitätsmuster bestimmter Tiergruppen: Gesang der Singdrossel (grün), Rufe des Waldkauzes (violett), Röhren des Rothirsches (ocker) und Ausfliegen der Fledermäuse (rosa).

Pflanzen⁶⁰

Lichtmangel

Pflanzen, die an lichtarmen Orten keimen oder wachsen (z. B. im Boden, in Felsspalten, in der Nähe von Höhleneingängen), zeigen in ihrem Bemühen ans Licht zu gelangen, charakteristische Merkmale. Aufgrund der Lichtverhältnisse kann die junge Pflanze keine oder nur sehr limitiert Photosynthese betreiben, daher ist oberstes Gebot, möglichst sparsam mit der Energie aus dem Samen umzugehen. Die Wuchsform gleicht deswegen möglichst langen, unverzweigten Achsen. Die Produktion von Chlorophyll wird auf die wenigen kleinen Blätter begrenzt, der restliche Pflanzenkörper ist daher weiß.⁶¹ Dieser Merkmalskomplex wird als Vergeilung oder Etiolement bezeichnet und kann gut bei im Keller austreibenden Erdäpfeln beobachtet werden.⁶²

Photoperiodismus

Der Wechsel von Tag und Nacht ist für Pflanzen ein wichtiger Impulsgeber für zahlreiche Lebensprozesse. Dabei ist nicht die Lichtintensität ausschlaggebend, sondern das Längenverhältnis von Tag und Nacht. Von der relativen Tages- bzw. Nachtlänge werden unter anderem die Blühinduktion, der Beginn und das Ende von Ruheperioden, die Aktivität des Kambiums, die Bildung von Pigmenten, der Blattfall im Herbst und die Frostresistenz beeinflusst. Verdeutlicht wird der Einfluss von Licht auf die Entwicklungsprozesse von Langtag- und Kurztagpflanzen.

⁶⁰ Bresinsky et al. (2008): Strasburger - Lehrbuch der Botanik
<https://www.br.de/themen/wissen/nachtaktive-pflanzen-farben-duft-reize-100.html>

⁶¹ <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/etiolement/22746>

⁶² Denffer & Strasburger(1983): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen

Langtagpflanzen blühen nur dann, wenn die tägliche Bestrahlungsdauer eine artspezifische Minimalzeit überschreitet. Kurztagpflanzen gehen nur dann zur Blütenbildung über, wenn ihre kritische Tageslänge nicht überschritten wird. Ausschlaggebend ist dabei für die Pflanze nicht das Vorhandensein, sondern das Fehlen von Licht. Langtagpflanzen sind beispielsweise der Hafer (*Avena sativa*), der Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*) und der Wiesenklees (= Rotklee, *Trifolium pratense*). Zu den Kurztagpflanzen zählen unter anderem der Kaffee (*Coffea arabica*), das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) oder der Mais (*Zea mays*). Künstliches Licht verfälscht lokal das Verhältnis der Dauer von Tag und Nacht. Im Herbst wird Pflanzen in der Nähe von Beleuchtungskörpern ein längerer Tag vorgegaukelt, weswegen der herbstliche Blattfall rund um Straßenlaternen verzögert sein kann. Die künstliche Beleuchtung unserer Städte scheint auch unabhängig von der Temperatur den Austrieb im Frühjahr zu beschleunigen.⁶³

Blattbewegung im Tag-Nacht-Rhythmus

Sobald es Abend wird, klappen Pflanzen der Gattung *Albizia* ihre Blättfiedern zusammen, um sie am Morgen wieder zu entfalten. Die durch den Tag-Nacht-Wechsel synchronisierte Blattbewegung wurde deswegen fälschlich oft als Schlafbewegung (Nyktinastien) interpretiert, wozu die Bewegungen dienen, wird weiterhin diskutiert. Die Bewegungen werden gesteuert durch Blaulichtrezeptoren und Phytochromen, die Druckänderungen in den Blattgelenken auslösen.⁶⁴ Auch die Gartenbohne

⁶³ <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/frueheres-fruehjahr-durch-nachtlicht/>

Denffer & Strasburger (1983): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen

⁶⁴ <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/schlafbewegungen/59349>



Lebensraum Wald © Christian Raffetseder

(*Phaseolus vulgaris*) und der Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella*) zeigen Blattbewegungen. Bei der Bohne klappen die Blätter um 6 Uhr abends nach unten. Zwölf Stunden später heben sich die Blattspreiten wieder. Die Bewegungen der Bohnenblätter korrelieren mit der Tageslänge der tropischen Heimat der Pflanze, Südamerika. In Normalstellung stehen die Blattfiedern des Sauerklees waagrecht. Bei Dunkelheit, aber auch bei Überbelichtung oder kühlem Wetter klappen die Blattfiedern nach unten. Der Sauerklee reagiert also nicht nur nyktinastisch, sondern auch photo- bzw. thermonastisch. Photonastisch sind auch Blütenbewegungen (Blüten öffnen sich bei genügend Licht), was bei Korbblütlern aus der Unterfamilie der Cichorioideae (z. B. dem Löwenzahn) und vielen Seerosenarten beobachtet werden kann.⁶⁵

Bäume werden in der Nacht kleiner

Noch ist nicht viel darüber bekannt, aber nicht nur wir Menschen, sondern auch Bäume sinken in der Nacht zusammen. Durch das Absenken von Blättern und Ästen wurde bei fünf Meter hohen Bäumen eine Differenz von zehn Zentimetern gemessen. Bei Sonnenaufgang kehren Äste und Blätter wieder an ihren Ursprungsort zurück.⁶⁶

CAM-Pflanzen

Im Gegensatz zu C₃-Pflanzen, die viel Wasser verlieren, weil sie ihre Spaltöffnungen bei hohen Temperaturen während des Tages öffnen müssen, um CO₂ für die Photosynthese aufzunehmen, verlegen CAM (Crassulacean acid metabolism) -Pflanzen die CO₂-Aufnahme in die kühle

⁶⁵ <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/ptonastie/51340>

⁶⁶ <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/baeume-sinken-buchstaeblich-in-den-schlaf/>

<https://www.welt.de/wissenschaft/article155571642/Auch-Baeume-schlafen-in-der-Nacht.html>

<https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/news/wie-schlafen-baeume/>

Nacht, was ihre Wasserverluste deutlich mindert. CAM-Pflanzen legen in der Nacht CO₂-Vorräte in Form von Apfelsäure an, die dann tagsüber für die Photosynthese bei geschlossenen Spaltöffnungen zur Verfügung stehen. Aufgrund der Säureanreicherung während der Nachtstunden schmecken CAM-Pflanzen am Morgen sauer, am Nachmittag, nach dem Abbau der Säure, haben sie ihren sauren Geschmack verloren. Viele CAM-Pflanzen zeichnen sich durch eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Sukkulenz (Verdunstungsschutz) aus und besitzen besonders große Vakuolen als Speicherorte. In Mitteleuropa zählen Vertreter der Gattungen *Sempervivum* (Hauswurz) und *Sedum* (Mauerpfeffer) zu den CAM-Pflanzen, aber z. B. auch das seltene See-Brachsenkraut (*Isoetes lacustris*).⁶⁷

Nachtschattengewächse (Solanaceae)

Der Name dieser Pflanzenfamilie geht zurück auf das althochdeutsche Wort „nahtscato“ bzw. „nahtschate“. „Schate“ kann dabei sowohl als Schatten als auch als Schaden interpretiert werden. Beide Interpretationsweisen geben einen Hinweis auf die mögliche Wirkung der Pflanze. Bekannte Vertreter wie die Tollkirsche (*Atropa belladonna*), das Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*) und der Schwarze Nachtschatten (*Solanum nigrum*) sind hochgradig giftig und verursachen durch enthaltene Alkaloide Halluzinationen oder Schwindelgefühle. Wegen dieser den Verstand umnachtenden Wirkung wurden sie früher auch als Heilmixtur gegen die nächtlichen Schatten, also Alpträume, eingesetzt.⁶⁸ Über die Vorlieben der Pflanze selbst sagt der Name nichts aus. Die meisten heimischen Nachtschattengewächse blühen

⁶⁷ Denffer & Strasburger (1983): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/cam-pflanzen/11889>

https://www.biologie-seite.de/Biologie/Liste_der_Familien_mit_CAM-Pflanzen

<https://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/crassulaceen-saeurestoffwechsel/1415>

⁶⁸ https://rp-online.de/panorama/wissen/woher-haben-nachtschattengewaechse-ihren-namen_aid-8537779

nämlich am Tag und bekannte Neophyten dieser Familie wie Tomaten, Paprika und Kartoffeln sind eher für ihre Sonnenvorliebe bekannt.

Gefleckter Aronstab (*Arum maculatum*)⁶⁹

Wie viele Blütenpflanzen ist der Aronstab auf tierische Bestäuber angewiesen. Um diese anzulocken, entwickelte die Pflanze im Laufe der Evolution spezielle Techniken. Angelockt werden die Hauptbestäuber, Schmetterlingsmücken und kleine Aasfliegenarten, durch den von der Blüte abgegebenen Harngeruch. Um diesen möglichst weit zu verbreiten, kann die Blüte durch die Verstoffwechslung von Stärke, Wärme erzeugen, so dass sich mehr Duftstoffe verflüchtigen können. In der Nacht erhöht die Pflanze ihre Temperatur sogar erneut (bis zu 16°C über der Umgebungstemperatur), wodurch sich der Harngeruch noch weiter intensiviert. Sind Bestäuber durch den Geruch angelockt, gilt es diese so zu lenken, dass sie zuerst die eigenen weiblichen Blüten mit fremden Pollen bestäuben und sich erst danach bei den eigenen männlichen Blüten neue Pollen aufladen. Dafür besitzt der Aronstab eine spezielle Blütenform, die Kesselfallenblume. Die Funktion dieser ist ähnlich der einer Reuse. Die Innenseite ist mit einem dünnen Ölfilm überzogen und in der Mitte steht der Lockstoff verströmende Kolben. An diesem befinden sich von unten nach oben: weibliche Blüten, Borsten (Hindernislüten), männliche Blüten und ein weiterer dichter Kranz abwärts gerichteter Hindernislüten. Landet eine Schmetterlingsmücke nun auf der Innenwand, rutscht sie – ohne die männlichen Blüten zu berühren – bis auf den Boden und bestäubt die weiblichen Blüten. Dort wird sie bis zu 24 Stunden festgehalten und mit zuckerhaltigem Narbensekret versorgt. Nach der Bestäubung verwelken

⁶⁹ Düll & Kutzelnigg (1994): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. Das Wichtigste zur Biologie ausgewählter wildwachsender und kultivierter Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands;

Kluge (1977) Botanik - Die einführende Biologie der Pflanzen;

Leins & Erbar (2008): Blüte und Frucht: Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie

die oberen Hindernislüten und die Mücke kann den Blütenstand vorbei an den männlichen Blüten verlassen. Mit Pollen beladen kann sie sich zum nächsten Aronstab aufmachen.

Gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*)

Die Gemeine Nachtkerze ist ursprünglich in Nordamerika heimisch. Sie wurde Anfang des 17. Jahrhunderts als Zierpflanze nach Europa gebracht und hat sich seitdem weiträumig verbreitet. Die Blüten öffnen sich in der Abenddämmerung innerhalb von Minuten unter hörbarem Knistern. Erst nach dem vollständigen Öffnen ist ihr intensiver Duft wahrnehmbar, mit dem Nachtfalter angelockt werden, z. B. der Mittlere Weinschwärmer (*Deilephila elpenor*). Unmittelbar nach dem Öffnen der Blüten reifen die Staubbeutel, beim Blütenbesuch bleibt daher Pollen an den Rüsseln der Falter kleben. Etwa eine halbe Stunde nach der Blütenöffnung entfalten sich die Narbenäste. Nun können die Blüten durch später ankommende Insekten bestäubt werden. Sie blühen die ganze Nacht, etwa bis zur Mittagszeit des Folgetages. Um auch für tagaktive Insekten attraktiv zu erscheinen, sind die Blüten auffallend gelb gefärbt und weisen einer hohe UV-Reflexion auf.⁷⁰

⁷⁰ Düll & Kutzelnigg (1994): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. Das Wichtigste zur Biologie ausgewählter wildwachsender und kultivierter Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands;

Leins & Erbar (2008): Blüte und Frucht: Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie;

Heß (1990) Die Blüte: Eine Einführung in Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüten

<https://www.mein-schoener-garten.de/pflanzen/nachtkerze/gewoehnliche-nachtkerze>

Weißer Lichtnelke (*Silene latifolia*)

Die Weiße Lichtnelke gilt als typische Nachtfalterblume. Die Blüten öffnen sich abends, bei Schlechtwetter schon nachmittags. Als Bestäuber gelten Schwärmer (die im Schwirrflug Nektar trinken) und Eulenfalter (die sich auf den Blüten niederlassen). Bei der Weißen Lichtnelke weisen die duftenden Kronblattzipfel den Eingang zur Nektar-führenden Blütenkronröhre. Schneidet man die Kronblattzipfel ab, dauert es deutlich länger, bis die Eulenfalter die Nahrung finden.

Im Gegensatz zur Weißen Lichtnelke wird die nahverwandte Rote Lichtnelke (*Silene dioica* = *Melandrium rubrum*) von Tagfaltern, aber auch von Hummeln und Schwebfliegen bestäubt. Die Existenz von *Silene latifolia* - *Silene dioica* - Hybriden zeigt, dass die Bestäubungsstrategien der beiden Arten nicht scharf voneinander abgegrenzt sind. Zu den Merkmalen von Tag- und Nachtfalterblumen siehe Tab. 1.⁷¹

Zaunwinde (*Calystegia sepium*)

Die Zaunwinde ist eine Nachtfalterblume. Schwärmer, insbesondere der Windenschwärmer (*Herse convolvuli*), bestäuben die weißen bis zu 7 cm langen Trichterblüten. Geöffnete Blüten sind aber durchaus auch am Tag anzutreffen. Insofern verwundert es nicht, dass auch die überwiegend tagaktiven Schwebfliegen zum Bestäuberkreis gezählt werden.⁷²

71 Düll & Kutzelnigg (1994): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. Das Wichtigste zur Biologie ausgewählter wildwachsender und kultivierter Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands

Leins & Erbar (2008): Blüte und Frucht: Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie

72 Düll & Kutzelnigg (1994): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. Das Wichtigste zur Biologie ausgewählter wildwachsender und kultivierter Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands

Türkenbundlilie (*Lilium martagon*)

Sie ist mit bis zu 150 cm Höhe eine der größten Lilienarten in Europa. Die leicht rosafarbigem zwiebelartigen Blüten verbreiten am Abend und in der Nacht ihren schweren, süßen Duft. Die Hauptbestäuber von Türkenbundlilien sind langrüsselige nachtaktive Schmetterlinge. Die nach oben gebogenen Blütenhüllblätter sind an der Innenseite sehr glatt, wodurch Schwärmer einen klaren Vorteil bei der Nektaraufnahme haben, da sie im Schwirrflug in der Luft „stehen“ können.⁷³

Zweiblättrige Waldhyazinthe (*Platanthera bifolia*)

Die Zweiblättrige Waldhyazinthe wird 20 bis 50 cm groß, ist mehrjährig und vor allem für ihren Duft bekannt, den sie aber nur nachts abgibt. Der Geruch soll nachtaktive Schmetterlinge für die Bestäubung anlocken. Die enge Blütenform führt dazu, dass die Pollen am gesamten Rüssel der Bestäuber kleben bleiben. Die Zweiblättrige Waldhyazinthe gehört zu den Orchideengewächsen und steht unter Naturschutz.⁷⁴

Leuchtmoos (*Schistostega pennata*)

Beim Leuchtmoos *Schistostega pennata* handelt es sich nicht um Biolumineszenz, sondern lediglich um eine Reflexion an der Zellwand, weshalb das Moos unter bestimmten Lichtverhältnissen den Anschein macht zu leuchten.⁷⁵

73 https://www.alpenverein.de/natur/naturschutzverband/pflanzen-der-alpen/die-tuerkenbundlilie_aid_32422.html

74 https://www.kalkalpen.at/de/Flora_Zweiblaettrige_Waldhyazinthe
<https://www.br.de/themen/wissen/nachtaktive-pflanzen-farben-duft-reize-100.html>

75 https://static.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/naturkundemuseum-leipzig-de/4._Museumspraedagogik/Videopodcast/Arbeitsblatt_Moose.pdf

| Tagfalterblume | Nachtfalterblume |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ★ Langröhrig, Nektar bis zu 40 mm tief in der Blüte verborgen ★ Bei Tag geöffnet ★ Blütenfarbe rot, blau oder gelb, selten weiß ★ Duft angenehm, nicht intensiv ★ Beispiele: Feuerlilie (<i>Lilium bulbiferum</i>), Dichternarzisse (<i>Narcissus poeticus</i>) und Wiesenschaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>). | <ul style="list-style-type: none"> ★ Langröhrig, Nektar bis zu 40 mm tief in der Blüte verborgen Manchmal extrem langröhrig, Nektar (bei nicht heimischen Arten) bis zu 200 mm tief in der Blüte verborgen ★ In der Nacht geöffnet (Ausnahmen!) ★ Blütenfarbe meistens weiß ★ Duft oft intensiv, parfümartig, Duftemission nachts ★ Beispiele: Türkenbund (<i>Lilium martagon</i>), Grünliche Waldhyazinthe = Berg-Waldhyazinthe (<i>Platanthera chlorantha</i>). |

Merkmale von Tag- und Nachtfalterblumen ⁷⁶

⁷⁶ Heß (1990): Die Blüte: Eine Einführung in Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüten;
Leins & Erbar (2008): Blüte und Frucht: Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie

Pilze

Einige Pilzarten leuchten im Dunkeln. Der Honiggelbe Hallimasch (*Armillaria mellea*) ist ein Beispiel dafür. Er kommt in Europa am Fuß von Bäumen vor, wobei er Birken präferiert. Sein fächerartiges Myzel luminesziert unter bestimmten Witterungsbedingungen, besonders stark bei frisch durchwuchertem Holz. Man kann den Hallimasch Fruchtkörper essen, er schmeckt aber nicht sonderlich gut.⁷⁷

Die Biolumineszenz bei Pilzen erscheint grün mit einem leichten Blaustich. Das Leuchten entsteht durch eine vom Enzym Luciferase katalysierte Oxidation von Luciferin bzw. durch freiwerdende Energie beim Abbau der Produkte dieser Reaktion. Wieso dieses beeindruckende Naturspektakel bei manchen Pilzen auftritt, ist nicht gänzlich geklärt. Mögliche Erklärungen sind, dass damit Fressfeinde abgeschreckt werden sollen oder dass es Insekten anziehen soll, die bei der Verbreitung der Pilzsporen behilflich sein können.⁷⁸

⁷⁷ <https://www.plantura.garden/gartentipps/zierpflanzen/leuchtpilze-infos-bilder-anbau-anleitung>
⁷⁸ <http://www.mykoweb.com/articles/BioluminescentFungi.html>



Lichtverschmutzung in der Stadt © Christian Raffetseder

Lichtverschmutzung & Gesundheit

Adaption des menschlichen Auges

Das Menschliche Auge ist ein sogenanntes Linsenaug, bei dem die namensgebende Linse das einfallende Licht gebündelt auf die Netzhaut werfen kann. Dort trifft das Licht auf Lichtrezeptoren, die sich in Stäbchen (Hell-Dunkel-Sehen) und Zäpfchen (Farbsehen) unterteilen. Trifft Licht auf diese Zellen, so wird ein chemisches Signal ausgelöst, das ins Gehirn weitergeleitet und dort verarbeitet wird. Ein Bild entsteht. Verantwortlich dafür ist der Sehfärbstoff Rhodopsin. Unter Lichteinfluss spaltet er sich in Opsin und Retinal und erzeugt ein Signal. Enzymatisch werden die Spaltprodukte wieder zu Rhodopsin zusammengesetzt, Dunkelheit fördert zudem die Neusynthese bei den lichtsensibleren Stäbchen. Ab einer Leuchtdichte unter 0.03 cd/m^2 wird von Tagsehen (von Zäpfchen gesteuertes fotopisches Sehen) auf Nachtsehen (von Stäbchen gesteuertes skotopisches Sehen) umgeschaltet. Dies geschieht jedoch nicht sofort, sondern benötigt einige Zeit, beim Menschen ungefähr 40 Minuten. Der Adaptionsverlauf setzt sich dabei aus zwei Phasen zusammen. In der ersten Phase (5-10 min) dominieren noch Signale aus den Zäpfchen. Sie beginnt mit einer raschen Sensibilisierung dieser (Neusynthese Rhodopsin), die sich jedoch bald darauf stark verlangsamt. Darauf folgt die zweite Phase, in der die Signale der Stäbchen dominieren, erkennbar daran, dass eigentlich farbige Lichter (jedoch mit geringer Leuchtkraft) farblos erscheinen. Die Lichtsensibilität steigt auch hier zuerst stark an, flacht aber weniger stark ab (Stäbchen können mehr Rhodopsin halten) und erreicht ihren Höhepunkt bei 10^{-5} cd/m^2 (ein Glühwürmchen leuchtet mit ca. 10^{-2} cd/m^2). Die Adaption läuft jedoch nicht immer gleich ab, da mehrere Faktoren darauf Einfluss nehmen können. So verlängert vorher wahrgenommenes starkes Licht den Übergang von Phase 1 zu Phase 2

und senkt die maximale Sensibilität. Auch Länge der Lichtwahrnehmung, Lage und Größe der erregten Zone auf der Retina, sowie die Wellenlänge des wahrgenommenen Lichtes spielen eine Rolle.¹

Die Helladaption erfolgt im Gegensatz dazu viel schneller, innerhalb nur einer Minute. Dabei tritt bei längerer Lichtwahrnehmung eine negative Rückkopplung auf, um dem Belichtungseffekt (Signal durch die Bleichung des Rhodopsins) entgegen zu wirken, mit der Folge, dass das Auge für Licht unempfindlicher wird². Bei zu hoher Lichtintensität reicht diese Schutzvorrichtung aber nicht aus und es kann zur permanenten Schädigung der Retina kommen. Besonders hochenergetisches kurzwelliges Licht (Richtung blau/violett) birgt die Gefahr zu viel chemische Reaktionsenergie zu erzeugen, welche wiederum die Bildung freier Sauerstoffradikale fördert (Zerstörung von Zellstrukturen und DNA). Kurzwelliges Licht trägt dadurch zur altersbedingten Makuladegeneration bei.³

Blendung

Das menschliche Auge hat die Fähigkeit sich an unterschiedliche Lichtintensitäten anzupassen. Zu helles Licht oder zu große Helligkeitsunterschiede können zu Adaptionsschwierigkeiten führen, welche optische oder visuelle Störungen verursachen. Nachts kann sich das Auge nicht gleichzeitig auf eine Lichtquelle mit hoher Intensität und die dunklere Umgebung einstellen. Durch das Streulicht der Lichtquelle werden wahrnehmbare Kontraste durch einen „Lichtschleier“ im

1 <https://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-psychophysics-of-vision/light-and-dark-adaptation/>

2 <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/hell-dunkel-adaptation/5367>

3 <https://www.bfs.de/DE/themen/opt/sichtbares-licht/wirkung/wirkung-licht.html>

Gesichtsfeld verringert.⁴ Dies kann unter anderem zu Problemen im Straßenverkehr führen, wo bläulich-weiß-grelle Abblendscheinwerfer und Tagfahrlichter die Sehleistung verringern können.⁵

Die physiologische Blendung bezeichnet die Verminderung der messbaren Sehleistung. Diese ist bei blauem und kaltweißem Licht besonders ausgeprägt.⁶ Die psychologische Blendung dagegen vermindert den Sehkomfort, es wird die Störeffektivität betrachtet, welche subjektiv und daher nicht messbar ist.⁷

Tag-Nacht-Rhythmus

Ein Tag-Nacht-Rhythmus ist bei vielen Organismen, Tieren wie Pflanzen, zu beobachten. Das ist nicht verwunderlich, bringt es doch viele Vorteile mit sich: z. B. in der Zeitspanne aktiv zu sein, in der die höchste Wahrscheinlichkeit besteht Nahrung zu finden und zu ruhen, wenn sie am geringsten ist. Fast immer wird dieser circadiane Rhythmus vom Hormon Melatonin gesteuert. Reguliert wird die Melatonin-Ausschüttung bei uns und vielen Tierarten von langsam reagierenden, lichtsensiblen Ganglienzellen (intrinsisch photosensitive Melanopsin exprimierende retinale Ganglienzellen – MRGC), auf der Retina. Am empfindlichsten reagieren diese auf Licht im Bereich von 460 bis 480 nm, was blauem Licht entspricht. Durch die Verfügbarkeit von künstlichem Licht in der Nacht, nimmt auch die Aktivität von uns Menschen in dieser Zeit zu. Dadurch

4 https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf

5 Heilig, P (2020): Concept Ophthalmologie, Distraction Blindness (s 29-30).

6 https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf

7 <https://www.saxonia-licht.de/blendung-und-ugr-wert/>

wird auch die Melatonin-Ausschüttung verzögert oder völlig unterdrückt (z. B. bei Schichtarbeit). Melatonin steuert den Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen. Die Folgen eines gestörten Melatonin-Regelkreises beschränken sich nicht nur auf Schlafstörungen. Melatonin wirkt antioxidativ und beeinflusst mehrere hormongesteuerte Körpervorgänge positiv (z. B. Kreislauf, Verdauung, Gedächtnis und Emotionen). Auch hemmt es das Wachstum bestimmter hormonabhängiger Tumore (z. B. Brust- und Prostatakrebs) und stärkt das Immunsystem.⁸

Leuchtsysteme

Die Auswahl und Installation gängiger Beleuchtungssysteme bieten noch einiges Verbesserungspotenzial sowohl hinsichtlich der Umweltverträglichkeit und Energieeinsparung als auch hinsichtlich menschlicher Gesundheit. Schon die Wahl des Lampen- und Leuchtentyps kann einiges bewirken. Beim Lampentyp sollte man darauf achten, dass kein oder nur sehr wenig Licht im kurzwelligen Bereich emittiert wird. Dies bewirkt zum einen, dass der Tag-Nacht-Rhythmus weniger gestört wird und zum anderen, dass Insekten, insbesondere Nachtfalter, nicht so stark angelockt werden. Auch wird langwelliges Licht von der Atmosphäre weniger gestreut und trägt somit nicht so stark zur Aufhellung des Nachthimmels bei. Man sollte unbedingt darauf achten, ob die erzeugte Leuchtdichte passend für die geplante Anwendung ist, um unnötigen Stromverbrauch sowie Kosten zu vermeiden. Aus diesen Gründen sollten auch Lichtemissionen mit Wellenlängen über 680 nm vermieden werden, da sonst mehr Energie als Wärme und als Nutzlicht abgegeben wird.

Generelles Ziel bei der Wahl des Leuchtentyps und des Installationsortes

8 https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf

ist es, den Anteil an ungenutztem Licht zu minimieren und nur die tatsächlich benötigten Flächen zu beleuchten. Dies ermöglicht nicht nur eine natürlichere Nacht, sondern auch eine Verminderung der entstehenden Kosten. Bei Verwendung von dimmbaren Lampen erhöht das ihre Lebensdauer. Am besten eignen sich Full-Cut-off-Leuchten, bei denen der ausgeleuchtete Bereich begrenzt und somit das Risiko einer physiologischen Blendung minimiert wird. Der Installationsort sollte möglichst tief und die Ausstrahlung nach unten gerichtet sein. Sollte dies nicht möglich sein, ist darauf zu achten, dass nicht über die zu beleuchtende Fläche hinaus gestrahlt wird (z. B. bei einer Gebäudefassade). Eine weitere Möglichkeit die Lichtverschmutzung und Kosten zu senken, sind Nachtabenkungen oder nach Möglichkeit sogar eine Nachtabeschaltung.

Energieverschwendung

Durch den technischen Fortschritt sind Lampen immer energieeffizienter und leistungsstärker geworden. Dadurch kommt es gerade bei der Außenbeleuchtung zu einem maßlosen Umgang mit Licht. Mit Aufkommen der LED-Technologie, war die Erwartung verbunden, Strom und Kosten einzusparen. Doch der gegenteilige Effekt ist eingetreten. Noch mehr Lampen werden angebracht und verstärkt werden – für Werbezwecke oder um sie besonders in Szene zu setzen – Schipisten, Häuserfassaden, Burgruinen und vieles mehr die ganze Nacht hindurch beleuchtet. Auf der anderen Seite werden noch bei sehr viele Straßenlaternen veraltete Beleuchtungssysteme verwendet, bei denen Rund ein Drittel des erzeugten Lichtes ungenutzt in den Himmel gestrahlt wird. In Österreich fallen so jährlich ungefähr 15 Millionen Euro an unnötigen Kosten an (bei einem Preis von 0,15 Euro pro kWh) und zusätzliche 6.100 Tonnen CO₂ belasten die Umwelt⁹. Bezieht man Herstellung, Entsorgung und Transport

⁹ <http://www.hellenot.org/themen/energie-und-umwelt/>

ein, sind es sogar bis zu 19.500 Tonnen¹⁰. Einsparmöglichkeiten gibt es an mehreren Stellen. So könnte durch die fachgerechte Umrüstung der alten Beleuchtungssysteme auf LED-Systeme der Stromverbrauch um zwei Drittel gesenkt werden. Wenn zusätzlich intelligente Steuerungssysteme zum Einsatz kommen oder Nachtabenkungen durchgeführt werden, sind sogar Einsparungen von bis zu 85 Prozent möglich.

Angst in der Nacht

Die Fähigkeit sich das Feuer nutzbar zu machen, war ein wichtiger Schritt in der Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Es bot Wärme und machte die Energie aus Nahrungsmitteln wie Fleisch leichter verfügbar. Es eröffnete aber auch die Möglichkeit, die Nacht zu erhellen. In der frühen Menschheitsgeschichte lauerten noch wesentlich mehr Gefahren für den Menschen in der Dunkelheit, später waren es vor allem andere Menschen, vor denen er sich in Acht nehmen musste¹¹. Es ist also nachvollziehbar, woher unser Bedürfnis nach Licht kommt. Schon in den antiken Städten versuchte man, die Straßen so gut es ging zu erhellen, um Überfällen in der Nacht vorzubeugen. Im 19. Jahrhundert mit Erfindung der Gaslaterne konnten dann ganze Städte in Europa, darunter auch Wien, mit relativ geringem Aufwand beleuchtet werden¹². Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Gaslaterne von der elektrischen ersetzt, die bei geringeren Kosten die fast dreifache Leuchtkraft aufwies. Immer spielte dabei der Sicherheitsgedanke eine Rolle. Die Statistik zeigt, dass sich Verbrechen wie Raub, Einbruch und Körperverletzung vermehrt

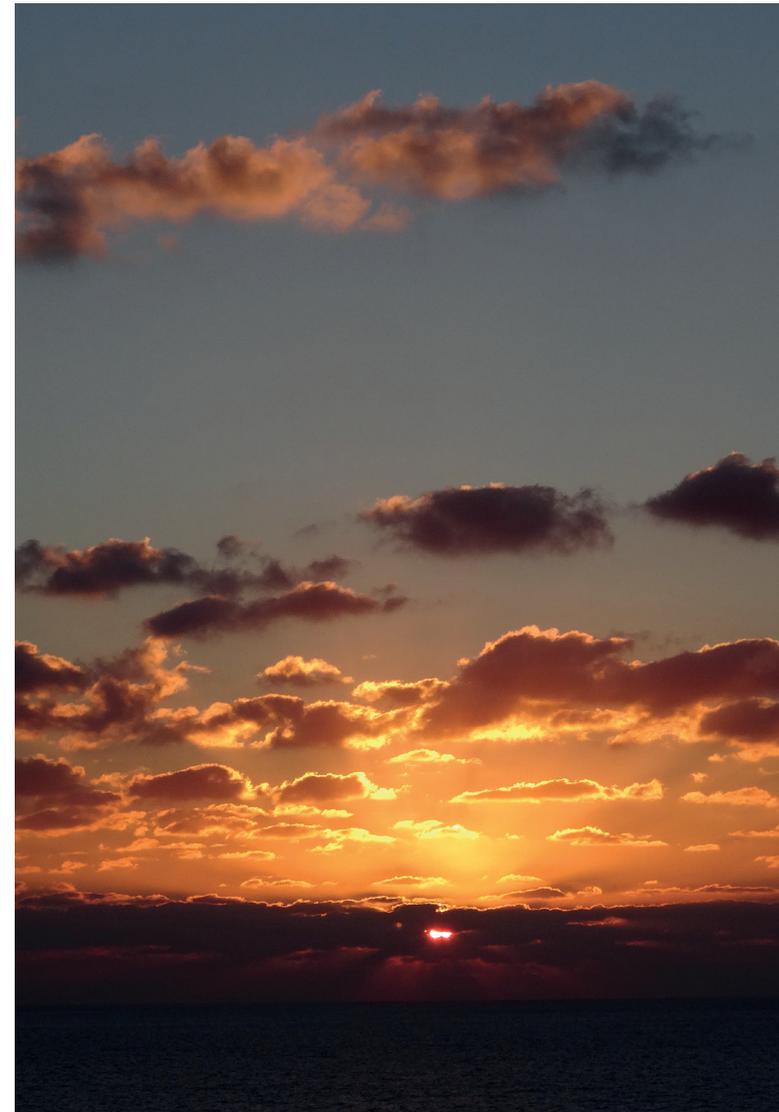
¹⁰ https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf

¹¹ <https://www.sciencealert.com/here-s-the-evolutionary-reason-why-we-re-afraid-of-the-dark>

¹² https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Gaslaternen_

tagsüber ereignen, schwere Gewaltverbrechen jedoch vermehrt nachts¹³. Mehr Licht ist aber nicht gleichbedeutend mit mehr Sicherheit. Zwar trägt Licht zur subjektiven Sicherheitsempfindung bei, bis jetzt aber gibt es keinen Nachweis für einen Zusammenhang von Beleuchtung und Kriminalitätsrate. Eine übermäßig helle Beleuchtung wirft äquivalente dunkle Schatten, in denen eine potenzielle Gefahr nicht nur besser lauern, sondern auch besser verschwinden kann.

¹³ <https://www.libraryindex.com/pages/447/Victims-Crime-WHEN-WHERE-DOES-VIOLENT-CRIME-HAPPEN.html>



Sonnenuntergang am Mittelmeer © Melanie Salzl

Methoden

Schätzen ist gut – Zählen ist besser

Die Dunkelheit der Nacht kann für eine/n Naturvermittler*in durchaus eine Herausforderung darstellen. Besonders bei größeren Gruppen ist es im Dunkel der Nacht schwierig, den Überblick über die Teilnehmer*innen zu behalten. Daher ist es ratsam, zu Beginn der Exkursion die Gruppe von 1, 2, 3 bis X Personen durchzählen zu lassen. Das ermöglicht auch in der Dunkelheit die Kontrolle, ob alle Personen noch da und keiner unterwegs verloren gegangen ist.

Astronomie: Sternbilder und ihre Geschichten kennen lernen

Sage über die Entstehung der Milchstraße

Der Ursprung des Namens Milchstraße liegt im antiken Griechenland. Die alten Griechen erklärten sich die Entstehung der Milchstraße damit, dass Herkules, Sohn der sterblichen Frau Alkmene und des Göttervaters Zeus, von seinem Vater an die Brust der schlafenden Göttin Hera gelegt wurde. Ihre Milch sollte ihn zu einem vollständigen Gott machen. Herkules saugte jedoch so stark an der Brust, dass Hera durch den Schmerz erwachte und ihn fortstieß. Dabei ergoss sich ein Milchstrahl über den Himmel, der bis heute zu sehen ist.¹

Woher kommen unsere Sternbilder?

Geschichten wurden mündlich erzählt, daher gab es viele Varianten einer Geschichte. Im Kern waren die Geschichten gleich, aber einige Details konnten unterschiedlich erzählt werden. Seit den ersten schriftlichen

¹ <https://www.srf.ch/wissen/natur-umwelt/wie-die-galaxie-zu-ihrem-namen-kam>

Aufzeichnungen über die Griechischen Sagen haben sich die Mythen praktisch nicht mehr verändert. ²

Die griechische Astronomie erreichte ihren Höhepunkt mit Ptolemäus (etwa 100-178 n. Chr.), der im ägyptischen Alexandria wirkte. Etwa 150 n. Chr. schrieb er eine Zusammenfassung des griechischen astronomischen Wissens. Kern des Werks ist ein Katalog von 1.022 Sternen, die zu 48 Sternbildern geordnet sind. Das Originalwerk des Ptolemäus ist leider verschollen, es gibt aber eine arabische Abschrift (Almagest) die bis heute überliefert ist.

Ab dem 10. Jhdt. wurde das Werk des Ptolemäus in Europa bekannt und ins Lateinische übersetzt. Ab dem 16. Jhdt. mit Beginn der Neuzeit (Erfindung des Buchdrucks, Entdeckung Amerikas) ging es mit der Astronomie wieder bergauf. Über mehrere Jahrhunderte bediente man sich der Sternbilder und Sternnamen des Ptolemäus. Um alte Beobachtungen (z. B. von Kopernikus und Tycho Brahe) nicht unverständlich zu machen, wollte man das alte System unbedingt beibehalten! Schließlich legte die Internationale Astronomische Union (IAU) 1922 weltweit 88 Sternbilder mit genauen Sternbildgrenzen fest, die weltweit und bis heute gelten. Auf der Nordhalbkugel stellen die 48 Sternbilder aus dem antiken Griechenland die Basis dar, die Sternbilder des Südhimmels wurden durch neue ergänzt. Nur einige wenig auffällige neue Sternbilder wurden auch am Nordhimmel ergänzt.

Zusammengefasst kann man sagen: Die weltweit gültigen Sternbilder wurden wohl von den Sumerern/Babyloniern festgelegt, von den Griechen niedergeschrieben und 1000 Jahre später von den Arabern nach Europa

² vgl. Ian Ridpath, 2004: S. 9-24

gebracht. Von den Europäern wurde das System erweitert (vor allem um Südsternebilder) und zum weltweiten Standard gemacht. Das ist der Grund, warum wir heute ein weltumspannendes System griechischer Sternbilder mit lateinischen Namen haben, in denen einzelne Sterne auch arabische Namen tragen.

Weitere Informationen zu Sternbildern der Nordhalbkugel und Südhalbkugel sowie weiterführenden Links zu deren Sichtbarkeit, maximalen Helligkeit und ihrer Mythologie finden sich unter: <https://stellarium-web.org/>

Welche Sternbilder eignen sich besonders für die Vermittlung?

Für die Geschichten und Sagen zu den Sternbildern wurde folgende Literatur verwendet und für die Vermittlung adaptiert:

- ★ Cecilia Scorza De Appl: „Wie der Große Bär an den Himmel kam – Die schönsten Sternbilder und ihre Mythen für Kinder nacherzählt“, Hrsg. Astarta, 2002
- ★ Cecilia Scorza De Appl und Andrea Liebers: „Geschichten, die der Himmel erzählt – Die schönsten Sagen um den Tierkreis für Kinder nacherzählt“, Hrsg. Astarta, 2003
- ★ Fasching Gerhard: „Sternbilder und ihre Mythen“, Hrsg. Springer Verlag, 1994
- ★ Rudolf Herfurtner: „Tims wundersame Sternenreise. Die antike Sagenwelt unter den Tierkreiszeichen“, Hörbuch, 2005
- ★ Dimiter Inkiow: „Griechische Sagen und Fabeln“, Hörbuch, 2007

- ★ Dimiter Inkiow: „Griechische Götter und Helden“, Hörbuch, 2014
- Zur Vermittlung des Sternenhimmels bieten sich folgende Sternbilder sowie die angeführten Geschichten gut an, sie sind gut sichtbar, gut erkennbar und damit auch leicht einzuprägen.

Vier Nordsternebilder (Klassische Sternbilder des Nordhimmels oder auch „Zirkumpolarsternebilder“):

- ★ Großer Wagen/Bär (Mizar/Alkor: Im Sternbild des Großen Wagens liegen diese beiden Sterne entlang der Deichsel so eng beisammen, dass sie als Augenprüfer dienen. Das sind Sterne, die von einem normalsichtigen Auge noch als getrennte Objekte wahrgenommen werden. Siehe Sage „Kallisto und der Bär“)
- ★ Kleiner Wagen/Bär (Polarstern: Der Polarstern ist der hellste Stern im Sternbild des Kleinen Wagens und eignet sich durch seine Position am Sternenhimmel zu Feststellung der geografischen Nordrichtung. Siehe Sage „Kallisto und der Bär“)
- ★ Kassiopeia/Himmels-W (Sage „Perseus und Andromeda“)
- ★ Kepheus/Haus des Nikolaus (Sage „Perseus und Andromeda“)

Vier Frühlingssternebilder:

- ★ Frühlingsdreieck
 - ★ Löwe/Maus (Sage „Herkules und der nemäische Löwe“)
 - ★ Jungfrau (Virgo-Galaxienhaufen, Sage „Der Raub der Tochter von Demeter“)
 - ★ Bärenhüter/Eistüte (Sage „Kallisto und der Bär“)
- ★ Waage (früher die Scheren des Skorpions)

Sechs Sommersternbilder

- ★ Sommerdreieck
- ★ Schwan/Kreuz des Nordens (Sage „Leda und der Schwan“)
- ★ Leier (Sage „Orpheus in der Unterwelt“)
- ★ Adler (Sage „Zeus und der Knabe Ganymed“)
- ★ Herkules (Sage „Herkules und der nemäische Löwe“)
- ★ Skorpion (Sage „Orion und Skorpion“)
- ★ Schütze/Teapot

Fünf Herbststernbilder:

- ★ Pegasus/Herbstviereck (Sage „Perseus und Andromeda“)
- ★ Andromeda (Sage „Perseus und Andromeda“)
- ★ Wal (Sage „Perseus und Andromeda“)
- ★ Perseus (Sage „Perseus und Andromeda“)
- ★ Widder (Sage „Der Widder mit dem Goldenen Vlies“)

Sechs Wintersternbilder

- ★ Wintersechseck
 - ★ Stier (Sage „Europa und der Stier“)
 - ★ Orion (Sage „Orion und Skorpion“)
 - ★ Großer Hund (Sage „Orion und Skorpion“)
 - ★ Kleiner Hund (Sage „Orion und Skorpion“)
 - ★ Zwillinge (Sage „Leda und der Schwan“)
 - ★ Fuhrmann (Sage „Phaeton und der Himmelswagen“)

Die weiteren vier Tierkreissternbilder sind am Sternenhimmel wenig auffällig:

- ★ Sommer: Steinbock
- ★ Herbst: Wassermann, Fische
- ★ Winter: Krebs

Sage „Herkules und die Milchstraße“

Zeus ging wieder einmal fremd. Aus der Beziehung mit einer Erdenfrau entstand ein Baby namens Herkules. Jener Herkules der heute noch als „Stärkster Mann der Welt“ gilt. Er musste 12 schwierige Aufgaben erledigen, bevor er als Sternbild an den Himmel gesetzt und damit unsterblich wurde.

Zeus versteckte das Baby in einem Wald, Hera die eifersüchtige Frau von Zeus sollte nichts von dem Baby erfahren. Doch wie es der Zufall so will, ging Hera genau in diesem Wald spazieren. Da hörte sie ein Baby weinen. Voller Sorge folgte sie dem Jammern und fand den kleinen Herkules in Gras gebettet mitten im Wald liegen. Sie nahm ihn auf und gab dem kleinen Herkules die Brust um ihn zu beruhigen. Als Herkules kräftig zu saugen begann, wurde ihr klar, dass es sich bei Herkules um ein Baby göttlichen Ursprungs handeln musste. Da entdeckte sie plötzlich die Gesichtszüge ihres Gatten im Antlitz des kleinen Herkules. Voller Zorn stieß sie den Buben von sich und zwar so heftig, dass ein Schuss Milch aus Heras Brust herausspritzte und sich über den ganzen Himmel verteilte. So entstand die Milchstraße.

Natürlich gab es bei den Griechen auch andere mögliche Erklärungen:

- ★ eine Art Verschluss des Himmelsgewölbes, wo das Licht hindurchscheint
- ★ Der Rauch der versengten Erde, als Phaeton mit dem göttlichen Sonnenwagen des Sonnengottes Helios fuhr und dabei die Erde in Brand setzte.

Sage „Kallisto, die Geliebte des Zeus“ (Großer Bär, Kleiner Bär)

Kallisto, die Tochter eines Königs war eine geschickte Jägerin. Daher schloss sie sich Artemis, der Göttin der Jagd an. GefährtInnen von Artemis mussten sich keusch verhalten und durften sich nicht mit Männern einlassen. Doch Kallisto war eine wunderschöne Frau und als Zeus zur Erde blickte, verliebte er sich in sie. Er verwandelte sich in die Jagdgöttin Artemis und legte sich zu Kallisto. Als sie den Schwindel erkannte, war es schon zu spät: sie war bereits schwanger. Natürlich versuchte Kallisto ihr Geheimnis zu verbergen, doch bei einem Bad fiel Artemis die Schwangerschaft von Kallisto auf. Voller Zorn verstieß sie ihre Jagdgefährtin.

Kallisto war nun allein mit ihrer Schmach und gebar ihren Sohn Arkas. Als die eifersüchtige Hera, die Gattin von Zeus von dem Baby erfuhr, nahm sie auch noch Rache an Kallisto und verwandelte die ohnehin schon gestrafte Kallisto in eine Bärin.

Nachdem sie jahrelang einsam durch die Wälder strich, hörte sie plötzlich Jagdhörner. Da erblickte Kallisto in einem der Jäger ihren Sohn Arkas. Da sie jahrelang von ihm getrennt war, wollte sie sich ihm zu erkennen geben. Arkas jedoch erkannte sie nicht und spannte den Bogen.

Noch bevor das Unglück geschah, griff Zeus ein. Um Arkas und seine Mutter wieder zusammen zu führen versetzte er beide auf den Himmel, als Sternbilder „Großer Bär“ und „Kleiner Bär“. Die Jagdhunde von Arkas wurden zum Sternbild „Jagdhunde“. Dort leben sie noch heute glücklich vereint.

Warum haben die Bären am Himmel, im Gegensatz zu Bären auf der Erde einen langen Schwanz?

Zeus schleuderte sie am Schwanz zum Himmel, dabei wurden die Stummelschwänze langgezogen.

Sage „Perseus und Andromeda“ (Perseus, Andromeda, Kepheus, Kassiopeia, Wal, Pegasus)

König Kepheus (siehe Sternbild) regierte über Ägypten. Kassiopeia (siehe Sternbild), die Königin galt als sehr eitel. Eines Tages behauptete sie schöner zu sein als die Meeresnympfen. Das erzürnte den Meeresgott Poseidon: Zur Strafe schickte er einen Wal (siehe Sternbild) um das Land mit fürchterlichen Überschwemmungen zu verwüsten. In ihrer Verzweiflung wandten sich der König und die Königin an ein Orakel, um zu erfahren, wie dem Unheil ein Ende zu bereiten sei. Doch der Spruch des Orakels war grausam: Die eigene Tochter Andromeda (siehe Sternbild) dem Wal zu opfern sei der einzige Weg das Unheil zu beenden. Anfangs wehrte sich Kepheus, doch das Volk verlangte vom König dem Orakelspruch zu folgen. Schweren Herzens fesselten der König und die Königin ihre Tochter an einen Felsen in der Meeresbrandung. Die schöne Andromeda war hoffnungslos verzweifelt. Das Untier kam immer näher und Andromeda sah sich schon verloren. Da tauchte am Himmel der



Die Milchstraße über dem Wildnisgebiet Dürrenstein © Günther Wuchterl

Pegasus, ein geflügeltes Pferd, auf (siehe Sternbild). Auf ihm ritt Perseus (siehe Sternbild), jener Held, der die gefürchtete Medusa, die Frau mit den Schlangenhaaren, besiegt hatte. Als Andromeda ihm ihre Geschichte erzählt hatte, schwang sich Perseus auf den Pegasus und stürmte auf den Walfisch zu. Er hielt ihm das scheußliche Haupt der Medusa entgegen, wodurch der Wal vor Schreck zu Stein erstarrte. Daraufhin befreite Perseus die schöne Königstochter Andromeda und heiratete sie. Noch heute sind sie am Himmel vereint, neben König Kepheus und Königin Kassiopeia. Der Walfisch liegt als versteinertes Felsen vor der Küste ihres Königsreichs und stellt auch ein eigenes Sternbild dar.

Sternenkarte

Um Teilnehmer*innen einen Vorgeschmack auf den Sternenhimmel zu geben, können physische Sternenkarten verwendet werden, die bereits in der Dämmerung der Gruppe gezeigt werden. Die richtige Handhabung der Sternenkarte wird erläutert, Datum und Uhrzeit eingestellt. So erfahren die Teilnehmer*innen, welche Sternbilder und Planeten aktuell am Nachthimmel zu sehen sein könnten.³

Sternbilder-Karten

Mittlerweile existieren bereits gute Hilfsmittel zur Vermittlung des Sternenhimmels, wie etwa die Karten aus dem Moses-Verlag zu „50 Sternbilder & Planeten“, die mit leuchtenden Abbildungen der Sternbilder ausgestattet sind. Mit diesen Hilfsmitteln lassen sich die Himmelskörper selbst dann gut erkennen, wenn der Blick für den Nachthimmel nicht geschult ist. Zu beachten ist dabei, dass die Sternbilder nicht immer im gleichen Proportionsverhältnis abgebildet sind und somit Verwirrung

³ https://www.astro-shop.com/Sternkarten_Drehbare-Sternkarten.html

beim Vergleich mit den Originalen entstehen kann.⁴

Bewegungen am Sternenhimmel verstehen (Teilnehmer*innen oder Gegenstände)

Erde, Sonne und der 24-Stunden Tag

- ★ Person 1 (Apfel) ist die runde Erde auf der sich an irgendeinem Punkt Österreich befindet (z. B. auf Höhe der Augen/Punkt auf Haut des Apfels).
- ★ Person 2 (Kerze) ist die fix stehende Sonne, die hell leuchtet.
- ★ Wenn sich Person 1 (Apfel) um die eigene Achse dreht, wird der Tag/Nacht-Rhythmus simuliert. Der Körper (Stiel und Kern) bildet dabei die Erdachse und der Kopf (Stiel) zeigt in Richtung des Polarsterns.

Der Sternenhimmel geht auf

Ab dem Sonnenuntergang verschwindet das Licht nach und nach und die Welt taucht von der Dämmerung in die Nacht ein. Die Dämmerung kann dabei in drei Phasen unterteilt werden, die bürgerliche, die nautische und die astronomische Dämmerung, die mit der vollständigen Abwesenheit von Sonnenlicht endet. Während dieser Übergangsphase sind die ersten Sterne und Planeten am Himmel erkennbar und können durch ihr zeitlich verzögertes Erscheinen Stern für Stern wahrgenommen werden. Zur Vorbereitung einer Nachtexkursion empfiehlt es sich für den Vermittler, den Aufgang des Sternenhimmels über ein Online-Tool zu verfolgen und sich die wichtigsten Sterne und Sternbilder einzuprägen. Das funktioniert beispielsweise unter <https://stellarium-web.org/> für jede Position auf der Erde.

⁴ <https://www.moses-verlag.de/expedition-natur-50-sternbilder-planeten.html>

Die kulinarische Galaxie – Aufbau der Milchstraße anhand einer Nussschnecke

Die Milchstraße ist am naturnahen Nachthimmel als breites Band erkennbar. Um die Struktur dieser Galaxie besser zu verstehen, kann die Milchstraße anhand einer Nussschnecke veranschaulicht werden. Von oben betrachtet hat die Nussschnecke die Form einer Spirale. Diese Spirale wird nun mit den Händen von oben und unten möglichst flach gedrückt. Am Rand der Nussschnecke wird ein kleines Stück abgebissen, genau auf der Höhe unseres Sonnensystems.

Jetzt kann in die Abbiss-Fläche hineingesehen werden. Der hellere Teig entspricht nun den Milliarden Sternen der Galaxie, die braune Nussfüllung undurchsichtigen Staubwolken. Jetzt wird die angebissene Nussschnecke entlang der Milchstraße so am Himmel ausgerichtet, dass man in die Galaxie hineinsieht. Die Erde befindet sich am äußeren Rand der Galaxie und eröffnet den Blick in das dichte Zentrum mit Milliarden von Sternen. Links und rechts davon nimmt die Sternen-Dichte deutlich ab, weil der Blick seitlich aus der Galaxie hinausfällt.



Abbildung 4: Nussschnecke & schematische Darstellung der Milchstraße als Spirale. Foto © Katja S. Verhoeven from Pixabay

Vollmondwanderung

Eine Wanderung bei Vollmond ermöglicht eine ganz besondere Wahrnehmung der Natur bei Nacht. Durch die helle Strahlkraft des

Erdtrabanten lassen sich mehr Details in der Umgebung erkennen und auch die Schatten, die von Objekten geworfen werden, verändern die Nachtlandschaft. Während einer Vollmondwanderung kann die „Geschichte vom Mann im Mond“ erzählt werden. Ein Bauer war an einem Sonntag im Wald von Gott erwischt worden, als er ein Bündel Reisig stehlen wollte. Da der Bauer den heiligen Sonntag nicht würdigte, wurde er von Gott in den Mond verbannt und ist seitdem bei Vollmond mit seinem Bündel am Rücken zu sehen. Mit freiem Auge sind dunkle und helle Stellen am Mond erkennbar, die mit einem Fernglas/Spektiv genauer betrachtet werden können. In anderen Kulturen werden Mythen über Sonne und Mond als Liebespaar oder ein Kaninchen im Mond erzählt.⁵

Biologie

Fledermaus-Detektor

Fledermäuse rufen in einem für uns Menschen nicht wahrnehmbaren Frequenzbereich. Die Rufe dienen der Orientierung und der Jagd nach nachtaktiven Fluginsekten. Der ausgesandte Schall wird von Objekten reflektiert und kann von Fledermäusen mit ihren großen Ohren aufgefangen werden. Um die Rufe der Arten auch für Teilnehmer*innen einer Nachtexkursion hörbar zu machen, kann ein Fledermaus-Detektor (Bat-Detektor) eingesetzt werden. Das Gerät übersetzt die Lautsignale der Fledermäuse in hörbare Frequenzbereiche. Durch die Art der akustischen Klick-Signale lassen sich mit Übung auch einzelne Arten oder Artengruppen unterscheiden.⁶

⁵ <https://astrokramkiste.de/mondmythen>

⁶ <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/batnight/11234.html>

Lichtfalle für Glühwürmchen

Mit LED-Fallen können Männchen des Großen Glühwürmchens angezogen werden. Die Fallen lassen sich einfach herstellen. Die Fallen werden an gut einsehbaren Stellen nach 22 Uhr platziert. Unter dem Link www.gluehwuermchen.ch werden einfache Fallentypen beschrieben. Beim Einsatz der Fallen zur Vermittlung sollte immer auf das Wohlergehen und den angemessenen Respekt gegenüber den Lebewesen Bedacht genommen werden. Daher werden die Tiere nach der Betrachtung wieder frei gelassen, damit sie sich auf die Suche nach echten Paarungspartnerinnen machen können.⁷

Lautsignale der Tiere

Für ein Ratespiel mit Teilnehmer*innen eignen sich verschiedene Tierstimmen oder Geräusche der Nacht. Dazu können mit einem Lautsprecher Tierstimmen der verschiedenen Arten vorgespielt werden und von der Gruppe erraten werden. Vielleicht kann dadurch sogar ein Lautsignal während der Exkursion richtig erkannt werden. Für Vogelstimmen eignet sich die APP „Merlin Bird ID“⁸, da die passenden Stimmen zu den Arten dort abrufbar sind.

Fledermaus & Nachtfalter

Bei dem Spiel werden einer Person, die die Fledermaus verkörpert, die Augen verbunden. Zwei bis drei andere Spieler werden um die Fledermaus platziert und stellen die Nachtfalter dar. Die verbleibenden Mitspieler bilden einen Kreis und repräsentieren eine Höhlenwand. Die Fledermaus

muss nun versuchen die Nachtfalter zu erwischen, darf dazu aber nur ihr Echo benutzen. Dazu ruft die Fledermaus „Piiep“ und die Nachtfalter müssen direkt darauf mit „Miiiep“ antworten. Die Höhlenwand sorgt dafür, dass weder die Nachtfalter noch die Fledermaus die Höhle verlassen können, darf aber keine Geräusche dabei machen.⁹

Glühwürmchen-Spiel

Mit Taschenlampen werden verschiedene Codes dargestellt, die dann vom jeweiligen Partner, der diesen Code kennt, richtig erkannt und gefunden werden müssen. Beispiel:

- ★ Lang – lang Pause
- ★ Kurz – kurz – lang Pause
- ★ Lang – kurz – lang – kurz Pause
- ★ Kurz – kurz – kurz – kurz Pause

Vier Personen stellen sich am Waldrand auf und versuchen mit Lampen ihre Blinkcodes zu machen. Die anderen Gruppenmitglieder müssen jeweils den ihnen zugeordneten Code erkennen und sich beim passenden „Glühwürmchen“ einfinden (der Spielleiter hat zuvor jeder Person einen geheimen Code A-D zugewiesen). Wenn der Spielleiter bestimmte Codes unterschiedlich oft verrät, kann er in etwa überprüfen, ob die richtige Anzahl an Leute die passenden Glühwürmchen gefunden haben.

⁷ http://www.gluehwuermchen.ch/led_falle/led_falle.htm

⁸ <https://merlin.allaboutbirds.org/download/>

⁹ https://www.umweltbildung.at/uploads/tx_hetopublications/publikationen/pdf/Biodiversitaet-erlebbar-machen.pdf



Rehwild im Morgengrauen © Christian Raffetseder

Variante 2: das akustische Glühwürmchen

Die Leuchtsignale werden durch Klatsch-Rhythmen ersetzt. Mehrere verschiedene Rhythmen werden vorgegeben und jeweils ein/e Teilnehmer*in übernimmt diesen Rhythmus. Sie stellen sich in einiger Entfernung beispielsweise am Waldrand auf. Den übrigen Teilnehmer*innen werden die Augen verbunden. Sie müssen anhand des akustischen Signals zu ihrem zuvor zugewiesenen Partner finden. Um die Schwierigkeit zu erhöhen, tauschen die klatschenden Personen noch ihre Plätze, nachdem alle die Augen verbunden haben.

Nachterlebnis

Die Augenadaption

„In der Nacht sind alle Katzen grau“. Diese Aussage ist Ausgangspunkt für eine Sinneserfahrung, die Teilnehmer*innen am eigenen Leib erfahren können. Dazu werden sie in zwei Gruppen eingeteilt. Startet die Exkursion in den späten Abendstunden, also in der Dämmerung, werden jeder Gruppe jeweils unterschiedliche bunte Gegenstände in verschiedenen Farben gezeigt. Die Gegenstände werden dann verstaut und zu einem späteren Zeitpunkt der Exkursion wieder hervorgeholt. Diesmal müssen die Teilnehmer*innen, jene Gegenstände mit Farbe benennen, die sie nicht zuvor in der Dämmerung gesehen haben. Können sie die richtigen Farben erkennen? Die zweite Gruppe dient als Kontrollgruppe.

Das Piratenauge

Der Umstand, dass die Hell-Dunkel-Adaption so lange dauert, gibt Grund für die Annahme, dass die berühmte Augenklappe von Piraten nicht nur dazu diente, ein verwundetes Auge oder eine leere Augenhöhle abzudecken, sondern auch, um während eines Entermanövers ein adaptiertes Auge für einen Kampf unter Deck bereitzuhalten. Diese Interpretation der Augenklappe scheint durchaus plausibel, historische

Quellen dafür gibt es allerdings keine.¹⁰

Im Rahmen einer Exkursion kann dieses Phänomen mit den Teilnehmer*innen ausprobiert werden. Von den zwei dunkel-adaptierten Augen wird eines abgedeckt (Hand, Haube, Augenklappe, etc.) und das andere einer Lichtquelle (Taschenlampe, Laterne, Hausbeleuchtung, etc.) ausgesetzt. Anschließend geht die Gruppe wieder in die Dunkelheit, wo die Augenabdeckung abgenommen wird. Der Unterschied in der Adaption der beiden Augen ist nun sichtbar.

Diese Methode eignet sich auch sehr gut, um Schüler*innen die Funktionsweise des Auges näher zu bringen und mit einer Erfahrung am eigenen Körper etwas über die Augenadaption zu erfahren.

Seilparcours

Seile werden zwischen verschiedenen Objekten – Bäume, Masten oder Zaunelemente – mit einem gewissen Abstand gespannt. Wichtig ist dabei, dass sich der Pfad entlang des Seiles nicht in der Nähe von Lichtquellen befindet. Sollte es nicht ausreichend dunkel sein, können die Augen zusätzlich mit einer Augenbinde abgedeckt werden. Die Teilnehmer*innen laufen alleine mit ausreichendem Abstand den Seilpfad entlang und erleben dabei die Nacht mit allen Sinnen abgesehen vom sonst dominanten Sehsinn. Geräusche, Gerüche oder Texturen (beispielsweise von Bäumen oder des Untergrundes) werden dabei wahrgenommen. Bei geeigneten Witterungsverhältnissen kann der Parcours auch barfuß bewältigt werden.¹¹

¹⁰ <https://www.friedrich-verlag.de/biologie/humanbiologie/alle-mann-unter-deck-1617>

¹¹ <https://www.praxis-jugendarbeit.de/spielesammlung/spiele-wahrnehmungsspiele.html>

Die Blinde Raupe

Teilnehmer*innen werden als sogenannte „Blinde Raupe“ auf die herannahende Dunkelheit vorbereitet. Dazu stellen sie sich hintereinander auf, die Hände liegen auf den Schultern der vorderen Person. Alternativ können sich die Teilnehmer*innen an einem langen Seil anhalten. Am Kopf der Raupe führt der/die Naturvermittler*in die Gruppe sacht durchs Gelände. Um nicht zu schnell zu werden, geht der/die Naturvermittler*in rückwärts und führt die Raupe durch Laubhaufen, über Bockerl, Moos, Gras und andere Untergründe. Mutige halten dabei die Augen geschlossen (optional kann eine Augenbinde verwendet werden), vorsichtigere Personen können die Augen offenhalten. Die Übung dient dazu, neben dem Sehen, die anderen Sinne wie Fühlen, Riechen und Hören einzusetzen. Die Eindrücke werden im Anschluss mit der Gruppe besprochen.¹²

Weg in der Dunkelheit

Ziel ist es, dass sich Teilnehmer*innen in der Dunkelheit zurechtfinden. Mit einem Hilfsgegenstand wie beispielsweise einem großen Stock, kann unebenes Gelände langsam begangen werden, der Stock dient dabei als Gehhilfe, mit dem der Untergrund ertastet werden kann. Besonders Mutige können versuchen den Weg ohne Hilfsmittel zurückzulegen. Die Auseinandersetzung mit der Umgebung und die Nutzung aller Sinne stehen hier im Vordergrund, aber auch der Abenteuergeist kann damit geweckt werden.

Adlerauge

Zur Gewöhnung des Auges an die Dunkelheit. Die Gruppe spaziert dahin, eine Person ruft „Adlerauge“ und schließt die Augen. Die Anderen haben 10 Sekunden Zeit sich zu verstecken. Danach öffnet die Person

¹² <https://www.materialboerse.ejo.de/die-grosse-raupe-blindschleiche/>,
Ergänzungen durch Edith Weiß

die Augen, bleibt stehen und versucht jemanden zu entdecken. Dabei ist ein Sternschritt erlaubt, d.h. man darf sich auf der Stelle mit einem Fuß bewegen, während der andere Fuß verharrt. Kann jemand aus der Gruppe erspäht werden, so ist er aus dem Spiel. Danach schließt die Person, die Adlerauge gerufen hat wieder die Augen und jetzt haben alle anderen 5 Sekunden Zeit Adlerauge zu berühren.

Geräusche der Nacht

Unter den Biologie-Methoden ist mit „Lautsignale der Tiere“ eine sehr ähnliche Methode angeführt. Ziel ist es Teilnehmer*innen bewusst auf die Geräusche der Nacht aufmerksam zu machen. Dazu kann jede/r einen geeigneten Platz einnehmen und für ein paar Minuten in die Dunkelheit hineinhören. Anschließend werden die Erfahrungen ausgetauscht oder es wird daraus eine spannende Geschichte gestrickt.¹³

Story telling

Nachtexkursionen bieten aufgrund der Atmosphäre oft ein geeignetes Setting, um den Teilnehmer*innen spannende Geschichten zu erzählen. Dabei sind der Fantasie der Vortragenden keine Grenzen gesetzt, um Wissen auf kreative Art zu vermitteln. „Peter, der winzige Stern“ ist hierfür ein Beispiel, das versucht die Größenunterschiede im Weltraum für junge Teilnehmer*innen bildlich darzustellen.¹⁴

¹³ <https://www.praxis-jugendarbeit.de/spielesammlung/spiele-wahrnehmungsspiele.html>

¹⁴ <https://kindergeschichten.wordpress.com/2009/10/22/peter-der-winzige-stern-max-bolliger/>

Quellen und Linksammlung

Zur Erstellung des vorliegenden Konzepts wurde die Expertise von Gerald Pfiffinger (Astronomie), Markus Pausch (Biologie), Günther Wuchterl (Lichtverschmutzung) und Dr. Wolfgang Stock (Rechtliches) eingeholt. Zudem wurde die Expertise des Projektteams in den Bereichen Naturvermittlung, Biologie, Astronomie und Methodik genutzt.

Für erhöhte Qualität und einen möglichst nahen Praxisbezug wurden ein Testlauf im Naturpark Ötscher-Tormäuer sowie ein Online-Webinar durchgeführt. Die Teilnehmer*innen setzten sich dabei aus Ranger*innen der Nationalparks, Naturvermittler*innen und Interessierten zusammen, ihr Feedback ist in die hier vorgestellten Übungen und Informationen mit eingeflossen.

Neben den Referenzen, die in den Fußnoten des Konzepts zu finden sind, folgt hier eine Liste nützlicher Literatur zum Thema Lichtverschmutzung:

Leitfäden zu Außenbeleuchtung

- ★ Österreichischer Leitfaden Außenbeleuchtung (Infos: Auswirkungen Tier und Mensch, Leuchten und Leuchtmittel, Umsetzungsempfehlungen: https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/11012018_Leitfaden_Aussenbeleuchtung_Web_KOMPLETT.pdf)
- ★ BfN Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen (Infos: Lichtverschmutzung, Auswirkungen auf Tier und Mensch): <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript543.pdf>

- ★ Empfohlenes Vorgehen der Gemeinden bei der Umrüstung der Außenbeleuchtung: https://www.energieberatung-noe.at/images/doku/strassenbeleuchtung_broschuere_energieberatung.pdf

Lichtverschmutzung und ihre Auswirkungen

- ★ Lichtverschmutzung – Ausmaß, Auswirkungen und Handlungsansätze (gute Zusammenfassung auf vier Seiten): <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/tab-fokus/TAB-Fokus-025.pdf>
- ★ Auswirkungen auf Tier, Mensch und Sicherheit: <https://www.darksky.org/light-pollution/>
- ★ Auswirkungen auf Insekten und Mensch: http://www.hellenot.org/fileadmin//user_upload/PDF/WeiterInfos/19_VzSBJahrbuch_LVVulnerabilitaetInsekten.pdf
- ★ Auswirkungen auf Tiere: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/lichtverschmutzung-und-ihre-fatalen-folgen-fuer-tiere/7024> und <https://www.eulen-greifvogelstation.at/wissen/vermeidung-von-unfaellen-von-wildtieren/lichtverschmutzung-schadet-tieren/>
- ★ Studie Populationsentwicklung: <http://kevingaston.com/wp-content/uploads/2017/05/Gaston-Bennie-2014-Demographic-effects-of-AL-on-animal-populations.pdf>
- ★ Meta-Studie Verhaltensänderung bei Tierarten und Interaktionen zwischen den Arten eines Ökosystems: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/1540-9295%282004%29002%5B0191%3AELP%5D2.o.CO%3B2>



Wien bei Nacht © Christian Raffetseder

ANHANG

Nacht-Recht (von Dr. Wolfgang Stock)

Eine ganze Reihe von (naturbezogenen) Rechtsvorschriften thematisiert die **Zeiten von Dämmerung, Dunkelheit und Nacht im Lebensraum Natur**.

Im Jagdrecht kann die **Jagdausübung bei Nacht grundsätzlich verboten** sein. Drei Beispiele aus Wien, dem Burgenland und aus Salzburg:

Details:

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LWI40014118/LWI40014118.html> (Wien)

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LBG40022469/LBG40022469.html> (Burgenland)

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LSB40023022/LSB40023022.html> (Salzburg)

Diese Bestimmungen geben uns auch eine **Legaldefinition von „Nacht“**: Nacht, das ist die Zeit von einer Stunde nach Sonnenuntergang bis eine Stunde vor Sonnenaufgang. In diesem Sinne legt auch eine weitere Legaldefinition (§ 4 des Burgenländischen Feldschutzgesetzes) Folgendes fest: Als Tageszeit ist die Zeit eine Stunde vor Sonnenaufgang bis eine Stunde nach Sonnenuntergang anzusehen. (Im Zusammenhang mit dem Gebot, dass der Auftrieb des Viehs zur Weide und der Eintrieb von dieser nur bei Tageszeit stattfinden darf.) Kurioserweise gilt aber im Burgenländischen Jagdgesetz die Nacht als „Zeit von 90 Minuten nach Sonnenuntergang bis 90 Minuten vor Sonnenaufgang“. Allgemein gebräuchlich ist diese Definition aber nicht.

Details:

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LBG12003365/LBG12003365.html> (Feldschutzgesetz)

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LBG40022469/LBG40022469.html> (Jagdgesetz)

In Schutzgebieten kann es **nächtliche Betretungsverbote** geben. Beispiel: Im Bürmooser Moor in Salzburg zwischen 19.00 Uhr und 7.00 Uhr, in der Zeit vom 1. Oktober jeden Jahres bis zum 31. März des Folgejahres zwischen 17.00 Uhr und 7.00 Uhr.

Details: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LSB40009875/LSB40009875.html>

Diese naturschutzrechtliche Betretungsbeschränkung ergibt sich aus einer Verordnung der Salzburger Landesregierung. Für viele – vor allem kleinräumige – Schutzgebiete bestehen aber nur Verordnungen der Bezirksverwaltungsbehörden.

Alle österreichischen Bezirksverwaltungsbehörden finden sich hier:

https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/orgsuchecontext?p.execution=e1s1&gentic.ts=1610919431&orgtypauswahl:_idcl=orgtypauswahl_j_id_k_8&javax.faces.ViewState=&orgtypauswahl_SUBMIT=1

Die Jugendschutzgesetze der Länder kennen **Verbote des Aufenthalts an öffentlichen Orten für Kinder und Jugendliche zur Nachtzeit**, meist in der Zeit von 23.00 Uhr bis 5.00 Uhr, für Jugendliche bis zum vollendeten 16. Lebensjahr in der Zeit von 1.00 Uhr bis 5.00 Uhr.

Die Ausgehzeiten – nach Bundesland geordnet: <https://www.oesterreich.gv.at/themen/jugendliche/jugendrechte/3/Seite.1740220.html>
Diese Verbote gelten allerdings nicht, wenn sich die Jugendlichen in **Begleitung einer Aufsichtsperson** befinden.

Ein Beispiel aus Tirol:
<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LTI40042152/LTI40042152.html>

Als Aufsichtsperson gilt auch eine Naturvermittlungsperson, an die die Eltern die Aufsichtspflicht übertragen haben. Nachtexkursionen mit Kindern und Jugendlichen steht daher rechtlich gesehen nichts im Weg. Eine zeitliche Beschränkung ergibt sich allenfalls aus der jeweiligen Vereinbarung mit den Eltern.

Der **Wald ist grundsätzlich 24 Stunden am Tag geöffnet**. Gemäß § 33 Absatz 1 des Forstgesetzes darf man Wald zu Erholungszwecken betreten und sich dort aufhalten. Und zwar auch ohne Einverständnis und sogar gegen den ausdrücklichen Willen des Waldeigentümers. Eine darüber hinausgehende Benutzung wie **Lagern bei Dunkelheit** ist allerdings nur mit Zustimmung des Waldeigentümers, hinsichtlich der Forststraßen mit Zustimmung jener Person, der die Erhaltung der Forststraße obliegt, zulässig.

Details: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR12132163/NOR12132163.html>

Diese Gesetzesbestimmung lässt allerdings offen, wann **„Dunkelheit“** beginnt und endet. Der Begriff ist aber wohl nicht glücklich gewählt, weil die Begriffe „hell“, „dunkel“ und „finster“ meist für die subjektive

Lichtempfindung benutzt werden. Dunkelheit ist in diesem Sinne ein niedrigerer Grad an Helligkeit. Für eine objektive Definition von Dunkelheit müsste man zuvor festlegen, ob allein die übertragene elektromagnetische Energie maßgeblich sein soll oder ob man zusätzlich die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges berücksichtigen will.

Details: <https://de.wikipedia.org/wiki/Helligkeit>

Man muss somit diesen Gesetzesbegriff wohl als **„Nacht“** interpretieren. Nacht wird im Allgemeinen als Zeitspanne zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang verstanden. Davon wäre noch der Bereich der **„Dämmerung“** auszunehmen, wo es noch oder schon eine akzeptable Sicht gibt. Das hat auch der Oberste Gerichtshof (Rechtssatznummer RS0075401) so gesehen:

Details: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Justiz/JJR_19570322_OGH0002_0050OS00851_5600000_001/JJR_19570322_OGH0002_0050OS00851_5600000_001.html

Überhaupt erscheint der Zweck der Vorschrift, wie er sich aus den Gesetzesmaterialien ergibt, darin zu liegen, dass **„nächtliches Lagern im Wald diesen (wie durch Lagerfeuer) gefährdet**.

Details: https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XIII/II/I_01266/infname_320298.pdf (Seite 96)

Wenn man von diesem Hintergrund ausgeht, ist **Lagern im Wald bei Helligkeit und damit wohl auch in der Abend- und Morgendämmerung gestattet**. Der Gesetzgeber wollte offensichtlich nur das **„Übernachten“**

im Wald nicht freigeben, weil damit in der Regel waldgefährdende Aktivitäten wie Lagerfeuer verbunden sind.

Wenn man in der Nacht lieber nicht „querwaldein“, sondern auf Straßen unterwegs sein will, kann man die sichersten **Nachtwanderungen** rein rechtlich **auf Forststraßen** machen, weil sie in der Nacht nicht befahren werden, aber wegen der 24-Stunden-Öffnung für Fußgänger*innen durch § 33 Abs 1 Forstgesetz „Straßen mit öffentlichem Verkehr“ im Sinne der StVO sind. Somit gilt auch § 89 Abs 1 StVO, wo vorgeschrieben ist, dass Gegenstände, die auf der Straße stehen oder liegen, von den Verfügungsberechtigten bei Dämmerung und Dunkelheit durch Lampen kenntlich gemacht werden müssen. Die Kennzeichnung darf nur unterbleiben, wenn die Gegenstände am Straßenrand so gelagert sind, dass niemand gefährdet oder behindert wird, und sie bei schlechten Sichtverhältnissen durch rückstrahlendes Material oder eine sonstige Beleuchtung erkennbar sind. Dauernde Absperrungen, wie etwa Mautschranken u. dgl., müssen ständig gut erkennbar sein.

Details: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR12146684/NOR12146684.html>

Da kommerzielle Führungen im Wald nach herrschender Auffassung zustimmungspflichtig sind, bedarf es dafür – egal ob bei Tag oder in der Nacht – der Zustimmung der Waldeigentümerin oder des Waldeigentümers. Das gleiche gilt für Wiesen(wege).

Auch Mountainbiken ist im Wald bei Tag und bei Nacht zustimmungspflichtig. Für gewöhnlich sind MTB-Strecken **in der Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang** freigegeben, oft finden sich aber auf den Freigabetafeln auch ganz konkrete Uhrzeiten. Das **Sammeln von Pilzen** ist in vielen Pilzschutzverordnungen der

Länder auf bestimmte Tageszeiten beschränkt und daher **in der Nacht verboten**. So in Kärnten: 7.00 bis 18.00 Uhr; Salzburg: 7.00 bis 19.00 Uhr, ab 1. Oktober: 17.00 Uhr; Tirol: 7.00 bis 19.00 Uhr; Vorarlberg: 8.00 bis 17.00 Uhr.

Details:

<https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40210200/NOR40210200.html>

Kärnten: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LKT40009877/LKT40009877.html>

Salzburg: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LSB40004723/LSB40004723.html>

Tirol: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LTI40016066/LTI40016066.html>

Vorarlberg: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LVB40006458/LVB40006458.html>

Zum Weiterlesen:

https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Justiz/JJT_20031110_OGH0002_0070OB00251_03T0000_000/JJT_20031110_OGH0002_0070OB00251_03T0000_000.html

(Gerichtsurteil zu Nachtsafaris zwecks Dachsbeobachtung)

https://www.freizeitrecht.at/files/ZVR_2013-07-08_231_Wolfgang_Stock.pdf **(Rechtswissenschaftlicher Artikel zu Zelten, Biwakieren und Lagern)**

<https://wua-wien.at/naturschutz-und-stadtoekologie/165-weiterfhrende-informationen-zum-thema17/1816-gesetze-gegen-lichtverschmutzung-international> **(Übersicht über Gesetze gegen Lichtverschmutzung)**

https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Lvwg/LVWGT_TI_20150731_LVwG_2014_35_2703_9_00/LVWGT_TI_20150731_LVwG_2014_35_2703_9_00.html; <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/>

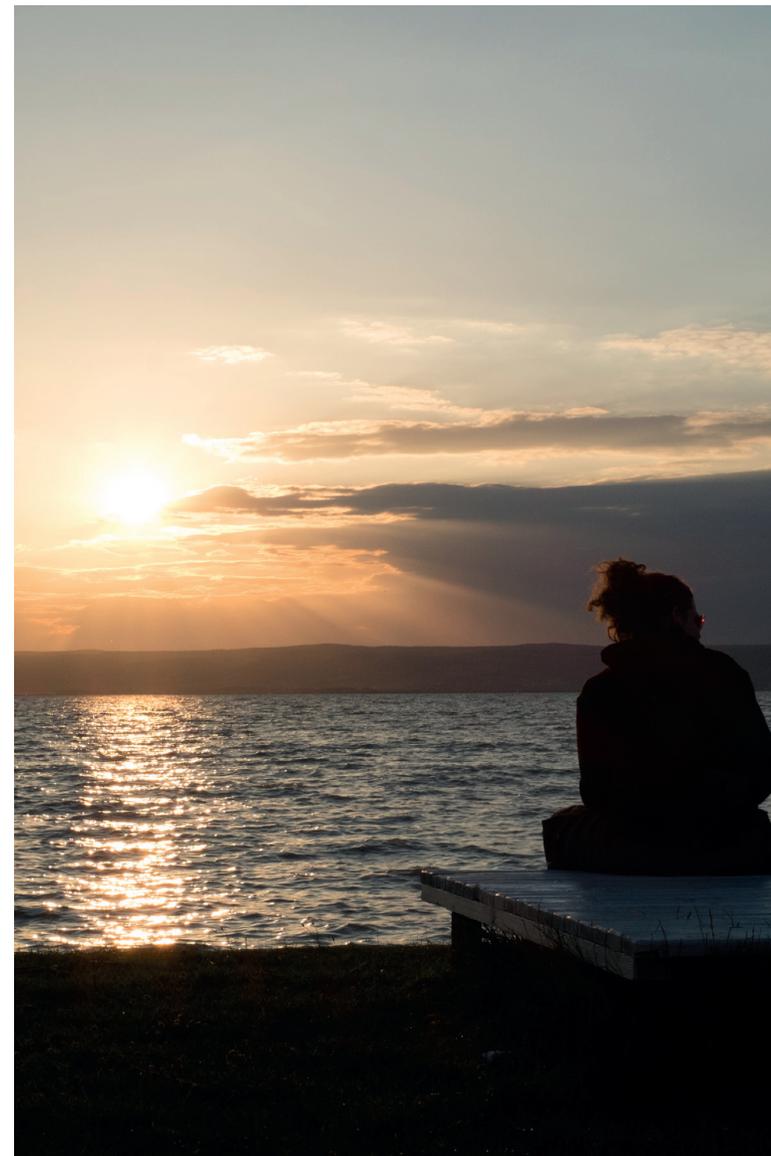
Lvwg/LVWGT_TI_20150304_LVwG_2015_16_0037_6_00/LVWGT_TI_20150304_LVwG_2015_16_0037_6_00.html

(Landesverwaltungsgericht Tirol zu Schipistenbeleuchtung bzw. Loipenbeleuchtung und Lichtverschmutzung)

https://umwelt.naturfreunde.at/files/uploads/2014/10/NFOE_Factsheet_1_TAFELN_1.pdf **(Factsheet „Verbotsschilder und Tafeln“)**

Anregungen für die weitere Auseinandersetzung mit Vermittlung der Naturnacht

- ★ Planung von nachtspezifischen Programmen in Schutzgebieten unter der Berücksichtigung der vorherrschenden naturräumlichen Gegebenheiten.
 - ★ Im Rahmen von Camp-Tagen kann das Thema besonders gut aufgegriffen werden, da die Gruppe am Abend zusammenbleibt.
- ★ Erstellung von Artenlisten für Region und Jahreszeit, die in der Dämmerung zu erwarten sind und sich zur Vermittlung eignen. Verschiedene Lebensräume weisen verschiedenen Tieren und Pflanzen auf.
- ★ Für spezielle Schutzgebiete: Wichtigstes Nachttier (oder Nachtpflanze) aussuchen und beschreiben. Die Führung kann inhaltlich darauf aufgebaut werden.
- ★ Führungen können rund um astronomische Phänomene (z. B. jährliche Perseidenschauer) angeboten werden.
- ★ Die Kombination von Vermittlung der Naturnacht mit anderen Themenfeldern
 - ★ Umrüstung der Lichtsysteme in Gemeinden/Betrieben
 - ★ Auseinandersetzung mit Kunstprojekten, die auf den sparsamen Einsatz von Licht abzielen
 - ★ Klimakrise: Lichtverschmutzung trägt auch zum übermäßigen Ausstoß von CO₂ bei



Sonnenuntergang am Neusiedlersee © Michael Schöppl

