



Kanton Basel-Stadt

Qualifikationsverfahren
allgemeinbildender Unterricht
Vertiefungsarbeit 2019

Abgabedatum: 05. Oktober 2019
Lia Joray
ZL16

LICHTVERSCHMUTZUNG



INHALTSVERZEICHNIS

1	<i>Einleitung</i>	2
2	<i>Definitionen</i>	3
2.1	Licht	3
2.2	Lichtverschmutzung	5
3	<i>Entwicklungsgeschichte der Lichtquellen</i>	6
4	<i>Lichtverschmutzung weltweit</i>	7
5	<i>Auswirkungen der Lichtverschmutzung</i>	9
5.1	Mensch.....	9
5.2	Tiere	10
5.2.1	Vögel.....	10
5.2.2	Insekten.....	11
5.2.3	Wassertiere	11
5.3	Pflanzen.....	13
5.4	Klima	13
6	<i>Wahrnehmung in der Gesellschaft</i>	14
7	<i>Massnahmen zur Eindämmung der Lichtemissionen</i>	14
8	<i>Schlusswort</i>	20
9	<i>Anhang</i>	21
9.1	Interviews	21
9.1.1	<i>Dark-Sky Switzerland, Lukas Schuler Präsident</i>	21
9.1.2	<i>Natur Landschaft Bäume, Yvonne Reisner, Stadtgärtnerei Basel</i>	25
9.2	Umfrage	27
9.2.1	Fragen	27
9.2.2	Auswertung Umfrage	33
9.3	Quellenverzeichnis.....	41
9.3.1	Interviewpartner / Fachexperten.....	41
9.3.2	Bücher und Broschüren.....	41
9.3.3	Abbildungen	41
9.3.4	Internet.....	44

1 EINLEITUNG

In der vorliegenden Arbeit geht es um Lichtverschmutzung. Da dieses gesellschaftlich relativ unbekanntes Thema grosse Auswirkungen auf uns und unsere Umwelt hat, beschloss ich den Wissens- und Bewusstseinsmangel bezüglich Lichtverschmutzung mit dieser Vertiefungsarbeit für die Leser zu ändern. Als erstes möchte ich erläutern, was Lichtverschmutzung eigentlich ist und wie dieses Thema im Laufe der Zeit zu einem Problem wurde. Im Anschluss werde ich auf die Folgen diverser Organismen hinweisen und Lösungsansätze zur Minimierung der Lichtemissionen aufzeigen. Zudem sollen die Lichtemissionen weltweit verglichen werden.

Mit Hilfe des Buches *Lichtverschmutzung in Metropolen*, welches Analysen, Auswirkungen und Lösungsansätze über das Thema liefert, hatte ich eine gute Grundlage, um meine Arbeit spannend zu gestalten. Viel konnte ich auch dem Internet entnehmen, vor allem die Seite von *Dark-Sky Switzerland* lieferte mir hilfreiche und informative Quellen. Zusätzlich erhielt ich durch zwei Interviews einige interessante Informationen. Vielen Dank an dieser Stelle auch den zwei Interviewpartnern Yvonne Reisner, Leiterin der Fachstelle *Natur Landschaft Bäume, Stadtgärtnerei Basel* und Lukas Schuler, Präsident der Vereinigung *Dark-Sky Switzerland*.

2 DEFINITIONEN

2.1 Licht

Licht ist die Voraussetzung für unsere Existenz. Doch was ist Licht eigentlich? Licht ist eine Form von elektromagnetischen Strahlen. Diese umfassen das für das menschliche Auge sichtbare Spektrum (Regenbogen; $\lambda = 380 - 780 \text{ nm}$), sowie Strahlung mit kürzerer (Ultraviolett; $\lambda = 100 \text{ nm}$) und längerer (Infrarot; $\lambda = 1 \text{ mm}$) Wellenlänge, vgl. Abbildung 1. (Wikipedia, 2019)

Licht wird in natürliches und künstliches Licht eingeteilt, diese haben unterschiedliche Farbspektren, vgl. Abbildung 2. Das natürliche Sonnenlicht besitzt das volle Farbspektrum, zudem ist es dynamisch. Darunter versteht man, dass sich die Farbtemperatur der Tageszeit anpasst. Durch natürliches Licht wird der Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen beeinflusst. Licht wird auch von unserem Körper für die Bildung von Vitamin-D benötigt, welches für den Kalziumhaushalt zur Knochenbildung und -stabilität lebensnotwendig ist. Was für Mensch und Tier lebenswichtig ist, ist auch für die Pflanzen unentbehrlich. Für die von Pflanzen betriebene Photosynthese, brauchen diese Sonnenlicht, Kohlenstoffdioxid und Wasser. Die Pflanzen und Bäume wandeln dies in Sauerstoff und Glucose um. (Wikipedia, 2019)

Künstliches Licht ist in unserer Gesellschaft in nicht mehr wegzudenken. Licht wird in verschiedene Farbtöne unterteilt: das blaue Licht, welches eine niedrigere Wellenlänge und eine höhere Frequenz hat und das rote Licht, bei welchem die Wellenlänge grösser und die Frequenz niedriger ist. Die Frequenz beschreibt die Schwingungszahl von Wellen pro Sekunde. Je höher also die Schwingungszahl, desto höher auch die Energie. Daraus kann man schliessen, dass blaues Licht mehr Energie als rotes beinhaltet. In Bezug auf die Lichtverschmutzung ist das kältere, blaue störender als das warme, rote Licht. (Wikipedia, 2019)

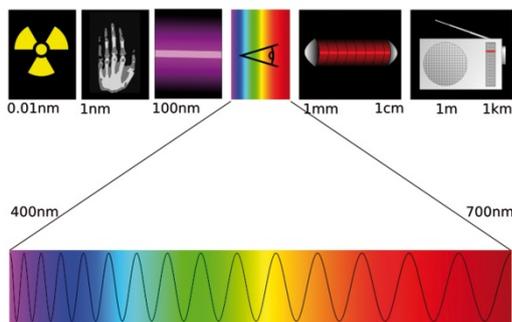


Abbildung 1) Spektrum der elektromagnetischen Wellen

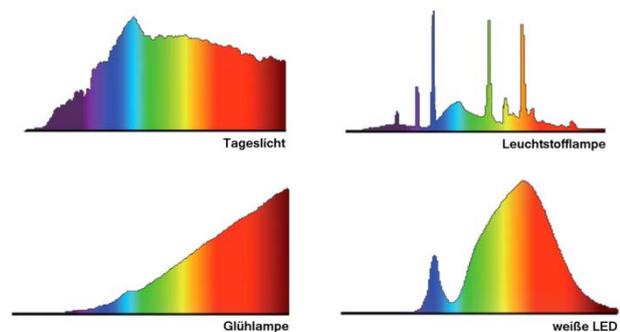


Abbildung 2) Farbmischungen verschiedener Lichtsorten

In dem für den Menschen sichtbaren Spektrum, reagieren wir am stärksten auf grünes Licht. Reptilien und Insekten sehen zudem noch in den Ultravioletten und Infraroten Bereich, vgl. Abbildung 3. (Goronszy, 2018, p. 7) Blaues Licht stört unsere innere Uhr, welche für den Schlaf zuständig ist. Auch reagieren wir und alle anderen Säugetiere empfindlicher auf Blendungen durch blaues Licht, weil dabei der Pupillenreflex schlechter reagiert. Das Licht, welches vom Handy ausgestrahlt wird, und uns lange wachhält, ist ein Beispiel dafür, dass hochfrequentes Licht für uns schädlicher ist als niedrigfrequentiertes. Nachtaktive Tiere lassen sich von Beleuchtungen mit kaltem Licht stärker irritieren. Auch ist die Streuung der Strahlung blauer Leuchtquellen höher, wodurch sich der Himmel stärker als durch rotes Licht erhellt. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

Als die als umweltschonend geltende Leuchtdiode (eng. **Light Emitting Diode**, kurz LED) auf den Markt kamen, fand ein Umbruch in der Beleuchtungsbranche statt. Diese Lampen könnten grundsätzlich dazu beitragen, dass wir Lichtmissionen besser kontrollieren können. Denn sie sind mit der nötigen Technik ausgestattet. Dazu gehört, dass sie sich gezielter ausrichten und dimmen lassen. Riskant an der LED-Beleuchtung ist jedoch, dass man durch die Energieeffizienz, die diese Leuchten auszeichnet, die Nutzung weltweit erhöht und die Lichtverschmutzung dadurch wieder zunimmt. Seit der Verbreitung von LED-Licht tritt ein neues Phänomen vermehrt auf. Die Leuchtdiode besitzt je nach Modell einen erhöhten Blauanteil, vgl. Abbildung 4. Auf den Blauanteil reagieren die Augen nachts empfindlicher – mit der Folge, dass das Sehorgan mehr geblendet wird als von gleich hellem Licht mit weniger Blauanteil. Dies kann gesundheitsgefährdend wirken, wie im Kapitel 5.1 Auswirkung auf den Menschen genauer erläutert. (Beleuchtung Direkt)

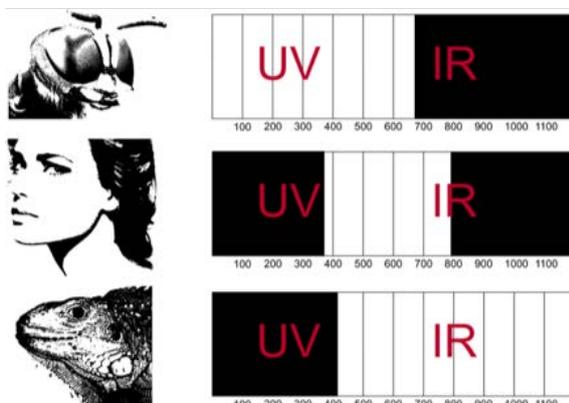


Abbildung 3) Lichtwahrnehmung von Insekten, Menschen und Reptilien

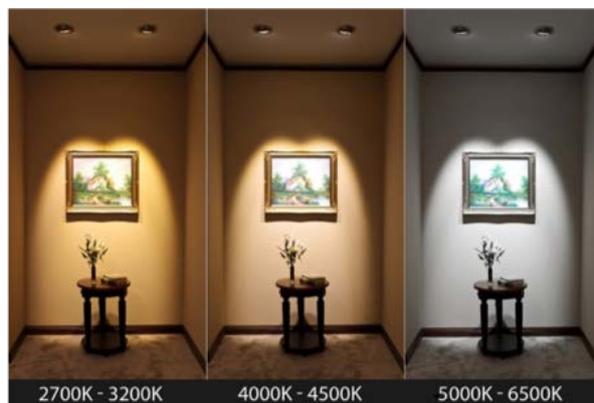


Abbildung 4) verschiedene Farbtemperaturen einer LED-Lampe im Vergleich

2.2 Lichtverschmutzung

Unter Lichtverschmutzung versteht man die dauerhafte Abwesenheit der natürlichen Dunkelheit im Nachthimmel. Dabei steht „Verschmutzung“ für die negativen Auswirkungen auf uns und unsere Umwelt. Der Lichtsmog ist für unser Auge sichtbar, dies in Form einer sogenannten „Lichtglocke“, welche über unseren beleuchteten Städten und Dörfern schwebt. Falschfarbendarstellungen aus dem All zeigen die Ausmasse der Lichtverschmutzung weltweit beeindruckend auf, vgl. Abbildung 5. Die Streuung von Licht in der Erdatmosphäre bezeichnet man als Lichtimmission. Zur Lichtverschmutzung trägt jeder bei, der Licht nachts oder tagsüber unnötig eingeschaltet lässt. (Wikipedia, 2019) (Dark-Sky Switzerland, 2018)

Das Wort Lichtverschmutzung stammt aus der Astronomie, so Lukas Schuler im Interview. Früher wurden Fotoplatten als Negative erstellt, wobei die Sterne schwarze Punkte und der Nachthimmel weiss erschienen. Lichtverschmutzung des Himmels konnte man auf den Bildern als dunkle Schlieren erkennen. Dies erinnerte an Schmutz, wodurch die Lichtverschmutzung ihren Namen erhielt.

Die Intensität der Lichtverschmutzung ist abhängig von der Zusammensetzung der Aerosole, welche die feinste Verteilung schwebender fester oder flüssigen Stoffe in der Luft beschreibt. Diese kann innerhalb eines Tages ständig wechseln. Durch sie entstehen die sogenannten Lichtschleier auf den beleuchteten Fotoplatten, vgl. Abbildung 6. (Wikipedia, 2019)

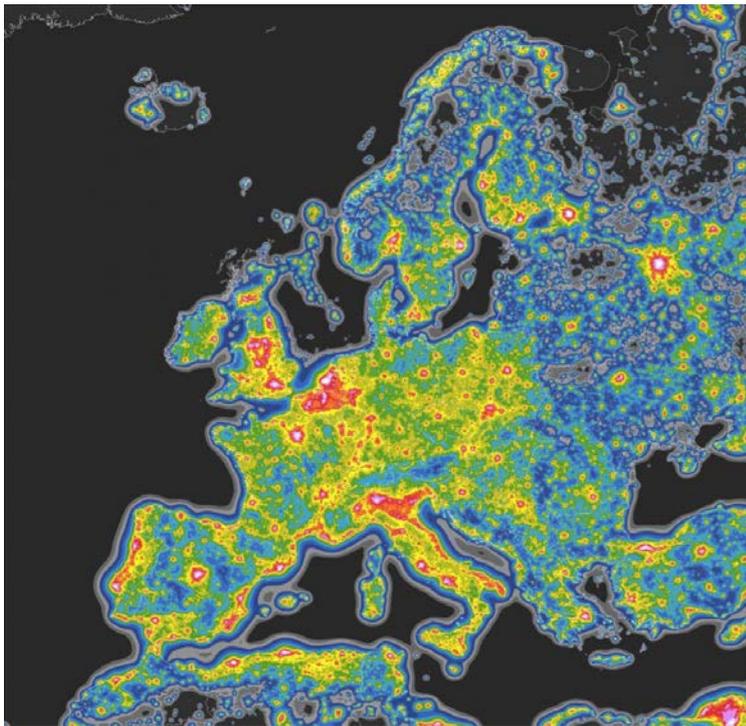


Abbildung 5) Falschfarbendarstellung von Europa



Abbildung 6) Eine Lampe im Nebel strahlt weiter als bei klarem Wetter

3 ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER LICHTQUELLEN

Das erste Licht, das die Nacht erhellte, war das gefürchtete und unkontrollierbare Element Feuer. Dieses diente aber zu diesem Zeitpunkt nicht primär dem Lichtspenden, sondern vor allem als Wärmequelle und als Schutz vor wilden Tieren. Auch zum Kochen wurde es bald genutzt. Über Jahrtausende entwickelte man den kontrollierten Einsatz von Licht, z.B. in Form von Kerzen und Öl- und Gaslampen. Jedoch war die Lichtausbeute dabei sehr gering. Licht war teuer. Nur besonders wichtige Strassenzüge und Bauten wurden beleuchtet. Doch dies änderte sich um 1879, als der US-amerikanische Erfinder und Unternehmer Thomas Alva Edison seine Erfindung, die Kohlefadenlampe, vorstellte, vgl. Abbildung 7. Sie eignete sich auch für den alltäglichen Gebrauch, weshalb Beleuchtung auch im privaten Rahmen und im öffentlichen Raum vermehrt genutzt wurde. (Goronszy, 2018)

«Das Licht, das ein grosses Gebiet überflutete, war so stark, dass die Damen ihre Schirme aufspannten – nicht etwa aus Galanterie gegenüber den Erfindern, sondern um sich gegen die Strahlen dieser geheimnisvollen neuen Sonne zu schützen.»

(La Lumière électrique, 1883, zitiert nach: Schivelbusch 2004, S. 59)

Das Fürchten verschwand und die Leute verbannten die vollkommene Dunkelheit aus ihren Wohnorten. Das Kunstlicht wurde zum Symbol des Fortschritts und Wohlstands. Was nach den anfänglichen Schwierigkeiten als willkommen empfunden wurde, setzt heute prägend dem Tag-Nachtrhythmus und somit unserer Gesundheit zu. Zugfahrpläne, Flugzeiten achten nicht auf die Uhrzeit. Wir müssen uns anpassen, um nicht unsere Anschlüsse zu verpassen; der natürliche Tag-Nachtrhythmus wird dabei ignoriert. (Goronszy, 2018)

«Wir sehen jedes Mal in der Geschichte der Beleuchtung, wenn es eine neue Technologie gibt, spart das eigentlich keine Energie. Sondern wir machen die Erde immer heller.»

(Geschichte der Beleuchtung von Christopher Kyba 2017, im Interview mit Juliane Neubauer von detektor.fm)

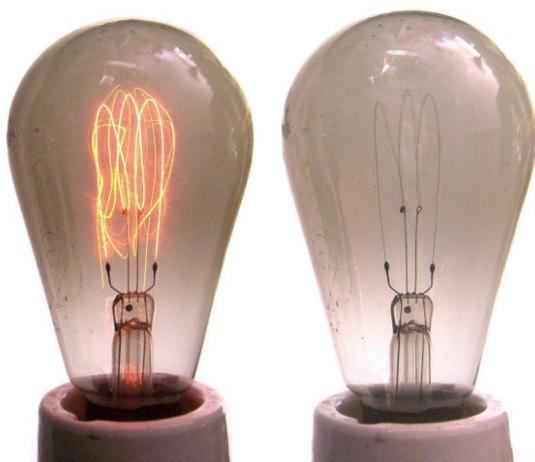


Abbildung 7) Kohlefadenlampen

4 LICHTVERSCHMUTZUNG WELTWEIT

Weltweit immer zunehmend ist die Lichtverunreinigung ein schwerwiegendes Problem. Satellitenaufnahmen über Jahre zeigen dies deutlich. In der Schweiz gibt es keinen einzigen Quadratmeter der nicht in gewissem Grad lichtverunreinigt ist, wie in Abbildung 8 ersichtlich. Ein Drittel der Erdbevölkerung sieht an ihrem Wohnort die Milchstrasse nicht mehr. Laut einer Studie leben 83 Prozent der Menschheit unter einem stets unnatürlich erhellten Himmel. In Amerika und Europa sind es sogar 99 Prozent. (Klett, 2008)

Die Gesellschaft und Wohngebiete wachsen, mit ihnen die Lichtemissionen. Diese nehmen durchschnittlich pro Jahr um zwei Prozent zu. Zu den Ursachen gehören Strassenbeleuchtungen, Leuchtreklamen, Videowände, Suchscheinwerfer und Industriebeleuchtungen sowie die Lichter in Gebäuden und das Fernlicht von Kraftfahrzeugen. Das Licht strahlt auf in der Atmosphäre schwebende Wassertropfchen oder atmosphärische Stäube, welche dieses weiter reflektieren und zerstreuen. So kann das Licht riesige Distanzen zurücklegen, eine von den eigenen Augen wahrnehmbare Lichtglocke entsteht, vgl. Abbildung 9. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

Nordamerika (überwiegend die Ostküste), Europa und Asien (allen voran Indien und Japan) sind strahlend helle Lichtflecken auf der Erde, wie auf dem Satellitenbild gut zu erkennen ist, vgl. Abbildung 10. Die Lichtflecken über Kanada und Grönland sowie südlich von Australien sind auf Polarlichter, welche nicht herausgefiltert werden konnten, zurückzuführen. (Marie-José Kolly, Alexandra Kohler, 2016)

Singapur ist eines der reichsten Länder der Welt. Der Stadtstaat zeigt dies auch durch seinen allzeit hell erleuchteten Himmel. Die rund 5.600.000 Einwohner haben in dessen Umgebung nie die Gelegenheit sich an die Dunkelheit zu gewöhnen. Auch Kuwait und Katar sind stets erhellte Städte. Singapur bei Nacht siehe Abbildung 11. (Marie-José Kolly, Alexandra Kohler, 2016)

Im Gegensatz dazu haben wirtschaftlich schwache Länder kaum finanzielle Möglichkeiten, den Nachthimmel mit unnötiger Beleuchtung zu bestrahlen. Beispielsweise gilt der Tschad als eines der ökonomisch ärmsten Länder der Welt. Daher leben rund 78 Prozent der tschadischen Bevölkerung unter einem makellosen Sternenhimmel. Die zehn Länder, welche der geringsten Lichtverschmutzungsrate ausgesetzt sind, findet man auf dem Kontinent Afrika, ein Bild vom Sternenhimmel dieses Kontinenten Abbildung 12 . (Marie-José Kolly, Alexandra Kohler, 2016)

In der Schweiz ist Zürich der hellste bewohnte Ort. Die Stadt im sowieso schon stark beleuchteten Mittelland, fällt auf Satellitenbildern zusammen mit Basel und Genf sofort auf. Lü, seit 2009 mit einigen Nachbardörfern zusammengeschlossen zur Val Müstair-Gemeinde im Kanton Graubünden, ist hingegen als dunkelster bewohnter Ort der Schweiz verzeichnet. Versteckt im ohnehin eher dunklen Bündnerland an der italienischen Grenze hat die Gemeinde zwischen den Bergen Schutz vor der Lichtverschmutzung. Deshalb liess sich auch ein Professorenpaar wegen seiner Leidenschaft, der Astronomie, in Lü nieder und gründete ein Zentrum für Astrofotografie. (Marie-José Kolly, Alexandra Kohler, 2016)

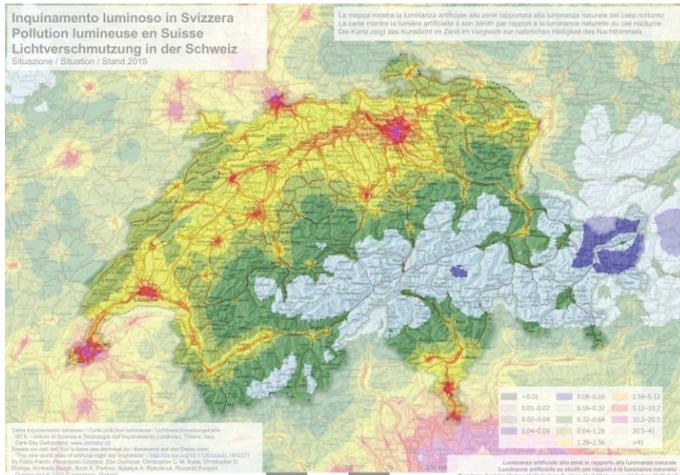


Abbildung 8) Lichtverschmutzung in der Schweiz anhand einer Falschfarbendarstellung

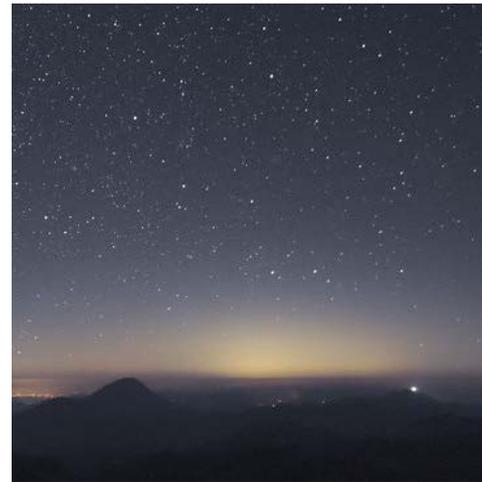


Abbildung 9) Lichtglocke

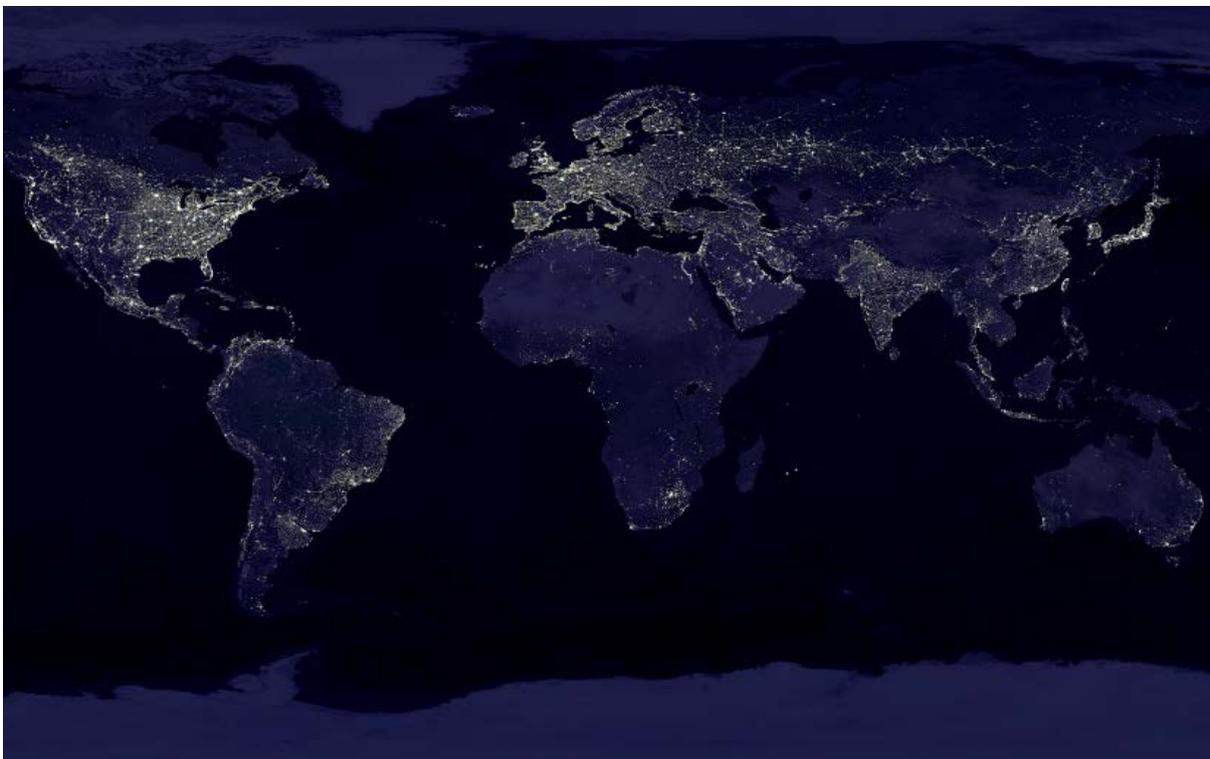


Abbildung 10) Die Erde bei Nacht



Abbildung 11) Singapur bei Nacht



Abbildung 12) Sternenhimmel über Südafrika nach Sonnenuntergang

5 AUSWIRKUNGEN DER LICHTVERSCHMUTZUNG

Der Verlust der natürlichen Dunkelheit hat nicht nur auf die Sichtbarkeit des Sternenhimmels Auswirkungen, sondern ausserdem auch auf die Gesundheit der Lebewesen dieser Erde. Schutz findet man – wie zuvor erläutert - kaum vor der Lichtverschmutzung. In den nächsten Kapiteln werden einige Lebewesen und die Auswirkungen der Lichtemissionen auf sie genauer betrachtet.

Lukas Schuler, Präsident des Vereins Dark-Sky-Switzerland, der sich hierzulande gegen die Lichtverschmutzung engagiert, hält fest: «Im extremsten Fall kann künstliches Licht auch in einer Distanz von 195 Kilometern noch Auswirkungen haben. Das ist ein grosses Problem.»

5.1 Mensch

Als die künstliche Beleuchtung noch nicht vorhanden war, lebte der Mensch nach dem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus. Am hellen Tage war er aktiv und in der Dunkelheit ruhte er. Es war üblich, verschiedenste Naturphänomene des Nachthimmels und der Dunkelheit wie leuchtende Sterne, Sternschnuppen, die Milchstrasse oder Glühwürmchen beobachten zu können. Doch dies änderte sich als schliesslich die künstlichen Lichtquellen erfunden wurden.

Auf die menschliche Gesundheit kann die Lichtverunreinigung Auswirkungen haben. So wurde wissenschaftlich nachgewiesen, dass wir am Tag zu wenig und nachts zu viel Licht haben. Folgen sind Schlafstörungen und Herzschlagveränderungen wie auch laut einer israelischen Forschergruppe das erhöhte Risiko auf Brustkrebs. Im Allgemeinen kann zu viel künstliche Beleuchtung im Zusammenhang mit einem erhöhten Krebsrisiko stehen. Auslöser ist wahrscheinlich, dass durch das Licht zu wenig Melatonin produziert wird. Melatonin sorgt für einen normalen Tag-Nacht-Rhythmus; seine Bildung wird durch Licht gehemmt und bei Dunkelheit gefördert. Mit zu wenig Melatonin verkürzt sich also die Schlafzeit, wodurch sich auch die Lernfähigkeit, Gedächtnisbildung sowie Funktionen des Immunsystems reduzieren. (Rmcharb, 2019), (Lampe de magazin), (Spektrum, 2008)

Schlafstörungen erhöhen das Risiko auf Diabetes, Bluthochdruck und Fettleibigkeit. Auch zeigen einzelne Studien auf, dass die nächtliche Lichtflut dafür verantwortlich sein kann, dass Jugendliche früher in die Pubertät kommen und dass das nächtliche Licht Depressionen auslösen kann. Da gesundheitliche Auswirkungen nur selten auf Lichtemissionen zurückgeführt werden, nehmen die Menschen dies kaum wahr. Doch es gibt auch Konsequenzen, welche sofort spürbar sind. Dazu gehört die Blendung als Störung im Strassenverkehr und unterwegs zu Fuss. Die Blendung eines Schaufensters oder störendes Restlicht von Strassenbeleuchtungen beim Einschlafen. Die Mehrzahl der Teilnehmer meiner Umfrage wählten das Letztere als am meisten belästigende Störung. Die Blendung, bei der das Auge erblindet, zum Beispiel durch Laserlicht oder durch Hineinstarren in eine helle Lichtquelle, wird physiologische Blendung genannt. (Cajochen, 2019) (Porsche, 2018)

Für Kinder, welche ein Nachtlicht durchgehend während ihrer Nachtruhe im Schlafzimmer brennen lassen, besteht ein höheres Risiko auf Kurzsichtigkeit.

5.2 Tiere

Gravierende Auswirkungen hat die Lichtverschmutzung auch auf die Tierwelt. Jede Tierart hat andere „Eigenheiten“ herausgebildet, um mit der natürlichen Dunkelheit klarzukommen. Vor allem Tiere, welche sich mit guten Augen auf die Finsternis spezialisierten, haben Probleme mit künstlichem Licht in der Nacht. Dazu gehören Tiere, die die Dunkelheit als Hinterhalt für ihre Jagd benutzen oder auch solche, die sich grundsätzlich mit Ultraschall orientieren und somit das Licht meiden, wie zum Beispiel die meisten Arten von Fledermäusen. Doch diese jahrhundertlangen Anpassungen an die Nacht wurden vor rund 150 Jahren abrupt vom hellen Schein der künstlichen Beleuchtung gestört. Wie auch der Mensch schlafen viele Tiere in der Nacht, diesen brauchen sie zur Erholung, einige Tiere reagieren auch aggressiv, wenn ihnen den Schlaf abhandenkommt oder sie dabei gestört werden. So wurde in Basel mehrere mal gemeldet, dass ein Rabe Menschen Steinchen oder ähnliches auf den Kopf warf, dies war wahrscheinlich ein Stresssymptom was womöglich auch auf schlechten Schlaf zurückzuführen ist, so Yvonne Reisner im Interview. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

Fast jede Tierart zieht ihr Leid aus der Emission, einige Tiere welche besonders darunter leiden, sind hier aufgelistet.

5.2.1 VÖGEL

Tiere wie Zugvögel, welche sich seit Millionen von Jahren nach den natürlichen Lichtquellen (Sonne, Mond und Sterne) ausrichten, verlieren die Orientierung, vgl. Abbildung 13. Das im Laufe von Millionen von Jahren genetisch ausgeprägte Zugverhalten wird durch Ablenkung von Lichtern gestört und führt teils zum unvermeidbaren Tod der Tiere. Dazu gehören Zusammenpralle mit beleuchteten Gebäuden und unnötigem Umkreisen von erhellten Bauwerken. Oft testen Jungvögel in den lichterfüllten Nächten ihre ersten Nachtrundflüge aus, und lassen sich, angezogen von der Lichtflut, an zu tiefen Stellen nieder, wo sie häufig nicht mehr abfliegen können und an einem Hunger- oder Dursttod verenden oder einem Prädatoren¹ oder Auto zum Opfer fallen. Wie auch bei den Pflanzen bringt das viele Licht die Vögel aus dem Konzept und sie beginnen früher zu brüten, was kritisch werden kann, weil zu dieser frühen Jahreszeit die Nahrung kaum vorhanden ist und die Küken somit verhungern. (Dark-Sky Switzerland, 2018)



Abbildung 13) Orientierung eines Zugvogels

¹ Prädatoren= Ist das Tier, welches ein anderes (seine Beute) zur Nahrungsaufnahme benutzt und dabei meistens tötet.

5.2.2 INSEKTEN

Tag- und nachtaktive Tiere sind sich bei der Nahrungsmittelsuche plötzlich in der Quere. Die oft betroffenen nachtaktiven Insekten wie Falter und Käfer lassen sich von ihrem natürlichen Lebensraum weglocken und verfliegen ihre Energievorräte bei künstlichen Lichtquellen, vgl. Abbildung 14. Ihre Nahrungssuche, das Paaren und Eierlegen wird dadurch vernachlässigt, respektive vollständig weggelassen, mit der Folge, dass die Insekten am Morgen von Insektenfressern vernichtet oder im direkten Kontakt mit der heissen Beleuchtung verenden. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

„Schätzungen für die Schweiz ergeben pro Sommernacht im Schnitt 10 Millionen Insekten, die unnötig sterben. In einem ganzen Sommer dürften so vermutlich zwischen 1 und 5 Milliarden Insekten durch Aussenbeleuchtungen zu Grunde gehen.“

(darksky.ch)



Abbildung 14) Insekten bei Nacht, angelockt von den unzähligen Lichtquellen

5.2.3 WASSERTIERE

Tiere, welche in den dunklen Tiefen von Gewässern leben, was bekommen die schon von der Lichtverschmutzung mit? Viel, denn das Licht durchscheint einen gewissen Teil des Wassers und wird daher von Wassertieren, welche Licht nicht vertragen gemieden, die Auswirkungen zeigt sich beim unscheinbaren Wasserfloh (siehe 5.2.3.2). Aber auch als Illusion kann künstliche

Beleuchtung schwerwiegende Folgen haben, wie das Kapitel Meeresschildkröten deutlich aufzeigt.

5.2.3.1 MEERESSCHILDKRÖTEN

Meeresschildkröten-Muttertiere, welche für die Brut den Strand aufsuchten und dort ihre Eier so unauffindbar wie möglich im Sand vergraben, folgen dem hellen Vollmondschein zurück ins Meer. Wenn die eingescharten Jungtiere nach rund 55 Tagen schlüpfen, richten sie sich, wie auch die Mutter, nach dem hellsten Ort. Beeinflusst durch eine künstliche Lichtquelle und ihre viel sensiblere Ausprägung auf Licht, ist dies aber meist nicht das Meer, vgl. Abbildung 15. Demzufolge können zwei verschiedene Fälle eintreten: die *Desorientierung*, welche das orientierungslose Herumkriechen von den frisch geschlüpften Schildkröten beschreibt, wobei wichtige Energie verloren geht. Oder die *Fehlorientierung*: Das Kriechtier watschelt auf direkten Weg zur hellen, künstlichen Lichtquelle, wobei es ohne Hilfe den Weg nicht mehr aus dem Lichtermeer findet. (Krop-Benesch, 2017) (Dark-Sky Switzerland, 2018)

5.2.3.2 WASSERFLOH

Auch Kleinstlebewesen, wie die Wasserflöhe leiden unter der Lichtverschmutzung. Das lichtempfindliche Tier ernährt sich von Algen, die in Seen wachsen und sorgt so für eine Einschränkung der Algenausbreitung. Bei Helligkeit frisst das Kriebstier nur die im dunklen wuchernden Algen, resp. die untere Hälfte. Beleuchtete Wasserstellen werden also nicht von den Wasserflöhen besiedelt und „aufgeräumt“, es kommt zur Veralgung, was schlimmstenfalls zu Sauerstoffmangel im Gewässer führen kann. Bildlich erklärt in Abbildung 16. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

Aufgrund der Erkenntnisse fordern die Forschenden zum Handeln auf: «Es müssten dringendst Massnahmen entwickelt werden, um die negativen Folgen der jährlich zunehmenden Lichtemissionen für die Umwelt zu reduzieren», sagt Knop



Abbildung 15) Meeresschildkröte im Licht

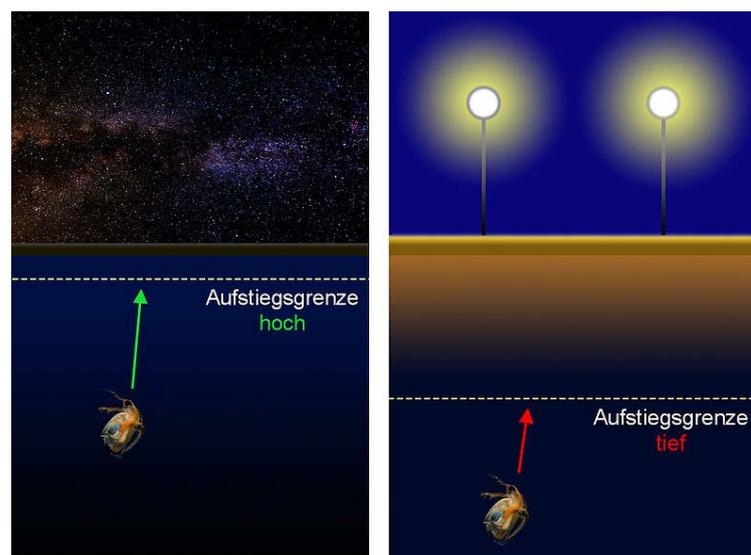


Abbildung 16) Verhalten einer Wasserfloh ohne Lichtverschmutzung (links), mit Lichtverschmutzung (rechts)

5.3 Pflanzen

Auch Pflanzen lassen sich von der ständigen Helligkeit durcheinanderbringen, ihr natürlicher Wachstumszyklus ist beeinträchtigt. Die Blütezeit verschiebt sich, was zu Frostschäden führen kann. Die für Pflanzen wichtigen Ruheperioden verändern sich. Die Wachstumsrate, Blüte, Reifung, Blattfall und Frostresistenz verschieben sich auf ungünstige Zeitpunkte. Die Pflanze wird schwach. Ein beeindruckendes Bild vom späten Laubabfall unter einer Strassenlampe siehe Abbildung 17. (Dark-Sky Switzerland, 2018)

5.4 Klima

Die Lichtverschmutzung spielt auch beim Klimawandel, oder dem mit dem Klimawandel verbundenen Thema Insektensterben/Bestäubung, eine indirekte Rolle. So konnten Wissenschaftler der Universität Bern erstmals nachweisen, dass sich nachtaktive Insekten beim Bestäuben meist von lichtverschmutzten Gebieten fernhalten oder durch das Licht sterben. Dies hat zur Folge, dass rund zwei Drittel weniger Bestäubungsbesuche auf beleuchteten Flächen vorkommen, beleuchtete Kohldistel mit nächtlichem Blütenbesucher vgl. Abbildung 18. Tagaktive Bestäuber können dies nicht kompensieren. Zudem werden die von nachtaktiven Insekten selten angesteuerten Blüten auch von Tagbestäubern weniger angefliegen, mit der Folge von bis zu 13 Prozent weniger Ertrag. Die Leuchten im Feldversuch der Universität Bern waren standartmässige LED-Lampen für Schweizer Strassen, vgl. Abbildung 19. (Knop E., Zoller L., Ryser r., Gerpe Ch., Höler m., Fontaine c., 2017)



Abbildung 17) Laubbaum im Herbst, welcher unter einer Strassenlampe das Laub später fallen lässt



Abbildung 18) Nächtlicher Blütenbesucher auf Kohldistel



Abbildung 19) Standartmässige LED-Lampen der Schweiz im Feldversuch

6 WAHRNEHMUNG IN DER GESELLSCHAFT

In diesem Kapitel stütze ich mich primär auf meine Umfrage, welche ich ab dem 09.09.2019 durchführt habe, sowie dem Buch Lichtverschmutzung in Metropolen und den Interviews mit Yvonne Reisner und Lukas Schuler.

Lichtverschmutzung gewinnt zunehmend an Präsenz, dies liegt zu einem an dem spürbaren Wachstum der Emission, dem Einsatz von Astronomen und Naturwissenschaftler, welche Forschungen zum Thema betreiben und Forschungsergebnisse der Öffentlichkeit publizieren und auf das Umweltproblem aufmerksam machen. Auch durch das steigende Umweltinteresse, welches Leute zu Infoveranstaltungen lockt, schafft ein gesteigertes Bewusstsein für die Lichtverschmutzung. Der Trend sollte als Möglichkeit genutzt werden. Anpassungen, welche gegen die Lichtverschmutzung kämpfen sind gefragt, gespickt mit gestalterischen Aspekten in der Architektur kann viel bewirkt werden. Das Team von Yvonne Reisner bringt die Lichtverschmutzung in Baugesuchen als ein zu beachtender Aspekt ein und schreibt Massnahmen zur Minimierung vor. (Goronszy, 2018)

Bei meiner Umfrage wusste etwa die Hälfte der Befragten, was Lichtverschmutzung ist. Ein paar der Teilnehmer, die es nicht wussten, konnten aber die Frage: „Was stellen Sie sich darunter vor?“ richtig beantworten. Viele hatten in einem Gespräch oder den Medien in den letzten Jahren davon erfahren. Bemühungen, wie etwa das bewusste Ausschalten von (Strom-) und Lichtquellen sind für viele Teilnehmer die Art etwas gegen die Lichtemissionen zu unternehmen.

7 MASSNAHMEN ZUR EINDÄMMUNG DER LICHTEMISSIONEN

Der erste Schritt den man als Privatperson gegen die Lichtverschmutzung unternehmen kann, ist sich bewusst werden, welche Beleuchtungskörper, im Fokus Aussenraum, wirklich nötig sind, denn oft braucht es keine. Wird die Lichtquelle dringend benötigt, muss man darauf achten, dass sie von oben nach unten beleuchtet und somit die Atmosphäre nicht unnötig mit dem Licht belastet wird, vgl. Abbildung 20. Die Leuchten sollten so abgeschirmt sein, dass die Lichtquelle nicht sichtbar ist, so wird sie den nachtaktiven Insekten weniger zum tödlichen Verhängnis. Auch sollte man darauf achten, dass die Beleuchtungsstärke, sowie Beleuchtungsart auf die Situation angepasst wird. Warmes Licht ist weniger schädlich, darum sollte auch auf die Farbe geachtet werden. Ausserdem kann man bei der Betriebsdauer viel Gutes für die natürliche Dunkelheit tun, denn nur wenige Leuchten, werden die ganze Nacht über benötigt. (Lufthygieneamt beider Basel)



Abbildung 20) Lampen Anwendungen

Besonders in der Öffentlichkeit kann viel gegen die Lichtverschmutzung getan werden. So wird in der Norm SIA 491 (Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum) festgehalten, welche Verantwortung die Öffentlichkeit im Bekämpfen der Lichtverschmutzung übernehmen könnte. Beurteilt werden dabei Objekte, bei denen man abschätzen sollte, welche Rolle Licht dabei spielt und in welchem Masse es eingesetzt wird. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Bei Öffentlichen Bauten, darunter zählen Kirchen, Museen, Verwaltungsgebäude, Gefängnisse, wie auch Bahnhöfe, Bus- und Tramhaltestellen, Schulen und Parks, sollte die Notwendigkeit der Beleuchtung ermittelt, und bei Unvermeidbarkeit die auch oben erwähnten Massnahmen vorgenommen werden. Während meiner Recherchen stiess ich auf einen Artikel, der erwähnte, dass bei einem zu beleuchtenden Gebäude, nur die nötigen Stellen angeleuchtet wurden. Die Fenster der Gebäude und der Nachthimmel konnten mithilfe einer Schablone vor dem Scheinwerferlicht ausgespart werden, der Himmel wurde nicht zusätzlich beleuchtet und die Lichtemission somit aufs Minimum reduziert. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Auch durch den Verkehr und im Vordergrund dessen Infrastruktur werden viele verzichtbare Lichtemissionen geschaffen. Strassen, Kreisel, (Park-) Plätze werden oft der ständigen Lichterflut ausgesetzt. Des Weiteren sind auch Fussverkehrswege, Zufahrten und Brücken dem künstlichen Licht permanent ausgesetzt. Zu den Folgen zählen Reflektionen, also Blendungen, welche verheerende Folgen für die Verkehrssicherheit darstellen können. Die Norm weist darauf hin, dass die Sicherheit eine prägende Rolle spielt und die Fahrbahnbeleuchtung die geforderte Fahrbahnelligkeit aufbringen muss. Massnahmen wären also eine kürzere Betriebszeit oder eine Absenkung der Lichtniveaus. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Natürliche Objekte, also Berge, Bäume, Seen, der Himmel oder Parkanlagen und Gärten, dürfen grundsätzlich nicht bestahlt werden. Ausnahmen sind zur Sicherheit bedingte Einsätze wie z.B. temporäre Sucheinsätze. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Ein grosser Lichtverschmutzer sind Aussensportanlagen und Veranstaltungen im Freien. Auch hier sollte vorsätzlich auf gut eingestellte Beleuchtung zurückgegriffen werden (Farbe, Helligkeit, präzise Ausrichtung, Laufzeit), und Reflektionen vermieden werden. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Nachtarbeitsplätze im Freien wie, Baustellen, Gewächshäuser oder Lagerplätze sollten mit einer angepassten Beleuchtungsstärke beleuchtet werden. Zudem soll auch hier die Betriebszeit minimiert und die Beleuchtung optimal ausgerichtet werden. In Gewächshäusern gilt des weiteren, dass der Innenraum möglichst kein Licht in den Aussenraum strahlt. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Bei Selbstleuchtender, angestrahlter Werbung und ähnlichem sollte die Betriebszeit auf die vom Bund angeordnete Nachtruhezeit zwischen 22 und 6 Uhr angepasst sein. Die Werbung sollte kein Sicherheitsrisiko darstellen, die Beleuchtungsstärke sollte auf das Notwendige minimiert werden. Die Lichtlenkung soll präzise ausgeführt und unbeleuchtete Flächen von der Lichtflut ausgespart werden. (Bundesamt für Umwelt, 2018)

Zusammengefasst sollten also alle Beleuchtungen ohne die Sicherheit oder Nutzung negativ zu beeinflussen, auf ihr Minimum reduziert werden. Die optimale Beleuchtung im Aussenraum erfordert gute Planung, präzise Lichtlenkung und einen optimalen Betrieb, vgl. Abbildung 21 und 22.



Abbildung 21) Strasse gut (rechts) und schlecht (links) beleuchtet

Unnötige Lichtemissionen



- Geneigte Leuchten mit gewölbten Gläsern haben eine höhere Streuung
- Pilz- und Kugelleuchten strahlen zur Seite, in den Himmel und blenden
- Unruhiger Schlaf aufgrund unerwünschten Lichts im Schlafzimmer
- Unpräzise und oft unnötige Gebäudeanleuchtung
- Bodenstrahler erzeugen unnötiges Streulicht
- Helle Werbetafel und Schaufenster stören und blenden

Optimierte Strasse



- Leuchten bei verkehrsschwachen Strassen mit Bewegungsmeldern ausrüsten
- Waagrecht montierte Leuchten. Nachtabsenkung oder Abschaltung vorsehen
- LED-Leuchten mit flachen Gläsern erzeugen wenig Streulicht. Kein störendes Licht im Schlafzimmer
- Gebäudeanleuchtung wenn nötig immer von oben nach unten, nicht am Objekt vorbeistrahlen
- Beleuchtungsstärke von Werbetafeln und Schaufenster nach der Dämmerung reduzieren

Abbildung 22) Oben Strasse mit schlechter Lichtplanung, unten mit guter Lichtplanung

7.1 Tabelle 1: Lichtverschmutzung Optimierung Mensch (Quelle Buch Lichtverschmutzung in Metropolen, S. 124)

Ursache	Auswirkung	Optimierung in Bezug auf Lichtverschmutzung
Blendung der Lichtquelle	<ul style="list-style-type: none"> • Unbehagen, belästigende Wirkung. • Beeinträchtigung der Sehfunktion. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Abschirmung des Lichtpunkts. • Vorteilhafte Positionierung der Leuchte wählen (Höhe, Lage)
LED-Spektrum (hoher Blauanteil)	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkt unnatürlich hell. • Verlängert die Adaptionzeit² 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaltweisses LED-Spektrum vermeiden, einsetzen von warmweissen LEDs.
Aufhellung des Nachthimmels (Sky Glow)	<ul style="list-style-type: none"> • Unterdrückung verschiedener Hormone im Stoffwechselsystem, unter anderem auch Melatonin, infolgedessen Verdacht auf Begünstigung von: <ul style="list-style-type: none"> - Diabetes - Übergewicht - Krebs - Herzinfarkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Lichtemissionen durch Lösungen, die den jeweiligen Städten angepasst sind.

² Vorgänge der Anpassung (in diesem Fall an das Licht)

7.2 Tabelle 2: Lichtverschmutzung Optimierung Vögel (Quelle Buch Lichtverschmutzung in Metropolen, S. 124-125)

Ursache	Auswirkung	Optimierung in Bezug auf Lichtversch
Lichtquelle	<ul style="list-style-type: none"> • Werden von Leuchten ange- lockt und prallen oftmals tödlich auf • Lichtstrahlen wirken anziehend, es kommt zu Massenkollisionen • Lichtstrahlen stören die Orientie- rungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbot von Skybeamern • Beleuchtungskonzept von Gebäuden von innen heraus • Exzessive Fassadenanstrahlung vermeiden • Leuchten, die Fassaden an- strahlen, müssen von oben nach unten beleuchten (Downlights)
Lichtspektrum (Gelblicht)	<ul style="list-style-type: none"> • Störung der Orientierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Warmweisse LEDs
Aufhellung des Nachthimmels (Sky Glow)	<ul style="list-style-type: none"> • Orientierung anhand der Sterne wird unterbunden • Beeinträchtigung des circadianen Rhythmus, infolgedessen Beeinträchtigung von: <ul style="list-style-type: none"> - Jagdverhalten - Brutzeit - Balzverhalten - Körperliche Verfassung • Melatonin-Unterdrückung, danach Störung der zeitlichen Orientierung bei Zugvögeln 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Lichtemissio- nen durch Lösungen, die den jeweiligen Städten angepasst sind

7.3 Tabelle 3: Lichtverschmutzung Optimierung Insekten (Quelle Buch Lichtverschmutzung in Metropolen, S. 125)

Ursache	Auswirkung	Optimierung in Bezug auf Lichtverschmutzung
Lichtquelle	<ul style="list-style-type: none"> • Werden von Lichtquellen angezogen, infolge dessen: <ul style="list-style-type: none"> - Erhöhter Energieverbrauch - Unterbindung / Verkürzung der Nahrungssuche und Fortpflanzungsaktivität - Herauslockung aus dem natürlichen Umfeld - Aufprall und Verbrennungen durch Lichtquelle - Erhöhte Sterberate an Lichtquelle durch Fressfeinde 	<ul style="list-style-type: none"> • Homogene Raumausleuchtung • Gute Abschirmung des Lichtpunkts • Geschlossene Leuchtgehäuse
LED-Spektrum (hoher Blauanteil)	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Anlockung • Verdacht auf Anlockung neuer Insektenarten, die empfindlich auf kurzwelligere Strahlung reagieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Warmweisse LEDs
Aufhellung des Nachthimmels (Sky Glow)	<ul style="list-style-type: none"> • Eingriff in circadianen Rhythmus • Beeinträchtigung der Schlupfzeiten • Sternorientierung wird behindert 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Lichtemissionen durch Lösungen, die den jeweiligen Städten angepasst sind

8 SCHLUSSWORT

Die weltweite negative Auswirkung der Lichtverschmutzung wird gesellschaftlich immer präsenter, dennoch weiss nur jede zweite Person was unter diesem Thema zu verstehen ist. Dass die künstliche Beleuchtung Auswirkung auf die natürliche Dunkelheit und somit unseren Sternenhimmel hat, wissen viele, doch die gesundheitlichen Konsequenzen sind den wenigsten klar. Diese Auswirkungen sind aber vielfältig und betreffen grundsätzlich alle lebenden Organismen der Erde.

Ziel der Arbeit sollte sein den Lesern, wie auch mir das Thema Lichtverschmutzung und deren Auswirkungen näher zu bringen. Durch Interviews konnte ich sehr interessante Informationen für meine Arbeit gewinnen. Die Gespräche führte ich mit den Fachexperten Yvonne Reisner und Lukas Schuler, welchen ich an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Zusätzlich konnte ich über das Tool *UmfrageOnline* eine Befragung über Lichtverschmutzung starten um die Kenntnisse der Gesellschaft über die Emission herauszufinden und gleichzeitig auch die Teilnehmer auf dieses Thema aufmerksam machen. Ein Interview mit einem Lichtplaner konnte ich leider nicht organisieren, dessen Sicht und Bezug auf dieses Thema wäre sicher spannend gewesen.

Vor meiner Arbeit sagte mir der Begriff Lichtverschmutzung grundsätzlich etwas, doch genau konnte ich ihn nicht zuordnen. Jetzt nach dieser Arbeit merke ich, dass ich mich mehr auf Licht in der Nacht achte und versuche meinen Lichtkonsum zu minimalisieren.

9 ANHANG

9.1 Interviews

9.1.1 DARK-SKY SWITZERLAND, LUKAS SCHULER PRÄSIDENT

1. Auf welchem Wege sind Sie zum Verein Dark-Sky Switzerland gekommen, woher kommt Ihr Interesse?

In meiner Jugend begann ich mich für Astronomie zu interessieren, dabei stiess ich auf eine Gruppe, welche eine Zeitschrift für Interessierte führte. In dieser wurde festgehalten, dass eine Organisation zur Erhaltung des natürlich sichtbaren Sternenhimmels gegründet werden sollte. Ich war ein Passivmitglied, nahm an den Generalversammlungen teil und bekam die positive Entwicklung der Vereinigung mit. 2010 wurde ich angefragt, ob ich bei einem Informationsstand mitarbeiten würde, ich sagte zu und half auch im folgenden Jahr mit. Man lud mich zur Vorstandssitzung ein, wo ich den Rücktritt einiger wichtiger Mitglieder mitbekam. Mit meinem Herzensanliegen den Sternenhimmel zu erhalten, nahm ich die Chance an und wurde 2013 Präsident der Organisation Dark-Sky Switzerland.

2. Hat Ihr Beitritt bei der Schweizer Vereinigung Dark-Sky bei Ihnen einen Sinnwandel verursacht, und wie hat sich dieser auf Ihren Alltag ausgewirkt?

Da ich mich schon früh mit diesem Thema beschäftigte war gar kein grosser Sinnwandel vorhanden. Das Ausschalten von Licht bei Nichtgebrauch ist für mich ein Automatismus. Ich versuche das bestmögliche aus meiner Beleuchtung rauszuholen und ersetze meine Glühbirnen mit lichtfreundlichen Lichtquellen, das habe ich jedenfalls vor da seit dieser Einstellung die Lampen nicht mehr kaputt gehen. Ausserdem setze ich mich auch privat gegen Überbeleuchtung ein. Beispielsweise konnte ich, als ein Werbeplakat in Wohnnähe nachts nicht nach Norm (zwischen 22:00 und 6:00 Uhr), sondern zwischen 1:00 und 5:00 Uhr unbeleuchtet war, einschreiten, sodass man wenigstens die Norm einhielt.

3. Wie versucht Ihre Vereinigung das Anliegen zu vertreten?

Wir engagieren uns indem wir Einladungen für Infoveranstaltungen annehmen und da das Publikum informieren. Auch betreuen wir Stände etc. um so viele Leute wie möglich auf dieses Problem aufmerksam zu machen. Gemeinden können uns für Infoveranstaltungen buchen um beispielsweise ihr Engagement für die neue Beleuchtung im Ort zu begründen.

4. Welche Grösse hat Ihr Verband, und wie viel können Sie damit bewirken?

Rund 500 Mitglieder sind momentan aktiv am Mitwirken, zusammen versuchen wir unser bestmögliches. Die Richtung die wir einschlagen ist sicher mal die Richtige. Da wir eine kleine Organisation sind, sind wir oft auch auf die Zusammenarbeit mit grösseren Vereinigungen angewiesen, doch auch dies klappt reibungslos. Wir setzen unsere möglichen Ressourcen ein und versuchen alles in unserer Macht stehende um auf die Lichtverschmutzung aufmerksam zu machen und dagegen anzukämpfen.

5. Licht, welches man nach Lust und Laune benutzen kann, gibt es erst seit rund 150 Jahren, zu welchem Zeitpunkt wurde das Licht zu einem Problem in unserer Welt?

Schon als die künstlichen Lichtquellen erfunden wurden, gab es Leute die es nicht mochten. Das Thema Lichtverschmutzung kam aber erst in den 60er Jahren auf, von 1959 gibt es Quellen die eine Diskussion über Lichtimmissionen führten. Also wurde grob ab den 60ern etwas gegen die Lichtverschmutzung in den Gang gesetzt. Schutzzonen, um die natürliche Dunkelheit zu erhalten, wurden beantragt, in Amerika konnten bis heute einige Gebiete deswegen einfacher geschützt werden. 1988 wurde in Amerika die Vereinigung Dark-Sky gegründet, 1996 schloss sich die Schweiz mit Dark-Sky Switzerland an. Ab 2000 konnte die Vereinigung viel mitwirken um die natürliche Dunkelheit zu schützen. 2005 wurde die BAFU Empfehlung überarbeitet, mit einigen wichtigen Festhaltungen. Vor ein paar Jahren wurde die Sia 491-Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum- angepasst, wobei unter anderem Dark-Sky einen grossen Beitrag leisten konnte. Diese sind jetzt wertvolle Instrumente zur Hinweisung auf unnötige Lichtimmissionen im Nachtraum.

6. Was finden Sie ist das Negativste an der Lichtverschmutzung?

Persönlich finde ich den Verlust des Sternenhimmels am schlimmsten. Doch auch die ökologischen Auswirkungen bereiten mir grosse Sorgen, da die Lichtverschmutzung auf Nahrungsquellen, wie Insekten Einfluss haben und das wiederum dann auf die Prädatoren.

7. Welche Bedeutung hat die Lichtverschmutzung in unserer Gesellschaft?

Wie bei jedem Thema gibt es auch bei der Lichtverschmutzung Leute, die vollkommen sensibilisiert darauf sind und das Problem als Umweltverschmutzung wahrnehmen, sich dagegen einsetzen. Aber auch die andere Seite ist vertreten, da viele Personen nichts unter dem Wort Lichtverschmutzung verstehen. In den letzten Jahren nahm aber das Interesse für Interviews und Informationsmitteilungen zu.

8. In welchem Ausmass ist Verwendung von Licht im Öffentlichen Raum gerechtfertigt?

Kein Gesetz weist auf das obligatorische Einsetzen von Licht im Strassenraum hin. Es gibt nur eine Norm für die Mindestanforderung bei einer Beleuchtung, falls eine vorhanden ist. Damit dies bis zum Betriebsende erfüllt ist, Verschmutzung und Verlust der Glühintensivität des Glühfadens einberechnet, wurden früher die Lampen heller als nötig eingestellt, sodass sie bis zum Defekt noch 10% mehr leuchten als die Norm es vorschreibt. Im Laufe der Zeit wurde diese vorbeugende Massnahme nicht angepasst, die Beleuchtung leuchtet jetzt länger, stromsparender und heller. Dimmfunktionen, welche abhängig vom Verkehrsfluss bis auf zwei Drittel reduziert werden können und Sensoren, welche im Ruhemodus nur 2 Vollmonde leuchten, sind eine Hilfe die Lichtverschmutzung zu minimieren, dennoch werden sie momentan nur selten im Strassenverkehr eingesetzt. Eine Beispielerfahrung, eine Beleuchtung, welche mit Sensoren und Dimmfunktion (bei Betrieb 40% und 5% im Ruhemodus) ausgestattet war, konnte bis zu 80% Energie sparen und die Lebensdauer wurde verlängert.

9. Welcher Erdbewohner bekommt momentan die Auswirkungen von der Lichtverschmutzung am meisten zu spüren?

Ich denke Insekten sind eine sehr betroffene Art, beispielsweise gibt es rund 3500 Nachtfalter aber nur ca. 12 Tagfalter Arten in der Schweiz, was die Tiere die natürliche, nächtliche Dunkelheit brauchen, gut vertritt. Auch kommen nur 2-3 Fledermausarten mit Licht aus, der Rest verlässt sich auf eine Stockdunkelheit in der Nacht. Aber auch Menschen, primär die im Stadt- raum, sind stark davon betroffen, merken es nur meist nicht. Indizien die auf gesundheitliche Schäden durch schlechten Schlaf hinweisen sind vorhanden. Unfruchtbarkeit, Krebs, schlech- tes Wachstum können oft mit schlechtem Schlaf in Verbindung gebracht werden.

10. Können Sie mir zwei positive und zwei negative Aspekte des Lichtes nennen und diese begründen?

Positive Auswirkungen des Lichtes sind sowohl psychologisch wie auch in echt. Wenn Licht Sicherheit verursacht, man den anderen Verkehrsteilnehmer wahrnimmt und rechtzeitig rea- gieren oder man dem Gegenüber die Absicht im Gesicht lesen kann. Aber auch die Orientie- rung oder gestalterisch hat Licht, richtig eingesetzt, eine positive Wirkung. Dabei ist zu beach- ten, dass man der Sonne ähnlichem Licht einsetzt, die Sonne hat Licht der Bandbreite des Regenbogens ohne Löcher. Künstliches Licht hat hingegen nur einzelne Farben, gebündelt erscheint das Licht zwar weiss, wir spüren jedoch, dass es falsch ist. Das Wohlbefinden ist nicht so sehr hergestellt wie mit Sonnenlicht.

Zu den negativen Faktoren gehört die Blendung, diese kann in psychologisch und physiolo- gisch unterteilt werden. Bei der psychologischen Blendung geht es hauptsächlich um die Blendung als Störung, physiologisch hingegen ist, wenn das Auge dadurch zerstört wird, an- hand von Lasern oder langem Hineinstarren in eine helle Lichtquelle. Der Verlust des Sternen- himmels, dem natürlichen Landschaftsbild, der Ökologie oder der Kultur ist auch ein negativer Aspekt der Lichtverschmutzung.

11. Können Sie einen Bezug zwischen dem Klimawandel und der Lichtverschmutzung her- stellen, und wenn ja welchen?

Das Verschwenden von Licht ist eine Umweltsünde, und wenn man auch noch die Ressour- cen addiert, welche für die Erstellung der unnötigen Lichtquelle einberechnet werden, Roh- stoffe, CO₂ dann ist das sicher nicht mehr klimafreundlich. Lichtverschmutzung ist ja eigentlich nur der Teil des Lichtes, welches nicht gebraucht wird, also das Licht das umsonst produziert wird.

12. Was kann man im Privaten tun, um etwas für die natürliche Dunkelheit und gegen die Lichtverschmutzung zu unternehmen?

Nur schon den eigenen Garten nicht beleuchten, ist eine gute Tat um gegen die Lichtemissi- onen anzukämpfen. Sogar die im Moment aktuellen Solarlampen, mit welchen man den Gar- ten schmücken und beleuchten kann, können eine grosse Auswirkung auf die Fauna haben. Gliederfüssler wie Asseln und Tausendfüssler machen einen grossen Bogen um Leuchtquellen, als Nahrungsmittel von Spinnen meiden auch diese das Licht. Vögel, welche die Spinnen fres- sen, haben so auch keine Nahrung und verziehen sich in die Dunkelheit. Ein beleuchteter Lebensraum wird unbelebt. Zudem ist auch das Streulicht von Solarlampen über mehrere Kilometer zu sehen, also nicht so umweltschonend wie gedacht, die Ressourcen zur Herstel- lung gar nicht einbezogen.

13. Welche Erwartungen stellen Sie an die Schweizer Politik?**Was sind Veränderungsmöglichkeiten, welche einfach und schnell einzuleiten wären?**

Zum einen wäre da, dass man die schon als geschützt ausgewiesenen Gebiete als solche wahrnimmt und es nicht immer einen Kampf für den Schutz geben muss. Zudem wurde eine Vollzugshilfe erarbeitet, welche noch immer nicht in Kraft gesetzt wurde. Letztlich sollte die Problematik von Licht mit hohem Blauanteil wahrgenommen und umgesetzt werden.

14. Kann man einen Gewinn aus der Lichtverschmutzung ziehen?

Für den Tourismus konnte man in Colorado einen Gewinn aus der Lichtverschmutzung ziehen. 40% mehr Gewinn in den letzten vier Jahren wurden im Naturschutzgebiet Coloradoplateau gemacht, da man dort den natürlichen Sternenhimmel ansehen konnte, ohne Lichtverschmutzung. Aber sollte dies nicht ein Privileg für jeden sein?!? Leute, die beruflich für die Planung von Licht verantwortlich sind, können mit der richtigen Lichtplanungen den Lichtemissionen entgegenwirken und Vorteile daraus schlagen. Gut geplantes Licht ist übrigens gleich teuer wie ungeplantes.

9.1.2 *NATUR LANDSCHAFT BÄUME, YVONNE REISNER, STADTGÄRTNEREI BASEL*

1. Ihr Ziel ist es die Umwelt bestmöglich zu schützen, hat die Lichtverschmutzung einen prägenden Faktor auf Ihre Arbeit?

Ja, die Lichtverschmutzung tritt regelmässig im Zusammenhang mit unserer Arbeit auf. Da wir in den letzten Jahren mehr auf dieses Thema geachtet haben, und Veranstalter mehr darauf sensibilisieren, die Beleuchtung muss bewilligt werden. Auch schlagen/geben wir die Alternativen, wie die Arbeit mit Bewegungssensoren etc. vor.

2. Welche Tiere leiden im Raum Basel / der Schweiz am meisten unter der Lichtverschmutzung?

Glühwürmchen, Fledermäuse, eigentlich alle Tiere die Dunkelheit brauchen, ob für einen erholsamen Schlaf oder auch Jagdtiere, die die Nacht für die Nahrungssuche brauchen. Ich denke, es muss zwischen der punktuellen Beleuchtung und der Lichtglocke über der Stadt unterschieden werden. Kein Tier schläft in einem Baum, welcher die ganze Nacht angestrahlt wird. Vögel können nur in der absoluten Dunkelheit schlafen, ausserdem stört das unnatürliche Licht ihre visuelle Wahrnehmung und Orientierung. Der Leuchtturmeffekt, welcher das gezielte Hineinfliegen von Vögeln in das Licht beschreibt, fordert viele Opfer. Fledermäuse fliegen oft dem Rhein entlang. Beleuchtete Brücken können da eine unüberwindbare Lichtschranke sein, weshalb wir zu dieser Aktivität keine Bewilligung geben.

3. Was kann von Eurer Seite her gegen die Lichtverschmutzung und somit der Verringerung der Nachtaktiven Insekten unternommen werden?

Für jede Beleuchtung im Öffentlichen Raum braucht es eine Bewilligung von uns. In dieser handeln wir das Minimum an Beleuchtung raus, beispielsweise beim Weihnachtsmarkt dürfen noch wenige Stände Lichterschmuck in die Baumkronen hängen. Ist dies jedoch bewilligt, gibt es Bedingungen wie zeitliche Beschränkungen und farbliche Abstimmungen, welches auf den kleinstmöglichen Einfluss auf die Umwelt beschränkt sind oder auch auf Verweisungen auf Sensoren. Auch Lichtshows, Lichtkunstwerke etc. werden von unserer Seite aus nicht mehr bewilligt.

4. Achtet Ihr in öffentlichen Einrichtungen auf lichtverschmutzende Elemente und versucht Ihr diese zu unterbinden?

Also Parkanlagen sind, solange nicht in Gebrauch, also beispielsweise der abgeschlossene Kannenfeldpark, nicht beleuchtet. Hohe Gebäude im Raum Basel haben die Auflage nachts kein Licht leuchten zu haben, im Falle von gebrauchtem Licht, darf dieses nicht nach draussen gelingen.

5. Einige Veranstalter von Basel beleuchten Bäume und Sträucher als Gestaltungselement, ist dies in Eurem Sinne / was haltet Ihr davon?

Die ökologischen Auswirkungen von Baumkronen-Abstrahlungen sind massiv. Oft geht vergessen, dass dies das „Schlafzimmer“ vieler von uns unbemerkter Lebewesen ist. Zusätzlich können auch die Bäume Schaden nehmen, Beginn und Ende von Vegetations- und Ruhephasen, Blütezeit, Fruchtreife, Laubfall und auch Frostresistenz werden durch dauernde Beleuchtung vielfach beeinflusst. Aus diesen Gründen haben der Fachbereich Natur, Landschaft, Bäume und die Abteilung Unterhalt der Stadtgärtnerei gemeinsam entschieden, Direktabstrahlungen von Baumkronen mit Scheinwerfern für Veranstaltungen, die länger als 3 Tage dauern, und für Boulevardgastronomie grundsätzlich nicht mehr zu genehmigen.

6. Einige Bäume in Basel werden sicher auch in der Nacht direkt/indirekt beleuchtet, wurden schon Veränderungen an Bäumen diesbezüglich gefunden (vergleiche Bild)?



Abbildung 17

Yvonne Reisner wies mich hinsichtlich dieser Frage an Matthias Biedermann, ein langjähriger Mitarbeiter weiter. Dieser konnte keine persönliche Sichtung, welche dem Bild ähnelte herstellen. Jedoch berichtete er mit von Frühaustrieben bei Strassenbäumen Basels, in unmittelbarer Nähe von Strassenbeleuchtungen. Zudem findet er dieses Bild nicht abwegig, da er schon einige ähnliche Beobachtungen angestellt hatte.

7. Welchen Ansatz verfolgt Ihr, respektive verfolgt Ihr ein Ziel um die Lichtverschmutzung in Basel zu reduzieren?

Mit unseren Auflagen versuchen wir die Lichtemissionen im kleinstmöglichen Rahmen zu halten. Da sämtliche Baugesuche die das Öffentliche Grün betreffen vom Bauinspektorat und auch von uns überprüft werden, können wir unsere Anforderungen mit unter anderem den Gedanken an Licht verbindlich vermerken. Auch die Veranstaltungsgesuche müssen von uns bewilligt werden.

8. 28 von 30 Arten stören sich ab in der Nacht brennenden Lichtern, darunter auch die Fledermäuse welche in Basel teils unter Schutz stehen. Bemerkt Ihr Verhaltensänderungen bei Tieren welche mehr mit Licht in Kontakt kommen, oder ähnliches?

Da Fledermäuse in der Nacht auf Nahrungssuche sind und sich hauptsächlich von Insekten ernähren welche um Beleuchtungskörper fliegen, ändert sich automatisch ihr Jagdgebiet. Die 20-30km die Fledermäuse für ihre Nahrungssuche zurücklegen sind meist irgendwo von Licht durchfluten, Orientierungsprobleme sind dabei also fast unumgebar. Sie fühlen sich angezogen und fliegen in hell beleuchtete Fenster etc. was für die Flugtiere den Tod bedeuten kann. Aggressives Verhalten bei Fledermäusen ist mir in Bezug auf Licht nicht bekannt. Säugetiere hingegen ticken ähnlich wie der Mensch und können durch den Stress, Hektik, Schlechten Schlaf bei welchem das Licht der Auslöser sein kann, aggressive Verhaltensweisen aufweisen, Raben die Nüsse auf den Kopf von ahnungslosen Passanten fallen lassen beispielsweise.

9.2 Umfrage

9.2.1 FRAGEN

Die Umfrage, welche ich über Umfrage online aufschaltete lief vom 09. bis 26. September 2019. In den Umlauf brachte ich sie hauptsächlich über WhatsApp, ich konnte 115 Personen erreichen, die meisten zwischen 17 und 25 Jahren alt.

Folgend ist ein leerer Fragebogen abgebildet, die Auswertung der Umfrage folgt auf Seite 33-40

Seite 1

Willkommen bei meiner Umfrage

Mein Name ist Lia Joray, ich befinde mich in der Abschlussphase meiner 4 Jährigen Lehre. Zurzeit arbeite ich an meiner Vertiefungsarbeit, für die ich eine kleine Umfrage zu meinem Thema durchführen muss.

Zur Beantwortung dieser Umfrage benötigen Sie etwa 5-10 Minuten. Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

Vielen Dank im Voraus und viel Spass beim Ausfüllen

Seite 2

Um meine Ergebnisse bestens auswerten zu können bitte ich Sie Ihre Altersklasse auszuwählen *

- 16
- 17-25
- 26-35
- 36-50
- 50-65
- 65+

Seite 3

Zu Beginn möchte ich erstmals Fragen ob Sie wissen was Lichtverschmutzung ist? *

- ja
 nein

Seite 4

In welchem Zusammenhang haben Sie davon gehört?

Bei dieser Frage sind mehrere Antworten möglich

- Zeitungen
 Fernsehen
 Im Gespräch
 Plakate
 Andere:

Seite 5

Zu welchem Zeitpunkt haben Sie davon erfahren, wann wurde Ihnen dieses Thema bewusst?

- vor 2000
 bis 2010
 In den letzten Jahren
 gar nicht

Seite 6**Unternehmen Sie etwas dagegen?**

- Bewusstes ausschalten von Strom-/Lichtquellen
- Vollständiges „abdunkeln“ des Schlafzimmers
- Nein
-

Seite 7**Was stellen Sie sich darunter vor?****Seite 8****Denken Sie, dass es ein Problem ist, dass in der Nacht unsere Wohnorte so hell beleuchtet sind?**

- ja
- nein

Seite 9

Fühlten Sie sich schon mal durch ein künstliches Licht gestört? Wenn ja, Wie wann Wo?

- Strassenverkehr (als Verkehrsteilnehmer/in)
- Einschlafen
- von Schaufenstern
- Strassen- / Wegbeleuchtungen (zu Fuss)
- Nein
-

Seite 10

Fühlen Sie sich sicherer an einem künstlich beleuchteten Ort, als an einem unbeleuchteten?

- Ja
- Nein
- Manchmal (Situation Bitte ins Textfeld schreiben)

Seite 11

Haben Sie schon mal die Milchstrasse am Himmel sehen können, wenn ja wo?

- Ja, im Ausland
- Ja, im Wohnort
- Ja, abseits von Zivilisation (Berge)
- Ja abseits von Zivilisation (Abgelegene Wiese)
- Nein
-

Seite 12

Sehen Sie nachts (bei klarem Wetter) von zuhause aus den Sternenhimmel?

- ja
 nein

Seite 13

Ist Ihnen aufgefallen, dass der Sternenhimmel seltener zu sehen ist?

- ja
 nein

Seite 14

Stören Sie sich ab Weihnachtsbeleuchtungen oder nehmen Sie diese eher positiv wahr?

- Ja, es stört mich
 Nein, es stört mich nicht
 Manchmal stört es mich
 Nein, es gehört dazu

Seite 15

Auf was denken Sie kann die Lichtverschmutzung Auswirkung haben?

(Bitte Stichwortartig antworten)

Seite 16

Was denken Sie, könnte man gegen die Lichtverschmutzung unternehmen?

Seite 17

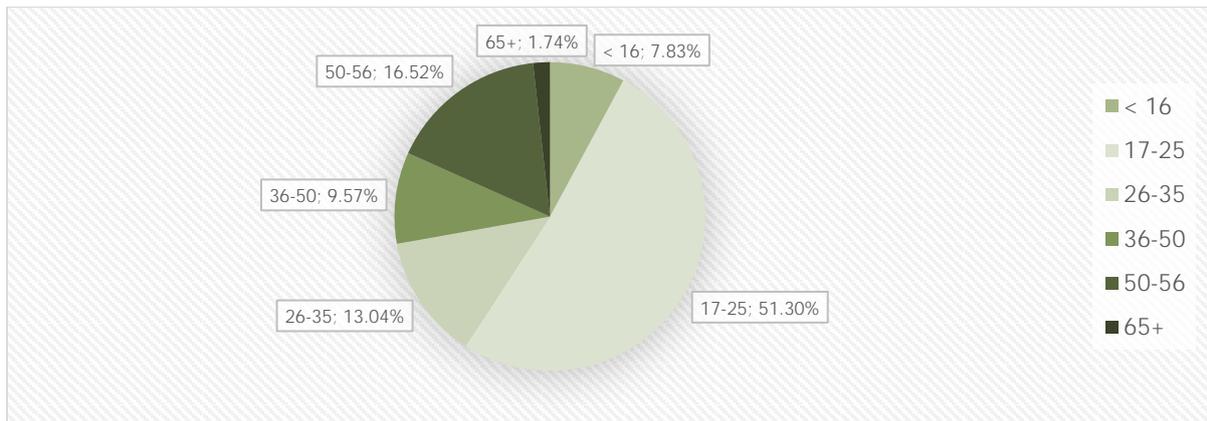
Vielen Dank das Sie bei der Umfrage mitgemacht haben!

Falls Sie mehr über das Thema Lichtverschmutzung erfahren möchten, finden Sie unter Dark-Sky Switzerland eine Vereinigung welche auf Ihrer Webseite spannende Fakten über das Thema bereithält

9.2.2 AUSWERTUNG UMFRAGE

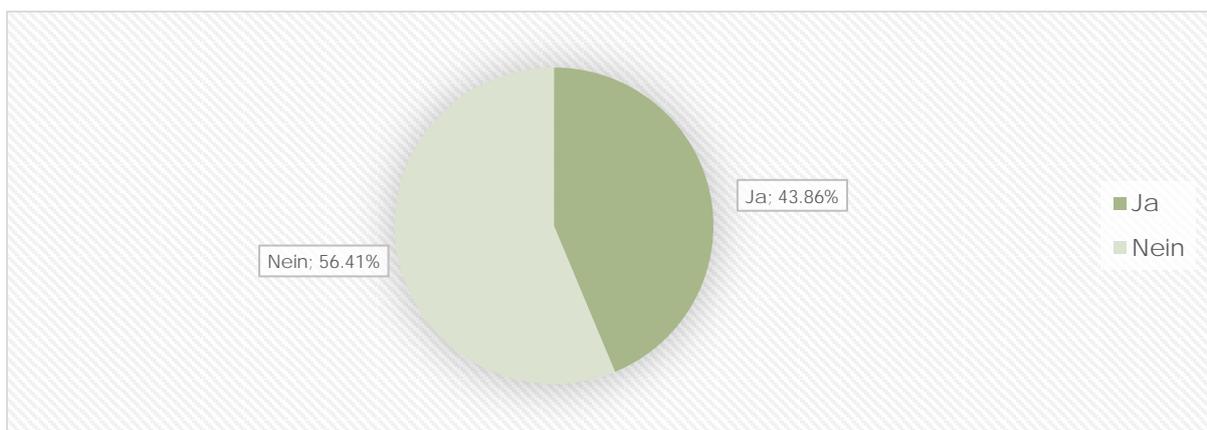
1. Um meine Ergebnisse besser auswerten zu können bitte ich Sie Ihre Altersklasse auszuwählen

Diese Frage stellte ich um auch die Möglichkeit zu haben altersbedingte Auswertungen zu treffen, so stellte ich fest, dass mehr der Teilnehmer unter 25 nicht wissen was Lichtverschmutzung ist als solche über 25. Bei diesen kennen sogar über drei Viertel, was Lichtverschmutzung ist.



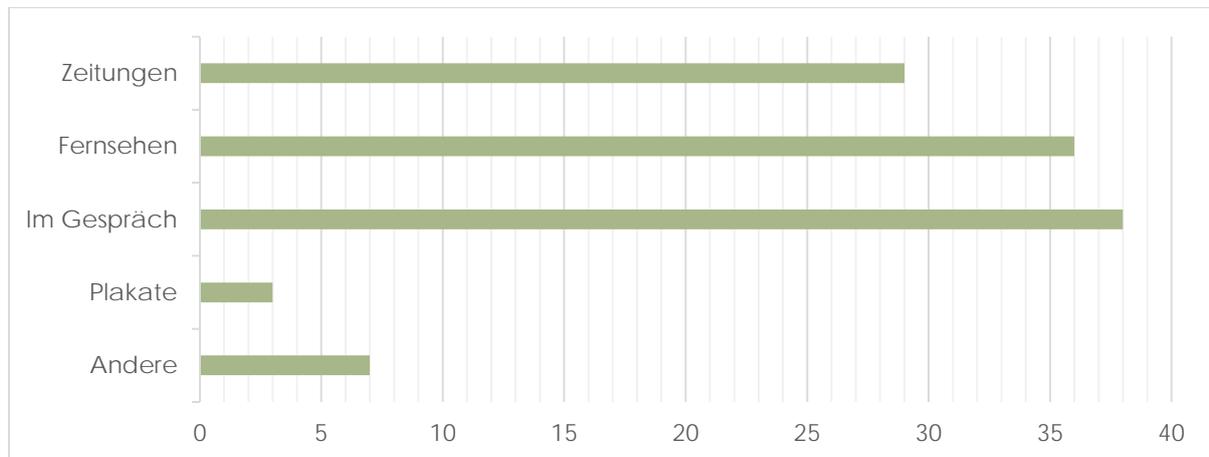
2. Zu Beginn möchte ich erstmal Fragen ob Sie wissen was Lichtverschmutzung ist?

In der Gesamtauswertung wussten 56%, 64 Teilnehmer was Lichtverschmutzung ist. 50 konnten damit nichts in Verbindung setzen oder waren sich unsicher. Die Folgefragen wurden hier aufgespaltet, so füllten die Teilnehmer, die Lichtverschmutzung kennen, automatisch die Fragen Drei, Vier und Fünf aus. Teilnehmer die die Emission «nicht» kannten kamen zur Frage Sechs, die weiteren Fragen waren von allen auszufüllen.



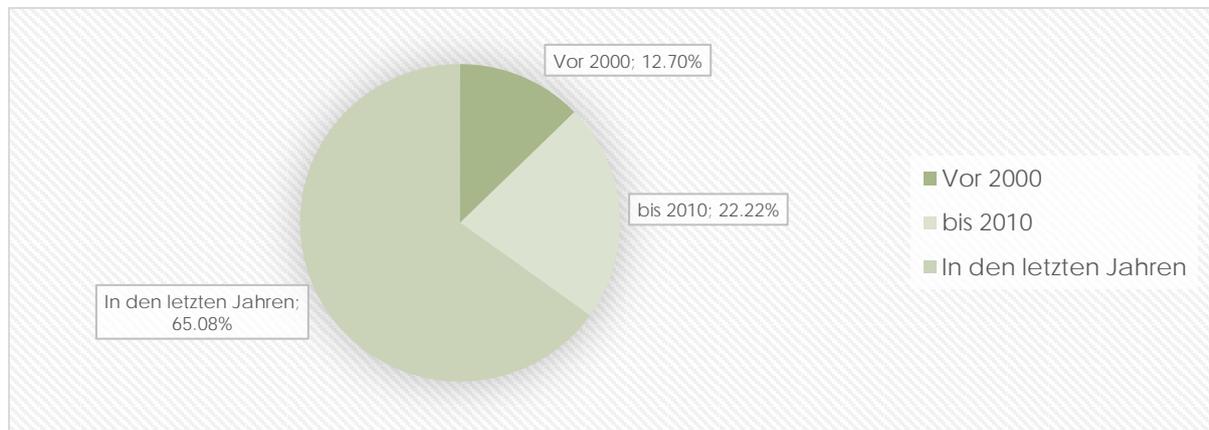
3. In welchem Zusammenhang haben Sie davon gehört?

Teilnehmer, welche «Andere» angewählt hatten, schrieben dazu, dass sie im Internet auf der Seite von WWF, oder im Videoportal YouTube darauf gestossen sind.



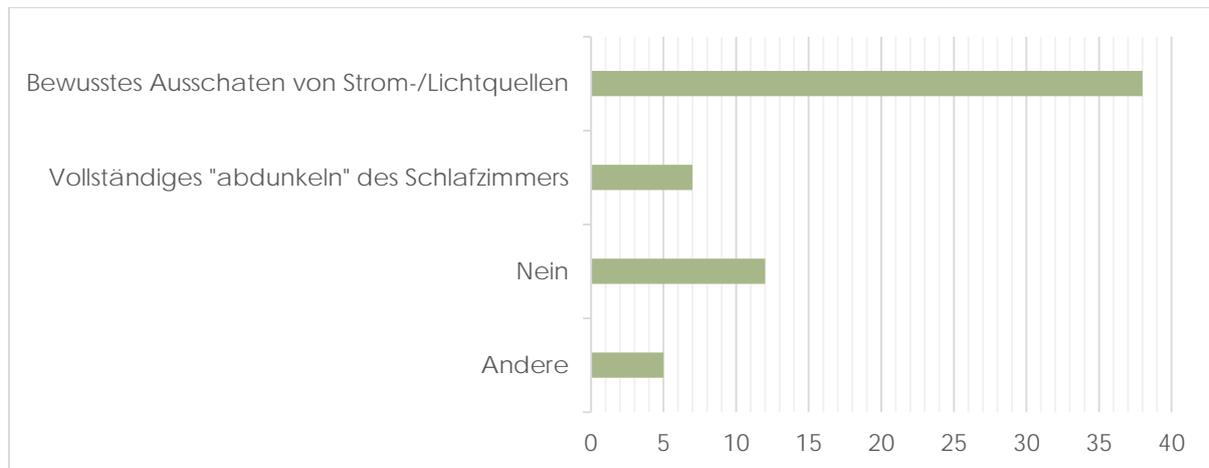
4. Zu welchem Zeitpunkt haben Sie davon erfahren, wann wurde Ihnen dieses Thema bewusst?

Aus dieser Grafik kann man gut lesen, dass das Thema in den letzten Jahren an Aufmerksamkeit in der Gesellschaft gewonnen hat. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass über die Hälfte der Teilnehmer unter 25 sind. Aber auch wenn man nur die Teilnehmer über 25 auswertet, ist mit 53 Prozent „in den letzten Jahren“ die meist ausgewählte Antwort.



5. Unternehmen Sie etwas dagegen?

Unter der Auswahl „Andere“ wurden Stichworte wie Sensoren, Timer und allgemeine Vermeidung von unnötigen Lichtquellen geschrieben.

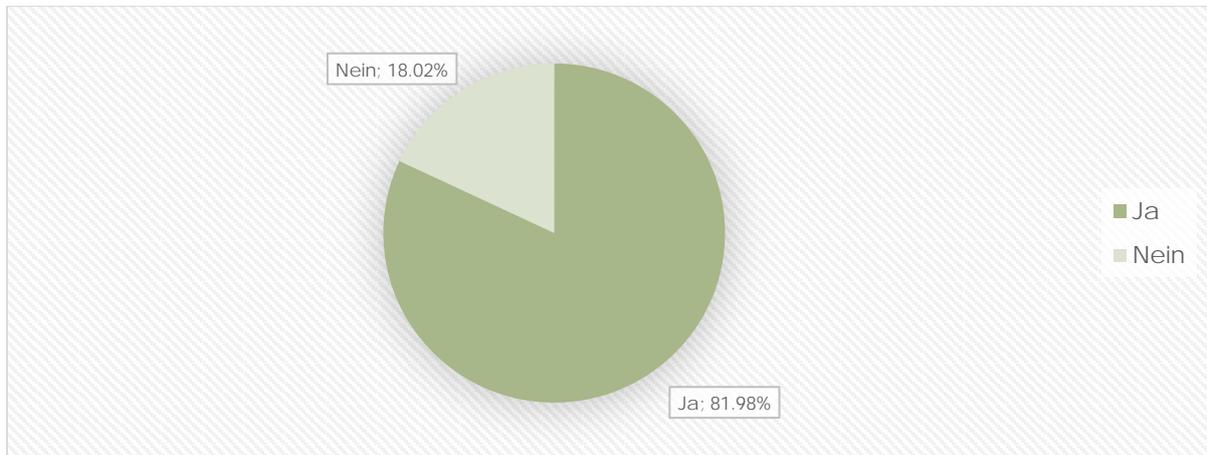


6. Was stellen Sie sich darunter vor?

Dies ist die Frage für alle Teilnehmer, die nicht wussten, was man unter Lichtverschmutzung versteht. Zwischen Antworten wie „ich habe keine Ahnung“ befanden sich auch kreative Vorschläge. Viele liessen sich durch den Begriff „Verschmutzung“ irritieren und schrieben, dass es evtl. mit nicht mehr klarem, dreckigem Licht zu tun haben könnte oder aber auch mit der „dreckigen“ Herstellung von Licht zusammenhängen könnte. Andere dachten in die Richtige Richtung und umschrieben das „nie dunkel“ werden vom Himmel, Licht, welches unnötig angeschaltet wird, zu hoher Lichtkonsum, die andauernde Helligkeit von künstlichem Licht oder die Antwort von einem Teilnehmer. Einer der Teilnehmenden antwortete mit „Google sagt die dauernde Abwesenheit völliger Dunkelheit in den davon betroffenen Gebieten der Erde. Und bewertete diesen Sachverhalt als negativ.“

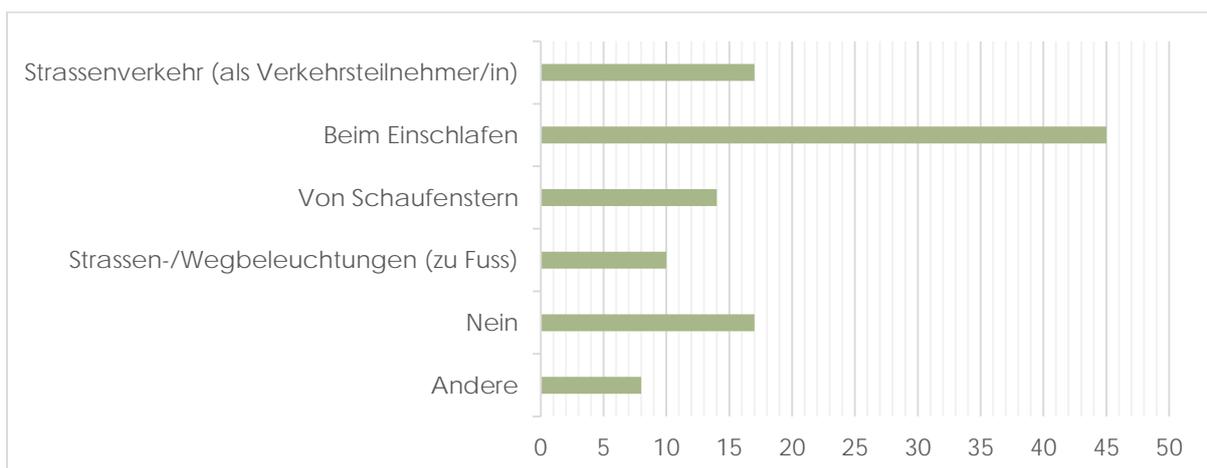
7. Denken Sie, dass es ein Problem ist, dass in der Nacht unsere Wohnorte so hell beleuchtet sind?

Bei dieser Frage wird die Umfrage nichtmehr unterteilt, somit nahmen Personen die wissen was Lichtverschmutzung ist und solche, die dies nicht wussten teil. Diese Frage wurde eindeutig mit 91 Ja-Stimmen beantwortet. 14 der Nein-Stimmer wussten nicht, was Lichtverschmutzung ist.



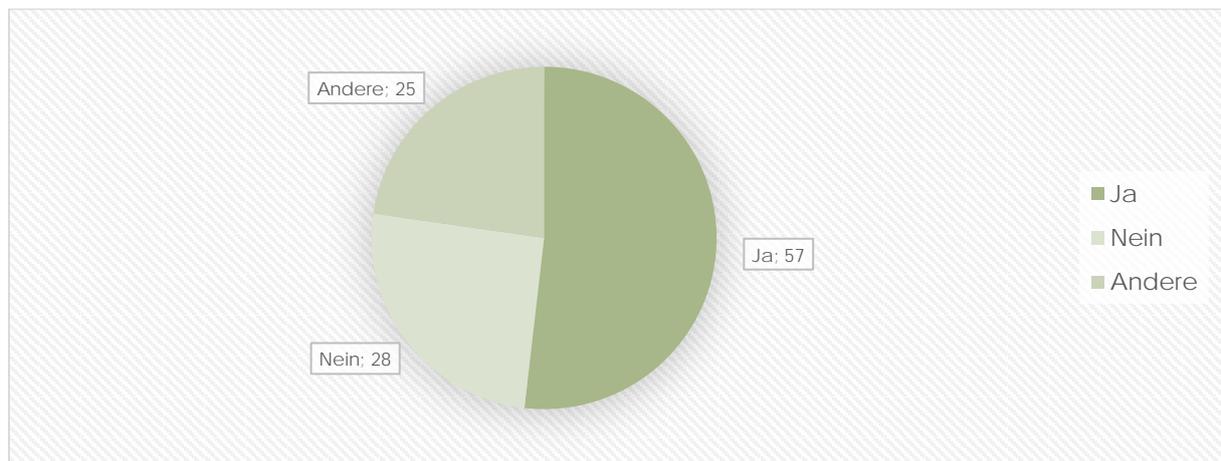
8. Fühlten Sie sich schon mal durch ein künstliches Licht gestört? Wenn ja, Wie / Wann / Wo?

Die grösste Störung empfanden die Teilnehmenden beim Einschlafen, Beteiligte der Umfrage welche „Andere“ auswählten wollten primär alle oder zumindest mehrere Auswahlmöglichkeiten wählen, dieser Einstellung konnte ich nachträglich noch nachgehen. Auch die Blendung als Störung wurde erwähnt. Beleuchtungen im Öffentlichen Verkehr, womit ich mich auch identifizieren kann, wurden als störend und je nachdem übertrieben empfunden.



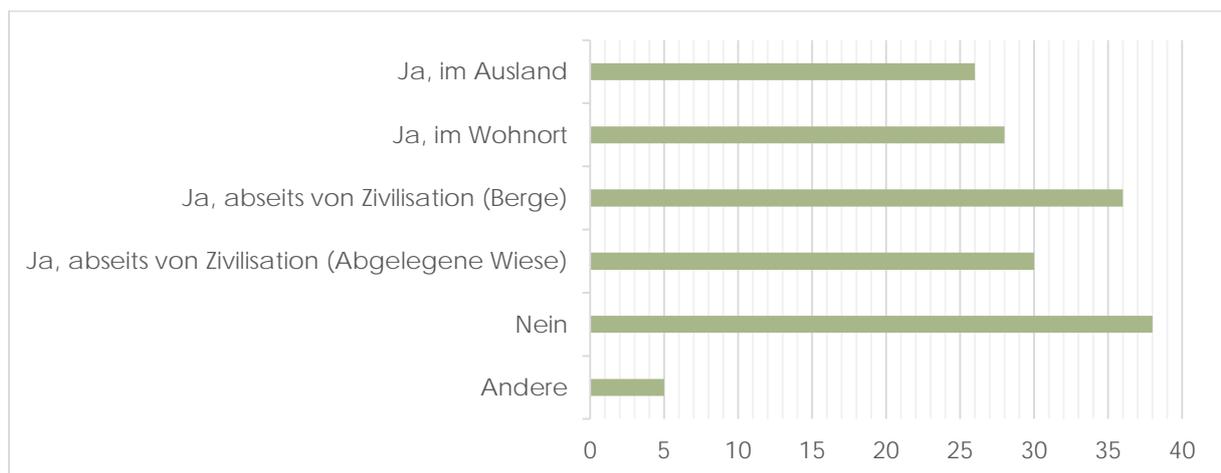
9. Fühlten Sie sich sicherer an einem künstlich beleuchteten Ort, als an einem unbeleuchteten?

Die klare Antwort ist Ja, diese innere Unruhe vor dem Ungewissen ist für viele mit künstlichem Licht sofort vermindert. Dies liegt sicher auch an der Orientierungsschwierigkeit, die man bei der Stockdunkelheit hat. So bemerkten die Teilnehmer die „Andere“ ausgewählt haben, dass es auf die Anzahl von Leuten in der Umgebung, wohin der Weg führt oder den Ort selber ankommt. Die Bemerkungen sind vorrangig auf „ja, bei Licht fühle ich mich sicherer“, ausgerichtet, womit die Ja-Stimmen von 57 auf rund 82 Personen steigen.



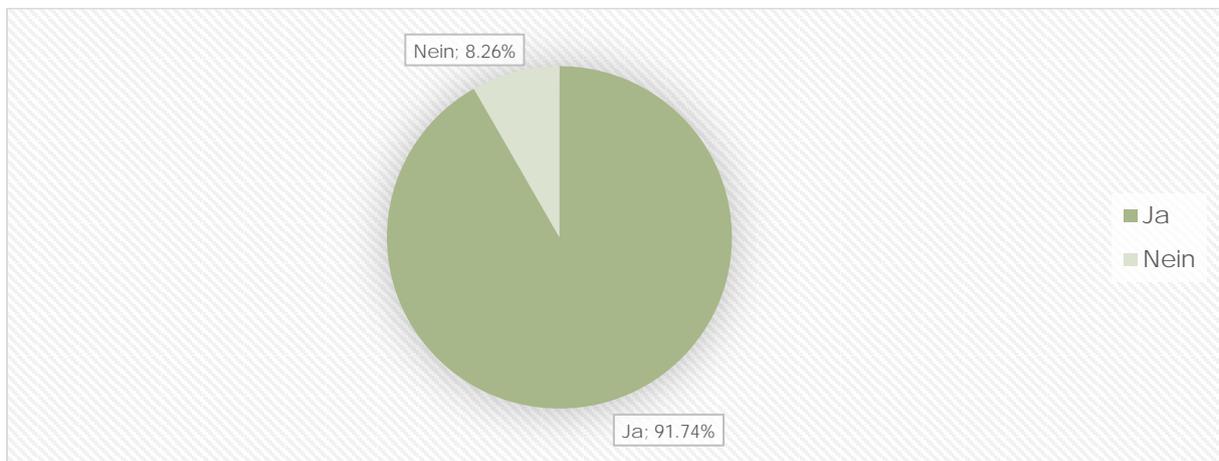
10. Haben Sie schon mal die Milchstrasse am Himmel sehen können, wenn ja wo?

Befragte, welche „Andere“ auswählten, beschrieben die Unsicherheit. Oder sie bestätigten die Aussage mit genaueren Ortsangaben. Wenn man die verschiedenen Antworten zusammenzählt, kommt man auf rund 71 Personen von 109, welche die Milchstrasse mindestens einmal in ihrem Leben gesehen haben. Dies entspricht 65 Prozent der 109 Teilnehmenden dieser Frage.



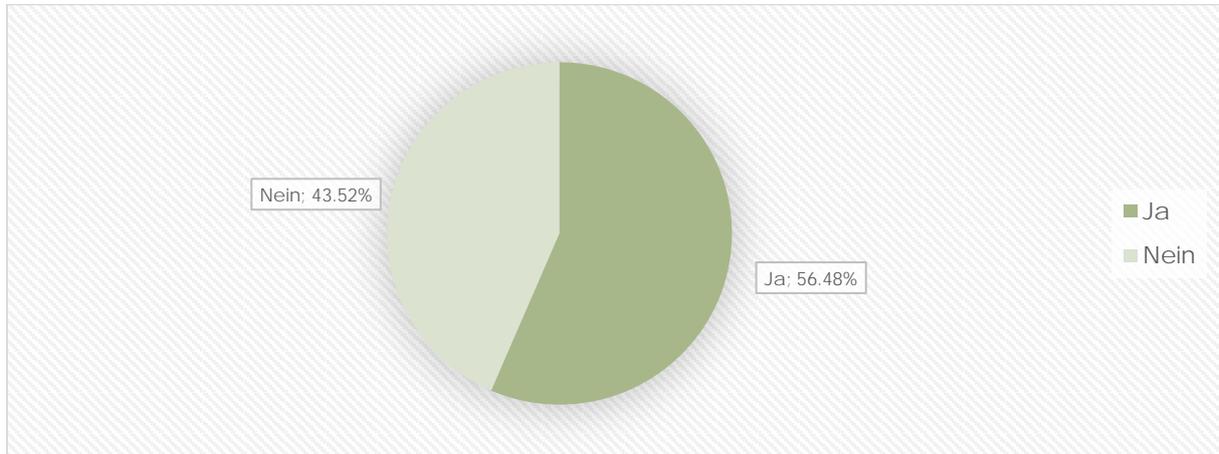
11. Sehen Sie nachts (bei klarem Wetter) von zuhause aus den Sternenhimmel?

Bei dieser Frage muss berücksichtigt werden, dass wahrscheinlich mehr Personen vom Land, als solche aus der Stadt den Fragebogen ausgefüllt haben. Ich denke sogar, dass diese Frage ziemlich genau den prozentualen Anteil an Teilnehmern aus der Stadt oder vom Land aufzeigt.



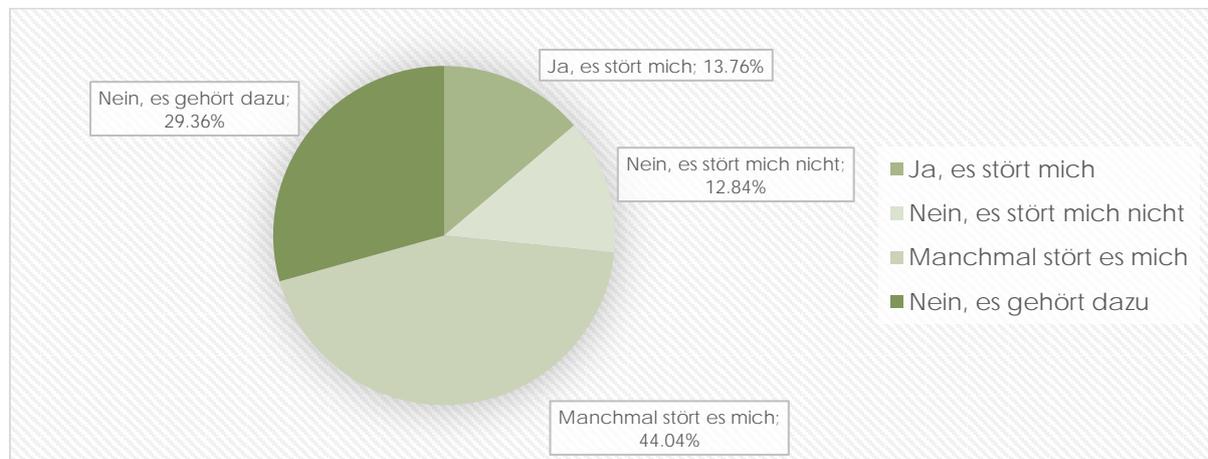
12. Ist Ihnen aufgefallen, dass der Sternenhimmel seltener zu sehen ist?

Diese Frage war vermutlich für viele Teilnehmer schwer zu beantworten, da ich auch selber merke, dass ich seit dem Beginn der Vertiefungsarbeit mich auf den Sternenhimmel achte, vorher aber nur selten.



13. Stören Sie sich ab Weihnachtsbeleuchtungen oder nehmen Sie diese eher positiv wahr?

Bei dieser Frage gab es kein eindeutiges Ergebnis, ich denke die Weihnachtsbeleuchtung ist fest als Tradition verankert, doch was früher im kleinen Rahmen verrichtet wurde, wird heute gerne grösser, schriller vollbracht.



14. Auf was denken Sie kann die Lichtverschmutzung Auswirkung haben?

Mensch	<ul style="list-style-type: none"> - Schädigung des Organismus - der Gesundheit - Schlafprobleme - Stress - Wohlbefinden - Konzentration - die Auswirkung auf die innere Uhr des Menschen - das Auge / Sehvermögen
Tiere	<ul style="list-style-type: none"> - Orientierung von Tieren - Insekten - Fledermäuse - nachtaktive Tiere - Nahrungsangebot - Artensterben - Irritierung von Zugvögeln - Vertreiben oder Stören der Tiere - Eiablage Meeresschildkröten - Innere Uhr der Tiere
Pflanzen	<ul style="list-style-type: none"> - Wachstum - Auswirkungen auf den Laubabfall, in Nähe der Strassenlaternen
Allgemeines	<ul style="list-style-type: none"> - Klima - Luft - Umwelt, vor allem im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch - Energie - unnötiger Verbrauch Ressourcen - Astronomie - Atmosphäre - Sternenhimmel (das dieser nichtmehr sichtbar ist) - Romantik.

15. Was denken Sie, könnte man gegen die Lichtverschmutzung unternehmen?

Privatperson	<ul style="list-style-type: none"> - Aufmerksam benutzen - privat mehr verzichten - bewusstes ausschalten Strom/Licht - Beim Verlassen des Hauses Licht löschen - keine Gartenbeleuchtung - unnötiges Licht ausschalten
Öffentlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> - unnötiges Licht ausschalten - Leuchtreklame, Schaufenster nicht beleuchten - historische Gebäude nicht beleuchten - weniger Strassenbeleuchtung (aufs Minimum reduzieren) - Firmengebäude nachts nicht beleuchten - Bewusster Umgang - Die Stückzahl an (Strassen-) Beleuchtung minimieren
Technische Möglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegungssensoren - Dimmen - Zeitschalter / Zeitsteuerung - Zielgerichtet - weniger grell - intelligente Beleuchtung - abschirmen - natürlichem Licht ähnlich (Gelbtöne) - Helligkeit minimieren - gute Technologien - Blaues mit gelbem Licht ersetzen
Andere	<ul style="list-style-type: none"> - Bevölkerung informieren - Beitrag zur Aufklärung leisten - bessere Planung / Organisation
Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> - eingrenzen Weihnachtsbeleuchtung - Klare Richtlinien - weniger künstliches Licht - offizielle Einführung zur Dämmung geregelte Beleuchtungszeiten - Stromrechnung für Licht teurer mit Toleranzgrenze - Strom teuer - keine Gebäude beleuchten (Historische- / Firmengebäude) - keine Sky-Beamer - Regeln für richtige Ausrichtung - Zeitliche Richtlinien für Strassenbeleuchtung

Zusammengefasst schlugen die Teilnehmer einen vernünftigen Umgang mit Lichtquellen vor, solange die Sicherheit beispielsweise für Verkehrsteilnehmer gewährleistet ist, sollte die Lichtnutzung minimiert werden.

9.3 Quellenverzeichnis

9.3.1 INTERVIEWPARTNER / FACHEXPERTEN

Lukas Schuler, Präsident Dark-Sky Switzerland

Email: office@darksky.ch

Web.: www.darksky.ch

Yvonne Reisner, Leitung Natur Landschaft Bäume Stadtgärtnerei Basel

Email: Yvonne.Reisner@bs.ch

Web.: www.stadtgaertnerei.bs.ch

9.3.2 BÜCHER UND BROSCHÜREN

Goronczy, Emlyn Etienne

Lichtverschmutzung in Metropolen-Analyse, Auswirkungen und Lösungsansätze

Herausgeber: Springer Vieweg, Hannover Deutschland, Ersterscheinung 8. Oktober 2018

Gregor Klaus, Bruno Kägi, René L. Kobler, Katja Maus, Antonio Rigehtti

Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen

Herausgeber: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern Schweiz, 2005

SIA Norm 491

Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, gültig ab 1. März 2013

9.3.3 ABBILDUNGEN

Titelbild: Natalie Joray, Tiffany and Co. in Genf, digitale Photographie, Genf 2019

Abbildung 1:

Mattias Campe, Illustration des Spektrums der elektromagnetischen Wellen, Wikipedia, 21. Januar 2016,

online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Licht> [19.08.2019]

Abbildung 2:

Unbekannt, Unbenannt, Accende, Unbekannt,

online: <https://www.accende.ch/blog/tag/farbspektrum/> [24.09.2019]

Abbildung 3:

Goronczy Emlyn Etienne, Lichtverschmutzung in Metropolen-Analyse, Auswirkungen und Lösungsansätze, Ersterscheinung 8. Oktober 2018, Buch Seite 7, Abbildung 2.3 Lichtwahrnehmung von Insekten, Menschen, Reptilien. Herausgeber: Springer Vieweg, Hannover Deutschland

Abbildung 4:

LED, Farbtemperatur, UniLED, 10.02.2018,

online: <https://uniled.at/LED-Einbaustrahler> [03.10.2019]

Abbildung 5:

Falchi et al., Lichtverschmutzung (Aufhellung des Nachthimmels im Zenit), Dark-Sky Switzerland, Europa 2015,

online: <https://www.darksky.ch/dss/de/wissen/lichtverschmutzung/> [17.08.2019]

Abbildung 6:

Lia Joray, Strassenlampe in Hochwald, digitale Photographie, Hochwald 15.12.2017

Abbildung 7:

Ulf Šustek Seifert, Kohlefadenlampe, E27-Sockel, 220 Volt, ca. 30 Watt, links betrieben an 100 Volt, Wikipedia, 23. April 2007,

online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlefadenlampe> [24.09.2019]

Abbildung 8:

Falchi et al, Die Aufhellung des Nachthimmels durch Kunstlicht in der Schweiz, Dark-Sky Schweiz, Stand 2015,

online: <https://www.darksky.ch/dss/de/wissen/lichtverschmutzung/> [17.08.2019]

Abbildung 9:

Dr. Günther Wuchterl, Lichtglocke, Naturhistorisches Museum Wien, Präsentation 08. November 2016,

online: <https://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/einrichtungen/beleuchtung/led-tausch/pdf/licht-ueber-wien.pdf> [25.09.2019]

Abbildung 10:

Craig Mayhew and Robert Simmon/NASA GSFC, Die Erde bei Nacht, Wikipedia, zwischen 1. Oktober 1994 und 31. März 1995,

online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtverschmutzung> [17.08.2019]

Abbildung 11:

Philip, Singapur bei Nacht, 8. Zero, 12.Mai 2015,

online: <http://philiphowold.de/singapur-bei-nacht/> [25.09.2019]

Abbildung 12:

Stephan Rech, Nach Sonnenuntergang erstrahlt der afrikanische Nachthimmel mit der Milchstrasse über einem Affenbrotbaum, Stephan Rech Fotografie, Juli 2014,

online: <https://www.stephan-rech.de/workshop-fotoreise-botswana-suedafrika/> [28.09.2019]

Abbildung 13:

Prof. Bruno Bruderer, Vogelwarte Sempach, Zugvögel orientieren sich seit Millionen von Jahren an den natürlichen Lichtquellen wie Sonne, Mond und Sterne sowie an den Magnetfeldern der Erde. Die Lichtverschmutzung kann die Orientierung der Vögel in besiedelten Gebieten erheblich beeinträchtigen, Dark-Sky Switzerland,

online: <https://www.darksky.ch/dss/de/wissen/lichtverschmutzung/> [18.08.2019]

Abbildung 14:

Kunakos, Insects being attracted by light stock photo, iStock, 28 August 2013,

online: <https://www.istockphoto.com/gb/photo/insects-being-attracted-by-light-gm179054332-5850630> [28.09.2019]

Abbildung 15:

Unbekannt, A hatchling loggerhead sea turtle turns inland following manmade lights instead of seaward toward safety, Press Room, Unbekannt,

online: <https://pressroom.usc.edu/putting-animals-in-their-best-light-usc-researchers-find-some-shades-of-led-lamps-threaten-wildlife/> [28.09.2019]

Abbildung 16:

Unbekannt, Bei natürlicher Dunkelheit (links) frisst der Wasserfloh bis in die obersten Wasserschichten die Algen weg. Wird die Nacht zu sehr aufgeleuchtet, verschiebt sich die Aufstiegs-grenze nach unten (rechts). Die Folge: die Algen breiten sich ungehindert aus., Dark-Sky Switzerland,

online: <http://www.darksky.ch/dss/de/wissen/auswirkungen-der-lichtverschmutzung/gefaehrdete-tierwelt/> [18.08.2019]

Abbildung 17:

Unbekannt, Es kann vorkommen, dass im Spätherbst ein Ast unter einer Laterne noch Blätter hat, während der unbeleuchtete Rest des Baumes kahl ist, BAFU, Unbekannt,

online: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/lichtemissionen--lichtverschmutzung-/auswirkungen-von-licht/auswirkungen-auf-die-artenvielfalt.html> [19.08.2019]

Abbildung 18:

Eva Knop, Nachtaktiver Blütenbesucher auf einer Distel, Universität Bern, Aufnahme-datum, online:

https://www.unibe.ch/aktuell/medien/media_relations/medienmitteilungen/2017/medienmitteilungen_2017/lichtverschmutzung_bedroht_die_bestaeubung/index_ger.html [19.08.2019]

Abbildung 19:

Maurin Hörler, Versuchsaufbau mit dem die Berner Forschenden untersuchten, wie künstliches Licht auf die Bestäubung wirkt, Universität Bern, Aufnahme-datum,

online: https://www.unibe.ch/aktuell/medien/media_relations/medienmitteilungen/2017/medienmitteilungen_2017/lichtverschmutzung_bedroht_die_bestaeubung/index_ger.html [19.08.2019]

Abbildung 20:

Unbekannt, Lampen richtig anwenden, Projekt Sternenpark Schwäbische Alb,

online: https://www.sternenpark-schwaebische-alb.de/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=120 [29.09.2019]

Abbildung 21:

Matthias Engel und Carsten Przygoda, Strassenbeleuchtung im Vergleich, 2012, Projekt Sternenpark Schwäbische Alb,

online: https://www.sternenpark-schwaebische-alb.de/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=120 [29.09.2019]

Abbildung 22:

Unbekannt, Unbenannt, Gemeinde Binningen,

online: <https://www.binningen.ch/de/dienstleistungen/versorgung-umwelt/umwelt/lichtverschmutzung.html/968> [29.09.2019]

9.3.4 INTERNET

Beleuchtung Direkt. (kein Datum). *Beleuchtung Direkt*.

<https://www.beleuchtungdirekt.ch/de/blog/natuerliches-licht-und-kuenstliches-licht/>

Bundesamt für Umwelt. (06. Juli 2018). *BAFU*.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/lichtemissionen--lichtverschmutzung-.html>

Cajochen, C. (Juni 2019). *Zentrum für Chronobiologie*.

<http://www.chronobiology.ch/news/augenlinse-und-schlaf/>

Dark-Sky Switzerland. (Juni 2016). *Dark Sky*.

<http://www.darksky.ch/dss/de/wissen/licht/>

Goronszy, E. E. (2018). *Lichtverschmutzung in Metropolen: Analyse, Auswirkungen und Lösungsansätze*. Hannover: Springer Vieweg.

Klett, S. (11. November 2008). *Sternwarte Ens*.

<http://www.ens.ch/ens/sternwarte/lichtverschmutzung/earthnight/index.html>

Knop E., Zoller L., Ryser r., Gerpe Ch., Höler m., Fontaine c. (02. August 2017). *Universität Bern*.

https://www.unibe.ch/aktuell/medien/media_relations/medienmitteilungen/2017/medienmitteilungen_2017/lichtverschmutzung_bedroht_die_bestaeubung/index_ger.html

Krop-Benesch, D. A. (31. August 2017). *Meeresschildkröten auf Abwegen*.

<http://www.nachhaltig-beleuchten.de/blog/oekologie/meeresschildkroeten-auf-abwegen/>

Lampe de magazin. (kein Datum). *Lampe de magazin*.

<https://www.lampe.de/magazin/lichtverschmutzung-hat-gravierende-folgen-fuer-mensch-und-umwelt/>

Lufthygieneamt beider Basel. (kein Datum). *Lufthygieneamt beider Basel*.

<https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/lufthygiene/licht/kunstlicht>

Marie-José Kolly, Alexandra Kohler. (9. Dezember 2016). *Weltweite Lichtverschmutzung:*

Der Blick aus dem Weltall. *NZZ*, S. <https://www.nzz.ch/visuals/lichtveschmutzung-das-licht-und-seine-schattenseiten-ld.130166>.

Porsche, S. (13. Juli 2018). *Utopia*.

<https://utopia.de/ratgeber/lichtverschmutzung-so-beeinflusst-sie-menschen-insekten-und-andere-tiere/>

Rmcharb. (18. September 2019). *Wikipedia*.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Melatonin>

Spektrum. (2. Dezember 2008). *Sterne und Weltraum*, S.

<https://www.spektrum.de/alias/dachzeile/krebs-durch-lichtverschmutzung/975435>.

Wikipedia. (3. September 2019).

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtverschmutzung>

Wikipedia. (19. September 2019). *Licht*.

Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/licht>