

**Unterrichtsmaterialien**  
**STÄDTE BEI NACHT**



**EIN CITIZEN SCIENCE-PROJEKT  
ZUR LOKALISIERUNG VON  
LICHTVERSCHMUTZUNG  
QUELLEN**

# Unterrichtsmaterialien STÄDTE BEI NACHT

**Autoren:**

Luca Garcia S3nchez-Carnerero  
Alejandro S3nchez de Miguel

**Layout:**

Daniel Lisbona Rubira

**Redaktionelle Bearbeitung:**

Miguel Angel Queiruga Gott

**Aus dem Spanischen von:**

Emma Howard und Emma Rosenfeld

**Aus dem Englischen von:**

Fr3derike Krahn

**Webseiten:**

<https://ibercivis.es>  
<https://ciencia-ciudadana.es>  
<https://citiesatnight.org>

Leitartikel Q

ISBN: 978-84-15575-12-2

Ver6ffentlicht unter Lizenz CC BY-SA 4.0 DE

## EIN CITIZEN SCIENCE- PROJEKT ZUR LOKALISIERUNG VON LICHTVERSCHMUTZUNG QUELLEN

In dieser Unterrichtseinheit finden Sie

- Material f3ur Lehrkr3fte
- Material f3ur Sch3ülerinnen und Sch3üler



# STÄDTE BEI NACHT

## INHALT

<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>1 - LERNZIELE</b>	<b>4</b>
<b>2 - LICHTVERSCHMUTZUNG</b>	<b>4</b>
<b>3 - CITIZEN SCIENCE AN SCHULEN</b>	<b>5</b>
<b>4 - WISSENSCHAFTLICHE UND INKLUSIVE BILDUNG IN SCHULEN</b>	<b>6</b>
<b>5 - PROJEKTDURCHFÜHRUNG UND METHODIK</b>	<b>7</b>
<b>ANHANG: LÖSUNGEN FÜR DIE VORGESCHLAGENEN AKTIVITÄTEN</b>	<b>9</b>

**STÄDTE BEI NACHT  
MATERIAL FÜR  
LEHRKRÄFTE**

# EIN CITIZEN SCIENCE- PROJEKT ZUR LOKALISIERUNG VON LICHTVERSCHMUTZUNG QUELLEN

## EINLEITUNG

Diese Unterrichtseinheit ist für Schülerinnen und Schüler im Alter von 12-13 Jahren konzipiert und hat zum Ziel, Kinder über das Thema Lichtverschmutzung aufzuklären. Neben der Sensibilisierung werden die Schülerinnen und Schüler in das Citizen Science-Projekt "Cities at Night" eingeführt, durch das sie lernen, wie man Quellen der Lichtverschmutzung lokalisieren und als Bürgerwissenschaftler zur Wissenschaft beitragen kann.

<https://citiesatnight.org/>

In dieser Unterrichtseinheit werden thematisiert: künstliches Licht bei Nacht im Allgemeinen, verschiedene Arten der Lichtverschmutzung, ihre negativen Auswirkungen sowie die effizienteste Art und Weise, Lichtquellen so zu installieren, dass negative Auswirkungen minimiert werden.

Das Projekt "Cities at Night" wird mit seinen Zielen sowie seiner Beziehung zur Citizen Science während der Durchführung des Unterrichts erläutert. Die Theorie wird mit Vorschlägen für Aktivitäten begleitet, die an das Niveau der Schülerinnen und Schüler angepasst sind. Darüber hinaus enthält das Dokument Internet-Links zu weiteren Informationen, die sowohl für Kinder als auch für Pädagogen interessant sind. Mit dieser Einheit beabsichtigen die Autoren, Inhalte zu sammeln, die im Klassenzimmer umgesetzt werden können und die als Leitfaden dienen können, damit sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrerinnen und Lehrer an diesem Citizen Science-Projekt teilnehmen können.

Damit ein Citizen Science-Projekt erfolgreich sein kann, bedarf es der Beteiligung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, MultiplikatorInnen und Multiplikatoren sowie eines breiten Spektrums von Freiwilligen. Die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte wird direkt zur Untersuchung der Lichtverschmutzung beitragen.

# 1

## LERNZIELE

Die Hauptziele dieser Einheit sind im Folgenden aufgeführt:

**Förderung des Umweltbewusstseins durch Hervorhebung der Bedeutung einer hochwertigen künstlichen Beleuchtung bei Nacht sowie der Auswirkungen von künstlichem Licht bei Nacht auf alle Lebewesen und durch Betonung der Notwendigkeit, Regionen ohne Lichtverschmutzung zu erhalten.**

**Förderung der kooperativen Arbeit durch Wertschätzung der Entwicklung eines Projekts unter Beteiligung aller seiner Partner.**

**Förderung des Bürgerbewusstseins und der sozialen Verantwortung durch die Bewertung der Bedeutung einzelner Aktionen bei der Entwicklung eines globalen Umweltprojekts.**

**Die Entwicklung wissenschaftlicher Fähigkeiten durch die Teilnahme an einem echten wissenschaftlichen Projekt.**

**Das Erkennen und Verstehen der Hauptquellen für Lichtverschmutzung sowie der Mechanismen zur Vermeidung von Lichtverschmutzung.**

**Sensibilisierung für die negativen Auswirkungen von künstlichem Licht auf die menschliche Gesundheit.**

**Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer mit dem Konzept der Bürgerwissenschaft vertraut zu machen und ein Bewusstsein für die Bedeutung der Citizen Science als Instrument zur Umgestaltung der Gesellschaft zu schaffen.**

Darüber hinaus erwerben Schülerinnen und Schüler Kenntnisse in Bezug auf:

**die wichtigsten Arten der Lichtverschmutzung**

**die Bedeutung gut geplanter Beleuchtungsinstallationen**

**die Schäden, die Lichtverschmutzung unserer Gesundheit zufügen kann.**

**Citizen Science und ihre partizipative Methodik**



# 2

## LICHTVERSCHMUTZUNG

Die Untersuchung der Lichtverschmutzung durch die Verwendung von Satellitenbildern ist eine der innovativsten Forschungsmethoden, die derzeit große wissenschaftliche und soziale Auswirkungen hat. Diese Art der Forschung hat sich in den letzten Jahren rasch weiterentwickelt. Einige der wissenschaftlichen Ergebnisse mit der weltweit größten Tragweite wurden mit dieser Art von Analyse durchgeführt.

Die meisten Satellitenbilder, die von Astronauten aufgenommen wurden, sind nicht katalogisiert, lokalisiert oder georeferenziert. Darüber hinaus veröffentlichen Raumfahrtagenturen weniger als 1% dieser Bilder über Pressemitteilungen oder soziale Medien. Die restlichen 99% werden in der NASA-Datenbank gespeichert, wo sie größtenteils ungenutzt bleiben. Diese Bilder enthalten auch Fotos von Sternen, Auroras, Astronauten und Sonnenuntergängen. Viele Wissenschaftler möchten diese Bilder verwenden, verfügen aber nicht über die Ressourcen, um die benötigten Daten zu lokalisieren.

Um die Daten besser zugänglich zu machen, müssen die Bilder georeferenziert werden, damit sie mit einer Karte des Gebiets übereinstimmen. Um diesen Prozess zu beginnen, müssen die auf den Bildern dargestellten Städte, Ortschaften oder Gebiete identifiziert werden.

Die ISS-Bilder, die seit 2003 nachts von der Erde in hoher Auflösung und in Farbe aufgenommen werden, sind für die Georeferenzierung am nützlichsten.

Das Modul führt die Schülerinnen und Schüler in die Anwendung "Lost at Night" ein, die wesentlich zum Auffinden solcher Bilder beitragen soll. Die Anwendung ist Teil des Projekts "Cities at Night".

<https://lostatnight.org/>

# 3

## CITIZEN SCIENCE AN SCHULEN

Die Wissenschaft scheint oft von unserem täglichen Leben losgelöst zu sein. Ohne eine gute Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und der Gesellschaft können sich die Menschen nicht qualifiziert fühlen, die Entwicklung von Forschung, Datenerhebungsprozessen oder die Ergebnisse eines wissenschaftlichen Projekts zu verstehen.

Die Citizen Science zielt darauf ab, die Wissenschaft der Gesellschaft näher zu bringen, die Öffentlichkeit auszubilden und Beiträge zu laufenden Projekten zu fördern. Darüber hinaus ermöglicht es den Menschen, sich stärker an wissenschaftlichen Aktivitäten zu beteiligen, die neues Wissen und ein besseres Verständnis der Natur im Allgemeinen generieren. Die Gesellschaft kann eine grundlegende Rolle in der Wissenschaft spielen, indem sie Daten generiert, Forschungsobjekte sammelt, analysiert oder beschreibt.

Durch die Einbeziehung der Citizen Science in Schulen wird die wissenschaftliche Forschung gefördert und effizienter gemacht. Die Studierenden erhalten ein besseres Verständnis der Wissenschaft, da sie mit mehreren Phasen der Forschung interagieren werden.

Das Hauptziel des Projekts "Cities at Night" ist es, die Methodik der Citizen Science anzuwenden, um ein Problem zu lösen, das sonst unlösbar wäre: Städte auf den in immenser Anzahl vorliegenden Nachtaufnahmen, die von Astronauten von der Internationalen Raumstation aufgenommen wurden, zu identifizieren.

Während dieses Prozesses des Citizen Science werden die Schülerinnen und Schüler:

**lernen, was Lichtverschmutzung ist, und sich der Menge an Stadtlicht, das in den Weltraum abgestrahlt wird, bewusst.**

**an einem echten wissenschaftlichen Projekt teilnehmen.**

**auf Karrieren in der Wissenschaft aufmerksam gemacht und dazu ermutigt.**

# 4 WISSENSCHAFTLICHE UND INKLUSIVE BILDUNG IN SCHULEN

und Schülern helfen zu erkennen, dass die Wissenschaft, die sie im Klassenzimmer durchführen, mit echter wissenschaftlicher Forschung und Forschungseinrichtungen verbunden ist.

Citizen Science deckt die folgenden Bedürfnisse ab:

Wissenschaftliche Kompetenz, die alle Schülerinnen und Schüler in die Prozesse der wissenschaftswissenschaftlichen Entwicklung einbezieht.

Die wissenschaftliche Forschung des 21. Jahrhunderts: Wahrnehmung der wissenschaftlichen Tätigkeit als etwas Reales, Notwendiges und mit der Gesellschaft Verbundenes.

Soziale Eingliederung: Citizen Science richtet sich an alle Bürgerinnen und Bürger, unabhängig von Geschlecht, Alter, Rasse, sozialem Status usw.

Es ist wichtig, die Inklusion in diesem Projekt hervorzuheben - sowohl im Klassenzimmer als auch in der Gesellschaft. Sein Design ermöglicht die Teilnahme von Menschen mit schweren Behinderungen und benachteiligten Gruppen jeder Art. Es eignet sich für Schulen verschiedener Klassen- und Bildungsstufen und macht keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern.

Wir sind uns bewusst, dass es für ein integratives Schulprojekt notwendig ist, auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einzugehen und dadurch eine stärkere Beteiligung am Lehr-Lernprozess zu fördern. Das Projekt "Cities at Night" kann als Rückgrat für eine solche Art des inklusiven Unterrichts verwendet werden, da die Einfachheit der experimentellen Aktivitäten eine breite Umsetzung der Lehrplananpassungen in Abhängigkeit von den Bedürfnissen der beteiligten Schülerinnen und Schüler ermöglicht.

Das 21. Jahrhundert verlangt von Lehrkräften, innovative Praktiken im Klassenzimmer anzuwenden, da wissenschaftliche Fähigkeiten und kritisches Denken für junge Schülerinnen und Schüler erforderlich sein werden.

Damit jemand wissenschaftlich gebildet ist, benötigt er oder sie gemäß der PISA-Studie („Pisa 2015 Technischer Bericht“) die drei folgenden Fähigkeiten:

- 1) In der Lage sein, eine wissenschaftliche Erklärung von Phänomenen zu geben
- 2) In der Lage sein, wissenschaftliche Forschung zu bewerten und zu gestalten
- 3) In der Lage zu sein, wissenschaftliche Daten und Beweise zu interpretieren.

Die Durchführung von Forschungsaktivitäten im Klassenzimmer ist ein sehr wichtiger Aspekt bei der Entwicklung solcher Fähigkeiten, da die Schülerinnen und Schüler dadurch ein besseres Verständnis der Wissenschaft und der Anwendung wissenschaftlicher Methoden durch Experimente erhalten. Darüber hinaus kann die Forschungsaktivität den Schülerinnen

# 5 PROJEKTDURCHFÜHRUNG UND METHODIK

Jeden Tag fotografieren Astronauten an Bord der Internationalen Raumstation unseren Planeten. Einige wurden in den Medien veröffentlicht, aber fast eine halbe Million Bilder bleiben in einem riesigen NASA-Archiv unkategorisiert, so dass es schwierig ist, die Bilder zu finden, wenn sie für die Forschung benötigt werden.

Ziel des Projekts "Cities at Night" ist, aus diesen Bildern die erste hochauflösende Weltkarte der Erde bei Nacht in Farbe zu erstellen. Derzeit existiert bereits eine Karte der Erde bei Nacht, jedoch in viel niedrigerer Auflösung, so dass wir Städte nur verschwommen sehen können, wenn wir sie heranzoomen. Darüber hinaus enthält die bestehende Karte nur originale Schwarz-Weiß-Bilder. "Cities at Night" arbeitet an einer neuen Karte, die nicht nur eine drastische Verbesserung der Auflösung sein wird, sondern durch die Verwendung von Farbbildern eine unschätzbare neue Quelle wissenschaftlicher Daten darstellt.

Das Projekt "Cities at Night" hat in den letzten Jahren schon mehrere Etappen durchlaufen und bereits verschiedene Anwendungen auf den Weg gebracht, die darauf abzielen, spezifische Aufgaben zu realisieren, die für den Abschluss des gesamten Prozesses erforderlich sind.

Gegenwärtig bittet die Anwendung "Lost at Night" die Benutzerinnen und Benutzer bei der Identifizierung von Städten um Hilfe, indem sie ihnen eine Liste möglicher Städte auf der Grundlage des Nadir der ISS (der Ort, den die ISS zum Zeitpunkt der Aufnahme des Fotos überflogen hat) zur Verfügung stellt. Wenn die App beispielsweise den Nadir eines nicht identifizierten Bildes verwendet, das über der Stadt Zaragoza in Spanien aufgenommen wurde, zeigt sie wahrscheinlich an, dass es sich dabei um Madrid, Bilbao oder eine andere Stadt in der näheren Umgebung von Saragossa handeln könnte.

Die visuellen Umrisse von Städten bei Nacht unterscheiden sich von dem gewohnten Anblick auf einer geographischen Karte. Doch die Form der Themse durch London, die starke Beleuchtung des Nils in Ägypten und die unterschiedlichen Farben der Straßenbeleuchtung in Ost- und Westberlin werden allen, die sich für einen Beitrag zu diesem Projekt entscheiden, bald vertraut sein.

# ANHANG: LÖSUNGEN FÜR DIE VORGESCHLAGENEN AKTIVITÄTEN

Nachfolgend finden Sie die Lösungen für die vorgeschlagenen Aktivitäten

## AKTIVITÄT 1

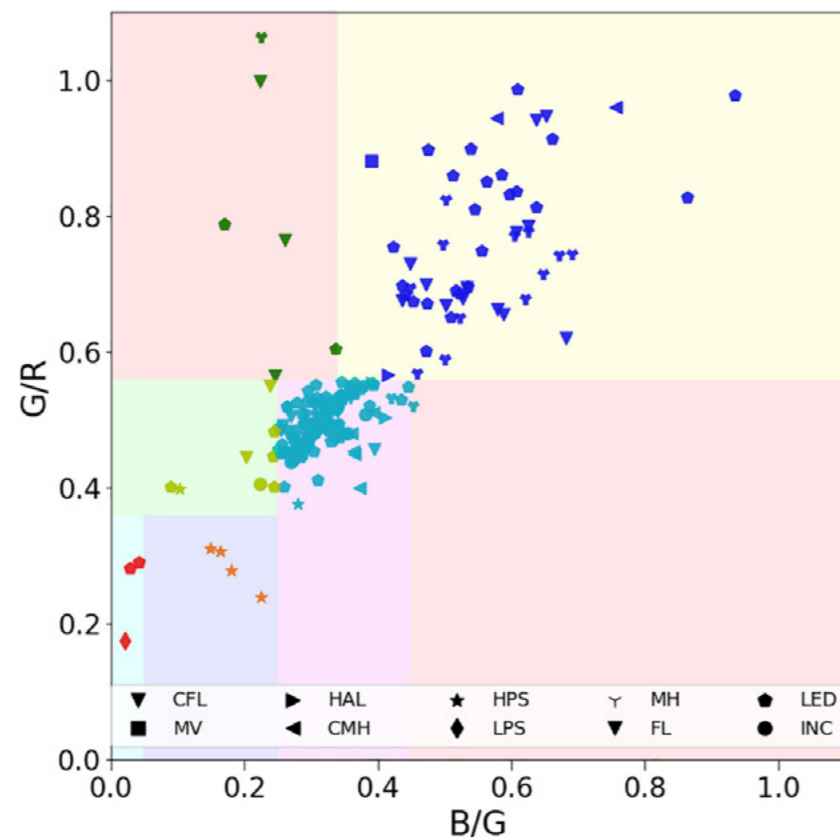
Um die zum Himmel abgestrahlte Lichtmenge zu minimieren und die Lichtverschmutzung zu reduzieren, ist es notwendig, Lampen mit einem Design zu vermeiden, das das Licht nach oben leuchten lässt (Bilder b und c).

In dieser Hinsicht sind die Laternen a) und d) recht gut konstruiert, jedoch wird ein Teil des Lichts horizontal abgestrahlt, und seine Streuung sowohl innerhalb der Leuchten als auch in die Atmosphäre führt immer noch dazu, dass ein Teil des Lichts zu einer nach oben gerichteten Verschmutzung führt.

**Daher wäre in Bezug auf die Richtung die beste Option zur Reduzierung der Lichtverschmutzung e).**

## AKTIVITÄT 5

Die Lichtquellen werden in Abhängigkeit von der Technologie des emittierenden Punktes auf dem Diagramm platziert. Die Punkte sollten daher in Wolken gruppiert erscheinen, die den in der untenstehenden Grafik dargestellten ähneln:



## AKTIVITÄT 6

Das erste Bild zeigt einen Fall von Lichteinfall; Straßenlaternen strahlen Licht in das Schlafzimmer eines Hauses aus und verhindern so, dass die Menschen dort im Dunkeln schlafen können.

Auf dem zweiten Bild sehen wir eine ungleichmäßig beleuchtete Straße. Obwohl wir durch die Straßenlaterne den Jungen mit dem Hund sehen können, ist das Auto in der Nähe auf der rechten Seite des Bildes weit weniger auffällig.

Das dritte Bild zeigt die Blendung, die durch einen starken Fotoblinker erzeugt wird. Intensive Blendung beeinträchtigt unsere Sicht. Um unsichere Situationen zu vermeiden, sollte diese Art von hellem Licht daher mit Vorsicht eingesetzt werden. Im Falle dieses Bildes handelt es sich um ein Foto, das tagsüber in einem Park aufgenommen wurde. Wäre es zum Beispiel in einem fahrenden Auto aufgenommen worden, könnte es die Sicht des Fahrers beeinträchtigen.

Das letzte Bild zeigt ein Beispiel für Agglomeration. Damit die Bibliothek genügend Licht hat, werden deutlich weniger Glühbirnen benötigt.



# STÄDTE IN DER NACHT MATERIAL FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER

## INHALT

EINLEITUNG	1
1 – WAS IST LICHTVERSCHMUTZUNG?	3
2 – NEGATIVE AUSWIRKUNGEN VON KÜNSTLICHEM LICHT	4
3 – ARTEN VON LICHTVERSCHMUTZUNG	7
4 – WIE MAN EFFIZIENTE BELEUCHTUNG INSTALLIERT	10
5 – STÄDTE BEI NACHT	17
6 – AKTIVITÄTEN	22

## EINLEITUNG

Diese Unterrichtseinheit ist für Schülerinnen und Schüler im Alter von 12-13 Jahren konzipiert und hat zum Ziel, Kinder über das Thema Lichtverschmutzung aufzuklären. Neben der Sensibilisierung werden die Schülerinnen und Schüler in das Citizen Science-Projekt "Cities at Night" eingeführt, durch das sie lernen, wie man Quellen der Lichtverschmutzung lokalisieren und als Bürgerwissenschaftlerin und Bürgerwissenschaftler zur Wissenschaft beitragen kann.

<https://citiesatnight.org/>

In dieser Unterrichtseinheit werden thematisiert: künstliches Licht bei Nacht im Allgemeinen,

verschiedene Arten der Lichtverschmutzung, ihre negativen Auswirkungen sowie die effizienteste Art und Weise, Lichtquellen so zu installieren, dass negative Auswirkungen minimiert werden.

Das Projekt "Cities at Night" wird mit seinen Zielen sowie seiner Beziehung zur Citizen Science während der Durchführung des Unterrichts erläutert. Die Theorie wird mit Vorschlägen für Aktivitäten begleitet, die an das Niveau der Schülerinnen und Schüler angepasst sind. Darüber hinaus enthält das Dokument Internet-Links zu weiteren Informationen, die sowohl für Kinder als auch für Pädagogen interessant sind. Mit dieser Einheit beabsichtigen die Autoren, Inhalte zu sammeln, die im Klassenzimmer umgesetzt werden können und die als Leitfaden dienen können, damit sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrerinnen und Lehrer an diesem Citizen Science-Projekt teilnehmen können.

Damit ein Citizen Science-Projekt erfolgreich sein kann, bedarf es der Beteiligung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, MultiplikatorInnen und Multiplikatoren sowie eines breiten Spektrums von Freiwilligen. Die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte wird direkt zur Untersuchung der Lichtverschmutzung beitragen.

# 1- WAS IST LICHTVERSCHMUTZUNG?

**Wusstest du, dass künstliches Licht neben Boden-, Luft- und Lärmbelastung auch schwerwiegende Umweltfolgen für uns Menschen, die Tierwelt und unser Klima haben kann?**

Künstliche Beleuchtung verändert das natürliche Muster von Licht und Dunkelheit in der Umgebung. Es gilt als Lichtverschmutzung, wenn Licht übermäßig hell ist, fehlgeleitet wird, Menschen blendet oder wenn ein bestimmter Bereich ungleichmäßig beleuchtet ist (nicht einheitlich).

Ein guter Näherungswert, um die Menge der Lichtverschmutzung abzuschätzen, ist die Helligkeit des Himmels: verschiedene Lichtquellen senden Licht nach oben und hellen Atmosphäre auf. Man nennt dieses Phänomen Himmelsleuchten (engl. sky glow). Städte erzeugen künstliches Licht nicht nur durch ihre Straßenlampen, sondern auch durch den Einsatz von dekorativen Leuchten, die Fassaden, Gebäude und Denkmäler beleuchten.

Auch außerhalb der Städte gibt es zahlreiche Quellen der Lichtverschmutzung, wie Flughäfen, Industriegebiete, Autobahnen, Fahrzeugscheinwerfer und Fischerboote auf hoher See.

Um den Tag künstlich zu verlängern, ist unsere häufigste Reaktion auf den Sonnenuntergang,

das Licht einzuschalten. Wir beleuchten Häuser, Parks, Straßen und Wege. Wir beleuchten das Innere der Fabriken, in denen wir rund um die Uhr arbeiten, und wir beleuchten Gewächshäuser und Bauernhöfe, um die Produktivität zu steigern.

Wir installieren übermäßig viel künstliches Licht, verschwenden Energie und Geld, ohne uns bewusst zu sein, dass es schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen hat, die nachts nicht mehr in völliger Dunkelheit schlafen können.

Darüber hinaus wirkt sich künstliches Licht auch negativ auf Tiere und Pflanzen aus: Es schädigt die nächtlichen Lebensräume, indem es den biologischen Rhythmus vieler Arten verändert und wandernde Tiere verwirrt, was wiederum schwerwiegende Auswirkungen auf ein Ökosystem haben kann.

Die natürliche Dunkelheit verschwindet, da künstliches Licht die Städte überflutet und den Himmel erhellt. Die negativen Auswirkungen des Verlusts der Dunkelheit mögen nicht greifbar erscheinen, aber sie erzeugen eine Reihe negativer Folgen, die wir auf den folgenden Seiten untersuchen werden.



**Die Lichtverschmutzung umfasst alle negativen Auswirkungen, die durch künstliches Licht entstehen.**

*Imagen en larga exposición del tráfico de la ciudad.*

# 2-NEGATIVE AUSWIRKUNGEN VON KÜNSTLICHEM LICHT

**Die Lichtverschmutzung hindert uns nicht nur daran, die Sterne zu sehen, sondern beeinträchtigt auch unsere Gesundheit, unsere Sicherheit und die Umwelt, indem sie zu einer unnötigen Zunahme der Energieverschwendung und der Luftverschmutzung im Zusammenhang mit der Stromerzeugung führt.**



**Heller bedeutet nicht sicherer!**

## AUSWIRKUNGEN AUF DIE SICHERHEIT

Starke Beleuchtung erzeugt ein psychologisches Gefühl der Sicherheit und Geborgenheit, aber dies bedeutet nicht unbedingt, dass die wahre Sicherheit und die wirkliche Geborgenheit tatsächlich zugenommen haben.

*Die Natur bietet faszinierende Spektakel in der Nacht*

Wenn zum Beispiel die Beleuchtung nicht gleichmäßig ist und dunkle Bereiche mit stark beleuchteten Bereichen kombiniert werden, ist es für uns anstrengender, Objekte um uns herum zu unterscheiden, und dies kann folglich unsere Sicherheit verringern. Hinzu kommt, dass eine zu helle oder schlecht gerichtete Beleuchtung Blendung verursachen kann, was besonders auf Straßen gefährlich ist.

Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist, dass wir uns durch Licht in unsicheren Situationen sicher fühlen können, wodurch ein falsches Sicherheitsgefühl entsteht.

## VERÄNDERTE ÖKOSYSTEME

Die überwiegende Mehrheit der Lebewesen nutzt natürliche Licht- und Dunkelzyklen, um einige ihrer Verhaltensweisen im Zusammenhang mit Fortpflanzung, Nahrungsaufnahme, Schlafen oder Schutz vor Raubtieren zu regulieren. Künstliches Licht bei Nacht hat negative und manchmal tödliche Auswirkungen auf viele Lebewesen wie Säugetiere, Amphibien, Fische, Insekten und Vögel.

## **DIE STERNE VERSCHWINDEN**

Für diejenigen von uns, die in Städten leben, ist die Nacht nicht mehr dunkel, und viele von uns haben vergessen, dass über unseren Köpfen Tausende von Sternen zu sehen sein sollten. Viele Menschen haben die Milchstraße noch nie gesehen und wissen nicht, dass ein Sternenhimmel ohne Mond genug Licht ausstrahlt, um auf dem Land spazieren gehen zu können. Allein das Licht der Sterne reicht aus, um einen Schatten zu werfen. Und ein dunkler Himmel kann so spektakulär sein, dass er jeden beliebigen Ort in ein Urlaubsziel verwandeln kann.

Die Zunahme des Himmelsleuchtens, verursacht durch die Streuung des künstlichen Lichts in den Gasen und Partikeln der Atmosphäre, führt zu einer Verschlechterung der astronomischen Beobachtungsbedingungen. Auch wandernde Tierarten, die sich an den Sternen orientieren, werden negativ beeinflusst.

## **ENERGIEABFÄLLE**

Übermäßig helle Beleuchtung führt zu unnötigen Ausgaben. Und eine solche Energieverschwendung hat großwirtschaftliche und ökologische Folgen. Wenn die Menschheit in die Verbesserung der Qualität der künstlichen Beleuchtung bei Nacht investieren würde, würden Millionen von Lebewesen gerettet und wir würden gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren.

*Bildaufnahme der Milchstraße*

## **AUSWIRKUNGEN AUF DIE GESUNDHEIT**

Die Menschen brauchen Licht am Tag und Dunkelheit in der Nacht, damit unsere biologischen Uhren richtig funktionieren. Nur wenn wir in der Dunkelheit sind, scheidet unser Körper ein Hormon namens Melatonin aus, das eine wichtige Rolle bei der Regulierung des zirkadianen Rhythmus und des Schlafs spielt.

Computer- und Fernsehbildschirme sowie andere elektronische Geräte strahlen künstliches Licht aus. Die Verwendung dieser Geräte bis spät in die Nacht verändert den Rhythmus und kann uns daran hindern, das Melatonin zu erzeugen, das wir brauchen.

Das Missverhältnis in der Melatonin-Segregation kann zu Problemen wie Stress, Schlaflosigkeit, Diabetes und sogar Fettleibigkeit führen.

## ***Hast du schon einmal bemerkt, wie schwer es ist, einzuschlafen, nachdem du dein Handy für eine Weile im Bett benutzt hast?***

Wenn du diese Effekte minimieren möchtest, solltest du zu Hause warme Glühbirnen installieren und spezielle Anwendungen verwenden, um die Farbtemperatur deiner elektronischen Bildschirme so zu verändern, dass sie tagsüber kaltes Licht und nachts warmes Licht ausstrahlen.

Die Verwendung jeglicher Art von Geräten mit einem hellen Bildschirm Minuten vor dem Schlafengehen kann die Qualität unserer Erholungsphase beeinträchtigen und Schlaflosigkeit verursachen.

## 3 - ARTEN VON LICHTVERSCHMUTZUNG

**Ein großer Teil der Außenbeleuchtung ist derzeit nicht sehr effizient konzipiert. Sie ist in der Regel entweder zu hell, schlecht gerichtet und manchmal sogar völlig unnötig.**

**Unter den verschiedenen Arten der Lichtverschmutzung gibt es:**

### BLENDUNG

Grelles Licht wird durch eine zu hohe Lichtintensität oder durch schlecht gerichtetes Licht verursacht. Es kann Unbehagen und teilweise Sehbehinderung verursachen. Eine Blendung wie z.B. der Blitz einer Kamera oder ein Blitz während eines Gewitters kann dazu führen, dass das Auge überfordert ist und sich nicht an die Lichtintensität anpassen kann. Dementsprechend kann es mehrere Sekunden dauern, bis sich das Auge von der Rezeptorüberflutung erholt hat.

### UNERWÜNSCHTER LICHEINFALL

Obwohl Straßenlaternen dazu gedacht sind, die Straßen zu beleuchten, strahlen viele schlecht ausgerichtete Straßenlaternen in unsere Häuser und hindern uns daran, in der Dunkelheit zu schlafen.

Weiterhin ist das Abdecken der Fenster mit Jalousien zwar hilfreich, um den Lichteinfall zu stoppen kann, doch sind sie während der Sommermonate in heißeren Regionen unpraktisch, wenn die Hitze die Menschen dazu zwingt, Fenster und Fensterläden während der Nacht offen zu halten.



### HELLIGKEIT DES HIMMELS

**Die Städte sind im Allgemeinen hell. Das Licht wird, wenn es in den Molekülen unserer Atmosphäre gebrochen wird, diffus, und dies verhindert, dass wir die Sterne sehen können.**

Draußen in der Natur, wo es dunkel ist, scheinen Nachtwolken schwarz zu sein. In Großstädten reflektieren sie jedoch das zum Himmel gerichtete Licht, sodass die Wolken je nach Farbe der Stadtlichter orange oder blau erscheinen. Astronomen messen die Helligkeit des Himmels, um die Qualität der Beobachtungen zu bestimmen, die an einem bestimmten Ort gemacht werden können. Solche Messungen werden normalerweise in Magnituden / Bogensekunden<sup>2</sup> ausgedrückt.

Die höchsten Werte der Himmels-helligkeit entsprechen den dunkelsten Himmeln, wie z.B. in ländlichen Gebieten, die weit entfernt von Städten liegen. Warum das so ist, wird im Folgenden erklärt.

*En las noches nubosas se aprecia claramente la luz artificial que emiten las ciudades hacia el cielo.*

Die griechischen Astronomen der Antike nannten die hellsten Sterne, die nach Sonnenuntergang sichtbar waren, "Sterne der ersten Größe", und sie stuften die anderen Sterne als "Sterne zweiter Größe" und so weiter ein, wobei die schwächsten Sterne "Sterne der sechsten Größe" waren.

Obgleich es modifiziert wurde, wird das griechische System auch heute noch verwendet. Die moderne Magnitudenskala umfasst Sterne der Magnitude 0, aber die hellsten Himmelskörper werden immer noch als solche von geringerer Magnitude kategorisiert. Tatsächlich hat die Sonne eine Helligkeit von -26,74.

In Bezug auf die Magnitude verhält sich die Helligkeit des Himmels genauso wie die Helligkeit der Sterne. Aus diesem Grund würden in einer städtischen Umgebung mit einem stark von Lichtverschmutzung betroffenen Himmel die Werte um 17 mag / Bogensekunden<sup>2</sup> liegen, während an Orten mit weniger Lichtverschmutzungsquellen und dunklerem Himmel die Werte bis zu 21 mag / Bogensekunden<sup>2</sup> betragen könnten.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verwenden Geräte, die Photometer genannt werden, um Himmels-helligkeitsmessungen zu erhalten, die helfen, die Qualität astronomischer Beobachtungen zu bewerten.

Die Photometer können für Monate oder Jahre installiert werden, um die Entwicklung der Lichtverschmutzung zu untersuchen. Und sie können uns spezifische Messungen eines bestimmten Ortes zu einem bestimmten Zeitpunkt liefern.



*TESS Photometer entworfen von der Complutense Universität Madrid*

**Die Städte sind in der Regel kohlenstoffhaltig beleuchtet.**

# REIZÜBERFLUTUNG DURCH LEUCHTREKLAME

Zu viel Leuchtreklame auf den Straßen kann gefährlich sein, da sie die Fahrer ablenken könnte.

Eine Erhöhung der Lichtintensität macht die Straßen nicht unbedingt sicherer. Die Installation einer einheitlichen und gleichmäßig verteilten Beleuchtung macht sie definitiv sicherer, da die Menschen dadurch besser sehen können.

Las Vegas, Nevada (USA) ist eine der am meisten beleuchteten Städte der Welt. Seine Helligkeit kann aus 400 km Entfernung beobachtet werden.



Beleuchtung in der Stadt Las Vegas

# 4- WIE MAN EFFIZIENTE BELEUCHTUNG INSTALLIERT

**Jeder Ort und jede Situation hat unterschiedliche Beleuchtungsanforderungen. Unser Schlafzimmer kurz vor dem Schlafengehen braucht nicht dasselbe Licht wie ein Operationsaal in einem Krankenhaus kurz vor einem Eingriff.**

**Um für jeden Ort und jede Situation nur das nötige Licht zu verwenden, so dass seine Nutzung nachhaltig ist und die geringsten negativen Auswirkungen hat, muss eine Reihe von Richtlinien entsprechend seinen unterschiedlichen Eigenschaften befolgt werden.**

## LEISTUNG

Glühlampen verbrauchen Strom. Die Energie, die jede Sekunde verbraucht wird, nennt man Leistung, und sie wird in Watt (W) gemessen, dem internationalen Einheitensystem.

Von der gesamten elektrischen Energie, die eine Lampe während des Einschaltens verbraucht, wird nur ein Bruchteil zu Licht. Ein Teil der Energie wird als Wärme und ein anderer Teil als nicht sichtbare Strahlung abgegeben.

Der Anteil der Energie, der jede Sekunde in sichtbares Licht umgewandelt wird, wird Strahlungsfluss genannt und seine Einheit im Internationalen System ist das Watt.

Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges variiert je nach Lichtintensität. Die wahrgenommene Lichtleistung wird als Lichtstrom bezeichnet, und im Internationalen Einheitensystem wird sie in Lumen (lm) gemessen.



Lámparas de distinta potencia encendidas.

## EFFIZIENZ

Die Effizienz ist als das Verhältnis zwischen dem von einer Glühbirne abgegebenen Lichtstrom und der von ihr verbrauchten Leistung definiert.

Sie wird in Lumen pro Watt (lm/W) ausgedrückt. Um den Energieaufwand für die Erzeugung von künstlichem Licht zu minimieren und die Wattleistung bei gleichen Lumen zu minimieren, sollten effizientere Lampen verwendet werden.

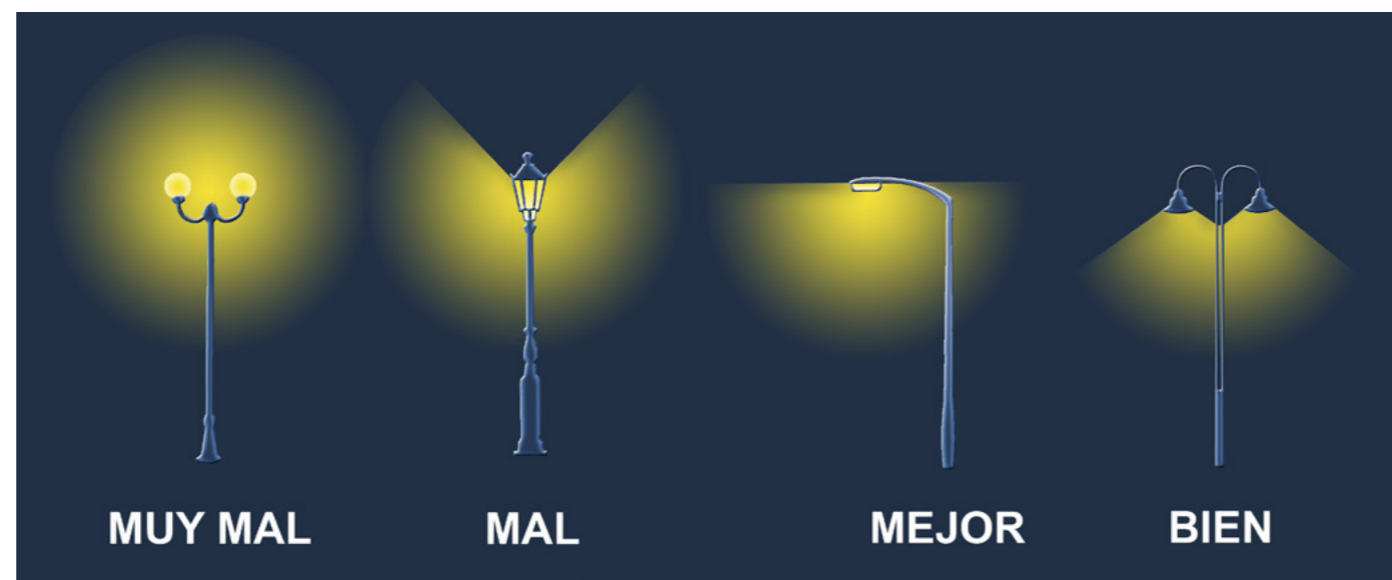
Technologie	Effizienz (lm / W)
LED	4.5 - 200
Natriumdampf-Hochdrucklampe	85 - 150
Natriumdampf-Niederdrucklampe	100 - 120
Leuchtstofflampe	60 - 104
Halogen-Metaldampflampe	80
Quecksilberdampflampe	40 - 55
Wolframglühbirne	5 - 17.5

## RICHTUNG

Künstliches Licht muss richtig auf sein Ziel ausgerichtet sein. Es ist sehr wichtig, das Licht nur dorthin zu lenken, wo es gebraucht wird, vor allem im Freien, da die Abstrahlung von Licht in andere Richtungen nicht nur eine Energieverschwendung ist, sondern auch negative Auswirkungen auf den Himmel und die Ökosysteme hat.

Straßenlampen sind dazu gedacht, Straßen oder öffentliche Außenräume zu beleuchten. Und bei der Beleuchtung eines Gebäudes sollte das Licht niemals nach oben gerichtet sein, um zu vermeiden, dass der Himmel mit der Reflexion an der Fassade beleuchtet wird.

„Ballonartige“ Straßenlampen sind äußerst ineffizient. Es ist besser, abgeschirmte Straßenlampen zu verwenden, bei denen die Glühbirne horizontal installiert ist und der Lichtstrom nach unten gerichtet ist.



## FARBTEMPERATUR

Licht ist eine elektromagnetische Welle, deren Energie von ihrer Wellenlänge abhängt. Im Falle des sichtbaren Lichts ist die blaue Welle am energiereichsten und die rote Welle am wenigsten energiereich.

Glühbirnen können Licht mit unterschiedlicher „Farbtemperatur“ aussenden, die in Kelvin gemessen wird. Das Licht ist warm, wenn seine Farbe orange oder rötlich ist, und kalt, wenn weiße oder blaue Farben vorherrschen.

Wenn wir in unseren Schlafzimmern und Entspannungsbereichen warmes Licht installieren, helfen wir unserem Körper, das Melatonin zu erzeugen, das er zur Erholung braucht. Im Idealfall sollten 2700K-Glühbirnen für die Räume gewählt werden, in denen eine gewisse Aktivität stattfindet, während 2200K-Glühbirnen eher kurz vor dem Schlafengehen verwendet werden sollten.

Bei Tätigkeiten, die viel Präzision erfordern oder die bei Tageslicht ausgeführt werden, hilft uns die Verwendung von kühlerem Licht, da wir so eine klarere Unterscheidung zwischen den Farben treffen können.

Letztendlich geht es darum, das natürliche Licht nachzuahmen. An einem klaren Tag hat das Sonnenlicht eine Farbtemperatur von etwa 5800K. Das Licht des Feuers, mit dem unsere Vorfahren ihre Wohnräume erhellten, lag zwischen 2000K und 2200K.



Visuelles Empfindung der Farbe von Glühbirnen mit unterschiedlicher Farbtemperatur und 200 Lux.

Tabla de eficacia de distintas tecnologías de iluminación.

**Licht erzeugt ein psychologisches Sicherheitsgefühl, aber damit Sicherheit real ist, sollte die Beleuchtung nicht intensiv, sondern gleichmäßig sein.**

## UNIFORMITÄT

Die Uniformität wird durch die Art und Weise definiert, wie der Lichtstrom auf einer beleuchteten Fläche gestreut wird. Ein adäquates Beleuchtungsdesign sorgt dafür, dass die Oberflächen an allen Punkten gleichmäßig und mit gleicher Intensität beleuchtet aussehen, wobei ein starker Kontrast zwischen hellen Flecken und Schatten vermieden wird.



*Eine sehr intensiv, aber ungleichmäßig beleuchtete Straße (links) ist unsicherer als eine gleichmäßig schwach beleuchtete Straße (rechts)*

**Gleichmäßige Beleuchtung erzeugt visuellen Komfort und erleichtert das Sehen.**

## BENUTZUNGSZEIT

Das von den Städten ausgestrahlte Licht ist ein klarer Indikator für die Aktivität ihrer Bewohner, da unsere erste Reaktion auf den Sonnenuntergang darin besteht, alle Lichter einzuschalten und so zu versuchen, unseren Tag künstlich zu verlängern.

Die ersten Orte, an denen wir dazu neigen, das Licht einzuschalten, sind unsere Wohnungen, Geschäfte und Arbeitsstätten. Straßenlaternen werden kurz vor Sonnenuntergang eingeschaltet, während Boutiquen versuchen, unsere Aufmerksamkeit auf ihre Schaufenster zu lenken, indem sie ihre Schaufenster beleuchten. Nicht lange danach werden die Zierlichter eingeschaltet, um Denkmäler und Gebäudefassaden zu beleuchten.

Die überwiegende Mehrheit der Lichtquellen bleibt die ganze Nacht über eingeschaltet, auch wenn sie nicht benutzt werden. Wir könnten den Energieverbrauch senken, indem wir die unnötigen Lichter zu bestimmten Zeiten ausschalten oder dimmen und Anwesenheitssensoren auf Straßen und Wegen mit geringem Verkehrsaufkommen installieren.

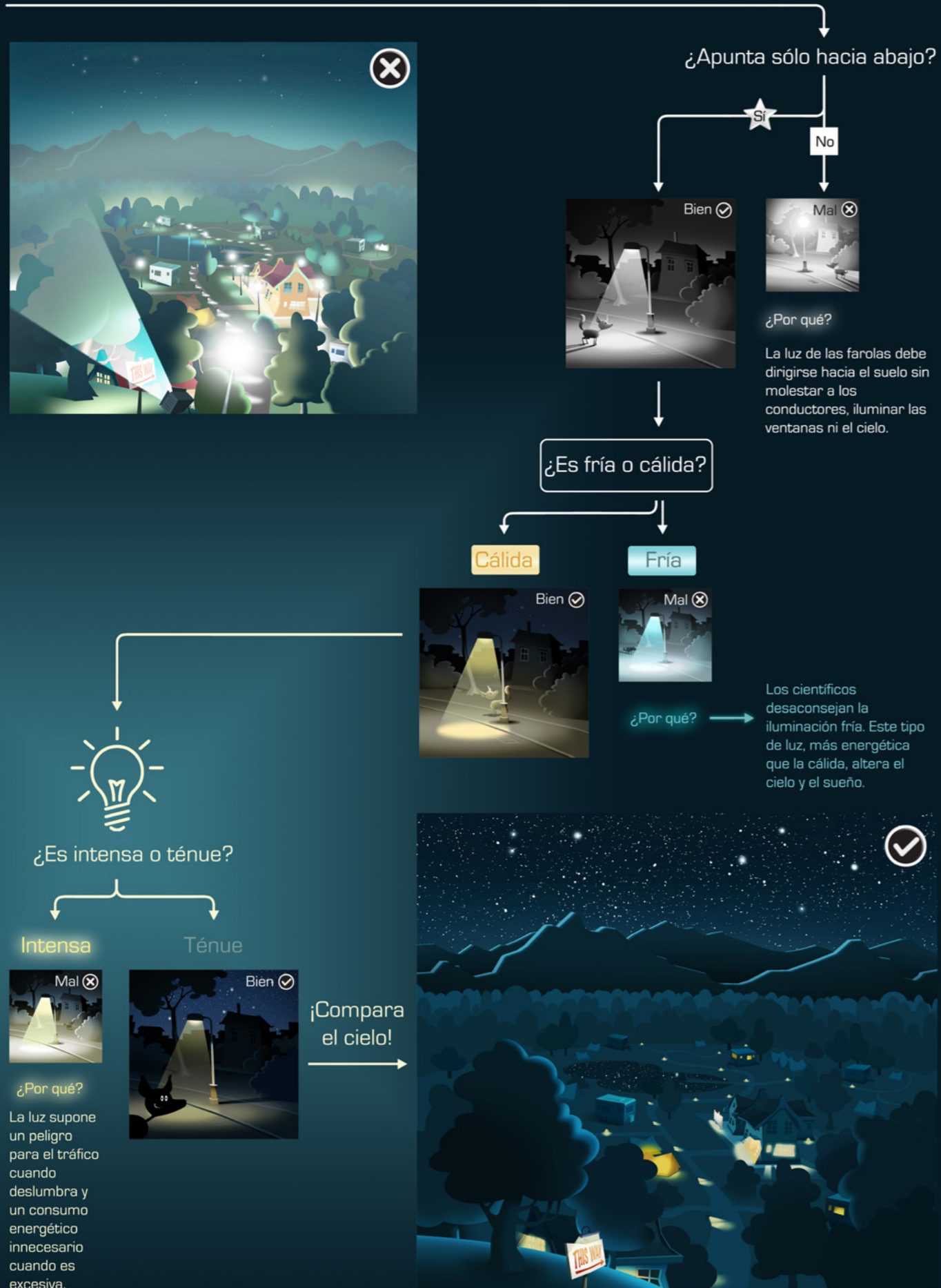


*Los sensores de presencia son especialmente útiles en las zonas de bajo tránsito.*

**Alle Merkmale müssen als Ganzes analysiert werden, um an jedem Ort die passende Beleuchtung zu installieren.**

# ANALIZA LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Con sólo tres preguntas sobre las farolas de tu ciudad:



## 5-STÄDTE BEI NACHT

**Wusstest du, dass Astronauten der Internationalen Raumstation ISS wissen, wann du schlafen gehst? Die nächtlichen Gewohnheiten der Bewohner jeder Stadt erzeugen Unterschiede in den Lichtmustern, die leicht aus dem Weltraum zu erkennen sind.**



Astronautin Samantha Cristoforetti in der ISS-Kuppel



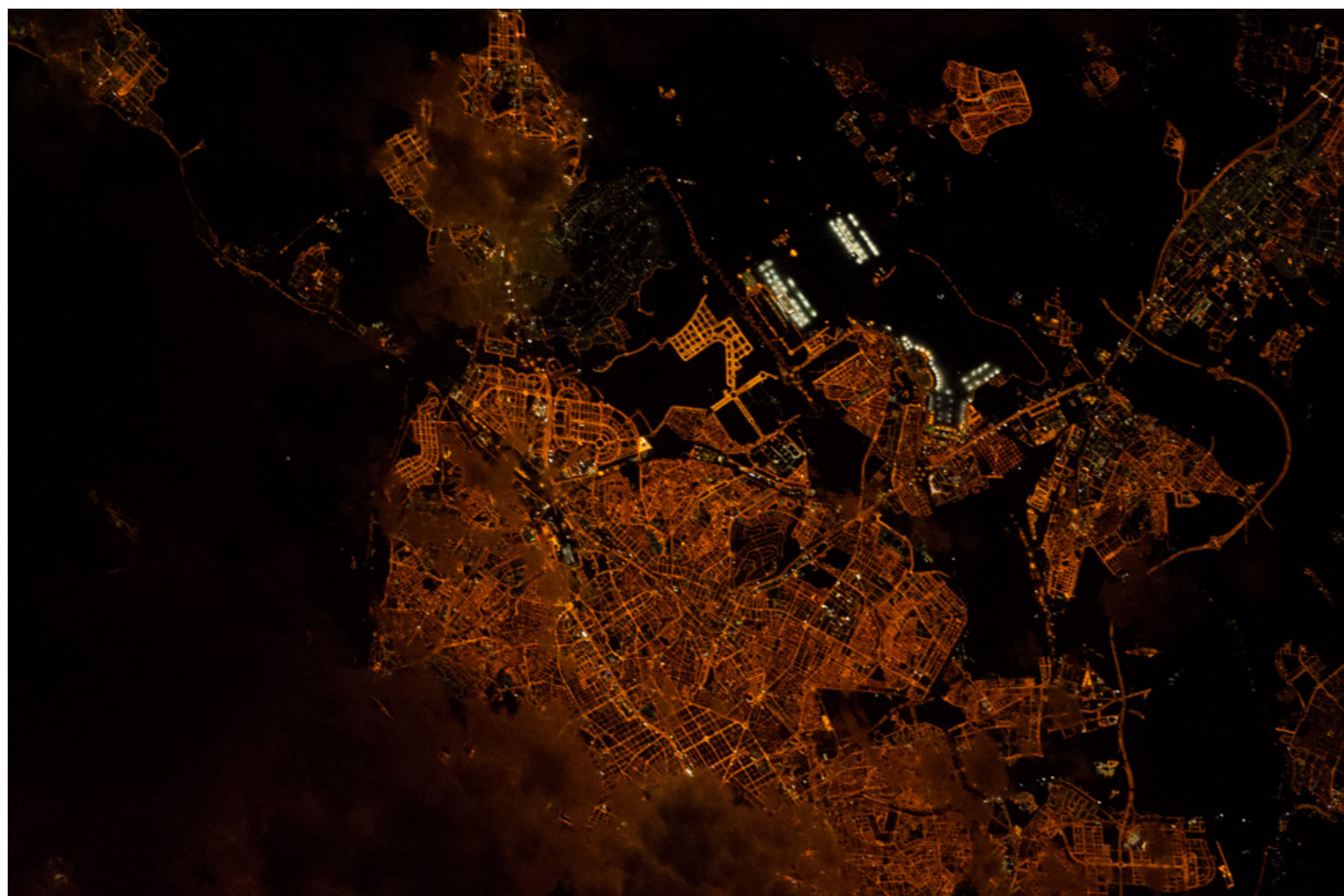
Die ISS benötigt 92 Minuten für eine vollständige Umkreisung unseres Planeten und ermöglicht es ihrer Besatzung, jeden Kontinent mehrmals pro Nacht zu überfliegen. Mit kommerziellen digitalen Spiegelreflexkameras, ähnlich denen, die jeder von uns zu Hause haben könnte, machen die Astronauten durch die Fenster des Beobachtungsmoduls Nachtaufnahmen von Städten.

Nachtaufnahmen von Städten haben einen großen wissenschaftlichen Wert, da sie wertvolle Informationen über das Licht enthalten, das in den Weltraum abgestrahlt wird. Bilder, die von Astronauten an Bord der ISS aufgenommen wurden, sind besonders interessant, da sie die einzigen sind, die mit dieser Auflösung und Farbinformation verfügbar sind.

Mit diesen Bildern können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Veränderungen der Intensität und der Farbtemperatur im Laufe der Zeit erkennen.

Beispielsweise wurde mit Hilfe dieser Bilder eine Zunahme der Lichtverschmutzung durch neu

installierte LED-Lampen festgestellt. Dies war für viele ein unerwarteter Befund, da sie angeblich effizienter als die orangefarbenen Glühbirnen, die sie ersetzt haben, sind. Anhand der Farbdaten der ISS-Bilder konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler feststellen, dass die LED-Lampen aufgrund ihrer kühleren Farbtemperatur eine Zunahme der Umweltverschmutzung verursachten.



**Mit dem Übergang zur LED-Technologie wird die Farbtemperatur der Stadtbeleuchtung deutlich kälter.**



# CITIZEN SCIENCE ZUM AUFFINDEN VON BILDERN

Die von den Astronauten an Bord der ISS aufgenommenen Bilder sind die beste verfügbare Datenquelle, die es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ermöglicht, die Lichtverschmutzung und ihre Entwicklung im Laufe der Zeit zu untersuchen. Dennoch bleiben derzeit die meisten Bilder in der NASA-Datenbank ungenutzt, da die Bilder unklassifiziert gespeichert werden, was es extrem schwierig macht, unter den mehr als einer halben Million Aufnahmen ein Bild einer bestimmten Stadt zu finden.

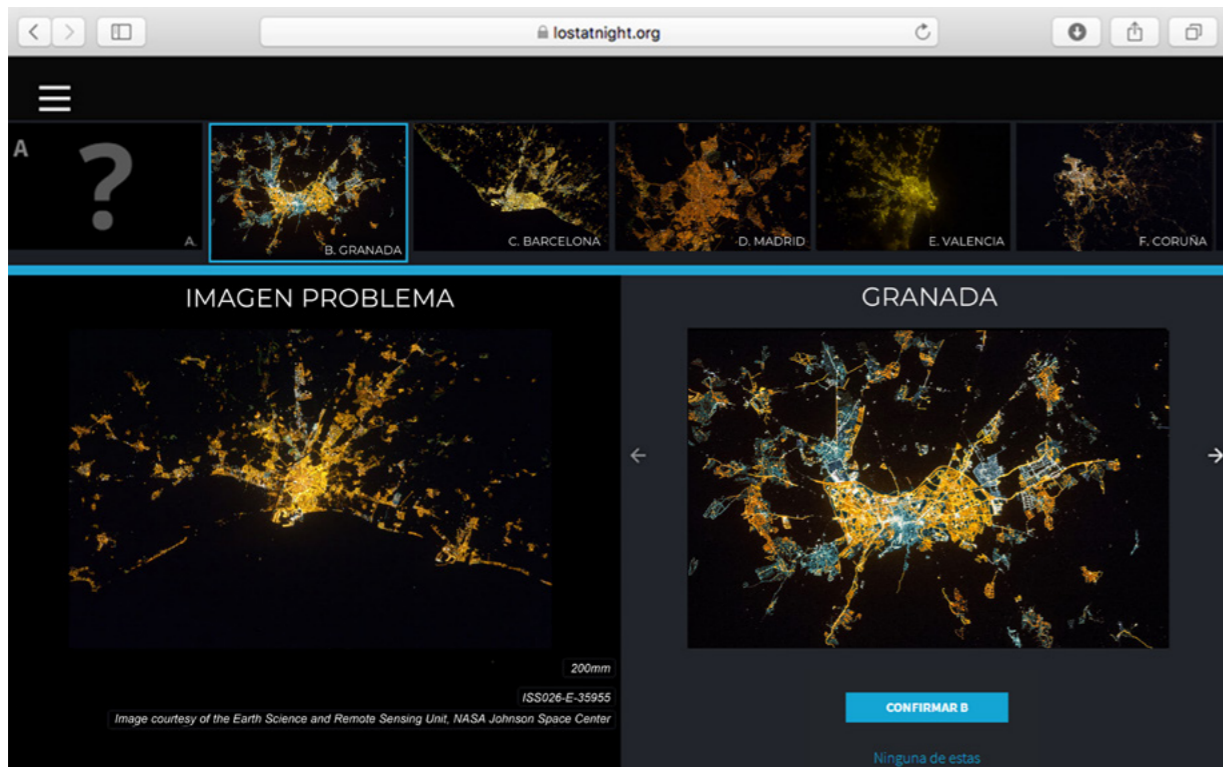
Ziel des Projekts "Cities at Night" ist es, alle nächtlichen Bilder von Städten, die von der ISS aus aufgenommen wurden, zu lokalisieren und daraus eine Weltkarte bei Nacht zu erstellen. Die automatische Sortierung der Bilder erfordert einen hohen Ressourcenaufwand und wäre

für Algorithmen zu kompliziert. Die Menschen können jedoch leicht zwischen Stadtformen unterscheiden, um zu erkennen, ob es sich um die gleiche oder um verschiedene Städte handelt.

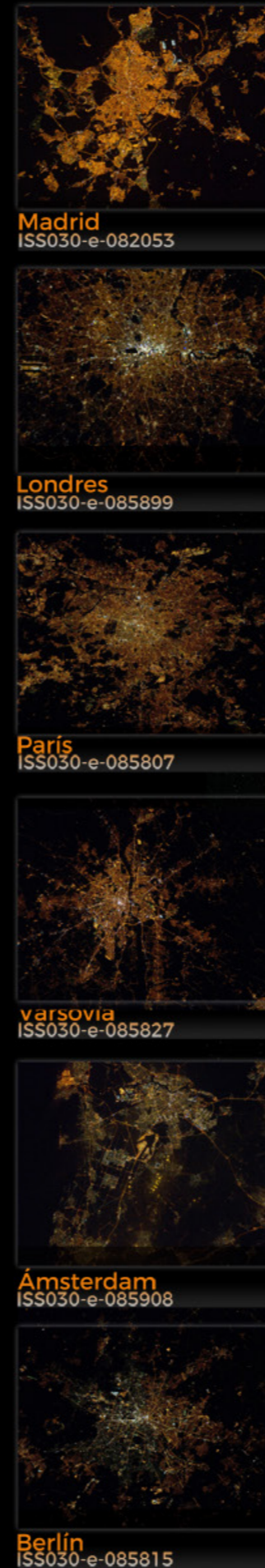
Aus diesem Grund wurden seit Beginn von "Cities at Night" verschiedene Anwendungen gestartet, damit jeder zur Lösung des größten Rätsels der Welt beitragen kann. Das unten dargestellte Beispiel stammt aus der Anwendung "Lost at Night" und zeigt mehrere Möglichkeiten, um zu erkennen, welche Stadt mit dem nicht klassifizierten Bild übereinstimmt.

Darüber hinaus können wir dank des Projekts nun auch die Beleuchtung zwischen Städten vergleichen. Auf der nächsten Seite kannst du sechs Bilder von europäischen Hauptstädten studieren, die in derselben Nacht mit derselben Kamera, demselben Objektiv und derselben Belichtungszeit aufgenommen wurden.

Mit diesen Daten konnten die Experten beispielsweise feststellen, dass Madrid dreimal heller ist als Berlin.



Screenshot der Anwendung "Lost at Night" – lostatnight.org



# EUROPA desde la ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL



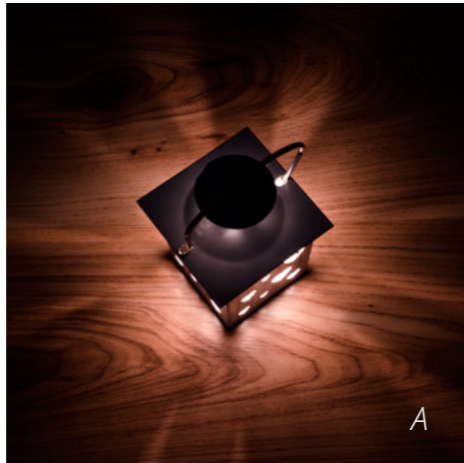
Seis ciudades europeas fotografiadas en condiciones similares durante tres revoluciones de la misma noche.

Cámara: Nikon D3S  
 Objetivo: AF Nikkor 180 mm  
 ISO: 6400  
 Exposición: 20 ms  
 Fecha: 11.02.2012/12.02.2012

# 6 - AKTIVITÄTEN

## AKTIVITÄT 1

Die Form der Straßenlampe ist sehr wichtig, um die Lichtverschmutzung zu minimieren. Welche von den Laternen, die auf den folgenden Bildern zu sehen sind, würdest du für deinen Garten wählen? Und warum?



Deine Antwort:

:

---



---



---



---



---



---

## AKTIVITÄT 2

Die Farbtemperatur muss für jede Situation angemessen sein. Welche

**Farbtemperatur ist für Glühbirnen im Schlafzimmer geeignet? Und für die Küche? Welche sollten deiner Meinung nach auf der Straße installiert werden? Und im Park?**

Deine Antwort:

---



---



---



---

**Erstelle eine Liste mit mindestens 5 Glühbirnen, die bei dir zu Hause oder in deiner Schule installiert wurden. Notiere den Ort, an dem sie installiert sind, ihre Leistung, ihre Farbtemperatur und gebe an, wie du die Beleuchtung an diesen Orten verbessern könntest.**

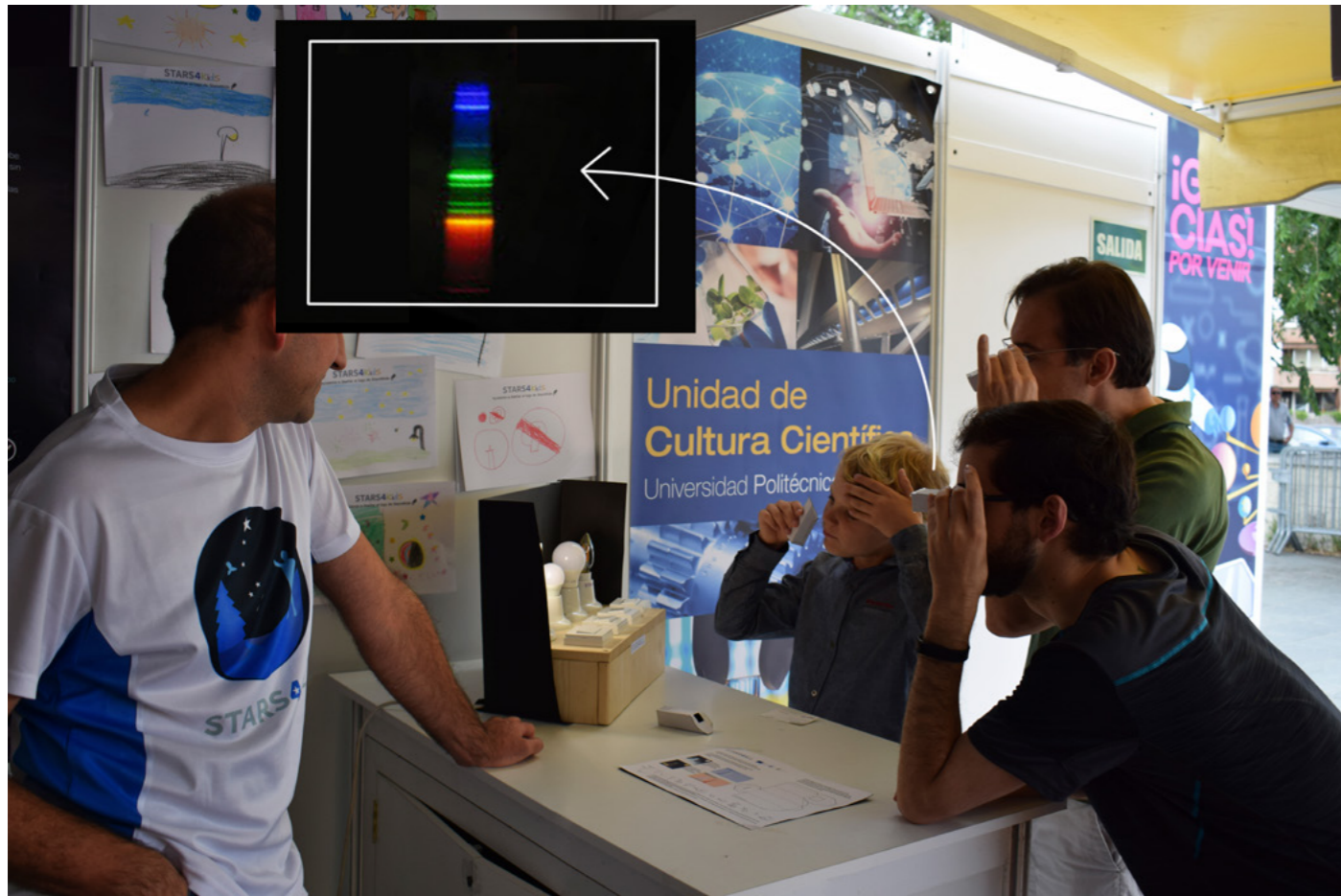
Deine Antwort:

Glühbirne	Ort	Leistung	Farbtemperatur	Verbesserungen
1				
2				
3				
4				
5				

# AKTIVITÄT 3

## BAUE DEINEN EIGENEN HEIM-SPEKTROGRAPHEN

Baue deinen eigenen selbstgemachten Spektrographen nach den folgenden Anweisungen und benutze ihn, um 5 Fotos von verschiedenen Lichtquellen zu machen.



Testen des selbstgebauten Spektrographen

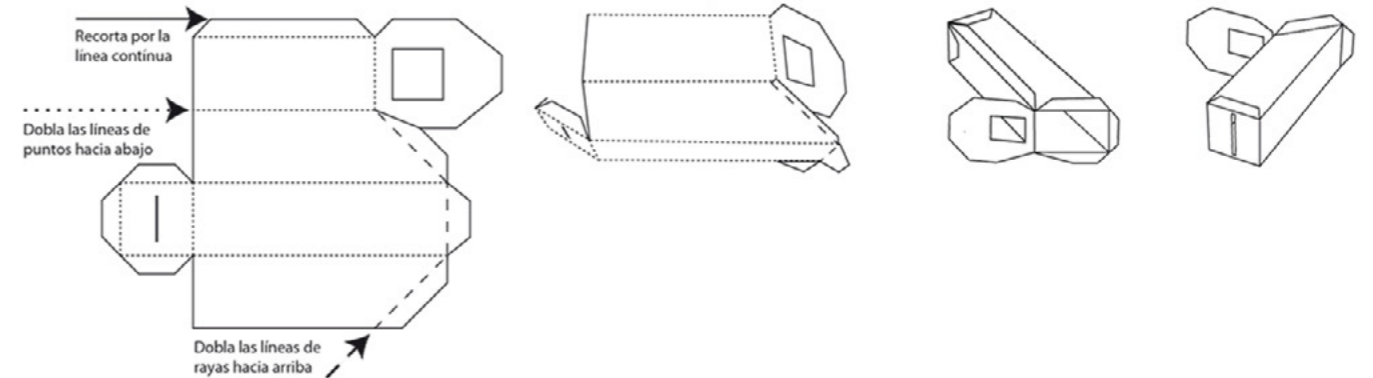


Arten von Glühbirnen

Anleitung:

# 1

Schneide entlang der durchgehenden Linie, sowohl den Umriss der Figur als auch das Fenster. Öffne den Schlitz vorsichtig mit einem scharfen Messer. Falte die gepunkteten Linien nach unten und die gestrichelten Linien nach oben, um ein Prisma zu bilden. Klebe alle Laschen mit Ausnahme derjenigen am unteren Rand des Fensters fest.



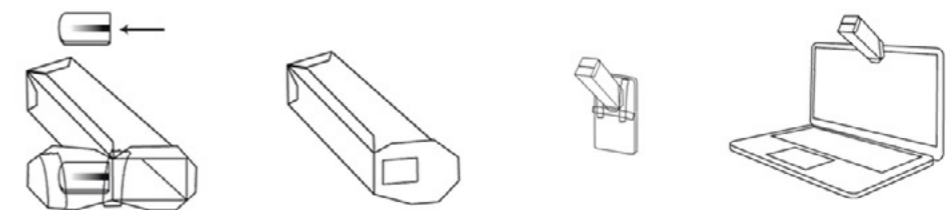
# 2

Es ist notwendig, ein Beugungsgitter einzubauen, damit es funktioniert. Du kannst ein solches Gitter herstellen, indem du eine CD einschneidest und die reflektierende Schicht entfernst. Es ist wichtig, das Netz mit den Rillen vertikal zu platzieren, so dass es parallel zum Spalt verläuft.

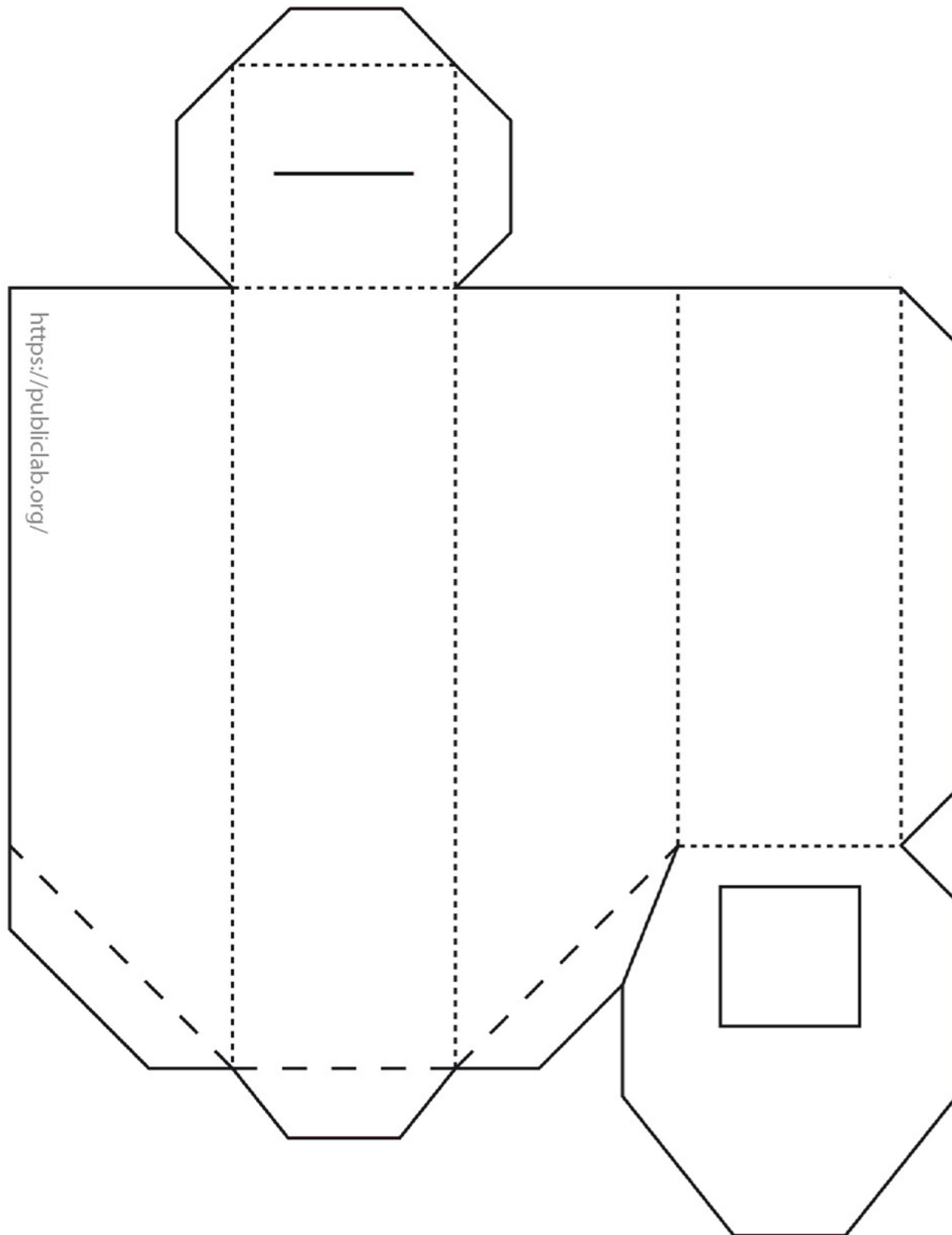


# 3

Die Spektren können direkt mit bloßem Auge beobachtet werden, aber du kannst sie auch mit einer Kamera fotografieren. Die auf deinem Handy oder deinem Laptop sollte den Zweck erfüllen!



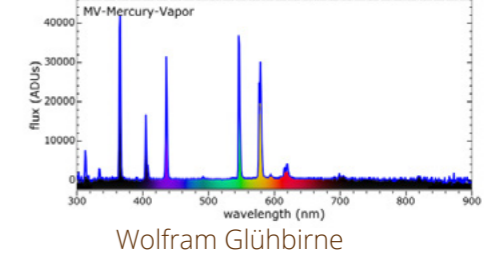
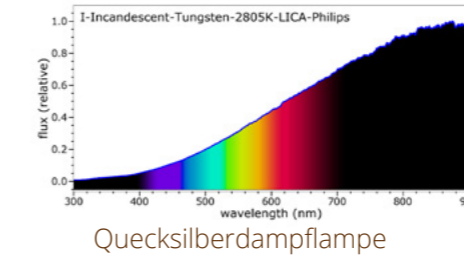
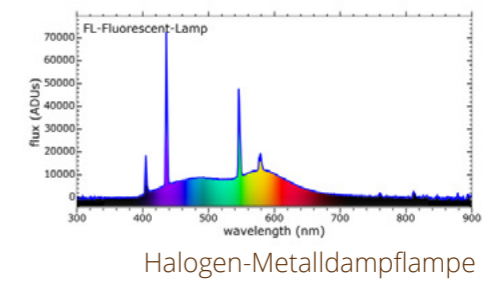
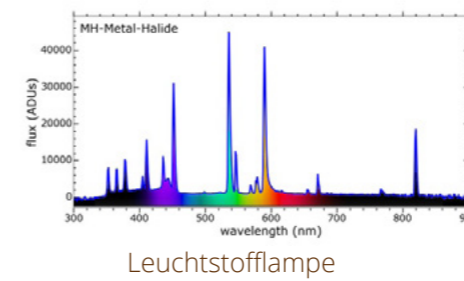
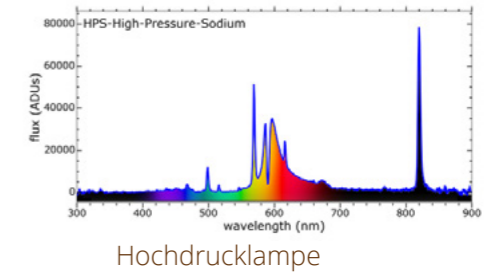
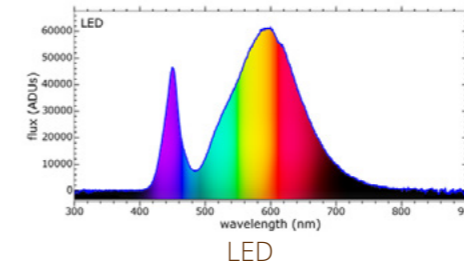
Home Spektrograph Modell:



## AKTIVITÄT 4

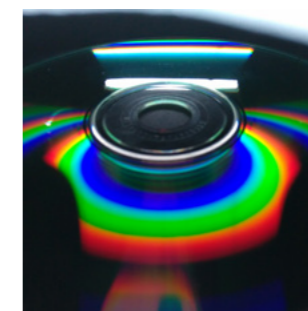
Je nach Technologie der Lampe werden ihre Spektren unterschiedlich sein.

Vergleiche deine Ergebnisse mit den folgenden theoretischen Spektren, um zu bestimmen, welche Art von Glühbirne verwendet wurden.

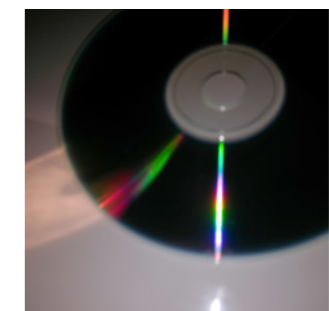


Beispiele für das Lichtspektrum verschiedener Lichtquellen auf der Oberfläche einer CD, die mit einer Smartphone-Kamera erhalten wurde:

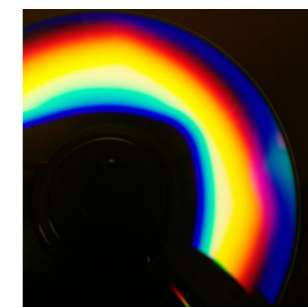
Sonnenlicht



LED



Leuchtstoffröhre

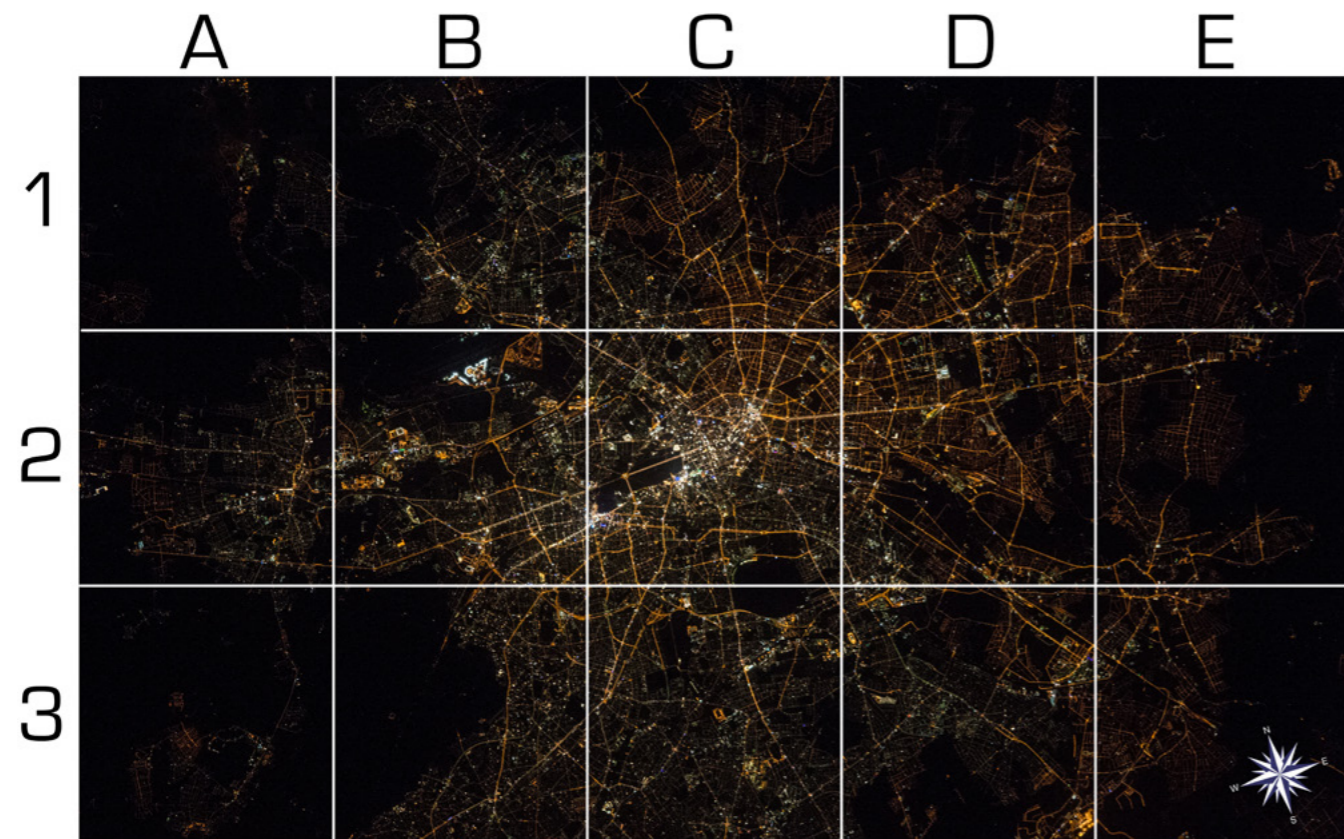


herkömmliche Glühbirne



# AKTIVITÄT 5

Die Bilder enthalten wissenschaftliche Informationen, so dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (und jetzt auch du!) sie als Datenbank zur Untersuchung der Lichtverschmutzung verwenden kannst. In dieser Übung werden wir die Farben mit einem Farbfoto der Stadt Berlin messen:




Öffne dieses Bild mit einem Bildbearbeitungsprogramm (du kannst ein sehr einfaches Programm wählen, z.B. Paint). Wähle den Punkt, der deiner Meinung nach die Farbe der Beleuchtung in jedem Bereich am besten repräsentiert, und markiere ihn mit dem Farbpicker.

Notiere, inwiefern die Farbe aus Grün, Rot und Blau besteht. Ergänze die nachfolgende Tabelle. Die Farbpalette und das Beispiel für Zone 1A helfen dir dabei.

Um den X-Wert zu erhalten, musst du den Anteil von Blau durch den Anteil von Grün teilen. Und um den Y-Wert zu erhalten, dividiere die Menge an Grün durch die Menge an Rot. Wenn du fertig bist, erstelle ein Diagramm mit den Ergebnissen der Spalten X und Y.

Die Farben in der rechten oberen Ecke sind die größten Verschmutzer.

zona	color seleccionado	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE/ROJO	AZUL/VERDE
1A		85	146	40	0,47	0,58
1B						
1C						
1D						
1E						
2A						
2B						
2C						
2D						
2E						
3A						
3B						
3C						
3D						
3E						



# INTERESSANTE LINKS

## BILDNACHWEISE

Glühbirne - Jonny Lindner via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/bulb-actuala-light-glow-503881/>

Lehrer - Kostenlose Fotos via Pixabay  
[https://pixabay.com/es/photos/persona-mujerfemal-801829/#\\_=\\_](https://pixabay.com/es/photos/persona-mujerfemal-801829/#_=_)

Nachtlandschaft - Jan-Marco Gessinger via Pixabay  
<https://pixabay.com/es/photos/por-carretera-dela-ciudad-403752/>

Grafische Lösung Aktivität 5: Alejandro Sánchez de Miguel et al, "Color remote sensing of the impact of artificial light at night (I): The potential of the International Space Station and other DSLR-based platforms" Remote Sensing of Environment Volume 224, April 2019, Pages 92-103  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.035>

Student - Анастасия Гепн via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/chica-jovenestudiante-sentado-3718526/>

Honk Kong - David Mark via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/hong-kong-ciudadurbana-rasyscrapers-1990268/>

Straße - SplitShire via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/carretera-calle-porcarretera-noche-407093/>

Tiere bei Nacht - Cocoparisienne via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/alce-animalesnavidad-1793632/>

Milchstraße - Pexels via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/laastronom%C3%ADa-constellation-dark-1866822/>

Blitz - Pexels via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/Foto%C3%ADaestudio-sesi%C3%B3n-de-fotos-1850469/>

Stadt mit Wolken - Carloyuen via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/nubes-hong-kongnoche-niebla-haze-2517653/>

TESS Photometer - Lucía García (UCM)  
<https://tess.stars4all.eu>

Las Vegas - Skeeze via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/las-vegas-tiempode-la-noche-599840/>

Lampen - Xegxef via Pixabay (bearbeitet)  
<https://pixabay.com/es/photos/luz-lámparaelectricidad-el-poder-1603766/>

Formen von Straßenlaternen - Lucía García  
[https://citiesatnight.org/wp-content/uploads/2016/07/Farolas\\_esp.jpg](https://citiesatnight.org/wp-content/uploads/2016/07/Farolas_esp.jpg)

Farbtemperaturen - Lucía García - Original Glühbirne - Geralt via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/illustrations/bombillacreo-que-idea-solution-2010022/>  
Straße- Stock ImageSnap via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/calle-por-carret-erflechwie-2619708/>

Paris - Kevin Phillips via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/torre-eiffel-franciapuesta-de-sol-951517/>

Einsamer Laternenmast - Samuele Schiò via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/noche-arbol-farolacielo-930963/>

Analysieren der Lichtverschmutzung - Lucía García | Comic: Rainer Stock

Astronautin Samantha Cristoforetti - ESA  
[www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2016/03/ESA\\_astronaut\\_Samantha\\_Cristoforetti\\_in\\_the\\_Cupola](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2016/03/ESA_astronaut_Samantha_Cristoforetti_in_the_Cupola)

Madrid von der ISS - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center  
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?Mission=ISS038&Rolle=E&Frame=41064>

Mailand von der ISS 2012 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center  
<https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510b.jpg>

Mailand von der ISS 2015 - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center  
<https://www.iau.org/static/archives/images/screen/iau1510a.jpg>

Screenshot von Lost at Night - Lucía García (enthält Bilder von der NASA)

Vergleich europäischer Städte - Lucía García (enthält Bilder von der NASA)

Laterne 1 - Goubmik via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/linterna-oscurolámpara-noche-2938031/>

Laterne 2 - fancycrave1 via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/la-pared-lámparagrunge-interior-823611/hanging-918495/>

Lantern 3 - Kostenlose Fotos via Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/lampslinternas-design-->

Laterne 4 - JerzyGorecki über PixaBucht  
<https://pixabay.com/en/photos/twilight-replacement-lamp-2291361/> / Lamppost

Laterne 5 - leovalente via Pixabay  
<https://pixabay.com/photos/lights-pole-streetlamp-posts-340483/>

Glühbirnen - Lucía García

Spektroskop - Lucía García

Papierspektroskop - Publiclab.org  
<https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf>

Berlin - Bild von Kranich17 via Pixabay  
<https://pixabay.com/nl/photos/berlin-tv-torenskyline-alex-4001319/>

Zimmer bei Nacht - PIRO4D via Pixabay (bearbeitet)  
<https://pixabay.com/es/photos/vicome-dormitorioarquitecture-3104077/>

Junge und Hund - Kostenlose Fotos via Pixabay  
<https://pixabay.com/es/photos/persona-perrourbana-farola-niño-498197/>

Blitz - Mircea Ploscar via Pixabay  
<https://pixabay.com/es/photos/flash-portrait-have-you-girl-1243972/>

Bibliothek - StockSnap en Pixabay  
<https://pixabay.com/en/photos/los-libros-lacolección-de-2596809/>

Spektra verschiedener Glühbirnen - Carlos Tapia (UCM)  
<http://www.carlostapia.es/lamparas/lamps.htmlBackCover>

Berlin - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center  
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS035&roll=E&frame=17365>

Iberische Halbinsel - JSC Earth Science & Remote Sensing Unit. NASA Johnson Space Center  
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS040&roll=E&frame=81320>

## INTERESSANTE LINKS

Projekt "Cities at Night"  
<https://citiesatnight.org/>

Fundación Ibercivis  
<https://ibercivis.es>

Spanische Stiftung für Wissenschaft und Technologie  
<https://www.fecyt.es>

Katalog der NASA-Fotos, die von Astronauten an Bord der ISS aufgenommen wurden  
<https://eol.jsc.nasa.gov/>

IDA - International Dark-Sky Association  
<https://www.darksky.org/>

Bildungspaket in Lichtqualität  
<https://www.noao.edu/education/qltkit-es.php>

Definition von Lichtverschmutzung  
<https://www.informea.org/en/terms/light-pollution>

Hohe Lichtverschmutzung  
<https://www.lightpollutionmap.info/>

Software zum Ändern der Farbtemperatur des Computerbildschirms

<https://justgetflux.com>

UCM-Projekte zur Lichtverschmutzung  
<https://guaix.ucm.es/darkskies>





## CITIES AT NIGHT

# EIN CITIZEN SCIENCE-PROJEKT ZUR LOKALISIERUNG VON LICHTVERSCHMUTZUNG QUELLEN



<https://citiesatnight.org>