

# AUTONOME BELEUCHTUNG

RATGEBER FÜR EVU,  
KANTONE UND  
GEMEINDEN



**energieschweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.

**WENN KEIN NETZSTROM  
VERFÜGBAR IST, SETZEN  
ENERGIEVERSORGER,  
KANTONE UND GEMEINDEN BEI  
BELEUCHTUNGSLÖSUNGEN  
IM AUSSENBEREICH AUF  
SOLARLEUCHTEN. HIER ERFAHREN  
SIE, WAS SIE FÜR EINE  
ERFOLGREICHE UMSETZUNG  
WISSEN MÜSSEN.**

**LICHT FAST ZUM NULL-  
TARIF UND CO<sub>2</sub>-FREI.**



# INHALTSVERZEICHNIS

---

VORTEILE UND ANWENDUNGEN .....	4
• Abgrenzung zu Standardleuchten .....	4
• Was passiert bei schlechtem Wetter? .....	4
• Anwendungsbeispiele .....	4
BAUFORMEN VON SOLARLEUCHTEN .....	6
• Klassische Bauform mit Lichtausleger .....	6
• Klassische Bauform mit integriertem Lichtpunkt .....	6
• Vollintegrierte Bauform .....	7
• Aufgesetzte Bauform mit Lichtausleger .....	7
SCHEMATISCHER AUFBAU .....	8
KOSTENVERGLEICH .....	10
PLANUNGS-CHECK .....	11

# VORTEILE UND ANWENDUNGEN

Autonome Strassenleuchten oder Solarleuchten sind nicht ans Stromnetz angeschlossen, sondern beziehen die nötige Energie von der Sonne. Die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie erfolgt in Photovoltaikmodulen. Der erzeugte Strom wird in Akkus gespeichert, damit er in der Nacht für die Beleuchtung zur Verfügung steht. Als Leuchtmittel kommen LED zum Einsatz, die sich durch eine hohe Lichtausbeute bei geringem Stromverbrauch und eine lange Nutzungsdauer auszeichnen.

## ABGRENZUNG ZU STANDARDLEUCHTEN

Die autonome Strassenleuchte, kurz Solarleuchte genannt, unterscheidet sich von der herkömmlichen Strassenleuchte hauptsächlich durch ihre Unabhängigkeit vom Stromnetz und durch die unterschiedliche Bauform. Die Netzunabhängigkeit ermöglicht Anwendern grosse Flexibilität, da sie weder auf eine Verkabelung im Erdreich noch auf Masten angewiesen sind. Wichtig ist ein geeigneter Standort: Bei starker Verschattung, beispielsweise durch Bäume (Bild unten links), macht der Einsatz von Solarleuchten keinen Sinn.



Ungeeigneter Standort

## WAS PASSIERT BEI SCHLECHTEM WETTER?

In der lichtarmen Zeit von Anfang November bis Ende Februar sind Solarleuchten besonders gefordert. In dieser Zeitspanne produzieren die Solarmodule weniger Strom. Die Leuchte muss jedoch länger in Betrieb sein, da die Dauer von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang im Winter fast doppelt so lang ist als im Sommer. Gute Solarleuchten verfügen über eine genügend grosse Akku-Kapazität, ein für die sonnenarme Zeit dimensioniertes Solarmodul und einen Controller, der bei schlechtem Wetter den verfügbaren Strom nach Bedarf einteilt. Sind die Komponenten der Solarleuchte (LED, Solarmodul, Akkus und Controller) präzise aufeinander abgestimmt, funktioniert sie während 365 Nächten im Jahr einwandfrei – auch während längeren Schlechtwetterperioden.

## ANWENDUNGSBEISPIELE

Solarleuchten eignen sich für folgende Anwendungen oder Situationen:

- Fahrrad- und Fussgängerwege, Quartier- und Gemeindestrassen, Kreuzungen, Fussgängerübergänge, Parkplätze, Fahrradunterstände, Schulhausplätze, Buswartehäuser etc.



Geeigneter Standort

## PUNKTUELLE BELEUCHTUNG



In spärlich beleuchteten Gegenden, beispielsweise in ländlichen Gebieten, macht eine punktuelle Beleuchtung Sinn. In diesem Rahmen wird auch eine einzelne Leuchte wahrgenommen. Die punktuelle Beleuchtung erzeugt ein Grundmass an Helligkeit und vermittelt Passanten und Velofahrern ein Gefühl der Sicherheit.

Das Bild zeigt die Zufahrtsstrasse zum Museum Ballenberg, an der im Abstand von 40 Metern drei Solarleuchten mit einem Lichtstrom von je 2400 Lumen und einer Lichtpunkthöhe von 5,5 Metern installiert sind. Die Leuchten sollen die Strasse nicht gleichmässig ausleuchten, sondern Nutzern den Weg signalisieren und ein Sicherheitsgefühl vermitteln. Der ideale Abstand der Leuchtpunkte bei einer punktuellen Beleuchtung liegt zwischen 35 und 50 Metern.

## HOMOGENE BELEUCHTUNG



Im Agglomerations- oder Stadtgebiet sorgen zahlreiche Lichtquellen für die Grundausleuchtung von Strassen, Plätzen und Arealen. Hier wird eine punktuelle Beleuchtung kaum wahrgenommen. Für die volle Ausleuchtung eines Strassenabschnitts, beispielsweise aus Sicherheitsgründen, eignet sich eine homogene Beleuchtung. Sie erzeugt ein relativ gleichmässig starkes Lichtband und hebt sich so lichttechnisch von ihrer Umgebung ab. Die Beleuchtung des Fahrradweges auf einer Zufahrtsstrasse zum Flughafen in Doha (Katar) wurde mit Solarleuchten mit 1800 Lumen und mit einer Lichtpunkthöhe von 4,4 Metern gelöst, die in einem Abstand von 15 Metern installiert sind.

# BAUFORMEN VON SOLARLEUCHTEN

## KLASSISCHE BAUFORM MIT LICHTAUSLEGER



Die Solarleuchte besteht aus einem Kandelaber mit aufgeständerten Solarmodulen. Diese sind, wie der Leuchtenkopf, mit Auslegern am Kandelaber befestigt. So ist die Orientierung frei wählbar. Der Controller ist im Kandelaber untergebracht, die Akkus in einer separaten Erdbox.

**Vorteile:** Eine Servicetüre auf rund 1,5 Metern Höhe erleichtert die Unterhaltsarbeiten.

**Nachteile:** Die Solarmodule sind bei Sturm respektive Schneefall einem hohen Wind- und Schneedruck ausgesetzt. Zudem können sie im Winter zugeschnitten werden und produzieren dann wenig oder gar keinen Strom mehr. Die Installation der Leuchte ist nur mit Kran möglich.

**Kosten:** 5500 bis 6500 Franken

## KLASSISCHE BAUFORM MIT INTEGRIERTEM LICHPUNKT



Die Solarleuchte besteht aus einem Kandelaber mit eingebautem Lichtpunkt. Darüber ist ein Ausleger mit Solarmodul angebracht. Der Controller und die Akkus sind in den Kandelaber integriert.

**Vorteile:** Installation ohne Kran möglich.

**Nachteile:** Wird das Solarmodul im Winter von einer Schneeschicht bedeckt, beeinträchtigt das die Stromproduktion. Da keine Servicetüre für Unterhaltsarbeiten vorhanden ist, muss das Solarmodul für den Zugang zum Controller oder zu den Akkus ausgebaut werden.

**Kosten:** 3400 bis 4400 Franken

## VOLLINTEGRIERTE BAUFORM



Alle Komponenten der Solarleuchte (Solarmodul, Lichtpunkt, Akkus und Controller) sind in den Kandelaber integriert. Der Leuchtenkopf lässt sich in der Orientierung präzise ausrichten. Die Photovoltaikzellen sind rund um den oberen Teil des Kandelabers angeordnet.

**Vorteile:** Eine Servicetüre ermöglicht den einfachen Zugang für Unterhaltsarbeiten an allen Komponenten. Die vertikale Anordnung des Solarmoduls macht es kaum anfällig gegenüber Wind- und Schneedruck. Da die Photovoltaikzellen die Solarstrahlung aus allen vier Himmelsrichtungen nutzen können, produzieren sie übers Jahr gesehen mehr Strom.

**Nachteile:** Die Installation der Leuchte ist nur mit Kran möglich.

**Kosten:** 4400 bis 5400 Franken

## AUFGESETZTE BAUFORM MIT LICHTAUSLEGER



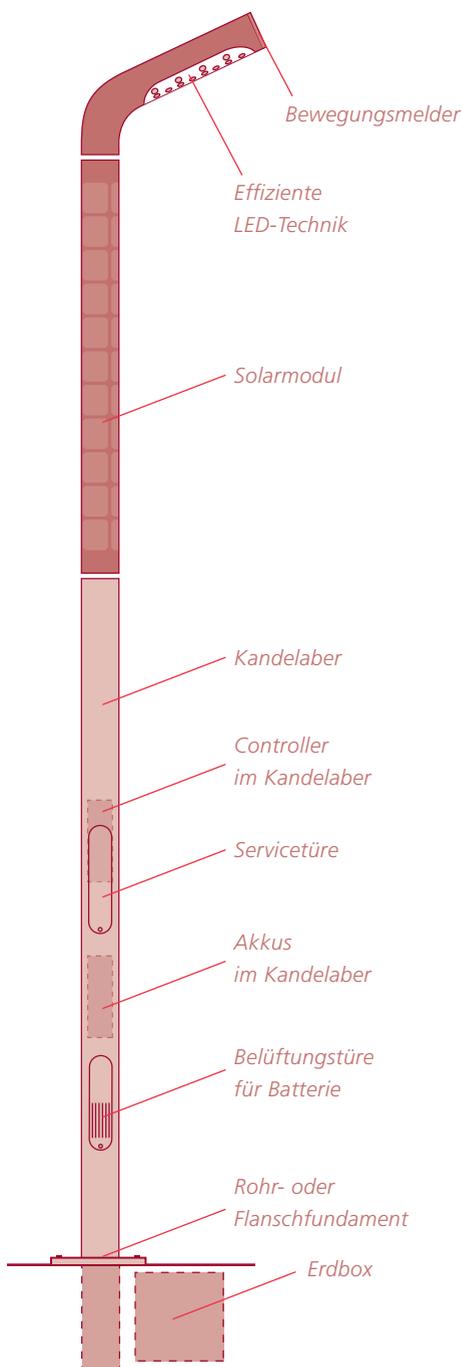
Die Solarleuchte besteht aus einem Kandelaber mit einem Lichtausleger und einer aufgesetzten Solarmodulbox, in der die Akkus und der Controller installiert sind.

**Vorteile:** Die Solarmodulbox ist vertikal auf dem Kandelaber aufgesetzt und geringem Wind- und Schneedruck ausgeliefert. Ihre Ausrichtung in alle vier Himmelsrichtungen erhöht den Stromertrag. Die Solarleuchte kann ohne Kran montiert werden.

**Nachteile:** Es ist keine Servicetüre vorhanden.

**Kosten:** 3800 bis 4800 Franken

# SCHEMATISCHER AUFBAU



## BEWEGUNGSMELDER

Einige Hersteller bieten optional Bewegungsmelder an, beispielsweise passive Infrarot-Sensoren (PIR). Sie schalten die Leuchte erst ein, wenn sich Personen nähern. Der Einsatz von Bewegungsmeldern sollte nur an wenig frequentierten Standorten erfolgen, da die Solarleuchte durch zu häufiges Ein- und Ausschalten Schaden nehmen kann. Kosten: rund 250 Franken.

## LED

Der Einsatz von LED hat den Solarleuchten erst zum Durchbruch verholfen, da sie bei kleinem Stromverbrauch viel Licht produzieren. Die Lebensdauer von LED wird, je nach Hersteller, mit 30'000 bis 70'000 Stunden angegeben. Der maximale Lichtstrom (Lumen) liegt bei 1200 bis 5000 Lumen und ist abhängig vom Hersteller und vom Leuchtentyp.

## SOLARMODUL

Es gibt verschiedene Technologien und Bauformen von Solarmodulen. In der Regel werden poly- oder monokristalline Photovoltaikzellen eingesetzt. Das Solarmodul kann entweder aufgesetzt (siehe Beispiele Seite 6) oder in der Vertikalen installiert werden (siehe Beispiele Seite 7). Ein grosser Vorteil der vertikalen Modulmontage ist die Unempfindlichkeit gegen Schnee- und Winddruck: Der Schnee kann sich nicht auf dem Modul festsetzen und der Wind hat nur eine geringe Angriffsfläche. Ein weiterer Pluspunkt der vertikalen Anordnung ist die hohe Stromproduktion im Winter. Die Sonne steht in einem flachen Winkel am Horizont – ideal für das vertikal ausgerichtete Modul. Zusätzlich reflektiert eine auf Feldern und Strassen liegende Schneeschicht grosse Mengen an Solarstrahlung, die das Modul nutzen kann. Die Nennleistungen der Module liegen zwischen 30 und 210 Wp (Watt Peak), je nach Hersteller und Leuchtentyp.

## KANDELABER

Der Kandelaber besteht aus Stahl, der feuerverzinkt und lackiert oder pulverbeschichtet wird. Einzelne Hersteller bieten optional auch Edelstahl an.

## CONTROLLER

Der Controller ist die Schaltzentrale der Leuchte und hat folgende Aufgaben:

- Überwachen des Auf- und Entladens der Akkus, damit diese nicht unter- oder überladen werden (Tiefentladeschutz).
- Automatisches Ein- und Ausschalten der Leuchten morgens und abends.
- Ein- und Ausschalten der Nachtdimmung.
- Einige Controller verfügen über ein Display, über das die Akku-Kapazität abgerufen sowie verschiedene Lichtprofile (Dimm-, Ein- und Ausschaltzeiten) gewählt werden können.

## SERVICETÜRE

Die Servicetüre bietet einen einfachen und sicheren Zugang zum Controller und zu den Akkus. Sie befindet sich in der Regel auf einer Höhe von 1 bis 1,5 Meter ab Boden und kann durch befugte Personen mit einem Spezialschlüssel geöffnet werden.

## AKKUS

Akkus (Akkumulatoren) sind wiederaufladbare Speicher, die den tagsüber produzierten Strom sammeln, bis er nachts von den LED verbraucht wird. Die meisten Hersteller bieten Akkus in Gel-Technologie an, diese sind günstig und brauchen keine Wartung. Die Kapazitäten der Akkus liegen bei rund 25 bis 70 Ah (Amperestunden) bei 12 V, je nach Leuchtentyp und Hersteller. Ein Akku-Satz kostet zwischen 150 und 250 Franken.

## BELÜFTUNGSTÜRE

Einige Hersteller bieten optional eine Belüftungsöffnung im Kandelaber an. Diese Türe sichert die Kühlluft-Zufuhr für die Akkus im Sommer, damit deren Nutzungsdauer durch die Hitze nicht eingeschränkt wird. Dieses System nutzt den Kamineffekt (Konvektion): Die von der Sonne im Kandelaber erwärmte Luft steigt nach oben und kühlere Luft strömt nach. Dieser Effekt funktioniert nur im Sommer, wenn die Kühlung auch gewollt ist. Eine Belüftungstüre kostet rund 100 Franken

## FUNDAMENT

In der Regel wird ein Rohrfundament gelegt, bei dem die Verlängerung des Kandelabers (ca. 1 m) in ein zuvor gesetztes Zementrohr versenkt und eingesandet oder eingekiest wird. Die meisten Leuchten können aber optional auch über einen Flansch auf einem vorbereiteten Ankerkorb mit Gewindestangen festgeschraubt werden.

## ERDBOX

Die Erdbox schützt die Akkus vor sehr hohen oder sehr tiefen Temperaturen. Im Mittelland ist eine Erdbox grundsätzlich nicht nötig. Sie macht nur an sehr kalten oder sehr warmen Standorten Sinn, beispielsweise im Engadiner Winter oder in den Tropen.

Die Kosten einer solchen Box belaufen sich auf 300 bis 400 Franken.

# KOSTENVERGLEICH

## BEISPIELRECHNUNG STANDARDBELEUCHTUNG ZU SOLARBELEUCHTUNG

Kostenübersicht	Standardleuchten	Solarleuchten
Leuchten inkl. Lieferung	45 000 Fr.	99 000 Fr.
Fundament und Installation	6 400 Fr.	6 400 Fr.
Werkleitung erstellen	150 000 Fr.	0 Fr.
Stromkosten	5 250 Fr.	0 Fr.
Leuchtenwechsel	4 800 Fr.	4 800 Fr.
Servicekosten	20 000 Fr.	20 000 Fr.
Kosten Akkutausch alle 5 Jahre	0 Fr.	17 600 Fr.
<b>Total Kosten über 25 Jahre</b>	<b>231 450 Fr.</b>	<b>147 800 Fr.</b>

**Kostenvorteil Solarleuchten**

**83 650 Fr.**

Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass 20 Leuchten auf einer Wegstrecke von 500 Metern installiert werden. Die angenommene Einsatzdauer der Leuchten beträgt 25 Jahre. Die Kosten für die Erstellung der Werkleitung wurden mit einem Mittelwert von 300 Franken pro Laufmeter angenommen. Je nach Situation und Untergrund (Land, Agglomeration oder Stadt) bewegen sich die Kosten für einen Laufmeter Werkleitung zwischen 150 Franken und 450 Franken. Die Kosten pro Jahr und Leuchte belaufen sich bei dieser Berechnung bei der Standardleuchte auf 460 Franken, bei der Solarleuchte auf 300 Franken.

Der folgende Planungs-Check soll die Entscheidung vereinfachen, sowohl in technischer wie in finanzieller Hinsicht.

## **STROMLEITUNG VORHANDEN?**

Ist am geplanten Standort eine Stromleitung vorhanden? Wenn ja, macht die Installation einer Solarleuchte aus finanzieller Sicht keinen Sinn. Wenn nein, sollte die Option Solarleuchte weiterverfolgt und anhand eines Kostenvergleichs geprüft werden.

## **STANDORTBEURTEILUNG**

Eine Standortbeurteilung für die Solarleuchte ist ein wichtiger Faktor für einen störungsfreien Betrieb. Achten Sie auf eine ausreichende und gute Besonnung. Das Solarmodul ist im Idealfall gegen zwei von drei Himmelsrichtungen (Ost, Süd und West) mehrheitlich unverschattet. Einzelne Häuser, Sträucher oder Bäume sind dabei kein Problem. Lassen Sie sich im Zweifelsfall von einer Fachperson beraten.

## **LICHTPLANUNG**

Wenn eine homogene Ausleuchtung mit Solarleuchten geplant ist (siehe Seite 5), macht eventuell eine Lichtplanung auf Basis photometrischer Daten durch eine Fachperson Sinn. So können grosse Unterschiede in der Leuchtdichte auf dem Weg (Licht/Schatten) vermieden werden und das Licht trifft nur dort auf den Boden, wo es benötigt wird.

## **AUTONOMIEZEIT**

Die Autonomiezeit beschreibt die Zeitdauer, die ein System überbrücken kann, wenn infolge schlechten Wetters während mehrerer Tage keine Solarstrahlung nutzbar ist. Die Autonomie ergibt

sich aus dem Zusammenspiel des Energiekonsums der LED und der Dimensionierung von Solarmodul, Akku und Controller. Sind die Komponenten auf den Verbrauch der LED abgestimmt und genügend gross dimensioniert, leuchten die LED auch bei schlechtem Wetter während mehrerer Tage bis zwei Wochen (je nach Hersteller).

## **LICHTTEMPERATUREN**

Die Licht- oder Farbtemperatur gibt in Kelvin an, ob eine LED kaltweiss, neutralweiss oder warmweiss strahlt. In der Regel werden Solarleuchten mit kaltweissen LED von 5300 Kelvin bestückt. Bei vielen Herstellern sind aber auch wärmere Lichttemperaturen von 4100 Kelvin (neutralweiss) oder 3100 Kelvin (warmweiss) erhältlich.

## **LICHTPROFILE**

Mittels Controllern lassen sich unterschiedliche Lichtprofile programmieren. Die Profile definieren die Ein-, Ausschalt- und Dimmzeiten und ermöglichen die Anpassung der Beleuchtung an die lokalen Verhältnisse.

## **INSEKTEN**

Leuchten mit hohem UV-Anteil ziehen nachtaktive Insekten an. Bei LED-Licht mit einem sehr geringen UV-Anteil stellt sich dieses Problem weniger und die Leuchten verschmutzen dadurch weniger schnell.

## **NOTBELEUCHTUNG**

Durch die Unabhängigkeit vom Netzstrom eignen sich Solarleuchten auch als Notbeleuchtung im Aussenbereich.

Projektteam

Konzept und Inhalt: Giordano Pauli, Zürich

Fotos: Micha Riechsteiner, Worb