

Unser Beitrag zum Klimawandel

Energieeffizientes Licht und die Auswirkung auf Menschen



Verfasser:

Bähler Nils
Lernender Elektroinstallateur EFZ

Schneiter Nik
Lernender Elektroinstallateur EFZ

Zingg Laszlo
Lernender Elektroinstallateur EFZ

Abgabedatum:

20.März 2019

Lehrperson:

Pascal Sigg

Inhalt

Inhalt	2
Zielformulierung	3
Einleitung	4
Hauptteil	5
Energie sparen mit effizienter Beleuchtung.....	5
Momentane Ausstattung.....	6
Spiegelschrank mit dem normalen Leuchtmittel	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Arten von Vorschaltgeräten.....	6
Arten von Leuchtmittel	8
Mindmap	9
Auswirkungen von Licht auf den Menschen.....	10
Unser Fazit	11
Schlusswort	13
Arbeitsjournal	15
Quellenangaben.....	16

Zielformulierung

Einen beträchtlichen Teil Strom – und damit CO₂ Ausstoss – lässt sich im Haushalt durch die richtige Beleuchtung sparen.

Wir möchten herausfinden, wie viel Energie wir sparen können, wenn wir in einem Haushalt energieeffizientere Leuchtmittel einsetzen.

Wir messen den aktuellen Stromverbrauch, suchen nach geeignetem Ersatz und wechseln sämtliche konventionellen Leuchtmittel gegen modernere LED-Leuchtmittel aus.

Der Stromverbrauch vor und nach dem Wechsel wird dokumentiert, der dadurch weggefallene Klimagasausstoss errechnet, die Produktions- und Vernichtungswerte der Leuchtmittel nachvollziehbar aufgezeigt und von uns ein Fazit gezogen.

Licht hat einen Einfluss auf das Wohlbefinden des Menschen in den Räumen.

Während jeweils 3 Tagen testen wir in bestimmten Räumen sechs unterschiedliche Beleuchtungssettings (Lichtfarbe, Lichtstärke, Lichtverteilung) und ermitteln das Wohlbefinden bei den Bewohnern. Die Informationen dazu erhalten wir unter anderem in einem Fachgeschäft. Um unsere eigenen Annahmen zu überprüfen, befragen wir die im Haushalt lebenden Personen zu ihrem Wohlbefinden, ihrer Kreativität und ihrem Energielevel. Wir prüfen, ob sich die subjektive Wahrnehmung der Testpersonen bei verschiedenen Beleuchtungen ändert. Die Vorbereitung mit den wichtigsten Aussagen aus dem Interview werden erläutert, der Testversuch mit Bildern unterstützt, verständlich dargelegt, die Resultate der Befragungen grafisch dargestellt und von uns ein Fazit über die «perfekte» Beleuchtung (energetisch und Wohlbefinden) gezogen.

Einleitung

Das Gruppenthema, Energie-effiziente Beleuchtung, haben wir gewählt, weil wir der Ansicht sind, dass man im Bereich der Lichterzeugung viel Potential hat, um Energie zu sparen. Da elektrische Energie, gerade in Deutschland oder China, immer noch durch schädliche CO₂-Erzeuger wie Kohle-Kraftwerke produziert wird, finden wir es wichtig, dass man nicht sinnlos Verlust-Energie produziert, beispielsweise Abwärme bei Beleuchtungen. Licht ist für den Menschen unerlässlich, wird aber häufig in Unmengen produziert. Typische Orte wären Badezimmer, wo das Licht eingeschaltet bleibt, obwohl niemand sich darin befindet, weitere Beispiele wären Garagen-, Garten- und sonstige Aussenbeleuchtungen, die oft gar keinen Nutzen bringen, weil sich zum grössten Teil der Zeit keine Menschen dort befinden. Beleuchtung ist allgegenwärtig und immer ein aktuelles Thema. Es gibt bereits viele Arten von guten Lichtkonzepten, jedoch wird häufig auf eine moderne Beleuchtung verzichtet, meistens aus Geldgründen. Im zweiten Themenbereich von unserem Projekt testen wir, was Lichtstärken und Lichtfarben für Auswirkungen auf den Menschen haben. Gibt es zum Beispiel Lichtfarben, die die Augen ermüden oder die Kreativität und die Leistungsfähigkeit steigern? Durch verschiedene Lichtfarben wird die Umgebung anders wahrgenommen. Wir wollen unsere Vermutungen in einem Versuch bestätigen.

Hauptteil

Energie sparen mit effizienter Beleuchtung

Als erstes prüfen wir, wie lange ein effizientes LED-Leuchtmittel in Betrieb sein muss, um die graue Energie der Produktion und Entsorgung zu kompensieren. Wenn die graue Energie und die im Betrieb verbrauchte Energie grösser ist als beim vorherigen ineffizienteren Leuchtmittel, macht es am Ende gar keinen Sinn, die Leuchtmittel auszuwechseln. Ist die graue Energie grösser als beim vorherigen Leuchtmittel, könnte es immer noch mit einem geringeren Energieverbrauch während dem Betrieb kompensiert werden. Glaubt man einem Faktenblatt vom WWF, ist die graue Energie einer LED- Lampe 5 kWh, die einer Halogen-Lampe nur 1.5 kWh. Die Lebensdauer bei LED-Lampen beträgt jedoch 20.000 – 50.000 h, bei Halogen-Lampen nur 10000 h. Um die gesamte verbrauchte Energie bei gleich langer Betriebszeit zu vergleichen, brauchen wir nun noch die Beleuchtungseffizienz in Lumen pro Watt. Wir nehmen für den Vergleich eine Halogen-Lampe mit 50W; 12lm/W und eine LED- Lampe 6W; 100lm/W, das heisst beide Lampen erzeugen gleich viel Licht.

Leuchtmittel	Leistung in Watt	Lebensdauer in Stunden	Lichtstrom	Lumen/Watt	Graue Energie	Gesamte verbrauchte Energie (bei 20000h Betriebszeit)
Halogen	50W	10000h	600lm	12lm/W	1.5kWh	1003kWh
LED	6W	20000h	600lm	100lm/W	5kWh	125kWh

Zur Erklärung, wie man auf die rot markierten Werte kommt:

Die verbrauchte Energie ergibt sich aus der Laufzeit (20000h), der Leistung des Leuchtmittels plus die graue Energie. Hier zeigen wir das Rechnungsbeispiel für die Halogenbeleuchtung:

$$50W \cdot 20000h + 2 \cdot 1.5kWh = \underline{1003kWh}$$

Die zweimal 1.5kWh kommen von den 20000h Betriebszeit. Da das Halogenleuchtmittel nur 10000h Lebensdauer hat, braucht man für die Laufzeit von 20000h zwei Leuchtmittel, somit summiert sich die graue Energie zusätzlich zur schlechten Lichtausbeute. Mit Hilfe dieser Berechnung sieht man, dass eine LED-Beleuchtung auch mit grösserem grauen Energieanteil viel weniger Energie verbraucht als eine herkömmliche Halogenlampe. Wichtig zu erwähnen ist, dass beide Leuchtmittel gleich viel Lichtstrom und somit gleich viel Licht abgeben. Man kann also bei gleich viel Licht elektrische Energie einsparen.

Momentane Ausstattung

Zurzeit besteht der Grossteil der Leuchtmittel in der Testwohnung aus sogenannten Sparlampen. Diese sind im Grunde nichts anderes als eine Miniversion von Fluoreszenz-Lampen. Dies sind Gasentladungslampen. Sie brauchen aber im Gegensatz zu herkömmlichen Halogenlampen ein Vorschaltgerät um zu leuchten, da das Gas zuerst ionisiert werden muss, das heisst elektrisch leitend gemacht werden und es emittiert somit Licht. Die Gasentladungslampen sind zwar effizienter als die Halogenlampen, benötigen aber wie schon gesagt Vorschaltgeräte, welche wiederum einen gewissen Energieanteil verbrauchen.

Arten von Vorschaltgeräten

Es gibt verschiedene Arten von Vorschaltgeräten, diese unterscheiden sich in KVG, VVG und EVG.

KVG:

KVG heisst ausgeschrieben konventionelles Vorschaltgerät. Man kann schon anhand des relativ schweren Gewichtes erkennen, dass es sich um ein konventionelles Vorschaltgerät handelt. Warum ist das konventionelle Vorschaltgerät so schwer? Diese Frage kann man einfach beantworten, wenn man weiss, wie es aufgebaut ist. Ein KVG besteht zum grossen Teil aus Spulen (Kupfer) und Transformatorenblechen (Eisen). Diese Materialien haben beide eine hohe Dichte und wirken somit schon bei kleinem Volumen verhältnismässig schwer. Die konventionellen Vorschaltgeräte sind auch verlustreicher als moderne EVGs. Bei KVGs hat man 10%-20% der Lampenleistung als Verluste. Der Grund liegt bei der Frequenz der Speisung. Spulen und somit Transformatoren und Vorschaltgeräte sind umso effizienter, je höher die Frequenz ist. Dazu erfahren Sie mehr bei den EVGs.

VVG:

VVG heisst nichts anderes als Verlustarmes Vorschaltgerät. Diese sind vom Aufbau her immer noch KVGs, sind jedoch «optimiert». Entnimmt man allerdings die Verlustleistungen aus verschiedenen Websites, so sieht man, dass für die KVGs 10%-20% Verlustleistungen angegeben sind und für die VVGs 14% Verlustleistungen. Somit sind diese «verlustarmen» Vorschaltgeräte eher argwöhnisch zu betrachten. Zudem wurde die Baugrösse noch grösser durch den Optimierung-Versuch.

EVG:

Elektronische Vorschaltgeräte oder kurz EVG sind die modernste, energieeffizienteste und auch vom Volumen her die praktischste Variante. Auch alte Gasentladungslampen kann man energieeffizienter mit EVGs betreiben. Bei den elektronischen Vorschaltgeräten hängen Energieeffizienz und Baugrösse eng zusammen. Dabei gilt, je höher die Frequenz, desto kleiner lässt sich das Vorschaltgerät bauen. Bei einem EVG wird die Frequenz ausgangsseitig erhöht, um den gewünschten Effekt zu kriegen. Bei Spulen gilt: Je höher die Frequenz, desto höher ist der induktive Widerstand X_L . Das heisst vereinfacht gesagt, dass die Spule die Energie effizienter wandeln kann. Dadurch kann man die Spulen und auch den Rest des Vorschaltgerätes kleiner bauen.

Arten von Leuchtmitteln

Nun gibt es auch verschiedene Arten von Leuchtmitteln. Wie bereits angetönt, gibt es Halogen-, LED-, Glüh- und Gasentladungslampen. Hierbei sind LED und Gasentladungslampen deutlich effizienter als Glüh- und Halogenlampen. Konventionelle Glühlampen besitzen beispielsweise einen Wirkungsgrad von 5%, das heisst, 95% der verbrauchten elektrischen Energie wird in Verlustwärme gewandelt. LED-Leuchtmittel sind mit 60% Licht eindeutig besser.

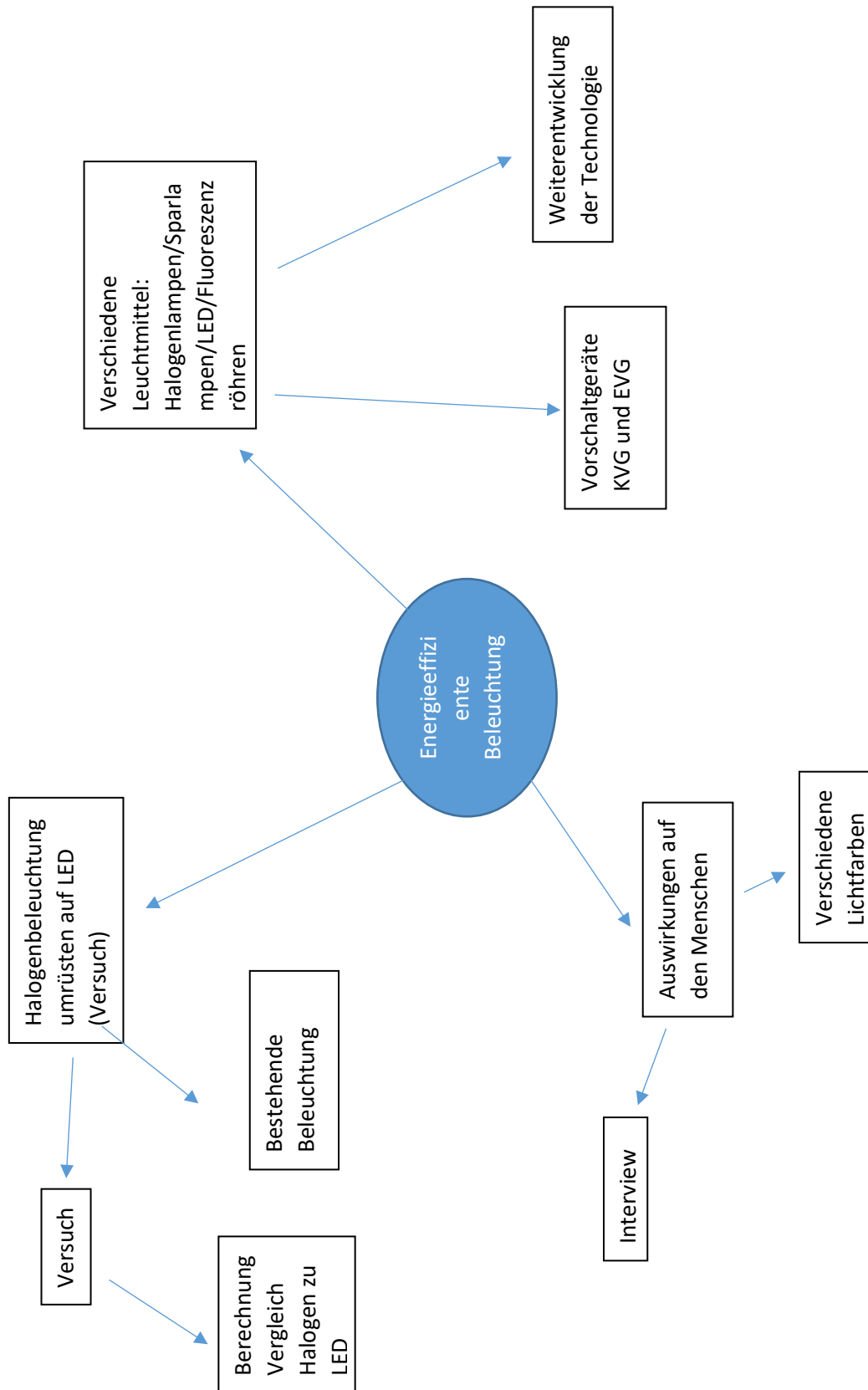
Versuch

Wir haben erfolgreich bei einer Testwohnung alle alten Leuchtmittel gegen neue Retrofit-LED-Leuchtmittel gewechselt. Die vorherigen Leuchtmittel waren Sparlampen, ausser in den Badezimmern. In den Badezimmern waren konventionelle Glühlampen mit 40W. Dies ergibt allein in den Badezimmern eine Gesamtleistung von 160W. Bei den restlichen Leuchten waren 9W Sparlampen vorhanden mit einer gesamten Leistung von 81W, bei 9 Lampenstellen. Die Gesamtleistung für die vorherige Beleuchtung ergibt also 241W. Jetzt befinden sich an allen Stellen 5W-LED-Leuchtmittel. Dies ergibt bei insgesamt 13 Orten eine maximale Leistung von 65W. Das heisst, dass die Energie für die Beleuchtung in der Wohnung um 73% reduziert wird. Um die Leistungen herauszufinden, haben wir bei jeder Phase den Strom gemessen und dabei alle anderen Verbraucher in der Wohnung abgestellt. Bei der ersten Phase L1 haben wir einen Strom von 130mA gemessen, bei der zweiten Phase L2 haben wir 65mA gemessen und bei der dritten Phase L3 haben wir 86mA gemessen. Dies ergibt einen Gesamtstrom von 281mA.

Nun können wir die Formel $P=U \cdot I$ brauchen und somit den Strom mit der Spannung multiplizieren. Wir kommen dann auf die angegebenen 65W. Als Spannung wurde 230V; angenommen dieser Wert kann je nach Netzbelastung schwanken.

Wenn man eine tägliche Brenndauer von jedem Leuchtmittel annimmt, kann man daraus berechnen, wie viele kWh man im Jahr sparen kann. Bei der herkömmlichen Beleuchtung kommen wir auf rund 704kWh ($P \cdot 8h \cdot 365$), bei der effizienteren LED-Beleuchtung kommen wir auf 189.8kWh. Konkret heisst das, dass man im Jahr 514kWh sparen kann. Auch Geld spart man damit. Wir nehmen einen Durchschnittstarif von 22Rp/kWh an. Mit dieser Berechnung kommen wir auf 113 CHF, die man nur durch eine energieeffizientere Beleuchtung sparen kann.

Mindmap



Auswirkungen von Licht auf den Menschen

In einem Selbstversuch wollen wir herausfinden, was Licht für Auswirkungen haben kann, dazu rüsten wir in zwei fensterlosen Badezimmern die Leuchtmittel mit RGB-LED-Lampen.

RGB ist die Abkürzungen für Red, Green & Blue, heisst auf Deutsch Rot, Grün und Blau. Mit diesen Grundfarben lassen sich alle Farben im Farbspektrum erstellen. Somit sind diese RGB-LED-Lampen optimal für unseren Versuch geeignet.

Für den Versuch haben wir mehrere Testpersonen befragt, um mehrere Meinungen zu kriegen und nicht nur die eigene subjektive Meinung. Am ersten Versuchstag haben wir im einen Badezimmer Rot getestet und im anderen Grün. Am zweiten Versuchstag waren die Farben Blau und Violett an der Reihe. Am letzten Versuchstag haben wir noch Orange und Weiss-gedimmt getestet. Das normale helle Weiss haben wir nicht getestet, da dies im Alltag genügend vorkommt.

Anschliessend haben wir drei Testpersonen interviewt und ihre Meinungen eingeholt. Wir stellen hier die Meinungen und Gefühlslagen nach Farben dar:

Rot

Wurde als lustig, nicht praktisch, erheitend, aggressiv und unruhig beschrieben.

Grün

Wurde als magisch, gemütlich, aufhellend und beruhigend beschrieben. Zwei von drei Testpersonen hatten dabei eine gute Laune.

Blau

Wurde als «nicht so toll», bedrückend, düster, deprimierend, aggressiv und schläfrig beschrieben.

Violett

Wurde als heiter, schön, ästhetisch und kreativitätsanregend bezeichnet. Kalte Farben wurden bei diesem Licht wärmer. Somit wurde die Umgebung angenehmer.

Orange

Wurde auch als schön, heiter, gemütlich, erstaunlich angenehm aber auch bedrohend beschrieben.

Weiss Gedimmt

Wurde als mühsam beschrieben. Man sah zwar die Farben richtig, jedoch musste man sich beim Lesen gut konzentrieren.

Unser Fazit

Blau wurde mit Abstand am schlechtesten beurteilt, weil es unangenehm und aggressiv wirkte. Das normale alltägliche Weiss ist am angenehmsten, da man einerseits genügend Licht hat und andererseits die Farben wie gewohnt wahrnehmen kann. Bei den Farben Rot und Blau trat auch das Problem auf, dass man die Farben nicht richtig wahrnehmen konnte. Es war anstrengend und ermüdend, einen Text zu entziffern. Als konkretes Beispiel waren blaue Farben bei rotem Licht fast schwarz. Rot hingegen wirkte auch auf der hellsten Stufe düster. Als konkretes Erlebnis kann man sagen, dass bei rotem Licht die Venen schwarz hervorstechen. Bei blauem Licht hingegen sah man keine Adern oder Venen.

Somit ist es kaum erstaunlich, dass das gewöhnliche weisse Licht, das man im Alltag praktisch immer antrifft, am angenehmsten ist. Wie bereits erwähnt, sieht man bei hellem, weissem Licht das ganze Farbspektrum.

Bilder von dem Versuch



Spiegelschrank mit dem RGB-Leuchtmittel auf Weiss



Spiegelschrank mit dem RGB-Leuchtmittel auf Rot



Spiegelschrank mit dem RGB-Leuchtmittel auf Blau



Spiegelschrank mit dem RGB-Leuchtmittel auf Violett

Schlusswort

Durch dieses Projekt haben wir interessante Erfahrungen gemacht. Vor allem bei den Versuchen waren wir erstaunt über die Ergebnisse. Alleine das Energiesparpotential fanden wir beeindruckend. In unserem Fall können wir den Jahresverbrauch um ganze 73% reduzieren. Das Experiment mit den Lichtfarben war auch aufschlussreich. Dass man mittels anderer Farben auch die Gemüter und Stimmungen der Menschen beeinflussen kann, ist interessant. Ein Nachfolgeprojekt zum Thema energieeffiziente Beleuchtung wird schwierig, da die LED-Beleuchtung zurzeit die effizienteste Art der Beleuchtung ist. Je nachdem könnte man noch ein ähnliches Projekt machen, wenn organische Lichtkörper mehr erforscht werden. Glühwürmchen beispielsweise können Licht ohne jegliche Verlustwärme emittieren. Im Nachhinein kann man sagen, dass die Versuche ein voller Erfolg mit aufschlussreichen Ergebnissen waren.

Schlusserklärung

Hiermit versichern wir, dass die obige Arbeit selbstständig erarbeitet wurde. Wir haben keine unerlaubten Hilfsmittel benutzt. Alle Quellen sind angegeben und der Text entspricht der Wahrheit.

Nils Bähler

.....

Nik Schneiter

.....

Laszlo Zingg

.....

Arbeitsjournal

KW/ Datum	Zeit	Wer	Tätigkeit	Arbeits ort	Reflexion	Nächste Schritte
7	2,25h	Bähler, Zingg, Schneiter	Aufteilung Arbeiten	Gibb		Mit Arbeit beginnen
8	2.25h	Bähler, Zingg, Schneiter	Titelblatt, Beginnen Mindmap	Gibb		Titelblatt beenden, Mindmap
9	2.25h	Bähler, Zingg, Schneiter	Hauptteil, Layout erstellen	Gibb		Hauptteil einfügen
10	2.25h	Bähler, Zingg, Schneiter	Inhaltsverzeichnis, Versuch	Gibb		Inhaltsverz eichnis und Versuch
11	2.25h	Bähler, Zingg, Schneiter	Schlusswort, Power Point	Gibb		Schlusskon trolle
+12	0.5h	Zingg	Überarbeitung des Geschriebenen	Konol- fingen		Abgabe

Quellenangaben

<https://www.energie-umwelt.ch>

https://www.topten.ch/sites/default/files/files/wwf_faktenblatt_licht_2014_d.pdf

<https://rechneronline.de/licht-raum/lumen-watt.php>

<https://www.rieste.at/licht/planung/licht-know-how/kvg-vvg-evg-vergleich/>