



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Qualitätskriterien bei LED-Beleuchtung –  
Präsentation in der IHK Berlin am 26.10.2020  
Folien zur Vorführung

**Ausgangssituation**

**Qualitätskriterien –  
Beispiele an verschiedenen Leuchten**

**Zusammenfassung**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation:

14 % der produzierten Elektrizität in der Europäischen Union entfallen auf Lichterzeugung. Dadurch fallen 180 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr an, die die Umwelt belasten.

Bei bisherigen Leuchtmitteln wird ein Großteil der aufgenommenen Energie in Wärme und nicht in Licht umgesetzt.

**Daher ist gerade die Optimierung von Lichtsystemen ein schneller und sichtbarer Weg der Effizienzsteigerung.**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation:



Beispiel für schlechte Beleuchtung

Laut ZVEI sind über 75% der Beleuchtungsanlagen stark veraltet und sanierungsbedürftig.

Falsche Lichtfarben, Lichtflimmern und die Degradation von Leuchtmitteln führen zu einer schnelleren Ermüdung der Beschäftigten. Konzentrationsschwäche, Krankheiten und Unfälle sind die Folge.

**Schlechte Beleuchtung führt zu Ermüdung, Kopfschmerzen und Erkrankungen.**

**Ursachen für Fehlzeiten sind vor allem Kopfschmerzen (57 %), Beschwerden im Rücken-, Nacken- und Schulterbereich (66 %) sowie Augenprobleme (42 %).**

*EcoDesignRichtlinie vom 01.09.2019  
Ab 01.09.2023 folgt die T8 Fluoreszenz Röhre der Glühlampe.*



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation:



Flimmernde Beleuchtung,  
Messung mit Flimmermeter  
(siehe Videos Internetseite,  
dort Flimmern sichtbar)

Sonnenlicht als natürliche Lichtquelle stellt kein flimmerndes Licht da, weshalb Lebewesen im Laufe der Evolution keine Maßnahmen zur Kompensation flimmernden Lichts entwickelt haben.

Lichtflimmern setzt den menschlichen und tierischen Körper unter Stress. Es findet ein Anpassungsprozess statt, der das Gehirn und die Muskeln belastet.

**Oft wird dabei das Lichtflimmern gar nicht aktiv vom Betrachter wahrgenommen.**

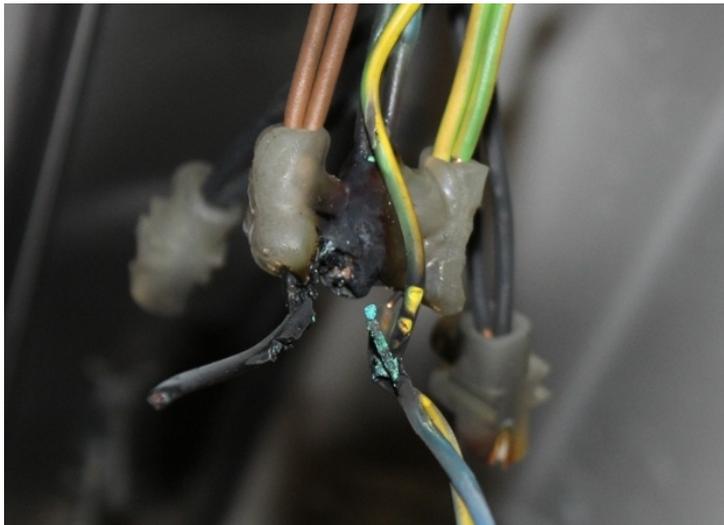
Beim Menschen können Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Erschöpfung, Migräne, autistisches Verhalten und Konzentrationsprobleme und auftreten.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation:



Beispiel für verschmorte Kabel in einer Leuchte

Viele Beleuchtungsanlagen sind technisch stark veraltet. Eine regelmäßige Überprüfung durch Sachverständige und Elektrofachbetriebe findet viel zu selten oder gar nicht statt.

Durch starke Wärmebildung altern nicht nur die Leuchtmittel, sondern vor allem im inneren der Leuchte die elektrischen Bauteile wie Vorschaltgeräte, Kabel, Kondensatoren, usw.

Abisolierte, brüchige, verschmorte und durchgeschmorte Kabel/ Drosseln und defekte elektronische Vorschaltgeräte sind dann häufig vorzufinden.

**Die Folge sind Ausfall von einzelnen Leuchten, Kurzschlüsse und eine erhebliche Brandgefahr.**

# BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

## Ausgangssituation:



Beispiel für verschmorte LED Retrofitröhren bestehend aus Kunststoff.

Diese wurden zudem für den Einsatz in Bestandsleuchten mit EVG beworben.

**Die Folge - Ausfall von einzelnen Leuchten, Kurzschlüsse und eine erhebliche Brandgefahr.**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation:



Beispiel für minderwertige LED Panels. Diesen Mangel haben wir mittlerweile bei verschiedensten Begehungen und Bestandsanalysen feststellen müssen.

Diese Verfärbungen sind bereits nach wenigen Jahren Betriebszeit aufgetreten. Der Kunde kann bei Kauf der Leuchten nicht erkennen, ob dieser Mangel auftreten wird.

**Die Folge – Die Leuchte erfüllt nicht mehr die geplante Lichtausbeute.  
Achtung – Arbeitstättenrichtlinie  
Beleuchtung wird ggf. nicht mehr erfüllt.**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Lichtqualität:

Die Auswahl geeigneter Lichtquellen beeinflusst maßgeblich die Faktoren Sicherheit, Behaglichkeit und Produktivität am Arbeitsplatz und ist ein Ausweis nachhaltigen Wirtschaftens.

Wissenschaftliche Studien beweisen, dass bei der Auswahl der richtigen Lichtfarben die **Leistungsfähigkeit bis zu 20% gesteigert wird, Fehlerquoten gehen bis zu 50% zurück.**

Tageslichtähnliche Lichtfarben (5000 – 6500K) sind zu bevorzugen.

Es sollten möglichst flimmerfreie Lichtquellen gewählt werden.

**Eine biologisch wirksame Beleuchtung kann die Lebensqualität und Leistungsfähigkeit entscheidend verbessern!**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

# LED = LED?

## Kriterien für die Wirtschaftlichkeit einer Leuchte

- Unterschiedlichste Lichtleistungen (LED Chip): Lichtoutput ca. 80 – 180 Lumen / Watt
- Leuchtendesign: Reflexionsgrade, Qualität der Materialien, Abstrahlwinkel, Linsen, Abdeckungen..
- Qualität der Netzteile – Verluste
- ....

Entscheidend – wieviel Licht kommt auf der Nutzebene tatsächlich an



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Lebensdauer von LED-Leuchten

Die Lebensdauer von LEDs wird üblicherweise bei einer Umgebungstemperatur von 25 Grad C definiert.

Die meisten Kunden wissen jedoch nicht, dass sich je 10 Grad C Temperaturanstieg die Lebensdauer jeweils um die Hälfte reduziert. Das bedeutet, dass eine LED-Leuchte, die 50.000 Std L70B50 laut Hersteller erreichen soll, bei 35 Grad C nur noch eine Lebensdauer von 25.000 Std hat und bei 45 Grad C sogar nur noch 12.500 Std. und damit natürlich auch einen deutlich schnelleren Verfall des Lichtstromerhalts.

In der Praxis sind häufig Temperaturen von über 30°C realistisch. Bei meinen Messungen hatte ich auch schon häufig Temperaturen von über 35°C messen können.

Die Konsequenz der Lebensdauer betrifft auch die Wirtschaftlichkeit, da diese durch die Lebensdauerkosten beeinflusst wird. Es müssen später weniger Leuchten ausgetauscht werden und somit werden nicht nur Austauschkosten gespart, sondern auch die Umweltressourcen werden geschont.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Flimmern von Leuchten

Das Flimmern von elektrischen Leuchten/Leuchtmitteln kann zu einer Fehleinschätzung von Gefahrensituationen führen.

An Orten, an denen es wichtig ist, die beweglichen Teile von Maschinen genau zu sehen, kann dies gefährlich sein.

Darüber hinaus kann es sich negativ auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen auswirken, was Kopfschmerzen und Stress für das Gehirn verursacht und es erschwert, sich auf die Arbeit zu konzentrieren.

Daher spielt flimmerfreies Licht eine wichtige Rolle bei der Verbesserung des Wohlbefindens am Arbeitsplatz und bei der Vermeidung von Arbeitsunfällen, insbesondere in Industriebereichen.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Beispiele - Unterschiede im Leuchtendesign



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### LED Retrofitröhren

Materialien bestehen fast nur aus Kunststoff, dadurch schlechte Wärmeableitung und Lebensdauer



Bei diversen Herstellern wird die Garantieleistung beschränkt auf eine Umgebungstemperatur von 30 Grad C.

Bei einigen LED Retrofitröhrentypen auf maximal 35 Grad Umgebungstemperatur.

Eine Vielzahl von getesteten LED-Röhren hat einen Flimmerfaktor von 30 -100%.

Die Lebensdauer liegt bei zahlreichen Herstellerangaben bei 30.000 – 50.000 Std. Definiert bei 25 Grad Celsius Umgebungstemperatur.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### LED Retrofitröhren

Materialien des Grundkörpers bestehen aus Aluminium, dadurch eine sehr gute Wärmeableitung und viel höhere Lebensdauer möglich



Eine Vielzahl von getesteten LED-Röhren hat einen Flimmerfaktor von 30 -100%.

Wenige Produktgruppen mit Flimmerfaktor unter 5% im Markt verfügbar.

Die Lebensdauer liegt bei den Herstellerangaben meistens um 50.000 Std. Definiert bei 25 Grad Celsius Umgebungstemperatur.

Einige Produktgruppen mit über 100.000 Std. Betriebsdauer sind im Markt verfügbar. Definiert bei 25 Grad Celsius Umgebungstemperatur.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Einsatz von LED Retrofitröhren

Der Einsatz von LED Retrofitröhren ist immer dann sinnvoll, wenn der technische Zustand der Bestandsleuchten dieses erlaubt bzw. mit vertretbarem Aufwand eine Instandhaltung noch wirtschaftlich ist und das äussere, sichtbare Leuchtendesign eine untergeordnete Rolle spielt.

Es sollten unbedingt alle elektrischen und mechanischen Bauteile von den jeweiligen Umrüstungsbetrieben überprüft werden. Defekte Bauteile müssen ersetzt werden.

Für die meisten Leuchten sind Ersatzteile wie z.B. G13- Fassungen im Fachhandel erhältlich.

Es darf keine Verschlechterung bei der Ausleuchtung entstehen.

Bei Leuchten mit elektrischen Vorschaltgeräten sind diese zu entfernen und für den Einsatz der LED Retrofitröhren neu zu verdrahten. Diese Leuchten müssen nach den gesetzlichen Vorgaben mit einem neuen Typenschild gekennzeichnet werden. Es entsteht rechtlich eine neue Leuchte. Werden magnetische Vorschaltgeräte entfernt oder Änderungen in der Leuchte vorgenommen gilt gleiches.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Einsatz von LED Retrofitröhren

Eigenschaften von sehr guten LED Röhren:

- Umgebungstemperaturen von -40 Grad Celsius bis +70 Grad Celsius
- 24 Stundenbetrieb
- Eingangsspannung 230V AC, 50/60 Hz; 230V DC, 0 Hz
- 125.000 Betriebsstunden L70/B50/T25°C
- bzw. 96.000 Betriebsstunden L90/B10/T25°C
- Flimmerfaktor 1%
- Farbwiedergabewerte bis über CRI 90
- Farbtreue MacAdam 3 SDCM
- 300.000 Schaltzyklen
- Frei von Klebstoff und Silikon
- Garantie bis zu 7 Jahren



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Einlegeleuchte 620cm x 620cm



Keine optimale Lichtlenkung –  
Lichtverluste, schlechte Effizienz, hohe  
Blendung UGR 22, Sehr hoher Anteil an  
Kunststoff daher auch keine optimale  
Wärmeableitung, Leuchtmittel nicht  
austauschbar,  
Leistungsaufnahme 35 - 45Watt



Optimale Lichtlenkung – sehr hohe  
Effizienz, geringe Blendung UGR 9-11,  
Grundkörper aus Aluminium, sehr gute  
Wärmeableitung, dadurch lange  
Lebensdauer der Leuchtmittel,  
Leuchtmittel austauschbar,  
Leistungsaufnahme 11 - 30Watt,



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Vergleich gemessene Leistungsaufnahmen



Rasterleuchte bestückt  
mit 4 Leuchtstoffröhren

**Leistungsaufnahme 105 Watt**



LED - Panel

**Leistungsaufnahme 45 Watt**



LED - Rasterleuchte

**Leistungsaufnahme 25 Watt**

#### **LED – Rasterleuchte**

- ▶ 44% weniger Leistungsaufnahme gegenüber dem LED - Panel
- ▶ 76% weniger Leistungsaufnahme gegenüber der Rasterleuchte mit Leuchtstoffröhren
- ▶ deutlich mehr Lichtausbeute gegenüber der Rasterleuchte und dem LED - Panel



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Bürobeleuchtung mit LED Rasterleuchten



Leistungsaufnahme  
eingestellt auf 24Watt



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Ausgangssituation - Downlights

In den Bestandsinstallationen findet man die unterschiedlichsten Einbaudownlights (Bestückung mit ein oder zwei Kompaktleuchtstofflampen) mit verschiedensten Durchmessern und Leistungsklassen vor.

Das bedeutet bei Umstellung auf LED-Leuchten müssten diese unterschiedlichsten Einbausituationen mit unterschiedlichsten neuen LED-Leuchten bei der Auswahl berücksichtigt werden was wiederum einen hohen Planungs-, Einkaufs- und Umbauaufwand erfordert.

**(Praxiserfahrung aus vielen Projekten)**

*Ab dem 01. September 2021 dürfen alle Kompaktleuchtstofflampen mit integriertem Vorschaltgerät nicht mehr in Verkehr gebracht werden.*





## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Marktübliche LED Downlights - Beispiele

Konkrete Leistungsaufnahme, Lichtleistung und Einbaudurchmesser vorgegeben, Materialien bestehen aus sehr viel Kunststoff, dadurch schlechte Wärmeableitung, das beeinträchtigt die Lebensdauer, LED Leuchtmittel meistens nicht austauschbar, Leistungsaufnahmen meistens 19 - 25Watt





## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Flurbeleuchtung mit Downlights – Teststellung in der Entwicklungsphase



**Fluransicht mit Teststellung**



**Vorher  
Kompaktleuchtstofflampen**

- Stromaufnahme ca. 50W

Lichtstärken (Lux) gemessen:

- vorher Ø 46 lx / **50W**

- neu LED Ø 184 lx / **15W**



**LED-Leuchten** - Stromaufnahme 15W  
(Einstellbar in verschiedensten  
Leistungsstufen 5 - 45W)



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Für Deckenausschnitte von 135 -235mm geeignet



Leistungsaufnahme,  
Lichtleistung und  
Einbaudurchmesser flexibel,

Materialien bestehen aus  
Aluminium und Glas,  
dadurch sehr gute  
Wärmeableitung und lange  
Lebensdauer,

Auch das LED Leuchtmittel  
ist austauschbar

Für die meisten Anwendungen reicht eine Leistungsaufnahme von 7 – 11 Watt



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Beleuchtung mit Downlights – Leistungsaufnahme eingestellt auf 7Watt





## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Fazit:

Die Auswahl der richtigen Leuchtmittel bzw. der richtigen Leuchten hat Einfluss auf

- Wohlbefinden der Mitarbeiter (Effizienz/Fehlerhäufigkeit)
- Betriebskosten (Strom/Austausch/Wiederbeschaffung)
- Umweltschutz (Lebensdauer/Energieverbrauch)

Teststellungen sind immer zu empfehlen. Der Mehraufwand macht sich bezahlt.



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

### Rechtliches:

Unternehmer und Betreiber von Gebäuden und Produktionsstätten sind verpflichtet, Unfall- und Gesundheitsgefahren durch mangelnde oder unzureichende Beleuchtung der Arbeitsstätten zu minimieren.

Die rechtlichen Anforderungen zur künstlichen Beleuchtung des Arbeitsplatzes sind in der ASR A 3.4 in Verbindung mit der DIN 12464 verankert.

**Zu den Pflichtenheften eines jeden Unternehmens gehören Wartungspläne, eine Dokumentation der Beleuchtungsanlage und die regelmäßige Wartung und Überprüfung durch sachkundige Fachkräfte.**



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Potenziale:

- Lichtqualität** ▶ *z.B. Gesundheit*
- Wirtschaftlichkeit** ▶ *z.B. Mehr Liquidität*
- Umwelt** ▶ *z.B. CO2 Ersparnis*
- Technische Aspekte** ▶ *z.B. Brandschutz*



## BERLINER LICHTWERKSTATT

*Unsere Mission – gesunde, leistungsfördernde und energieeffiziente Beleuchtung*

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit:

***Wir unterstützen Sie gern.***