

# Lichtflackern

## Definition Lichtflackern

Das Lichtflimmern beschreibt Schwankungen in der Leuchtdichte eines elektrisch betriebenen Leuchtmittels, welches durch Aufbau und Konstruktion des Leuchtmittels bedingt ist. Es ist von dem Begriff **Flicker** abzugrenzen, dessen Leuchtdichteänderung durch im Regelfall ungewollte Schwankungen der Netzspannung im Stromnetz hervorgerufen wird.

*Quelle Wikipedia*

Unter Flicker versteht man laut Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs den subjektiven Eindruck einer Instabilität der visuellen Wahrnehmung, hervorgerufen durch einen Lichtreiz, dessen Leuchtdichte oder Spektralverteilung mit der Zeit schwankt. Flicker ist also der subjektive Eindruck von Leuchtdichteänderungen, das, was man umgangssprachlich als Flackern oder Flimmern des Lichtes bezeichnet.

*Quelle Wikipedia*

Aber nicht jede Leuchtdichteänderung (Helligkeitsschwankung) wird als Flicker wahrgenommen. Die Bemerkbarkeitsschwelle für Leuchtdichteänderungen ist eine frequenzabhängige Größe, die angibt, ab welcher relativen Leuchtdichteänderung bei einer gegebenen Frequenz diese wahrgenommen wird. Die Bemerkbarkeitsschwelle wurde in den 1970er Jahren anhand von Personenversuchen empirisch ermittelt.

**Zusammengefasst ist Flackern die schnelle Änderung der Licht-intensität einer Lichtquelle.**

Diese schnelle Änderung lässt sich auf drei unterschiedliche Effekte zurückführen.

- Leuchtdichte-Flimmern entsteht durch wechselnde Helligkeitsgrade, die durch ein lichterzeugendes Bauteil (Glühlampe, Fluoreszenzröhre oder LED-Halbleiter) bei Betrieb mit Wechselspannung verursacht werden.
- Chromatisches Flimmern entsteht durch wechselnde bzw. schwankende Lichtfarben.
- Stroboskop-Effekt ("Disco-Blitzlicht") entsteht durch sequenzielle Lichtblitze.

LED-Halbleiter sind üblicherweise monochromatische Lichtquellen, d. h. sie senden Licht nur in eingeschränkten Wellenlängenbereichen aus. Daher ist das chromatische Flimmern bei LED-Leuchtmitteln eher von untergeordneter Bedeutung. Das Leuchtdichte-Flimmern und der Stroboskop-Effekt können allerdings je nach Qualität der verwendeten Elektronik-Treiberschaltung einzeln oder auch in Kombination auftreten.

## Physiologische Wahrnehmung

Damit die Qualität eines Leuchtmittels bewertet werden kann, muss zunächst die physiologische Eigenschaft von Mensch und Tier berücksichtigt werden. Einer der wichtigen Faktoren für eine Wahrnehmung des Flimmerns ist die Flimmer-verschmelzungsfrequenz (engl. flicker fusion frequency).

Dieser Frequenzwert [Hz bzw fps] lässt erkennen, ab wann die Einzelbilder ohne Unterbruch wahrgenommen werden. Hier sind sechs Punkte ausschlag gebend:

- Frequenz der Lichtmodulation
- Amplitude der Lichtmodulation
- durchschnittliche Lichtintensität
- Wellenlänge
- Position des auftreffenden Lichts im Auge
- Hell-/Dunkelanpassung des Auges

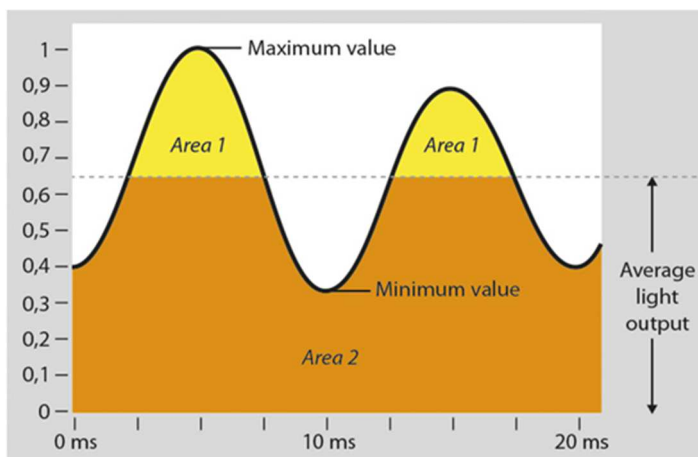
Den menschlichen und Tierischen Körper setzt das Lichtflimmern unter Stress. Der Körper des Betrachters eine Lichtquelle versucht sich jeweils an dieses Lichtflackern anzupassen. Diese Anpassung belastet das Gehirn und die Muskeln erheblich. Leider findet dieser Prozess auch statt, auch wenn der Betrachter es gar nicht aktiv wahrnimmt.

Beim Menschen können Kopfschmerzen, Müdigkeit, Erschöpfung, Migräne und schlimmstenfalls sogar epileptische Anfälle die Folge sein.

Wie es bei Fischen, Krusten-, Weichtieren und Stachelhäuter oder bei Korallen Auswirkungen hat, entzieht sich leider meinen Kenntnissen. Möchte hier aber nicht in der Haut eines Knallkrebsses stecken.

## Wie wird Flackern gemessen?

Für die Berechnung des photometrischen Flimmerns, das nicht mit dem Spannungs- oder Stromflimmern in elektrischen Schaltungen zu verwechseln ist, haben sich drei relevante Messmethoden herausgestellt. Allen gemein ist die Auswertung des abgestrahlten Lichtes, welchem zeitlichen Verlauf mit einem Sinus ähnlichen 50 Hz Signal in folgender Grafik dargestellt ist.



## 1. Prozent Flicker

$$F_{\%} = \frac{Max - Min}{Max + Min} \cdot 100\%$$

Der Prozent-Flicker ist ein vereinfachtes und häufig verwendetes Verfahren. In einfachen Worten ausgedrückt gibt er das relative Lichtschwankungsverhältnis der minimal zur maximal gezeigten Leuchtstärke an.

Das Resultat dieser Formel ist ein Prozentwert. Je niedriger dieser ist, desto besser.

**WICHTIG:** Bei dieser Berechnung findet der eigentliche Lichtverlauf keine Berücksichtigung.

## 2. Modulations Index

$$F_m = \frac{Max - Min}{Average}$$

Ein alternatives Messverfahren ist die Ermittlung der Modulationstiefe. Der sog. Modulationsindex macht eine Aussage darüber, wie stark das Lichtstromsignal um einen Signaldurchschnitt schwankt. Je größer der Wert für die Modulationstiefe ist, desto größer ist die Abweichung vom Durchschnittswert. Kleine Werte indizieren eine geringe Schwingung, was eine gute Qualität der Leuchtmittel bezeichnet. Auch bei dieser Methode wird der eigentliche Lichtverlauf nicht umfassend berücksichtigt.

## 3. Flicker Index

$$F_i = \frac{Area 1}{Area 1 + Area 2}$$

Ein komplexeres Verfahren ist die Berechnung des Flicker-Index, welches die beste Vergleichbarkeit von Messergebnissen ermöglicht. Bei dieser Methode wird der gesamte ausgesendete Lichtstrom der Lichtquelle zur Berechnung herangezogen und nicht nur die Minimal- und Maximalwerte. Durch die Berechnung der Fläche unter dem Kurvenverlauf werden die Gesamtfläche, der Durchschnitt und die Fläche über dem Durchschnitt ermittelt. Der Flicker-Index setzt den Lichtstrom, der über dem Durchschnitt liegt, ins Verhältnis zum Gesamtlichtstrom.

Das Rechenergebnis liegt hierbei jeweils im Wertebereich von 0 bis 1 (0–100 %).

Dabei gilt: Je niedriger, desto besser!

An dieser Stelle ist anzumerken, dass das Flicker-Index-Verfahren zwar besser vergleichbare Resultate liefert, aber nicht die periodische Lichtwechsel-Basisfrequenz in die Berechnung einbezieht. Konkret bedeutet dies: Weisen zwei Leuchtmittel den gleichen Flicker-Index-Wert auf, ist das Leuchtmittel mit der höheren Lichtwechsel-Basisfrequenz zu präferieren.

## Fazit

Werden Fluoreszenz-Leuchtstoffröhren oder auch LED-Lampen mit einer AC-Wechselspannung oder mit einer verzerrten DC-Gleichspannung (z. B. PWM-Dimming) betrieben, resultieren hieraus üblicherweise mehr oder minder wahrnehmbare Lichtflimmereffekte.

Die Flimmer-Qualität von LED- oder Fluoreszenz-Lampen ist im hohen Masse abhängig von der schaltungstechnischen Qualität der zugehörigen Treiber-Elektronik und als weiteres auch von dem gewählten Helligkeits-Dimmverfahren.

Hohe Flimmerwerte zeigen sich häufig bei Billig-Importlampen im Low-Cost-Verkaufsbereich und/oder auch durch Lampenbetrieb mit ungeeigneten Dimmer- bzw. Steuergeräten.

Mit Inhalten aus:

---

P. Lewis and T. Morris, Poultry Lighting the theory and practice, Northcot 2006

---

Illuminating Engineering Society of North America, IESNA Lighting Handbook, 9<sup>th</sup> edition, North America, 2000.

---

M. Poplawski and N. J. Miller, "<http://www.lichtundgesundheit.de/>," 28 8 2014. [Online]. Available: <http://goo.gl/4jueWt>. [Accessed 28 8 2014].

---

Cree, Inc., "<http://www.cree.com>," 28 8 2014. [Online]. Available: <http://goo.gl/uHbJrH>. [Accessed 24 8 2014].

---

Everfine Corp., "<http://www.everfine.net>," 15 8 2014. [Online]. Available: <http://goo.gl/AOWiKz>. [Accessed 28 8 2014].

---

M. Poplawski and N. J. Miller, "<http://www.e3tnw.org/>," 28 8 2014. [Online]. Available: <http://goo.gl/QR7z2>. [Accessed 28 8 2014].