# Flickerfreie Stromversorgungen für High-Speed-Aufnahmen

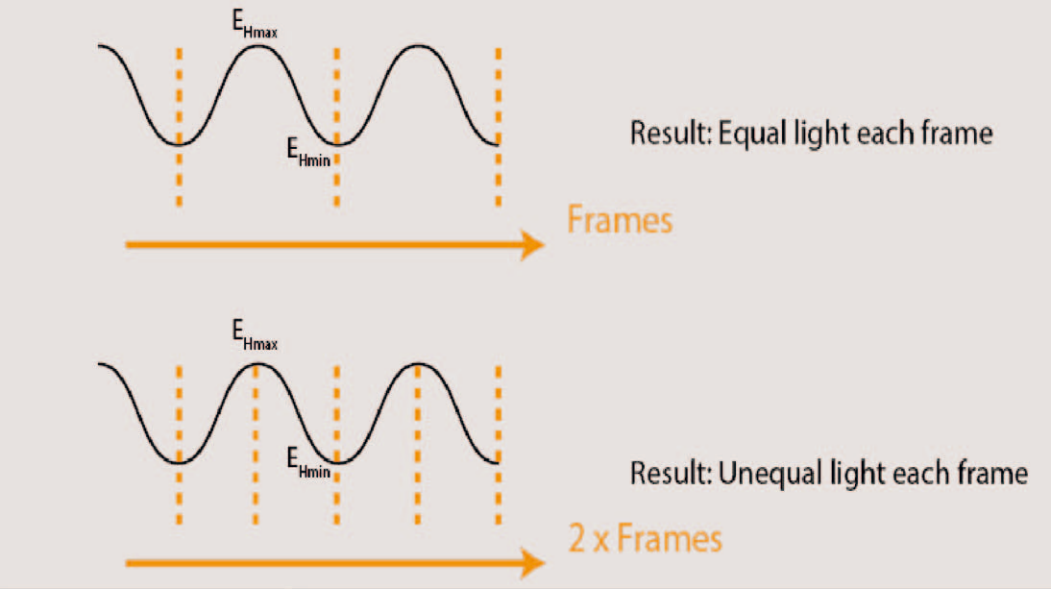


***Bild 1: Wenn das eingesetzte Licht mit einem gewissen Flicker überlagert ist, kommt es zu Hell/Dunkel-Effekten***

Egal, ob in unseren Büros und Wohnungen, in der KFZ-Technik bis hin zu Anwendungen wie Straßenleuchten, Beleuchtung von Sportstätten und bei technischen Prozessen, fast überall umgibt uns mittlerweile LED-Licht.

Bei Materialuntersuchungen im wissenschaftlichen Umfeld, bei Crashtests im Automobilbau sowie, gerade in jüngster Zeit verstärkt bei Sportstätten, zur Klärung von Schiedsrichter-Entscheidungen oder zur Trainingsanalyse kommen vermehrt High-Speed-Kameraaufnahmen zum Einsatz. Gerade hierbei fällt der Auswahl einer geeigneten Beleuchtungseinrichtung eine entscheidende Rolle zu. Möchte man hier auch auf die Vorteile der LED-Technik zurückgreifen, gilt es einige Punkte zu beachten.

## Unerwünschte Effekte bei der falschen Beleuchtung

Viele kennen den Effekt bei Videoaufnahmen, wenn das eingesetzte Licht mit einem gewissen Flicker überlagert ist, kommt es zu Hell/Dunkel-Effekten während jedes einzelnen Bildes (Bild 1).

Der Grund für diesen Effekt, das sogenannte Flickern, rührt von den natürlichen Helligkeitsschwankungen jeder künstlichen Lichtquelle her, in den meisten Fällen verursacht durch eine Überlagerung mit der Frequenz der Netzspannung oder einem Vielfachen davon, also 50 oder 100 Hz. Im Gegensatz dazu die Sonne, bei der das Licht in großer Entfernung zur Erde entsteht. Das natürliche Sonnenlicht, das auf die Erde trifft erzeugt keine Flicker-Effekte. Aber im angesprochenen Umfeld kann man nicht auf künstliche Lichtquellen verzichten.

## Kurzüberblick High-Speed-Aufnahme

Im Zusammenhang mit der High-Speed-Aufnahmetechnik lassen Sie uns einen kleinen Ausflug in die Thematik oder Geschichte der Bildwiederholraten machen:

Mit unserem menschlichen Auge können wir im allgemeinen Bilder bis hinunter zu einer Wiederholfrequenz von mindestens 14 Bildern je Sekunde auseinanderhalten und als Bewegung wahrnehmen. Die frühen Stummfilme wurden deshalb mit 14 fps (fps = Frames Per Second) aufgezeichnet. Für heute gängige Kinofilme reichen daher in der Regel Bildwiederholraten von 24 fps.

Um im wissenschaftlichen Umfeld und bei Sport-Filmaufnahmen, mit höherer zeitlicher Auflösung in hoher Geschwindigkeit aufzunehmen und diesen dann in langsamer Geschwindigkeit als sogenannte Slow-Motion-Aufnahmen zu untersuchen, d. h. die für unsere Wahrnehmung ungewohnten schnellen Vorgänge analysieren zu können, bedarf es entsprechender High-Speed- oder Slow-Motion-Kameras. Die Begrifflichkeiten scheinen im ersten Moment etwas im Gegensatz zu stehen, bedeuten jedoch das Gleiche. Es unterscheidet sich jeweils nur die Sichtweise – zum einen die Aufnahme-, zum anderen die Wiedergabe-Technik. Diese Technik ermöglicht nun deutlich höhere Bildraten je Zeiteinheit.

Mittlerweile gibt es eine entsprechend der Bildwiederholrate eingeteilte Klassifizierung in Slow-Motion (SM) mit Bildwiederholraten bis 150 fps. Bei Bildwiederholraten von 150 bis 600 ps spricht man von Super-Slow-Motion (SSM), wobei bei Wiederholraten über 300 fps bereits von Ultra-Slow-Motion (USM) gesprochen wird. Mittlerweile sind Dank immer leistungsfähigerer und lichtstärkerer Objektive und Aufnahmechips jedoch Kameras mit Bildaufnahmeraten von 30.000 oder 75.000 fps gängige Praxis. Dies jedoch im rein wissenschaftlichen Umfeld und noch nicht für Anwendungen in Unterhaltungsmedien oder im Sport.

## High-Speed-/Slow-Motion-Technik für Olympia

In diesem Zusammenhang ist auch die Entwicklung der Anforderungen für High-Speed-/Slow-Motion-Technik der Sportverbände interessant:

Bei den Olympischen Spielen in Peking 2008 kamen Slow-Motion-Kameras mit 70 fps zum Einsatz. Vier Jahre später, in London 2012, wurden schon 300 fps verwendet. Bereits bei den letzten Olympischen Spielen 2016 in Rio de Janeiro wurde Slow-Motion-Technik mit bis zu 1.500 fps eingesetzt.

Der europäische Fußballverband UEFA begnügt sich in seinen Vorgaben zur Stadionausrüstung in einer aktuell veröffentlichten Richtlinie aus 2016 noch mit Bildwiederholraten von 300 fps. Legt aber auch gleichzeitig Anforderungen an die Beleuchtungstechnik in Bezug auf Flickerfreiheit fest:

Für Elite-Level-A-Stadien muss der durchschnittliche Flickerfaktor kleiner 5 % betragen. Für Level-A- und Level-B-Stadien muss er kleiner 12 % sein und für Level-C-Sta-

***Kurz gefasst***

*Die LED-Technik bietet viele Vorteile und setzt sich somit immer weiter durch. Dies gilt auch für den Einsatz als Beleuchtung für High-speed-Aufnahmen. Allerdings gilt es dabei einige Punkte zu beachten.*

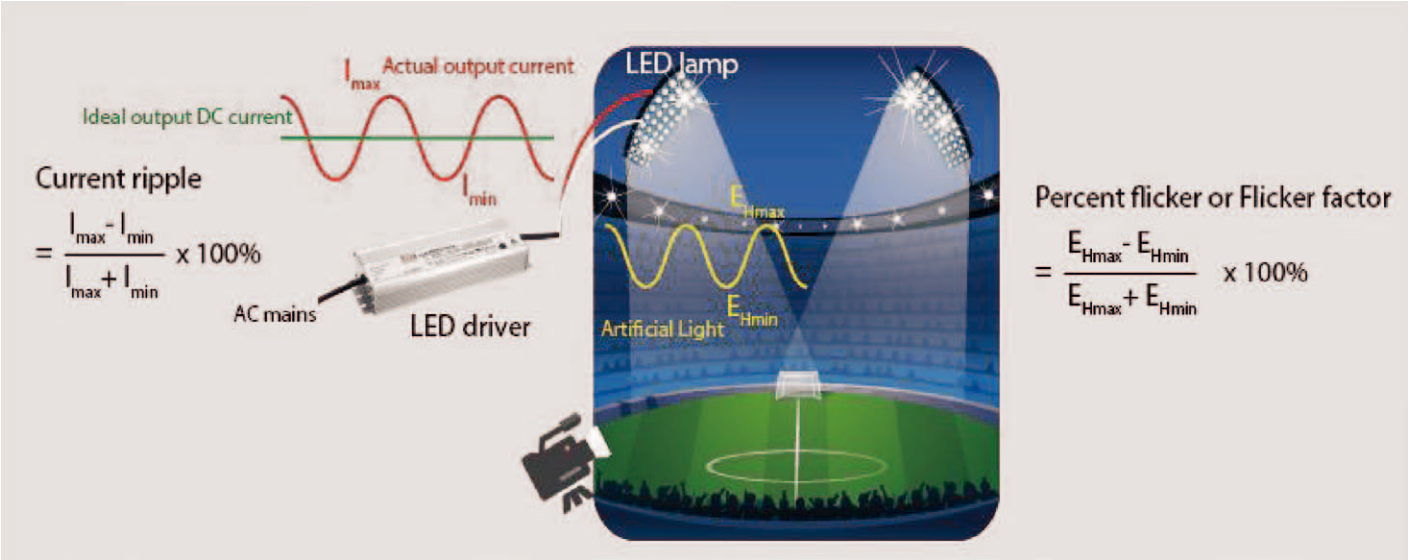


***Bild 2: Zusammenhang zwischen dem zur Verfügung stehenden Strom mit den enthaltenden Strom-Schwankungen und dem resultierenden Licht, inklusive dem entstehenden Flicker***

dien muss der Flickerfaktor kleiner als 20 % sein.

## Lichttechnik für High-Speed- / Slow-Motion-Aufnahme-Technik

Für die meisten Situationen zur Erzeugung von High-Speed- / Slow-Motion-Aufnahmen sind wir auf künstliche Lichtquellen angewiesen. Traditionell wurden im technischen wie auch im Sportumfeld Metalldampf-Lampen zur Ausleuchtung verwendet. Aber hier ist die LED auch auf Grund ihrer Wirtschaftlichkeit und Schnellstartfähigkeit, entscheidend im Vorteil. Auch mit ihren optischen Kennzahlen wie Farbechtheit oder Lichtverteilung steht sie den hinlänglich bekannten Lichtquellen in nichts nach. Somit steht die LED-Technik an erster Stelle, wenn es um die Modernisierung oder Neuausrüstung entsprechender Einrichtungen, Hallen oder Stadien geht.

## Gleichstrom für die LED

Anders als die konventionelle Technik muss der Halbeiterbaustein LED mit einem konstanten begrenzten Gleichstrom betrieben werden. Dies geschieht im vorgeschalteten LED-Treiber, im Idealfall einem Schaltnetzteil mit Konstant-Strom-Regelung. Allerdings ist der LED-Halbleiterbaustein viel sensibler oder reaktionsfreudiger, wenn der Treiberbaustein kein „sauberes“ Ausgangsignal zur Verfügung stellt. Die LED trägt also die Aufgabe, die vom Treiber zur Verfügung gestellte elektrische Energie in eine andere Energieform – Licht umzuwandeln. Bei diesen physikalischen Umwandlungen kommt es zwangsläufig zu semi-linearen Abhängigkeiten zwischen den Größen am Eingang und dem Ergebnis am Ausgang. Im Idealfall bekommt die LED einen möglichst gleichförmigen Strom zur Verfügung gestellt.

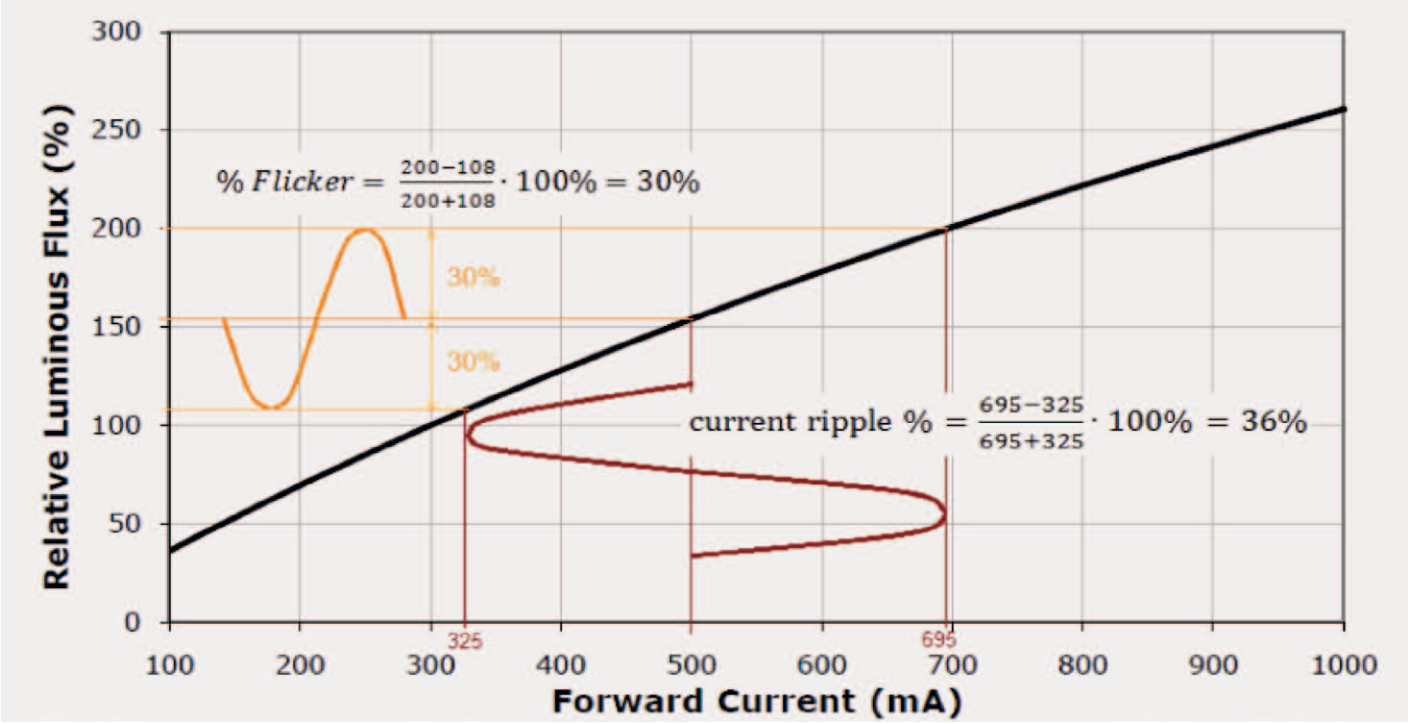


***Bild 3 Flicker-Effekt anhand einer realen LED-Emissionskurve, (Quelle: Cree Inc.)***

*Bild 4: ELG-C-Serie von Mean Well*

*Bild 5: HLG-C-Serie von Mean Well*

Es gibt auch hier einen Unterschied zwischen Theorie und Praxis und der Ausgangsstrom ist abhängig von der Qualität des Netzteils bzw. den verwendeten Komponenten und mit einer entsprechenden Schwankungsbreite behaftet.

Bild 2 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem zur Verfügung stehenden Strom mit den enthaltenden Strom-Schwankungen und dem resultierenden Licht, inklusive dem entstehenden Flicker. Auch werden die mathematischen Zusammenhänge erläutert.

Untersucht man, wie in Bild 3 dargestellt, den Flicker-Effekt anhand einer realen LED-Emissionskurve, kann man den Zusammenhang zwischen Stromschwankungen und Flicker gut nachvollziehen.

## Geeignete Netzteile und für die Beurteilung zur Verfügung stehende Parameter

Für unseren Betrachtungsfall spielt uns die Schaltungstechnik der „LED-Treiber" einige Möglichkeiten zu, diese unerwünschten Flicker-Effekte zu minimieren. Untersuchet wird hier weniger die Schaltungstechnik. Um anhand geeigneter Parameter den passenden Treiber zu finden, bieten die Datenblätter der Hersteller bereits aussagefähige Informationen.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Betrachtungen und der Tatsache, dass durch das Netzteil hervorgerufene Stromschwankungen im direkten Zusammenhang mit dem Flickerfaktor stehen, ist die Auswahl und Betrachtung von reinen Konstant-Strom-LED-Netzteilen, Kennzeichen CC, ein sinnvoller Weg. Zumal die hierbei ausgeführte direkte stromgeregelte LED-Ansteuerung die beste Effektivität hervorbringt. Auch liefern die zugehörigen Datenblätter direkt Informationen bezüglich der Schwankungsbreite des gelieferten Stroms und damit des zu erwartenden Flicker-Effekts. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Hersteller eher konservativ bei den Angaben in den Datenblättern vorgehen, das bedeutet die real gemessenen Werte fallen durchaus besser aus.

Untersucht man die Datenblätter der Serie ELG-C (Bild 4) des bekannten Herstellers Mean Well, erhält man die Angabe für die Strom-Schwankungs-Breite (Current Ripple) von 5 %. Überprüft man hingegen die Angaben für Current Ripple anhand des technischen Test-Reports ergibt sich eine nochmalige Verbesserung auf nur 3,7 %.

Ähnliche oder sogar noch bessere Ergebnisse erhält man auch mit der Serie HLG-C (Bild 5) des gleichen Herstellers. Die Angabe im Datenblatt enthält wiederum 5 % für den Current Ripple. Der technische Report hingegen liefert die Angabe von nur 2,84 %.

Das Ergebnis zeigt, mit den Bauteilen der hier untersuchten Mean-Well-Serien könnten bereits die UEFA-Anforderungen für Elite-Level-A-Stadien (Flickerfaktor kleiner 5 %) erfüllt werden.

Die besprochene Thematik spiegelt sich wiederum nicht nur im Bereich Hight-Speed-Aufnahmetechnik, sondern z. B. auch speziell bei der Raumbeleuchtung. Auch hier sollten verstärkt auf Flickerfreiheit geachtet werden, denn mittlerweile existieren Forschungsansätze und Maßgaben bezüglich der hervorgerufenen Effekte, die unsere Gesundheit beeinflussen. Die als Konstant-Spannung CV oder als Mischform CC+CV bekannten LED-Netzteile sind nicht zwangsläufig ungeeignet. Allerdings enthalten die Datenblätter nur eine Angabe für den Ripple&Noise, welcher indirekt Auswirkungen auf die Lichtemission der angesteuerten LED hat. Bild 6 verdeutlicht die Definition der Ripple-und-Noise-Definition.

Allerdings werden bei der Ermittlung des R&N-Parameters zusätzlich im vom Hersteller vorgegebenen Messaufbau-Kondensatoren zwischengeschaltet. Diese sind jedoch im späteren Betrieb nicht einzusetzen und verfälschen somit die Beurteilung der Flickerfreiheit. Deshalb ist beim Einsatz der CV- bzw. CV+CC-Netzteile die Gesamt-Applikation messtechnisch elektrisch und möglichst auch optisch zu überprüfen. High-Speed-Aufnahmetechnik stellt wiederum neue Anforderungen an die LED-Beleuchtungstechnik und speziell an die zu verwendenden LED-Treiber. Die Hersteller produzieren und liefern bereits passende Treiber.

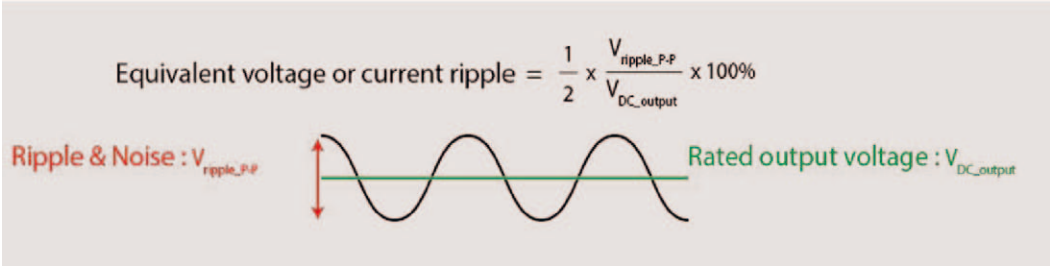


*Bild 6: Der Ripple&Noise hat indirekt Auswirkungen auf die Lichtemission der angesteuerten LED*

*Autor:*
*Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bergstein,*
*Produktmanager*
*Emtron electronic GmbH*
*www.emtron.ce*