



Illuminaten

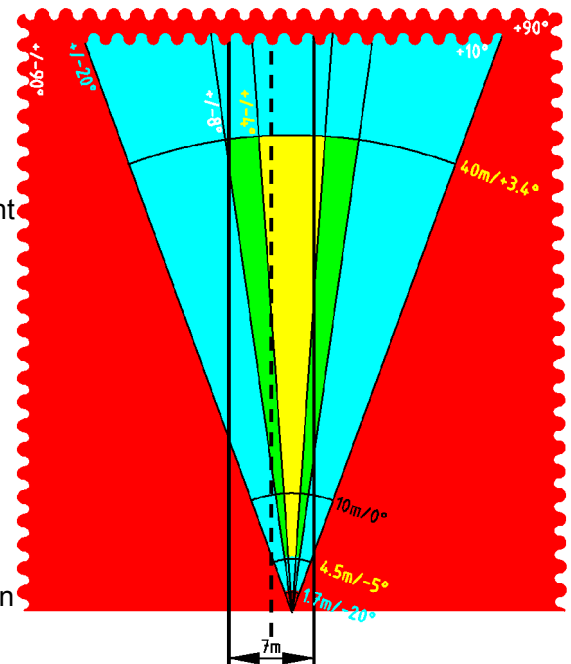
Lichtstrom-Messung an aktuellen LED-Scheinwerfern

Der Scheinwerfertest in aktivRadfahren 11-2008 fand große Beachtung. Ein Hersteller kritisierte, dass wir uns auf Messwerte der Beleuchtungsstärke am hellsten Punkt des Lichtfeldes beschränkt haben. Viel wichtiger als kleine helle Bereiche sei aber die Gesamtheit des abgestrahlten Lichtes, also der Lichtstrom (gemessen in Lumen). Diese Betrachtungsweise findet immer mehr Anhänger. Insbesondere Hersteller kostspieliger, nicht zugelassener Mountainbike-Leuchten werben mit eindrucksvollen Lumen-Angaben. Die Messung des Lichts ist jedoch sehr aufwändig, ein entsprechend ausgestattetes Lichtlabor teuer. Freundlicherweise war Fahrradlicht-Experte Olaf Schultz bereit, die Scheinwerfer aus unserem Test mit seinem professionellen Equipment zu vermessen.

Der Lichtstrom ist das Maß für die gesamte ausgestrahlte Lichtleistung im sichtbaren Spektralbereich – angepasst auf die unterschiedliche Farbempfindlichkeit des menschlichen Auge. Die Einheit dafür ist das Lumen. Eine klassische weiße LED, wie sie als reines Standlicht eingesetzt wird, liefert maximal 2 Lumen. Die besten für Fahrradbeleuchtungszwecke geeigneten Power-LEDs können über 200 Lumen liefern. Das schaffen sie aber nur unter optimalen Bedingungen, sprich perfekter Kühlung. Beleuchtungshersteller verwenden gerne die maximalen Lumenangaben aus dem LED-Datenblatt. Real am Fahrrad kommen bei mittlerem Tempo aber nur gerade mal die Hälfte auf der Fahrbahn an – bei schlecht gekühlten Leuchten noch weniger. Aber auch das ist noch erheblich mehr, als mit 2,4 Watt Halogenlampen möglich war. Die lieferten nominell 36 Lumen, bei Tempo50 vielleicht auch mal 50.

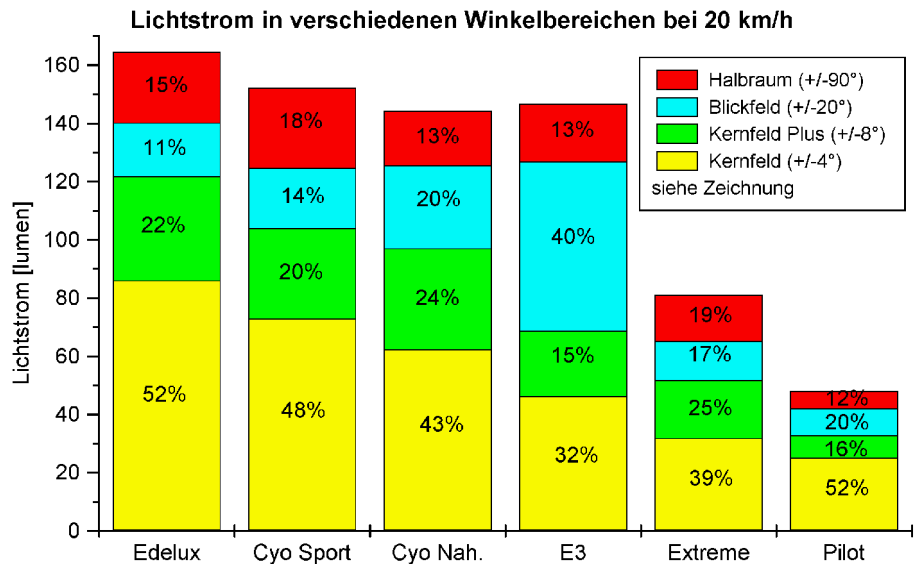
Wenig sinnvoll für Fahrradscheinwerfer ist es, stur das gesamte Licht aufzuaddieren. Licht in den Baumwipfeln, gar blendend im Auge des Radfahrers oder auf dem Reifen des Vorderrad sollte man nicht in den selben Topf werfen wie das Licht auf der Fahrbahn. Wir unterscheiden deshalb vier Winkelbereiche. In der Zeichnung sieht man eine 7m breite schmale Landstraße und die Strahllinien ausgehend vom Scheinwerfer eines mittig auf der Fahrspur fahrenden Radfahrers.

- **Gelb:** das Kernfeld, das man zwingend sehen muss und das so auch dem Bereich der Zulassungsvorschriften für „10-lux-Scheinwerfer“ entspricht. 4° nach rechts und links sowie 5° nach unten und 3.4° nach oben. In 10m Entfernung entspricht das gerade mal einem 1.4m breitem Lichtfeld, das aber von 5m bis zu 40m weit voraus reicht.
- **Grün:** bei Scheinwerfern mit starker LED ist es sinnvoll nicht nur heller sondern auch breiter zu strahlen. Auch die Vorschriften verlangen bei mehr als 42 Lumen Messungen bei $\pm 8^\circ$. Dieser Bereich leuchtet eine Fahrspur in 10m Entfernung schon nahezu auf ganzer Breite aus.
- **Blau:** kurvige Sträßchen oder gar gewundene Waldwege erfordern deutlich breiteres Licht, zudem freut man sich in schwierigem Gelände über Licht bis dicht ans Vorderrad und auch etwas Licht oberhalb des Horizonts, um herabhängende Äste zu erkennen. Der Bereich $\pm 20^\circ$ horizontal und $-20^\circ/\pm 10^\circ$ vertikal entspricht in etwa dem üblichen Blickfeld.
- **Rot:** umfaßt den gesamten Rest des nach vorne orientierten Halbraums

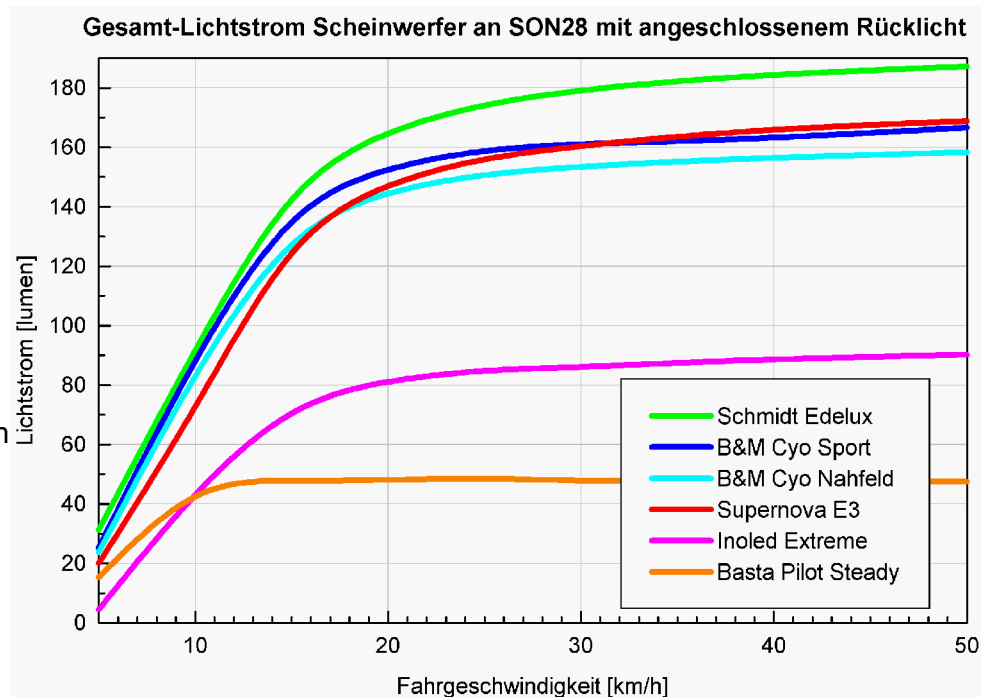


Gemessen wurde mit 2 verschiedenen Methoden. Das **Goniometer** schwenkt den Scheinwerfer in Zehntel-Grad-Schritten vertikal und horizontal, während er auf einen Präzisions-Luxmeter leuchtet. Ein Computer sammelt die Messdaten und integriert daraus die Lichtstrom-Werte für den jeweils gewünschten Winkelbereich. Die **Ulbrichtkugel** ist eine hoch reflektierend beschichtete Hohlkugel, in die der Scheinwerfer durch eine Öffnung hineinstrahlt. Das Luxmeter hinter einer normgerechten Abschattungs-Scheibe in der Kugel gibt einen charakteristischen Meßwert, der verrechnet mit einem Kalibrierfaktor dem gesamten Lichtstrom entspricht. Versorgt werden die Scheinwerfer von einem SON28 Nabendynamo, der mittels regelbarem Motor angetrieben wird. Stets ist an den Scheinwerfern noch ein Rücklicht Dtoplight angeschlossen. Um realitätsnahe Kühl-Bedingungen zu schaffen, wird mittels einem Gebläse Fahrtwind simuliert.

Das Balkendiagramm vergleicht die Lichtstrommessungen der wichtigsten aktuellen LED-Scheinwerfer. Während bei der Messung der maximalen Beleuchtungsstärke der Busch & Müller Cyo Nahfeld und der Supernova E3 deutlich hinter Schmidt Edelux und Cyo Sport zurück blieben, liegen die vier beim Gesamtlichtstrom sehr dicht beisammen. Das wundert auch nicht, denn schließlich verwenden alle die gleiche LED und die Kühlung ist zumindest bei mäßiger Leistung bei allen ausreichend. Während aber Edelux und Cyo Sport das meiste Licht im Kernfeld bündeln, verteilen Cyo Nahfeld und noch deutlicher der E3 viel Licht auch in die Randbereiche des Blickfeldes. Der Inoled Extreme liefert trotz vergleichbarer LED deutlich weniger Lichtstrom als die High-End-Konkurrenten. Der Pilot als Vertreter preisgünstiger Scheinwerfer nach „10-lux-Norm“ bündelt das meiste seines geringen Lichtstroms sinnvollerweise im Kernbereich.



Das Geschwindigkeits-Lichtstrom-Diagramm zeigt ebenfalls, dass die Cyo mit Edelux und E3 nicht weit voneinander entfernt liegen. Die aufwändige Kühlung des Edelux verschafft ihm bei hohem Tempo Vorteile. Schlechte Kühlung hingegen lässt den Inoled Extreme und noch deutlicher den Basta Pilot auf niedrigem Niveau stagnieren.



Fazit: Pauschale Lumen-Angaben (Supernova bewirbt den E3 mit 220 lm) auf Basis von Datenblattwerten sind ebensowenig hilfreich wie unkommentierte Lux-Werte. Wichtiger ist stets die Betrachtung der Lichtverteilung. Bei Fahrt auf nächtlichen Landstraßen mit wiederkehrender Blendung sowie bei schlechter Sicht durch Regen oder Nebel ist maximales Licht im engen Kernbereich des Lichtfeldes essentiell. Auf tiefliegendem, linksseitigen Radweg bei Nieselregen reicht selbst Testsieger Edelux kaum, um sicher unterwegs zu sein. Bei kurviger Wegführung und trockenem Boden freut man sich über gleichmäßig breit strahlendes Licht. Für Mountainbikefahrer wird der E3 hier reizvoll sein.

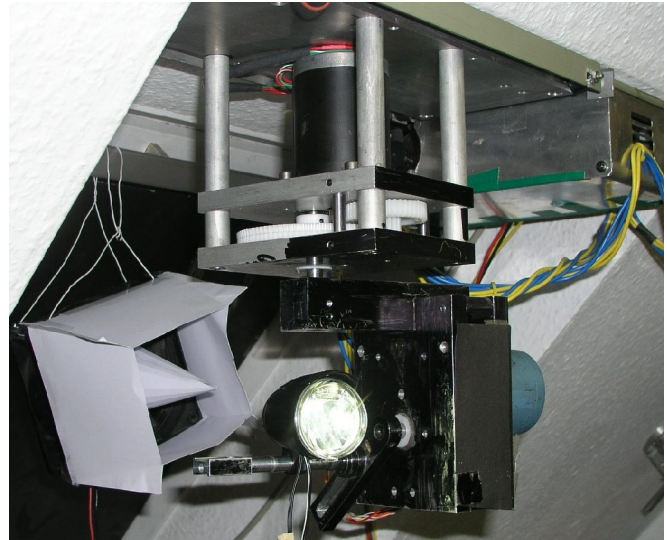
Andreas Oehler 14.01.2009 Artikel-Entwurf für AktivRadfahren 03-2009

weitere Messdaten aus dem Labor von Olaf Schultz findet man hier:
http://www.enhydralutris.de/Fahrrad/Goniometer/Gegenueberstellung_neu.html

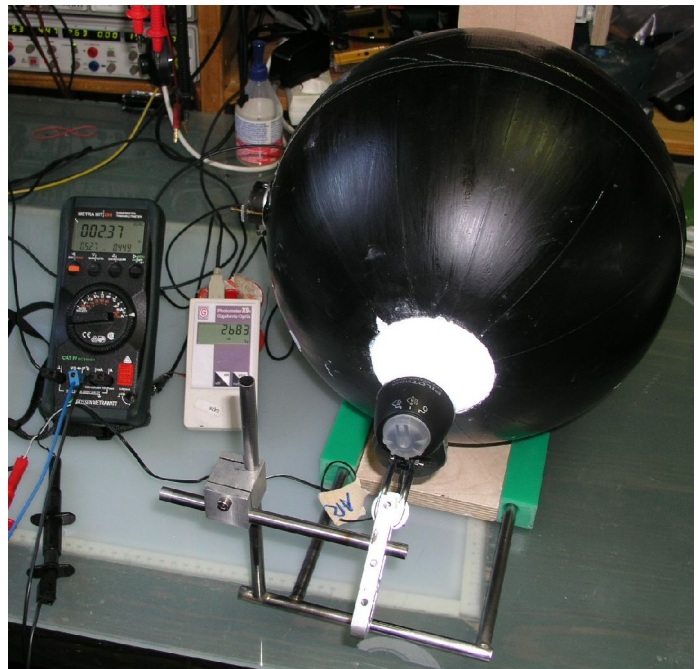
Messdaten zur Beleuchtungsstärke und Fotos der Lichtverteilung:
http://www.nabendynamo.de/service/pdf/ar_01-02_2009.pdf

Fotos zur Messanordnung:

a) Goniometer: hier wird gerade ein Cyo Sport vermessen und dazu von 2 präzisen Schrittmotoren horizontal und vertikal geschwenkt



b) Ulbrichtkugel: der Basta Pilot Steady leuchtet in die innen hoch-reflektierend beschichtete Kugel. Der seitlich eingeschobene Meßkopf ermittelt den Lichtstrom



c) Nabendynamo-Antrieb: ein mittels Frequenz-Umrichter Drehzahl-geregelter Motor setzt über eine Schwungscheibe den SON28disc in Bewegung. Das präzise Leistungsmeßgerät ermittelt Strom und Spannung



d) Dipl.-Ing. Olaf Schultz beim Vermessen eines Nabendynamos

