

# Licht am Ende des Tunnels

Dank neuer Leuchtdioden, gepaart mit intelligenter Reflektor-Technologie ist das dunkelste Kapitel des Radfahrens nun endgültig vorbei – wer jetzt auf LED-Scheinwerfer umrüstet, hat eine strahlende Zukunft vor sich. Wie erleuchtend sind die neuen LED-Lampen aber wirklich? Andreas Oehler, aR-Experte in Sachen Radbeleuchtung, hat sie getestet und kennt die Antwort.

Als auf den Herbstmessen im Jahr 2007 die Firma Busch & Müller mit dem IQ-Fly LED-Scheinwerfer das erste Mal das Potential moderner High-Power-LEDs konsequent auf Fahrräder mit Nabendynamos übertrug, war das eine Sensation, die maßgeblich für eine Revolution auf dem Lichtmarkt für Fahrräder sorgte. Ein gleichmäßig gebündelter Lichtstrahl von doppelter Breite und dreifacher Helligkeit gegenüber guten Halogenleuchten ließ vielen sprichwörtlich ein Licht aufgehen. Noch nie gab es so viele LED-Lampen auf dem Markt. Ihre Be-

rechtigung haben sie allein schon durch ihre enorme Lichtausbeute bei langsamer Fahrt und der nahezu unbegrenzten Lebensdauer. Seitdem hat sich viel getan, was unser Test zeigt. Wir berichteten im Sommer über den neuen Edelux-Scheinwerfer von Schmidt, der auf einem Reflektor des IQ-Fly von Busch & Müller basiert. Mit mehreren technischen Raffinessen holt Schmidt deutlich mehr Licht – vor allem bei schneller Fahrt durch maximierte Kühlung – aus dem Scheinwerfer. Doch auch Busch & Müller schläft nicht und bietet mit ähnlichen Verbes-

## Lichtbild Busch & Müller Lumotec „Cyo“ IQ 40-Lux-Scheinwerfer mit Nahfeldausleuchtung

Foto: Busch & Müller

präsentierte man diesen erstmals mit bestandener StVZO-Zulassung. Um Ihnen aber eine möglichst gute Übersicht über die Marktsituation zu geben, haben wir günstige und teure Modelle in einem umfangreichen Test gebündelt.

Herkömmliche Halogenleuchten sind vom Wirkprinzip bekannt. Doch was ist überhaupt eine LED? Die LED (Light Emission Diode) ist ein elektronisches Halbleiter-Bauteil, das bei Stromfluss in Durchlassrichtung einfarbiges Licht emittiert. Die Lichtfarbe (Wellenlänge) hängt dabei vom Halbleitermaterial ab. Weißes Licht wird erzeugt, indem man Chip und blaue LED mit Phosphor überzieht. Vorteil der weißen LED gegenüber Glühlampen ist die bei gleichem Strom höhere Lichtausbeute und die Unempfindlichkeit gegen Erschütterung. Gerade wegen letzterem Punkt ist die LED geradezu perfekt fürs Fahrrad. Weiterhin macht eine extrem lange Lebensdauer sowie eine sehr hohe Ausfallsicherheit der LED-Birne diese für den Betrieb in Fahrradlampen interessant. Für effizienten, langlebigen Betrieb muß die LED kühl bleiben, auch wenn sie ähnlich viel Verlustwärme wie eine Halogenlampe erzeugt. Man benutzt daher Kupfer- sowie Aluminiumträger zur Wärmeabfuhr. Besonders gut gelöst haben dieses Problem Hersteller wie Schmidt, Supernova oder Busch & Müller, die diese Bauteile direkt mit großflächigen, gut wärmeleitenden Alugehäusen oder Alukörpern verbinden. Andere Hersteller platzieren das gesamte Lampeninnenleben in einem Kunststoffgehäuse, was eine schlechtere Wärmeabfuhr und so eine geringere Lichtleistung mit sich bringt.

Die Phosphorschicht weißer Leuchtdioden erzeugt ein kaltes ungleichmäßiges Lichtspektrum - ähnlich dem einer billigen Leuchtstoffröhre. Manche Bereiche des normalen Lichts - etwa im roten oder grünen Bereich - sind aber im LED-Spektrum nicht oder nur sehr wenig enthalten, was gerade auf schmutziger Fahrbahn die Unterscheidung von trockenen und feuchten Böden sowie bei Gras, Steinen und Ästen erschwert. Hier haben normale Halogenlampen durch ihr wärmeres Licht mit einem kontinuierlichen Spektrum sichtbare Vorteile. Ihr wichtigster Vorteil ist die geringere Ermüdung der Augen, was bei längeren Etappen angenehm ist.

Zurück zur Energiebilanz: Auch die Notwendigkeit einer Vorschalt elektronik zur Anpassung der elektrischen Bedürfnisse der LED an den Dynamo-Strom und den Vorschriften kostet elektrische Leistung und verschlechtert so die Effizienz um 10 bis 30 Prozent. Schlechte Kühlung bei vollem Betriebsstrom kann bis zu 50% weniger Licht bedeuten.

Mit der Leuchtdauer verlieren LED-Leuchtmittel auch an Helligkeit. Dieser Unterschied wirkt

sich aber nur sehr langsam und somit kaum erkennbar aus. Nun ja, die Lebensdauer vieler LEDs dürften höher liegen als die der meisten Fahrräder.

Der Gesetzgeber gibt den Einsatz von Lichtanlagen vor, um die Sichtbarkeit des Radfahrers sicherzustellen. Aber nicht nur dies ist wichtig. Für den Radfahrer selbst ist ebenso wichtig, den Untergrund vor dem Rad genau erkennen zu können. Wer also ausschließlich in dunkler Umgebung fährt, für den ist die Lichtverteilung ein extrem interessanter Punkt. Ist man hingegen auf Haupt- und Landstraßen unterwegs und wird mit einem Kfz-Scheinwerfer geblendet, ist es von Vorteil, wenn das eigene Licht möglichst hell scheint. Denn so kann sich das Auge deutlich schneller an die vorherige, dunklere Umgebung gewöhnen, als wenn der Unterschied hell-dunkel sehr extrem ist. Je heller also das eigene Licht, desto schneller können Sie nach einer Blendung durch entgegenkommendes Licht wieder erkennen, was vor ihnen auf der Straße ist.

Für den aktiv Radfahren-Beleuchtungsstärktest montierten wir die Scheinwerfer an ein 28-Zoll-Trekkingrad mit einem SON-28 Nabendynamo. Der Nabendynamo treibt den Frontscheinwerfer sowie ein Busch & Müller D-Toplight Rücklicht an. Um den in der Praxis vorhandenen Fahrtwind zu simulieren und eine Kühlung der LEDs zu gewährleisten, ließen wir einen Lüfter die Scheinwerfer anblasen. Zum Vergleich mit bewährten Lampen haben wir einen herkömmlichen, bewährten Schmidt E6 Halogenscheinwerfer sowie den ersten Großserien-LED-Scheinwerfer, den IQ-Fly von Busch & Müller mit in den Test einbezogen. So können Sie die Fortschritte in der LED-Technik und generell Lampentechnik eindeutig erkennen.

### Nach 10 Minuten haben wir gemessen

Jeder Scheinwerfer erhält eine Warmlaufphase von zehn Minuten bei 35 km/h Fahrgeschwindigkeit. Anschließend wird die Geschwindigkeit abgesenkt: in Schritten von fünf Stundenkilometern. Vor einer Messung bekommt jeder Scheinwerfer zusätzlich eine Minute „Richtwertzeit“. Die im Diagramm für Tempo Null eingetragenen Werte wurden 30 Sekunden nach Stillstand des Laufrads gemessen.

**Fortsetzung folgt:** In aktiv Radfahren Januar-Februar (1-2/2009) finden Sie aktuelle Nabendynamos im Vergleichstest sowie bewährte und neue passive Sicherheitsaccessoires (u.a. rückstrahlende Produkte).

serungen im neuen Cyo-IQ gleich zwei Modelle an: als etwas hellere Sportversion mit Klarglas-scheibe oder als Normalversion mit integriertem Reflektor mit optimierter Nahfeldausleuchtung. Gerade letzteres bringt deutlich mehr Licht in den Bereich dicht vor den Reifen, was besonders auf Schotterwegen oder schlecht beleuchteten Straßen ein Vorteil ist.

Als Mitstreiter um den Testsieg für Highend-Dynamo-Beleuchtung tritt zudem Supernova - ein kleiner Hersteller aus Freiburg - mit seiner futuristisch designten E3-Leuchte an. Auf der IFMA

## Was ist im Test erkennbar?

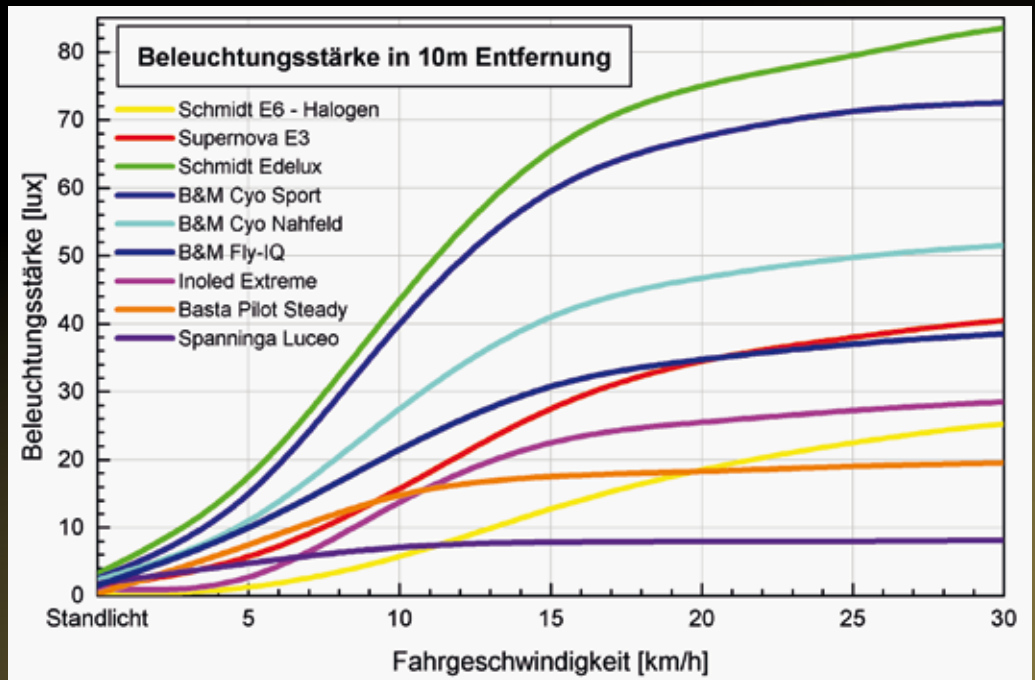
Auffallend bei der Beleuchtungsstärkenmessung ist bei schlecht gekühlten Scheinwerfern eine Verringerung der Lichtausbeute innerhalb des Zeitraums vom Einschalten bis zum Erreichen der Betriebstemperatur von bis zu 25 Prozent. Hier machen sich aufwendige, aber auch teure Kühlungssysteme bezahlt, wie sie Busch & Müller, Schmidt und Supernova einsetzen.

Den absoluten Spitzenplatz erreicht Schmidt mit dem Edelux. Er hält in allen Geschwindigkeitsbereichen die höchste Beleuchtungsstärke parat. Der Busch & Müller Cyo Sport ist Schmidt dicht auf den Fersen, bei langsamen Geschwindigkeiten fast gleichauf. Ab einer Geschwindigkeit von 20 km/h kommt die etwas schlechtere Kühlung des Cyo Sport zu tragen. Mit einer stets 30 Prozent dunkleren Leuchtstärke folgt der Cyo Nahfeld. Im direkten Vergleich des Cyo Sport und des IQ-Fly sind die Unterschiede durch eine bessere LED und einen effizienteren Kühlungsprozesses deutlich sichtbar. Busch & Müllers neuer Scheinwerfer ist bei 30 km/h fast doppelt so hell wie sein älterer Bruder. Supernovas E3 fällt bei langsamer Geschwindigkeit etwas ab, holt aber ab Tempo 20 stark auf und überholt zum Ende den IQ-Fly von Busch & Müller. Inoleds Extreme zeigt eine ähnliche Leuchtstärkenkurve wie der IQ-Fly – nur eben mit etwas weniger Licht. Die günstigen Frontlampen von Spanninga und Basta sind schon bei geringen Geschwindigkeiten relativ hell, steigern sich aber bei schnellerer Fahrt kaum mehr. Der Spanninga Luceo erreicht mit knapp zehn Lux gerade mal das Niveau, welches Edelux und die Cyos von Busch & Müller als Standlicht liefern – hier kann man noch etwas verbessern. Schmidts E6 Halogenscheinwerfer fängt im direkten Vergleich relativ schwach an, kann aber bei hoher Geschwindigkeit die Lampen von Spanninga und Basta überholen und holt Inoled fast ein.

## Test: Störeinflüsse auf Funktachos?

Erstmals getestet haben wir die Kombination mit Funktachos. Sie setzen sich immer mehr durch. Dank schneller, einfacher Montage sieht man sie schon sehr oft. Allerdings fallen sie auch durch Probleme mit fehlerhaften Anzeigen von Tempo und Strecke sowie kurzen Batterielaufzeiten auf. Gerade preisgünstige „analoge“ Funktachos lassen sich durch jede Art von elektromagnetischen Feldern stören: Trafostationen, Eisenbahn-Oberleitungen, Funkgeräte und andere Elektronikgeräte. LED-Scheinwerfer – egal, ob mit oder ohne Nabendynamo – stören fortwährend Funktachos, so lange das Licht eingeschaltet ist. Mit digital codiertem Funk sind Tachos weniger gefährdet, aber auch hier wird von Störungen berichtet.

Wir testeten einen NoName-Analog-Funk-



tacho und als Digitalmodell den Sigma DTS 2006 MHR. Tacho und Sender waren in üblicher Entfernung voneinander montiert und optimal ausgerichtet. Ein 26-Zoll-Laufrad wurde per Motor mit 20 km/h betrieben. Die getesteten Scheinwerfer wurden aus der Ferne kommend immer dichter auf den Tacho zubewegt, bis die Geschwindigkeitsanzeige deutlich von der korrekten Geschwindigkeit abwich. Die in der Tabelle genannte Entfernung ist diejenige, ab welcher der Tacho noch vernünftige Daten ausgibt. Fünf Zentimeter Abstand sollten real am Fahrrad meistens erreichbar sein – sofern der Scheinwerfer nicht direkt am Lenker befestigt werden muss. Fünfzehn Zentimeter und mehr sind aber nicht immer realisierbar.

Wer also moderne Scheinwerfer mit einem Funktacho kombinieren will, sollte zu einem Digital-Funktacho greifen. Am besten funktionieren die günstigsten Scheinwerfer-Modelle, welche auf einen Schaltregler verzichten. Mit Modellen mit Alugehäuse von Schmidt und Supernova sind Sie aber auch gut bedient.

Andreas Öhler/ Sebastian Böhm



Scheinwerfer	NoName Tacho analog	Sigma DTS2006MHR digital
B&M Dlumotec Oval Senso	30 cm	15 cm
B&M IQ-Fly	15 cm	10 cm
B&M Cyo	15 cm	10 cm
Schmidt Edelux	3 cm	Keine Störung
Supernova E3	5 cm	Keine Störung
Inoled Extreme	10 cm	5 cm
Basta Pilot Steady	Keine Störung	Keine Störung
Spanninga Luceo	Keine Störung	Keine Störung
B&M Ixon Akku-Scheinwerfer	10 cm	3 cm
B&M BigBang Akku-Scheinw.	10 cm	Keine Störung

**Busch&Müller** hat mit dem LED-Scheinwerfer IQ-Fly 2007 den Markt im Sturm erobert. Der geniale Offset-Spiegel und die effiziente Schaltregler-Elektronik sorgen für ein breites, gleichmäßiges und helles Licht auf der Straße, wie es zuvor mit Dynamolichtanlagen nicht denkbar war. Aber die Konstruktion war noch lange nicht ausgereizt.



**Schmidt Maschinenbau (SON)** präsentierte im Frühjahr 2008 den Edelux, der Spiegel und Teile der

Elektronik des IQ-Fly nutzt. Mit besserer LED, aufwändiger Kühlung und verlustarmem Frontglas liefert er bei schneller Fahrt mehr als das Doppelte an Licht! Zudem wird die Bedienbarkeit des Schalters durch eine große Nase erleichtert. Zwischen den Schalterendlagen für „Ein“ und „Aus“ bedeutet die Mittellage ohne klare Raststellung den Lichtsensor-Modus. Das polierte oder schwarz eloxierte Aluminiumgehäuse ist kaum größer als der Spiegel und schließt mit einem Ring um das Frontglas ab, der Eigenblendung des Nutzers verhindert und dem Scheinwerfer von vorne die Ästhetik eines hochwertigen Kamera-Objektives verleiht. Die Lichtverteilung ähnelt dem IQ-Fly, ist aber klarer konturiert. Die Sensorautomatik ist relativ „sicherheitsbewusst“ justiert, so dass schon im Schatten von dichten Alleebäumen das Licht angeht. Das Standlicht leuchtet ca. vier Minuten nach, und das so hell, dass es damit einfachen Halogenscheinwerfern bei zügiger Fahrt Konkurrenz machen würde.



Der **B&M Cyo Sport**, der in Kürze auf den Markt kommt, verfolgt sehr ähnliche Wege.

Auch hier wird eine bessere LED besser gekühlt. Statt Alugehäuse und Kupferkern wie bei Schmidt nutzt B&M einen

Aluguss-Aufsatz auf dem Kunststoff-Gehäuse, um die Wärme der LED nach außen abzuführen. Das leicht vorragende Bauteil erfüllt gleichzeitig noch die Funktion, die Eigenblendung des Nutzers zu vermeiden – aber trotzdem eine gute Seit-Sichtbarkeit zu ermöglichen. Das Gehäuse endet mit einem scheibenförmigen Dreh-schalter. Die Schaltposition „Aus“ schaltet hier auch das Standlicht mit aus. Etwas unelegant wirkt der Rücklichtanschluss: Ein kurzes Doppelkabel mit Steckschuhen hängt dazu aus dem Gehäuse. Wer kein Rücklicht anschließen will, muss Vorsorge gegen Kurzschlüsse treffen. Der Nahbereich 2-4 Meter vor dem Scheinwerfer bleibt dunkel, noch ausgeprägter als beim Edelux. Mit nur 90 Euro und beinahe so hellem Kernbereich wird er ein harter Konkurrent zum Edelux.



Der **B&M Cyo Nahfeld** unterscheidet sich von seinem sportlichen Bruder nur

durch zwei Punkte: Dem in der Frontscheibe integrierten Rückstrahler und dem geänderten Spiegel. Letzterer sorgt in erster Linie dafür, dass das Lichtfeld schon 2 Meter vor dem Scheinwerfer beginnt – also direkt vor dem Schatten, den Reifen und Schutzblech werfen. Diese Maßnahmen haben aber auch ihre Kehrseite: Im Kernbereich werden nur 2/3 der Beleuchtungsstärke des Cyo Sport erreicht und man sieht nicht ganz so weit voraus.

Der **Supernova E3** ist eine Augenweide für Freunde aufwändiger CNC-Fertigung. Der robuste Halter zeigt, dass der kleine deutsche Hersteller Erfahrung im Mountainbike-Bereich mitbringt. Der



Druckschalter hinten am Gehäuse ist leicht bedienbar. Das Licht der LED wird hier nicht per Spiegel gebün-

## Neue LED-Scheinwerfer Leuchten mit kühlem Kopf

delt, sondern mit Hilfe einer Kunststoff-Linse. Dieses Prinzip kann bei der kleinen Baugröße nicht die klar konturierte Lichtverteilung des IQ-Fly-Spiegels erreichen. Der in die Ferne reichende Strahl ist vergleichsweise schmal. Dafür ist das Nahfeld sehr breit und zudem von einer weichen „Lichtwolke“ umgeben. Auch hier scheint also eher an den Mountainbiker gedacht worden zu sein, der auf kurviger Piste guten Überblick in der Nähe braucht. Für schnelle Straßenfahrten ist die Lichtverteilung weniger günstig, weil das zu helle Nahfeld dem Auge die Sicht in die weniger hell erleuchtete Ferne erschwert. Supernova bietet neben der StVZO-treuen Optik auch Varianten mit rotationssymmetrisch und ovaler Lichtverteilung an. Diese kombinieren auch engen hellen Kernstrahl mit weitem Nahfeld, blenden aber Entgegenkommende stark und sind deshalb nicht für die Straßennutzung zugelassen.



Der schwäbische Hersteller **Inoled** setzte schon vor B&M einen hocheffizienten Offset-Spiegel zum Bündeln des LED-Lichts ein. Die aktuelle Version davon ist der **Extreme**. Er bietet ein sehr gleichmäßiges Lichtfeld mit praktikabler Nahfeldausleuchtung. Der zwischen den Anschlusssteckern versteckte Druckschalter ist schlecht zu betätigen. Man kann damit auch das Standlicht abschalten. Bezüglich LED-Kühlung ist er noch auf dem Stand des IQ-Fly: Der



Alu-Kühlkörper ist hier zwar relativ voluminös – aber isoliert im Kunststoffgehäuse weit weg vom Fahrtwind.

**Spanninga** ist ein etabliertes Unternehmen auf dem holländischen und französischen

Markt – in Deutschland aber weniger bekannt. Dem Luceo sieht man an, dass er in erster Linie für den Batteriebetrieb konstruiert wurde. Sein Batteriefach fasst 3 AA-Zellen. Es gibt aber auch eine Dynamo-Version mit Sensorautomatik und vergleichsweise erstaunlich hellem Standlicht. Eine einzelne 5-mm-LED sitzt mittig in der Frontscheibe und strahlt nach hinten in einen Hohlspiegel. So wird das Licht sehr effizient genutzt. Allerdings liefert die LED auch nur sehr wenig Licht – so dass der Luceo selbst das Lichtniveau von Halogenscheinwerfern beimäßigem Tempo kaum erreicht.








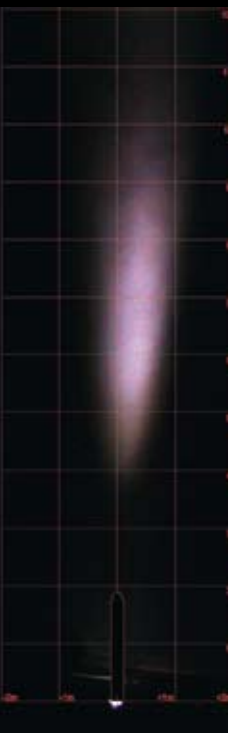

Der **Basta Pilot Steady** wird

seit Ende 2004 produziert. Er ist bewährt und hat durchaus seine Fans auf dem Markt. Der Drehschalter an der Rückseite erlaubt die Abschaltung des Standlichtes und die Wahl des Sensormodus. Zur Lichtbündelung wird wie beim E3 eine Kunststoff-Linse genutzt. Die Lichtverteilung hat sich deutlich gegenüber dem aktiv Radfahren-Test aus dem Jahre 2005 verschlechtert, dafür ist er doppelt so hell. Beide aktuellen Exemplare blenden Entgegenkommende doppelt so stark wie zulässig, die Lichtverteilung ist rein rotationssymmetrisch. Die Ausleuchtung der Fahrbahn ist vergleichbar mit einem mittelmäßigen Halogenscheinwerfer bei zügiger Fahrt.



**Unsere Testfotos zeigen einmal das Lichtbild beim Leuchten auf eine weiße Wand. Darunter sieht man aus der Vogelperspektive die Lichtverteilung bei vergleichbarer Ausrichtung auf der Fahrbahn. Das eingezeichnete rote Gitter hat eine Maschenweite von einem Meter. Der helle Fleck am unteren Ende ist der Scheinwerfer. Der schwarze Bereich direkt davor ist der Schattenwurf des Vorderrades. Alle Fotos entstanden mit identischen Kamerawerten.**

	<b>Basta Pilot Steady</b>	<b>B&amp;M Cyo Nahfeld</b>	<b>B&amp;M Cyo Sport</b>	<b>Inoled Extreme</b>	<b>Schmidt E6 Halogen</b>
<b>PRODUKTFOTO</b>					
<b>WANDPROJEKTION</b>					
<b>STRASSENPROJEKTION</b>					
<b>EIGEN- ANTEN- SCHAFEN</b>	Langes, mittelbreites Lichtfeld	Das Lichtfeld reicht bis an den Schatten des Vorderrades heran, etwas dunkler in der Ferne	Lichtfeld wie vom Busch und Müller IQ-Fly bekannt, aber 50% heller	Gleichmäßiges Lichtfeld, ähnlich wie beim Cyo Sport, aber weniger weit, da dunkler	Langes, gleichmäßiges, aber schmales Lichtfeld
<b>VARI- ANTEN- SCHAFEN</b>	Sensorautomatik, abschaltbares Standlicht	Sensorautomatik, abschaltbares Standlicht	Sensorautomatik, abschaltbares Standlicht	Abschaltbares Standlicht	Referenz Halogenscheinwerfer
<b>BEZUGS- ADRESSE</b>	45 Euro	89 Euro	89 Euro	105 Euro	69 Euro
	Basta, Tel.: 02304-976260, mail@basta-deutschland.de, www.basta-deutschland.de	Busch & Müller KG, Tel.: 02354-9156, info@bumm.de, www.bumm.de	Busch & Müller KG, Tel.: 02354-9156, info@bumm.de, www.bumm.de	Inoled OHG, Tel.: 07352-9212-30, info@inoled.com, www.inoled.com	Schmidt Maschinenbau, Tel.: 07071-38870, info@nabendynamo.de, www.nabendynamo.de

Schmidt Edelux	Spanninga Luceo	Supernova E3	
 <p><b>TIPP</b> aktiv Radfahren www.radfahren.de Testsieger</p>			PRODUKTFOTO
			WANDPROJEKTION
			STRASSENPROJEKTION
<p>Noch heller als der Cyo Sport, etwas mehr Licht im Nahfeld</p>	<p>Dunkel und schmal</p>	<p>Breite Lichtwolke mit etwas chaotisch wirkenden Strukturen, zu helles Nahfeld</p>	EIGENSCHAFTEN
<p>Sensorautomatik, Standlicht</p>	<p>Sensorautomatik, Standlicht</p>	<p>Standlicht</p>	VARIANTEN
<p>139 Euro</p>	<p>45 Euro</p>	<p>169 Euro</p>	
<p>Schmidt Maschinenbau, Tel.: 07071-38870, info@nabendynamo.de, www.nabendynamo.de</p>	<p>Spanninga Metaal B.V., Tel.: 0031-(0)513-414665, www.spanninga.nl</p>	<p>Supernova, Tel.: 0761-58539087, info@supernova-lights.com, www.supernova-lights.com</p>	BEZUGS-ADRESSEN

# So viel Licht muss ans Rad

In der StVZO, § 67 ist der gesetzliche Rahmen geregelt: Fahrräder müssen einen Dynamo, einen Scheinwerfer und ein Rücklicht als aktive Beleuchtung haben. Als passive Beleuchtungskomponenten erforderlich sind Speichenstrahler, Pedalrückstrahler, ein Großflächen- sowie kleiner Rückstrahler (also zwei Rückstrahler!) sowie ein weißer Frontreflektor, der meist im Scheinwerfer integriert ist.

Roter Rückscheinwerfer (nur dynamobetrieben, Batterielicht ist nur zusätzlich erlaubt), mindestens 25 cm über der Fahrbahn. Eine Standlichtfunktion ist sehr sinnvoll. Standlichtoption wird von aktiv Radfahren dringend zur rückwärtigen Absicherung bei Radstillstand (z.B. Ampelstopp) empfohlen. Zusätzlich ein nach hinten abstrahlender Reflektor (selbst wenn einer schon im Rücklicht integriert ist).



Gelbe Reflektorenscheiben in den Pedalen, nach vorn und hinten abstrahlend. Auch seitlich wirkende gelbe Rückstrahler sind zulässig. Weitere Lichtanlagen am Rad montiert sind nicht zulässig, an Helm oder Kleidung aber schon - sofern sie nicht blenden.

Die Längsseiten müssen nach jeder Seite mit mindestens zwei um 180° versetzt angebrachten, gelben Speichenrückstrahlern in den Speichen des Vorderrades und des Hinterrades versehen sein.

Alternativ erlaubt: Ringförmig zusammenhängende, retro-reflektierende weiße Streifen an den Reifen, Felgen oder reflektierende Speichen (alle Speichen) des Vorderrades und des Hinterrades.

Für Rennräder, deren Gewicht nicht mehr als 11 kg beträgt, gilt abweichend Folgendes:

1. Für den Betrieb von Scheinwerfer und Schlussleuchte brauchen anstelle der Lichtmaschine nur eine oder mehrere Batterien mitgeführt zu werden.
2. Scheinwerfer und Schlussleuchte brauchen nicht fest am Fahrrad angebracht zu sein. Sie sind jedoch mitzuführen und bei beginnender Dunkelheit am Fahrrad anzubringen und zu benutzen.



Frontscheinwerfer mit mindestens 10 Lux. Blendfreie Ausstrahlung muss gewährleistet sein. Standlicht nicht vorgeschrieben, wird aber von aktiv Radfahren bei Ampelstopps empfohlen. Nötig ist ein nach vorn rückstrahlender, weißer Reflektor. Dieser kann im Lampengehäuse integriert oder als weißer Rückstrahler per Schelle montiert sein.

Jedes Fahrrad, das auf öffentlichen Straßen unterwegs ist (einzige Ausnahme: Rennräder unter 11 kg), benötigt eine Lichtmaschine (Naben- oder Seitenläuferdynamo), die das Frontlicht sowie das Rücklicht befeuert.

## StVZO (Bußgeldkatalog)

Folgende Geldbußen werden bei Missachtung auferlegt (sinngemäße Wiedergabe):

### § 17 StVO:

Ohne vorgeschriebene Beleuchtungseinrichtung gefahren, obwohl es die Sichtverhältnisse erforderten: **10 Euro**. Mit falschem Licht oder Arbeitsscheinwerfer gefahren, obwohl diese lichttechnischen Beleuchtungseinrichtungen nicht den Vorschriften entsprechen: **15 Euro**. Wenn es zur Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer kam (Blendung, weil Licht zu hoch gestellt): **15 Euro**. Unfall dadurch verursacht: **35 Euro**.

### § 23 StVO:

Ein Fahrrad geführt, dessen Beleuchtungseinrichtung nicht vorhanden bzw. nicht betriebsbereit war: **10 Euro**.

### § 67 StVZO:

Ein Fahrrad geführt, obwohl die lichttechnischen Einrichtungen nicht den Vorschriften entsprachen: **10 Euro**. Die für ein Rennrad bis 11 Kilo erforderliche lichttechnische Einrichtung nicht mitgeführt: **10 Euro**.

# Licht-Lexikon

## Elektrische Grundbegriffe

**Watt** – elektrische Leistung. Laut StVZO muss ein Dynamo mindestens 3,0 Watt Leistung abgeben – 2,4 Watt für den Scheinwerfer, 0,6 Watt für das Rücklicht (diese Standardisierung macht es dem Radfahrer möglich, Produkte unterschiedlicher Hersteller zu kombinieren). Bei batterie-/akkubetriebenen Anlagen ist keine Wattzahl festgelegt.

**Volt** – Spannung. StVZO-konforme Dynamo-Beleuchtungsanlagen arbeiten mit 6,0 Volt Nennspannung. Ausnahmegenehmigungen gibt es für 12-Volt-Anlagen. Moderne LED-Scheinwerfer arbeiten am Dynamo real bei 7-8 Volt.

## Lichttechnische Begriffe

**Candela** – Lichtstärke. Ausgestrahlte Lichtmenge in eine bestimmte Richtung, nicht auf eine Entfernung bezogen, wird in Candela gemessen (z.B. 1000 cd = 10 lx in 10 m Entfernung). Ursprünglich war die Lichtstärke einer Kerze mit 1 Candela definiert.

**Lumen** – Lichtstrom. Wert, der die gesamte ausgestrahlte Lichtmenge eines Leuchtmittels angibt. Der Lichtstrom gibt die Lichtleistung des Leuchtmittels an.

**Lux** – Beleuchtungsstärke. Helligkeitswert an einem bestimmten Punkt. Die Beleuchtungsstärke (Lux-Wert) nimmt quadratisch mit der Entfernung ab. Prüfvorschriften für Fahrradscheinwerfer beziehen sich auf Beleuchtungsstärken in 10 m Entfernung. Die erwähnte Kerze hätte hiernach 0,01 Lux in 10 m Entfernung.

**Lumen pro Watt** – Lichtausbeute. Ausgesendeter Lichtstrom pro eingesetzte elektrische Leistung. Halogenlampe 15–25 lm/W; Hochleistungs-LED 30–100 lm/W, Gasentladungslampe ca. 50–100 lm/W. Der Lichtstrom ist schwierig zu messen, und viele Herstellerangaben dazu sind zweifelhaft oder zumindest nicht vergleichbar.

**Farbtemperatur** – gibt die Farbe des weißen Lichtes an, wird in Kelvin (K) gemessen. Eine

Halogenglühlampe (2850 K) hat ein gelblicheres Licht als eine weiße LED (etwa 5500 K). Das weiße LED-Licht ist dabei deutlich kälter und gleicht eher einer Leuchtstoffröhre. Gelbliches, wärmeres Licht von Halogenlampen ist im Gegensatz aber angenehmer fürs Auge.

## Gesetzliche Begriffe

**10-Lux-Regelung** – die „10-Lux-Regelung“ greift bei den technischen Anforderungen der StVZO. In ihr wird u.a. festgelegt, dass ein Radscheinwerfer im hellsten Punkt mindestens eine Helligkeit von 10 Lux in 10 Meter Entfernung haben muss. Diese Mindestanforderung ist seit 2007 in Kraft getreten. Vorher galten mindestens 7 Lux für Halogenscheinwerfer und mindestens 4 Lux für Scheinwerfer mit Normalglühlampe und batteriebetriebenen Scheinwerfer. Scheinwerfer, die diese Regel nicht erfüllen, dürfen nicht vom Hersteller ausgeliefert werden.

**Überspannungsschutz** – auch vorgeschrieben ist, dass ein Dynamo einen Überspannungsschutz haben muss. Dieser schützt bei Ausfall des Scheinwerfers das Rücklicht vor dem Durchbrennen. Gilt auch umgekehrt. Alternativ kann der Überspannungsschutz im Scheinwerfer untergebracht sein.

Die „11-kg-Regel“ besagt, dass an Rennrädern unter 11 kg erlaubt ist, anstelle des Dynamos eine zugelassene batterie- bzw. akkubetriebene Beleuchtung zu haben. Dies hätte durch die StVZO-Novelle, die im Bundesrat gescheitert ist, auch für Mountainbikes bis 13 kg Gewicht gelten sollen. Schade.

Der Grund für diese seltsam anmutende Gewichtsregelung: Ursprünglich waren für alle Fahrräder Dynamos als „unerschöpfliche“ Energiequelle vorgeschrieben. Damals gab es aber noch keine Nabendynamos und Reibraddynamos hätten leichte Rennreifen schnell zerstört. Der Gesetzgeber hat daraufhin eine Ausnahmeregelung für Rennräder getroffen und diese über das Gewicht definiert.