



Bild: Dörfler

Die Lebensdauer einer Kfz-Lampe hängt vorwiegend ab von Betriebsspannung, Vibrationen, Umgebungstemperatur und Häufigkeit der Nutzung.

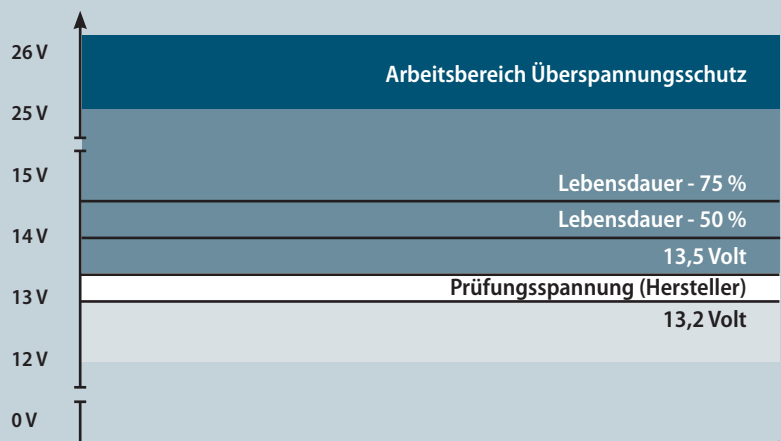
Gründe für vorzeitigen Lampenausfall

Erhellung

Nach wie vor sind zahlreiche Fahrzeuge im Markt, die Lampen „fressen“, also einen signifikant frühzeitigen Ausfall von Scheinwerfer- und Signallampen aufweisen. Dieser Artikel benennt sowohl Ursachen als auch Abhilfemaßnahmen. So viel vorweg: Nicht geeignet sind so genannte Zwölf-Volt-Überspannungsschutz-Module.

Scheinwerfer- und Signallampen in Kfz sind nicht nur Verschleißteile; sie gehören zu den am häufigsten benötigten Ersatzteilen. Besonders groß ist das Ersatzteilangebot bei Scheinwerferlampen, die mit normaler Bordnetzspannung betrieben werden (in der Regel Halogenlampen). Neben diversen Sockelvarianten existieren auch auf Helligkeit und Lebensdauer bezogene Unterschiede: Standard-, besonders helle und besonders langlebige Lampen. Damit einher gehen nochmals zum Teil erhebliche Qualitätsunterschiede. Bedeutung in der Praxis: Gerade, aber nicht nur bei den besonders hellen Lampen ist die Erneuerungshäufigkeit mit ca. einmal pro Jahr recht hoch. So ergab ein nicht allzu lang zurückliegender Test im Auftrag einer Endverbraucher-Zeitschrift bei der H7-Lampe eines

Spannung und Lebensdauer



Quelle: Dörfler

Zwölf-Volt-Überspannungsschutz-Module reagieren im Regelfall erst ab Spannungen oberhalb von ca. 25 Volt.

bestimmten Herstellers nur 270 Betriebsstunden. Besonders langlebige Lampen liefern eine geringere Lichtstärke, halten unter Normalbedingungen aber wesentlich länger, nämlich bis zu 1.500 Stunden, was im Fahrzeug einer Lebensdauer von rund fünf Jahren entspricht. Standardlampen erreichen durchschnittlich nur 35 bis 50 Prozent dieser Lebensdauer.

Lampentypübergreifend und unabhängig von der Helligkeits- oder Lebensdauerangabe kann es im Alltagsbetrieb zu hohem Lampenverschleiß kommen, was für den Kunden auf Dauer zur kostspieligen Angelegenheit wird. Was sind die Ursachen für frühen Ausfall?

Zum besseren Verständnis zunächst einige wichtige Zusammenhänge. Generell besitzt eine Signallampe (Glühlampe) einen Glühfaden – ein dünner Wolframdraht, durch den Strom geschickt wird, der ihn zum Glühen bringt. Auslegungsnahängig kann der Glühfaden Temperaturen von 2.500 bis 2.900 Grad Celsius annehmen. Dabei wird nur ein geringer Teil (rund zehn Prozent) der elektrischen Leistung in Licht umgewandelt. Der Rest wird als Wärmestrahlung abgegeben. Konventionelle Glühlampen erreichen bei Betrieb mit Nennspannung eine Lebensdauer von im Schnitt 1.000 Stunden. Für Halogenlampen werden, je nach Typ und Ausführung, 270 bis 1.000 Stunden angegeben. Halogenlampen für Scheinwerfer liegen bei Prüfspannung 13,2 Volt im Bereich von ungefähr 500 Stunden.

Bedingt durch Stromfluss und damit verbundener Erhitzung des Glühfadens

kommt es stetig zur Abdampfung von Wolframatomten. Der so genannte Halogenkreisprozess bewirkt, dass sich die freien Atome nicht am Glaskolben ablagern, was dessen Schwärzung verursachen würde. Halogenkonzentration und Wolframverdampfungsrate sind bei der Prüfspannung 13,2 Volt aufeinander abgestimmt. Überspannung bewirkt durch größere Hitze vermehrt Wolframatomte in der Lampenatmosphäre, so dass die Halogenkonzentration nicht mehr ausreicht und es zur Schwärzung kommt.

Auch eine zu geringe Temperatur am Glaskolben bewirkt die Störung des Ha-

▶ **Temperatur am Glaskolben:** sowohl zu hohe als auch zu geringe Temperatur stört den Halogenkreisprozess.

logenenkreisprozesses mit Ablagerung von Wolframatomten als Folgeerscheinung.

Brennt eine Glühwendel durch, dann an einer dünnen Stelle. Die Stellen entstehen allmählich durch nicht gleichmäßiges Abdampfen des Materials. Meist geschieht das beim Einschalten der Lampe durch deren anfänglich hohe Stromaufnahme (PTC-Verhalten). Eine Möglichkeit, die Lebensdauer zu verlängern, wäre also die Begrenzung des Stroms.

Was bedeutet überhaupt der Begriff durchschnittliche Lebensdauer? Bedingt u. a. durch Fertigungstoleranzen erreichen nicht alle Lampen dieselbe Lebensdauer. Deshalb existiert eine Regel: Der

Hersteller hat die Zeitspanne, nach der 63,2 Prozent einer Lampen-Prüfmenge ausfielen, als durchschnittliche Lebensdauer in das Datenblatt zu schreiben.

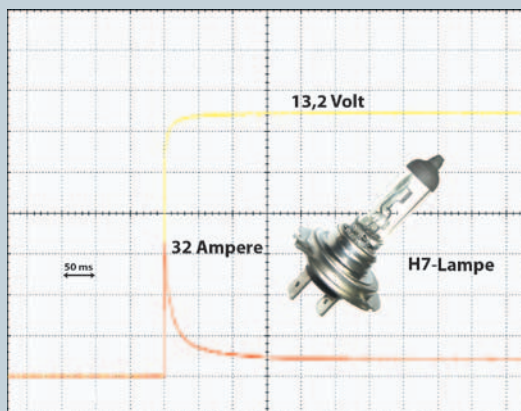
Prüfspannungen: 13,2 und 13,5 Volt

Die Dimensionierung von Lampen ist also stets ein individueller Kompromiss aus Betriebsspannung, Lichtausbeute und Lebensdauer. Die tatsächliche Lebensdauer einer Lampe hängt vorwiegend von diesen Faktoren ab:

- ✓ Einhaltung der Betriebsspannung
- ✓ Vibrationen im Betrieb
- ✓ Umgebungstemperatur
- ✓ Häufigkeit der Schaltvorgänge

Oft beschweren sich Kunden über kurze Lampenlebensdauern, wobei es sich sowohl um Signal- als auch um Scheinwerferlampen handeln kann. Als Grund für vorzeitigen Ausfall kommt eine dauerhaft zu hohe Betriebsspannung in Frage, deren Ursache mit hoher Wahrscheinlichkeit im Bereich Generator/Regler liegt. Weil die Prüfspannungen der Lampenhersteller 13,2 Volt für Halogen- und 13,5 Volt für Signallampen betragen, ist jede Überschreitung dieser Spannungen mit verkürzter Lebensdauer der betreffenden Lampe verbunden. Trotz korrekt arbeitendem Generator liegen an der Lampe zum Teil Spannungen bis 14,5 Volt an. Abhilfe schafft ein Vorwiderstand in Form eines in die Zuleitung zu integrierenden Widerstandskabels. Nicht geeignet sind so genannte Zwölf-Volt-Überspannungsschutz-Module, weil sie im Regelfall erst

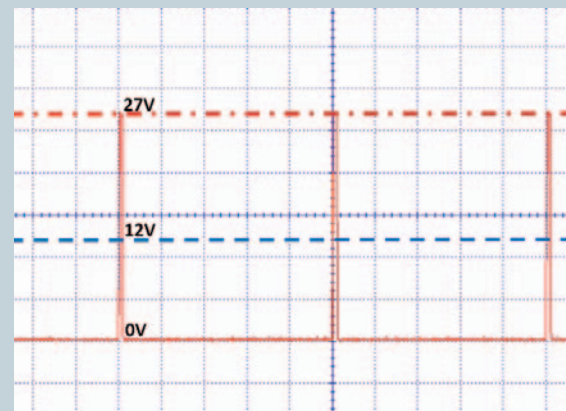
Einschaltvorgang



Quelle: Dörfler

Einschaltstrom einer H7-Lampe: bis zu 35 Ampere sind möglich.

Spannungsspitzen



Quelle: Dörfler

Spannungsbegrenzung durch Zwölf-Volt-Überspannungsschutz-Modul

ab ca. 25 Volt reagieren. Die Grafik auf dieser Seite unten dient als Anhaltspunkt für die zu erwartende Lampenlebensdauer, allein bezogen auf die Betriebsspannung der Lampe, ohne Berücksichtigung anderer Parameter wie Temperatur- oder Schwingungsbelastung.

Rekuperationsphase: bis zu 17 Volt

Im realen Fahrbetrieb können Situationen entstehen, bei denen die Normalspannung an der Lampe sogar um einige Volt überschritten wird. So zum Beispiel im Rekuperationsbetrieb; in der Phase des Schiebebetriebs treten am Lampen-

sockel Spannungen bis 17 Volt auf, die die Lebensdauer der Lampe reduzieren. Diesbezügliche Faustregel: fünf Prozent Überspannung wirkt lebensdauerhalbiierend, während fünf Prozent Unterspannung lebensdauerverdoppelnd wirkt.

Um die Helligkeit einer Lampe um ca. 50 Prozent zu steigern, muss die Betriebsspannung um 20 Prozent erhöht werden, was wiederum die Lebensdauer der Lampe auf etwa fünf Prozent reduziert. Nicht vorteilhaft für die Lampenlebensdauer sind zudem hohe Einschaltspannungen, verursacht durch deren Ansteuerung per Pulsweitenmodulation (PWM), sowie, speziell bei Halogenlampen, ebensolche

Einschaltströme bis 35 Ampere. Daneben hängt die Haltbarkeit von Scheinwerfer- und Signallampen entscheidend von ihrer Qualität ab. Zwar unterliegen so genannte Standardlampen bei namhaften Herstellern den gleichen Qualitätsansprüchen wie teurere Lampenversionen. Aufgrund reduzierter Lebensdaueranforderung können hier aber dünnere Glühwendel, veränderte Gasfüllungen und Drücke zum Einsatz kommen, was den geringeren Preis erklärt.

Ausfallursache Erschütterungen

Qualitätsunterschiede liegen oft in der Fertigung begründet. So sind bei Lampen fernöstlicher Herkunft nicht selten Mängel feststellbar, beispielsweise bei der Maßhaltigkeit der Glühwendel oder bei der Beschichtung des Glaskolbens. Beides kann zu frühzeitigem Ausfall führen.

Hält man sich die filigranen Glühwendel vor Augen, wird eine weitere Ausfallursache deutlich: Erschütterungen durch

- **Lampen fernöstlicher Herkunft:** Mängel bei Glühwendelmaßhaltigkeit und Glaskolbenbeschichtung

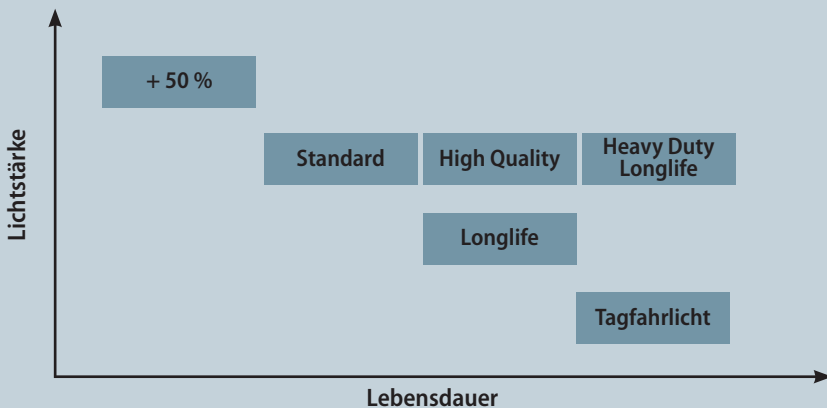
Schlaglöcher oder Kopfsteinpflaster, aber auch durch defekte oder lockere Scheinwerferhalterungen. Beim Hersteller werden Lampen deshalb einer Vibrationsprüfung unterzogen: 20 Stunden lang in den Frequenzbereichen 80 bis 150 Hertz und 150 bis 1.000 Hertz, bei jeweils zehninuitigen Ein- und Ausschaltphasen. In diesem Frequenzbereich können Kräfte bis zu 14 g, also dem 14-fachen der Erdbeschleunigung, auftreten.

Ungünstiger Mix aller Faktoren

Fazit: Frühzeitige Lampenausfälle entstehen meist durch ungünstigen Mix aller genannten Faktoren. Um den Faktor reduzierte Qualität auszuschließen, sind Lampen aus namhafter europäischer Produktion empfehlenswert. Zudem ist bei jedem Kunden neu zu überlegen, ob Lichtausbeute oder Langlebigkeit im Vordergrund stehen. Wird die erwartete Lebensdauer deutlich unterschritten, sind Betriebsspannung und Scheinwerferbefestigung hauptsächliche Prüfpunkte.

Reinhold Dörfler

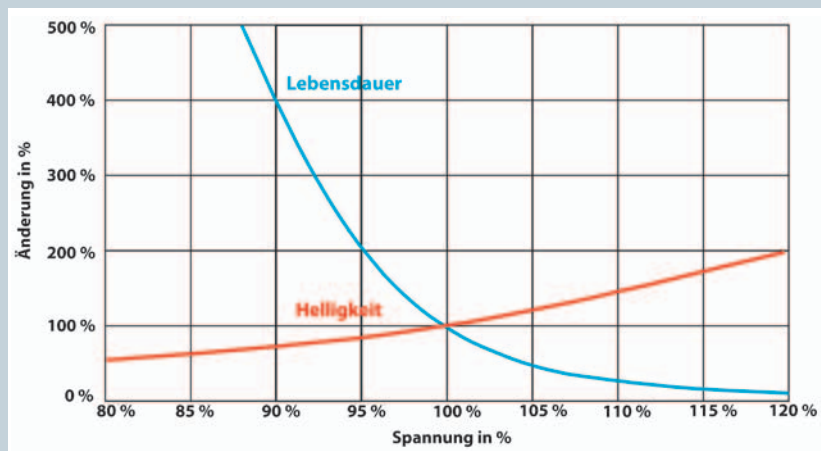
Ersatz-Scheinwerferlampen



Quelle: Dörfler

Grundsatz bei Ersatz-Scheinwerferlampen: entweder Lichtstärke oder Lebensdauer

Lichtstärke oder Lebensdauer



Quelle: Dörfler

Mehr Lichtstärke bedeutet in jedem Fall weniger Lebensdauer, oft sogar viel weniger.