

Bernburg
Dessau
Köthen



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences

emw
Fachbereich
Elektrotechnik, Maschinenbau
und Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Stefan Dalchow

Vorname Nachname

Maschinenbau, 2009, 4048479

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

Analyse des Verfahrens zur Überprüfung der
Scheinwerfereinstellung bei Hauptuntersuchungen

Prof. Dr. Jürgen Pohl

Vorsitzender der Bachelorprüfungskommission/1. Prüfer

Prof. Dr. Hans-Heino Hiekel

2. Prüfer

01.10.2013

Abgabe am

Aufgabenstellung zur Bachelorarbeit

Titel:

Analyse des Verfahrens zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung bei Hauptuntersuchungen

Kurzbeschreibung Thema:

Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist u.a. die korrekte Scheinwerfereinstellung zu überprüfen. In einem ersten Schritt sind hierbei die zu berücksichtigenden Vorschriften auszuwerten und zusammenfassend darzustellen.

An Hand der Zusammenfassung sollen anschließend mögliche Fehlerquellen ermittelt werden. Es ist zu analysieren, ob diese das Prüfergebnis unzulässig verfälschen bzw. die Reproduzierbarkeit einer Prüfung verhindern können. Dabei ist auch auf ggf. zu berücksichtigende Besonderheiten verschiedener Beleuchtungssysteme sowie unterschiedlicher Prüfbedingungen einzugehen. Die Analyse soll einen theoretischen und einen versuchstechnischen Teil enthalten.

Abschließend sind, sofern erforderlich, Verbesserungsvorschläge für das Prüfverfahren zu erarbeiten.

Kurzfassung

In meiner Tätigkeit bei der TÜV Nord Mobilität beschäftige ich mich mit der "Analyse des Verfahrens zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung bei Hauptuntersuchungen". Anlass dieser Bachelorarbeit sind unter anderem die hohe Quote an falsch eingestellten Scheinwerfern. Der Hauptgrund hierfür ist, dass die Scheinwerfereinstellung nicht die Aufmerksamkeit bekommt, die sie verdient. Zielsetzung dieser Arbeit ist es, das Prüfverfahren der Scheinwerfersysteme zu analysieren, Störgrößen zu ermitteln und gegebenenfalls Verbesserungsvorschläge darzulegen.

Im ersten Kapitel wird eine Einleitung in die Thematik vorgestellt. Daraufhin werden die Gesetzlichkeiten zu Scheinwerferanlagen analysiert und vorgestellt.

Im Zweiten Teil werden die verschiedenen Scheinwerferanlagen vorgestellt und auf deren Besonderheiten eingegangen. Es werden hierbei auch Scheinwerfersysteme vorgestellt, welche in den nächsten Jahren zum Einsatz kommen werden. Anschließend gibt es einen Überblick über die verschiedenen Leuchtweitenregelungen.

Der dritte Abschnitt und zugleich der Hauptteil der Arbeit befasst sich mit dem Erstellen und Auswerten von Statistiken. Hierbei sollen diese Statistiken die Bedeutung der Scheinwerfereinstellung verdeutlichen und darlegen, wie die Kraftfahrzeugführer mit dieser Verantwortung umgehen. Weiterhin wird hier gezeigt, was bei einem Lampentausch in Bezug auf die Scheinwerfereinstellung zu beachten ist. Zum Abschluss dieses Kapitels wird ein Konzept zur Verbesserung der automatischen Leuchtweitenregulierung vorgestellt.

Das letzte Kapitel gibt eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse in dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Gesetzliche Vorgaben zur Untersuchung der Scheinwerfereinstellung	2
1.1. Analyse von §29StVZO.....	2
1.2 Analyse von §50StVZO.....	4
2. Scheinwerferuntersuchung	5
2.1 Scheinwerferarten.....	7
2.2 Leuchtweitenregelungen	17
3. Versuchsmessungen	20
3.1 Untersuchung von Störgrößen	20
3.2 Lampentausch	26
3.3 Untersuchung der Scheinwerfereinstellung	29
4. Konzept zur Weiterentwicklung der Leuchtweitenregulierung.....	37
Schlusswort	39

Literaturverzeichnis

Abbildungsquellenverzeichnis

Anlagenverzeichnis

Einleitung

Die Scheinwerfereinstellung bekommt in der heutigen Zeit viel zu wenig Aufmerksamkeit von den Fahrzeughaltern bzw. auch zum Teil von den Fachwerkstätten. Im Bereich der Hauptuntersuchung nach §29StVZO muss man immer wieder feststellen, dass 40 - 50% der Scheinwerfer falsch eingestellt sind. Dabei kann durch ein exaktes Einstellen der Scheinwerfer eine Vielzahl der Verkehrsunfälle, angefangen von Fahrzeugen, welche von der Fahrbahn abkommen, bis zu Frontalzusammenstößen vermieden werden. Besonders in der Nacht ist eine solche eine exakte Scheinwerfereinstellung extrem wichtig, da man sich mit der falschen Einstellung nicht nur selbst gefährdet, sondern auch eine Blendung des Gegenverkehrs verursacht, was ebenfalls zu sehr gefährlichen Situationen führen kann. Mit der folgenden Arbeit möchte ich an das Pflichtbewusstsein der Fahrzeugführer appellieren, das die Scheinwerferanlage zu den wichtigsten System des Kraftfahrzeuges gehört und deren Einstellung eine regelmäßige Kontrolle verlangt.

1 Gesetzliche Vorgaben zur Untersuchung der Scheinwerfereinstellung

1.1 Analyse von §29StVZO

Im Verlaufe der Hauptuntersuchung muss nach §29 der StVZO (Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung) eine Untersuchung der Scheinwerfereinstellung erfolgen. Für diese Untersuchung gibt es gesetzliche Vorgaben. Diese Vorgaben müssen von den Organisationen, welche Hauptuntersuchungen durchführen dürfen, erfüllt werden. Werden diese rechtlichen Voraussetzungen nicht erfüllt, so darf die Prüfstelle solange keine Hauptuntersuchungen von Fahrzeugen durchführen, bis die gesetzlichen Vorgaben erfüllt sind. Die Prüfstellen müssen ein Scheinwerfereinstellgerät besitzen, welche eine gültige Prüfplakette besitzt und idealerweise schienengeführt ist. Der Untergrund muss eben sein bzw. darf nur Unebenheiten aufweisen, welche kleiner als 1mm betragen. Sobald diese Voraussetzungen erfüllt sind, dürfen Scheinwerfereinstellungen vorgenommen werden. Bevor es zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung geht, müssen die Scheinwerfer zunächst auf ihren Zustand, ihre Ausführung und ihre Anzahl überprüft werden. Das bedeutet, dass die Scheinwerfer darauf kontrolliert werden, ob die Streuscheibe (oder auch Abschlusscheibe genannt) gesprungen ist bzw. ob die Abschlusscheibe nicht matt geworden ist und somit die Hell-Dunkel-Grenze des Scheinwerferlichtes in Mitleidenschaft gezogen wird. Im nächsten Schritt muss der Prüfer die Zulässigkeit des Scheinwerfers überprüfen¹. Auf jedem Scheinwerfer befindet sich ein Genehmigungszeichen, welches angibt, dass der Scheinwerfer im Bereich der STVO zugelassen ist und am Fahrzeug angebracht sein darf.



Abb. 1: Genehmigungszeichen für Abblendlichtscheinwerfer

Quelle: David, H.; Hain, T.; Kunze, K.; Meyer, P.; Ploß, E.; Liehr, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern. 3.Aufl., Kirschbaum Verlag, 2011, S. 137.

¹ David, H.; Hain, T.; Kunze, K.; Meyer, P.; Ploß, E.; Liehr, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern. 3.Aufl., Kirschbaum Verlag, 2011, S. 335 ff.

Das oben zu sehende Genehmigungszeichen ist ein Beispiel für einen Halogen-Abblendlicht-Scheinwerfer. Dies wird durch das "HC" symbolisiert. Das "E4" bedeutet, dass dieser Scheinwerfer in der Niederlande geprüft wurde. Sobald ein Scheinwerfer ein solches Genehmigungszeichen nicht aufgedruckt oder eingeprägt hat, gilt die Hauptuntersuchung als nicht bestanden und es ist unverzüglich ein Austausch der Scheinwerfer vorzunehmen. Weiterhin ist die geometrische Sichtbarkeit von dem Prüfenieur zu überprüfen. Diese beträgt bei mehrspurigen Kraftfahrzeugen für das Abblendlicht in vertikaler Richtung 10° nach unten und 15° nach oben und in horizontaler Richtung 10° zur Fahrzeugmitte und 45° vom Fahrzeug weg. Im folgenden Bild wird dies noch einmal verdeutlicht.



Abb. 2: geometrische Sichtbarkeit des Abblendlichtes eines Kraftfahrzeuges

Quelle: David, H.; Hain, T.; Kunze, K.; Meyer, P.; Ploß, E.; Liehr, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern. 3.Aufl., Kirschbaum Verlag, 2011, S. 137.

Das Fernlicht hingegen darf sowohl in horizontaler Richtung zur Fahrzeugmitte und vom Fahrzeug weg, als auch in vertikaler Richtung nach oben und nach unten jeweils nur 5° betragen. Bei Krafträdern sind die Vorschriften zur Sichtbarkeit des Fernlichtes mit denen des Kraftfahrzeuges identisch. Das Abblendlicht muss im Gegensatz zum Kraftfahrzeug beim Kraftrad in horizontaler Richtung von beiden Seiten im 45° Winkel sichtbar sein, da nur 1 Scheinwerfer vorhanden ist.



Abb. 3: geometrische Sichtbarkeit des Abblendlichtes eines Motorrades

Quelle: David, H.; Hain, T.; Kunze, K.; Meyer, P.; Ploß, E.; Liehr, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern. 3.Aufl., Kirschbaum Verlag, 2011, S. 47.

Sobald das Kraftrad 2 Scheinwerfer besitzt, gelten die Vorschriften zur Sichtbarkeit der Scheinwerfer vom Kraftfahrzeug.

1.2 Analyse von §50StVZO

Zur Anzahl und Zulässigkeit verweist der §29 der StVZO zusätzlich auf den §50 der StVZO. In §50 der StVZO stehen die gesetzlichen Vorgaben für Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht. Der Paragraph besagt, dass in Deutschland für die Beleuchtung der Fahrbahn ausschließlich weißes Licht verwendet werden darf. Jedes Kraftfahrzeug muss mit zwei nach vorn wirkenden Scheinwerfern ausgerüstet sein und Krafträder, auch solche mit Beiwagen, mit einem Scheinwerfer. Dabei gibt es wenige Ausnahmen, z.B. benötigen Krankenfahrstühle bzw. Fahrzeuge, welche die Baumerkmale von Kraftfahrzeugen besitzen, nur einen Scheinwerfer. All diese Scheinwerfer müssen einstellbar sein und so befestigt werden, dass sie sich nicht unbeabsichtigt verstellen können. Die Einbauhöhe der Scheinwerfer ist dabei gesetzlich geregelt. Bei dem Scheinwerfer für Abblendlicht darf der niedrigste Punkt der Spiegelkante nicht unter 500mm und der höchste Punkt der leuchtenden Fläche nicht über 1200mm über der Fahrbahn liegen. Dabei muss beachtet werden, dass die Regelung für Fahrzeuge im Straßendienst, welche von öffentlichen Verwaltungen oder in deren Auftrag eingesetzt werden, die Begrenzung der Einbauhöhe nicht geltend ist. Ebenfalls gilt für Arbeitsmaschinen, Stapler und land- oder forstwirtschaftlichen Zugmaschinen, bei denen der Anbau der Scheinwerfer in der besagten Höhe durch die Bauart nicht möglich ist, die Begrenzung der Einbauhöhe nicht. Es muss bei Scheinwerfer darauf geachtet werden, dass die Fahrbahn in der Dunkelheit mit Fernlicht so beleuchtet wird, dass die Beleuchtungsstärke in einem Abstand von 100m einen Mindestwert in Abhängigkeit des Fahrzeuges beträgt. Bei Krafträdern mit einem Hubraum unter 100cm³ beträgt der Mindestwert 0,25 lx und bei Krafträdern mit einem Hubraum über 100cm³ beträgt der Mindestwert 0,5 lx. Bei allen anderen Fahrzeugen gilt ein Mindestwert von 1,00 lx. Hierbei ist die Beleuchtungsstärke bei stehendem Motor, vollgeladener Batterie und bei richtig eingestellten Scheinwerfern zu messen. Während das Fernlicht eingeschaltet ist, muss dies im Blickfeld des Fahrzeugführers mit einer blauen Kontrollleuchte signalisiert sein. Falls es sich um ein Kraftrad oder eine Zugmaschine mit offenem Führerhaus handelt, so kann dies auch durch die Stellung des Schalthebels signalisiert werden. Paarweise verwendete Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht müssen so eingerichtet sein, dass sie nur gleichzeitig und gleichmäßig abgeblendet werden können. Weiterhin dürfen Scheinwerfer für Fernlicht nur gleichzeitig oder paarweise einschaltbar sein. Diese Gesetzmäßigkeiten müssen erfüllt sein, damit das Kraftfahrzeug in Bezug auf die Scheinwerfer zugelassen werden darf bzw. die Hauptuntersuchung erfolgreich bestanden werden kann. Zur intensiveren Lektüre wird in diesem Zusammenhang auf den §50 der StVZO verwiesen.

2 Scheinwerferuntersuchung

Die Hauptscheinwerfer eines Kraftfahrzeuges müssen einerseits maximale Sichtweiten bei minimaler Blendwirkung für den Gegenverkehr gewährleisten und andererseits mit Ihrer Lichtverteilung auch im Nahbereich den Anforderungen des Straßenverkehrs genügen. Kurven müssen sicher durchfahren werden können, d.h. die Lichtverteilung muss sich seitlich bis über die Fahrbahn­ränder erstrecken. Die wichtigsten Komponenten der Hauptscheinwerfer sind hierbei das Abblendlicht und das Fernlicht². Das Fernlicht wird üblicherweise von einer Lichtquelle erzeugt, die im Brennpunkt des Reflektors angeordnet ist.

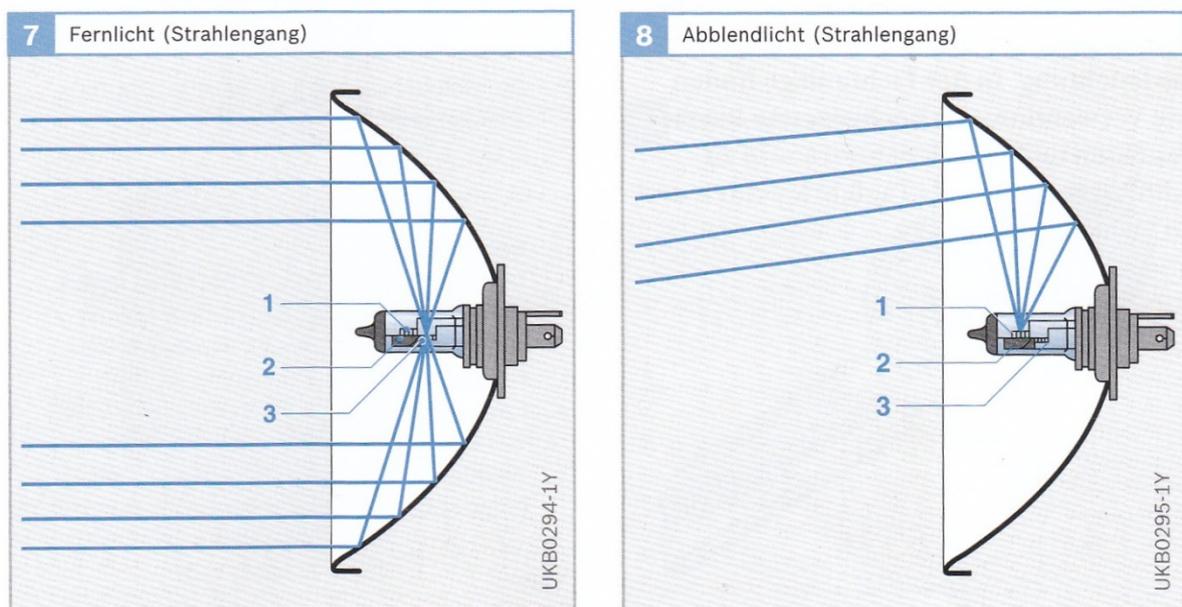


Abb. 4: Strahlengang von Abblendlicht und Fernlicht

Quelle: Bosch, R.: Autoelektrik Autoelektronik. 5.Aufl., Vieweg Verlag, 2007, S. 36.

Dadurch wird das Licht so reflektiert, dass es in Richtung der Reflektorachse austritt. Die Standardreflektoren sind die normalen parabelförmigen Reflektoren, welche besonders bei den gebräuchlichen Zwei-Scheinwerfer-System eingesetzt werden. Bei diesem System wird ein gemeinsamer Reflektor für Fern- und Abblendlicht benutzt. Neben diesen System gibt es noch das Vier- und Sechs-Scheinwerfer-System.

² Bauer, H.; Dietsche, K.; Crepin, J.; Dinkler, F.: Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. 24.Aufl., Robert Bosch GmbH, 2002, S. 812 ff.

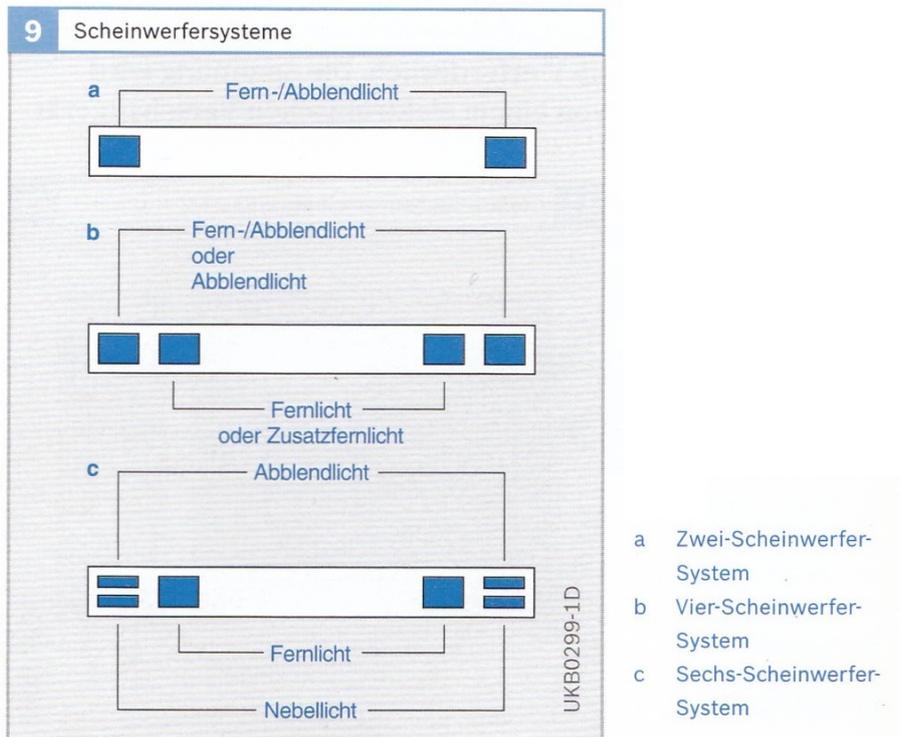


Abb. 5: Scheinwerfersysteme

Quelle: Bosch, R.: Autoelektrik Autoelektronik. 5.Aufl., Vieweg Verlag, 2007, S. 37.

Für diese Systeme werden im Gegensatz zum Zwei-Scheinwerfer-System komplexe Reflektorgeometrien berechnet, welche den gleichzeitigen Einsatz von Fern- und Abblendlicht erlauben. Beim Vier-Scheinwerfer-System dient ein Scheinwerfer entweder für Abblend- und Fernlicht oder nur Abblendlicht, während das zweite Scheinwerferpaar ausschließlich für Fernlicht benutzt wird. Bei dem Sechs-Scheinwerfer-System ist zusätzlich zum Vier-Scheinwerfer-System noch ein Nebelscheinwerfer im Hauptscheinwerfer integriert. Allerdings ist zu beachten, dass bei dem heutigen Verkehrsaufkommen trotz solcher speziellen Reflektorgeometrien zumeist nur mit Abblendlicht gefahren werden kann³. Scheinwerfer für Abblendlicht benötigen eine Hell-Dunkel-Grenze in der Lichtverteilung.

³ Bauer, H.: kraftfahrtechnisches Taschenbuch, a.a.O., S. 814 ff.



Abb. 6: Halogenlampe mit Kappe

Quelle: <http://www.headwinds.com/images/8-9703B.jpg> (29.9.2013, 15:20 Uhr)

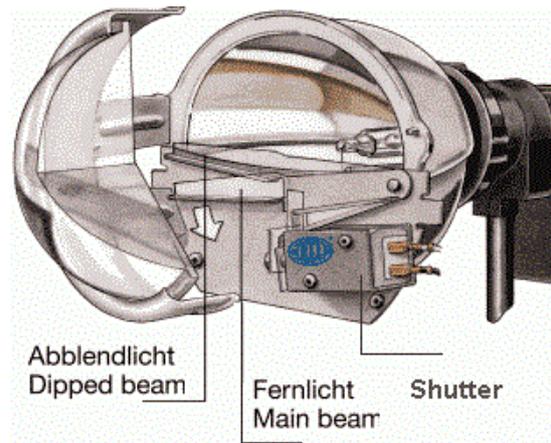


Abb. 7: Xenonlampe mit Shutter

Quelle: <http://www.licht.beetle24.de/> (21.8.2013, 9:30 Uhr)

Dies wird bei den H4-Lampen durch die Abbildung der Kappe erreicht und bei den Gasentladungslampen durch den Shutter.

2.1 Scheinwerferarten

Heutzutage gibt es eine Vielzahl verschiedener Scheinwerfersysteme und verschiedene Autohersteller sind zur Zeit dabei, weitere neuartige Scheinwerfersysteme zu entwickeln. Die Entwicklung von dem ersten elektrischen Scheinwerfer bis zu den heutigen Scheinwerfer begann am Anfang des 20. Jahrhunderts. Im Jahr 1908 wurde der erste elektrische Scheinwerfer gebaut. 1924 wurde der erste elektrische Scheinwerfer gebaut, welcher Abblend- und Fernlicht in einem Scheinwerfer besitzt. Seit 1957 gibt es das asymmetrische Abblendlicht, welches den eigenen Fahrbahnrand weiter ausleuchtet, ohne den Gegenverkehr zu blenden. Dadurch entstanden unterschiedliche Scheinwerfer für links- und Rechtsverkehr. 1971 wurde der erste Halogenscheinwerfer mit H4-Lampen konstruiert, welche im Gegensatz zu den früheren Lampen 2 Glühwendeln statt nur 1 Glühwendel besitzen. Seit 1992 werden Xenonscheinwerfer vermarktet und seit 1999 sind auch deren Weiterentwicklung, die Bi-Xenon-Scheinwerfer, in Autos zu finden⁴. Die neueste Scheinwerfertechnologie, die Voll-LED-Scheinwerfer, werden seit 2011 in den höherklassigen Fahrzeugen verbaut. Die Prüflingenenure müssen sich aktuell mit Biluxlampen-Scheinwerfern, Halogenscheinwerfern, Xenon-Scheinwerfern und LED-Scheinwerfern

⁴ Braess, H.; Seiffert, U. [Hrsg.]: Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. 5. Aufl., Vieweg Verlag, 2007, S. 670 ff.

auseinandersetzen und im Verlaufe der HU zu bemängeln wissen. Dabei ist der Biluxlampen-Scheinwerfer der älteste geläufige Scheinwerfer.



Abb. 8: Bilux-Scheinwerfer von einer Simson Schwalbe KR51/2L

Ihn findet man zumeist an Oldtimerfahrzeugen. Das Leuchtmittel eines Biluxlampen-Scheinwerfers ist eine Biluxlampe oder auch Zweifadenglühlampe genannt und gehört zu den Temperaturstrahlern. Durch Zufuhr von elektrischer Energie wird die Glühwendel aus Wolfram zum Glühen gebracht⁵. Die Glühlampen besitzen 2 Glühwendeln. Die Glühwendel im Zentrum der Lampe erzeugt das Fernlicht, während außerhalb der Lampenmitte die zweite Glühwendel sitzt, die für das Abblendlicht verantwortlich ist. Unter der Glühwendel für das Abblendlicht ist eine Blende angebracht, welche bewirkt, dass das Licht der Glühwendel des Abblendlichtes nur nach oben abgestrahlt wird und somit nach unten reflektiert wird. Die Farbtemperatur beträgt ca. 2900K, sodass das Licht mehr gelblich als weiß ist. Zum Tageslicht, welches eine Farbtemperatur von 6500K besitzt,⁶ ist das vergleichsweise dunkel. An heutigen Fahrzeugen wird er nicht mehr verbaut, da die Lichtausbeute für die heutigen Mindestanforderungen nicht ausreichend ist und die Lebensdauer zu gering ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass nach einiger Zeit verdampfte Wolframpartikel eine deutliche Schwarzfärbung des Lampenkolbens verursacht, wodurch alle lichttechnischen Werte vermindert werden⁷. Die Weiterentwicklung der Glühlampen sind Halogenlampen, welche ebenfalls zu den Temperaturstrahlern gehören. Sie werden in den Halogenscheinwerfern als Leuchtmittel eingesetzt.

⁵ Deußen, R.; Schlüter, V.; Schmidt, J.; Sprenger, A.; Zobel, C.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk. 3.Aufl., Vogel Buchverlag, 2007, S. 1060 ff.

⁶ Reif, K.: Automobilelektronik. 2.Aufl, Vieweg Verlag, 2006, S. 322 ff.

⁷ Deußen, R: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S. 1060 ff.



Abb. 9: Halogenscheinwerfer Hyundai i10

Im Gegensatz zu normalen Glühlampen kommt es bei den Halogenlampen nicht zu einer allmählichen Schwarzfärbung des Lampenkolbens durch verdampfte Wolframpartikel, da dem Wolframdraht geringe Halogenatome, z.B. Jod, hinzugefügt wurde⁸. Halogenlampen können durch den sogenannten Kreisprozess bei gleicher Lebensdauer mit höheren Temperaturen als herkömmliche Glühlampen betrieben werden und bieten somit einen höheren Wirkungsgrad⁹.

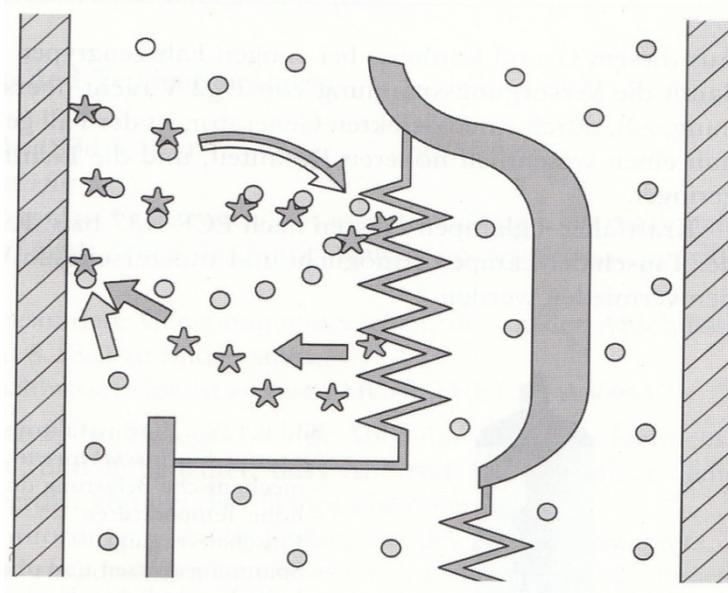


Abb. 10: Kreisprozess einer Halogenlampe

Quelle: Deußen, R.; Schlüter, V.; Schmidt, J.; Sprenger, A.; Zobel, C.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk. 3.Aufl., Vogel Buchverlag, 2007, S. 1061.

⁸ Bosch, R.: Autoelektrik Autoelektronik. 5.Aufl., Vieweg Verlag, 2007, S. 32 ff.

⁹ Deußen, R.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S.1060 ff.

Der Kreisprozess beginnt mit der Zufuhrelektrischer Energie zur Wolframwendel, wodurch diese zu Glühen beginnt. Dadurch kommt es zum Abdampfen von Metall von der Wendel. Durch die Halogenfüllung steigen die Wendeltemperaturen bis nahe an den Schmelzpunkt des Wolframs (ca. 3400°C). Nun verbindet sich das verdampfte Wolfram mit dem Füllgas zu dem Gas Wolframhalogenid¹⁰. Dieses Gas ist lichtdurchlässig. Wenn dieses Gas erneut in die Nähe der Wendel kommt, so zersetzt es sich aufgrund der Temperatur und bildet wieder eine gleichmäßige Wolframschicht¹¹. Die Voraussetzung für diesen Kreisprozess ist eine konstante Außentemperatur des Lichtkolbens von 300°C. Um dies zu gewährleisten muss der Glaskolben die Wendel eng umschließen¹². Auch die Zusammensetzung des Gases ist für die Lichtausbeute verantwortlich. Durch Einbringen geringer Mengen von Edelgasen, z.B. Xenon, wird die Wärmeabfuhr von der Wendel reduziert. Trotz diesem Kreisprozess innerhalb der Halogenlampe verbraucht sich der Wolframdraht allmählich und somit ist die Lebensdauer begrenzt. Eine weitere Abhängigkeit der Lebensdauer und der Lichtausbeute ist die vorliegende Versorgungsspannung. Die Faustregel lautet: Erhöht man die Versorgungsspannung einer Lampe um 5%, so steigt der Lichtstrom um 20%, aber gleichzeitig wird die Lebensdauer halbiert¹³.

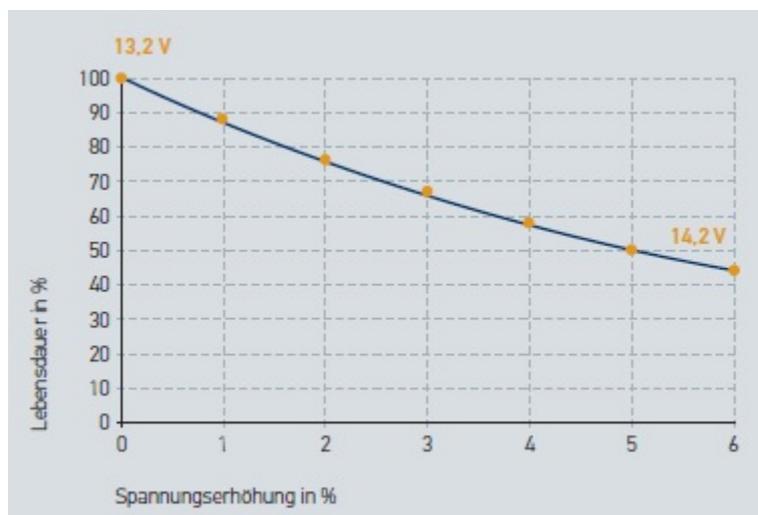


Abb. 11: Spannungs-Lebensdauer-Diagramm einer Halogenlampe

Quelle: Deußen, R.; Schlüter, V.; Schmidt, J.; Sprenger, A.; Zobel, C.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk. 3.Aufl., Vogel Buchverlag, 2007, S. 1063.

¹⁰ Bauer, H.: kraftfahrtechnisches Taschenbuch, a.a.O., S. 179 ff.

¹¹ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 320 ff.

¹² Deußen, R.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S.1062 ff.

¹³ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 321 ff.

Es gibt 2 unterschiedliche Arten von Halogenlampen. Es gibt die H1,H3,H7,H9,H11 und die HB3, welche nur eine Glühwendel besitzen. Diese Glühwendel wird für Abblendlicht und Fernlicht eingesetzt. Dann gibt es noch die H4-Lampe mit 2 Glühwendeln, jeweils eine für Abblendlicht und eine für Fernlicht¹⁴. Mittlerweile gibt es von der H1- und der H4-Halogenlampe mit Schutzgasfüllungen Weiterentwicklungen: Die H1+30/50/90 und die H4+30/50/90. Diese Lampen können gegenüber der älteren Generation mit höheren Temperaturen betrieben werden und besitzen eine höhere Leuchtdichte, sodass bis 30/50/90% mehr zwischen 50 und 100 Meter vor dem Auto ausgeleuchtet wird und eine bis zu 20 Meter längere Ausleuchtung der Fahrbahn erfolgt. Seit einiger Zeit sind Halogenlampen auch mit einem blauen Erscheinungsbild erhältlich. Diese Lampen haben im Gegensatz zu herkömmlichen Halogenlampen ein bläulich weißes Licht und ähneln dem Tageslicht mehr. Damit erscheint das Licht dem menschlichen Auge heller und kontrastreicher. Es soll dazu beitragen, länger ermüdungsfrei fahren zu können. Die Farbtemperatur der Halogenlampen beträgt 3300 - 3600K. Im Vergleich zu den normalen Glühlampen ist das schon eine deutliche Verbesserung bzw. Annäherung zum normalen Tageslicht. Die Gasentladungslampen waren der nächste Meilenstein im Bereich der Scheinwerfertechnik. Diese werden als Leuchtmittel in Xenon-Scheinwerfern eingesetzt.



Abb. 12: Xenonscheinwerfer von einem 1er BMW

Quelle: <http://blog.meinauto.de/wp-content/gallery/bmw-modelljahr-2011-neuheiten-und-anderungen/bmw-1er-coupe-xenon-scheinwerfer-modelljahr-2011.jpg> (21.08.2013, 9:13 Uhr)

¹⁴ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 320 ff.

Anders als die Halogenlampen erzeugen die Gasentladungslampen elektrisches Licht nach dem physikalischen Prinzip der elektrischen Entladung. Durch ein Vorschaltgerät (bis 23kV) wird das Gas zwischen den Elektroden und der Lampe (Füllung mit Edelgas Xenon und einer Mischung aus Metallen und Metallhalogeniden) ionisiert und mit Hilfe eines Lichtbogens zum Leuchten angeregt¹⁵. Während der kontrollierten Wechselstromzufuhr verdampfen die flüssigen und festen Substanzen aufgrund der hohen Temperaturen. Die volle Helligkeit der Lampe wird erst nach einigen Sekunden erreicht, wenn alle Bestandteile ionisiert sind. Der Strom wird in einem Vorschaltgerät begrenzt, damit die Lampe nicht durch anwachsenden Strom zerstört wird¹⁶. Sobald die volle Lichtleistung einmal erreicht ist, ist nur noch eine Betriebsspannung von 85V von Nöten, um den Prozess aufrecht zu erhalten. Der Lichtstrom, Lichtausbeute, Leuchtdichte und auch die Lebensdauer sind beträchtlich höher als bei herkömmlich Halogenlampen. Gasentladungslampen werden anhand der Entwicklungsversion eingestuft: D1, D2, D3 und D4. Das "D" bedeutet in diesem Zusammenhang "Discharge". Dieses Wort kommt aus dem Englischen und bedeutet Entladung. Die Unterschiede zwischen den einzelnen sind teilweise sehr groß. Hatte die D1-Lampe (Ur-Xenon-Brenner) über ein integriertes Zündteil, so besteht die D2-Lampe nur noch aus dem gesockelten Brenner selbst und haben im Gegensatz zu den anderen Entwicklungsstufen keinen äußeren Glasschutzkolben um das Entladungsrohr. Die Weiterentwicklungen haben einen UV-Schutzkolben und sind von der Bauform wesentlich stabiler. Heutzutage werden die D3- und D4-Lampen, Weiterentwicklungen der D1- und D2-Lampe, für eine bessere Umweltverträglichkeit ohne Quecksilber produziert. Sie verwenden eine Betriebsspannung von 42V anstelle von 85V, deshalb können die D3- bzw. D4-Lampen nicht mit den Steuergeräten von D1- bzw. D2-Lampen betrieben werden¹⁷. Im Vergleich zu Halogenlampen haben die Gasentladungslampen eine Farbtemperatur von 4200K - 4500K. Dies kommt dem Tageslicht schon nahe¹⁸. Für alle Fahrzeuge mit Xenonscheinwerfern, welche ab dem 1. Juli 2000 erstmals in den Verkehr gekommen sind oder bei denen nach dem 1. April 2000 Xenonscheinwerfer nachgerüstet wurden, gilt die Pflicht einer automatischen Leuchtweitenregelung sowie eine Scheinwerferreinigungsanlage¹⁹. Dabei gibt es eine Ausnahme. Wenn der Lichtstrom des Xenonscheinwerfers weniger als 2000 Lumen beträgt, sind weder Leuchtweitenregelung noch Scheinwerferreinigungsanlage

¹⁵ Deußen, R.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S.1070 ff.

¹⁶ Bosch, R.: Autoelektrik, a.a.O., S. 33 ff.

¹⁷ Bosch, R.: Autoelektrik, a.a.O., S. 34 ff.

¹⁸ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 322 ff.

¹⁹ KBA: Informationssystem Typpgenehmigungsverfahren Nr. 07-02: Fachinfo 08/02 H „Gasentladungslichtquellen“, 2002.

notwendig. Die neueste Entwicklung im Bereich der Scheinwerfertechnik sind die LED-Scheinwerfer.

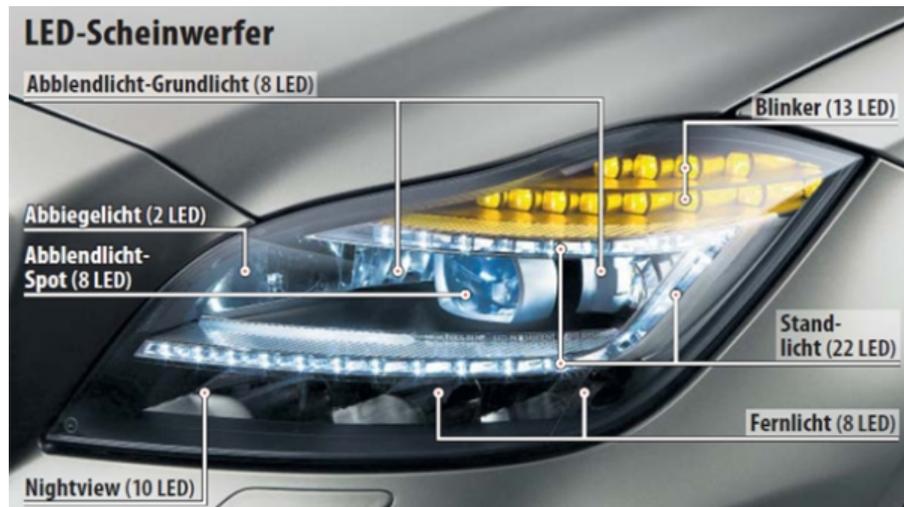


Abb. 13: Voll-LED-Scheinwerfer

Quelle: <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/autoscheinwerfer-dioden-an-die-macht-11845851.html>

(21.08.2013, 9:11 Uhr)

Die Abkürzung "LED" kommt aus dem Englischen und steht für "light emitting diode", was im Deutschen Leuchtdiode bedeutet. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung fließt Strom durch den Chip. Die Elektronen der Atome des LED-Chips werden durch die Spannung in einen höheren Energiezustand versetzt. Unter Abgabe von Licht fallen sie wieder in ihren energetisch niedrigeren Ausgangszustand zurück. Der 0,1 bis 1mm kleine Halbleiterkristall sitzt auf einem Reflektor, der das Licht punktgenau leitet. Die LEDs ermöglichen eine schmale, lineare Leuchtenform²⁰. LEDs sind grundsätzlich einfarbig und die klassischen Farben sind rot, grün und blau. Zur Herstellung weißer LEDs muss man entweder das Licht verschiedener LEDs überlagern oder ein Teil des Lichts einer blauen LED durch einen fluoreszierenden Leuchtstoff in gelbes Licht transformieren, welches gemischt mit dem blauen Lichtanteil weißes Licht ergibt. Einzelne LEDs weisen im Vergleich zu Halogen- oder Gasentladungslampen einen sehr geringen Lichtstrom auf, deshalb werden mehrere LEDs auf kleinen Flächen gebündelt und zu LED-Modulen zusammengeschaltet. LEDs haben eine Lebensdauer von bis zu 100.000 Stunden. Diese können sie jedoch problemlos überschreiten, sofern nicht falsch oder ungeschützt beschaltet werden²¹. Die Lebensdauer ist des Weiteren von der Temperatur abhängig. LEDs werden meist bei höheren Temperaturen betrieben, sodass sich die Lebensdauer auf 15000 - 45000 Stunden reduziert.

²⁰ Bosch, R.: Autoelektrik, a.a.O., S. 35 ff.

²¹ Hamm, M.; Ackermann, R.: LED im Scheinwerfer. In: ATZ 11/2005, S. 972.

Diesen Kompromiss geht man ein, damit man durch den Einsatz eines belastenderen Stroms eine höhere Lichtausbeute erhält. Die Lichtausbeute hängt auch wesentlich von der Betriebstemperatur (je niedriger, desto besser) und der Qualität des Halbleiterkristalls ab²². Bei dem Einsatz von LEDs bei Scheinwerfern von Kraftfahrzeugen lassen sich 3 Grundtypen unterscheiden. Bei den ersten LED-Scheinwerfer waren nur Funktionen wie Standlicht oder Fahrtrichtungsanzeiger mit LED-Technik ausgestattet. Bei der zweiten Generation hatte man das Abblendlicht ebenfalls als LED-Technik realisiert. Seit 2011 gibt es die 3. Generation von LED-Scheinwerfern, die sogenannten Voll-LED-Scheinwerfer. Bei diesen Scheinwerfern ist nun auch das Fernlicht als LED-Technik verwirklicht. Die LED-Scheinwerfer kommen mit Ihrer Farbtemperatur von 5500K dem Tageslicht, welches 6500K besitzt, ziemlich nah. Auf dem folgendem Bild sieht man den Vergleich zwischen Halogen-, Xenon- und LED-Scheinwerfern.



Abb. 14: Vergleich von Halogen-, Xenon- und LED-Scheinwerfer

Quelle: http://www.mein-autolexikon.de/uploads/tx_mshproducts/scheinwerfer-3.jpg

(17.09.2013, 16:26 Uhr)

Hierbei kann man gut erkennen, dass die LED-Scheinwerfer gegenüber den Xenon- und Halogenscheinwerfern deutlich heller ist. Dadurch sind Nachtfahrten für den Fahrzeugführer deutlich angenehmer. Seit diesem Jahr wird der Matrix-LED-Scheinwerfer, die Weiterentwicklung des LED-Scheinwerfers, an dem neuen Audi A8 verbaut.

²² Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 323 ff.



Abb. 15: Matrix-LED-Scheinwerfer

Quelle: <https://sphotos-a.xx.fbcdn.net/hphotos-ash3/p480x480/>

1150855_10151802017714591_1393314806_n.jpg (17.09.2013, 16:38 Uhr)

Dieser wird ab Ende des Jahres käuflich erwerbbar sein. Das Prinzip der Scheinwerfer besteht darin, das LED-Licht in eine Vielzahl separater Quellen aufzuteilen. Die Einzeldioden, die mit vorgeschalteten Linsen oder Reflektoren zusammenarbeiten, sollen in jeder Situation eine perfekte Ausleuchtung des Umfeldes bieten, ohne dafür eine Schwenkmechanik zu benötigen. In jedem Scheinwerfer sind 25 LEDs verbaut. Je 5 von Ihnen leuchten durch einen gemeinsamen Reflektor²³. Damit ist das System in der Lage, das Sichtfeld vor dem Fahrzeug situationsbedingt auszuleuchten, ohne anderen Verkehrsteilnehmer zu blenden. Sobald das Fernlicht eingeschaltet ist, wird die variable Lichtverteilung außerorts ab 30 km/h und innerorts ab 60 km/h aktiv. Die Matrix-LED-Scheinwerfer erhalten ihre Informationen von einer Kamera, vom Navigationssystem sowie weiteren Sensoren. Wenn die Kamera nun ein Fahrzeug erfasst, blenden die Scheinwerfer im entsprechenden Teilbereich das Fernlicht gezielt aus²⁴. Das System soll so präzise arbeiten, das entgegenkommende und vorausfahrende Fahrzeuge ausgeblendet, jedoch alle anderen Bereiche dazwischen und daneben weiterhin voll vom Fernlicht erhellt werden. Je näher ein entgegenkommendes Fahrzeug kommt, desto mehr LEDs werden abgeschaltet oder gedimmt. Sobald der Gegenverkehr vorbeigefahren ist, leuchten alle LEDs wieder in voller Leuchtstärke auf. Eine weitere wichtige Funktion ist das Markierungslicht. Erkennt die Kamera Einzel-Objekte vor dem Fahrzeug, so werden diese durch gezieltes Anstrahlen

²³ Linzing, R.: Matrix-LED-Scheinwerfer, In: amz-auto motor zubehör 9 (2013), S.58.

²⁴ Focus Online[Hrsg.]: Audi-Matrix-Beam;
http://www.focus.de/auto/news/audi-matrix-beam-strahlende-zukunft_aid_1025778.html
(12.09.2013, 18:17)

hervorgehoben. Erkennt die Kamera eine Person im kritischen Bereich vor dem Fahrzeug, blinken einzelne LEDs den Fußgänger drei mal hintereinander an. Somit wird die Person deutlich aus Ihrem Umfeld herausgehoben und waren sowohl den Fußgänger, als auch den Fahrer. Mit dem Matrix-LED-Scheinwerfer müssen sich auch die Werkstatt für die Einstellung der Scheinwerfer vorbereiten, den der Scheinwerfer wird keine Einstellschrauben besitzen. Die Einstellung muss über ein digitales Scheinwerfereinstellgerät erfolgen²⁵. Wenn man nun einen Blick in die Zukunft wirft, so sind wir, was die Scheinwerfertechnik anbelangt, noch längst nicht am Ende. Der Fahrzeugkonzern Audi entwickelt zurzeit OLED-Scheinwerfer.



Abb. 16: OLED Scheinwerfer

Quelle: <http://www.autobild.de/bilder/audi-auf-der-ces-2013-3772226.html> (21.08.2013, 9:02 Uhr)

Allerdings sind die OLED-Scheinwerfer noch von der Serientauglichkeit entfernt und der Konzern hält sich mit Informationen zu der Technik bedeckt. Die Abkürzung OLED steht für Organic Light Emitting Diode bedeutet Organische Leuchtdiode. Im Gegensatz zu herkömmlichen LEDs sind OLEDs keine punktuellen Lichtquellen, sondern Flächenlichtquellen. Es wird ein breiartiges Gemisch von OLED-Polymeren, welches nur 1mm dick ist, zwischen 2 Glasscheiben eingeschlossen. Legt man nun eine Spannung an, so beginnt die Fläche zu leuchten. Das größte Problem, welches bis zur Serientauglichkeit gelöst werden muss, ist die Temperaturempfindlichkeit. Bauteile von Fahrzeugen müssen Temperaturen von mindestens 85°C eine bestimmte Zeit aushalten. OLEDs halten diese

²⁵ Linzing, R.: Matrix-LED-Scheinwerfer, a.a.O., S.59.

Temperaturen zurzeit ca. 5 Stunden aus. Das reicht den Autoherstellern nicht. Während sich der Autokonzern Audi mit der Entwicklung von OLED-Scheinwerfern beschäftigt, liegt bei BMW und Mercedes der Schwerpunkt der Scheinwerferentwicklung bei den Laserscheinwerfern.



Abb. 17: Laserscheinwerfer an einem BMW i8

Quelle: http://www.driver.de/oleds-und-laser-das-neueste-aus-der-scheinwerfertechnik/id_56922248/index (21.08.2013, 8:58 Uhr)

Allerdings sind auch diese Scheinwerfer noch lange nicht serienreif und die Entwickler Mercedes und BMW geben nur sehr wenig Informationen an die Öffentlichkeit. Fakt ist, dass die Scheinwerferlichtquelle aus mehreren Laserdioden besteht. Diese sind ca. hundertmal kleiner als konventionelle LEDs. Dabei ist zu beachten, dass Laserstrahlen sehr aggressiv sind und leicht Löcher in Materialien brennen können. Um Schäden an Menschen und Sachwerten zu vermeiden, trifft das Laserlicht zunächst auf ein Phosphorblättchen. Dadurch wird das blaue Licht der Laserdiode in ungefährliches weißes Licht umgewandelt.

2.2 Leuchtweitenregelung

Ohne Leuchtweitenregelung ändert sich die Leuchtweite der Scheinwerfer mit der Beladung und dem Fahrzustand des Fahrzeugs. Die Leuchtweitenregelung passt den Neigungswinkel des Abblendlichts an den Neigungswinkel der Fahrzeugkarosserie an. Dies bewirkt bei allen Beladungszuständen eine gleichbleibend gute Sichtweite ohne Blendung des Gegenverkehrs. Die Leuchtweitenregelung ist ebenfalls sehr wichtig für Nachtfahrten, denn sicheres Fahren bei Dunkelheit ist nur mit Scheinwerfern möglich, deren Neigungswinkel stets richtig eingestellt ist. Fahrzeuge, die erstmals ab dem 1.1.1990 für den Straßenverkehr zugelassen wurden, müssen grundsätzlich mit einer Leuchtweitenregulierung ausgestattet

sein, um die Vorgaben zur Neigung des Abblendlichtbündels erfüllen zu können²⁶. Man unterscheidet zwischen manueller Leuchtweitenregelung und automatischer Leuchtweitenregelung. Bei der manuellen Leuchtweitenregelung muss der Fahrer selbst mittels Schalter die Scheinwerferneigung einstellen. Bei stufenlosen und gestuften Geräten müssen sich Markierungen für die Belastungszustände des Fahrzeuges, die eine Lichtbündelverstellung erfordern, in der Nähe des Handschalters befinden²⁷.



Abb. 18: Schalter einer Leuchtweitenregelung

Der Scheinwerferreflektor bzw. der Scheinwerfereinsatz wird dann durch Stellelemente in vertikaler Richtung bewegt. Dies geschieht durch Bewegen des auf dem obigen Bild abgebildeten Handschalters. Die Weiterentwicklung ist die automatische Leuchtweitenregelung. Es gibt die Quasistatische Leuchtweitenregelung und die dynamische Leuchtweitenregelung. Die quasistatische Leuchtweitenregelung korrigiert Neigungsänderungen auf Grund von Beladungsänderungen²⁸. Ein Steuergerät wertet die Daten von Vorder- und Hinterachssensor aus, vergleicht diese mit den gespeicherten Solldaten und steuert ggf. die Stellmotoren an den Scheinwerfern entsprechend an²⁹. Das quasistatische automatische System arbeitet immer mit großer Dämpfung, d.h. es regelt nur lang anhaltende Karosserieneigungen aus. Nach jedem Anfahren des Fahrzeuges korrigiert es die Scheinwerfereinstellung abhängig von der Fahrzeugbeladung. Diese Einstellung wird beim Erreichen der Konstantfahrt nochmals überprüft und ggf. korrigiert.

²⁶ David, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern, a.a.O., S. 340 ff.

²⁷ Bauer, H.: kraftfahrtechnisches Taschenbuch, a.a.O., S. 828 ff.

²⁸ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 325 ff.

²⁹ Deußen, R.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S.1073 ff.

Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Daten gleicht das System aus³⁰. Die dynamische Leuchtweitenregelung sichert im Gegensatz zur quasistatischen Leuchtweitenregelung die optimale Scheinwerferposition in jeder Fahrsituation, da sie in zwei Betriebsbereichen funktioniert. Dadurch reagiert die dynamische Leuchtweitenregelung zusätzlich auf Neigungsänderungen aufgrund von Beschleunigungs- und Bremsvorgängen³¹. Bei Konstantfahrten bleibt die dynamische Leuchtweitenregelung genau wie die statische Leuchtweitenregelung im Bereich großer Dämpfung. Wird nun ein Beschleunigungs- oder Bremsvorgang erkannt, schaltet das System sofort in den dynamischen Bereichen um. Im Gegensatz zu der quasistatischen Leuchtweitenregelung werden dann die Stellmotoren im Bruchteil einer Sekunde angesteuert³².

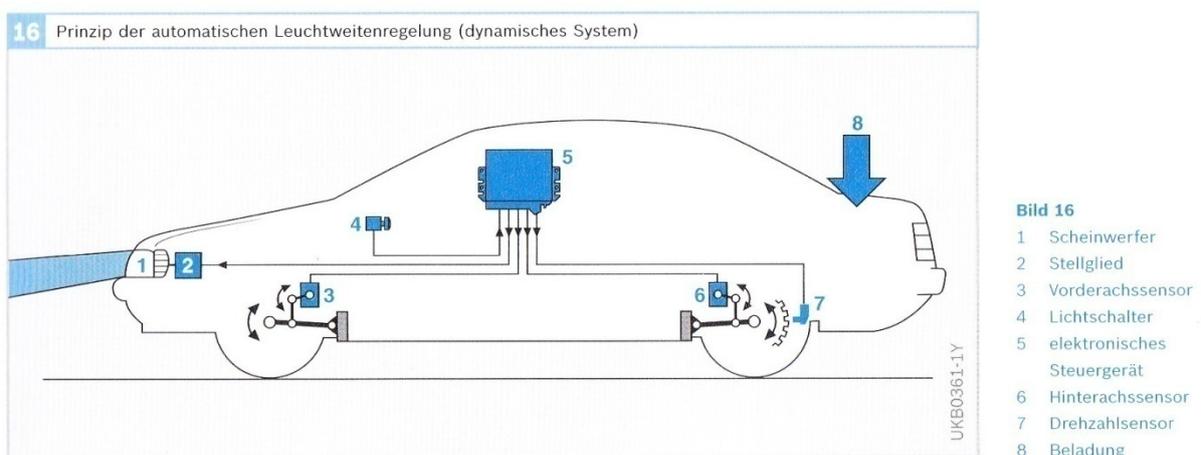


Abb. 19: Prinzip der automatischen Leuchtweitenregelung

Quelle: Bosch, R.: Autoelektrik Autoelektronik. 5.Aufl., Vieweg Verlag, 2007, S. 41.

Um diese schnellen Reaktionszeiten zu ermöglichen, werden hauptsächlich Schrittmotoren als Stellglieder an den Scheinwerfern eingesetzt. Aufgrund der höheren Dynamikanforderungen erfordert das dynamische System außerdem einen Sensor pro Fahrzeugachse. Nachdem der Beschleunigungs- oder Bremsvorgang beendet ist und das System wieder eine Konstantfahrt feststellt, wechselt die Leuchtweitenregelung wieder in den langsamen Dämpfungsbereich.

³⁰ Bosch, R.: Autoelektrik, a.a.O., S. 41 ff.

³¹ Reif, K.: Automobilelektronik, a.a.O., S. 325 ff.

³² Deußen, R.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk, a.a.O., S.1074 ff.

3 Versuchsmessungen

3.1 Untersuchung der Störgrößen

Im Verlaufe der Untersuchung der Scheinwerfereinstellung gibt es viele Störgrößen, welche die korrekte Untersuchung bzw. Einstellung der Scheinwerfer beeinträchtigen können und dazu führen, dass die Hauptuntersuchung nicht bestanden werden kann. Im Folgenden werden die wichtigsten Störgrößen einmal kurz vorgestellt. Die größte Störgröße ist ein unebener Untergrund. Damit steht das Scheinwerfereinstellgerät nicht in Waage und der Prüflingenieur kann nicht überprüfen, ob das Licht korrekt eingestellt ist, da das Scheinwerferlicht stets Schief auf die Fotodiode auftritt.

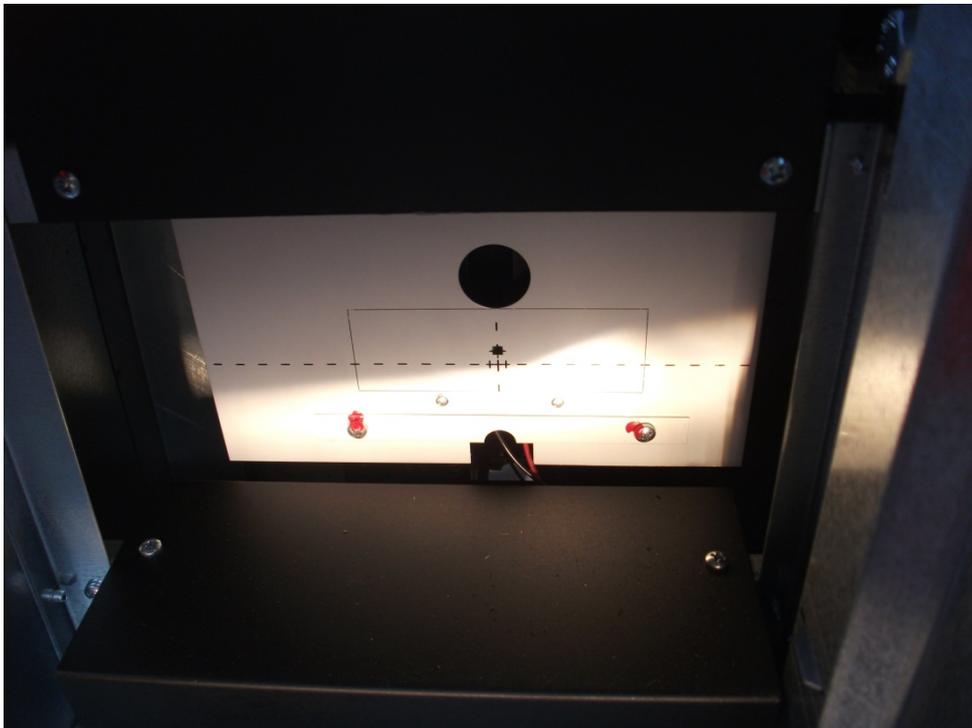


Abb. 20: schiefe Scheinwerfereinwirkung

Dies ist öfters in kleinen privatisierten Werkstätten in ländlichen Gebieten der Fall. Bei den großen Werkstätten von den Großkonzernen, wie bspw. VW, BMW oder Mercedes-Benz, existiert eine ebene Bodenfläche. Allerdings findet man bei der Mehrzahl der Werkstätten, sowohl bei kleineren privaten als auch die größeren Konzernwerkstätten, keine Führungsschiene für die Scheinwerfereinstellgeräte. Eine solche Schiene ist gesetzlich nicht vorgeschrieben, allerdings stellt es eine riesige Störgröße dar, da der Prüflingenieur nicht genau weiß, ob er die vorgeschriebene Entfernung von 50cm zwischen Scheinwerfer und

Scheinwerfereinstellgerät einhält. Auch die horizontale Ausrichtung vor dem Scheinwerfer stellt ein Problem dar, da der Prüflingenieur nicht mit Sicherheit sagen kann, ob das Scheinwerfereinstellgerät exakt parallel zum Scheinwerfer ausgerichtet ist und kann somit nicht feststellen, ob der Scheinwerfer zu weit nach links oder rechts eingestellt ist. Sollte eine Führungsschiene vorhanden sein, ist die korrekte parallele Ausrichtung zum Fahrzeug allerdings auch nicht vollkommen abgesichert, denn das Fahrzeug muss manuell vor dem Scheinwerfergerät abgestellt werden. Die korrekte parallele Ausrichtung kann nur abgesichert werden, wenn eine Markierung auf dem Boden vorhanden ist, sodass der Prüfer weiß, an welcher Stelle die Scheinwerfer sein müssen. Eine solche Schiene birgt aber noch weitere Gefahren. Speziell im Winter "frieren" solche Führungsschienen nach oben, da in die Rillen und Ritzen neben der Schiene das Schmelzwasser einfließt, welches von den zu prüfenden Autos herunter tropft, und in der Nacht, wenn es sehr kalt ist, zu Eis gefriert. Gefrorenes Wasser dehnt sich aus und drückt die Führungsschiene nach oben. Das sieht man sehr oft bei ungeheizten Werkstätten und auch in ungeheizten TÜV-Prüfhallen ist dies öfters der Fall. Da die Schienen nicht gleichmäßig "hochfrieren", ist der Boden und die Schiene danach nicht mehr parallel zueinander ausgerichtet. Diese Störgröße wird meistens erst 1 - 3 Monate nach dem Winter festgestellt und behoben. Die Scheinwerfereinstellgeräte sollten regelmäßig auf die Gültigkeit ihrer Prüfplakette untersucht werden. Wenn diese abgelaufen ist, darf nicht eine HU durchgeführt werden. Das waren die wichtigsten Störgrößen in Abhängigkeit des Prüfortes. Nun kommen wir zu den fahrzeugabhängigen Störgrößen. Die häufigste Störgröße ist die falsche Beladung des Fahrzeuges. Viele Kunden kommen mit einem beladenen Fahrzeug zur Hauptuntersuchung, sodass der Prüflingenieur die Leuchtweitenregelung nicht auf "0" drehen kann und somit nicht kontrollieren kann, ob die Einstellung der Scheinwerfer korrekt ist. In diesem Fall muss der Kunde entweder das Fahrzeug noch einmal vorführen oder er muss es vor Ort leerräumen. Da die Überprüfung der gesamten Lichtanlage noch nicht allein möglich ist, ist der Prüflingenieur meist auf den Kunden bei der Lichtüberprüfung angewiesen. Dieser setzt sich ins Fahrzeugcockpit und schaltet jeweils die vom Prüflingenieur verlangten Lichteinrichtungen an. Hierbei kann es zu Fehlern kommen, speziell bei der Leuchtweitenregelung. Viele Fahrzeugführer wissen nicht, wie diese funktioniert bzw. wo sie sich im Fahrzeug befindet. Deshalb kann es vorkommen, dass der Kunde versehentlich die falsche Einstellung der Leuchtweite einstellt und der Prüflingenieur die Scheinwerfereinstellung nicht korrekt ablesen kann. Häufig kommt es auch vor, dass die Leuchtweite defekt ist. Allerdings ist dies ein erheblicher Mangel im Bereich der Hauptuntersuchung des Kraftfahrzeuges und der Kunde muss das Fahrzeug erneut

vorführen. Nicht unterschätzen sollte man bei der Scheinwerfereinstellung die Abhängigkeit des Reifenluftdruckes. Die Scheinwerfer werden bei dem richtigen Reifenluftdruck eingestellt. Diese Angabe kann man dem Benutzerhandbuch des Kraftfahrzeuges entnehmen. Wenn bei der Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Luftdruck nicht stimmt, so zeigt das Scheinwerfereinstellgerät eine falsche Einstellung an, obwohl die Scheinwerfer richtig eingestellt sind. Stellt der Prüfenieur die Scheinwerfer nun korrekt ein, ist die Scheinwerfereinstellung für den Moment korrekt, aber sobald der Fahrzeugführer den Luftdruck des Reifens überprüft und dementsprechend korrigiert, ist die Scheinwerfereinstellung wieder inkorrekt. Es kommt auch öfter vor, dass Fahrzeugführer ihre Lampen der Scheinwerfer selbst wechseln. Dies ist erlaubt und kann gemacht werden, allerdings muss darauf geachtet werden, dass die richtigen Lampen eingesetzt werden und dass die Lampen nicht verdreht sind, denn ansonsten kann der Prüfenieur die Einstellung der Scheinwerfer nicht kontrollieren, da es kein klares Scheinwerferbild gibt.



Abb. 21: Scheinwerfer mit falsch eingesetzter Lampe

Bei älteren Fahrzeugen kann der Prüfenieur die Lampe schnell korrekt einsetzen und die Scheinwerfereinstellung überprüfen. Bei neueren Fahrzeugen ist dies oft nicht mehr auf die Schnelle möglich, da man ohne Ausbau des Scheinwerfers oder anderen Teilen nicht mehr an die Lampen herankommt. In diesem Fall ist dies mit dem Vermerk erheblicher Mangel zu vermerken und der Fahrzeugführer muss sein Fahrzeug nach Behebung des Problems noch einmal vorführen. Speziell ältere Kraftfahrzeugführer pflegen ihr Fahrzeug sehr intensiv und nehmen häufig sehr intensive Reinigungsmittel oder ein Topfkratzer für Scheinwerfer, um

Insektenrest und hartnäckigen Schmutz entfernen zu können. Das Ergebnis ist meist ein Scheinwerfer, dessen Streu- bzw. Abschlusscheibe matt ist.



Abb. 22: Scheinwerfer mit matter Abschlusscheibe

Stellt man nun ein Scheinwerfereinstellgerät vor diesen Scheinwerfer, so kann man keine Hell-Dunkel-Grenze mehr erkennen. Dadurch kann der Prüfenieur keine Aussage über die Einstellung des Scheinwerfers treffen. Dies wird als erheblicher Mangel eingestuft. Der Fahrzeugführer muss zunächst die Scheinwerfer austauschen oder aufpolieren lassen und anschließend das Fahrzeug noch einmal vorführen. Eine ähnliche Störgröße sind Scheinwerfer, bei denen die Abschluss- bzw. Streuscheibe von innen feucht ist.



Abb. 23: Scheinwerfer mit feuchter Abschlusscheibe

Dies geschieht bei Fahrzeugen, bei denen die Dichtungen der Scheinwerfer porös werden oder ein geöffneter Scheinwerfer nicht sachgemäß wieder verschlossen wurde. Der Scheinwerfer muss von innen getrocknet werden, bevor der Prüfenieur die Scheinwerfereinstellung überprüfen kann. Bei Xenon-Scheinwerfern treten zurzeit bei Fahrzeugen, die 3 - 4 Jahre alt sind, mehrere Fälle auf, bei denen sich Feuchtigkeit und Schmutz in der Xenonlinse sammelt.



Abb. 24: Feuchtigkeitsansammlung in der Xenonlinse eines VW Passat

Wenn diese Schmutz- und Feuchtigkeitsansammlung auftritt, findet man sie in beiden Scheinwerfern. In dem Stadium wie auf dem Bild, sieht das Scheinwerferbild noch fast normal aus, verschlimmert sich der Zustand allerdings noch weiter, so ist das Scheinwerferbild nicht mehr akzeptabel und muss bemängelt werden. Einen ähnlichen Fall gibt es bei den LED-Scheinwerfern.



Abb. 25: LED-Scheinwerfer mit einer defekten LED

Quelle: <http://fotos.autozeitung.de/462x347/images/bildergalerie/2011/02/>

Audi_A6_0111_033.jpg (17.09.2013, 16:30 Uhr)

Laut der 47.Änderungsvorschriftsverordnung (ÄVO) sind LED-Leuchten und -Scheinwerfer als erheblich zu bemängeln, sobald 2 LED-Leuchtmittel defekt sind. Sind bei einem Voll-LED-Scheinwerfer 2 LEDs des Abblendlichtes defekt, so wirkt sich das auch direkt auf das Scheinwerferlicht aus³³. Stellt man ein Scheinwerfereinstellgerät vor den Scheinwerfer, so entspricht die Abbildung des Scheinwerferlichtes nicht mehr dem Standard Scheinwerferlicht. Eine weitere Störgröße, welche nicht unterschätzt werden sollte, ist das Alter der Leuchtquelle. Glühlampen und Halogenlampen verlieren mit dem Alter einen Teil Ihrer Helligkeit. Bei den Glühlampen spiegelt sich dies mit der allmählichen Schwarzfärbung des Glaskolbens wieder. Bei den Halogenlampen bleibt die Schwarzfärbung durch den Kreisprozess und der Zugabe des Halogengases aus, jedoch wird auch diese mit der Zeit dunkler. Diese Tatsache ist auf dem Scheinwerfereinstellgerät ersichtlich, das die Hell-Dunkel-Grenze nach einigen Jahren trotz klarer Scheinwerfer nicht mehr so gut ersichtlich ist, wie es bei einem Neuwagen der Fall ist. Deshalb sollte darauf geachtet werden, das Glüh- und Halogenlampen nach einigen Jahren ausgetauscht werden.

³³ Hartig, M.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: 47. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften, 2012, S.375 ff.

3.2 Lampentausch

Ein Austausch der Lampen im Scheinwerfer ist eine Aufgabe, die jeder Kraftfahrer bei seinem Fahrzeug beherrschen sollte. Zugegebenermaßen gestaltet sich der Lampentausch bei neueren Fahrzeugen oft etwas schwieriger, da oft durch Verkleidungen im Motorraum kein einfaches Herankommen an die Rückseite der Scheinwerfer und Leuchtmittel ist, ohne diese abzubauen. Trotzdem ist es empfehlenswert, diese Arbeit selbst durchzuführen. Zwar ist ein Lampentausch manchmal ein wenig aufwendiger durch abschrauben von Verkleidungen, aber generell trotzdem machbar. Für meinen Test habe ich einen Renault Clio II 1.2 Baujahr 2003 verwendet. Die Halogenlampe in dem linken Scheinwerfer war defekt und musste ersetzt werden.



Abb. 26: Renault Clio mit offener Motorhaube

Um an den Scheinwerfer und die Halogenlampe heranzukommen, muss zunächst die Motorhaube geöffnet werden. Schaut man nun in den Motorraum hinter dem Scheinwerfer, so findet man dort eine schwarze Kappe.



Abb. 27: Scheinwerferrückseite mit Kappe



Abb. 28: Scheinwerferrückseite ohne Kappe

Diese schwarze Kappe schützt das Innenleben vor Wasser, Dreck und Schmutz, so dass eine langjährige Funktion gesichert ist. Entfernt man die schwarze Kappe, liegt das Innenleben des Halogenscheinwerfers frei. Man kann nun den Sockel mit der Halogenlampe entfernen, indem man den Griff, der zum Vorschein gekommen ist, dreht.



Abb. 29: Entnommener Sockel mit Halogenlampe

Nun kann die defekte Halogenlampe gegen eine neue ausgetauscht werden. Danach wird der Scheinwerfer in umgedrehter Reihenfolge wieder zusammengesetzt. Beim Einsetzen des Sockels muss unbedingt darauf geachtet werden, dass alle "Nasen" eingerastet sind, bevor man den Sockel mit dem davorliegenden Griff festdreht, da ansonsten die Lampe schief im Scheinwerfer sitzt und somit das Lichtbild mangelhaft ist. Der letzte, aber dennoch wichtigste Schritt ist die Überprüfung der Scheinwerfereinstellung des Scheinwerfers. Da es

sich bei dem Lampenwechsel meistens nicht vermeiden lässt, die neue Lampe mit etwas Kraft in dem Scheinwerfer zu stecken bzw. den Sockel in das Gehäuse einzudrehen, verstellt sich der Scheinwerfer dabei, da er dieser Kraft nachgibt. Bei diesem ersten Lampenwechsel hat sich herausgestellt, dass der Scheinwerfer nach dem Wechselvorgang erheblich zu hoch eingestellt war. Da ein Versuchsvorgang allein allerdings nicht aussagekräftig ist, habe ich eine Versuchsreihe von 20 Messungen aufgestellt.

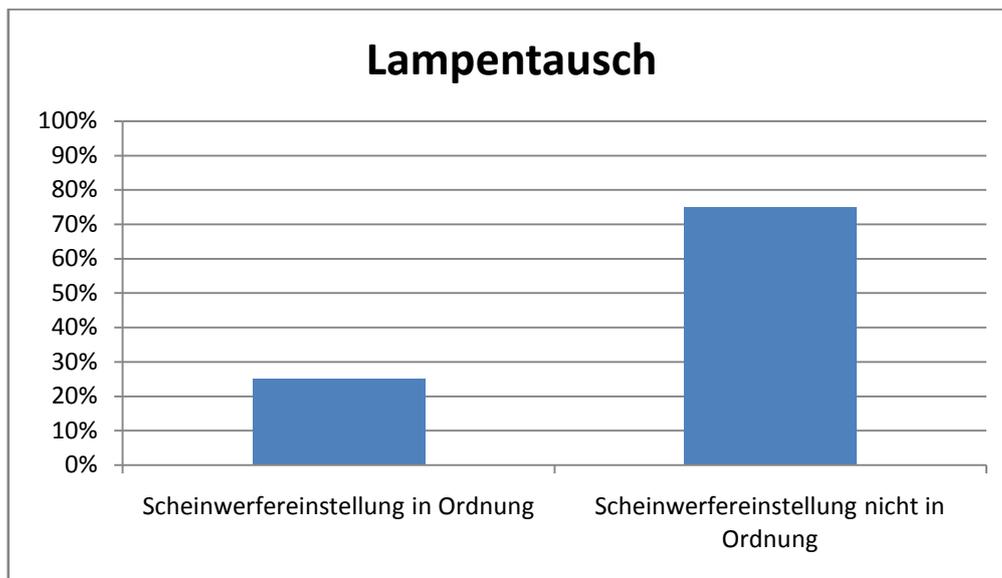


Abb. 30: Statistik zu der Scheinwerfereinstellung nach einem Lampentausch

Diese Statistik zeigt das Ergebnis dieser Versuchsreihe. Bei 75% der Messungen (15 Versuche) war die Scheinwerfereinstellung nicht in Ordnung. Interessanterweise waren es immer nur Verstellungen in senkrechter Richtung. Dies ist aber sicherlich abhängig von Modell und Scheinwerferform bzw. an welcher Stelle des Scheinwerfers die Lampe sitzt. Von den 25% der Messungen (5 Versuche), bei denen die Scheinwerfereinstellung korrekt war, waren 3 davon die letzten Messungen 18, 19 und 20. Dies kann dadurch erklärt werden, dass sich nach einigen Wechseln der Lampen eine gewisse Routine einstellt. Man weiß nun ungefähr, wie stark der Lampensockel mit Lampe in den Scheinwerfer gedrückt werden muss, ohne den Scheinwerfer zu verstellen. Trotzdem ist es unerlässlich, dass nach einem Lampenwechsel des Scheinwerfers dessen Einstellung überprüft wird. Leider wird dies in den Werkstätten oft vernachlässigt, was sich auch durch die Statistik der Lampeneinstellung bestätigt hat.

3.3 Untersuchung der Scheinwerfereinstellung

Das Fahrzeug muss laut den gesetzlichen Angaben exakt 10 Meter vor einer weißen Wand stehen. Nun wird die Mittelachse des Scheinwerfers auf die weiße Wand übertragen, damit die prozentuale Neigung des Scheinwerferlichtes ermittelt und der Scheinwerfer bei Bedarf neu eingestellt werden kann. Da man bei der Durchführung der Hauptuntersuchung selten exakt einen 10 Meter Abstand zu einer weißen Wand einhalten kann, gibt es sogenannte Scheinwerfereinstellgeräte. Die im Optikkasten eingebaute Fresnel-Linse verkürzt die vorgeschriebene 10-Meter-Messstrecke auf 50 cm.

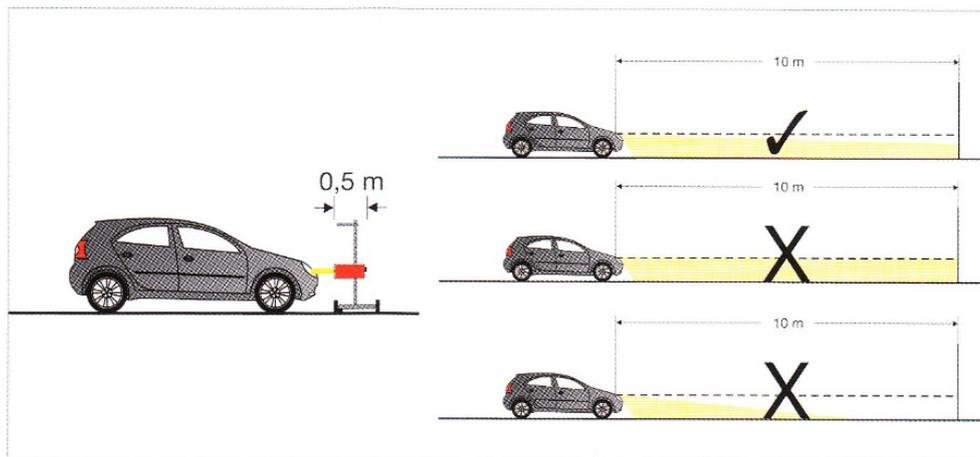


Abb. 31: Prinzip der Scheinwerfereinstellung

Quelle: Hella: Wissenswertes über die Scheinwerfereinstellung, S. 4.

Im obigen Bild sieht man einen Vergleich zwischen dem Messen mit dem Scheinwerfereinstellgerät und dem Messen mit einer in 10m entfernten Wand. Beim Scheinwerfereinstellgerät kann man die Einstellung ganz einfach auf der Fotodiode ablesen. Rechts im Bild sieht man das Messen der Einstellung an der Wand. Die obere Einstellung ist die richtige, denn das Scheinwerferlicht wird durch den Neigungswinkel der Scheinwerfer immer mehr zu Boden geleitet. Beim dem mittleren Bild ist die Einstellung zu hoch, das das Scheinwerferlicht in der Höhe konstant bleibt und bei dem unteren Bild ist die Einstellung zu tief, denn das Scheinwerferlicht erreicht noch nicht einmal die Wand. Der 50cm-Abstand zwischen Fahrzeug und Scheinwerfereinstellgerät sollte so gut wie möglich eingehalten werden, jedoch gibt es einen Toleranzbereich, so dass ein Abstand von 30cm bis 70cm einzuhalten ist. Allerdings muss man beachten, das ein halber Zentimeter Falschmessung auf der 50-cm-Strecke 10 cm Differenz auf 10 m (Verhältnis 10 m zu 50 cm gleich Faktor 20) entspricht. Über Blendung oder Fahren im Halbdunkeln entscheiden bei der Durchführung der Hauptuntersuchung nur Millimeter. Diese Vorgehensweise funktioniert allerdings nur bei Bilux- und Halogenscheinwerfern. Bei Xenon-Scheinwerfern kann man die Scheinwerfer nur

mittels Scheinwerfereinstellgerät nicht einstellen. Zur Reparatur und Wartung braucht die Werkstatt geschultes Personal sowie ein entsprechendes Diagnosegerät. Bevor man den Xenon-Scheinwerfer einstellen kann, muss die Grundeinstellung des gesamten Scheinwerfersystems geprüft werden, denn für die Korrektur braucht man eine neutrale Ausgangslage. Dieser Vorgang wird als "Anlernen" bezeichnet. Damit ist das Festhalten der momentanen Stellung von Drehwinkelsensoren an Vorder- und Hinterachse gemeint. Wenn das Fahrzeug über ein eigendiagnosefähiges Leuchtweitenregelungssystem verfügt, so ist vor Einstellen der Scheinwerfer unbedingt der Fehlerspeicher auszulesen. Nur so kann man sicher gehen, dass keine unerkannten Fehler weder die Einstellung, noch die Funktion der Scheinwerfer beeinträchtigen und kann diese Fehler im Vorfeld beheben. Ohne Diagnosegerät ist die Durchführung all dieser Arbeitsschritte nicht möglich, wodurch die eigentliche Einstellung der Scheinwerfer ebenfalls nicht durchführbar ist. Nun wählt man im Diagnosegerät das Fabrikat und Modell des Fahrzeuges aus und stellt eine Verbindung zwischen Steuer- und Diagnosegerät her. Als nächstes wählt man den Menüpunkt "Leuchtweitenregelung" aus und sucht nun den Unterpunkt "Xenon-Licht-einstellen", welcher zu bestätigen ist. Nun erscheint im Display der Hinweis "Scheinwerfer im Grundeinstellmodus". Die Scheinwerfer fahren nun in die Grundstellung und der Prüfer muss warten, bis im Display die Meldung "Scheinwerfer einstellen" erscheint. Erst jetzt sind Steuer- und Diagnosegerät zur Scheinwerfereinstellung bereit. Jetzt kann auch wieder mit dem konventionellen Scheinwerfereinstellgerät gearbeitet werden. Auch bei Xenon-Scheinwerfern ist es wichtig darauf zu achten, dass der 50cm-Abstand zwischen Scheinwerfer und Scheinwerfereinstellgerät eingehalten wird. Wenn die Einstellung erfolgt ist, muss am Diagnosegerät der Modus "Scheinwerfer Einstellen" verlassen werden und zwar so weit, bis der Menüpunkt "Grundeinstellung" erreicht ist. Nun muss der Menüpunkt "Xenon-Licht Einstellung speichern" bestätigen, sodass die jetzige Scheinwerfereinstellung gespeichert wird. Wenn alle Schritte in der richtigen Reihenfolge durchgeführt wurden, erscheint im Display die Anzeige "Regellage gelernt" und erinnert daran, nach der Einstellung den Fehlerspeicher zu löschen. Erst danach darf die Verbindung zwischen Steuer- und Diagnosegerät getrennt werden. Insgesamt wurden in der Zeit vom 01.07.2013 - 06.09.2013 in der Prüfhalle bei 400 Kraftfahrzeugen die Scheinwerfereinstellung überprüft. Dabei haben sich folgende Verteilungen der Scheinwerferarten ergeben.

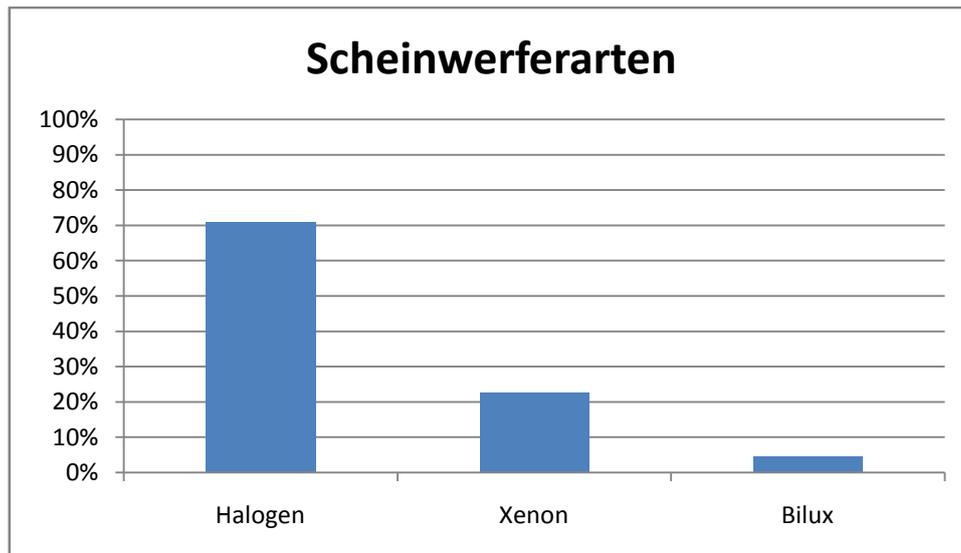


Abb. 32: Statistik zur prozentualen Verteilung der Scheinwerferarten

Obwohl LED- und Xenon-Scheinwerfer eine viel höhere Lichtausbeute haben als Halogenscheinwerfer, sind die Halogenscheinwerfer noch immer die meistverwendeten Scheinwerfer im Kfz-Bereich. Die meisten Menschen wollen in diesem Bereich sparen, denn Halogenscheinwerfer sind weitaus günstiger als Xenon- und LED-Scheinwerfer. Hinzu kommt, dass bei Reparaturen oder Austauschen von Xenon- oder LED-Scheinwerfer hohe Kosten auf den Besitzer des Fahrzeuges zukommen. Deshalb nehmen viele Fahrer freiwillig das "schlechtere" Licht in Kauf. Die LED-Scheinwerfer konnten leider nicht in dieses Statistik integriert werden, denn in den oben genannten Zeitraum sind nur 2 Fahrzeuge mit LED-Scheinwerfern zur Hauptuntersuchung vorgestellt wurden. Da diese Menge nicht aussagekräftig genug für eine Statistik ist, konnte sie nicht in diese integriert werden. Für die in der Statistik aufgeführten Scheinwerferarten wurden noch vertiefende Statistiken aufgestellt. Zuerst wurden die Bilux-Scheinwerfer betrachtet.

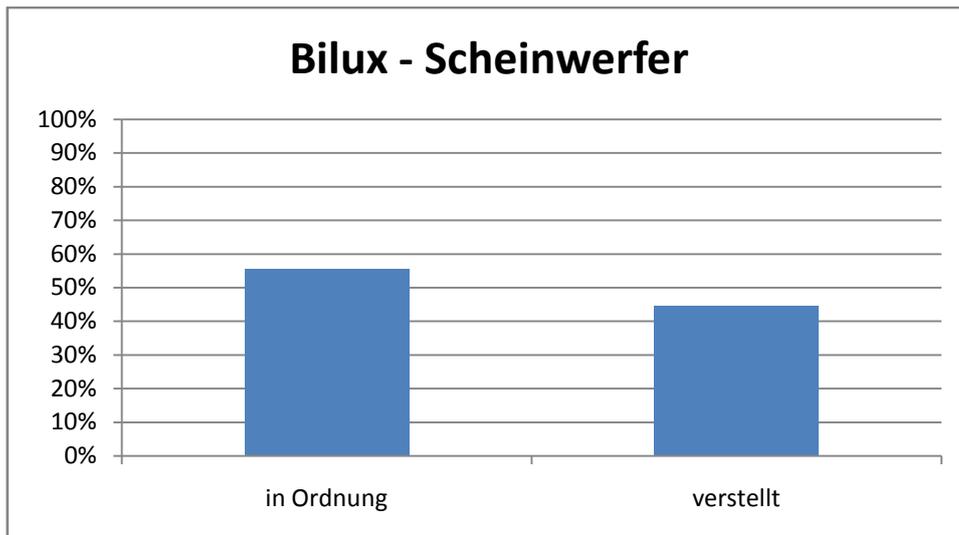


Abb. 33: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Bilux-Scheinwerfer

In diese Statistik wurden 18 Fahrzeuge mit Bilux-Scheinwerfer aufgenommen. Bei 10 von 18 Fahrzeugen war die Einstellung der Scheinwerfer in Ordnung. Das entspricht gerade einmal 55,5%. Bei den restlichen 8 Autos waren die Scheinwerfer verstellt. Interessanterweise waren die Scheinwerfer hierbei immer nur in der Höhe verstellt. Dabei war bei 4 Fahrzeugen nur 1 Scheinwerfer in der Höhe verstellt und bei den restlichen 4 Fahrzeugen beide Scheinwerfer in der Höhe verstellt. Bei diesen Fahrzeugen handelte es sich um Oldtimer. Bei diesen Fahrzeugen gibt es keine Einstellmöglichkeit der Scheinwerfer mittels Schraubenzieher oder Imbusschlüssel, sondern die Scheinwerfer müssen per Hand in die gewünschte Position gedreht und gebogen werden. Deshalb können diese Fahrzeuge manchmal nicht ganz genau eingestellt werden. Dennoch sind 44,5% falsch eingestellte Scheinwerfer eindeutig zu viel. Bei den Xenonscheinwerfern sind es nicht so viele Fahrzeuge, bei denen die Scheinwerfer verstellt sind.

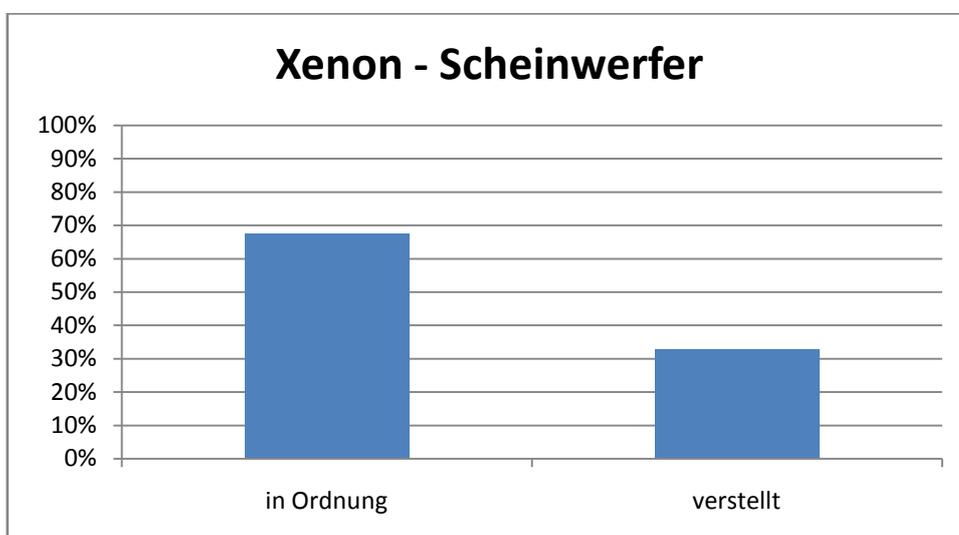


Abb. 34: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Xenonscheinwerfer

Von den 92 Fahrzeugen mit Xenonscheinwerfern, die bei einer Hauptuntersuchung vorgeführt wurden, waren bei 62 Fahrzeugen die Scheinwerfer korrekt eingestellt. Das entspricht 67,4%. Das ist eine erhebliche Verbesserung gegenüber den Bilux-Scheinwerfern. Die Xenon-Scheinwerfer haben gegenüber den Bilux- und Halogenscheinwerfern den großen Vorteil, dass sie über eine automatische Leuchtweitenregelung verfügen. Dadurch werden die Scheinwerfer immer der aktuellen Fahrposition angepasst und der Fahrer braucht die Scheinwerfer nicht mehr manuell einstellen. Allerdings ist die Voraussetzung für die korrekte Scheinwerfereinstellung durch die Leuchtweitenregelung, dass die Grundeinstellung der Xenoneinstellung korrekt ist und die Sensoren an der Hinterachse funktionieren. Denn auch bei den Xenonscheinwerfern sind immerhin noch 32,6% der Scheinwerfer falsch eingestellt. Auch bei diesen Scheinwerfern handelt es sich zu 100% um Verststellungen in der Höhe. Von diesen 30 Fahrzeugen mit falsch eingestellten Scheinwerfern ist es bei 27 Fahrzeugen der Fall, dass beide Scheinwerfer falsch eingestellt sind. Interessanterweise sind beide Scheinwerfer immer exakt gleich falsch eingestellt. In diesem Fall muss die Grundeinstellung der Scheinwerfer falsch oder ein Sensor an der Hinterachse falsche Daten übermitteln. Wenn diese Mängel behoben werden, könnte die Fehlerquote von 36,2% noch erheblich verringert werden. Bei den Halogenscheinwerfern sieht die Lage dagegen wie folgt aus.

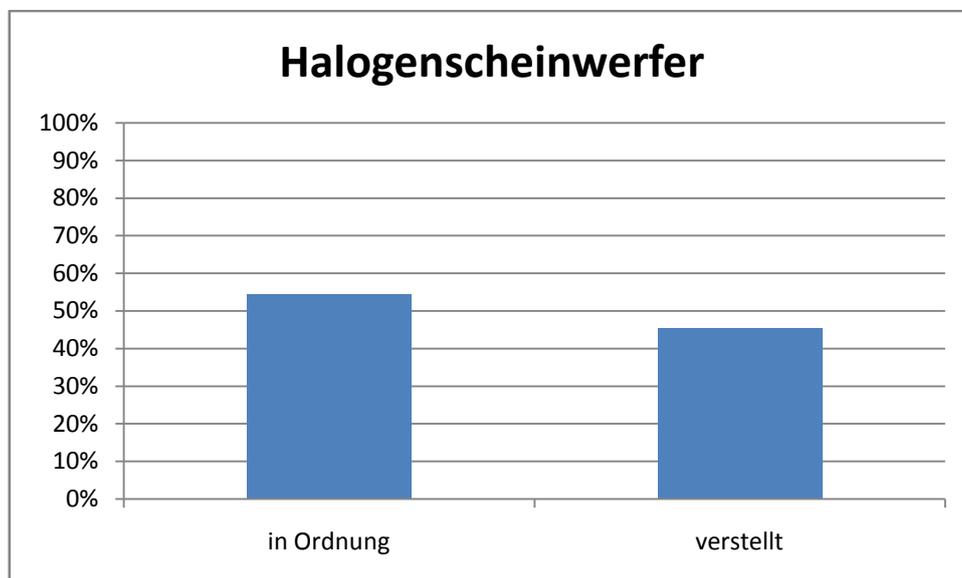


Abb. 35: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Halogenscheinwerfer

Insgesamt wurden 290 Fahrzeuge mit Halogenscheinwerfern überprüft. Das Ergebnis ist besorgniserregend, denn nur bei 158 Fahrzeugen war die Scheinwerfereinstellung in Ordnung. Dabei sind die fehlerhaften Einstellungen bei den Halogenscheinwerfern so vielfältig, dass noch vertiefende Statistiken zur Verdeutlichung erstellt wurden.

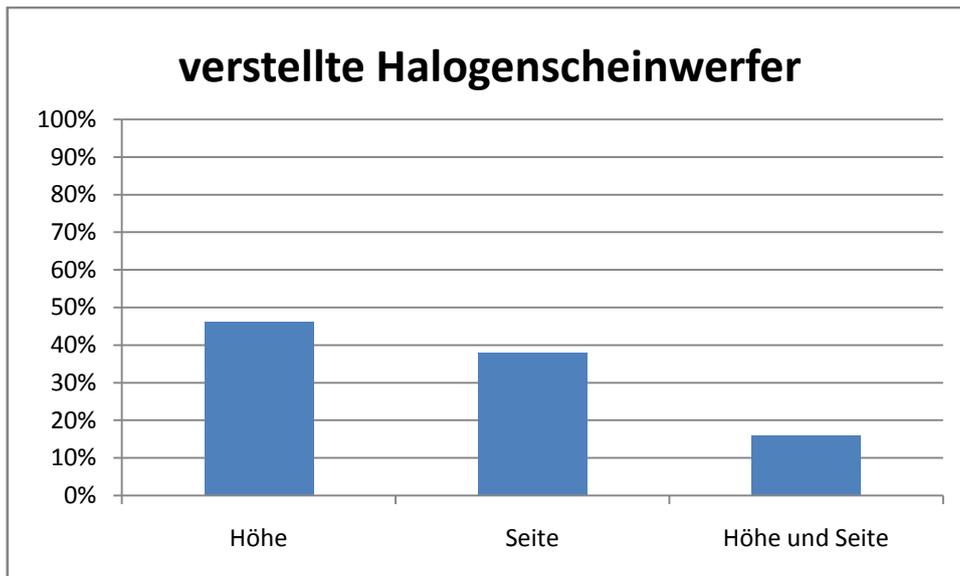


Abb. 36: Statistik zu falsch eingestellten Halogenscheinwerfer

An dieser Statistik kann man erkennen, dass die Scheinwerferverstellung in Bezug auf Höhe und Seite relativ gleich sind. Von den 132 Halogenscheinwerfer, welche verstellt sind, sind 61 Scheinwerfer (46,2%) in der Höhe verstellt und 50 Scheinwerfer (37,9%) zur Seite verstellt. Dabei betrifft es bei der Hälfte dieser Fahrzeuge jeweils beide Scheinwerfer und die andere Hälfte jeweils nur einen Scheinwerfer. Die restlichen 15,9% der verstellten Scheinwerfer sind bedenklich. Bei diesen Kraftfahrzeugen sind jeweils beide Scheinwerfer sowohl in Höhe, als auch in horizontaler Richtung verstellt. Das heißt im Klartext, dass von diesen 290 überprüften Fahrzeugen mit Halogenscheinwerfern 21 Fahrzeuge den Straßenverkehr gefährden. Das sollte den Kraftfahrern und Werkstätten zu denken geben, denn durch diese falschen Scheinwerfereinstellungen entstehen besonders bei schlechter Sicht und bei Nachtfahrten zum Teil sehr schwere Unfälle mit Todesfällen. Wenn man die Scheinwerfereinstellung der gesamten 400 Fahrzeuge insgesamt in einer Statistik betrachtet, dann kann man sich einen Überblick über das fehlende Pflichtbewusstsein der Fahrzeugführer in Bezug auf Ihre Scheinwerfer betrachten

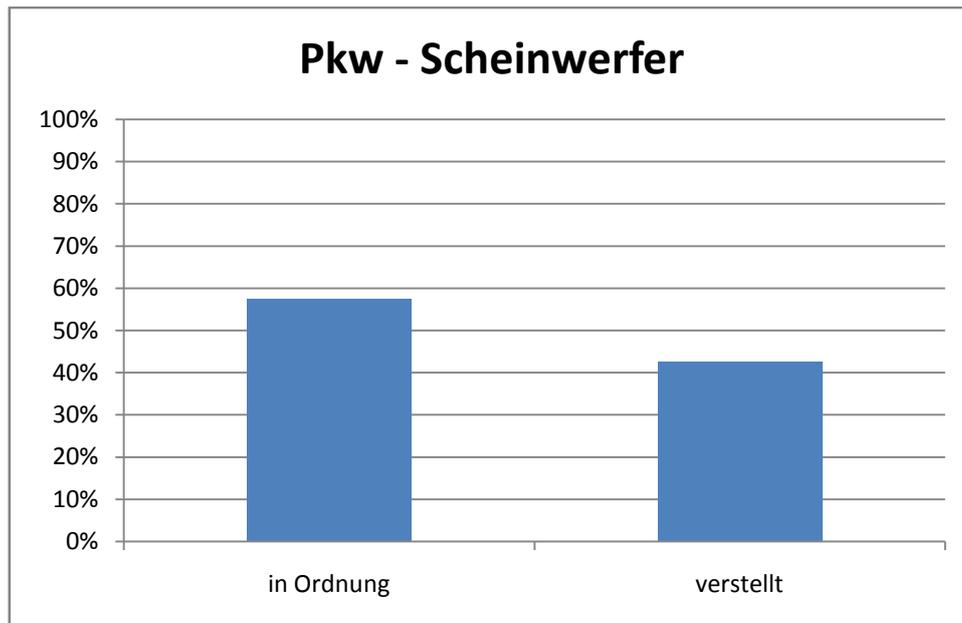


Abb. 37: Gesamtstatistik zur Einstellung aller überprüften Scheinwerfer

Bei diesen 400 Fahrzeugen waren 42,5% der Scheinwerfer nicht korrekt eingestellt. Das sind 170 Fahrzeuge, bei denen die Scheinwerfer bei der Hauptuntersuchung eingestellt werden mussten. Diese Statistik zeigt, dass die Einstellung der Scheinwerfer von den diesen Kraftfahrzeugführern nicht ernst genommen wird bzw. von ihnen keine regelmäßige Kontrolle der Scheinwerfereinstellung vorgenommen wird. Allerdings werden diese Mängel auch bei Fahrzeugen festgestellt, welche von einer Durchsicht bzw. Reparatur einer Werkstatt kommen. Diese Tatsache zeigt ebenfalls, dass auch innerhalb von Werkstätten und KFZ-Services die Scheinwerfereinstellung nicht die Aufmerksamkeit erhält, die sie verdient. Durch Gespräche mit den betreffenden Fahrzeugführern hat sich herausgestellt, dass die Hauptursache kleine Andockungen beim Aus- bzw. Einparken an anderen Fahrzeugen oder kleine Zusammenstöße in den Wintermonaten mit Blumenkübel, Laternen oder ähnlichem sind, welche durch die Schneemassen nicht zu erkennen waren. Bei solchen kleinen Zusammenstößen sieht man danach häufig keine äußerlichen Veränderungen an den Scheinwerfern, jedoch reicht manchmal schon ein kleiner Aufprall in der Scheinwerfergegend aus, um die Scheinwerfereinstellung ungewollt zu verändern. Dies dient zur Schadensbegrenzung, denn würde sich der Scheinwerfer bei kleinen Zusammenstößen nicht verstellen, würde die Abschlusscheibe eventuell beschädigt oder im schlimmsten Fall zerstört werden. Leider fahren die meisten Kraftfahrzeugführer nach einem solchen Aufprall bzw. Zusammenstoß nicht zu einer Werkstatt zu einer Scheinwerferüberprüfung. Ein anderer Grund für die vielen falscheingestellten Scheinwerfer sind von den Kraftfahrzeugführern falsch eingesetzte Lampen oder nicht eine fehlende Überprüfung der Scheinwerfereinstellung nach einem Lampentausch. Aus diesem Grund

sollte in Erwägung gezogen werden, eine jährliche Pflichtuntersuchung für Scheinwerfer der Kraftfahrzeuge unter 3,5t einzuführen. Da die meisten "Andockungen", wie es von den Kraftfahrzeugführern beschrieben wird, in den Wintermonaten passiert, sollte diese Untersuchung am Anfang des 2. Quartals des Jahres angesiedelt werden. Für Motorräder und Lastkraftwagen muss eine solche Untersuchung nicht zwingend sein, denn bei diesen Fahrzeugen sieht die Statistikauswertung wie folgt aus.

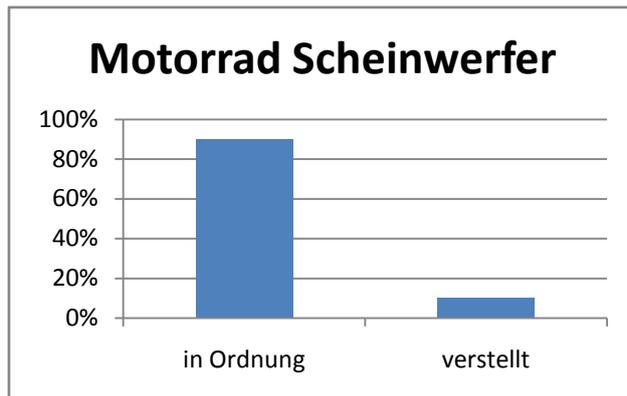


Abb. 38: Statistik zur der Einstellung der Motorradscheinwerfer

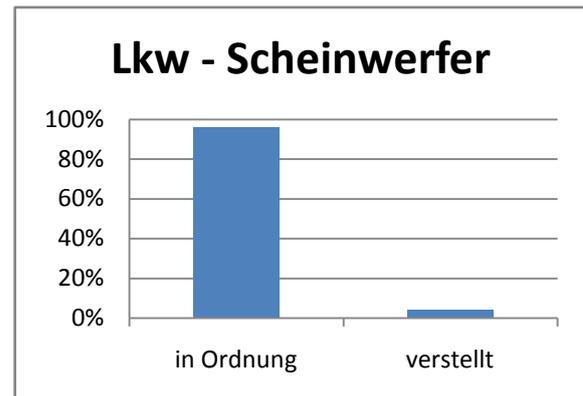


Abb. 39: Statistik zur der Einstellung der Lkw-Scheinwerfer

Es wurden in diesen Statistiken 100 Motorräder und 50 Lastkraftwagen aufgenommen. Alle Fahrzeuge hatten Halogenscheinwerfer verbaut. Wie man an den Statistiken sehen kann, sind bei den Motorrädern nur 10 Fahrzeuge, bei denen die Scheinwerfer falsch eingestellt waren. Dies entspricht 10%. Bei den Lastkraftwagen sind es dagegen nur 4%, bei denen die Scheinwerfer falsch eingestellt waren. Das wiederum sind nur 2 Fahrzeuge. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich bei den meisten Lastkraftwagen dieser Statistik um Feuerwehrfahrzeuge handelt. Solche Fahrzeuge fahren natürlich weitaus geringere Strecken als Lastkraftwagen einer Spedition, werden selten bewegt und sind auch nach einigen Jahren noch sehr wenig Kilometer gefahren. Deshalb sollte die Statistik mit Vorsicht genossen werden. Bei den Motorradfahrern hingegen sind die Gründe für die gut eingestellten Scheinwerfer klar. Da man Motorradfahrer nicht so gut sieht, wie ein Kraftfahrzeug, hängt das Leben des Motorradfahrers zum großen Teil von der Scheinwerfereinstellung ab. Diese Formulierung ist keineswegs übertrieben, denn viele Unfälle im Straßenverkehr mit Beteiligung eines Motorrades im Straßenverkehr geschehen, weil die Motorradfahrer übersehen werden. Im Gegensatz zu Kraftfahrzeugen und Lastkraftwagen besitzt ein Motorrad keine Sicherheitsgurte oder ähnliche Sicherheitsvorkehrung, sodass ein Motorradfahrer meistens von seinem Fahrzeug

geschleudert wird und sich schwerste Verletzungen zuzieht. Daher wird die Scheinwerferanlage von den meisten Motorradfahrern regelmäßig gewartet und überprüft.

4 Konzept zur Weiterentwicklung der Leuchtweitenregulierung

Der effektivste Weg, um den Prozentsatz der falsch eingestellten Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen zu verringern, ist die automatische Leuchtweitenregulierung zu optimieren. Bei den Xenon-Scheinwerfern gibt es 2 Hauptprobleme, wodurch die Leuchtweitenregelung nicht korrekt funktioniert. Zum einen ist es die falsche Grundeinstellung und zum anderen Sensoren, welche falsche Informationen über die Niveauänderung der Hinterachse senden. Ich habe mich mit dem Problem der Sensorik beschäftigt. Der Sensor, welche die Informationen über die Niveauänderung übermitteln, sitzt zwischen den beiden hinteren Fahrzeugfedern. Meine Überlegung ist es, zwei weitere Sensoren zu verbauen. Sie befinden sich jeweils am äußeren Ende der hinteren Achse. Diese messen ebenfalls die Niveauänderung der Hinterachse und übermitteln diese Information an 2 beweglichen Lichtschrankensensoren am hinteren Ende des Motorraumes. Diese richten sich an einer vertikalen Schiene nach den Niveauänderungsinformationen der Hinterachssensorik aus. An der Rückseite der Frontscheinwerfer ist jeweils ein weiterer Lichtschrankensensor verbaut, welcher allerdings unbeweglich ist. Er baut eine Verbindung in Form einer Lichtschranke mit dem anderen Sensor der Lichtschranke auf, sodass eine geradlinige Verbindung zwischen den beiden Sensoren entsteht.

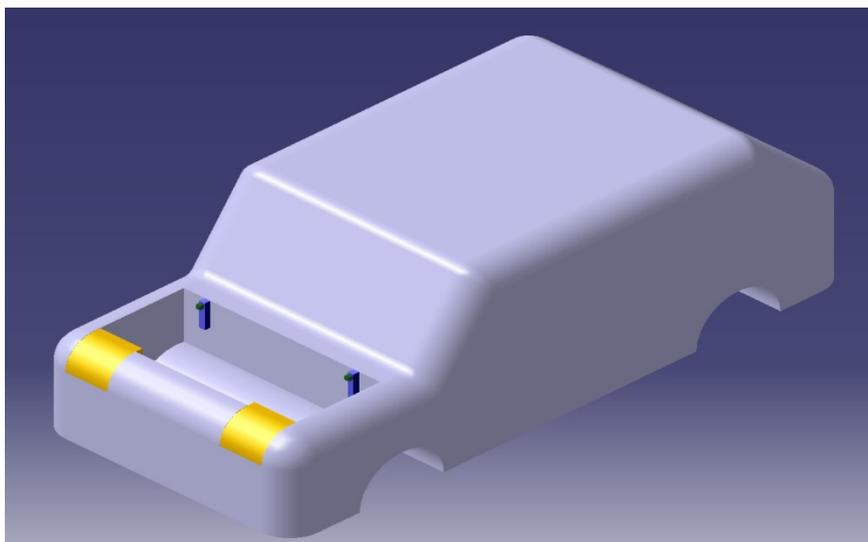


Abb. 40: Konzept zur Leuchtweitenregelung

Da der Sensor an der Scheinwerferrückseite unbeweglich ist, muss der Scheinwerfer über Stellmotoren die Höhenposition verändern, damit eine geradlinige Verbindung zwischen den Sensoren entsteht.

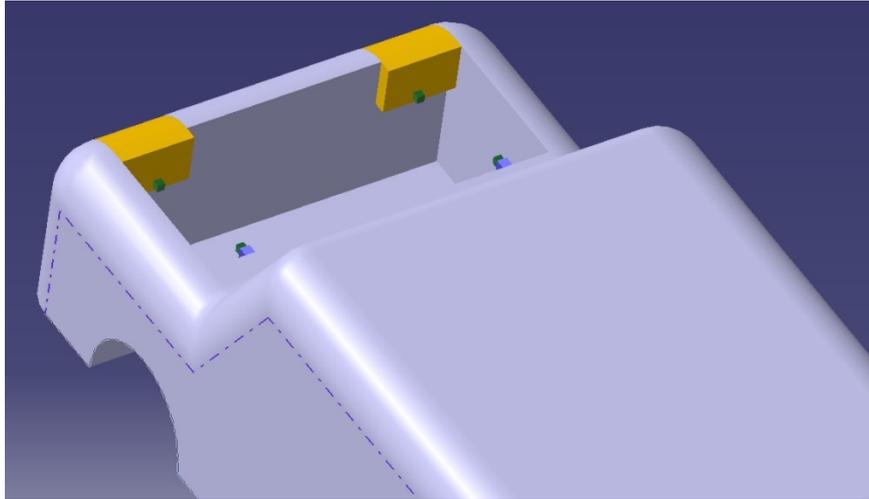


Abb. 41: Rückansicht der Scheinwerfer mit Lichtschrankensensoren

Das Konzept wurde mittels Catia konstruiert. Zur Verdeutlichung wurden die wichtigen Bauteile farblich gestaltet. Die gelben Bauteile stellen die Scheinwerfer, die grünen Bauteile die Sensoren der Lichtschranken und die blauen Bauteile die Schienen zur horizontalen Verstellung der Lichtschrankensensoren dar. Vertiefende Recherchen haben jedoch gezeigt, dass dieses auf Dauer nicht. Die Lichtschrankensensorik ist anfällig gegenüber Dämpfen, Dreck und Feuchtigkeit. Durch diese äußeren Einflüsse kann der Lichtstrahl stark gedämpft oder unterbrochen werden. Da das Fahrzeug genau diese Einflüsse erfährt, speziell in den Wintermonaten, in denen die Scheinwerfereinstellung am wichtigsten ist, ist dieses Konzept ungeeignet. Allerdings kann die Idee mit den 2 zusätzlichen Sensoren an der Hinterachse von diesem System übernommen werden. Um die richtige Scheinwerfereinstellung zu bestimmen, gleichen die äußeren Sensoren an der Hinterachse ihre ermittelten Daten mit dem Sensor auf der Achsmitte ab und geben diese, sofern sie identisch sind, an die Stellmotoren und Lichtschrankensensoren weiter. Stimmen die Daten nicht überein, werden die Informationsdaten verwendet, welche am meisten übereinstimmen. Somit kann ausgeschlossen werden, dass ein Sensor, welcher Fehlinformationen gibt, Einfluss auf die Scheinwerfereinstellung nimmt. Allerdings ist dies ein rein theoretisches Konzept und muss erst praktisch konstruiert und erprobt werden. Generell kann man jedoch sagen, dass in die Scheinwerferanlagen immer mehr Elektronik eingebaut wird. Dies bringt zwar den Vorteil, dass die Fahrzeugführer die Scheinwerfereinstellung weniger kontrollieren müssen, jedoch bei einem Ausfall oder einer falschen Einstellung das Fahrzeug in die Werkstatt bringen müssen, da ohne Diagnosegerät bei heutigen Scheinwerfern keine Einstellung mehr möglich ist. Fällt bspw. bei einem LED-Scheinwerfer mehr als eine LED aus, muss der gesamte Scheinwerfer getauscht werden, da einzelne LEDs nicht getauscht werden können. In diesem Fall fallen schnell 4-stellige Kosten für den Fahrzeugführer an. Aus diesen Gründen

sollte darüber nachgedacht werden, ob es sinnvoll ist, die Scheinwerferentwicklung in dieser Richtung fortzusetzen.

Schlusswort

Im Rahmen der Bachelorarbeit "Analyse des Verfahrens zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung bei Hauptuntersuchungen" wird die Komplexität des Themas aufgezeigt. Dabei könnten noch viele weitere Punkte ausführlich dargestellt werden, dies würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Zielsetzung dieser Arbeit war, das Prüfverfahren von Scheinwerferanlagen bei einer Hauptuntersuchung in Bezug auf §29 der StVZO zu analysieren, Störgrößen zu ermitteln und Verbesserungsvorschläge darzulegen. Nachdem die aktuelle Vorschriftenlage in Bezug auf §29 und "50 der StVZO vorgestellt wurde, wurde die verschiedenen Scheinwerferarten mit ihren Leuchtmitteln vorgestellt. Hierbei wurde darauf verwiesen, dass der Prüfenieur sich mit vielen Scheinwerferarten auskennen muss und dass in den nächsten Jahren 3 weitere Scheinwerfersysteme verbaut werden, die sich zum Teil sehr stark von den bisherigen Systemen unterscheiden.

Der praktische Teil dieser Arbeit bezog sich auf die Erstellung von Statistiken. Es wurde dargelegt, dass ein Tausch einer Halogenlampe einfach durchzuführen ist, danach jedoch eine Scheinwerferüberprüfung unabdingbar ist, um eine korrekte Scheinwerfereinstellung zu garantieren. Die zweite Statistik bezog sich auf die Untersuchung von 400 Kraftfahrzeugen, 100 Motorräder und 50 Lkws. Die Statistiken von den Motorrädern und Lkws legen dar, dass die Rate der falsch eingestellten Scheinwerfer gering ist, wobei es sich bei den Lkws fast nur um Feuerwehrfahrzeuge handelt, welche keine großen Strecken zurücklegen, deshalb ist diese Statistik mit Vorsicht zu genießen. Die Statistik von den 400 Kraftfahrzeugen zeigte hingegen ein katastrophales Ergebnis. Bei 42,5% der Fahrzeuge waren die Scheinwerfer nicht korrekt eingestellt. Das zeigt, dass dieses Thema nicht die Aufmerksamkeit erhält, die es verdient. Hierbei sollte überlegt werden, ob es sinnvoll wäre, eine jährliche Pflichtuntersuchung der Scheinwerferanlage einzuführen.

Als Verbesserungsvorschlag wurde ein Konzept zur Verbesserung der Leuchtweitenregulierung vorgestellt, welche auf Lichtschrankentechnik basiert. Leider ist nach längeren Recherchen herausgekommen, dass dieses Konzept mit der Fahrzeugtechnik nicht vereinbar ist. Allerdings wurde vorgeschlagen, zwei weitere Sensoren an der Hinterachse zu verbauen, welche Niveauänderungen aufzeichnen, sodass die Scheinwerfereinstellung angepasst wird.

Die Zukunft wird zeigen, ob es gut ist, immer mehr Elektronik in die Scheinwerferanlagen einzubauen. Zu diesem Zweck sollte in näherer Zukunft eine Statistik zu Scheinwerfereinstellung von LED-Scheinwerfer erstellt werden, um zu sehen, ob bei dieser Scheinwerfertechnik die Quote von falsch eingestellten Scheinwerfern niedriger ausfällt.

Literaturverzeichnis

David, H.; Hain, T.; Kunze, K.; Meyer, P.; Ploß, E.; Liehr, H.: Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen und deren Anhängern. 3.Aufl., Kirschbaum Verlag, 2011.

Bauer, H.; Dietsche, K.; Crepin, J.; Dinkler, F.: Kraftfahrtechnisches Taschenbuch. 24.Aufl., Robert Bosch GmbH, 2002.

Braess, H.; Seiffert, U. [Hrsg.]: Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. 5. Aufl., Vieweg Verlag, 2007.

Deußen, R.; Schlüter, V.; Schmidt, J.; Sprenger, A.; Zobel, C.: Meisterwissen im Kfz-Handwerk. 3.Aufl., Vogel Buchverlag, 2007.

Reif, K.: Automobilelektronik. 2.Aufl, Vieweg Verlag, 2006.

Bosch, R.: Autoelektrik Autoelektronik. 5.Aufl., Vieweg Verlag, 2007.

KBA: Informationssystem Typpenehmigungsverfahren Nr. 07-02: Fachinfo 08/02 H „Gasentladungs-Lichtquellen“, 2002.

Hamm, M.; Ackermann, R.: LED im Scheinwerfer. In: ATZ 11/2005

Linzing, R.: Matrix-LED-Scheinwerfer, In: amz-auto motor zubehör 9 (2013), S.58.

Hartig, M.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: 47. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften, 2012

Firmeninterne Unterlagen zur vereinfachten Kalibrierung von Scheinwerfereinstellgeräten in Werkstätten

Firmeninterne Unterlagen zu Gasentladungslichtquellen

Hamm, M.; Huhn, W.: Voll-LED-Scheinwerfer im Audi R8. In: ATZ 10/2008

Focus Online[Hrsg.]: Audi-Matrix-Beam;
http://www.focus.de/auto/news/audi-matrix-beam-strahlende-zukunft_aid_1025778.html
(12.09.2013, 18:17)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Genehmigungszeichen für Abblendlichtscheinwerfer.....	2
Abb. 2: geometrische Sichtbarkeit des Abblendlichtes eines Kraftfahrzeuges	3
Abb. 3: geometrische Sichtbarkeit des Abblendlichtes eines Motorades.....	3
Abb. 4: Strahlengang von Abblendlicht und Fernlicht.....	5
Abb. 5: Scheinwerfersysteme	6
Abb. 6: Halogenlampe mit Kappe	7
Abb. 7: Xenonlampe mit Shutter	7
Abb. 8: Bilux-Scheinwerfer von einer Simson Schwalbe KR51/2L	8
Abb. 9: Halogenscheinwerfer Hyundai i10.....	9
Abb. 10: Kreisprozess einer Halogenlampe	9
Abb. 11: Spannungs-Lebensdauer-Diagramm einer Halogenlampe	10
Abb. 12: Xenonscheinwerfer von einem 1er BMW	11
Abb. 13: Voll-LED-Scheinwerfer	13
Abb. 14: Vergleich von Halogen-, Xenon- und LED-Scheinwerfer	14
Abb. 15: Matrix-LED-Scheinwerfer	15
Abb. 16: OLED Scheinwerfer	16
Abb. 17: Laserscheinwerfer an einem BMW i8	17
Abb. 18: Schalter einer Leuchtweitenregelung.....	18
Abb. 19: Prinzip der automatischen Leuchtweitenregelung.....	19
Abb. 20: schiefe Scheinwerfereinwirkung.....	20
Abb. 21: Scheinwerfer mit falsch eingesetzter Lampe	22
Abb. 22: Scheinwerfer mit matter Abschlusscheibe	23
Abb. 23: Scheinwerfer mit feuchter Abschlusscheibe	23
Abb. 24: Feuchtigkeitsansammlung in der Xenonlinse eines VW Passat.....	24
Abb. 25: LED-Scheinwerfer mit einer defekten LED.....	25
Abb. 26: Renault Clio mit offener Motorhaube	26
Abb. 27: Scheinwerferrückseite mit Kappe.....	27
Abb. 28: Scheinwerferrückseite ohne Kappe.....	27
Abb. 29: Entnommener Sockel mit Halogenlampe	27

Abb. 30: Statistik zu der Scheinwerfereinstellung nach einem Lampentausch	28
Abb. 31: Prinzip der Scheinwerfereinstellung	29
Abb. 32: Statistik zur prozentualen Verteilung der Scheinwerferarten	31
Abb. 33: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Bilux-Scheinwerfer	32
Abb. 34: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Xenonscheinwerfer	32
Abb. 35: Statistik zur Überprüfung der Scheinwerfereinstellung der Halogenscheinwerfer	33
Abb. 36: Statistik zu falsch eingestellten Halogenscheinwerfer	34
Abb. 37: Gesamtstatistik zur Einstellung aller überprüften Scheinwerfer	35
Abb. 38: Statistik zur der Einstellung der Motorradscheinwerfer	36
Abb. 39: Statistik zur der Einstellung der Lkw-Scheinwerfer	36
Abb. 40: Konzept zur Leuchtweitenregelung	37
Abb. 41: Rückansicht der Scheinwerfer mit Lichtschrankensensoren	38

Anlagenverzeichnis

§50 StVZO |

§50 Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht

- (1) Für die Beleuchtung der Fahrbahn darf nur weißes Licht verwendet werden.
- (2) Kraftfahrzeuge müssen mit zwei nach vorn wirkenden Scheinwerfern ausgerüstet sein, Krafträder – auch mit Beiwagen – mit einem Scheinwerfer. An mehrspurigen Kraftfahrzeugen, deren Breite 1 000 mm nicht übersteigt, sowie an Krankenfahrstühlen und an Fahrzeugen, die die Baumerkmale von Krankenfahrstühlen haben, deren Geschwindigkeit aber 30 km/h übersteigt, genügt ein Scheinwerfer. Bei Kraftfahrzeugen mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 8 km/h genügen Leuchten ohne Scheinwerferwirkung. Für einachsige Zug- oder Arbeitsmaschinen, die von Fußgängern an Holmen geführt werden, gilt § 17 Absatz 5 der Straßenverkehrs- Ordnung. Bei einachsigen Zugmaschinen, hinter denen ein einachsiger Anhänger mitgeführt wird, dürfen die Scheinwerfer statt an der Zugmaschine am Anhänger angebracht sein. Kraftfahrzeuge des Straßendienstes, die von den öffentlichen Verwaltungen oder in deren Auftrag verwendet werden und deren zeitweise vorgebaute Arbeitsgeräte die vorschriftsmäßig angebrachten Scheinwerfer verdecken, dürfen mit zwei zusätzlichen Scheinwerfern für Fern- und Abblendlicht oder zusätzlich mit Scheinwerfern nach Absatz 4 ausgerüstet sein, die höher als 1 000 mm (Absatz 3) über der Fahrbahn angebracht sein dürfen; es darf jeweils nur ein Scheinwerferpaar einschaltbar sein. Die höher angebrachten Scheinwerfer dürfen nur dann eingeschaltet werden, wenn die unteren Scheinwerfer verdeckt sind.
- (3) Scheinwerfer müssen einstellbar und so befestigt sein, dass sie sich nicht unbeabsichtigt verstellen können. Bei Scheinwerfern für Abblendlicht darf der niedrigste Punkt der Spiegelkante nicht unter 500 mm und der höchste Punkt der leuchtenden Fläche nicht höher als 1 200 mm über der Fahrbahn liegen. Satz 2 gilt nicht für
 1. Fahrzeuge des Straßendienstes, die von den öffentlichen Verwaltungen oder in deren Auftrag verwendet werden,
 2. selbstfahrende Arbeitsmaschinen, Stapler und landoder forstwirtschaftliche Zugmaschinen, deren Bauart eine vorschriftsmäßige Anbringung der Scheinwerfer nicht zulässt. Ist der höchste Punkt der leuchtenden Fläche jedoch höher als 1 500 mm über der Fahrbahn, dann dürfen sie bei eingeschalteten Scheinwerfern nur mit einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 30 km/h gefahren werden.
- (4) Für das Fernlicht und für das Abblendlicht dürfen besondere Scheinwerfer vorhanden sein; sie dürfen so geschaltet sein, dass bei Fernlicht die Abblendscheinwerfer mitbrennen.
- (5) Die Scheinwerfer müssen bei Dunkelheit die Fahrbahn so beleuchten (Fernlicht), dass die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 100 m in der Längsachse des Fahrzeugs in Höhe der Scheinwerfermitten mindestens beträgt
 1. 0,25 lx bei Krafträdern mit einem Hubraum von nicht mehr als 100 cm³,
 2. 0,50 lx bei Krafträdern mit einem Hubraum über 100 cm³,
 3. 1,00 lx bei anderen Kraftfahrzeugen.

Die Einschaltung des Fernlichts muss durch eine blau leuchtende Lampe im Blickfeld des Fahrzeugführers angezeigt werden; bei Krafträdern und Zugmaschinen mit offenem Führersitz kann die Einschaltung des Fernlichts durch die Stellung des Schalthebels angezeigt werden. Kraftfahrzeuge mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit von

nicht mehr als 30 km/h brauchen nur mit Scheinwerfern ausgerüstet zu sein, die den Vorschriften des Absatzes 6 Satz 2 und 3 entsprechen.

● (6) Paarweise verwendete Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht müssen so eingerichtet sein, dass sie nur gleichzeitig und gleichmäßig abgeblendet werden können. Die Blendung gilt als behoben (Abblendlicht), wenn die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 m vor jedem einzelnen Scheinwerfer auf einer Ebene senkrecht zur Fahrbahn in Höhe der Scheinwerfermitte und darüber nicht mehr als 1 lx beträgt. Liegt der höchste Punkt der leuchtenden Fläche der Scheinwerfer (Absatz 3 Satz 2) mehr als 1 200 mm über der Fahrbahn, so darf die Beleuchtungsstärke unter den gleichen Bedingungen oberhalb einer Höhe von 1 000 mm 1 lx nicht übersteigen. Bei Scheinwerfern, deren Anbringungshöhe 1 400 mm übersteigt, darf die Hell-Dunkel-Grenze 15 m vor dem Scheinwerfer nur halb so hoch liegen wie die Scheinwerfermitte. Bei Scheinwerfern für asymmetrisches Abblendlicht darf die 1-Lux-Grenze von dem der Scheinwerfermitte entsprechenden Punkt unter einem Winkel von 15 Grad nach rechts ansteigen, sofern nicht in internationalen Vereinbarungen oder Rechtsakten nach § 21a etwas anderes bestimmt ist. Die Scheinwerfer müssen die Fahrbahn so beleuchten, dass die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 m vor den Scheinwerfern senkrecht zum auffallenden Licht in 150 mm Höhe über der Fahrbahn mindestens die in Absatz 5 angegebenen Werte erreicht.

● (6a) Die Absätze 2 bis 6 gelten nicht für Mofas. Diese Fahrzeuge müssen mit einem Scheinwerfer für Dauerabblendlicht ausgerüstet sein, dessen Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 m vor dem Scheinwerfer auf einer Ebene senkrecht zur Fahrbahn in Höhe der Scheinwerfermitte und darüber nicht mehr als 1 lx beträgt. Der Scheinwerfer muss am Fahrzeug einstellbar und so befestigt sein, dass er sich nicht unbeabsichtigt verstellen kann. Die Nennleistung der Glühlampe im Scheinwerfer muss 15 W betragen. Die Sätze 1 bis 3 gelten auch für Kleinkrafträder und andere Fahrräder mit Hilfsmotor, wenn eine ausreichende elektrische Energieversorgung der Beleuchtungs- und Lichtsignaleinrichtungen nur bei Verwendung von Scheinwerfern für Dauerabblendlicht nach den Sätzen 2 und 4 sichergestellt ist.

● (7) Die Beleuchtungsstärke ist bei stehendem Motor, vollgeladener Batterie und bei richtig eingestellten Scheinwerfern zu messen.

● (8) Mehrspurige Kraftfahrzeuge, ausgenommen land- oder forstwirtschaftliche Zugmaschinen, Arbeitsmaschinen und Stapler, müssen so beschaffen sein, dass die Ausrichtung des Abblendlichtbündels von Scheinwerfern, die nicht höher als 1 200 mm über der Fahrbahn (Absatz 3) angebracht sind, den im Anhang zu dieser Vorschrift genannten Bestimmungen entspricht.

● (9) Scheinwerfer für Fernlicht dürfen nur gleichzeitig oder paarweise einschaltbar sein; beim Abblenden müssen alle gleichzeitig erlöschen.

● (10) Kraftfahrzeuge mit Scheinwerfern für Fern- und Abblendlicht, die mit Gasentladungslampen ausgestattet sind, müssen mit

1. einer automatischen Leuchtweiteregelung im Sinne des Absatzes 8,
2. einer Scheinwerferreinigungsanlage und
3. einem System, das das ständige Eingeschaltetsein des Abblendlichtes auch bei Fernlicht sicherstellt, ausgerüstet sei

Hiermit erkläre ich, dass die Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt wurde und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen, einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software, verwendet wurden.

Ort, Datum, Unterschrift

Köthen, den 1.10.2013,.....