



Zur Erlangung des Grades

eines

Bachelor of Engineering (B. Eng.)

von Sarah Born

geboren am: 27.02.1992

in: Halle (Saale)

Matrikelnummer: 21346

Studiengang: BMMP 14

Bachelorarbeit zum Thema:

**Gegenüberstellung digitaler und analoger
Scheinwerfereinstellprüfgeräte im Rahmen der amtlichen
Hauptuntersuchung an Kraftfahrzeugen**

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Rolf Kademann

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Andreas Neumann

Abgabetermin: 06.07.2018



Aufgabenstellung

Inhaltsverzeichnis	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzzeichen	4
0 Einleitung	5
1 Rechtliche Vorgaben	8
1.1 Rechtliche Vorgaben für die Scheinwerfereinstellprüfung	8
1.2 Rechtliche Vorgaben für das Scheinwerfereinstellprüfgerät	8
1.3 Neue HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie	11
1.3.1 Vorbereitungen am Fahrzeug	12
1.3.2 Beschaffenheit der Aufstellflächen	13
2 Funktionsweise von Scheinwerfereinstellprüfsystemen	15
2.1 Prüfflächen	15
2.2 Analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte	16
2.3 Digitale Scheinwerfereinstellprüfgeräte	17
3 Selbsttätiger Niveauegleich bei digitalen Prüfgeräten	19
3.1 Funktionsprinzip	19
3.2 Untersuchungen	19
4 Vergleich analoger und digitaler Scheinwerfereinstellprüfgeräte	22
4.1 Bedienung	22
4.2 Untersuchungen der Scheinwerfereinstellung	22
4.3 Beurteilung und Auswertung der Ergebnisse	30
4.4 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen	31
4.5 Vor- und Nachteile	31
5 Entwicklungspotenziale	33
6 Zusammenfassung	34
Quellenverzeichnis	35
Abbildungsverzeichnis	39
Tabellenverzeichnis	40
Anlagenverzeichnis	42

Verzeichnis der Abkürzungen und Kurzzeichen

BMW	Bayerische Motoren Werke AG
GTÜ	Gesellschaft für Technische Überwachung mbH
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
LED	Licht emittierende Diode
M	Meter
mm	Millimeter
N	Normalabstand in Zentimetern
Pkw	Personenkraftwagen
SEP	Scheinwerfereinstellprüfgerät
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung

0 Einleitung

In der Fahrzeugtechnik werden immer mehr sicherheitsrelevante Systeme entwickelt und optimiert. Eines der Wichtigsten ist, seit Anbeginn der Fahrzeuggeschichte, die Fahrzeugbeleuchtung. Diese soll einerseits für eine gute Sicht des Fahrzeugführers sorgen und andererseits zum frühzeitigen Erkennen des Fahrzeuges für andere Verkehrsteilnehmer dienen.⁽¹⁾

Zu Beginn der Automobilgeschichte dienten die anfangs verwendeten Wachskerzen oder Petroleumlampen jedoch mehr dem Erkennen der Fahrzeuge, als dem Ausleuchten der Fahrbahn. Diese aus dem Kutschenbau übernommenen Leuchtmittel wurden seit 1890 für die Fahrzeugbeleuchtung verwendet. Ab 1905 kamen dann Acetylen-Gaslampen, besser bekannt als Karbidlampen, zum Einsatz. Doch auch dieses Licht war schwach und verbreitete zudem einen üblen Karbid-Geruch. 1908 wurde schließlich der elektrische Scheinwerfer entwickelt, welcher vorerst durch Batterien betrieben wurde. Bei häufigem Einsatz mussten jedoch die Batterien ständig ausgetauscht werden und so kam 1913 das erste komplett elektrische Scheinwerfersystem auf den Markt. Das sogenannte „Bosch-Licht“ bestand aus Scheinwerfer, Lichtmaschine und Lichtmaschinenregler. Das Zeitalter der elektrischen Scheinwerfer war geboren. 1915 sorgten erstmals zwei unterschiedlich geneigte Scheinwerfer für Abblendlicht und Fernlicht. Die Firma Osram schaffte 1924 mit der Zweifadenlampe, auch Bilux-Glühlampe genannt, die Voraussetzung für das Vereinen von Fern- und Abblendlicht in einem Scheinwerfer. Dies realisierte sie durch einen Reflektor und zwei unterschiedlich angebrachte Glühwendel. Die Einführung des ersten asymmetrischen Scheinwerferlichtes erfolgte im Jahr 1957. Dieses Abblendlicht verbesserte die Ausleuchtung des Fahrbahnrandes, ohne dabei den Gegenverkehr zu blenden. 1962 wurden die ersten Halogen-Glühlampen in Zusatzscheinwerfern verbaut. Die erste Zweifaden-Halogen-Glühlampe „H4“ kam 1971 in Hauptscheinwerfern zum Einsatz. Bei dieser Lampe schirmt eine Kalotte den Glühwendel für das Abblendlicht so ab, dass die Lichtstrahlen nur nach unten reflektiert werden. Um die Leuchtweite des Abblendlichtes an verschiedene Beladungszustände des Fahrzeuges anzupassen, wurde 1974 der erste elektronische Leuchtweitenregler erfunden. Doch erst ab 1990 wurde der Leuchtweitenregler gesetzlich vorgeschrieben. Mit der Entwicklung des Projektionsscheinwerfers 1983 wurde eine wesentlich höhere Lichtausbeute erzielt und das bei verkleinerter Lichtaustrittsfläche. Um die Fahrbahn bei Abblendlicht noch gleichmäßiger auszuleuchten und die Leuchtweite zu verbessern kam 1988 die „H7-Lampe“ auf den Markt. Eine echte Innovation in der Fahrzeugbeleuchtung kam 1991 mit dem Xenonlicht in Serie, dieses wurde erstmals im 7er BMW (Bayerische Motoren Werke AG) verbaut.⁽¹⁾ Im Gegensatz zum Halogenlicht besitzt Xenon eine größere Leuchtdichte, eine höhere Lebensdauer und verbraucht zudem weniger Energie.⁽²⁾ Drei Jahre später sorgte dann die dynamische Leuchtweitenregulierung

(1) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/news/article114961260/Tradition-100-Jahre-elektrische-Autoscheinwerfer.html>

(2) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/article139919970/So-funktioniert-das-Laserlicht-von-Audi-und-BMW.html>

bei Xenonscheinwerfern für die optimale Neigung der Scheinwerfer, je nach Beladungs- bzw. Belastungszustand. 1999 wurde die Bi-Xenon-Technik entwickelt, mit der nun Xenon-Abblendlicht und Xenon-Fernlicht in einem Scheinwerfer verbaut werden konnten. 2003 präsentierte die Firma Hella den ersten LED-Hauptscheinwerfer (LED = Licht emittierende Diode). 2004 kam dann das LED-Tagfahrlicht auf den Markt und 2006 folgte das LED-Abblendlicht. Im selben Jahr gingen intelligente Lichtsysteme in Serie und 2009 der erste Voll-LED-Hauptscheinwerfer.⁽¹⁾ Das LED-Licht besitzt gegenüber Xenon-Licht eine fünfmal längere Lebensdauer und verbraucht zudem weniger Energie.⁽²⁾ Doch schon 2014 machte ein neues Leuchtmedium, das Laserlicht, von sich reden. Es befindet sich jedoch noch in der Entwicklung und wurde erstmals als Fernlicht in hochwertigen Fahrzeugen deutscher Automobilhersteller verbaut.⁽³⁾

Die Entwicklung der Fahrzeugbeleuchtung macht deutlich, wie viele verschiedene Scheinwerfer in Automobilen verbaut sind. Diese Vielfalt wird zudem durch neue Scheinwerfersysteme immer weiter ergänzt. So kann beispielsweise eine Modellstudie von Audi den Fahrer mit einem individuellen Schriftzug auf der Fahrbahn begrüßen, welcher durch die Frontscheinwerfer projiziert wird. Auch eine Verknüpfung des Scheinwerfersystems mit dem Navigationssystem, um den Weg entsprechend der geplanten Route auszuleuchten, ist in der Entwicklung. Diese intelligenten Scheinwerfersysteme können zum Beispiel auch Fußgänger erkennen und entsprechend markieren. Zudem leuchten sie Verkehrsschilder und Fahrbahn besser aus. Jedoch sind viele dieser Neuerungen durch den Gesetzgeber nicht freigegeben oder noch nicht serienreif.⁽⁴⁾

All diese Scheinwerfersysteme müssen in ihrer Einstellung kontrolliert und bei Bedarf korrigiert werden. Die Scheinwerfereinstellung wird dabei immer komplexer und genau da liegt oft das Problem. Denn moderne Scheinwerfer besitzen oft variable Hell-Dunkel-Grenzen. Beispielsweise bilden Scheinwerfersysteme mit dynamischen Lichtassistenten von Volkswagen und BMW in der Grundeinstellung eine horizontale und vertikale Kontur der Hell-Dunkel-Grenze. Da die Entwicklung der Scheinwerfersysteme schnell voranschreitet, ist es schwierig die Scheinwerfereinstellprüfgeräte (SEP) zeitnah an die neuen Anforderungen anzupassen. Doch besonders bei der amtlichen Hauptuntersuchung oder Service- und Reparaturarbeiten am Fahrzeug ist eine exakte Überprüfung der Scheinwerfereinstellung wichtig. Zudem geht von den immer helleren Lichtquellen in der Fahrzeugbeleuchtung bei falscher Einstellung eine hohe Blendefahrer aus. Um auf neue Lichtsysteme besser reagieren zu können, arbeiten einige SEP-Hersteller eng mit

(1) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/news/article114961260/Tradition-100-Jahre-elektrische-Autoscheinwerfer.html>

(2) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/article139919970/So-funktioniert-das-Laserlicht-von-Audi-und-BMW.html>

(3) Internetseite: <https://www.audi-technology-portal.de/de/elektrik-elektronik/lichttechnologie/matrix-laser-technologie>

(4) Internetseite: http://www.audi.com/de/innovation/design/light_yearsAhead.html

den Automobilherstellern zusammen. So lassen sich gemeinsam neue Prüftechniken gestalten und es kann schneller auf Neuerungen reagiert werden.⁽⁵⁾

Statistiken belegen, dass die Fahrzeugbeleuchtung oft fehlerhaft eingestellt oder sogar teilweise funktionslos ist. Beim „Licht-Test 2017“ wurden mehrere Millionen Fahrzeugbeleuchtungen überprüft, dabei wies jedes dritte Auto Mängel auf. In die Statistik wurden 90 000 Testfahrzeuge aufgenommen, von denen 10 % zu hoch und 9,9 % zu niedrig eingestellte Scheinwerfer aufwiesen.⁽⁶⁾ Auch bei der amtlichen Hauptuntersuchung spiegelt sich dieses Ergebnis wider. So sind Mängel an der Beleuchtung und Elektrik bei allen Altersklassen der Fahrzeuge am häufigsten. Prüfengeure der Gesellschaft für Technische Überwachung mbH (GTÜ) stellten im ersten Halbjahr 2017 bei 25,4 % der geprüften Personenkraftwagen (Pkw) Mängel in diesem Bereich fest.⁽⁷⁾

Anlass für das Thema dieser Abschlussarbeit war die neue HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie, mit der erstmals genau definierte Anforderungen für die Aufstellflächen bei der Scheinwerferuntersuchung gelten. Da durch die modernen Scheinwerfersysteme immer exaktere Lichteinstellungen nötig sind, stellt sich dabei die Frage, wie lange analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte diesen Anforderungen noch gerecht werden.⁽⁵⁾ Ziel der Arbeit ist es, analoge und digitale Scheinwerfereinstellprüfgeräte miteinander zu vergleichen und deren Vor- und Nachteile zu analysieren. Sowohl die Bedienbarkeit und Einsatzmöglichkeiten als auch die Grenzen der Geräte werden dabei betrachtet. Für die Gegenüberstellung wurden in den Versuchen das analoge SEP von MAWEK Modell 541-1 DGT/V und das digitale MLT 3000 von MAHA verwendet.

Die rechtlichen Vorgaben, die bei der Einstellung von Fahrzeugscheinwerfern gelten, werden in Kapitel 1 erläutert. Dabei wird vorwiegend auf die „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ und die „Richtlinien für die Prüfung von Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräten“ eingegangen. In Kapitel 2 werden die Funktionsweisen der verschiedenen Scheinwerfereinstellprüfsysteme beschrieben, dazu zählen die Prüffläche, das analoge SEP und das digitale SEP. Eine besondere Funktion einiger digitaler Scheinwerfereinstellprüfgeräte ist der selbsttätige Niveausgleich, dieser wird in Kapitel 3 näher erläutert. Ein direkter Vergleich von analogen und digitalen Scheinwerfereinstellgeräten wird in Kapitel 4 vorgenommen. Hierbei werden die Bedienung der Geräte, deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen, die Beurteilung und Auswertung von Ergebnissen und die Vor- und Nachteile beider Geräte aufgezeigt. Abschließend werden in Kapitel 5 einige Entwicklungspotenziale dargestellt und in Kapitel 6 die gesamte Arbeit kurz zusammengefasst.

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(6) Internetseite: <http://www.licht-test.de/>

(7) Internetseite: <https://www.gtue.de/Presse/Pressemitteilungen/75419.html?nav=55959>

1 Rechtliche Vorgaben

1.1 Rechtliche Vorgaben für die Scheinwerfereinstellprüfung

Seit der Einführung des asymmetrischen Scheinwerferlichtes im Jahre 1957, gibt es rechtliche Vorgaben für die Scheinwerfereinstellung.⁽⁸⁾ Heute werden diese rechtlichen Vorgaben für die Scheinwerfereinstellprüfung in Form von Richtlinien, Verordnungen und Gesetzen beschrieben. Diese sollen dafür sorgen, dass bei jeder Prüfung der Scheinwerfereinstellung bestimmte Bedingungen herrschen. So sollen bei jedem zu prüfenden Fahrzeug gleiche Rahmenbedingungen vorliegen und dadurch die Abweichungen der Messungen minimiert werden. Um eine exakte Einstellung des Scheinwerferlichtes gewährleisten zu können, müssen so viele Fehlerquellen wie möglich beseitigt bzw. minimiert werden. Zu den fehlerbehafteten Quellen bei der Scheinwerfereinstellung gehören das Scheinwerfereinstellprüfgerät, dessen Aufstellfläche und die Aufstellfläche für das Fahrzeug.⁽⁹⁾ Doch auch das Fahrzeug selbst muss dabei bestimmte Vorgaben erfüllen.⁽¹⁰⁾

Eigenschaften, wie die Einbaumaße und Lichtfarbe von Scheinwerfern für Fern- und Abblendlicht sind in der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) § 50 „Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht“ (Anlage 1) definiert. Im § 29 der StVZO „Untersuchung der Kraftfahrzeuge und Anhänger“ (Anlage 2) sind Vorgaben für die Hauptuntersuchung aufgeführt, darin wird zudem auf die Anlage VIII verwiesen. Die Anlage VIII „Untersuchung der Fahrzeuge“ beinhaltet Vorgehensweisen bei der amtlichen Hauptuntersuchung und ist in mehrere Punkte gegliedert. In Anlage VIIIA „Durchführung der Hauptuntersuchung“ sind unter dem Punkt 6.4.1 „Aktive lichttechnische Einrichtungen“ die Untersuchungskriterien für die Scheinwerfer und Leuchten am Fahrzeug beschrieben. Der Prüferingenieur muss bei jeder amtlichen Hauptuntersuchung auf den Zustand, die Ausführung und Anzahl der Fahrzeugbeleuchtung achten, sowie die Funktion und Einstellung dieser überprüfen.⁽¹¹⁾ Um die Einstellung der Scheinwerfer richtig überprüfen zu können, benötigt er jedoch geeignete Geräte, welche bestimmte Vorgaben erfüllen müssen.

1.2 Rechtliche Vorgaben für das Scheinwerfereinstellprüfgerät

Verschiedene Arten von Lichtquellen und die damit verbundenen Designmöglichkeiten sorgen in der heutigen Fahrzeugbeleuchtung für reichlich Abwechslung.⁽¹⁾ Doch nicht nur die Optik spielt dabei eine Rolle, auch das Ausleuchten der Fahrbahn durch immer neue Scheinwerfersysteme wird ständig verbessert. So sorgen beispielsweise bei modernen Kraftfahrzeugen kameragestützte Licht-

(1) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/news/article114961260/Tradition-100-Jahre-elektrische-Autoscheinwerfer.html>

(8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf

(9) Internetseite: https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(11) Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung

systeme für die optimale Ausleuchtung, wobei der Gegenverkehr nur minimal geblendet wird.⁽⁹⁾ Diese Neuerungen bringen jedoch nicht nur Vorteile sondern auch Schwierigkeiten mit sich, besonders bei der Kontrolle der richtigen Lichteinstellung. Bei modernen Fernlichtsystemen mit einer sogenannten „Vertikal-Hell-Dunkel-Grenze“ ist beispielsweise ein Diagnosetester für die Einstellung der Scheinwerfer erforderlich. Durch diesen kann das Licht in die sogenannte Grundeinstellung gebracht werden. Erst dann bildet das Lichtsystem die entsprechende Lichtkontur, welche schließlich kontrolliert und eingestellt werden kann.⁽⁸⁾

Die Einstellung der Scheinwerfer muss bei jeder amtlichen Hauptuntersuchung und nach bestimmten Arbeiten am Fahrzeug kontrolliert werden.⁽⁵⁾ Dafür sind geeignete Kontrollgeräte notwendig, welche möglichst alle unterschiedlichen Lichtsysteme bewerten können bzw. eine Bewertung für den Prüfer möglich machen. In den „Richtlinien für die Prüfung von Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräten“ vom 25. September 1981 sind die allgemeinen Anforderungen an das SEP und dessen Prüfung aufgeführt.⁽¹²⁾

Allgemeine Anforderungen an das SEP sind:

- Das Einstellen und Prüfen des Scheinwerferlichtes muss nach den geltenden Richtlinien für die Scheinwerfereinstellung mit dem SEP möglich sein. Außerdem muss die Hell-Dunkel-Grenze bei Tageslicht einfach zu erkennen sein.
- Das Abbild und die Lichtverteilung müssen auf dem Prüfschirm bzw. Prüfbildschirm möglichst genau dem Lichtbild auf der Prüffläche entsprechen.
- Es muss mindestens eine optische Beurteilung des Abbildes möglich sein.
- Zum parallelen Ausrichten muss entweder am SEP oder am Prüfplatz eine Einrichtung sein, die das Fahrzeug und das Gerät zur Längsachse hin ausrichtet.
- Eine Höhenverstellung von 250 mm bis 1200 mm (Mitte Lichteintrittsöffnung des Gerätes) über der Aufstellfläche des Fahrzeuges muss mindestens vorhanden sein. Ausnahme sind SEPs, die für einen besonderen Bereich eingesetzt werden.
- Das SEP darf bei geringfügigen Unebenheiten von $\pm 0,5$ mm der Aufstellfläche bzw. Führungselemente eine maximale Verschiebung von $1/5$ N (Normalabstand – vertikaler Abstand der Zentralmarke vom Trennstrich des projizierten Bildes) aufweisen.
- Bei einer Parallelverschiebung der optischen Achse des SEPs zur optischen Achse des Scheinwerfers von bis zu 30 mm nach rechts oder links muss die Anzeige des SEPs folgenden Anforderungen entsprechen:

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf

(9) Internetseite: https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf

(12) Verkehrsblatt 1981: „Richtlinien für die Prüfung von Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräten“

- 1) Das SEP muss eine Mindestprüffläche von 1800 mm x 600 mm maßstäblich verkleinert auf dem Prüfschirm abbilden können. Der Abbildungsmaßstab von Geräten für visuelle Beobachtung darf maximal 1:25 sein. Die Linien und Marken des Prüfbildschirmes sollen der Lage nach mit den Linien und Marken der Prüffläche übereinstimmen. Im gesamten vertikalen Einstellbereich des SEPs sind Abweichungen von bis zu $1/5 N$ in der Höhe zulässig. Die Vertikaltoleranzen sind bei jeder Laufrollenstellung einzuhalten. Die zulässigen seitlichen Abweichungen der Zentralmarke des Prüfschirmes von der raumfesten (projizierten) Zentralmarke dürfen nur nach rechts bis zu $1/2 N$ betragen.
 - 2) Das Liniennetz muss so abgebildet werden, dass der Abstand zwischen benachbarten Netzlinien maximal $1/3 N$ beträgt.
 - 3) Bei den auf dem Geräteschirm abgebildeten waagerechten Netzlinien darf die Unschärfe nicht größer sein als durch eine Objektverstellung am Bildwerfer von maximal 3,5 mm zwischen der Scharfstellung in der Bildmitte und der Scharfstellung im Randbereich ausgeglichen werden kann.
- Die Fläche der Lichteintrittsöffnung muss mindestens einen Durchmesser von 180 mm haben. Die Öffnungsbegrenzung kann jedoch oberhalb und unterhalb zweier Horizontalen, die von der optischen Achse je mindestens einen Abstand von 60 mm haben, beliebig verlaufen.
 - Die Eigenschaften des SEPs dürfen durch übliche Betriebsbeanspruchung nicht mehr als vermeidbar beeinträchtigt werden.
 - Bei SEPs, die nicht optisch beurteilen, muss das Ergebnis der optischen Beurteilung der Scheinwerfereinstellung entsprechen.
 - Bei der Bauartprüfung werden die allgemeinen Anforderungen sowie die Prüfbedingungen für jeden SEP-Typen einmal vorgenommen.
 - Bei SEPs, die nicht zum Fahrzeug ausgerichtet werden können ist eine Baumusterprüfung zusammen mit der Einrichtung zum Ausrichten des Fahrzeuges zum Gerät durchzuführen.
 - Am SEP muss auf einem Fabrikschild der Typ des Gerätes, die Herstellerangaben und die Baumusterfreigabe vermerkt sein.
 - Die Bedienungsanleitung ist auch Gegenstand der Baumusterprüfung.⁽¹²⁾

Zudem müssen Scheinwerfereinstellprüfgeräte nach der „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ vom 20. Februar 2014 nicht mehr nur stückgeprüft, sondern auch kalibriert sein.⁽¹³⁾ Bei der Stückprüfung handelt es sich um eine Beschaffenheitsprüfung, bei der eine Sicht- und Funktionsprüfung sowie eine messtechnische Überprüfung des Gerätes stattfindet. Jede Stückprüfung muss dabei in einem Prüfbericht bzw. Prüfbuch dokumentiert werden.⁽¹⁰⁾ Bei der Kalibrierung

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(12) Verkehrsblatt 1981: „Richtlinien für die Prüfung von Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräten“

(13) Internetseite: <https://www.kfz-sh.de/newsletter/newsletter-des-landesverbands-schleswig-holstein/newsletter-082017.html>

wird das SEP justiert, um die Markierungen des Geräteprüfschirms mit der Orientierung der Aufstellfläche abzugleichen. Auch die Kalibrierung des Gerätes wird in einem sogenannten Kalibrierschein hinterlegt.⁽¹⁴⁾ Durch diese Anpassung aufeinander bilden das SEP und der Scheinwerfereinstellplatz eine messtechnische Einheit.⁽¹⁵⁾

1.3 Neue HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie

Seit dem 1.1.2018 müssen alle Scheinwerfereinstellsysteme der neue „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ entsprechen.⁽¹⁶⁾ Im Folgenden wird diese als HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie bezeichnet. Mit dieser neuen Richtlinie wurde nach 27 Jahren die alte „Richtlinie für die Einstellung von Scheinwerfern an Kraftfahrzeugen“ vom 10. August 1987 überarbeitet und folglich aufgehoben.⁽¹⁷⁾

In der neuen HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie wird die Durchführung der Scheinwerferprüfung beschrieben und auf die baulichen und sonstigen Anforderungen der Scheinwerfereinstellprüfung eingegangen. Begriffsbestimmungen, Prüfanweisungen für die Systeme sowie Vorgaben für die Prüfeinrichtungen und das Prüfpersonal sind ebenfalls Inhalt der Richtlinie. Die erforderliche Genauigkeit der Prüfmittel und deren Anwendungen werden erläutert. Die vorgeschriebenen Eigenschaften der Prüfmittel sollen dafür sorgen, dass nach der Kontrolle der Geräte und Flächen mit diesen Prüfmittel, die Anforderungen an diese auch erfüllt werden. Daher müssen alle Prüfmittel auf nationale oder internationale Normale rückführbar sein. Diese sorgt zudem für eine Vergleichbarkeit aller Prüfsysteme. Die Prüfmittel für horizontale Messungen müssen dabei eine Mindestgenauigkeit von 0,2 mm/m aufweisen. Bei Abstands- und Höhenmessungen ist ein Skalenteilungswert bzw. eine Ziffernanzeige von mindestens 1 mm nötig. Wobei Standlineale für die Höhenmessung eine maximale Standfläche von 50 x 50 mm haben dürfen. Zudem sind in der Richtlinie entsprechende Tabellen für die korrekten Einstellmaße und Toleranzen für die verschiedenen Fahrzeugtypen zu finden. Und wie bereits erwähnt, muss nach der neuen HU-Scheinwerfer-Richtlinie das Prüfsystem nicht mehr nur stückgeprüft sondern auch kalibriert werden. Zudem sind darin genauere Angaben für die Aufstellflächen des Fahrzeuges und des SEPs vorgeschrieben. Doch auch für das Fahrzeug an sich wurden neue Vorgaben beschlossen.⁽¹⁰⁾

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(14) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/>

(15) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/>

(16) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/anforderungen-an-den-scheinwerfereinstellplatz-ab-2017/>

(17) Internetseite: <https://www.kfz-betrieb.vogel.de/hu-scheinwerferrichtlinie-tohuwabohu-a-618855/>

1.3.1 Vorbereitungen am Fahrzeug

Bevor die Einstellung des Scheinwerferlichtes kontrolliert werden kann, müssen am zu prüfenden Fahrzeug einige Vorkehrungen getroffen werden. Diese sind ebenfalls in der „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ beschrieben.⁽¹⁰⁾

Um das Scheinwerferlicht korrekt einstellen zu können, muss das zu prüfende Fahrzeug unbeladen sein. Ausnahmen können gemacht werden, wenn das Einstellmaß für den aktuellen Beladungszustand bekannt ist.⁽¹⁰⁾ Der Beladungszustand bei Fahrzeugen mit automatisch-dynamischer Leuchtweitenregulierung hat dagegen keinen erwähnenswerten Einfluss auf die Leuchtweite. Die automatisch-dynamische Leuchtweitenregulierung passt das Scheinwerferlicht an den jeweiligen Beladungs- und Belastungszustand an.⁽¹⁸⁾ Fahrzeuge mit nur einem Scheinwerfer, die ein- oder mehrspurig sind, müssen auf dem Fahrersitz mit 75 kg belastet werden. Die Leuchtweitenregelungen sind zudem auf ihre Funktion zu prüfen und falls erforderlich, für die Überprüfung des Scheinwerferlichtes, auf die entsprechende Position zu stellen. Bei unbeladenen Fahrzeugen ist die manuelle Leuchtweitenregelung auf die Position „Null“ einzustellen.⁽¹⁰⁾

Die Niveauregelung der Federung muss für die Überprüfung nach Herstellerangaben eingestellt werden. Bei Hydraulik- und Luftfederungen muss der Motor so lange im Leerlauf laufen, bis das Fahrzeug die Fahrbetriebshöhe erreicht hat. Sollte das Fahrzeug zuvor angehoben worden sein, muss das Fahrwerk erst wieder in die Ausgangsstellung gebracht werden. Der Reifendruck des Fahrzeuges ist bei Auffälligkeiten zu prüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Zudem sollten die Abschlusscheiben der Scheinwerfer sauber sein.⁽¹⁰⁾

In der alten Richtlinie wurden einige Vorbereitungsmaßnahmen am Fahrzeug anders oder auch gar nicht beschrieben. Beispielsweise musste nach der alten „Richtlinie für die Einstellung von Scheinwerfern an Kraftfahrzeugen“ immer der vorgeschriebene Reifenluftdruck eingestellt werden. Die Fahrzeuge mussten für die Einstellung des Scheinwerferlichtes unbelastet sein, Pkws und einspurige Fahrzeuge jedoch auf dem Fahrersitz mit 75 kg belastet werden. Zu diesem Abschnitt gab es eine Fußnote mit einer Definition des Begriffes „Leergewicht“.⁽¹⁹⁾ Wodurch sich in der neuen HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie die Frage stellt, was denn die genaue Definition eines „unbeladenen Fahrzeuges“ ist. Im Sinne der „Regelung Nr. 48 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa“ lautet es:

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(18) Internetseite: <http://www.seat.de/service-zubehoer/technik-lexikon/d/dynamische-leuchtweitenregulierung.html>

(19) Verkehrsblatt 1987: „Richtlinien für die Einstellung von Scheinwerfern an Kraftfahrzeugen“

„Unbeladenes Fahrzeug‘ ist ein Fahrzeug ohne Fahrzeugführer, Personal, sonstige Insassen und Ladung, jedoch mit vollem Kraftstoffbehälter, Reserverad und den üblicherweise mitgeführten Werkzeugen.“⁽²⁰⁾

1.3.2 Beschaffenheit der Aufstellflächen

Nicht nur die Scheinwerfereinstellprüfgeräte müssen an die neuen Lichtsysteme angepasst werden, auch die Umgebungsbedingungen wurden in der neuen HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie optimiert. So müssen das SEP und der Prüfplatz eine messtechnische Einheit bilden und bestimmten Anforderungen gerecht werden.⁽¹⁰⁾

Die Beschaffenheit der Aufstellflächen ist ein wesentlicher Bestandteil der neuen HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie. Je nach zu prüfender Fahrzeugart muss die Aufstellfläche entsprechende Maße aufweisen (siehe Abbildung 1).⁽¹⁰⁾ Für einspurige Fahrzeuge ist eine Fahrspur als Aufstellfläche mit einer Mindestlänge von zwei Metern und einem Maximalabstand von 20 cm zur Aufstellfläche des SEPs vorzusehen.⁽⁹⁾

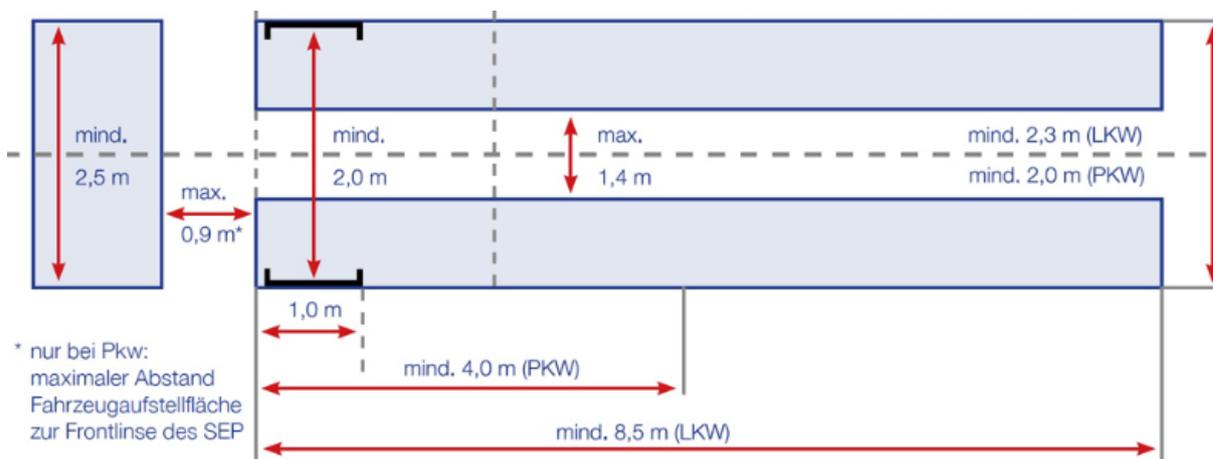


Abbildung 1: Vorgeschriebene Maße für die Aufstellflächen (Quelle: <http://www.sep-pruefung.de/das-ganze-sehen-die-mindestanforderungen-an-ihr-pruefsystem/>)

Die Festigkeit dieser Aufstellflächen muss auch bei maximaler Beanspruchung dauerhaft gewährleistet sein. Dabei darf die Neigung der Fläche für das Fahrzeug maximal 1,5 % betragen und muss gleichgerichtet sein. Die zulässige Unebenheit für die Fahrzeugaufstellfläche ist der Abbildung 2 zu entnehmen.⁽¹⁰⁾ Um diese Ebenheitsanforderungen zu erfüllen, werden neben festen Bodenbelägen (Ausgleichsmasse) oft auch nivellierbare Fahrzeugprüfflächen verbaut. Diese flexibel nivellierbaren Platten können Höhenunterschiede von bis zu 40 mm ausgleichen.⁽²¹⁾ Die maximale Unebenheit für die Aufstellfläche des SEPs darf

(9) Internetseite: https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(20) Internetseite: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2007.137.01.0001.01. DEU

(21) Internetseite: <https://www.headlighttester.com/de/bosch-automotive-aftermarket/>

$\pm 1\text{mm}$ pro Meter betragen. Diese kann jedoch bei Geräten mit einem Niveaugleich unberücksichtigt bleiben.⁽¹⁰⁾

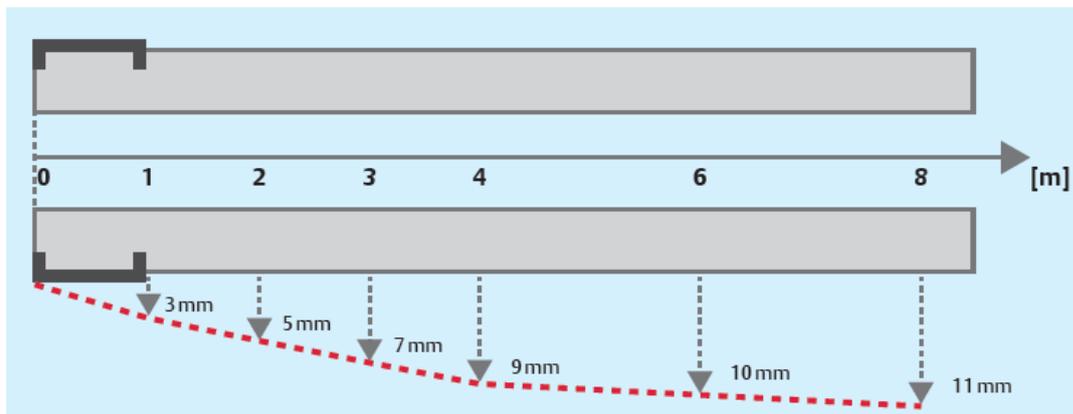


Abbildung 2: Toleranzgrenzen für die Ebenheit der Fahrzeugaufstellfläche (Quelle: <https://www.gtue.de/sixcms/media.php/771/gtue-informativ-scheinwerfereinstellplaetze.pdf>)

Die Aufstellflächen für das SEP und das Fahrzeug müssen eindeutig und abriebfest gekennzeichnet sein. Der schwarz gekennzeichnete, vordere Bereich in der Abbildung 2 verdeutlicht die Mindestmarkierung der Fahrzeugaufstellfläche.⁽¹⁰⁾

Die Neigung einer Fläche beschreibt die Abweichung der Oberfläche von der Horizontalen, welche als Winkel angegeben wird.⁽²²⁾ In der Abbildung 3 ist dieser Winkel grün gekennzeichnet. Die Unebenheiten einer Fläche beschreibt wiederum die einzelnen Abweichungen der Oberfläche.⁽²³⁾ Die blauen Pfeile verdeutlichen die einzelnen Vertiefungen und Erhöhungen der Fläche, welche die Unebenheiten darstellen.

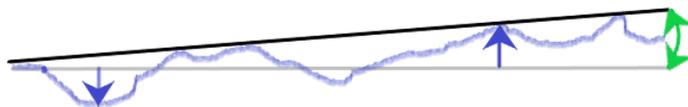


Abbildung 3: Unebenheiten und Neigung

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(22) Internetseite: <https://messtechnik-neth.de/definition-neigung/>

(23) Internetseite: <https://www.wortbedeutung.info/Unebenheit/>

2 Funktionsweise von Scheinwerfereinstellprüfsystemen

2.1 Prüfflächen

Eine Prüffläche ist eine Wand mit definierten Markierungen und Eigenschaften, die zum Prüfen der Scheinwerfereinstellung verwendet wird. Solche Prüfflächen kommen heute nur noch in Sonderfällen bei der amtlichen Hauptuntersuchung zum Einsatz. Diese Sonderfälle beziehen sich auf Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Maximalgeschwindigkeit von bis zu 40 km/h oder einer Scheinwerfereinbauhöhe, die das SEP, baubedingt, nicht mehr messen kann. Grundsätzlich sollte der Abstand zwischen dem zu prüfenden Scheinwerfer und der Prüffläche 10 Meter betragen. Davon kann bei großen Lichtbündelneigungen, wie beispielsweise bei Nebelscheinwerfern, abgewichen werden. In solchen Fällen sollte der Messabstand geringer gewählt werden. Die dafür vorgeschriebenen Einstellmaße für die Scheinwerfer müssen dementsprechend umgerechnet werden. Jeder Scheinwerfer muss einzeln geprüft werden, wobei gegebenenfalls die anderen Scheinwerfer abgedeckt oder ausgeschaltet werden.⁽¹⁰⁾

Die Prüffläche selbst sollte hellfarbig, verstellbar und eben sein.⁽²⁴⁾ Zur besseren Auswertung der Lichteinstellung kann die Fläche mit Markierungen versehen sein (siehe Abbildung 4). Weitere Markierungen, wie beispielsweise für asymmetrisches Abblendlicht, sind ebenfalls zulässig.⁽¹⁰⁾

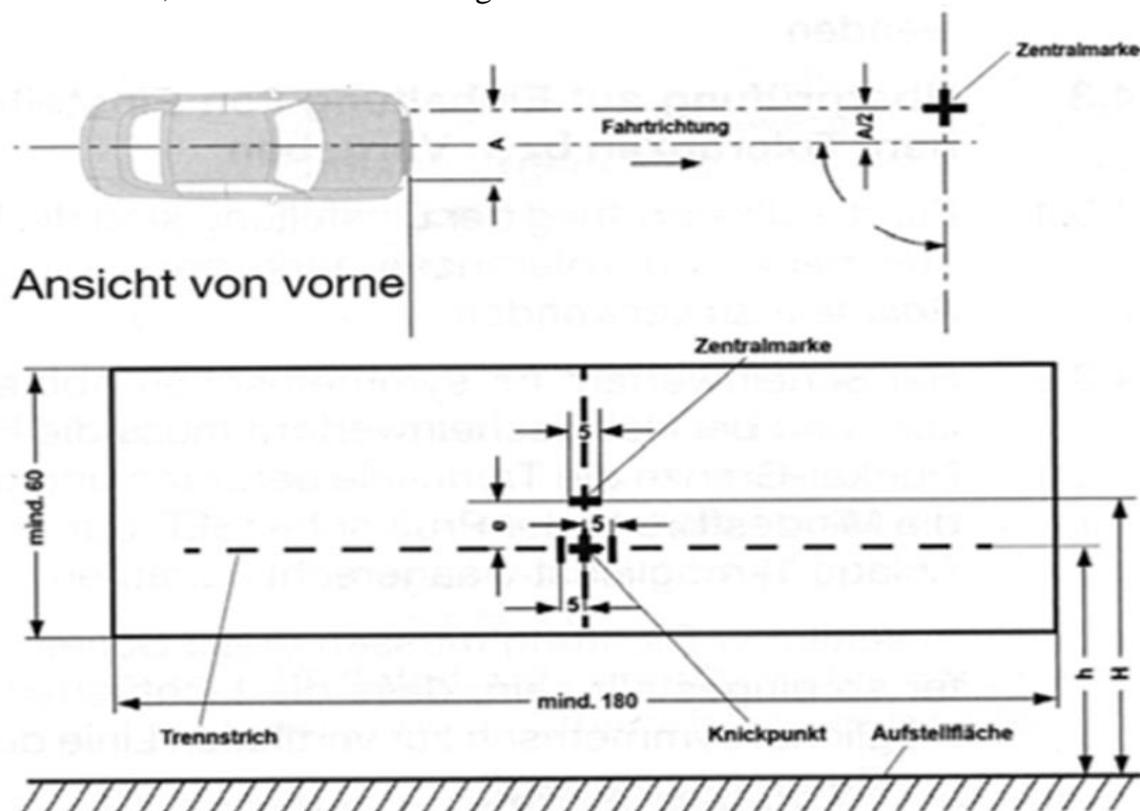


Abbildung 4: Maße und Markierungen einer Prüffläche (Quelle: Verkehrsblatt 2014 – „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“)

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(24) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2011/amz_2011_Maha3_spezial.pdf

Durch die seitliche Ausrichtung der Prüffläche soll die Zentralmarke so ausgerichtet werden, dass sie in der Mitte des zu prüfenden Scheinwerfers liegt. In der Höhe ist die Prüffläche so auszurichten, dass die Trennlinie der Wand, welche parallel zur Fahrbahn verläuft, auf der Höhe h liegt. Wobei sich h zusammensetzt aus H minus e . Dabei ist H die Einbauhöhe der Scheinwerfermitte über der Fahrbahn und e das Einstellmaß, um das sich das Lichtbündel des Scheinwerfers auf eine Entfernung von 10 Metern neigt. Auch hierbei kann von den üblichen 10 Metern Abstand abgewichen werden, wenn eine entsprechende Umrechnung der Maße erfolgt.⁽¹⁰⁾

Die Prüffläche muss rechtwinklig zur Längsmittlebene des Fahrzeuges sein und senkrecht zur Aufstellfläche stehen.⁽¹⁰⁾ Die Bodenbeschaffenheit der Aufstellfläche des Fahrzeuges muss den Anforderungen der „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ gerecht werden (siehe Kapitel 1.3.2).

2.2 Analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte

Analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte werden seit den 1960er Jahren eingesetzt.⁽⁵⁾ Sie sind eine Weiterentwicklung der Prüffläche. Beide Prüfvarianten arbeiten nach demselben Grundprinzip. Beim analogen SEP wird, im Gegensatz zur Prüffläche, mithilfe einer Linse das Scheinwerferlicht gebündelt und somit auf den Prüfschirm projizieren. Die Linse verkürzt den Abstand zwischen Prüffläche bzw. Prüfschirm und Scheinwerfer vom 10 m auf ca. 50 cm.⁽⁸⁾ Der Prüfschirm des Gerätes ist ebenfalls mit Hilfslinien versehen. Die meisten Prüfschirme sind mit einer gestrichelten, horizontalen Linie, dem sogenannten Trennstrich versehen, durch diese verläuft mittig eine gestrichelte vertikale Linie.⁽²³⁾ Die aufgezeigten Markierungen der Abbildung 4 treffen auf die meisten analogen Prüfschirme zu. Zusätzlich kann für asymmetrisches Abblendlicht noch eine weitere Linie, vom Schnittpunkt der beiden Linien, nach rechtsoben verlaufen. Bei Fahrzeugen, die im Linksverkehr fahren, verläuft diese Linie von der Trennlinie nach linksoben.⁽¹⁵⁾ Für dynamische Lichtsysteme gibt es gesonderte Prüfschirme mit mehreren vertikalen Linien (siehe Abbildung 5).⁽²⁵⁾

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf

(10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“

(15) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/>

(23) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2011/amz_2011_Maha3_spezial.pdf

(25) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Fernlichtassistent-583/>

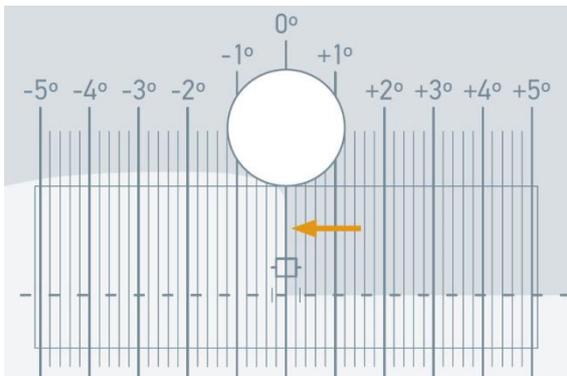


Abbildung 5: Prüfschirm eines analogen SEPs für Fernlichtassistenzsysteme (Quelle: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Fernlichtassistent-583/>)

Für das Ausrichten des SEPs zum Fahrzeug gibt es verschiedene Hilfsmittel. Bei den meisten analogen Geräten ist dafür ein Fadensvisier, auch Breitbandvisier genannt, verbaut. Besonders bei schlechten Lichtverhältnissen kann jedoch ein Laservisier für eine bessere Ausrichtung sorgen.⁽²⁶⁾ Um das SEP richtig zu positionieren, kann ebenso ein Umlenkspiegel dienen.⁽²⁷⁾ Mit diesen Hilfsmitteln lassen sich zwei symmetrische Punkte am Fahrzeug anvisieren und somit das SEP senkrecht zur Fahrzeuglängsachse ausrichten.

Analoge SEPs sind in den meisten Fällen freilaufend auf Rädern oder Rollen, können jedoch auch schienengeführt sein.⁽⁹⁾ Die Schienensysteme unterscheiden sich dabei in der Ausführung. So können beispielsweise die Räder bzw. Rollen des Gerätes in einfachen Winkelprofilen oder auch in U-Profilen entlang geführt werden.⁽²⁸⁾

2.3 Digitale Scheinwerfereinstellprüfgeräte

Das digitale Scheinwerfereinstellprüfgerät ist eine Weiterentwicklung des analogen SEPs, bei dem anstelle der Linse eine Hochleistungskamera zum Einsatz kommt. Durch diese wird das Scheinwerferlicht erfasst und anschließend digitalisiert. Die Hell-Dunkel-Grenze wird durch den integrierten Mikroprozessor berechnet und auf dem Gerätebildschirm numerisch und/oder optisch dargestellt. Die Darstellung des Messergebnisses variiert je nach Modell. Die Berechnungen werden anhand verschiedener Parameter, wie Lichtverteilung und Lichtfarbe, ermittelt. So kann das Gerät die Lage der Hell-Dunkel-Grenze bestimmen und dem Bediener die genaue Position abbilden. Digitale Geräte können zudem weitere Werte des Scheinwerferlichtes, wie beispielsweise Roll- und Gierwinkel, berechnen. Geräte, die das Ergebnis in Zahlenwerten ausdrücken, können diese oft auch in verschiedenen Einheiten ausgeben.⁽⁵⁾

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(9) Internetseite: https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf

(26) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/unterschiede-richtlinien-anforderungen-an-scheinwerfereinstellgeraete/>

(27) Internetseite: http://www.hella-gutmann.com/fileadmin/00_HGS_Bilder/X_Downloads/SEG-Serie/HGS_BRO_210x297_SEG_DE_RZ_Ansicht.pdf

(28) Internetseite: https://www.gtue.de/sixcms/media.php/771/gtue-informativ_stellplatzherstellung.pdf

Die Ausrichtung des Optikgehäuses zum Fahrzeug erfolgt auch beim digitalen SEP mithilfe eines Breitband-, Laser- oder Spiegelvisiers. Ein Laserpointer kann zusätzlich für eine bessere Ausrichtung des SEP zum Scheinwerfer sorgen.⁽¹⁵⁾ Bei einigen Geräten kommt dafür ein Kreuzlaser zum Einsatz.⁽²⁹⁾ Die Höhenverstellung des Optikkastens kann mithilfe eines Feststellhebels oder klemmfrei, durch Kugellager, realisiert werden.⁽⁵⁾

Digitale SEPs können, wie analoge Geräte, sowohl freilaufend, auf Rädern oder Rollen, als auch auf Schienen geführt werden.⁽⁹⁾ Auch hier können verschiedene Schienensysteme zum Einsatz kommen. Neben den bereits erwähnten Profilen zur Führung des Gerätes, werden bei digitalen Geräten häufig Schienensysteme verwendet, für die das SEP mit sogenannten Spurkranzrädern ausgestattet sein muss. Je nach Schienensystem muss das Gerät über mindestens zwei Spurkranzräder, oft sogar Doppel-Spurkranzräder, verfügen (siehe Abbildung 6).⁽³⁰⁾ Diese Räderkombination mit Doppel-Spurkranzrad und Walzenrad kommt auch bei Standseilbahnfahrzeugen zum Einsatz.⁽³¹⁾



Abbildung 6: SEP-Schienensystem mit Doppel-Spurkranzrädern (Quelle: <http://wakat.wm-werkstattausruestung.de/catalog/category/list/id/211205/browseMode/dataset/pld/467067/page/1>)

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(9) Internetseite: https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf

(15) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/>

(29) Internetseite: <https://www.kfz-betrieb.vogel.de/bosch-digitales-scheinwerfereinstellgeraet-a-454830/>

(30) Internetseite: <http://wakat.wm-werkstattausruestung.de/catalog/category/list/id/211205/browseMode/dataset/pld/467067/page/1>

(31) Internetseite: https://www.oberweissbacher-bergbahn.com/wissen/bergbahn_1/funktionsweise/

3 Selbsttätiger Niveausgleich bei digitalen Prüfgeräten

3.1 Funktionsprinzip

Einige digitale Prüfgeräte sind in der Lage bestimmte Neigungen ihrer Aufstellfläche zu kompensieren. Durch einen integrierten Lagesensor im SEP kann die Neigung des Gerätes erfasst und beim Berechnen der Lage der Hell-Dunkel-Grenze berücksichtigt werden. Eventuelle Abweichungen von der horizontalen Lage werden von der Gerätsoftware automatisch angepasst, so dass im Display die korrigierten Messwerte angezeigt werden.⁽³²⁾

Der Neigungssensor bestimmt präzise den Winkel relativ zur Horizontalen. Er besteht aus zwei kreisförmigen Elektroden, wobei eine der Elektroden in zwei Halbkreisen geteilt ist. Der Raum zwischen den beiden Elektroden ist zur Hälfte mit einer dielektrischen Flüssigkeit gefüllt. Die Flüssigkeit richtet sich durch die Gravitation immer horizontal aus. Bei einer Drehung des Sensors ändern sich somit die Kapazitäten zwischen den beiden Elektroden. Die im Sensor verbauten Elektronik erfasst diese Differenzkapazität und berechnet damit den entsprechenden Neigungswinkel. Die Messergebnisse werden durch Querneigungen und Temperaturänderungen nur gering beeinflusst.⁽³³⁾ Je nachdem welcher Sensor verbaut ist, variiert der Einfluss. Eine auftretende Querneigung von weniger als $\pm 30^\circ$ verändert das Messergebnis um weniger als $\pm 0,05^\circ$.⁽³⁴⁾

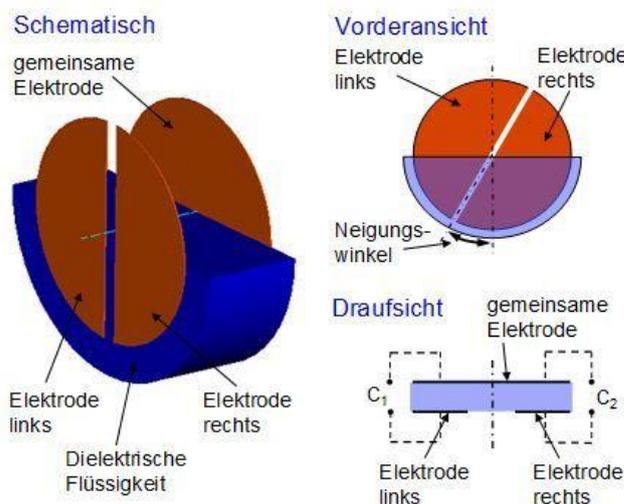


Abbildung 7: Aufbau eines Neigungssensors (Quelle:

<https://www.2e-mechatronic.de/de/hochaufloesender-fluessigkeitsbasierter-kapazitiver-360-neigungssensor/>)

3.2 Untersuchungen

Für die Untersuchungen des selbsttätigen Niveausgleiches wurde das digitale SEP MAHA MLT 3000 verwendet. Mithilfe unterschiedlich starker Bleche wurde das Gerät aus der Waage gebracht und somit eine geneigte Aufstandsfläche simuliert. Die aufgezeichneten Ergebnisse wurden anschließend ausgewertet und

(32) Internetseite: <https://www.maha.de/hu-scheinwerfereinstell-richtlinie-nun-offiziell-gueltig.htm>

(33) Internetseite: <https://www.tecsis.de/tecsis-im-profil/pressemitteilungen/neigungen-sicher-erfassen-sensoren-von-tecsis-mit-performance-level-d.html>

(34) Internetseite: <https://www.2e-mechatronic.de/de/hochaufloesender-fluessigkeitsbasierter-kapazitiver-360-neigungssensor/>

miteinander verglichen. Um immer gleiche Ausgangssituationen seitens der Lichtquelle zu haben, wurden die Untersuchungen an nur einem Scheinwerfer eines Testfahrzeuges ermittelt. Dafür wurde ein Kleinwagen mit Halogenscheinwerfern und Xenonoptik verwendet. Das verwendete SEP ist schienengeführt und läuft auf drei Rollen. Im Folgenden wird die Sichtweise aus der Perspektive des Gerätebedieners beschrieben. Dabei werden die zwei Rollen in Fahrzeugnähe als vordere Räder bezeichnet, wobei links und rechts wiederum aus der Sicht des Gerätebedieners zu sehen sind. Die dem Bediener zugewandte Rolle wird als hinteres Rad bezeichnet.

Die erste Untersuchungsreihe wurde ohne Störgrößen aufgenommen, um diese Messungen anschließend als Ausgangswerte zu verwenden. Um die Messreihen besser miteinander vergleichen zu können, wurde von allen 15 Messungen einer Messreihe der arithmetische Mittelwert gebildet. Für die Untersuchungen wurden lediglich die Messwerte der Normalen und des Knickpunktes betrachtet. Zusätzliche Messergebnisse des digitalen SEPs, wie beispielsweise der Roll- und Gierwinkel, sind für die amtliche Hauptuntersuchung nicht relevant und wurden deshalb nicht weiter untersucht.

Da das Testfahrzeug ein Scheinwerfer-Einstellmaß (Neigung vom Scheinwerferlicht) von 1,0 % hat, müssten sich im Optimalfall die Messwerte für die Normal bei -1,0 % und für den Knickpunkt bei 0 % belaufen. Für beiden Messergebnisse gilt eine Toleranz von $\pm 0,5$ %.

Die Messreihe ohne Störgrößen ergab für die Normale einen Mittelwert von -1,3 % und für den Knickpunkt einen Wert von -0,3 %. Bei dieser Messreihe traten keine besonderen Abweichungen der Werte auf. Bei der anschließenden Messung mit einem 1,9 mm starkem Blech unter dem hinteren Rad des SEPs wurden die gleichen Mittelwerte ermittelt. Auch eine Messreihe mit 3,8 mm Erhöhung des hinteren Rades ergab ähnliche Werte. Der Mittelwert der Normalen betrug -1,4 % und der des Knickpunktes -0,2 %. Ausgehend von den ausrichtungsbedingten Abweichungen, welche die geringen Unterschiede der Messergebnisse erklären, sind auch diese Werte durch den selbsttätigen Niveaueausgleich korrekt erfasst wurden. Eine weitere Erhöhung des hinteren Rades um 2 mm, auf 5,8 mm Auslenkung, ergab für die Normale einen Mittelwert von -1,5 % und für den Knickpunkt einen Wert von -0,4 %.

Um anschließend eine Neigung in die entgegengesetzte Längsrichtung zu erzeugen, wurde unter beide Vorderräder des Gerätes jeweils ein Blech gelegt. Somit wurden beide Vorderräder um 1 mm erhöht. Da das SEP einen Radstand von Vorderrädern zum Hinterrad von weniger als einem Meter hat, ist dies bereits eine Neigung außerhalb der Aufstellflächentoleranzen. Diese Messreihe zeigte ebenfalls Werte, deren geringe Abweichungen von den Ausgangswerten ohne Störgröße durch die ausrichtungsbedingten Differenzen erklärbar sind. Hierbei ergaben sich Mittelwerte von -1,5 % für die Normale und -0,4 % für den Knickpunkt. Auch eine weitere Auslenkung des Gerätes durch eine Erhöhung der Vorderräder um 8 mm ergab

ähnliche Werte. Diese beliefen sich auf -0,3 % für den Knickpunkt und -1,5 % für die Normale.

Um einen unebenen Boden zu simulieren wurde das SEP in Querrichtung ausgelenkt. Dies geschah durch die Erhöhung des Vorderrades um 8 mm. Bei der Erhöhung des linken Vorderrades ergaben die Messungen einen arithmetischen Mittelwert der Normalen von -1,6 %, was lediglich eine geringe Abweichung vom festgelegten Ausgangswert darstellt. Der Knickpunkt bei dieser Messreihe wich dagegen deutlich vom Vergleichswert ab. Mit 1,0 % betrug die Abweichung ganze 1,3 %. Die Messungen bei einer Erhöhung des rechten Vorderrades um ebenfalls 8mm ergaben ähnliche Werte. Der Mittelwert der Normale betrug hierbei -1,6 % und der Knickpunkt wich um -1,2 % vom Ausgangswert -0,3 % ab, er betrug somit -1,5 %.

Die folgende Tabelle gibt nochmals einen Überblick über die ermittelten Messergebnisse (Mittelwerte). Die Auflistung der gesamten Messergebnisse ist in Anlage 3 zu finden.

Tabelle 1: Ergebnisse selbsttätiger Niveausgleich

Änderung am SEP	Einstellung	Normale	Knickpunkt
Ohne	<i>Ok</i>	-1,3 %	-0,3 %
Erhöhung Hinterrad um 1,9 mm	<i>Ok</i>	-1,3 %	-0,3 %
Erhöhung Hinterrad um 3,8 mm	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,2 %
Erhöhung Hinterrad um 5,8 mm	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,4 %
Erhöhung beider Vorderräder um je 1 mm	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,4 %
Erhöhung beider Vorderräder um je 8 mm	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,3 %
Erhöhung linkes Vorderrad um 8 mm	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	1,0 %
Erhöhung rechtes Vorderrad um 8 mm	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-1,5 %

Die Untersuchungen zeigen, dass eine Auslenkung des SEPs in Längsrichtung, bei aktiviertem Niveausgleich, keinen erwähnenswerten Einfluss auf die Messergebnisse hat. Lediglich eine Auslenkung in Querrichtung beeinflusst die Messergebnisse beträchtlich. Wobei die Messwerte für die Normale bei der Querrichtungsauslenkung nur geringe Abweichungen aufwiesen. Allein durch die extremen Abweichungen der Knickpunktmesswerte wird der Einfluss der Auslenkung deutlich.

4 Vergleich analoger und digitaler Scheinwerfereinstellprüfgeräte

4.1 Bedienung

Analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte sind einfach aufgebaut und leicht zu bedienen. Meistens werden sie durch ein Fadennisier zum Fahrzeug ausgerichtet. Zum Ausrichten kann jedoch auch ein Strichlaser dienen.⁽²⁶⁾ Das Optikgehäuse lässt sich entlang der Gerätesäule in der Höhe variieren und somit der Scheinwerferhöhe anpassen.⁽³⁵⁾ Das entsprechende Einstellmaß zum jeweiligen Scheinwerfer wird mit einem Drehrad oder einem Drehknopf eingestellt, der eine entsprechende Skalierung besitzt.⁽¹⁵⁾ Bei eingeschaltetem Fahrzeuglicht wird nun auf dem Geräteschirm die Hell-Dunkel-Grenze abgebildet und kann anhand der Markierungen kontrolliert werden. Viele analoge Geräte verfügen zudem über ein sogenanntes Luxmeter, mit dem sich die Leuchtstärke der Scheinwerfer bestimmen lässt. Dies wird mithilfe einer Fotodiode ermittelt.⁽³⁶⁾

Digitale Scheinwerfereinstellprüfgeräte sind dagegen etwas komplexer und verfügen zudem über mehr Funktionen als analoge Geräte. Da digitale SEPs durch Akkus betrieben werden und mithilfe einer Software arbeiten, muss vor Beginn der Messungen das Gerät eingeschaltet bzw. hochgefahren werden. Anschließend wird der Bediener meist durch ein selbsterklärendes Menü geführt. Dieses wird über ein Touchdisplay und/oder Tasten gesteuert. Viele digitale Geräte verfügen über mehrere Untermenüs, mit denen herstellerspezifische Lichtsysteme kontrolliert bzw. eingestellt werden können. Zudem können auch länderspezifische Vorgaben, wie beispielsweise Linksverkehr, berücksichtigt werden. Einstellmaß und der gewünschte Scheinwerfertype lassen sich im Menü wählen.⁽⁵⁾ Zusätzlich verfügen einige digitale SEPs über eine optische Justierhilfen an der Gerätefront.⁽³²⁾ Die Ausrichtung des Gerätes zum Fahrzeug erfolgt, wie beim analogen SEP, mithilfe eines Breitband-, Spiegel- oder Laservisiers. Optional gibt es auch Geräte, bei denen man den Optikkasten mithilfe eines Laserpointers genau zur Lichtquelle hin ausrichten kann.⁽¹⁵⁾ Die Höhe des Gehäuses lässt sich entlang der Säule verändern.

4.2 Untersuchungen der Scheinwerfereinstellung

Um eine gute Vergleichbarkeit der beiden Geräte miteinander zu erreichen, wurde jedes Fahrzeug, mit und ohne entsprechenden Veränderungen, abwechselnd untersucht. Im Vergleich standen das analoge SEP Modell 541-1 DGT/V von MAWEK und das digitale SEP MLT 3000 von MAHA. Für die Arbeit wurden verschiedene Fahrzeuge mit unterschiedlichen Lichtquellen untersucht. Als Untersuchungsort

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(15) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/>

(26) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/unterschiede-richtlinien-anforderungen-an-scheinwerfereinstellgeraete/>

(32) Internetseite: <https://www.maha.de/hu-scheinwerfereinstell-richtlinie-nun-offiziell-gueltig.htm>

(35) Internetseite: <https://www.maha.de/wegweisende-scheinwerfer-einstellgeraete.htm?rdeLocaleAttr=de>

(36) Internetseite: <https://www.kfztech.de/kfztechnik/elo/licht/scheinwerfereinstellung.htm>

wurde der Scheinwerfereinstellplatz im Autohaus Liebe (Standort Halle) mit zugehörigem SEP zur Verfügung gestellt. Das analoge SEP wurde von der Kfz Sachverständige Bernd Schumann GmbH bereitgestellt.



Abbildung 8: Digitales SEP (links im Bild) und analoges SEP (rechts im Bild)

Die meisten Testfahrzeuge wurden ebenfalls vom Autohaus Liebe zur Verfügung gestellt, wodurch ein direkter Einfluss auf die Auswahl dieser nicht möglich war. Da viele der Testfahrzeuge Neuwagen oder Werkstattersatzwagen waren, wurden Veränderungen an diesen nicht gestattet. Aus diesem Grund konnten Einflussgrößen, wie beispielsweise der Reifendruck oder unterschiedliche Bereifungen, nicht ausreichend untersucht werden. Als ermittelbare Störgröße wurde der Beladungszustand gewählt, da sich dieser bei allen Fahrzeugen realisieren ließ.

Wie bereits bei den Untersuchungen des selbststättigen Niveausgleiches wurde von den 15 Messungen je Scheinwerfer der arithmetische Mittelwert gebildet. Diese Mittelwerte wurden anschließend miteinander verglichen. Alle ermittelten Messwerte der Testfahrzeuge von beiden Geräten sind in der Anlage 4 aufgeführt. Die folgenden Tabellen sollen lediglich einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse geben. Darin sind die berechneten Mittelwerte zu finden. Für jede der 15 Messungen wurde das SEP erneut vor den zu prüfenden Scheinwerfer geschoben und ausgerichtet.

Bei allen Testfahrzeugen wurden vor Beginn der Untersuchungen die Reifen auf Auffälligkeiten geprüft, der Beladungszustand kontrolliert und die Scheinwerfer gereinigt. Die manuelle Leuchtweitenregulierung der unbeladenen Fahrzeuge wurde auf die Position „Null“ gedreht und anschließend das entsprechende Einstellmaß der Scheinwerfer an den Prüfgeräten eingestellt.

Als Testfahrzeug 1 diente ein Skoda Fabia II Monte Carlo. Dieser ist serienmäßig mit Halogenscheinwerfern und Xenonoptik ausgestattet. Die Vorneigung der Scheinwerfer, das Einstellmaß, beträgt 1,0 %. Dieses Testfahrzeug wurde unterschiedlich konditioniert vermessen.

- Tank $\frac{3}{4}$ voll ≈ 25 kg
- Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 37 cm
- Winterräder mit Spurplatten 205/45 R16

Tabelle 2: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Winterrädern

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Ok	Ok	Ok
Normale	-0,9 %	-1,1 %	-1,0 %	-1,1 %
Knickpunkt	-0,1 %	-0,4 %	-0,1 %	-0,2 %

In der ersten Versuchsreihe ist bereits eine leichte Abweichung zwischen den Werten des analogen und des digitalen SEPs zu sehen. Wobei dies auf die horizontale Ablesegenauigkeit von max. 0,5 % des analogen Gerätes zurückgeführt werden kann. Die Abweichungen der einzelnen Werte können zudem durch die erneute Positionierung der Geräte und die damit verbundenen Unregelmäßigkeiten bei der Ausrichtung erklärt werden.

- Tank $\frac{1}{2}$ voll \approx 16,5 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm
Sommerräder 205/40 R17

Tabelle 3: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Sommerrädern

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Nicht Ok	Ok	Ok
Normale	-0,6 %	-0,9 %	-1,0 %	-1,0 %
Knickpunkt	0,0 %	-0,6 %	0,0 %	-0,1 %

Bei der zweiten Messreihe mit dem Testfahrzeug 1 zeigten sich dagegen deutlichere Unterschiede zwischen den Mittelwerten der beiden Geräte. Die recht ungenaue Ausrichthilfe (Breitbandvisier) am analogen SEP könnte ein Grund für diese Abweichungen sein. Bei den einzelnen Messwerten sind dagegen keine Auffälligkeiten aufgetreten, weder beim analogen noch beim digitalen Gerät.

- Tank $\frac{1}{2}$ voll \rightarrow 15 kg Ausgleichsgewicht
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm
Sommerräder 205/40 R17

Tabelle 4: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Ausgleichsgewicht

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Nicht Ok	Ok	Ok
Normale	-0,6 %	-0,9 %	-1,0 %	-0,8 %
Knickpunkt	0,1 %	-0,6 %	0,0 %	-0,2 %

Das Ausgleichsgewicht von 15 kg, durch welches ein voller Tank simuliert wurde, bewirkte keine auffälligen Abweichungen von den Werten ohne Ausgleichsgewicht. Beim linken Scheinwerfer sind die Unterschiede der Messergebnisse beider Geräte besonders deutlich. Die geringen Abweichungen der einzelnen Messwerte lassen sich durch die Ablesegenauigkeit des analogen SEPs erklären. Wobei diese Schwankungen auch durch die erneute Positionierung des Gerätes auftreten sein könnten. Die Unstimmigkeiten der Knickpunktwerte sind auf die mehrmaligen Ausrichtungen des digitalen SEPs zurück zu führen.

- Tank $\frac{5}{16}$ voll \rightarrow 20 kg Ausgleichsgewicht
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 38 cm
Sommerräder 205/40 R17
20 kg extra Beladung

Tabelle 5: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit extra Beladung

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-0,1 %	-0,4 %	-0,4 %	-0,3 %
Knickpunkt	0,5 %	-0,6 %	0,4 %	-0,3 %

Eine zusätzliche Beladung des Kofferraumes mit 20 kg zeigte dagegen einen erheblichen Einfluss auf die Scheinwerfereinstellung des Testfahrzeuges 1. Dazu kommen die Unterschiede zwischen analogem und digitalem SEP. Ein Grund dafür könnte die unpräzise Ausrichtung des analogen Gerätes mittels des Fadennisers gewesen sein. Die Werte der Normale wiesen bei beiden Geräten keine besonderen Auffälligkeiten auf. Das digitale SEP zeigte ausrichtungsbedingt leichte Abweichungen der Knickpunktwerte. Einige Knickpunktwerte des analogen SEP wiesen dagegen deutlichere Unstimmigkeiten auf. Dieses kann wiederum auf die geringe Ablesegenauigkeit und das erneute Ausrichten des Gerätes zurückgeführt werden.

Das zweite Testfahrzeug war ein Skoda Citygo Active mit Halogenscheinwerfern. Auch dieses hat ein Einstellmaß von 1,0 %.

- Tank leer
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm
Sommerräder 165/70 R14

Tabelle 6: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 2

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Ok	Ok	Nicht Ok
Normale	-1,2 %	-1,5 %	-1,1 %	-1,0 %
Knickpunkt	2,4 %	-0,1 %	0,7 %	0,8 %

Bei dieser Messreihe ist die extreme Abweichung des linken Scheinwerfer-Knickpunktes vom analogen Gerät im Vergleich zum digitalen Gerät sehr deutlich. Auch hier ist als Ursache die mangelnde Verarbeitung des analogen Gerätes in Hinblick auf die Ausrichtung zu bemerken. Dies wird anhand der auffälligen Abweichungen der Knickpunktwerte erneut deutlich. Die Schwankungen der Messwerte des digitalen SEPs fielen dagegen deutlich geringer aus.

Des Weiteren wurde als drittes Testfahrzeug ein Skoda Karoq mit LED-Scheinwerfern untersucht. Dessen Einstellmaß betrug ebenfalls 1,0 %.

- Tank ½ voll \approx 37 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 57 cm
Winterräder 215/55 R17

Tabelle 7: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 3

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-1,0 %	-1,5 %	-1,7 %	-1,5 %
Knickpunkt	0,9 %	-4,1 %	0,9 %	-0,7 %

Bei dieser Messreihe wurden die Auswirkungen einer fehlerhaften Ausrichtung besonders deutlich. Hier traten bei beiden Geräten große Abweichungen bei den Messergebnissen auf. Durch helles Umgebungslicht konnte in diesem Fall das Laservisier nicht verwendet werden. Daher wurde mit dem Umlenkspiegel die Ausrichtung des digitalen SEPs vorgenommen. Dies erwies sich jedoch als recht ungenau und könnte die auffällig großen Abweichungen der Werte erklären. Beim analogen Gerät sind die Schwankungen wiederum auf dessen schlechte Ablesegenauigkeit und ungenaue Ausrichtung zurück zu führen.

Als zweites Fahrzeug mit Halogenscheinwerfern stand ein Skoda Fabia III zur Verfügung. Dieser Werkstattersatzwagen diente als viertes Testfahrzeug mit einem Einstellmaß von 1,0 %.

- Tank 7/8 voll \approx 30 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm
Sommerräder 185/60 R15

Tabelle 8: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 4

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Nicht Ok	Ok	Ok
Normale	-1,1 %	-0,9 %	-1,0 %	-0,9 %
Knickpunkt	-0,3	-0,6 %	0,1 %	-0,3 %

Bei dieser Messreihe ergaben beide Geräte ähnliche Messwerte. Hauptsächlich wiesen die Messwerte der Knickpunkte Unstimmigkeiten auf. Auch diese Abweichungen lassen sich wiederum auf die erneuten Ausrichtungen der Geräte zurückführen.

Als fünftes Testfahrzeug diente ein Skoda Fabia III Clever, jedoch mit zusätzlicher Xenonoptik. Dessen Scheinwerfereinstellung wurde ebenfalls mit beiden Geräten verglichen. Auch bei diesem Werkstattersatzwagen betrug das Einstellmaß 1,0 %.

- a) Tank voll \approx 33,5 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm
Sommerräder 215/40 R17

Tabelle 9: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 5

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Ok	Ok	Ok
Normale	-0,5 %	-0,8 %	-1,0 %	-0,8 %
Knickpunkt	0,1 %	-0,1 %	-0,2 %	0,0 %

Auch bei dieser Messreihe zeichnen sich leichte Unterschiede zwischen den beiden Geräten ab. Dabei wies das digitale SEP leichte Abweichungen bei den Knickpunktwerten auf, welche durch die mehrmalige Ausrichtung zu erklären sind. Die auffälligeren Abweichungen der Knickpunktwerte lassen sich auf die geringe Ablesegenauigkeit des analogen SEPs zurückführen. Kleinere Unstimmigkeiten der Messwerte sind auch beim analogen Gerät ausrichtungsbedingt.

Als zweites, mit LED-Scheinwerfern ausgestattetes, Fahrzeug diente ein Skoda Kodiaq. Bei diesem sechsten Testfahrzeug betrug das Einstellmaß ebenfalls 1,0 %.

- Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 52 cm
Sommerräder 235/55 R18

Tabelle 10: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 6

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,2 %
Knickpunkt	4,3 %	0,9 %	1,0 %	0,6 %

Der Knickpunkt des linken Scheinwerfers zeigt beim analogen SEP deutliche Abweichungen zu den Ergebnissen, die mit dem digitalen Gerät ermittelt wurden. Die einzelnen Messwerte des analogen Gerätes schwanken sehr, da die Ablesegenauigkeit des Prüfschirmes recht ungenau ist. Zudem lässt sich der Knickpunkt mit bloßem Auge nur schwierig erkennen. Die Messwerte des digitalen SEPs wiesen leichte Abweichungen der Knickpunktergebnisse auf, welche wiederum durch die Unstetigkeit der Positionierung zu erklären sind.

- Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 50 cm
Sommerräder 235/55 R18
20 kg extra Beladung

Tabelle 11: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 6 mit extra Beladung

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-0,7 %	-0,8 %	-1,2 %	-1,0 %
Knickpunkt	4,8 %	1,0 %	3,3 %	0,9 %

Durch zusätzlich 20 kg Beladung im Kofferraum hebt sich die Normale leicht an, um ca. 0,2 %. Die Messergebnisse zeigten wiederum eine extreme Abweichung, besonders bei die Knickpunktwerten. Dabei wiesen die Ergebnisse des analogen SEPs zusätzlich große Abweichungen der Knickpunktwerte auf.

Ein Skoda Octavia III mit Xenon-Scheinwerfern wurde als siebtes Testfahrzeug untersucht. Dieser Gebrauchtwagen wies ebenfalls ein Einstellmaß von 1,0 % auf.

- Tank 3/8 voll \approx 15 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 45 cm
Winterräder 205/55 R16

Tabelle 12: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 7

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-1,0 %	-1,1 %	-0,7 %	-0,5 %
Knickpunkt	0,0 %	-0,3 %	-1,3 %	-1,0 %

Bei diesem Testfahrzeug zeichneten sich auf beiden Geräten ähnliche Werte für die Normale und den Knickpunkt ab. Lediglich die einzelnen Messwerte des Knickpunktes wiesen leichte Schwankungen auf, welche beim analogen SEP jedoch deutlicher ausfielen.

Außerdem wurde das Xenon-Licht eines Skoda Superb III Sportline gemessen. Auch dieses achte Testfahrzeug besaß ein Einstellmaß von 1,0 %.

- Tank voll \approx 50 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 55 cm
Sommerräder mit Spurplatten 235/40 R19

Tabelle 13: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 8

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Ok	Ok	Nicht Ok
Normale	-0,3 %	-0,6 %	-0,5 %	-0,1 %
Knickpunkt	0,9 %	0,6 %	-0,4 %	-0,3 %

Bei dieser Messreihe zeichneten sich leichte Messwertabweichungen zwischen beiden Geräten ab. Die Knickpunkte wiesen ausrichtungsbedingte Abweichungen auf. Besonders mit dem analogen SEP wurden am linken Scheinwerfer auffällige Schwankungen des Knickpunktes gemessen.

- Tank voll \approx 50 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm
Sommerräder mit Spurplatten 235/40 R19
20 kg extra Beladung

Tabelle 14: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 8 mit extra Beladung

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Ok	Ok	Nicht Ok
Normale	-0,2 %	-0,5 %	-0,7 %	-0,1 %
Knickpunkt	1,5 %	0,1 %	-0,3 %	-0,6 %

Durch die zusätzliche Beladung des Kofferraumes mit 20 kg wurde die Scheinwerfereinstellung nur leicht beeinflusst. Diese kleinen Abweichungen

können jedoch auch auf die mehrmalige Positionierung der Geräte zurückgeführt werden. Das Verhältnis der Messwerte untereinander blieb annähernd gleich.

Das einzige verfügbare Fahrzeug mit Halogenscheinwerfer und Streuabschlussscheibe war ein Volkswagen T4. Dieser Werkstattwagen ist aufgrund seines Alters und der Umfunktionierung zum Transportmittel, ausstattungstechnisch nicht mehr serienmäßig. Dieses neunte Testfahrzeug wies als einziges Fahrzeug ein Einstellmaß von 1,2 % auf.

- Tank $\frac{1}{2}$ voll \approx 30 kg
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 36 cm
Winterräder 195/70 R15

Tabelle 15: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 9

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Ok	Ok	Ok
Normale	-0,8 %	-0,9 %	0,0 %	-1,0 %
Knickpunkt	-0,2 %	-0,4 %	-0,6 %	0,2 %

Die Schwankungen der Messergebnisse sind auch bei diesem Fahrzeug wieder deutlich zu erkennen. Die Werte des linken Scheinwerfers waren annähernd gleich, die Werte des rechten Scheinwerfers wichen dagegen auffällig voneinander ab. Beim analogen SEP zeichneten sich leichte Differenzen des Knickpunktes ab, genauso wie beim digitalen SEP. Diese Abweichungen lassen sich ebenfalls durch die erneute Ausrichtung erklären.

Um einen Vergleich der verschiedenen Lichtquellen mit entsprechender Störgröße zu haben, wurde als drittes Halogenscheinwerfer-Fahrzeug ein Skoda Rapid gewählt. Das zehnte und letzte Testfahrzeug der Untersuchungen wies wieder ein Einstellmaß von 1,0 % auf.

- Tank $\frac{1}{4}$ voll \rightarrow 25 kg Ausgleichsgewicht
Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm
Sommerräder 215/45 R16

Tabelle 16: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 10

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Ok	Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-0,8 %	-1,1 %	-1,7 %	-1,3 %
Knickpunkt	0,5 %	-0,3 %	-1,8 %	-2,5 %

Auch bei dieser Messreihe zeigten sich Unterschiede, die auf die ungenaue Ausrichtung des analogen Gerätes zurückgeführt werden können. Am linken Scheinwerfer wurden vom digitalen SEP Knickpunkte mit leichten Abweichungen gemessen. Der Grund für diese Unstetigkeiten kann wiederum in der mehrmaligen Ausrichtung gesehen werden. Beim analogen SEP zeichneten sich in dieser Messreihe deutlich größere Schwankungen, besonders bei den Knickpunktwerten,

ab. Dies lässt sich erneut durch die geringe Ablesegenauigkeit und schlechte Ausrichtung des Gerätes erklären.

- Tank $\frac{1}{4}$ voll → 25 kg Ausgleichsgewicht
- Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm
- Sommerräder 215/45 R16
- 20 kg extra Beladung

Tabelle 17: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 10 mit extra Beladung

	Analog links	Digital links	Analog rechts	Digital rechts
Einstellung	Nicht Ok	Ok	Nicht Ok	Nicht Ok
Normale	-0,6 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,1 %
Knickpunkt	1,2 %	-0,2 %	-1,0 %	-2,3 %

Die zusätzliche Beladung des Fahrzeuges bewirkte eine leichte Anhebung der Normale. Der Vergleich beider Geräte zeigte eine leichte Abweichung bei den Werten der Normalen und eine auffällige Abweichung der Knickpunktwerte. Die mit dem analogen SEP ermittelten Knickpunktwerte weichen jedoch, im Vergleich zum unbeladenen Zustand, auffällig ab. Auch untereinander weisen diese Unstimmigkeiten auf. Die Werte des digitalen Gerätes weisen dagegen keine besonderen Auffälligkeiten auf.

Anhand der Ergebnisse wurde ersichtlich, dass das digitale SEP bessere Objektivität und Wiederholbarkeit bietet.⁽³⁷⁾ Jedoch muss hier der Zustand des wesentlich älteren analogen SEPs berücksichtigt werden. Durch diesen ist ein direkter Rückschluss auf alle analogen SEPs nicht möglich bzw. objektiv.

4.3 Beurteilung und Auswertung der Ergebnisse

Bei analogen SEP werden die Ergebnisse durch visuelle Wahrnehmung und Beurteilung des Prüfers ermittelt. Die auf dem Geräteschirm abgebildete Hell-Dunkel-Grenze des Fahrzeuglichtes ist dabei nicht immer scharf zu erkennen und somit auch nicht 100% genau zu beurteilen. Besonders Xenon- und LED-Licht hinterlassen für das menschliche Auge nur unscharfe Linien, da bei diesen Lichtquellen der sogenannte Blausaum besonders ausgeprägt ist. Jedoch lässt sich selbst bei Halogenlicht der Knickpunkt der Hell-Dunkel-Grenze oft nur schwer erkennen. Somit sind Fehlinterpretationen, trotz richtiger Anwendung, keine Seltenheit.⁽²⁶⁾

Digitale Geräte bilden dagegen den berechneten Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze auf dem Bildschirm ab. Eine Fehlinterpretation durch den Blausaum oder unscharfe Lichtkonturen wird somit deutlich verringert. Bei einigen digitalen Geräten werden

(26) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/unterschiede-richtlinien-anforderungen-an-scheinwerfereinstellgeraete/>

(37) Internetseite: <http://www.autoservicepraxis.de/praezision-beim-licht-1705030.html>

die Ergebnisse jedoch nur optisch abgebildet und müssen somit durch den Prüfer beurteilt werden. Das für die Untersuchungen verwendete MAHA MLT 3000 wertet dagegen die Ergebnisse des Lichtbildes gleichzeitig aus. So ist eine Beurteilung durch den Prüfer nicht weiter erforderlich. Messergebnisse lassen sich mithilfe von Bluetooth oder Anschlüssen zum Drucker direkt ausdrucken und somit dokumentieren. Einige digitale SEPs können die Ergebnisse sogar selbst drucken. Zudem lassen sich mit entsprechenden Software-Updates auch neue Lichtsysteme überprüfen.⁽⁵⁾

4.4 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen

Erfüllt der Boden die in der „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ vorgegebenen Anforderungen an die Aufstellflächen können freilaufende SEPs an verschiedenen Standorten eingesetzt werden.⁽⁸⁾

Wie bereits erwähnt sind Lichtquellen, die an der Hell-Dunkel-Grenze einen Blausaum bilden, mit dem analogen SEP nur schwer zu beurteilen. Dazu kommt, dass für die Kontrolle von Fernlichtassistenten mit analoge Geräte häufig spezielle Prüfschirme benötigt werden, die oft nicht vorhanden sind.⁽⁵⁾ Wohingegen digitale Geräte mit entsprechende Software-Updates an alle Lichtsysteme angepasst werden können.⁽³⁸⁾

Fahrzeuge bei denen die Scheinwerfer besonders hoch angebaut sind können mit herkömmlichen SEPs nicht gemessen, geschweige denn eingestellt, werden. Scheinwerfer die eine Einbauhöhe über 1,50 Meter aufweisen können weder mit herkömmlichen analogen noch mit digitalen SEPs kontrolliert werden. Die meisten Geräte kommen bereits bei einer Einbauhöhe von 1,40 Meter an ihre Grenzen.⁽²⁷⁾

4.5 Vor- und Nachteile

Analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte sind einfach zu bedienen und arbeiten ohne Strom. Im Vergleich zu digitalen Geräten sind sie zudem in der Anschaffung günstiger. Benötigen für moderne Lichtsysteme jedoch oft unterschiedliche Prüfschirme. Doch selbst mit geeigneten Prüfschirmen sind Fehlinterpretationen bei analogen SEPs durch den Prüfer möglich.⁽²⁶⁾

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf

(26) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/unterschiede-richtlinien-anforderungen-an-scheinwerfereinstellgeraete/>

(27) Internetseite: http://www.hella-gutmann.com/fileadmin/00_HGS_Bilder/X_Downloads/SEG-Serie/HGS_BRO_210x297_SEG_DE_RZ_Ansicht.pdf

(38) Internetseite: https://www.autopstehoj.com/de/scheinwerfereinstellgerat-lightmaster-mc-17-28509.html?__from_store=de

Digitale SEPs lassen sich durch Softwareupdates schnell und kostengünstig an neue Entwicklungen anpassen. Dadurch können sozusagen alle Lichtsysteme kontrolliert werden. Bei vielen Modellen wertet das Gerät den Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze entsprechend aus, somit ist eine Fehlbeurteilung durch den Bediener ausgeschlossen. Im Gegensatz zu analogen Geräten können sie Messwerte wie beispielsweise Roll- und Gierwinkel berechnen. Geräte mit selbsttätigem Niveaueausgleich können zudem Neigungen der SEP-Aufstellfläche ausgleichen. Ein weiterer Vorteil der digitalen SEPs ist die Möglichkeit die Prüfergebnisse samt Fahrzeugdaten speichern und dokumentieren zu können. Selbst die Ausrichtung des Gerätes lässt sich dokumentieren, was in einigen europäischen Ländern sogar Pflicht ist.⁽⁵⁾

Die digitalen Geräte sind in der Anschaffung teuer und werden mit Akkus betrieben. Bei einigen ist zudem ebenfalls eine Fehleinschätzung der Ergebnisse durch den Prüfer möglich, da diese das Ergebnis lediglich optisch abbilden und nicht zusätzlich auswerten.⁽³⁹⁾

(5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf

(39) Internetseite: <http://holitschke.info/assets/ba-meco-sep-170326.pdf>

5 Entwicklungspotenziale

Da die Fahrzeugbeleuchtung eines der wichtigsten Sicherheitssysteme darstellt, sind die Automobilhersteller besonders bemüht die Lichtsysteme weiterzuentwickeln. So entstanden mit der Zeit komplexe Systeme, die beispielsweise ihre Lichtintensität und Lichtverteilung der Situation anpassen. Bei solchen komplexen Scheinwerfersystemen muss die Überprüfung der Einstellung umso genauer ablaufen.⁽²⁴⁾ Im Hinblick auf diesen Aspekt lassen sich einige Entwicklungspotenziale bei den Vorschriften und Umsetzungen der Scheinwerfereinstellung erkennen.

Da die modernen Lichtsysteme eine genauere und zudem meist komplexere Einstellung verlangen, ist es schwierig zu sagen, ob analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte überhaupt noch mithalten können. Bei besonders hellen Lichtquellen (LED, Xenon und Laser) wäre deshalb eine Überprüfung durch ein digitales SEP, welches die Lichtkontur selbstständig auswertet, angebracht. So lassen sich eventuelle Ablesefehler durch den Prüfer vermeiden. Das würde eine Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit bewirken, da eine Abweichung von 5 mm auf dem Prüfschirm in 10 Metern Entfernung bereits eine Abweichung von 10 cm bedeuten würde.⁽⁸⁾ Zudem wäre auch für Deutschland eine Dokumentation der Ausrichtung des SEP wünschenswert. Jedoch ist ein genaues dokumentieren aller Werte nur mit digitalen Prüfgeräten möglich.

Doch auch das Ausrichten des Optikkastens zum Fahrzeug stellt noch eine beträchtliche Fehlerquelle dar. So sind leider nur wenige Geräte mit einem Kreuzlaser ausgestattet, der dazu dient das Optikgehäuse genau auf die Lichtquelle zu richten. Denn selbst bei geringem Abstand zwischen Scheinwerfer und Gerät ist ein exaktes Fluchten beider zueinander schwierig. Ein Ausstatten aller Geräte mit einem Kreuzlaser oder Laserpointer würde zu weniger Abweichungen bei den Messergebnissen führen.

Das korrekte Ausrichten des SEPs zur Längsachse des Fahrzeuges ist oft fehlerbehaftet. Zwei für den Prüfer symmetrisch erscheinende Punkte des Fahrzeuges bedeuten nicht immer auch eine genaue Ausrichtung. So können beispielsweise Kotflüglecken oder Schrauben in der Frontmaske Abweichungen von Seite zu Seite aufweisen.⁽²⁴⁾ Aus diesem Grund wäre eine Vorgabe für die Ausrichtung der Längsachsen von Vorteil. Dabei wären feste Rahmenpunkte des Fahrzeuges ideal.

(8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf

(24) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2011/amz_2011_Maha3_spezial.pdf

6 Zusammenfassung

Seit dem 1.1.2018 gelten für alle Scheinwerfereinstellsysteme neue Anforderungen. Diese sind in der „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“ beschrieben. Der Großteil der Neuerungen bezieht sich auf die Beschaffenheit der Aufstellflächen. Sowohl für die Aufstellfläche des Fahrzeuges als auch für die des Scheinwerfereinstellprüfgerätes gelten nun genaue Vorgaben und Toleranzen.

Um die Einstellung der Scheinwerfer überprüfen zu können, stehen verschiedene Systeme zu Verfügung. Die nur für Sonderfälle zum Einsatzkommende Prüffläche, bestehend aus einer hellfarbigen Wand mit entsprechenden Markierungen und in der Höhe, sowie seitlich verstellbar. Das analoge Scheinwerfereinstellprüfgerät bündelt mithilfe einer Linse das Scheinwerferlicht und bildet es im Gerät auf dem darin befindlichen Prüfschirm ab. Als modernstes Prüfsystem steht das digitale Scheinwerfereinstellprüfgerät zu Verfügung. Es besitzt anstelle der Linse eine Hochleistungskamera, welche das Scheinwerferlicht aufnimmt. Anschließend digitalisiert ein Prozessor das Ergebnis und bildet die entsprechende Kontur oder entsprechende Zahlenwerte auf dem Display ab.

Einige digitale Geräte besitzen zudem eine Niveauegleichsfunktion, mit der das Gerät Neigungen seiner Aufstellfläche ausgleichen kann. Mithilfe eines integrierten Neigungssensors werden so die Abweichungen von der Horizontalen ermittelt. Jedoch können Geräte mit dieser Funktion keine Neigungen in Querrichtung kompensieren.

Der Vergleich von analogen und digitalen Scheinwerfereinstellprüfgeräten zeigt sowohl in der Bedienung, also auch in der Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse deutliche Unterschiede auf. Die Untersuchungen haben zudem deutlich gemacht, dass die Genauigkeit eine große Rolle bei der Scheinwerfereinstellung spielt. Hierbei zeichnete sich das digitale MLT 3000 durch eine bessere Wiederholbarkeit ab. Das für die Untersuchungen verwendete analoge SEP wies dagegen eine recht geringe Ausrichtungsgenauigkeit auf.

Analoge SEPs sind zwar in der Anschaffung günstiger als digitale SEPs, verfügen dafür aber meist nur über die gesetzlich geforderten Funktionen. Die digitalen Geräte verfügen dagegen über zahlreiche weitere Funktionen und können zudem oft die Messergebnisse und ggf. die Fahrzeugdaten speichern bzw. ausdrucken.

Und genau da gibt es noch viele Entwicklungspotenziale. Auch bei den rechtlichen Vorgaben wären genauere Angaben nötig, um exakte Ergebnisse zu erzielen und somit den modernen Scheinwerfersystemen gerecht zu werden. Zudem ist fraglich, ob analoge Scheinwerfereinstellprüfgeräte den aktuellen Lichtsystemen mit ihren klar definierten Anforderungen noch lange gerecht werden können.

Quellenverzeichnis

- (1) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/news/article114961260/Tradition-100-Jahre-elektrische-Autoscheinwerfer.html> 16.02.2018
„Tradition: 100 Jahre elektrische Autoscheinwerfer“
- (2) Internetseite: <https://www.welt.de/motor/article139919970/So-funktioniert-das-Laserlicht-von-Audi-und-BMW.html> 17.02.2018
„So funktioniert das Laserlicht von Audi und BMW“ von Wolfgang Pester
- (3) Internetseite: <https://www.audi-technology-portal.de/de/elektrik-elektronik/lichttechnologie/matrix-laser-technologie> 19.02.2018
„Matrix Laser Technologie“
- (4) Internetseite:
https://www.audi.com/de/innovation/design/light_years_ahead.html
„Lichtjahre voraus“ von Timo Pape 19.02.2018
- (5) Internetseite: https://www.amz.de/download/archiv/2013/amz_2013_Maha_spezial_Okt.pdf 28.02.2018
- (6) Internetseite: <https://www.licht-test.de/> 02.03.2018
„Bilanz des Licht-Tests 2017“
- (7) Internetseite:
<https://www.gtue.de/Presse/Pressemitteilungen/75419.html?nav=55959>
„GTÜ-Mängelreport 1. Halbjahr 2017“ Stuttgart/Frankfurt am Main, den 12. September 2017 22.03.2018
- (8) Internetseite: https://www.iam-net.eu/cms/images/IAM-NET_Download/Hella/broschre_scheinwerfereinstellung.pdf
„Scheinwerfersysteme richtig einstellen leicht gemacht“ 13.06.2018
- (9) Internetseite:
https://www.dekra.de/fileadmin/76_Downloads/Lokationen/NL_Dresden/dekra-dresden-neue-anforderungen-prueftechnik.pdf
„Neue Anforderungen an die Prüftechnik“ 14.06.2018
- (10) Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“
- (11) Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
- (12) Verkehrsblatt 1981: „Richtlinien für die Prüfung von Scheinwerfer-Einstell-Prüfgeräten“

- (13) Internetseite: <https://www.kfz-sh.de/newsletter/newsletter-des-landesverbands-schleswig-holstein/newsletter-082017.html>
 „Stückprüfung und Kalibrierung für Lichteinstellplätze“ 02.07.2018
- (14) Verkehrsblatt 2016, Heft 14: „Regelung über abweichende Anforderungen von den Nummern 6.2.6 und 6.2.7 der DIN EN ISO/IEC 17020:2012 Anlage VIIIb, Nummer 2.1b der StVZO“
- (15) Internetseite:
<https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Scheinwerfer-einstellen-835/> „Scheinwerfer einstellen“ 14.06.2018
- (16) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/anforderungen-an-den-scheinwerfereinstellplatz-ab-2017/> 20.06.2018
 „[Update] Anforderungen an den Scheinwerfereinstellplatz ab 2018“
- (17) Internetseite: <https://www.kfz-betrieb.vogel.de/hu-scheinwerferrichtlinie-tohuwabohu-a-618855/>
 „HU-Scheinwerferrichtlinie: Tohuwabohu?“ 20.06.2018
- (18) Internetseite: <http://www.seat.de/service-zubehoer/technik-lexikon/d/dynamische-leuchtweitenregulierung.html>
 „Dynamische Leuchtweitenregulierung“ 18.06.2018
- (19) Verkehrsblatt 1987: „Richtlinien für die Einstellung von Scheinwerfern an Kraftfahrzeugen“
- (20) Internetseite: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2007.137.01.0001.01.DEU
 „Regelung Nr. 48 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa“ 18.06.2018
- (21) Internetseite: <https://www.headlighttester.com/de/bosch-automotive-aftermarket/> „Gesetzgebung - Neue HU-Scheinwerfer-Prüfrichtlinie“
 21.06.2018
- (22) Internetseite: <https://messtechnik-neth.de/definition-neigung/>
 „Definition Neigung“ 22.06.2018
- (23) Internetseite: <https://www.wortbedeutung.info/Unebenheit/>
 22.06.2018
- (24) Internetseite:
https://www.amz.de/download/archiv/2011/amz_2011_Maha3_spezial.pdf
 „Adaptive Lichtsysteme“ 25.06.2018

- (25) Internetseite: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Fernlichtassistent-583/> „Fernlichtassistent“ 25.06.2018
- (26) Internetseite: <https://blog.wulf-kfz.de/unterschiede-richtlinien-anforderungen-an-scheinwerfereinstellgeraete/> 21.06.2018
 „[Update] Unterschiede, Richtlinien und Anforderungen an Lichteinstellgeräte: Hier erhalten Sie den Überblick!“
- (27) Internetseite: http://www.hella-gutmann.com/fileadmin/00_HGS_Bilder/X_Downloads/SEG-Serie/HGS_BRO_210x297_SEG_DE_RZ_Ansicht.pdf 01.07.2018
 „Professionelle Scheinwerfereinstellgeräte für jede Anforderung“
- (28) Internetseite: https://www.gtue.de/sixcms/media.php/771/gtue-informativ_stellplatzherstellung.pdf 28.06.2018
 „Wie bleibe ich Kfz-Prüfstützpunkt?“
- (29) Internetseite: <https://www.kfz-betrieb.vogel.de/bosch-digitales-scheinwerfereinstellgeraet-a-454830/> 03.07.2018
 „Bosch: digitales Scheinwerfereinstellgerät“
- (30) Internetseite: <http://wakat.wm-werkstattausruestung.de/catalog/category/list/id/211205/browseMode/dataset/pId/467067/page/1> 27.06.2017
- (31) Internetseite: https://www.oberweissbacher-bergbahn.com/wissen/bergbahn_1/funktionsweise/ 04.07.2018
 „Abt'sche Weiche - Die ganz besonderen Weichen der Standseilbahn“
- (32) Internetseite: <https://www.maha.de/hu-scheinwerfereinstell-richtlinie-nun-offiziell-gueltig.htm> 17.06.2018
 „HU-Scheinwerfereinstell-Richtlinie nun offiziell gültig“
- (33) Internetseite: <https://www.tecsis.de/tecsis-im-profil/pressemeldungen/neigungen-sicher-erfassen-sensoren-von-tecsis-mit-performance-level-d.html> 17.06.2018
 „Neigungen sicher erfassen – Sensoren von tecsis mit Performance Level d“
- (34) Internetseite: <https://www.2e-mechatronic.de/de/hochaufloesender-fluessigkeitsbasierter-kapazitiver-360-neigungssensor/> 17.06.2018
 „Hochauflösender flüssigkeitsbasierter kapazitiver 360° Neigungssensor“
- (35) Internetseite: <https://www.maha.de/wegweisende-scheinwerfereinstellgeraete.htm?rdeLocaleAttr=de> 05.07.2018
 „Wegweisende Scheinwerfer-Einstellgeräte“

- (36) Internetseite:
<https://www.kfztech.de/kfztechnik/elo/licht/scheinwerfereinstellung.htm>
„Die Scheinwerfereinstellung“ von Johannes Wiesinger 05.07.2018
- (37) Internetseite: <http://www.autoservicepraxis.de/praezision-beim-licht-1705030.html> 05.07.2018
„Präzision beim Licht“
- (38) Internetseite: https://www.autopstehoj.com/de/scheinwerfereinstellgerat-lightmaster-mc-17-28509.html?__from_store=de 05.07.2018
„Licht präzise einstellen“
- (39) Internetseite: <http://holitschke.info/assets/ba-meco-sep-170326.pdf>
05.07.2018

Abbildungsverzeichnis

- 1: Vorgeschriebene Maße für die Aufstellflächen** Seite 13
Quelle: <http://www.sep-pruefung.de/das-ganze-sehen-die-mindestanforderungen-an-ihr-pruefsystem/> 19.06.2018
- 2: Toleranzgrenzen für die Ebenheit der Fahrzeugaufstellfläche** Seite 14
Quelle: <https://www.gtue.de/sixcms/media.php/771/gtue-informativ-scheinwerfereinstellplaetze.pdf> 06.06.2018
- 3: Unebenheiten und Neigung** Seite 14
Eigens erstellte Skizze
- 4: Maße und Markierungen einer Prüffläche** Seite 15
Quelle: Verkehrsblatt 2014, Heft 5: „Richtlinie für die Überprüfung der Einstellung der Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO“
- 5: Prüfschirm eines analogen SEPs für Fernlichtassistenzsysteme** Seite 17
Quelle: <https://www.hella.com/techworld/de/Technik/Beleuchtung/Fernlichtassistent-583/> 17.06.2018
- 6: SEP-Schienensystem mit Doppel-Spurkranzrädern** Seite 18
Quelle: <http://wakat.wm-werkstattausruestung.de/catalog/category/list/id/211205/browseMode/dataset/pId/467067/page/1> 27.06.2018
- 7: Aufbau eines Neigungssensors** Seite 19
Quelle: <https://www.2e-mechatronic.de/de/hochaufloesender-fluessigkeitsbasierter-kapazitiver-360-neigungssensor/> 17.06.2018
- 8: Digitales SEP (links im Bild) und analoges SEP (rechts im Bild)** Seite 23
Eigene Aufnahme

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse selbsttätiger Niveaueausgleich	Seite 21
Tabelle 2: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Winterrädern	Seite 23
Tabelle 3: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Sommerrädern	Seite 24
Tabelle 4: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit Ausgleichsgewicht	Seite 24
Tabelle 5: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 1 mit extra Beladung	Seite 25
Tabelle 6: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 2	Seite 25
Tabelle 7: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 3	Seite 26
Tabelle 8: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 4	Seite 26
Tabelle 9: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 5	Seite 26
Tabelle 10: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 6	Seite 27
Tabelle 11: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 6 mit extra Beladung	Seite 27
Tabelle 12: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 7	Seite 28
Tabelle 13: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 8	Seite 28
Tabelle 14: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 8 mit extra Beladung	Seite 28
Tabelle 15: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 9	Seite 29

Tabelle 16: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 10
Seite 29

Tabelle 17: Mittelwerte der Scheinwerfermessungen des Testfahrzeuges 10 mit
extra Beladung
Seite 30

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	§ 50 StVZO „Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht“	Seite 44
Anlage 2	§ 29 StVZO „Untersuchung der Kraftfahrzeuge und Anhänger“	Seite 46
Anlage 3	Messungen zum selbststatigen Niveaueausgleich	Seite 49
Anlage 4	Messungen mit analogem und digitalen SEP	Seite 53

Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Etzdorf, den 06.07.2018

Anlage 1: § 50 StVZO „Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht“

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (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 land- oder 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 Fahrersitz kann die Einschaltung des Fernlichts durch die Stellung des Schalthebels angezeigt werden. Kraftfahrzeuge mit einer durch die Bauart bestimmten Höchst-

geschwindigkeit 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 Eingeschaltet sein des Abblendlichtes auch bei Fernlicht sicherstellt,ausgerüstet sein.

Anlage 2: § 29 StVZO „Untersuchung der Kraftfahrzeuge und Anhänger“

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) § 29 Untersuchung der Kraftfahrzeuge und Anhänger

(1) Die Halter von zulassungspflichtigen Fahrzeugen im Sinne des § 3 Absatz 1 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung und kennzeichenpflichtigen Fahrzeugen nach § 4 Absatz 2 und 3 Satz 2 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung haben ihre Fahrzeuge auf ihre Kosten nach Maßgabe der Anlage VIII in Verbindung mit Anlage VIIa in regelmäßigen Zeitabständen untersuchen zu lassen. Ausgenommen sind

1. Fahrzeuge mit rotem Kennzeichen nach den §§ 16 und 17 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung,
2. Fahrzeuge der Bundeswehr und der Bundespolizei.

Über die Untersuchung der Fahrzeuge der Feuerwehren und des Katastrophenschutzes entscheiden die zuständigen obersten Landesbehörden im Einzelfall oder allgemein.

(2) Der Halter hat den Monat, in dem das Fahrzeug spätestens zur

1. Hauptuntersuchung vorgeführt werden muss, durch eine Prüfplakette nach Anlage IX auf dem Kennzeichen nachzuweisen, es sei denn, es handelt sich um ein Kurzzeitkennzeichen oder Ausfuhrkennzeichen,
2. Sicherheitsprüfung vorgeführt werden muss, durch eine Prüfmarke in Verbindung mit einem SP-Schild nach Anlage IXb nachzuweisen.

Prüfplaketten sind von der nach Landesrecht zuständigen Behörde oder den zur Durchführung von Hauptuntersuchungen berechtigten Personen zuzuteilen und auf dem hinteren amtlichen Kennzeichen dauerhaft und gegen Missbrauch gesichert anzubringen. Prüfplaketten in Verbindung mit Plakettenträgern sind von der nach Landesrecht zuständigen Behörde zuzuteilen und von dem Halter oder seinem Beauftragten auf dem hinteren amtlichen Kennzeichen dauerhaft und gegen Missbrauch gesichert anzubringen. Abgelaufene Prüfplaketten sowie gegebenenfalls vorhandene Plakettenträger sind vor Anbringung neuer Prüfplaketten oder neuer Prüfplaketten in Verbindung mit Plakettenträgern zu entfernen. Prüfmarken sind von der nach Landesrecht zuständigen Behörde zuzuteilen und von dem Halter oder seinem Beauftragten auf dem SP-Schild nach den Vorschriften der Anlage IXb anzubringen oder von den zur Durchführung von Hauptuntersuchungen oder Sicherheitsprüfungen berechtigten Personen zuzuteilen und von diesen nach den Vorschriften der Anlage IXb auf dem SP-Schild anzubringen. SP-Schilder dürfen von der nach Landesrecht zuständigen Behörde, von den zur Durchführung von Hauptuntersuchungen berechtigten Personen, dem Fahrzeughersteller, dem Halter oder seinem Beauftragten nach den Vorschriften der Anlage IXb angebracht werden.

(3) Eine Prüfplakette darf nur dann zugeteilt und angebracht werden, wenn die Vorschriften der Anlage VIII eingehalten sind. Durch die nach durchgeführter Hauptuntersuchung zugeteilte und angebrachte Prüfplakette wird bescheinigt, dass das Fahrzeug zum Zeitpunkt dieser Untersuchung vorschriftsmäßig nach Nummer 1.2 der Anlage VIII ist. Weist das Fahrzeug lediglich geringe Mängel auf, so kann abweichend von Satz 1 die Prüfplakette zugeteilt und angebracht werden, wenn die unverzügliche Beseitigung der Mängel zu erwarten ist.

(4) Eine Prüfmarke darf zugeteilt und angebracht werden, wenn das Fahrzeug nach Abschluss der Sicherheitsprüfung nach Maßgabe der Nummer 1.3 der Anlage VIII keine Mängel aufweist. Die Vorschriften von Nummer 2.6 der Anlage VIII bleiben unberührt.

(5) Der Halter hat dafür zu sorgen, dass sich die nach Absatz 3 angebrachte Prüfplakette und die nach Absatz 4 angebrachte Prüfmarke und das SP-Schild in ordnungsgemäßem Zustand befinden; sie dürfen weder verdeckt noch verschmutzt sein.

- (6) Monat und Jahr des Ablaufs der Frist für die nächste
1. Hauptuntersuchung müssen von demjenigen, der die Prüfplakette zugeteilt und angebracht hat,
 - a) bei den im üblichen Zulassungsverfahren behandelten Fahrzeugen in der Zulassungs-bescheinigung Teil I oder
 - b) bei anderen Fahrzeugen auf dem nach § 4 Absatz 5 der Fahrzeug-Zulassungsverordnung mitzuführenden oder aufzubewahrenden Nachweis in Verbindung mit dem Prüfstempel der untersuchenden Stelle oder dem HU-Code und der Kennnummer der untersuchenden Person oder Stelle,
 2. Sicherheitsprüfung müssen von demjenigen, der die Prüfmarke zugeteilt hat, im Prüfprotokoll vermerkt werden.
- (7) Die Prüfplakette und die Prüfmarke werden mit Ablauf des jeweils angegebenen Monats ungültig. Ihre Gültigkeit verlängert sich um einen Monat, wenn bei der Durchführung der Hauptuntersuchung oder Sicherheitsprüfung Mängel festgestellt werden, die vor der Zuteilung einer neuen Prüfplakette oder Prüfmarke zu beheben sind. Satz 2 gilt auch, wenn bei geringen Mängeln keine Prüfplakette nach Absatz 3 Satz 3 zugeteilt wird, und für Prüfmarken in den Fällen der Anlage VIII Nummer 2.4 Satz 6. Befindet sich an einem Fahrzeug, das mit einer Prüfplakette oder einer Prüfmarke in Verbindung mit einem SP-Schild versehen sein muss, keine gültige Prüfplakette oder keine gültige Prüfmarke, so kann die nach Landesrecht zuständige Behörde für die Zeit bis zur Anbringung der vorgenannten Nachweise den Betrieb des Fahrzeugs im öffentlichen Verkehr untersagen oder beschränken. Die betroffene Person hat das Verbot oder die Beschränkung zu beachten.
- (8) Einrichtungen aller Art, die zu Verwechslungen mit der in Anlage IX beschriebenen Prüfplakette oder der in Anlage IXb beschriebenen Prüfmarke in Verbindung mit dem SP-Schild Anlass geben können, dürfen an Kraftfahrzeugen und ihren Anhängern nicht angebracht sein.
- (9) Der für die Durchführung von Hauptuntersuchungen oder Sicherheitsprüfungen Verantwortliche hat für Hauptuntersuchungen einen Untersuchungsbericht und für Sicherheitsprüfungen ein Prüfprotokoll nach Maßgabe der Anlage VIII zu erstellen und dem Fahrzeughalter oder seinem Beauftragten auszuhändigen.
- (10) Der Halter hat den Untersuchungsbericht mindestens bis zur nächsten Hauptuntersuchung und das Prüfprotokoll mindestens bis zur nächsten Sicherheitsprüfung aufzubewahren. Der Halter oder sein Beauftragter hat den Untersuchungsbericht, bei Fahrzeugen nach Absatz 11 zusammen mit dem Prüfprotokoll und dem Prüfbuch, zuständigen Personen und der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf deren Anforderung hin auszuhändigen. Kann der letzte Untersuchungsbericht oder das letzte Prüfprotokoll nicht ausgehändigt werden, hat der Halter auf seine Kosten Zweitschriften von den prüfenden Stellen zu beschaffen oder eine Hauptuntersuchung oder eine Sicherheitsprüfung durchführen zu lassen. Die Sätze 2 und 3 gelten nicht für den Hauptuntersuchungsbericht bei der Fahrzeugzulassung, wenn die Fälligkeit der nächsten Hauptuntersuchung für die Zulassungsbehörde aus einem anderen amtlichen Dokument ersichtlich ist.
- (11) Halter von Fahrzeugen, an denen nach Nummer 2.1 der Anlage VIII Sicherheitsprüfungen durchzuführen sind, haben ab dem Tag der Zulassung Prüfbücher nach einem im Verkehrsblatt mit Zustimmung der zuständigen obersten Landesbehörden bekannt gemachten Muster zu führen. Untersuchungsberichte und Prüfprotokolle müssen mindestens für die Dauer ihrer Aufbewahrungspflicht nach Absatz 10 in den Prüfbüchern abgeheftet werden.

- (12) Der für die Durchführung von Hauptuntersuchungen oder Sicherheitsprüfungen Verantwortliche hat ihre Durchführung unter Angabe des Datums, bei Kraftfahrzeugen zusätzlich unter Angabe des Kilometerstandes, im Prüfbuch einzutragen.
- (13) Prüfbücher sind bis zur endgültigen Außerbetriebsetzung des jeweiligen Fahrzeugs von dem Halter des Fahrzeugs aufzubewahren.

Anlage 3: Messungen zum selbststatigen Niveaueausgleich

➤ Ohne anderungen am SEP

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
2	Ok	-1,2 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
3	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
4	Ok	-1,2 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
5	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
6	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,4°
7	Ok	-1,3 %	-0,2 %	16,0°	-0,4°
8	Ok	-1,3 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
9	Ok	-1,3 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
10	Ok	-1,3 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
11	Ok	-1,2 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
12	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
13	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
14	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
15	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°

➤ Erhohung des Hinterrades um 1,9 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,3 %	-0,2 %	14,7°	-0,9°
2	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
3	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
4	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
5	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
6	Ok	-1,3 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
7	Nicht Ok	-1,4 %	-0,6 %	14,7°	-0,4°
8	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
9	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
10	Ok	-1,2 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
11	Ok	-1,3 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
12	Ok	-1,2 %	-0,2 %	16,0°	-0,9°
13	Ok	-1,2 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
14	Ok	-1,2 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
15	Ok	-1,2 %	-0,4 %	14,7°	0,0°

➤ Erhöhung des Hinterrades um 3,8 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,4 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
2	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
3	Ok	-1,3 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
4	Ok	-1,4 %	0,1 %	16,0°	-1,5°
5	Ok	-1,3 %	0,1 %	16,0°	-0,9°
6	Ok	-1,4 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
7	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
8	Ok	-1,4 %	-0,4 %	16,0°	-0,4°
9	Ok	-1,3 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
10	Ok	-1,3 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
11	Ok	-1,4 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
12	Ok	-1,3 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
13	Ok	-1,3 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
14	Ok	-1,4 %	-0,1 %	16,0°	-1,5°
15	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-1,5°

➤ Erhöhung des Hinterrades um 5,8 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,5 %	-0,6 %	16,0°	0,0°
2	Ok	-1,4 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
3	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
4	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
5	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
6	Ok	-1,5 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
7	Ok	-1,5 %	-0,2 %	16,0°	-0,4°
8	Ok	-1,5 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
9	Nicht Ok	-1,7 %	-0,5 %	16,0°	0,0°
10	Nicht Ok	-1,6 %	-0,5 %	16,0°	0,0°
11	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
12	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
13	Nicht Ok	-1,7 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
14	Ok	-1,4 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
15	Ok	-1,3 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°

➤ Erhöhung der beiden Vorderräder um je 1mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,4 %	-0,4 %	16,0°	-1,5°
2	Ok	-1,4 %	-0,4 %	16,0°	-1,5°
3	Nicht Ok	-1,7 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
4	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
5	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
6	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
7	Nicht Ok	-1,6 %	-0,6 %	16,0°	0,0°
8	Ok	-1,4 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
9	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
10	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
11	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
12	Nicht Ok	-1,6 %	-0,4 %	16,0°	-0,4°
13	Ok	-1,5 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
14	Ok	-1,5 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
15	Nicht Ok	-1,5 %	-0,6 %	16,0°	0,0°

➤ Erhöhung der beiden Vorderräder um je 8 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,5 %	-0,6 %	16,0°	-0,4°
2	Nicht Ok	-1,6 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
3	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
4	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
5	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,4°
6	Nicht Ok	-1,5 %	-0,6 %	16,0°	0,0°
7	Nicht Ok	-1,6 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
8	Nicht Ok	-1,6 %	-0,1 %	15,4°	-0,4°
9	Ok	-1,5 %	-0,1 %	15,2°	-0,9°
10	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
11	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-0,9°
12	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
13	Nicht Ok	-1,6 %	-0,6 %	16,0°	-0,4°
14	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,4°
15	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-0,4°

➤ Erhöhung des linken Vorderrades um 8 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,4 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
2	Nicht Ok	-1,3 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
3	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
4	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
5	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
6	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
7	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
8	Nicht Ok	-1,5 %	1,0 %	14,7°	-1,5°
9	Nicht Ok	-1,4 %	0,8 %	14,4°	-1,5°
10	Nicht Ok	-1,4 %	0,8 %	14,7°	-1,5°
11	Nicht Ok	-1,5 %	0,8 %	14,7°	-0,9°
12	Nicht Ok	-1,5 %	0,8 %	14,7°	-0,9°
13	Nicht Ok	-1,3 %	1,1 %	14,7°	-0,9°
14	Nicht Ok	-1,4 %	1,1 %	15,6°	-1,5°
15	Nicht Ok	-1,5 %	0,9 %	14,7°	-1,5°

➤ Erhöhung des rechten Vorderrades um 8 mm

Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	17,5°	0,4°
2	Nicht Ok	-1,6 %	-1,6 %	16,0°	0,0°
3	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,4°
4	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,4°
5	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	17,5°	0,4°
6	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,4°
7	Nicht Ok	-1,75	-1,5 %	17,5°	0,0°
8	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,0°
9	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,0°
10	Nicht Ok	-1,6 %	-1,3 %	16,0°	0,0°
11	Nicht Ok	-1,6 %	-1,3 %	16,0°	0,0°
12	Nicht Ok	-1,6 %	-1,3 %	16,0°	0,0°
13	Nicht Ok	-1,6 %	-1,3 %	16,0°	0,0°
14	Nicht Ok	-1,6 %	-1,5 %	16,0°	0,4°
15	Nicht Ok	-1,5 %	-1,5 %	16,0°	0,4°

Anlage 4: Messungen mit analogem und digitalen SEP

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Winterräder mit Spurplatten 205/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 37cm

Tank $\frac{3}{4}$ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,9 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
2	Ok	-1,0 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
3	Ok	-1,0 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
4	Ok	-1,0 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
5	Ok	-0,8 %	-0,4 %	14,7°	-0,4°
6	Ok	-1,1 %	-0,4 %	14,7°	-0,9°
7	Ok	-1,1 %	-0,5 %	14,7°	-1,5°
8	Ok	-1,1 %	-0,4 %	16,0°	-1,5°
9	Ok	-1,0 %	-0,4 %	14,7°	-1,5°
10	Ok	-1,2 %	-0,4 %	16,0°	-1,5°
11	Ok	-1,2 %	-0,3 %	16,0°	-0,9°
12	Ok	-1,1 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°
13	Ok	-1,2 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°
14	Ok	-1,2 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°
15	Ok	-1,3 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,8 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
2	Ok	-0,9 %	-0,2 %	16,0°	0,4°
3	Ok	-0,9 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
4	Ok	-1,0 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
5	Ok	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
6	Ok	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
7	Ok	-1,1 %	-0,1 %	17,5°	0,0°
8	Ok	-1,0 %	0,0 %	16,0°	-0,4°
9	Ok	-1,0 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
10	Ok	-1,2 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
11	Ok	-1,1 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
12	Ok	-1,1 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
13	Ok	-1,1 %	-0,1 %	16,0°	-0,4°
14	Ok	-1,4 %	-0,1 %	17,5°	0,0°
15	Ok	-1,3 %	-0,1 %	17,5°	-0,4°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Winterräder mit Spurplatten 205/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 37cm

Tank $\frac{3}{4}$ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	Ok	-0,75 %	0,5 %
2	Ok	-0,85 %	0,25 %
3	Ok	-0,85 %	0,0 %
4	Ok	-1,0 %	0,0 %
5	Ok	-1,0 %	0,0 %
6	Ok	-1,0 %	0,0 %
7	Ok	-0,85 %	0,0 %
8	Ok	-1,0 %	0,0 %
9	Ok	-1,0 %	0,0 %
10	Ok	-1,0 %	0,0 %
11	Ok	-1,0 %	0,0 %
12	Ok	-1,0 %	0,0 %
13	Ok	-1,0 %	0,5 %
14	Ok	-1,0 %	0,0 %
15	Ok	-0,75 %	-0,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	Ok	-0,85 %	0,5 %
2	Ok	-0,85 %	0,5 %
3	Ok	-1,0 %	0,5 %
4	Ok	-1,0 %	0,25 %
5	Ok	-1,0 %	0,0 %
6	Ok	-1,0 %	-0,5 %
7	Ok	-1,0 %	0,25 %
8	Ok	-1,0 %	0,5 %
9	Ok	-1,2 %	-0,5 %
10	Ok	-1,0 %	0,0 %
11	Ok	-1,0 %	0,0 %
12	Ok	-1,0 %	0,0 %
13	Ok	-1,0 %	0,0 %
14	Ok	-1,0 %	0,0 %
15	Ok	-1,0 %	-0,5 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Sommerräder 205/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,9 %	16,0°	-0,4°
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	16,0°	-0,9°
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	16,0°	-0,9°
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	14,7°	-0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	14,7°	-0,9°
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	16,0°	-0,9°
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	16,0°	-0,9°
13	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	16,0°	-1,5°
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	14,7°	-1,5°
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-1,5°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %	16,0°	0,0°
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %	16,0°	0,0°
3	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
4	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
5	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
6	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %	16,0°	0,0°
10	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,1 %	16,0°	-0,4°
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,1 %	16,0°	0,0°
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
15	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	0,0°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Sommerräder 205/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,0 %
4	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-0,5%	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
8	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-0,5 %
10	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
4	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,9 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Sommerräder 205/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank ½ voll → 15 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
2	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	14,7°	-0,9°
4	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	16,0°	-0,9°
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	16,0°	-0,9°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	16,0°	-0,9°
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	16,0°	-0,9°
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,9 %	16,0°	-0,9°
14	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	16,0°	-0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,7 %	14,7°	-0,9°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Ok</i>	-0,7 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
2	<i>Ok</i>	-0,7 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
3	<i>Ok</i>	-0,7 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
4	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
5	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
6	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %	16,0°	0,0°
7	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
8	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,1 %	16,0°	0,0°
9	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
10	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %	16,0°	0,0°
11	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,6 %	16,0°	0,0°
13	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
14	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
15	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,2 %	16,0°	0,0°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Sommerräder 205/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank ½ voll → 15 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	Ok	-0,6 %	0,0 %
2	Ok	-0,6 %	-0,5 %
3	Ok	-0,75 %	0,0 %
4	Ok	-0,7 %	0,0 %
5	Ok	-0,7 %	0,0 %
6	Ok	-0,6 %	0,0 %
7	Ok	-0,6 %	0,0 %
8	Ok	-0,5 %	0,0 %
9	Ok	-0,6 %	0,0 %
10	Ok	-0,5 %	0,0 %
11	Ok	-0,5 %	0,0 %
12	Ok	-0,6 %	0,0 %
13	Ok	-0,5 %	0,0 %
14	Ok	-0,5 %	0,0 %
15	Ok	-0,5 %	-0,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	Ok	-1,0 %	0,0 %
2	Ok	-1,0 %	0,0 %
3	Ok	-1,0 %	0,0 %
4	Ok	-1,0 %	0,0 %
5	Ok	-1,0 %	0,0 %
6	Ok	-1,0 %	-0,5 %
7	Ok	-1,0 %	0,0 %
8	Ok	-1,0 %	0,0 %
9	Ok	-0,9 %	-0,5 %
10	Ok	-1,0 %	0,5 %
11	Ok	-1,0 %	0,0 %
12	Ok	-1,0 %	0,0 %
13	Ok	-1,0 %	0,0 %
14	Ok	-1,0 %	0,0 %
15	Ok	-1,0 %	0,0 %

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik
 Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo
 Sommerräder 205/40 R17
 Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 38 cm
 Tank 5/16 voll → 20 kg Ausgleichsgewicht
 20 kg extra Beladung
 Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	0,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	0,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	0,1 %	0,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	0,2 %	0,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-0,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-1,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	0,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-1,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-2,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	0,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	0,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-1,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	0,1%	-1,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	0,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,1 %	-1,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,5 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-0,5 %
3	<i>Ok</i>	-0,5%	0,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-2,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-2,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-1,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-1,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia II Monte Carlo

Sommerräder 205/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 38 cm

Tank 5/16 voll → 20 kg Ausgleichsgewicht

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,7 %	16,0°	-0,9°
2	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,6 %	16,0°	-0,4°
3	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
4	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,8 %	16,0°	0,0°
5	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,6 %	14,7°	0,0°
6	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,6 %	14,7°	0,0°
7	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,5 %	16,0°	-0,9°
8	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,4 %	16,0°	-0,9°
10	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,6 %	16,0°	-0,9°
11	<i>Nicht Ok</i>	-2,5 %	-0,6 %	16,0°	-1,5°
12	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,6 %	16,0°	-1,5°
13	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	-0,4°
14	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,5 %	16,0°	-0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,5 %	16,0°	-0,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
2	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
3	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
4	<i>Nicht Ok</i>	-2,2 %	-0,4 %	16,1°	0,4°
5	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,4°
6	<i>Nicht Ok</i>	-2,2 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
7	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,5 %	16,0°	0,0°
8	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
9	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
10	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
11	<i>Nicht Ok</i>	-2,4 %	-0,3 %	16,0°	0,0°
12	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,4 %	16,0°	0,0°
13	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,2 %	16,0°	0,0°
14	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,1 %	16,0°	0,0°
15	<i>Nicht Ok</i>	-2,3 %	-0,5 %	16,0°	0,0°

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Citygo Active

Sommerräder 165/70 R14

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm

Tank leer

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-1,9°
2	Ok	-1,5 %	-0,2 %	16,0°	-1,9°
3	Nicht Ok	-1,6 %	0,0 %	14,7°	-1,5°
4	Nicht Ok	-1,6 %	-0,1 %	16,0°	-1,5°
5	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-1,9°
6	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°
7	Nicht Ok	-1,6 %	-0,3 %	16,0°	-1,9°
8	Ok	-1,5 %	-0,2 %	16,0°	-1,9°
9	Ok	-1,5 %	-0,1 %	16,0°	-1,5°
10	Ok	-1,5 %	-0,3 %	16,0°	-1,5°
11	Ok	-1,4 %	-0,2 %	16,2°	-1,5°
12	Ok	-1,5 %	0,0 %	16,0°	-1,9°
13	Ok	-1,5 %	0,0 %	15,4°	-1,9°
14	Ok	-1,4 %	0,0 %	16,0°	-1,5°
15	Ok	-1,5 %	0,1 %	17,5°	-1,9°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,0 %	1,2 %	14,7°	-0,4°
2	Nicht Ok	-1,1 %	1,1 %	13,3°	-0,9°
3	Nicht Ok	-1,0 %	1,3 %	14,7°	-0,9°
4	Nicht Ok	-0,9 %	1,2 %	14,7°	0,0°
5	Nicht Ok	-1,0 %	1,4 %	16,0°	-0,4°
6	Ok	-1,0 %	0,3 %	14,7°	-0,9°
7	Nicht Ok	-1,0 %	1,0 %	14,7°	-0,4°
8	Nicht Ok	-1,0 %	1,2 %	14,7°	-0,4°
9	Nicht Ok	-1,0 %	1,4 %	14,7°	-0,4°
10	Nicht Ok	-1,0 %	1,3 %	14,7°	-0,4°
11	Ok	-1,0 %	0,0 %	10,4°	-0,9°
12	Ok	-1,0 %	0,0 %	10,4°	-0,9°
13	Ok	-1,0 %	0,0 %	10,4°	-0,4°
14	Ok	-1,0 %	0,5 %	16,0°	-0,9°
15	Ok	-1,0 %	0,1 %	10,4°	-0,9°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Citygo Active

Sommerräder 165/70 R14

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm

Tank leer

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	0,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,5 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-4,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-5,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-1,0 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-2,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-3,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-3,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-3,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-3,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	-1,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-5,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-3,5 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-1,5 %

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Karoq

Winterräder 215/55 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 57 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
4	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-1,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-2,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-3,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-2,5 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-2,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-1,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-1,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-2,0 %	0,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,9 %	0,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	-1,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	0,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-2,0 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	0,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	0,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-3,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-3,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	0,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	0,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-1,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	0,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-1,5 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Karoq

Winterräder 215/55 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 57 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-3,9 %	9,0°	0,0°
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-2,9 %	11,7°	0,0°
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-5,5 %	11,7°	0,0°
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-6,0 %	11,7°	0,0°
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-1,5 %	10,4°	0,4°
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-5,4 %	11,7°	0,4°
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-1,8 %	10,4°	0,4°
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-5,4 %	11,7°	0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-5,2 %	10,4°	0,4°
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-3,8 %	10,4°	0,0°
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-4,3 %	11,7°	0,0°
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-2,5 %	7,3°	0,9°
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-4,8 %	10,4°	0,4°
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-4,9 %	10,4°	0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-4,2 %	10,4°	0,0°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,5 %	11,7°	-0,9°
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-0,7 %	11,7°	-0,9°
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-0,7 %	11,7°	0,0°
4	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,4 %	11,7°	-0,9°
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-0,7 %	11,7°	0,0°
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-0,7 %	11,7°	-0,4°
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,0 %	10,4°	0,4°
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,3 %	10,4°	0,0°
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,3 %	10,4°	0,0°
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-0,6 %	11,7°	-0,9°
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-0,6 %	11,7°	-0,4°
12	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,4 %	11,7°	-0,4°
13	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,5 %	11,7°	-0,4°
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-0,7 %	10,4°	0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-0,9 %	10,4°	0,0°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Fabia III

Sommerräder 185/60 R15

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank 7/8 voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,0 %
4	<i>Ok</i>	-1,5 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,5 %
4	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	-1,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,5 %
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
15	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Fabia III

Sommerräder 185/60 R15

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank 7/8 voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,7 %	10,4°	1,5°
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,9 %	10,4°	1,5°
3	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	11,7°	1,9°
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,9 %	10,4°	1,5°
5	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	11,7°	1,5°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,6 %	10,4°	1,5°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-0,6 %	10,4°	1,5°
8	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	10,4°	1,5°
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	10,4°	1,5°
10	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,3 %	10,4°	1,5°
11	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,3 %	10,4°	1,9°
12	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	10,4°	1,5°
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,9 %	10,4°	1,5°
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-0,8 %	10,4°	1,5°
15	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,4 %	10,4°	1,5°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,3 %	13,3°	-0,4°
2	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	11,7°	-0,9°
3	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,3 %	13,3°	0,0°
4	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,2 %	13,3°	-0,9°
5	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,4 %	11,7°	-0,9°
6	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,3 %	13,3°	-0,9°
7	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,2 %	11,7°	-0,4°
8	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,2 %	11,7°	-0,4°
9	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,1 %	13,7°	-0,9°
10	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,3 %	11,7°	-0,9°
11	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,5 %	11,7°	-0,9°
12	<i>Ok</i>	-0,9 %	0,0 %	13,3°	0,0°
13	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,3 %	11,7°	-0,9°
14	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,4 %	11,7°	-0,9°
15	<i>Ok</i>	-0,9 %	-0,4 %	11,7°	-0,4°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia III Clever

Sommerräder 215/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
4	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-0,8 %	-0,5 %
10	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-0,6 %	-0,5 %
12	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %
5	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
6	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Xenonoptik

Fahrzeug: Skoda Fabia III Clever

Sommerräder 215/40 R17

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 40 cm

Tank voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,7 %	0,1 %	14,7°	1,5°
2	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	1,5°
3	Ok	-0,7 %	0,1 %	14,7°	1,5°
4	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	1,5°
5	Ok	-0,7 %	-0,1 %	14,7°	1,5°
6	Ok	-0,7 %	-0,1 %	14,7°	1,9°
7	Ok	-0,7 %	-0,3 %	14,7°	1,9°
8	Ok	-0,7 %	-0,2 %	14,7°	1,5°
9	Ok	-0,8 %	0,1 %	14,7°	1,5°
10	Ok	-0,8 %	-0,3 %	14,7°	1,5°
11	Ok	-0,8 %	-0,3 %	14,7°	0,9°
12	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	0,9°
13	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	0,9°
14	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	1,5°
15	Ok	-0,7 %	0,1 %	14,7°	1,9°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,8 %	0,3 %	13,3°	0,4°
2	Ok	-0,9 %	0,1 %	13,3°	0,0°
3	Ok	-0,8 %	0,1 %	14,7°	0,4°
4	Ok	-0,8 %	0,1 %	13,3°	0,0°
5	Ok	-0,7 %	0,1 %	13,3°	0,4°
6	Ok	-0,7 %	-0,1 %	13,3°	0,4°
7	Ok	-0,8 %	0,0 %	13,3°	0,4°
8	Ok	-0,8 %	0,1 %	13,3°	0,0°
9	Ok	-0,8 %	-0,1 %	13,3°	0,4°
10	Ok	-0,8 %	-0,1 %	13,3°	0,4°
11	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	0,4°
12	Ok	-0,8 %	0,1 %	14,7°	0,0°
13	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	0,4°
14	Ok	-0,7 %	0,1 %	13,3°	0,4°
15	Ok	-0,7 %	0,1 %	13,3°	0,0°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Kodiaq

Sommerräder 235/55 R18

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 52 cm

Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-5,5 %
3	<i>Ok</i>	-0,75 %	-5,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-3,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-5,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-5,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-4,5 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	-4,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-5,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-3,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-5,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-3,5 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-5,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,4 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,5 %	-0,5 %
3	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-2,5 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-2,0 %
10	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,5 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Kodiaq

Sommerräder 235/55 R18

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 52 cm

Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	1,0 %	25,4°	-0,4°
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,4 %	26,5°	0,0°
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	1,6 %	26,5°	-0,4°
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	0,6 %	26,5°	0,0°
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %	26,0°	0,0°
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,8 %	25,4°	0,0°
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	0,7 %	25,4°	0,0°
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,7 %	25,4°	0,0°
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,7 %	26,5°	0,4°
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,7 %	26,5°	0,0°
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %	26,5°	0,0°
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	1,0 %	25,4°	-0,4°
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	0,7 %	26,5°	0,0°
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	1,0 %	26,5°	0,0°
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %	26,5°	0,0°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	0,8 %	26,5°	0,4°
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,8 %	27,9°	0,4°
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,6 %	27,9°	0,0°
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	0,6 %	26,5°	0,9°
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,8 %	25,4°	0,4°
6	<i>Ok</i>	-1,1 %	0,5 %	26,5°	0,9°
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,7 %	25,4°	0,9°
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,7 %	26,5°	0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	0,7 %	26,5°	0,4°
10	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,3 %	27,9°	0,4°
11	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,3 %	27,9°	0,4°
12	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,3 %	27,9°	0,4°
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	0,8 %	27,9°	0,4°
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %	25,4°	0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	0,6 %	27,9°	0,4°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Kodiaq

Sommerräder 235/55 R18

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 50 cm

Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,5 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,5 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-4,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-5,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	-5,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	-5,5 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-4,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-5,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-5,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-3,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-5,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	-5,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	-6,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	-5,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-3,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-2,5 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-4,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-2,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-4,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-2,5 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-3,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-3,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,15 %	-4,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-3,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,05 %	-3,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,25 %	-3,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	-3,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,1 %	-4,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: LED

Fahrzeug: Skoda Kodiaq

Sommerräder 235/55 R18

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 50 cm

Tank leer → 40 kg Ausgleichsgewicht

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,3 %	25,4°	0,0°
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,1 %	26,5°	0,0°
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	0,9 %	25,4°	0,0°
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	0,9 %	25,4°	0,0°
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	25,4°	-0,4°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	0,9 %	25,4°	0,0°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,1 %	25,4°	0,0°
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,1 %	25,4°	-0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,1 %	25,4°	-0,4°
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,0 %	26,5°	0,0°
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,0 %	26,5°	0,0°
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	26,5°	0,0°
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	0,9 %	26,5°	0,0°
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,1 %	26,5°	0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	26,5°	0,0°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,1 %	25,4°	0,9°
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,9 %	26,5°	0,4°
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,9 %	26,5°	0,4°
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	26,5°	0,4°
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	26,5°	0,4°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,9 %	25,4°	0,9°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	0,6 %	26,5°	1,5°
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,1 %	22,8°	0,9°
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,8 %	26,5°	0,4°
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,8 %	26,5°	0,9°
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,7 %	27,9°	0,4°
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,9 %	26,5°	0,4°
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,9 %	26,5°	0,9°
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %	27,9°	0,4°
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,0 %	0,9 %	26,5°	0,9°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Octavia III

Winterräder 205/55 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 45 cm

Tank 3/8 voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
2	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,5 %
4	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,0 %	-0,5 %
10	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
12	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	2,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,5 %
5	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	2,0 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	2,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,8 %	1,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	2,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Octavia III

Winterräder 205/55 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 45 cm

Tank 3/8 voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	1,9°
2	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	1,9°
3	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	0,9°
4	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	1,9°
5	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	1,9°
6	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	1,5°
7	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	1,5°
8	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,1 %	16,0°	1,5°
9	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	1,9°
10	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	14,7°	1,9°
11	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	1,9°
12	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,2 %	16,0°	1,5°
13	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,5 %	14,7°	1,5°
14	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	2,4°
15	<i>Ok</i>	-1,1 %	-0,4 %	14,7°	2,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,1 %	16,0°	0,4°
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,0 %	16,0°	0,4°
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,2 %	16,0°	0,4°
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-0,7 %	14,7°	0,9°
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-0,7 %	16,0°	0,9°
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,0 %	16,0°	0,4°
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,0 %	14,7°	0,0°
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,1 %	16,0°	0,4°
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,0 %	16,0°	0,4°
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,1 %	16,0°	0,4°
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-0,9 %	14,7°	0,4°
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,0 %	16,0°	0,0°
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-0,7 %	16,0°	0,4°
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-0,7 %	16,0°	0,9°
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	-1,1 %	14,7°	0,9°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Superb Sportline

Sommerräder mit Spurplatten 235/40 R19

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 55 cm

Tank voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,35 %	-2,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-1,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-1,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,45 %	0,0 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-2,5 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	-2,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	0,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,35 %	0,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-2,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	-2,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,5 %
2	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,45 %	0,5 %
5	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,45 %	0,5 %
7	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
8	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
9	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,5 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	1,0 %
12	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-0,5 %	0,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,4 %	0,5 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Superb Sportline

Sommerräder mit Spurplatten 205/40 R19

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 55 cm

Tank voll

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,5 %	0,5 %	16,0°	0,4°
2	Ok	-0,5 %	0,5 %	16,0°	0,0°
3	Ok	-0,5 %	0,4 %	16,0°	0,0°
4	Ok	-0,5 %	0,5 %	16,0°	0,0°
5	Ok	-0,5 %	0,4 %	16,0°	0,4°
6	Ok	-0,5 %	0,5 %	16,0°	0,0°
7	Ok	-0,6 %	0,5 %	17,5°	-0,4°
8	Ok	-0,6 %	0,5 %	17,5°	-0,4°
9	Nicht Ok	-0,6 %	1,1 %	16,0°	-0,4°
10	Nicht Ok	-0,6 %	1,0 %	16,0°	0,0°
11	Nicht Ok	-0,6 %	1,0 %	16,0°	0,0°
12	Nicht Ok	-0,6 %	1,1 %	16,0°	-0,4°
13	Ok	-0,6 %	0,1 %	17,5°	0,0°
14	Ok	-0,5 %	0,1 %	17,5°	0,4°
15	Ok	-0,5 %	0,0 %	16,0°	0,0°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-0,1 %	-0,2 %	17,5°	1,5°
2	Nicht Ok	-0,1 %	-0,3 %	17,5°	1,5°
3	Nicht Ok	-0,1 %	-0,1 %	17,5°	1,5°
4	Nicht Ok	-0,1 %	-0,3 %	17,5°	1,5°
5	Nicht Ok	-0,1 %	-0,4 %	17,5°	1,5°
6	Nicht Ok	-0,1 %	-0,2 %	17,5°	0,9°
7	Nicht Ok	-0,2 %	-0,1 %	17,5°	0,9°
8	Nicht Ok	-0,2 %	0,0 %	18,8°	0,4°
9	Nicht Ok	-0,2 %	0,0 %	18,8°	0,9°
10	Nicht Ok	-0,2 %	0,0 %	18,8°	0,9°
11	Nicht Ok	-0,2 %	0,1 %	18,8°	0,9°
12	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	17,5°	0,9°
13	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	18,8°	1,5°
14	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6%	17,5°	0,9°
15	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	17,5°	1,5°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Superb III Sportline

Sommerräder mit Spurplatten 235/40 R19

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm

Tank voll

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-2,5 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-2,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-0,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-2,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-1,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-0,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-2,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-1,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	-1,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-2,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	-1,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	-2,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,25 %	-1,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,3 %	-2,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,2 %	0,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,5 %
2	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
3	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,5 %
4	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
7	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
12	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,0 %
14	<i>Ok</i>	-0,55 %	0,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Xenon

Fahrzeug: Skoda Superb III Sportline

Sommerräder mit Spurplatten 235/40 R19

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 60 cm

Tank voll

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,5 %	0,0 %	16,0°	0,0°
2	Ok	-0,5 %	0,1 %	16,0°	0,0°
3	Ok	-0,5 %	0,0 %	16,0°	0,9°
4	Ok	-0,5 %	0,0 %	17,5°	0,0°
5	Ok	-0,5 %	0,0 %	17,5°	0,0°
6	Ok	-0,5 %	0,4 %	16,0°	0,0°
7	Ok	-0,5 %	0,4 %	16,0°	0,0°
8	Ok	-0,5 %	0,4 %	16,0°	0,0°
9	Ok	-0,5 %	0,0 %	17,5°	0,4°
10	Ok	-0,5 %	0,1 %	16,0°	0,0°
11	Ok	-0,5 %	0,3 %	16,0°	0,0°
12	Ok	-0,5 %	0,3 %	16,0°	0,4°
13	Ok	-0,5 %	-0,1 %	16,0°	0,4°
14	Ok	-0,5 %	0,0 %	16,0°	0,4°
15	Ok	-0,5 %	0,0 %	16,0°	0,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	17,5°	1,5°
2	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	17,5°	1,5°
3	Nicht Ok	0,0 %	-0,6 %	17,5°	1,5°
4	Nicht Ok	-0,1 %	-0,7 %	18,8°	1,9°
5	Nicht Ok	-0,1 %	-0,7 %	17,5°	1,5°
6	Nicht Ok	-0,1 %	-0,2 %	17,5°	1,5°
7	Nicht Ok	-0,1 %	-0,3 %	17,5°	1,5°
8	Nicht Ok	0,0 %	-0,6 %	17,5°	1,5°
9	Nicht Ok	-0,1 %	-0,6 %	17,5°	1,5°
10	Nicht Ok	-0,1 %	-0,3 %	18,8°	1,5°
11	Nicht Ok	-0,1 %	-0,4 %	17,5°	1,5°
12	Nicht Ok	-0,1 %	-0,9 %	17,5°	1,5°
13	Nicht Ok	0,0 %	-0,9 %	17,5°	1,5°
14	Nicht Ok	0,0 %	-0,5 %	17,5°	0,9°
15	Nicht Ok	0,0 %	-0,6 %	17,5°	1,5°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen mit Streuabschlusscheibe

Fahrzeug: Volkswagen T4

Winterräder 195/70 R15

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 36 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,2 % Normale: -1,7 % ...-0,7 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,5 %
2	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,5 %
4	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
5	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
6	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
10	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,5 %
11	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	0,5 %
13	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
2	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %
4	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %
6	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,2 %	1,0 %
11	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
12	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
13	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
14	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,5 %
15	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen mit Streuabschlusscheibe

Fahrzeug: Volkswagen T4

Winterräder 195/70 R15

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 36 cm

Tank ½ voll

Toleranzen: e = 1,2 % Normale: -1,7 % ...-0,7 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,0 %	-0,4 %	18,8°	-0,4°
2	Ok	-0,9 %	-0,4 %	18,9°	-0,4°
3	Ok	-1,0 %	-0,4 %	18,9°	-0,4°
4	Ok	-0,9 %	-0,4 %	17,5°	0,0°
5	Ok	-0,9 %	-0,4 %	18,8°	-0,4°
6	Ok	-0,8 %	0,2 %	18,8°	0,0°
7	Ok	-0,8 %	-0,1 %	20,1°	-0,4°
8	Ok	-0,9 %	-0,5 %	17,5°	0,0°
9	Ok	-0,9 %	-0,5 %	18,9°	0,0°
10	Ok	-0,9 %	-0,5 %	17,5°	-0,4°
11	Ok	-0,9 %	-0,4 %	18,0°	0,0°
12	Ok	-1,0 %	-0,3 %	17,5°	0,0°
13	Ok	-1,0 %	-0,4 %	18,8°	0,0°
14	Ok	-1,0 %	-0,2 %	18,4°	0,0°
15	Ok	-1,0 %	-0,3 %	17,7°	0,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,0 %	0,2 %	17,5°	0,4°
2	Ok	-1,0 %	0,1 %	17,5°	0,4°
3	Ok	-1,0 %	0,2 %	17,5°	0,4°
4	Ok	-0,9 %	0,2 %	17,5°	0,9°
5	Ok	-0,9 %	0,2 %	17,5°	0,4°
6	Ok	-1,0 %	-0,1 %	17,5°	0,0°
7	Ok	-1,0 %	-0,1 %	17,5°	0,4°
8	Ok	-0,9 %	0,5 %	18,8°	0,4°
9	Nicht Ok	-0,9 %	0,6 %	18,8°	0,4°
10	Ok	-0,9 %	0,2 %	17,5°	0,4°
11	Ok	-0,9 %	0,3 %	17,5°	0,4°
12	Ok	-1,0 %	0,1 %	16,0°	0,4°
13	Ok	-1,0 %	0,1 %	16,0°	0,4°
14	Ok	-1,1 %	0,1 %	16,0°	0,9°
15	Ok	-1,1 %	-0,1 %	16,0°	0,9°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Rapid

Sommerräder 215/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm

Tank ¼ voll → 25 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,0 %
3	<i>Ok</i>	-0,9 %	0,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-0,9 %	1,0 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
6	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,0 %
7	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %
8	<i>Ok</i>	-1,0 %	0,0 %
9	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
10	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,5 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,0 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-0,75 %	1,0 %
14	<i>Ok</i>	-0,8 %	0,5 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-0,7 %	1,5 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-2,5 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-3,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-2,0 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	0,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-1,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	-2,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-1,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	-2,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,7 %	-2,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	-2,5 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-1,8 %	-2,5 %
13	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-2,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-1,0 %
15	<i>Nicht Ok</i>	-1,6 %	-2,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Rapid

Sommerräder 215/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm

Tank ¼ voll → 25 kg Ausgleichsgewicht

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-1,1 %	-0,5 %	13,3°	0,0°
2	Ok	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	0,0°
3	Ok	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	0,0°
4	Nicht Ok	-1,1 %	-0,6 %	13,3°	0,0°
5	Ok	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	0,4°
6	Ok	-1,0 %	-0,2 %	14,7°	-0,4°
7	Ok	-1,0 %	-0,4 %	14,7°	-0,4°
8	Ok	-1,0 %	-0,2 %	14,7°	0,0°
9	Ok	-1,0 %	-0,1 %	14,7°	0,0°
10	Ok	-1,1 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
11	Ok	-1,0 %	-0,3 %	14,7°	0,0°
12	Ok	-1,1 %	-0,2 %	14,7°	0,0°
13	Ok	-1,1 %	-0,3 %	14,7°	0,0°
14	Ok	-1,0 %	0,0 %	16,0°	0,0°
15	Ok	-1,1 %	-0,4 %	13,3°	-0,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,4 %	-2,5 %	13,3°	0,4°
2	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,9°
3	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	0,4°
4	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	1,5°
5	Nicht Ok	-1,4 %	-2,5 %	13,3°	1,5°
6	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	0,4°
7	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,9°
8	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,9°
9	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	0,4°
10	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,9°
11	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	1,5°
12	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	1,5°
13	Nicht Ok	-1,3 %	-2,6 %	13,3°	0,4°
14	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,4°
15	Nicht Ok	-1,3 %	-2,5 %	13,3°	0,9°

Untersuchungen – analoges SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Rapid

Sommerräder 215/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm

Tank ¼ voll → 25 kg Ausgleichsgewicht

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ... -0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,5 %
2	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	3,0 %
4	<i>Ok</i>	-0,6 %	0,5 %
5	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
6	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
7	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	1,0 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	1,0 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	1,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	1,5 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	3,0 %
12	<i>Nicht Ok</i>	-0,5 %	2,0 %
13	<i>Ok</i>	-0,7 %	0,5 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-0,6 %	1,0 %
15	<i>Ok</i>	-0,75 %	0,0 %

Rechts Nr.	Einstellung	Abweichung horizontal	Abweichung Knickpunkt
1	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,0 %
2	<i>Ok</i>	-1,3 %	0,0 %
3	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,5 %
4	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-1,5 %
5	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-2,0 %
6	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-2,0 %
7	<i>Ok</i>	-1,4 %	-0,5 %
8	<i>Nicht Ok</i>	-1,5 %	-1,5 %
9	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,0 %
10	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,0 %
11	<i>Nicht Ok</i>	-1,3 %	-1,5 %
12	<i>Ok</i>	-1,4 %	0,0 %
13	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %
14	<i>Nicht Ok</i>	-1,4 %	-2,0 %
15	<i>Ok</i>	-1,2 %	0,0 %

Untersuchungen – digitales SEP

Lichtsystem: Halogen

Fahrzeug: Skoda Rapid

Sommerräder 215/45 R16

Abstand zwischen Scheinwerfer und SEP ca. 46 cm

Tank ¼ voll → 25 kg Ausgleichsgewicht

20 kg extra Beladung

Toleranzen: e = 1,0 % Normale: -1,5 % ...-0,5 %

Links Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Ok	-0,8 %	-0,2 %	14,7°	-0,4°
2	Ok	-0,9 %	-0,1 %	14,7°	0,0°
3	Ok	-0,8 %	0,0 %	14,7°	0,0°
4	Ok	-0,9 %	0,0 %	14,7°	0,4°
5	Ok	-0,9 %	-0,1 %	14,7°	0,4°
6	Ok	-0,9 %	0,0 %	14,7°	-0,4°
7	Ok	-0,8 5	-0,1 %	14,7°	0,0°
8	Ok	-0,8 %	-0,1 %	14,7°	0,0°
9	Ok	-0,9 %	-0,2 %	14,7°	0,0°
10	Ok	-0,9 %	-0,4 %	14,7°	0,0°
11	Ok	-0,9 %	0,0 %	16,0°	0,0°
12	Ok	-0,9 %	-0,3 %	14,7°	0,0°
13	Ok	-0,9 %	-0,2 %	14,7°	0,0°
14	Ok	-1,0 %	-0,3 %	13,3°	0,4°
15	Ok	-1,0 %	-0,3 %	14,7°	0,4°

Rechts Nr.	Einstellung	Normale	Knickpunkt	Gierwinkel	Rollwinkel
1	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	0,4°
2	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	13,3°	0,4°
3	Nicht Ok	-1,1 %	-2,4 %	13,3°	0,4°
4	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	1,5°
5	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	13,3°	0,4°
6	Nicht Ok	-1,1 %	-2,4 %	11,7°	0,4°
7	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	0,4°
8	Nicht Ok	-1,1 %	-2,4 %	11,7°	0,4°
9	Nicht Ok	-1,1 %	-2,2 %	11,7°	0,9°
10	Nicht Ok	-1,1 %	-2,4 %	11,7°	0,9°
11	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	0,9°
12	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	0,9°
13	Nicht Ok	-1,1 %	-2,3 %	11,7°	0,4°
14	Nicht Ok	-1,2 %	-2,3 %	11,7°	1,5°
15	Nicht Ok	-1,2 %	-2,2 %	11,7°	1,5°